

Wymienione wyżej *reakcje podporowe* H , V oraz M wyznaczamy z *równań równowagi*, które w przypadku *płaskiego układu prętowego* – kiedy osie wszystkich prętów i przyłożone do nich obciążenia leżą w jednej płaszczyźnie układu odniesienia Oxz (porównaj rys. C.4) – mogą być zapisane w trzech następujących, równoważnych postaciach, a mianowicie [A.1]:

1. Suma rzutów wszystkich sił działających na układ na osie Ox i Oz oraz suma momentów tych sił względem dowolnego punktu A są równe zeru:

$$\sum X = 0, \quad \sum Z = 0, \quad \sum M_A = 0 \quad (\text{A.1})$$

2. Suma rzutów wszystkich sił działających na układ na oś Ox oraz suma momentów tych sił względem dwóch dowolnych punktów A i B nie leżących na prostej prostopadłej do tej osi są równe zeru:

$$\sum X = 0, \quad \sum M_A = 0, \quad \sum M_B = 0 \quad (\text{A.2})$$

3. Suma momentów wszystkich sił działających na układ względem trzech dowolnych punktów A , B i C nie leżących na jednej prostej jest równa zeru:

$$\sum M_A = 0, \quad \sum M_B = 0, \quad \sum M_C = 0 \quad (\text{A.3})$$

Należy podkreślić, że większość zadań z mechaniki konstrukcji dotyczy płaskich układów prętowych.

W przypadku elementów konstrukcji połączonych ze sobą *przegubem* suma momentów wszystkich sił działających po jednej stronie przegubu względem tego przegubu jest równa zeru. Dlatego każdy przegub dostarcza jednego dodatkowego równania równowagi.

Jeśli liczba niewiadomych reakcji jest równa liczbie równań równowagi, to układ prętowy nazywamy *statycznie wyznaczalnym*. Gdy liczba niewiadomych reakcji jest większa od liczby równań równowagi, to taki układ nazywany jest *statycznie niewyznaczalnym*; w takim przypadku z równań równowagi nie możemy wyznaczyć reakcji podporowych, gdyż równań tych jest za mało. Jeśli natomiast liczba reakcji jest mniejsza od liczby równań równowagi, to *układ jest chwiejny*.

W celu sprawnego i szybkiego wyznaczania reakcji podporowych możemy wykorzystać następujące wskazówki:

1. Gdy nie wiemy, jaki zwrot ma reakcja podporowa, to przyjmujemy go dowolnie. Jeśli z obliczeń wyniknie, że reakcja ma znak ujemny, to na rysunku zmieniamy jej zwrot na przeciwny. Pozwala to uniknąć pomyłek przy obliczaniu kolejnych reakcji i określaniu znaku sił przekrojowych.

2. Równania równowagi powinny być formułowane tak, aby (w miarę możliwości) zawierały tylko jedną niewiadomą reakcję. Unikniemy w ten sposób rozwiązywania układów równań.
3. Wartości obliczonych reakcji nanosimy na rysunek. Ułatwia to obliczanie kolejnych reakcji i wyznaczanie wartości sił przekrojowych.

A.3. Definicje sił przekrojowych

Rozpatrzmy pręt będący w równowadze, na który działa pewien **układ sił zewnętrznych czynnych i biernych**. Siły te wywołują w pręcie **siły wewnętrzne** będące skutkiem wzajemnych oddziaływań mechanicznych między cząsteczkami (atomami), z których zbudowany jest pręt.

Przetnijmy myślowo rozważany pręt na dwie części płaszczyzną prostopadłą do jego osi podłużnej. Aby każda z odciętych części pręta była w równowadze (nie zmieniała swojego położenia), to siły wzajemnego oddziaływania między cząsteczkami materii leżącymi po obu stronach płaszczyzny przecięcia, czyli siły zapewniające spójność materiału pręta musimy zastąpić siłami wewnętrznymi. Występująca w każdym punkcie leżącym na płaszczyźnie przekroju jednej części pręta **siła wewnętrzna** (rys. A.4a) jest równa wypadkowej (sumie geometrycznej) wszystkich sił, z jakimi cząsteczki części drugiej pręta działają na ten punkt.

Łatwo można wykazać, że układ sił zewnętrznych (czynnych i biernych) przyłożonych do jednej części pręta jest równoważny układowi sił wewnętrznych przyłożonych do jego części drugiej, natomiast układ sił zewnętrznych przyłożonych do części drugiej pręta jest równoważny układowi sił wewnętrznych przyłożonych do jego części pierwszej [A.2].

Chociaż siły wewnętrzne równoważą przyłożone do każdej z części pręta siły zewnętrzne, to ich wartość liczbowa i rozkład na powierzchni przekroju są nieznane. Dlatego też oddziaływanie układu sił zewnętrznych przyłożonych do jednej z odciętych części pręta na powierzchnię przekroju części drugiej – czyli występujące na tej części siły wewnętrzne – **srowadzamy (redukujemy)** do układu składającego się z **siły** (wektora głównego) \mathbf{W} i **momentu** (momentu głównego) \mathbf{M}_C (rys. A.4b).

Wektor \mathbf{W} jest sumą geometryczną wszystkich sił działających na pierwszą z odciętych części pręta przyłożoną (zaczepioną) w środku ciężkości C przekroju części drugiej pręta, natomiast wektor \mathbf{M}_C – sumą geometryczną momentów tych sił względem tego samego środka ciężkości. Ponieważ wyznaczone w ten sposób siła \mathbf{W} i moment \mathbf{M}_C są przypisane przekrojowi pręta, to nazywamy je **siłami przekrojowymi**.