

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Tlen w żelazie, nap. Dr. Inż. I. Feszczenko-Czopiwski i Inż. met. St. Orzechowski.

Rozwój i charakterystyka turbin zasilanych parą z akumulatorów Ruths'a, nap. inż. dypl. Józef Landau.

Zarys krytyczny własności technicznych czterech systemów towarowych hamulców automatycznych (c. d.), nap. Inż. Aleksander Pawłowski.

Przeгляд pism technicznych.

Sprawozdania i Prace Polskiego Komitetu Energetycznego.

SOMMAIRE:

Le rôle de l'oxygène dans le fer, par MM. I. Feszczenko-Czopiwski, Dr., Ing., et St. Orzechowski, Ingénieur.

Progrès réalisés dans la construction des turbines à vapeur alimentées par les accumulateurs Ruths (suite et fin), par M. J. Landau, Ingénieur dipl.

Description critique des propriétés techniques des 4 systèmes de freins continus pour les trains de marchandises (suite), par M. A. Pawłowski, Ingénieur-mécanicien.

Revue documentaire.

Bulletin du Comité Polonais de l'Energie.

Tlen w żelazie^{*)}.

Napisali Dr. Inż. I. Feszczenko-Czopiwski i Inż. met. St. Orzechowski.

Jest rzeczą znaną, że często stale o tym samym składzie chemicznym, jednakowo termicznie obrobione, zachowują się niejednako w tych samych warunkach pracy. Przyczyną różnego zachowania się stali jest nadmierna zawartość tlenu, spowodowana niedostatecznym odtlenieniem po wyświeżeniu w piecu martenowskim. Wślad za Ehnem¹⁾ nazywamy takie gorzej się zachowujące stale utlenione „anormalnemi”.

Żelazo płynne odznacza się znaczną rozpuszczalnością tlenu. Pozatem jest nieuniknione zatrzymywanie się w płynnej stali, w sposób mechaniczny, cząsteczek żużla, a również pewnych produktów odtleniania, w postaci MnO , SiO_2 i t. p. Oprócz tego, podczas spustu metalu z pieca do kadzi, czy też w czasie odlewania, utlenia się on w dalszym ciągu tlenem powietrza.

Środki odtleniające (Al, stopy Fe—Mn, Fe—Si, lub Fe—Si—Mn), zawierające pierwiastki, których powinowactwo do tlenu jest większe niż żelaza, dodane do płynnej, wyświeżonej stali, rozkładają tlenek żelaza, tworząc własne tlenki, które jako nierozpuszczalne, względnie znikomo rozpuszczalne w żelazie, wypływają do góry, do żużla. Ponieważ zarówno same reakcje odtleniania, jak i proces wypływania ich produktów, wymaga pewnego czasu, przeto należy zawsze pozwolić kąpieli odstąpić się przez pewien czas tak, aby reakcje rozpadu FeO posunęły się możliwie do końca oraz by utworzone tlenki dezoksydatorów zdążyły wypłynąć na powierzchnię.

Badania nad wpływem tlenu na własności stali napotykają dotychczas na znaczne trudności z

powodu braku dostatecznie wiarogodnego układu $Fe-O_2$. Drugą trudnością jest brak dobrych metod analitycznych do określenia tak ogólnej zawartości tlenu w stali, jak i poszczególnych tlenków. Ostatnie zagadnienie jest szczególnie doniosłe, ponieważ w dotychczasowej literaturze istnieje wiele wskazówek, mówiących, że o własnościach stali decyduje nie tylko ogólna zawartość tlenu, lecz raczej postać, w jakiej on występuje.

Pierwsze systematyczne badania nad układem $Fe-O_2$, oparte na analizie termicznej, przeprowadzili dopiero w r. 1924 Tritton i Hanson²⁾. Badali oni żelazo o zawartości O_2 w granicach od 0,09 do 22,26%, t. zn. podali układ $Fe-FeO$. Jeszcze A. Ledebur stwierdził, że tlen rozpuszcza się w płynnym żelazie oraz że jego rozpuszczalność jest ograniczona i wynosi około 0,2%. Wskazówki późniejszych badaczy niewiele się odchyłają od tej cyfry. H. Le Chatelier³⁾ przyjmuje, że rozpuszczalność tlenu w żelazie — w temperaturze 1600° — wynosi 0,24%; R. Austin — nie podając dokładnie odnośnej temperatury — przyjmuje 0,28%. Różnice te pochodzą najprawdopodobniej stąd, że poszczególnych pomiarów dokonano w różnych temperaturach. Natomiast wartości, określone dla temperatury topliwości, zgadzają się ze sobą zupełnie. Tritton i Hanson podają tę graniczną rozpuszczalność na 0,21%, co jest zgodne z danymi Herty'ego i Gaines'a⁴⁾. Według tych ostatnich, rozpuszczalność tlenu, która w tempe-

*) Praca referowana na IV-m Zjeździe (1930) Inż. Mechaników Polskich.

¹⁾ Ehn. Journ. Ir. St. Inst. 1922, I, str. 157.

²⁾ Tritton i Hanson. Journ. Ir. a. St. Inst. 1924, II, str. 90.

³⁾ H. Le Chatelier. Rev. de Mét. 1912, str. 513.

⁴⁾ Herty, Gaines i tow. St. u. E. 1928, str. 831.

raturze topliwości wynosi 0,21%, podnosi się w miarę wzrostu temperatury i osiąga: w temperaturze 1600° — 0,3%, a w 1700° — 0,45%. Powyżej tych zawartości granicznych tlenu następuje podział cieczy na dwie fazy: jedną bogatą w tlen (lecz o zawartości O₂ mniejszej, niżby to odpowiadało związkowi FeO) i drugą — roztwór, bogaty w żelazo.

W czasie krzepnięcia rozpuszczalność tlenu w żelazie obniża się znacznie; nadmiar tlenu wydzielają się w postaci FeO, przypominającego swym ułożeniem eutektykę kulkową.

Tritton i Hanson określają rozpuszczalność tlenu w żelazie α — w temperaturach otoczenia — na poniżej 0,05%. K. Inouye oraz A. Wimmer podają mniej, bo poniżej 0,035%. Dowodem, że taka graniczna rozpuszczalność wogóle istnieje, jest, według K. Schoenert'a⁵⁾, znany fakt rozrastania się ziarn ferrytu pod wpływem pewnych (maksymalnych!) zawartości tlenu.

H. Gries i H. Esser⁶⁾, wychodząc ze znanego założenia, że domieszki przeszkadzają rekrytalizacji tylko wtedy, gdy przekraczają zawartości graniczne, obserwując zachowanie się ziarn ferrytu w stalach o różnej zawartości tlenu, wnioskuje, że w temperaturze 880° rozpuszcza się tlenu ponad 0,046%, a mniej niż 0,055%.

Przyjmujemy zatem, że graniczna rozpuszczalność tlenu w żelazie α wynosi w temperaturach zwyczajnych około 0,02%, a w temperaturach około 900° — około 0,05%. Wtedy zmiana rozpuszczalności tlenu w żelazie, w miarę obniżania się temperatury od przemiany allotropowej do temperatur zwyczajnych, jakkolwiek wyrażona w liczbach bezwzględnych — jest nieznaczna, procentowo jednak jest duża, bo wynosi 150%. Ma to bardzo doniosłe znaczenie, zwłaszcza przy obróbce termicznej stali anormalnych.

Ciekawe spostrzeżenie uczynił H. Monden⁷⁾, który hartował próbki żelaza w temperaturach 900 — 1200° i stwierdził, że po zahartowaniu obniża się ilość wydzieleni tlenkowych, czyli że pewna część tlenu (tlenków żelaza?) przechodzi do roztworu stałego.

Opierając się na wynikach pracy Trittona i Hansona, które znalazły potwierdzenie w spostrzeżeniach K. Inouye'go⁸⁾, a także nie są sprzeczne z wnioskami W. Hessenbrucha⁹⁾, C. Benedicks'a i H. Löfquista¹⁰⁾ oraz P. Oberhoffera, możemy przyjąć, że graniczna rozpuszczalność tlenu w żelazie, w miarę wzrostu temperatury powyżej 880° — dla której przyjęto rozpuszczalność równą 0,05%, — wzrasta w dalszym ciągu aż do spotkania się z krzywą solidusu i że graniczna, maksymalna rozpuszczalność tlenu w żelazie stałym — w tempera-

turze końca krzepnięcia — powinna wynosić około 0,13%. (Według Oberhoffera, Hessenbrucha oraz Benedicks'a i Löfquista jest to graniczna rozpuszczalność w żelazie γ).

F. Wever¹⁰⁾ dzieli wszystkie układy podwójne stopów żelaza na dwie kategorie: 1) układy, w których domieszka obniża przemianę allotropową $\alpha \rightarrow \gamma$, i 2) — podwyższa temperaturę tej przemiany. Znaczy to, że dla stopów pierwszej kategorii zakres istnienia fazy γ rozszerza się w skali temperatur, zaś w stopach kategorii drugiej — ulega zwężeniu. Do pierwszej kategorii należą układy: Fe—C, Fe—Mn, Fe—Ni; do drugiej zaś — układy: Fe—Si, Fe—P, Fe—As, Fe—Sn, Fe—Cu, a również Fe—W, Fe—Mo, Fe—V, Fe—Cr i inne. Zestawienie to wykazuje, że większość układów podwójnych żelaza należy do drugiej grupy, w której zakres istnienia żelaza γ jest zamknięty, to znaczy, że temperatura przemiany allotropowej $\alpha \rightarrow \gamma$ w miarę wzrostu zawartości pewnego składnika (Si, P, As, Sn, Cu, W, Mo, Cr, V i t. d.) mniej lub więcej szybko wzrasta i — po osiągnięciu pewnej zawartości krytycznej — przemiana ta całkiem zanika. Przy zawartościach powyższych domieszek, przekraczających zawartość krytyczną, mamy do czynienia we wszystkich temperaturach — poczynając od temperatury solidusu, t. j. końca krzepnięcia, aż do temperatur zwyczajnych — jedynie z fazą α żelaza.

Nie ulega wątpliwości, że bezpośrednie zbadanie układu Fe—O₂ napotyka na wielkie trudności. Nasuwa się myśl wnioskowania o budowie tego układu na podstawie ustalonego wpływu tlenu na różne właściwości żelaza, posługując się przytem pewnymi analogjami z wpływem innych domieszek na żelazo i budową już niezbitnie ustalonych układów podwójnych.

Jest rzeczą wiadomą, że rozmieszczenie tlenu w bloku stalowym nie jest równomierne. Ulega on, podobnie jak fosfor i arsen, zjawisku likwacji. Stopień likwacji tlenu określa Oberhoffer na 100%; późniejsze jednak badania i wskazówki, zawarte w najnowszej literaturze, zdają się wskazywać, że stopień ten jest wyższy i dochodzi, o ile nawet nie przekracza, stopnia likwacji fosforu i siarki (H. Diergarten¹¹⁾).

Zawartość tlenu powoduje gruboziarnistość, która dla ziarn bardzo nasyconych tlenem występuje wybitniej po wyżarzaniu, a nawet po ulepszeniu termicznym. Potwierdzają to obserwacje A. Wimmera, P. Oberhoffera, K. Inouye'ego i innych. Wimmer stwierdził np., że stal, zawierająca 0,035% O₂, posiadała ziarna o średniej wielkości 680 μ^2 , a ze wzrostem zawartości tlenu do 0,2% przeciętna wielkość ziarn wzrosła do 27 590 μ^2 ¹²⁾. Podobne przykłady przytacza również K. Inouye i stwierdza, że ziarna, zawierające dużo tlenu, wyżarzane w temperaturze 1000°, ciągle wzrastały. Zresztą z praktyki znany jest fakt, że skupienia tlenków,

⁵⁾ K. Schoenert. Zeitschr. an. Ch. 1926.

⁶⁾ H. Gries i H. Esser. Archiv f. d. Eishüttwes. 1929, str. 749.

⁷⁾ H. Monden. St. u. E. 1923, str. 745 i 782.

⁸⁾ K. Inouye. Mem. Coll. Eng. 1928, str. 1 i St. u. E. 1928, str. 1411.

⁹⁾ W. Hessenbruch. Zeitschr. f. Metkunde 1929, Nr. 2.

¹⁰⁾ F. Wever. Arch. f. Eishüttwes. 1929, str. 739.

¹¹⁾ H. Diergarten. Arch. f. Eishüttwes. 1930, str. 577.

¹²⁾ A. Wimmer. St. u. E., 1925, str. 73.

podobnie jak skupienia miejsc bogatych w fosfor, są zazwyczaj otoczone dużymi kryształami ferrytu, odcinającego się wyraźnie — na wytrawionym szlifie — od pozostałego, wysokowęglowego tła. Innymi słowy, wydzielenia tlenków są przyczyną miejscowych zubożeń materiału w węgiel (Oberhoffer). Podobnie działają fosfor, arsen i cyna.

Takie kryształy nie dają się rozbić żadną obróbką termiczną, a podgrzewanie do temperatur powyżej przemiany allotropowej nietylko nie prowadzi — jak to niezbitcie wykazał I. Feszczenko-Czopiński jeszcze w roku 1911¹³⁾ — do rozbicia grubych kryształów — czego należałoby oczekiwać, — lecz przeciwnie, kryształy te ulegają dalszemu wzrostowi, drogą rekrytalizacji.

Zjawisko ubożenia w węgiel materiału, otaczającego tlenki, tłumaczy się łatwo tem, że tlen, będący w roztworze stałym, ogranicza, względnie nawet wyklucza rozpuszczalność węgla, podobnie jak to czynią fosfor, arsen i cyna. Sprzyja temu naturalna skłonność tlenu do likwacji oraz utrudniona zdolność do dyfuzji, co razem powoduje, że najbliższe otoczenie skupień tlenkowych zawierać będzie więcej tlenu w roztworze stałym, niż reszta materiału, a węgiel będzie odrzucony nazewnątrz, poza granice okolic, bogatych w tlen.

W dotychczasowym układzie żelazo-tlen nie znajdujemy jednak odpowiedzi na pytanie, na czym polega zdolność tlenu do ograniczenia, czy wykluczenia rozpuszczalności węgla oraz dlaczego ziarna bogate w tlen nie ulegają rozbiciu, mimo podgrzania powyżej temperatury przemiany allotropowej.

Stal „anormalna” wykazuje skłonność do kruchości na gorąco, t. zn. stal taka traci — w pewnym zakresie temperatur obróbki na gorąco — swą plastyczność i nie daje się kuć ani walcować, pękając zwykle w kierunku poprzecznym do kierunku wydłużania.

Kruchość na gorąco przyjęto ogólnie, za A. Ledeburem, kłaść na karb obecności w stali wydzielen w postaci czystych tlenków żelaza. P. Oberhoffer stwierdził¹⁴⁾, że zawartość tlenu nawet wyższa od 0,164% nie usuwa kowalności żelaza, jeżeli stal zawiera przytem dostateczną ilość pierwiastków dezoksydujących. Natomiast W. Eilender i W. Oertel¹⁵⁾ znaleźli kruchość na gorąco już przy 0,035% O₂, w stali o małej zawartości tych domieszek. Kruchość na gorąco wywołuje zatem obecność tlenków żelaza w stali źle dezoksydowanej; dobrze przeprowadzona dezoksydacja, pozostawiając nawet część tlenu w tworzywie, lecz w postaci tlenków manganu, glinu i krzemu lub krzemianów (podobnie, jak w żelazie pudlarskim, które kuje się tak dobrze, mimo iż zawiera olbrzymie wprost ilości wtrąceń niemetalicznych) usuwa zjawisko kruchości na gorąco. Wyraźnie zresztą mówi to znana formuła F. Jansena¹⁶⁾, ustalająca ścisłą za-

leżność pomiędzy zawartością tlenu i manganu w stali — w odniesieniu do omawianej kruchości. Formułę tę potwierdziły badania P. Oberhoffera, a ostatnio A. Niedenthala¹⁷⁾. Praktyka martenowska dawno już wykazała, że przy tej samej zawartości manganu, a rosnącej tlenu wzrasta stopień kruchości na gorąco, i naodwrot — w miarę wzrostu zawartości manganu, przy stałej ilości tlenu, stopień kruchości ulega obniżeniu, czyli że obecność w tworzywie wtrąceń niemetalicznych w postaci tlenków manganu nie obniża kowalności.

Wątpliwe jest jednak, czy przyczyną kruchości są wydzielone tlenki żelaza. Nie są one kruche, bo, jak stwierdził Oberhoffer, ulegają podczas obróbki na gorąco wydłużeniu w kierunku walcowania. Ponadto, ten sam autor stwierdza¹⁸⁾, że obecność wydzielen tlenkowych nie jest koniecznym warunkiem kruchości na gorąco. Naszem zdaniem, można stąd wnioskować, że wydzielenia w postaci tlenków są tylko warunkiem wystarczającym, — koniecznym natomiast warunkiem występowania kruchości na gorąco jest obecność tlenu w roztworze stałym. Dowodzi tego wspomniane spostrzeżenie Eilendera i Oertela, że kruchą jest nawet stal o 0,035% tlenu, a więc taka, w której w temperaturach walcowania napewno cały tlen był w roztworze.

Na podstawie dotychczasowego układu Fe—O₂, nie można jednak wyjaśnić, na czym polegałoby działanie rozpuszczonego tlenu w kierunku wywoływania kruchości na gorąco.

Jeszcze A. Ledebur spostrzegł, że podniesienie temperatury walcowania usuwa kruchość wywołaną przez obecność tlenu, co zresztą potwierdziła praktyka i badania późniejsze. Krytycznym zakresem występowania kruchości na gorąco jest, według Oberhoffera i Niedenthala, obszar od 850 do 1050° (kruchość czerwonego żaru). Powyżej 1050° każda stal bogata w tlen jest kowalna.

Należy przytem zaznaczyć, że, według obserwacji Pourcela¹⁹⁾, Mrazeka i Gautiera²⁰⁾, a również Mondena i Oberhoffera, odtlenianie stali jedynie krzemem nie zabezpiecza jej całkowicie od kruchości na gorąco, chyba że krzem występuje jako odtleniacz razem z manganem, np. w krzemowym surowcu zwierciadlistym. Jeżeli natomiast krzem był zawarty w stali od początku (np. w procesie kwaśnym), wtedy zapobiega kruchości w zupełności. Ponieważ krzem jest, z natury rzeczy, intensywniejszym dezoksydatorem, niż mangan, przeto powyższą jego nieskuteczność należy najprawdopodobniej przypisać swoistemu wpływowi pozostałych w stali wtrąceń SiO₂, które nie miały czasu na całkowite wydobywanie się do żużla.

Co do działania glinu, jako dezoksydatora, w odniesieniu do kruchości na gorąco, zdania są podzielone; natomiast stwierdzona jest dodatnia rola wanadu.

¹³⁾ I. Feszczenko-Czopiński. Żurn. Russk. Met. Obszcz., 1911.

¹⁴⁾ P. Oberhoffer. Arch. f. Eishüttwes. 1927, str. 57.

¹⁵⁾ W. Eilender i W. Oertel. St. u. E. 1927, str. 1558.

¹⁶⁾ F. Jansen. Arch. f. Eishüttwes. 1927, str. 147.

¹⁷⁾ A. Niedenthal. Arch. f. Eishüttwes. 1929, str. 79.

¹⁸⁾ P. Oberhoffer. Arch. f. Eishüttwes. 1929, str. 725.

¹⁹⁾ Pourcel. St. u. E. 1883, str. 48.

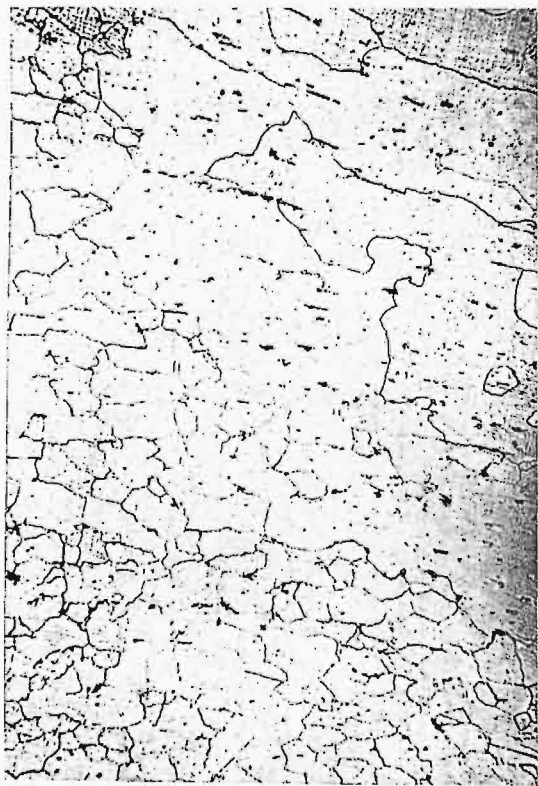
²⁰⁾ Mrazek i Gautier. Journ. Ir. & St. Inst. 1877, str. 40.

Obecność tlenu w stalach obniża wybitnie własności mechaniczne. Tlen wywołuje kruchość na zimno, t. zn. rozszerza zakres tej kruchości ku bardzo wysokim temperaturom (prawie do temperatur niebieskiego nalotu). Wzrost zawartości tlenu o 0,1% obniża udarność o 13 kgm/cm², przewężenie o 7%. Twardość (oraz wytrzymałość) nieznacznie się podnoszą; według badań H. Griesa i H. Es-sera, istnieje następująca zależność pomiędzy zawartością tlenu a twardością stali:

% tlenu	twardość (kg/mm ²)
0,03	70,2
0,0851	72,2
0,0983	74,0
0,141	79,6

Podobne wyniki otrzymał Niedenthal, który stwierdził również pewien spadek wydłużenia ze wzrostem zawartości tlenu.

Najważniejszy jest wszakże ujemny wpływ tlenu na udarność. Ulega ona obniżeniu we wszystkich temperaturach, a co najważniejsze — zakres kruchości na zimno, jak wspominaliśmy wyżej, doznaje przesunięcia ku wyższym temperaturom. Jednak posiadamy pewien niezawodny sposób usunięcia tego, tak szkodliwego działania tlenu. Badania Hertya i Gaines'a, również nasze osobiste

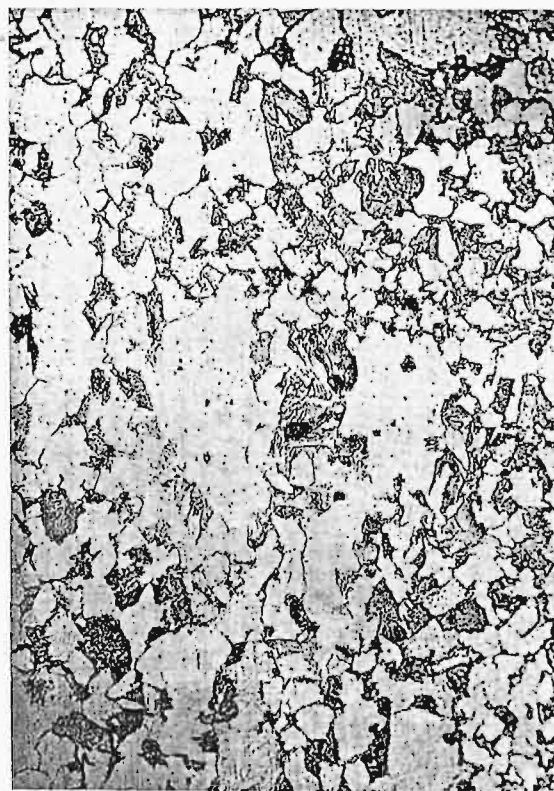


Rys. 1.

mujać tlen w roztworze stałym przez szybkie chłodzenie, co, wobec znacznej objętości atomowej, a dzięki temu utrudnionej dyfuzji, nie jest trudne, względnie ułatwiając mu wydzielenie się z roztworu przez powolne chłodzenie, — można wpływać na własności stali. Stąd pochodzi znane zjawisko kruchości wyżarzania, spostrzegane we wszystkich gatunkach stali węglowych i stopowych, a wywoływane stosowaniem nadmiernie powolnych szybkości chłodzenia w zakresie temperatur powyżej 400°²¹⁾.

Znany jest pozatem fakt rozpadu FeO w temperaturze 570° (przy bardzo powolnym chłodzeniu) w myśl równania: $4 \text{FeO} = \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{Fe}$. Wzmocnienie zjawiska kruchości na zimno w materiałach, które były powoli chłodzone w temperaturach powyżej i poniżej temperatury przebiegu tej reakcji, można położyć na karb powstałego Fe₃O₄, którego powstanie wymaga pewnego skoagulowania się drobno przedtem rozproszonych cząstek FeO, lub wydzielenia się tlenu z roztworu stałego początkowo w postaci FeO, a następnie Fe₃O₄.

Ujemny wpływ tlenu na własności technologiczne stali sięga jeszcze głębiej. W. Eilender²²⁾ uważa tlen za przyczynę powstawania rys hartowniczych i pęknięć. Obecności tlenu przypisuje Oberhoffer skłonność stali do niedoskonałego hartowa-



Rys. 2.

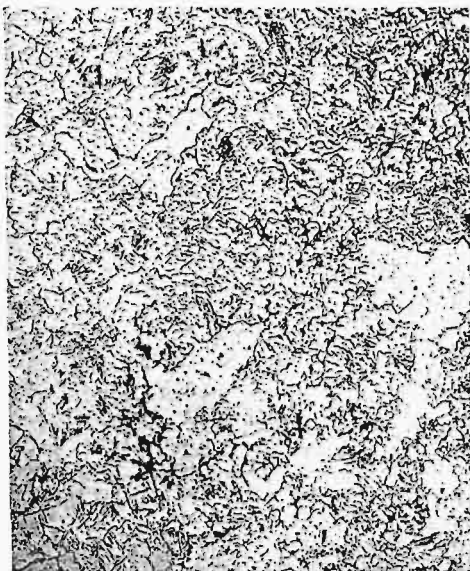
częste obserwacje dowodzą, że drogą odpowiedniej obróbki termicznej, t. zn. drogą stosowania zmiennych szybkości chłodzenia po wyżarzaniu, można do pewnego stopnia niwelować wpływ tlenu. Jest to niezawodnym dowodem zmiennej rozpuszczalności tlenu w żelazie α, t. zn. obniżania się rozpuszczalności ze spadkiem temperatury. Zatrzy-

nia się, polegającego na tworzeniu się miękkiego troostytu w twardej, martenzytycznej osnowie. Również Ehn stwierdził, że podczas hartowania

²¹⁾ I. Feszczenko-Czopiwski, Przegląd Techniczny, 1928, Nr. 1.

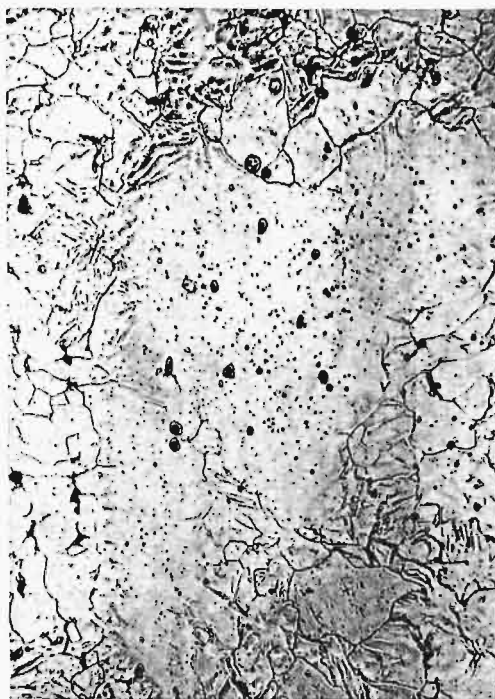
²²⁾ W. Eilender, St. u. E. 1913, str. 585.

cementowanych stali anormalnych powstają w martenzytycznym otoczeniu miększe plamy troostytu. Struktura takich stali w stanie wyżarzonym wykazuje również anomalje, przejawiające się w tem, że warstwa nadeutektoidalna strefy nawęglonej zawiera — obok perlitu i cementytu — również



Rys. 3.

płaskocentrycznej siatki przestrzennej — żelaza γ . Długie wyżarzanie musi oczywiście sprzyjać



Rys. 4.

ziarna ferrytu. Jest to jeden z objawów obniżania rozpuszczalności węgla przez tlen, który Ehn określa mianem „odpychania węgla przez tlen”.

Ehn twierdzi, że tej anormalności nie da się usunąć w żaden sposób. Późniejsze obserwacje Inouye'go wykazały jednak, że dłuższe wyżarzanie stali bogatej w tlen usuwa objawy anormalności i pozwala na otrzymanie normalnej struktury w czasie nawęglania. Opierając się na swych licznych obserwacjach, Inouye wnioskuje, że: 1) 0,07% stanowi graniczną rozpuszczalność tlenu w żelazie w temperaturach praktycznej cementacji, t. zn. 900 — 1000°, i 2) tlen, będący w roztworze stałym, nie przeszkadza cementacji. Szkodliwe mają być natomiast wydzielenia tlenków, i to tylko wtedy, gdy występują w postaci bardzo drobnych ziarenek. Wskazywać ma na to dodatni wpływ wyżarzania, sprzyjający skupianiu się tych ziarenek w większe konglomeraty, które mają się zachowywać obojętnie w czasie cementacji.

W istocie jest jednak inaczej. Stal anormalna pozostaje taką w procesie cementacji, dopóki większość tlenu znajduje się w roztworze stałym. Wtedy żelazo — jak to wykazujemy niżej, w projektowanym przez nas układzie Fe—FeO — zachowuje i w wysokich temperaturach przestrzeniecentryczne ułożenie atomów, t. zn. znajduje się w allotropowej odmianie α , która posiada bardzo ograniczoną rozpuszczalność węgla, nawet w temperaturach praktycznej cementacji. Należy jednak uwzględnić, że zatrzymanie fazy α do temperatur, w których normalnie powinna być tylko faza γ , jest czemś nienaturalnym. W żelazie istnieją i działają wtedy siły, zmierzające do przywrócenia stanu naturalnego, t. j. do tworzenia się

temu procesowi, z którym połączone jest wypadanie tlenu (tlenków) z roztworu stałego i koagulowanie w skupienia FeO. W rezultacie takiego, odpowiednio długiego wyżarzania otrzymamy ubogi w tlen roztwór stały, a więc o budowie płaskocentrycznej siatki przestrzennej, która ma pewną zdolność rozpuszczania węgla. Tak należy sobie tłumaczyć zaobserwowane przez Inouye'go zjawisko dodatniego wpływu wyżarzania na usuwanie anormalności przy nawęglaniu, a więc anormalność należy przypisywać nadmiernej ilości tlenu, zawartego w roztworze stałym, a nie wydzieleniom tlenków.

Niejednokrotnie stwierdzono, że obecność tlenu w stali sprzyja procesowi starzenia się. Stanowi to również niezbitą dowód zmiany rozpuszczalności tlenu ze zmianą temperatury. Wpływ tlenu na starzenie się wzrasta z zawartością tej domieszki. Według W. Eilendera i W. Oertela²³⁾, żelazo o zawartości 0,028% tlenu, a więc blisko granicznej rozpuszczalności tlenu w temperaturach zwyczajnych, nie starzeje się. W miarę wzrostu zawartości tlenu, żelazo, odpowiednio termicznie obrabione, ulega starzeniu się w coraz większym stopniu. Poza tem, jak stwierdził L. B. Pfeil²⁴⁾, wywołuje tlen wybitne objawy starzenia się po mechanicznej obróbce na zimno. Zgniecione na zimno, bogate w tlen żelazo wykazało po jednomiesięcznym starzeniu się znaczny przyrost wytrzymałości (twardości).

²³⁾ W. Eilender i W. Oertel. St. u. E. 1927, str. 1558.

²⁴⁾ L. B. Pfeil. Journ. Ir. & St. Inst. 1928, II, str. 167.

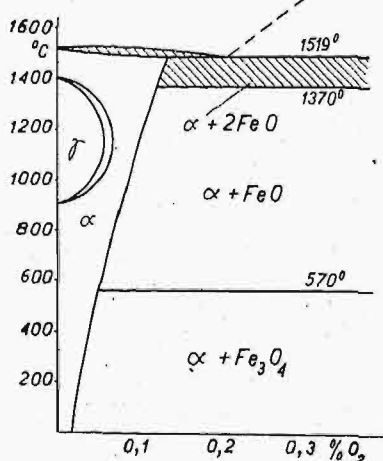
W obu powyższych wypadkach, a więc zarówno po obróbce termicznej (hartowaniu), jak i po obróbce mechanicznej na zimno, rola tlenu polega na wydzielaniu się z przesyconego roztworu stałego, cząsteczek FeO . Hartując, zatrzymujemy w roztworze stałym tlen w ilościach przewyższających jego graniczną rozpuszczalność w normalnych temperaturach. Przez zgniot zaś i odkształcenie siatki przestrzennej obniżamy rozpuszczalność tlenu poniżej naturalnej granicy.

Gumlich²⁵⁾ wykazał poważny wpływ tlenu na własności magnetyczne i podał pewien związek między optymalną zawartością tlenu i węgla w tworzywie blach transformatorowych. Opór elektryczny żelaza wzrasta nieznacznie ze wzrostem zawartości tlenu (Inouye). Stale bogate w tlen wykazują skłonność do przełomu łupkowego (Schieferbruch, Holzfaserbruch); są one również mniej odporne na korozję²⁶⁾.

Mikrofot. na rys. 1 przedstawia budowę miękkiej stali o zawartości: 0,065% C, 0,45% Mn, 0,03% P, 0,035% S, a o wytrzymałości równej 36 kg/mm². Materiał ten posiadał obniżony i przesunięty ku wyższym temperaturom zakres kruchości na zimno. Udarność, mierzona na 10-cio kgmetrowym taranie Charpy'ego, wynosiła w temperaturze:

— 15°	1,0 kgm/cm ²
0°	1,4 „
+ 15°	6,3 „
+ 50°	9,8 „
+ 150°	10,2 „

Po wyżarzeniu wiele ziarn nie uległo przemianie, a nierozbite, wielkie kryształy były wypełnione znaczną ilością drobnych tlenków. Część tych wtrąceń niemetalicznych posiada ślady obróbki

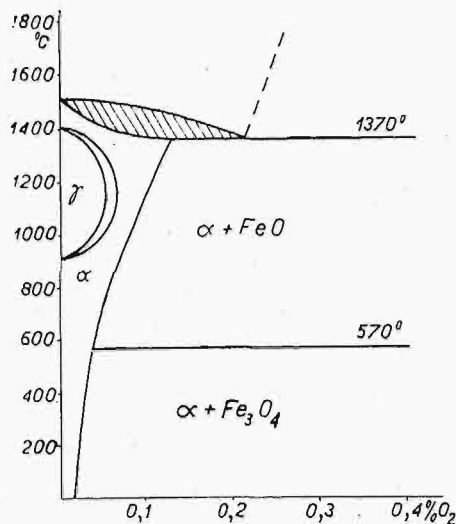


Rys. 5.

mechanicznej (walcowania), część zaś ma wygląd kropelek. Ostatnie są to tlenki drugorzędne, które

wydzieliły się z roztworu stałego w czasie stygnięcia, wskutek obniżającej się rozpuszczalności tlenu w żelazie.

Mikrofotografia rys. 2 obrazuje budowę odpowiedniego materiału, hartowanego w temperaturze blisko 900°. Również i tu wyłaniają się wielkie



Rys. 6.

ziarna ferrytu, wypełnione drobnymi kropelkami tlenków. Ziarna te nie uległy rozdrobieniu w czasie przemiany allotropowej.

Mikrofot. na rys. 3 przedstawia szew spawania elektrycznego. Kilka wielkich ziarn ferrytu, wypełnionych tlenkami, a jednocześnie bogatych w tlen, nie uległo przemianie podczas dość szybkiego chłodzenia od temperatury krzepnięcia do temperatur otoczenia. Odwrotnie — uległy one rekryształizacji. Jedno z tych ziarn przedstawia w większym powiększeniu mikrofotografia na rys. 4. Wykazuje ona niezbitą naturę tego zjawiska.

W literaturze współczesnej spotyka się często wskazówki, mówiące, że w czasie rekryształizacji odbywa się wzmożony ruch atomowy. Prof. Carpenter i Elam wykazali w roku 1920, że między wzrostem ziarn a intensywnością dyfuzji zachodzi ścisła zależność. Prof. I. Feszczenko-Czopiński udowodnił to na drodze doświadczalnej jeszcze w roku 1911. Obecna praktyka podaje liczne dowody w postaci budowy warstwowej, gdzie możemy obserwować występujące obok siebie jedne warstwy — bogate w tlen, fosfor, arsen i miedź — i drugie — bogate w węgiel.

Andrew i Higgins²⁷⁾, badając zależność wielkości ziarn od przebiegu dyfuzji węgla, doszli do wniosku, że proces dodatniej dyfuzji wstrzymuje aż do pewnej temperatury proces rozrastania się ziarn, a w niskich temperaturach przebiegu dyfuzji może nawet zachodzić rozpad ziarn na drobniejsze.

Wydaje się nam, że powyższa reguła nie jest ogólną. Te ziarna ferrytu, które, wskutek swej większej czystości, będą w stanie przyjąć w roz-

²⁵⁾ Gumlich. St. u. E. 1919, str. 800.

²⁶⁾ E. H. Schulz, Zeitschr. f. Metkunde. 1929, Nr. 1.

²⁷⁾ Andrew i Higgins. Journ. Inst. of. Met. 1922, II, str. 185.

twór stały pewne ilości węgla, będą wkońcu rozbite na kilka mniejszych; odwrotnie zaś — ziarna ferrytu, zawierające większe ilości rozpuszczonego tlenu, fosforu i innych pierwiastków, wyrzucają węgiel (t. zn. zachodzi dyfuzja zwrotna) i posiadają — w przeciwieństwie do poprzednich — wzmoczoną zdolność do rozrastania się. Zresztą przebiegowi powyższych procesów różniczkowania się stref bogatych w węgiel i bogatych w tlen (miedź i t. d.) sprzyja wzrastanie rozpuszczalności węgla i tlenu w miarę wzrostu temperatury.

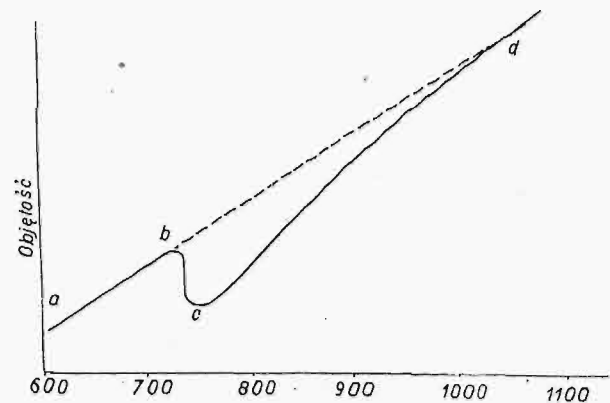
Zależność między dyfuzją a wzrostem ziarn przedstawiamy w następujący sposób: już w temperaturze ponad 400° powstaje tendencja do segregacji dwu poszczególnych roztworów stałych: 1) roztworu stałego tlenu w żelazie α i 2) roztworu stałego węgla w żelazie α . Z pierwszego ośrodka węgiel ulega wypchnięciu nazewnątrz, natomiast koncentruje się w nim przeważnie tlen. W miarę podnoszenia temperatury zwiększa się efekt powyższego różniczkowania i wreszcie przybiera wymiary mikroskopowe. Odwrotnie, w czasie chłodzenia, o ile było ono dość powolne, nadmiernie rozpuszczone domieszki (tlen i węgiel) wydzielają się wskutek obniżającej się rozpuszczalności. Przytem wtrącenia tlenków umieszczają się przeważnie wewnątrz wielkich ziarn ferrytu, natomiast węgiel, po przebyciu przemiany allotropowej, umieszcza się — w postaci perlitu — na granicach kryształów ferrytu, wypełnionych kropelkami tlenków.

Na podstawie wszystkich wymienionych faktów, spostrzeżeń i analogij, przyjmujemy układ Fe—FeO w tej postaci, jak to przedstawia rys. 5, gdzie zakres istnienia odmiany allotropowej γ żelaza został zamknięty. Znaczący to, że przemiana allotropowa odbywa się — w miarę wzrostu zawartości tlenu — w coraz to wyższych temperaturach i że dla pewnych zawartości tlenu całkiem zanika. Przyjmujemy, że graniczna rozpuszczalność w α -Fe w temperaturach otoczenia wynosi około 0,02% tlenu. Ze wzrostem temperatury zwiększa się graniczna zawartość tlenu w roztworze stałym, dochodząc do wysokości około 0,13% — w temperaturze solidusu. Maksymalna rozpuszczalność w fazie γ wynosi około 0,07% tlenu (cyfra, oznaczona przez Inouye'go). Najniższa temperatura topliwości stopów Fe—FeO wynosi 1519°. W temperaturze 1370° topi się, względnie krzepnie, tlenek żelaza, będący poza roztworem stałym. W ciekłym żelazie rozpuszcza się w temperaturze topliwości 0,21% tlenu. Powyżej tej zawartości następuje podział cieczy na dwie fazy — jedną bogatą w tlen, drugą bogatą w żelazo. Wzrost temperatury pociąga za sobą wzrost rozpuszczalności granicznej w płynnym żelazie.

W przeciwieństwie do tego wykresu, którego górna część wydaje się skomplikowana, możnaby przyjąć wykres prostszy, analogiczny do wykresów Cu—Cu₂O, Ni—NiO, przedstawiony na rys. 6, w którym temperatura topliwości FeO (1370°) by-

łaby najniższą temperaturą topliwości stopów Fe—FeO. Przeciwno tej hipotezie przemawia jednak to, że tak wybitnego obniżenia temperatury topliwości żelaza wskutek zawartości tlenu nigdy w praktyce nie zaobserwowano.

Projektowany układ, wyprowadzony drogą logicznego rozumowania z pewnych faktów, tłumaczy nam jasno i niedwuznacznie wszystkie omówione wyżej wątpliwości. Wyjaśnia zdolność tlenu do nadmiernego powiększania kryształów w czasie obróbki termicznej, jego własność wypierania wę-



Rys. 7.

gla z roztworu, anormalne zachowanie się stali podczas nawęglania oraz tworzenie się plam trostytycznych podczas hartowania.

Także niejasną rolę tlenu w kierunku wywołania kruchości na gorąco da się wytłumaczyć na podstawie tego wykresu, opierając się na znanej skłonności tlenu do likwacji. Wobec tej zdolności tlenu występują w materiale źle odtlenionym kryształy bardzo bogate w tlen, obok kryształów ubogich w tę domieszkę. Podgrzanie takiego materiału powyżej przemian allotropowych wywoła współistnienie obok siebie kryształów o siatce α -Fe i γ -Fe. Przemiana allotropowa $\alpha \rightarrow \gamma$ połączona jest ze znacznym spadkiem objętości właściwej. A więc te kryształy, które dzięki małej zawartości tlenu uległy przemianie, skurczą się, podczas gdy kryształy bogate w tlen będą się rozszerzać w dalszym ciągu — tak, jak to wskazuje szkic na rys. 7, gdzie krzywa $a-b-c-d$ oznacza zmiany objętości kryształów normalnych, zaś krzywa $a-b-d$ zmiany objętości kryształów anormalnych. Obecność dwu takich faz o różnej objętości właściwej wywołuje naprężenia wewnętrzne, które przy współdziałaniu zewnętrznych — podczas obróbki mechanicznej — prowadzą do zniszczenia jednolitości materiału. Według naszego zdania, to właśnie jest przyczyną tak często obserwowanej choroby stali — kruchości na gorąco. Dodajni wpływ podniesienia temperatury walcowania tłumaczy się tem, że krzywe, po rozejściu się, zbliżają się ponownie do siebie i przecinają w punkcie d , a potem idą razem, względnie rozchodzą się bardzo nieznacznie.

Rozwój i charakterystyka turbin zasilanych parą z akumulatorów Rutsh'a¹⁾.

Napisał Inż. dypl. Józef Landau, Berlin-Charlottenburg.

III. Rozkład ciśnienia i zachowanie się turbiny Ruths'a przy kryciu szczytów oraz w ruchu jako rezerwa chwilowa.

O rozchodzie pary i zdolności przepustowej turbiny Ruths'a podawano już ogólne dane w licznych publikacjach²⁾; również badano wpływ sprawności turbiny szczytowej¹⁰⁾ w związku z kosztami materiału i wielkością skraplacza na cenę ogólną instalacji Ruths'a. W dalszym ciągu przedstawione będą wyniki niektórych obliczeń dla szeregu turbin Ruths'a rozmaitej wielkości i dla rozmaitego kształtu szczytów, które wyjaśniają zachowanie się tych turbin przy napędzie wyłącznie parą z akumulatorów oraz przy napędzie kombinowanym.

a) Turbina szczytowa Ruths'a o 3000 obr./min. i 15000 kW mocy na zaciskach prądnicy.

1) Krycie szczytów.

Na rys. 16 widoczny jest szczyt obciążenia, dla którego opracowano omawianą turbinę. Na wykresie uwidoczniony jest przebieg chwilowych wartości godzinnego rozchodu pary G_h , przebieg wyładowania akumulatora G_a oraz przebieg ciśnienia pary w akumulatorze p_a przed zaworem wpustowym, podczas krycia szczytu. Najwyższe ciśnienie w akumulatorze Ruths'a wynosi 15,5 ata, najniższe zaś — 1,6 ata. Przy uwzględnieniu spadku ciśnienia w przewodzie między akumulatorem i turbiną, ciśnienie przed turbiną zmienia się podczas krycia szczytów w granicach od 15—1,4 ata. Do pokrycia powierzchni obciążenia 30 500 kWh potrzebna jest łączna objętość pionowych akumulatorów Ruths'a 2 200 m³ (7 akumulatorów po 314 m³). Zapotrzebowanie pary z akumulatorów na pokrycie szczytu, odpowiadające wyładowaniu akumulatora w przytoczonych granicach, wynosi 271 300 kg, wobec czego średni rozchód pary z akumulatorów wynosi $271\,300 : 30\,500 = 8,9$ kg/kWh.

2) Charakterystyka turbiny oraz rozkład ciśnienia.

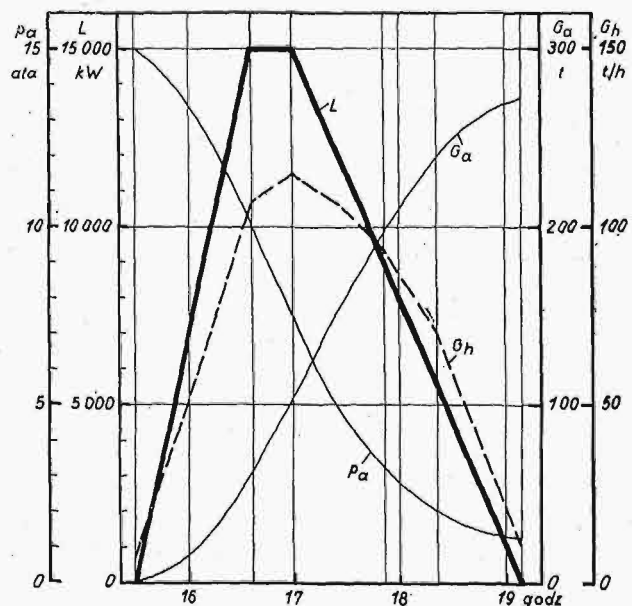
Turbina posiada jeden dwuwieżcowy wirnik o średnicy około 1 200 mm oraz 4 wirniki o jednym wieńcu. Średnica ostatniego wirnika jest około 1900 mm, długość łopatek — około 400 mm. Szereg zaworów regulujących, sterowanych przez rozrząd

turbiny, doprowadza parę z akumulatorów przed pierwszy wirnik; przy obniżającym się ciśnieniu w akumulatorze, para zostaje jednocześnie doprowadzona do drugiego wirnika przez inne zawory regulujące, sterowane również przez rozrząd turbiny, które otwierają się jeden po drugim dopiero po zupełnym otwarciu wlotu głównego.

Temperatura wejściowa wody chłodzącej wynosi 15°C. Powierzchnia chłodząca skraplacza posiada wymiary, umożliwiające osiągnięcie próżni 93% przy około 107 000 kg/godz. pary, co odpowiada godzinnemu rozchodowi pary nasyconej o 10 ata przy 15 000 kW. Ta ilość pary może być przez turbinę przepuszczona przy podanych wymiarach ostatniego wirnika.

Proste P_I i P_{II} na rys. 17 podają, w zależności od ciśnienia pary z akumulatorów przed turbiną, te ilości pary, które przepływają przez całkowicie otwarty zawór wpustowy główny oraz niskoprężny. Na wykresie podane są także przybliżone wartości rozchodu pary na godzinę przy różnych mocach, jak również przebieg wartości chwilowego rozchodu godzinnego pary G_h dla szczytu, widocznego na rys. 16.

Kierunek prostej P_{II} , podającej wielkość ciśnienia międzystopniowego za pierwszym wirnikiem przy różnych ilościach pary, jest obrany zgodnie z kształtem szczytu, który ma być pokry-



Rys. 16. Krycie szczytu.

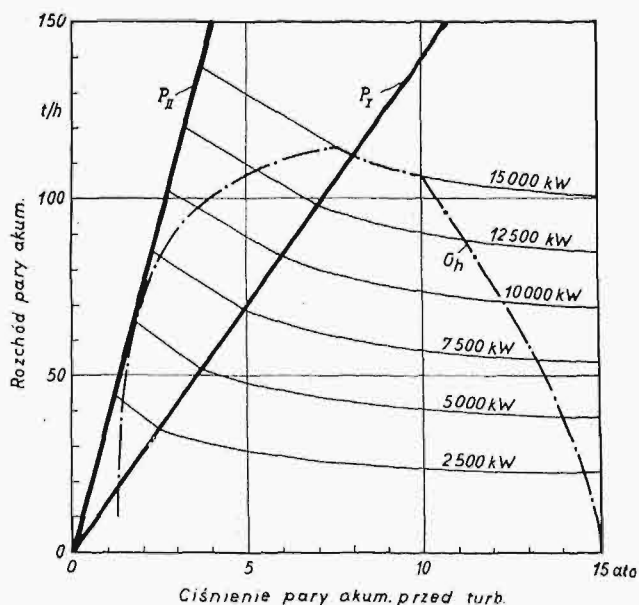
Turbina szczytowa Ruths'a $n = 3\,000$ obr./min., moc $\approx 15\,000$ kW.
Objętość akumulatorów Ruths'a 2 200 m³.

L — szczyt obciążenia, p_a — ciśnienie pary akumulatorowej przed turbiną, G_h — przebieg rozchodu pary podczas krycia szczytu, G_a — wyładowanie akumulatorów Ruths'a.

¹⁾ Dokończenie do str. 524 w zesz. 27—28 z r. b.

²⁾ Melan, „Speicherdampfturbinen für Spitzenkraftwerke“, „Siemens-Zeitschrift“, rocznik 7 (1927), str. 417. Föhl, „Ruthsturbinen“, „Archiv für Wärmewirtschaft“ tom 9 (1928), str. 243.

¹⁰⁾ Stein, „Der Einfluss des Ruthsspeichers auf den Kraftmaschinenbau“, „Stodola-Festschrift“ (1929), str. 577.



Rys. 17. Krycie szczytu.

Turbina szczytowa Ruths'a $n = 3000$ obr./min, moc = 15 000 kW.
Objętość akumulatorów 2200 m³.

P_I — ilość pary wchodząca przez główny wlot, P_{II} — ilość pary wchodząca przez wlot niskoprężny, G_h — przebieg rozchodu pary podczas krycia szczytu według rys. 16.

ty. Krzywa G_h pozostaje poniżej prostej P_{II} , skąd wynika, że przy danym rozkładzie ciśnień szczytu może być pokryty. Kierunek prostej P_I jest określony przez wzgląd na należyte wykorzystanie spadku cieplnego w pierwszym stopniu. Punkt przecięcia się prostej P_I z krzywą godzinowego zużycia pary przy 15 000 kW wskazuje, że turbina rozwinać może pełną moc jeszcze przy ciśnieniu 8 ata, przy otwarciu tylko wlotu głównego.

3) Rezerwa chwilowa.

Zachowanie się turbiny w ruchu jako rezerwa chwilowa widoczne jest z rys. 18. Krzywa a wykazuje czas trwania obciążenia w zależności od jego początkowej wartości. Przy przyjętej objętości akumulatorów Ruths'a 2200 m³, można według krzywej a utrzymywać obciążenie:

- 15 000 kW przez około 1 godz. 35 min.
- 10 000 „ „ „ 2 „ 30 „
- 5 000 „ „ „ 5 „

Krzywa b podaje przebieg zmniejszającego się obciążenia, gdy 15 000 kW były już dostarczone przez 1 godz. 35 min, krzywa zaś p_a przedstawia odpowiadające temu przebiegowi obniżające się ciśnienie w akumulatorze.

b) Turbina Ruths'a na ruch kombinowany o 3000 obr./min i 6000 kW mocy na zaciskach prądnicy.

Około 14 000 kg/godz. pary świeżej o 15 ata i 325°C przed turbiną wytwarza w niej 2500 kW, zaś para z akumulatorów pokrywa szczyt obciążenia, widoczny na rys. 19. Początkowe ciśnienie w

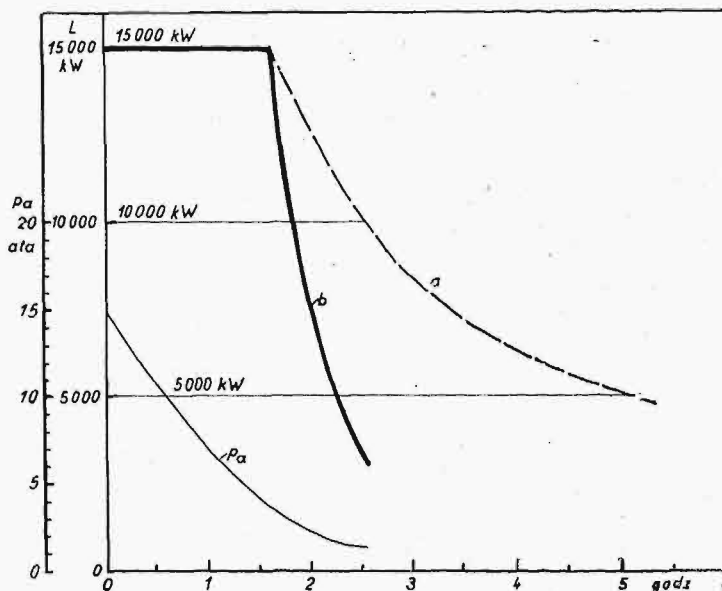
akumulatorze Ruths'a wynosi 15 ata, zaś końcowe — po pokryciu szczytu — około 2 ata. Ciśnienie przed turbiną zmienia się więc odpowiednio do powyższych danych w granicach od 14,5 ata do około 1,9 ata. Poziomy akumulator Ruths'a posiada 350 m³ objętości. Powierzchnia szczytu odpowiada 5 650 kWh, ilość pary oddanej przez wyładowujący się akumulator — 43 000 kg, średni rozchód pary z akumulatora podczas obciążenia szczytowego — około 7,6 kg kWh.

Turbina i kondensacja są obliczone na około 31 000 kg/h pary świeżej o 15 ata 325°C i temperaturę wody chłodzącej 15°C. Przy około 1 900 m³/h (60 kg wody na 1 kg pary) wody chłodzącej osiąga się w tych warunkach próżnię 96%.

Pierwszy wirnik tej jednokadłubowej turbiny, posiadającej przepływ jednokierunkowy, stanowi koło Curtis'a o 2-ch wieńcach, zasilane przez parę świeżą oraz z akumulatora. Przy obniżającym się ciśnieniu w akumulatorze, para z akumulatora zostaje równocześnie doprowadzona i za koło Curtis'a. Część niskoprężna posiada 5 wirników, z których ostatni ma średnicę 1 600 mm. Ciśnienie pary za kołem Curtis'a jest obrane w ten sposób, że przy obniżającym się ciśnieniu turbina dostarcza mocy, potrzebnej do pokrycia chwilowego obciążenia, podczas szczytu. Prowadzi to przy pełnym obciążeniu i zasilaniu wyłącznie parą świeżą do około 2,7 ata ciśnienia międzystopniowego za kołem Curtis'a.

Zachowanie się turbiny przy działaniu jako rezerwa chwilowa przedstawione jest na rys. 20. Para świeża wytwarza 2500 kW, zaś para z akumulatorów pokrywa dodatkowe obciążenie:

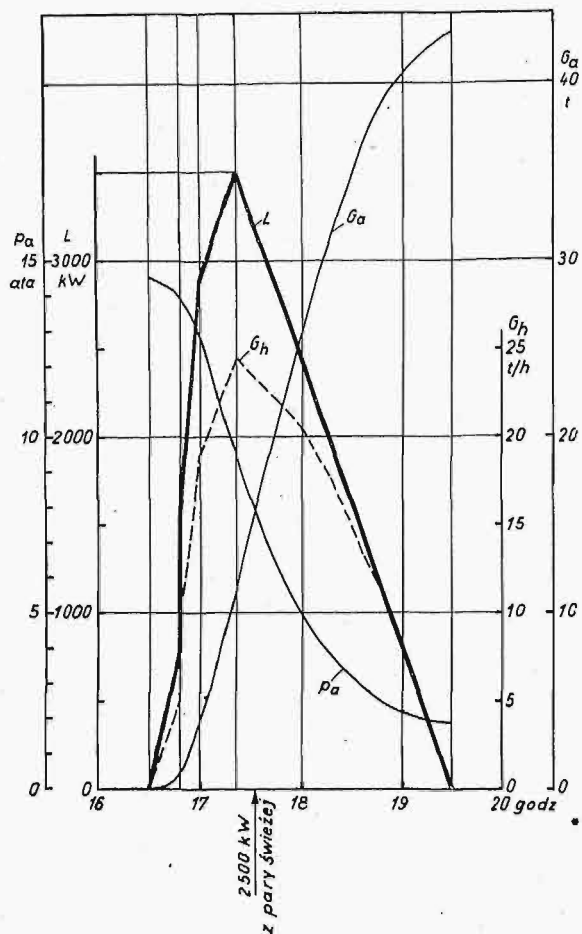
- 3 500 kW przez około 1 godz. 10 min.
- 2 500 „ „ „ 1 „ 45 „
- 1 500 „ „ „ 3 „



Rys. 18. Rezerwa chwilowa.

Turbina szczytowa Ruths'a $n = 3000$ obr./min, moc = 15 000 kW.
Objętość akumulatorów 2200 m³.

a — trwanie każdorazowego obciążenia początkowego, b — obniżająca się moc przy 15 000 kW obciążenia początkowego, p_a — ciśnienie pary akumulatorowej przed turbiną.



Rys. 19. Krycie szczytu.

Kombinowana turbina Ruths'a $n = 3000$ obr./min, moc = 6000 kW.
Objętość akumulatorów Ruths'a 350 m³.

L — szczyt obciążenia, p_a — ciśnienie pary z akumulatorów przed turbiną,
 G_h — przebieg rozchodu pary podczas krycia szczytu, G_a — wyladowanie akumulatora Ruths'a.

a) Turbina Ruths'a na ruch kombinowany, 30000 kW, $n = 3000$ obr./min przy 20000 kW z pary świeżej, 10000 z pary akumulatorowej.

(por. rozdział II, rys. 15, „Przeгляд Techniczny” zes. 27—28, str. 524).

Rozkład ciśnienia przeprowadzony jest dla 80000 kg/h pary świeżej o 35 ata, 400°C i próżni 96%, co odpowiada godzinnemu rozchodowi pary świeżej przy 20000 kW mocy na zaciskach prądnicy.

Pierwsze 4 wirniki kadłuba wysokoprężnego posiadają po jednym wieńcu i pracują, zgodnie z opisem turbiny w rozdziale II na str. 518 i nast., na stałe ciśnienie międzystopniowe 16,5 ata. Pierwszy wirnik posiada średnicę 1100 mm, zaś 3 następne — 850 mm. Piąty stopień, pracujący przy 80000 kg/godz. pary pomiędzy 16,5 i 5 ata, stanowi koło Curtis'a o 2-ch wieńcach i 1000 mm średnicy; adyabatyczny spadek ciepła wynosi 65 Kal, stosunek $\frac{u}{c} = 0,213$. Pozostałe 4 wir-

niki kadłuba wysokoprężnego posiadają po jednym wieńcu o średnicy 1200 mm i obliczone są dla stosunku

$\frac{u}{c} = 0,465$, przyczem ciśnienie w przewodzie łączącym kadłub wysokoprężny z niskoprężnym wynosi 0,9 ata przy rozchodzie pary świeżej 80000 kg/h.

Kadłub niskoprężny posiada dwukierunkowy przepływ pary; rotor stanowi 6 równolegle po 3 łączonych wirników o jednym wieńcu, pracujących z wzrastającą reakcją. Średnica tych wieńców wynosi około 1700 mm. Ostatnie łopatki posiadają długość 350—380 mm.

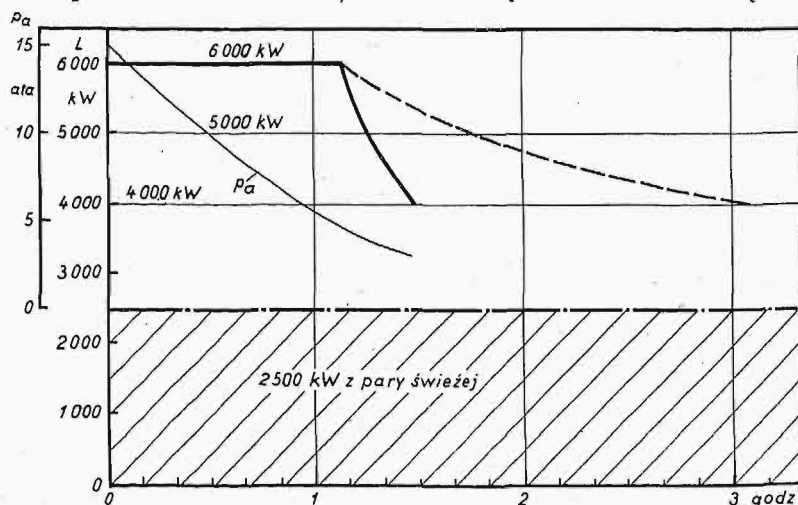
Rozkład ciśnienia jest w ten sposób dobrany, że przy 30000 kW ruchu kombinowanym, a więc przy 10000 kW mocy dodatkowej z pary z akumulatora, w obydwu kadłubach para może być korzystnie wyzyskana. W kadłubie wysokoprężnym, przy dodawaniu pary z akumulatorów, koło Curtis'a wyzyskuje mniejszy spadek adyabatyczny, ciśnienie zaś przed ostatnimi równolegle łączonymi stopniami wzrasta przy pogorszeniu się próżni, wobec czego ostatnie wirniki również pracują korzystnie. Jak widać z przytoczonej średnicy wieńca i długości łopatek ostatniego stopnia, leżą one poniżej dopuszczalnych obecnie granic. Wobec tego można podwyższyć moc tego typu turbiny Ruths'a przy ruchu kombinowanym aż do około 40000 kW przy użyciu świeżej wody do chłodzenia, zaś jeszcze wyżej — przy stosowaniu chłodziw, rozkład ciśnień musi jednak odpowiadać każdorazowym warunkom.

Zachowanie się turbiny przy kryciu szczytów badane było w 2-ch wypadkach i jest przedstawione wykreślnie na rys. 21 i 22.

	Wypadek 1	Wypadek 2
Z pary świeżej	20 000 kW	15 000 kW
Z akumulatorów	10 000 kW	15 000 kW
Objętość akumulatorów Ruths'a 350 m ³ poziome	870 m ³ poziome	
Powierzchnia szczytu	6 150 kWh	14 750 kWh
Średni jednostkowy rozchód pary z akumulatorów	około 7,9 kg/kWh	około 8,3 kg/kWh

Wyższy rozchód pary w wypadku 2-im (8,3 kg/kWh) należy przypisać temu, że większą część szczytu pokryć trzeba przy niższych ciśnieniach w akumulatorze.

W ruchu można chwilowo wytwarzać z akumulatorów jako rezerwę dodatkowe obciążenie

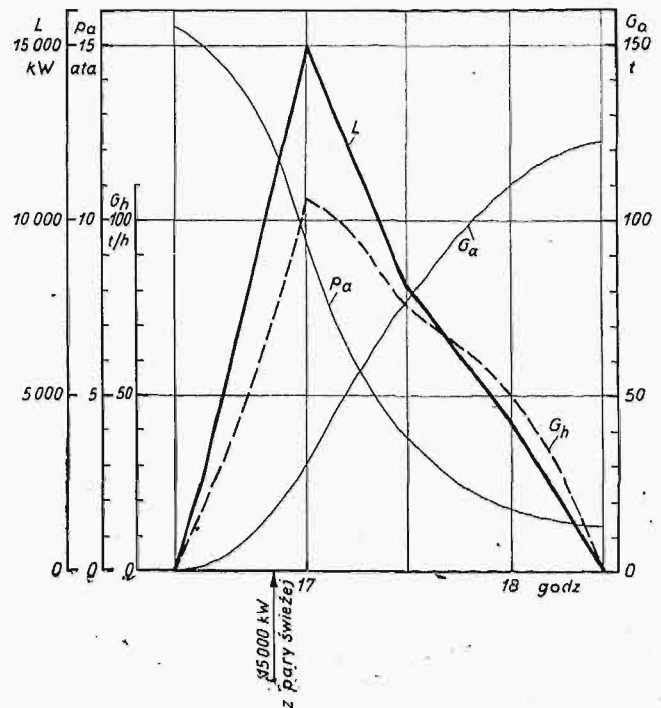
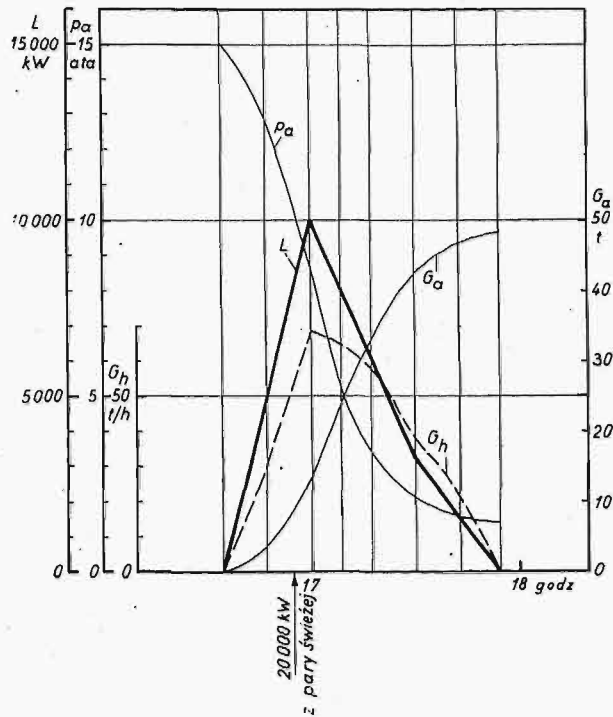


Rys. 20. Rezerwa chwilowa.

a — trwanie każdorazowego obciążenia początkowego, b — obniżająca się moc przy 6000 kW obciążenia początkowego, p_a — ciśnienie pary z akumulatorów przed turbiną.

w pierwszym wypadku w wysokości 10 000 kW w ciągu około 30 minut, w wypadku zaś 2-im — 15 000 kW w ciągu 50 minut. Należy tu zaznaczyć, że w obydwu wypadkach objętość akumulatorów Ruths'a obliczona została dla krótkotrwałych szczytów, z których mniejszy trwa zaledwie 1,5 godziny.

ni 96%, z zawartością wilgoci turbiny Ruths'a tej samej mocy, zasilanej parą z akumulatora Ruths'a o ciśnieniu zmieniającym się od 13 atn do 0,5 atn i kryjącej szczyty. Jak widać z wykresu IS dla pary, rozprężanie suchej pary nasyconej do określonej próżni wykazuje, że przy zmniejszaniu ciśnie-



Rys. 21 i 22. Krycie szczytu. Kombinowana turbina Ruths'a $n = 3000$ obr./min, moc = 30 000 kW, Według rys. 15 (por. rozdział II, „Przeгляд Techniczny” Nr. 27–28, str. 524.

Rys. 21. Ruch kombinowany: 20 000 kW z pary świeżej i 10 000 kW z pary akumulatorowej. Objętość akumulatora Ruths'a 350 m³.

Rys. 22. Ruch kombinowany: 15 000 kW z pary świeżej, 15 000 kW z pary akumulatorowej. Objętość akumulatorów Ruths'a 870 m³.

L — szczyt obciążenia, p_a — ciśnienie pary z akumulatorów przed turbiną, G_h — przebieg rozchodu pary podczas krycia szczytu, G_a — wyładowanie akumulatora Ruths'a.

L — szczyt obciążenia, p_a — ciśnienie pary akumulatorowej przed turbiną, G_h — przebieg rozchodu pary podczas krycia szczytu, G_a — wyładowanie akumulatora Ruths'a.

IV. Zawartość wilgoci w parze odlotowej turbin Ruths'a.

Szkodliwy wpływ wilgoci, powstającej przy rozprężaniu się pary w niskoprężnej części turbin, doprowadził przy stosowaniu wysokich ciśnień do międzystopniowego przegrzewania pary, które zwłaszcza w ostatnich stopniach tej części turbiny chroni łopatkę części niskoprężnej od przedwczesnego zniszczenia. Wszystkie znane dziś rodzaje przegrzewania międzystopniowego komplikują jednak całość urządzenia, czynią je nieprzejrzystym i są przytem związane z większymi kosztami inwestycyjnymi. Nadto rozporządza się w tym kierunku zbyt skromnym doświadczeniem, wobec czego w większości instalacji turbinowych, nawet przy wysokich ciśnieniach (do 35 at), nie stosowano przegrzewania międzystopniowego.

a) Turbina do krycia szczytów na 20 000 kW i $n = 3000$ obr./min.

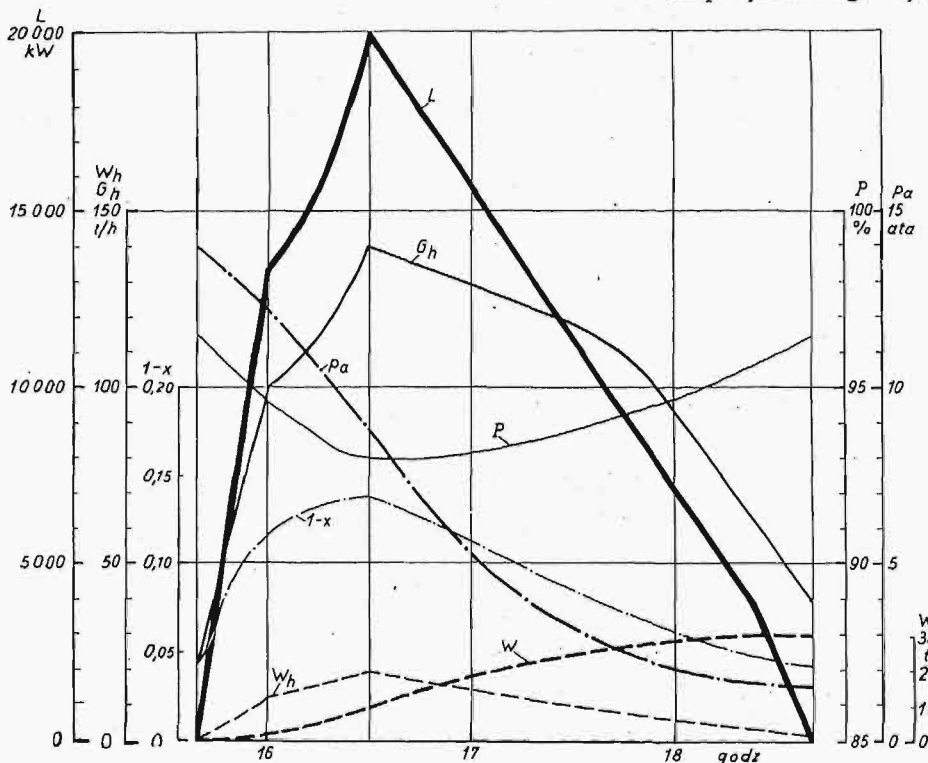
Poniżej przeprowadzimy porównanie pomiędzy zawartością wilgoci w parze odlotowej nowocześniejszej turbiny o 20 000 kW mocy podstawowej, zasilanej parą świeżą o 35 atn, 400°C, pracującej bez przegrzewania międzystopniowego i przy próż-

nia początkowej zawartość wilgoci szybko maleje. Niniejsze badanie odnosi się do szczytu obciążenia uwidocznionego na rys. 23, na którym jest także widoczny przebieg zapotrzebowania pary na godzinę G_h , przebieg zmian próżni P oraz obniżającego się ciśnienia przed turbiną p_a . Krzywe należy traktować jako dane, przytem służą one do obliczenia przy pomocy wykresu IS jednostkowej zawartości wilgoci $(1-x)$ w parze odlotowej (rys. 24). Zamknięta, grubo wykreślona krzywa na tym wykresie przedstawia przebieg zawartości wilgoci przy kryciu szczytu według rys. 23, na którym szczyt ten podany jest w zależności od czasu. Mnożąc chwilowy rozchód pary na godzinę przez $(1-x)$, otrzymuje się krzywą W_h , podającą chwilową ilość wilgoci w t/h. Całą tej krzywej przedstawia krzywa W . Z krzywej $(1-x)$ stwierdzić można, że najwyższa jednostkowa zawartość wilgoci, występująca w najwyższym punkcie szczytu, wynosi 13,8%. Przez planimetrowanie określa się średnią, odniesioną do szczytu, jednostkową zawartość wilgoci, odpowiadającą 9,3%.

Na wspomnianym wykresie IS zaznaczony jest również przebieg rozprężania pary w turbinie podstawowej, porównywanej z turbiną Ruths'a. Przy

normalnym dziś rozchodzie pary świeżej o przyjętym ciśnieniu i temperaturze (35 atn 400°C), 3,9 kg/kWh na zaciskach, otrzymuje się zawartość wilgoci pary odlotowej $(1-x) = 0,122$, t. j. 12,2%, oraz ilość wody w parze wylotowej na godzinę $0,122 \cdot 78\,000 = 9,51$ t/h, t. j. rocznie

76 100 t	przy 8 000	godzin pracy
57 100 t	" 6 000	" "
38 050 t	" 4 000	" "



Rys. 23. Wilgotność pary odlotowej przy kryciu szczytu. Turbina Ruths'a 20 000 kW. L — szczyt obciążenia, G_h — przebieg rozchodu pary podczas krycia szczytu, P — próżnia, p_a — ciśnienie w akumulatorze, $1-x$ — wilgotność jednostkowa, W_h — ilość wilgoci na godzinę, W — ogólna ilość wilgoci.

Według krzywej W , ogólna zawartość wilgoci pary odlotowej turbiny Ruths'a wynosi podczas szczytu trwającego 3 godziny około 30,6 t, przy kryciu zaś szczytów w ciągu stu dni zimowych — rocznie 3 060 t.

Powyższe liczby prowadzą do wniosku, że roczna zawartość wilgoci w parze odlotowej rozważanej szczytowej turbiny Ruths'a wynosi, zależnie od ilości godzin ruchu, tylko 4—8% odpowiedniej ilości w nowoczesnej turbinie na moc podstawową.

Badanie to wykazuje zatem, że ze względu na niszczenie łopatek w części niskoprężnej przez wilgoć, trwałość łopatek turbiny Ruths'a przewyższa, dzięki niewielkiej liczbie godzin pracy, trwałość łopatek turbiny podstawowej, zasilanej parą świeżą.

b) Turbina Ruths'a na ruch kombinowany o łącznej mocy 12 000 kW i $n = 3\,000$ obr./min.

W rozważanym wypadku ciśnienie pary świeżej wynosi 25 atn, temperatura 400°C i rozchód pary 4,1 kg/kWh przy 12 000 kW i próżni 96%. Warunkom tym odpowiada według wykresu Molier'a 10%-wa zawartość wilgoci w parze odlotowej.

Przy ruchu kombinowanym, para świeża, w ilości około 38 000 kg/h, wytwarza 8 800 kW mocy podstawowej, pozostałe zaś 3 200 kW wytwarzane zostają przez parę z akumulatora Ruths'a. W początkowym punkcie szczytu, przy 8 800 kW mocy podstawowej, zatem przy obciążeniu częściowym i pracy wyłącznie parą świeżą, zawartość wilgoci wynosi, ze względu na gorszą sprawność niż przy pełnym obciążeniu, tylko 8,5%. Dla rachunku przybliżonego wystarcza założenie, że rozprężanie pary świeżej oraz z akumulatorów ma przebieg od siebie niezależny. Przy uwzględnieniu gorszej próżni przy większej łącznej ilości pary w najwyższym punkcie obciążenia, otrzymuje się w rozprężonej parze świeżej 7,1% wilgoci, zaś 12,4% — w parze z akumulatorów; stąd zawartość wilgoci w parze mieszanej = około 9%. W okresie opadania obciążenia szczytowego, zawartość wilgoci powraca do pierwotnej wartości 8,5% (przy podstawowej mocy 8 800 kW). W ten sposób przeciętna zawartość wilgoci pary mieszanej w okresie szczytu wynosi 8,7%.

W rozważanych warunkach zatem, dzięki doprowadzaniu pary z akumulatorów, zawartość wilgoci w okresie szczytu jest średnio o 1,3% mniejsza, niż przy 12 000 kW i zasilaniu wyłącznie parą świeżą. Przypisać to należy głównie

temu, że zawartość wilgoci rozprężonej pary świeżej przy kryciu szczytu (moc podstawowa 8 800 kW) wynosi około 8,5% do 7,1% w porównaniu z 10% przy 12 000 kW mocy podstawowej, oraz że przy obniżającym się ciśnieniu w akumulatorze para z niego czerpana pod koniec rozprężania staje się coraz bardziej sucha.

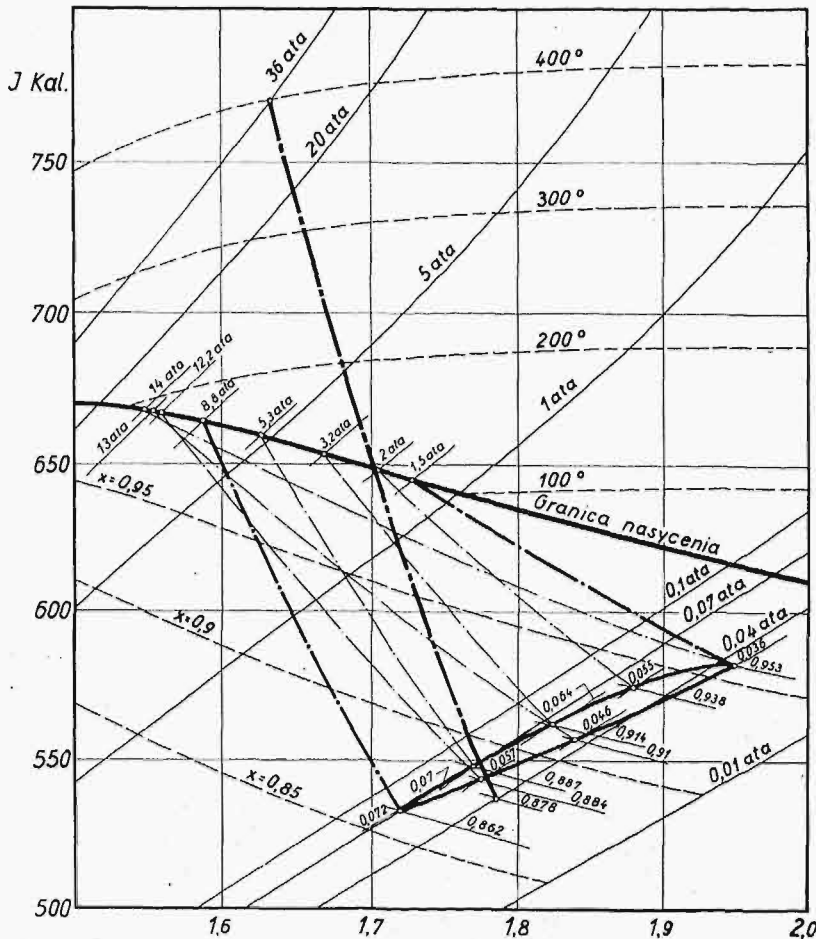
W rozpatrzonym przykładzie stosunek mocy szczytowej do podstawowej jest względnie mały. Jeśli wartość tego stosunku wzrasta, wówczas wypadkowa zawartość wilgoci w parze po zmieszaniu podczas krycia szczytu zmniejsza się jeszcze bardziej.

V. Ujęcie techniczne typów turbin Ruths'a.

Włączanie akumulatorów Ruths'a do ruchu najrozmaitszych zakładów przemysłowych¹¹⁾ w celu wyrównania wahań zapotrzebowania pary nie wymagało — poza rozrzędem pary — żadnych zmian w istniejących typach turbin przeciwprężnych i z odbiorem pary. Różnorodne warunki ruchu, które nawet w zakładach tego samego ro-

¹¹⁾ Bientzle i Praetorius: „Betriebserfahrungen mit Ruthsspeichern in Industriebetrieben und Kraftwerken“ — „Archiv für Wärmewirtschaft“ tom 10 (1929), str. 111.

dzaju częstokroć bywają różne, wymagają — jak wiadomo — licznych modeli turbin, co uniemożliwia fabrykację seryjną.



Rys. 24. Wilgotność pary odlotowej przy kryciu szczytu.
Turbina Ruths'a 20 000 kW.

Przebieg rozprężania i wilgotności pary odlotowej.

Budowa instalacji Ruths'a dla elektrowni zwykłych i kolejowych doprowadziła natomiast, jak to wynika z poprzednich rozdziałów, do rozwoju 2-ch rodzajów turbin Ruths'a: kombinowanej turbiny na parę świeżą i z akumulatorów dla małych i średnich zakładów oraz turbiny wyłącznie na parę z akumulatorów, t. j. turbiny dla większych elektrowni, kryjącej wyłącznie szczytu.

Ujęcie termodynamiczne turbiny kombinowanej różni się bardzo mało od takiegoż ujęcia turbiny na parę świeżą¹²⁾, tembardziej, że turbiny takie są zwykle projektowane na najkorzystniejszy rozchód pary przy wytwarzaniu mocy podstawowej przez parę świeżą. Przekroje turbin średniej wielkości na parę świeżą obliczane są na najlepsze wyzyskanie pary przy pełnym obciążeniu. Przy 25% przeciążenia, pogorszenie rozchodu pary w tych turbinach wynosi, jak wykazują wyniki w ruchu, 1—2%. Łączny rozchód pary turbin kom-

binowanych, przy pokrywaniu 65% obciążenia przez parę świeżą i 35% przez parę z akumulatorów, nie przewyższa zazwyczaj w najwyższym punkcie szczytu rozchodu pary przy zasilaniu parą świeżą i przy przeciążeniu turbiny tej samej mocy o 25%. Tak więc przy zastosowaniu niskoprężnych części zwykłych turbin podstawowych w układzie kombinowanym o stosunku obciążenia 2:1, wyzyskanie pary świeżej podczas szczytu niewiele się różni od wyzyskania pary świeżej w turbinie podstawowej. Ponieważ ciśnienie początkowe w akumulatorze Ruths'a wynosi naogół 13 do 16 ata, jest możliwe również obniżenie liczby typów wysokoprężnej części turbiny kombinowanej, które przystosowują się w zupełności do różnych warunków pracy w elektrowniach.

W większości wypadków pierwszy wirnik turbiny kombinowanej zasilany jest parą świeżą i z akumulatorów. Przy obniżającym się ciśnieniu, para zostaje doprowadzona z akumulatora Ruths'a do jednego lub najwyższej dwu stopni niskoprężnych. Przy budowie dwukadłubowej, stosowanej jedynie przy bardzo wysokich ciśnieniach pary świeżej i większych mocach, a w szczególności przy wysokiej próżni, umieszcza się drugi wlot niskoprężny, w miarę możliwości, między obu kadłubami.

Jak to już wspomniano poprzednio, specjalne znaczenie przy budowie instalacji Ruths'a w wielkich elektrowniach posiada turbina szczytowa o mocy granicznej i 3 000 obr./min. Część niskoprężna zostaje wykonana odpowiednio do celowo obranej małej powierzchni chłodzącej skraplacza i większego jej obciążenia, co powoduje gorszą próżnię, niż przy turbinach podstawowych, ale przy obecnie dopuszczalnych wielkościach średnic i długości łopatek ostatniego stopnia można w tych warunkach przepuścić przez turbinę bardzo wielkie ilości pary.

Przy wejściowej temperaturze wody chłodzącej 15°C, turbina jednokadłubowa o jednokierunkowym przepływie znajduje zastosowanie jako typ o mocy granicznej do 20 000 kW, zaś jednokadłubowa o dwukierunkowym przepływie — do 40 000 kW. Ponieważ ciśnienie początkowe w akumulatorach Ruths'a leży w granicach 13—16 ata, budowa części wysokoprężnych nie ulega niemal zmianie. Jeśli kadłub zaopatrzony jest we wloty do 2-ch różnych stopni niskoprężnych, wówczas można jeszcze przy ciśnieniu przed turbiną około 4,5 atn osiągnąć pełną moc 20 000 kW w turbinie o jednokierunkowym przepływie pary, a 40 000 kW przy 2-ch kierunkach przepływu pary. Zakres turbin szczytowych o 3 000 obr./min może być pokryty przez 3 typy: około 10 000 kW, 20—25 000 kW, 40—50 000 kW, przyczem moc 25 000 kW przy przepływie jednokierunkowym, moc zaś 50 000 kW przy prze-

¹²⁾ Dlatego też stare, zamortyzowane turbiny można częstokroć przy bardzo małych zmianach konstrukcyjnych, zatem przy niskich kosztach, dostosować do warunków ruchu kombinowanego, bądź też ruchu wyłącznie na parę z akumulatorów.

plywie dwukierunkowym może być osiągnięta dopiero przy próżni około 88%. W ten sposób szczytowe turbiny Ruths'a można sprowadzić do kilku typów i osiągnąć prostą i przejrzystą fabrykację.

Z rozważań powyższych wynika, że turbiny Ruths'a o mocy granicznej 20 000 kW i $n = 3\ 000$ obr./min posiadają małą tylko ilość stopni, są zatem tańsze od turbin podstawowych o takiej samej mocy. Nowoczesna turbina podstawowa o 20 000 kW jest nadto często dwukadłubową i przy wysokiej próżni wykonana z dwukierunkowym przepływem

pary, tak że cena jej musi być wyższa od ceny turbiny szczytowej. Pozatem skraplacze turbin szczytowych są mniejsze, zaś pompy chłodzące nie większe, niż przy turbinach podstawowych. Dalszą korzyścią, osiąganą przez krótką budowę turbin szczytowych oraz mniejsze skraplacze, są mniejsze koszty budynków, co, w połączeniu z niższą ceną akumulatorów Ruths'a niż kotłów parowych, prowadzi do tańszych elektrowni szczytowych, umożliwiających rentowną gospodarkę elektryczną.

Zarys krytyczny własności technicznych czterech systemów towarowych hamulców automatycznych¹⁾.

Napisał Inż. Aleksander Pawłowski.

II. SYSTEM KUNZE-KNORR'a.

Konstrukcja i działanie systemu K. K.

Opis systemu Kn. K. znajduje się w przytoczonym na początku artykułu sprawozdaniu Podkomisji U. I. C. z roku 1926.

Spotykane w niektórych publikacjach twierdzenie, że system Kunze-Knorr'a może być uważany za jednokomorowy, to jest taki, jak West., jest niesłuszne. W samej rzeczy system K. Kn. posiada 2 cylindry, mianowicie (rys. 9): cylinder C i cylinder różniczkowy, składający się z dwóch komór A i B; tłok drugi (pierwszy, główny, jest w cylindrze hamulcowym C) dzieli cylinder różniczkowy na te dwie komory A i B, z których komora B działa zawsze, a komora A tylko wtenczas, kiedy trzeba hamować ładunek. Komorę B nazywają przednią (Vorderkammer), a także przestrzenią martwą „Totraum”. Komora A ma jeszcze osobny zbiornik powietrza zapasowego A_1 . W pierwszym okresie hamowania komora B gra rolę zbiornika zapasowego i staje się organem zaworu sterującego. Czynna powierzchnia tłoka ze strony komory A jest mniejsza, niż po stronie B (o pole przekroju tłoczyska). Siły więc działające na tłok są zrównoważone wtędy, kiedy, przy zmianie ciśnienia, ciśnienie powietrza w A jest większe, niż w B.

Przy częściowym zwiększeniu ciśnienia w przewodzie głównym, hamulec K. Kn. nie odhamowuje całkowicie, jak hamulec West. Odhamowanie zupełne następuje wtenczas dopiero, kiedy w przewodzie głównym i w komorze B ciśnienie jest pełne. Dlatego też w hamulcu K. Kn., przez stopniowe zwiększanie ciśnienia w przewodzie głównym, może być osiąganę stopniowe odhamowywanie.

Hamulec K. Kn., zdaniem jego propagatorów, oprócz zadań, którym czyni zadość hamulec West. Lu, pozwala jeszcze osiągnąć zadania następujące: 1) łagodne, bez szarpnięć i uderzeń hamowanie i odhamowywanie luźno sprzężonych pociągów w składzie do 150 osi i 2) silniejsze hamowanie wa-

gonów ładownych niż próżnych (to ostatnie twierdzenie nie odpowiada rzeczywistości).

Obie te dodatkowe właściwości, jak krytyka niezależna wykazuje, nie są przynależnością wyłączną tego systemu, gdyż mogą być osiągnięte w systemie West. nie gorzej, a w systemie Drosselhammer'a — lepiej. Co jednak najważniejsze — to że funkcje te w systemie K. Kn. zależą od uszczelnienia połączeń w takim stopniu, jak w żadnym innym systemie, o czym jeszcze będzie mowa dalej.

Funkcje te spełnia hamulec K. Kn. zapomocą zaworu rozrządzającego (sterującego), organu, który w systemie West. nosi nazwę trójzaworu (triple-valve).

Zawór sterujący w hamulcu K. Kn. (rys. 10) posiada części następujące: 1) właściwą skrzynkę suwakową (cylindryczną), 2) komorę przenoszącą (modyfikującą) (Uebertragungskammer), oznaczoną przez \ddot{U} , 3) zawór redukcyjny (najmniejszego ciśnienia) (Mindestdruckventil), oznaczony przez m , 4) zawór łączący (Zwischenventil), oznaczony przez V , i 5) kurek zwrotny (Umstellhahn), oznaczony przez U .

Komorę przenoszącą odpowiada temu, czem w hamulcu West. jest „poche accélératrice”. Przy hamowaniu, powietrze, wpędzone w skrzynkę suwakową i do przewodu głównego, przechodzi do tej komory (\ddot{U}), która była dotychczas próżną, a posiada objętość równą tej części skrzynki suwakowej, jaka się zmienia przez przesunięcie się tłoka suwakowego. Wskutek tego ciśnienie powietrza w całym przewodzie pociągu przenosi się szybko od wagonu do wagonu. Zawór redukcyjny m służy do tego, żeby spowodować pierwszy okres hamowania, mianowicie słabe hamowanie, wywołane przez przesunięcie klocków do obręczy koła i lekki nacisk. Ten pierwszy okres daje na wykresie hamowania stromą część krzywej. Potem następuje długa, łagodniejsza krzywa właściwego hamowania.

Zawór łączący V powoduje dalszy wzrost hamowania, przepuszczając przez bardzo wąski kanał (Drosselbohrung) powietrze sprężone z komo-

¹⁾ Ciąg dalszy do str. 630 w zesz. 35 z r. b.

ry *B* cylindra różniczkowego do właściwego cylindra hamulcowego *C*, którego tłok działa na układ drążkowy z jednego końca tego cylindra.

Dopiero wprawienie w ruch kurka zwrotnego *U* sprawia, że powietrze z komory *B* wylatuje, a natomiast wchodzi do komory *A*, pod jego działaniem przesuwają się tłoki, dzielące komory *B* i *A*, i wywołuje hamowanie dalsze, t. j. hamowanie ładunku. Wtedy na wykresie otrzymujemy od punktu przełomu drugą część krzywej ciśnienia. Jeżeli kurka *U* jest postawiony w położenie „próżny”, co odpowiada temu samemu położeniu w hamulcu West. Lu, to z komory *B* powietrze nie wychodzi i na tłok dzielący *B* od *A* ciśnienia ze strony *A* nie będzie.

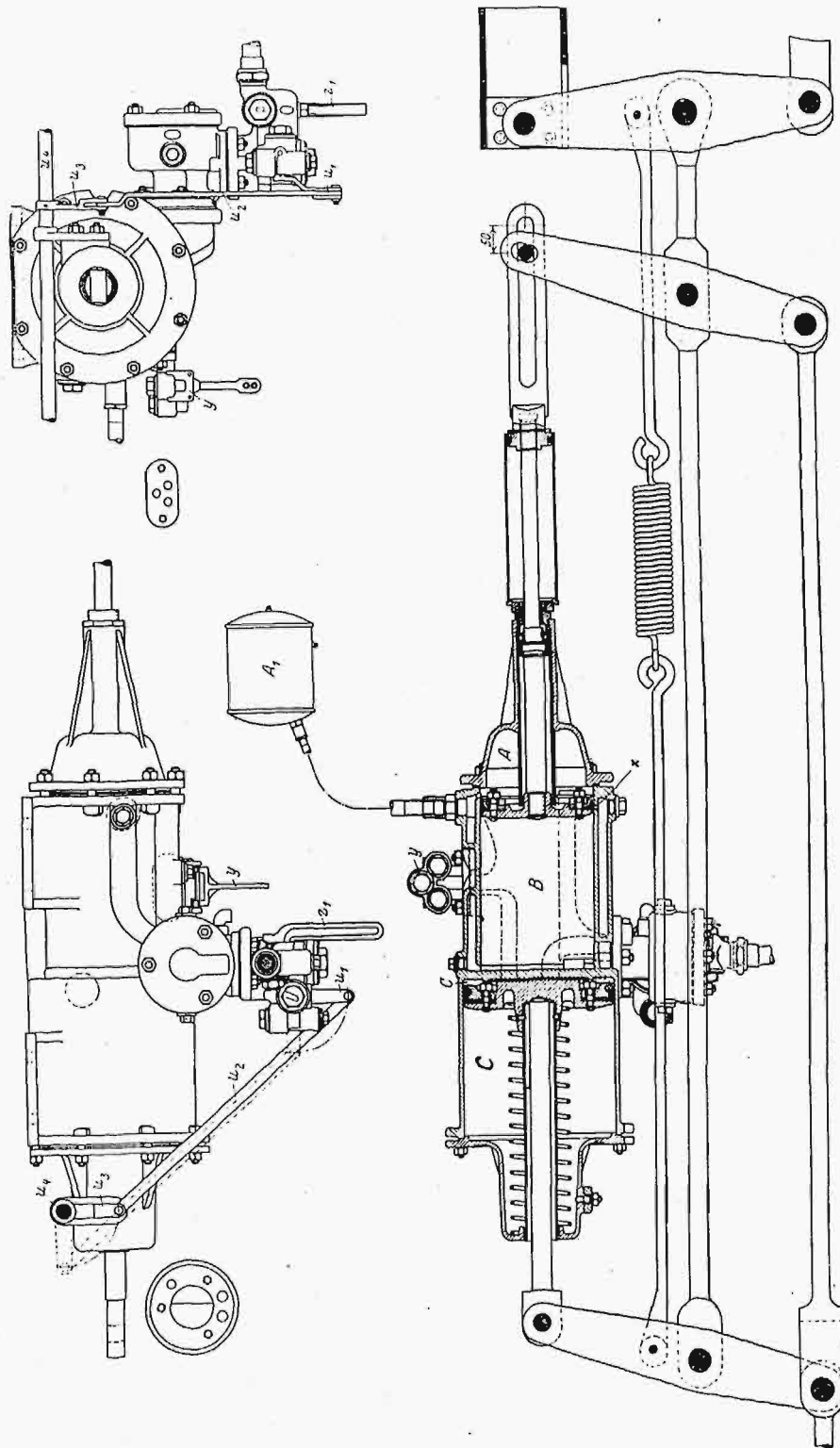
Żeby działały oba tłoki, t. j. tłok zasadniczy w cylindrze *C* i tłok dodatkowy, dzielący *B* od *A*, istnieją w układzie drążkowym systemu K. Kn. trzy dźwignie, a nie dwie, jak w systemie West. Przez to układ drążkowy K. Kn. jest bardziej skomplikowany, niż Westinghouse'a.

Sprawność i energia hamowania syst. K. Kn.

Powiedziałem wyżej, że działanie tłoka dzielącego komorę *B* od komory *A*, przy hamowaniu i odhamowywaniu ładunku, zależy od równowagi między ciśnieniem z obu stron tego tłoka; równowaga następuje wtedy, kiedy ciśnienie w *A* jest w pewnym określonym stosunku większe, niż ciśnienie w *B*. Dlatego też koniecznym jest, żeby sam tłok na swoim obwodzie (pokrywa cylindra *A*), zbiornik *A*₁ i tłoczek (zwany Gegenkolben) były bardzo dobrze uszczelnione. Atoli osiągnięcie tego uszczelnienia jest trudne i dlatego potrzebny jest stały, czujny i umiejętny nadzór techniczny, co w eksploatacji pociąga za sobą wydatki większe, niż przy zastosowaniu innych systemów. W kraju takim, gdzie poziom rozwoju technicznego jest na ogół niższy, niż w Niemczech, ta okoliczność, że trzeba mieć personel dobrze i specjalnie wyszkolony, odgrywa rolę pierwszorzędą i powinna

być uważana za jeden z momentów decydujących o wyborze systemu; tak jest w Polsce.

Jeżeli cylinder hamulcowy jest niedostatecznie uszczelniony, to może nastąpić tylko nieoczekiwane nadmierne hamowanie, a to prowadzi do ślizgania się kół i szarpnięć. Gorsze jednak są następ-



Rys. 9. Cylindry i zawór sterujący syst. Kunze-Knorr'a. A, B i C — trzy komory cylindra hamulcowego. Na rys. widzimy również 3 dźwignie układu drążkowego.

stwa nieszczelności w dławnicy cylindra *A*, która jest miejscem krytycznym hamulca K. Kn. Ta dławnica posiada uszczelnienie ze skóry, działające pod znacznym ciśnieniem, przytem jest ona w miejscu niedostępnym, co ma ważne znaczenie. To też należy zwrócić szczególną uwagę na twierdzenie

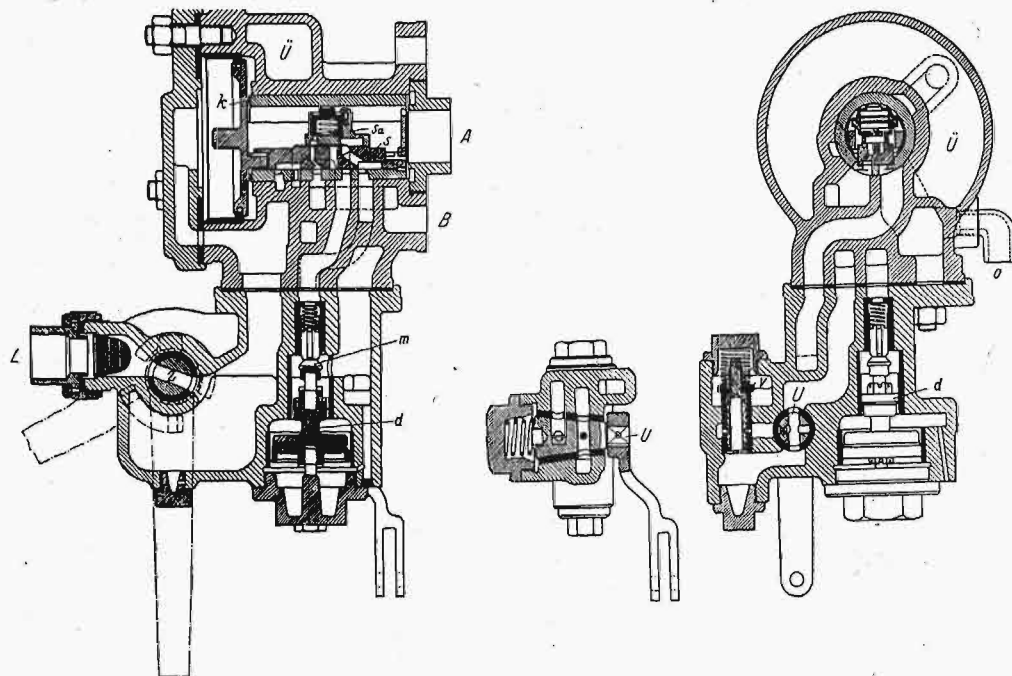
obrońców syst. K. Kn.¹⁾: „Hamulec K. Kn. dobrze utrzymany i dobrze obsłużony (moje podkreślenie) posiada istotną wyższość nad hamulcami jednokomorowymi (czytaj West.) pod tym względem, że prawie nigdy nie wyczerpuje się, podczas kiedy jednokomorowy łatwo się wyczerpuje”. Jest to opinia niesłuszna. Mówiłem już

o systemie West., lecz są zdania, że łatwiej jest mieć umiejętnych maszynistów do kierowania kranem, niż dobry nadzór nad stanem hamulców w dziesiątkach i setkach tysięcy wagonów.

Doświadczenia wykazały, że należyte stopniowanie odhamowywania przy wielkich szybkościach w systemie K. Kn. nie zawsze daje się osiągnąć.

Szkolenie personelu obsługującego hamulce K. Kn. w Niemczech było i jest przedmiotem stałych zabiegów specjalnych, a urzędy kontroli stanu hamulców w wagonach towarowych są w Niemczech szeroko zorganizowane i wymagają znacznych wydatków. Ta strona eksploatacji nie jest powszechnie znana.

W pracach V Komisji U. I. C., dotyczących doświadczeń nad hamulcem Drols., wydanych w 1928 r., umieszczone są wykresy porównawcze, zdjęte na



Rys. 10. Zawór sterujący hamulca Kunze-Knorr'a.

U — kurek zwrotny do ustawiania na hamowanie tary lub ładunku; m — zawór redukcji najmniejszego ciśnienia na klocki; d — tłoczek stopniowania; z — kurek wyłączający zawór z działania; k — tłoczek zaworu; s — suwak zasadniczy; s_a — suwak stopniowania; U — komora przekazująca (modyfikująca) ciśnienie w głównym przewodzie.

o tem, czy hamulec West. wyczerpuje się. Po objaśnieniu zaś znaczenia i możliwości nieszczelności w hamulcu K. Kn., sądzę, że prędzej można się obawiać wyczerpania, właściwie niesprawności, w hamulcu K. Kn., niż w hamulcu Westinghouse'a.

Inżynierowie francuscy zwracali szczególną swoją uwagę na krytyczne miejsce, jakim jest dławnica w cylindrze A hamulca K. Kn.

Inż. Weiss (Bern) w wykresie porównawczym dla 3 systemów (West. Lu, K. Kn. i Drols.), otrzymanym przy doświadczeniach na próbnym stanowisku w Bolonii w 1926 r., wskazuje, jak znaczna jest w systemie K. Kn. zależność ciśnienia klocków hamulcowych, przy hamowaniu ładunku, od skoku tłoka. Przy ciśnieniu w przewodzie głównym 3,5 i 3,6 kg/cm² różnica między naciskiem klocków jest nieduża między skokiem 200 a 100 mm. Przy ciśnieniu 4,15 i 4,05 kg na 1 cm² różnica jest ogromna, mianowicie dla skoku 200 mm wynosi 3,5 tonny i 3,9 tonny, a dla skoku 100 mm — 7 tonny i 11 tonny.

Dla hamowania ładunku znacznie większego, niż praktykowane w Europie, naprz. 60 tonny, system K. Kn. wymagałby trzeciego cylindra, a przecież w Stanach Zjednoczonych ładowność dochodzi do 120 tonny.

Krytycy nie przeczą, że działanie kranem maszynisty w systemie K. Kn. jest łatwiejsze, czyli mniej zależne od zręczności maszynisty, niż w sy-

przeźreni Airolo-Bellinzona, unaczyniające, jaką była energia hamowania na całej długości pociągu z hamulcami K. Kn. i Drols.

Inż. Röder na str. 55 swojej książeczki (cytowanej wyżej) podaje, że przy średnim skoku tłoka energia hamowania w wagonach z hamulcem K. Kn. wynosi:

w wagonach próżnych	75 — 55% wagi wagonu
„ z ładunkiem 20 tonn.	45 — 55% wagi wagonu z ładunkiem.

Tymczasem doświadczenia wykazują, że zamiast pierwszych dwóch cyfr powinno być 68%, a zamiast dwóch drugich — 35%. Z tego można wnosić, że inż. Röder podaje niekiedy wiadomości, odbiegające od rzeczywistości, a mówiące błędnie na korzyść systemu K. Kn.

Dają głos trzem rzeczoznawcom: Niemcowi, Polakowi i Francuzowi, którzy w znacznych odstępach czasu, mianowicie w r. 1920, 1925 i 1929 wypowiedzieli swoje poglądy na właściwości systemu Kunze-Knorr'a, oparte na długoletniej i głębokiej znajomości hamulców zespolonych.

Dyr. nacz. Inż. G. Oppermann (Hannover), w broszurze p. t. „Die Güterzug-Verbundbremse nach Kunze-Knorr und ihre Mängel“, wydanej w roku 1920, tak streszcza swoją krytykę:

„Najważniejszym wymaganiem hamowania pociągów towarowych hamulec Kunze-Knorr'a nie odpowiada pod żadnym względem. Dla zwykłych warunków gospodarki kolejowej jest on za drogi, za ciężki i za obfity w części składowe; działanie jego nie jest pew-

¹⁾ Patrz naprz. broszurę inż. Rödera. Die Kunze-Knorr Bremse. 1927.

ne, wymaga obsługi stałej i uciążliwej. Jego energia hamowania i odhamowywania tylko częściowo daje się stopniować i może zawieść z powodu nieszczelności w dławnicy; w innych miejscach, jak się okazuje, zdarza się w nim utrata energii. Wielki ciężar hamulca stanowi stratę w przewozach, a potrzeba przestawiania i przełączania jest uciążliwa i wywołuje usterek w prawidłowości ruchu. System z takimi wadami, prawdopodobnie, nie będzie przyjęty w krajach ościennych i wywoła tylko pomnożenie różnic, a nie ujednostajnienie urządzeń hamulcowych w skali międzynarodowej".

Ta przepowiednia jednego z najwybitniejszych konstruktorów hamulców zespolonych, który przyczynił się w bardzo znacznej mierze do udoskonalenia obu systemów, sprawdziła się istotnie. Oprócz bowiem trzech państw skandynawskich, które już przed rokiem 1920, kiedy powyższe słowa były napisane, przyjęły system Kunze-Knorr'a, i oprócz Węgier, żadne inne państwo w ciągu 10 lat dotychczas systemu K. Kn. nie zastosowało, pomimo wyleżonej propagandy.

Autor memorjału, złożonego 3 czerwca 1925 roku na posiedzeniu „Komitetu do spraw postępu w budowie taboru i mechanicznych urządzeń kolejowych” Polskiego Min. Kolei, Polak, tak pisał w tym memorjale:

„Siła nacisku klocków w hamulcu K. Kn. może być przy odhamowywaniu stopniowana według woli maszynisty, stosuje się to jednak tylko do siły zasadniczego hamowania” (t. j. gdy działa tłok cylindra C) (str. 8).

„Rozchód sprężonego powietrza w cylindrze C, o jednej komorze, hamulca K. Kn., jest taki sam, jak w hamulcu West.; rozchód powietrza w cylindrze B o dwóch komorach jest znacznie większy”.

„Sprawne działanie hamulca West. zależy od prawidłowego działania trójzaworu i szczelności jednego kołnierza skórzanego. Sprawność hamulca K. Kn. jest zależna od trójzaworu, szczelności dławnicy, trzona (w cylindrze AB) i szczelności dwóch kołnierzy skórzanych” (str. 8).

„Dla znacznej większości kolei wogóle, a dla kolei polskich w szczególności, sprawa stopniowego odhamowywania nie ma decydującego znaczenia, jakie starają się jej nadać czynniki zainteresowane w rozpowszechnieniu hamulców K. Kn. Zdolność hamulca do dawania stopniowego odhamowywania jest nader cenną cechą, ma jednak praktyczne znaczenie tylko o tyle, o ile nie jest opłacona zbyt wielkim kosztem” (str. 10).

„Hamulec K. Kn. wymaga dużej ilości dobrze w szkolonych rewidentów i ślusarzy. Zwłaszcza podtrzymanie w dobrym stanie licznych natłoczków skórzanych, od których zależy działanie hamulca Kunze-Knorr'a, jest bez wątpienia zadaniem bardzo trudnym. Co się zaś tyczy dławnicy cylindra o dwóch komorach, to trudności, z jakimi jest połączone podtrzymywanie w stanie szczelności tej dławnicy, były jedną z najważniejszych przyczyn, dla której hamulce Carpenter'a, Wenger'a i inne nie mogły być zastosowane w ruchu osobowym. Trzeba pamiętać, że wagon towarowy „nie ma ani ojca, ani matki”, jak się wyrażał G. Westinghouse, nie można go więc zaopatrywać w aparaty, wymagające ciągłej i uważnej opieki”.

Mimo takiej oceny systemu Kunze-Knorr'a, złożonej Departamentowi VI Ministerstwa Kolei w r. 1925, tenże Departament w r. 1929, a za nim Rada Techniczna Ministerstwa Komunikacji, wypowiedziały się jednak za tym systemem. Opinie te zresztą nie są ostateczne.

Francuska opinia urzędowa, w memorjale, sporządzonym wskutek moich starań w roku 1929, oprócz wyżej przytoczonych, zawiera uwagi następujące:

„Szczegółowe badania właściwości systemu Kunze-Knorr'a prowadzą do wniosku, że Towarzystwo Kunze-

Knorr'a nie znalazło rozwiązania pewnych trudności, odnoszących się do hamowania i odhamowywania pociągów towarowych i nie wprowadziło żadnych nowych zasad wartościowych w konstrukcji, które uszłyby uwagi Towarzystwa Westinghouse'a.

Towarzystwo Kunze-Knorr'a może przypisywać swojemu systemowi, który nazywa pretensjonalnie „hamulcem kompletnym”, tylko dwie zalety, mianowicie:

- 1) Stopniowanie automatyczne odhamowywania.
- 2) Hamowanie dodatkowe ładunku użytecznego.

Przewaga hamulca K. Kn. pod względem stopniowania odhamowywania (modérabilité au desserrage) mogłaby być uznana jako taka, kiedy chodzi o zastosowanie hamulców towarowych w krajach górskich, mających długie i znaczne spadki. Co zaś do pociągów w krajach płaskich, w których spadki większe niż 20% są rzadkie, to zaleta ta hamulca K. Kn. staje się nietylko pozbawioną użyteczności, lecz nawet niebezpieczną dla prawidłowości ruchu. W samej rzeczy, żeby osiągnąć możliwość różniczkowania odhamowywania, wynalazca zaniedbał innych ważnych właściwości hamulca i stworzył przyrząd, którego wady główne są następujące:

- 1) odhamowywanie odbywa się powoli;
- 2) hamowanie samowolne i niespodziewane zdarza się (wypadek koło Moguncji w październiku 1924 r.);
- 3) stopniowanie hamowania i odhamowywania jest tylko częściowe;
- 4) znaczna ilość połączeń powoduje nieszczelność i przepuszczanie powietrza, czemu trudno zapobiec;
- 5) czynna komora cylindra podwójnego, która jest najżywotniejszym organem tego hamulca, jest narażona na niesprawność, z powodu dławnicy przeciw-tłoka;
- 6) objętość i waga kompletu są ogromne i cena b. wysoka;
- 7) utrzymanie jest trudne i kosztowne;
- 8) bardzo skomplikowana konstrukcja powoduje trudności w rozumieniu i opanowaniu przyrządów tego systemu przez służbę pociągową i warsztatową.

Z tych względów system jest zupełnie nieodpowiedni dla krajów płaskich, lub mających bardzo niewiele tras górskich.

Hamulec Westinghouse'a działa na profilu górskim bez zarzutu i nie wywołuje usterek, ujawnionych w systemie K. Kn. podczas doświadczeń międzynarodowych oraz w praktyce Towarzystw P. L. M. i Stanów Zjednoczonych.

Co do drugiej „zalety”, — hamowanie ładunku w systemie Kunze-Knorr'a otrzymuje się przez przestawienie kurka zwrotnego (U) w położeniu, przy którym tylna część podwójnego cylindra opróżnia się do atmosfery przez zawór rozdzielczy; to się dzieje wtedy, gdy ciśnienie maksymalne już zostało osiągnięte w cylindrach hamulcowych (C) wagonów ładownych, również jak próżnych; nacisk dodatkowy klocków następuje wskutek posunięcia się tłoka różniczkowego cylindra dwukomorowego (A i B). W tej chwili mamy do czynienia z następującymi zjawiskami:

- 1) Nacisk dodatkowy i jego odprężenie odbywa się gwałtownie, bez możliwości stopniowania, co wywołuje szarpanie pociągu.
- 2) Użycie takiego hamowania („zalety”) możliwe jest tylko w razach nagłego hamowania, po którym następuje zatrzymanie pociągu, czyli tylko w wypadkach nadzwyczajnych, a w tych wypadkach system West. osiąga cel tak samo niechybnie.
- 3) Dodatkowe to działanie hamulca nie może więc być zużytkowane przy prowadzeniu pociągu na spadku (co szczególnie wystawia Towarzystwo K. Kn. jako „zaletę” systemu), ani przy zwykłym hamowaniu służbowym.

Jak wynika z tych uwag, ta druga „zaleta” hamulca Kunze-Knorr'a jest co najmniej „nie użyteczna, a więc zbędna”.

Tyle z opinii inżynierów francuskich.

Zagadnienie hamowania proporcjonalnego do ładunku jest rozwiązane daleko skuteczniej przez

Tow. Westinghouse'a zapomocą konstrukcji zastosowanej na kolei „Virginian” (St. Zjedn.) i na Metropolitanie w New-Yorku, a również w systemie Bożić'a.

Na tem zamykam ocenę systemu Kunze-Knorr'a i sądzę, że nie można wątpić, iż systemowi

temu tylko teoretycznie, i to w wyjątkowych okolicznościach, można przyznać jakieś zalety, które są osiągnięte zapomocą komplikacji konstrukcji i dużych kosztów jej samej oraz jej utrzymania. Praktycznie zaś system ten ustępuje wszystkim trzem innym, z nim równouprawnionym.

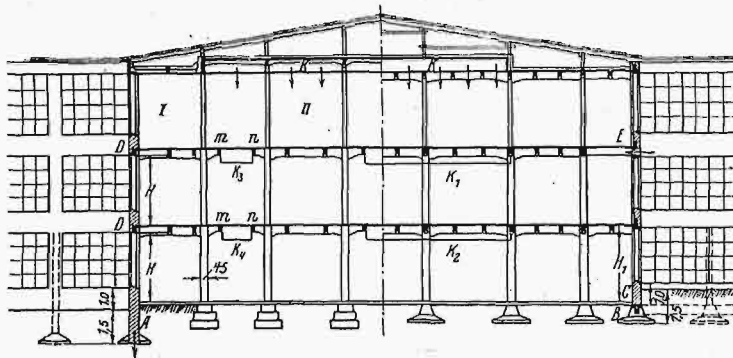
(d. n.).

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

BUDOWNICTWO.

O normalizacji budynków fabrycznych w Rosji Sowieckiej.

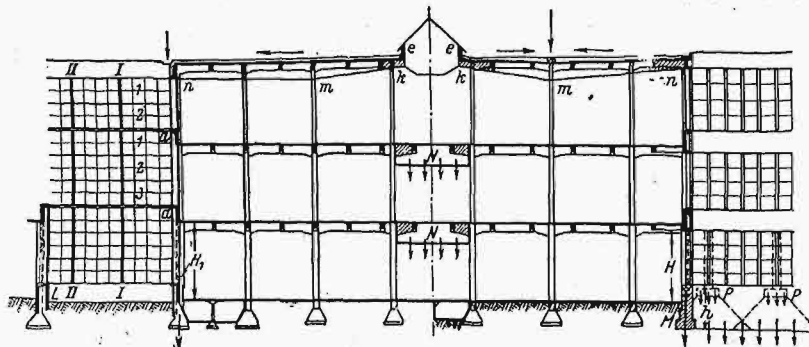
W ostatnich latach zajęto się w Z. S. S. R. udoskonaleniem i normalizacją budownictwa przemysłowego. Wydano więc przepisy o oświetleniu i wentylacji i opracowano szereg typowych projektów, uwzględniających zastosowanie znormalizowanych elementów budowlanych. Według nowych norm, największa szerokość budynku fabrycznego, oświetlonego z dwóch stron, nie może przekraczać 40 m lub $8H$, gdzie H stanowi wysokość od poziomu podłogi do wierzchu okna; stosunek powierzchni oszklonej do płaszczyzny podłogi zawarty ma być w granicach 0,1 do 0,2 w zależności od rodzaju wytwórczości; wymagania te pociągają za sobą w wielu wypadkach konieczność urządzenia w ścianach nieprzerwanego pasa okien.



Rys. 1.

Rys. 2.

Zwrócono również uwagę na wentylację i ochładzanie pomieszczeń w miesiącach letnich; a więc np. w fabrykach włókienniczych przy wilgotności względnej 70% wymagana jest temperatura najwyżej $25^{\circ}C$, przy wilgotności 75% — tylko $24^{\circ}C$. Normy te stwarzają konieczność urządzenia kanałów o znacznych przekrojach, odprowadzających i doprowadzających powietrze. Przy budynkach parterowych najlepiej jest wykonać kanały te pod podłogą, przy 2 kondygnacjach — dla parteru pod podłogą, dla piętra pod dachem.



Rys. 3.

Rys. 4.

Przy budynkach wielopiętrowych sprawa wentylacji i wielu szczegółów konstrukcji jest bardziej złożona; rys. 1 i 2, dające przykłady możliwych rozwiązań, przedstawiają typy budynków fabrycznych z płaskim dachem o pochyłości do 10%, wykonanym z podwójnej papy lub ruberoidu na deskowaniu i krokwiach. Budynek na rys. 1 zaopatrzone jest w zwykłe okna fabryczne pomiędzy filarami nośnymi. Na rys. 2 widzimy nieprzerwany pas okien; przy podwójnym oszkleniu, ramy okienne zewnętrzne wysunięte są na zewnątrz filarów żelbetowych, zabezpieczonych dzięki temu od działania niskich temperatur.

Rys. 1, 2, 3 i 4 przedstawiają różne sposoby konstrukcji szkieletowych ścian zewnętrznych, w szczególności zaś ścian dolnej kondygnacji.

Na rys. 1 pokazane jest wypełnienie szkieletu przez ścianę A o wysokości 2,5 m (1,5 m pod ziemią), opartą bezpośrednio na gruncie; jednak ściana tego rodzaju nawet z najtańszego materiału o wytrzymałości 40 kg/cm^2 jest droga i przytem statycznie niewyżytkana. Na rys. 2 widzimy belkę podwalinową B , przenoszącą ciężar ściany na fundamenty słupów wewnętrznych; ze względu na dodatkowe obciążenie stóp fundamentowych oraz duży koszt belki B , rozwiązanie takie jest dopuszczalne tylko przy małej wysokości i nieznacznym ciężarze ściany C .

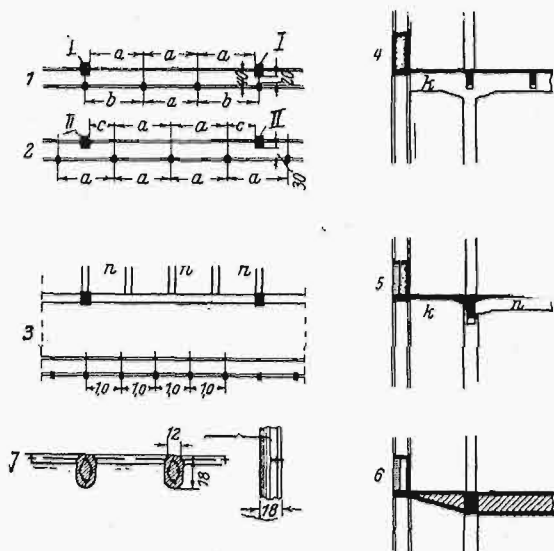
Korzystniejsze i bardziej celowe rozwiązania wskazane są na rys. 3 i 4. Szczególnie racjonalnym jest urządzenie ściany żelbetowej L z pustą przestrzenią w środku (rys. 3), którą można liczyć jako przekrój korytkowy lub kątowy; przestrzeń pustą można w razie potrzeby wypełnić materiałami izolacyjnymi.

Ściana L jest więc lekką, niosącą sama siebie konstrukcją, która stanowi doskonałe usztywnienie szkieletu, nie obciążając zbyt ciężarem fundamentów słupów.

Całkiem odrębne rozwiązanie wskazane jest na rys. 4, gdzie ściana masywna cokołu M , o wysokości h , wyżytkana jest do równomiernego przeniesienia na grunt obciążeń ze spoczywających na niej słupów P . Jest to sposób przejściowy pomiędzy fundowaniem na oddzielnych stopach i ciągłych ławach; może on być jednak zastosowany tylko wtedy, gdy niema żadnych parć poziomych w kierunku prostym do murów.

Na piętrach belka D może być zwrócona w dół (rys. 1) lub w górę (rys. 2); ostatnie rozwiązanie ma następujące zalety; po pierwsze, kondygnacja może być obniżona o wysokość belki bez zmniejszenia powierzchni oświetlenia; po drugie, możliwe jest urządzenie pod belką kanałów E (rys. 2) do ochładzania powietrznego silników.

Belka okienna zwrócona do góry może mieć wysokość aż do parapetu i może być wykonana w kształcie skrzynkowym (rys. 4), co przyczynia się do usztywnienia budynku; taka belka bywa zazwyczaj obłożona ze strony zewnętrznej ścianką o grubości $\frac{1}{2}$ cegły.



Rys. 5.

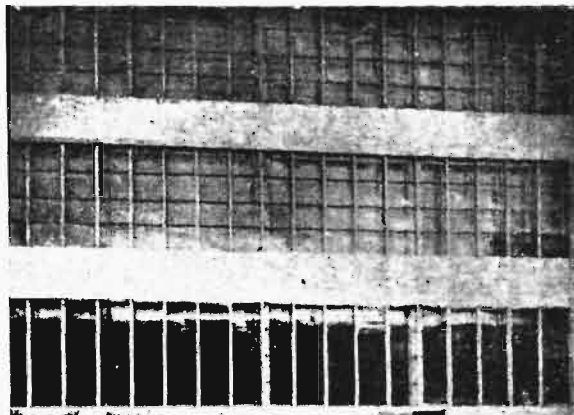
Dążenie do unikania zbędnych obciążeń budynku prowadzi do konstrukcji kątowej belki okiennej (rys. 3); w tym wypadku przednia rama okienna sięga aż do parapetu wyższego piętra, osłaniając całkowicie konstrukcję od wpływów atmosferycznych. Niestety ta lekka, racjonalna konstrukcja ma 2 wady: po pierwsze — górna część okna *a* nie może być wyzyskana do oświetlenia, po drugie rama zewnętrzna jest większa od wewnętrznej, co ogranicza możliwość normalizacji.

Przytoczone wyżej systemy ścian zewnętrznych nie są jednak jeszcze ostatecznymi, które możnaby polecać. Oprócz ogólnych możliwości standardyzacji i zalet konstrukcji, trzeba bowiem jeszcze wziąć pod uwagę znormalizowanie oszkleń i dogodność przejścia wewnątrz pomiędzy oknami w celu oczyszczenia szkła i napraw. Przy wentylacji sztucznej nie potrzeba urządzać otwierających się części okien, normalizacja nie napotyka zatem z tej strony przeszkód; niewielkie otwory dla przejścia czyszczących nie sprawiają też trudności. W wielu fabrykach zwiększono przestrzeń pomiędzy ramami okiennymi do 40 cm (rys. 5) dla umożliwienia przejścia. Słupy elewacji I (rys. 5, fig. 1) zmniejszają tę przestrzeń do 15 — 20 cm, są więc przeszkodą w przejściu, jak również i przeszkodą w znormalizowaniu ram okiennych, bowiem przy jednakowych odstępach środkowych *a* otrzymujemy nierówne odstępy skrajne *a* i *b*.

Wykonanie ram według fig. 2 rys. 5 zwiększa przejście do 25—30 cm, jednak wymaga wprowadzenia wąskich przedziałów *c* w ramie zewnętrznej, więc znów utrudnia znormalizowanie. Jedynie racjonalne rozwiązanie polega na tym, ażeby przy nieprzerwanym pasie okiennym odsunąć słupy konstrukcyjne do wewnątrz poza powierzchnię oszkleń. Odpowiada temu konstrukcja stropu ze wspornikami nazewnątrz i słupami cofniętymi do wewnątrz o 2—3 m (rys. 5, fig. 3, 4, 5 i 6).

System wspornikowy przy głównych belkach w kierunku poprzecznym (rys. 5, fig. 4) nie jest zadawalający, ponieważ duże wsporniki *k* przerywają ciągłość wewnętrznych ram, podobnie jak słupy I i II. Natomiast przy głównych belkach podłużnych istnieją 2 zupełnie dobre rozwiązania. Na fig. 3 i 5 rys. 5 widzimy cały szereg małych beleczek poprzecznych, przechodzących w jednolitą płytę wspor-

nikową, na fig. 6 rys. 5 zauważamy wspornikowe wysunięcie stropu pustakowego z płytą ścisną, odwróconą w dół na końcach. Ostatnie 2 systemy doskonale rozwiązują zagadnienie normalizacji okien i najbardziej się nadają do wielkich hal fabrycznych. Na rys. 5 fig. 3 i 7 pokazane są szczegóły tych systemów. Na specjalnych zagłębieniach płyty ustawione są w odległości 1—1,2 m gołowe słupki żelbe-



Rys. 6.

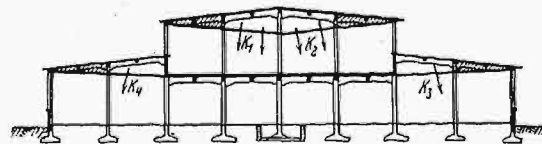
towe 12 × 18 cm, ważące około 100 kg, z rowkami na szyby; podział szyb na szeregi poziome uskutecznił jest zapomocą specjalnego żelaza okiennego, umocowanego w gniazdach słupków; szyby okitowane są elastyczną masą. Montowanie ram okiennych z gotowych elementów jest nadzwyczaj proste i nie wymaga roboty ślusarskiej. Tego rodzaju ramy są praktyczniejsze i lepsze od ram drewnianych.

Rys. 6 świadczy o dobrym wyglądzie zewnętrznym ścian okiennych, wykonanych sposobem powyżej opisanym.

Duże kanały powietrzne mają poważny wpływ na profile budynków.

Przy dachach płaskich ze stropami poddasza może być to ostatnie celowo wykorzystane do urządzenia kanałów. Na rys. 2 pokazany jest kanał *K* ponad zwykłym żebrowym stropem poddasza. Rys. 1 daje rozwiązanie lepsze; tutaj kanał *K* wykonano na siatce Rabitza, zawieszonej w 3 polach do stropu; w pierwszym polu sufitu (przyokiennem) strop żebrowy wykonano z żebrami zwróconymi w górę i opuszczając go do poziomu spodu kanału dalszych pól; w ten sposób otrzymano gładki sufit, dobrze rozpraszający światło.

W fabrykach z dachami b. płaskimi można wykonać tylko kanały wiszące na siatce Rabitza (rys. 3 i 4).



Rys. 7.

Na rys. 3, przy spadku dachu nazewnątrz, widzimy w polach *n—m* poziomy sufit pod kanałem, który w polach *m—k* wznosi się ku górze, w celu lepszego oświetlenia przez świetlik. Przy urządzeniu odpływu wody w słupie wewnętrznym (rys. 4), dach, jak również i sufit pod kanałem, wznoszą się ku górze, w kierunku ścian zewnętrznych, dzięki czemu możliwe jest uzyskanie większej ilości światła przez powiększenie okna; w tym przypadku obydwie połacie sufitu *km* i *mn* są dobrze oświetlone, a rozpraszanie światła jest zadawalające.

Urządzenie kanałów w stropach międzypiętrowych jest kwestią trudną do rozwiązania. Wykonanie zawieszonych ka-

nałów K_1 i K_2 w sposób prosty, jak na rys. 2, nie jest zadawane; kanały te zmniejszają wysokość użyteczną pomieszczenia, a żebra stropu stanowią duży opór dla ruchu powietrza. Na rys. 1 kanały K_1 i K_2 wpuszczone są w strop żebrowy: przy tym sposobie cały przekrój budynku podzielony jest na 4 ramownice, połączone wspólnym ryglem w stropie poddasza; kanały wraz z płytą, pokrywającą je, zawieszane są na wspornikach głównych belek. Parcie wiatru przesłone jest na piętrach za pośrednictwem płyty mn na poszczególne ramy, proporcjonalnie do ich sztywności. Ten przypadek jest jednak przeważnie wyjątkiem.

Zazwyczaj urządza się duży kanał N wzdłuż osi budynku w środkowym polu (rys. 3 i 4)¹⁾, co wymaga również rozcięcia podciągów i wykonania kanału na wspornikach, jednak nie przyczynia się do zmniejszenia sztywności budynku w tej mierze, co w konstrukcji rys. 1 i 2.

Przykład kanałów odprowadzających, urządzonych w ziemi pod podłogą, pokazany jest na rys. 4; ściany kanału, ustawione pochyło, są b. cienkie, strop zaś jest wykonany, dla oszczędności, z płyty bez belek, podpartej słupkami.

Otwory wciągające powietrze urządzone są zazwyczaj nad lub pod oknami.

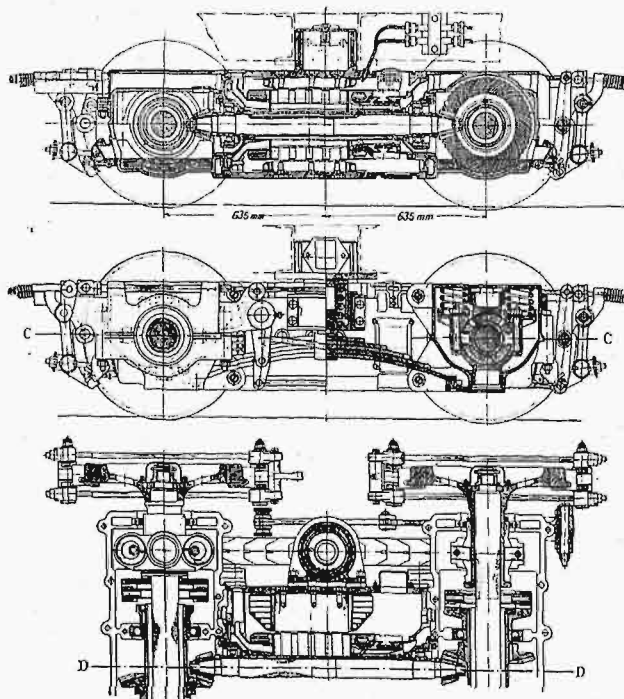
Na rys. 7 pokazany jest ciekawy nowoczesny profil fabryki. Płaskie dachy w środku i z boków budynku przy nierównych wysokościach pięter umożliwiają stworzenie całego szeregu dogodnych, zawieszonych na siatce kanałów²⁾, które oprócz tego, jak kanały K_3 i K_4 , izolują mur podokienny piętra od zimna. (d. n.).

KOLEJNICTWO.

Tramwaje szybkobieżne w Liverpoolu.

W celu osiągnięcia większych szybkości i przyspieszeń niż zwykle, zastosowano w tramwajach liverpoolskich podwozie o innej niż zwykle dotąd konstrukcji, które widzimy na rys. 1.

Przekrój D—D.



Przekrój C—C.

Rys. 1. Przekrój wózka tramwaju szybkobieżnego.

¹⁾ i ²⁾ Zakreskowane miejsca na przekrojach kanałów oznaczają przestrzenie nieużytkowane.

Podwozie umieszczone jest na dwóch wózkach; każdy z nich ma silnik 60-konny przy napięciu 500 V.

Silnik jest umieszczony tak, że wał jego leży wzdłuż podwozia; napęd przenoszony jest zapomocą kół zębatach o uzębieniu spiralnym na tuleje, osadzone na osiach na łożyskach kulkowych. Tuleje te napędzają koła za pośrednictwem sprzęgieł elastycznych, umieszczonych po obu ich stronach zewnętrznych. (La Techn. Mod., t. XXII, (1930), str. 124 Tram. and Railway World, 17 października, 1929).

METALOZNAWSTWO.

Stal z domieszką miedzi na blachy prądnicowe i transformatorowe.

W ostatnich czasach zwrócono większą uwagę na stale z domieszką miedzi, czego dowodem jest szereg prac w tym kierunku¹⁾. Już E. H. Schulz i F. Bonsmann²⁾ zauważyli, że domieszka miedzi 0,3% w odlewach ze stali krzemowej o zawartości 1% Si podnosi znacznie odporność na korozję. To skłoniło autorów do zbadania wpływu domieszki miedzi w ilości od 0% do 4% w stalach krzemowych o zawartości 1,5% i 4% krzemu, — które to stale są używane w budowie prądnic i transformatorów³⁾. Próbkę otrzymano w małym piecyku o wysokiej częstotliwości, przez stapianie stali krzemowej o 1,5% i 4,0% Si — jako materiału wyjściowego — z obliczoną ilością miedzi w postaci stopu 20%; w ten sposób otrzymano stopy z domieszką miedzi o zawartości 0, 0,2 (0,3), 0,5, 0,75 i 1%, odlano je w stalowe kokile i wykuto przy 1000⁰ pręty, które później poddano, częściowo w stanie wyżarzonym, a częściowo w stanie niewyżarzonym, badaniom własności magnetycznych i elektrycznych, wytrzymałości, twardości i odporności na korozję.

Własności magnetyczne: zdolność do namagnesowania, maksymalna przenikliwość magnetyczna i siła koercji nie wykazały praktycznie (do zawartości 0,7% miedzi) żadnych zmian w porównaniu ze stalą bez miedzi, zaś zawartość miedzi powyżej 0,7% w stali krzemowej działała pogarszająco.

Przewodnictwo elektryczne (a wraz z tem straty wskutek prądów wirowych) praktycznie nie ulegają zmianie.

Domieszka miedzi w stali krzemowej zwiększa znacznie odporność na korozję, i to bardziej w stali prądnicowej (1,5% Si), niż w transformatorowej (4% Si). Najmniejsza korozja istnieje przy tej zawartości miedzi, przy której własności magnetyczne i elektryczne nie ulegają zmianie w porównaniu ze stalą bez miedzi.

Wytrzymałość prawdopodobnie nieco podwyższa się, gdyż sięga ok. 50 kg/mm², podczas, gdy bez miedzi wynosi według Oberhoffera ok. 45 kg/mm².

Twardość, badana aparatem Rockwell'a, podnosi się stale w miarę zwiększenia zawartości miedzi, co się tłumaczy tem, iż miedź do tej zawartości znajduje się w roztworze stałym.

Na podstawie przeprowadzonych badań, autorzy dochodzą do wniosku, iż mała zawartość miedzi w zwykłych blachach na prądnice i transformatory nie tylko nie pogarsza własności elektrycznych i magnetycznych, lecz przyczynia się do zwiększenia odporności na korozję. (Streszcz. A. Kussman, B. Scharnow i S. Messkin. Stahl und Eisen r. 1930. zesz. 43, str. 1194/7). M. D.

¹⁾ St. u. E. 1930, str. 678/86, 687/95, 997 i 1168/9.

²⁾ St. u. E. 1930, str. 161/8.

³⁾ Przegl. Techn. 1929, str. 1109/14.

POLSKIEGO KOMITETU ENERGETYCZNEGO

BULLETIN DU COMITÉ POLONAIS DE L'ÉNERGIE

T R E Ś Ć :

Częstotliwość wiatrów dolnych na stacjach meteorologicznych w Pucku, Poznaniu, Warszawie, Wilnie, Pińsku, Lwowie, Krakowie i Zakopanem, opr. S. Kuszel.

Sprawozdanie z posiedzeń Rady Wykonawczej Wszechświatowej Konferencji Energetycznej, w dn. 12, 13, 14 i 24 czerwca r. b. w Berlinie.

Sprawozdania z posiedzeń.

WARSZAWA

17 WRZEŚNIA

1930 R.

S O M M A I R E :

Fréquence de vents inférieurs observés aux stations météorologiques de Putzk, Poznań, Varsovie, Wilno, Pińsk, Lwów, Cracovie et Zakopane, par M. S. Kuszel.

Compte-rendu des séances du Conseil Exécutif de la Conférence Mondiale de l'Energie à Berlin, 1930.

Comptes-rendus des séances du Comité.

Częstotliwość wiatrów dolnych

na stacjach meteorologicznych w Pucku, Poznaniu, Warszawie, Wilnie, Pińsku, Lwowie, Krakowie i Zakopanem*).

Opracował S. Kuszel.

Zawarte w umieszczonych tutaj tablicach liczby podają częstotliwość poszczególnych kierunków i prędkości wiatrów dolnych dla ośmiu miejscowości w Polsce, obliczoną na podstawie obserwacji, dokonanych na stacjach meteorologicznych, znajdujących się w tych miejscowościach. Miejscowości te zostały wybrane w ten sposób, by można było w ogólnych zarysach przedstawić stosunki, panujące w tym względzie we wszystkich dzielnicach kraju. Należy jednak zaznaczyć, że stosunki te mogą być określone tylko ogólnikowo, gdyż obliczenia dokonane zostały dla trzech tylko lat. Lata te (1922, 1925 i 1928) wybrane były przez Komisję Energii wiatru Polskiego Komitetu Energetycznego na posiedzeniu w dniu 11 maja 1929 r. Ponieważ wybrano je zupełnie dowolnie, należy więc pamiętać, iż przypadkowe zjawiska meteorologiczne w poszczególnych latach mogły mieć, oczywiście, wpływ na otrzymane wyniki. Dlatego też z wyników tych można uwzględnić tylko najbardziej charakterystyczne, które wystąpiły we wszystkich rozpatrywanych latach.

Przy obliczeniach uwzględniono szesnaście kierunków wiatru, prędkość zaś połączono w grupy następujące: 1) cisza, 2) 0—3 m/sek, 3) 3—5 m/sek, 4) 5—10 m/sek, 5) 10—15 m/sek, i 6) powyżej 15 m/sek.

Obliczenia te wykonane zostały na skutek postanowienia Komisji Energii wiatru Polskiego Komitetu

Energetycznego według wzoru podanego przez Duński Komitet Energetyczny. Prędkości wiatrów w tablicach duńskich podawane są jednak w nieco innych połączeniach, niż ustalone to zostało dla tablic polskich.

Z wykonanych obliczeń wynika, iż w całej Polsce przeważają naogół wiatry z kierunków zachodnich, bez względu na porę roku. Wpływ położenia geograficznego poszczególnych miejscowości występuje jedynie tylko w większym czy mniejszym udziale składowej południowej, która wraz ze składową zachodnią tworzy większość obserwowanych wiatrów. Duży też wpływ na częstotliwość kierunków wywierają warunki topograficzne miejscowości; dotyczy to przedewszystkiem okolic podgórskich.

Te same warunki wpływają również i na prędkość wiatru. Klimat Polski w dużym stopniu zależy od nieperjodycznych zjawisk meteorologicznych, które w postaci wędrujących niżów, względnie wyżów barometrycznych, kształtują wydatnie poszczególne czynniki meteorologiczne, a w tej liczbie i wiatry. Wspomniane twory barometryczne mają w większości wypadków określone drogi ruchu. To też oddalenie miejscowości od tych najczęściej przebywanych torów ma pewne znaczenie dla wiatrów, odkształcając w ten lub inny sposób ich kierunek i prędkość.

Zgodnie z prawami ogólnej cyrkulacji atmosfery, ustalonymi na podstawie obserwacji oraz w drodze rozważań teoretycznych, w warstwach naj-

*) Praca wykonana z inicjatywy Polskiego Komitetu Energetycznego (w Komisji Energii wiatru), z zasiłku Min. Rolnictwa.

niższych pasa umiarkowanego powinny panować wiatry południowo-zachodnie. Zjawisko to rzeczywiście można stwierdzić w Polsce, opierając się na obserwacjach stacji meteorologicznych w tych miejscowościach, gdzie warunki lokalne nie wpływają zbyt na wyniki. Do takich stacji należą przede wszystkim te, które położone są w zachodniej i środkowej częściach Polski. To też obliczenia dla stacji: Poznań, Puck i Warszawa, gdzie przewaga wiatrów południowo-zachodnich i zachodnich występuje wyraźnie, potwierdzają w zupełności te prawa. Jeśli połączymy w jedną grupę wiatry z kierunków SW, WSW, W, i WNW, to częstotliwość tych kierunków wyniesie około 50%, przekraczając częstokroć tę liczbę i dochodząc w poszczególnych miesiącach do 70% ogólnej liczby wiatrów. Następne z kolei miejsce przypada na kierunki południowo-wschodnie; stosunkowo rzadziej występują kierunki wschodnie i północne.

Jeśli przesuniemy się ku wschodowi kraju (Wilno, Pińsk i Lwów), to stwierdzimy i w tej części kraju przewagę wiatrów południowo-zachodnich; możemy jednak zauważyć, że składowa południowa bierze tutaj większy udział niż składowa zachodnia; najwyraźniej występuje to w Wilnie, gdzie maksimum częstotliwości, zwłaszcza w miesiącach zimowych, częściowo zaś i w wiosennych przypada na kierunki południowe. Dość znaczny odsetek wynoszą w dzielnicach wschodnich wiatry południowo-wschodnie, znacznie mniejszy natomiast północne. Najrzadziej występują tutaj kierunki wschodnie.

W wyjątkowych warunkach ze względu na swoje położenie znajduje się Kraków. Występuje tutaj wybitnie wpływ łańcucha górskiego, położonego na południe od tej stacji. W wyniku tego położenia większość wiatrów przypada na dwa kwadranty: zachodni i północno-wschodni, podczas gdy udział składowej południowej, która tak znacznie występuje na całym obszarze Polski, jest tu bardzo niski. Na pierwszym miejscu utrzymują się wiatry zachodnie (SW, WSW, W, WNW), na drugim — północno-wschodnie (NNE, NE, ENE). Udział wiatrów północnych w ogólnej liczbie jest znacznie mniejszy, jeszcze mniej zaś notowane były kierunki ESE, SE, i SSE.

Zakopane, jako stacja górską, posiada również nieco odmienny od innych stacji polskich charakter. Częstotliwość kierunków posiada tutaj cechy, zbliżone do częstotliwości wiatrów górnych na tym mniej więcej poziomie nad innymi stacjami. W okresie jesiennym i zimowym przeważający wpływ wykazuje składowa zachodnia, ze wszystkich bowiem kierunków kwadrantu zachodniego kierunek ściśle zachodni znacznie przekracza liczebnie inne kierunki; w okresie letnim występuje dość znaczny udział składowej północnej, w miesiącach zaś wiosennych maksimum częstotliwości przypada na wiatry południowe.

Prędkość wiatru, pomimo innych warunków, zależy w dużym stopniu od wspomnianych uprzednio wędrujących tworów barometrycznych w postaci niżów i wyżów barometrycznych. Twory te posiadają własną ściśle określoną cyrkulację powietrza. Między innymi, niż barometryczny od-

znaczają się przeważnie dość silnym ruchem powietrza w południowym swym wycinku.

Ponieważ, zaś znaczna większość niżów posuwa się no torach położonych na północ od Polski, przeto prędkość wiatrów w miejscowościach, znajdujących się bliżej tych torów, winna być większa, niż w tych, które są bardziej oddalone od źródeł wzmożonego ruchu powietrza. Z drugiej zaś strony, wpływ na wielkość prędkości wiatru wywierają wyże barometryczne, będące z reguły ośrodkami słabego ruchu powietrza.

Zachodnie i północno-zachodnie dzielnice Polski, a więc Wielkopolska i Pomorze, częściowo, zaś i jej środek w pierwszym rzędzie podlegają wpływom przesuwających się na północ od nich niżów barometrycznych. To też prędkości wiatrów tutaj są znacznie wyższe, niż w innych dzielnicach. Ciszę notowane były dość rzadko. Wiatry o prędkości od 0 do 3 m/sek wynosiły w poszczególnych miesiącach: od 15 do 30% w Pucku, od 30 do 50% w Poznaniu i około 50% w Warszawie. Grupa prędkości 3—5 m/sek występowała mniej niż poprzednia w Poznaniu i Warszawie, częściej zaś w Pucku. Częstsze również w Pucku były wiatry silniejsze, to znaczy 5—10 m/sek, 10—15 m/sek i powyżej 15 m/sek. Te ostatnie zwłaszcza notowane są tutaj we wszystkich miesiącach w wysokości około 5%, podczas gdy w Poznaniu i Warszawie występowały one znacznie rzadziej i przeważnie tylko w miesiącach zimowych i wiosennych.

W dzielnicach wschodnich Polski, znajdujących się często pod przemożnym wpływem wyżu syberyjskiego, przeważają wogóle wiatry słabe. Stosunek tych wiatrów, a więc o prędkości poniżej 3 m/sek wraz z grupą ciszy, rzadko kiedy spada poniżej 50%, w poszczególnych miesiącach przekraczając 70% ogólnej liczby. Mniej niż gdzie indziej notowane są prędkości od 3 do 5 m/sek oraz od 5 do 10 m/sek. Powyżej zaś 10 m/sek notowane były przeważnie tylko w miesiącach zimowych i wiosennych i wyjątkowo tylko w letnich. Prędkości powyżej 15 m/sek wystąpiły w tych latach w niewielu wypadkach w Wilnie i Pińsku, we Lwowie nie notowano ich zupełnie.

Na południu kraju przewaga wiatrów słabych uwidatnia się również bardzo silnie. Pierwsze dwie grupy, to znaczy cisze oraz wiatry od 0 do 3 m/sek, wynoszą w Krakowie więcej niż 50%, przekraczając w poszczególnych wypadkach 90%. Znacznie mniej notowane były prędkości od 3 do 5 m/sek, stosunek zaś prędkości od 5 do 10 m/sek w rzadkich tylko wypadkach przekroczył 5%. Wiatrów powyżej 10 m/sek nie notowano w tych latach zupełnie.

W Zakopanem pomimo znacznego wzniesienia tej stacji nad poziom morza, co pozwalałoby na przypuszczenie, iż powinny tam panować wiatry silniejsze, stosunek wiatrów poniżej 3 m/sek jest również bardzo znaczny, dochodząc w poszczególnych miesiącach do 70%; grupa prędkości od 3 do 5 m/sek wynosi 20 do 28%; pozostałą część stanowią wiatry o prędkości od 5 do 10 m/sek, 10—15 m/sek oraz powyżej 15 m/sek. Te ostatnie występują przeważnie w miesiącach jesiennych i zimowych. Są to w większości wypadków tak zwane „wiatry halne”.

POZNAN — Uniwersytet.

$h = 98$ m.

$\varphi = 52^{\circ} 26' N$ $\lambda = 16^{\circ} 51' Gr.$

Miesiąc Mois	Rok Année	Częstość kierunków wiatru w % Fréquence des directions en %													Częstość prędkości w % Fréquence des vitesses en %					Średnie prędkości w m/s Vitesses moyennes en m/s						
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Cisza Calme	0-3 m/s	3-5 m/s	5-10 m/s	10-15 m/s	>15 m/s	700 ^h	13 ⁰⁰ ^h	21 ⁰⁰ ^h
Styczeń Janvier	1922	3,2	—	—	—	28,0	8,6	14,0	2,2	1,1	—	8,6	4,3	18,2	4,3	6,4	1,1	—	29,0	34,4	29,0	7,6	—	5,8	5,6	5,5
	1925	—	—	1,1	1,1	4,3	—	15,1	1,1	10,7	—	29,0	7,5	17,2	7,5	4,3	1,1	—	33,3	25,8	38,7	2,2	—	5,3	6,3	5,6
	1928	2,2	—	2,2	1,1	4,3	12,8	13,9	5,4	5,4	—	22,5	6,5	7,5	4,3	1,1	—	—	52,7	31,2	10,7	3,2	1,1	4,1	4,0	3,8
Luty Février	1922	3,6	—	4,8	—	3,6	1,2	13,1	—	6,0	—	17,8	14,3	21,3	4,8	8,3	—	—	33,3	45,2	20,3	—	—	4,0	5,3	4,9
	1925	—	—	—	—	8,3	1,2	23,8	1,2	15,4	—	27,4	4,8	13,1	1,2	1,2	—	—	48,8	29,8	15,4	6,0	—	5,0	5,1	4,1
	1928	1,1	3,4	6,9	5,7	—	9,2	3,4	5,7	—	8,1	10,3	20,8	4,6	8,1	2,3	2,3	—	44,9	19,5	19,5	6,9	1,1	4,9	4,7	3,9
Marzec Mars	1922	6,5	1,1	5,4	1,1	10,8	—	6,5	—	11,8	—	8,6	7,4	24,7	3,2	12,9	—	—	39,8	29,0	25,8	5,4	—	4,3	6,1	5,1
	1925	7,5	1,1	8,6	2,2	5,4	4,3	9,6	1,1	7,5	—	10,7	8,6	20,4	3,2	6,5	2,2	—	70,9	14,0	14,0	1,1	—	2,8	4,6	3,0
	1928	1,1	2,2	2,2	15,0	11,8	19,3	32,2	3,2	—	3,2	1,1	1,1	—	1,1	—	—	6,5	39,8	25,8	19,3	3,2	5,4	3,7	5,8	5,1
Kwiecień Avril	1922	5,6	1,1	6,7	1,1	6,7	—	18,8	3,3	13,3	—	12,2	6,7	16,7	2,2	5,6	—	—	52,2	30,1	14,4	3,3	—	4,0	5,2	4,3
	1925	5,6	2,2	5,6	—	21,1	5,6	13,4	3,3	8,9	—	13,4	2,2	11,0	2,2	4,4	1,1	—	48,9	33,3	17,8	—	—	3,5	5,6	3,7
	1928	2,2	1,1	4,4	15,6	12,2	10,0	11,1	5,6	1,1	—	7,8	6,7	4,4	5,6	2,2	1,1	—	38,9	22,2	23,3	3,3	5,6	5,0	5,7	4,6
Maj Mai	1922	2,2	1,1	1,1	—	1,1	—	8,6	1,1	10,8	—	15,0	11,8	15,0	11,8	16,1	1,1	—	60,3	23,6	15,0	1,1	—	3,6	5,1	3,3
	1925	6,5	2,2	14,0	2,2	19,2	6,5	14,0	2,2	2,2	—	1,1	4,3	12,8	4,3	3,2	5,4	—	49,0	35,5	34,4	1,1	—	5,0	5,7	4,4
	1928	3,2	2,2	4,3	5,4	12,9	3,2	10,7	3,2	—	3,2	10,8	11,8	4,3	5,4	6,5	6,5	—	25,1	25,8	18,3	1,1	2,2	3,0	4,9	4,3
Czerwiec Juin	1922	8,9	1,1	2,2	1,1	5,6	3,3	11,1	—	2,2	—	7,8	6,7	14,4	11,1	20,1	1,1	—	45,6	31,1	23,3	—	—	4,7	5,2	3,5
	1925	12,2	2,2	12,2	—	3,3	—	3,3	1,1	1,1	—	6,7	5,6	22,3	7,8	18,9	4,4	—	20,1	25,5	44,4	10,0	—	5,4	9,1	4,8
	1928	—	2,2	1,1	—	—	1,1	7,8	1,1	—	6,7	16,7	18,9	11,1	11,1	2,2	4,4	—	37,8	27,7	20,0	6,7	2,2	4,0	7,4	3,5
Lipiec Juillet	1922	1,1	—	8,6	1,1	1,1	1,1	10,7	1,1	8,6	—	4,3	17,2	25,8	9,6	6,4	2,2	—	31,2	32,3	26,8	6,5	3,2	5,9	6,5	4,9
	1925	12,9	3,2	7,5	3,2	16,1	6,5	9,7	—	4,3	—	7,5	2,2	17,2	2,2	4,3	3,2	—	18,3	26,8	36,6	18,3	—	5,8	9,6	4,9
	1928	2,2	2,2	1,1	—	1,1	1,1	6,5	—	4,3	—	18,2	13,9	17,2	15,0	4,3	2,2	—	37,7	23,6	25,9	3,2	1,1	3,7	6,6	3,1
Sierpień Août	1922	5,4	—	2,2	—	4,3	—	16,1	1,1	7,5	—	8,6	8,6	23,7	9,7	8,6	1,1	—	35,5	32,2	29,0	1,1	—	4,2	5,9	4,0
	1925	11,8	—	4,3	—	—	3,2	9,7	1,1	2,2	—	8,6	2,2	25,8	8,6	22,5	—	—	19,4	21,5	32,3	26,8	—	6,4	9,4	5,8
	1928	—	2,2	1,1	—	2,2	4,3	9,7	1,1	—	6,5	14,0	18,2	10,7	16,0	3,2	1,1	—	39,8	20,4	26,9	3,2	—	3,7	6,1	2,9
Wrzesień Septembre	1922	3,3	1,1	11,1	4,4	22,3	—	7,8	—	5,6	—	13,4	3,3	14,5	3,3	4,4	2,2	—	37,9	28,9	31,1	1,1	—	4,5	6,1	4,4
	1925	4,4	1,1	6,7	1,1	4,4	1,1	10,0	—	3,3	—	16,7	12,3	27,9	4,4	2,2	3,3	—	26,7	23,3	40,0	10,0	—	5,7	7,4	5,6
	1928	1,1	4,4	3,3	2,2	2,2	7,8	8,9	1,1	1,1	—	3,3	5,6	14,5	12,2	7,8	7,8	—	47,8	21,1	17,7	—	—	2,6	4,5	2,8
Październik Octobre	1922	8,6	5,4	10,7	2,2	17,2	3,2	8,6	1,1	3,2	—	2,2	4,3	16,1	3,2	9,7	—	—	50,5	31,2	17,2	—	—	3,7	5,0	3,8
	1925	6,5	—	1,1	—	5,4	1,1	11,8	3,2	14,0	—	8,6	4,3	28,9	5,4	8,6	1,1	—	36,6	23,7	30,0	8,6	—	4,8	7,0	4,5
	1928	2,2	1,1	—	—	3,2	4,3	19,3	4,3	3,2	—	9,7	15,0	7,5	7,5	1,1	2,2	—	46,2	29,0	17,2	1,1	—	3,5	5,0	3,5
Listopad Novembre	1922	4,4	—	—	—	4,4	1,1	16,7	1,1	2,2	—	10,0	5,6	30,1	8,9	7,8	3,3	—	40,0	26,7	27,8	1,1	2,2	5,0	5,2	4,5
	1925	5,6	—	1,1	—	10,0	2,2	12,2	2,2	7,8	—	8,9	6,7	31,1	3,3	7,8	—	—	41,1	34,5	23,3	1,1	—	3,8	5,3	4,3
	1928	1,1	3,3	3,3	2,2	6,7	3,3	8,9	2,2	1,1	—	16,7	14,5	6,7	6,7	3,3	—	—	36,6	30,1	31,1	—	1,1	3,5	5,5	4,8
Grudzień Décembre	1922	4,3	—	—	—	3,2	—	15,0	2,2	17,2	—	12,9	6,5	24,7	3,2	7,5	1,1	—	47,3	39,8	11,8	—	—	4,2	3,7	4,4
	1925	1,1	—	—	—	2,2	1,1	15,0	1,1	8,6	—	27,9	10,7	25,8	2,2	4,3	—	—	34,4	23,7	31,2	7,5	3,2	5,6	6,5	5,8
	1928	—	—	—	4,3	11,7	2,2	12,9	5,4	2,2	—	6,5	11,7	7,5	6,5	3,2	6,5	—	45,1	29,0	15,1	2,2	—	3,3	3,7	3,8

WARSZAWA.

$\varphi = 52^{\circ}21'N$ $\lambda = 21^{\circ}01'Gr.$ $h = 113$ m.

Miesiąc Mois	Rok Année	Częstotliwość kierunków wiatru w % Fréquence des directions en %																Częstotliwość prędkości w % Fréquence des vitesses en %					Średnie prędkości w m/s Vitesses moyennes en m/s			
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	0-3	3-5	5-10	10-15	>15	7 ^h	13 ⁰⁰ ^h	21 ⁰⁰ ^h	
		Cisza Calme	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
Styczeń Janvier	1922	3,2	3,2	1,1	8,6	25,8	7,5	8,6	6,5	2,2	10,7	9,7	3,2	1,1	—	—	—	5,4	55,9	16,1	20,4	—	2,2	4,2	4,1	3,3
	1925	—	1,1	—	1,1	5,4	2,2	1,1	2,2	4,3	21,4	14,0	23,6	5,4	3,2	—	—	—	15,0	34,6	19,3	26,8	4,3	4,0	4,7	4,2
	1928	—	—	—	—	—	—	12,9	11,8	8,6	2,2	9,7	21,5	15,0	4,3	—	—	—	3,2	50,5	25,8	18,3	2,2	3,5	3,6	4,1
Luty Février	1922	4,8	2,4	6,0	1,2	4,8	3,6	4,8	1,2	6,0	18,9	13,0	10,7	3,6	8,3	2,4	—	7,1	65,6	17,8	8,3	1,2	—	2,8	3,3	3,0
	1925	—	—	—	1,2	7,1	—	14,2	6,0	7,1	2,4	11,9	16,8	15,4	3,6	1,2	—	11,9	51,2	19,0	15,5	2,4	—	3,2	4,2	3,3
	1928	1,1	4,6	4,6	1,1	9,3	1,1	11,6	6,9	5,7	3,4	9,2	8,0	9,3	6,9	16,1	—	1,1	49,5	24,1	25,3	—	—	4,0	4,1	3,9
Marzec Mars	1922	2,2	3,2	2,2	4,3	7,5	5,4	—	3,2	9,7	18,2	5,4	20,4	8,6	3,2	2,2	—	3,2	58,0	12,9	14,0	6,5	5,4	3,6	6,2	4,2
	1925	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1928	—	2,2	7,5	1,1	6,5	9,7	18,2	26,8	5,4	3,2	—	3,2	5,4	—	—	—	9,7	48,4	22,6	18,2	1,1	—	3,0	4,0	3,3
Kwiecień Avril	1922	4,4	2,2	5,6	1,1	3,3	2,2	14,5	11,1	14,4	2,2	8,9	7,8	5,6	2,2	—	—	7,8	65,5	15,6	6,7	1,1	3,3	2,8	4,2	2,5
	1925	—	3,3	4,4	3,3	14,5	2,2	12,4	3,3	6,7	3,3	13,4	7,8	3,3	4,4	4,4	—	—	13,4	65,5	17,7	3,3	2,2	2,3	3,7	1,6
	1928	3,3	1,1	5,6	3,3	4,4	11,1	13,4	11,1	7,8	3,3	2,2	6,7	10,0	—	7,8	—	8,9	45,6	23,3	17,8	2,2	2,2	3,4	4,6	3,3
Maj Mai	1922	6,5	5,4	3,2	—	1,1	2,2	3,2	1,1	1,1	2,2	8,6	16,1	11,8	12,9	9,7	3,2	11,8	57,0	10,7	15,1	4,3	1,1	3,0	4,9	2,5
	1925	2,2	7,5	12,9	6,4	5,4	9,6	8,6	8,6	4,3	4,3	3,2	4,3	7,5	—	4,3	3,2	7,5	69,6	16,1	6,7	—	—	2,2	3,5	2,1
	1928	4,3	3,2	6,5	1,1	7,5	6,5	1,1	10,6	3,2	6,5	3,2	4,3	4,3	6,5	14,0	3,2	14,0	59,1	14,0	10,7	2,2	—	2,4	3,6	2,1
Czerwiec Juin	1922	6,7	8,9	6,7	—	3,3	7,8	2,2	2,2	2,2	1,1	11,1	12,2	13,3	6,7	7,8	—	5,6	62,2	17,8	11,1	3,3	—	3,0	5,0	2,2
	1925	14,3	4,5	1,1	—	3,3	—	2,2	1,1	3,3	7,8	11,2	8,9	4,5	7,8	16,7	—	6,7	27,7	24,4	36,6	4,5	—	4,8	6,6	5,0
	1928	2,2	1,1	1,1	—	1,1	—	2,2	3,3	2,2	4,4	5,6	5,6	22,3	16,7	25,6	4,4	2,2	54,4	16,7	26,7	—	—	3,2	5,1	2,8
Lipiec Juillet	1922	1,1	2,2	2,2	3,2	4,3	2,2	7,5	3,2	3,2	6,5	8,6	12,8	14,0	6,5	3,2	3,2	11,8	49,5	14,0	17,2	7,5	—	3,7	4,5	3,5
	1925	6,5	11,7	10,6	6,5	12,9	2,2	5,4	3,2	3,2	2,2	9,6	6,5	7,6	6,5	—	1,1	4,3	72,0	18,3	5,4	—	—	2,3	3,3	2,3
	1928	—	1,1	—	1,1	—	—	1,1	1,1	1,1	2,2	10,7	7,5	23,7	9,7	21,5	—	19,3	54,8	17,3	7,5	1,1	—	2,0	3,7	1,6
Sierpień Aout	1922	4,3	2,2	1,1	2,2	1,1	4,3	7,5	10,8	4,3	2,2	5,4	9,6	15,0	4,3	3,2	—	10,8	53,8	24,7	9,6	1,1	—	2,6	4,2	1,7
	1925	7,6	3,2	4,3	1,1	4,3	5,4	4,3	1,1	5,4	1,1	5,4	14,9	12,8	7,6	4,3	—	5,4	42,0	23,7	24,7	4,3	—	3,7	5,3	3,7
	1928	3,2	2,2	—	—	3,2	1,1	2,2	5,4	3,2	1,1	5,4	—	22,6	15,0	19,3	—	16,1	57,0	14,0	12,9	—	—	2,2	3,5	1,7
Wrzesień Septembre	1922	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1925	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1928	6,7	3,3	1,1	2,2	3,3	2,2	2,2	8,9	4,4	2,2	1,1	25,6	10,0	5,6	4,5	1,1	6,7	42,2	26,7	24,5	—	—	3,2	4,8	2,9
Październik Octobre	1922	2,2	8,6	13,9	4,3	2,2	6,5	10,8	—	2,2	—	11,8	5,4	13,9	8,6	3,2	—	3,2	47,3	32,3	16,1	1,1	—	3,5	4,9	3,4
	1925	3,2	1,1	2,2	1,1	1,1	1,1	9,6	8,6	6,5	2,2	12,9	20,4	9,6	7,5	5,4	—	7,5	40,7	21,7	27,9	2,2	—	3,4	5,3	3,6
	1928	1,1	—	—	—	—	—	11,8	7,5	8,6	4,3	6,5	6,5	17,2	14,0	3,2	—	6,5	77,4	9,6	6,5	—	—	1,9	2,7	1,8
Listopad Novembre	1922	1,1	—	6,7	2,2	—	4,4	5,6	4,4	3,3	4,4	8,9	14,5	11,2	7,8	4,4	—	3,3	44,5	24,4	17,8	5,6	4,4	4,5	5,8	4,4
	1925	1,1	2,2	4,5	5,6	3,3	6,7	7,8	3,3	5,6	3,3	7,8	18,8	6,7	2,2	6,7	—	1,1	30,0	43,3	23,3	1,1	—	4,1	4,5	4,5
	1928	—	2,2	2,2	—	—	6,7	5,6	4,4	8,8	10,0	12,2	7,8	12,2	6,7	6,7	—	6,7	64,4	20,0	8,9	—	—	2,5	3,1	2,6
Grudzień Décembre	1922	1,1	1,1	—	1,1	1,1	—	12,8	5,4	6,5	3,2	17,2	12,8	15,0	9,7	1,1	—	5,4	53,8	22,6	12,8	4,3	1,1	3,7	3,8	4,2
	1925	1,1	—	—	—	2,2	2,2	3,2	10,8	—	11,7	21,6	18,2	20,4	3,2	1,1	—	3,2	30,1	26,9	36,6	3,2	—	4,9	4,7	4,9
	1928	2,2	11,7	5,4	3,2	7,5	2,2	9,6	6,5	7,5	5,4	1,1	8,6	7,5	2,2	8,6	—	6,5	75,3	12,8	5,4	—	—	2,5	2,6	2,4

WILNO.

 $\varphi = 54^{\circ} 41' N$ $\lambda = 25^{\circ} 15' Gr.$ $h = 128 m.$

Miejsiąc Mois	Rok Année	Częstość kierunków wiatru w % Fréquence des directions du vent en %																Częstość prędkości w % Fréquence des vitesses en %				Średnie prędkości w m/s Vitesses moyennes en m/s			
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Cisza Calme	0—3—5 m/s	5—10—15 m/s	>15 m/s	7 ⁰⁰ h	13 ⁰⁰ h	21 ⁰⁰ h	
Styczeń Janvier	1922	11,8	—	3,2	1,1	3,2	2,2	15,1	3,2	14,0	6,5	16,0	2,2	3,2	—	3,2	2,2	12,9	50,5	22,6	11,8	2,2	2,8	3,6	3,0
	1925	1,1	2,2	—	—	—	—	1,1	3,4	5,4	19,3	15,0	12,9	8,6	4,3	9,6	7,5	9,6	43,2	20,4	18,3	6,5	4,5	5,5	3,9
	1928	4,3	1,1	4,3	2,2	—	3,2	7,5	7,5	12,9	32,2	11,8	7,5	1,1	1,1	—	—	2,2	48,4	26,8	20,4	1,1	4,1	5,1	4,3
Luty Février	1922	10,7	2,4	1,2	1,2	—	—	3,6	1,2	9,5	6,0	29,7	7,1	11,9	3,6	2,4	1,2	8,3	42,9	21,4	26,2	1,2	3,4	4,5	3,4
	1925	1,2	1,2	1,2	—	6,0	6,0	7,1	8,3	20,2	14,2	15,4	3,6	3,6	—	6,0	1,2	4,8	54,7	16,7	20,2	3,6	3,1	5,5	2,8
	1928	12,7	3,4	—	—	—	—	2,3	15,0	8,0	15,0	5,7	6,9	1,1	5,7	5,7	6,9	11,6	31,0	24,1	25,3	5,7	4,4	5,9	6,0
Marzec Mars	1922	7,5	3,2	4,3	1,1	4,3	2,2	9,7	1,1	6,4	6,4	23,6	5,4	7,5	2,2	9,7	1,1	4,3	39,8	29,0	21,5	5,4	3,7	5,3	4,0
	1925	4,3	6,8	5,4	1,1	—	5,4	3,2	1,1	8,6	22,5	8,6	8,6	2,2	1,1	1,1	6,5	11,7	52,7	23,7	10,8	1,1	2,5	4,6	2,2
	1928	7,5	9,7	4,3	2,2	5,4	6,5	6,5	18,2	8,5	6,5	4,3	1,1	1,1	4,3	1,1	4,3	8,5	59,1	18,4	14,0	—	2,5	4,2	3,2
Kwiecień Avril	1922	7,8	3,3	3,3	—	3,3	1,1	16,8	7,8	14,4	13,3	11,1	5,6	2,2	—	4,4	—	5,6	40,1	32,2	21,1	—	3,6	4,7	3,4
	1925	6,7	4,4	6,7	1,1	1,1	4,4	4,4	5,6	12,2	11,2	3,3	4,4	1,1	3,3	1,1	7,8	25,6	40,0	17,7	15,6	—	1,5	5,2	1,8
	1928	4,4	3,3	5,6	16,8	3,3	5,6	4,4	7,8	10,0	5,6	3,3	3,3	3,3	5,6	4,4	1,1	12,2	40,0	20,1	21,1	2,2	3,6	6,1	3,1
Maj Mai	1922	5,4	4,3	1,1	—	2,2	1,1	—	—	1,1	6,5	9,6	14,0	15,0	7,5	11,8	2,2	18,2	29,0	29,0	22,6	1,1	3,8	4,4	2,5
	1925	2,2	21,4	5,4	1,1	4,3	2,2	6,5	5,4	5,4	7,5	4,3	—	3,2	1,1	3,2	4,3	22,5	55,9	10,8	10,8	—	1,5	4,5	1,2
	1928	4,3	11,8	7,5	3,2	3,2	1,1	2,2	9,7	11,8	5,4	8,5	3,2	2,2	2,2	9,7	9,7	4,3	54,8	18,3	17,2	3,2	3,2	5,7	3,5
Czerwiec Juin	1922	1,1	—	4,4	—	2,2	1,1	2,2	—	3,3	3,3	10,0	10,0	11,2	2,2	17,9	10,0	21,1	35,6	26,7	15,6	1,1	3,0	4,3	1,9
	1925	15,7	23,4	1,1	—	1,1	1,1	4,4	1,1	4,4	12,2	12,2	4,4	5,6	3,3	2,2	5,6	2,2	50,0	24,5	16,6	5,6	3,4	6,5	2,9
	1928	3,3	—	—	—	1,1	1,1	—	5,6	6,7	17,8	14,4	14,4	11,1	5,6	6,7	8,9	3,3	32,2	38,9	13,4	8,9	5,8	6,5	3,5
Lipiec Juillet	1922	7,5	1,1	9,7	2,2	6,5	2,2	2,2	3,2	21,4	9,7	8,6	4,3	5,4	—	1,1	3,2	11,7	70,0	9,7	8,6	—	1,7	3,2	1,8
	1925	8,6	17,1	9,7	2,2	4,3	2,2	2,2	4,3	3,2	3,2	4,3	4,3	—	1,1	1,1	1,1	31,1	49,5	14,0	4,3	1,1	1,6	3,2	1,1
	1928	—	—	—	1,1	—	—	—	4,3	1,1	26,8	10,8	12,9	16,0	8,6	9,7	2,2	6,5	47,3	31,2	10,7	4,3	3,7	5,2	2,7
Sierpień Août	1922	2,2	5,4	3,2	2,2	2,2	—	4,3	3,2	27,8	8,6	10,8	1,1	4,3	4,3	4,3	1,1	15,0	78,5	6,5	—	—	0,9	1,8	1,2
	1925	6,5	9,6	5,4	3,2	1,1	2,2	1,1	1,1	6,5	7,5	9,6	8,6	6,5	5,4	7,5	4,3	13,9	58,1	17,2	9,7	1,1	2,3	4,0	1,9
	1928	3,2	—	—	1,1	3,2	1,1	2,2	4,3	6,5	11,8	16,0	6,5	5,4	5,4	8,6	10,7	14,0	49,5	20,4	15,0	1,1	3,2	4,1	2,5
Wrzesień Septembre	1922	1,1	3,3	5,6	5,6	13,4	2,2	4,4	8,9	15,5	5,6	7,8	3,3	2,2	4,4	5,6	3,3	7,8	61,1	18,9	11,1	1,1	2,2	4,6	2,2
	1925	7,8	—	1,1	—	—	—	4,4	4,4	12,2	26,7	15,6	5,6	4,4	1,1	1,1	1,1	14,5	47,8	18,8	14,5	4,4	2,9	5,0	2,2
	1928	5,6	3,3	2,2	1,1	—	—	—	3,3	12,2	13,5	10,0	11,1	4,4	3,3	6,7	3,3	18,9	51,1	25,6	4,4	—	2,2	3,3	1,9
Październik Octobre	1922	12,9	3,2	8,6	1,1	3,2	1,1	3,2	1,1	11,8	6,5	15,1	3,2	3,2	2,2	11,8	2,2	9,7	67,7	11,8	10,8	—	2,0	4,3	2,2
	1925	2,2	—	—	—	—	—	3,2	10,7	12,9	18,2	17,2	10,7	2,2	5,4	5,4	1,1	9,7	41,9	25,8	21,5	—	3,2	5,2	3,6
	1928	1,1	1,1	—	—	1,1	1,1	1,1	8,6	25,7	20,3	8,6	2,2	7,5	6,5	2,2	4,3	8,6	45,1	30,1	16,2	—	3,5	4,4	2,8
Listopad Novembre	1922	11,1	2,2	2,2	2,2	2,2	1,1	3,3	2,2	18,9	5,6	13,4	4,4	7,8	3,3	6,7	—	13,4	60,0	16,6	10,0	—	2,4	3,9	2,1
	1925	6,7	4,4	5,6	4,4	—	3,3	4,4	1,1	10,0	13,5	6,7	7,8	4,4	7,8	4,4	4,4	11,1	44,4	25,6	15,6	3,3	3,5	4,0	2,9
	1928	1,1	1,1	—	—	1,1	—	2,2	12,3	33,3	25,6	3,3	2,2	—	1,1	—	—	16,7	46,7	24,4	11,1	—	3,1	3,8	3,1
Grudzień Décembre	1922	16,0	1,1	—	—	4,3	1,1	5,4	2,2	31,1	3,2	8,6	2,2	4,3	1,1	1,1	—	18,3	63,4	15,1	3,2	—	2,0	2,7	2,2
	1925	—	—	—	—	2,2	—	4,3	9,7	18,2	23,6	16,1	3,2	4,3	2,2	5,4	2,2	8,6	36,6	33,3	18,2	2,2	3,6	4,6	3,8
	1928	2,2	9,7	21,4	8,6	1,1	1,1	2,2	1,1	17,1	22,6	3,2	2,2	3,2	—	1,1	—	3,2	55,9	24,7	15,1	1,1	3,1	4,3	3,6

PINSK.

$\varphi = 52^{\circ}07'N$ $\lambda = 26^{\circ}07'Gr.$ $h = 142$ m.

Miesiąc Mois	Rok Année	Częstotliwość kierunków wiatru w % Fréquence des directions du vent en %																Częstotliwość prędkości w % Fréquence des vitesses en %					Średnie prędkości w m/s Vitesses moyennes en m/s			
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNN	NW	NNW	Cisza Calme	0—3	3—5	5—10	10—15	>15	7 ⁰⁰ ^h	13 ⁰⁰ ^h	21 ⁰⁰ ^h
		m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
Styczeń Janvier	1922	—	—	3,2	2,2	15,4	5,4	18,0	2,2	3,2	4,3	9,5	1,1	8,4	3,2	1,1	1,1	21,7	41,0	15,3	19,6	1,1	2,2	3,6	3,7	2,9
	1925	2,2	2,2	3,2	—	16,1	4,3	7,5	—	20,4	12,9	9,7	4,3	11,8	1,1	4,3	—	—	35,5	39,8	21,5	3,2	—	4,4	4,9	5,1
	1928	2,4	1,2	2,4	2,4	7,1	—	1,2	3,6	10,7	7,1	14,3	14,3	14,3	4,8	3,6	9,4	3,6	65,5	21,5	9,4	—	—	2,7	3,1	1,9
Luty Février	1922	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2	29,8	32,1	36,9	—	—	4,0	6,0	4,0
	1925	17,3	1,1	2,3	1,1	15,0	6,9	3,4	—	5,7	4,6	8,0	2,3	17,3	2,3	10,4	2,3	—	27,5	37,9	32,3	2,3	—	5,3	5,4	5,0
	1928	4,3	—	1,1	1,1	3,2	8,6	5,4	1,1	6,5	5,4	14,0	14,0	10,7	3,2	9,6	2,2	9,7	46,2	15,0	19,4	5,4	4,3	4,0	5,1	4,5
Marzec Mars	1922	9,7	3,2	2,2	—	2,2	—	7,5	6,5	3,2	3,2	16,1	7,5	15,0	3,2	16,1	4,3	—	45,2	31,2	22,6	—	1,1	4,0	4,0	3,0
	1925	9,7	3,2	8,6	2,2	26,8	2,2	11,8	7,5	6,5	1,1	—	—	7,5	4,3	4,3	—	4,3	50,5	29,0	9,7	6,5	—	3,9	4,7	4,0
	1928	11,1	—	1,1	—	—	—	14,4	13,3	13,3	2,2	10,0	2,2	10,0	1,1	2,2	4,5	—	53,4	14,4	32,1	—	—	3,3	4,5	2,8
Kwiecień Avril	1922	13,4	2,2	2,2	—	8,9	—	6,7	4,4	18,8	1,1	8,9	1,1	13,4	2,2	8,9	2,2	5,6	52,2	24,4	13,4	2,2	2,2	3,6	4,8	2,7
	1925	5,6	3,3	11,1	13,3	14,4	4,4	5,6	6,7	6,7	—	4,4	3,3	8,9	—	5,6	—	6,7	33,3	23,4	33,3	3,3	—	4,9	4,8	4,2
	1928	9,7	2,2	1,1	—	1,1	1,1	1,1	1,1	4,3	2,2	15,0	7,5	15,0	5,4	11,8	8,6	12,8	62,5	7,5	16,2	—	1,1	2,9	3,9	1,4
Maj Mai	1922	6,5	1,1	2,2	4,3	6,5	7,5	4,3	6,5	3,2	3,2	7,5	2,2	8,5	7,5	6,5	3,2	19,3	47,4	20,4	12,9	—	—	2,4	3,4	2,5
	1925	1,1	—	1,1	—	—	—	3,3	1,1	6,7	4,5	7,8	7,8	5,6	13,3	17,7	8,9	15,6	55,6	18,8	8,9	1,1	—	2,7	3,0	1,3
	1928	—	1,1	—	—	1,1	1,1	3,3	4,4	2,2	6,7	21,1	14,5	17,7	6,7	5,6	—	14,5	44,4	22,2	16,7	2,2	—	3,7	4,6	2,1
Lipiec Juillet	1922	7,5	1,1	1,1	1,1	1,1	—	2,2	2,2	8,6	11,8	16,1	4,3	18,2	4,3	3,2	2,2	15,0	53,9	17,1	10,8	2,2	1,1	2,3	3,6	2,7
	1925	1,1	1,1	1,1	—	—	—	1,1	5,4	4,3	7,5	15,0	6,5	8,6	6,5	3,2	—	38,6	37,8	16,1	7,5	—	—	2,0	3,9	0,6
	1928	1,1	—	—	—	—	—	5,4	2,2	9,6	7,4	18,2	3,2	12,9	1,1	10,8	4,5	23,7	60,3	9,6	6,5	—	—	1,4	2,3	1,6
Sierpień Août	1922	4,3	2,2	3,2	—	1,1	—	5,4	—	1,1	5,4	2,2	2,2	5,4	3,2	21,4	9,7	35,4	47,3	10,8	6,5	—	—	2,2	2,3	1,0
	1925	4,3	1,1	2,2	—	1,1	—	5,4	—	2,2	2,2	10,7	10,7	18,1	2,2	6,5	—	31,1	46,3	10,7	11,9	—	—	2,6	3,5	0,6
	1928	1,1	—	—	—	—	—	5,4	—	10,0	1,1	14,5	2,2	23,3	1,1	8,9	2,2	36,7	45,5	8,9	7,8	—	—	2,3	2,0	1,6
Wrzesień Septembre	1922	1,1	—	—	—	1,1	—	5,6	5,6	8,8	—	15,7	2,2	20,0	4,4	2,2	2,2	12,3	56,7	16,5	13,3	—	1,1	2,3	3,7	2,9
	1925	—	—	—	—	—	—	4,4	—	10,0	1,1	14,5	2,2	23,3	1,1	8,9	8,9	22,3	62,2	7,8	7,8	—	—	2,3	2,0	1,0
	1928	3,3	—	3,3	1,1	3,3	3,3	7,8	3,3	6,7	—	10,1	6,7	8,9	1,1	3,3	1,1	36,7	45,5	8,9	7,8	—	—	1,3	3,4	1,6
Październik Octobre	1922	—	—	1,1	2,2	1,1	2,2	1,1	6,7	2,2	3,3	20,0	1,1	25,9	—	15,7	4,4	7,7	82,4	6,7	3,3	—	—	1,7	2,0	1,2
	1925	1,1	—	1,1	—	2,2	2,2	6,5	3,2	8,6	3,3	18,1	10,7	21,9	1,1	12,9	—	3,2	66,8	18,2	11,8	—	—	2,7	3,0	2,4
	1928	1,1	—	1,1	—	1,1	1,1	7,5	12,8	5,4	1,1	9,7	9,7	8,5	2,2	—	—	38,7	38,7	5,4	16,1	1,1	—	1,8	3,6	1,6
Listopad Novembre	1922	11,1	—	—	—	—	—	1,1	1,1	3,3	8,8	7,7	21,1	3,3	8,8	5,6	5,6	14,7	67,8	8,8	8,8	—	—	2,0	2,1	1,9
	1925	3,3	—	7,9	—	6,7	1,1	12,3	4,4	5,6	2,2	6,7	5,6	20,4	6,7	13,6	2,2	2,2	80,2	11,0	6,7	—	—	2,3	2,3	2,0
	1928	—	1,1	—	1,1	—	2,2	18,9	11,1	11,1	4,4	15,6	5,6	5,6	—	—	—	23,3	50,0	14,5	10,0	2,2	—	2,4	3,5	2,4
Grudzień Décembre	1922	6,8	—	—	—	—	—	2,3	3,4	9,2	11,5	19,5	3,4	25,4	4,6	1,2	1,2	11,5	71,2	12,7	4,6	—	—	2,0	2,0	1,5
	1925	1,1	—	1,1	—	1,1	—	8,6	4,3	11,7	3,2	14,0	9,7	33,0	1,1	5,4	1,1	4,3	63,5	16,1	16,1	—	—	3,0	2,3	2,7
	1928	2,2	8,6	15,0	8,6	5,4	14,0	15,0	5,4	5,4	9,7	1,1	10,6	—	—	—	—	1,1	50,5	31,2	17,2	—	—	3,6	3,4	4,0

LWÓW.

 $\varphi = 49^{\circ} 50' N$ $\lambda = 24^{\circ} 00' Gr.$ $h = 320 m$

Miesiąc Mois	Rok Année	Częstość kierunków wiatru w % Fréquence des directions du vent en %																Częstość prędkości w % Fréquence des vitesses en %				Średnie prędkości w m/s Vitesses moyennes en m/s				
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	0-3	3-5	5-10	10-15	>15	7 ⁰⁰ h	13 ⁰⁰ h	21 ⁰⁰ h	
		Cisza	Calme	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
Styczeń Janvier	1922	1,1	2,2	4,3	14,0	11,9	7,5	6,4	5,4	1,1	—	9,7	7,5	3,2	2,2	—	—	16,1	48,4	20,5	11,9	3,2	—	2,9	3,3	2,7
	1925	1,1	—	—	—	—	—	10,7	11,8	4,3	—	27,9	6,5	—	1,1	—	—	29,0	46,2	18,2	6,5	—	—	1,8	2,3	2,1
	1928	2,4	1,2	4,8	1,2	1,2	2,4	3,6	7,1	—	—	14,3	10,7	3,6	8,3	7,1	—	17,9	45,2	31,0	5,9	—	—	2,3	2,6	2,9
Luty Février	1925	1,2	—	—	3,6	2,4	1,2	8,3	10,7	1,2	11,9	15,4	10,7	4,8	—	—	—	11,9	33,3	38,1	16,7	—	—	2,7	4,3	3,4
	1928	1,1	3,6	4,6	3,6	8,0	—	3,6	3,6	3,6	2,3	12,9	11,8	3,6	6,9	3,6	—	17,4	45,1	28,4	9,1	—	—	2,8	2,7	2,4
	1922	2,2	4,3	1,1	3,2	1,1	1,1	4,3	5,4	1,1	7,5	14,0	20,4	6,5	7,5	2,2	—	6,4	33,4	34,3	26,1	—	—	3,4	4,6	4,0
Marzec Mars	1925	2,2	3,2	6,5	1,1	3,2	1,1	1,1	5,4	4,3	4,3	13,9	20,4	5,4	5,4	3,2	—	9,7	47,3	32,2	10,8	—	—	2,7	3,8	2,6
	1928	2,2	3,2	4,3	2,2	9,6	6,5	24,6	3,2	—	2,2	4,3	3,2	1,1	—	—	—	32,3	35,6	19,3	12,8	—	—	1,7	2,7	2,3
	1922	7,8	3,3	2,2	2,2	3,3	3,3	17,8	12,4	3,3	7,8	8,8	3,3	4,4	2,2	3,3	—	7,8	39,9	38,9	13,3	—	—	3,1	3,8	3,2
Kwiecień Avril	1925	5,6	6,7	3,3	4,4	5,6	2,2	15,6	2,2	—	2,2	10,0	8,9	7,8	—	—	—	22,2	51,1	21,1	5,6	—	—	2,0	3,1	1,6
	1928	—	3,3	10,6	6,7	4,6	3,3	14,5	2,2	3,3	3,3	4,5	5,6	13,2	3,3	—	—	22,3	36,6	28,8	12,3	—	—	2,3	3,9	2,4
	1922	11,8	12,9	3,2	1,1	—	—	—	1,1	—	4,3	16,1	7,5	8,6	7,5	5,4	—	8,6	35,5	43,0	13,0	—	—	3,0	4,5	3,1
Maj Mai	1925	2,2	15,0	7,5	9,7	3,2	3,2	12,8	4,3	—	7,5	6,5	2,2	2,2	2,2	—	—	10,7	58,0	24,8	6,5	—	—	2,4	3,4	1,4
	1928	2,2	3,2	7,5	4,3	1,1	—	4,3	4,3	5,4	3,2	4,3	7,5	12,9	4,3	—	—	32,3	41,9	14,0	11,8	—	—	1,7	2,9	1,5
	1922	5,6	6,7	2,2	—	—	—	4,4	2,2	4,4	6,7	4,4	6,7	14,7	8,8	7,8	—	11,1	56,7	25,4	5,6	—	—	2,6	3,8	1,7
Czerwiec Juin	1925	3,3	4,4	2,2	1,1	—	—	2,2	—	—	4,4	7,8	6,7	12,3	10,0	17,8	—	10,0	51,1	25,5	13,4	—	—	2,6	4,1	2,2
	1928	1,1	2,2	—	—	—	—	1,1	6,7	—	4,5	11,6	15,6	13,4	8,9	6,7	—	20,0	51,1	23,3	5,6	—	—	1,7	3,4	1,8
	1922	5,4	3,2	1,1	4,3	—	—	2,2	4,3	9,7	3,2	10,7	14,0	6,5	5,4	3,2	—	10,7	43,0	29,1	16,1	—	—	3,5	3,9	2,9
Lipiec Juillet	1925	5,4	9,7	—	1,1	—	—	6,5	2,2	2,2	4,3	4,3	10,7	9,7	3,2	7,5	—	22,4	61,3	14,1	2,2	—	—	1,4	3,0	1,4
	1928	1,1	—	—	—	—	—	—	2,2	1,1	8,6	12,8	14,0	6,5	4,3	5,4	—	40,8	46,3	9,7	3,2	—	—	0,8	2,3	0,9
	1922	2,2	3,2	3,2	3,2	2,2	—	9,7	6,5	5,4	6,5	5,4	7,6	11,8	10,7	6,5	—	12,8	50,6	32,3	4,3	—	—	2,3	3,6	1,8
Sierpień Aout	1925	1,1	—	—	—	—	—	3,2	2,2	—	5,4	16,0	8,6	17,2	11,8	—	—	17,2	48,4	29,0	5,4	—	—	2,2	3,5	1,9
	1928	1,1	—	—	1,1	1,1	—	6,5	—	1,1	3,2	5,4	7,5	18,2	11,7	4,3	—	34,5	43,0	18,2	4,3	—	—	1,3	2,8	1,2
	1922	1,1	3,3	2,2	8,8	8,8	—	3,3	7,8	3,3	5,6	8,8	4,4	10,4	6,7	6,7	—	17,8	39,8	24,4	17,8	—	—	3,0	3,6	2,6
Wrzesień Septembre	1925	1,1	3,3	1,1	2,2	—	—	1,1	7,8	2,2	16,7	18,9	8,9	6,7	8,9	—	—	21,1	46,7	24,5	7,8	—	—	2,8	3,4	2,2
	1928	3,3	2,2	1,1	1,1	5,6	—	5,6	2,2	1,1	4,3	6,7	3,3	6,7	7,8	1,1	—	44,5	46,7	8,8	—	—	—	0,9	1,6	0,8
	1922	1,1	3,2	10,8	6,5	9,7	4,3	9,7	3,2	1,1	—	3,2	6,5	8,6	11,8	4,3	—	14,0	52,6	20,4	11,9	—	—	2,8	3,4	2,2
Październik Octobre	1925	2,2	3,2	1,1	—	—	—	2,2	6,5	1,1	5,4	9,7	18,1	12,8	6,5	4,3	—	23,7	39,8	24,7	11,8	—	—	2,0	3,7	2,3
	1928	1,1	1,1	—	—	—	—	6,5	16,1	5,4	5,4	15,0	8,6	10,6	4,3	3,2	—	19,4	56,9	19,4	4,3	—	—	1,6	3,0	2,1
	1922	8,8	8,8	—	—	—	—	1,1	4,4	—	5,6	14,5	12,3	13,4	5,6	2,2	—	17,8	40,0	25,5	14,5	—	—	2,9	3,7	2,5
Listopad Novembre	1925	1,1	4,4	6,7	3,3	1,1	—	7,8	8,9	1,1	2,2	7,8	11,2	13,4	8,9	3,3	—	13,4	46,6	30,1	8,9	—	—	2,6	3,0	3,2
	1928	—	2,2	1,1	—	—	—	1,1	6,7	8,9	14,5	8,9	11,0	6,7	2,2	2,2	—	26,7	50,0	21,0	2,2	—	—	1,8	2,4	1,5
	1922	1,1	—	—	—	—	—	—	10,7	24,8	5,4	4,3	10,7	12,9	5,4	4,3	—	15,0	47,3	26,9	9,7	—	—	2,8	2,6	3,5
Grudzień Décembre	1925	2,2	1,1	—	—	—	—	3,2	7,5	2,2	6,5	30,0	25,7	13,9	2,2	2,2	—	3,2	44,1	32,3	20,4	—	—	3,9	3,7	4,2
	1928	2,2	3,2	1,1	—	—	—	3,2	2,2	2,2	4,3	6,4	6,4	4,3	3,2	—	—	50,5	32,2	13,0	4,3	—	—	1,5	1,7	1,3

KRAKÓW.

$\varphi = 50^{\circ}05' N$ $\lambda = 19^{\circ}59' Gr.$ $h = 216 m$

Miesiąc Mois	Rok Année	Częstotliwość poszczególnych kierunków wiatru w % Fréquence des directions du vent en %													Częstotliwość prędkości w % Fréquence des vitesses en %				Średnie prędkości w m/s Vitesses moyennes en m/s							
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNN	NW	NNW	Cisza Calme	0—33—5 m/s	5—10 m/s	10—15 m/s	>15 m/s	700 ^h	1300 ^h	2100 ^h	
Styczeń Janvier	1922	2,2	6,5	19,4	16,0	1,1	—	—	—	1,1	7,5	7,5	8,6	10,8	1,1	1,1	17,1	52,8	30,1	—	—	—	2,2	2,7	2,1	
	1925	—	2,2	3,2	1,1	—	2,2	4,3	—	6,5	39,7	16,0	2,2	—	—	—	23,6	49,5	22,6	4,3	—	—	1,8	3,8	2,2	
	1928	—	2,2	3,2	10,7	2,2	—	—	4,3	5,4	21,5	15,0	5,4	2,2	—	—	25,7	61,4	8,6	4,3	—	—	1,2	2,3	1,9	
Luty Février	1922	1,2	1,2	7,1	6,0	—	—	—	—	6,0	10,7	13,1	14,2	14,2	1,2	1,2	21,5	69,0	9,5	—	—	—	1,5	2,1	1,3	
	1925	2,4	3,6	7,1	1,2	2,4	—	2,4	—	4,8	26,1	13,1	2,4	1,2	2,4	—	21,4	54,8	17,8	6,0	—	—	1,5	3,0	1,8	
	1928	5,7	1,1	12,7	11,6	—	—	—	—	2,3	20,8	23,0	6,9	5,7	1,1	—	6,9	57,5	21,8	13,8	—	—	2,6	3,6	2,8	
Marzec Mars	1922	2,2	3,2	8,6	8,6	1,1	1,1	1,1	1,1	2,2	9,6	15,1	16,0	9,6	1,1	1,1	9,7	55,9	34,4	—	—	—	2,3	3,3	2,0	
	1925	1,1	5,4	5,4	6,5	1,1	—	—	—	1,1	22,6	16,0	4,3	3,2	2,2	—	21,5	50,5	22,6	5,4	—	—	1,6	3,0	2,1	
	1928	—	10,7	23,7	19,3	12,9	1,1	—	—	—	3,2	6,5	—	2,2	—	—	19,3	48,5	16,1	16,1	—	—	1,9	3,3	2,8	
Kwiecień Avril	1922	3,3	5,6	4,4	15,6	7,8	1,1	—	—	3,3	7,8	6,7	4,4	5,6	4,4	7,8	17,8	65,5	15,6	1,1	—	—	1,4	2,8	1,4	
	1925	6,7	4,4	14,5	6,7	3,3	2,2	3,3	1,1	1,1	14,5	6,7	2,2	2,2	—	2,2	26,7	54,4	15,6	3,3	—	—	1,0	3,1	1,4	
	1928	5,6	10,0	8,9	13,4	4,4	3,3	2,2	—	1,1	6,7	13,4	3,3	2,2	1,1	2,2	18,9	56,7	13,4	11,0	—	—	1,3	3,5	2,3	
Maj Mai	1922	5,4	1,1	4,3	4,3	1,1	1,1	—	—	2,2	8,6	12,9	15,0	9,6	8,6	8,6	20,4	62,4	17,2	—	—	—	1,2	2,9	1,4	
	1925	3,2	7,5	15,0	6,5	3,2	—	—	—	1,1	15,0	5,4	2,2	6,5	2,2	4,3	25,7	66,8	7,5	—	—	—	0,9	2,6	1,0	
	1928	2,2	2,2	10,7	7,5	9,7	1,1	—	—	4,3	15,0	11,7	7,5	5,4	1,1	2,2	15,0	64,5	15,1	5,4	—	—	1,6	3,2	1,5	
Czerwiec Juin	1922	3,3	2,2	3,3	6,7	1,1	3,3	—	—	1,1	8,9	8,9	11,1	12,2	8,9	5,6	20,1	69,9	10,0	—	—	—	1,4	2,4	1,0	
	1925	—	2,2	1,1	2,2	1,1	1,1	2,2	1,1	3,3	18,9	21,1	14,5	13,4	6,7	3,3	6,7	62,2	27,8	3,3	—	—	2,1	3,7	1,9	
	1928	—	—	1,1	2,2	2,2	1,1	—	—	1,1	23,3	21,1	10,0	7,8	1,1	1,1	24,6	53,2	20,0	2,2	—	—	1,5	3,4	1,1	
Lipiec Juillet	1922	2,2	1,1	4,3	3,2	4,3	—	—	—	1,1	4,3	7,5	23,7	10,7	4,3	1,1	30,0	38,7	31,3	—	—	—	1,7	2,8	1,4	
	1925	1,1	4,3	9,7	5,4	3,2	2,2	—	—	2,2	17,1	9,7	6,5	3,2	4,3	6,5	24,6	65,7	6,5	3,2	—	—	1,0	2,5	1,1	
	1928	2,2	3,2	1,1	2,2	2,2	—	—	—	1,1	12,8	22,5	4,3	7,5	1,1	2,2	35,4	52,8	11,8	—	—	—	0,7	2,5	0,6	
Sierpień Août	1922	3,2	2,2	5,4	6,5	5,4	—	—	—	2,2	6,5	10,6	17,1	7,4	4,3	5,4	17,3	67,7	15,0	—	—	—	1,4	2,5	1,3	
	1925	—	4,3	5,4	3,2	3,2	1,1	—	—	1,1	26,8	19,3	8,6	7,5	—	—	14,0	68,8	14,0	3,2	—	—	1,4	2,8	1,7	
	1928	1,1	3,2	5,4	2,2	—	—	—	—	3,2	13,9	13,9	7,6	6,5	1,1	1,1	38,7	53,7	7,6	—	—	—	0,8	2,2	0,7	
Wrzesień Septembre	1922	4,4	5,6	12,2	12,2	4,4	1,1	—	—	5,6	6,7	12,3	5,6	4,4	3,3	3,3	16,7	57,7	25,6	—	—	—	1,6	2,7	2,1	
	1925	2,2	5,6	3,3	3,3	2,2	—	—	—	3,3	23,3	15,7	5,6	1,1	1,1	2,2	23,3	62,2	13,4	1,1	—	—	1,1	2,8	1,2	
	1928	1,1	3,3	5,6	7,8	4,4	1,1	—	—	1,1	3,3	11,2	2,2	4,4	1,1	4,4	44,6	53,2	2,2	—	—	—	0,6	1,5	0,7	
Październik Octobre	1922	7,5	4,3	11,8	18,3	4,3	—	—	—	2,2	4,3	11,8	9,6	5,4	3,2	2,2	15,1	67,7	17,2	—	—	—	1,7	2,4	1,8	
	1925	1,1	2,2	2,2	4,3	5,4	—	—	—	4,3	32,1	10,7	5,4	4,3	1,1	—	20,4	59,1	14,0	6,5	—	—	1,2	3,0	1,9	
	1928	4,3	3,2	2,2	4,3	5,4	3,2	—	—	1,1	9,7	18,1	2,2	5,4	2,2	—	27,9	64,5	7,6	—	—	—	0,9	2,2	1,1	
Listopad Novembre	1922	3,3	—	1,1	8,9	5,6	2,2	—	—	1,1	3,3	14,5	26,7	10,0	2,2	1,1	18,9	76,7	4,4	—	—	—	1,5	2,1	1,6	
	1925	1,1	10,0	5,6	16,7	1,1	—	—	—	1,1	20,1	12,2	2,2	5,6	2,2	4,4	13,3	63,3	16,7	6,7	—	—	2,0	2,8	2,4	
	1928	1,1	1,1	2,2	3,3	3,3	—	—	—	3,3	13,4	17,9	—	1,1	1,1	—	38,9	48,9	8,9	3,3	—	—	1,3	1,9	1,3	
Grudzień Décembre	1922	—	—	1,1	—	—	—	—	—	3,2	3,2	15,1	9,7	4,3	3,2	—	52,7	45,1	2,2	—	—	—	0,8	1,1	0,7	
	1925	—	1,1	4,3	3,2	8,6	—	—	—	8,6	24,7	17,2	7,5	2,2	—	—	21,5	59,2	15,0	4,3	—	—	1,9	2,3	1,8	
	1928	2,2	2,2	7,5	8,6	1,1	—	—	—	1,1	9,7	16,0	6,5	5,4	—	—	34,3	51,7	10,8	3,2	—	—	1,4	1,8	1,4	

ZAKOPANE.

$\varphi = 49^{\circ} 17' N$ $\lambda = 19^{\circ} 57' Gr.$ $h = 833 m$

Miesiąc Mois	Rok Année	Częstotliwość kierunków wiatru w % Fréquence des directions du vent en %																Częstotliwość prędkości w % Fréquence des vitesses en %						Średnie prędkości w m/s Vitesses moyennes en m/s					
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Cisza Calme	0-3 m/s	3-5 m/s	5-10 m/s	10-15 m/s	>15 m/s	7 ⁰⁰ ^h	13 ⁰⁰ ^h	21 ⁰⁰ ^h			
Styczeń Janvier	1922																												
	1925	14.0	—	—	—	—	—	3.2	—	24.6	—	17.2	—	26.9	—	1.1	—	13.0	58.0	9.7	15.0	3.2	1.1	3.1	3.6	3.1			
	1928	6.5	2.2	8.6	5.4	2.2	2.2	3.2	—	15.0	8.6	17.1	15.0	5.4	1.1	—	—	7.5	66.6	10.8	12.9	2.2	—	2.6	3.6	3.0			
Luty Février	1922																												
	1925	9.5	—	—	—	6.0	—	2.4	—	34.5	—	19.1	—	17.8	—	2.4	—	8.3	48.8	17.9	7.2	3.6	14.2	4.5	5.0	4.8			
	1928	2.3	2.3	10.3	9.2	1.1	—	—	1.1	10.3	4.6	19.5	16.1	10.3	—	—	1.1	11.5	55.3	16.1	14.9	1.1	1.1	3.0	4.2	3.0			
Marzec Mars	1922																												
	1925	31.2	—	—	—	1.1	—	—	—	22.6	—	7.5	—	24.7	—	2.2	—	10.7	61.4	12.9	8.6	6.5	—	3.0	3.4	3.2			
	1928	3.2	4.3	17.3	12.9	6.5	1.1	3.2	3.2	20.2	14.0	2.2	1.1	1.1	—	—	—	9.7	69.8	14.0	6.5	—	—	1.9	3.4	2.1			
Kwiecień Avril	1922																												
	1925	15.6	—	—	—	7.8	—	2.2	—	33.3	—	14.3	—	12.3	—	1.1	—	13.4	65.6	10.0	4.4	1.1	5.6	2.6	4.8	3.0			
	1928	5.6	3.3	11.0	11.0	7.8	1.1	2.2	—	6.7	5.6	16.5	3.3	5.6	—	2.2	2.2	15.6	61.1	7.8	13.3	1.1	1.1	2.1	4.6	2.6			
Maj Mai	1922																												
	1925	14.0	—	8.6	—	18.2	—	2.2	—	17.2	—	8.6	—	5.4	—	1.1	—	24.7	53.8	11.8	9.7	—	—	1.3	4.3	1.5			
	1928	1.1	3.2	10.8	8.6	3.2	—	1.1	1.1	7.5	7.5	12.8	6.5	7.5	2.2	6.5	2.2	18.1	49.5	19.5	12.9	—	—	2.3	4.2	2.4			
Czerwiec Juin	1922																												
	1925	12.3	—	2.2	—	1.1	—	1.1	—	3.3	—	6.7	—	20.0	—	11.1	—	42.2	42.2	7.8	6.7	1.1	—	0.9	3.2	0.6			
	1928	26.7	—	3.3	—	2.2	—	—	—	1.1	1.1	6.7	—	36.6	—	7.8	—	14.5	60.0	13.4	10.0	1.1	1.1	2.9	1.6	2.0			
Lipiec Juillet	1922																												
	1925	14.0	—	9.7	—	—	—	—	—	6.5	—	9.7	—	38.6	—	7.5	—	14.0	51.6	17.2	14.0	3.2	—	2.7	4.0	2.9			
	1928	8.6	—	15.0	—	4.3	—	3.2	1.1	9.7	—	3.2	—	17.1	—	2.2	—	35.6	50.4	5.4	8.6	—	—	1.1	3.3	0.9			
Sierpień Août	1922																												
	1925	6.5	—	1.1	—	1.1	—	—	—	12.9	—	5.4	—	30.0	—	12.9	—	30.0	45.1	12.9	10.7	1.1	—	1.3	4.1	1.5			
	1928	7.5	—	1.1	—	—	—	—	—	10.7	—	7.5	—	50.6	—	2.2	—	20.4	45.1	21.5	9.7	2.2	1.1	2.0	3.8	3.0			
Wrzesień Septembre	1922																												
	1925	3.3	—	20.1	—	2.2	—	—	—	3.3	—	4.4	—	31.1	—	10.0	—	25.6	45.6	16.7	11.1	1.1	—	2.0	3.8	1.3			
	1928	1.1	—	4.4	—	5.6	—	2.2	—	17.7	—	18.8	—	26.7	—	1.1	—	22.4	46.7	16.7	7.8	4.4	2.2	2.1	5.2	2.5			
Październik Octobre	1922																												
	1925	20.4	—	17.2	—	4.3	—	2.2	—	1.1	—	2.2	—	16.1	—	5.4	—	31.1	57.0	7.5	2.2	—	2.2	1.0	2.9	1.5			
	1928	5.4	—	1.1	—	5.4	—	—	—	21.6	—	17.1	—	17.1	—	6.5	—	25.8	50.5	2.2	15.0	5.4	1.1	2.1	3.7	2.6			
Listopad Novembre	1922																												
	1925	10.0	—	10.0	—	—	—	—	—	2.2	—	4.4	—	47.9	—	1.1	—	24.5	50.0	17.8	6.6	—	1.1	1.9	3.3	1.6			
	1928	12.3	—	3.3	—	8.9	—	—	—	13.4	—	7.8	—	15.6	—	1.1	—	37.7	49.0	2.2	4.4	2.2	4.4	1.9	3.0	1.9			
Grudzień Décembre	1922																												
	1925	10.7	—	2.2	—	—	—	1.1	—	12.9	—	6.5	—	29.0	—	5.4	—	32.2	38.6	15.2	10.7	2.2	1.1	2.3	3.2	2.2			
	1928	1.1	—	—	—	—	—	—	—	11.8	—	21.6	—	30.0	—	2.2	—	33.3	29.1	4.4	17.1	12.9	3.2	4.3	3.8	3.9			
		2.2	9.6	3.2	10.8	7.5	1.1	2.2	3.2	6.5	9.6	7.5	8.6	—	1.1	2.2	—	24.7	61.3	9.7	4.3	—	—	1.8	2.1	1.7			

Sprawozdanie z posiedzeń Rady Wykonawczej Wszechświatowej Konferencji Energetycznej w dn. 12, 13, 14, i 24 czerwca r. b. w Berlinie¹⁾.

Posiedzenia odbyły się w sali gmachu Stow. Inżynierów Niemieckich przy licznych udziałach członków Komitetu, reprezentujących wszystkie państwa, należące do Konferencji Energetycznej. Wobec choroby przewodniczącego Komitetu, D. N. Dunlop'a (Anglja), przewodniczył wice-prezes Komitetu Dr. Tissot (Szwajcarja).

Po zatwierdzeniu protokołu ostatecznego posiedzenia Rady Wykonawczej z dnia 18 września ub. roku, które się odbyło w Paryżu, przyjęto do wiadomości, że utworzyły się Komitety Narodowe we Włoszech, Peru i Chile, oraz po wysłuchaniu sprawozdania prof. Kamo z Sekcyjnego Zjazdu W. K. En. w Tokio, w 1929 roku, przyjęto zaproszenie przedstawicieli Stanów Zjednoczonych na następny (III-ci) Zjazd Plenarny do Ameryki Północnej na rok 1935 lub 1936. W sprawie Zjazdu Sekcyjnego w Sztokholmie, który ma się odbyć w r. 1933, wybrano Komisję w składzie delegatów Szwecji, Norwegii, Danji, Anglii, Francji i U. S. A., która ma opracować szczegóły programu Zjazdu.

Dłuższą dyskusję wywołała sprawa powiększenia dochodów Biura Głównego w Londynie. W jej wyniku uchwalono poddać rozważaniu na następnym posiedzeniu Rady dokładny preliminarz budżetowy Biura i zależnie od jego wysokości znaleźć środki na jego pokrycie przez podniesienie składek, powołanie indywidualnych członków Komitetu lub t. p.

Ważna sprawa ukonstytuowania się Międzynarodowej Komisji Wysokich Zapór posunęła się bardzo naprzód, dzięki lojalnemu stanowisku czynników przede wszystkim zainteresowanych w tej sprawie. Mianowicie na specjalnym posiedzeniu dn. 24 czerwca delegat Francji, p. Genissieu, umotywował w dłuższym przemówieniu zmianę dotychczasowego stanowiska Komitetu francuskiego w tym kierunku, by Komisja wysokich zapór weszła w skład organizacji Wszechświatowej Konferencji Energetycznej. W następstwie tego przyjęta została propozycja p. Merrilla (U. S. A.) co do tymczasowego statutu z tem, że Komisja wysokich zapór, wchodząc w skład W. K. En., składać się będzie jednak nie z Komitetów Narodowych, lecz ze specjalnych delegatów, przyczem każdy Komitet ma prawo delegować jednego, dalej że Komisja zajmować się będzie nie tylko zagadnieniami czysto energetycznymi, ale również dziedzinami pokrewnymi, jak sprawa wody do picia, żegluga i t. p., i że wreszcie biuro Komisji mieścić się będzie w Paryżu.

Ożywiona dyskusja wywiązała się na temat pu-

blikowania materiałów o zasobach energii w poszczególnych krajach, czy mają być one wydawane w Biurze Głównym, czy przez poszczególne Komitety Narodowe z ich środków. W związku z tem inż. zur Nedden rozszerzył zagadnienie, podnosząc sprawę, czy wogóle wydawać zbiory referatów Zjazdów (Transactions), ze względu na ogrom kosztów i pracy, oraz zaproponował do rozwiązania dwa rozwiązania: utworzyć specjalne pismo np. „Weltkraftarchiv”, które w sposób ciągły publikowałoby referaty przeznaczone na Zjazd, bez obawy przedzjazdowego spiętrzenia i nawału terminowej pracy, albo — jako drugie rozwiązanie — umieszczać referaty w ciągu roku lub dwóch, poprzedzających Zjazd, w bardziej poczytnych pismach technicznych świata, wydawanych w jednym z trzech języków, uznanych przez Konferencję jako urzędowe, z zaznaczeniem, że dany artykuł jest referatem zjazdowym; Biuro Zjazdu wydawałoby natomiast tylko sprawozdania ogólne z tych referatów (General Reports), jako materiał zjazdowy. Wobec rozbieżności zdań, sprawy te zostały przekazane Biuru do przygotowania na następne posiedzenie Rady.

Przedstawiciel Anglii oświadczył, że Angielski Komitet Narodowy wydał nowe wydanie „Technical Data on Fuel”, o objętości powiększonej o 40%.

Wniosek uchwalony na Zjeździe Sekcyjnym w Tokio o utworzeniu „Światowej Federacji Inżynierów” nie uzyskał aprobaty Rady Wykonawczej, wszyscy bowiem byli przeciwni tworzeniu tej nowej, jak i wszelkich innych podobnych organizacji, ze względu na rozstrzelanie pracy.

Wymiana danych i materiałów, dotyczących zagadnień energetycznych poszczególnych krajów, postanowiona na posiedzeniu Rady Wykonawczej we wrześniu 1929 r. w Paryżu, została przekazana do opracowania w szczegółach specjalnej podkomisji. Obecnie podkomisja przedłożyła wyniki swej pracy, które w głównych zarysach sprowadzają się do tego, żeby wydawać te materiały bibliograficzne, jako miesięcznik, przyczem każdy Komitet Narodowy podawałby dane ostatnie, dotyczące tylko jego kraju, na specjalnych kartkach o formacie 5" × 3", materiał zaś ma być ułożony w jednym z trzech języków: angielskim, francuskim lub niemieckim, według systemu dziesiętnego i sposobu, ustalonego przez Instytut International de Bibliographie de Bruxelles. Wniosek ten został przyjęty.

Następnie zostały zakomunikowane wyniki pracy specjalnej podkomisji w sprawie stosowania t. zw. wartości opałowej górnej i dolnej. Wyrażają się one w trzech dezyderatach:

¹⁾ Sprawozdanie tymczasowe, wobec nieotrzymania jeszcze z Londynu oficjalnych protokołów z posiedzeń.

aby używać do określenia paliwa obydwóch terminów (Standards of Measurement A and B) jednocześnie, aby poszczególne Komitety Narodowe ustaliły w swoim języku te terminy (np. ciepło spalania i wartość opałowa) i przyjęły międzynarodowo uchwalone odpowiednie symbole i aby wreszcie wpływać na rządy krajów, związki inżynierskie, przemysłowe i handlowe oraz na uczelnie i prasę, aby te postulaty zostały wprowadzone i przestrzegane. Wnioski te zostały przez Radę przyjęte i oddane do Biura Głównego Konferencji w celu porozumienia się z poszczególnymi Komitetami Narodowymi.

Przewodniczący Dr. Tissot przypomina za prośbienie, skierowane do Komitetów Narodowych

Sprawozdania z posiedzeń.

KOMISJA TRANSPORTOWA.

Podkomisja dróg wodnych.

Protokół posiedzenia z dn. 12 czerwca 1930 r.

Obecni: inż. J. Decjusz, prof. J. Gieysztor, dyr. K. Rodowicz, prof. M. Rybczyński, przew. St. Sztolcman, inż. T. Tillinger i inż. M. Wojtkiewicz.

Obrady zagaja prof. M. Rybczyński, jako przewodniczący Komisji Transportowej, oznajmiając, że celem zebrania jest rozpatrzenie roli, jaką mogą obecnie i w przyszłości odegrać drogi wodne w Polsce w związku z projektami elektryfikacyjnymi, a więc przede wszystkim zbadanie, czy mogą one przyczynić się do potaniaenia przewozu źródeł energii. Na pierwszy plan wysuwa się sprawa kosztów przewozu na drogach wodnych w porównaniu z innymi kosztami przewozu źródeł energii lub przeniesienia energii.

W kwestji tej pojawiło się w ostatnich latach kilkanaście artykułów w szeregu czasopism (w Przeglądzie Technicznym, Czasopiśmie Technicznym, Przemysle i Handlu, Polsce Gospodarczej) oraz kilka referatów na zjazdach technicznych pióra prawie wszystkich uczestników zebrania. Zagadnienie jest zbyt skomplikowane, aby je można było rozwiązać w drodze dyskusji na zebraniu, to też celem zebrania jest raczej ustalenie metod, jakichby użyć należało przy badaniu tej sprawy.

Prof. Gieysztor stwierdza, że polityka Ministerstwa Komunikacji idzie w ostatnim czasie w kierunku pociągnięcia dróg wodnych do współpracy w przewozach. Mimo niesprzyjających chwilowo warunków transportowych (kryzys gospodarczy), Min. Komunikacji wprowadziło ulgi taryfowe przy przewozach łamanych wodno-kolejowych.

Zarządzenie to powinno ożywić ruch na drogach wodnych, a więc przede wszystkim tam, gdzie on się już obecnie odbywa, czyli na Wiśle, na Warcie i węzle wschodnim. Istniejące taryfy ulgowe, zwłaszcza dla węgla i drzewa, przy eksporcie utrudniają konkurencję drogom wodnym, ale też taryfy te są poniżej kosztów własnych przewozu kolejowego.

Inż. Sztolcman podaje, że na zebraniu Komitetu budowy kolei Rady Kolejowej, prez. Rybicki postawił wniosek zwrócenia się do Rządu o jaknajrychlejsze ukończenie regulacji górnej Wisły dla umożliwienia tańszego przewozu węgla i surowców do Małopolski Wschodniej. Mówca zajął się obliczeniem różnicy kosztów, przy transporcie wodnym do Nadbrzeża. Wobec drogi o 100 km dłuższej, różnice otrzymał bardzo nieznaczne, przytem ogólna ilość ładunków, które mogłyby przejść na wodę, okazała się nieznaczna. Dlatego przy wszystkich tego rodzaju obliczeniach należy brać pod uwagę nie tylko koszty, ale i ilość towarów, zwłaszcza jeśli chodzi o nowe linje komunikacyjne. Obecnie drukuje mówca w Czasopiśmie Technicznym i Inżynierze Kolejowym pracę o transporcie wodnym, głównie z punktu widzenia obliczenia ilości przewozów, które mogłyby przejść z kolei na wodę.

Inż. Tillinger rozważa kierunki, w jakich powinna pójść rozbudowa dróg wodnych. Może tu decydować albo

o współdziałanie, w uroczystościach stulecia Farady'ego w Londynie, które się rozpoczęły 21 września 1931 r., oraz w Jubileuszowej Konferencji Elektrotechnicznej w Paryżu w 1932 r.

Po uroczystościach, z odpowiednimi przemówieniami, wręczeniemi przewodniczącemu insygnjów Konferencji, podarowanych przez Niemiecki Komitet Narodowy, w postaci pięknie zdobionego młotka z kości słoniowej i odpowiednio oprawionej płyty ze stali nierdzewiejącej, przewodniczący zamknął posiedzenie uderzeniem młotka w tę płytę, ustalając termin następnego posiedzenia na dzień 21 września 1931 r. w Londynie.

potrzeba ułatwienia transportu znacznych mas towarów albo też konieczność ulepszenia tych arterji, na których już obecnie ruch się odbywa. Ponieważ pierwsza alternatywa wymaga z natury rzeczy zaangażowania większych kapitałów, przeto dla nas z konieczności pozostaje drugie rozwiązanie. Punktem wyjścia muszą być zatem trzy istniejące węzły wodne, na których żegluga się odbywa, t. j. Wisła, Warta i węzeł wschodni. Inż. Sztolcman podkreśla, że jego zdaniem jedynie uzasadnioną ekonomicznie drogą wodną jest Wisła i do ulepszenia tej arterji drogą regulacji należałoby jaknajrychlej zdążyć.

Prof. Rybczyński prosi o wyrażenie opinji, w jaki sposób należy porównywać koszty transportu: z taryfą obowiązującą, czy też z kosztami własnymi, a w tym ostatnim wypadku — z kosztami przeciętnymi dla całego państwa, czy też dla danej Dyrekcji, lub nawet dla danej linii albo węzła (np. w Dyr. Radomskiej).

Prof. Gieysztor sądzi, że praktyczne wyniki może dać jedynie porównanie z taryfą obowiązującą. Natomiast w tych wypadkach, w których kolej przewozi poniżej kosztów własnych, możnaby wprowadzić odpowiednią poprawkę.

Inż. Sztolcman uważa za najbardziej uzasadnione porównanie kosztów własnych obu rodzajów komunikacji. W praktyce napotyka to jednak na trudności, ponieważ na podstawie danych kolejowych nie można ustalić kosztów własnych dla poszczególnych linii, co najwyżej można je obliczyć dla całej sieci kolejowej w ramach poszczególnych Dyrekcji. Wobec tego nie pozostaje innego, jak porównanie z taryfami z poprawką proponowaną przez p. Gieysztora.

Dyr. Rodowicz uważa, że należałoby dążyć do możności porównania kosztów własnych. Zwraca uwagę, że przy regulacji rzek dla żeglugi, np. Wisły, nie można wliczać amortyzacji kosztów budowy, ponieważ żegluga nie jest głównym i jedynym celem regulacji.

Inż. Wojtkiewicz zauważa, że kolej musi prowadzić pewną politykę taryfową, która nie zawsze jest w zgodzie z interesami ekonomicznymi kolei, porównanie zatem z taryfą może czasem dać błędne wyniki.

Inż. Decjusz zwraca uwagę na brak podstaw kalkulacyjnych w taryfach żeglugowych. Co do konkurencji z koleją, to daje się obecnie zauważyć dążność do emulacji nawet na punkcie terminowości i szybkości dostawy na szlaku Warszawa—Gdańsk.

Prof. Rybczyński reasumuje wyniki dyskusji, które streszczają się w trzech następujących тезach:

1) Przy badaniu roli, jaką odegrać mogą drogi wodne w Polsce przy transporcie źródeł energii, należy z konieczności oprzeć się na porównaniu z obowiązującą taryfą kolejową, przeprowadzając poprawkę w tych wypadkach, w których kolej przewozi poniżej kosztów własnych, obliczonych dla danego okręgu dyrekcyjnego.

2) Obok badania kosztów transportu, należy przeprowadzić również badanie ilościowe co do transportów, które mogą przejść na drogę wodną.

3) W pracach nad rozbudową sieci dróg wodnych w Polsce należy wyjść z tych linii, na których już obecnie odbywa się żegluga na większą skalę. Do takich należy przede wszystkim Wisła, następnie Warta oraz węzeł dróg wodnych na wschodzie.

Na tem posiedzenie zakończono.