

Cylindrycznem nazywamy pokrycie, mające kształt powierzchni graniastopu wpisanego w walec (pokrycie Föppl'a). Podpory są tu rozmieszczone zarówno wzdłuż krawędzi AD i BC , jak i na ścianach szczytowych. Są one oznaczone na rysunku schematycznie (rys. 503).

Przedstawione pokrycie jest statycznie wyznaczalne, gdyż równanie $r = 3k - n$ daje tu następujące wyniki: $108 = 3 \cdot 49 - 39$.

Przypuśćmy, że siły P_2, P_3, P_4, P_5, P_6 zaczepione są do węzłów jednego i tego samego zebra KL . Rozkładamy siłę P_4 , zaczepioną w węźle 4 na kierunki 34 i 45, odpowiadające odcinkom zebra, przylegającym do punktu 4 (rys. 503b). Na wieloboku sił (rys. 503c) odpowiednie składowe przedstawiają odcinki ed i df .

Przechodzimy do siły P_3 , rozkładając ją na kierunki 23 i 34 i otrzymując składowe tej siły w postaci odcinków ec i ac . Z wykresu widać, że składowa ed siły P_4 i składowa ec siły P_3 skierowane są wzdłuż jednej i tej samej prostej 34, mają jednak odmienne zwroty. Równe ich części w postaci odcinków ec wywołać muszą ściskanie pręta 34. Odcinek ed , jako różnica odcinków ed i ec , przedstawia wektorowo siłę S_{de} zaczepioną w węźle 3' (rys. 503a) płaskiej kratownicy $M'MNN'$. Siła S_{de} wywołuje wyginanie się tej kratownicy w jej płaszczyźnie i pozwala na wyznaczenie sił, działających w jej prętach.

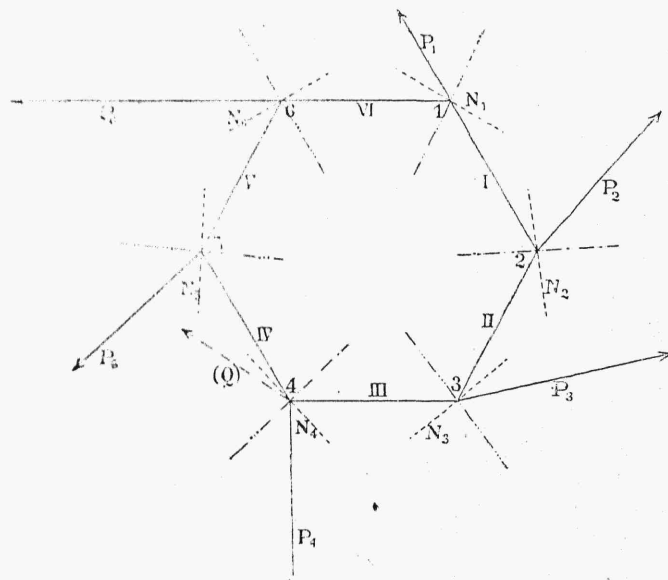
W podobny sposób możemy wyznaczyć siły działające na inne płaskie kraty, tworzące pokrycie cylindryczne. W każdym wypadku obliczamy siły działające w prętach płaskich kratownic. Obliczywszy te siły dla wszystkich prętów wszystkich płaskich krat pokrycia, dodajemy do siebie siły odpowiadające tym samym prętom, jako częściom poszczególnych krat płaskich. Prócz tego do sił w słupach poszczególnych kratownic dodajemy siły ścisające, wywołane przez siły wyrażone odcinkami ec , ab i t. d.

5. Obliczenie pierścienia, łączącego podpory kratownicy przestrzennej.

O ile podpory kratownic przestrzennych typu wieży lub typu kopuły są nieprzesuwne (rys. 500), wówczas niema potrzeby łączenia ich pierścieniem, gdyż na pierścień żadneby siły nie działały. Potrzeba pierścienia podporowego powstaje natomiast w razie podpór przesuwnych (rys. 501) i w tym przypadku w prętach pierścienia powstają siły podłużne.

Siły w prętach kratownicy przestrzennej (poza pierścieniem) nie ulegają zmianie w zależności od tego, czy podpory kratownicy przestrzennej są nieprzesuwne, czy też są przesuwne, lecz połączone pierścieniem.

Poniżej podajemy obliczenie pierścienia podporowego, odpowiadającego np. kopule przedstawionej na rys. 501, przyczem przyjmujemy, że kierunki przesuwania się podpór linjowo-przesuwnych nie są prostopadłe do osi odpowiednich prętów pierścienia (rys. 504).



Rys. 504.

Niech będą Q siły działające na pierścień, nie leżące w jego płaszczyźnie. Siły te zaczepione są w węzłach pierścienia i wyrażają działanie kopuły na jej podpory. Wywołują one pionowe reakcje podpór R i poziome N , prostopadłe do linii przesuwania się podpór.

Reakcje R znoszą się z pionowymi składowymi sił Q , zaś poziome składowe tych ostatnich P działają w płaszczyźnie pierścienia. W ten sposób na każdy węzeł (podporę) pierścienia działa w płaszczyźnie jego pozioma siła H (niewidoczna na rys. 504), będąca wypadkową odpowiedniej siły P i N .

Pierścień rozpatrywać możemy, jako wielobok łańcuchowy, znajdujący się w równowadze pod działaniem sił H lub, inaczej mówiąc, pod działaniem sił P i N (roz. XIII, 10).

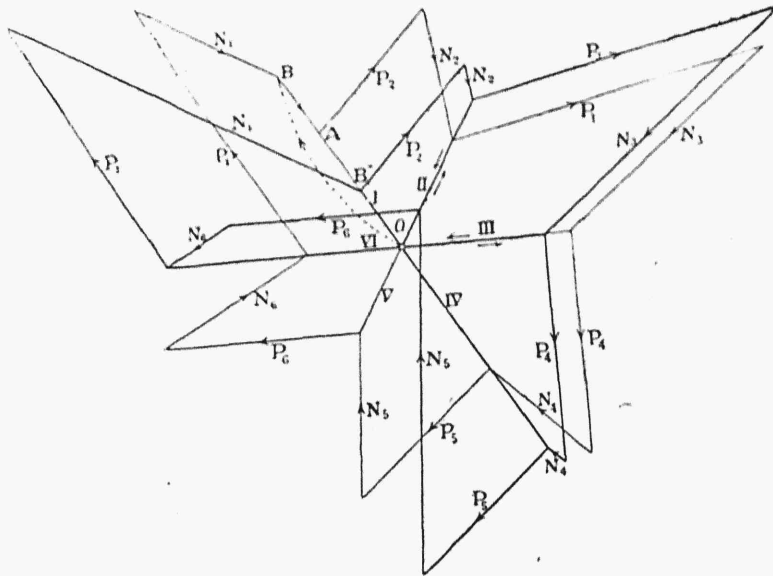
Dla równowagi płaskiego układu sił potrzeba, aby zarówno wielobok sznurowy (dowolny), jak i wielobok sił, były zamknięte (rozdz. II, 5).

Ponieważ wielobok łańcuchowy jest jednym z wieloboków sznurowych dla sił utrzymujących łańcuch w równowadze, więc w danym wypadku uważać możemy, że wielobok sznurowy jest zamknięty.

Ponieważ promienie wieloboku sił, odpowiadającego danemu wielobokowi łańcuchowemu, wyrażają siły podłużne w prętach łańcucha, otrzymamy więc te siły, o ile wielobok sił zamkniemy.

Robimy to w sposób następujący ¹⁾.

Z pewnego punktu O , który będziemy uważali za biegun wieloboku sił (rys. 505), przeprowadzamy proste I, II, III i t.d., równoległe do odpowiednich boków pierścienia. Proste te przyjmujemy za promienie poszukiwanego wieloboku.



Rys. 505.

Przyjmujemy narazie, że siła w pręcie I pierścienia wyraża się za pomocą dowolnego odcinka OA , który odkładamy na promieniu I. Aby otrzymać wielobok sił, z punktu A powinniśmy przedewszystkiem przeprowadzić prostą równoległą do siły H_2 i doprowadzić ją do przecięcia z promieniem II. Robimy to w ten sposób, iż z punktu A przeprowadamy odcinek równoległy do siły P_2 i równy jej, co do długości, oraz od końca tego odcinka przeprowadzamy prostą równoległą do siły N_2 i znajdujemy punkt przecięcia się tej prostej z promieniem II. Punkt ten będzie punktem przecięcia się siły H_2 z promieniem II. W ten sam sposób znajdujemy punkt przecięcia się siły N_2 z promieniem III, siły N_4 z promieniem IV i t.d., co jest równoznaczne z przeprowadzeniem wieloboku sił $H_2 H_3 H_4 \dots$

¹⁾ Vid. F. Jasiński „Sobranje soczyńienij“, 1902, t. II, str. 172

Gdyby siła podłużna w pręcie I była istotnie równą odcinkowi OA , wówczas wielobok sił zostałby tu zamknięty. Ponieważ jednak to miejsca nie ma, więc siła N_1 nie przejdzie przez punkt A , lecz przetnie promień I w pewnym punkcie B , oddalonym od punktu A o odcinek BA .

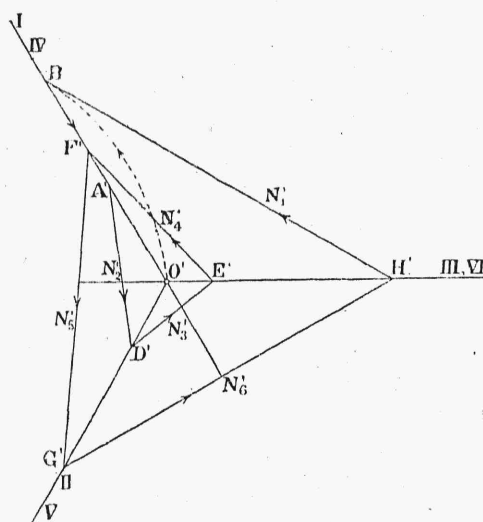
Przyjmujemy odcinek BA za siłę zewnętrzną, działającą w węźle 2, i w ten sposób wielobok sił zamykamy. Odcinek OB będzie obecnie przedstawiał długość promienia I, będzie więc wyrażał siłę podłużną w pręcie I pierścienia pod działaniem nowego układu sił. Siła ta może być rozpatrywana jako suma:

$$OB = X_1 + X_2 \quad (1142)$$

dwóch sił, działających w pręcie I, z których siła X_1 powstała tu pod działaniem układu $P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_6$ i jest siłą poszukiwaną, a siła X_2 pod działaniem siły, wyrażającej się odcinkiem BA i zaczepionej w węźle 2.

Siłę X_2 znajdujemy w sposób następujący (rys. 506).

Wybieramy pewien biegun O' i przeprowadzamy promienie I, II, III i t.d., równoległe do boków pierścienia. Na promieniu I odkładamy dowolny odcinek $O'A'$, który przyjmujemy narazie za siłę X_2 . Z punktu A' przeprowadzamy prostą N'_2 równoległą do kierunku N_2 reakcji podpory 2, z punktu D' prostą N'_3 równoległą do N_3 i t.d. W ten sposób dochodzimy do punktu B' leżącego na promieniu I, lecz nie pokrywającego się



Rys. 506.

naogół z punktem A' . Aby wielobok sił zamknąć trzeba w węźle 2 zaczepić siłę zewnętrzną $B'A'$, która zrównoważy siły N'_1, N'_2, N'_3 i t.d. Ponieważ siła wyrażająca się zapomocą odcinka $B'A'$ jest jedyną siłą czynną, działającą

w danym wypadku na pierścien, więc o ile zastąpilibyśmy tę siłę przez zaczepioną w tym samym węźle 2 i w ten sam sposób skierowaną siłę B_1 z wieloboku sił przedstawionego na rys. 506, wówczas otrzymalibyśmy w myśl zasady superpozycji, że

$$\frac{X_2}{B_1} = \frac{B'O'}{B'A'} \quad (1143)$$

gdzie $B'O'$ przedstawia siłę podłużną powstającą w pręcie I pod działaniem siły $B'A'$, zaczepionej w węźle 2.

Ze wzoru (1142) wynika, że aby wyznaczyć poszukiwaną siłę podłużną w pręcie I, należy od odcinka OB odjąć odcinek $BB'' = X_2$, obliczony z równania (1143). Wykonane to jest na rys. 505.

Aby otrzymać siły podłużne dla pozostałych prętów pierścienia, przeprowadzamy przez punkt B'' wielobok sił $P_2N_2P_3N_3$ i t.d. w sposób taki sam, jak poprzednio, przyczem w tym wypadku wielobok już się zamknie i odcetnie długości promieni II, III, IV i t.d., przedstawiające siły w odpowiednich prętach pierścienia (rys. 505).

