

2/ Należy nadać sklepieniu takie wymiary, żeby większe naprężenie w stosudze, wywołane przez składową normalną /do płaszczyzny stosugi/ oddziaływania wzajemnego przyległych klinów, nie przekraczało dozwolonych granic.

3/ Aby naprężenia w stosudze były wyłącznie ściskające, należy dążyć do tego, iżby linja ciśnień przebiegała wewnątrz rdzenia sklepienia, t.j. wewnątrz środkowej trzeciej części sklepienia /dla stosugi o przekroju prostokątnym/.

W przykładzie, przedstawionym na rys.151, ostatni warunek dla części sklepienia między II i III klinem nie jest spełniony.

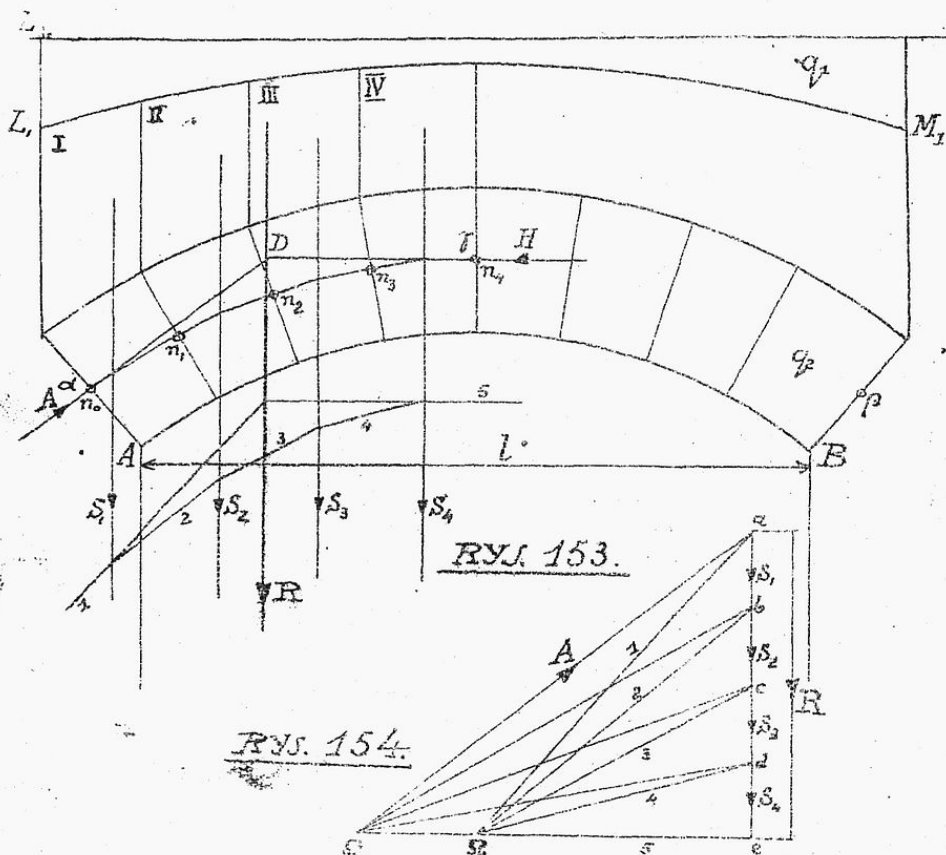
162. SKLEPIENIE SYMETRYCZNE, SYMETRYCZNIE OBCIĄŻONE.

/rys.153 i 154/. W tym przypadku sposób postępowania jest prostszy niż poprzednio, ze względu na symetrię zarówno sklepienia, jak i obciążenia.

Wystarczy wobec tego rozpatrzyć tylko jedną połowę sklepienia, np. lewą. Działają na nią następujące siły: siły S_1, S_2, S_3, S_4 /pochodzące od ciężaru własnego klinów I, II, III, IV oraz obciążenia zewnętrznego/, odpór węzłowa A i oddziaływanie H prawej połowy sklepienia. Zakładamy, że siła H przechodzi przez punkt J . Siła H , którą nazywamy też rozporem, musi być pozioma.

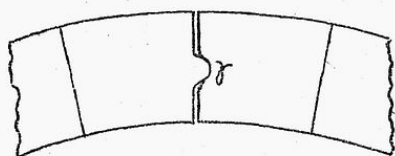
gdyż tego wymaga symetria^{x/}. Siły S_1, S_2, S_3, S_4 zastępujemy wypadkową R , otrzymaną przy pomocy wieloboku sznurowego i wieloboku sił z biegunem Ω . Łącząc punkt D , w którym przecina się rozpór H z wypadkową R , z obranym z góry punktem α , otrzymamy linię działania odporu A . Wartość i lot jego znajdziemy z wieloboku sił $\alpha e \Omega_1$ /rys. 154/, w którym $\overline{\alpha e} = R$, $\overline{e\Omega_1} = H$, a $\overline{\Omega_1 \alpha} = A$. W ten sposób znaleźliśmy H i A .

W dalszym ciągu wykreślamy linię ciśnienia, postępując zupełnie tak samo, jak w poprzednim przykładzie.

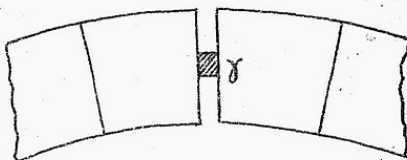


x/ Zresztą wynika to także z przypadku ogólnego, który rozpatrywaliśmy poprzednio.

163. W JAKI SPOŚÓB MOŻNA ZAPĘWNIĆ SOBIE PUNKTY $\alpha, \beta,$
 γ ? Mówiliśmy parokrotnie w par. poprzedzających
o tem, że zadajemy sobie punkty α, β, γ . Wypada teraz
wskazać, jak to można zrobić praktycznie. Można nałożyć
na przylegające klince pochwy żelazne lub też wykuc
dotykające się płaszczyzny klinców tak, aby jedna pł-
szczyzna miała występ /rys. 155/, a druga odpowiednie



RYS. 155.



RYS. 156.

wgłębienie. Jeśli występ będzie nieco większy od wgłę-
bienia, to zetknięcie będzie zachodziło, praktycznie,
w jednym punkcie, a nie na całej powierzchni klinca.
Oczywiście, z braku innych klinców, oddziaływanie są-
siednich klinców będzie musiało przejść przez ten
punkt, a więc cel, do którego dążymy, będzie osiągnię-
ty.

Nieraz zamiast poprzedniego sposobu pomiędzy klince
wstawia się płytkę ołowianą /rys. 156/, a w celu za-
bezpieczenia się przed wypłynięciem ołowiu pod wpływem
znacznego ciśnienia, otacza się ją miedzianą koszulką.

164. PUNKTY α, β, γ NIE SĄ ZAPEWNIONE. ZAUFANIE DO LINII CIŚNIEŃ. W praktyce rzadko korzysta się z umyślnego zaznaczania punktów α, β i γ w sposób poprzednio podany, gdyż jest to połączone z trudnościami technicznymi. Jeśli, bowiem, klince stykają się całą powierzchnią, to oddziaływanie ich rozkłada się na duże pole i ciśnienie na jednostkę pola nie jest znaczne. To samo zachodzi nawet wtedy, gdy zetknięcie jest tylko częściowe. Inaczej zaś jest w tym razie, gdy zastosujemy jeden z wymienionych w par. poprzedzającym sposobów. Zetknięcie będzie się odbywało tylko w jednym punkcie^{x/}, a więc ciśnienie, przypadające na jednostkę pola, może być bardzo duże; może ono przekraczać naprężenia bezpieczne dla danego materiału.

Gdy punktów α, β i γ konstrukcyjnie nie zaznaczamy, wówczas, jak wiemy, nie można zgóry przewidzieć, przez które punkty przejdą oddziaływania wezgłowi i wobec tego nieznana jest linja ciśnień.

W tym razie wykreślamy szereg linii ciśnień, odpowiadających różnym punktom α, β, γ , wziętym dowolnie jako punkty, przez które przechodzić ma linja ciśnień.

JĘŚLI CHOĆ JEDNA Z TYCH LINJI CIŚNIEŃ ODPOWIADA WARUNKOM PRZYTOCZONYM W PAR. 161, PRZYJMUJEMY, ŻE MOŻEMY MIEĆ

^{x/} Pod "punktem" trzeba tu rozumieć w rzeczywistości małe pole.

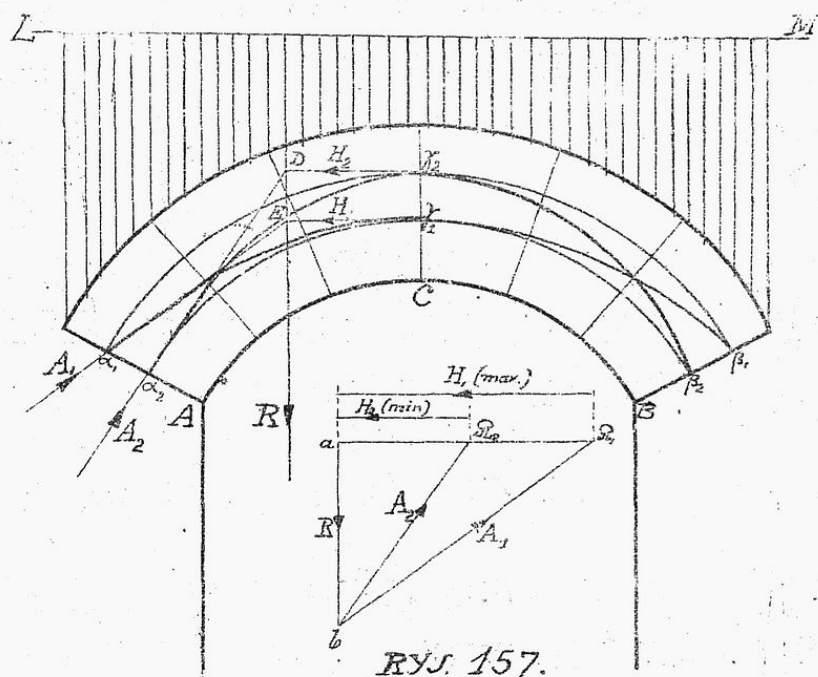
NADZIEJĘ, IŻ SKLEPIENIE BĘDZIE STATECZNE I WITRZYMAŁE I IM WIĘCEJ JEST TAKICH LINIJ, TEM NADZIEJĘ NASZĄ UWAŻAMY ZA BARDZIEJ UGRUNTOWANĄ.

Jest to, oczywiście, przypuszczenie, nie oparte na ścisłym rozumowaniu, lecz poparte wielokrotnem doświadczeniem.

165. LINJE CIŚNIEŃ: MINIMALNA I MAKIMALNA. Jeśli będziemy badali sklepienie sposobem, wyłożonym w par. poprzedzającym, to może się zdarzyć, iż uda się nam poprowadzić cały szereg linii ciśnień wewnątrz rdzenia. Która z tych linii jest jednak najbardziej miarodajna do obliczania wymiarów sklepienia, albo, innemi słowy, która z nich daje najbezpieczniejsze i najpewniejsze wymiary sklepień? Postarajmy się na to pytanie odpowiedzieć.

W tym celu rozpatrzmy sklepienie symetryczne, symetrycznie obciążone /rys. 157/. Przypuśćmy, że R jest wypadkową ciężaru własnego i obciążenia zewnętrznego, które przypadają na lewą połowę sklepienia. Wypadkowa ta pozostaje w równowadze z odporem A w węzłowie A i z rozporem H w zworniku C . Zatem te trzy siły muszą się przeciąć w jednym punkcie. Założmy naprzód, że odpór węzłowie przechodzi przez punkt α_2 dolny skrajny punkt rdzenia przy węzłowie, a rozpór H w zworniku przez β_2 - górny skrajny punkt rdzenia. Te dane wystarczają już do wyznaczenia

owych oddziaływań. Trzeba tylko przez punkt \mathcal{J}_2 poprowadzić prostą poziomą, aż do punktu D przecięcia się H_2 z siłą R i połączyć punkt D z punktem α_2 ; proste $\mathcal{J}_2 D$ i $\alpha_2 D$ dadzą nam linie działania szukanych sił. Ich wartości i loty wyznaczamy z trójkąta sił $\triangle b\Omega_2$, z którym $\overline{ab} = R$, $\overline{b\Omega_2} = A_2$ a $\overline{\Omega_2\alpha} = H_2$.



RYS. 157.

Przypuśćmy teraz, że punkt \mathcal{J} obieramy w stosudze zwornikowej coraz niżej zaś punkt α w stosudze wezgłowa A - coraz wyżej. Wtedy z wieloboku sił zobaczymy, że zarówno siła A , jak i siła H - będą wzrastały. Największą wartość osiągną one wtedy, gdy linja ciś-

nień przejdzie przez punkty α_1 i β_2 . Wówczas oddziaływania wyniosą $\overline{R}_1 \alpha = H_1$ i $\overline{b} \overline{R}_1 = A_1$.

Większych oddziaływań nie otrzymamy przy żadnym innym układzie linii ciśnień.

Z rozważań poprzedzających, oraz z rys. 157 wynika kilka wniosków:

1/ SKŁADOWA PIONOWA ODPORU A JEST STAŁA I RÓWNA WYPADKOWEJ R , NIEZALEŻNIE OD PRZEBIEGU LINJI CIŚNIEŃ.

2/ SKŁADOWA POZIOMA ODPORU A JEST RÓWNA ROZPOROWI H W ZWORNIKU.

3/ ODPÓR W WEZŁOWIU ORAZ ROZPÓR W ZWORNIKU (H) OSIĄGAJĄ WARTOŚCI $\frac{\text{NAJMNIEJSZE}}{\text{NAJWIĘKSZE}}$, GDY LINJA CIŚNIEŃ PRZECHODZI PRZEZ $\frac{\text{NAJNIZSZY}}{\text{NAJWYŻSZY}}$ PUNKT RDZENIA W WEZŁOWIU A I PRZEZ $\frac{\text{NAJWYŻSZY}}{\text{NAJNIZSZY}}$ PUNKT RDZENIA W ZWORNIKU C . Z tego powo-

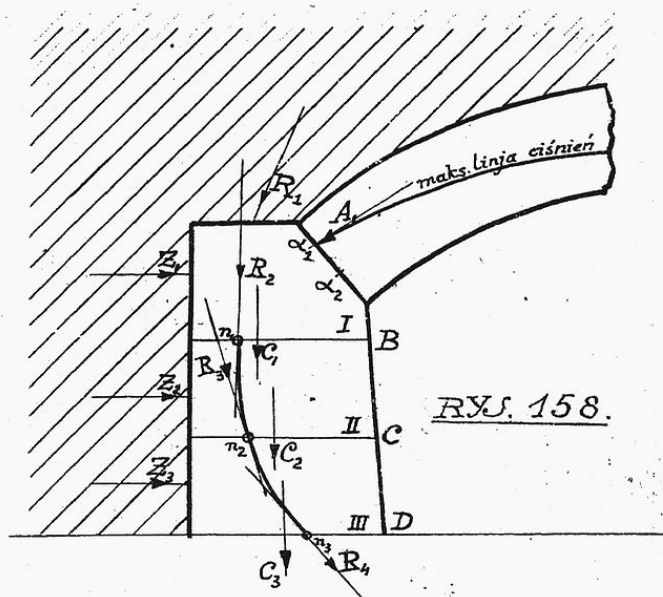
du linję $\alpha_2 \beta_2$ nazywamy LINJĄ CIŚNIEŃ MINIMALNĄ, a $\alpha_1 \beta_1$ - LINJĄ CIŚNIEŃ MAXIMALNĄ.

Ponieważ nie mamy pewności, w jaki sposób przebiegać będzie w sklepieniu linja ciśnień, należy założyć, że jest nią linja maximalna, gdyż ta daje największe wartości sił, działających między poszczególnymi klinami. Otrzymane siły powinny być podstawą do obliczenia wymiarów bezpiecznych sklepienia.

Poza tem należy wykreslić linję ciśnień minimalną,

aby upewnić się co do granic, w których linje ciśnien mogą być w sklepieniu zmieniane.

166. PODPORY SKLEPIEN muszą tak samo, jak sklepienia, czynić zadość warunkom stateczności i wytrzymałości. Podpory te obliczamy na zasadzie teorii ścian oporowych.

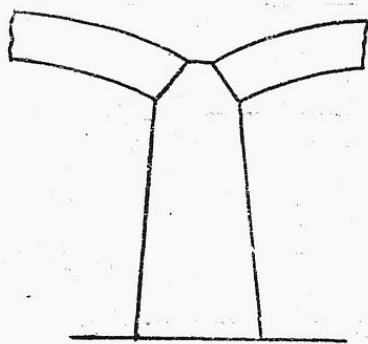


Dzielimy więc ścianę na kilka bloków i rozpatrujemy równowagę każdego z nich oddzielnie. Na blok I /rys.158/ działa sklepienie z siłą (A_1), ciężar własny (C_1), napór ziemi z góry (R_1) i napór ziemi z oku (Z_1). Te cztery siły dają wypadkową R_2 , z którą blok I działa na blok II. Prócz siły R_2 działa na blok II jeszcze ciężar własny C_2 i parcie ziemi Z_2 . Wypadkowa R_3

sił R_2, C_2, Z_2 jest równa oddziaływaniu bloku II na III. Podobnie postępujemy wreszcie z blokiem III: działają nań siły R_3, C_3, Z_3 ; ich wypadkowa jest równa R_4 .

Kolejne wypadkowe R_2, R_3, R_4 przecinają stosugi B, C, D w punktach n_1, n_2, n_3 , które są środkami ciśnień w tych stosugach. Linja ciśnień, łącząca te środki musi czynić za-
dość warunkom stateczności i wytrzymałości, podanym dla ścian oporowych.

167. Jeśli o tę samą ścianę opierają się dwa sklepienia symetryczne /rys. 159/, zdawałoby się, że stateczność takiej ściany jest zapewniona.



RYC. 159.

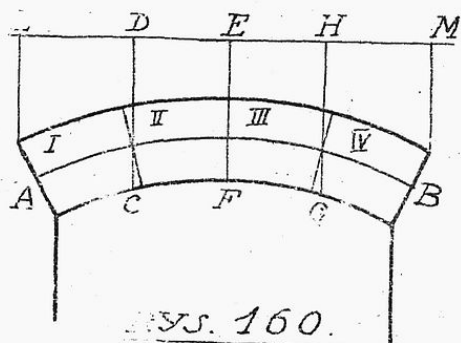
Byłoby tak w istocie, gdyby owa symetria nigdy nie była naruszona. Tak jednak nie jest, np. przy budowie, kiedy to może się zdarzyć, że na-
przód zostanie wykonane jedno sklepienie, a potem drugie. Może też zejść wypadek taki, że jedno ze sklepień się za-

wali, a wtedy ściana będzie pozostawała wyłącznie pod na-
porem drugiego sklepienia.

Aby zapobiedz w tym razie zawaleniu się i drugiego sklepienia należy obliczać ścianę w ten sposób, jakgdyby

miało być wykonane tylko jedno sklepienie i jakgdyby z drugiej strony ściana nie miała żadnego oparcia.

168. INNY ROZKŁAD OBCIĄŻENIA. W par. 161 mówiliśmy, że obciążenie zewnętrzne sklepienia należy dzielić płaszczyznami pionowymi, przechodzącymi przez górne krawędzie klinców. Nieraz jednak postępuje się inaczej, mając na



względnie ułatwienie przy wyznaczaniu pola obciążeń i środków ciężkości.

Prowadzimy mianowicie w sklepieniu linię środkową AB i owe płaszczyzny pionowe prowadzimy przez

punkty przecięcia się jej ze stosagami /rys. 160/. Jeśli przypuścimy, że prosta LM oznacza linię sprowadzoną, to obciążenie /łącznie z ciężarem klinca/, które przypada np. na blok II, będzie wtedy równe iloczynowi z pola $CDEF$ przez ciężar właściwy kamieni i będzie przyłożone w środku ciężkości tego pola. Podobnie rzecz się ma dla innych klinców.

Sposób ten jest tem ściślejszy, im mniejsza jest krzywizna sklepienia.

SPIS ROZDZIAŁÓW.

	Str.
Rozdział wstępny	3
Rozdział I. Składanie i rozkładanie sił do jednego punktu przyłożonych	11
Rozdział II. Składanie i rozkładanie sił przy- łożonych do różnych punktów i dzia- łających w jednej płaszczyźnie. Wieloboki Varignona, ich własności. Warunki równowagi	22
Rozdział III. Momenty statyczne sił	51
Rozdział IV. Belka prosta na dwóch podporach	77
Rozdział V. Środek sił i środek ciężkości	105
Rozdział VI. Moment bezwładności	125
Rozdział VII. Kratownice	137
Rozdział VIII. Ściany oporowe	198
Rozdział IX. Sklepienia.	247

