

Maciej Ławniczak, Jan Zawada

Z BADAŃ WPŁYWU OGRZEWANIA W WODZIE I PARZE WODNEJ DREWNA BUKOWEGO NA ZMIANY JEGO WYMIARÓW

ИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВЛИЯНИЮ НАГРЕВА В ВОДЕ И В ВОДЯНОМ ПАРЕ
ДРЕВЕСИНЫ БУКА НА ИЗМЕНЕНИЯ ЕЕ РАЗМЕРОВ

AUS UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN EINFLUSS DER ERWÄRMUNG VON
BUCHENHOLZ IM WASSER UND IM WASSERDAMPF AUF ÄNDERUNGEN
SEINER AUSMASSE

GENEZA ZAGADNIENIA I CEL PRACY

Odształcenia występujące w drewnie, poza odształceniami mechanicznymi, można podzielić na dwie zasadnicze grupy:

a) odształcenia higroskopijne wywołane zmianami wilgotności drewna,

b) odształcenia termiczne wywołane zmianami temperatury drewna.

Najlepiej poznano dotychczas odształcenia higroskopijne. Najwięcej badań przeprowadzono na temat swobodnego pęcznienia drewna w cieczach o temperaturze pokojowej oraz w powietrzu o różnej wilgotności. Zagadnieniem tym zajmowali się między innymi Clarke (1), Frey-Wyssling (2), Iwanow (3), Kollmann (5), Lindsay i Chalk (8) i Perkitny (13). Ustalili oni, że spęcznienie drewna zależy od następujących czynników: gatunku drewna, jego ciężaru właściwego, kierunku anatomicznego, wielkości badanych próbek i ich położenia w strzale.

Znacznie mniej danych spotkać można w literaturze na temat odształceń drewna w cieczach o podwyższonej temperaturze. Wymienić tu należy pracę Vorreitera (19), która wykazała, że wraz ze wzrostem temperatury wody swobodne pęcznienie drewna postępuje szybciej i osiąga większe wartości. Ogólne wyniki powyższej pracy zostały potwierdzone badaniami Marciniaka i Nowaka (10), które wykazały, że białe drewno sosnowe o wilgotności początkowej 0% spęcznieło w kierunku stycznym w wodzie o temperaturze 20°C o 8,4%, a w wodzie o temperaturze 98°C spęcznieło o 8,7%.

W literaturze spotyka się również pewne dane dotyczące termicznych odkształceń drewna. Podręczniki z zakresu nauki o drewnie (5, 7) podają liczby charakteryzujące wydłużenia termiczne zupełnie suchego drewna. Na podstawie tych liczb przeprowadzano również obliczenia odkształceń termicznych drewna świeżego (4, 17).

Badania opublikowane do roku 1952 ograniczały się do pomiaru odkształceń termicznych drewna zupełnie suchego. Przeprowadzenie badań dotyczących odkształceń termicznych drewna wilgotnego było utrudnione ze względu na trudność utrzymania w drewnie stałej wilgotności przy zmianie jego temperatury.

W praktyce ważne są współczynniki rozszerzalności termicznej drewna o wilgotności odpowiadającej stanowi powietrzno-suchemu.

O g a r k o w a (12) oznaczyła współczynniki rozszerzalności termicznej dla drewna brzoźowego o wilgotności 7—27%. Przy oznaczaniu tych współczynników autorka uwzględniła spadek wilgotności próbek i związane z tym kurczenie się drewna. Wyniki jej zgadzają się z danymi podawanymi w literaturze dla drewna zupełnie suchego.

- Badania z zakresu rozszerzalności liniowej drewna wilgotnego przeprowadzili K ü b l e r (6), M a c L e a n (11), P e r k i t n y (14) i W a l t e r (20). Stwierdzili oni, że drewno wilgotne poddane gwałtownemu ogrzewaniu zachowuje się inaczej niż drewno zupełnie suche.

K ü b l e r (6) stwierdził ponadto, że drewno powietrzno-suche podczas wzrostu temperatury wydłuża się podobnie jak drewno zupełnie suche.

W dostępnej literaturze brak jest danych określających wpływ ogrzewania w wodzie i parze wodnej świeżego drewna maksymalnie spęczniałego na zmiany jego wymiarów.

Celem niniejszej pracy jest stwierdzenie wpływu ogrzewania w wodzie i parze wodnej drewna bukowego w postaci arkuszy forniru grubości 0,8 mm na zmiany jego wymiarów. Wyniki badań mogą mieć znaczenie praktyczne przez poznanie jednego z wielu zjawisk występujących w drewnie podczas obróbki hydrotermicznej i mogą przyczynić się do lepszego wyjaśnienia zjawiska pęknięcia drewna w czasie tej obróbki.

METODYKA BADAŃ I OPIS WYKONANYCH DOŚWIADCZEŃ

Sposób przygotowania materiału doświadczalnego. Do doświadczeń użyto świeże drewno bukowe. Z kłody bukowej długości 1000 mm, a średnicy 480 mm, nie poddanej wstępnemu ogrzewaniu zmiękczającemu, pozyskano skrawaniem płaskim forniry grubości 0,8 mm. Otrzymane forniry podzielono na trzy partie w zależności od położenia w kłodzie.

Podział przekroju czołowego kłody na poszczególne strefy pozyskania wykazuje rys. 1.

Szerokość fornirów użytych do doświadczeń uzależniona była od średnicy kłody oraz od miejsca pozyskania.

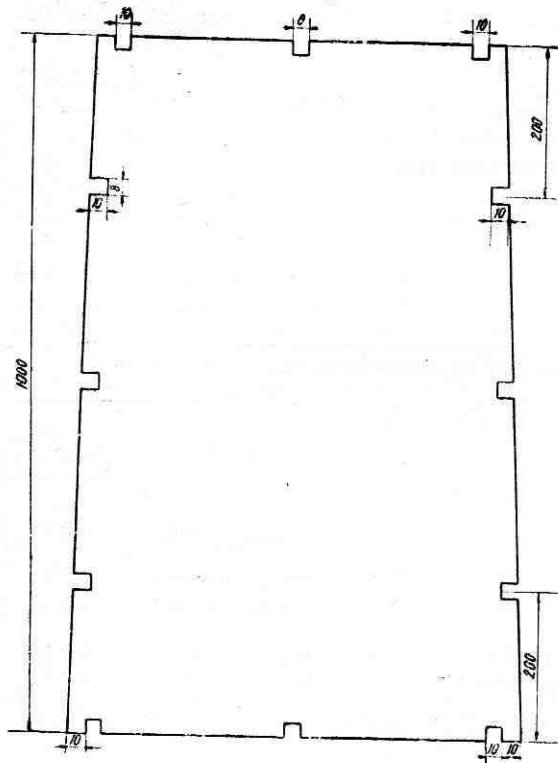
W celu zapobieżenia wysychaniu fornirów przechowywano je w wodzie do chwili rozpoczęcia doświadczeń.

Sposób ogrzewania arkuszy forniru w wodzie i w parze wodnej. Arkusze fornirów ogrzewano w wodzie o temperaturze 50 i 98°C oraz w parze wodnej o ciśnieniu 0, 1, 2 i 3 at. Ogrzewania w parze wodnej o wyższym ciśnieniu nie stosowano z względu na możliwość wystąpienia termicznego rozkładu drewna.



Rys. 1. Podział kłody bukowej na strefy pozyskania fornirów

W celu stwierdzenia wpływu czasu ogrzewania w wodzie i w parze wodnej na odkształcenia plastyczne forniru bukowego stosowano okres ogrzewania 1 i 3 godziny.



Rys. 2. Schemat arkusza forniru z zaznaczonymi miejscami pomiaru

Po zakończeniu procesu ogrzewania forniry studzono do temperatury 20°C przez zanurzenie ich w zimnej wodzie. Czas niezbędny do ostudzenia arkuszy forniru przy stałym przepływie wody wynosił około 5 minut.

Sposób pomiaru odkształceń arkuszy forniru. W celu stwierdzenia wpływu ogrzewania świeżych arkuszy forniru bukowego na zmianę ich długości i szerokości wykonano dwa pomiary w temperaturze 20°C, a mianowicie pierwszy pomiar przed ogrzewaniem fornirów w stanie maksymalnego spęcznienia, drugi pomiar po ostudzeniu w wodzie uprzednio ogrzewanych arkuszy forniru do temperatury 20°C.

Temperaturę fornirów oznaczono termometrem termistorowym. Natomiast pomiaru długości i szerokości poszczególnych arkuszy forniru dokonano suwmiarką z dokładnością do 0,1 mm, w miejscach przedstawionych na rys. 2. Dla wyeliminowania błędu pomiarowego mogącego powstać na skutek pofałdowania się arkuszy forniru, przed pomiarem arkusze umieszczono pomiędzy dwoma płytami szklanymi obciążonymi od góry.

Sposób wykonania obliczenia zmiany wymiarów. Zmiany wymiarów poszczególnych arkuszy forniru spowodowane ogrzewaniem w wodzie lub w parze wodnej obliczono w procentach wymiaru arkuszy forniru przed ogrzewaniem.

Obliczenia wykonano za pomocą następującego wzoru:

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1} \cdot 100,$$

gdzie α — wielkość odkształceń liniowych wyrażona w procentach,
 l_1 — wymiar przed ogrzewaniem w mm,
 l_2 — wymiar po ogrzewaniu w mm.

WYNIKI DOŚWIADCZEŃ I ICH ANALIZA

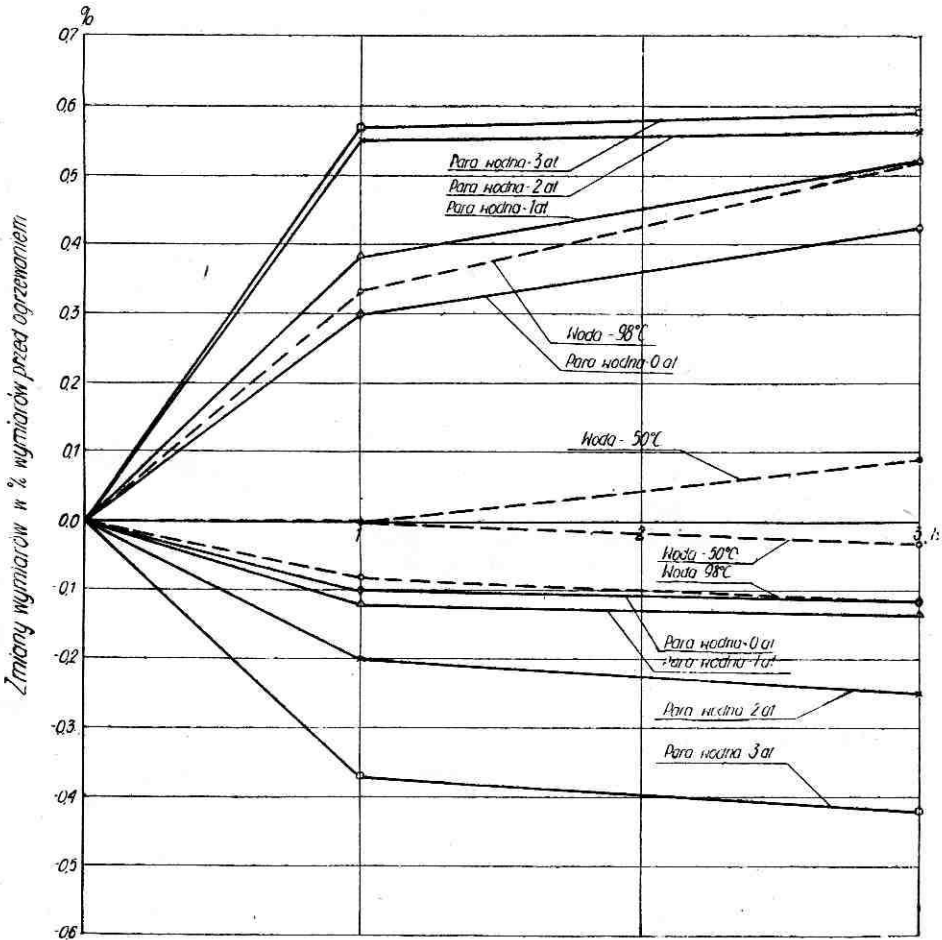
Wyniki doświadczeń jako wartości średnie uzyskane z pomiaru 10 arkuszy forniru zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Wpływ ogrzewania w wodzie i w parze wodnej świeżych fornirów bukowych o grubości 0,8 mm na zmiany ich wymiarów, wartości średnie z pomiarów na 10 arkuszach forniru

Temperatura wody w °C lub ciśnienie pary w at.	Czas ogrzewania w godzinach	Kierunek pomiaru					
		poprzeczny			podłużny w części przyobwodowej		
		strefa pozyskania fornirów					
		I	II	III	I	II	III
zmiany wymiarów w % wymiarów fornirów przed ogrzewaniem							
50	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	0,09	0,10	0,23	-0,03	-0,03	-0,03
98	1	0,33	0,50	0,51	-0,08	-0,06	-0,12
	3	0,52	0,56	0,86	-0,12	-0,09	-0,15
0	1	0,30	0,46	0,53	-0,10	-0,11	-0,11
	3	0,42	0,63	0,86	-0,12	-0,12	-0,14
1	1	0,39	0,53	0,64	-0,12	-0,12	-0,12
	3	0,42	0,74	0,90	-0,13	-0,13	-0,16
2	1	0,55	0,86	0,99	-0,20	-0,27	-0,30
	3	0,56	0,92	1,02	-0,25	-0,39	-0,39
3	1	0,57	0,96	1,05	-0,37	-0,40	-0,36
	3	0,59	1,00	1,13	-0,42	-0,45	-0,43

Z tabeli tej wynika, że badane forniry bukowe podczas ogrzewania w wodzie i parze wodnej wykazują wyraźnie zmianę wymiarów arkuszy, która przy obecnym stanie wiedzy o odkształceniach wilgotnościowych i termicznych nie może być wytłumaczona. Wyjątek stanowią arkusze fornirów ogrzewane w wodzie o temperaturze 50°C przez okres 1 godziny, które nie uległy żadnym możliwym do zaobserwowania zmianom wymia-



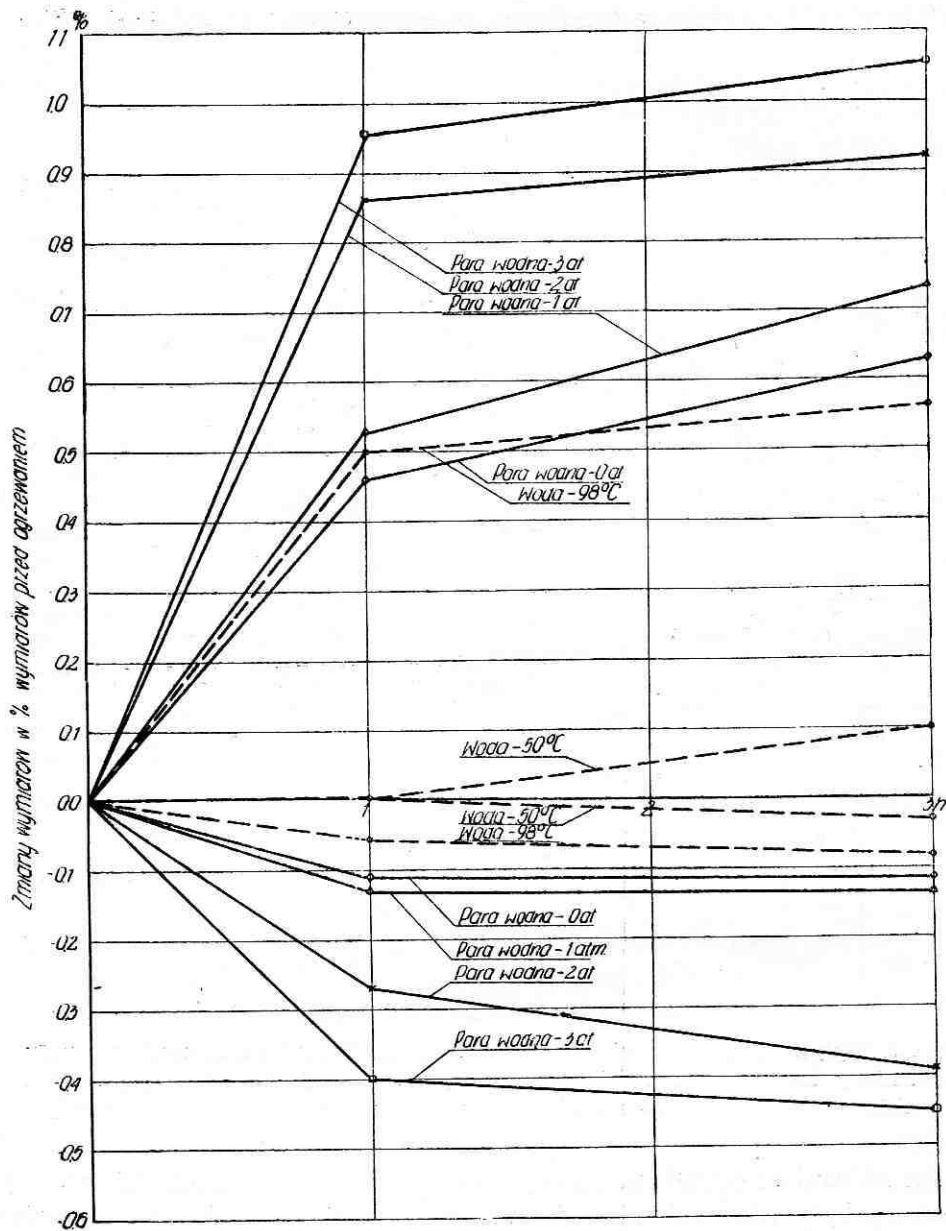
Rys. 3. Wpływ warunków ogrzewania fornirów bukowych pozyskanych ze strefy I na zmiany ich wymiarów. Górna część wykresu — dla kierunku poprzecznego, dolna część wykresu — dla kierunku podłużnego w części przyobwodowej

row. Natomiast odkształcenia występujące w środku szerokości arkuszy forniru były tak minimalne, że nie przekraczały wartości błęd pomiarowego.

Zmiany wymiarów arkuszy fornirów w kierunku poprzecznym mają znak dodatni, tzn. arkusze forniru na skutek ogrzewania w wodzie i parze

wodnej zwiększyły swoje wymiary. Natomiast zmiany wymiarów w kierunku podłużnym w części przyobwodowej arkuszy mają znak ujemny.

Przytoczone fakty skłaniają autorów do sformułowania hipotezy, że główną przyczynę zmian wymiarów arkuszy fornirow stanowi rozładowanie się w tkance drzewnej pozostałości naprężeń wzrostowych.



Rys. 4. Wpływ warunków ogrzewania fornirow bukowych pozyskanych ze strefy II na zmiany ich wymiarów. Górna część wykresu — dla kierunku poprzecznego, dolna część wykresu — dla kierunku podłużnego w części przyobwodowej

Za słusznością twierdzenia, że zmiany wymiarów zaobserwowane na arkuszach fornirów są w zasadzie spowodowane rozładowaniem się naprężeń wzrostowych, przemawia fakt, iż znak zmiany wymiarów arkuszy fornirów odpowiada przeciwnemu znakowi naprężeń wzrostowych występujących w strzale drzewnej.

Dotychczasowe badania w kraju i za granicą (6, 15, 18) wykazały, że w strzale żywego drzewa występują wyraźnie i zawsze w ten sam sposób różnicowane naprężenia wzrostowe, a mianowicie:

- a) w kierunku podłużnym — naprężenia rozciągające w strefie przyobwodowej, naprężenia ściskające w strefie przyrdzeniowej;
- b) w kierunku stycznym — naprężenia ściskające;
- c) w kierunku promieniowym — naprężenia rozciągające.

Skrócenie się arkuszy forniru wzdłuż włókien w części przyobwodowej związane jest najprawdopodobniej z rozciągającymi naprężeniami wzrostowymi, które powodują w strefie zewnętrznej wydłużenia tkanki drzewnej. Natomiast wydłużenia arkuszy fornirów w kierunku poprzecznym spowodowane są prawdopodobnie wydłużeniem się na przekroju poprzecznym sprężyste ściśniętej tkanki drzewnej w czasie wzrostu drzewa.

Naprężenia wzrostowe podczas ogrzewania drewna w wodzie zanikają, następstwem czego są zmiany wymiarów (9).

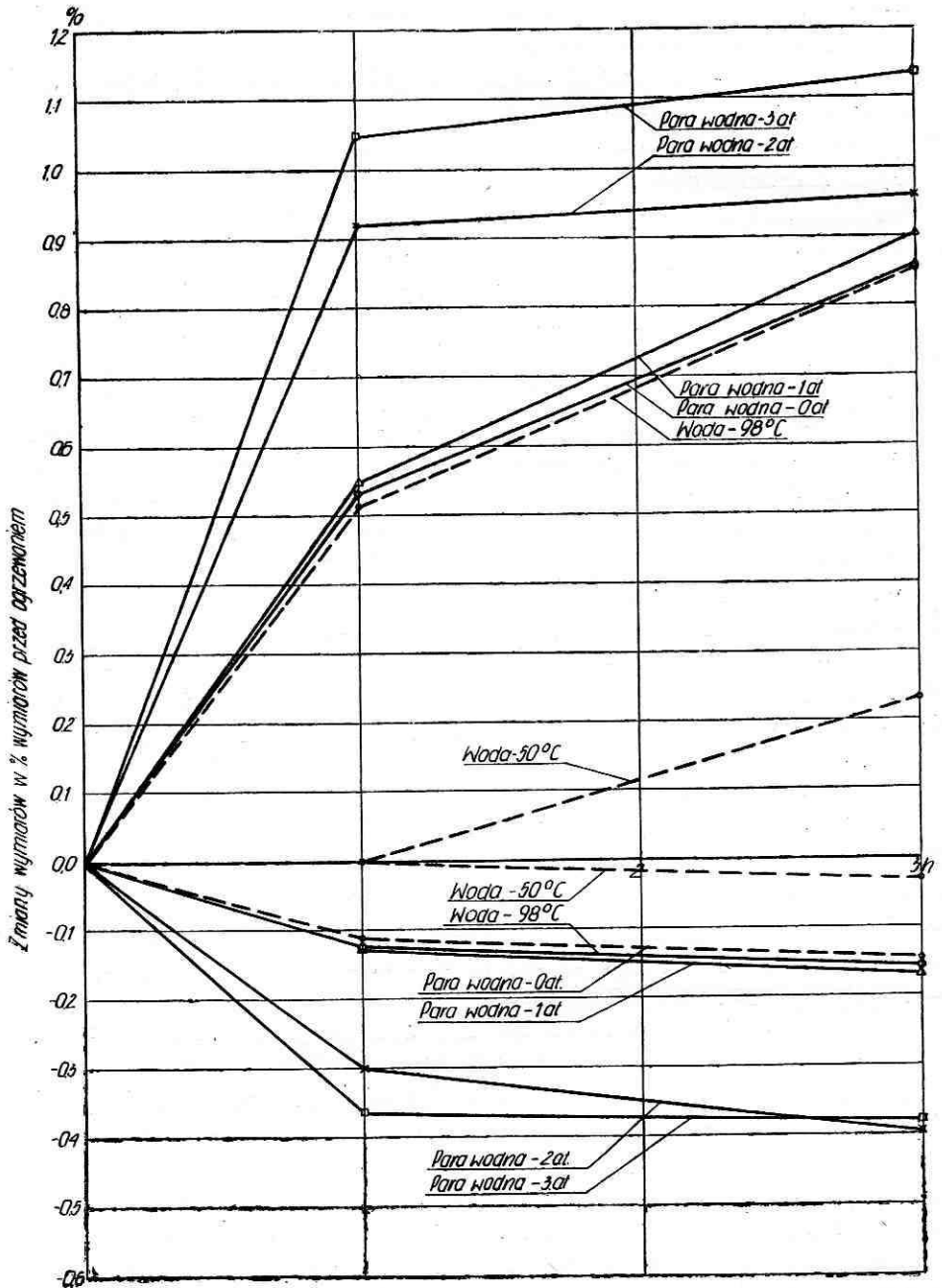
Wpływ warunków ogrzewania arkuszy forniru bukowego na wielkość jego odkształceń przedstawiają rys. 3—5. Z rysunków tych wynika, że zmiany wymiarów zwiększają się wraz z czasem ogrzewania fornirów. Decydujący wpływ na wielkość zmiany wymiarów ma pierwszy okres ogrzewania. Wzrost temperatury wody i pary wodnej powoduje zwiększenie się odkształceń.

Zasadniczy wpływ na wielkość zmiany wymiarów w kierunku poprzecznym wywiera strefa pozyskania fornirów, a więc płaszczyzna przekroju. Najmniejszym odkształceniom ulegały arkusze forniru pozyskane ze strefy przyrdzeniowej (przekrój promieniowy). Natomiast największym odkształceniom ulegały arkusze forniru pozyskane ze strefy przyobwodowej (przekrój styczny), w której to strefie strzały drzewnej występują największe naprężenia wzrostowe.

Miejsce pozyskania forniru nie ma wyraźnego wpływu na wielkość zmiany wymiarów w kierunku podłużnym.

Na podstawie powyższych stwierdzeń można przypuszczać, że pomimo tak daleko posuniętego rozdrobnienia odcinka strzały drzewnej na cienkie arkusze fornirów, naprężenia wzrostowe w temperaturze otoczenia około 20°C nie ulegają całkowitemu rozładowaniu. Fakt ten można wytłumaczyć w ten sposób, że sprężyste elementy strukturalne ściany komórkowej (szkielet celulozowy) powiązane są w drewnie o temperaturze około 20°C tak silnie ze sztywnymi trudno odkształcającymi się elementami plastycznymi (wypełniająca lignina), że naprężone elementy sprężyste nie mogą ulec całkowitemu odprężeniu. Dopiero po ogrzaniu drewna w wodzie lub

w parze wodnej, na skutek rozmiękczenia się elementów plastycznych, naprężone elementy sprężyste ulegają swobodnemu odprężeniu, powodując zmiany wymiarów drewna.



Rys. 5. Wpływ warunków ogrzewania fornirów bukowych pozyskanych ze strefy III na zmiany ich wymiarów. Górna część wykresu — dla kierunku poprzecznego, dolna część wykresu dla kierunku podłużnego w części przyobwodowej

WNIOSKI

Analiza wyników doświadczeń pozwala na sformułowanie następujących wniosków.

1. Arkusze fornirów pozyskane ze świeżego drewna bukowego po ogrzewaniu w wodzie i parze wodnej zmieniają swoje wymiary. W kierunku poprzecznym zmiany wymiarów występują w postaci wydłużeń, natomiast w kierunku podłużnym w części przyobwodowej w postaci skręceń.

2. Zasadniczy wpływ na wielkość zmian wymiarów arkuszy fornirów w kierunku poprzecznym wywiera strefa ich pozyskania. Największym odkształceniom wydłużającym ulegają arkusze fornirów pozyskane ze strefy przyobwodowej (przekrój styczny), natomiast najmniejszym — forniry pozyskane ze strefy przyrdzeniowej (przekrój promieniowy).

3. Zaobserwowane zmiany wymiarów fornirów bukowych mają znak przeciwny niż naprężenia wzrostowe występujące w strzale drzewa. Na tej podstawie autorzy sformułowali hipotezę, że zaobserwowane zmiany wymiarów spowodowane są głównie rozładowaniem się pozostałości naprężeń wzrostowych.

Ponieważ wnioski powyższe dotyczą badań przeprowadzonych na arkuszach forniru bukowego, przeto przed ich uogólnieniem należy przeprowadzić dalsze badania na elementach drewnianych o większych wymiarach.

Z Katedry Mechanicznej Technologii Drewna
Wyższej Szkoły Rolniczej w Poznaniu.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 18 stycznia 1960 r.

LITERATURA

1. Clarke S. H.: The differential shrinkage of wood. „Forestry” 1930, z. 2, s. 93—104.
2. Frey-Wyssling A.: Die anisotropie des Schwindmasses auf dem Holzquerschnitt. „Holz als Roh-u. Werkstoff” 1940; z. 3.
3. Iwanow J.: Measurement of swelling pressure of wood. „Composite wood” 1957; z. 5/6, s. 91—100.
4. Kollmann F.: Über das Gefrieren und den Einfluss tiefer Temperaturen auf die Festigkeit der Hölzer. „Mitt. H. Göring Akademie Deutschen Forstwissenschaft” 1942; z. 1, s. 317—336.
5. Kollmann F.: Technologie des Holzes und Holzwerkstoffe. Springer Verlag, Berlin 1951.
6. Kübler H.: Längenänderungen bei der Wärmebehandlung frisches Holzes. „Holz als Roh-u. Werkstoff” 1959; z. 3, s. 77—86.
7. Krzysik F.: Nauka o drewnie. PWRL, Warszawa 1957.
8. Lindsay F., Chalk L.: The influence of rays on the shrinkage of wood. „Forestry” 1954; z. 27.
9. Ławniczak M.: Badania nad odkształceniami i relaksacją naprężeń w parowanym drewnie bukowym.

„Prace Instytutu Technologii Drewna”, rok V, z. 1, s. 61—81.

10. Marciniak H., Nowak K.: Wpływ temperatury środowiska nawilżającego na ciśnienie pęcznienia drewna. *Maszynopis*.

11. Mac Lean J. D.: Effect of temperature on the dimensions of green wood. „Am. Wood Pre. Assoc.” Chicago 1953.

12. Ogarkowa T. W.: Tempieraturnyje dieformacii drierwiesiny pri nagriewanii. „Dieriewoobratywajuszczaja promyslnost” 1956; z. 5.

13. Perkitny T.: Wpływ objętości i kształtu próbek na pęcznienie drewna. „Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych” 1937; z. 36.

14. Perkitny T.: Odkształcenia drewna wywołane jednoczesnymi zmianami jego temperatury i wilgotności. *Rękopis*.

15. Perkitny T., Wojciechowski E., Wnuk M.: Pęknięcie surowca

bukowego. Analiza przyczyn i sposobów zapobiegania. PWRiL, Warszawa 1951 r.

16. Perkitny T., Ławniczak M., Marciniak H.: Über den Einfluss des Dämpfens auf den Quellungsdruck des Holzes. „Holz als Roh-u. Werkstoff” 1959; z. 3, s. 54—61.

17. Schulz H.: Untersuchungen an Frostrissen im Frühjahr 1956. „Forstwissenschaft Zentralblatt” 1957; z. 76. s. 14—24.

18. Strich I. A.: Prichyny dieformacii dietalej iz drierwiesiny i sposoby jejo umniejszenija. „Dieriewoobratywajuszczaja promyslnost” 1954; z. 3. s. 7—11.

19. Vorreiter L.: Die Holzquellung als Funktion mehrerer veränderlicher Faktoren. insbesondere des Temperatur und Holzabmessung. „Holz als Roh-u. Werkstoff” 1955; z. 8.

20. Walter W.: Die Formänderung des Buchenholzes beim Dämpfen. „Holz Zentralblatt” 1954; z. 140.

ИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВЛИЯНИЮ НАГРЕВА В ВОДЕ И В ВОДЯНОМ ПАРЕ ДРЕВЕСИНЫ БУКА НА ИЗМЕНЕНИЯ ЕЕ РАЗМЕРОВ

Краткое содержание

Исследования в области теплового расширения влажной древесины показали, что влажная древесина подвергнутая резкому нагреву ведет себя иначе, чем абсолютно сухая древесина.

Целью настоящей работы было установление как влияет нагрев в воде и в водяном паре буковой древесины в форме листов шпона на изменение ее размеров.

Исследования проводились с листами шпона толщиной в 0,8 мм, полученных путем срезывания со свежего букового кряжа, который не подвергался заранее смягчающему пропариванию.

Шпон разделено на три группы по зонам их получения (рис. 1).

Отдельные листы шпона нагревались в воде с температурой в 50 и 98°C, а также в водяном паре с давлением 0, 1, 2, 3 ати в течение 1 и 3 часов. После завершения процесса нагрева шпон охлаждался до температуры 20°C в холодной воде.

С целью установления влияния нагрева свежих листов букового шпона в максимально разбухшем состоянии на изменения их размеров, проведено два промера в температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$, а именно: первый перед нагревом, второй — после охлаждения нагреваемых впервые листов шпона.

Изменения размеров отдельных листов шпона, вызванные нагревом, вычислялись в процентах размеров листов шпона до нагрева.

Проведенные исследования показали, что листы букового шпона изменяют свои размеры вследствие нагрева в воде и в водяном паре. Изменения эти в поперечном направлении листов выступают в форме прочных удлинений, зато в продольном направлении в периферийной части — в форме прочных сокращений. Самые большие удлинения размеров наблюдались в шпоне полученном из тангентальной зоны (III), наименьшие — в полученном из сердцевинной зоны (I). Рост температуры и времени нагрева вызывал увеличение деформации.

Деформаций, наблюдаемых во время нагрева в воде шпона из буковой древесины, при существующем состоянии знаний о влажностных и тепловых деформациях древесины нельзя объяснить.

Так как знак деформации листов шпона соответствует обратному знаку ростовых напряжений в стволе, то авторами предполагается, что основной причиной деформации листов во время их нагрева является падение остатков ростовых напряжений в древесной ткани.

AUS UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN EINFLUSS DER ERWÄRMUNG VON BUCHENHOLZ IM WASSER UND IM WASSERDAMPF AUF ÄNDERUNGEN SEINER AUSMASSE

Zusammenfassung

Untersuchungen über thermische Ausdehnbarkeit feuchten Buchenholzes erwiesen, dass feuchtes, einer plötzlichen und intensiven Erwärmung unterworfenen Buchenholz sich anders verhält als vollständig trockenes.

Der vorliegenden Arbeit wurde als Ziel gesetzt, festzustellen welchen Einfluss die Erwärmung im Wasser und im Wasserdampf von Buchenholz in Form von Furnierblättern auf Änderungen der Ausmasse ausübt.

Für Versuchszwecke wurden 0,8 mm starke, aus waldfrischem, zuvor nicht gedämpften Buchenrundholz erhaltene, vertikal gemesserte Furnierblätter verwendet.

Das Probenmaterial wurde in drei Gruppen eingeteilt, wobei jede aus einer anderen Stammquerschnittzone stammte.

Die Furnierblätter wurden jeweils 1 und 3 Stunden lang im Wasser von 50°C und 98°C , bzw. ebensolang im Wasserdampf bei 0, 1, 2 und 3

atü gelagert und auf diese Weise erwärmt. Die Abkühlung bis 20°C erfolgte durch Eintauchen in kalter Wasser.

Zwecks Feststellung welchen Einfluss die Erwärmung saftfrischer, in den Zustand maximaler Quellung gebrachter Buchenfurnierblätter auf Änderungen ihrer Ausmasse ausübt, wurden jeweils zwei Messungen bei 20°C ± 2° der Probekörper vorgenommen, und zwar einmal vor der Erwärmung, das zweite Mal nach erfolgter Abkühlung.

Die durch Erwärmung verursachten Änderungen der Ausmasse wurden in Prozenten der Anfangsabmessungen, also vor der Erwärmung, ausgedrückt.

Es wurde festgestellt, dass Buchenfurnierblätter infolge Erwärmung im Wasser und im Wasserdampf ihre Ausmasse ändern. Diese Formänderungen treten quer zum Faserverlauf als dauerhafte lineare Ausdehnungen in Erscheinung, parallel zum Faserverlauf — in Zonen der äusseren Jahrringe — dagegen als dauerhafte lineare Verkürzungen. Die höchsten Verformungswerte, quer zum Faserverlauf, wurden in den äusseren Zonen (III), die kleinsten in der marknahen Zone (I) festgestellt. Die Messwerte stiegen mit Behandlungstemperatur und -dauer.

Die zur Zeit bekannten Forschungsergebnisse der feuchtigkeits- und thermischbedingten Formänderungen des Holzes geben keine Aufklärung über das Wesen der Dimensionsänderungen, die an, im Wasser erwärmten Buchenfurnieren, festgestellt worden sind.

Da in der Peripheriezone des lebenden Baumes Zugspannungen auftreten, im Stamminneren dagegen Druckspannungen, vertreten die Verfasser die Ansicht, dass die erhaltenen Untersuchungsergebnisse auf ein Entladen dieser Wachstumsspannungen zurückzuführen sind.

TREŚĆ

Geneza zagadnienia i cel pracy	123
Metodyka badań i opis wykonywanych doświadczeń	124
Wyniki doświadczeń i ich analiza	126
Wnioski	131
Literatura	131
Краткое содержание	
Zusammenfassung	133