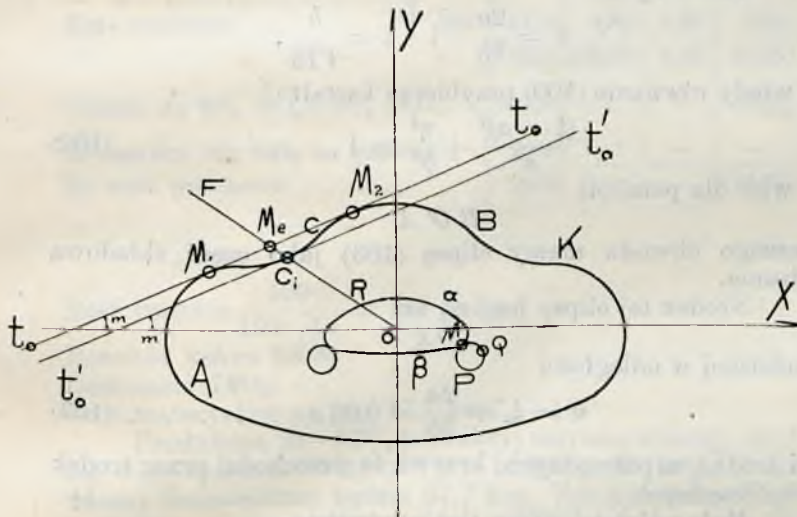


BADANIA NAPRĘŻEN NORMALNYCH.

(Dokończenie do str. 275 w № 23 r. b.).

§ 19. Weźmy pod uwagę część obwodu danego pola, składającą się z dwóch krzywych łuków, połączonych ze sobą prostą zespolenia, ich styczną lub wprost tylko łączącą ich skrajne punkta

$M_1 M_2$
i przypuśćmy, że obwód pewnego pola S
zamiast biec od M_1 ku M_2 po prostej zespolenia $t_0 M_1 M_2 t_0$,
bieży po krzywym łuku $M_1 C M_2$,
tworzącym wklęsłość obwodu K
tego pola.



Rys. 14.

Część rdzenia, odpowiadająca rozpatrywanej części

$M_1 C M_2$
obwodu, będzie się składała:
1) z dwóch krzywych łuków αM , βM
odpowiadających krzywym łukom AM_1 , BM_2 ,
a zbiegających się w punkcie zespolenia M ,
dla którego najoczywiściej oba punkty M_1 , M_2
są punktami sprzężonymi.
2) z pętlicy $M P M$,

odpowiadającej łukowi $M_1 C M_2$.

Pętlica ta jest zawsze zewnętrzna, t. j. promień wodzący

OQ
jakiegokolwiek punktu Q , leżącego na niej, przecina w pewnym punkcie rdzeń

R ;
poza to jest ona tem większa, im bliżej do środka sprężystości podchodzi styczna, owijająca łuk

$M_1 C M_2$
obwodu; gdy styczna przezeń przejdzie — wtedy wierzchołek pętlicy ulata w nieskończoność; gdy łuk

$M_1 C M_2$
otacza środek sprężystości — pętlica obiega naokoło rdzenia, tworząc wraz z rdzeniem krzywą podwójnie owiniętą.

Z łatwością będziemy mogli dowieść wypowiedzianych

tu własności; należy tylko zwrócić uwagę na to, że na łuku $M_1 C M_2$ można znaleźć punkt (i to zawsze można)

C_i ,
w którym styczna (lub rzekoma styczna, o ile łuk ma w C_i punkt zespolenia) łuku jest równoległa do prostej zespolenia

$t_0 M_1 M_2 t_0$,
a więc w którym styczna tworzy kąt
arc $\text{tg } y_1' = \text{arc } \text{tg } y_2' = m$

z osią X -ów.
Ze środka sprężystości

O
poprowadźmy prostą OF
przez punkt C_i ; prosta ta przetnie prostą zespolenia w punkcie $M_e(x_e, y_e)$.

Ponieważ mamy oczywiście dla współrzędnych $x_1 y_1$ $x_2 y_2$
punktów $M_1 M_2$ równości:

$y_1 - y_1' x_1 = y_2 - y_2' x_2 = y_e - x_e \text{tg } m$,

przeto współrzędne punktu zespolenia $M(\xi_e, \eta_e)$,
leżącego na rdzeniu, a przynależnego do obu punktów $M_1 M_2$ obwodu, będą:

$$\xi_e = \frac{V}{S} \frac{\text{tg } m}{y_e - x_e \text{tg } m}$$

$$\eta_e = -\frac{H}{S} \frac{1}{y_e - x_e \text{tg } m}$$

Niech teraz

$x_i y_i$
oznaczają współrzędne punktu C_i ; współrzędne środka naprężeń

$Q(\xi_i, \eta_i)$,
przynależnego do C_i , będą

$$\xi_i = \frac{V}{S} \frac{\text{tg } m}{y_i - x_i \text{tg } m}$$

$$\eta_i = -\frac{H}{S} \frac{1}{y_i - x_i \text{tg } m};$$

zatem:

$$\frac{\xi_i}{\xi_e} = \frac{\eta_i}{\eta_e} = \frac{y_e - x_e \text{tg } m}{y_i - x_i \text{tg } m} = \frac{x_e \text{tg } n - \text{tg } m}{x_i \text{tg } n - \text{tg } m} > 1,$$

gdzie przez $\text{tg } n$
oznaczyliśmy współczynnik kątowy prostej OF . Z nierówności

$$\xi_i > \xi_e$$

$$\eta_i > \eta_e$$

wyływa, że promienie wodzące punktów M i Q są:

$$\rho_i > \rho_e,$$

a więc pętla jest zewnętrzna, bo punkt M leży na OQ .

Gdy styczna łuku $M_1 C M_2$ przechodzi przez środek współrzędnych, wtedy dla środka naprężeń przynależnego do tej stycznej, mamy:

$$\xi = \eta = \infty,$$

ponieważ dla tej stycznej będzie:

$$y - xy' = 0.$$

Gdy znów łuk $M_1 C M_2$ otacza środek sprężystości O , który w ten sposób leży wewnątrz tego łuku, wtedy pętlica rdzenia otacza sam rdzeń tego pola.

Wogóle możemy wypowiedzieć

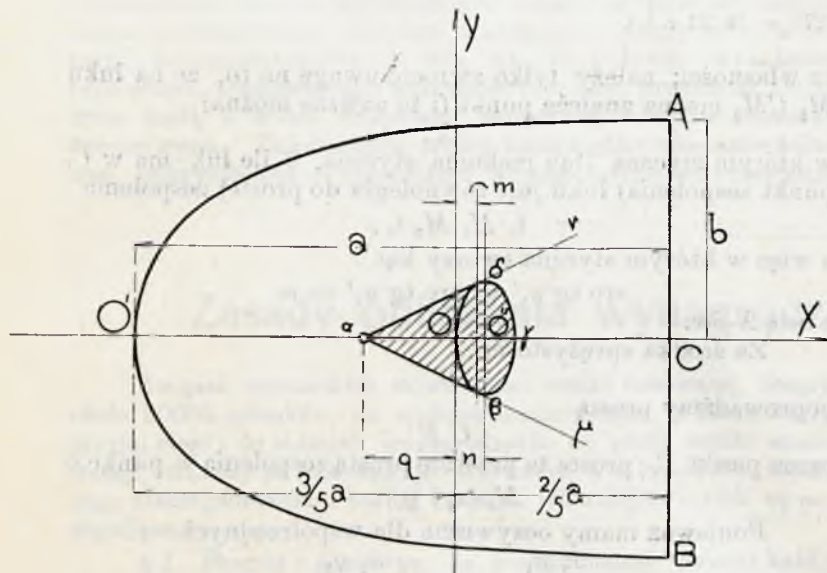
Twierdzenie XIX. Jeżeli obwód danego pola posiada wklęsłość, to odpowiednia część rdzenia składa się z pętlicy, leżącej na zewnątrz punktu zespolenia, przynależnego do prostej zespolenia, jakoby można wyrównać daną wklęsłość obwodu.

§ 20. Praktycznie, zadanie dotyczące się znajdowania rdzenia danego pola można obecnie już uważać za rozwiązane w całej rozciągłości.

W samej rzeczy wszelki obwód praktycznie używany składa się:

- 1) z prostych,
- 2) z łuków krzywych drugiego stopnia.

Przeto z łatwością zawsze znajdziemy odpowiednie części rdzenia.



Rys. 15.

Weźmy na przykład pole paraboliczne (rys. 15), ograniczone obwodem

$O' A B O'$,

składającym się:

- 1) z łuku paraboli

$A O' B$,

- 2) z prostej równoległej do osi Y -ów.

Środek ciężkości, a co zatem idzie, i środek sprężystości tego pola znajduje się w odległości

$$O'O = \frac{3}{5} O'C = \frac{3}{5} a$$

od wierzchołka paraboli

O' ,

przeto równanie względem głównych osi

OX, OY ,

przez ten środek przechodzących, będzie:

- 1) dla części $A O' B$

$$y^2 = 2p(x + \frac{3}{5} a) \dots (91)$$

- 2) dla prostej AB

$$x = \frac{2}{5} a \dots (92)$$

Pozatem mamy

$$S = \frac{4}{3} ab \dots (93)$$

$$H = \frac{1}{15} a b^3 \dots (94)$$

$$V = \frac{1}{15} a^3 b \dots (95)$$

Określmy na mocy tych danych rdzeń danego parabolicznego pola. Będziemy mieli:

- 1) Dla punktu

$$A(\frac{2}{5} a, b) \dots (96)$$

naszego obwodu — linię prostą

$$\xi \frac{X}{V} + \eta \frac{Y}{H} + \frac{1}{S} = 0,$$

czyli

$$\frac{35}{2a} \xi + \frac{15}{b} \eta + 3 = 0, \dots (97)$$

t. j. prostą

$\alpha\mu$

rdzenia.

Przecięcie się tej prostej z osią

OX

czyli punkt

$$\alpha \left(-\frac{6a}{35}, 0 \right) \dots (98)$$

należący do rdzenia, odpowiada prostej

AB

naszego obwodu; na mocy zupełnej symetryczności względem osi X -ów punktów

$$A(\frac{2}{5} a, b) \quad B(\frac{2}{5} a, -b)$$

mamy prostą rdzenia:

$$\frac{35}{2a} \xi - \frac{15}{b} \eta + 3 = 0 \dots (99)$$

odpowiadającą punktowi

B

obwodu.

- 2) Następnie dla paraboli

$B O' A$

mamy na mocy ogólnego wzoru dla rdzenia, przynależnego do obwodu drugiego stopnia:

$$\xi^2 \left\{ S^2 H^2 \frac{b^2}{3} \right\} + \eta^2 \left\{ S^2 V^2 \frac{b^2}{4a^2} \right\} - \xi \left\{ 2 S V H^2 \frac{b^2}{2a} \right\} = 0,$$

co daje

$$\xi^2 - \frac{4a}{35} \xi + \frac{12}{245} \frac{a^2}{b^2} \eta^2 = 0, \dots (100)$$

bowiem w danym wypadku równanie paraboli jest

$$P(x, y) = y^2 - \frac{b^2}{a} x - \frac{3}{5} b^2 = 0 \dots (101)$$

Niech będzie

$$\alpha = \frac{2a}{35} \quad i \quad \beta = \frac{b}{\sqrt{15}},$$

a wtedy równanie (100) przybierze kształt:

$$\frac{(\xi - \alpha)^2}{\alpha^2} + \frac{\eta^2}{\beta^2} = 1, \dots (102)$$

a więc dla paraboli

$B O' A$

naszego obwodu mamy elipsę (103) jako część składową rdzenia.

Środek tej elipsy leży na osi

OX

dodatniej w odległości

$$n = \xi_s = \frac{2a}{35} \sim 0,06 a \dots (103)$$

od środka współrzędnych; krzywa ta przechodzi przez środek współrzędnych.

Mała półoś tej elipsy jest oczywiście

$$n = \frac{2a}{35},$$

zaś drugą półoś otrzymamy, kładąc w (102)

$$\xi = \xi_s = \alpha,$$

t. j. otrzymamy

$$\eta_m = \frac{b}{\sqrt{15}} \sim 0,26 b \dots (104)$$

Zgodnie z dowiedzionymi twierdzeniami winniśmy otrzymać, że proste

$\alpha\mu$ $\alpha\nu$

stanowią styczne naszej elipsy.

W samej rzeczy, szukając punktu przecięcia się prostych

$$\frac{35}{2a} \xi \pm \frac{15}{b} \eta + 3 = 0$$

z elipsą

$$\xi^2 - \frac{4a}{35} \xi + \frac{12}{245} \frac{a^2}{b^2} \eta^2 = 0,$$

mamy

$$\mp \frac{15}{b} \eta = \frac{35}{2a} \xi + 3$$

skąd odcięta

ξ

punktu przecięcia wyznaczy się z równania:

$$\xi^2 - \frac{4a}{35} \xi + \frac{12}{245} \frac{a^2}{b^2} \left\{ 3 + \frac{35}{2a} \xi \right\}^2 \frac{b^2}{225} = 0.$$

Równanie to posiada dwa równe pierwiastki. W samej rzeczy skracając mamy

$$\frac{4}{9} \xi^2 - 2 \frac{2a}{3 \times 35} + \frac{a^2}{35^2} = 0,$$

skąd

$$\left(\frac{2}{3}\xi - \frac{a}{35}\right)^2 = 0,$$

co daje dwa równe pierwiastki

$$\xi_0 = m = \frac{3a}{70}, \dots \dots \dots (105)$$

a zatem proste

$$\frac{35}{2a}\xi \pm \frac{15}{b}\eta + 3 = 0$$

są stycznymi elipsy (100).

W danym więc wypadku rdzeń składa się z dwóch prostych, zbiegających się w punkcie zespolenia, oraz łuku elipsy.
L. S. Karasiński.

Czy opłaca się produkować surowiec w Królestwie Polskiem?

(Dokończenie do str. 278 w № 23 r. b.).

I. Ferrosilicium, zawierający 10—12% Si.

Materyały przetopowe	Pudy	SiO ₂	Fe	Mn	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	S	Cena kop.	Suma rub.
Ruda prażona	125	18,75	50,00	0,75	13,75	6,25	—	—	11	13,75
Żużel szwejsowy	100	30,00	50,00	—	—	—	—	—	12,5	12,50
Wapień	50	2,50	0,50	—	0,50	25,00	0,50	—	1,2	0,60
Koks ostrawski	305	17,40	4,50	0,25	6,00	3,50	3,10	3,05	20	61,00
		68,65	105,00	1,00	20,25	34,75	3,65	3,05	—	87,85
Ulatnia się 25% SiO ₂ +10% Al ₂ O ₃ . .		-17,16	—	—	-2,30	—	—	0,75		
W surowcu 12% SiO ₂ , co stanowi . .		26,46	—	—	—	—	—	—		
Do żużla przechodzi		25,03	—	—	18,12	34,75	3,65	2,30		

Teoretyczny skład żużla.

SiO ₂	= 25,03 pud. czyli 30,0%
FeO	} = 1,00 " " 1,2 "
MnO	
Al ₂ O ₃	= 18,12 " " 21,6 "
CaO	= 34,75 " " 41,4 "
MgO	= 3,65 " " 4,4 "
S/2	= 1,15 " " 1,4 "
	<hr/> 83,70 100,0%

Ilość surowca $\frac{100}{100-12} = 113$ pud.

Rozchód koksu 2,700.

Ilość żużla 74%.

Cena materyałów na pud 77,7 kop.

Produkcya 25—30% produkcyi martenowskiego surowca, więc dodatek fabrykacyjny 5:0,25=20 kop., i koszt własny ferrosilicium będzie 97,7 kop. Rzeczywista cena ferrosilicium, wytopionego w ilości 33111 pud. w marcu 1905, roku była 97,571 kop. za pud.

Jedną z najnieprzyjemniejszych stron produkowania ferrosilicium jest bardzo silne uchodzenie pyłu (wyżej wspominaliśmy, że uchodzi z gazami około 25% ilości krzemionki w naboju i około 10% glinki) i zanieczyszczanie wielkopieczowych gazów, płuczek i aparatów do ogrzewania powietrza. Z tego względu wielkie piece, w których mamy zamiar produkować ferrosilicium, powinny być zaopatrzone w kilka klap na przewodach gazowych, aby można było prędko i dogodnie oczyszczać przewody; przy pomyślnym biegu pieca takie oczyszczenie trzeba urządzać raz na 2—3 dni, co wywoła zatrzymanie pieca na 1/2—1 godziny, a często przy mniej sprzyjających warunkach pracy trzeba podobne zatrzymania pieca robić codziennie. Zmniejszyć ilość, unoszonego z gazami pyłu (chemiczny skład tego pyłu jest bardzo podobny do składu żużla na ten surowiec) można: 1) zmniejszając ilości pyłkowatych rud i materyałów przetopowych miękkich, które łatwo kruszą się na proszek i 2) nie robiąc żużla wielkopieczowego na ten surowiec zanadto kwaśnym (żużle, bogate w krzemionkę, w bardzo dużych ilościach uchodzą z wielkiego pieca z gazami i zanieczyszczają płuczki). Pierwszy z tych warunków w znacznej mierze może być osiągnięty przez utworzenie naboju wielkiego pieca na ferrosilicium tylko z rud kawałkowych, a jeszcze lepiej używać wyłącznie żużli szwejsowych i pudlowych (te ostatnie nie powinny zawierać dużo fosforu, gdyż w razie przeciwnym do produkowania FeSi użyte być nie mogą). Co się tyczy drugiego warunku, to im żużle są więcej zasadowe, tem kampania FeSi będzie lepsza; wytapiając FeSi w listopadzie 1902 roku na południu Rosyi, otrzymałem nawet żużle takich analiz: 19,55% SiO₂; 0,71 Fe; 0,17 Mn; 27,38 Al₂O₃; 48,08 CaO; 1,37 MgO i 3,86% S.

Żużel ten był bardzo płynny i miał w przekroju próbki, odlanej w surowcową foremkę, szklany wygląd; wogóle otrzymane przy tej kampanii żużle miały przeważnie około 22—25% SiO₂¹⁾.

Zapoznaliśmy się z teoretycznym składem naboju wielkopieczowych na różne gatunki surowców; porównując koszty, tym sposobem obliczone, widzieliśmy, że były one zawsze wyższe od kosztów rzeczywistych, do czego każdy prowadzący wielki piec dążyć powinien, by wyniki niezawiodły jego oczekiwania. Manipulując ilościami różnych przetopowych materyałów, możemy teoretyczny skład naboju na dany gatunek surowca zrobić tańszym lub droższym. Chemiczny skład przetopowych materyałów Królestwa Polskiego we wszystkich fabrykach można uważać za mniej więcej analogiczny, tylko cena tych materyałów będzie różna; stąd wypływa, że korzystając z wyżej przytoczonych teoretycznych składów naboju na różne gatunki surowca, możemy w każdym danym wypadku obliczyć teoretycznie, czy opłaca się w danej miejscowości surowiec produkować.

Nadmienić wypada, że kupując materyały przetopowe najodpowiedniejsze, dla danego gatunku surowca i najtańsze dla danej fabryki, możnaby produkować surowiec stosunkowo taniej, niż wyżej wskazano, gdyż w fabryce, w której dane powyższe zebrałem, warunki pod tym względem składały się niepomyślnie. Obejmując obowiązki szefa wielkich pieców, zastałem już tam duże ilości materyałów nieodpowiednich i musiałem je zużytkować.

Prócz tego na pozorne zwiększenie kosztów własnych surowca miała wpływ i to dosyć poważny ta okoliczność, że surowiec martenowski szedł do stalowni przeważnie w stanie płynnym i był ważony bardzo niedokładnie. Zdarzało się nieraz, że wydajność martenowskiego pieca dochodziła nawet do 115%, to znaczy, że ze 100 pud. surowca, załadowanego do martenowskiego pieca, otrzymywało się 115 pud. czystej stali, przeciętnie zaś około 108—110%.

¹⁾ W rosyjskiem wydaniu mojej książki „Urządzenie i prowadzenie wielkich pieców oraz produkowanie różnych gatunków surowca“, zeszyt II, str. 311—320, czytelnik znajdzie wiele analiz różnych specjalnych surowców, wytapianych w różnych fabrykach.