

PROF. DR. JAN BOGUCKI.
TREŚĆ WYKŁADÓW
STATYKI BUDOWLI
W POLITECHNICE WARSZAWSKIEJ.



NAKŁADEM KOMISJI WYDAWNICZEJ
TOW. BRATNIEJ POMOCY
STUDENTÓW POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ.
1917 • WARSZAWA • 1918.

Wszystkie prawa zastrzeżone!



nr. inw. 10

*Wydawnictwo niniejsze prowadził
Sextus Lewicki
Student Politechniki Warszawskiej.*

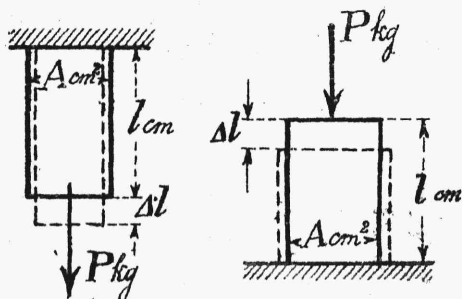


A. WYTRZYMAŁOŚĆ NA CIĄNIENIE I CIŚNIENIE.

WZORY ZASADNICZE.

Sila P kg. działa osiowo na graniastosłup o długości l cm. a przekroju A cm². PRAWO HOOKA, ważne do granicy sprężystości (proporcjonalności):

RYS. 1.



$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{P}{\epsilon A} \text{ albo } \lambda = \frac{\nu}{\epsilon}$$

$\frac{\Delta l}{l} = \lambda$ - wydłużenie jednostkowe.

$\frac{P}{A} = \nu$ - napięcie (siła zewnętrzna lub wewnętrzna na cm² przekroju, przy działaniu osiowej siły P ;

zresztą ogólnie $P = \nu dA$, stąd ν .)

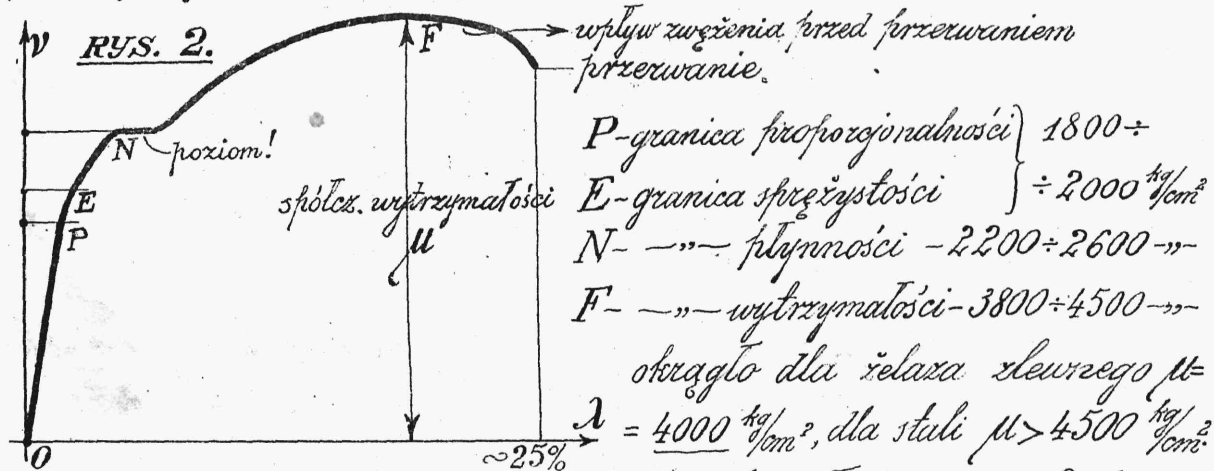
$E = \text{spółczynnik}$ sprężystości	żelazo, aluminium i stal	$E = 2\,200\,000$
	— — — — — łane	1 000 000
	drewno miękkie do wł.	110 000
	beton	230 000

Dla $\nu = 1$ będzie $\lambda = \frac{1}{\epsilon} = \alpha$ - współczynnik wydłużenia (BACH).

LINIA ODKSZTAŁCEN I NAPIĘŻEN.

Ogólnie dla ciał sprężystych: do granicy proporcjonalności linia prosta, potem łuk aż do granicy wytrzymałości. Dla ciał niesprężystych (kruchych) tylko linia krzywa.

Linia odkształceń dla ŻELAZA ZLEWNEGO (wynikła podczas prób wytrzymałości na ciągnięcie):



Pole zawarte między krzywą odkształceń a osią λ przedstawia PRACĘ ODKSZTAŁCENIA 1 cm^3 danego materiału.

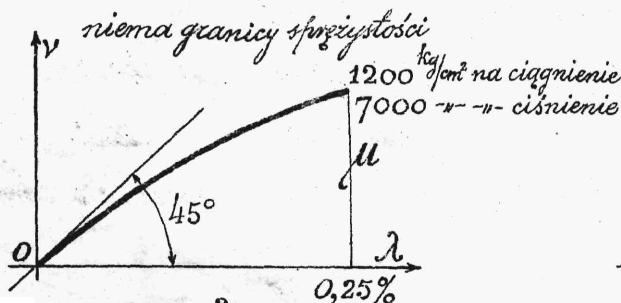
TETMAJER uważa pracę całkowitą aż do przerwania jako miarę dobroci materiału i nazywa ją ODPORNOSCIĄ

$$L = \int v d\lambda$$

Nazywając stosunek pola tej krzywej do całkowitego prostokąta $\mu\lambda$ PEŁNOŚCIĄ WYKRESU η , otrzymamy $L = \eta \cdot \mu \cdot \lambda$; (dla żelaza zlewne $\eta = 0,92$).

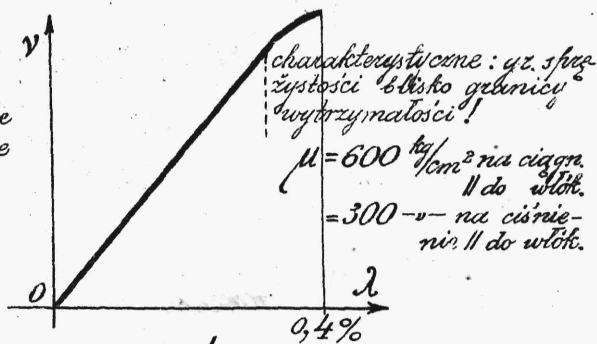
W myśl zasady TETMAJERA prześledzi rozporządzenie austriackiego ministerstwa kolei z r. 1904 dla żelaza zlewne: ILOCZYN $\mu \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ przez λ w % = 100 (np. jeśli z próby wypadło $\mu = 4,0 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$, powinno być $\lambda = 25\%$, $\mu\lambda = 100$).

ŻELAZO LANE.



RYS. 3.

DRZEWO MIĘKKIE.



RYS. 4.

NATEŻENIE DOPUSZCZALNE. OBLICZANIE PRZEKROJU NA CIŚN. LUB CIĄGN.

Nateżenie dopuszczalne $\tau = \frac{\mu}{n}$

(μ - współczynnik wytrzymałości, n - stopień pewności).

Dla budowli statycznych: żel. zlewne - $n = 4$ (pewność 4-zakrotna).

— łane - $n = 10$

drzewo — $n = 6$

kamień, cegła - $n = 10$ i t. d.

Przekrój potrzebny na ciśnienie lub ciągnięcie:

$A = \frac{\text{najw. } P}{\tau}$ przy działaniu osiowym P . Tyle cm^2 powinien mieć PRZEKRÓJ UŻYTECZNY t. j. po odciągnięciu dziur na nity, zacięć i t. d.



B. WYTRZYMAŁOŚĆ

NA ŚCINANIE.

Analogicznie do prawa HOOKA:

$$\frac{\Delta S}{\Delta S'} = \frac{Q}{\epsilon' A} = \frac{G_1}{\epsilon'} = \varphi$$

(G_1 = nateżenie ścinające).

Ścinanie bez zginania:

$$P = A \cdot \mu_1$$

(najw. $G_1 = \mu_1$ = współw. wytrzymałości na ścinanie).

Dla metali: $\mu_1 = \frac{4}{5} \mu$ na ciągnięcie.

Podobnie nateżenie dopuszczalne na ścinanie:

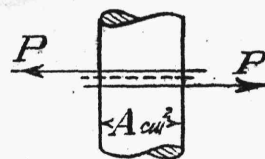
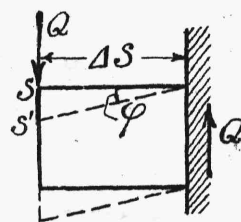
dla żelaza zlewne $\tau_1 = \frac{4}{5} \tau$, w budownictwie:

$$\tau = 1000 \text{ kg/cm}^2, \quad \tau_1 = 800 \text{ kg/cm}^2 \dots$$

dla drzewa || do włókien $\tau_1 = \frac{1}{8} \tau$, w budownictwie:

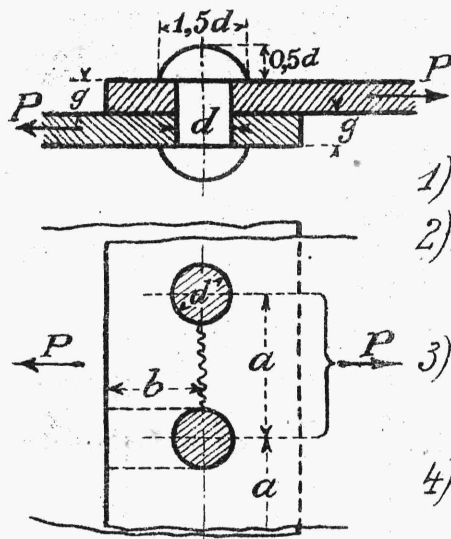
$$\tau = 80 \text{ kg/cm}^2, \quad \tau_1 = 10 \text{ kg/cm}^2 \dots$$

dla drzewa ⊥ do włókien $\tau_1 = \frac{1}{4} \tau$.



RYS. 5.

NITOWANIE POJEDYŃCZE.



RYS. 6.

Równania zasadnicze działania sił na połączenie na długości a :

- 1) dla ścięcia nitów: $P = \frac{\pi d^2}{4} \tau_1$
- 2) dla przerwania blachy w szwie }
 $P = (a-d) g \tau$
- 3) dla wyrywania blachy przed brzegiem obciążonym }
 $P = 2 b g \tau_1$
- 4) dla ciśnienia na ściankę dziury:
 $P = d \cdot g \cdot \tau_2$

Z porównania 1) i 2) wynika: $\frac{a}{g} = \frac{\pi}{5} \left(\frac{d}{g}\right)^2 + \frac{d}{g}$;

— " — 1) i 3) — " — $\frac{b}{g} = 0,39 \left(\frac{d}{g}\right)^2$, praktycznie za mało. Zamiast tego według TETMAJERA:

$b = 2d$ dla dziur przebijanych, i

$b = 1,9d$ dla dziur wierconych.

Z doświadczeń dla 4) wynika: $\tau_2 = 1,6 \tau$
 (żelazo zlewne: $\tau_2 = 1600 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$).

Stosunek mocy szwu do mocy blachy pełnej

$$v = \frac{a-d}{a} = \frac{1}{1 + \frac{5g}{\pi d}} \text{ wynosi dla:}$$

	ZBIORNIKI		KOTŁY	MOSTY, DACHY	
$\frac{d}{g} =$	1	1,5	2	2,5	3
$\frac{a}{g} =$	1,63	2,91	4,51	6,42	8,65
$v =$	0,39	0,49	0,56	0,61	0,65

NITOWANIE SZCZELNE. SZCZELNO-MOCNE. NITOW. MOCNE.

NITOWANIE PODWÓJNE (ŁAŃCUCHOWE).

Równania zasadnicze:

$$1) P = 2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot \tau_1$$

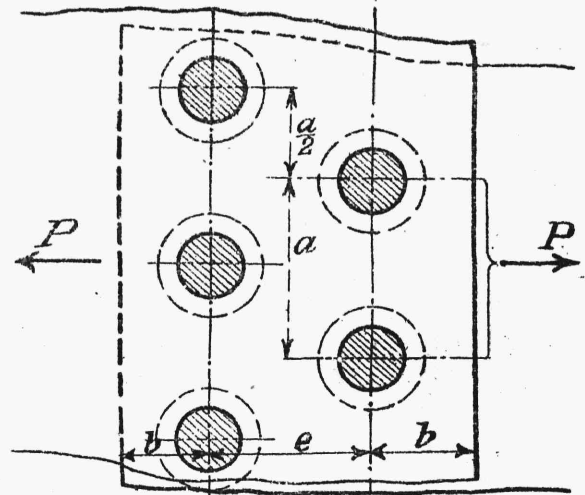
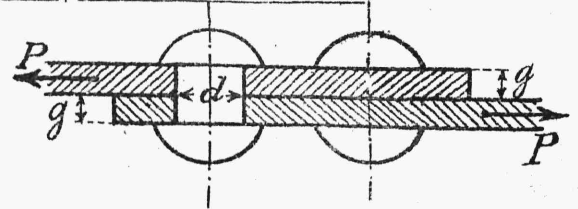
$$2) P = (a - d) \cdot g \cdot \tau$$

stąd: $\frac{a}{g} = \frac{2\pi}{5} \left(\frac{d}{g}\right)^2 + \frac{d}{g}$

Stosunek mocy szwu $v = 0,56 \div 0,80$ większy niż przy nitowaniu pojedynczym.

Z doświadczeń wypada, aby szew nie był zryzakowaty:

$$e \geq \frac{1}{2}a, \quad b \geq 1,5d$$



RYS. 7.

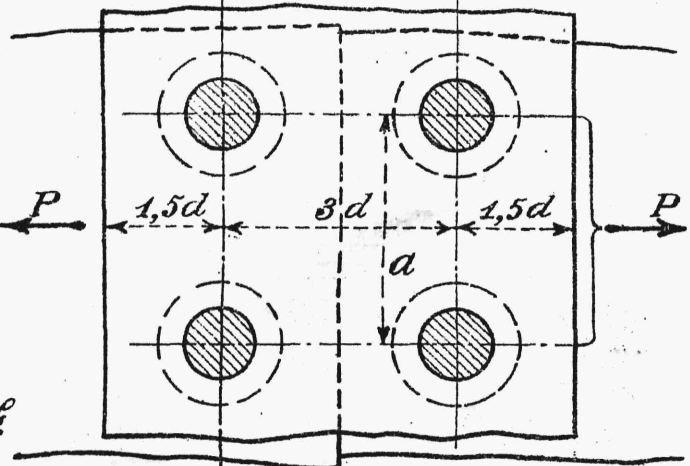
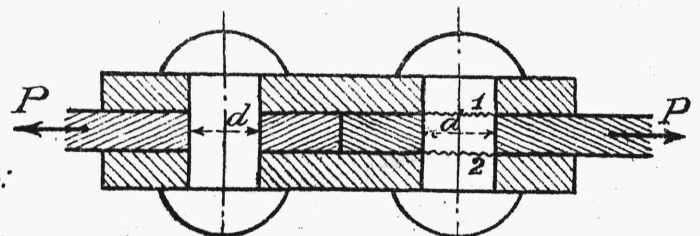
NITOWANIE POJEDYŃCZE Z 2 PRZYKŁADKAMI.

Równania jak dla nitowania podwójnego, jednak z innego powodu: występują tu nity dwu-
cięte.

Tu jednak obliczenie nie według $P = 2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot \tau_1$, lecz, co zwykle niekorzystniejsze, według:

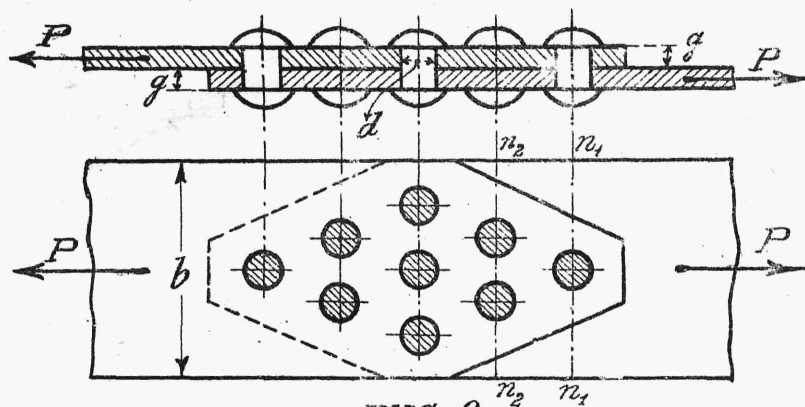
$$P = d \cdot g \cdot \tau_2$$

(ciśnienie na ściankę dziury).



RYS. 8.

NITOWANIE WSTĘG PŁASKKICH.



RYS. 9.

Zasada: niekorzystnie jest rozłożyć wszystkie nity w jednym szeregu poprzecznym, albo w jednym szeregu podłużnym—a więc:

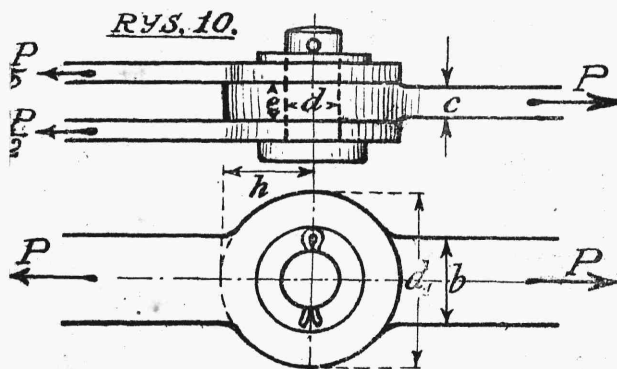
grupa nitów, których liczba $n_1, n_2 \dots$ rośnie ku środkowi grupy. Przekrój pełny wstęgi $A = b.g$.

Równania: $P = \tau(A - n_1 d g)$

$$P = \tau(A - n_2 d g) + \tau_1 n_1 \frac{\pi d^2}{4}$$

Stąd wypada stosunek $\frac{n_2}{n_1}$ o wartościach między 3 a 2 dla jednakowej pewności w pierwszym i drugim rzędzie. Dla $n_2 < 2n_1$ będzie pierwszy rząd niebezpiecznym i według niego się oblicza wstęgę. Całkowita liczba nitów raz ciętych: $n = \frac{P}{S}$, gdzie $S = \frac{\pi d^2}{4} \tau_1$ jest siłą przeniesioną przez 1 nit na ścinanie (z tablic); dla nitów dwuciętych $n = \frac{P}{S_2}$, gdzie $S_2 = d g \tau_2$ siła przeniesiona przez 1 nit ze względu na ciśnienie na ściankę dziury. (Patrz tablicę nitów—część IV—str. 94-95.)

POŁĄCZENIA PRZEGIBNE.



RYS. 10.

Pręt płaski: przekrój normalny $A = \frac{P}{\tau} = b.c$; Przekrój w oku: teoretycznie $A_1 = A$, w praktyce $A_1 = (1.5 \text{ do } 1.7). A$; Sworzeń raz cięty: $P = \frac{\pi d^2}{4} \tau_1$
 —"— dwucięty: $P = 2 \frac{\pi d^2}{4} \tau_1$

jednak raczej $P = d \cdot e \cdot \tau_2$, stąd d lub e .

Zwykle $d = \frac{1}{2} b$ (jak najmniejsze, ze względu na ułatwienie obrotu i wpływ naprężeń drugorzędnych).

Ze względu na ścinanie w płaszczyznach ukośnych często oko eliptyczne ($h > \frac{d_1}{2}$).

OBŁICZENIE ŚRUB.

Rdzeń sworznia na ciągnięcie:

$$P = \frac{\pi d_o^2}{4} \cdot \tau \text{ dla śrub rozciąganych osiowo.}$$

Rdzeń sworznia na ścinanie:

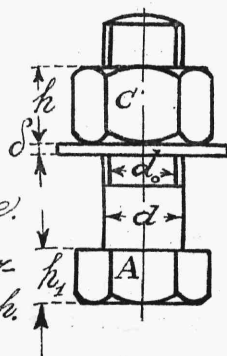
$$P = \frac{\pi d_o^2}{4} \cdot \tau_1 \text{ dla śrub ścinanych poprzecznie.}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Dla ścinania głowy (A)} \quad P = d \pi h_1 \cdot \tau_1 \\ \text{--- " --- naśrubka (C)} \quad P = d_o \pi h \cdot \tau_1 \end{array} \right\} \text{ dla śrub rozciąganych.}$$

stąd h_1 i h praktycznie za małe, więc normalnie:

$$h_1 = 0,7 d \quad h = d$$

Inne wymiary śrub według skali WITWORTH.



RYŚ. 11.



C. WYTRZYMAŁOŚĆ NA ZGINANIE.

OKREŚLENIA Z TEORJI BELEK.

a) Momentem zgięcia M w pewnym przekroju, oddalonym o x od lewej podpory nazywamy sumę algebraiczną momentów statycznych (ze względu na przekrój) wszystkich sił zewnętrznych, po lewej stronie przekroju działających, włącznie z oddziaływaniem podpory.

b) Siłą poprzeczną Q w pewnym przekroju nazywamy sumę algebraiczną sił zewnętrznych po lewej stronie przekroju włącznie z oddziaływaniem.