

5. Próby materiałów budowlanych na zginanie, ścinanie, zgniatanie i skręcanie.

Doświadczenia na zginanie beleczek próbnych odbywać się mogą np. na maszynie typu Amsler'a, przedstawionej na rys. 176 (str. 168), która może służyć jednocześnie do prób na wyciąganie, ściskanie i zginanie. Rolę schematu tej maszyny odegrać może schemat, przedstawiony na rys. 163, jeżeli przyjmiemy, że dolna część EF ruchomej ramy zastąpiona została przez poprzeczkę, do której od dołu przytwierdzony jest uchwyt A , a która przesuwa się w kierunku pionowym w płaszczyźnie ramy.

Próbka, przeznaczona do wyciągania, umieszcza się tu dolnym końcem w nieruchomym uchwycie B , górnym zaś w uchwycie A w dolnej części poprzeczki. Próbka, przeznaczona do ściskania, umieszcza się za pomocą odpowiednich podkładek między górną częścią HJ nieruchomej ramy, a górną powierzchnią poprzeczki EF . W rzeczywistości obie ramy, ruchoma i nieruchoma, umieszczone są w płaszczyznach do siebie prostopadłych (rys. 176).

Próba na zginanie odbywa się w następujący sposób:

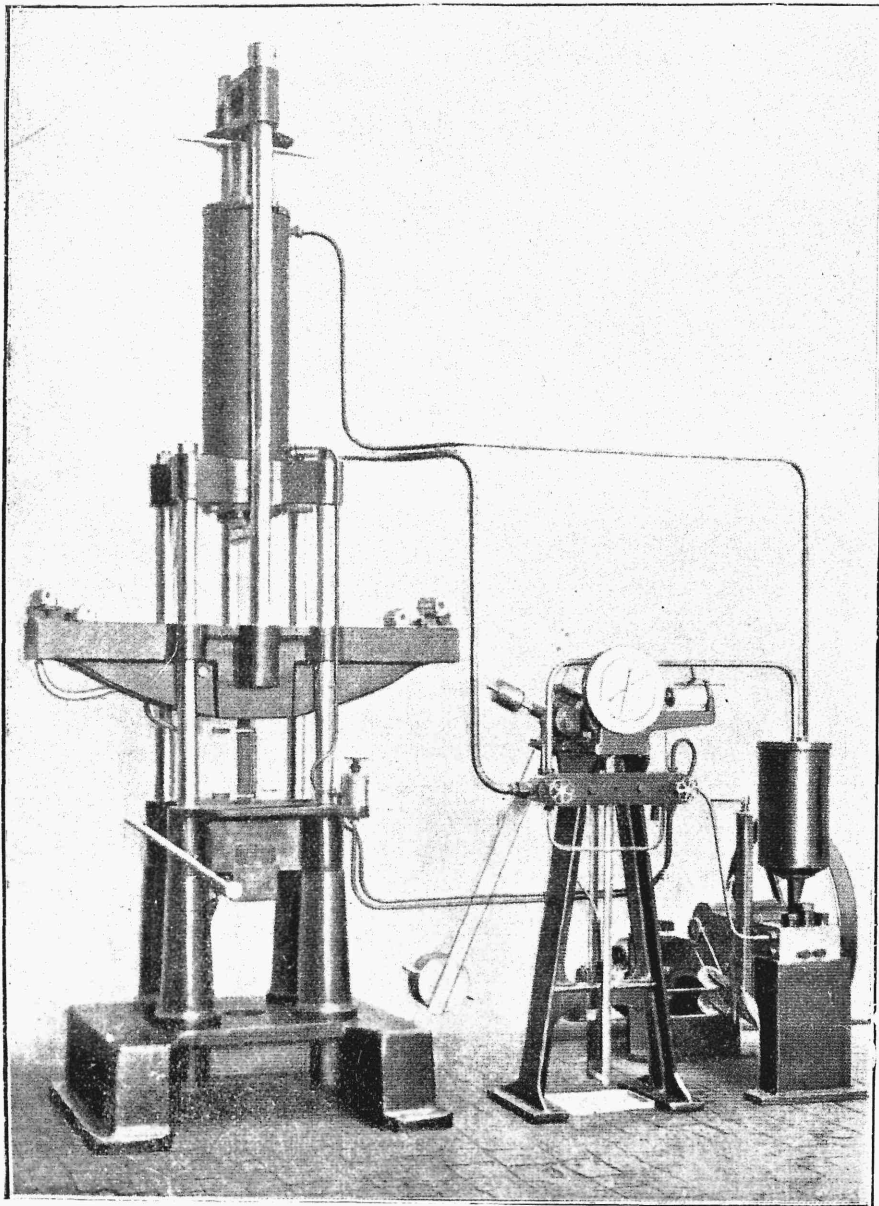
Beleczkę próbną umieszczamy na dwóch rolkowych podporach na górnej powierzchni poprzeczki, równoległe do jej osi podłużnej i symetrycznie względem jej środka. W górnej części nieruchomej ramy (HJ na rys. 163) umieszczamy ostrze, skierowane ku dołowi i prostopadłe do podłużnej osi próbnej beleczki. Gdy w ruch puszczamy pompę, rama z poprzeczką ($CDFE$ na rys. 163) unosi się do góry i przyciska do ostrza ustawioną na niej beleczkę próbną. W ten sposób ta ostatnia zostaje postawiona w warunki belki swobodnie podpartej i zginanej siłą skupioną, zaczepioną do środka belki.

Ponieważ poprzeczka połączona jest nitką z bębnem dynamometru wahadłowego (rys. 176), a ciecz, skierowana do maszyny, również przez dynamometr przechodzi, możemy tu otrzymać wykres próby w ten sam sposób, jak w wypadku umówionym w § 3 niniejszego rozdziału.

Drogą prób na zginanie porównujemy z doświadczeniem wyniki teorii oraz ustalamy pewne dane cyfrowe, np. wytrzymałość na zginanie drzewa, która wobec niejednorodności materiału nie znajduje się w tak prostej zależności od wytrzymałości na wyciąganie i ściskanie, jak to ma miejsce dla żelaza i stali.

Podajemy tu parę cyfr, dotyczących wytrzymałości na zginanie drzewa i współczynników sprężystości drzewa przy zginaniu.

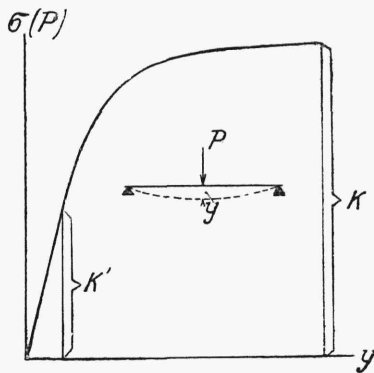
Dla dębu	$K_s = 600 \text{ k/cm}^2$	$E = 99\,000 \text{ k/cm}^2$
„ sosny	$K_s = 400$	$E = 85\,000$



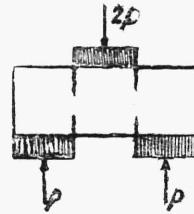
Rys. 176.

Wykres próby na zginanie drewnianych beleczek przedstawiony jest na rys. 177.

Do prób na ścinanie wyzyskać możemy prasę używaną do prób na ściskanie. W tym celu umieszczamy próbkę o kształcie pryzmatycznym z badanego materiału poziomo między płyty prasy zapomocą trzech podkładek, dwóch na dolnej płycie i jednej pod górną (rys. 178), tak jednak, aby żadna z dolnych nie leżała naprzeciwko górnej. Dzięki takiemu przygotowaniu doświadczenia, w czasie działania prasy podkładowi, naciskając na próbkę, wywołać muszą jej ścinanie. W ten sposób schemat próby odpowiadać będzie schematowi z rys. 104 (rozdz. VI). Dzieląc siłę nacisku prasy, uwidocznioną na dynamometrze, przez sumę przekrojów, w których próbka została ścięta, otrzymujemy średnią wytrzymałość jej na ścinanie w sensie omówionym w rozdz. VI, 2.



Rys. 177.



Rys. 178.

Dopuszczalne naprężenia dla drzewa i betonu na ścinanie wynoszą dla warunków przeciętnych:

Dla dębu	. $R_t = 40 \text{ k/cm}^2$	dla betonu	$R_t = 4,5 \text{ k/cm}^2$
„ sosny	. $R_t = 30$	„ żelaza	vid. § 6

Zagadnienie twardości powstaje wówczas, gdy dwa ciała (np. dwie kule), dotykając się pierwotnie w jednym tylko punkcie, zaczynają, pod wpływem nacisku zewnętrznego, przylegać do siebie podług pewnej powierzchni o polu skończonym.

Naprężenia ściskające, powstające w tym wypadku, zależą nie tylko od wielkości sił zewnętrznych, lecz również i od wielkości pola powierzchni przylegania. Mamy tu do czynienia ze specjalnym rodzajem wytrzymałości na ściskanie, nazywanym niekiedy wytrzymałością na zgniatanie.

W granicach sprężystości ten rodzaj wytrzymałości można oświetlić zapomocą wzorów matematycznych; zrobił to Hertz, nie licząc się wprawdzie ze szczególnymi właściwościami ciał sprężystych w punktach zbliżonych do powierzchni.

Dla dwóch powierzchni walcowych z tego samego materiału, styjących do siebie od wewnętrznej strony walca o większej średnicy, mamy, według Hertz'a, następujący wzór dla największych naprężeń:

$$\sigma_{\max} = 0,418 \sqrt{PE \frac{r_1 - r_2}{r_1 r_2}}$$

w którym r_1 i r_2 oznaczają promienie walców. W warunkach, zbliżonych do warunków omówionego zadania, znajdują się w budownictwie wałki łożyskowe i przegubowe oraz, do pewnego stopnia, nity i otwory nitowe.

Dla wałków żelaznych przyjmujemy $R = 3\,000 - 4\,000 \text{ k/cm}^2$, dla stalowych $R = 5\,000 - 7\,000 \text{ k/cm}^2$. Dopuszczalne naprężenie na zgniatanie w nitach i otworach nitowych przyjmujemy zwykle za równe dwa razy więtemu naprężeniu dopuszczalnemu na zwykłe ściskanie.

Doświadczalne badania twardości materiałów mało mają właściwie wspólnego z cytowanymi wynikami prac Hertz'a, gdyż nie podobna się z nimi utrzymać w granicach sprężystości.

Próba twardości (próba Brinell'a) odbywa się zapomocą kulki z lanej stali (o średnicy 1 cm), którą się wciska w badane ciało z siłą 3000 k^1). Ciało doznaje w czasie próby pewnego trwałego wgłębienia o średnicy zwykle większej od 4 mm, przyczem za miarę twardości jest przyjmowane ciśnienie kulki na powierzchnię kulistego wgłębienia, wyrażone w k/mm^2 .

W czasie badań kulka stalowa nie doznaje żadnych widocznych uszkodzeń, tak iż może tu być uważana za nieskończenie twardą.

Badania twardości odbywają się jeszcze zapomocą rys (skala Mohs'a), co jednak ma małe znaczenie techniczne.

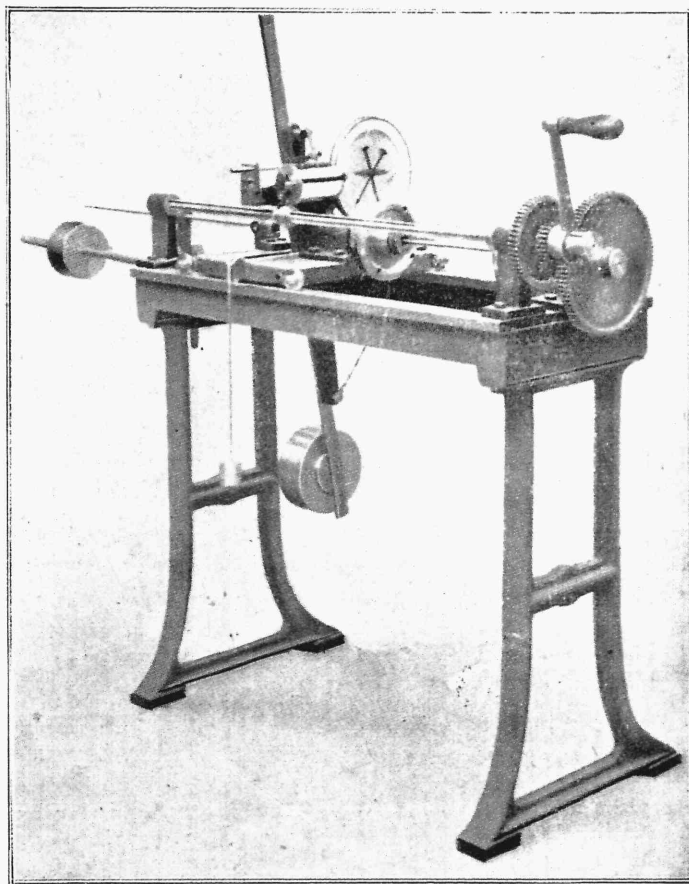
Próby materiałów budowlanych na skręcanie mają na celu przede wszystkim wyznaczenie współczynnika sprężystości G , potrzebnego przy uwzględnianiu wpływu sił poprzecznych na wyginanie się belek, przy obliczaniu belek załamanych w planie i t. p.

W maszynie Amsler'a przedstawionej na rys. 179 próbka, przeznaczona do skręcania, zostaje umieszczona poziomo między dwa uchwyty, z których jeden pozostaje w czasie doświadczenia nieruchomym, drugi zaś obracany jest w danym wypadku ręcznie. Wielkość momentu siły skręcającej mierzy dynamometr, kąt zaś skręcania odczytujemy z kątomierza. Znając moment

¹⁾ Por. A. Föppl u. L. Föppl, „Drang und Zwang“, 1920, t. II, str. 236.

skręcający M i kąt skręcania, możemy wyznaczyć wielkość G na podstawie wzoru (160) z rozdz. VI, 3:

$$\Theta = \frac{Ml}{GJ_0}$$



Rys. 179.

Pośrednio, zapomocą wzorów (158) dla naprężeń stycznych przy skręcaniu możemy również, na podstawie próby skręcania, ustalić wytrzymałość danego materiału na ścinanie.