

# Postępy na polu przenoszenia energii i trakcji elektrycznej w Szwajcaryi.

Skreślił Kazimierz Drewnowski, inż.-elektr.

(Ciąg dalszy).

## Opis przeniesienia.

Przeniesienie energii elektrycznej do Zurychu odbywa się za pomocą 4 linii, spoczywających na dwóch szeregach słupów; na każdym więc słupie spoczywa 6 przewodów  $50 \text{ m m}^2$ . Na  $\frac{2}{3}$  długości przeniesienia tj. do stacji kontrolnej w Bilten idą oba szeregi równoległe w odstępach 10—12 cm. Na tej przestrzeni rury są żelazne z rur mannesmannowskich (fig. 10.). Fig. 10. przedstawia

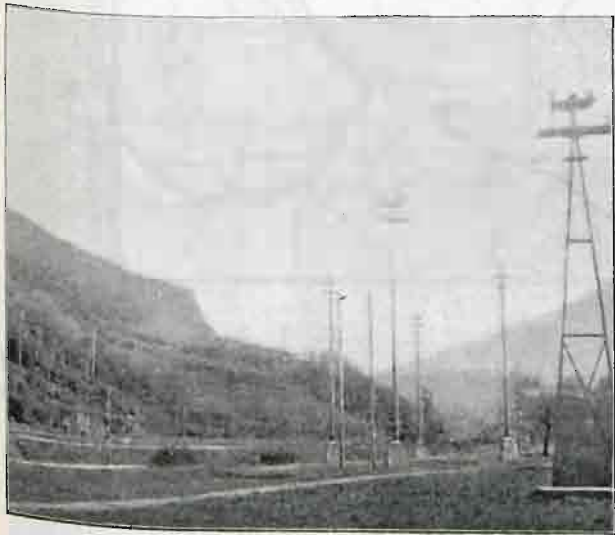


Fig. 10.

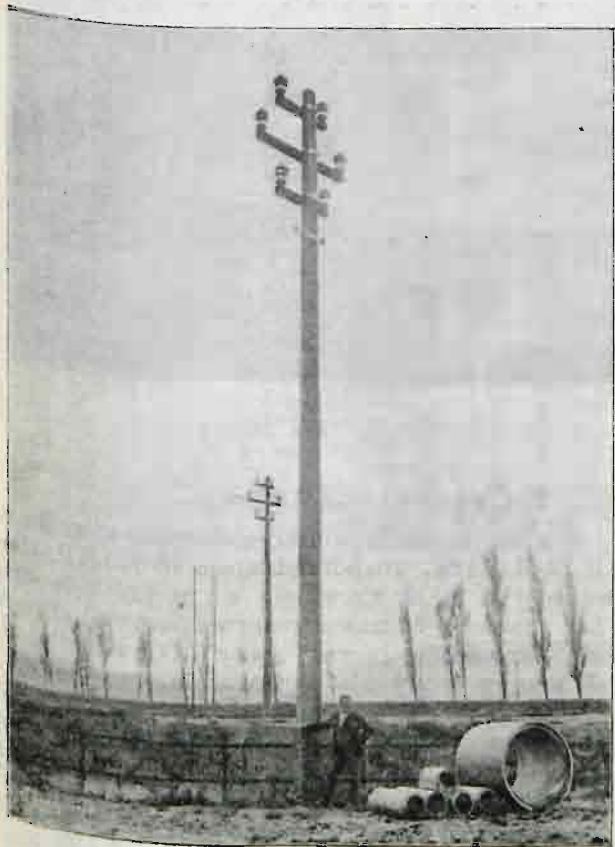


Fig. 11.

miejsce, o którym była mowa na początku artykułu. Na pierwszym planie widać słup kratowy (na zagięciu linii), za nim dwa szeregi słupów żelaznych z Albuli, (45 000 V) przecinające dwa szeregi słupów drewnianych z L ö n t s c h (27 000 V). W głębi trzeci szereg słupów z L ö n t s c h o 8 000 V. Przed nim linia kolejowa. Przy wejściu ponad tą linią i nad przewodami z L ö n t s c h niema żadnego ubezpieczenia. W Bilten następuje rozgałęzienie na obie strony jeziora zurychskiego. Na tej drodze słupy są żelazno — betonowe (fig. 11.) 12—14 m wysokie o przekroju przeważnie wskazanym na fig. 12. Słupy te są wpuszczone w podstawę betonową 100/100/180 cm lub 120 120/180 cm, zależnie od gruntu. Izolatory są trójdzielne, ok. 30 cm wysokie, dostarczone przez fabrykę w Hermsdorf.

Całe przeniesienie (fig. 13.) połączone jest na 6 części stacjami kontrolnymi i przełącznikami. W tych stacjach można wyłączać lub przełączać poszczególne kawałki linii, leżące między dwiema stacjami. Dla każdego z dwóch linii, spoczywających na tym samym szeregu słupów, jest osobna stacja, połączona z drugą przewodami poprzecznymi. Układ połączeń takich dwóch stacji jest widoczny na fig. 14. Normalnie pracuje linia przy zamkniętym wyłączniku  $P_1$ , a otwartych  $P_2$  i  $P_3$ . W razie jakiejś naprawy n. p. na linii  $A_1$  po stronie prawej otwiera się wyłącznik  $P_1$  a zamyka  $P_2$  i prąd z linii  $A_2$  może być skierowany na linię  $A_1$  i w tym celu zamyka się  $P_5$ , podczas gdy  $P_4$  jest już zamknięty, a  $P_6$  otwarty.

Obsługa każdej stacji składa się z dwóch strażników, z których jeden zwiedza linię, a drugi pilnuje stacji, aby być zawsze na wezwanie centrali, z którą jest połączony telegraficznie. Linia telegraficzna jest podwójna, osobna dla każdego szeregu słupów, prowadzona na tych samych słupach, co przewody główne: można jednak z każdej stacji przełączać linie między sobą. Tutaj zastosowano połączenie telegraficzne, a nie, jak zwykle, telefoniczne dlatego, że telegraf okazał się w takich razach mniej czuły na rozmaite zaburzenia niż telefon. Linia telefoniczna uziemiona jest w centrali i stacjach za pomocą różków Siemens.

Przy każdej stacji znajduje się budynek mieszkalny dla dozorców, zbudowany stylowo, podobnie jak i obie stacje kontrolne (fig. 15.).

Na pierwszym planie na lewo widać budkę, gdzie można przełączać przewody telefoniczne.

Przeniesienie energii kończy się pod Zurychem z jednej strony w G u g g a c h, z drugiej w F r o h a l p, gdzie łączy się z istniejącą dawną linią okrężną, poprowadzoną na słupach żelazno — betonowych. Znajdują się tam podstacje, transformujące prąd z 50 000 V na 6 000 V dla zasilania sieci kablowej.

Prócz tych dwóch podstacji są jeszcze dwie

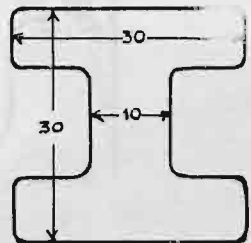


Fig. 12.

inne w Albisshof i w nowej rzeźni. Sieć oświetlenia, jednofazowa, jest zasilana z centrali w Let- tnie doświadczenie elektrotechników szwajcarskich i firm elektrotechnicznych znalazło tam swój

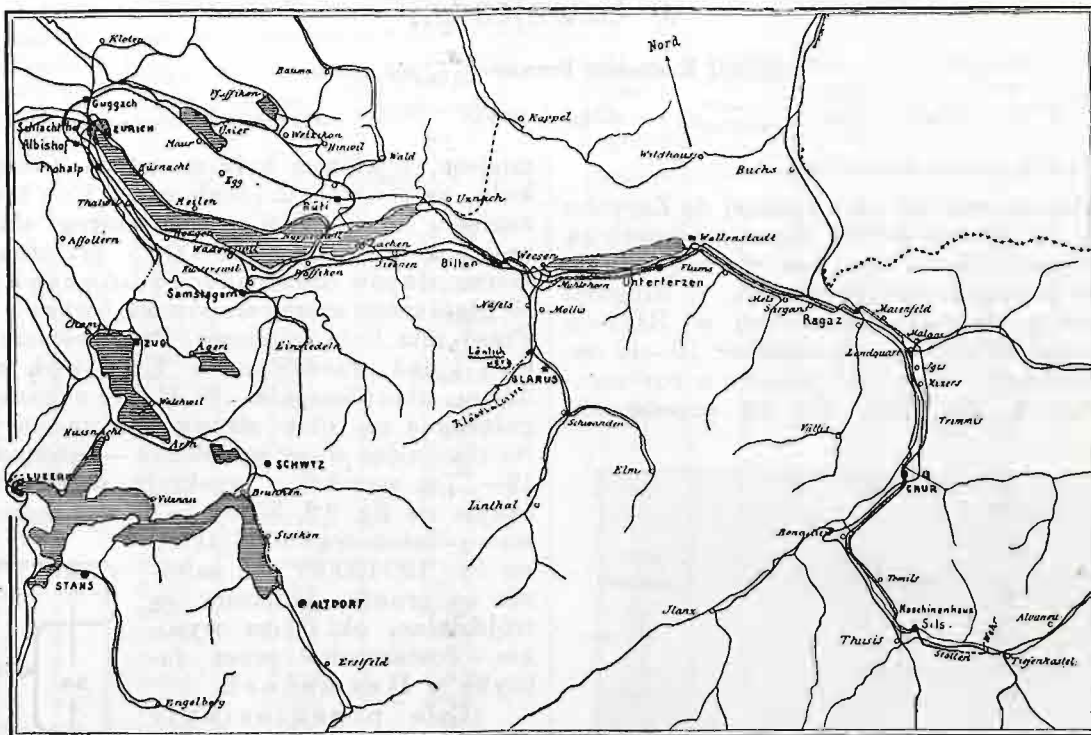


Fig. 13.

ten przy zamianie trójprądu 6 000 V na jednoprąd 2 000 V.

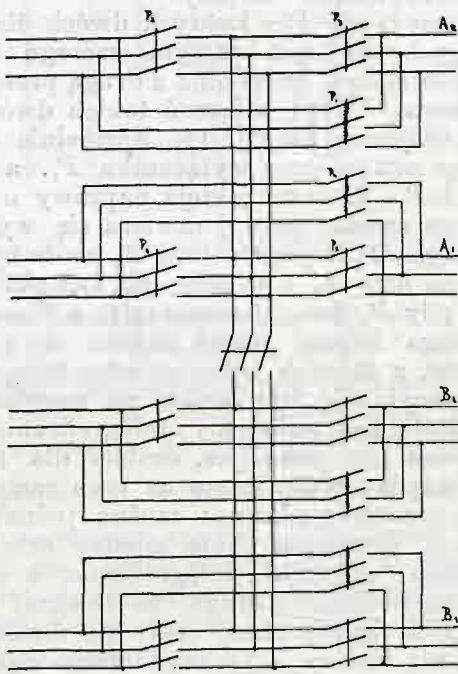


Fig. 14.

Sieć tramwajowa czerpie prąd z dwóch stacji przetwornic: na Selnaustrasse gdzie transformuje trójprąd 6 000 V na 2 000 V, aby użyć istniejące przetwornice na 550 V prądu stałego.

Układ połączeń sieci wysokonapiętej w Zurychu przedstawia fig. 16. Dla porównania, jakby się przedstawiła sieć rozdzielcza przy prądzie stałym dodany jest układ połączeń fig. 17.

Wogóle co do centrali w Albuli można powiedzieć, że jak Szwajcaryja przoduje na polu wyzyskania sił wodnych w Europie, tak Albula może być typem nowoczesnych central. Długole-

ostatni wyraz. Pod względem celowości urządzeń i staranności wykonania zajęła Albula naczelné miejsce.



Fig. 15.

### 3. Centrala „Löntschen“.

Wielka centrala wodno-elektryczna w Be- na u nad Aarą, rozporządzająca 18 000 KP, zbudowana w r. 1902, rozwinęła się w krótkim czasie tak znacznie, że nawet rezerwa parowa z dwóch turbin Parsonsa o łącznej mocy 7 000 KP dla niektórych stanów wody nie wystarczała.

Wobec tego tow. „Motor“, do którego centrala należy, musiało przystąpić do budowy drugiej centrali, któraby w razie potrzeby mogła z nią pracować równolegle i w ten sposób ją wspierać. Z licznych sił wodnych, będących w posiadaniu wspomnianego towarzystwa, najdogodniejsze okazały się siły wodne jeziora, położonego w ma-

wniesz dolinie Klönthal, u stóp lodowców Glärnischu (p fig. 13.).— To jeziorko, leżące na wysokości 832·5 m nad pow. m., o powierzchni 1·75 km<sup>2</sup>

nel jest wybetonowany i podwójnym tynkiem wygładzony. Dzięki temu, że tunel nie sięga głęboko w górę, można było prowadzić roboty dwoma wejściami bocznymi, a więc od razu z 6 miejsc. Ze względu na prawa wodne odpływającego z jeziora potoku Lönts ch musiano na km 3·2 tunelu odprowadzić część wody do potoku.

Aby jednak wyzyskać i tę stratę, ustawiono na dole małą centralę pomocniczą, pracującą pod spadkiem 2000 m. Zbiornik ciśnący wykuty jest w całości w skale i w ten sposób wykonany, że przekrój tunelu coraz więcej się rozszerza, spłaszcza i wreszcie przechodzi w 3 żelazne rurociągi o średnicy 1350 m/m i grubości 7 m/m u góry, a średnicy 1100 m/m i grubości 30 m/m u dołu. Każda rura ma automatyczne zamknięcie w razie pęknięcia. Dla wyrównania ciśnień służy mały tunel nieco skośnie ku górze wybity, którego koniec leży 2 m wyżej nad najwyższym stanem wody w jeziorze. Rurociągi prowadzą spadkiem, zrazu 97%, do budynku turbinowego (fig. 18. i 19\*).



Fig. 18.

Spad użyteczny wynosi około 400 m co daje 36 000 KP rozdzielonych na 6 turbin, z których na razie 3 są w ruchu. Turbiny są systemu Peltona, o średnicy koła turbinowego 1·85 m, z automatyczną regulacją, dostarczone przez firmę Bell et Cie w Kriens. Część elektryczną wykonała firma Brown, Boveri w Baden. Generatory trójfazowe dają 4400 KW przy  $\cos \varphi = 0·84$ . 8000 V, 360 A i 50 okresach; na tym samym wale osadzona jest dynamomaszyna wzbudzająca, dająca 40 KW i 200 V.

I w tej centrali przeprowadzona jest zasada decentralizacji ruchu i centralizacji dozoru. Z generatora idzie prąd przez wyłącznik ręczny do szyn zbiorczych okrężnych, podwójnych; jedne

\*) Fig. ta została podana w poprzednim numerze mylnie jako fig 5.

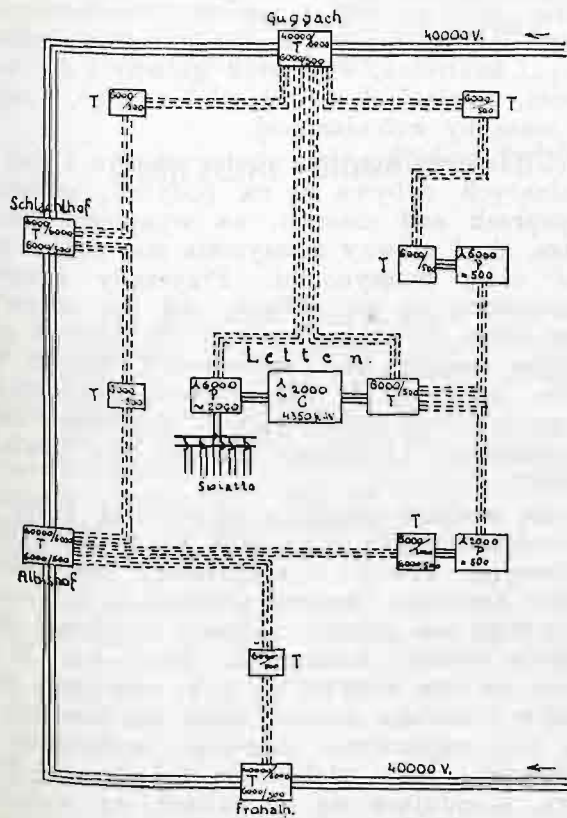


Fig. 16.

zostało spiętrzone jazem do wysokości 853·5, a więc o 18 m., skutkiem czego powierzchnia jego zwiększyła się do 3·75 km<sup>2</sup>, a ilość wody, jaką można wyzyskać, do 44 milionów m<sup>3</sup>.

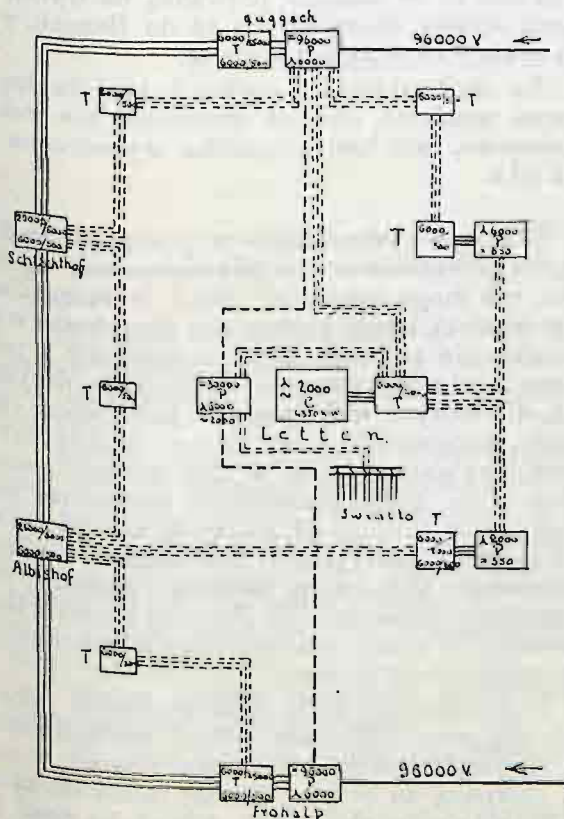


Fig. 17.

Woda jest doprowadzona tunelem, 4·2 km długim, o 4·8 m<sup>2</sup> przekroju i 2‰ spadku. Cały tu-

szyny są przeznaczone do zasilania motorów, drugie do światła; w razie potrzeby mogą oba systemy pracować wspólnie za pomocą łączników automatycznych. Z szyn zbiorczych idzie prąd do transformatora na 4600 KVA, zwiększającego



Fig. 5.

napięcie do 27 000 V i przez wyłącznik automatyczny (każda faza osobno) do szyn zbiorczych wyższego napięcia. Linie odchodzące są na 8000 V i 27 000 V; ochronione są one różkami Siemens'a i rolkami Würtsa z oporami wodnymi (fig. 20).

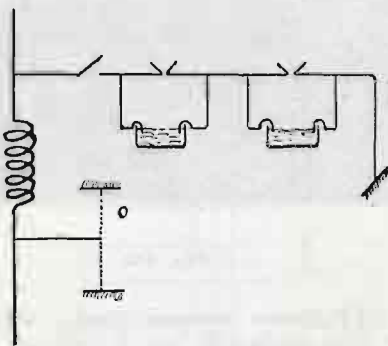


Fig. 20.

Dla odprowadzenia wyładowań elektryczności statycznej są szyny zbiorcze uziemione oporami z wody tryskającej.

Napięcie reguluje się z centrali według obciążenia sieci. Główny maszynista ma na tablicy wypisane, jakie napięcie ma trzymać o pewnych godzinach. Ponieważ to napięcie odnosi się do sieci o 27 000 V, a najbliższa okolica jest zasilona 8000 V, wobec tego ta sieć ma osobną regulację za pomocą pewnego rodzaju transformatorów z doprzęgalnymi cewkami. To regulowanie odbywa się ręcznie również według wykazów, stosownie do obciążenia.

Przyrządy kontrolne są podzielone na dwie grupy: na tablicach pomocniczych i na tablicy głównej. Każdy generator ma osobną tablicę, na której znajdują się ampermetry, voltmetr, watmetr i lampki fazowe, ampermetr do wzbudzenia, lampki kontrolne, wyłącznik główny i do wzbudzenia, przełącznik na „światło” i „siłę”, i regulator maszyn wzbudzającej.

Właściwa kontrola ruchu maszyn i linii odchodzących odbywa się na podium, położonem w poprzek sali maszyn, na wysokości jednego piętra, skąd główny maszynista ma dobry przegląd całej maszynowni. Przyrządy kontrolne umieszczone są na pulpach, tak jak to zwykle czyni firma Brown, Boveri. Na pulpach generatorów znajdują się: ampermetry, lampki kontrolne, automaty do wyłączników, znajdujących się na tablicach pomocniczych, regulatory napięcia (opornice) i voltmetr główny dla „światła” i „siły”.

Na podium znajdują się również pulpety dla linii odchodzących; 3 na 8000 V i 2 na 27 000 V, zawierający każdy: 3 amperometry jednofazowe, lampki kontrolne i fazowe i voltmetr do fazowania; prócz tego jest główny voltmetr do równoległego łączenia central Löntschi i Beznau. W ten sposób na dole odbywa się tylko załączanie generatorów i obsługa maszyn, sama zaś kontrola ruchu t. j. regulowanie napięcia i wyłączanie generatorów i linie odchodzące na górze. — Przyrządy, znajdujące się na pulpach, są wyłącznie tylko pod niskim napięciem, transformatoriki miernicze znajdują się w osobnych przedziałkach rozdzielnic. Rozdzielnica jest zbudowana systemem komórkowym, każda faza i każdy przyrząd podzielone są od drugich ściankami żelazno-betonowymi.

Linii odchodzących jest 5: 3 na 8000 V i 2 na 27 000 V; te ostatnie prowadzą na dwóch szeregach słupów drewnianych aż do Beznau, z którym mają równolegle pracować.

Na ogół centrala Löntschi robi bardzo korzystne wrażenie, chociaż urządzenie nie jest tak przejrzyste, ani tak elegancko wykończone jak Albuli.

Kończąc sprawozdanie z postępów techniki na polu przenoszenia energii elektrycznej w Szwajcarii, nie mogę oprzeć się chęci wyrażenia żalu, że w naszym kraju prawie nic dotychczas w tym kierunku nie zrobiono. Brak inicjatywy z jednej strony, a niezdecydowanie czynników decydujących, dla których elektryczność jest jeszcze ciągle czemś „niepewnym” — ze strony drugiej lub co gorsza prywata — jak w Zakopanem, ponoszą w tem winę. Rozpowszechnione jest u nas mniemanie, że w Galicyi sił wodnych nie ma, że charakter rzek galicyjskich nie nadaje się do ich wyzyskania. Tymczasem badania i pomiary, przeprowadzone przez inż. K. Pomińskiego wykazały, że mamy przecież takie siły wodne, które można zużytkować.

Przypomnijmy sobie tylko dyskusje, jakie toczyły się przed kilku laty w Tow. Politechnicznem nad sprawą zaopatrzenia miasta Lwowa w energię, czerpaną ze Stryja, zainicjowane odczytaniami pp. Pomińskiego i Altenberga, które nam wykazali nie tylko możliwość ale i rentowność takiego przedsięwzięcia. Przeszło kilka lat, mamy wspaniałą elektrownię parową, którą już trzeba rozszerzać i w tym celu zamówion

turbinę parową na 5000 KP, a o siłach wodnych nie jakoś nie słyhać. A któż inny byłby bardziej powołany do tego jak nie stolica kraju, aby takim przykładem rozbudzić jakiś żywszy ruch na polu wyzyskiwania sił wodnych w Galicyi.

Nie traćmy jednak nadziei! Może po latach,

kiedy nowa elektrownia będzie już zupełnie obciążona, odgrzebie się ten zapomniany projekt; maszyny parowe będą służyć jako rezerwa, a do elektrowni zmierzając będą od południa przewody elektryczne, niosące energię, uzyskaną na spadkach Stryja. (D. c. n.).

## Obliczanie dławików labiryntowych sposobem wykreślnym.

Opracował Z. Sochacki.

(Dokończenie).

Liczenie zapomocą tych wzorów jest proste, ale niedokładne. Liczba szczelin wypada za wielka w porównaniu z tą, jaką otrzymamy licząc sposobem pierwszym, ściśle teoretycznym.

Jeśli się w dodatku uwzględni, że kontrakcja i tarcie cząstek pary, zwłaszcza przy znacznych liczbach obrotu wału, wpływa korzystnie na wielkość straty, a tem samem zmniejsza potrzebną liczbę szczelin przynajmniej o jakie 10%, — przy-

Równoległa do osi  $XX$  ( $CD$ ) poprowadzona w odległości  $G_x$ , przetnie się z prostopadłą  $BD$  w punkcie krytycznym  $D$  (od którego począwszy ilość przepływającej pary jest stała  $=G_x$ ), zaś łącznica  $DO$  będzie miejscem geometrycznym wszystkich punktów krytycznych.

Krzywą  $AD$  jako ćwiartkę elipsy o półosiach  $BD=G_x$  i  $AB=p_1-p_m$ , otrzymamy w znany sposób, uwidoczniwszy zresztą na Fig. 3.

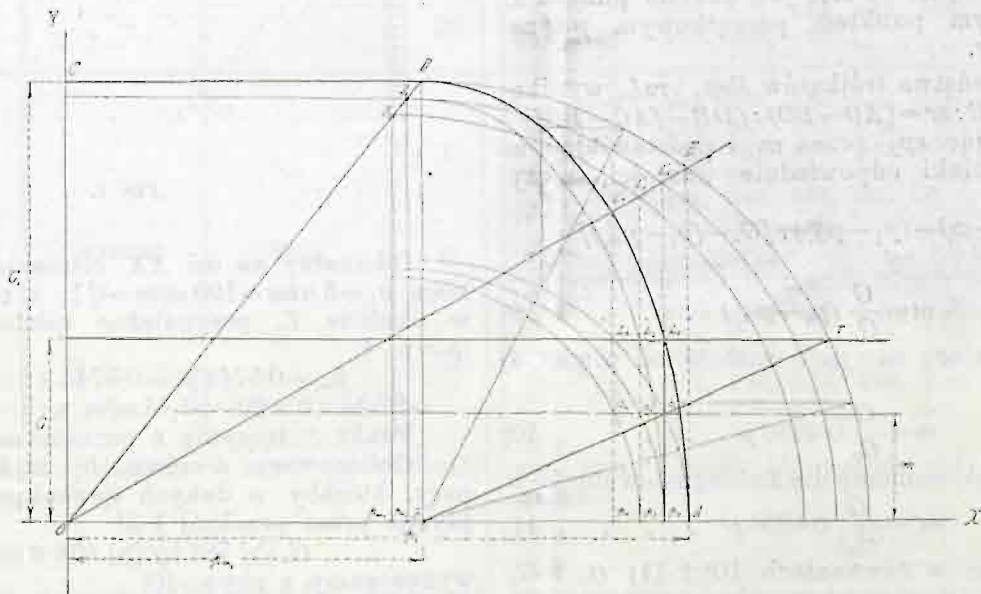


Fig. 3.

chodzi się do przekonania, że oba powyższe sposoby obliczania dławików labiryntowych nie są najlepsze.

Stojąc na tem stanowisku, spróbujemy wprowadzić i ustalić nowy sposób obliczania dławików labiryntowych, oparty na następującem rozumowaniu:

Krzywe, przedstawiające ilości wypływającej pary (Fig. 2), określone równaniem 1), można uważać za całkiem prawie dokładne elipsy, w których połówki dużej osi są równe maksymalnej teoretycznej ilości pary ( $G$  kg) przepływającej przez przekrój  $1\text{ m}^2$ , zaś połówki małej osi, równe różnicy ciśnień początkowych i przynależnych im ciśnień krytycznych.

Wobec takiego założenia, konstrukcja tych krzywych jest bardzo prosta.

W prostokątnym układzie współrzędnych (Fig. 3) odcinamy na osi  $XX$  ciśnienie przed dławikiem  $p_1$  w atm, oraz ciśnienie krytyczne  $p_m$ , odpowiadające ciśnieniu początkowemu  $p_x$ , obliczone z równ. 4); na osi  $YY$  maksymalną ilość pary  $G_x$  w kg, przepływającej przez  $1\text{ m}^2$  przekroju, obliczoną z równ. 5).

Ażeby dla każdego ciśnienia początkowego (przed szczeliną) nie liczyć odnośnego ciśnienia krytycznego, odcinamy na prostopadłej, poprowadzonej w punkcie  $A$ , ciśnienie krytyczne  $p_m = AE$ , a otrzymany punkt  $E$  łączymy z początkiem układu  $O$ . — Prosta  $OE$  odcina wówczas na rzędnych, poprowadzonych z dowolnych punktów osi  $XX$  (odpowiadających dowolnym ciśnieniom), odnośne ciśnienie krytyczne.

Przyjmując ilość pary  $G$  kg/m<sup>2</sup>, uchodzącą przez dławik na zewnątrz, i prowadząc w odległości  $G$  równoległą do osi  $XX$ , otrzymamy punkt przecięcia  $L_1$  tej równoległej z krzywą  $AD$ , a rzędna  $L_1 p_2$  przez ten punkt poprowadzona, odetnie na osi  $XX$  wielkość ciśnienia za pierwszą szczeliną, które będzie zarazem ciśnieniem początkowem dla przepływu pary przez drugą szczelinę.

Przedłużenie tej rzędnej  $L_1 p_2$  przecina prostą  $OE$  w punkcie  $L_1'$ , a jej długość  $L_1' p_2$  jest przynależnem ciśnieniem krytycznem. To ciśnienie, odcięte na osi  $XX$  od punktu  $O$ , daje punkt  $p_m$ , a poprowadzona w nim rzędna wyznacza punkt krytyczny  $D_2$ .

W ten sposób otrzymane odcinki  $p_m, D_2$  i  $p_m, p_2$  są  $\frac{1}{2}$  osi elipsy  $p_2 L_2 D_2$ .