

ALEKSANDER KORZENIOWSKI, DANUTA STARECKA

## Badania metodyczne wytrzymałości na ścinanie drewna wzdłuż włókien\*

Методические исследования по сопротивляемости древесины на срезывание  
вдоль волокон

Methodical investigation of shear strength of wood lengthwise to the fibres

### WIADOMOŚCI WSTĘPNE I CEL PRACY

Pierwsze badania z zakresu wytrzymałości drewna na ścinanie pochodzą z drugiej połowy XIX wieku oraz z przełomu wieków XIX i XX. Prowadzili je Bauschinger, Tetmajer i Żurawski. Badania te zrelacjonowane są w skrócie w podstawowych podręcznikach nauki o drewnie (4, 5, 9), które podają również schematyczne rysunki próbek do określania wytrzymałości drewna na ścinanie oraz zarys metodyki jej oznaczania, stosowanej w poszczególnych krajach.

Późniejsze badania, z lat 1920—1950 prowadzili w ZSRR Bobarykow, Pieriełygin, Piewcow, Sawkow i Mramornow. Praca L. Pieriełygina (8) zawiera wyniki badań eksperymentalnych i krytyczną ocenę wielu typów próbek do badania wytrzymałości na ścinanie wzdłuż włókien. Wśród tych próbek znajduje się zaproponowana przez Pieriełygina próbka znormalizowana w ZSRR (norma OST/NK Les-250), która do 1959 r. stosowana była również w Polsce. Obecna znormalizowana próbka polska (norma PN-59/D-04105) oparta jest na próbce zastosowanej przez Forest Products Laboratory w Madison (USA).

Najnowszą publikacją, zawierającą systematyczny przegląd typów próbek oraz ocenę ich przydatności i celowości stosowania, stanowi praca Bielankina (1).

Doświadczalnie określone średnie wytrzymałości na ścinanie wzdłuż włókien obarczone są błędami, których wartość zależy od kształtu i sposobu obciążania próbek wytrzymałościowych.

Wpływ całego kompleksu czynników ubocznych na wytrzymałość

\* Zbadano różnice wytrzymałości na ścinanie wzdłuż włókien drewna świerkowego, sosnowego i bukowego, określonej na próbkach dwuciętych, obciążonych przez rozciąganie lub nacisk oraz na próbkach jednociętych, obciążanych przez nacisk (według polskiej normy PN-59/D-04105). Stwierdzono, że te ostatnie umożliwiają uzyskanie wyników najbardziej zbliżonych do rzeczywistej wytrzymałości, pożądane jest jednak zmniejszenie ubocznego wpływu sił tarcia w przyrządzie pomocniczym.

drewna na ścinanie wzdłuż włókien jest różnie komentowany; do chwili obecnej nie ma uzgodnionych poglądów na tę sprawę, a metodyka określania wytrzymałości nie jest ujednoczona. W ramach tego samego gatunku drewna uzyskuje się na różnych typach próbek różnice wytrzymałości sięgające kilkudziesięciu procent wartości średnich. Różnice te odnoszą się do wyników badań przeprowadzonych na próbkach znormalizowanych w poszczególnych krajach. Ten stan rzeczy ilustruje przykładowo tabela 1, oparta na wynikach badań Bielan-ki na. Kształt i wymiary próbek wymienionych w tabeli 1 podano na ryc. 1.

Tabela 1

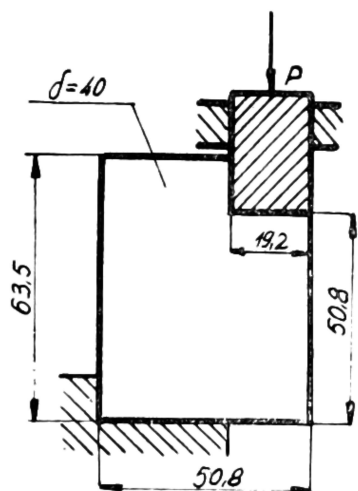
Średnie wartości wytrzymałości drewna sosnowego w zależności od typu próbki

Próbka znormalizowana	Wytrzymałość na ścinanie kG/cm <sup>2</sup>	
	próbki jednocięte	próbki dwucięte
amerykańska	77,4	129,3
szwedzka	68,0	—
angielska	140,8	—
radziecka	54,0—76,5	—
szwajcarska	—	99,7
włoska	—	75,9
niemiecka	—	123,3

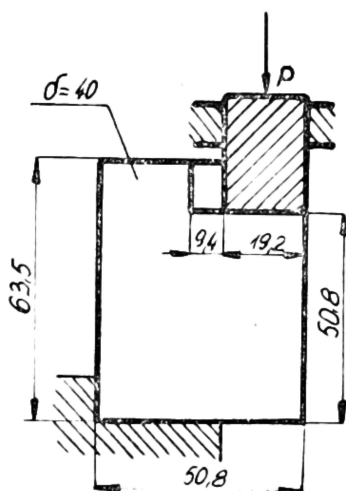
Różnorodność metod badania oraz kształtu i wymiarów próbek jest zdaniem Bielan-ki jedną z głównych przyczyn otrzymywania odmiennych wartości liczbowych wytrzymałości na ścinanie wzdłuż włókien dla tego samego gatunku drewna. Dlatego wytrzymałość na ścinanie wzdłuż włókien określana jest stosunkowo niedokładnie w porównaniu z innymi rodzajami wytrzymałości drewna.

We wszystkich typach próbek stosowanych do tego celu oprócz naprężeń stycznych występują także naprężenia normalne. Zniszczenie próbki nie zachodzi więc pod wpływem czystego ścinania, lecz pod wpływem naprężeń stycznych i normalnych działających równocześnie. Wskutek tego doświadczalnie określona wytrzymałość odbiega od rzeczywistej wytrzymałości na ścinanie tym bardziej, im większy jest wpływ naprężeń normalnych, których znak zależy z kolei od kształtu próbki wytrzymałościowej i sposobu jej obciążania. Oprócz tego w urządzeniu pomocniczym, służącym do podparcia lub zamocowania próbki, mogą dodatkowo występować siły tarcia pomiędzy ruchomymi częściami tego urządzenia albo pomiędzy jego powierzchniami oporowymi a powierzchniami badanej próbki. Siły te mierzone są w całości lub tylko częściowo przez siłomierz maszyny wytrzymałościowej łącznie z siłą przenoszoną przez próbkę i mogą poważnie zniekształcić liczbową wartość określaną w tych warunkach wytrzymałości drewna.

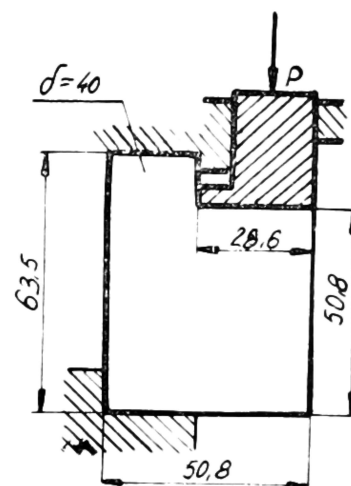
Pewien wpływ na doświadczalnie określaną wytrzymałość drewna na ścinanie wzdłuż włókien mogą mieć również lokalne odkształcenia próbki w pobliżu krawędzi ścinanego przekroju, powstałe pod wpły-



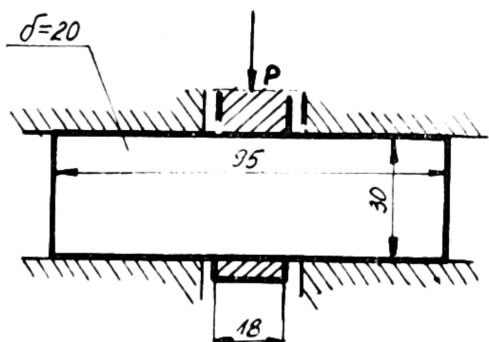
amerykańska jednocięta



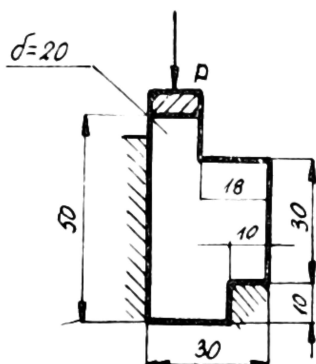
angielska



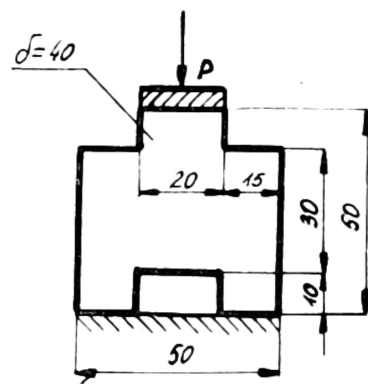
szwedzka



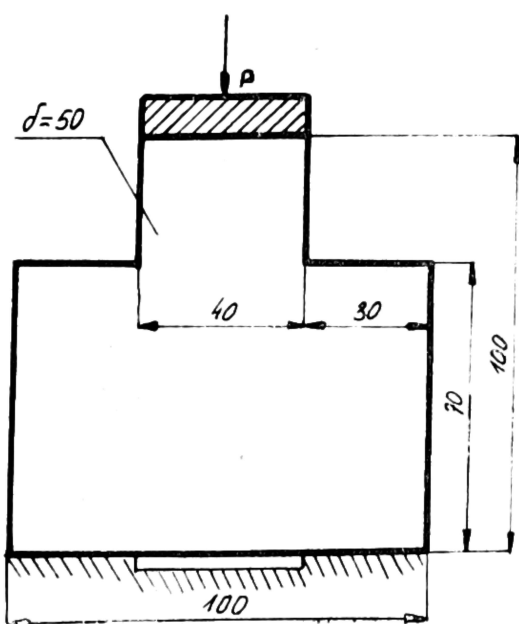
amerykańska dwucięta



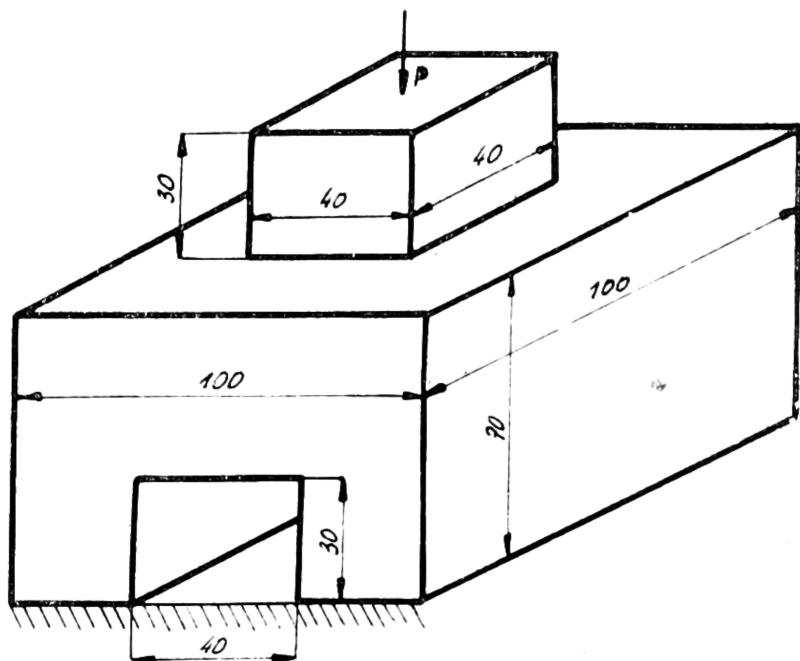
radziecka DST/NKLes-250



niemiecka



szwajcarska



włoska

Ryc. 1. Kształty i wymiary próbek drewna

wem nacisku, wywieranego na drewno przez metalowy tłocznik maszyny wytrzymałościowej.

Praca niniejsza ma na celu orientacyjne zbadanie wpływu niektórych wyżej podanych czynników na liczbową wartość doświadczalnie określanej wytrzymałości na ścinanie wzdłuż włókien w płaszczyźnie promieniowego przekroju drewna. Praca ma dać odpowiedź na następujące pytania:

1) czy wytrzymałość określona na próbkach o jednym przekroju ścinania (jednociętych) jest różna od wytrzymałości tego samego materiału określonej na próbkach krzyżowych (dwuciętych) o dwu przekrojach ścinania,

2) czy wytrzymałość określona na próbkach obciążanych przez nacisk różni się od wytrzymałości próbek z tego samego materiału obciążanych przez rozciąganie,

3) czy wprowadzenie karbu na krawędzi ścinanego przekroju powoduje zmianę liczbowej wartości wytrzymałości,

4) czy wymiar wysokości ścinanego przekroju ma wpływ na liczbową wartość wytrzymałości.

## METODYKA I OPIS BADAŃ

### Wy b ó r t y p ó w p r ó b e k

W oparciu o pracę Bielanckina (1) do badań przyjęto próbki dwucięte ścinane przy nacisku (krzyżowe próbki Grafa) oraz próbki ścinane przy rozciąganiu (według Bobarykowa). Zastosowano również znormalizowane próbki jednocięte według polskiej normy PN-59/D-04105. Wymiary i kształt próbki krzyżowej podano na ryc. 3 (próbka II). Dzięki obecności znacznego występu w dolnej części próbka ta nie niszczy się przez rozłupanie, co ma często miejsce w znormalizowanych próbkach niemieckich i szwajcarskich. Naprężenia styczne działające w płaszczyźnie ścinania rozłożone są równomiernie.

Przez porównanie wyników wytrzymałości otrzymanych na obu typach próbek ścinanych przy nacisku można stwierdzić, czy wytrzymałość określona na próbkach o jednym przekroju ścinania (jednociętych) będzie różniła się od wytrzymałości tego samego materiału, określonej na próbkach o dwu przekrojach ścinania (dwuciętych).

Następną z zastosowanych do badań była dwucięta próbka Bobarykowa pracująca w warunkach rozciągania. Ścinanie zachodzi tu głównie wskutek działania naprężeń rozciągających. Próbkę Bobarykowa mocuje się przegubowo w uchwytach maszyny, dzięki czemu siły działające w obu płaszczyznach ścinania są w znacznym stopniu wyrównane. Sposób mocowania tej próbki eliminuje siły tarcia, podwyższające liczbowy wynik wytrzymałości; dlatego próbkę tę zastosowano do badań. Nacięcia boczne (ostrokrawężne) na krawędziach i otwór wyokrąglono (ryc. 2, próbka I). Wyokrąglenie podcięć zastosowano w celu ujednoczenia działania karbu.

Ostatecznie przyjęto następujące próbki:

Typ I — próbki dwucięte ścinane przy rozciąganiu, w celu zbadania wpływu wysokości ścinanego przekroju, która wynosiła 10, 15, 20 mm;

Typ II — próbki dwucięte (krzyżowe) ścinane przy nacisku, w celu



zbadań wpływu karbu, próbki te wykonano z podcięciami ostrokrawężnymi (IIa) i z karami wyokrąglonymi promieniem 2,5 mm (IIb);

typ III — próbki jednocięte znormalizowane według PN-59/D-04105, ścinane przy nacisku, próbki te miały krawędzie ostre (IIIa) lub wyokrąglone (IIIb).

## Przebieg i wyniki badania

Do badań zastosowano drewno świerka, sosny i buka jako gatunków, które odgrywają główną rolę w polskim przemyśle drzewnym i są jednocześnie szeroko rozprzestrzenione na terenie kraju.

Do badań przygotowano po 20 beleczek o wymiarach  $2 \times 4 \times 20$  cm z drewna świerkowego i bukowego; w trakcie badań wyrobiono drugą partię beleczek o wymiarach  $2 \times 4 \times 40$  cm, po trzydzieści sztuk z drewna sosnowego i bukowego. Z beleczek tych wykonano właściwe próbki do badań na ścinanie drewna wzdłuż włókien. Beleczki przygotowano z drewna bez wad, o prostoliniowym układzie włókien, które przebiegały równoległe do długości beleczki. Przeciętna szerokość przyrostów rocznych, mierzona na przekroju poprzecznym drewna wynosiła dla sosny i świerka 2,5 mm, a dla buka 3,3 mm.

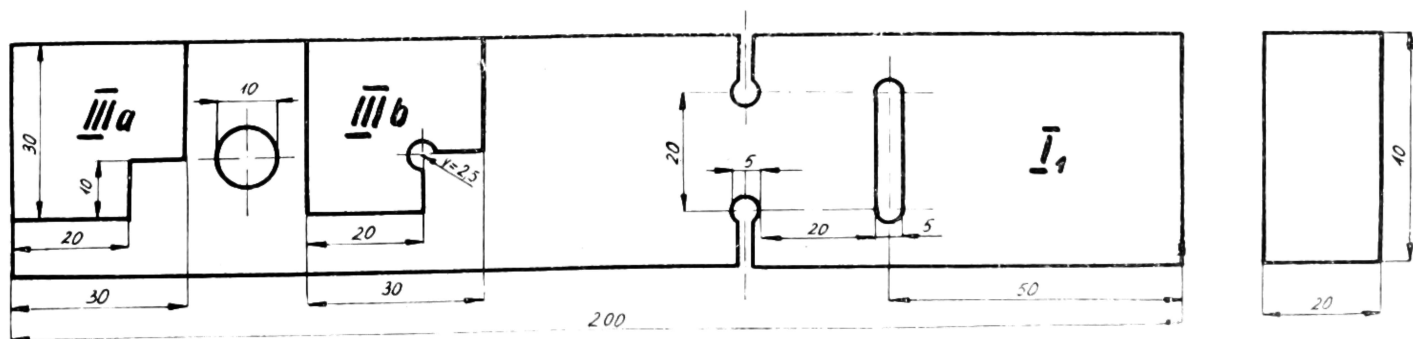
Aby możliwie zupełnie wyeliminować uboczny wpływ budowy drewna na wyniki badania pobierano wszystkie typy próbek z tej samej beleczki (ryc. 2 i 3).

Z beleczek o długości 20 cm (ryc. 2) wykonano najpierw próbki  $I_1$ , a po ich zbadaniu wyrobiono i zbadano próbki IIIa i IIIb. Z beleczek o długości 40 cm (ryc. 3) wykonano i badano kolejno próbki  $I_2$ ,  $I_3$ , IIb, IIa i IIIa. Tok postępowania był jednakowy dla drewna świerkowego, sosnowego i bukowego.

Wszystkie próbki były tak wykonane, aby płaszczyzny ścinania leżały w promieniowym przekroju drewna. Powierzchnie próbek były obrobione piłą gładkotnącą, krawędzie próbek ostre i równoległe do siebie, kąty między krawędziami proste. Dokładność wykonania próbek wynosiła 0,1 mm.

Badanie próbek dwuciętych typu IIa i IIb oraz jednociętych typu IIIa i IIIb przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej typu 4-DBZF firmy A. J. A m s l e r. Sposób mocowania i obciążania próbek typu IIIa i IIIb był zgodny z polską normą PN-59/D-04105 (ryc. 4).

Przyrząd pomocniczy użyty do badania próbek typu IIa i IIb przedstawiono na ryc. 5.



Ryc. 2. Rozmieszczenie próbek wytrzymałościowych w beleczce o wymiarach  $2 \times 4 \times 20$  cm

Badanie próbek typu I, ścinanych przy rozciąganiu, przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej firmy AVK w Budapeszcie typu SZ-5-1. Próbki te mocowano w szczękach maszyny za pośrednictwem uchwytów przegubowych (ryc. 6).

Przed wykonaniem próby wytrzymałościowej mierzono wymiary wysokości i szerokości ścinanych przekrojów z dokładnością 0,1 mm. Wytrzymałość na ścinanie obliczano z dokładnością 0,5 kG/cm<sup>2</sup>, jako stosunek obciążenia niszczącego do pola ścinanego przekroju.

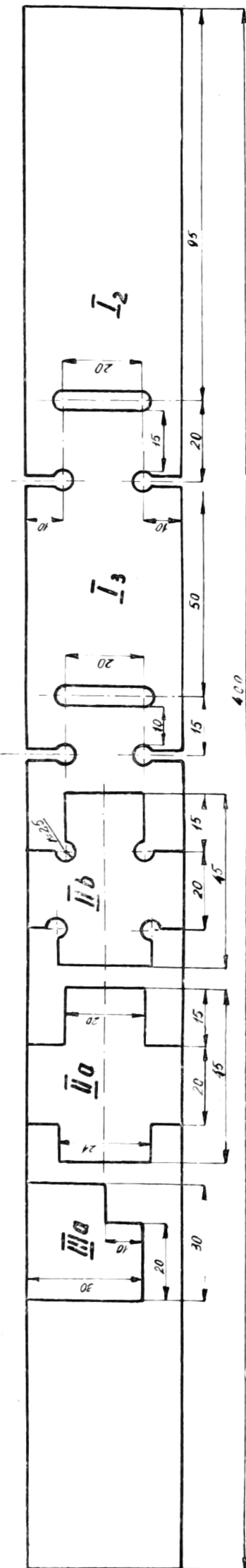
Bezpośrednio po przeprowadzeniu próby wytrzymałościowej określano wilgotność bezwzględną próbek metodą suszarkowo-wagową, zgodnie z normą PN-56/D-04100. Aby możliwie zmniejszyć zmiany wilgotności próbek podczas wykonywania badań wszystkie próbki przechowywano w szczelnie zamkniętym pojemniku. Spadek wilgotności dla próbek wyrobionych z tej samej belecзки był niewielki i wynosił tylko 1,5% w ciągu całego okresu badań. Ponieważ wilgotność samych beleczek wynosiła 12—18% wszystkie wyniki wytrzymałościowe przeliczano wzorem Bauschingera do wilgotności 15%, stosując współczynnik przeliczeniowy  $\alpha = 0,03$ .

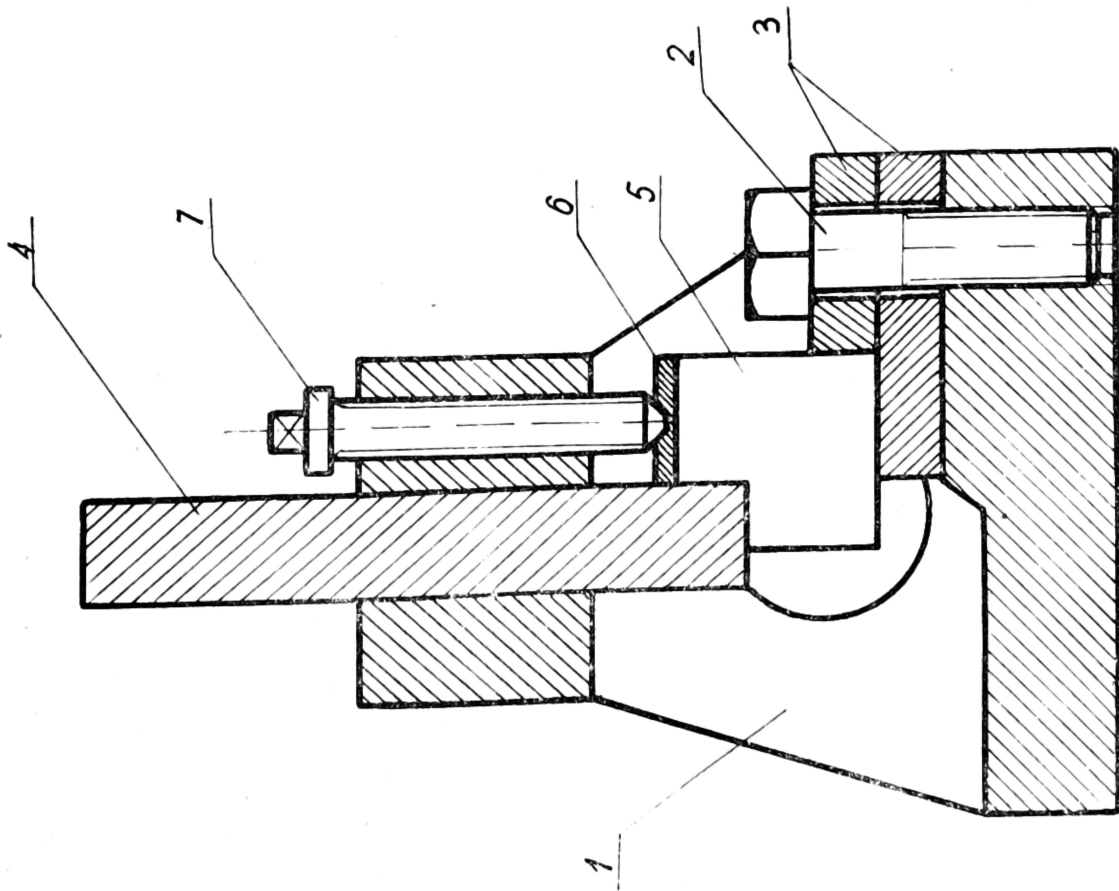
Dokładność obliczeń wilgotności i wytrzymałości określono różniczką zupełną (2).

Wartości wytrzymałości przy 15% wilgotności poddano opracowaniu statystycznemu, obliczając wartości średnich arytmetycznych, średnich odchyłeń pojedynczego spostrzeżenia i współczynników zmienności dla każdego typu próbki.

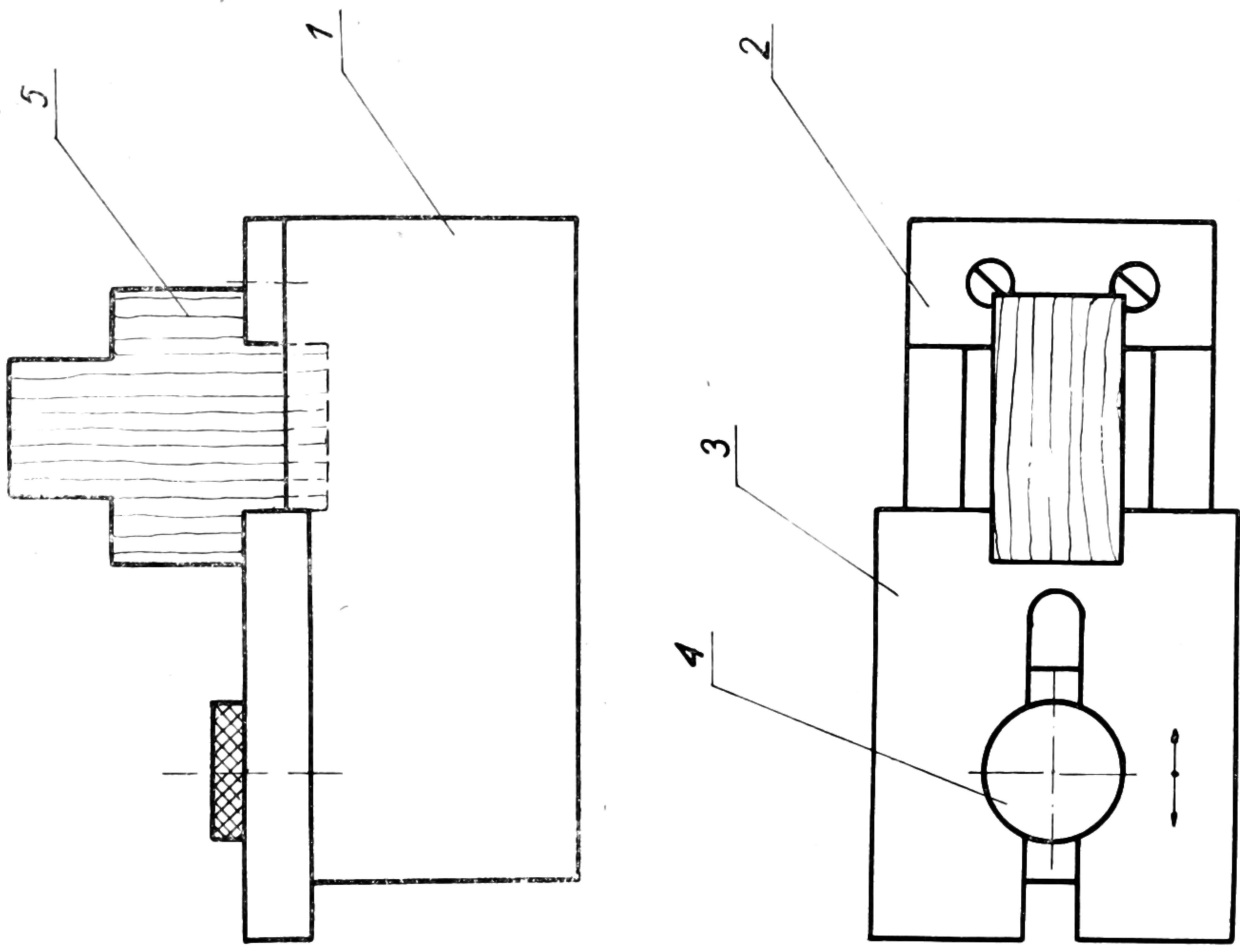
Analizę wpływu kształtu próbek i sposobu ich obciążania na wyniki badania wytrzymałości przeprowadzono oddzielnie dla drewna bukowego i iglastego (sosnowego i świerkowego). Wspólna analiza wyników, uzyskanych dla obu rodzajów drewna iglastego, okazała się możliwa dzięki nieistotności różnic średnich arytmetycznych wytrzymałości tych rodzajów drewna. Na przykład różnica ta dla ostrokrawężnych próbek jednociętych (według normy PN-59/D-04105) wyniosła 1 kG/cm<sup>2</sup> przy dokładności badania równej  $\pm 0,5$  kG/cm<sup>2</sup>.

Ryc. 3. Rozmieszczenie próbek wytrzymałościowych w beleczce o wymiarach 2 × 4 × 40 cm

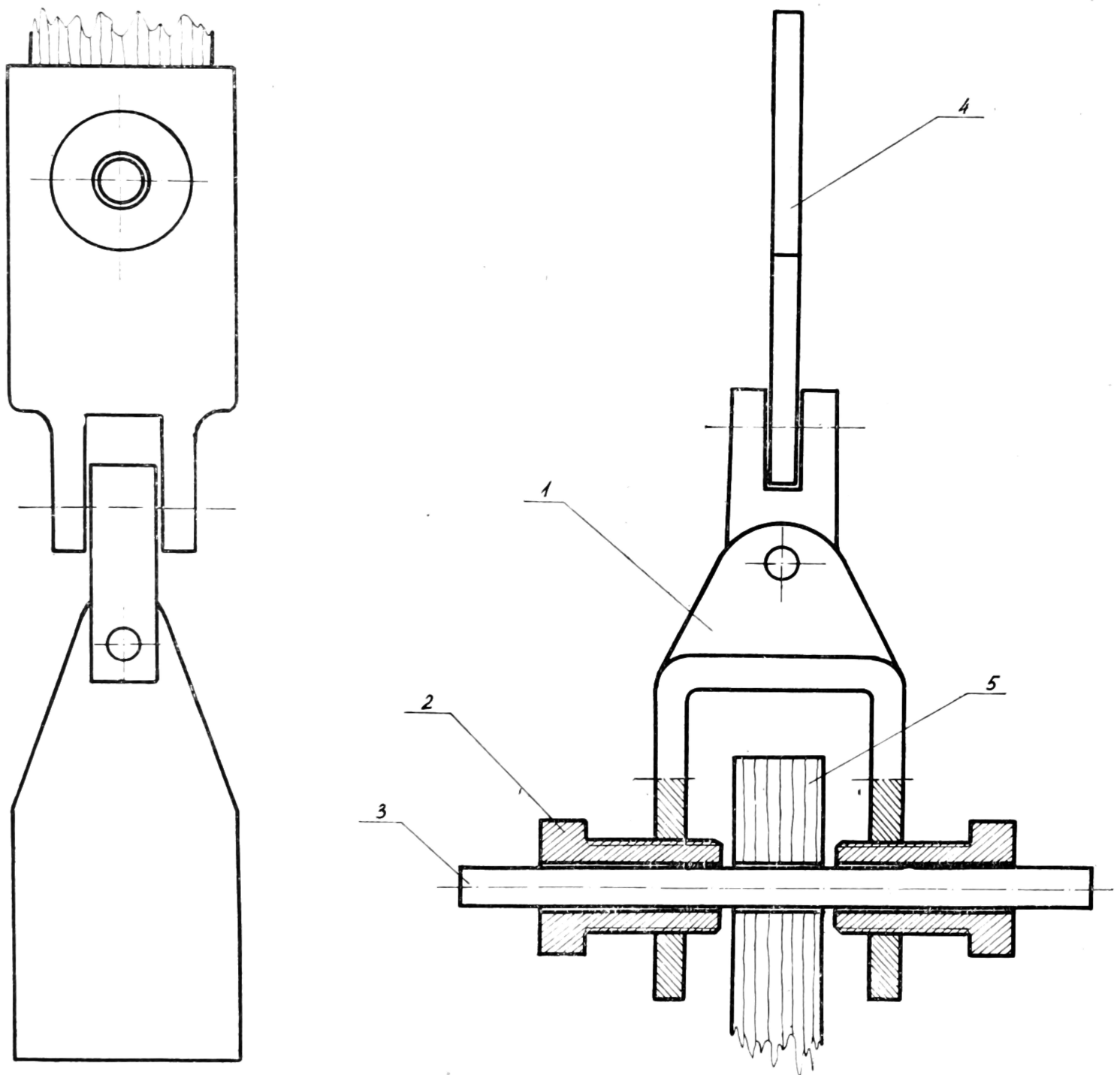




Ryc. 4. Przyrząd do badania próbek typu III: 1 — kadłub uchwytu, 2 — śruba, 3 — nakładka, 4 — tłocznik, 5 — próbka, 6 — podkładka, 7 — śruba mocująca próbkę.



Ryc. 5. Przyrząd do badania próbek typu II: 1 — korpus przyrządu, 2 — płytka oporowa, 3 — ruchoma płytka oporowa, 4 — śruba dociskowa, 5 — próbka.



Ryc. 6. Uchwyt przegubowy do badania próbek typu I: 1 — kształtownik, 2 — śruba regulacyjna, 3 — walcowy trzpień, 4 — płaski uchwyt, 5 — próbka.

Wartości współczynnika zmienności wykorzystano do porównawczej oceny poszczególnych metod badania wytrzymałości drewna na ścinanie wzdłuż włókien (3).

Wyniki badań zestawiono w tabeli 2.

#### ANALIZA WYNIKÓW

Wpływ sposobu obciążania na średnią wytrzymałość drewna na ścinanie wzdłuż włókien określono przez porównanie wyników, otrzymanych dla próbek typu I<sub>2</sub> ścinanych przy rozciąganiu oraz dla próbek typu I<sub>1b</sub>, ścinanych przy nacisku. Zarówno dla drewna sosnowego jak bukowego różnice tych wyników nie przekraczają 2 kG/cm<sup>2</sup> czyli 6% wytrzymałości średniej. W przypadku drewna bukowego większą wytrzymałość uzyskano dla próbek ścinanych przy nacisku, a w przy-

## Średnie wartości wytrzymałości drewna na ścinanie wzdłuż włókien

Typ próbek	Symbol próbek	Rodzaj drewna			
		bukowe		iglaste	
		Wytrzymałość średnia kG/cm <sup>2</sup>	Współczynnik zmienności %	Wytrzymałość średnia kG/cm <sup>2</sup>	Współczynnik zmienności %
Próbki dwucięte próbka ścinana przy rozciąganiu wysokość przekroju ścinania	I <sub>1</sub>	65,0	± 9,8	30,0 <sup>1)</sup>	± 13,8
	I <sub>2</sub>	58,0	± 18,5	25,0 <sup>2)</sup>	± 12,8
	I <sub>3</sub>	60,0	± 19,5	24,0 <sup>2)</sup>	± 20,4
próbka krzyżowa ścinana przy nacisku	ostrokrawężna	96,0	± 11,1	51,0 <sup>2)</sup>	± 13,3
	z karbami	60,0	± 18,8	23,5 <sup>2)</sup>	± 21,7
Próbki jednocięte próbka ścinana przy nacisku według PN-59/D-04105	IIIa	110,0	± 4,6	71,0 <sup>1)</sup>	± 9,6
	IIIa	120,0	± 14,6	72,0 <sup>2)</sup>	± 8,9
	IIIb	84,0	± 11,5	41,0 <sup>2)</sup>	± 18,4

1) — drewno świerkowe, 2) — drewno sosnowe

padku drewna sosnowego — dla próbek ścinanych przy rozciąganiu. Rozrzut wyników dla próbek obciążanych przez nacisk i rozciąganie w przypadku drewna bukowego utrzymuje się na tym samym poziomie, a w przypadku drewna sosnowego większy jest rozrzut dla próbek obciążanych przez nacisk (różnica współczynników zmienności wynosi 8,9%). Reasumując można stwierdzić, że wpływ sposobu obciążania na wynik liczbowy wytrzymałości jest nieznaczny a mniejszy rozrzut wyników przemawia raczej za stosowaniem obciążania przez rozciąganie.

Ocena przydatności próbek jednociętych i dwuciętych możliwa jest na podstawie określenia różnic w wytrzymałości, uzyskanych dla próbek jednociętych typu IIIa i dla próbek dwuciętych typu IIa; oba powyższe typy próbek były ścinane przy nacisku. Wyższe wyniki wytrzymałości otrzymano dla próbek jednociętych, zarówno w przypadku drewna iglastego jak i bukowego. Rozrzut wyników wytrzymałości jest mniejszy nieco dla próbek jednociętych niż dla dwuciętych, zarówno w przypadku drewna bukowego jak iglastego. Ta mała różnica w zmienności wyników pomiędzy próbkami jednociętymi i dwuciętymi utrudnia bezbłędną ocenę ich przydatności. Fakt, że różnica wytrzymałości zarówno dla drewna bukowego jak dla iglastego jest prawie stała (około 20 kG/cm<sup>2</sup>) skłania do przypuszczenia, że przyczynę większej wytrzymałości próbek jednociętych może stanowić czynnik nie związany z kształtem próbki, lecz z konstrukcją przyrządu pomocniczego. Można spodziewać się, że przyczyną tą jest tarcie, występujące między tłoczniem a ściankami kadłuba przyrządu do badania próbek jednociętych (ryc. 4). Pomimo starannego smarowania trących powierzchni tłoczniaka



całkowite wyeliminowanie wpływu tarcia na wynik badania wytrzymałości jest niemożliwe i wymagałoby zmian w konstrukcji przyrządu. Przyrząd użyty do badania próbek dwuciętych (ryc. 5) nie ma tej wady, lecz wskutek różnic w wytrzymałości obu jednocześnie ścinanych przekrojów próbki zniszczenie jednego z nich najczęściej poprzedza i przyspiesza zniszczenie drugiego przekroju. Ponieważ wskutek tego zmierzona siła niszcząca jest mniejsza od możliwej do przeniesienia przez próbkę w przypadku jednoczesnego zniszczenia obu ścinanych przekrojów, uzyskuje się również odpowiednio mniejszą wytrzymałość. Ten stan rzeczy przemawia więc przeciwko stosowaniu próbek dwuciętych i skłania do zastosowania próbek jednociętych, które pod warunkiem wyeliminowania wpływu tarcia w przyrządzie pomocniczym powinny zapewnić uzyskanie wyników bardziej zbliżonych do rzeczywistej wytrzymałości drewna na ścinanie wzdłuż włókien. Przesądza to równocześnie kwestię stosowania obciążenia przez nacisk, gdyż stosowane przez Bielanina (1) dwucięte próbki obciążane przez rozciąganie zostają zniszczone głównie wskutek działania naprężeń rozciągających, normalnych do ścinanego przekroju. Z tego względu wyniki otrzymane na takich próbkach nie mogą odzwierciedlać rzeczywistej wytrzymałości drewna na ścinanie wzdłuż włókien.

Wpływ wysokości ścinanego przekroju określono na obciążanych przez rozciąganie próbkach typu  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ . Zarówno dla drewna bukowego jak dla iglastego wytrzymałość na ścinanie wzdłuż włókien próbek o wysokości przekroju 10 i 15 mm okazała się bardzo zbliżona i wyraźnie mniejsza od wytrzymałości próbek o wysokości przekroju równej 20 mm. Różnice te wynoszą około 11% dla drewna bukowego, a około 20% dla drewna iglastego. Ze wzrostem wysokości ścinanego przekroju w przedziale 10—20 mm obserwuje się również tendencję do zmniejszania się współczynników zmienności, specjalnie wyraźną dla próbek z drewna bukowego. Przy wysokości 20 mm współczynnik zmienności wyników jest prawie dwukrotnie mniejszy, niż przy wysokości ścinanego przekroju wynoszącej 10 mm.

Stwierdzony spadek wytrzymałości i wzrost współczynnika zmienności (rozrzutu) wyników w miarę zmniejszania wysokości ścinanego przekroju można wyjaśnić wpływem normalnych naprężeń rozciągających, których spiętrzenie występuje w pobliżu górnej i dolnej krawędzi ścinanego przekroju. Naprężenia te stanowiące według Bielanina (1) główną przyczynę zniszczenia próbek ścinanych przy rozciąganiu, tym bardziej zmniejszają uzyskany wynik wytrzymałości, im mniejszy jest wymiar wysokości ścinanego przekroju. Za taką interpretacją przemawia również fakt, iż względny spadek wytrzymałości na ścinanie jest dla drewna iglastego prawie dwukrotnie większy, niż dla drewna bukowego mającego dużo większą wytrzymałość na rozciąganie i na rozłupanie w poprzek włókien, aniżeli drewno iglaste, a tym samym znacznie mniej podatnego na zniszczenie przez naprężenia rozciągające, które działają w kierunku prostopadłym do włókien.

Z powyższych rozważań wynika, że zmniejszanie wysokości przekroju próbek poniżej przyjętej obecnie wartości 20 mm nie jest celowe, gdyż mniejsza to uzyskany wynik poniżej rzeczywistej wytrzymałości drewna na ścinanie wzdłuż włókien i powiększa rozrzut wyników.

Ścinane przy nacisku próbki krzyżowe typu IIa i IIb umożliwiły określenie wpływu karbu na wynik liczbowy badania wytrzymałości; wpływ ten okazał się bardzo istotny. Zaokrąglenie krawędzi ścinanych przekrojów promieniem 2,5 mm zmniejszyło wytrzymałość w porównaniu z wytrzymałością uzyskaną na analogicznych próbkach ostrokrawężnych. Współczynnik zmienności wyników dla próbek z karbami okazał się 1,5-krotnie większy aniżeli dla próbek ostrokrawężnych.

Wpływ karbu określono również na próbkach jednociętych typu IIIa i IIIb. Również w tym przypadku zaobserwowano spadek wytrzymałości próbek z karbem o 14% dla drewna bukowego i o 42% dla drewna sosnowego. Należy sądzić, że przyczyną tego stanu rzeczy jest lokalne spiętrzenie naprężeń w pobliżu karbu, gdzie zniszczenie materiału rozpoczyna się wcześniej niż w punktach dalej położonych od krawędzi ścinanego przekroju. Tym samym wysokość niezniszczonej jeszcze części przekroju ulega zmniejszeniu, a naprężenia występujące w niej gwałtownie wzrastają i osiągają granicę wytrzymałości przy obciążeniu znacznie mniejszym od obciążenia niszczącego próbki ostrokrawężne.

W ocenie przydatności poszczególnych typów próbek do określenia wytrzymałości na ścinanie wzdłuż włókien można również posłużyć się spostrzeżeniami co do przebiegu i charakteru zniszczenia próbek w trakcie próby wytrzymałościowej.

Wytrzymałość określona na próbkach dwuciętych przy rozciąganiu (typ I) jest stosunkowo niska i najprawdopodobniej mniejsza od rzeczywistej. Zniszczenie próbek zachodzi bowiem głównie wskutek działania normalnych do ścinanego przekroju naprężeń rozciągających, powodujących rozerwanie drewna w poprzek i wzdłuż włókien, częściowo nawet poza obrębem ścinanego przekroju. Na całej długości zniszczonego przekroju można zauważyć znaczną liczbę włókien oderwanych w kierunku poprzecznym. Chociaż więc przez użycie przegubowych uchwytów eliminuje się uboczny wpływ siły tarcia i nacisków na drewno, to jednak zastosowanie próbki rozciąganej do badania wytrzymałości drewna na ścinanie wzdłuż włókien nie jest godne zalecenia.

Zniszczenie próbek dwuciętych krzyżowych (typ II) ścinanych przy nacisku zachodzi także głównie wskutek działania naprężeń rozciągających. Uzyskane wyniki liczbowe średniej wytrzymałości dla próbek II kształtują się na poziomie 51,0 kG/cm<sup>2</sup> dla drewna sosnowego, a 96,0 kG/cm<sup>2</sup> dla drewna bukowego. Współczynnik zmienności jest dosyć duży i wynosi odpowiednio 18,8% (buk) i 21,7% (sosna). Charakter zniszczenia dwuciętych próbek krzyżowych ścinanych przy nacisku (typ II) wskazuje też na działanie znacznych naprężeń rozciągających, powodujących rozrywanie drewna w poprzek włókien w dolnej części próbki i na jednoczesne działanie naprężeń ściskających w górnej jej części.

Podczas badań zauważono bardzo liczne wypadki tylko jednostronnego ścięcia próbki, częstsze dla drewna o wyższej wytrzymałości. Możliwe jest, że na skutek niezupełnie osiowego obciążenia próbki jeden z przekrojów ścinanych był silniej obciążony niż drugi. Tak więc jednostronne zniszczenie próbki mogło być spowodowane działaniem większego momentu sił na jeden z przekrojów. Wypadki takiego zniszczenia

mogły również zaistnieć nawet przy ściśle osiowym ustawieniu próbki wskutek nieznacznych nawet niedokładności wykonania próbki. Wszystkie te zjawiska mogą się sumować, co tym pewniej musi prowadzić do jednostronnego zniszczenia próbki. Dlatego próbki krzyżowe również nie powinny być zalecane.

Próbki ostrokrawężne jednostronnie ścinane przy nacisku (typ IIIa) wykazywały stosunkowo wysoką wytrzymałość drewna, przy czym rozrzut wyników jest bardzo mały. Poza tym charakter zniszczenia próbki nie wykazuje zupełnie oznak rozerwania drewna, ani wzdłuż, ani w poprzek włókien i można przypuszczać, że zniszczenie próbki następuje głównie wskutek działania naprężeń stycznych. Zniszczenie następuje zawsze w przewidzianej płaszczyźnie zarówno dla drewna iglastego jak i bukowego. Wynik liczbowy wytrzymałości drewna na ścinanie, określonej na próbkach typu III może jednak odbiegać od wytrzymałości rzeczywistej wskutek wpływu sił tarcia i nacisków. Tarcie zachodzi między powierzchniami tłoczniaka, prowadzonymi w przyrządzie (tarcie między stalą a stalą) i między powierzchniami próbki a stykającymi się z nimi powierzchniami tłoczniaka i przyrządu (tarcie między stalą a drewnem). Naciski powstają w miejscu zetknięcia próbki z powierzchniami oporowymi i z tłoczniakiem uchwytu. Wskutek nieosiowego odciążenia próbki powstaje znaczny moment, dążący do jej skręcenia. Zapobiega się temu przez silne dokręcanie śrubą dociskową, co zwiększa siłę przenoszoną przez próbkę o siły tarcia i naciski, które z kolei powiększają liczbowy wynik wytrzymałości. Ze względu jednak na mały współczynnik zmienności wyników ostrokrawężna próbka jednocięta wydaje się najwłaściwsza spośród zbadanych próbek do określenia wytrzymałości drewna na ścinanie wzdłuż włókien, gdyż na drodze zmiany konstrukcji przyrządu pomocniczego można siły tarcia ograniczyć do wartości nie wpływającej w istotny sposób na wynik określenia wytrzymałości.

#### WNIOSKI

1. Wytrzymałość określona na próbkach o jednym przekroju ścinania (jednociętych) obciążonych przez nacisk jest wyższa o 40% dla drewna bukowego i o 75% dla drewna sosnowego od wytrzymałości próbek o dwóch przekrojach ścinania (dwuciętych).

2. Różnice wytrzymałości określonej na próbkach dwuciętych obciążanych przez nacisk i na próbkach dwuciętych obciążanych przez rozciąganie są bardzo nieznaczne i można je uznać za nieistotne.

3. Działanie karbu o promieniu 2,5 mm powoduje bardzo znaczne zmniejszenie wytrzymałości, średnio o 24% dla drewna bukowego i o 42% dla drewna sosnowego w przypadku jednociętych próbek według PN-59/D-04105 oraz o 38% dla drewna bukowego i o 54% dla drewna sosnowego w przypadku próbek dwuciętych (krzyżowych).

4. W przypadku próbek dwuciętych, ścinanych przy rozciąganiu największą wytrzymałość uzyskuje się przy wysokości przekroju ścinanego równej 20 mm, zaś wytrzymałości uzyskane przy wysokości 10 i 15 mm są praktycznie równe i mniejsze od poprzedniej o 11% dla drewna bukowego i o 20% dla drewna iglastego. Najmniejszy rozrzut



wyników uzyskuje się dla wysokości przekroju ścinania równej 20 mm.

5. Spośród zbadanych próbek, do określenia wytrzymałości drewna na ścinanie wzdłuż włókien najwłaściwszą wydaje się próbka jednocięta według polskiej normy PN-59/D-04105, ścinana przy nacisku; przemawia za tym najmniejszy rozrzut wyników wytrzymałości.

#### LITERATURA

1. Bielankin F. P. — Procznost' drieriesiny pri skaływanii wdoł wołokon. Kijew 1955.
2. Czechowicz J. — Dokładność obliczenia wyników badania technicznych własności drewna. Prace ITB. Warszawa 1952.
3. Grochowski J. — Rola współczynnika zmienności w pracy badawczej. Sylwan 1949.
4. Krzysik F. — Nauka o drewnie. Warszawa 1957.
5. Kollman F. — Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, t. I, Berlin—Göttingen—Heidelberg, 1951.
6. PN-59/D-04105 — Fizyczne i mechaniczne własności drewna. Badanie wytrzymałości na ścinanie wzdłuż włókien, Warszawa 1959.
7. PN-56/D-04100 — Fizyczne i mechaniczne własności drewna. Badanie wilgotności. Warszawa 1956.
8. Pierelugin L. — Standarizacija mietodow ispytanj drieriesiny. Kijew 1936.
9. Wanin S. I. — Nauka o drewnie. Warszawa 1952.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 20 października 1965 r.

#### Краткое содержание

Применяемые в настоящее время методы определения по сопротивлению древесины на срезывание вдоль волокон очень дифференцированы и не обеспечивают результатов отражающих действительную сопротивляемость, так как существуют препятствия по отбору образца такой формы, способа укрепления и нагрузки, чтобы во время испытания происходила возможно аккуратная резка. Целью проведенных исследований была проверка разницы результатов, полученных при чаще всего употребляемых типах образцов, изготовленных из тех самых видов древесины хвойных и лиственных пород. Кроме того исследовано в пределах одного типа образцов влияние дифференцированной высоты разреза отруда, а также влияние введенной нарезки с радиусом 2,5 миллиметров на ребре этого разреза, на результат исследования сопротивляемости. Результаты сопротивляемости пересчитаны на уровень 15% влажности и статистически обработаны. На основе проведенных испытаний сделаны следующие выводы:

1. Сопротивляемость образцов с одним разрезом, нагруженных путём давления, была в 40% выше для буковой древесины и 75% — для сосновой, чем у образцов с двумя разрезами сечения.

2. Разницы сопротивляемости определенные на образцах с двоекратным сечением, нагруженных путём давления, и на образцах с двоекратным сечением, нагруженных путём растягивания, очень незначительны и можно их признать как несуществующие.

3. Действие нарезки с радиусом 2,5 мм, причиняется к очень значительному уменьшению сопротивляемости, в среднем в 24% для буковой древесины и в 42% для сосновой на примере образцов с одним сечением (по стандарту ПН-59/Д — 04105) а также в 38% для буковой древесины и в 54% для сосновой у образцов с двумя сечениями.

4. В случае образцов с двумя сечениями, разрезанных при растягивании, самая высокая сопротивляемость получается при величине разреза сечения равного 20 мм, но сопротивляемость полученная при величине 10 и 15 мм практически одинакова и меньше чем у предшествующей в 11% для буковой древесины и в 20% древесины хвойных пород. Самое меньшее рассеивание результатов получается для величины разреза сечения равной 20 мм.

5. Среди испытанных образцов, при определении сопротивляемости древесины на срезывание вдоль волокон, самым подходящим кажется образец с одним сечением, согласно польскому стандарту ПН-59/Д — 04105, срезанных при нагрузке путём давления; это подтверждается на основе самого меньшего рассеивания результатов сопротивляемости.

### S u m m a r y

Methods of determination of shear strength of wood lengthwise to the fibres, so far applied, are very different and do not assure attaining of results corresponding with the real strength, because a difficulty exists at matching of sample of form, way of jigging and weighting needed for possible pure shearing during investigations. Conducted investigations aimed to examine the differences of results, attained in the most frequently used sample types, made of the same kinds of hardwood and coniferous. Moreover, the influence of differentiated height of the shear section and the influence of a notch (radius 2,5 mm), made on the edges of the section, on the results of examination of strength were investigated within one sample type. Results of the strength were counted over to a 15% moisture level and statistically evaluated. Conclusions from carried out investigations are following.

1. Strength determined on weighted by pressure samples with one shear section is 40% higher for beech wood and 75% for pine wood than strength of two shear sections.

2. Differences of strength determined on two-section samples weighted by pressure and on two-section-samples weighted by tension are very small, and may be counted as insignificant.

3. The action of a notch (radius 2,5 mm) causes a very great decrease of the strength, on the average 24% for beech wood and 42% for pine wood in case of one-section-samples (after the standard PN-59/D-04105) and 54% for pine wood in case of two-section-samples.

4. In case of two-section-samples, sheared by tension, the highest strength is attained at 20 mm height of sheared section, and strengthes attained at 10 and 11 mm height are practically equal and smaller than the former one 11% for beech wood and 20% for coniferous wood. The smallest scatter of results is attained at 20 mm height of sheared section.

5. From among investigated samples for determination of shear strength of wood lengthwise to the fibres, one-section-sample after the Polish standard PN-59/D-04105, sheared by pressure, seems to be the most proper one; this is indicated by the smallest scatter of strength results.