

ELEMENTY BUDOWLANE Z DREWNA I MATERIAŁÓW DREWNOPOCHODNYCH	N O R M A B R A N Ż O W A	BN-80
	Konstrukcje z drewna i materiałów drewnopochodnych	7159-04/01
	Metody badań i kryteria oceny wytrzymałościowej złączy na łączniki mechaniczne Badania	Grupa katalogowa 0739

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są rodzaje badań, sposób ich przeprowadzania oraz kryteria oceny wytrzymałościowej.

1.2. Określenia

1.2.1. konstrukcje z drewna i materiałów drewnopochodnych - konstrukcje budowlane drewniane, drewniane w połączeniu z materiałami drewnopochodnymi lub konstrukcje wyłącznie z materiałów drewnopochodnych.

1.2.2. złącze na łączniki mechaniczne - część konstrukcji składająca się z elementów połączonych ze sobą za pomocą łączników mechanicznych.

1.2.3. łącznik mechaniczny - element łączący poszczególne części złącza w całość, przenoszący siły z jednego elementu łączzonego na drugi.

1.2.4. próbka - złącze przeznaczone do badania.

1.2.5. siatka bilogarytmiczna - siatka, w której odcięte i rzędne są w skali logarytmicznej.

1.3. Oznaczenia. W treści niniejszej normy przyjęto następujące symbole i oznaczenia:

- A - powierzchnia łącznika,
- F - siła,
- F_k - nośność charakterystyczna złączy,
- F_n - siła niszcząca próbkę,
- F_d - nośność obliczeniowa złącza,
- i - indeks oznaczający kolejność próbek lub wyników,
- k - liczba próbek lub wyników, symbol wartości charakterystycznych,
- k_o - podatność złącza,
- K - moduł podatności złącza,
- m - liczba powierzchni ścinających w złączu, symbol wartości średnich,
- φ - współczynnik kierunkowy prostej,
- $m_o, m_1, m_2, m_{o1}, m_{o2}, m_{o3}$ - współczynniki,

- n - liczba łączników w próbce,
- s - sprężystość, odchylenie standardowe,
- t - czas,
- F_{kl} - nośność charakterystyczna łącznika na jedno cięcie,
- F_l - nośność łącznika na jedno cięcie,
- F_{d1} - nośność obliczeniowa łącznika na jedno cięcie,
- u_d - odkształcenie dopasowania,
- u - przemieszczenie wzajemne elementów próbki,
- u_{50} - odkształcenie złącza (przemieszczenie wzajemne) po 50 latach działania obciążenia,
- u_o - odkształcenie wstępne próbki,
- u_s - odkształcenie sprężyste złącza,
- u_t - przemieszczenie wzajemne elementów próbki po czasie t ,
- v_t - szybkość odkształceń złącza w czasie t ,
- z - teoretyczna szybkość odkształceń v_t po jednej dobie działania obciążenia,
- γ - częściowy współczynnik bezpieczeństwa.

2. BADANIA

2.1. Rodzaje badań

- a) Badanie nośności złączy,
- b) Badanie przemieszczeń elementów łączonych,
- c) Badanie wpływu czasu działania obciążenia,
- d) Badanie wpływu liczby łączników,
- e) Badania dodatkowe.

2.2. Wymagania dotyczące próbek

2.2.1. Materiał próbki. Materiały na elementy łączone i łączące w złączu powinny odpowiadać wymaganiom norm przedmiotowych oraz wymaganiom dodatkowym określonym w odpowiednich arkuszach niniejszej normy. W przypadkach uzasadnionych dopuszcza się odstępstwo od tych wymagań.

Zgłoszona przez Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Stolarki Budowlanej
Ustanowiona przez Dyrektora Zjednoczenia Przemysłu Stolarki Budowlanej dnia 11 grudnia 1980 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 kwietnia 1981 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 3/1981, poz. 15)

2.2.2. Kształt i wymiary próbki - wg odpowiedniego arkusza niniejszej normy, norm przedmiotowych lub dokumentacji technicznej. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się odstępstwo od tych wymagań.

2.3. Warunki prowadzenia badań

2.3.1. Wykonanie próbki. Elementy próbki powinny być w kształcie prostopadłościanu, krawędzie powinny mieć proste i wzajemnie do siebie prostopadłe. Pozostałe wymagania - wg 2.2.

2.3.2. Liczność próbek. Dla każdego rodzaju badania wg 2.1a) i 2.1b) minimalna liczba próbek k_{\min} powinna wynosić 12 sztuk. Dla badania wg 2.1c), 2.1d) i 2.1e) $k_{\min} = 6$ sztuk. W przypadku sprawdzania jakości złączy zakwestionowanych przy odbiorze, liczbę próbek k należy przyjmować zgodnie z normami przedmiotowymi na dane złącze. Liczba badanych próbek dla wszystkich rodzajów badań nie może być mniejsza niż 3 sztuki.

2.3.3. Przygotowanie próbek do badań. Przed wykonaniem badania każdą próbkę należy:

- klimatyzować przez minimum 6 dni w warunkach wg 2.3.5,
- oznakować w sposób uniemożliwiający pomylenie jej z innymi próbkami,
- opisać w protokole badań, określając:
 - kształt próbki i wymiary jej elementów łączonych i łączących,
 - rodzaj i wady występujące w materiałach elementów próbki,
 - rodzaj, liczbę i rozmieszczenie zastosowanych łączników,
 - wilgotność materiałów elementów próbki,
 - inne cechy mogące mieć wpływ na wyniki badań,
- oznaczyć stan położenia wzajemnego elementów próbki, np. za pomocą linii.

2.3.4. Oznaczenie wilgotności próbki - za pomocą przyrządów zapewniających dokładność pomiaru co najmniej do 1%.

2.3.5. Warunki cieplno-wilgotnościowe. Badania należy prowadzić w pomieszczeniu zamkniętym w temperaturze $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ i wilgotności względnej powietrza $60 \pm 5\%$. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się prowadzenie badań w innych warunkach.

2.3.6. Schemat statyczny badania - wg odpowiedniego arkusza niniejszej normy.

2.3.7. Urządzenia badawcze. Maszyny i urządzenia obciążające, przyrządy pomiarowe i urządzenia pomocnicze - wg PN-73/B-06281. Dopuszcza się stosowania innych urządzeń badawczych zapewniających wymaganą dokładność obciążeń do 1% i rejestrację przemieszczeń z dokładnością do 0,01 mm.

2.3.8. Oznaczenie gęstości materiałów próbki - wg norm przedmiotowych.

2.4. Badanie nośności złączy

2.4.1. Schemat statyczny badania - wg 2.3.6.

2.4.2. Metoda badania polega na poddaniu złącza obciążeniu wzrastającemu od zera do wielkości odpowiadającej zniszczeniu złącza oraz na zarejestrowaniu wielkości siły niszczącej - F_n .

2.4.3. Sposób przeprowadzenia badania. Próbkę przygotowaną do badania wg 2.3.3 należy zamocować w maszynie wytrzymałościowej i obciążać ją w sposób równomierny zgodnie z 2.4.2. Za zniszczenie próbki przyjmuje się cofnięcie wskazówki siłomierza maszyny wytrzymałościowej lub zatrzymanie się jej na określonym poziomie przy wzajemnym przemieszczeniu elementów próbki większym niż 15 mm. Po badaniu należy oznaczyć wilgotność elementów próbki wg 2.3.4 oraz ich gęstość wg 2.3.8.

2.4.4. Wyniki badania. W wyniku badania należy obliczyć:

- Nośność F_{1i} łącznika na jedno cięcie wN wg wzoru

$$F_{1i} = \frac{F_{ni}}{m \cdot n} \quad (1)$$

lub w Pa

$$F_{1i} = \frac{F_{ni}}{m \cdot A} \quad (2)$$

w którym:

- F_{ni} - nośność i -tej próbki, N,
- m - liczba powierzchni ścinających wg odpowiedniego arkusza niniejszej normy,
- A - powierzchnia łącznika w próbce wg odpowiedniego arkusza niniejszej normy, mm^2 ,
- n - liczba łączników w próbce.

- Nośność średnia F_m badanej serii złączy w N lub w Pa wg wzoru

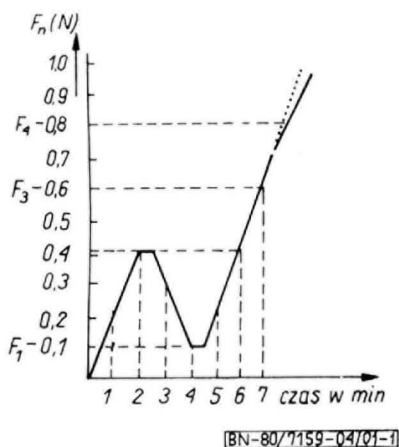
$$F_m = \frac{\sum_{i=1}^{i=k} F_{ni}}{k} \quad (3)$$

- Nośność średnią F_{m1} łącznika na jedno cięcie w N lub w Pa wg wzoru

$$F_{m1} = \frac{\sum_{i=1}^{i=k} F_{1i}}{k} \quad (4)$$

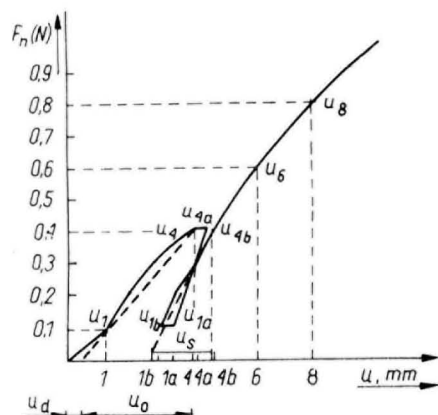
2.5. Badanie przemieszczeń elementów łączonych

2.5.1. Metoda badania polega na poddaniu próbki obciążeniu wstępnemu, odciążeniu i ponownemu jej obciążeniu aż do zniszczenia wg schematu podanego na rys. 1 z równoczesną rejestracją wzajemnych przemieszczeń elementów próbki u_i (rys. 2) oraz siły niszczącej F_{ni} .



BN-80/7159-04/01-1

Rys. 1. Schemat przebiegu obciążenia



BN-80/7159-04/01-2

Rys. 2. Schemat pomiarów przemieszczeń

2.5.2. Sposób przeprowadzenia badania. Próbkę przygotowaną do badania wg 2.3.3 należy zamocować w maszynie wytrzymałościowej zgodnie ze schematem statycznym badania. Po zainstalowaniu przyrządów pomiarowych do pomiaru wzajemnych przemieszczeń elementów próbki należy poddać ją obciążeniu o wielkości $F_1 = 0,1 F_n$ i dokonać odczytów przemieszczeń u_1 . Następnie należy zwiększyć obciążenie do wielkości $F_2 = 4 F_1$ partiami o wielkości każdej równej F_1 i dokonać odczytów przesunięć u_4 . Czas zwiększania obciążenia o wartości F_1 powinien wynosić 30 s. Po osiągnięciu obciążenia F_2 należy próbkę pozostawić pod tym obciążeniem na 30 s, dokonać odczytów przemieszczeń u_{4a} i odciążyć próbkę do wartości obciążenia F_1 . Czas obciążania powinien wynosić 30 s dla każdej wartości równej F_1 . Po osiągnięciu tego obciążenia należy dokonać odczytów przemieszczeń u_{1a} i próbkę pozostawić pod tym obciążeniem na 30 s. Po odczytaniu przemieszczeń u_{1b} próbkę należy obciążać partiami o wielkości F_1 do wielkości $F_2 = 4 F_1$, a następnie do wielkości $F_3 = 6 F_1$ oraz $F_4 = 8 F_1$, dokonując odczytów przemieszczeń u_{4b} , u_6 i u_8 . Po dokonaniu tych odczytów próbkę należy obciążać aż do zniszczenia. Czas obciążania próbki powinien wynosić 30 s na każdy przyrost obciążenia F_1 .

2.5.3. Wyniki badania. W wyniku badania złączy należy określić dla każdego złącza:

a) odkształcenie wstępne u_o w mm jako mniejszą z wartości otrzymanych ze wzorów

$$u_o = \frac{4(u_{4a} - u_{1a})}{3} \quad (5)$$

$$u_o = u_{4a} \quad (6)$$

b) odkształcenie dopasowania u_d w mm wg wzoru

$$u_d = u_{4a} - u_o \quad (7)$$

c) odkształcenie sprężyste u_s w mm wg wzoru

$$u_s = \frac{4}{3} \left(\frac{u_{4a} + u_{4b}}{2} - \frac{u_{1a} + u_{1b}}{2} \right) \quad (8)$$

d) odkształcenie u_{F_3} w mm wg wzoru

$$u_{F_3} = u_o + u_6 - u_{4b} \quad (9)$$

e) odkształcenie u_{F_4} w mm wg wzoru

$$u_{F_4} = u_o + u_8 - u_{4b} \quad (10)$$

f) podatność k_o złącza w mm/N wg wzoru

$$k_o = \frac{u_o}{4 F_1} \quad (11)$$

g) nośność złącza F_n wg 2.4.2 oraz dla serii badanych złączy,

h) wartości średnie u_{om} , u_{dm} , u_{sm} , u_{F_3m} , u_{F_4m} , k_{om} , F_m .

2.6. Badanie wpływu czasu działania obciążenia

2.6.1. Schemat statyczny badania - wg 2.3.6.

2.6.2. Metoda badania. Badanie polega na poddaniu próbki działaniu obciążenia o wielkości F_2 wg 2.5 przez określony okres oraz na pomiarze przemieszczeń wzajemnych elementów próbki w tym czasie.

2.6.3. Warunki prowadzenia badania. Badanie należy prowadzić w pomieszczeniu zamkniętym w warunkach cieplno-wilgotnościowych podanych w 2.3.5.

2.6.4. Parametry pomiarowe. Podczas badania należy dokonywać zapisów następujących wielkości:

- przemieszczeń wzajemnych elementów próbki w czasie działania obciążenia, mm,
- czasu do zniszczenia próbki w przypadku jego wystąpienia,
- temperatury i wilgotności powietrza w pomieszczeniu badawczym w czasie prowadzenia badań, °C, %.

2.6.5. Zasady pomiaru przemieszczeń. Pomiar przemieszczeń wzajemnych elementów próbki należy wykonywać w sposób ciągły (ciągły zapis).

Dopuszcza się dokonywanie odczytów przemieszczeń w sposób skokowy (nieciągły) wg następujących zasad: - pierwszego odczytu dokonuje się przed obciążeniem próbki, - drugiego odczytu po przyłożeniu obciążenia, - następnych odczytów dokonuje się minimum: przez 10 dób co 24 h, przez następne 20 dób co 48 h, przez dalsze 30 dób co 5 dób, a następnie do końca badania co 10 dób.

2.6.6. Czas działania obciążenia ustalany jest każdorazowo na podstawie otrzymanych wyników i trwa do chwili ustalenia możliwości określenia przybliżonej zależności zmian szybkości przemieszczeń wzajemnych elementów próbki od czasu działania obciążenia. Minimalny czas działania obciążenia wynosi 100 dób.

2.6.7. Sposób przeprowadzenia badania. Próbkę przygotowaną do badania wg 2.3.3 należy zamocować w urządzeniu badawczym. Po założeniu przyrządów do pomiaru przemieszczeń wzajemnych elementów próbki należy dokonać odczytów ich wskazań, tzw. odczytów zerowych, a następnie obciążyć próbkę do wielkości zgodnej z 2.6.2. Po dokonaniu odczytów przemieszczeń należy zostawić próbkę pod obciążeniem na okres wg 2.6.6 i wykonywać przemieszczenia zgodnie z 2.6.5.

2.6.8. Pomiar temperatury i wilgotności względnej powietrza powinien być wykonywany w sposób ciągły (aparatura samopisząca).

2.6.9. Wyniki badania. W wyniku badania każdego złącza należy:

- obliczyć przemieszczenia wzajemne elementów:
 - po obciążeniu u_a , mm,
 - w trakcie działania obciążenia zgodnie z 2.6.5 - u_t , mm,
- określić czas do zniszczenia złącza w przypadku jego zaistnienia w czasie badania,
- obliczyć szybkość odkształceń złącza w czasie v_t w mm/d wg wzoru

$$v_t = \frac{u_t - u_a}{t} \quad (12)$$

w którym:

- u_t, u_a - wg poz. a),
- t - czas działania obciążenia, doby,
- d) nanieść np. na siatce bilogarymicznej zależność szybkości odkształceń v_t od czasu t wg (12), przy czym oś odciętych powinna określić miarę czasu w dobach, oś rzędnych miarę szybkości odkształceń, mm/dobę,
- e) aproksymować wykres wg poz. d) prostą linią, np. obrazującą zależność teoretyczną szybkości odkształceń od czasu,
- f) oznaczyć przybliżone wartości parametrów linii, np. φ i z równania wg poz. c)

$$\lg v_t = \varphi \lg t + \lg z \quad (13)$$

w którym:

- φ - współczynnik kierunkowy prostej na wykresie,
- z - teoretyczna szybkość odkształceń v_t po jednej dobie działania obciążenia, mm/d,
- g) obliczyć odkształcenie po 50 latach u_{50} w mm ze wzoru

$$u_{50} = z \cdot t_{50} (1 + \varphi) + u_a \quad (14)$$

w którym:

- φ, z - ze wzoru (13),
- u_a - wg poz. a),
- t_{50} - 18 250 dób (50 lat),
- h) dla serii złączy należy obliczyć wartość średnią u_{50m} .

2.7. Badanie wpływu liczby łączników

2.7.1. Schemat statyczny badania - wg 2.3.6.

2.7.2. Rodzaj próbki - wg odpowiedniego arkusza niniejszej normy.

2.7.3. Metoda badania - wg 2.4.2.

2.7.4. Sposób przeprowadzenia badania - wg 2.4.3.

2.7.5. Wyniki badania - wg 2.4.4.

2.8. Badania dodatkowe - odpowiednio wg poszczególnych arkuszy normy.

3. KRYTERIA OCENY WYTRZYMAŁOŚCIOWEJ

3.1. Nośność charakterystyczna złączy F_k należy obliczyć w N lub w Pa ze wzoru

$$F_k = F_m - t_\alpha \cdot s \quad (15)$$

w którym:

- F_m - wg wzoru (3), przy czym za F_{ni} należy podstawić wszystkie wartości F_n z badań przeprowadzonych wg 2.4 i 2.5, N.
- t_α - odpowiedni współczynnik z tablic rozkładu normalnego na poziomie istotności $\alpha = 0,05$,
- s - odchylenie standardowe N obliczone ze wzoru

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=k} (F_{ni} - F_m)^2}{k - 1}} \quad (16)$$

3.2. Nośność charakterystyczna łącznika na jedno cięcie F_{1k} oblicza się w N lub w Pa ze wzoru

$$F_{1k} = \frac{F_k}{m \cdot n} \quad (17)$$

lub

$$F_{1k} = \frac{F_k}{m \cdot A} \quad (18)$$

w którym:

- F_k - wg 3.1,
- m, n, A - wg 2.4.4.

3.3. Moduł podatności złączy K oblicza się w N/mm ze

wzoru

$$K = \frac{1}{k_{om}} \quad (19)$$

3.4. Nośność obliczeniowa złączy F_d oblicza się w N

lub Pa ze wzorów

$$F_d = \frac{F_k \cdot m_o}{\gamma} \quad (20)$$

$$F_d = \frac{F_k \cdot m_o}{2,25} \quad (21)$$

$$F_d = K \cdot 1,5 \cdot m_o \quad (22)$$

w którym:

 F_k - wg 3.1.

$$m_o = m_{o1} \cdot m_{o2} \cdot m_{o3},$$

 m_{o1} - współczynnik określający wpływ liczby łączników wg odpowiedniego arkusza niniejszej normy, m_{o2} - współczynnik określający wpływ warunków wykonania złączy, $m_{o2} = 0,9$ dla wykonania przemysłowego konstrukcji, $m_{o2} = 0,8$ dla innych warunków wykonania konstrukcji, m_{o3} - współczynnik określający czynniki dodatkowe mające wpływ na nośność obliczeniową złączy - wg odpowiedniego arkusza niniejszej normy.

$$\gamma = \gamma_1 \cdot \gamma_2 \quad (23)$$

$$\gamma_1 = \frac{F_m}{F_k}$$

$$\gamma_2 = 1,5 \text{ dla } u_{50} \leq 2,25 \quad (24)$$

$$\gamma_2 = 1,5 \frac{u_{50}}{2,25} \text{ dla } u_{50} > 2,25$$

 K - wg wzoru (19)

Za nośność obliczeniową złączy przyjmuje się wartość mniejszą ze wzorów (20), (21), (22).

3.5. Nośność obliczeniowa łączników na jedno cięcie F_{d1} oblicza się w N lub w Pa ze wzorów

$$F_{d1} = \frac{F_o}{m \cdot n} \quad (26)$$

lub

$$F_{d1} = \frac{F_o}{m \cdot A} \quad (27)$$

w którym:

 F_o - wg 3.4. m, n, A - wg 2.4.4.4. DOBÓR RODZAJU BADAŃ

W zależności od zakresu stosowania normy wg BN-80/7159-04/00 p. 2. zaleca się przeprowadzanie następujących rodzajów badań:

- dla zakresu wg 2a) - badanie wg 2.4,
- dla zakresu wg 2b) - wszystkie badania wg rozdz. 2,
- dla zakresu wg 2c) - badania wg 2.4 i 2.5,
- dla zakresu wg 2d) - badania wg 2.4.

5. KRYTERIA OCENY WYTRZYMAŁOŚCIOWEJ ZŁĄCZY ZAKWESTIONOWANYCH PRZY ODBIORZENośność F_1 łącznika na jedno cięcie w N lub w Pa powinna spełniać zależność

$$F_1 \geq \frac{T \cdot \gamma}{m_{o2}} \quad (28)$$

w której:

 T - nośność łącznika na jedno cięcie, obliczona wg PN-81/B-03150/03 F_1 - nośność łącznika na jedno cięcie otrzymana z badań $\gamma = \gamma_1 \cdot \gamma_2$ γ_1 - częściowy współczynnik bezpieczeństwa, określający szacunkowo wpływ jednorodności materiału na nośność złącza, $\gamma_1 = 1,25$ - dla drewna, $\gamma_2 = 1,5$ - dla materiałów drewnopochodnych, γ_2 - częściowy współczynnik bezpieczeństwa określający wpływ obciążeń długotrwałych, $\gamma_2 = 1,5$, $m_{o2} = 0,80$ - współczynnik wg 3.4.6. DOKUMENTACJA BADAŃ

Dokumentacja każdego badania powinna zawierać:

- opis próbek poddanych badaniu,
- opis metody badania,
- dane dotyczące dokładności zastosowanych przyrządów pomiarowych,
- dziennik przebiegu badania z ewentualną dokumentacją fotograficzną,
- zestawienie wyników badań.

K O N I E C

Informacje dodatkowe

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę - Centralny Ośrodek
Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Stolarstwa Budowlanego,
Wołomin.

2. Normy związane
PN-81/B-03150 Konstrukcje z drewna. Obliczenia statyczne
i projektowanie. Złącza
PN-76/B-03001 Konstrukcje i podłoża budowli. Ogólne za-
sady obliczeń
PN-73/B-06281 Prefabrykaty budowlane z betonu. Metody
badań wytrzymałościowych

3. Normy zagraniczne
CIB-RILEM Timber Standard -06. Test of mechanical fa-
steners. Test method for short - term testing. Projekt

4. Autorzy projektu normy - prof. mgr inż. Wincenty
Michniewicz, doc. dr inż. Zbigniew Dziarnowski, mgr inż.
Danuta Skalmowska.
Konsultacja: doc. dr inż. Władysław Nożyński.

5. Wydanie 2 - stan aktualny: marzec 1987; uaktualnio-
no normę związaną.