

ROZDZIAŁ XI.

Belki statycznie niewyznaczalne.

1. Metoda obliczania belek statycznie niewyznaczalnych.

Wyobraźmy sobie belkę na szeregu podpór wszystkich trzech typów, omówionych w rozdziale I,4. Niech liczba podpór przegubowo-przesuwanych (o jednej niewiadomej składowej reakcji) będzie n_1 , przegubowych (o dwóch niewiadomych) n_2 i płaskich (o trzech niewiadomych) n_3 . Wówczas ogólna liczba składowych reakcyj belki będzie:

$$n = n_1 + 2n_2 + 3n_3 \quad (346)$$

Jeżeli liczba n większa jest od trzech, wtedy trzech równań równowagi w płaszczyźnie nie wystarcza do wyznaczenia wszystkich reakcyj, a liczba brakujących równań wynosi $n - 3$. Aby ustawić brakującą liczbę równań, postępujemy w sposób podobny do stosowanego przy rozwiązywaniu statycznie niewyznaczalnych zadań na wyciąganie (rozdz. V,3) lub na skręcanie (rozdz. VI,5).

Ponieważ każdej składowej reakcji (czy też momentowi podporowemu) odpowiada jedno zamocowanie belki (t.j. ograniczenie ruchu postępowego lub obrotu), więc, usuwając myślowo $n - 3$ zamocowań, czynimy belkę statycznie wyznaczalną (układ zastępczy). Aby odkształcenie belki w nowych warunkach nie uległo zmianie, zastępujemy reakcje odrzuconych zamocowań przez równe im, chociaż narazie niewiadome, siły zewnętrzne (lub momenty).

W zależności od zaczepionych w ten sposób niewiadomych sił zewnętrznych lub momentów obliczamy odkształcenia belki, jako statycznie wyznaczalnej, i ustawiamy równania, wyrażające równość odkształceń, odpowiadających odrzuconym zamocowaniom, i obliczonych, z jednej strony, dla zastępczej belki statycznie wyznaczalnej oraz, z drugiej strony, dla danej belki

rzeczywistej. Gdy więc np. przesunięcie pewnego punktu danej belki równa się 0, a odpowiednie przesunięcie zastępczej belki statycznie wyznaczalnej równa się y , wówczas ustawiamy równanie: $y = 0$. Liczba omówionych równań odpowiada liczbie usuniętych zamocowań i wynosi $n - 3$.

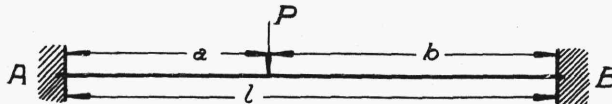
Ponieważ z powyższego wynika, że niektóre siły zewnętrzne w belkach statycznie niewyznaczalnych (reakcje) zależą od odkształceń belek, możemy więc twierdzić, że momenty zginające zależne tu są od wymiarów poprzecznych belek.

Wskazany sposób obliczania układów statycznie niewyznaczalnych będziemy nazywali geometrycznym (t. zn. geometrycznego dodawania odkształceń), lub kinematycznym dla odróżnienia od drugiego możliwego sposobu obliczenia, omówionego w rozdziale o energii sprężystej (rozdz. XVI).

Istnieją trzy zasadnicze typy belek prostych statycznie niewyznaczalnych o stałych zamocowaniach i szereg typów belek o zamocowaniach sprężystych.

2. Belka na obydwóch końcach utwierdzona.

Mamy tu na widoku belkę utwierdzoną na końcach w sposób niesprężysty (rys. 206). Belka jest prosta i ma stały przekrój poprzeczny. Obie podpory A i B są to podpory płaskie, z których każda wymaga wyznaczenia 3 niewiadomych. Mamy w ten sposób do wyznaczenia trzy wielkości statycznie niewyznaczalne ($2 \cdot 3 - 3 = 3$).



Rys. 206.

O ile obciążenie belki jest prostopadłe do osi, obie poziome składowe reakcyj równe są zeru, a równanie $\Sigma X = 0$ staje się tożsamością. W ten sposób liczba pozostających do wyznaczenia wielkości statycznie niewyznaczalnych równa się dwu ($2 \cdot 2 - 2 = 2$).

Mamy w danym wypadku do czynienia z czterema zamocowaniami, na które składają się 2 utwierdzenia końcowych przekrojów belki i 2 zamocowania, uniemożliwiające pionowe przesunięcia jej końców. Stosując tu omówioną wyżej metodę, możemy odrzucić albo dwa pierwsze zamocowania, albo też po jednym z każdych dwóch.