

Temat 3: Pręty przestrzenne statycznie wyznaczalne

Typowe zadanie:

Dane: pręt przestrzenny, przebiegający krawędzie sześcianu, zamocowany sztywno na jednym końcu i obciążony siłą skupioną Q na drugim końcu.

Do zrobienia: obciążenie przeniesione na końce prostych odcinków pręta * wykresy sił wewnętrznych: podłużnej N , poprzecznej T , momentu zginającego M^z i momentu skręcającego M^s

Praca pręta: pręt jest nieprzesztywniony (statycznie wyznaczalny), a więc siły wewnętrzne można wyznaczyć z warunków równowagi, bez analizy deformacji. Każdy prosty odcinek pręta pracuje jak wspornik sztywno zamocowany w końcu odcinka poprzedniego i obciążony na końcu obciążeniem przeniesionym z końca całej konstrukcji. Początek odcinka pierwszego jest zamocowany w otoczeniu pręta (fundamencie), a koniec odcinka ostatniego jest obciążony siłą skupioną Q .

Sily wewnętrzne:

Siła podłużna N : występuje w prętach obciążonych podłużnie. Jest stała na długości pręta i równa obciążeniu na końcu pręta ($N=Q$). Jest ściskająca lub rozciągająca. Jej wykresy rysujemy wzdłuż pręta, w dowolnej płaszczyźnie. Litera R na wykresie wskazuje na rozciąganie, a litera S na ściskanie.

Siła poprzeczna T : występuje w prętach obciążonych poprzecznie. Jest stała na długości pręta i równa przyłożonemu obciążeniu ($T=Q$). Działa (i jest rysowana) w płaszczyźnie utworzonej przez obciążenie i pręt (dwie proste przecinające się jednoznacznie określają płaszczyznę).

Moment zginający M^z : występuje w następujących przypadkach, których wspólną cechą jest działanie obciążenia w płaszczyźnie pręta:

(1) obciążenie jest prostopadłe do pręta, a więc występuje także siła poprzeczna T . Pręt jest zginany, w płaszczyźnie (wspólnej dla M^z i T) utworzonej przez pręt i obciążenie. Wykres momentu rysujemy w tej płaszczyźnie, po stronie rozciąganej. Wykres jest trójkątny, z zerem na końcu obciążonym. Wartość momentu na drugim końcu (zamocowanym) wynosi $M^z=Qb$ (Q - obciążenie, b - długość pręta).

(2) obciążeniem jest moment skupiony na końcu pręta - wynikający z przeniesienia równoległego obciążenia Q , mającego kierunek pręta, na odległość b - działający w płaszczyźnie, w której przeniesiono obciążenie, o wartości $M=Qb$. Wykres momentu jest stały (czyste zginanie, to jest zginanie bez ścinania poprzecznego) na długości pręta i równy $M^z=Qb$. Rysujemy go po stronie rozciąganej, w płaszczyźnie zginania.

(3) kombinacja przypadków (1) i (2), czyli obciążenie poprzeczne Q oraz moment skupiony Qb , zginające pręt w tej samej płaszczyźnie, ale w przeciwnych kierunkach. Należy odjąć od stałego wykresu momentów związanego z momentem skupionym Qb wykres trójkątny odpowiadający obciążeniu poprzecznemu Q . Wynikiem jest wykres trójkątny o wartości Qb na końcu obciążonym i wartości zerowej na drugim końcu. Wykres leży po stronie wykresu od momentu skupionego.

Moment skręcający M^s : wywołuje go moment skupiony działający w płaszczyźnie prostopadłej do osi pręta. Moment taki powstaje wskutek przeniesienia równoległego obciążenia skupionego Q , skierowanego prostopadłe do pręta, na odległość b . Moment skręcający jest stały na długości pręta, równy $M^s=Qb$. Rysujemy go wzdłuż pręta, w dowolnej płaszczyźnie (płaszczyzną działania momentu skręcającego jest płaszczyzna przekroju poprzecznego pręta - w niej należy umieścić zakrzywioną strzałkę momentu skręcającego).

Przenoszenie obciążenia:

* siłę można dowolnie przesuwać wzdłuż jej linii działania (nie można zmieniać zwrotu siły)

* moment (reprezentowany przez zakrzywioną strzałkę w płaszczyźnie działania momentu) można (1) dowolnie przesuwać w płaszczyźnie działania momentu (np. z jednego do innego narożnika na tej samej ścianie), i (2) płaszczyzna działania momentu może być przesuwana do położenia równoległego (np. moment można przenieść w sześcianie ze ściany przedniej na tylną, z lewej na prawą, z dolnej na górną)

* siłę można przesunąć z jej linii działania na linię równoległą (bez zmiany zwrotu i wartości) dodając do siły przeniesionej moment działający we wspólnej płaszczyźnie siły pierwotnej i siły przesuniętej, o wartości Qb (Q -wartość siły wyjściowej i przeniesionej, b - odległość między liniami działania tych sił). Zwrot momentu jest zgodny z kierunkiem w jakim siła przed przeniesieniem obiega dowolny punkt na prostej, na którą siła jest przenoszona

* siły przesuwamy na ogół po krawędziach sześcianu. Jedynym wyjątkiem jest przesuwanie siły po przekątnej sześcianu na pręt równoległy do siły. Przesunięcie to tworzy moment zginający pręt w płaszczyźnie przekątnej.