

podstawie takiego schematu, nie uwzględniają, oczywiście, wstrząsów, którym podlega statek wskutek opuszczania się i podnoszenia na falach.

### 3. Charakterystyka ciał sprężystych.

Konstrukcje budowlane, podlegające obliczeniu statycznemu, są wykonywane (z bardzo małymi wyjątkami) z żelaza, drzewa, muru i ziemi w różnych odmianach tych materiałów.

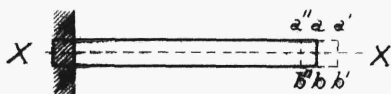
Z punktu widzenia mechaniki budowli, ważna jest różnica, zachodząca między wymienionymi materiałami pod względem ich własności sprężystych.

Sprężystością nazywamy własność, polegającą na tem, że ciało fizyczne, zmieniawszy kształt swój pod wpływem działających na nie sił zewnętrznych, powraca do swego kształtu pierwotnego, gdy się z pod działania tych sił wyzwoli.

Zmianę kształtu danego ciała pod wpływem sił zewnętrznych nazywamy odkształceniem.

Różne rodzaje odkształceń ciał sprężystych zobrazujemy na przykładzie pręta pryzmatycznego w jednym końcu utwierdzonego, w drugim zaś swobodnego.

O ile pod działaniem sił zewnętrznych przekrój końcowy  $ab$  pręta (rys. 2) zajmie położenie  $a'b'$  w ten sposób, iż płaszczyzna  $a'b'$  będzie



Rys. 2.



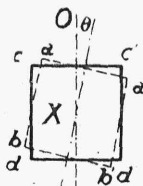
Rys. 3.

równoległa do płaszczyzny  $ab$ , to mówimy, że pręt podlega wyciągnięciu. Odległość  $aa' = bb'$  nazywamy wydłużeniem. Gdyby przekrój  $ab$  zajął położenie  $a''b''$  mielibyśmy do czynienia ze ściskaniem.

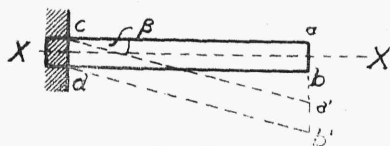
W razie, gdy przekrój  $ab$  nachyla się względem przekroju utwierdzenia  $cd$  o pewien kąt  $\varphi$  (rys. 3) mamy do czynienia ze zginaniem. Odległość  $aa' = bb'$  nazywamy tu ugięciem.

Odształcenie, polegające na tem, że przekrój poprzeczny pręta  $abb'a'$  obraca się dookoła podłużnej osi  $XX$  (prostopadłej do płaszczyzny rysunku) o kąt  $\theta$  (rys. 4) względem przekroju utwierdzenia, nazywamy skręcaniem. Przekrój pręta przedstawiony na rys. 4 zajmie przy tego rodzaju odkształceniu położenie  $cd d'c'$ .

Wreszcie, o ile prostokąt  $deab$  przybierze kształt równoważnego równoległoboku  $dea'b'$  (rys. 5) mamy do czynienia z czystym przesuwaniem.



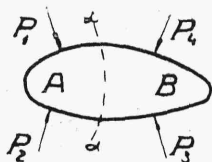
Rys. 4.



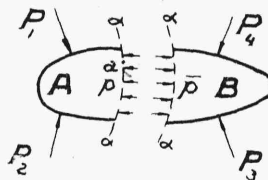
Rys. 5.

W związku z odkształceniami ciał sprężystych powstają w nich siły, zwane wewnętrznymi. Działanie tych sił możemy przedstawić sobie w sposób następujący.

Powiedzmy, że ciało sprężyste, znajdujące się pod działaniem równoważących się wzajemnie sił zewnętrznych  $P_1 P_2 P_3 P_4$  zostało rozcięte za pomocą pewnej powierzchni  $\alpha\alpha$  (rys. 6). Aby część  $A$  rozciętej bryły znalazła się znowu w stanie równowagi, potrzeba, aby do powierzchni  $\alpha\alpha$  (rys. 7) został zaczepiony szereg sił, zastępujących działanie odrzuconej części  $B$ . Siły w ten sposób zaczepione (siły  $p$  na rys. 7) muszą równo-



Rys. 6.



Rys. 7.

ważyć się, z jednej strony, z siłami  $P$ , działającymi bezpośrednio na część  $A$  bryły, z drugiej zaś, z podobnymi siłami, działającymi od strony powierzchni  $\alpha\alpha$  na część  $B$  tej bryły (siły  $\bar{p}$ ). W razie, gdybyśmy mogli zsunąć zupełnie ściśle rozcięte części bryły  $A$  i  $B$ , siły  $p$  i  $\bar{p}$  zrównoważyłyby się ze sobą i znowu na bryłę działałyby już tylko same siły  $P$ .

Siły  $p$  i  $\bar{p}$  są to siły wewnętrzne w ciele sprężystym. Przyjmujemy, że siły te są zaczepione do poszczególnych punktów powierzchni  $\alpha\alpha$  w sposób ciągły. Robimy to dlatego, iż, nie znając dostatecznie dokładnie budowy cząsteczkowej poszczególnych materiałów, zmuszeni jesteśmy założyć, że cząsteczki wypełniają składające się z nich ciała bez przerw, t. j. w sposób ciągły.

Bierzemy na powierzchni  $\alpha\alpha$  około punktu  $\alpha$  pole  $\delta A$  i oznaczamy przez  $\delta p$  wypadkową sił wewnętrznych  $p$ , przypadających na to pole. Granicę stosunku  $\lim \frac{\delta p}{\delta A} = \frac{dp}{dA}$  nazywamy naprężeniem w punkcie  $\alpha$ .

Materiały, stosowane w budownictwie, zachowują własności sprężyste tylko do pewnej wartości powstających w nich naprężeń (granica sprężystości). Pod tym względem poszczególne materiały w znacznym stopniu różnią się od siebie. Podczas gdy żelazo jest naogół materiałem, dobrze odpowiadającym warunkom sprężystości, drzewo i mur odpowiadają tym warunkom w znacznie mniejszym stopniu, wreszcie, niektóre gatunki ziemi są zupełnie tej własności pozbawione.

O ile naprężenia w danym ciele przekraczają granicę sprężystości, odkształcenia nie znikają po usunięciu działania na ciało sił zewnętrznych, lecz pozostają; odkształcenia takie nazywamy niesprężystymi albo trwałymi.

Przy projektowaniu budowli powinniśmy dbać o to, aby poszczególne ich części doznawały jedynie odkształceń sprężystych, przede wszystkim dlatego, że odkształcenia trwałe mogłyby ulegać wzrastaniu przy każdym nowem obciążeniu budowli, przekraczając w ten sposób rozmiary dopuszczalne ze względu na przeznaczenie lub trwałość budowli.

#### 4. Części składowe budowli i typy ich połączeń.

Każda budowla składa się z szeregu ogniw, z których każde samo przez się jest budowlą najprostszego typu, służącą do przekazania działania ogniwa bliższego na dalsze, w rezultacie zaś do przekazania na grunt ciężaru własnego budowli i działających na nią sił zewnętrznych. Ponieważ, z punktu widzenia mechaniki, każde z wymienionych ogniw jest bryłą nieswobodną, więc, aby umożliwić sobie stosowanie do niego równań statyki, odrzucamy myślowo połączenia lub podpory poszczególnych części budowli, zastępując je przez pewne siły, względem tych części zewnętrzne i nazywane siłami odporowymi lub też reakcjami połączeń i podpór. Reakcjom nadajemy też niekiedy miano sił biernych, gdyż powstają one dopiero pod działaniem sił zewnętrznych, zaczepionych bezpośrednio, które w przeciwieństwie do tamtych nazywamy czynnymi.

Weźmy belkę na dwóch podporach (rys. 8), obciążoną w środku siłą  $P$ . Aby móc belkę rozpatrywać, jako bryłę swobodną, zastępujemy działanie obydwóch podpór przez siły  $A = B = \frac{P}{2}$  skierowane ku górze. Siły bierne mogą występować w poszczególnych częściach budowli róż-