



Źródło: www.fotolia.com

KURS

Zasady wykonywania wyrobów
z drewna i tworzyw drzewnych

MODUŁ

Określanie właściwości drewna i tworzyw
drzewnych

Kurs: Zasady wykonywania wyrobów z drewna i tworzyw drzewnych

2 Określanie właściwości drewna i tworzyw drzewnych

2.1 Fizyczne właściwości drewna i tworzyw drzewnych

Fizycznymi właściwościami drewna i tworzyw drzewnych nazywa się cechy, które materiał ten wykazuje w wyniku działania czynników zewnętrznych, nienaruszających jego składu chemicznego ani jednolitości struktury.

2.1.1 Barwa drewna

Barwa drewna zależy od wielu czynników, głównie od jego gatunku, wieku, warunków siedliskowych i klimatycznych.

W klimacie umiarkowanym przeważają gatunki drzew o zabarwieniu jaśniejszym niż w strefie podzwrotnikowej, w której większość drzew ma bardzo intensywne zabarwienie.

Jednolite zabarwienie jest cechą charakterystyczną drewna drzew bielastych (beztwardzielowych) oraz młodych drzew twardej drewny. Z wiekiem następuje stopniowe zróżnicowanie barwy, wyodrębniające jaśniejszą biel i ciemniej zabarwioną twardej drewny. Barwa świeżo ściętego drzewa stopniowo ciemnieje w wyniku procesów utleniających, zachodzących na wolnym powietrzu. Duży wpływ na intensywność zabarwienia drewna mają garbniki, które w połączeniu, np. z solami metali, powodują nawet czernienie (drewno dębu). Zmianę barwy drewna mogą powodować grzyby, które mogą być przyczyną powstawania sinizny lub czerwieni bieli i twardej drewny.

Barwa stanowi jedną z istotnych cech rozpoznawczych określonego gatunku drewna.

2.1.2 Połysk drewna

Drewno w stanie naturalnym nie ma wyraźnego połysku. Tę właściwość uzyskuje ono dopiero po wygładzeniu powierzchni. Drewno drzew iglastych i miękkich liściastych mimo gładkości powierzchni ma zawsze mniejszy połysk niż twarde drewno drzew liściastych.

Połysk drewna zależy w dużym stopniu od występujących promieni rdzeniowych, które wyraźnie zaznaczają się na przekroju promieniowym i stycznym, np. w drewnie dębu, buka, wiązu, platanu. Materiały z dużą ilością promieni rdzeniowych są chętnie stosowane do produkcji oklein, deszczulek posadzkowych, galanterii drzewnej itp.

2.1.3 Rysunek drewna

Rysunek drewna tworzą słoje roczne, promienie rdzeniowe, układ włókien, sęki oraz inne dostrzegalne cechy makroskopowej budowy drewna, m.in. barwa i połysk drewna. Rysunek drewna drzew liściastych jest urozmaicony, a iglastych – mniej.

Urozmaicają go także pewne nieprawidłowości wynikające z budowy anatomicznej drewna, np. falisty lub zawity układ włókien, różnego rodzaju obrzęki

(narośla) na pniu. Atrakcyjny rysunek drewna, spowodowany obecnością drobnych sęczków, mają pewne gatunki klonu nazywane „ptasim oczkiem”.

2.1.4 Zapach drewna

Drewno wydziela zapach spowodowany obecnością żywic, gum, olejków eterycznych, garbników, tłuszczów itp. Zapach drewna zmienia się w miarę ulatniania się różnych substancji aromatycznych. Z gatunków krajowych najbardziej swoisty i trwały zapach ma jałowiec i jodła. Większość drzew iglastych ma zapach żywicy, niektóre zaś drzewa liściaste, np. dąb, mają zapach garbników.

Charakterystyczny zapach niektórych gatunków drewna może stanowić jedną z jego cech rozpoznawczych.

2.1.5 Rodzaje wody w drewnie

W drewnie świeżo ściętym lub mokrym występuje woda:

- wolna, czyli kapilarna, która wypełnia wnętrza komórek i przestrzenie międzykomórkowe, stanowiąc około 65% ogólnej zawartości wody w drewnie;
- związana, czyli higroskopijna, która nasycza błony komórkowe, stanowiąc około 30% ogólnej zawartości wody w drewnie;
- konstytucyjna, czyli chemiczna, która wchodzi w skład związków chemicznych drewna, stanowiąc ok. 5% ogólnej zawartości wody w drewnie; woda ta nie ma praktycznego znaczenia w procesie suszenia drewna.

2.1.6 Wilgotność drewna

Do określenia wilgotności drewna bierze się pod uwagę wodę wolną, czyli kapilarną oraz wodę związaną, czyli higroskopijną.

Wilgotność drewna określa procentowy stosunek masy wody zawartej w drewnie do masy drewna. Oznacza się ją w jednostkach wagowych albo w procentach. Rozróżnia się wilgotność bezwzględną i wilgotność względną.

Wilgotność bezwzględną określa się jako stosunek masy wody zawartej w drewnie do masy drewna całkowicie suchego.

Wilgotność względna drewna jest to stosunek masy wody zawartej w drewnie do masy drewna wilgotnego.

W praktyce używa się wyłącznie określenia wilgotności bezwzględnej (nazywanej krótko: wilgotnością), którą oblicza się ze wzoru:

$$W_o = \frac{G_w - G_o}{G_o} \left[\frac{g}{g} \right]$$

lub

$$W_o = \frac{G_w - G_o}{G_o} \cdot 100 [\%]$$

w którym:

- W_0 – wilgotność bezwzględna drewna wyrażona w jednostkach wagowych lub procentach;
- G_w – masa drewna wilgotnego w gramach;
- G_0 – masa drewna całkowicie suchego w gramach.

Świeżo ścięte drewno wykazuje duże różnice w wilgotności zależnie od jego rodzaju i wieku, warunków siedliska, pory cięcia i występowania twardzieli. Wilgotność bezwzględna drewna z drzewa iglastego świeżo ściętego wynosi 100 - 150%, drewna z drzewa miękkiego liściastego – 80 - 120%, a z twardego liściastego – 55 - 65%. Zależnie od wilgotności materiału drzewnego rozróżnia się drewno: mokre, świeże, załadowczo-suche, powietrzno-suche i użytkowo-suche. Wilgotność drewna mokrego wynosi ponad 70% drewna świeżego – 25 - 70%. Drewno o wilgotności 20 - 25% nazywa się załadowczo-suchym, a drewno o wilgotności w granicach 13 - 20% nosi nazwę powietrzno-suchego.

Suszenie drewna w warunkach naturalnych powoduje zmniejszenie jego wilgotności do 13 - 15%. Wilgotność drewna 8 - 12% uzyskuje się dzięki sztuczemu suszeniu materiałów drzewnych w suszarniach.

Rozróżnia się wilgotność techniczną drewna związaną z wymaganiami obróbki oraz wilgotność użytkową zależną od jego zastosowania i warunków użytkowania. Wilgotność techniczna powinna być równa lub mniejsza o 2% od wilgotności użytkowej.

Wilgotność podstawowych wyrobów stolarskich wg PN powinna wynosić:

- stolarka meblowa i budowlana w pomieszczeniach ogrzewanych centralnie 8 - 10%;
- ogrzewanych piecami 10 - 12%;
- stolarka budowlana stykająca się z powietrzem wewnętrznym i atmosferycznym 12 - 15%;
- konstrukcje drewniane kryte dachem, lecz niezamknięte 15 - 17%;
- konstrukcje drewniane niechronione dachem 17 - 22%;
- budownictwo wodne 22 - 30%.

2.1.7 Oznaczanie wilgotności drewna

Wilgotność drewna można określać różnymi metodami. Najczęściej stosowane to:

- metoda suszarkowo-wagowa;
- metoda destylacyjna;
- za użyciem wilgotnościomierza elektrycznego.

Do oznaczania wilgotności drewna metodą suszarkowo-wagową potrzebne są próbki o wymiarach 20 x 20 x 20 mm lub 20 x 20 x 30 mm, pobrane ze środkowej partii materiału i odpowiednio ponumerowane.

Ważenie próbek, zwłaszcza o masie mniejszej niż 20 g, odbywa się w szklanym naczynku wagowym. Ważenie próbek i naczynek odbywa się na wadze technicznej

z dokładnością do 0,01 g lub na wadze analitycznej z dokładnością do 0,001 g, zależnie od potrzeb określających dokładność wyników badań. Po zważeniu próbki umieszcza się w elektrycznej suszarce laboratoryjnej w temperaturze $100\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Po 6 godzinach suszenia próbek drewna drzew iglastych lub 12 godzinach suszenia próbek drewna drzew liściastych studzi się je do temperatury otoczenia (w specjalnych naczyniach zwanych ekсыkatorami, w których na dnie znajduje się kwas siarkowy lub bezwodny chlorek wapnia, silnie chłonna wilgoć). Próbki ostudzone w ekсыkatorze do temperatury otoczenia waży się i ponownie umieszcza w suszarce elektrycznej. Czas suszenia powinien wynosić tyle, ile za pierwszym razem. Cykl suszenia, studzenia i ważenia próbek powtarza się 3 razy. Gdy ubytek masy badanych próbek między kolejnymi ważeniami przekracza 0,2%, uważa się je za całkowicie suche, wtedy oblicza się wilgotność drewna wg wzoru:

$$W_o = \frac{G_1 - G_2}{G_2 - G} \cdot 100[\%]$$

w którym:

- W_o – wilgotność bezwzględna próbki w procentach;
- G – masa naczynka wagowego w gramach;
- G_1 – masa naczynka wagowego z próbką przed suszeniem w gramach;
- G_2 – masa naczynka wagowego z próbką po wysuszeniu w gramach.

Drugą metodą wykonywaną w warunkach laboratoryjnych jest metoda destylacyjna. Polega ona na odparowywaniu wody z drewna dzięki gotowaniu próbki w cieczy wrzącej niełączącej się z wodą. Stosuje się ją zwykle do badania próbek drewna zawierającego dużo substancji lotnych (np. terpentyny, olejków eterycznych, impregnatów) łatwo wydzielających się podczas suszenia drewna. Przeciętny czas potrzebny do określenia wilgotności tą metodą wynosi ok. 6 godzin. Podstawą do ustalenia wyników badań jest wzór:

$$W_o = \frac{G_2}{G_1 - G_2} \cdot 100[\%]$$

w którym:

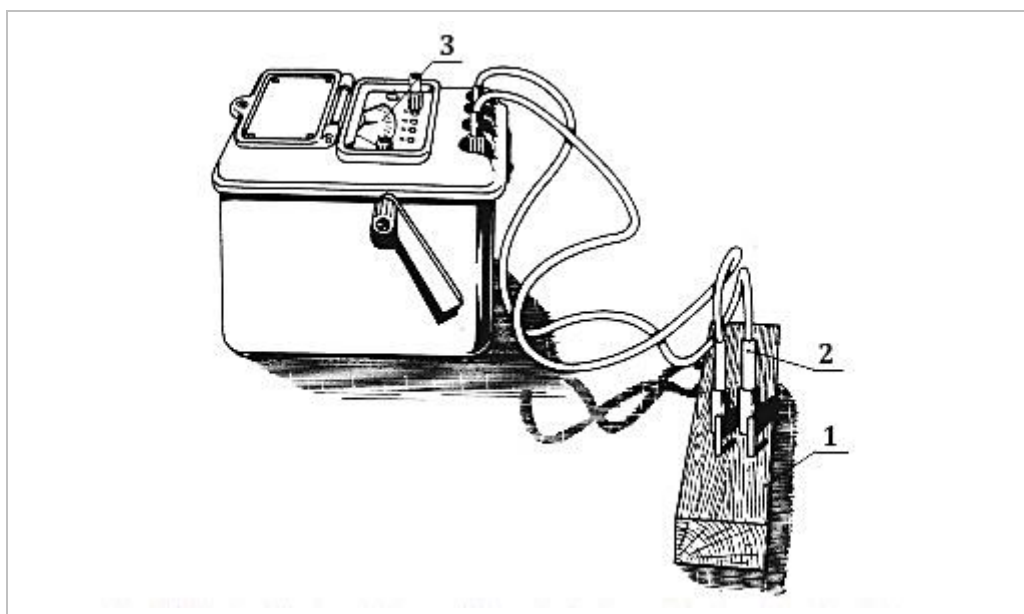
- W_o – wilgotność bezwzględna w procentach;
- G_1 – masa drewna wilgotnego w gramach;
- G_2 – masa odparowanej i skroplonej wody w gramach.

Obydwie metody są czasochłonne i pracochłonne, a w związku z tym mało praktyczne.

Najszybciej można oznaczyć wilgotność drewna za pomocą wilgotnościomierza elektrycznego. Działanie tego przyrządu polega na pomiarze pojemności elektrycznej

drewna lub pomiarze oporu, jaki stawia drewno przepływającemu przez nie prąd elektryczny. Opór elektryczny i pojemność elektryczna drewna zmieniają się wyłącznie wtedy, gdy wilgotność jego wynosi 0 - 30%. Powyżej tej granicy wilgotnościomierze elektryczne wykazują wilgotność drewna o wartości 30%.

Zaletą wilgotnościomierzy elektrycznych jest możliwość wykonania bardzo szybko pomiaru przez 2 - 3 minuty, wadą natomiast ograniczona możliwość zastosowania i stosunkowo mała dokładność pomiaru (tolerancja 1 - 2%).



Rysunek 2.1 Wilgotnościomierz elektryczny Weissa

Źródło: Szczuka J., Żurawski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewna*, WSiP, Warszawa 1999, s.34

2.1.8 Higroskopijność drewna

Higroskopijność drewna jest to zdolność do zmiany jego wilgotności, zależnie od stanu temperatury i wilgotności otaczającego powietrza. Zdolność tę drewno ma tylko w przedziale 0 - 30% wilgotności, tj. aż do osiągnięcia punktu nasycenia włókien.

Zjawisko pobierania pary wodnej z powietrza przez drewno nazywa się sorpcją, natomiast zjawisko odwrotne, polegające na oddawaniu wody (związane z wysychaniem drewna) - desorpcją.

Ilość pary wodnej, jaką może wchłonąć drewno, zależy od temperatury i wilgotności otaczającego powietrza. Wzrost temperatury powietrza bez zmian jego wilgotności powoduje parowanie wody z drewna i zmniejszenie wilgotności drewna. Zjawisko odwrotne następuje wówczas, gdy zwiększa się wilgotność powietrza, a temperatura jego nie ulega zmianie.

Stan, w którym drewno nie przyjmuje z powietrza pary wodnej ani jej nie oddaje, nazywa się równowagą higroskopijną. Oznacza to, że ciśnienie pary wodnej jest jednakowe na powierzchni drewna i w powietrzu.

W normalnych warunkach temperatura i względna wilgotność powietrza ulegają częstym zmianom.

2.1.9 Nasiąkliwość i przesiąkliwość drewna

Nasiąkliwość drewna jest to zdolność drewna zanurzonego w wodzie do wchłaniania tej wody. Ilość wody wchłoniętej przez drewno zależy od porowatości drewna i czasu zanurzenia. Największą zdolność wchłaniania wody ma drewno w stanie całkowicie suchym, ponieważ wnika wówczas do błon komórkowych maksymalna ilość wody wolnej i wody związanej. Tę ilość wchłoniętej wody w odniesieniu do masy drewna całkowicie suchego nazywa się wilgotnością maksymalną drewna.

Drewno lekkie zawiera więcej porów, jego struktura jest mniej zwarta, co sprawia, że wchłania ono więcej wody niż drewno ciężkie.

Przesiåkliwością drewna nazywa się zdolność przenikania cieczy przez drewno. Właściwość ta zależy od rodzaju i gatunku drewna, a także od tego, z jakiej części pnia pochodzi próbka badanego drewna. Przesiåkliwość drewna drzew liściastych jest większa niż drewna drzew iglastych. Jest ona także znacznie większa, gdy ciecz przenika wzdłuż włókien, niż gdy przenika w poprzek włókien przez przekrój promieniowy. Podobnie przesiåkliwość jest większa w drewnie bielastym niż w twardzielowym.

2.1.10 Pęcznienie i kurczenie się drewna

Pęcznienie drewna jest to zwiększanie się jego wymiarów liniowych i objętości na skutek wzrostu zawartości wody związanej (higroskopijnej) w drewnie. Drewno pęcznieje w przedziale wilgotności higroskopijnej 0-30%, czyli od stanu absolutnie suchego do punktu nasycenia włókien. Powyżej punktu nasycenia włókien wchłaniana woda wolna wypełnia przestrzenie międzykomórkowe, nie powoduje pęcznienia drewna.

Kurczenie się drewna jest zjawiskiem odwrotnym do pęcznienia, polegającym na zmniejszaniu się wymiarów (liniowych i objętościowych) wskutek zmniejszania się zawartości wody związanej. Drewno o wilgotności większej od 30% oddaje podczas wysychania tylko wodę wolną, wobec czego następuje stopniowe zmniejszenie masy drewna bez zmian jego wymiarów. Oddawanie wody związanej (higroskopijnej) następuje podczas kurczenia drewna od punktu nasycenia włókien (30%) do stanu całkowicie suchego (0%).

Niejednorodna budowa anatomiczna drewna jest przyczyną niejednakowego skurczu lub pęcznienia drewna na przekrojach – w kierunku stycznym i wzdłuż włókien. Skurcz wzdłuż włókien natomiast jest tak mały, że na ogół nie bierze się go pod uwagę.

Wartość skurczu, zależnie od rodzaju drewna, jego anatomicznej budowy i kierunku działania, wynosi:

- skurcz styczny – 6,0 - 13,0%;
- skurcz promieniowy – 2,0 - 8,5%;
- skurcz wzdłuż włókien – 0,1 - 0,35%;
- skurcz objętościowy – 0,7 - 22,5%.

2.1.11 Gęstość i porowatość drewna

Gęstość drewna jest to stosunek masy drewna do jego objętości w stanie określonej wilgotności lub stanie całkowicie suchym. Gęstość drewna określa się w g/cm³ lub w kg/m³.



W zależności od stopnia wilgotności rozróżnia się: gęstość drewna świeżo ściętego, drewna powietrzno-suchego i całkowicie suchego. Odrębnym pojęciem jest gęstość substancji drzewnej. Jest to stosunek masy (substancji drzewnej) do objętości drewna z wyłączeniem porów i zawartości wody. Określa się ją w odniesieniu do wszystkich gatunków drewna jako wartość stałą, która wynosi średnio 1540 kg/cm³.

Obliczanie gęstości drewna dokonuje się według wzoru:

$$\zeta_o = \frac{G_o}{V_o} [g / cm^3]$$

lub

$$\zeta_w = \frac{G_w}{V_w} [g / cm^3]$$

- ζ_o – gęstość drewna w stanie całkowicie suchym w g/cm³;
- ζ_w – gęstość drewna o wilgotności W (%) w g/cm³;
- G_o – masa próbki całkowicie suchej w gramach;
- G_w – masa próbki o wilgotności W (%) w gramach;
- V_o – objętość próbki całkowicie suchej w cm³;
- V_w – objętość próbki o wilgotności W (%) w cm³.

Zależnie od gęstości drewna w stanie powietrzno-suchym rozróżnia się 6 klas drewna:

- drewno bardzo ciężkie (ponad 0,8g/cm³): grab, cis, gwajak, heban, eukaliptus;
- drewno ciężkie(0,71 - 0,80g/cm³): grochodrzew, buk, dąb, jesion, orzech, grusza, śliwa, przeorzech (hikory);
- drewno umiarkowanie ciężkie (0,61 - 0,70 g/cm³): brzoza, klon, jawor, modrzew, wiąz;
- drewno lekkie (0,51 - 0,60 g/cm³): kasztanowiec, mahoń, jałowiec;
- drewno umiarkowanie lekkie (0,41 - 0,50 g/cm³): sosna pospolita, świerk, jodła, lipa, olcha, osika, cedr, tsuga, cyprys, teak;
- drewno bardzo lekkie (poniżej 0,40 g/cm³): topola, sosna wejmutka¹.

¹ Szczuka J., Żurowski J., Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego, WSiP, Warszawa 1999

Najmniejszą gęstość ma drewno gatunku *Alstonia spathulata*, która wynosi 0,058 g/cm³. Największą gęstość ma drewno gwajakowe – 1,30 g/cm³. Są to gatunki drewna pochodzące z krajów tropikalnych.

Porowatością drewna określa się stosunek objętości porów w nim zawartych do objętości drewna w stanie całkowicie suchym. Zależność porowatości od gęstości jest odwrotnie proporcjonalna, czyli im większa gęstość, tym mniejsza jego porowatość. Porowatość krajowych gatunków drewna waha się w granicach 50 - 80%. W drewnie całkowicie suchym pory wypełnione są powietrzem, zaś w drewnie nasyconym wszystkie pory wypełnione są wodą, wobec tego drewno takie jest cięższe od wody i tonie².

2.1.12 Właściwości cieplne drewna

Ciepło właściwe drewna jest to ilość ciepła potrzebna do ogrzania jednostki masy drewna o 1°C.

Ciepło właściwe drewna jest przeszło 3 razy większe od ciepła właściwego żelaza i stali (11). Do ogrzania drewna potrzeba zatem trzykrotnie więcej ciepła niż do ogrzania żelaza o takiej samej masie.

2.1.13 Przewodność cieplna

Przewodność cieplna jest to zdolność przewodzenia ciepła, pozwalająca na wyrównanie różnic temperatur w całym materiale. Przewodność cieplną określa się za pomocą współczynnika przewodzenia ciepła, który wskazuje, ile ciepła przepływa w ciągu 1 godziny przez 1 cm² powierzchni, gdy odległość przeciwległych ścian wynosi 1 m, a różnica temperatury 1°K. Współczynnik ten oznacza się symbolem λ , jednostką jest W/(m x K). Współczynnik przewodzenia ciepła decyduje o wartości danego materiału jako izolatora. Im mniejszy współczynnik, tym lepsze właściwości izolacyjne materiału. Wartość współczynnika przewodności cieplnej drewna zależy od jego wilgotności, temperatury, kierunku przebiegu włókien oraz gęstości i wynosi 0,140 - 0,407 W/(m x K). Im większa jest gęstość drewna, tym większy jest jego współczynnik przewodzenia ciepła. Wzdłuż włókien przewodność cieplna jest ok. 1,8 razy większa niż w poprzek.

2.1.14 Rozszerzalność cieplna

Rozszerzalność cieplną określa się za pomocą rozszerzalności liniowej i objętościowej obliczanych w stosunku do wymiarów przed ogrzaniem badanego materiału, jeśli grzejemy go o 1°C. Rozszerzalność cieplną drewna określa się również za pomocą współczynnika rozszerzalności cieplnej, który jest bardzo mały, szczególnie wzdłuż przebiegu włókien.

2.1.15 Właściwości elektryczne drewna

Przewodność elektryczną drewna określa się za pomocą elektrycznego oporu (który stawia próbka długości 1 m o przekroju 1 mm²) właściwego drewna wyrażonego

² Szczuka J., Żurowski J., Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego, WSiP, Warszawa 1999

w omotmetrach ($\Omega \times m$). Opór elektryczny jest zjawiskiem odwrotnym do przewodności elektrycznej. Opór ten jest mniejszy wzdłuż włókien. Drewno suche jest słabym przewodnikiem i można je używać jako materiału izolacyjnego w elektrotechnice. Opór elektryczny maleje w miarę wzrostu wilgotności drewna w przedziale higroskopijnym 0-30%. Powyżej wilgotności punktu nasycenia włókien przewodnictwo drewna zwiększa się nieznacznie.

2.1.16 Właściwości akustyczne drewna

Akustyczne właściwości drewna są to cechy, które wywierają wpływ na przenikanie dźwięku przez drewno. Właściwości takie mają tylko niektóre rodzaje drewna określane jako materiały drzewne rezonansowe, np. świerk, jodła, jawor, klon.

O właściwościach akustycznych drewna jako materiału rezonansowego decydują przede wszystkim takie czynniki, jak: prędkość rozchodzenia się dźwięku w drewnie oraz pochłanianie i tłumienie dźwięku.

Średnia prędkość rozchodzenia się dźwięku w drewnie w zależności od kierunku przebiegu (wzdłuż włókien, promieniowo i stycznie) wyraża się stosunkiem $15 \div 5 \div 3$.

Pochłanianie i tłumienie dźwięku w drewnie określa się za pomocą współczynnika pochłaniania wyrażonego stosunkiem energii dźwiękowej pochłoniętej przez drewno do energii dźwiękowej padającej na jego powierzchnię. Badania izolacyjności drewna wykazują, że współczynnik pochłaniania dźwięku przez drewno jest niewielki, a tym samym mała jest również jego dźwiękochłonność. Izolacyjność drewna zależy w dużym stopniu od jego porowatości oraz gęstości. Z materiałów drzewnych najlepsze właściwości izolacyjne mają płyty pilśniowe porowate oraz korkowe lub asfaltowo-korkowe.

2.1.17 Trwałość drewna

Trwałość drewna jest to odporność na niszczące działanie czynników zewnętrznych powodujących jego rozkład. Ocenia się ją na podstawie czasu, w którym drewno zachowuje swoje właściwości fizyczne i mechaniczne.

Dużą trwałość ma:

- drewno twardzielowe o ściślej budowie i dużej gęstości;
- drewno drzew iglastych i liściastych zawierające garbniki, gumi, olejki eteryczne;
- drewno pozyskane z terenów górskich i północnych przeważnie ze ścinki zimowej;
- drewno w średnim wieku.

Drewno niezależnie od rodzaju ma na ogół dużą trwałość, jeśli znajduje się w suchym, przewiewnym pomieszczeniu, o nieznacznych zmianach temperatury i wilgotności powietrza.

Na trwałość drewna mają wpływ:

- czynniki biologiczne (grzyby, owady, drobnoustroje);
- czynniki fizyczne (atmosferyczne zmiany temperatury, wilgotności powietrza i opady);

- czynniki chemiczne (roztwory kwaśne lub alkaliczne o dużym stężeniu).

Z punktu widzenia trwałości naturalnej drewna dzieli się je na 3 podstawowe grupy:

- bardzo trwałe: modrzew, dąb, wiąz, cis, cyprys, cedr, daglezja, grochodrzew (akacja), kasztan, orzech, heban, eukaliptus;
- średnio trwałe: jodła, sosna, świerk, buk, jesion;
- nietrwałe: brzoza, jawor, kasztanowiec, lipa, olcha, osika, przeorzech, topola, wierzba.

Trwałość drewna można zwiększyć przez przesuszenie, nasycanie środkami przeciwnilnymi i pokrywanie powłokami ochronnymi. Drzewa świeżo ścięte okorowuje się (zdejmując korę, co przyspiesza wysychanie) lub przechowuje drewno okrągłe w basenie z wodą, co zabezpiecza je przed rozwojem grzybów powodujących m.in. zgniliznę.

Rodzaj drewna	Na wolnym powietrzu	W pomieszczeniu zamkniętym bez przewiewu	W warunkach niezmiennie suchych	W warunkach niezmiennie wilgotnych
Sosna	80	120	1000	500
Świerk	50	25	900	70
Jodła	45	20	900	60
Modrzew	90	150	1800	600
Dąb	120	200	1800	700
Wiąz	100	180	1500	1000
Jesion	20	3	500	10
Buk	10	5	800	10
Klon	10	5	1000	10
Brzoza	5	3	500	10
Olcha	5	2	400	800
Osika	3	1	500	10
Wierzba	5	4	600	20

Tabela 2.1 Trwałość drewna w latach

Źródło: Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego*, WSiP, Warszawa 1999, s. 53

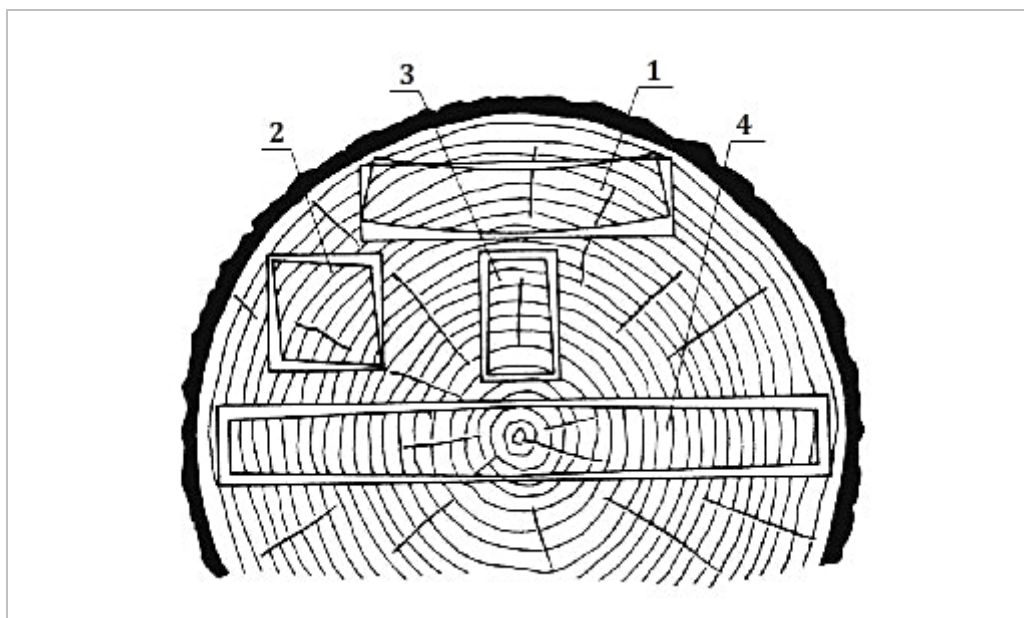
2.1.18 Pęknięcie i paczenie się drewna

Pęknięcie drewna jest to zjawisko występujące podczas nadmiernego wysychania drewna. Przyczyną pęknięcia drewna jest nierównomierne wysychanie warstw wewnętrznych i zewnętrznych. Wielkość pęknięć zależy od szybkości wyparowywania

wody, rodzaju i grubości drewna oraz od różnicy naprężeń warstw wewnętrznych. Drewno drzew iglastych mniej pęka niż drewno drzew liściastych, np. buka, grabu. Bardziej pękają grube wyroby z drewna niż cienkie.

Paczenie się, czyli zmiana kształtu drewna, występuje w materiałach tartych, podobnie jak pęknięcia drewna, podczas nierównomiernego wysychania i zróżnicowanego kurczenia się drewna w kierunku stycznym i promieniowym.

Wielkość i rodzaj odkształceń tarcicy zależy od rodzaju drewna, wymiarów oraz od tego, z jakiej części kłody zostały one pozyskane³.



Rysunek 2.2 Paczenie się materiałów tartych w zależności od miejsca położenia w kłodzie

Źródło: Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego*, WSiP, Warszawa 1999, s. 45

Legenda do rysunku 2.2: 1, 2 – skurcz styczny, 3 – skurcz promieniowy równomierny, 4 – skurcz styczny i promieniowy

Paczenie się i pękanie materiałów drzewnych poważnie utrudnia ich obróbkę oraz powoduje nadmierne zwiększenie odpadów podczas produkcji.

2.2 Właściwości fizyczne i mechaniczne tworzyw drzewnych

2.2.1 Okleiny i obłogi

Obłóg jest fornirem przeznaczonym do oklejania wyrobów jako podkład pod okleinę, farbę lub inną powłokę kryjącą. Używany jest także na zewnętrzne warstwy sklejki, do oklejania płyt stolarskich.

³ Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego*, WSiP, Warszawa 1999, s. 45

2.2.2 Surowiec drzewny

Najbardziej cennymi okleinami w meblarstwie są okleiny pozyskane ze skrawania stycznego. Mają one ładny rysunek drewna w wyniku stożkowego układu słoików rocznych.

Grubość oklein i obłogów mierzy się na 3 płatach lub formatkach, przyjmując średnią arytmetyczną ze wszystkich pomiarów. Grubość sprawdza się mikromierzem wyposażonym w stopki pomiarowe o średnicy 10 - 16 mm z dokładnością do 0,01 mm, mierząc w 3 miejscach płata przy długości do 350 cm lub w 4 miejscach płata przy długości powyżej 350 cm w odległości nie mniejszej niż 3 cm od brzegu.

Długość i szerokość mierzy się na zewnętrznym płacie wiązki oklein lub obłogów, albo na odpowiednich 3 formatkach. Długość i szerokość mierzy się przymiarem liniowym z podziałką centymetrową i milimetrową, przy czym szerokość mierzy się z dokładnością do 1 cm, zaś długość z dokładnością do 0,10 m z uwzględnieniem w obu wypadkach dopuszczalnych odchyłek.

W wiązkach oklein lub obłogów o bokach brzegowanych równoległe oraz w formatkach okleinowych mierzy się:

- szerokość – w dowolnych miejscach długości wiązki lub formatki;
- długość – w dowolnym miejscu szerokości wiązki lub formatki równoległe do boków.

Jednostką rozliczeniową pomiarów oklein i obłogów jest metr kwadratowy (m²).

2.2.3 Sklejka

Sklejka jest materiałem konstrukcyjnym, więc surowiec przeznaczony na sklejkę powinien być pierwszej klasy jakości, bez wad, powinien się dobrze skrawać, drewno na sklejkę ma z reguły większe średnice niż do przerobu tartaczno. Na sklejkę przerabia się głównie gatunki liściaste, np.: olchę, brzozę, buk, a z iglastych najczęściej sosnę. Na sklejkę przerabia się również drewno egzotyczne takich gatunków jak: okoume, khaja, tiamia i inne.

Sklejka to płyta warstwowa sklejona z nieparzystej liczby fornirów, których włókna w przylegających do siebie warstwach przebiegają pod kątem prostym.

Sklejki ogólnego przeznaczenia produkowane są oparciu o wymogi odpowiadające Polskiej Normie. Produkowane sklejki powinny również spełniać wymagania klasy E1 pod względem emisji formaldehydu, na co powinny posiadać stosowny atest wystawiony przez Instytut Medycyny Morskiej i Tropikalnej⁴.

Jedną z najważniejszych zalet sklejki jest jej wyrównana wytrzymałość w każdym kierunku oraz, co bardzo ważne, znaczna wytrzymałość przy stosunkowo niskiej masie.

⁴ Polska Norma PN-EN 313-1:2001: Sklejka, Klasyfikacja i terminologia, cz. 1. Klasyfikacja

Istotną jej zaletą jest również stabilność wymiarów, duże formaty, niska przepuszczalność ciepła.

Sklejki standardowo produkowane mają grubość od 4 do 24 mm. Sklejki grubsze produkowane są na specjalne zamówienie.

Formaty standardowe sklejek to: 1250 x 2500; 1220 x 2440 [mm].

Sklejka ogólnego przeznaczenia produkowana jest w 3 klasach jakości.

W zależności od rodzaju drewna, z którego jest wyprodukowana, sklejkę dzieli się na:

- sklejkę liściastą, produkowaną z drewna olchowego i brzoźowego;
- sklejkę iglastą, produkowaną z drewna sosnowego;
- sklejkę z gatunków egzotycznych.

W zależności od odporności na działanie wody sklejki produkowane są jako:

- sklejki suchotrwale – na bazie żywicy mocznikowo-formaldehydowej;
- sklejki wodoodporne – na bazie żywicy fenolowo-formaldehydowej.

Sklejki znajdują zastosowanie najczęściej w:

- meblarstwie do konstrukcji mebli biurowych, mieszkalnych i kuchennych;
- budownictwie do wyrobu drzwi, lekkich przegród, podkładów pod pokrycia dachowe, wykładzin podłóg;
- technologii kanadyjskiej budowy domów jako podstawowy materiał konstrukcyjny;
- sztuknictwie;
- wykończeniach wnętrz;
- przemyśle opakowań;
- produkcji galanterii drzewnej.

Oprócz sklejek ogólnego przeznaczenia produkowane są również sklejki specjalnego przeznaczenia.

- **Sklejka szalunkowa** – wodoodporna, liściasta, obustronnie oklejana filmem fenolowym przy użyciu najnowocześniejszej technologii fińskiej z czterema zabezpieczonymi farbą akrylową kantami. Pokrywa powierzchni materiału drzewnego (folia fenolowa) składa się z żywicy fenolowej, której nośnikiem jest papier. W zastosowaniu jest wiele rodzajów folii w zależności od wymaganych właściwości fizycznych i estetycznych (o podwyższonej odporności na alkalia, oleje, smary, itp.) w kolorach żółtym, zielonym, czerwonym, brązowym i wielu innych. Ma zastosowanie jako deskowanie do wielokrotnego użytku (nawet 200 razy) jako materiał do produkcji skrzynek transportowych, w rolnictwie – ścianek działowych oraz tablic ogłoszeniowych.

- **Sklejka antypoślizgowa** – sklejka wodoodporna, liściasta, obustronnie oklejana filmem fenolowym, z jednostronnym odciskiem siatki z czterema zabezpieczonymi farbą akrylową kantami. Używana głównie w przemyśle transportowym jako materiał na podłogi w przyczepach, naczepach; szczególnie ważną cechą wykorzystywaną w tym przypadku jest antypoślizgowy charakter powierzchni i jej wytrzymałość na ścieranie.

2.2.4 Właściwości fizyczne i mechaniczne sklejek

Sklejka w przeciwieństwie do drewna jako tworzywo o strukturze bardziej jednorodnej wykazuje wyrównane właściwości fizyczne i mechaniczne wzdłuż włókien i w poprzek włókien arkusza. Wyrównane właściwości fizyczne sklejki (np. kurczliwość i pęcznienie) chronią ją nawet przy zmianach wilgotności przed powstawaniem pęknięć towarzyszących procesowi wysychania drewna.

Korzystny układ przeciwległych włókien drzewnych w poszczególnych płatach fornirów sklejki zapewnia jej duże właściwości mechaniczne nawet mimo małych wymiarów grubości. Te właściwości sklejki wyraźnie zaznaczają się przy próbach jej wytrzymałości na rozciąganie. W przeciwieństwie do drewna, którego wytrzymałość na rozciąganie w poprzek włókien jest 30-krotnie mniejsza od wytrzymałości na rozciąganie wzdłuż włókien, sklejka ma prawie jednakowy wskaźnik wytrzymałości we wszystkich kierunkach. Badania właściwości techniczno-użytkowych sklejki ze względu na jej odporność na wodę wykazują, że sklejka suchotrwała zachowuje cechy dobrego sklejenia przy zastosowaniu jej w warunkach suchych o wilgotności względnej do 75%. Sklejka półwodoodporna wykazuje cechy dobrego sklejenia przy wilgotności względnej powietrza do 90%, a sklejka wodoodporna zachowuje swoje cechy, nie ulegając zmianom w powietrzu o dowolnie wysokiej wilgotności względnej oraz w wodzie o temperaturze do 25°C. Omówione właściwości zależą od następujących czynników: struktury rodzajowej użytego drewna, grubości środka, rodzaju kleju, a także od właściwości obróbki wykończeniowej.

Podczas obróbki narzędziami skrawającymi sklejka zachowuje się podobnie jak drewno lite tego samego rodzaju. Nie sprawia również trudności wzajemne sklejenie sklejek lub sklejenie z innymi materiałami drzewnymi.

2.2.5 Lignofol

Lignofol jest tworzywem powstałym ze sklejenia na gorąco klejem wodoodpornym pod ciśnieniem 5 - 20 MPa arkuszy lub skrawków forniru. Technologia lignofolu wywodzi się z drewna warstwowego, jednakże w tym przypadku nie dopuszcza się żadnych wad surowca (forniru). Grubość fornirów przeznaczonych na lignofol wynosi zazwyczaj 0,4 - 0,8 mm. Klejem stosowanym najczęściej jest żywica fenolowo-formaldehydowa.

2.2.6 Podział lignofolu

Zależnie od wymiarów użytego forniru, rozróżniamy fornir:

- arkuszowy;
- skrawkowy.



Zależnie od układu włókien:

- równoległowłóknisty;
- krzyżowowłóknisty;
- gwiazdzistowłóknisty.

Zależnie od sposobu wprowadzania kleju:

- powlekany;
- nasycany.

Zależnie od gatunku drewna:

- bukowy;
- brzozowy;
- klonowy;
- mieszany.

Zależnie od grubości:

- cienki (do 20 mm);
- gruby (powyżej 20 mm).

2.2.7 Zastosowanie

Lignofol można stosować wszędzie tam, gdzie są ciężkie warunki pracy, tj. gdzie występuje kurz, piasek, woda – czynniki powodujące szybkie niszczenie części metalowych. Kurz i piasek mogą się wbijać w jego powierzchnię i nie powodują zacierania się części, a woda nie powoduje jego korozji. Z lignofolu w lotnictwie wytwarza się śmigła i inne elementy konstrukcyjne, w górnictwie – sortowniki. Lignofol ma również ze względu na odporność na działanie pewnych odczynników zastosowanie w przemyśle chemicznym⁵.

⁵ Praca zbiorowa, Technologia tworzyw drzewnych, cz. 1., WSiP, Warszawa 1986

Napężenie	Drewno iglaste	Dąb i buk
Ściskanie wzdłuż włókien	7,85	9,81
Ściskanie w poprzek włókien	1,96	3,92
Rozciąganie wzdłuż włókien	8,83	10,30
Zgniatanie statyczne	9,81	10,79
Ścinanie wzdłuż włókien	1,18	1,96

Tabela 2.2 Właściwości fizyczne i mechaniczne lignofolu

Źródło: Technologia tworzyw drzewnych, Część 1., Praca zbiorowa, WSiP, Warszawa 1986, s.109

2.2.8 Lignoston

Lignoston jest to drewno zagęszczane, otrzymywane przez sprasowanie drewna litego w temperaturze 140 - 160°C pod ciśnieniem 14,72 - 34,34 MPa. Do produkcji lignostonu używa się pozbawionego wad drewna bukowego, brzoźowego i grabowego, rzadziej drewna innych drzew liściastych, takich jak: olcha, topola, osika. Pod względem właściwości fizycznych i mechanicznych lignoston przewyższa lignofol. Gęstość lignostonu dochodzi do 1500 kg/m³, zależnie od ciśnienia prasowania. Wraz ze wzrostem gęstości lignostonu wzrastają wskaźniki właściwości mechanicznych. Lignoston wytwarza się przeważnie w postaci graniaków o wymiarach dostosowanych do ich przeznaczenia. Jakość lignostonu ocenia się na podstawie właściwości fizycznych i mechanicznych. Zastosowanie lignostonu jest podobne jak lignofolu.

2.2.9 Drewno warstwowe

W odróżnieniu od sklejek w drewnie warstwowym włókna poszczególnych warstw forniru przebiegają do siebie przeważnie równolegle. Sposób przygotowania i sklejanie fornirów jest taki sam jak przy sklejkach. Ze względu na swoją budowę płyty z drewna warstwowego wykazują szczególnie wysoką wytrzymałość na rozciąganie i zginanie w kierunku wzdłużnym. Wytrzymałość ta wzrasta w miarę obniżania grubości warstw forniru. Drewno warstwowe stosuje się w miejscach narażonych na tego rodzaju obciążenia, np. w produkcji sprzętu sportowego, w szkutnictwie i w przemyśle lotniczym. W ostatnich latach drewno warstwowe z grubych fornirów (3,2 mm) jest produkowane za granicą pod nazwą LVL z przeznaczeniem dla budownictwa, gdzie znajduje zastosowanie w postaci wiązarów dachowych oraz innych konstrukcji nośnych. Drewno warstwowe z warstw forniru o równolegle przebiegających do siebie włóknach znajduje także zastosowanie w produkcji mebli na elementy gięto-klejone.

2.3 Płyta OSB

Płyta OSB (Oriented Strand Boards) – płyta o ukierunkowanych wiórach płaskich. Jest produktem drzewnym, płaskoprasowaną płytą trójwarstwową składającą



się z wiórów płaskich, które pod wpływem wysokiego ciśnienia i temperatury przy zastosowaniu jako spoiwa specjalnej wodoodpornej żywicy formaldehydowo-fenolowo-mocznikowo-melaminowej sprasowywane są na płyty metodą walcowania na gorąco. Jest to pierwsza płyta drewnopochodna opracowana specjalnie dla budownictwa. Pasma wiórów w płycie OSB przebiegają w warstwach zewnętrznych równolegle do długości płyty, a w warstwach wewnętrznych prostopadle. Wysokie parametry techniczne płyty OSB wynikają z zachowania włóknistości drewna, wyrównania wiórów płaskich w warstwach i zazębienia się długich wiórów. Przez natryskiwanie wiórów specjalnym systemem klejowym i emulsją parafinową w tzw. zaklejarkach uzyskuje się dużą odporność na wpływy warunków atmosferycznych. Płyta OSB jest wolna od garbów, pęknięć oraz innych wad wewnętrznych, a obie powierzchnie wykazują jednakową jakość. Produkowana w nowoczesnej technologii osiąga parametry porównywalne ze sklejką, przy tym jest zdecydowanie tańsza. Łatwa w obróbce i przetwarzaniu powoduje mniejsze zużycie narzędzi, a dzięki swej dużej wytrzymałości nie stwarza problemów przy mocowaniu śrub i klamer budowlanych. Płyta OSB odznacza się stabilnością kształtu, bardzo dobrą odpornością na wpływy warunków atmosferycznych i uderzenia, dobrym tłumieniem dźwięków, łatwą obrabialnością i przetwarzalnością. Mikrostruktura zazębionych ze sobą wiórów zapobiega wyłamywaniu się krawędzi również przy łączeniu krawędzi na gwoździe oraz daje wysoką sztywność i odporność tak na zginanie, jak i na ścinanie. Są to ważne własności w budownictwie szkieletowym.

2.3.1 Rodzaje płyt OSB

- OSB 2 – płyta ogólnego stosowania w warunkach suchych, wewnątrz;
- OSB 3 – płyta konstrukcyjna do stosowania w środowisku o umiarkowanej wilgotności na zewnątrz i wewnątrz, najpopularniejsza i najczęściej stosowana w budownictwie;
- OSB 4 – płyta konstrukcyjna do zastosowań nośnych o podwyższonych obciążeniach mechanicznych i podwyższonej wilgotności na zewnątrz i wewnątrz.

W zależności od sposobu wykończenia krawędzi rozróżniamy trzy rodzaje płyt:

- płyta z krawędziami prostymi;
- płyta z krawędziami dwustronnie frezowanymi na pióro i wpust;
- płyta z krawędziami czterostronnie frezowanymi na pióro i wpust.

2.3.2 Zastosowanie płyt OSB

Płyty OSB 3 oraz OSB 4 ze względu na odporność na działanie wilgoci zawartej w powietrzu, niską nasiąkliwość i pęcznienie, szczególnie nadają się do budowy budynków w technologii szkieletowej. Posiadają odpowiednie parametry techniczne w zakresie wytrzymałości, gwarantujące sztywność i wytrzymałość konstrukcji budynku. Płyta OSB to drewnopochodny materiał przyszłości. Jakość, nieszkodliwość dla środowiska tak podczas produkcji, jak i użytkowania oraz wszechstronne możliwości zastosowania to najważniejsze cechy płyt OSB.

Konstrukcyjne płyty OSB 3 i OSB 4 doskonale nadają się do:

- poszyć połączeń dachowych;
- ścian zewnętrznych i wewnętrznych;
- podłóg, stropów;
- elementów konstrukcyjnych (dźwigarów);
- belek dwuteowych i kratownic.

Płyty OSB 3 i OSB 4 mogą mieć zastosowanie również w:

- pokryciach dachowych pod dachówki bitumiczne lub inne poszycia dachowe, zamiast tradycyjnego deskowania;
- remontach i adaptacji pomieszczeń;
- budowie schodów, podestów, wybiegów;
- szalowaniu platform betonowych lub schodów zewnętrznych;
- tymczasowych ogrodzeniach placów budowlanych;
- zamykaniu otworów budowlanych takich jak drzwi i okna;
- budowie skrzyń transportowych i palet;
- konstrukcji regałów, stojaków oraz stoisk wystawowych;
- płytach nośnych płyt piankowych (warstwowych);
- produkcji półek meblowych, lad sklepowych, blatów stołowych, parapetów wewnętrznych;
- wzmocnieniach w meblach tapicerowanych;
- elementach konstrukcyjnych przy budowie altanek i domków rekreacyjnych;
- wykonaniu ścian w campingach, barakach i kontenerach;
- wykonaniu pomieszczeń na statkach i w wagonach kolejowych (ścianki działowe, sufity itp.);
- boazeriach panelowych.

2.4 Płyta stolarska

Płyty stolarskie to tworzywa drzewne, produkowane jako pełne lub pustakowe. Płyty pełne, obecnie najczęściej produkowane, powstają na bazie płyty listewkowej z drewna iglastego lub liściastego oklejanej dwustronnie obłogami liściastymi lub iglastymi. Płyty stolarskie mogą być produkowane jako trójwarstwowe lub pięciowarstwowe o standardowych grubościach: 16, 18, 20, 22 mm oraz formatach: 1220 x 2440 mm, 2440 x 1220 mm, 1250 x 2500 mm, 2500 x 1250 mm.

Płyty mogą być także oklejane okleinami naturalnymi (buk, dąb, sosna, klon, orzech, sapelli, wiśnia). Charakteryzują się dobrymi właściwościami fizycznymi oraz klasą higieniczności E1. Ponadto istnieje możliwość indywidualnego ustalenia grubości.

Płyty produkowane są na bazie płyty listewkowej z drewna iglastego lub liściastego oklejanej dwustronnie obłogami liściastymi lub iglastymi, na bazie żywicy melfemo, do użytkowania w warunkach wilgotnych (wg PN-EN 636, klasa techniczna EN 636-2), lub żywicy mocznikowo-formaldehydowej do użytkowania w warunkach suchych (wg PN-EN 636, klasa techniczna EN 636-1). Płyty stolarskie pustakowe ze środkiem z kartonu, tektury (plaster miodu) oraz listew płyty pilśniowej, tworząc kratownicę podpierającą warstwy zewnętrzne, klejone są z zastosowaniem takich samych klejów i parametrów higieniczności co płyty stolarskie pełne.

Ze względu na sposób wykończenia powierzchni płyty stolarskie dzielimy na surowe, oklejane filmem fenolowym lub melaminowym, i oklejane okleinami naturalnymi.

Płyty stolarskie znajdują zastosowanie w:

- budownictwie jako pomocniczy materiał konstrukcyjny;
- meblarstwie jako materiał konstrukcyjny;
- wyposażeniu wnętrz;
- przemyśle opakowań do budowy skrzyń transportowych;
- innych.

Produkuje się płyty stolarskie o grubości 12, 16, 18, 20, 22, 24, 28, 32, 35 mm. Płyty stolarskie dzieli się na dwie klasy jakości I i II. O zaliczeniu do odpowiedniej klasy jakości decydują wady występujące na powierzchni płyty. Należą do nich wady drewna i wady produkcji. Stosuje się także podział uwzględniający rodzaj i gatunek drewna obłogów. Płyty są materiałem konstrukcyjnym, którego budowa ma na celu ujednoczenie wytrzymałości oraz zmniejszenie i wyrównanie kurczliwości i pęcznienia, a tym samym ograniczenie możliwości paczenia się drewna.

2.4.1 Zastosowanie płyt stolarskich

Płyty stolarskie ze środkami pełnymi mają gęstość dochodzącą do 700 kg/m³. Znajdują zastosowanie przede wszystkim w meblarstwie, a także w lotnictwie, komunikacji, w przemyśle okrętowym i chłodnictwie. Stosuje się je również jako wymiarowe elementy w budownictwie. Z płyt stolarskich pełnych, jak również z płyt komórkowych wyrabia się płyciny drzwiowe, drzwi oraz elementy szaf wbudowanych. W lotnictwie czy komunikacji dla wzmocnienia lub zabezpieczenia przeciwogniowego stosuje się blachę aluminiową lub stalową jako warstwę zewnętrzną lub jako wkładkę pomiędzy dwoma obłogami. Płyty stolarskie stosowane do wyposażenia wnętrz w przemyśle budowy okrętów mają z reguły powierzchnie laminowane. Środki płyt stosowanych w chłodnictwie wykonane są z materiałów o wysokich właściwościach izolacyjnych.

2.5 Płyty wiórowe

Aby poznać podstawowe zagadnienia dotyczące płyt wiórowych, obejrzyj prezentację pt. „Płyty wiórowe”.

Surowiec wykorzystywany przede wszystkim do produkcji płyt wiórowych to:

- drewno okrągłe (papierówka);
- zrębki;
- trociny, wióry i ewentualnie pył drzewny;
- drewno poużytkowe;
- kora.

2.5.1 Zastosowanie

Płyta wiórowa jest podstawowym materiałem przeznaczonym do produkcji mebli. Poza tym świetnie nadaje się do zastosowania jako materiał: wykładzinowo-izolacyjny we wnętrzach, na ścianki działowe oraz bazowy do produkcji blatów roboczych, parapetów, paneli ściennych, podłóg. Dzięki walorom powierzchni można je również uszlachetniać poprzez laminowanie (pokrywanie cienkimi filmami melaminowymi), lakierowanie, a także oklejanie sztuczną i naturalną okleiną.

Płyty wiórowe laminowane są produktem wykonanym na bazie trójwarstwowej płyty wiórowej lub płyty MDF pokrytej jednostronnie lub dwustronnie papierami nasyconymi żywicami termoutwardzalnymi, co nadaje im ostateczne wykończenie płaszczyzn niewymagających dalszej obróbki. Proces laminowania polega na zaprasowywaniu filmu dekoracyjnego na płytę przy jednoczesnym nadawaniu struktury.

2.5.2 Zalety płyt wiórowych

Do zalet płyt wiórowych zaliczamy:

- wysoką jakość;
- bogatą kolorystykę;
- różnorodność formatów, grubości i struktur powierzchni;
- wszechstronność zastosowań;
- łatwość obróbki;
- to, że są przyjazne dla środowiska (klasa higieny E1).

Płyty wiórowe laminowane znajdują zastosowanie jako podstawowy materiał do produkcji mebli oraz jako materiał dekoracyjny przy wykończeniu wnętrz.

2.5.3 Charakterystyka techniczna płyt wiórowych prasowanych (zwykłych)

Płyty wiórowe charakteryzują następujące właściwości:

- gęstość;
- wilgotność;
- spęcznienie po moczeniu w wodzie;
- wytrzymałość na zginanie statyczne;
- wytrzymałość na rozciąganie w kierunku prostopadłym do płaszczyzn płyty.

W zależności od potrzeb charakterystyka płyt może być uzupełniana wieloma innymi właściwościami fizycznymi, mechanicznymi i technologicznymi, np. wytrzymałość warstw zewnętrznych, nasiąkliwość, chropowatość powierzchni, stabilność kształtu czy zdolność utrzymywania wkrętów. Przeważająca ilość produkowanych na świecie płyt wiórowych (a w Polsce wyłącznie) to płyty prasowane o średniej grubości i średniej gęstości. Grubość tych płyt zawiera się w granicach 8 - 25 mm, a minimalne odchyłki od wymiaru nominalnego grubości wynoszą $\pm 0,1$ mm. Z reguły od grubości płyt są uzależnione dopuszczalne odchyłki grubości (im większa grubość, tym większa odchyłka) oraz właściwości wytrzymałościowe płyt (im większa grubość tym mniejsza wytrzymałość). W Polsce produkowane są płyty o grubości: 8, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 22, 24 i 25 mm, których odchyłki od wymiaru nominalnego grubości wynoszą od $\pm 0,2$ mm do $\pm 0,5$ mm (BN-85/7123-04/16).

Wymiary długości i szerokości arkuszy płyt wiórowych są uzależnione od formatów płyt grzejnych – pras, przy czym część płyt o wymiarach produkcyjnych jest dzielona na mniejsze formaty. Ponieważ płyty prasowane zwykle mają praktycznie wyrównane właściwości w płaszczyźnie płyt, za długość przyjmuje się wymiar dłuższego boku płyty, a za szerokość – wymiar boku krótszego. Wymiary długości produkowanych w Polsce płyt zawierają się w granicach: 1830 - 4100 mm, a wymiary szerokości – 1220 - 2500 mm. Maksymalną długością płyt w obrocie handlowym jest 4100 mm. Dopuszczalne odchyłki od wymiaru nominalnego długości i szerokości wynoszą $\pm 0,5$ mm, natomiast odchyłki od kąta prostego i prostoliniowości krawędzi $\pm 0,2$ mm/m (BN-85/7123-04/16)⁶.

Gęstość płyt wiórowych jest jednym z czynników decydujących o ich właściwościach. Z reguły gęstość płyt zmniejsza się w miarę wzrostu ich grubości.

Z przyjętego dla płyt średnio ciężkich zakresu gęstości 500 - 750 kg/m³ w Polsce produkuje się płyty o gęstości ponad 620 kg/m³, przy czym – aby uzyskać płyty o właściwościach zgodnych z normą – w miarę pogarszania się jakości surowca drzewnego produkowane są płyty o coraz większej gęstości. Prawidłowym działaniem byłoby wytwarzanie płyt wiórowych o możliwie małej gęstości i dostatecznych właściwościach wytrzymałościowych. Wilgotność równoważna płyt wiórowych jest na ogół mniejsza niż drewna litego ze względu na stosowanie w produkcji płyt klejów syntetycznych, środków hydrofobowych, a także obróbkę cieplną wiórów w czasie prasowania płyt. Podstawowe właściwości płyt wiórowych produkowanych w Polsce podane zostały wg norm BN-87/7123-04/11 i BN-85/7123-04-16.

Większość właściwości płyt wiórowych o tej samej gęstości, zaklejonych klejem mocznikowo-formaldehydowym i fenolowo-formaldehydowym, różni się nieznacznie.

⁶ Technologia tworzyw drzewnych, cz. 1, Praca zbiorowa, WSiP, Warszawa 1986

Wyraźnie większa jest odporność płyt z klejem fenolowo-formaldehydowym na działanie czynników atmosferycznych oraz sorpcja płyt w zależności od względnej wilgotności powietrza o temperaturze 20°C. Odporność tych płyt na działanie czynników atmosferycznych mierzona ich wytrzymałością na rozciąganie w kierunku prostopadłym do płaszczyzn po 2 godzinach gotowania w wodzie wynosi dla płyt grubości do 25 mm minimum 0,15 MPa, a dla płyt grubości do 40 mm – minimum 0,1 MPa.

Płyta fornirowana powstaje poprzez połączenie płyty wiórowej (surowej) i forniru, czyli cienkich pasków drewna. Płyta fornirowana jest w meblarstwie punktem pośrednim pomiędzy płytą laminowaną, a drewnem litym. Meble robione z płyty fornirowanej są skierowane do klientów chcących połączyć naturalne piękno drewna z trwałością i elastycznością płyty wiórowej. W przemyśle meblarskim płyta fornirowana ma bardzo szerokie zastosowanie. Jest używana do produkcji mebli, frontów meblowych, blatów i korpusów, a także drzwi, paneli ściennych, szaf przesuwanych i wielu innych. Płyta wiórowa fornirowana w okleinie oddaje niepowtarzalny, nowoczesny wygląd w aranżacji wnętrz.

Dostępne są płyty fornirowane o następujących wymiarach:

- płyta fornirowana sosna: 2850 x 2100 x 19;
- płyta fornirowana jesion: 2850 x 2100 x 19;
- płyta fornirowana buk: 2850 x 2100 x 19;
- płyta fornirowana sapelli (mahoń): 2750 x 1830 x 19;
- płyta fornirowana orzech: 2850 x 2100 x 19.

2.6 Płyty wytłaczane

Płyty wytłaczane wytwarza się w wyniku jednoczesnego formowania i prasowania jako wstęgę ciągłą w czasie przetłaczania przez komorę prasowania prasy korbowej. Ciśnienie prasowania działa w kierunku równoległym do płaszczyzn płyty, a cząstki są ułożone przeważnie prostopadle do tych płaszczyzn. Produkuje się dwa rodzaje płyt wytłaczanych: pełne i pustakowe.

Prasowanie płyt wytłaczanych charakteryzuje się trzema podstawowymi cechami:

- prasowanie płyty następuje jednocześnie z jej formowaniem;
- ciśnienie prasowania jest wywierane w kierunku prostopadłym do jej płaszczyzn;
- w wyniku prasowania otrzymuje się płytę jako wstęgę ciągłą.

2.7 Płyty pilśniowe

Płyta pilśniowa – materiał płytowy wytwarzany z włókien lignocelulozowych z zastosowaniem ciepła i/lub ciśnienia, o grubości min. 1,5 mm i większej. Wiązania w płycie uzyskuje się w wyniku spilśniania włókien i wykorzystaniu ich naturalnych

właściwości adhezyjnych lub dodatku kleju syntetycznego do masy włóknistej. Płyta pilśniowa może zawierać inne dodatki⁷. Podstawowym kryterium podziału płyt pilśniowych jest ich gęstość. Porowate o gęstości poniżej 400 kg/m³, twarde o gęstości nie mniejszej niż 800 kg/m³ i bardzo twarde – o gęstości nie mniejszej niż 900 kg/m³.

2.7.1 Gęstość płyt

Gęstość płyt jest bardzo ważną cechą, ponieważ wraz z jej wzrostem, właściwości płyt, szczególnie mechaniczne, ulegają poprawie. Z drugiej strony dąży się zawsze do otrzymania materiału, który byłby możliwie lekki i jednocześnie osiągałby możliwie dużą wytrzymałość. W wyniku tych sprzecznych wymagań produkuje się płyty twarde, zwłaszcza przy przerobieniu surowca drzewnego gorszej jakości, o gęstości z reguły większej od 800 kg/m³ i wynoszącej ok. 1000 kg/m³. W odniesieniu do płyt porowatych, które nie są materiałem konstrukcyjnym, wytrzymałość ma mniejsze znaczenie i dlatego gęstość ich powinna być możliwie mała, ponieważ takie płyty mają lepsze właściwości izolacyjne.

Nasiąkliwość i pęcznienie obserwuje się i oznacza na podstawie moczenia płyt w wodzie. Wskaźniki te w sposób pośredni świadczą o odporności płyt na działanie wilgoci. Pęcznienia płyt porowatych nie bada się, gdyż zwiększając swoje wymiary w wodzie, włókna drzewne wypełniają wolne przestrzenie w strukturze płyty i powodują tylko w niewielkim stopniu zwiększenie grubości materiału⁸.

2.7.2 Wytrzymałość na zginanie

Wytrzymałość na zginanie statyczne jest jedynym wskaźnikiem wymaganym przez normę, która określa właściwości mechaniczne płyt. Charakteryzuje ona płyty pilśniowe również w sposób raczej pośredni, ponieważ bardzo rzadko zdarza się, aby w konstrukcjach działały na nie siły zginające.

Niekiedy określa się również i inne, nieuwzględnione w normie właściwości płyt. Są to na przykład zmiany wymiarów zachodzące podczas działania na płyty zmiennych warunków klimatycznych, wytrzymałość na rozciąganie w kierunku równoległym i prostopadłym do płaszczyzny płyty, twardość i ścieralność, szczególnie ważne dla płyt bardzo twardych, zdolność przewodzenia ciepła i tłumienia dźwięków dla płyt porowatych, odporność na działanie ognia, odporność na działanie grzybów i owadów oraz gładkość powierzchni. Właściwości te oznacza się albo metodami zalecanymi przez normy, albo według zaadoptowanych metod stosowanych przy badaniach innych materiałów.

2.7.3 Barwa

Barwa płyty zależy przede wszystkim od surowca drzewnego, z którego są one wyrabiane. Obecność kory w surowcu sosnowym nadaje płytom odcień szary lub szaropiaskowy.

⁷ Polska Norma PN-EN 316:2001: Płyty pilśniowe, Definicje, klasyfikacja i symbole

⁸ Polska Norma PN-EN 622-1:2005: Płyty pilśniowe, Wymagania techniczne, cz 1. Wymagania ogólne



2.7.4 Zalety

Do zalet płyt należą:

- gładka powierzchnia, dobra stabilność wymiarowa w warunkach zmiennej wilgotności;
- dobre właściwości izolacyjne;
- wysoka wytrzymałość samych płyt i ich połączeń z innymi materiałami drewnymi;
- dobra podatność na obróbkę mechaniczną;
- możliwość kształtowania powierzchni krzywoliniowych;
- podatność na obróbkę plastyczną;
- łatwość wykańczania materiałami malarsko-lakierniczymi;
- wysoka twardość;
- niska ścieralność.

2.7.5 Wady

Wady płyt są związane integralnie z charakterystycznymi cechami samego tworzywa, wynikają z błędów i niedopatrzeń, a także trudnych do usunięcia zjawisk zachodzących w produkcji.

Wady płyt:

- przebarwienia widoczne na części powierzchni płyt twardych o odmiennym zabarwieniu, mające niewyraźne kontury, nieregularne kształty i nieregularne rozmieszczenie;
- barankowość polegająca na równomiernie rozmieszczonych na powierzchni płyt twardych drobnych przebarwieniach średnicy do 3 cm;
- plamy na części powierzchni płyty o wyraźnych konturach i różnicach w zabarwieniu;
- wielkości powyżej 5 mm;
- zmatowienie płyt twardych polegające na braku połysku na części lub całej prawej powierzchni płyty;
- wgłębienia i wypukłości w postaci odkształcenia prawej lub lewej powierzchni płyt;
- wyraźnych lub łagodnych konturach występujących sporadycznie, pojedynczo lub w skupieniach;
- odciski brzeżne, widoczne jako wgłębienia na prawej powierzchni płyt twardych, zlokalizowane wzdłuż obrzeża płyty;

- rysy jako liniowe odkształcenia wklęsłe lub wypukłe, występujące na obu powierzchniach płyty, spowodowane przyczynami technologicznymi lub mechanicznymi uszkodzeniami wyrobu gotowego;
- wady powierzchni rzazu (ząbkowatość, strzępiastość lub mechowatość);
- zniszczenia boku, czoła i powierzchni płyty w narożnikach;
- brak odcisku siatki na lewej powierzchni płyt twardych;
- odpalenia węglowe widoczne na prawej powierzchni, ślady zarysowań zwęglonych zanieczyszczeń przylegającej do matrycy.

2.7.6 Zastosowanie płyt pilśniowych

Płyty pilśniowe mają zastosowanie w:

- meblarstwie (ścianki tylne i dna szuflad);
- stolarce budowlanej (drzwi, okładziny, przegrody);
- produkcji opakowań (galanteria drewna, np. tyły luster i obrazów);
- budownictwie (materiał do izolacji termiczno-akustycznej ścian, podłóg i dachów).

2.7.7 Płyty MDF

Płyty pilśniowe półtwarde wytwarza się metodą suchą, w której do transportu włókien i formowania płyt używa się powietrza, a nie wody jak w tradycyjnej metodzie produkcji płyt pilśniowych. Wilgotność włókien w stadium formowania jest mniejsza niż 20%, a produkowane są z zastosowaniem ciepła i ciśnienia z dodatkiem kleju syntetycznego.

Zalety płyt półtwardych spowodowały szybki wzrost zastosowania i produkcji tego tworzywa. Gęstość płyt MDF wynosi od 450 do 900 kg/m³. Są one porównywalne z płytami wiórowymi w zakresie grubości, jednak w odróżnieniu od płyt wiórowych wykazują bardziej jednolitą budowę i gęstość oraz dużą gładkość powierzchni. Wynika stąd łatwość obróbki mechanicznej, a szczególnie możliwość profilowej obróbki krawędzi, frezowania wzorów dekoracyjnych oraz tłoczenia. Płyty MDF mają grubość: 4, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 18, 19, 22, 25, 28, 30 lub 38 mm. Standardowe wymiary szerokości i długości produkowanych płyt wynoszą 1830 x 2800 mm oraz 2070 x 2800 mm.

Płyty MDF stosuje się głównie jako płyty meblowe, w elementach mebli o profilowanych krawędziach i płaszczyznach oraz jako elementy fornirowane w meblach wysokiej klasy. Z płyty MDF wykonuje się również kształtki o profilach krzywoliniowych z profilowaną powierzchnią przeznaczone do oklejania foliami sztucznymi oraz fornirem w prasach próżniowych.

Klasyfikacja płyt pilśniowych MDF formowanych na sucho:

- płyty o gęstości > 800 kg/m³ to HDF;
- płyty o gęstości > 650 do 800 kg/m³ to MDF;
- płyty o gęstości > 550 do 650 kg/m³ to lekki MDF czyli LDF;

- płyty o gęstości > 450 do 550 kg/m³ to ultralekki MDF czyli ULDF.

2.8 Właściwości mechaniczne drewna

Aby poznać właściwości mechaniczne drewna takie jak wytrzymałość na ściskanie, ścinanie, rozciąganie i zginanie statyczne, obejrzyj videocast pt. „Właściwości mechaniczne drewna”.

2.8.1 Wytrzymałość drewna na skręcanie

Skręcanie drewna jest wynikiem działania pary sił powodujących jego obrót oraz spiralne skręcenie włókien drzewnych.

Do badań na skręcanie drewna stosuje się specjalne próbki o kolistym przekroju i równoległym układzie włókien, które na skutek skręcania pękają podłużnie.

Wytrzymałość na skręcanie oblicza się ze wzoru:

$$\tau_s = \frac{16 M_{s \max}}{\pi d^3} [MPa]$$

w którym:

- τ_s – wytrzymałość drewna na skręcanie w MPa;
- $M_{s \max}$ – maksymalny moment skręcający MPa;
- d – średnica badanej próbki w mm.

Przeciętna wytrzymałość drewna na skręcanie zależy od jego gatunku wynosi 2,94 - 14,7 MPa, gdy układ włókien jest równoległy do osi podłużnej. Największą wytrzymałość na skręcanie ma drewno jesionu.

2.8.2 Udarność

Udarność drewna jest to zdolność drewna do pochłaniania energii mechanicznej podczas zginania dynamicznego.

Charakteryzuje się ona wytrzymałością drewna na obciążenia dynamiczne, działające na skutek jednorazowego silnego uderzenia.

Można ją określić jako stosunek ilości pracy potrzebnej do zniszczenia próbki w odniesieniu do powierzchni przekroju poprzecznego tej próbki. Badania przeprowadza się młotem udarowym. Do wykonania badań na udarność stosuje się najczęściej próbki o wilgotności 15% i wymiarach 20 x 20 x 300 mm oraz rozstawie podpór 240 mm, czyli takiej samej jak do określania wytrzymałości na zginanie statyczne.

Udarność oblicza się wg wzoru:

$$U_w = \frac{L}{b \cdot h} [MJ / mm^2]$$

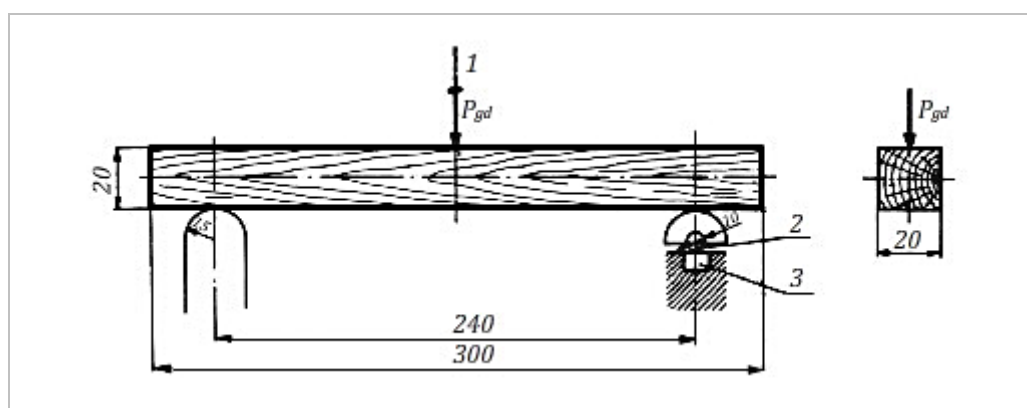
w którym:

- U_w – udarność próbki o wilgotności $W(\%)$ w MJ/mm^2 ;
- L – praca potrzebna do zniszczenia próbki w MJ ;
- b, h – wymiary przekroju poprzecznego próbki w mm .

Przeliczając wyniki badań na udarność do poziomu wilgotności $12\pm 3\%$, stosuje się współczynnik $\alpha = 0,03$.

2.8.3 Wytrzymałość drewna na zginanie dynamiczne

Do badania wytrzymałości drewna na zginanie dynamiczne stosuje się specjalne urządzenia, które w przeciwieństwie do udarności rejestrują siłę dynamiczną niszczącą próbkę zamiast pracy zużytej na jej zniszczenie. Jedną z podpór urządzenia do badania wytrzymałości drewna jest ruchoma i zaopatrzona w stalową kulkę opierającą się na aluminiowym pręcie, druga zaś jest umocowana na stałe.



Rysunek 2.3 Belka do badania wytrzymałości drewna na zginanie dynamiczne

Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego*, WSiP, Warszawa 1999, s. 45

Wytrzymałość na zginanie dynamiczne drewna o wilgotności $W(\%)$ ($12\pm 3\%$) określa się symbolem R_{gdw} i oblicza za pomocą takiego samego wzoru jak wytrzymałość na zginanie statyczne R_{gw} , przy czym zamiast zginającej siły niszczącej P_g wprowadza się dynamiczną siłę niszczącą o symbolu P_{gd} .

2.8.4 Wytrzymałość drewna na zmęczenie

Drewno poddawane przez dłuższy czas naprężeniom zmiennym w wyniku działania obciążeń zmiennych ulega zniszczeniu nawet wtedy, gdy te naprężenia są mniejsze od wytrzymałości na obciążenia statyczne. Zjawisko to nazywa się zmęczeniem drewna. W badaniach wytrzymałości drewna na zmęczenie uwzględnia się wytrzymałość doraźną i trwałą.

Wytrzymałość doraźną ustala się za pomocą maszyny probierczej, umożliwiającej określenie największego obciążenia drewna, jakie ono może przenieść bez jego zniszczenia w ciągu możliwie najkrótszego czasu.

Wytrzymałość trwała jest wskaźnikiem rzeczywistej wytrzymałości drewna na największe obciążenia działające przez dowolnie długi czas. Ta wytrzymałość w praktyce stanowi około 70% wytrzymałości doraźnej.

Wytrzymałość drewna na zmęczenie wzrasta w miarę wzrostu gęstości drewna. Próby badań zmęczeniowych przeprowadza się w specjalnych maszynach probierczych przy zastosowaniu próbek drewna o ustalonych wymiarach i wilgotności ($12\pm 3\%$).

2.8.5 Współczynnik bezpieczeństwa i naprężenia dopuszczalne

W projektowaniu różnych konstrukcji drewnianych, gdzie w grę wchodzi obciążenia statyczne i dynamiczne, uwzględnia się współczynnik bezpieczeństwa.

2.8.6 Wyboczenie drewna

Wyboczenie pręta drewnianego ściskanego osiowo jest to jego wygięcie (utrata prostoliniowego kształtu), które następuje, gdy siła ściskająca przekroczy wartość krytyczną.

Wyboczenie pręta następuje wówczas, gdy stosunek dowolnej długości pręta l do jego grubości d osiągnie wartość $l/d=12$. Im większa jest smukłość elementu i duże siły działające pionowo, tym większe istnieje niebezpieczeństwo wyboczenia.

2.8.7 Sprężystość i plastyczność drewna

Sprężystość drewna jest to właściwość polegająca na zdolności powracania materiału drewnianego do pierwotnego kształtu i wymiarów po ustaniu działania siły powodującej odkształcenie.

Największe dopuszczalne naprężenie drewna, które nie powoduje jego zniszczenia, a po osiągnięciu którego (i po ustaniu działania sił obciążających) materiał może wrócić do pierwotnego kształtu i wymiarów, nazywa się **granicą sprężystości**.

Plastycznością drewna określa się jego zdolność do przyjmowania i zachowywania trwałych odkształceń powstających w wyniku działania sił mechanicznych. Odkształcenia nie zmieniają się po ustaniu działania tych sił. Jest to właściwość przeciwstawna sprężystości drewna. Plastyczność drewna wzrasta w wyniku działania temperatury i wilgotności, a maleje pod wpływem oziębnienia i wysuszenia drewna.

2.8.8 Łupliwość

Łupliwość jest to odporność drewna na dzielenie na mniejsze części wzdłuż włókien za pomocą narzędzi w kształcie klina. Określa się ją wartością siły potrzebnej do rozłupania oraz gładkością powierzchni uzyskanych po rozłupaniu. Drewno jest łupliwe tylko wzdłuż włókien.

Drewno suche o budowie regularnej i bez sęków jest bardziej łupliwe niż drewno o falistym układzie włókien z sękami. Łupliwość drewna zależy od rodzaju jego gęstości i wilgotności. Największą łupliwość ma drewno świerka, jodły, topoli i osiki. Do trudno łupliwych zalicza się drewno: jaworu, jesionu oraz gatunków owocowych, a do bardzo trudno łupliwych drewno: wiązu, grabu, grochodrzewu i brzozy. Najmniej łupliwe jest drewno o wilgotności około 10%. Większa lub mniejsza wilgotność drewna powoduje wzrost łupliwości.

2.8.9 Twardość drewna

Twardość drewna jest to odporność na odkształcenia powodowane siłami skupionymi działającymi na jego powierzchnię (powyżej 1 cm²) wyrażona wartością siły lub odkształcenia.

Odporność drewna na odkształcenia jest inna podczas działania sił statycznych i dynamicznych. Twardość drewna wzrasta w miarę wzrostu jego gęstości. Jest ona z reguły większa na przekroju poprzecznym (czołowym) niż na przekroju podłużnym stycznym i promieniowym. Badania twardości przeprowadza się metodą Janki lub Brinella.

Metoda Janki polega na wciskaniu w drewno stalowej kulki o przekroju średnicowym 100 mm² na głębokość jej promienia w określonym czasie (ok. 2 minut). Miarą twardości drewna jest siła potrzebna do wciśnięcia kulki, którą odczytuje się na siłomierzu maszyny probierczej. Próby badania twardości drewna przeprowadza się na próbkach o wymiarach 50 x 50 x 50 mm.

Metoda Brinella polega na wciskaniu w drewno kulki stalowej o średnicy 10 mm. Siłę wcisku odczytuje się na siłomierzu. Po dokonanej próbie mierzy się średnicę wcisku za pomocą mikroskopu pomiarowego, a twardość badanej próbki odczytuje się z tablic.

Na podstawie badań metodą Brinella drewno gatunków krajowych i egzotycznych dzieli się na 6 klas twardości:

- drewno bardzo miękkie o twardości do 35 MPa, np.: osika, topola, wierzba, balsa, jodła, wejmutka, świerk, limba;
- drewno miękkie o twardości 36 - 49 MPa, np.: brzoza, olcha, jawor, lipa, sosna, modrzew, jałowiec, daglezja, mahoń, platan;
- drewno średnio twarde o twardości 50 - 59 MPa, np.: wiąz, orzech, sosna czarna;
- drewno twarde o twardości 60 - 65 MPa, np.: dąb, jesion, grusza, jabłoń, wiśnia, tik;
- drewno bardzo twarde o twardości 66 - 146 MPa, np.: buk, grab, dąb bezszypułkowy, grochodrzew, palisander, cis, przeorzech (hikory), bukszpan;
- drewno twarde jak kość, o twardości ponad 150 MPa np.: heban, gwajak, kokos.

2.8.10 Czynniki wpływające na właściwości mechaniczne drewna

Wytrzymałość drewna na obciążenia zależy od jego budowy anatomicznej, między innymi od udziału drewna późnego w przyroście słoju rocznych, a także od niektórych elementów submikroskopowej budowy błony komórkowej (np. od zawartości celulozy i ligniny). Drewno wolne od wad jest bardziej wytrzymałe na obciążenia sił zewnętrznych niż drewno z wadami. Wytrzymałość jest tym mniejsza, im większy jest kąt odchylenia między kierunkami włókien i działającej siły. Skręt włókien uznaje się więc za wadę techniczną drewna.

Wytrzymałość drewna zawsze maleje wraz ze wzrostem wilgotności w przedziale higroskopijności 0-30%. W punkcie nasycenia włókien, czyli przy 30% wilgotności, wytrzymałość drewna jest najmniejsza.



2.9 Właściwości technologiczne drewna i tworzyw drzewnych

2.9.1 Opis – właściwości technologiczne w podziale na właściwości drewna i właściwości tworzyw drzewnych

Aby dowiedzieć się więcej na temat właściwości technologicznych drewna i tworzyw drzewnych, wysłuchaj audiocastu pt.: „Właściwości technologiczne drewna i tworzyw drzewnych”.

2.10 Właściwości chemiczne drewna

2.10.1 Skład chemiczny drewna

Podstawowym składnikiem drewna są substancje organiczne stanowiące główny element konstrukcyjny błon komórkowych, którym są: celuloza, lignina i hemicelulozy. Wymienione powyżej związki stanowią ok. 96% suchej masy drewna. Celuloza (błonnik) stanowi ok. 50% masy, lignina (drzewik) – ok. 25%, hemicelulozy – ok. 25% masy drewna. Celuloza włącznie z hemicelulozami tworzą substancję szkieletową błon komórkowych, a lignina wraz z substancjami śluzowatymi stanowią lepiszcze i łączą szkielet w całość.

W skład poszczególnych substancji organicznych wchodzi wyżej wymienione substancje organiczne składające się z węgla, tlenu wodoru i azotu, których udział w drewnie całkowicie suchym nie ulega zmianie i wynosi kolejno:

- węgiel – 50%;
- tlen – 43%;
- wodór – 6,1%;
- azot – 0,12%.

Innymi, równie ważnymi składnikami drewna są substancje mineralne, takie jak:

- potas;
- sód;
- węglan wapnia;
- sole kwasu węglowego, fosforowego i krzemowego.

Ich zawartość jest zmienna i wynosi 0,2 - 1,7%. Określa się ją na podstawie ilości popiołu powstałej po spaleniu drewna.

W drewnie występują również substancje uboczne, do których możemy zaliczyć:

- żywice;
- tłuszcze;



- barwniki;
- woski;
- garbniki;
- alkaloidy i inne.

Występuje również w niewielkich ilościach białko, które jest głównym pożywieniem dla grzybów i owadów.

2.11 Literatura

2.11.1 Literatura obowiązkowa

- Szczuka J., Żurowski J., Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego, WSiP, Warszawa 1999;
- Technologia tworzyw drzewnych, cz. 1, Praca zbiorowa WSiP, Warszawa 1986;
- Prażmo J., Technologia. Stolarstwo, cz. 1, WSiP, Warszawa 1985.

2.11.2 Literatura uzupełniająca

- Drouet T., Technologia płyt wiórowych, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 1992;
- Perkitny T., Stefaniak J., Technologia produkcji tworzyw drzewnych, Wydawnictwo PWRiL, Warszawa 1970;
- Polska Norma PN-EN 309:2005: Płyty wiórowe, Definicje i klasyfikacja;
- Polska Norma PN-EN 312:2005: Płyty wiórowe, Wymagania techniczne;
- Polska Norma PN-EN 313-1:2001: Sklejka, Klasyfikacja i terminologia, cz. 1. Klasyfikacja;
- Polska Norma PN-EN 313-2:2001: Sklejka, Klasyfikacja i terminologia, cz. 2. Terminologia;
- Polska Norma PN-EN 316:2001: Płyty pilśniowe, Definicje, klasyfikacja i symbole;
- Polska Norma PN-EN 319:1999: Płyty wiórowe i płyty pilśniowe, Oznaczanie wytrzymałości na rozciąganie w kierunku prostopadłym do płaszczyzn;
- Polska Norma PN-EN 622-1:2005: Płyty pilśniowe, Wymagania techniczne, Część 1. Wymagania ogólne;
- Polska Norma PN-EN 633:2000: Płyty cementowo-wiórowe. Definicje i klasyfikacja;
- Polska Norma PN-79/D-04204: Płyty wiórowe i paździerzowe. Oznaczanie zdolności utrzymywania wkrętów.

2.11.3 Netografia

- www.pl.all.biz/płyty;
- <http://budownictwopolskie.pl/index.php?q=node/5207>.

2.12 Spis tabel i rysunków

Rysunek 2.1 Wilgotnościomierz elektryczny Weissa.....	6
Tabela 2.1 Trwałość drewna w latach.....	11
Rysunek 2.2 Paczenie się materiałów tartych w zależności od miejsca położenia w kłodzie: 1, 2 – skurcz styczny, 3 – skurcz promieniowy równomierny, 4 – skurcz styczny i promieniowy.....	12
Tabela 2.2 Właściwości fizyczne i mechaniczne lignofolu	17
Rysunek 2.3 Belka do badania wytrzymałości drewna na zginanie dynamiczne	28

2.13 Spis treści

2	Określanie właściwości drewna i tworzyw drzewnych.....	2
2.1	Fizyczne właściwości drewna i tworzyw drzewnych	2
2.1.1	Barwa drewna	2
2.1.2	Połysk drewna.....	2
2.1.3	Rysunek drewna	2
2.1.4	Zapach drewna	3
2.1.5	Rodzaje wody w drewnie.....	3
2.1.6	Wilgotność drewna.....	3
2.1.7	Oznaczanie wilgotności drewna	4
2.1.8	Higroskopijność drewna	6
2.1.9	Nasiąkliwość i przesiąkliwość drewna	7
2.1.10	Pęcznienie i kurczenie się drewna.....	7
2.1.11	Gęstość i porowatość drewna	7
2.1.12	Właściwości cieplne drewna.....	9
2.1.13	Przewodność cieplna	9
2.1.14	Rozszerzalność cieplna.....	9
2.1.15	Właściwości elektryczne drewna.....	9
2.1.16	Właściwości akustyczne drewna.....	10
2.1.17	Trwałość drewna.....	10
2.1.18	Pękanie i paczenie się drewna.....	11
2.2	Właściwości fizyczne i mechaniczne tworzyw drzewnych.....	12
2.2.1	Okleiny i obłogi	12
2.2.2	Surowiec drzewny	13
2.2.3	Sklejka	13
2.2.4	Właściwości fizyczne i mechaniczne sklejek	15
2.2.5	Lignofol	15
2.2.6	Podział lignofolu	15
2.2.7	Zastosowanie	16
2.2.8	Lignoston	17
2.2.9	Drewno warstwowe.....	17
2.3	Płyta OSB.....	17
2.3.1	Rodzaje płyt OSB	18
2.3.2	Zastosowanie płyt OSB	18
2.4	Płyta stolarska	19
2.4.1	Zastosowanie płyt stolarskich	20

2.5	Płyty wiórowe.....	21
2.5.1	Zastosowanie	21
2.5.2	Zalety płyt wiórowych	21
2.5.3	Charakterystyka techniczna płyt wiórowych prasowanych (zwykłych)	22
2.6	Płyty wytłaczane.....	23
2.7	Płyty pilśniowe.....	23
2.7.1	Gęstość płyt.....	24
2.7.2	Wytrzymałość na zginanie	24
2.7.3	Barwa.....	24
2.7.4	Zalety	25
2.7.5	Wady	25
2.7.6	Zastosowanie płyt pilśniowych.....	26
2.7.7	Płyty MDF	26
2.8	Właściwości mechaniczne drewna	27
2.8.1	Wytrzymałość drewna na skręcanie	27
2.8.2	Udarność	27
2.8.3	Wytrzymałość drewna na zginanie dynamiczne.....	28
2.8.4	Wytrzymałość drewna na zmęczenie.....	28
2.8.5	Współczynnik bezpieczeństwa i naprężenia dopuszczalne	29
2.8.6	Wyboczenie drewna.....	29
2.8.7	Sprężystość i plastyczność drewna	29
2.8.8	Łupliwość.....	29
2.8.9	Twardość drewna	30
2.8.10	Czynniki wpływające na właściwości mechaniczne drewna	30
2.9	Właściwości technologiczne drewna i tworzyw drzewnych.....	31
2.9.1	Opis – właściwości technologiczne w podziale na właściwości drewna i właściwości tworzyw drzewnych.....	31
2.10	Właściwości chemiczne drewna	31
2.10.1	Skład chemiczny drewna	31
2.11	Literatura.....	32
2.11.1	Literatura obowiązkowa	32
2.11.2	Literatura uzupełniająca	32
2.11.3	Netografia	33
2.12	Spis tabel i rysunków.....	33