

ROZDZIAŁ IX.

Wyznaczenie naprężeń bezpiecznych.

1. Naprężenia bezpieczne, a dopuszczalne.

Dopuszczalnemi nazywamy te naprężenia materiału danej budowli i jej odkształcenia, które zostały przyjęte jako największe możliwe w pewnych przepisach budowlanych, obowiązujących dla określonej kategorii budowli.

Naprężenia dopuszczalne muszą być przede wszystkim bezpieczne t. j. takie, aby nieprzekroczenie ich w danej budowli zabezpieczało konstrukcję przed katastrofą. Jednak, oprócz gwarancji bezpieczeństwa, można żądać od naprężeń obowiązujących, aby uwzględniały jeszcze pewne specjalne warunki pracy budowli, aby np. zapewniały jej dostatecznie małe odkształcenia. Wobec tego naprężenia dopuszczalne muszą nieraz się różnić od naprężeń bezpiecznych.

To samo dotyczy dopuszczalnych odkształceń, które mogą być z różnych względów mniejsze od tych, które już są dla budowli bezpieczne. Bezpiecznych, a nawet dopuszczalnych odkształceń często nie znamy dokładnie, gdyż istniejące normy odkształceń oparte są w znacznej mierze na bezpośrednim doświadczeniu wykonanych budowli danego typu, które nie zawsze daje materiał dostatecznie obfity.

2. Metody ustalenia naprężeń bezpiecznych.

Naprężenia bezpieczne wyznaczamy naogół ze wzoru:

$$R = \frac{1}{n} \cdot K \quad (283)$$

We wzorze tym K oznacza wytrzymałość materiału (wytrzymałość doraźną), t. j. to naprężenie, przy którym dla danego typu odkształcenia

następuje zniszczenie badanej próbki materiału. Wielkości tę ustalamy drogą prób wytrzymałościowych, wykonywanych laboratoryjnie.

Liczba n nosi nazwę współczynnika bezpieczeństwa i wskazuje, jaką część wytrzymałości materiału decydujemy się uznać za naprężenie bezpieczne.

Z pośród różnych rodzajów prób wytrzymałościowych tylko niektóre dają dostateczny materiał doświadczalny do ustalenia naprężeń bezpiecznych. Są to głównie próby na wyciąganie i ściskanie. Inne rodzaje prób, np. próby belek na zginanie, pozwalają wprowadzić w pewnych szczególnych wypadkach sprawdzić zgodność z doświadczeniem obliczeń analitycznych, przeważnie nie są jednak dostateczne do bezpośredniego ustalenia ogólnie przydatnych norm dla naprężeń bezpiecznych. Pochodzi to głównie z powodu skomplikowanej zależności naprężeń od wymiarów próbki, wskutek czego trudnem jest uogólnienie wyników doświadczeń.

W tych wszystkich wypadkach, gdy nie możemy dostatecznie dokładnie zbadać bezpośrednio wytrzymałości materiału, korzystamy do wyznaczenia bezpiecznego naprężenia ze wzoru:

$$R_1 = \nu \cdot R_2 \quad (284)$$

gdzie R_1 oznacza poszukiwane naprężenie bezpieczne dla danego typu odkształcenia, R_2 naprężenie bezpieczne dla jakiegoś innego typu odkształcenia zbadanego laboratoryjnie i ν współczynnik, wyrażający zależność między obydwoma rodzajami naprężeń, otrzymany drogą rozważań analitycznych.

W ten sposób postępujemy np., ustalając normy naprężeń bezpiecznych przy zginaniu, gdy korzystamy w tym celu z odpowiednich norm przy wyciąganiu. Dla belek z materiału całkowicie jednorodnego przyjmujemy, mianowicie, że bezpieczne naprężenie przy zginaniu równa się bezpiecznemu naprężeniu przy wyciąganiu, t. j. że $R_s = R_w$, czyli $\nu = 1$, co wynika z teorii zginania belek prostych (rozdz. VII, 1). W podobny sposób dla ścinania ustalamy, że $R_t = 0,75 R_w$ lub $R_t = 0,5 R_w$, jak to wynika z § 6 niniejszego rozdziału.

Przy wyznaczaniu współczynnika bezpieczeństwa n musimy mieć na widoku następujące okoliczności:

1) Budowla nie może doznawać odkształceń trwałych, naprężenia nie mogą więc przekraczać granicy sprężystości. Warunek ten ogranicza już często do połowy wyzyskanie wytrzymałości materiału (np. żelaza).

2) Założenia upraszczające, na podstawie których doprowadziliśmy schemat statyczny danej części budowli do pokrycia się ze schematem statycznym próbki, mogą często być dalekie od rzeczywistości. Tak więc np. zmuszeni jesteśmy nieraz stosować schemat pręta wyciąganego osiowo do pręta wyciąganego mimośrodowo, gdyż mimośród nie jest nam wiadomy.

3) Warunki, w jakich znajduje się próbka wytrzymałościowa, mogą znacznie się różnić od warunków pracy budowli; różnice stąd powstałe mogą

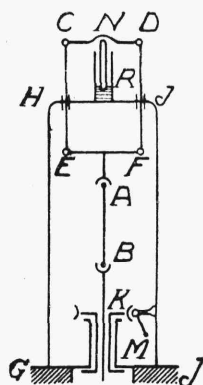
być wywołane warunkami atmosferycznymi, wstrząsami z powodu nagłego zaczepienia do budowli sił zewnętrznych, niejednorodnością materiału budowli, wpływem czasu, w ciągu którego budowla znajduje się pod działaniem sił, i t. d.

Przeciętne wartości współczynników bezpieczeństwa, przyjmowane dla różnych materiałów, wynoszą dla żelaza i stali około $n = 4$, dla drzewa, żeliwa i nieuzbrojonego betonu około $n = 6$, dla muru około $n = 10$.

3. Próby materiałów budowlanych na wyciąganie.

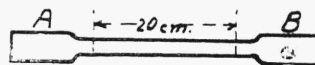
Typy maszyn do badań nad wyciąganiem metali są bardzo liczne¹⁾. Jeden z nich przedstawiony jest na rys. 163 i na fotografii 165 (str. 158), przedstawiającej 20-tonnową maszynę fabryki Amsler'a.

Próbka żelazna, przedstawiona na rys. 164, zakłada się końcami w uchwyty *A* i *B* maszyny. Dolny uchwyt *B* pozostaje w czasie próby nieruchomym i może być, co do wysokości swego położenia, regulowany zapomocą korbki *M*. Górny uchwyt *A* unoszony jest do góry przez tłok *N* za pośrednictwem ramy ruchomej *CDEF* i w ten sposób wyciąga próbkę. Tłok unosi się do góry przez wpędzanie oleju pod ciśnieniem do zbiornika *R*. Zbiornik umieszczony jest na ramie nieruchomej *GHIJ*, utwierdzonej w fundamencie. Przenikania ramy ruchomej przez nieruchomą unikamy, w rzeczywistości, przez to, iż ramy te znajdują się w płaszczyznach do siebie prostopadłych. (rys. 163).



Rys. 163.

Na fotografii przedstawiona jest pompa, tłocząca ciecz do zbiornika, i dynamometr wahadłowy, służący do mierzenia siły wyciągającej. Na dynametrze umieszczony jest przyrząd do automatycznego wykonywania wykresów prób. Składa się on z bębna, połączonego nitką z górnym uchwytem *A* i obracającego się proporcjonalnie do wydłużeń próbki, oraz z ołówka, przesuwającego się wzdłuż osi bębna, proporcjonalnie do ciśnienia cieczy.



Rys. 164.

¹⁾ O badaniach materiałów budowlanych np. vid: K. Memmler, „Das Materialprüfungswesen“, 1924. Mitinskij, „Straitielnaja miechanika“, 1905. A. Mesnager, „Les matériaux de construction“.