

PRZEGLĄD TECHNICZNY

CZASOPISMO POŚWIĘCONE SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU

TREŚĆ:

- Zużycie wyrobów o twardej powierzchni, nap. Prof. N. Sawin, Zakłady Skody, Czechosłowacja.
- Badanie na modelu zapory na rzece Brdzie w Koronowie, nap. Dr. K. Pomianowski, Profesor Politechniki Warszawskiej.
- Rozrząd przewodu głównego jednokomorowych hamulców o sprężonym powietrzu, nap. Dr. Inż. A. Langrod.
- Refleksje z powodu kilku nowszych prac ze statyki prętów sprężystych, nap. Dr. M. T. Huber, Profesor Politechniki Warszawskiej.
- Przegląd pism technicznych.
- Bibliografia.
- Sprawozdania i Prace Polskiego Komitetu Energetycznego.

SOMMAIRE:

- L'usure au frottement des pièces à surface dure (à suivre), par M. N. Sawine, Professeur, Directeur aux usines Skodovy Zavody, Tchecoslovaquie.
- L'essai sur le modèle du barrage projeté sur la rivière Brda à Koronowo, par M. K. Pomianowski, Dr., Professeur à l'École Polytechnique de Varsovie.
- Distribution de la conduite principale des freins à une chambre à l'air comprimé (à suivre), par M. A. Langrod, Dr. ès sc. techn., Ingénieur.
- Observations relatives à quelques études nouvelles concernant la statique des barres élastiques, par M. M. T. Huber, Dr. ès sc. techn., Professeur à l'École Polytechnique de Varsovie.
- Revue documentaire.
- Bibliographie.
- Bulletin du Comité Polonais de l'Énergie.

Zużycie wyrobów o twardej powierzchni

Napisał Profesor N. Sawin, Zakłady Skody, Czechosłowacja.

A. Definicje ogólne.

Pod nazwą zużycie rozumiemy w technice zmniejszenie (zmianę) początkowych wymiarów wyrobu, powstałe wskutek wydzierania (ścierania) cząstek powierzchniowych.

Należy odróżnić zużycie od zmiany wymiarów wyrobu pod działaniem ciepła, sił sprężystości, wewnętrznych zmian strukturalnych, zmęczenia tworzywa, utleniania i t. p.

Zużycie wyrobu jest zazwyczaj łącznym skutkiem dwóch zjawisk: wysuwania się cząstek tworzywa nad powierzchnię wyrobu i odrywania ich od ciała wyrobu.

Niewątpliwie, zarówno twardość Brinell'owska, jak i wisność materiału są głównymi czynnikami, oddziałującymi na zużycie. Wysoka twardość, wykazana przez nacisk kulki lub ostrza djamentowego, świadczy o dużej odporności tworzywa na przenikanie doń ciała obcego, na powstawianie rys (zdrapań) lub na wysuwanie się jego cząstek ponad powierzchnię. Z drugiej strony, wysoka wisność i wysoka wytrzymałość na rozciąganie wskazują na dużą odporność tworzywa na odrywanie cząstek wysuniętych.

Odporność na zużycie naogół nie wzrasta proporcjonalnie do wzrostu dorażnej wytrzymałości na rozciąganie i twardości wedł. Brinell'a lub twardości wyznaczonej jakakolwiek inną metodą. To też próba twardości nie daje podstaw dostatecznych do oceny zużycia tworzywa.

Z innych czynników, wywierających duży wpływ na zużycie, należy wymienić budowę metalograficzną tworzywa i jego jednorodność.

B. Przyczyny zużycia.

Przyczyną zużycia jest zazwyczaj tarcie: 1) tarcie przy toczeniu się (potoczyste) a) ze

smarem w przypadku łożysk kulkowych, b) bez smaru, jak np. przy tarcii klocka hamulcowego o obręcz koła pojazdu kolejowego lub tarczy szlifierkiej o obrabiany przez nią nieruchomy przedmiot.

Przy pracy metali związanej ze zjawiskiem tarcia zauważono już dawno, że twardość powierzchniowa wyznacza tylko do pewnego stopnia odporność tworzywa na zużycie. Naprzykład stal manganowa wykazuje, przy stosunkowo niskiej twardości, dużą odporność na ścieranie. Z pośród dwóch materiałów o jednakowej dorażnej wytrzymałości na rozciąganie, lecz różnem wydłużeniu, ten, który ma wydłużenie większe, wykazuje często też większą odporność na ścieranie.

Stal tygłowa i stal z pieców elektrycznych — wedł. badań Robin'a — mniej ulegają zużyciu, niż stal martenowska; kucie i walcowanie wzmagają ich odporność na zużycie. Kwaśna stal martenowska zdaje się być bardziej odporną na zużycie niż zasadowa. Różnice odporności na zużycie przypisywano dawniej różnicom wielkości ziarn krystalicznych i obecności zanieczyszczeń, np. żużla. Brinell zbadał zużycie żelaza lancashire'skiego i znalazł, że wykazuje ono mniejszą odporność w kierunku walcowania, niż w kierunku poprzecznym do pierwszego. Honda i Jama da twierdzą, że stal martenytyczna bogata w węgiel (powyżej 0,7% C) ulega większemu zużyciu, niż takąż stal o budowie troostytycznej i sorbitycznej, i że proces normalizowania cieplnego (wyżarzania) stali węglistej obniża jej odporność na zużycie. Wedł. badań Robin'a, stal o zawartości 0,65% C, zahartowana w oleju, jest bardziej odporna na zużycie niż takąż stal, zahartowana w wodzie i wykazująca wyższą twardość Brinell'a. Doświadczenia French'a i Herschman'a nad stałą nad-eutektyczną (1,06% C), doprowadzoną przez har-

towanie do bardzo wysokiej twardości, również wykazały, że tworzywo to jest mniej odporne przy tarcu ślizgowym, niż taka sama stal o mniejszej twardości, np. zahartowana w oleju, odpuszczana i nieodpuszczana. Według badań N i e b e r d i n g'a, wykonywanych ze stalami narzędziowymi, zużycie bywa najmniejsze w razie odpuszczania do 400° C i obecności w tworzywie takich składników strukturalnych, jak hardenit, martenzyt, troostyt i osmondyt.

Rozumie się samo przez się, że na zużycie wyrobu wywierają wpływ również inne czynniki, np. nacisk i prędkość ruchu, droga tarcia, smar oraz stopień pierwotnej gładkości powierzchni trących się. Im większy nacisk — tem większe zużycie; znane są atoli przypadki, gdy przy ślizgowym ze smarem tarcu brązu (P o r t e v i n i N u s s b a u m e r) oraz przy tarcu potoczystym stali bez smaru (S t a n t o n i B e t s o n) nacisk powierzchni współpracujących zwiększał twardość powierzchniową tworzywa i tą drogą zmniejszał czasowo zużycie. Zużycie wzrasta wraz ze wzrostem drogi tarcia. Dobre smarowanie olejami roślinnymi obniża zużycie do minimum. Im obróbka skrawaniem jest bardziej zgrubna, tem wybitniej występują w świeżo wykonanym wyrobie nawpół zburzone nożem cząstki tworzywa nad jego zdrową powierzchnią i tem szybciej postępuje na początku pracy danego przedmiotu proces ich odrywania, t. j. zmniejszenie wymiarów wyrobu (przyspieszone zużycie początkowe).

C. Metody i przyrządy do badania zużycia.

Poniżej przytaczamy krótki opis metod i przyrządów do doświadczalnego badania zużycia.

L. R e n a u l t opatentował w r. 1919 sposób wyznaczania zużycia zapomocą wirującego krążka (lub kulki), przyciskanego do powierzchni badanego tworzywa. Jako miarę zużycia, przyjął wielkość powstającego w tworzywie wgłębienia przy odp. nacisku, szybkości obracania się krążka i pewnej ogólnej jego liczbie obrotów. Według zdania wynalazcy, zaletą jego metody jest szybkość wykonywania badania i łatwość pomiaru wgłębienia. Zdaje się, że Renault nie zajmował się dalej swym pomysłem, gdyż w handlu nie spotyka się przyrządu, opartego na tym patencie.

W r. 1921 S c h e i b e wykonał przyrząd zaopatrzonego w szlifowany krążek, który należało przyciskać do badanego tworzywa.

B r i n e l l ogłosił w r. 1922 konstrukcję przyrządu, wyposażonego w krążek stalowy, obracający się ze stałą prędkością i przyciskany do badanego tworzywa; dla przyspieszenia badania doprowadzano do powierzchni roboczej krążka piasek kwarcowy pewnej ziarnistości z wodą; stopień zużycia oznaczano na podstawie pomiaru wgłębienia.

Na maszynie S p i n d e l'a (MAN) ocenia się zużycie również na podstawie wytworzonego wgłębienia; w odróżnieniu od wspomnianych wyżej przyrządów, krążek w maszynie Spindel'a ma większe wymiary i zapisy jego pracy wykonywa się automatycznie. Maszyna pozwala na prowadzenie badań tarcia potoczystego oraz badań smarów. Pa-

tent na maszynę był zgłoszony w r. 1920¹⁾, wkrótce po ogłoszeniu patentu Renault'a.

Różne przyrządy do badania tarcia potoczystego, jak np. Saniter'a, Stanton'a i Betson'a, Amslera, nie nadają się do badań narzędzi mierniczych i innych, stosowanych normalnie w warsztatach i pracujących tarciami ślizgowymi. Maszyny Derihon'a i Jannin'a, aczkolwiek są przeznaczone do badania tarcia ślizgowego, niezbyt się nadają do badania zjawisk zużycia sprawdzianów, wobec ograniczeń warunków technicznych badania.

Lepszą metodą badania zużycia jest ta, w której badany sprawdzian poddaje się badaniu w takich samych warunkach pracy, jakie ma w warsztatach. Pod tym względem przyrząd F r e n c h'a i H e r s c h m a n'n'a, imitujący ruch ręki robotnika, powinien dawać wyniki najbardziej miarodajne²⁾. W przyrządzie tym badany sprawdzian łoczkowy uzyskuje od silnika zwrotny ruch pionowy, zaś obejmujący ten walec, przecięty na 2 połowy pierścien sprawdzianowy — zwrotny ruch obrotowy w płaszczyźnie poziomej; nacisk pomiędzy stykającymi się powierzchniami sprawdzianu i pierścienia reguluje się zapomocą sprężyn; liczba przesunięć notowana jest przez licznik. Przyrząd pozwala na wszelkie zmiany materiału sprawdzianu i pierścienia, siły nacisku, smaru i chłodzenia, na stosowanie rozmaitych proszków szlifierskich i t. d.

W przyrządzie N i e b e r d i n g'a, wykazującym konstrukcyjne podobieństwo do urządzenia Robin'a, cienki drążek z badanego tworzywa o końcu zakończonym jest przyciskany z pewną siłą do obracającej się wokoło osi pionowej tarczy; drążek wykonywa powolny ruch ku środkowi tarczy. Nieberding³⁾ nie uważa za właściwe używanie stałego krążka stalowego, stykającego się z tem samym miejscem tworzywa badanego na krążku tworzą się — według niego — osady, mogące wywierać wpływ na wyniki badania; lepiej zmieniać ciągle — jak w jego przyrządzie — styk pomiędzy trąciami się ciałami. W sposobie Nieberding'a niema zupełnego podobieństwa do rzeczywistego ścierania się sprawdzianu w warsztacie; a i samo badanie wykonywa się nie na sprawdzianie, lecz na próbnym drążku.

D. Maszyna Skoda - Sawin do szybkiego badania na zużycie wyrobów o twardej powierzchni.

Autor uwag niniejszych, który wiele lat pracował nad zagadnieniem zużycia narzędzi pomiarowych i innych, doszedł — po zbadaniu różnych metod — do wniosku o użyteczności praktycznej wirującego krążka, jako środka wyznaczania zużycia tworzyw. Dogodność tego urządzenia polega nietylko na szybkości badania i łatwości pomiaru wgłębienia, jak to wskazuje też Renault, ale i na tem, że

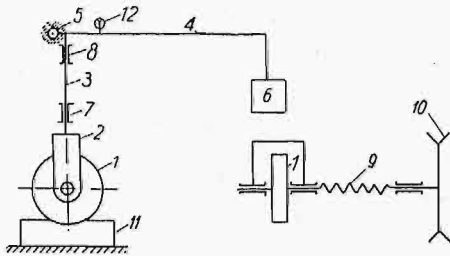
¹⁾ Z tytułu opisu patentowego wynika, że Moses Spindel zgłosił wynalazek w b. ces. Austrjacko - Węg. jeszcze w r. 1915 i skorzystał z moratorium wojennego do uzyskania patentu niemieckiego; do niego więc należy pierwszeństwo zastosowania krążka wirującego do wyznaczania zużycia tworzywa.

²⁾ Wear of steel with particular reference to plug gages. Trans Am. Soc. for Steel Treating, 1926.

³⁾ Abnutzung von Metallen unter besonderer Berücksichtigung der Messflächen von Lehren. VDI, Berichte t. 5, 1930 r.

badania wykonywa się bezpośrednio na danym przedmiocie bez psucia tegoż. Miarodajność uzyskiwanych wyników, w założeniu poprawnej pracy przyrządu, jest zupełnie zadowalająca, jak wykazały wielokrotne próby porównawcze.

Specjalnie skonstruowana maszyna, która ulegała wielokrotnym przeróbkom, zawiera wirujący



Rys. 1. Schemat maszyny Skoda—Sawin.

wyjaśniają wyraźnie: schemat na rys. 1 i widok na rys. 2.

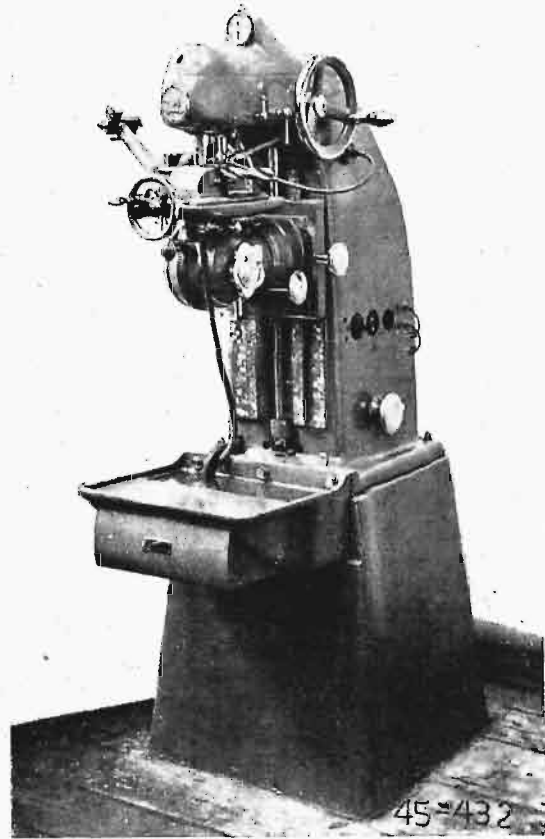
Krażek 1 jest osadzony w łożyskach uchwyty 2, na który — za pośrednictwem drążka 3 — wywiera nacisk dźwignia 4, o osi obrotu 5, zaopatrzona w ciężar 6 na drugim końcu. Drążek 3 obejmuje tulejki przewodnicze 7 i 8. Krażek 1 jest uruchamiany za pośrednictwem gibkiego wałka 9 i koła pasowego 10, połączonego z silnikiem, mieszczącym się w podstawie maszyny. Badany przedmiot 11 jest ochładzany strumieniem odpowiednio dobranej cieczy, usuwającej jednocześnie z pod krążka wióry w postaci drobnego proszku.

Jak widać z rys. 2, przedmiot zamocowuje się w zacisku uniwersalnym, mogącym przesuwac się do góry i ku dołowi po przewodnicach stojaka. Przed doświadczeniem ustawia się zacisk zapomocą poziomnicy tak, żeby powierzchnia badanego wyrobu, na której należy uzyskać wgłębienie, była pozioma, lub by dwie jej prostopadłe do siebie styczne leżały w płaszczyźnie poziomej. Przez oświetlenie prześwietlu pomiędzy krążkiem a wyrobem sprawdza się równoległość powierzchni obu tych przedmiotów i, w razie potrzeby, przechyla się zacisk w odpowiednią stronę. Po wykonaniu opisanej kontroli ustawienia, przyciska się przedmiot do krążka ostrożnym ruchem zacisku tak, by wskazówka czujnika 12, umieszczonego w górnej części stojaka, stała na zerze. Wówczas dźwignia z ciężarem będzie w położeniu poziomem. Uruchamia się krążek. Zapomocą czujnika można wówczas śledzić przenikanie krążka do wyrobu, a obroty liczyć według licznika.

Po wykonaniu określonej liczby obrotów maszynę się zatrzymuje i zapisuje się wskazanie czujnika; do uzyskanego wgłębienia przystawia się mikroskop, przymocowany do stojaka przegubowo z lewej strony. Zapomocą przesuwanych rysek mikroskopu mierzy się w trzech miejscach szerokość A wgłębienia (rys. 3) w jednostkach podziałki mikroskopu, bierze się średnią arytmetyczną i według tabeli pomocniczej znajduje się głębokość B w mikronach. W razie zgodności wskazań mikroskopu ze wskazaniem czujnika, wyznacza się według tabeli objętość wgłębienia w

10^{-3} mm, którą to liczbę przyjmuje się za miarę zużycia.

Naturalnie, wielkość wgłębienia wyrazić można z dostateczną dokładnością przez szerokość i dłu-

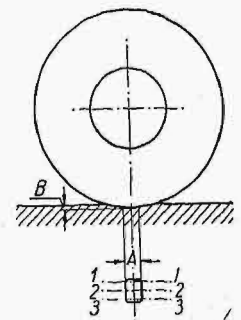


Rys. 2. Widok maszyny Skoda—Sawin.

gość, ponieważ wymiary krążka, wykonanego ze stopu „Widia” mogą być uważane w przybliżeniu za niezmiennie. Atoli jedynie objętość wgłębienia, do którego wytworzenia w danym tworzywie niezbędna jest określona ilość energii, należy uważać za miarę odporności na zużycie.

Ażeby zarysy wgłębienia były wyraźne, pożądane jest, by na powierzchni wyrobu było równe i gładkie spłaszczenie (bardzo małe), równoległe do osi krążka; dogodnie też mierzyć wgłębienie na powierzchni walcowej lub stożkowej.

Dla możności porównania wyników pomiarów zużycia, wgłębienia powinny być kształtu geometrycznie podobnego, czego jednak w rzeczywistości nie bywa. Ponieważ atoli maszyna nie jest przeznaczona do celów uniwersalnych, na przykład do badań tak różnych tworzyw, jak hartowana stal i ołów, lecz ma przeznaczenie ograniczone, mianowicie sprawdzanie zużywalności wyrobów o powierzchni twardej, a głównie zużywalności stopów poddanych różnej obróbce cieplnej, przeto można zaniębać odstępstwa od prawa podobieństwa geometrycznego. W przeciwnym razie wypadłoby wykonywać porównanie zużycia różnych tworzyw



Rys. 3.

przy stałej objętości wgłębienia, za miarę zaś zużycwalności brać obroty krążka przy różnych obciążeniach, ustalwszy poprzednio drogą doświadczalną sposób przeliczania wyników badań na jednolitą miarę.

Charakter wydzierania przez krążek cząstek tworzywa na naszej maszynie dopuszcza możliwość założenia, że wiórki będą miały w przybliżeniu jednakowy kształt i wielkość i że na zasadzie prawa Rittinger'a objętość wgłębienia będzie proporcjonalna do energii wydzierania, t. zn. do iloczynu liczby obrotów krążka przez ciśnienie. Tak też było w naszych badaniach.

B a d a n i e m a s z y n y S k o d a — S a w i n.

Każdy przyrząd, każda maszyna do badania zużycwalności posiadają swe szczególne właściwości i nie mogą pretendować do bezwzględnej wartości uzyskiwanych przy ich pomocy wyników. Praktyczne znaczenie może mieć tylko taka maszyna, na której, przy badaniu tworzywa wzorcowego (o stałej strukturze), odchylenia poszczególnych odczytów nie przekraczają określonej niewielkiej odsetki, a czas badania ograniczony jest do kilku minut. Ażeby uczynić zadość tym warunkom, niezbędna jest staranna analiza warunków pracy maszyny i długotrwałe doświadczenia, mające na celu poznanie jej zachowania się.

Jakkolwiek proces wytwarzania wgłębienia za pomocą twardego krążka wirującego jest nader prosty, to jednak wywierają nań wpływ — jak wykazują badania — liczne czynniki:

1. Stan krążka, mianowicie:
 - a) jego tworzywo
 - b) jego powierzchnia
 - c) nieregularności jego ruchu
 - d) jego łożyska
 - e) jego średnica i zużycie.
2. Ciecz chłodząca.
3. Prędkość obwodowa.
4. Obciążenie krążka.
5. Czas trwania badania.

1. K r a ż e k.

a) *Tworzywo krążka.* Ze wszystkich tworzyw do wyrobu krążka, zbadanych z punktu widzenia odporności na zużycie, najlepszym bezwarunkowo okazał się stop Widia. Aczkolwiek zauważono pewne różnice w pracy różnych krążków „widjowych” na tem samym tworzywie wzorcowym, to jednak odchylenia te nie były znaczne. Postępy wytwarzania węglików wolframu, molibdenu, tytanu pozwalają oczekiwać dalszego ulepszenia własności tych tworzyw węglkowych, czego przykładem jest nowa odmiana „Widia X” i nowy węgiel tytanu, t. zw. „Titanit”.

b) *Powierzchnia krążka.* Doświadczenia wykazały, że nowy krążek usuwa tworzywo prędzej niż krążek zużyty. Tłomaczy się to tem, że krążek podczas pracy stopniowo wygładza się, skutkiem czego jego zdolność wydzierania cząstek tworzywa badanego maleje. Ażeby zachować tę zdolność możliwie stałą, pożądane jest doprowadzenie nowego lub świeżo ustawionego krążka do możliwie wysokiego stopnia gładkości drogą polerowania.

c) *Nieregularność ruchu.* W razie owalności krążka, niezgodności jego osi z osią wałka, na

którym jest on osadzony, jak również w razie luzu w łożyskach wałka, wynikają nieregularności ruchu krążka — „mimośrodkowość ruchu”. Wynikiem tych nieregularności jest silne drganie wskazówki czujnika, czyniące niemożliwym dokładne śledzenie procesu wytwarzania wgłębienia i rodzące nieufność do dokładności badania. Ponieważ największa głębokość mierzonego podczas badań wgłębienia rzadko sięga 500 mikronów, a w większości wypadków waha się pomiędzy 200 a 300 mikronami, to wielkość dopuszczalnych drgań wskazówki czujnika powinna być ograniczona do 20—30 mikronów. Dla uniknięcia „gry” krążka w łożyskach zaleca się wykonywać jego szlifowanie i ostateczne wykończenie drogą polerowania na jego własnym wałku, a nadto zwracać szczególną uwagę na montaż wałka w łożyskach.

d) *Łożyska.* Pomimo wielkiej dokładności wykonania łożysk, dla uniknięcia nieregularności ruchu, bardzo ważnym jest usunięcie możliwości wyciekania z nich smaru i trafiania go na krążek. Smar łożyskowy szybko brudzi krążek i wywiera znaczny wpływ na jego pracę. Odwrotnie, przeniknięcie do łożysk cieczy chłodzącej, zazwyczaj o małej smarności, prowadzi do zagrzewania się łożysk.

e) *Średnica i zużycie krążka.* Doświadczenia z krążkami różnej średnicy wykazały, że im większa średnica krążka, tem większa objętość uzyskanego wgłębienia przy jednakowej drodze wykonanej; różnica ta jest mniejsza przy użyciu krążków o średnicy 25 i 30 mm.

Zmniejszenie średnicy krążka widjowego dochodziło w naszych badaniach do 1 mikrona na 2 miliony obrotów przy chłodzeniu olejem wiertarskim i do 3 mikronów na 1¼ miliona obrotów przy chłodzeniu 0,5% roztworem dwuchromianu potasu ($K_2Cr_2O_7$). Wypada krążek co pewien czas szlifować i polerować, a przy tem jego średnica, po każdorazowym takim szlifowaniu, zmniejsza się o 5 — 15 mikronów. Powstaje pytanie, jak daleko możemy posuwać się ze zmniejszeniem średnicy $2r$ krążka, ażeby różnica objętości V wgłębien nie przekroczyła określonej wartości?

$$V = b \frac{r^2}{2} \left(\frac{\pi}{180} \varphi - \sin \varphi \right),$$

gdzie b — niezmienna szerokość krążka, a φ — kąt łuku wgłębienia. Wyraz $\frac{b}{2} \left(\frac{\pi}{180} \varphi - \sin \varphi \right)$ może

być uważany, praktycznie biorąc, za stały, zatem

$$\begin{aligned} V &= r^2 C, \\ dV &= C 2r dr, \\ dr &= dV : 2rC. \end{aligned}$$

Ten ostatni wyraz służy do obliczania poprawek przy zmianach średnicy krążka.

2. C i e c z c h ł o d z a c a.

Krążek nie może pracować na sucho, gdyż powstające wskutek tarcia ciepło zmienia strukturę tworzywa we wgłębieniu. Poza tem wytwarzające się wiórki w postaci drobnego proszku pozostają we wgłębieniu i przyklepiają się do krążka, psują go i stanowią przyczynę niemożności porównania wyników badań. Tworzywo trzeba chłodzić sztucz-

nie, a wiórki szybko usuwać. Zastosowanie sprężonego powietrza nie dało dodatnich wyników. Trzeba więc było uciec się do cieczy chłodzących. Wymagania, stawiane cieczom chłodzącym, są następujące: ułatwienie jaknajszybszego tworzenia się wgłębienia, dostateczna zdolność chłodzenia, stałość składu, taniść i chemiczna obojętność w stosunku do części maszyny.

Jak należało się spodziewać, silny strumień niektórych cieczy nie tylko dobrze ochładzał tworzywo i wymywał z wgłębienia wióry, ale i wykazywał duży wpływ na szybkość powstawania wgłębienia. Przyrząd jest tak czuły na najmniejsze zmiany cieczy, że może służyć do dokładnych badań ich zdolności chłodniczych i smarności.

Oleje roślinne i mineralne trzeba było pominąć, z przyczyn następujących: duża smarność bardzo opóźnia tworzenie się wgłębienia, dzięki gęstości oleju wiórki pozostają na długo pod krążkiem i wytwarzają ryski na jego powierzchni, wreszcie samo chłodzenie jest niewystarczające.

Emulsje (oleje wiertarskie), stosowane zwykle w warsztatach przy skrawaniu metali i stanowiące słabe roztwory wodne olejów mineralnych, mydła i sody, chłodziły dobrze materiał i wymywały wióry, lecz nie odznaczały się stałością swego składu. Roztwory sody w wodzie, aż do nasycenia włącznie, nie dały również dobrych wyników, poza tem soda wypierała olej ze wszystkich powierzchni smarowanych i zanieczyszczała maszynę.

Najlepszą cieczą okazał się 0,3—0,5% roztwór wodny dwuchromianu potasu ($K_2Cr_2O_7$), który stosowali w swych badaniach zużycia sprawdzianów French & Herschmann. Ciecz ta jest tania, współdziała z szybkim powstawaniem wgłębienia, nie ulega rozkładowi i nie utlenia części maszyny.

Wpływ niektórych zbadanych cieczy uwidocznił na wykresach rys. 4. Średnica krążka wynosiła 20 mm, obciążenie 15 i 30 kg, badany materiał — stal szybko tnąca o 18% W, liczba obrotów krążka — 1 000 na min. Mierzono szerokość wgłębienia w mikronach w zależności od ogólnej liczby obrotów krążka.

Pomiary szerokości wgłębienia przy chłodzeniu różnymi cieczami dały nast. liczby porównawcze:

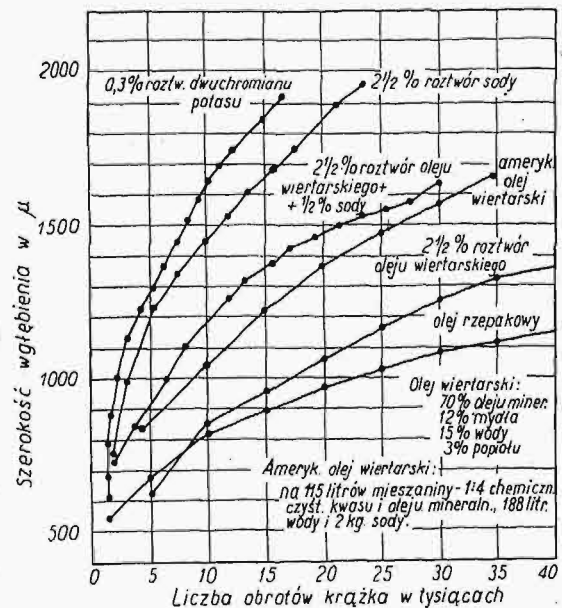
Olej rzepakowy	46%
5% roztwór emulsji „oemita”	76 „
5% „ normalnego oleju wiertarskiego	89 „
Nafta	90 „
Woda z małą domieszką oleju	100 „
2½% roztwór normalnego oleju wiertarskiego	160 „
Woda	184 „
1% roztwór sody	233 „
2½% „	235 „
0,3% „ dwuchromianu potasu	243 „
5% „ sody	256 „
0,5% „ dwuchromianu potasu	265 „

3. Prędkość obwodowa.

Teoretycznie prędkość obwodowa krążka nie powinna wywierać wpływu na wielkość wgłębienia, czyli przy jednakowych drogach tarcia, lecz różnych prędkościach obwodowych, wielkości wgłębienia powinny być jednakowe. W rzeczywistości jednak zauważono, że przy wzroście prędkości obwodowej następuje chwila, gdy tempo wydzierania cząstek maleje. Zjawisko to tłumaczy się drganiem krążka, wskutek którego jego powierzchnia

traci częściowo zetknięcie z badaniem tworzywem. Ponieważ zawsze trzeba się liczyć z pewną grą krążka (luzem osadzenia w łożyskach), przeto nie należy nadawać mu prędkości znacznej. Oto kilka przykładów charakterystycznych:

Przy chłodzeniu olejem roślinnym przejście od 1040 obr./min do 1 800 obr./min zmniejszało szero-



Rys. 4. Wyniki badań różnych cieczy chłodzących.

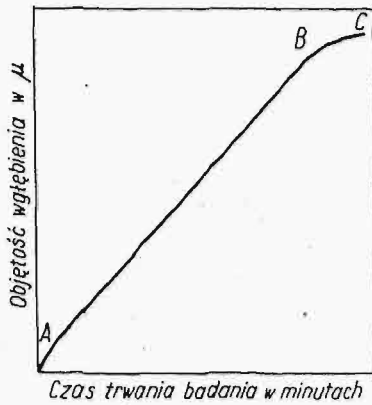
kość wgłębienia w przybliżeniu o 10%; przy chłodzeniu 2½% roztworem oleju wiertarskiego, stosując 2 140 obr./min, uzyskiwano wgłębienie mniejsze o 8%, niż przy 1 090 obr./min. To samo zauważono przy chłodzeniu 0,3% roztworem dwuchromianu potasu. Przy stosowaniu amerykańskiego oleju wiertarskiego, zmiana liczby obrotów z 340 na 540 nie wywierała wpływu na wytwarzanie wgłębienia. Wogóle praktyka stosowania różnych cieczy chłodzących wykazała, że krążki z widji o średnicy 25—30 mm wykonywały ruch spokojny przy 500—800 obr./min.

4. Obciążenie krążka.

Im większe jest obciążenie krążka, tem większe powstaje wgłębienie. Naprzykład przy obciążeniu 15 kg po 20 000 obrotów krążka wgłębienie było 1,9 raza mniejsze, niż przy obciążeniu 30 kg; tworzywem badaniem była normalna stal szybko tnąca, ochładzana 2½% roztworem oleju wiertarskiego z ½% sody. Badając klocki Johanssona przy 2 100 obr. krążka na min i przy chłodzeniu 5% roztworem oleju wiertarskiego, stwierdzono po 10 minutach, t. zn. gdy ogólna liczba obrotów krążka wyniosła 21 000, że stosunek objętości wgłębienia wynosił 1:1,98:2,94, gdy odpowiadające tym wgłębieniom obciążenia były 10, 20 i 30 kg. Przy badaniu 1% stali węglistej narzędziowej, chłodzonej 2½% roztworem sody, przy małych obciążeniach, naprz. 5, 10 i 15 kg, wgłębienia były zupełnie jednakowe i ściśle proporcjonalne do iloczynu obciążenia przez liczbę obrotów krążka (prawo Rittingera), dopóki iloczyn ten nie przekraczał 20 000; dalsze zwiększenie obrotów prowadziło do stosunkowego zmniejszenia wgłębienia, wskutek zakłóceń

styku krążka z badaniem tworzywem (drgań krążka); interesujące jest, że drgania były najmniejsze przy obciążeniu 10 kg.

Jak należało przypuszczać, zużycie tworzywa pod działaniem wirującego krążka następuje, zaczynając od pewnej najmniejszej wartości nacisku jednostkowego, zależnego przede wszystkim od rodzaju cieczy chłodzącej. W naszych badaniach,



Rys. 5. Zależność ogólna powstawania wgłębienia od czasu trwania doświadczenia.

ku 2½% roztworu oleju wiertarskiego z ½% sody i obciążenia krążka 30 kg. Przy badaniach stali szybko tnącej z chłodzeniem olejem roślinnym i przy obciążeniu krążka ciężarem 30 kg zużycie zanikało, gdy nacisk jednostkowy obniżał się do 10,6 kg/mm². Im większe tarcie pomiędzy krążkiem a tworzywem i im większe wgłębienie daje dana ciecz, tem mniejszy jest nacisk jednostkowy, przy którym zanika zużycie.

Wybór nacisku zależy od różnych okoliczności, mianowicie: od cieczy chłodzącej, stanu łożysk (krytycznej liczby obrotów) i od dokładności pomiaru wgłębienia. Przy danej cieczy i krótkim trwaniu badania nie można stosować wysokiej liczby obrotów dla uzyskania wystarczającego do pomiaru wgłębienia, wobec drgań krążka, należy więc zwiększać jego obciążenie. Jak wykazały liczne doświadczenia, przy słabych obciążeniach (5 — 10 kg) i cieczach o dużej smarności, wytwarzają się wgłębienia tak małe, a błędy ich pomiaru są tak duże, że wyniki badań tracą swą wartość praktyczną.

Badania wykazały, że w zależności od rodzaju

cieczy chłodzącej obciążenie krążka należy wybierać w granicach 15 — 30 kg.

5. Czas trwania badania.

Przy pomiarach zużycia na podstawie objętości wgłębienia ustalono, drogą licznych badań, że zużycie jest zależne linjowo od drogi tarcia, inaczej mówiąc od czasu pracy krążka (ogólnej liczby jego obrotów). Tylko w niektórych wypadkach powstawanie wgłębienia zachodzi na początku badania prędzej, co się tłumaczy nie tyle wpływem dużego nacisku jednostkowego, wobec małej zrazu powierzchni styku krążka z tworzywem, ile stanem powierzchni badanego przedmiotu i jego twardości powierzchniową.

Ogólny charakter pracy krążka widać z wykresu na rys. 5. W części AB zużycie następuje prędkiej, lecz w wielu wypadkach bywa ono od samego początku badania proporcjonalne do drogi krążka. Część krzywej BC rzadko udaje się osiągnąć, choć do oceny własności badanego przedmiotu byłoby korzystne wykonywanie badania aż do zupełnego zaniku zużycia. Badanie takie wymaga zazwyczaj dużo czasu i dlatego jest nieekonomiczne. Skrócić czasu badania radykalnie, np. do 1 minuty, nie można, gdyż proces roboczy maszyny wymaga pewnego czasu do osiągnięcia ruchu ustalonego. Najkrótszy czas badania powinien wynosić ok. 4 minut. Najdłuższy czas ustalono na 10 minut; ograniczają go z jednej strony względy ekonomiczne, a z drugiej — największa szerokość wgłębienia, jaka może być zmierzona z pomocą mikroskopu.

Wszystkie rozważone szczegółowo w punktach 1 — 5 osobiwości pracy maszyny prowadzą do następujących przepisów normalnego badania zużycia wyrobów o twardej powierzchni (obrobionych termicznie stali normalnych i stopów specjalnych):
 ciecz chłodząca — 0,5% roztwór dwuchromianu potasu,
 krążek ze stopu „Widia” o szerokości 2,5 mm i średnicy 25 lub 30 mm
 obciążenie krążka — 15 kg
 prędkość krążka — 675 obr./min i
 ogólna liczba obrotów przy pracy krążka bez przerw 3000 ± 10 , co odpowiada czasowi pracy krążka w przybliżeniu 4½ min.

(d. n.).

Badanie na modelu zapory na rzece Brdzie w Koronowie

(dla elektrowni okręgowej „Elektrogródek”)

Napisał Dr. K. Pomiński, Profesor Politechniki Warszawskiej.

Elektrownia okręgowa „Elektrogródek” zamierza wykonać zakład wodno-elektryczny w Koronowie na rzece Brdzie na Pomorzu. Rzeka zostanie spiętrzona zapomocą zapory ziemnej na 17,6 m wysokości ponad normalny poziom wody w korycie. W czasie budowy, przez rozpoczętą zaporę muszą być przepuszczane wody Brdy przy wszystkich stanach, jakie się zdarzają podczas robót; po ukończeniu zapory i zakładu,

musi istnieć możność, z jednej strony, opróżnienia zbiornika, z drugiej — przepuszczania wód Brdy przez zaporę z ominięciem zakładu, i to nawet w czasie najwyższych stanów rzeki.

Badania hydrologiczne wykazały, że w miesiącach wiosennych, od lutego do kwietnia, t. j. w miesiącach, gdy prawdopodobnie koryto Brdy będzie zaporą zamykane, najwyższe stany, jakich się można spodziewać raz na 5 lat, odpowiadają prze-

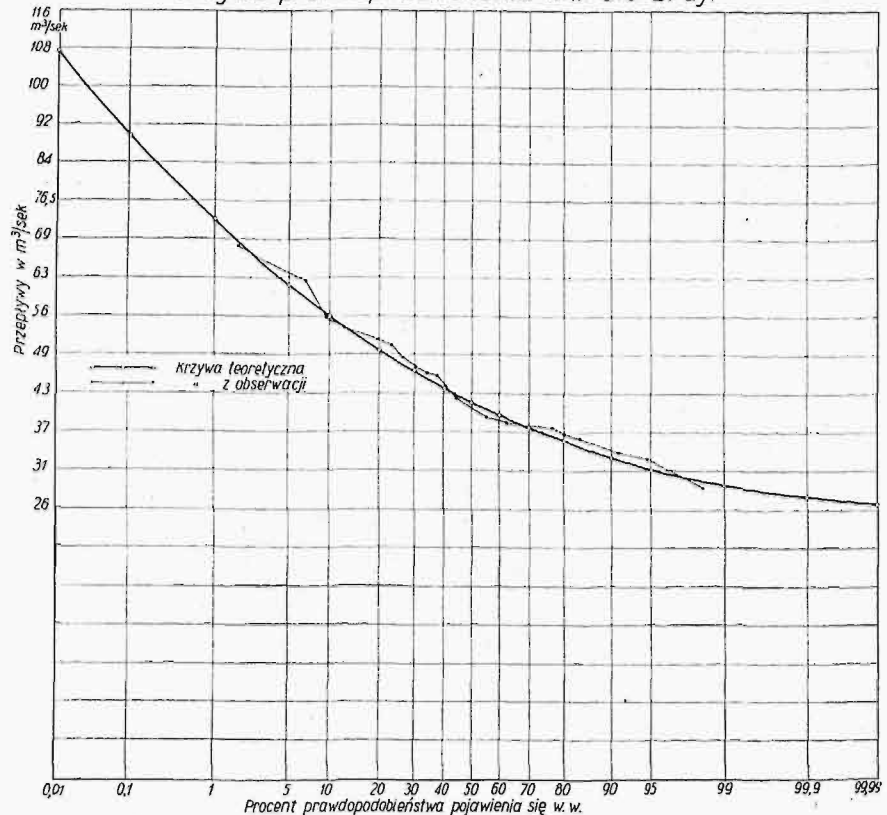
plywowi 45 m³/sek. Najwyższa fala wezbrania, jaka się może pojawić w ciągu całego roku raz na 100 lat, wynosi 74 m³/sek (rys. 1). Wynika z tego, że upust, jaki musi być wbudowany w groble, musi przeprowadzić 45 m³/sek w czasie budowy, przy piętrzeniu, jakie ze względów praktycznych jest tam dopuszczalne: około 2,00 m nad poziom normalny, oraz że przez ukończoną zaporę i przy normalnym piętrzeniu wody w zbiorniku ten sam upust musi przepuścić 74 m³/sek przy równoczesnym zniszczeniu na wylocie upustu energii wody wypływającej z wielką prędkością. Zmniejszenie energii musi nastąpić w takim stopniu, aby piaszczyste koryto rzeki niżej zapory nie było rozmywane, a tem samym aby nie zostały podmyte fundamenty upustu.

Z próbnych przeliczeń wypadło, że dla przepuszczenia wody w czasie budowy potrzebny będzie przekrój prostokątny podwójny wymiarów: 2 × (2,0 × 2,4 m), 109,5 m długi, założony w spadzie 4,3‰. Laboratoryjnie należało zbadać, czy przekrój ten istotnie przeprowadzi żądane ilości wody przy założonym piętrzeniu, przy czem wskutek silnej koncentracji strugi, należało się liczyć z tem, że wypadną znaczne straty wlotowe. Następnie należało wyznaczyć, jakie muszą być wbudowane słupy żelbetowe w podłożu wylotu, aby została zniszczona praktycznie cała energia wody, przy pełnym piętrzeniu na zbiorniku, oraz równoczesnym wypuszczeniu 74 m³/sek wody.

Model upustu został wykonany z betonu w skali 1:30, wbudowany w koryto rzeczne laboratorium i zasypyany piaskiem do profilu grobli (rys. 2). Poniżej grobli odtworzono w skali 1:30 koryto rzeki na długości 82,5 mb, a to w celu zbadania stopnia rozmywania go przez wodę, opuszczającą upust. W osi grobli dano na upuscie pionową studnię i w

ny, z którego woda wpływała na model, został starowany aż do ilości wody 19,11 l/sek, odpowiadających w skali 94,2 m³/sek w naturze. Dla pomieszczenia modelu w korycie musiały być ściany koryta na wlocie podniesione deskami o 30 cm w górę (rys. 3 a—c).

Krzywa prawdopodobieństwa w w dla Brdy

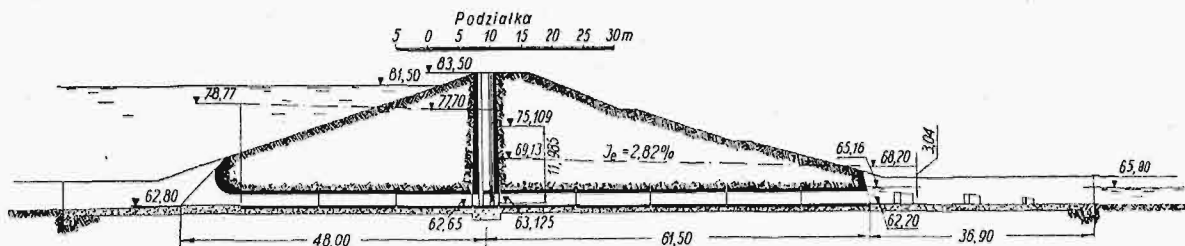


Rys. 1. Krzywa prawdopodobieństwa w. w. dla Brdy.

Spółczynniki oporu tarcia na modelu i w naturze oraz opory wlotowe wraz ze współczynnikiem St. Venant'a wyznaczono na podstawie następującego rozumowania. Cała strata wysokości przy przejściu przez model składa się: ze straty na

oporach tarcia: $\frac{v^2}{k^2 r}$ oraz straty na wysokości przed-

kości: $\frac{v^2}{2g} = h_v$, mnożonej przez współczynnik większy od jedności ($\alpha + \zeta$). Przepuszczając przez



Rys. 2. Przekrój podłużny upustu.

niej dwie pary wnek do pomieszczenia zasuw regulujących ilość przepuszczanej wody. Na wylocie, w rozszerzeniu podłoża umieszczono szereg listw drewnianych, do których były przyśrubowane modele słupów żelbetowych, służących do niszczenia energii. Przelew prostokątny — dwudziel-

upust pewne ilości wody ruchem jednostajnym, przy głębokości d mniejszej od wysokości otworów, w spadzie zwierciadła równoległym do spadu dna, z ilości wody i prędkości obliczymy współczynnik oporów tarcia na modelu oraz, przez przeliczenie w odpowiednich stosunkach do skali, współczynnik

odpowiadający warunkom rzeczywistym. Przepuszczając wodę przez model pełnym przekrojem i dzieląc znalezione wartości straty h przez kwadrat odpowiadającej im prędkości przeciętnej v , otrzymamy wyraz, w którym po podstawieniu wartości na k (podług wzoru Manninga = odwrotności n Kuttera) znane są wszystkie wartości i z którego obliczyć można wartość współczynnika straty na wysokości prędkości: $h_v \cdot (\alpha \pm \zeta)$.

$$h = (\alpha \pm \zeta) \frac{v^2}{2g} \pm \frac{v^2}{k^2 r},$$

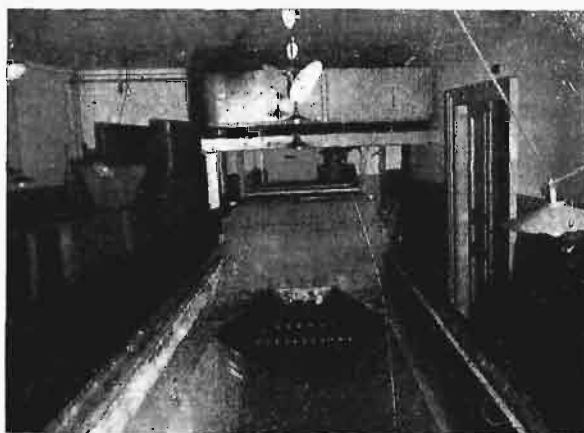
$$\frac{h}{v^2} = \frac{\alpha \pm \zeta}{2g} \pm \frac{1}{k^2 r}.$$

Wyniki pomiarów służących do wyznaczenia współczynników k i h podano w poniższej tabeli I.

Tabela I.

Przepływ		głębokość m	A m ²	v m/sek	r m	Spad ‰	$k = \frac{v}{r^{2/3} i^{1/2}} = \frac{1}{n}$	$n = \frac{1}{k}$
l/sek	m ³ /sek							
M o d e l								
2,15	0,00215	0,0295	0,004748	0,4529	0,0170	3,92	109,32	0,00916
3,65	0,00365	0,0433	0,006980	0,5229	0,0209	4,31	105,01	0,00952
4,95	0,00495	0,0536	0,008634	0,4554	0,0230	3,94	89,72	0,01115
średnio							101,35	0,01000
Wielkość rzeczywista								
	10,60	0,785	4,273	2,480	0,5105	3,92	62,16	0,0161
	18,00	1,299	6,282	2,864	0,6262	4,31	59,62	0,0168
	24,40	1,608	7,771	3,140	0,6899	3,94	64,01	0,0156
średnio							61,93	0,0162

Z doświadczeń powyższych wynika, że współczynnik n Kutter-Manninga jest dla skali modelu bardzo mały, dzięki starannemu wygładzeniu ścian,



Rys. 3a. Koryto rzeczne laboratorium z ustawionym modelem.

i wynosi w przecięciu 0,010, w skali rzeczywistej wynosiłby jednak znacznie więcej, bo 0,0162, t. j. więcej, niż możliwy do uzyskania w gładkich ścia-

nach betonowych 0,013. Model przepuszcza zatem mniej wody, niż upust rzeczywisty.

Przy przejściu od prędkości zero w zbiorniku do prędkości v w upuszczeniu następują straty, wywołane: 1) kontrakcją strugi (ζ), 2) nierównomiernym rozłożeniem prędkości w przekroju poprzecznym strugi (α). Suma strat na przejściu wody przez upust składa się zatem: z oporów tarcia w upuszczeniu oraz z wysokości prędkości, liczonej z prędkości przeciętnej w przekroju, mnożonej przez współczynnik większy od jedności i zawierający w sobie dwie powyżej podane straty. Dla wyznaczenia tych współczynników wykonano pomiary dla trzech ilości wody, raz podtapiając wylot upustu, drugi raz pozostawiając wolny wylot. Obliczywszy stratę na oporach tarcia z długości upustu przy uwzględ-

nieniu powyżej znajdującego współczynnika Kutter-Manninga $k = 0,010$, otrzymano współczynnik $(\alpha + \zeta) = 1,30$ w przecięciu z trzech pomiarów, jak to podano niżej w tabeli II.

Dalszy pomiar wykonano przy podtopionym wylocie. Pomiary te, jak podaje zestawienie w tab. III, dały wynik dość niespodziewany, iż straty na wysokości prędkości są znacznie wyższe przy małych, niż przy dużych prędkościach. Przy prędkościach na modelu 0,1825 m/sek, odpowiadającej prędkości rzeczywistej 1,0 m/sek, strata wysokości prędkości, wywołana nierównomiernym rozłożeniem prędkości w przekroju i kontrakcją ($\alpha + \zeta$), wynosi blisko 100% wysokości prędkości h_v . Przy prędkości na modelu 1,124 m/sek, strata ta już jest taka sama, jak dla wylotu niepodtopionego, t. j. okrążyło 0,3 wysokości prędkości. Z pomiarów można wysnuć następujące wnioski: 1) wielkość straty na wysokości prędkości, zmierzonej na modelu dla pewnej prędkości, nie da się przenieść w stosunku do skali na rozmiar budowy rzeczywistej. Przy prędkości 0,18 m/sek strata wynosi 0,976 h_v i tej prędkości na modelu odpowiada prędkość rzeczywista 1,00 m/sek, lecz przy prędkości na modelu 1,124 m/sek strata wynosi tylko 0,270 h_v . Dla da-

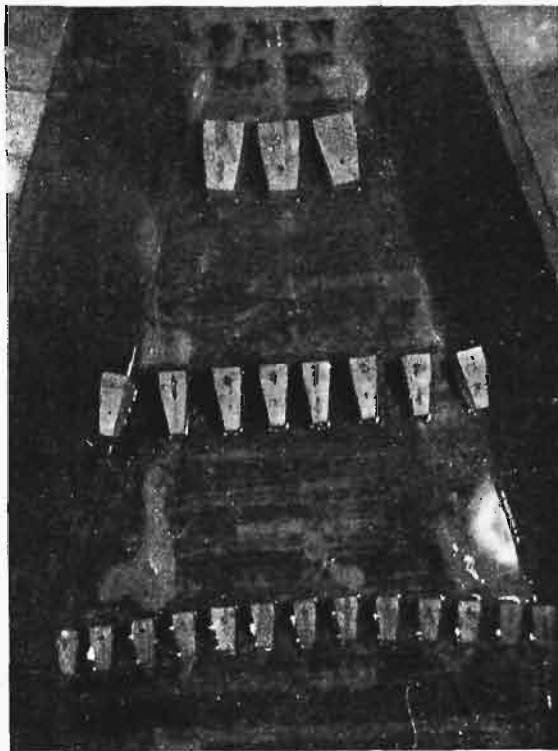
Tabela II.

l/sek	Wpływ pod ciśnieniem — odpływ niepodtopiony						
	różnica ciśnienia h m	prędkość v m/sek	v^2	$v^2 \frac{L}{k^2 r}$	$\Delta = h - \frac{Lv^2}{k^2 r}$	$\frac{\Delta}{v^2}$	$\alpha + \zeta$
8,75	0,0543	0,799	0,6380	0,012297	0,042003	0,065836	1,292
10,35	0,0769	0,9448	0,8926	0,017286	0,059694	0,066870	1,312
12,40	0,10935	1,132	1,2813	0,024696	0,084654	0,066170	1,296
średnio							1,300

Tabela III.

Doświadczenie dla wyznaczenia całkowitych strat na całej długości modelu — przy odpływie podtopionym							
q l/sek	h m	v m/sek	v^2	$v \frac{L}{k^2 r}$	$\Delta = \frac{v^2}{2g} + \frac{v^2 L}{k^2 r}$	$\frac{\Delta}{v^2}$	$\alpha + \zeta - x$
2,00	0,004	0,18256	0,03333	0,0006425	0,0033575	0,10073	1,976
3,95	0,0135	0,36060	0,13002	0,002506	0,010994	0,08456	1,659
6,45	0,0322	0,5888	0,34667	0,006682	0,025518	0,07361	1,444
8,50	0,0560	0,7759	0,6020	0,011605	0,044395	0,07374	1,447
10,25	0,0809	0,9356	0,8754	0,016874	0,064026	0,07343	1,435
12,31	0,1061	1,1237	1,2628	0,02434	0,08176	0,06475	1,270

nej ilości wody w wielkości naturalnej strata będzie więc, nie jak wynika ze stosunku modelu 0,976 h_v , lecz najwyższej 0,27 h_v . Spółczynniki straty wysokości prędkości zależą widocznie tylko od kształtu wlotu i bezwzględnych prędkości, nie można więc ich przeliczać ze skali modelu na skalę



Rys. 3b. Widok wylotu upustu.

rzeczywistą, lecz trzeba brać bezpośrednio z modelu, bez żadnego przeliczania w stosunku do skali. Następnym wynikiem pomiarów jest ten, iż 2) niewątpliwie małym prędkościom odpowiadają procentowo większe straty, niż wielkim, w końcu 3) pomiar dowodzi, że przy podtopionym wylocie cała wysokość prędkości h_v jest stracona i nic z niej się nie da odzyskać. Uderzenie płynącej wody o wodę stojącą oraz wiry niszczą na wylocie całą ilość energii, tkwiącą w płynącej wodzie.

W tabeli III literą x oznaczono współczynnik, odpowiadający stracie wysokości prędkości, odzyskanej na wylocie. Z cyfr tabeli III wynika jednak, jak to wyżej podano, że nic się nie odzyskuje z wysokości prędkości, że zatem $x = 0$.

Spółczynnik straty ($\alpha + \zeta$), znaleziony na około 1,30 (tab. II), zgadza się dobrze ze znalezionym poprzednio współczynnikiem straty przy wydatku rury kołowej; 1,24.

Dla zniszczenia energii wbudowano na wylocie trzy szeregi kłoców (rys. 4—6). Pierwszy szereg, złożony z trzech kłoców 2,1 m wysokich, był wstawiony niedaleko za wylotem upustu. Środkowy kłoc był wstawiony w osi, dwa skrajne tak, aby dzieliły wolną przestrzeń do ściany na równe części, oś kłoców leżała pod kątem wynoszącym połowę kąta nachylenia ściany do osi upustu. Drugi szereg leżał w prostej i prostopadle do osi, składał się z 8 kłoców 1,5 m wysokich, trzeci, złożony z 13 sztuk jeszcze mniejszych, bo 0,9 m wysokich kłoców, leżał blisko końca betonowego podłoża.

Pierwszy, najbliższy wylotu rząd kłoców miał za zadanie niszczyć energię w przeważnej części na skutek uderzenia strugi o pionową ścianę kłoców, przyczem strugi odchyłały się częściowo na boki, przeważnie jednak ku górze. Okazało się, że rząd ten musiał być postawiony dość blisko wylotu, gdyż przy większym odchyleniu struga na wylocie

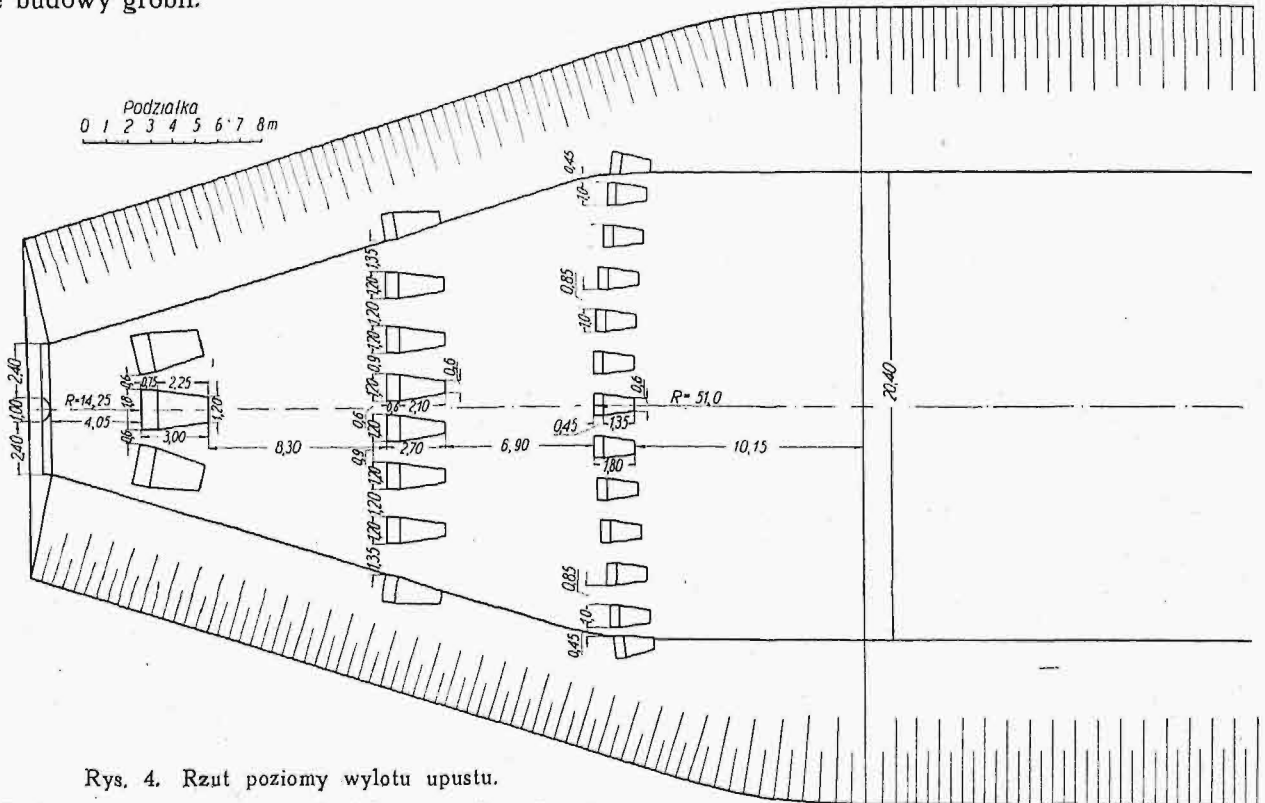


Rys. 3c. Widok przepływu przez wylot upustu na modelu.

odczepiała się od górnej powierzchni otworu rury, zwiększała się prędkość, struga przeskakiwała przez kłoc i, tracąc niewiele na prędkości oraz mało zwiększając swą szerokość, przeskakiwała przez kłoc następnych szeregów. Struga w końcu wypadała z dużą prędkością w niezabudowane ko-

ryto naturalne rzeki. Zahamowanie strugi na wylocie można było uzyskać tylko stawiając pierwszy szereg kłoców dość blisko wylotu oraz nadając samym kłocem znaczną wysokość. Zbytne zbliżenie kłoców do wylotu nie było znów dopuszczalne z obawy przed nadmiernym piętrzeniem wody w czasie budowy grobli.

nu o 1,5 m i nie była wynikiem utworzenia się wiru dennego poziomego, gdyż wir taki byłby się utworzył dopiero przy znacznie większych prędkościach, niż te, które w korycie istniały. Wir denny musiałby podkopywać fundament budowli, co w danym wypadku nie nastąpiło.

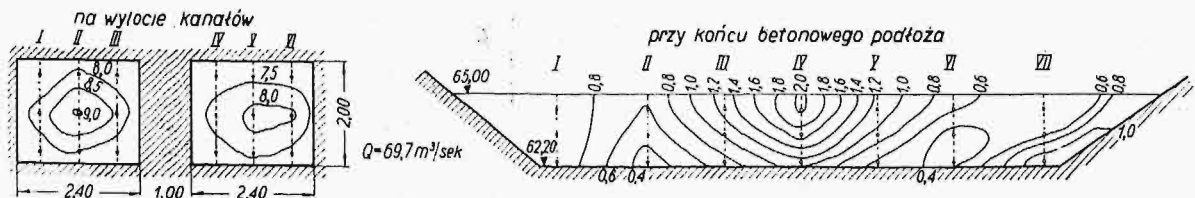


Rys. 4. Rzut poziomy wylotu upustu.

Położenie drugiego rzędu kłoców okazało się zależnym od tego, aby odskok, jaki się tworzył poniżej pierwszego rzędu, wpadł przy wszystkich objętościach przepływu dość daleko przed kłocami drugiego rzędu. Ponieważ osiowe położenie rur wylotowych wywoływało skupienie najsilniejszej strugi w osi betonowego rozszerzenia podłoża, dano odstęp kłoców zmienny, najmniejszy w osi, największy ku brzegom. W ten sposób zmniejszono ilość wody i prędkość w osi wylotu. Te same względy były miarodajne dla ustalenia położenia trzeciego i ostatniego rzędu kłoców, przyczem dla wyprostowania odskoku, jaki się poniżej tworzył,

Próby na modelu robiono przy kilku ilościach wody, a gdy przelew tarowniczy był podtopiony wodą zbiornika i zachodziły trudności w podniesieniu jego krawędzi, obliczono objętość przepływu każdorazowo zapomocą skrzyni tarowniczej i następnie tylko starano się o to, aby poziom wody na przelewie tarowniczym przez cały ciąg próby pozostawał stały.

Przy przepuszczeniu ilości wody $70,123 \text{ m}^3/\text{sek}$ ($14,225 \text{ l}/\text{sek}$ *) otrzymano wartości następujące: zasuwy były opuszczone tak, że wolny przekrój pod zasuwą wynosił $0,945 \text{ m}$ ($3,15 \text{ cm}$), łączna



Rys. 5 a i b. Rozkład prędkości (m/sec) na wylocie kanałów i przy końcu betonowego podłoża.

dano cały ten szereg w łuku, wypukłością zwróconym ku zaporze. Odskok ostatni tworzył się przy wszystkich objętościach przepływu jeszcze w obrębie betonowego podłoża, a struga wody opuszczała koniec podłoża zupełnie uspokojona. Przy przepływie $69,7 \text{ m}^3/\text{sek}$, prędkość w korycie naturalnym wynosiła w osi i na powierzchni $2,1 \text{ m}/\text{sek}$, w dnie $1,15 \text{ m}/\text{sek}$, nieznaczna jama poniżej podłoża betonowego, wytworzona w piaszczystym dnie koryta naturalnego, była oddalona od końca beto-

szerokość upustu pod zasuwą wynosiła $4,833 \text{ m}$ ($16,11 \text{ cm}$), pole wolnego przekroju pod zasuwą: $4,567 \text{ m}^2$ ($507,5 \text{ cm}^2$), prędkość wynosiła $15,33 \text{ m}/\text{sek}$ ($2,0803 \text{ m}/\text{sek}$), wysokość ciśnienia od poziomu wody w zbiorniku do osi otworu pod zasuwą: $19,425 \text{ m}$ ($0,6475 \text{ m}$), prędkość teoretyczna $\sqrt{2gh}$ wynosiła $19,525 \text{ m}/\text{sek}$ ($3,565 \text{ m}/\text{sek}$), stosunek prędkości rzeczywistej do teoretycznej

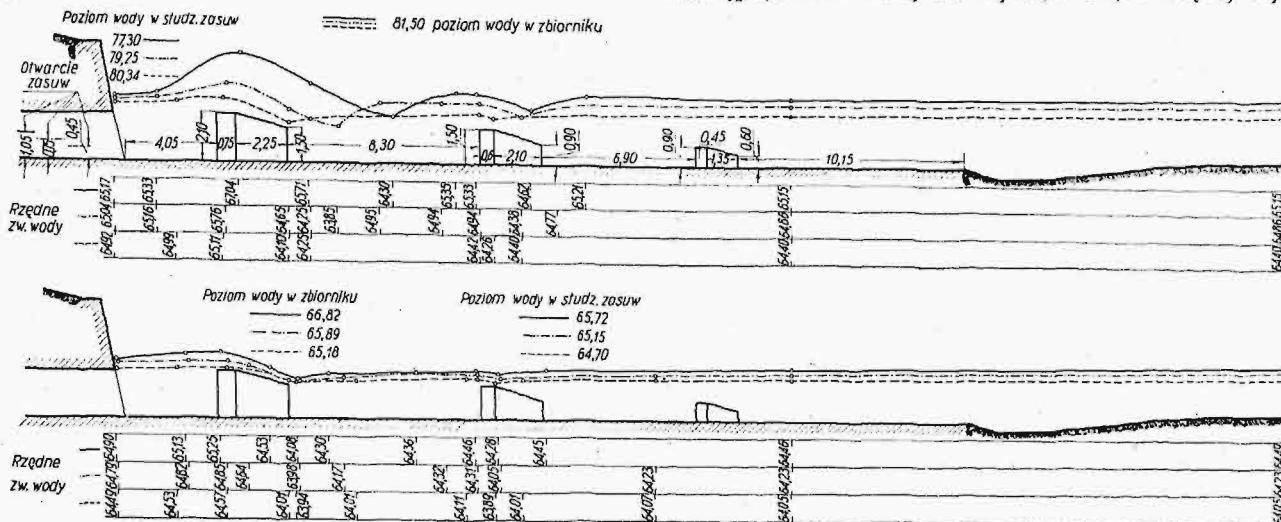
*) Cyfry podane w nawiasie odnoszą się do modelu.

15,33 : 19,525 = 0,785. Straty na wlocie oraz opory tarcia na pierwszym odcinku rury upustowej, wraz z kontrakcją i oporami na zasuwie, wynosiły:

$$19,425 \text{ m} - \frac{v^2}{2g} = 19,425 - 11,984 = 7,441 \text{ m}.$$

W pierwszej części upustu między wlotem a zasuwą woda płynęła pełnym przekrojem: $4,833 \times 2,04 = 9,859 \text{ m}^2$ ($16,11 \times 6,8 = 109,55 \text{ cm}^2$). Przeciętna prędkość wody wynosiła zatem 7,113 m/sek (1,30 m/sek), jej wysokość prędkości teoretyczna 3,039 m.

co odpowiada wysokości prędkości 3,04 m, obraz strat przedstawia się następująco: między poziomem wody w zbiorniku: 81,50 m a mierzonym w studni zasuwy: 77,70 m spadek jest 3,80 m, z czego około 0,76 m przypada na straty wlotowe, zaś 3,04 m na samo wytworzenie prędkości. Dodając wysokość prędkości 11,984 m do rzędnej osi otworu pod zasuwą 62,075 m, otrzymamy rzędną ciśnienia za zasuwą: 74,06 m. Strata na dławieniu zasuwy wynosi zatem $77,70 - 74,06 = 3,64 \text{ m}$. Straty na uderzenie o pierwszy rząd kłoców oblicza się, jak następuje: zw. wody na wylocie: 65,15 więcej wy-



Rys. 6 a i b. Linje zw. wody przy poziomie w zbiorniku 81,50 m n. p. m. i przy różnym otwarciu zastaw (u góry) oraz linje zw. wody przy pustym zbiorniku i przy całkowitem otwarciu zasuwy.

Pomiary poziomów zw. wody wykonano przy ilości wody przepuszczanej przez upust: 78,3 m³/sek, 60,0 m³/sek, 39,35 m³/sek. Przy przepuszczaniu ilości, odpowiadającej 78,3 m³/sek, wysokość podniesienia zasuwy była 1,05 m, przeciętna prędkość w przekroju rury upustowej wynosiła: $78,30 : 9,859 = 7,96 \text{ m/sek}$.

Dla objętości poprzedniej: 70,123 m/sek, mierzona na wylocie prędkość osiowa wynosiła w jednym otworze 8,73 m/sek, w drugim 9,07 m/sek. Różnica między prędkością przeciętną 7,113 m/sek a osiową maksymalną nie jest duża na modelu, w naturze będzie jeszcze mniejsza, z powodu mniejszego wpływu chropowatości ścian na rozkład prędkości. Największa prędkość w korycie ziemnym w osi upustu jest, jak podano powyżej, 2,10 m/sek na powierzchni oraz 1,15 m/sek na dnie. Wysokość prędkości pod zasuwami wynosiła 11,984 m, zaś na wylocie rur upustowych wynosiła cokolwiek ponad 3,04, największa w korycie ziemnym 0,225 m. Na początkowej przestrzeni upustu, od wlotu po zasuwy, była stracona wysokość — jak podano poprzednio — 7,441 m, między zasuwami a pierwszym rzędem kłoców strata wynosiła około 5,87 m, między pierwszym a ostatnim mniej niż 3 metry. Gdy prędkość przed zasuwami wynosiła 7,11 m/sek,

sokość prędkości 3,04 m, rzędna linii energii na wylocie: 68,19 odjęta od rzędnej 74,06 daje stratę 5,84 m. Zaznaczyć jednak trzeba, że dławienie zasuwy daje poważne straty tylko dlatego, że następuje tu uderzenie wody, płynącej pod zasuwą z prędkością 15,33 m/sek, o wodę, płynącą z prędkością przeciętną tylko 7,11 m/sek. Wysoki skutek dławienia zawdzięcza się zatem pośredniemu działaniu spiętrzenia na pierwszym rzędzie kłoców.

Po obniżeniu wody w zbiorniku przepuszczano przy podniesionych zasuwach ilości wody: 42,6 m³/sek, 32,66 m³/sek, 23,98 m³/sek. Piętrzenia, jakie powstawały na wlocie, wynosiły: 2,33 m, 1,66 m, 1,13 m, w stosunku do wody poniżej upustu, a uwzględniając spadek rzeki na długości upustu wraz z podłożem 146,4 mb, o 71 mm mniej, t. j. 2,26 m, 1,59 m, 1,06 m.

Próby wykonane na modelu pozwoliły ustalić takie rozmiary upustu i takie rozmiary oraz położenie kłoców żelbetowych, że energia całej wpływającej upustem wielkiej wody zostanie zniszczona, względnie zredukowana do granic nieszkodliwych dla koryta ziemnego. Upust pozwoli w czasie budowy przerzucić średnie wielkie wody rzeki poza plac budowy, przy piętrzeniu wielkich wód niewiele przekraczającym 2,0 m.

Rozrząd przewodu głównego jednokomorowych hamulców o sprężonym powietrzu

Napisał Dr. Inż. A. Langrod.

1. Wstęp.

W poprzednim artykule — o zasadach ustrojów rozrządowych jednokomorowych hamulców o sprężonym powietrzu — omówiłem ogólny podział tych ustrojów, a szczegółowo rozrząd cylindra hamulcowego. Mimo wielkiej różnorodności ustrojów, służących do rozrządu cylindra hamulcowego, dały się jednak one ująć, na podstawie analizy porównawczej zasad ich działania, w przejrzysty system i zobrazować odpowiednio dobranymi znakami. Różnice poszczególnych systemów jednokomorowych hamulców o sprężonym powietrzu polegają nie tylko lub nie zawsze na różnicy typów zastosowanych organów rozrządu cylindra i szczegółów ich wykonania, lecz także na różnicy urządzeń, służących do rozrządu przewodu głównego i regulacyjnego.

Rozrząd przewodu głównego przez zawór rozrządowy, t. j. sterowanie wylotu powietrza z przewodu głównego za pośrednictwem zaworu rozrządowego, obejmuje dwa działania, mianowicie:

1) Ładowanie, które ma na celu przede wszystkim pierwsze napełnienie zbiorników zaworu rozrządowego sprężonym powietrzem przed uruchomieniem pociągu, następnie wyrównanie strat powietrza w tych zbiornikach, spowodowanych hamowaniem lub nieszczelnością, a wreszcie upust powietrza ze zbiornika rozrządowego w przypadku, jeżeli prężność powietrza pozostałego w zbiorniku rozrządowym z poprzedniego okresu hamowania jest wyższa od prężności roboczej nowego okresu, t. j. od prężności w przewodzie głównym w zluźwanym i naładowanym hamulcu.

2) Przyspieszenie fali hamowania wzdłuż pociągu, przez upust pewnej ilości powietrza z przewodu głównego na początku hamowania.

Działania te są umożliwione urządzeniami różnego ustroju. Omówienie zasad tych ustrojów jest zadaniem niniejszej pracy.

2. Ładowanie zbiorników zapasowych.

Sposób ładowania zbiorników zapasowych jest zależny od okresu, w którym ładowanie jest dopuszczalne, a okres ten jest zależny od systemu organu rozrządu cylindra hamulcowego.

a) W zaworach rozrządowych, w których ruch organu rozrządu cylindra jest uzależniony od prężności powietrza w zbiorniku zapasowym, ładowanie tego zbiornika może się odbywać tylko podczas odhamowywania, t. j. gdy organ rozrządu cylindra znajduje się w położeniu I_k . W innych położeniach organu rozrządu cylindra ładowanie jest niedopuszczalne, gdyż, aby organ ten poruszył się i mógł zająć położenie I_k , prężność w przewodzie głównym musi być większa niż w zbiorniku zapasowym. W tych zaworach kanał łączący zbiornik zapasowy z przewodem głównym otwiera lub zamyka organ rozrządu cylindra albo za pośrednic-

twem tłoka, dzielącego przestrzeń, w której znajduje się powietrze ze zbiornika zapasowego, od przestrzeni, w której znajduje się powietrze z przewodu głównego, albo za pośrednictwem suwaka, będącego pośrednim organem rozrządowym.

Wielkość przekroju kanału, przez który odbywa się ładowanie, ma ważne znaczenie, i to z dwóch powodów. Im większy jest ten przekrój, tem krótszy jest czas ładowania. Jakkolwiek czas ten powinien być krótki, celem szybkiego przygotowania hamulca do ponownego działania, to jednak ma on pewną dolną granicę, wynikającą z konieczności niezawodnego i spokojnego działania hamulca. Granica ta jest określona ogólnie przez 17-ty warunek U. I. C., który opiewa, jak następuje:

„Czas potrzebny do napełnienia urządzenia hamulcowego wagonu, powinien być taki, aby napełnianie zbiorników i odhamowywanie nie doznawało przeszkód także na końcu długich pociągów i aby w przewodzie nie powstawały wielkie i nagłe wahania prężności, któreby mogły spowodować niezamierzone hamowanie sąsiednich wagonów”.

Program Berneński (z roku 1909), poprzedzający warunki U. I. C., wymaga, aby czas potrzebny do napełnienia zbiorników aż do prężności roboczej po wszczęciu odhamowania był możliwie krótki. Podkomisja hamulcowa, ustalająca warunki U. I. C., przysłała jednak do przeświadczenia, że nie jest pożądane, aby zbiorniki zapasowe były napełniane w czasie za krótkim, lecz że jest korzystne osiągnięcie pewnej jednorodności w napełnianiu zbiorników hamulców różnych systemów. W pierwotnej redakcji warunku 17-tego U. I. C. był nawet czas ładowania określony liczbowo, od czego jednak podkomisja hamulcowa w ostatecznej redakcji tego warunku odstąpiła, aby nie hamować przyszłego rozwoju hamulca zespolonego pociągów towarowych.

Na wielkość przekroju, przez który odbywa się napełnianie zbiornika zapasowego, wpływa jeszcze następująca okoliczność. Jeżeli prężność w przewodzie głównym jest zmniejszana celem hamowania, wówczas powietrze ze zbiornika zapasowego przepływa przez powyższy kanał do przestrzeni zaworu rozrządowego, połączonej z przewodem głównym. Przepływ ten przeciwdziała spadkowi prężności w powyższej przestrzeni, a tem samem utrudnia uruchomienie organu rozrządu cylindra. Jeżeli spadek prężności w przewodzie głównym jest powolny, np. podczas hamowania ruchowego, zwłaszcza na końcu długich pociągów, to mogą zająć przypadki, że wobec powyższego przepływu powietrza ze zbiornika zapasowego do przestrzeni zaworu, połączonej z przewodem głównym, spadek prężności w tej przestrzeni jest niewystarczający do pokonania oporu ruchu organu rozrządowego i organ ten się nieuruchomi, a tem samem hamulec jest wyłączony z działania. Uwzględnić przy tem należy, że tłok organu roz-

rozrządczego podczas ruchu w kierunku III zmniejsza przestrzeń zaworu, połączoną z przewodem głównym, a zatem zgęszcza powietrze, zawarte w tej przestrzeni, co zwiększa opór przeciw ruchowi organu rozrządczego.

Zawór rozrządczy jest tem wrażliwszy, t. j. organ rozrządu cylindra uruchomi się przy tem powolniejszym spadku prężności w przewodzie głównym, im mniejszy jest opór przeciwko ruchowi tego organu i im ciasniejszy jest kanał, przez który odbywa się ładowanie. Wrażliwość jednak zaworu rozrządczego musi mieć pewną dolną i górną granicę. Za wielką wrażliwość zaworu rozrządczego może spowodować niezamierzone hamowanie, wywołane powolnym spadkiem prężności w przewodzie głównym, który występuje wskutek nieszczelności lub miejscowo wskutek ruchów powietrza w przewodzie głównym podczas ładowania. Za małą zaś wrażliwość może, jak już wyżej wspomniano, wyłączyć hamulec z działania. Dolną granicę wrażliwości zaworów rozrządczych określa warunek 9-ty U. I. C., który opiewa, jak następuje:

„Hamowania ruchowe pociągów do 200 osi powinny dochodzić aż do końca pociągów, jeżeli prężność w przewodzie głównym obniży się najwyżej o $0,5 \text{ kg/cm}^2$, bez względu na to, jak rozmieszczone są w pociągu wagony hamulcowe i z przewodem hamulcowym”.

b) W zaworach rozrządczych, w których ruch organu rozrządu cylindra jest uzależniony od prężności powietrza w cylindrze hamulcowym, zrównanie prężności w zbiorniku zapasowym z prężnością w przewodzie głównym może się odbywać w każdym czasie. Oczywiście, zrównanie to jest niepożądane w chwilach, w których prężność powietrza w zbiorniku zapasowym jest wyższa niż w przewodzie głównym. W tych zaworach rozrządczych ładowanie zbiornika zapasowego może się odbywać albo za pośrednictwem organu rozrządu cylindra, albo zupełnie niezależnie od tego organu — za pośrednictwem osobnych zaworów zwrotnych, przyczem zawory zwrotne zmniejszają nieco prężność w zbiorniku zapasowym (o około $0,1 \text{ at}$).

3. Ładowanie zbiorników rozrządczych.

Ilość powietrza zawartego w zbiorniku rozrządczym o stałej pojemności i prężności, t. j. w zbiorniku rozrządczym zaworów, w których ruch organu rozrządu cylindra jest uzależniony od prężności powietrza w cylindrze hamulcowym, zasadniczo nie zmienia się podczas hamowania. Ładowanie zatem tych zbiorników ma na celu ich pierwsze napełnienie, następnie wyrównanie strat powietrza spowodowanych nieszczelnością, a wreszcie wyrównanie prężności w zbiorniku rozrządczym i w przewodzie głównym w zluowanym hamulcu. Ładowanie tych zbiorników może się odbywać za pośrednictwem albo organu rozrządu cylindra albo zaworów zwrotnych.

Zbiornik rozrządczy o zmiennej prężności, jaki posiada hamulec systemu Kunze-Knorra, ma dla rozrządu cylindra to samo zadanie, co zbiornik zapasowy innych zaworów, w których ruch organu rozrządczego jest uzależniony od prężności powietrza w zbiorniku zapasowym. Ładowanie tego zbiornika odbywa się przez kanał, łączący zbior-

nik ten ze zbiornikiem zapasowym, zamykany lub otwierany przez tłok, oddzielający oba te zbiorniki od siebie.

Ładowanie zbiornika rozrządczego o zmiennej pojemności i prężności (Kunze-Knorra) nie wymaga żadnych dodatkowych urządzeń, natomiast konieczne są one do ładowania zbiorników rozrządczych o stałej pojemności i prężności, a to z następujących powodów.

a) Jeżeli zbiornik rozrządczy o stałej prężności jest ładowany za pośrednictwem organu rozrządu cylindra, to odbywa się to w podobny sposób, jak powyżej opisane ładowanie zbiornika zapasowego w zaworach, w których ruch organu rozrządczego jest uzależniony od prężności w zbiorniku zapasowym. Kanał zatem łączący zbiornik rozrządczy z przewodem głównym jest otwarty w chwili, gdy organ rozrządczy zajmuje położenie I_k , t. j. podczas odhamowywania. Prężność jednak w zbiorniku rozrządczym jest podczas działania hamulca zawsze wyższa od prężności w przewodzie głównym. Skoro zatem kanał łączący ten zbiornik z przewodem głównym jest otwarty, powietrze sprężone uchodzi ze zbiornika rozrządczego do przewodu głównego, co powoduje nie tylko stratę powietrza w zbiorniku rozrządczym, lecz także utrudnia, a może nawet uniemożliwić stopniowe odhamowywanie, powodując niezamierzone zluowanie hamulca. Przez zmniejszenie się bowiem prężności w zbiorniku rozrządczym zwiększa się siła, utrzymująca organ rozrządczy w położeniu I_k , co utrudnia, a może nawet uniemożliwić, zmianę kierunku tej siły po przerwie zwiększania prężności w przewodzie, a zatem i uruchomienie organu rozrządczego w kierunku III celem przerwy odhamowywania. Ponadto wpływ powietrza ze zbiornika rozrządczego zwiększa wyczerpalność hamulca. Jak zaś wiadomo, głównym celem wprowadzenia zbiorników rozrządczych i związanej z nimi zawilskiej konstrukcji zaworów rozrządczych, była możliwość stopniowego odhamowywania i zmniejszenia wyczerpalności hamulca.

To samo szkodliwe zjawisko występuje także, jeżeli na organ rozrządu cylindra działa — zamiast powietrza ze zbiornika rozrządczego o stałej prężności — powietrze ze zbiornika zapasowego o zwiększonej pojemności, jak w zaworze Lipkowskiego, lub jeżeli na organ ten działa powietrze ze zbiornika zapasowego — zamiast powietrza z przewodu głównego, — jak w zaworze pomocniczym Hildebrand-Knorra.

Aby powietrze ze zbiornika rozrządczego (lub ze zbiornika zapasowego w zaworze Lipkowskiego) nie mogło uchodzić do przestrzeni, w której się znajduje powietrze z przewodu głównego (lub do zbiornika zapasowego w zaworze pomocniczym Hildebrand-Knorra), w innym czasie niż bezpośrednio przed lub po zluowaniu hamulca, stosuje się następujące środki.

Jednym z nich jest urządzenie, zastosowane najpierw w zaworze Hildebrand-Knorra, a następnie w zaworze Lipkowskiego, które podczas odhamowywania zatrzymuje organ rozrządczy nieco przed położeniem I_k , mianowicie w takim położeniu (nazwijmy je I_r), w którym kanał zasilający zbiornik rozrządczy jest jeszcze zamknię-

ty, kanał zaś wylotowy cylindra jest już otwarty. Dopiero bezpośrednio przed lub po zupełnym zlurowaniu hamulca organ rozrządczy przesuwają się w położenie I_k , w którym powyższy kanał jest otwarty i może służyć do wyrównania prężności powietrza w zbiorniku rozrządczym i przewodzie głównym. W tym celu trzon, łączący oba tłoki organu rozrządczego, jest przecięty. Podczas ruchu organu rozrządczego w kierunku I celem odhamowania obie części trzona do siebie przylegają, wskutek czego albo mały tłok (T_2) naciska na duży tłok (T_1), jak to się odbywa w zaworze pomocniczym Hildebrand-Knorra, lub mały tłok ciągnie duży, jak w zaworze Lipkowskiego z roku 1932. W chwili, w której bezpośredni organ rozrządczy podczas tego ruchu zajmie położenie I_r , mały tłok T_2 opiera się na obudowie zaworu. Od tej chwili mały tłok pozostaje w spoczynku, a dalszy ruch aż do położenia I_k odbywa tylko wielki tłok wraz z bezpośrednim organem rozrządczym. W chwili zatem, w której organ rozrządczy osiąga położenie I_r , powietrze z cylindra przestaje działać na ten organ, wskutek czego zatrzymuje się on w tem położeniu tak długo, aż prężność w przewodzie głównym wzrośnie do wartości wystarczającej do uruchomienia bezpośredniego organu rozrządczego wraz z tłokiem wielkim.

W hamulcu Hildebrand-Knorra, gdy prężność w zbiorniku rozrządczym wynosi 5 kg/cm^2 , organ rozrządczy zaworu pomocniczego pozostaje podczas odhamowywania tak długo w położeniu I_r , jak długo prężność w małym zbiorniku zapasowym nie przekroczy $4,8 \text{ kg/cm}^2$; przy tej prężności w zbiorniku zapasowym następuje zupełne zlurowanie hamulca.

W zaworze Lipkowskiego prężność w zbiorniku zapasowym nie zmienia się dopóty, dopóki organ rozrządczy znajduje się w położeniu I_r , gdyż w tem położeniu połączenie między zbiornikiem zapasowym a przewodem głównym jest zamknięte. Podczas zatem odhamowywania prężność w zbiorniku zapasowym posiada wartość najniższą, t. j. o około $0,5 \text{ kg/cm}^2$ niższą od roboczej.

W tem położeniu organu rozrządczego nie może nastąpić zupełne zlurowanie hamulca, gdyż prężność w cylindrze nie może obniżyć się poniżej około $0,5 \text{ kg/cm}^2$. Gdyby bowiem prężność ta obniżyła się poniżej tej wartości, sprężyna działająca na tłok T_2 przewyższyłaby działanie powietrza z cylindra na przeciwną stronę tego tłoka, wskutek czego tłok ten poruszyłby się w kierunku III i umożliwił ruch tłoka T_1 wraz z bezpośrednim organem rozrządczym w kierunku III, a tem samem spowodowałby wstrzymanie odhamowywania. Dopiero gdy prężność w przewodzie głównym zrówna się z prężnością w zbiorniku zapasowym, organ rozrządczy przejdzie z położenia I_r w położenie I_k i nastąpi jednocześnie z doładowywaniem zbiornika zapasowego dalsze luzowanie hamulca.

Wskutek zastąpienia działania na organ rozrządczy powietrza o stałej prężności ze zbiornika rozrządczego przez działanie powietrza ze zbiornika zapasowego, hamulec Lipkowskiego o pozwała na stopniowe odhamowywanie tylko dopóty, dopóki prężność powietrza w przewodzie głównym jest niższa od najniższej prężności w zbiorniku za-

pasowym, t. j. prężność osiągnięta po hamowaniu pełnym, jest zależna od skoku tłoka cylindra hamulcowego, mianowicie jest wyższa przy małym skoku, a niższa przy dużym skoku, a zatem wyższa w przypadku nowych klocków hamulcowych niż zużytych. Oznaczmy prężność tę przez b_1 , a prężność w przewodzie głównym, pozostałą po najmniejszym spadku prężności, wystarczającym do wywołania hamowania pełnego, przez a_1 , to $b_1 - a_1$ oznacza wzrost prężności w przewodzie, podczas którego w hamulcu Lipkowskiego odhamowywanie stopniowe jest możliwe. W hamulcach ze zbiornikiem rozrządczym o stałej prężności wzrost prężności, podczas którego stopniowe odhamowywanie jest możliwe, wynosi zasadniczo $a_0 - a_1$, gdzie a_0 oznacza prężność roboczą, przy czem według warunków U. I. C. $a_0 - a_1 = 1$ do $1,5 \text{ kg/cm}^2$ dla hamowania wagi własnej, a może dochodzić do $1,7 \text{ kg/cm}^2$ dla hamowania ładunku. Okres zatem wzrostu prężności w przewodzie głównym, podczas którego stopniowe odhamowywanie hamulca Lipkowskiego jest możliwe, jest zmniejszony o wartość spadku prężności w zbiorniku zapasowym podczas hamowania pełnego. W dwu przykładach, podanych w ostatnim opisie hamulca Lipkowskiego, okres ten wynosi $0,6 \text{ kg/cm}^2$ dla hamowania wagi własnej, a 1 kg/cm^2 dla hamowania ładunków. Im większy jest ten okres, tem łatwiejsze jest stopniowe odhamowywanie i tem więcej stopni odhamowywania można zastosować.

Jeszcze wcześniej niż w zaworach Hildebrand-Knorra i Lipkowskiego rozwiązano dane zadanie w zaworze Drolshammera, lecz w sposób zupełnie odmienny. Hamulec Drolshammera był próbowany przez komisję U. I. C. dwukrotnie. W pierwszej serii prób ładowanie zbiornika rozrządczego odbywało się przez wzorcowany otwór o średnicy $0,9 \text{ mm}$, zamykany i otwierany przez tłok główny organu rozrządu cylindra. W drugiej zaś i ostatecznej serii prób, po której hamulec ten zaaprobowano, zawory otrzymały dodatkowe urządzenie, o którym będzie jeszcze poniżej mowa, przy czem ładowanie zbiornika rozrządczego odbywa się przez dwa po sobie następujące otwory wzorcowane o średnicy $0,9 \text{ mm}$ każdy, z których pierwszy, jak w poprzedniej konstrukcji, jest zamykany lub otwierany przez główny tłok organu rozrządczego. Urządzenie to utrudnia przepływ powietrza ze zbiornika rozrządczego do przewodu głównego w okresie odhamowywania.

Jeżeli ładowanie zbiornika rozrządczego odbywa się za pośrednictwem zaworu zwrotnego, jak w zaworze rozrządczym Bozica lub w zaworze pomocniczym zaworu rozrządczego systemu Hardy'ego, to niema obawy, aby powietrze mogło przepłynąć ze zbiornika rozrządczego do przewodu głównego.

b) W hamulcach, posiadających zbiornik rozrządczy o stałej prężności, zupełne odhamowanie następuje zasadniczo dopiero wówczas, gdy prężność w przewodzie głównym osiągnie wartość prężności w zbiorniku rozrządczym. Jeżeli zatem zbiorniki rozrządcze w niektórych wagonach pociągu są z jakiegokolwiek powodu przeładowane, t. j. prężność powietrza, zawartego w tych zbiornikach,

jest wyższa niż normalna robocza, to przez przywrócenie normalnej prężności roboczej w przewodzie głównym nie osiągnie się pełnego odhamowania. Aby w tym wypadku pociąg zupełnie odhamować, prężność w przewodzie głównym musiałaby być podniesioną do prężności w najbardziej przeładowanym zbiorniku rozrządczym. Do następnych zatem działań hamulca musiałaby być stosowana prężność robocza wyższa od normalnej. Prężność ta musiałaby ulegać dalszym zwyżkom w wypadku ponownych przeładowań zbiorników rozrządczych poszczególnych wagonów. Trwały zaś wzrost prężności roboczej ponad jej wartość normalną jest oczywiście niedopuszczalny, pomijając bowiem, że wzrost prężności roboczej bez ograniczenia jest wogóle nie do pomyślenia ze względu na urządzenia hamulcowe, konieczność tego wzrostu uniemożliwiłaby współpracę hamulców ze zbiornikiem rozrządczym z hamulcami bez niego i utrudniłaby niezawodną pracę maszynisty.

Do tego dochodzi, że przeładowywanie zbiorników rozrządczych w poszczególnych wagonach długich pociągów należy raczej do reguły, aniżeli do wyjątków. Szybkie bowiem przywrócenie prężności roboczej, a ewentualnie osiągnięcie prężności jeszcze wyższej, na końcu długich pociągów napotyka na trudności wskutek oporu ruchu w przewodzie. Prężność w przewodzie głównym na końcu długich pociągów osiągnie tem szybciej konieczną wartość, im większą jest różnica prężności na początku i na końcu pociągu. Aby zatem przyspieszyć wzrost prężności w przewodzie na końcu długich pociągów, a tem samem pełne odhamowanie całego pociągu, konieczne jest czasowe podnoszenie prężności w przewodzie na początku pociągu ponad wartość normalną, a nawet ponad prężność w ewentualnie przeładowanych poprzednio zbiornikach rozrządczych na końcu długich pociągów. W tym celu maszynista musi dość długo i często utrzymywać kran w położeniu I, t. j. w położeniu, w którym prężność powietrza, wpływającego do przewodu, nie doznaje redukcji. W ten sposób jednak powoduje się przeładowanie zbiorników rozrządczych i te trudności, jakie powyżej wspomniano. Z jednej zatem strony jest przeładowanie konieczne, a z drugiej szkodliwe.

Po zupełnym odhamowaniu organ rozrządczy pozostaje w położeniu I_k tak długo, jak długo prężność w przewodzie głównym a waha się między następującymi granicami

$$d \geq a \geq d - r,$$

przyczem d oznacza prężność w zbiorniku rozrządczym, a r wartość odpowiadającą oporowi ruchu

$$\left(r = \frac{R}{T} \right).$$

Celem hamowania, prężność w przewodzie głównym musi być obniżona conajmniej o $a_0 - (d - r)$ przyczem a_0 oznacza początkową prężność w przewodzie głównym. Dopiero po tym spadku prężności organ rozrządczy uruchomi się w kierunku III. Spadek ten określa niewrażliwość hamulca, im większą bowiem wartość posiada ten spadek prężności, tem mniej wrażliwy jest hamulec. Bezpośrednio po zluźnieniu hamulca jest zasadniczo $a_0 = d$, przyczem, jeżeli zbiornik rozrządczy jest przeładowany, a_0 ma wartość większą od nor-

malnej prężności roboczej. Następnie prężność w przewodzie obniża się wskutek nieszczelności przewodu, zwłaszcza jeżeli prężność ta jest wyższa od normalnej, lub jeżeli regulator kranu maszynisty nie działa skutecznie. Dopóki spadek prężności, spowodowany powyższymi okolicznościami, nie przekracza wyżej podanej granicy, dopóty organ rozrządczy pozostaje w położeniu I_k i hamulec jest zluźwany. Przez spadek ten jednak wzrasta wrażliwość zaworu, jeżeli zbiornik rozrządczy jest szczelny, a przeto prężność d nie ulega niższe. Jeżeli jednak spadek prężności w przewodzie, spowodowany powyższymi okolicznościami, przekroczy powyższą granicę, to organ rozrządczy uruchomi się i spowoduje niezamierzone hamowanie.

Zawory rozrządcze, działające przy pomocy zbiorników rozrządczych o stałej prężności, muszą mieć urządzenia utrudniające przeładowanie lub pozwalające obniżenie prężności w tych zbiornikach w razie ich przeładowania. Urządzenia te powinny działać samoczynnie, a conajmniej obniżenie prężności w zbiorniku rozrządczym do normalnej prężności roboczej powinno się dać skuteczniej przy pomocy kranu maszynisty. Odhamowywanie zaś odręczne wagonów z przeładowanym zbiornikiem rozrządczym lub odręczne zniżenie prężności w tym zbiorniku przy pomocy zaworu wypustowego jest zabiegiem, który nie może być tolerowany w normalnym ruchu pociągów.

Hamulec B o z i c a, przedstawiony Podkomisji Hamulcowej U. I. C. po raz pierwszy w roku 1927, powyższego urządzenia nie posiadał, to też wyniki prób były fatalne. W hamulcu tym zbiornik rozrządczy jest ładowany za pośrednictwem zaworu zwrotnego, przyczem w konstrukcji, poddanej wyższym próbom, zawór ten otwierał się dopiero wówczas, gdy prężność w przewodzie głównym osiągnęła wartość prężności w zbiorniku rozrządczym. W hamulcu zatem tym prężność w ewentualnie przeładowanym zbiorniku rozrządczym mogła być obniżona tylko odręcznie przy pomocy bezpośredniego zaworu wypustowego. Podczas powyższych prób stwierdzono, że odhamowanie niektórych wagonów w pociągu trwało 4 do 5 minut, mimo że maszynista miał zadanie odhamować pociąg jaknajszybciej. W innych wypadkach maszynista był zmuszony, celem dostatecznie szybkiego odhamowania wszystkich wagonów, podwyższać stopniowo po każdej próbie prężność roboczą, przyczem, ze względu na osiągniętą w ten sposób w ciągu jazdy nadmierną prężność roboczą, okazała się konieczność częściowego wypróżniania wszystkich zbiorników zapasowych i rozrządczych odręcznie, aby powrócić do normalnych warunków jazdy. Stwierdzono również wypadki niezamierzonego hamowania w niektórych wagonach podczas jazdy, które się przeniosło także na inne wagony, a raz nawet spowodowało zatrzymanie całego pociągu.

Jednym ze środków do usunięcia, a raczej do złagodzenia skutków powyższych szkodliwych okoliczności, jest utrzymanie połączenia między zbiornikiem rozrządczym a przewodem głównym w stanie otwartym tak długo, aż prężność w przewodzie głównym równa się, albo nawet jest nieco niższą od prężności w zbiorniku rozrządczym. W tym bowiem przypadku powolny spadek prężności w

przewodzie głównym powoduje powolny spadek prężności w zbiorniku rozrządczym bez wywołania niezamierzonego hamowania. Luzowanie zaś hamulca w wagonach przeładowanych może się odbywać jeżeli nie ręcznie, to przez podniesienie prężności w przewodzie głównym aż do wartości prężności w zbiorniku rozrządczym i następne powolne obniżanie tej prężności aż do prężności normalnej. Powolne jednak obniżanie prężności w przewodzie głównym wymaga szczególnej i ostrożnej obsługi kranu maszynisty, zwłaszcza jeżeli same nieszczelności przewodu powodują za szybki spadek prężności, t. j. jeżeli pozostawienie kranu maszynisty w położeniu biernym może spowodować niezamierzone zahamowanie.

Sposób ten zastosował B o z i c w swym hamulcu, przedstawionym po raz drugi Podkomisji Hamulcowej U. I. C. w roku 1928 i tym razem aprobowany. W hamulcu tym zbiornik rozrządczy jest połączony z przewodem głównym, jeżeli prężność ma w przybliżeniu tę samą wartość w przewodzie, w zbiorniku zapasowym i w zbiorniku rozrządczym, ponieważ w tym przypadku oba zawory zwrotne, które w tem połączeniu pośredniczą, są utrzymane w stanie otwartym przez słabe sprężyny.

Przez to urządzenie, zmniejszające niebezpieczeństwo przeładowania, czas odhamowania na końcu pociągu, który poprzednio mógł wynosić 4—5 minut, skrócił się tak, że wynosił najwyżej 2½ do 3 minuty, z czego wynika, że czas postoju pociągu wynosi około 3½ minuty.

Skuteczność powyższego urządzenia jest zależna od należytego wykonania i uregulowania. Podczas doświadczeń na Polskich Kolejach Państwowych z zaworami B o z i c a, dostarczonymi przez dwie różne firmy, zawory jednej firmy dały wyniki na ogół zadowalające, podczas gdy próby z zaworami drugiej firmy wykazały wszystkie wyżej wspomniane trudności ruchu.

Także w hamulcu H a r d y'ego zbiornik rozrządczy jest ładowany za pośrednictwem zaworu zwrotnego, sądząc jednak z opisu tego hamulca z roku 1931, hamulec ten nie posiada szczególnych urządzeń do usuwania nadmiaru powietrza ze zbiornika rozrządczego. Konstruktorzy tego hamulca sądzili, że do usunięcia nadmiaru powietrza ze zbiornika rozrządczego przez powolny upust powietrza z przewodu głównego po zlurowaniu hamulca wystarczy zmniejszenie wrażliwości powyższego zaworu zwrotnego przez sam opór ruchu, wywołany tarciami, ciężarem grzybka i oporem przepływającego powietrza.

Powyżej (pod a) opisaliśmy, w jaki sposób następuje połączenie zbiornika rozrządczego z przewodem głównym w hamulcu H i l d e b r a n d - K n o r r a. W tym hamulcu zupełne odhamowanie następuje jeszcze przed otwarciem kanału zasilającego zbiornik rozrządczy i przy prężności nieco niższej od prężności w tym zbiorniku. Kanał zaś ten otwiera się dopiero, gdy prężność w zbiorniku zapasowym, którego powietrze działa na wielki tłok zaworu pomocniczego, zrówna się z prężnością w zbiorniku rozrządczym, poczem można prężność w tym zbiorniku z wolna obniżyć przez bardzo powolne obniżenie prężności w przewodzie głównym, a

tem samym w zbiorniku rozrządczym. Hamulec Hildebrand-Knorra został aprobowany przez Podkomisję Hamulcową U. I. C. w roku 1931. Podczas odnośnych prób zaszły wypadki — jakkolwiek nie liczne — niezamierzonego hamowania.

W zaworze rozrządczym D r o l s h a m m e r a jest dane zadanie rozwiązane w inny sposób. W tym zaworze, jak już wyżej wspomniano, połączenie między zbiornikiem rozrządczym a przewodem głównym jest podczas odhamowywania i jazdy ze zlurowanym hamulcem otwarte, wskutek czego powietrze ze zbiornika rozrządczego może powoli przepływać do przewodu głównego. Ponadto podczas odhamowywania i ładowania, t. j. gdy organ rozrządczy znajduje się w położeniu I_k , a nawet nieco przedtem, zbiornik rozrządczy jest połączony ze zbiornikiem zapasowym, za pośrednictwem wąskiego kanału, przez który nadmiar powietrza w zbiorniku rozrządczym może odpływać do zbiornika zapasowego. Połączenie to obsługuje osobny tłoczek, połączony z tłokiem głównym organu rozrządczego w ten sposób, że gdy organ rozrządczy zajmuje położenie I_k , a nawet nieco wcześniej, powyższy kanał jest połączony ze zbiornikiem rozrządczym, a we wszelkich innych położeniach organu rozrządczego — z zewnętrznym powietrzem. Aby w tych ostatnich położeniach powietrze nie wylatywało ze zbiornika zapasowego na zewnątrz, jest on zamknięty osobnym zaworem zwrotnym. Powyższy tłoczek, który podczas hamowania oddziela zbiornik rozrządczy od zewnętrznego powietrza, oraz wyżej wspomniany zawór zwrotny są dodatkowymi źródłami nieszczelności.

Powyższe zjawiska nie występują w hamulcach bez zbiornika rozrządczego o stałej prężności, a przede wszystkim w hamulcach, w których ruch organu rozrządczego jest uzależniony od prężności w zbiorniku zapasowym. To było powodem, dla czego L i p k o w s k i odstąpił od stosowania zbiornika rozrządczego o stałej prężności, i — mimo że w jego zaworze rozrządczym ruch organu rozrządu cylindra jest uzależniony od prężności powietrza w cylindrze hamulcowym — zastąpił działanie powietrza o stałej prężności działaniem powietrza ze zbiornika zapasowego. Zmiana ta wpływa tak na stopniowe odhamowywanie, co omówiliśmy już poprzednio, jak i na wyczerpalność hamulca, co omówimy w następstwie. (d. c. n.)

Refleksje z powodu kilku nowszych prac ze statyki pretów sprężystych

I. W naszym bardzo skromnym piśmiennictwie techniczno-naukowym pojawił się stosunkowo liczny szereg prac i artykułów z dziedziny wymienionej w tytule od czasu zjednoczenia dzielnic polskich w odrzodzone państwie. Niektóre z pośród tych prac pociągnęły szczególnie moją uwagę przez pewne bogactwo narzędzi matematycznych, zastosowanych do badania. Prace takie zdawały się zrazu obiecywać coś więcej od licznych, technicznie wprawdzie ważnych, ale naukowo mniej interesujących rozwią-

zań szczegółowych, uzyskanych środkami matematycznymi mniej lub więcej elementarnymi. Atoli już pierwsza, jaką poznałem, sprawiła mi poważne rozczarowanie. Jej autor (oznaczył go pseudonimem A) operował poprawnie całkami i funkcjami nieelementarnymi i wykonał dobrze liczne uciążliwe przekształcenia analityczne w celu uzyskania paru nowych, lub udoskonalenia innych znanych rozwiązań; ale interpretacja fizykalna założeń i wyników była nadspodziewanie niejasna, nieściśła, a nawet mętna, zwłaszcza w odniesieniu do analogii matematycznych. To mnie spowodowało do udzielenia autorowi, w liście prywatnym, uwag krytycznych, nacechowanych życzliwą otwartością. Nie zabierałem narazie głosu publicznie w nadziei, że autor spostrzeże sam swoje błędy i będzie się ich wystrzegał w pracach następnym. To się jednak nie stało, jak dowodzi nowsza praca tego samego autora, o której będzie mowa poniżej.

W parę lat po pracy A ukazały się prace innego autora (dajmy na to B, nawiązujące zresztą do jego prac dawniejszych, ogłoszonych zagranicą). Ponieważ byłem z nim w bliższych stosunkach, więc, zauważwszy znów przewagę formy matematycznej nad treścią i interpretacją fizykalną, niekiedy nawet błędną, usiłowałem w dysputach ustnych lub pisemnych wykazać odnośne błędy. Nie wiem, czy mi się udało go przekonać, gdyż „vis maior” zerwało potem nasz kontakt na zawsze. Ale przy tej sposobności stwierdziłem, że obaj autorzy należą do jednej „szkoły” techniczno-naukowej. Szkołę tę możnaby nazwać rosyjsko-francuską, gdyż cechuje ją obszerne formalne wykształcenie matematyczne, jakie otrzymują przeważnie inżynierowie wychodzący z wyższych zakładów naukowych Francji i Rosji.

Wśród inżynierów-badaczy nikt nie zaprzeczy, że gruntowne studia matematyczne torują drogę i ułatwiają ogromnie pracę badawczą, atoli praca ta będzie istotnie płodna i wartościowa tylko przy jednoczesnym należytem opanowaniu podstaw myślenia przyrodniczego, przy głębokim ujęciu praw mechaniki i innych gałęzi fizyki. Bez tego sama matematyka może nawet nieraz zaprowadzić na manowce, jak to stwierdzić mogłem na innych jeszcze pracach, które także pozornie imponują czytelnikowi bogatą szatą matematyczną, zasłaniającą błędy istotne. Błędy te są tembardziej niebezpieczne, że tylko bardzo doświadczone oko je dostrzega, a młodzi adepci nauki biorą je zbyt często za dobrą monetę.

W interesie dalszego rozwoju badań techniczno-naukowych w Polsce postaram się przeto oświetlić krytycznie główne dostrzeżone błędy i ważne usterki w pracach wyżej wspomnianych, nie wymieniając żadnych źródeł szczegółowo, gdyż idzie mi jedynie o rzecz samą, a nie o osoby, których pracę i wiedzę pozatem ceniłem i cenię.

Pragnąłbym przez to wstrząsnąć także nieco opinią naukową polskich kół politechnicznych, dość obojętną dotąd — jak mi się zdaje — i tolerującą kierunek niezdrowy i niebezpieczny.

Zdrowe podstawy nowoczesnej pracy badawczej inżyniera opierają się po pierwsze: na umiejętności przyrodniczego myślenia, kształconej na *mechanice i fizyce teoretycznej*, powtóre: na *rusztowaniu ma-*

tematycznym tej umiejętności, a wreszcie na umiejętności wykonania stosownych *doświadczeń*. Zależnie od charakteru pracy, wysuwa się jedna z tych trzech podstaw na plan pierwszy, ale nie wolno zaniedbywać nia poważnych braków w dwu innych.

II. Z prac autorów A i B wynika, że termin „siła lub obciążenie krytyczne” używają w znaczeniu obszerniejszem od rozpowszechnionego np. w piśmiennictwie angielskim i niemieckim.

Wiadomo, że cienki pręt prosty nieograniczenie sprężysty, ściskany osiowo siłami P , przeniesionymi przez przeguby na końcach osi pręta, zatrzymuje trwale prostą postać równowagi, dopóki $P < P_{kr} =$

$= \pi^2 \frac{EJ}{l^2}$ (znany wzór Eulera), natomiast przybiera wygiętą postać równowagi stałej przy każdym $P > P_{kr}$.

Podobnie cienki łuk sprężysty, t. j. pręt w stanie nieobciążonym zakrzywiony kołowo, zatrzyma ten kształt kołowy (niezależnie od małego skrócenia) przy obciążeniu i podparciu uzmysłowionem na rys. 1, dopóki $P < P_{kr}$, zaś przybierze nowy kształt równowagi, asymetryczny, gdy

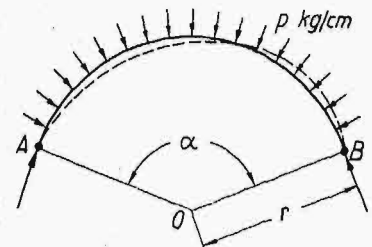
$$P > P_{kr} = \frac{EJ}{r^3} \left(\frac{4\pi^2}{\alpha^2} - 1 \right)^*$$

W obu przykładach mamy do czynienia z pojęciem obciążenia krytycznego w zwykłym znaczeniu. Tymczasem autor B, a za nim i A, stosuje tę samą nazwę także w przypadku następującym.

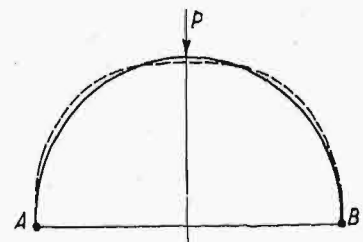
Pręt półkolisty (rys. 2) jest oparty końcami na przegubach i obciążony w środku siłą skupioną P . Wskutek tego pręt się ugnie, przybierając zrazu symetryczną postać równowagi ze zmniejszeniem krzywizny w wierzchołku łuku (pod siłą P). Rachunek oparty na ścisłej teorii zginania prętów cienkich (nieograniczenie sprężystych) dowodzi (według autora B), że rosnącym wartościom P odpowiada zmniejszenie krzywizny w wierzchołku bez zmiany znaku, dopóki przy wartości krańcowej P_0 nie wytworzy się punkt spłaszczenia, t. j. punkt o krzywiznie równej zero.

Czysto statycznie są możliwe jeszcze dalsze symetryczne postacie równowagi o krzywiznie przeciwniej w wierzchołku obciążonym, czyli mające po obu stronach P dwa punkty przegięcia. Ale odpowiadające tym stanom równowagi wartości siły P są mniejsze od P_0 , z czego wynikało (zgodnie z

*) Ob. np. *Podręcznik inżynierski*. Sprężystość i wytrzymałość, str. 1180.



Rys. 1.



Rys. 2.

doświadczeniami autora B), że te stany są niestabilne (niestateczne).

Otóż obaj autorzy A i B nazywają P_0 również obciążeniem „krytycznym”. Nie byłoby w tem nic złego, gdyby pamiętali o zasadniczej różnicy pomiędzy tym przypadkiem, a poprzednimi (wyboczenie pręta prostego i t. p.). Mianowicie wartość obciążenia krytycznego w przypadku wyboczenia prostego pręta nie jest bynajmniej wartością krytyczną (przy założeniach teorii, nie liczącej się z granicą sprężystości i wytrzymałości materiału pręta). Każdej bowiem wartości $P > P_{kr}$ odpowiada nowa zakrzywiona postać równowagi, jak to wykazano w bardzo licznych pracach i artykułach naukowych. Nie może być zatem żadnego ściślejzego związku między obu zadaniami i żadnej głębszej analogji, jakiej widocznie dopatrywali się obaj autorzy.

Szczytem naukowego nieporozumienia w tej dziedzinie jest wniosek wysnuty z długiego rachunku funkcjami eliptycznymi w postaci następującej:

„Wartość obciążenia ściskającego (działającego na końce wzdłuż cięciwy — komentarz mój) odcinek cienkiego pręta kołowego, w założeniu . . . niewielkich przesunięć pręta, nie może osiągnąć wartości obciążenia krytycznego pręta prostego o tej samej długości l oraz o tej samej sztywności EJ ”.

Przecież jest rzeczą oczywistą, że przy każdej większej od zera wartości P siły ściskającej, pręt kołowy zwiększy swoją krzywiznę, podczas gdy pręt prosty nie zakrzywi się dopóki $P < P_{kr}$. Cóż zatem za sens naukowy lub techniczny może mieć powyższe twierdzenie?

Taki sens miałoby natomiast wykazanie, że mała pierwotna krzywizna pręta zaczyna wzrastać znacznie silniej ze wzrostem siły P , gdy jej wartość zbliża się do wartości Eulerowskiej. Ale tego dokonywano już nieraz w rozlicznych publikacjach.

Podkreśliłem manowce, na które zeszedł autor A, zasugerowany błędem autora B, tem dobitniej, że cały szereg innych wyników pracy jest (przynajmniej pod względem formalno-naukowym) bez zarzutu. Jednakże mimowoli nasuwa się pytanie, dla czego autor A nie spożytkował swej wprawy w rachunku funkcjami eliptycznymi raczej do opracowania teorii małych ugięć pręta zakrzywionego łukiem elipsy — teorii bardzo potrzebnej dla współczesnej techniki konstrukcyjnej — zamiast zajmować się teorią wielkich ugięć cienkich prętów prostych i kołowych, mającą nader skromne zastosowanie w technice. Odpowiedź tkwi zapewne w odnośnych pracach starszego autora B, któremu zresztą niegdyś postawiłem to samo pytanie ustnie.

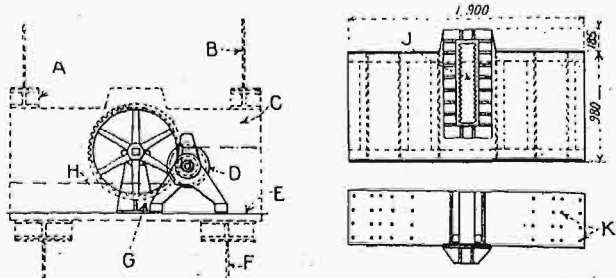
M. T. Huber.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH

BUDOWNICTWO.

Zamiana mostów przez obracanie przęseł.

Autor opisuje sposób, zastosowany od niedawna w Japonji do zamiany mniejszych mostów o przęsłach spawanych. Nowe przęsło, wyposażone w szyny na całej długości, prócz części końcowych, jest ustawiane szynami ku dołowi na dwóch wózkach i wtaczone na nich na przęsło stare, przeznaczone do zamiany. Następnie podnosi się je i ustawia się pomiędzy oba przęsła wkładką, przymocowaną śrubami i zawierającą mechanizm do obracania obu połączonych przęseł (rys. 1). We wgłębieniu uzębionem owej wkładki (rys. 2) ustawia się czop tak, by mieścił się możliwie w środku ciężkości całego zespołu. Całość podnosi się o tyle, by możliwy był obrót jej ponad filarami, wzgl.



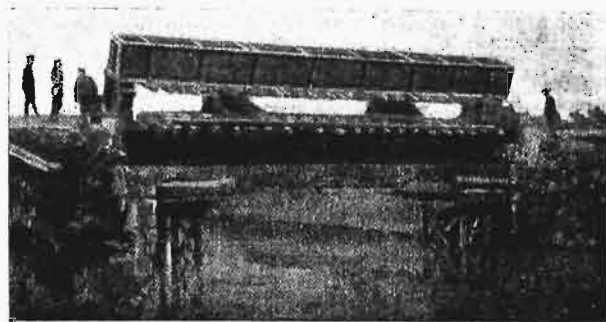
Rys. 1 i 2. Urządzenie do obracania przęseł.

A — podkładka; B — nowe przęsło; C — wstawka; D — bęben; E — pomost; F — stare przęsło; G — podstawka; H — lina stalowa; J — wgłębienie uzębione do zamocowania czopa; K — otwory na śruby.

przyczółkami. O ile zamienia się most jednotorowy, wystarcza podniesienie o 250 mm. Dalej ustawia się podstawkę G mechanizmu obrotowego oraz przekładnię zębatą z bębniem. Gdy całość wykona $\frac{1}{2}$ obrotu, opuszcza się

ją na filary, podnosi stare przęsło, po wyjęciu śrub, łączących je ze wstawką, wstawę usuwa się, opuszcza przęsło na wózki i wywozi się.

Pierwsza w ten sposób wykonana zamiana przęsła o rozpiętości 20 m zajęła 90 min, mimo że wobec braku odpo-



Rys. 3. Widok zamiany przęsła przez obracanie.

wiednich dźwigarek musiano dobudować małe rusztowanie. Sam obrót trwał 3 minuty. Przy użyciu odpowiednich dźwigarek, całą zamianę wykonywa 16 robotników w 40 min. (Engg. News-Rec., 27 paźdz. 1932).

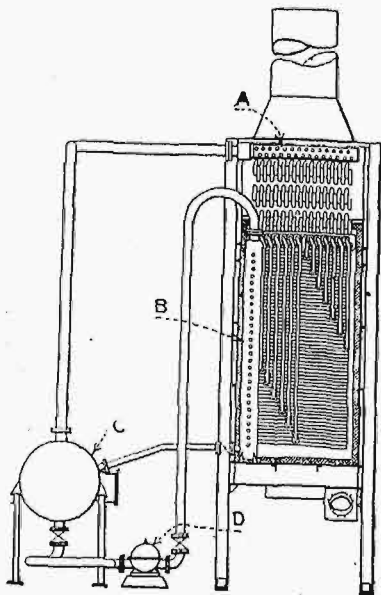
ENERGETYKA.

Kocioł na parę dyfenilu o niskim ciśnieniu, lecz wysokiej temperaturze.

Kocioł ten zbudowała Forster Wheeler Corp. dla wytwórni Dow Chemical Co w Midland (U. S. A., Mich.). Wytwarza on parę mieszaniny tlenku dyfenilu, dyfenilu i in. pochodnych benzenu, o prężności 3,5 kg/cm² i temperaturze 341°. Para ta znajduje korzystne zastosowanie do urządzeń

grzewczych o wysokiej temperaturze. Kocioł opala się ropą, zapomocą jednego palnika.

Komora paleniskowa jest kwadratowa w przekroju; wszystkie jej 4 boki są wyłożone rurami (węzownicami), zasilanymi przez pionową rurę rozdzielczą B (rys. 1), która



Rys. 1. Przekrój kotła do odparowywania dyfenilu.

A — rura odpływowa (z węzownic); B — rura zasilająca węzownice; C — zbiornik do oddzielania par od cieczy; D — pompa obiegowa.

rozciąganie 51 kg/mm². Prędkość przepływu w nich cieczy wynosi 0,9 m/sek. (P o w e r, październik 1932 r.). C.

KOMUNIKACJA.

Ruch samochodowy w Polsce.

Inż. M. Nestorowicz opublikował na łamach czasopisma „Inżynier Kolejowy” (zesz. 9 z r. b.) ciekawe obliczenia, dotyczące udziału pojazdów mechanicznych w transporcie osób i rzeczy w Polsce. Autor podaje następujące zestawienie za rok 1932: Na wszystkich kolejach i tramwajach przewieziono około 5¹/₂ miljarda osobo-kilometrów, zaś samochodami przewieziono 1¹/₂ miljarda osobo-kilometrów. Na wszystkich kolejach i tramwajach przewieziono w tym samym roku około 15 miliardów tonno-kilometrów towarów, zaś samochodami poniżej 1/4 miljarda tonno-kilometrów. Z zestawienia tego wynika, stwierdza inż. Nestorowicz, iż w przewozie osób nasz skromny aparat samochodowy, liczący zaledwie (wraz z motocyklami) niecałe 35 000 pojazdów, odgrywa już dzisiaj bardzo poważną rolę. Przewozy samochodowe osób wynoszą 23% ogółu tej kategorii przewozów osób, co jest odsetką bardzo wysoką. Natomiast udział samochodów w przewozie towarów jest u nas niewielki; przewozy samochodowe towarów stanowią zaledwie 1¹/₂% ogółu tego działu przewozów. Autor przypuszcza, iż udział samochodów w przewozie towarów będzie powoli wzrastał, w zależności od wzrostu ilości pojazdów mechanicznych, zaś udział samochodów w przewozie osób może w krótkim czasie dojść do 50% ogółu przewozu osób. Zależać to będzie od rozbudowy dróg i dostarczenia przez przemysł samochodowy tanich i do polskich warunków dostosowanych wozów. Inż. Nestorowicz uważa, iż, niezależnie od „Funduszu Drogowego”, w budżecie państwowym powinna znaleźć się ponownie pozycja na konserwację i rozbudowę sieci drogowej.

B.

METALIZNAWSTWO.

Badanie żeliwa stopowego.

T. Meierling przeprowadził ostatnio badania nad wpływem składników stopowych na zmniejszenie t. zw. zjawiska pęcznienia żeliwa w wyższych temperaturach. Zjawisko to jest wywoływane rozpadem cementytu oraz utlenianiem składników żeliwa. Z tego względu na pierwszy plan wysuwa się chrom, podnoszący trwałość karbidków, utrudniający jednak znacznie obróbkę mechaniczną.

Do badań użyto żeliwa o następującym składzie chemicznym:

Tabela I.

Nr.	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Ni %	Mo %
1	2,89	0,89	0,83	0,37	0,06	0,10	—	—
1a	2,89	0,89	0,83	„	„	0,10	—	0,84
2	2,84	1,29	0,83	„	„	—	—	—
2a	2,84	1,29	0,83	„	„	—	—	0,65
3	2,78	1,67	0,83	„	„	—	—	—
3a	2,78	1,67	0,83	„	„	—	—	0,40
4	2,87	1,67	0,76	„	0,034	0,13	—	—
4a	2,87	1,67	0,76	„	„	0,15	—	0,52
4b	2,87	1,67	0,76	„	„	0,33	—	0,52
5	3,20	2,59	0,94	0,47	0,026	—	ślady	—
6	3,04	2,57	—	—	—	0,58	—	0,35
7	3,11	2,24	—	—	—	—	1,53	0,54
8	3,04	2,39	—	—	—	0,47	1,56	0,05
9	3,05	2,69	—	—	—	0,85	0,84	0,36

Stopy dobrano tak, iż nawet w najcięższym przekroju otrzymywano zawsze złom szary. Jak widać z następnej tabeli, żeliwo z dodatkiem molibdenu wykazuje wzrost wytrzymałości na gorąco wraz ze wzrostem zawartości krzemu. Odporną na pęcznienie, co najlepiej uwidoczniła twardość Brinella, której spadek po długotrwałym wyżarzaniu jest proporcjonalny do pęcznienia, okazała się próbka 4b. Największy rozpad karbidków nastąpił w próbce 7, zawierającej molibden i nikiel. Najlepsze naogół wyniki dało żeliwo z chromem, niklem i molibdenem.

Wpływ wyżarzania na własności żeliwa obrazują liczby poniższe.

Tabela II.

Nr.	Węgiel związany %		Tward. Brinella		Wytrzymałość kg/mm ²	
	Przed wyżarzaniem	Po 100 godz. żarzeniu w 625°C	Przed wyżarzaniem	Po 100 g. wyżarzaniu w 625°C	Przed wyżarzaniem, w temp 20°C	W temp. 500 i 530°C
1	0,67	—	223	134	29,4	26,3
1a	0,67	—	232	149	30,8	27,2
2	0,64	—	215	134	29,7	21,7
2a	0,69	—	229	140	33,7	27,8
3	0,61	—	229	128	28,8	26,7
3a	0,63	—	220	146	31,8	30,8
4	0,60	—	217	123	28,5	25,9
4a	0,62	—	241	143	30,6	30,2
4b	0,69	—	241	183	33,4	30,7
5	0,58	0,14	217	127	30,5	18,4
6	0,65	0,44	255	164	25,5	33,0
7	0,63	0,17	255	139	30,0	26,4
8	0,67	0,37	241	164	24,7	23,6
9	0,77	0,58	261	200	29,8	33,0

Następnie zbadano żeliwo o składzie podanym w tabeli III na zmianę własności zależnie od czasu wyżarzania w tej samej temp. 625°C.

Tabela III.

Nr.	C og. %	C graf. %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Ni %	Mo %	R kg/mm ²
10	3,12	2,48	1,43	1,08	0,31	0,012	—	—	—	25,0
11	3,12	2,47	1,47	—	—	—	0,72	—	—	28,0
12	3,12	2,55	1,49	—	—	—	—	—	1,05	25,5
13	3,10	2,45	1,41	—	—	—	—	0,55	—	23,9
14	3,12	2,30	1,41	—	—	—	0,63	0,58	0,99	29,9

Żeliwo zwyczajne (10) uzyskuje po 30 godz. wyżarzania polepszenie *R* i *B* przy jednoczesnym znacznym rozpadzie węgla związanego. Zjawisko to należy tłumaczyć lepszą budową krystalograficzną, powstałą przy wyżarzaniu. Pod wpływem dalszego rozpadu cementytu i wzrostu grafitu ulepszenie to nie wpływa na własności.

Żeliwo z chromem wykazuje najpierw wzrost twardości, następnie zaś spadek; wpływ na wytrzymałość widać z następującego zestawienia:

Tabela IV.

Zależność wytrzymałości na gorąco (628°C) od czasu wygrzewania w tej temperaturze.

Nr. próbki	Wytrzymałość na rozciąganie po wygrzaniu w ciągu godz.						
	0 godz.	2 g.	5 g.	15 g.	30 g.	50 g.	100 g.
10	25	14,5		12,7	14,3	12,5	10,4
11	28	20,4	12,9 ¹⁾	12,3 ²⁾	13,8 ³⁾	12,8	18,4
12	25,5	19,3		14,7	13,3 ⁴⁾	14,9 ⁵⁾	16,6
13	23,9	18,7		15,6	20,8	17,4	9,8
14	29,9	26,5	23,4	22,6	23,8	20,5	20,8

¹⁾ 12 godz. ²⁾ 25 godz. ³⁾ 36 godz. ⁴⁾ 38 godz. ⁵⁾ 68 godz.

Zawartość węgla związanego w żeliwie molibdenem (12) najpierw maleje, później ponownie wzrasta (po ok. 25 godz. wyżarzania). Wpływa to naturalnie na twardość i na wytrzymałość. Mikrobudowa wykazuje rozpad perlitu i rozrost pasemek ferrytu, gdy później ponownie występuje perlit.

Wzrost wytrzymałości żeliwa niklowego (13) tłumaczy się przekształcaniem, jak w zwykłym żeliwie.

Tem samym oraz przemianą karbidków (jak w próbce 11) tłumaczy się wzrost własności żeliwa z chromem, niklem i molibdenem (próbka 14).

Pęcznienie zbadano przez mierzenie wydłużenia trwałego po wyżarzaniu w 675°C oraz po kilkakrotnym wyżarzaniu od 20 do 900°C.

Najlepsze wyniki dało żeliwo Nr. 14 z chromem, niklem i molibdenem, które praktycznie można uważać za nie ulegające pęcznieniu. Poniższe liczby (odczytane z wykresu) dają obraz zachowania się żeliwa przy wyżarzaniu w temp. 675°C.

Tabela V.

Nr. próbki	Czas wyżarzania	Wydłuż. trwałe %	Czas wyżarzania	Wydłuż. trwałe %
10	ok. 48 godz.	ok. 0,66	70 godz.	ok. 0,92
11	" 46 "	" 0,18	" "	" 0,41
12	" 50 "	" 0,40	" "	" 0,49
13	" 52 "	" 0,68	" "	" 0,68
14	" 50 "	" 0,04	" "	" 0,06

Wyżarzanie zaś czterokrotne od 20 do 900° dało następujące zmiany długości:

Nr. próbki	%	Nr. próbki	%
10	+0,528	13	+0,790
11	-0,260 ¹⁾	14	-0,075
12	+0,501		

¹⁾ Zdaje się że liczba ta jest mylna; powinno być z obliczeń 0,240.

Jak wynika z powyższych badań, przez stopienie żeliwa z chromem, niklem i molibdenem otrzymujemy materiał o dobrej wytrzymałości w wyższych temperaturach i nie ulegający pęcznieniu. Najlepszy z badanych gatunków żeliwa posiadał skład chemiczny następujący: C = 3,1%; Si = 1,4%; Mn = 1,1%; Cr = 0,6%; Ni = 0,6%; Mo = 1,0%. (Archiv. f. d. Eisenhüttenwesen 1933, zes. 2, str. 141—144).

E. P.

SILNIKI SPALINOWE.

Zbyt mało silników spalinowych w wiertnictwie.

Inż. Tadeusz Welfeld porusza na łamach czasopisma „Przemysł Naftowy” (zes. 17 z r. b.) zagadnienie

silników spalinowych w przemyśle naftowym. W artykule o podanym wyżej tytule pisze on: „Z okien wagonu, toczącego się wzdłuż naszych kopalń, rozrzuconych na Podkarpaciu, widzi podróżny kłęby pary nad szybami, będącymi w ruchu. Prawie wszystkie szyby naftowe napędzane są parą. Jest rzeczą ciekawą, że przemysł, o którym powiedzieć można, że jego „być albo nie być” zależy od silnika spalinowego, ignoruje zupełnie to własne źródło siły na polach naftowych. To samo dzieje się w Rumunji, chociaż teraz tu i ówdzie na nowych szybach spotykamy już silnik spalinowy, podczas gdy w Ameryce Północnej panuje wszechwładnie motor elektryczny. Najbardziej rozpowszechniony jest silnik spalinowy na argentyńskich polach wiertniczych, jednakowoż nie w tej mierze, jakaby mu odpowiadała ze względu na jego znaczenie gospodarcze”. Dlaczego tak się dzieje? Autor uważa, iż winę ponosi za ten stan rzeczy: primo konserwatyzm starych wiertników, secundo brak zainteresowania ze strony mechaników, którzy nie starają się dostosować silnika spalinowego do specyficznych właściwości techniki wiertniczej.

B.

Bibliografia

Człowiek czy maszyna. H. Dubreuil. Przekład M. Sokalowej. Z przedmową prof. A. Krzyżanowskiego. Warszawa, Wydawnictwo „Ligi Pracy”.

Jako Nr. 64 wydawnictw Towarzystwa „Ligi Pracy”, ukazało się tłumaczenie głośniejsze w swoim czasie książki Francuza H. Dubreuil. Autorem jest robotnik z pochodzenia, wykwalifikowany mechanik, który spędził 1½ roku w Stanach Zjednoczonych, gdzie badał zagadnienie racjonalizacji pod kątem widzenia jej wpływu na warunki materialne i duchowe życia amerykańskiej klasy robotniczej. W chwili, gdy Dubreuil ruszał w drogę, nie był on właściwie już robotnikiem, ale działaczem społecznym na terenie związków zawodowych i utalentowanym publicystą. Od pracy fizycznej już się był oddalił, postanowił jednak w czasie badań wykorzystać swój fach i na tej drodze dotrzeć do takich punktów obserwacyjnych, do których normalnie reporter nie dociera. Dlatego niesłusznie nazywa Dubreuil wydawca polskiego tłumaczenia „klasycznym przedstawicielem świata pracy” (wstęp od wydawcy). Dubreuil jest inteligentem, któremu pochodzenie robotnicze i znajomość rzemiosła fabrycznego ułatwiła podjęta przez niego pracę publicystyczną.

Dubreuil ma ustaloną opinię entuzjasty amerykańskich metod Taylora i Forda. Dlatego zapewne zainteresowała się „Liga Pracy” wydaniem jego głównej książki „Człowiek czy maszyna”. W rzeczywistości jest Dubreuil syndykalistą, który marzy o demokracji przemysłowej w oparciu o silne związki zawodowe. Z zachwytem cytuje powiedzenie prezesa Federacji amerykańskich pracowników kolejowych: „W przemyśle kolejowym istnieją dwie grupy akcjonariuszy: jedna składa się z dwóch przeszło milionów ludzi, którzy włożyli w przedsiębiorstwo jedyny swój kapitał — własne życie. Druga grupa liczy niespełna 100 tysięcy ludzi, którzy do przemysłu tego wnieśli jedynie nadmiar swych dolarów” (str. 271). Albo w innym miejscu, gdy rozważa zagadnienie sprawiedliwej płacy robotniczej, pisze: „Prawdziwe rozwiązanie nalezione być jedynie może — nie zdołam dość często tego powtarzać — na drodze poszukiwania sposobów wyzwolenia pobudek wewnętrznych robotnika, stokroć zawsze potężniej działających od wszystkich tych, które wypływać mogą z najlepiej nawet przemysłowej organizacji wojskowej” (str. 223). Właśnie dlatego, iż autor w wielu miejscach (nie wszędzie) bardzo krytycznie ocenia stosunki amerykańskie, książka jego zachowała i dzisiaj swą wartość, chociaż w międzyczasie kraj, który opisywał, zdołał spaść z wyżyn „prosperity” na dno nędzy wieloletniego kryzysu. Przynosząc niezwykle cenne opisy amerykańskich stosunków fabrycznych, książka ta zasługuje na to, ażeby się znaleźć w ręku każdego kierownika (czy współkierownika) fabryki w Polsce.

Bd.

SPRAWOZDANIA I PRACE POLSKIEGO KOMITETU ENERGETYCZNEGO

BULLETIN DU COMITÉ POLONAIS DE L'ÉNERGIE

TREŚĆ

Gospodarka energetyczna polskich hut żelaznych, nap. Inż. Z. Warczewski.
Sprawozdania z posiedzeń.

WARSZAWA
11 PAŹDZIERNIKA
1933 r.

SOMMAIRE

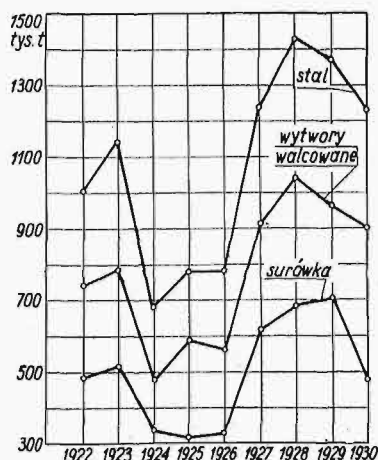
L'état actuel de l'utilisation de l'énergie aux usines métallurgiques polonaises. rapport présenté à la Session spéciale de la Conférence Mondiale de l'Énergie à Stockholm par M. Z. Warczewski, Ingénieur mécanicien.
Comptes-rendus des séances de diverses Commissions du Comité.

Gospodarka energetyczna polskich hut żelaznych^{*)}

Napisał Inż. Z. Warczewski.

Poniższe sprawozdanie w sprawie gospodarki energetycznej polskich hut żelaznych opiera się świadomie przede wszystkim na danych liczbowych z lat 1929 i 1930; autor wychodził bowiem z założenia, iż panujące wówczas warunki pracy w czasie pogarszającej się koniunktury były i są charakterystyczne dla tej gałęzi przemysłu polskiego. Chciał on również w ten sposób wyeliminować nienormalne zjawiska, wywołane czy to przez iluzoryczną koniunkturę roku 1928, czy to przez kryzys wszechświatowy, i zniekształcające ogólny obraz życia gospodarczego państwa.

Jak to wynika z rys. 1, podające go roczną wytwórczość surówki, stali i wytworów walcowanych w Polsce¹⁾, państwo nasze, mimo dotychczasowego wybitnie agrarnego charakteru, wykazywało jednak przed kryzysem wszech-



Rys. 1. Roczna wytwórczość surówki, stali i wytworów walcowanych w Polsce w latach 1922—1930.

światowym ciągle pomysłny rozwój przemysłowy również i w dziedzinie hutnictwa żelaza. Tak więc zużycie roczne żelaza, obliczone na jednego mieszkańca, wynosiło: w roku 1927—30,8 kg, w roku 1928 największej koniunktury—35,9 kg, w roku 1929—34,3 kg, zaś w roku 1930 już tylko 20,0 kg. Udział

^{*)} Referat zgłoszony za pośrednictwem PKEn na tegoroczny zjazd częściowy Światowej Konferencji Energetycznej w Sztokholmie.

¹⁾ Dane statystyczne w sprawie wytwórczości surówki, stali i wyrobów walcowanych oraz dane co do zużycia żelaza na głowę ludności są wzięte z oficjalnych sprawozdań Związku Polskich Hut Żelaznych.

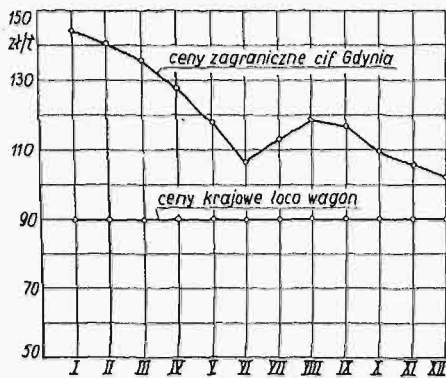
Polski w gospodarce światowej wahał się przytem w wysokości 0,6—0,7% w odniesieniu do surówki i 1,1—1,3% — do stali.

Jako ważną okoliczność należy tu podkreślić, iż krajowe rudy żelazne nie wystarczają do całkowitego pokrycia zapotrzebowania wielkich pieców. Jednakże polskie prażone żelaziaki spato-we (syderyty) i żelaziaki brunatne (limonity) mogą ilościowo dojść do 40—50% wsadu rudnego. Uwzględniając jeszcze znajdujące się w kraju żuźle fryszerskie, zgrzewne i pudlarskie oraz zendrę i złom wielkopiecowy, dochodzimy do wniosku, iż udział z konieczności stosowanych rud zagranicznych musi wynosić jeszcze minimum 10—20% wsadu metalicznego, przyczem te ostatnie występują zarówno bezpośrednio, jak i również jako składnik chętnie stosowanych aglomeratów lub brykietów. W każdym razie, z punktu widzenia gospodarki rudami, Polska należy do lepiej sytuowanych państw kontynentu europejskiego (np. dla porównania zaznaczam, iż Niemcy stosują obecnie tylko 16,3—18,5% własnych rud we wsadzie metalicznym wielkich pieców²⁾).

Gorzej przedstawia się sprawa ze złomem. Wobec dotychczasowego niewielkiego zużycia żelaza w kraju, należy stale jeszcze sprowadzać 40—60% ogólnej ilości złomu z zewnątrz. Poza to słaba podaż krajowego złomu wywołuje obecnie przy utrudnionych procesach wyrównawczych gospodarki światowej duże usztywnienie jego ceny. Natomiast złom zagraniczny ulega wahaniom cen rynku światowego i cena jego importowa waha się między 65% i 170% ceny złomu krajowego (rys. 2). Naszkicowane powyżej warunki pracy w dziedzinie rud i złomu oraz stosunkowo droga surówka skierowały automatycznie wytwórczość stali w Polsce na drogę procesu Siemens'a-Martin'a, który ponadto pozwala hutom ekonomicznie zużywać złom własny oraz dostosowuje się elastycznie do zmiennego zbytu stali i do zmiennych cen wsadu.

²⁾ Stahl und Eisen, 53 (1933), str. 1—15.

O wiele korzystniej wygląda nasza gospodarka węglowa. W pierwszym rzędzie uwzględnić tu należy Górny Śląsk, który dostarcza znakomitego węgla płomiennego (30—38% części lotnych) o wartości opałowej 6500—7800 Kal/kg, nadającego się do palenisk wszelkiego rodzaju. Przemysł hutniczy potrzebuje rocznie 2,3—2,8 milj. tonn węgla i zużywa w ten sposób około 6% ogólnej polskiej wytwórczości węgla lub około 11% ogólnego zbytu na rynku wewnętrznym. Poważniejsze trudności, które jednakże udało się po



Rys. 2. Porównanie cen krajowych i zagranicznych złomu w poszczególnych miesiącach 1930 r.

większej części już przewyciężyć, robiła wytwórczość własnego koksu, ponieważ bogaty w części lotne i słabo spiekający się węgiel krajowy dopiero po daleko idącym zmieleniu i zmieszaniu oraz po ubicciu go w specjalnych maszynach daje koks o tak zwanej wytrzymałości kawałkowej powyżej 40%, przy mniej niż 12% ścierniwa. Mimo to sprawa kokszowania nie jest jeszcze u nas całkowicie rozwiązana, tak iż szereg dalszych prób dąży stale do poprawy jakości tego koksu, np. przez domieszanie dobrych zagranicznych gatunków węgla koksownianego (węgiel Ostrawski) do węgla krajowego.

Wreszcie należy tu jeszcze wspomnieć o ciasności naszego rynku pieniężnego, która, przy efektywnej stopie procentowej w wysokości conajmniej 7—8%, wymaga stałej i bacznej kontroli zarówno kapitałów zakładowych, jak i obrotowych.

Opierając się na wyżej podanych ogólnych warunkach pracy polskiego hutnictwa, referat niniejszy o gospodarce energetycznej zajmować się będzie polskimi hutami żelaznymi typu mieszanego, t. j. hutami, obejmującymi również wielkie piece i koksownie, ponieważ wypadek ten jest najbardziej ogólny, najbardziej ciekawy i najbardziej pouczający. W stalowniach wytwarzających stal szlachetną oraz w wydzielonych lokalnie autonomicznych oddziałach hutniczych wytyczne gospodarki energetycznej są o wiele prostsze, jakkolwiek podlegają również ogólnym prawom, o których będzie poniżej mowa.

Istniejąca w innych oddziałach przemysłu możliwość połączenia wytwórczości mocy i wytwórczości ciepła w postaci pary występuje w hutnictwie w bardzo nieznacznym stopniu. Pomijając odparowywacze wytwórni amonjaku lub podgrzewacze i odparowywacze wytwórni benzolu, jak również podgrzewanie wody dodatkowej do zasilania kotłów przy chemicznym procesie jej oczyszczania, nie

spotykamy w hutnictwie więcej specjalnego zapotrzebowania na parę grzejącą.

Natomiast gospodarka energetyczna w hutach stoi wybitnie pod znakiem rozporządzalnych olbrzymich ilości gazów odpadkowych w procesach hutniczych, t. j. w pierwszym rzędzie gazu wielkopieczowego i gazu koksownianego, które wydatnie odciążają konto paliwowe huty. Wypada się zastanowić przede wszystkim nad teoretycznymi możliwościami wytwarzania mocy z rozporządzalnego gazu wielkopieczowego. Przy rozważaniach tych bierzemy pod uwagę nowoczesną, ekonomicznie obciążoną siłownię gazową, względnie nowoczesną siłownię gazowo-parową, posiłkując się poza tym liczbami charakterystycznymi dla polskiej wytwórczości surówki i stali.

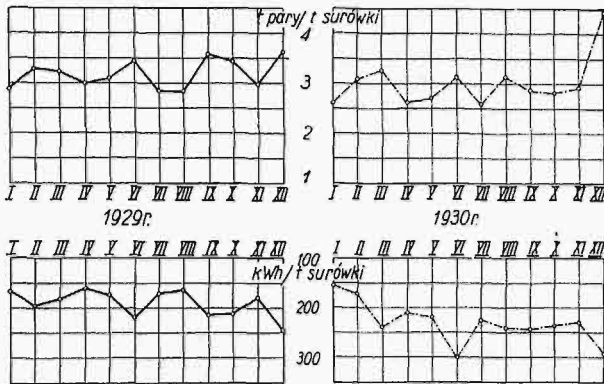
Tak więc nowoczesna siłownia gazowa, pracująca przy następujących współczynnikach sprawności: maszyn gazowych z przepłókiwaniem i ładowaniem mieszanki pod ciśnieniem 24,6%; prądnicy elektrycznej — 95%, będzie przy 7,5% zużycia własnego (bez kotłów wyzyskujących ciepło odpadkowe, które nie są u nas rentowne) oraz przy założonym wyżej dobrym współczynniku obciążenia maszyn posiadać ogólną sprawność $\eta = 0,246 \times 0,95 \times 0,925 = 21,6\%$ w stosunku do oddanej kWh, czemu odpowiada rozchód ciepła w wysokości 3 980 Kal/kWh. Podobnie znajdziemy dla nowoczesnej siłowni gazowo-parowej (40 at, 400°), pracującej z następującymi współczynnikami sprawności:

kocioł: 80%; przewód parowy 96,5%; turbina 30,8%, prądnica 95%, przy 5% rozchodzie własnym w kotłowni i 1,5% w turbinie, ogólną sprawność $\eta = 0,80 \times 0,965 \times 0,308 \times 0,95 \times 0,935 = 21,1\%$, również w stosunku do oddanej kWh, czemu odpowiada rozchód ciepła 4 075 Kal/kWh. Dalsze założenia dotyczące będą warunków pracy naszego hutnictwa. Tak więc, przyjmując, iż w wielkim piecu uzyskujemy 3 900 nm³ suchego gazu wielkopieczowego/t koksu o wartości opałowej $H_d = 1 050 \text{ Kal/nm}^3$, założmy dalej, że 30% ogólnej ilości gazu wielkopieczowego pokrywa zużycie własne aparatów Cowpera i straty gazu oraz że średnie zużycie koksu na t surówki dla wszelkich gatunków wytwarzanej surówki wynosi około 1,1 t. Przyjmijmy wreszcie, iż martenownia pracuje przy 30% wsadu surówki, mając 92% uzysku i że surówka martenowska stanowi tylko 60% wytwórczości wielkich pieców; wówczas, opierając się na wyżej wyliczonych współczynnikach ogólnej sprawności siłowni, znajdziemy, iż huta będzie w wypadku siłowni gazowej rozporządzać energią 792 kWh/t surówki lub 430 kWh/t stali, zaś w wypadku siłowni gazowo-parowej — energią 775 kWh/t surówki lub 421 kWh/t stali.

Wyliczona w ten sposób nadwyżka energii, stojąca do dyspozycji, wynosi 2 — 3 razy więcej, niż podają praktyczne dane, dotyczące nowoczesnych wielkich hut zachodnio-europejskich i amerykańskich. Tak np. największa huta żelazna niemiecka August Thyssen w Hamborn zużywa 140 — 150 kWh/t stali³⁾. Charles W. E. Clarke oblicza teoretycznie dla nowoczesnej całkowicie zelektryfiko-

³⁾ Stahl und Eisen, 50 (1930), str. 857 — 881.

wanej huty mieszanej zapotrzebowanie prądu na 240 kWh/t surówki⁴⁾). Oczywiście, nie można liczyć tych przenieść automatycznie na warunki polskie, gdyż należy tu uwzględnić stopień mechanizacji i spółczynnik zatrudnienia huty oraz miejscowe warunki rozwoju gospodarki energetycznej.

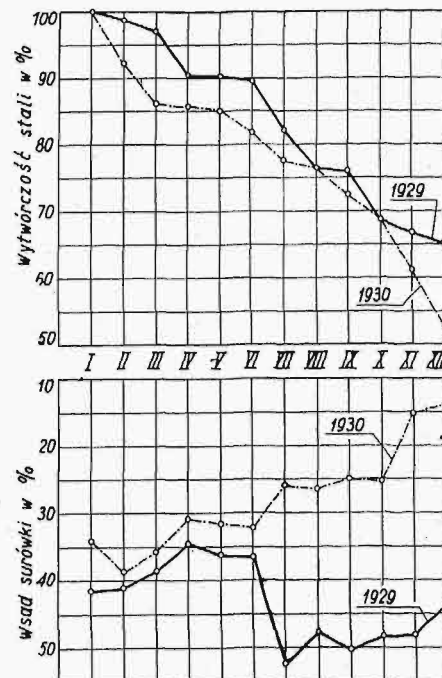


Rys. 3. Zużycie jednostkowe prądu i pary w hucie polskiej.

Największe polskie huty żelazne są w stanie wytwarzać około 15 000 — 25 000 t stali i 10 000 — 20 000 t surówki. Zawierają one zwykle poważną ilość maszyn parowych, tak że zapotrzebowanie energii musi dotyczyć zarówno energii elektrycznej, jak i energii parowej. Dla przykładu podano na rys. 3 jednostkowy rozchód energii pewnej mieszanej huty polskiej, który w latach 1929/30 wraz ze stratami sieci parowej i elektrycznej wahał się w granicach 2,59 — 4,44 t pary/t stali oraz 156 — 301 kWh/t stali. Ponieważ w rachubę wchodziła tu para nasycona o ciśnieniu 8 — 9 at, a więc nawet i w tym wypadku otrzymujemy prawie zupełną teoretyczną samowystarczalność gospodarki energetycznej, opartej jedynie na gazie wielkopieczowym. Twierdzenie to staje się jeszcze bardziej słuszne, jeżeli uwzględnimy, że mamy tu do dyspozycji jeszcze nadwyżkę gazu koksownianego. Zależnie od stanu koksowni, ilość tego gazu waha się pomiędzy 300 nm³ — dla nowych koksowni i 375 nm³ — dla starych koksowni w odniesieniu do 1 t węgla koksownianego z kopalni. Ponieważ zaś wartość opałowa tego gazu wynosi $H_d = 4\,200$ Kal/nm³ — dla nowej koksowni aż do 3 900 Kal/nm³ dla starej koksowni, przy zużyciu własnym 50% — dla nowej i 62% — dla starej koksowni, uzyskujemy więc dodatkową ilość ciepła, zwiększającą energię cieplną gazu wielkopieczowego o dalsze 40%. W każdym razie należy tu uwzględnić, że rozpowszechnione na Zachodzie stosowanie procesu tomasowskiego zwiększa wydatnie ilość rozporządzalnych gazów odpadkowych, wobec konieczności prawie trzykrotnego zwiększenia ilości surówki w stalowni w porównaniu z procesem martenskim; oczywiście, fakt ten wpływa silnie w kierunku oparcia gospodarki energetycznej hut na gazach odpadkowych.

Jakkolwiek jednak możliwość stworzenia energetycznej samowystarczalności hut żelaznych przy nieomal taśmowej pracy poszczególnych oddziałów wydawałoby się mogła najbardziej ekonomiczną, to jednak w Polsce nie można jej uzyskać. Po-

mijamy tu już tę okoliczność, że gazy odpadkowe, jako źródło energii cieplnej, dają się w piecach hutniczych (np. stalowni, walcowni) zwykle ekonomiczniej zastosować, niż przy wytwarzaniu energii, i z tego punktu widzenia powinny być w pierwszym rzędzie — według możliwości — tam doprowadzone. Jednakże, pomijając nawet zupełnie ten wzgląd, musimy stwierdzić, że silnie zmienny spółczynnik zatrudnienia naszych hut stwarza trudności nie do przewyciężenia przy oparciu gospodarki energetycznej jedynie na podstawie gazowej. Zmienne warunki rynkowe, niejednolite i wielostronne programy pracy wpływają w sposób bardzo silny na zatrudnienie huty oraz na procesy hutnicze i zmieniają raptownie ilość powstałych i rozporządzalnych gazów odpadkowych. Tak więc rys. 4 pokazuje dla jednej z największych stalowni krajowych uporządkowaną charakterystykę roczną wytwórczości stali oraz procentowy wsad surówki przy wytwarzaniu stali. Jak to wynika z rysunku, wytwórczość stali wahała się w roku 1929 pomiędzy 100% a 65,3%, w roku 1930 — pomiędzy 100% a 52,5%; jednocześnie procentowy wsad surówki przybierał wszelkie wartości od 14,0% do 52,5%. W tych warunkach pracy teoretyczne korzyści silnego sprzężenia wytwórczości energii i wytwórczości ciepła stają się zgubne dla praktycznie koniecznej swobody ruchu huty, ponieważ wahania w zatrudnieniu jej oddziałów nie przenoszą się równomiernie na zapotrzebowanie i na wytwarzanie energii. Rys. 5 w połączeniu z rys. 4 pokazuje naprzykład, jak silnie zmienia się wytwórczość gazu wielkopieczowego i



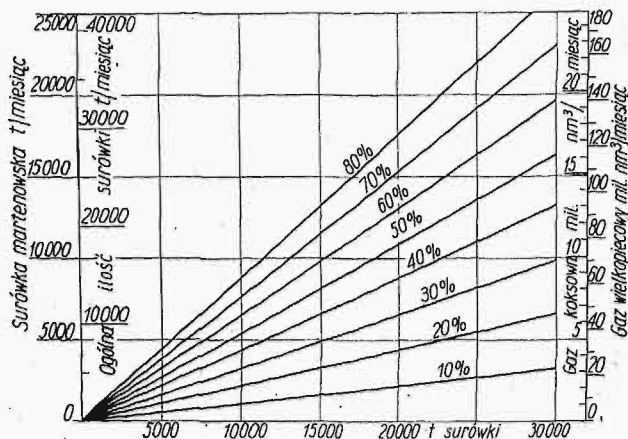
Rys. 4. Uporządkowana charakterystyka roczna oraz % zużycie surówki przy wytwarzaniu stali.

koksownianego mieszanej huty żelaznej w zależności od wytwórczości stali i od procentowego wsadu surówki. Dla uproszczenia wykresu założono, iż uzysk przy wytwórczości stali jest wielkością stałą, niezależną od procentowego wsadu surówki; w rzeczywistości należałoby pęk promieni

⁴⁾ Stahl und Eisen, 50 (1930), str. 1273 — 1274.

rys. 5 zastąpić przez rodzinę prostych, nie przechodzących przez jeden punkt.

Rozumowanie powyższe zakłada milcząco, że huta nie jest w stanie pracować na skład, jakby tego ewentualnie wymagała gospodarka energetyczna. Istotnie, wysoka stopa procentowa i ciasnota rynku pieniężnego, jakeśmy już o tem mówili, nie



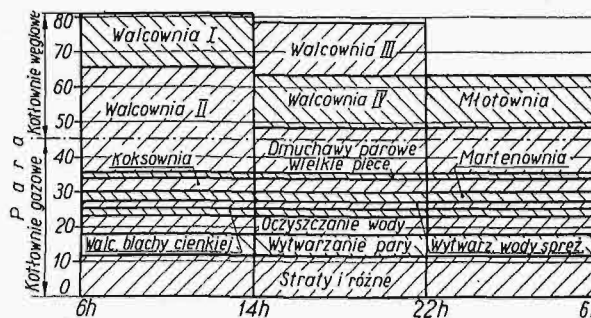
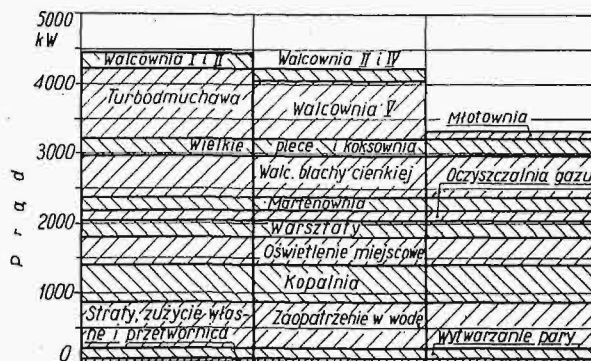
Rys. 5. Gospodarka gazowa w zależności od wytwórczości stali i od wsadu surówki (w założeniu stałego uzysku).

pozwalają na tworzenie większych zapasów wytworów i półfabrykatów dla uzyskania optymalnych warunków energetycznych na podstawie gazowej. Z tego względu należało zastosować inne środki, aby uzyskać możliwość odpowiedniego wyrównania popytu i podaży energii. Było to tem konieczniejsze, iż nieuniknione skądinąd przy wszelkiej wytwórczości zakłócenia i przerwy w ruchu (np. wiszenie wielkiego pieca, zmiana dysz w wielkich piecach) wytwarzają dalszy czynnik niestajłej równowagi w gospodarce energetycznej, który jednak ze względu na konieczną niezawodność w ruchu innych oddziałów musi być jaknajskrupulatniej brany pod uwagę. Z wyżej wyluszczonej perspektywy należy więc ustalić jako ważny postulat, iż węgiel (w pierwszym rzędzie miał o wielkości ziarn poniżej 10 mm) z konieczności tworzyć musi podstawę energetyczną polskich hut żelaznych, ponieważ przy silnych wahanich zatrudnienia jest on jedynie w stanie sprostać wszelkim zapotrzebom energii.

Krótkotrwałe wahania ilości gazu, stojącego do dyspozycji, nie mogą być oczywiście wykorzystane w siłowni gazowej huty, ponieważ prąd elektryczny w normalnych warunkach nie daje się magazynować. Z tego względu należy przewidzieć w każdej sieci gazowej specjalne miejsca zasobnikowe, któreby pozwalały ekonomicznie wykorzystać te krótkotrwałe szczyty. Huty polskie stosują tu najczęściej kotły opalane gazem; pozatem wchodzi w rachubę podgrzewacze powietrza przy wielkich piecach. Natomiast wszelkie wielkie zbiorniki gazu nie są u nas rentowne, ze względu na ich wielkie koszty zakładowe oraz na stosunkowo niską cenę paliwa. Nadmierne wysokie szczyty ilości gazu są też niekiedy spalane zapomocą specjalnej pochodni, przyczem ilość tego zbytecznego gazu należy regulować samoczynnie. Dla wyrównania ilości gazu dmuchawy wielkopiecowe winny pracować według możliwości bez przerwy, tak iż nawet w czasie spustu wielkiego pieca należy według możliwości

dalej dmuchać powietrze przy zmniejszonym ciśnieniu.

Inaczej rzecz się ma z długotrwałymi zmianami rozporządzalnej ilości gazu. Nowoczesne koksownie z kombinowanym opalaniem pozwalają przesunąć ogrzewanie poszczególnych komór dowolnie na gaz wielkopiecowy lub na gaz koksowniany, zależnie od rozporządzalnych ilości obu tych gazów odpadkowych, przyczem wolny gaz koksowniany zużywa się w innych paleniskach hutniczych. W pewnym konkretnym wypadku jedna z koksowni wprowadziła nawet specjalny plan nierównomiernego zasilania i ogrzewania komór koksowych, dzięki czemu udało się planowo skontrolować podaż gazu koksownianego w godzinach, potrzebnych dla pieców walcowniczych tej huty. Najbardziej jednak istotnym warunkiem ekonomicznego wykorzystania gazów odpadkowych jest planowa gospodarka przy ustalaniu programu pracy w hutach. Należy w miarę możliwości, ograniczonych, niestety, do pewnego stopnia przez gospodarkę materiałową huty, tak rozplanować poszczególne dniówki w oddziałach, aby uzyskać możliwie jaknajbardziej wyrównane obciążenie sieci elektrycznej i sieci parowej. Rys. 6 pokazuje poglądowo tego rodzaju program pracy pewnej huty mieszanej, która tak przeprowadziła podział pracy, że dwie mniej więcej równomiernie obciążone dniówki o silnym zapotrzebowaniu energii są przedzielone jedną dniówką o słabym zapotrzebowaniu energii. W wypadku tego rodzaju chodzi oczywiście w



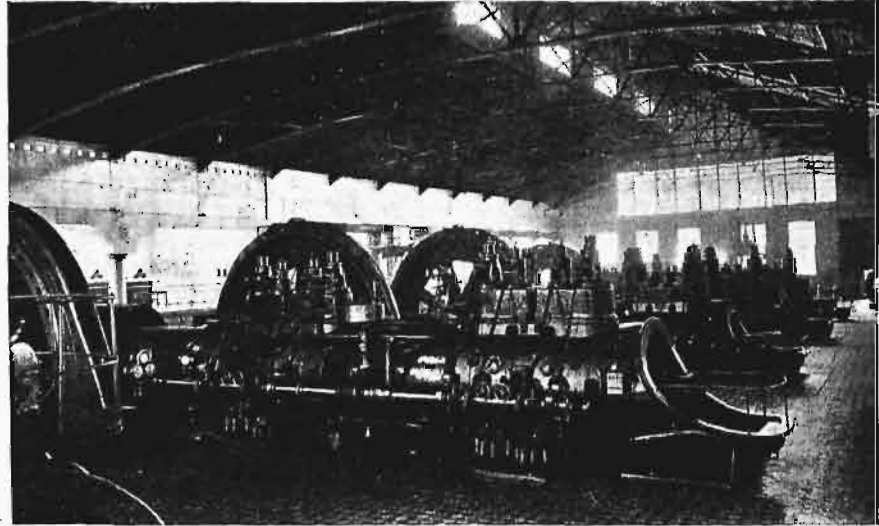
Rys. 6. Zapotrzebowanie energii elektrycznej i pary przy racjonalnym rozkładzie pracy.

pierwszym rzędzie o dokładne dotrzymanie ustalonego czasu poszczególnych dniówek, aby planowe obciążenie w poszczególnych dniówkach nie uległo sumowaniu, które oczywiście musiałoby pociągnąć za sobą jaknajgubniejsze skutki dla ekonomicznego wytwarzania energii. Tenże rys. 6 pokazuje, jak przy ruchu jednego wielkiego pieca —

w warunkach lokalnych rozpatrywanej huty — pozostawała planowo w ruchu naprzemian dmuchawa, napędzana przez maszynę parową lub turbodmucha, napędzana przez silnik elektryczny; chodziło tu o wykorzystanie pary wytwarzanej w kotłowni gazowej, którą w przeciwnym razie trzebaby było wypuszczać w powietrze.

Stosunkowo tanie paliwo (miał węglowy), drogi kapitał oraz silnie wahlwe zatrudnienie huty kładą swe piętno na ekonomicznej stronie gospodarki energetycznej w Polsce. Ponieważ osiąga się tylko niski czas wykorzystania, względnie niski współczynnik wyzyskania poszczególnych instalacji w siłowni, zatem regresja wielkościowa kosztów własnych nie daje tu dodatnich wyników, gdyż stale należy mieć na oku tak ważną rolę kosztów stałych. Tak więc nie jest wskazana zbyt daleko idąca mechanizacja i automatyzacja urządzeń z ich wysokim kapitałem zakładowym. Z tego samego względu niema w polskim hutnictwie — przy obecnym stanie techniki — ekonomicznego uzasadnienia dla stosowania drogiej siłowni parowych o wysokich ciśnieniach. Poza to moc jednostkowa turbin oraz wielkość jednostkowa kotłów są ku górze związane z pewnymi granicami, tak iż tylko w jednym wypadku pewnej wspólnej siłowni dwóch hut postawiono turbinę parową o mocy 25 000 kW wraz z nowoczesnym kotłem o powierzchni ogrzewanej 1 200 m² (12 at, 350°). Zespoły, stosowane w ruchu, winny być bardzo niezawodne i elastyczne, aby, zachowując niezależnie od obciążenia, możliwie płaski kształt krzywych sprawności, sprostać

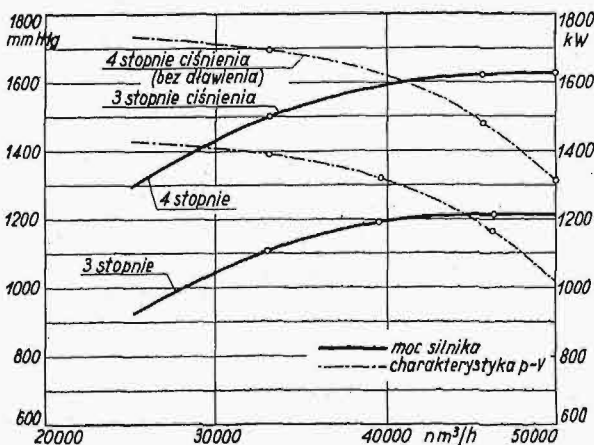
stopni ciśnienia dmuchawy z 4 na 3 i, mimo pewnego zmniejszenia maksymalnego współczynnika adyabatycznego turbodmucha z 74% na 73%, osiągnięto poważną oszczędność na energii elektrycznej, chociaż potrzeba obecnie tylko 35 000 nm³ powietrza/godz. o ciśnieniu końcowym 0,77 ÷ 0,78 at = 570 mm Hg nadciśnienia. Warunek nie-



Rys. 8. Największa siłownia gazowa w Polsce (11 480 kVA, 94 obr./min).

zawodności ruchu oraz elastyczności prowadzi przy wyborze turbin parowych samorzutnie do stosowania typu akcyjnego w części wysokoprężnej, który dzięki ekonomicznej regulacji ilościowej lub kombinowanej stwarza możliwość daleko idącego przeciążania i niedociążania turbiny. Przy ruchu wielkich maszyn gazowych wraz z prądnicą elektryczną stosujemy zwykle, ze względu na nieprzeciążalność tych maszyn i na wysoki rozchód ciepła przy ich niedociążeniu, równoległe pracującą turbinę parową z prądnicą — jako maszynę szczytową. Turbina ta — dzięki zmniejszonemu stopniowi nierównomierności regulatora — podejmuje najpierw wszelkie ostrza obciążenia, zachowując dobre obciążenie maszyn gazowych. Dzięki temu urządzeniu było np. rzeczą możliwą uzyskać dla największej siłowni gazowej Polski (rys. 8) w latach 1929/30 dobry współczynnik obciążenia, o wartości ponad 84%.

W hutach z rozległą siecią parową należy zwrócić baczną uwagę przede wszystkim na gospodarkę wodą, zasilającą kotły, ponieważ ilość wody dodatkowej — ze względu na znaczne straty w sieci parowej (ponad 15%) oraz ze względu na prasy i młoty parowe, pracujące zwykle z wolnym wydmuchem, — silnie wzrasta. Na Górnym Śląsku trudności te potęgują się jeszcze, ponieważ brak jest wody bieżącej i kotłownie są tam skazane na nader twardą wodę kopalnianą (30° niemieckich twardości i więcej). Z tego więc względu siłownia parowa o wysokich ciśnieniach, będąca zresztą ekonomicznie nieuzasadnioną, jakieśmy to już wyżej widzieli, natrafia technicznie na dalsze poważne trudności, tembardziej, iż turbiny kondensacyjne stosowane w hutach, nie dają tych korzyści cieplnych, jakie mamy w turbinach z przeciwcieżnieniem.

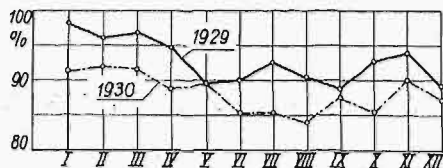


Rys. 7. Charakterystyka turbodmuchawy przed przebudową i po przebudowie.

wszelkim potrzebom ruchu. Ciekawy przykład podaje rys. 7, na którym uwydatnione są zmiany, przeprowadzone w elektrycznie napędzanej turbodmucha, ze względu na zmniejszenie się ilości wielkich pieców z dwóch — trzech do jednego pieca w ruchu. W tym celu zmniejszono ilość

Przy małym współczynniku wyzyskania poszczególnych oddziałów hutniczych widać w każdym razie w polskim hutnictwie tendencję do stopniowego zastąpienia niezawodnej i łatwo przeciążalnej sieci parowej przez sieć elektryczną, która — ze względu na pracę z przerwami maszyn napędowych — zmniejsza poważnie straty postoju i straty biegu luzem oraz da się łatwiej kontrolować. Własna siłownia hutnicza wytwarza zwykle prąd trójfazowy zmienny o napięciu 6 000 V, który następnie ulega transformacji wdół w poszczególnych podstacjach huty. To stosunkowo niewysokie napięcie utrzymuje się chwilowo ze względu na zwiększone koszty zakładowe przy przesyłaniu prądu o wyższych napięciach, mimo iż pociąga ono za sobą droższą sieć elektryczną, wyższe wahania napięć oraz wyższe prądy zwarcia.

Prądnicze elektryczne pracują zwykle na bliźniacze szyny zbiorcze, przyczem samoczynna regulacja napięcia utrzymuje jego wahania w odpowiednich granicach, mimo silnych wahań obciążenia siłowni. Kwestja poprawienia $\cos \varphi$, która narzuca się sama przez się — zwłaszcza przy licznych niedociążonych silnikach asynchronicznych, — jest



Rys. 9. Miesięczny współczynnik obciążenia siłowni gazowej.

chwilowo mniej rozpatrywana z punktu widzenia całej sieci i poszczególnych odbiorców prądu (kompensowane silniki asynchroniczne, zespoły wzbudne na prąd trójfazowy, baterje kondensatorów), niż ze względu na prądnicze wytwórcze (silniki synchroniczne przodujące). Zwłaszcza przy pobieraniu prądu elektrycznego z zewnątrz sprawa ta wymaga dokładnej kalkulacji, ponieważ normalna klauzula w sprawie $\cos \varphi$ przy ustaleniu ceny 1 kWh daje dokładny pieniężny obraz możliwych oszczędności.

Na zakończenie wypada jeszcze dotknąć sprawy współpracy siłowni hutniczych pomiędzy sobą lub też z siłownią okręgową. Praca w hucie jest zbliżona do pracy przy taśmie, tak iż ciągle ząbienie poszczególnych oddziałów hutniczych i ich wytwórczości wymaga bezwzględnie energetycznej. Z tego względu huty polskie — poza własnymi siłowniami — szukają przeważnie oparcia o siłownie okręgowe, względnie o siłownie sąsiednich hut lub sąsiednich kopalń. Poza zwiększeniem niezawodności ruchu, osiąga się w ten sposób przy współpracy dwóch siłowni przemysłowych zmniejszenie współczynnika rezerwy, a co za tem idzie — zwiększenie czasu wyzyskania zespołów maszynowych, tak cenne ze względu na obciążenie kosztów stałych. Ze względu jednak na trudności rynku kapitałowego jest ta współpraca siłowni ekonomicznie uzasadniona tylko przy krótkich odległościach.

Streszczenie.

Na wstępie krótko poruszono sprawę ogólnych warunków pracy polskich hut żelaznych (wytwa-

zanie i zużycie żelaza, rynek rud, rynek złomu, gospodarka węglowa, rynek pieniężny). Wytwarzanie energii z gazów odpadkowych, jakkolwiek teoretycznie najzupełniej do pomysłenia, natrafia praktycznie na nieprzezwyciężone trudności i prowadzi samoczynnie do pozostawienia miału węglowego, jako podstawy energetycznej hut, poza którym gazy odpadkowe wchodzi w rachubę dopiero na drugim miejscu. Krótkotrwałe i długotrwałe wahania rozporządzalnych ilości gazów odpadkowych tworzą konieczność zastosowania szeregu miejsc zasobnikowych, z których najbardziej rozpowszechnionem jest kotłownia, opalana gazem.

Racjonalne planowanie i podział pracy huty i jej oddziałów tworzą ważne podstawy gospodarki energetycznej. Po krótkim rozpatrzeniu ekonomicznych i technicznych wymogów tej gospodarki, na zakończenie poruszono sprawę współpracy siłowni hutniczych z innymi siłowniami przemysłowymi i okręgowymi.

Sprawozdania z posiedzeń

PREZYDJUM P. K. En.

Protokół posiedzenia z dnia 23 września 1933 r.

Obecni pp.: L. Tołłoczko, przewodniczący, K. Siwicki — wiceprzewodniczący, B. Stefanowski, sekretarz generalny oraz członkowie Prezydium pp.: Cz. Mikulski, ppłk. Pikusa, Z. Rajdecki, M. Rybczyński, Cz. Świerczewski i St. Turczynowicz.

1. Protokół poprzedniego posiedzenia odczytano i przyjęto bez zmian.

W związku z odczytanym protokołem zawiadomił p. inż. Z. Rajdecki, że odpowiednia Komisja PKN przyjęła proponowane przez P. K. En. poprawki do normy wyznaczania wartości opałowej węgla; pozostaje tylko zatwierdzenie tej uchwały i przyjęcie ostateczne normy przez zebranie ogólne PKN.

Nawiązując do omówionej w protokole sprawy zbadania zastosowania torfu w gazownictwie, porusza p. prof. Turczynowicz sprawę, kto poniesie koszt wydobycia i dowozu 30 t torfu do gazowni. W dyskusji oświadczył p. ppłk. Pikusa, że Ministerstwo Spraw Wojskowych udzieliłoby na to funduszu, należy więc wystosować odpowiednie pismo.

Równocześnie zaznaczył p. dyr. Świerczewski, że gazownia warszawska wydeleguje opłaconego przez nią pracownika do dozoru przewozu 30 t torfu z torfowiska do gazowni, zaś na wniosek p. prof. Turczynowicza a postanowiono, że asygnowany przez Ministerstwo Spraw Wojskowych fundusz na przewóz torfu przekazany zostanie Podkomisji Torfowej, która też porozumie się z gazownią co do wykonania owego przewozu.

2. Sprawozdanie z posiedzenia Komitetu Wykonawczego WKEn i Zjazdu w Skandynawji złożył p. dyr. L. Tołłoczko, wymieniając prace Komitetu, wykonane na 3-ch posiedzeniach, oraz prace podkomisji statystycznej, która zajmowała się w dalszym ciągu kwestjonariuszami, dotyczącymi różnych paliw. Na zebraniu tej podkomisji wysunięto między innymi projekt połączenia statystyki węgla brunatnego i torfu, czemu mówca się sprzeciwił; po dyskusji postanowiono powrócić do poprzedniego, opracowanego przez Podkomisję Torfową PKN, ujęcia kwestjonariusza i definicji torfu. Zmieniono zaś, według wniosku amerykańskiego, kwestjonariusz sił wodnych.

Prace Komitetu Wykonawczego zreferował mówca według sprawozdania, przeznaczonego do druku w biuletynie P. K. En.

W końcu swego referatu wspomniął p. dyr. Tołłoczko, iż zwrócił się doń w Sztokholmie p. Lawacek, doradca senatu gdańskiego, prosząc o podniesienie sprawy szkodliwego dla portu wpływu łamanej na Wiśle kry, spływającej do zatoki Gdańskiej. Zagadnienie dalszego pokierowania tą sprawą wywołało żywą dyskusję, w której między innymi wyjaśnił p. prof. Rybczyński, że lód na Wiśle łamany jest wspólnie przez władze Polski i Gdańska, że więc

jest tu już od szeregu lat wdrożona bezpośrednia współpraca obu stron, oraz że sprawa należy właściwie do kompetencji Rady Portu. Po wymianie zdań postanowiono, że p. dyr. Tołłoczko wysłał do p. Lawaczka list, w którym zaproponuje mu porozumienie się z władzami w. m. Gdańska, ażeby te wysunęły omawianą sprawę wobec odpowiedzialnych władz polskich, powołując się na prowadzone obecnie obustronne rejestrowanie spraw, wymagających wyjaśnienia pomiędzy Polską a Gdańskiem.

3. **Opracowanie materiałów dotyczących statystyki wiatraków.** Prof. Turczynowicz zreferował rozesłaną przez Komisję Energii Wiatru ankietę, mającą na celu zebranie danych statystycznych o nowoczesnych wiatrakach w Polsce. Mówca stwierdził, że należałoby teraz przystąpić do opracowania otrzymanych odpowiedzi, na co będzie potrzebna ok. 200 zł. Stawia więc to jako wniosek. Prof. Stefanowski wysunął wniosek opracowania nadto mapy rozmieszczenia wiatraków, uzupełnionej materiałami PIM co do ilości energii możliwej do wyzyskania i wyzyskanej w poszczególnych okręgach Polski.

Oba wnioski przyjęto pod względem programu zamierzonych prac, co zaś do potrzebnej na to kwoty postanowiono tylko, że PKE n pokryje odpowiednie koszty, nie ustalając ich sumy, ze względu na zaproponowane rozszerzenie programu prac i trudności ich oceny zgóry.

4. **Stan obecny prac nad zagadnieniem torfowem** zreferował p. prof. Turczynowicz. Mówca oznajmił, że p. Ptaszycki pracował nad badaniem torfowiska w Karczewie i po częściowym wykonaniu tego zadania udał się na wykańczanie prac w okolicy Mińska Maz. Z braku środków, zbadał w Karczewie tylko ok. 100 ha. Gdyby były środki, np. z Funduszu Pracy, można byłoby wykonać całkowite odwodnienie torfowiska i zbadać je całe, bo przygotowania są porobione. Torfowisko obejmuje 1350 ha, miąższość torfu waha się od 1 do 5 m, wyносzące średnio 2 m. Zawartość popiołu wynosi 10—15%. Położenie torfowiska jest dogodne ze względu na bliskość Wisły (2 km).

Sprawozdanie przyjęto do wiadomości.

5. **Współpraca z T. W. T.** P. dyr. Siwicki przypomina, że Walne Zebranie PKE n uchwaliło utworzenie Komisji Wojskowo-Energetycznej i powołało go na przewodniczącego. Skład komisji proponuje mówca jak następuje: prof. M. Rybczyński, prof. dr. B. Stefanowski, dyr. K. Siwicki oraz płk. Nykulak (lub jego zastępca).

Skład ten Prezydium zatwierdza.

Następnie p. dyr. Siwicki omówił projektowany program prac Komisji, który Prezydium przyjęło do wiadomości, asygnując na zamierzone prace 1000 zł.

Inż. Cz. Mikulski zawiadomił, że T. W. T. postanowiło utworzyć instytucję łączników z organizacjami współpracującymi z Towarzystwem. W liczbie tych (11) organizacji mieści się P. K. En. i łącznikiem z nim jest właśnie mówca. Zarazem nadmienia p. inż. Mikulski, że, według otrzymanej przez T. W. T. wiadomości, Fundusz Pracy rozporządza pewną kwotą na zatrudnienie bezrobotnych pracowników umysłowych i że w związku z tem T. W. T. miałoby możliwość uzyskania od Funduszu Pracy środków na wykonanie niektórych prac swych komisji, względnie prac związanych z jego działalnością. Gdyby więc w danym razie mogła być zrealizowana pewna praca przez zatrudnienie bezrobotnych inżynierów, byłaby możliwość zwrócenia się do Funduszu Pracy, ewentualnie przez Zarząd T. W. T.

Następnie podniósł p. prof. Turczynowicz projekt zwołania konferencji, któraby omówiła szczegóły zagadnienia torfowego, wynikające z jego referatu na tegorocznym Zebraniu Plenarnym P. K. En.

P. prof. Stefanowski, zgadzając się z przedmową oznajmia, że sekcja energetyczna S. I. M. P. projektuje właśnie zwołanie konferencji torfowej, wnosi więc, by przenieść omówienie spraw poruszonych przez p. Turczynowicza na tę konferencję S. I. M. P.

Przewodniczący, dyr. Tołłoczko, uważa grunt S. I. M. P. za niewłaściwy w danym razie, gdyż Stowarzyszenie to rozważyłoby tylko cząstkę zagadnienia, mianowicie spalanie torfu. Prof. Stefanowski stwierdza, że na konferencji S. I. M. P. sprawa może być ujęta szerzej i że nie byłoby właściwie — wobec zapoczątkowania już tam prac — ich dublowanie w innym miejscu. Dyr. Siwicki zapytuje, jak prace konferencji S. I. M. P. wiązałyby się z pracami komisji Wojskowo-Energetycznej P. K. En. i jaki zakres objęłaby konferencja S. I. M. P. Pp. Stefanowski i Mikulski wyjaśniają, że konferencja S. I. M. P.

i Komisja Wojskowo-Energetyczna nie będą kolidowały ze sobą, każda organizacja będzie pracowała w swoim zakresie, przyczem Komisja będzie rozwijała swój program stały, zaś konferencja S. I. M. P. utworzy pewne forum, na którym różne organizacje będą mogły wymieniać swe poglądy i szerczyć informacje. Zorganizowanie konferencji torfowej przez S. I. M. P. żywo podtrzymuje p. ppłk. Pikusa, stwierdzając pożyteczność tej inicjatywy, celowość wymiany myśli różnych fachowców i przedstawicieli różnych władz na organizowanym wieczorze dyskusyjnym oraz podnosi myśl wydania zeszytu specjalnego „Przeglądu Technicznego”, poświęconego sprawom torfowym.

P. dyr. Tołłoczko podnosi, że jednak S. I. M. P. nie jest organizacją właściwą do rozważania całości kształtu spraw torfowych, może omówić tylko sprawy interesujące mechaników; zwraca zarazem uwagę na brak ludzi, pracujących na tem polu.

P. prof. Turczynowicz stwierdza atoli, że w dziedzinie torfiarstwa jest b. dużo spraw ważnych z punktu widzenia inżyniera mechanika; uważa, że konferencja S. I. M. P. jest bardzo pożądana, choć nie wyjaśni może wszystkiego. Gdyby wyjaśniła te sprawy, które dotyczą mechaników, dałaby już wiele.

P. prof. Rybczyński podtrzymuje opinię p. Turczynowicza, zaznaczając jednak, że konferencja, o której była mowa na Zebraniu Plenarnym, powinna być zwołana niezależnie przez Komisję Wojskowo-Energetyczną P. K. En.

Pp. Tołłoczko i Siwicki zgadzają się na takie ujęcie sprawy i, uważając, iż dyskusja wynikała na tle pewnego nieporozumienia, stwierdzają, że Komisja Wojskowo-Energetyczna powinna mieć na względzie zwołanie konferencji proponowanej przez p. Turczynowicza, zaś w Konferencji S. I. M. P. powinny wziąć udział zarówno Podkomisja Torfowa, jak i Komisja Wojskowo-Energetyczna, przyczem porządek obrad Konferencji S. I. M. P. powinien uwzględniać między innymi: 1) zagadnienia spalania torfu; 2) zagadnienia metod obróbki torfu (hydraulicznej, frezowania i t. d.); 3) zagadnienia transportu torfu. Zarazem p. dyr. Tołłoczko zrzuca myśl zainicjowania podobnej konferencji w łonie organizacji chemików, dla omówienia strony chemicznej wyzyskania torfu.

W końcu poruszył p. dyr. Siwicki sprawę uzyskania środków na dokończenie badań torfowiska w Karczewie; p. prof. Turczynowicz ocenia wydatek na tę pracę na 15 000 zł. P. ppłk. Pikusa proponuje odbycie z p. dyr. Siwickim konferencji w tej sprawie za kilka dni.

6. **Bibliografia.** Sprawę dalszego zeszytu bibliografii p. t. „Power and Fuel Bulletin” zreferował p. inż. Z. Rajdecki, stwierdzając, że prace są w toku, częściowo gotowe już do tłumaczenia na język angielski. Do opracowywania działu elektrotechnicznego postanowiono zaprosić p. inż. W. Forbertową.

Przyjmując do wiadomości stan prac bibliograficznych, przewodniczący wyraził p. inż. Rajdeckiemu podziękowanie za wysoki poziom wykonania dotychczasowych wydawnictw, zarówno pod względem formy, jak i treści.

7. **Sprawy bieżące.** a) P. dyr. Świerczewski oświadczył, iż p. inż. Malecki podjął się przy jego współdziałaniu opracowania gazyfikacji kraju, z uwzględnieniem gazu ziemnego, koksownianego i z gazowni miejskich. Nadto oznajmia, iż oglądał niedawno budowę gazociągu do Mościc. Zasoby gazu ujętego przezeń ocenia mówca na 50 milionów m³. W związku z tem proponuje mówca, by P. K. En. uzyskał od Polminu szczegółowy opis gazociągu do zbadania, zwracając się do p. dyr. Dażwańskiego.

P. dyr. Tołłoczko zwraca uwagę, że opis taki byłoby wskazane ogłosić w „Przeglądzie Technicznym”.

Postanowiono spowodować otrzymanie opisu.

b) W związku z zapytaniem Komitetu Szwedzkiego, czy P. K. En. nabyłby za ok. 100 zł. 440 egz. referatu p. Kaniewskiego w języku angielskim o wyzyskaniu cukrowni do elektryfikacji zachodnich województw Polski, postanowiono odpisać, że wydawnictwa w tej ilości nie zakupimy.

c) W związku ze zwróceniem się zakładów „Elektro” z prośbą o statystykę produkcji energii elektrycznej zakładów o mocy od 100 do 1000 kW postanowiono zlecić opracowanie tych materiałów upatrzonemu pracownikowi Biura Elektryfikacji za honorarium do zł. 100.

Co do druku tego materiału postanowiono zaproponować go bezpłatnie „Przeglądowi Elektrotechnicznemu”; w razie odmowy tegoż — wydrukować w „Sprawozdaniach i Pracach P. K. En.”

d) P. inż. Z. Rajdecki zawiadomił, że prawdopodobnie część prac, umieszczonych w programie kół prowincjonalnych Stowarzyszenia Górników i Hutników Polskich, będzie wykonana z zasiłku Funduszu Pracy dla bezrobotnych pracowników umysłowych.

Na tem posiedzenie zakończono.

PODKOMISJA TORFOWA.

Protokół posiedzenia z dnia 10 czerwca 1933 r.

Obecni: pp. inż. L. Tołłoczko, jako przewodniczący, dr. Dubois, inż. Kazubski, mgr. Ptaszycki, dr. Różycki i prof. Turczynowicz.

1. Odczytano i przyjęto protokół poprzedniego posiedzenia.

2. Dalszy ciąg obrad nad „Instrukcją dotyczącą badań torfowisk”, B. „Orientacyjne badanie torfowisk”, P. Tołłoczko zreferował część „Opracowanie wyników badania”, przy czym poruszył sprawę obliczania masy torfowej: a) masy ogólnej, b) masy zdanej do użytku, c) masy przemysłowej ponad 1 m głębokości bez wierzchnicy i bez zamulonej części.

Prof. Turczynowicz zgadza się na przyjęcie przy obliczaniu masy torfowej grubości 1 m bez wierzchnicy i bez zamulonej części, jakkolwiek instrukcja rosyjska przyjmuje 0,75 m.

P. Ptaszycki uważa, że obliczenie masy przemysłowej należy robić dopiero po badaniach analitycznych.

P. Tołłoczko zwraca uwagę na przyjęte pojęcie torfu już przy 50% popiołu, więc obliczenie masy torfowej można dokonać bez wyników badań analitycznych, po otrzymaniu których należałoby tylko wprowadzić poprawkę. Następnie proponuje uzupełnić dziennik sondowań nową rubryką dla ułatwienia przeprowadzenia obliczeń.

Postanowiono uzupełnić punkt 8 oraz, na wniosek prof. Turczynowicza i dr. Dubois, przyjęto pojęcie torfowiska głębokiego i płytkiego.

Po krótkiej dyskusji przedstawiono punkty 15 i 16, dając najpierw punkt zawierający instrukcję, jak wykonać plan, a następnie sposób obliczenia masy torfowej.

Na planie postanowiono znaczyć granicę torfowiska nie od zerowej głębokości, jak proponował p. Ptaszycki, lecz od głębokości 0,5 m, w myśl wniosku inż. Kazubskiego.

Punkt 16 ma jeszcze zreferować p. Tołłoczko na jednym z następnych posiedzeń.

Dyskusję nad częścią „Badania chemiczne” w opracowaniu p. dr. Dubois postanowiono przełożyć na następne posiedzenie, na dz. 15 czerwca r. b.

Protokół posiedzenia z dnia 15 czerwca 1933 r.

Obecni: pp. inż. L. Tołłoczko, jako przewodniczący, dr. Dubois, inż. Kazubski, mgr. Ptaszycki, dr. Różycki i prof. Turczynowicz.

1. Dalszy ciąg obrad nad „Instrukcją, dotyczącą badań torfowisk”, część B. „Orientacyjne badanie torfowisk”, ustęp „Badania chemiczne”. Odczytano opracowane przez dr. Dubois — „Przygotowanie próbki torfu”.

P. dr. Różycki jest przeciwny umieszczeniu zbyt dokładnych wskazówek w instrukcji oraz używaniu suszarki z doprowadzeniem azotu, zwykłą bowiem suszarką osiąga się wystarczające wyniki.

P. Turczynowicz zgadza się z p. Różyckim, tem więcej, że należy dążyć do utrzymania jednolitości redakcyjnej instrukcji, pozatem uważa, że suszarka sztuczna tylko wyjątkowo może być użyta. W dalszej dyskusji podkreślił p. Różycki, że wysuszony torf wchłania ponownie wilgoć oraz że, gdy suszymy do 115°, to torf się nie utlenia i nie zmienia, dlatego nie można określać wysokości temp. suszenia w sztucznych suszarkach tylko do 60°.

Na wniosek p. Tołłoczki postanowiono skreślić część, omawiającą suszenie sztuczne.

Po wprowadzeniu paru poprawek, przyjęto tę część i odczytano dalszą część: „Oznaczenie wilgoci”.

P. Różycki wysuwa wątpliwość, czy należy użyć metody Schläpfera, która wprawdzie jest dokładniejsza, co jest rzeczą niekonieczną, wymaga jednak więcej czasu. Po-

leca on metodę stosowaną przez stację w Bremen (metoda suszarkowa).

P. dr. Dubois twierdzi, że metodą suszarkową zabiera się dużo wody, związanej z torfem. Przy metodzie Schläpfera czas oznaczania trwa dłużej, lecz koszt badań będzie ten sam.

P. Różycki uważa, że gdy się suszy do 110°, to niema obawy wydzielenia się wody, związanej z torfem, co grozi dopiero przy podgrzaniu do 150°.

Po dłuższej dyskusji, w której poruszono różnicę wyników, otrzymanych obiema metodami, którą określił p. Dubois na 10%, a p. Różycki na 5%, postanowiono, że instrukcja może polecać tylko jedną metodę, a wobec niemożności czynienia merytorycznych uwag na Podkomisji Torfowej, postanowiono opracowanie tej części instrukcji powierzyć pp. Różyckiemu i Dubois, jako chemikom, do uzgodnienia, poczem Podkomisja Torfowa przystąpi do redakcyjnego ujednostajnienia tej części z całością instrukcji.

Następne posiedzenie odbędzie się w połowie września b. r.

Protokół posiedzenia z dnia 17 września 1933 r.

Obecni: pp. przewodniczący inż. L. Tołłoczko, członkowie dr. Dubois, inż. Kazubski, dr. Różycki i dyr. Siwicki.

1. Odczytano i przyjęto protokoły z dnia 10 i 15 czerwca 1932 r.

2. P. Tołłoczko zdał sprawozdanie z Konferencji Energetycznej w Kopenhadze w sprawie zdefiniowania pojęcia torfu. Po dyskusji odrzucono propozycję Ameryki Północnej, a przyjęto określenie opracowane już przez Polskę. W związku z tem postanowiono uzupełnić odpowiednio opracowaną instrukcję.

3. P. inż. Kazubski w imieniu prof. Turczynowicza omówił sprawę Zjazdu znawców torfowych w sprawie opracowywanych instrukcji oraz słownictwa torfowego. Na propozycję p. Tołłoczki postanowiono opracować instrukcję do końca, a następnie dopiero zwołać zjazd i dlatego nie oznaczono narazie terminu zjazdu.

4. Przystąpiono do dalszej pracy nad „Instrukcją, dotyczącą badań torfowisk”, B. „Orientacyjne badania torfowisk” część „Badania laboratoryjne” i po dyskusji przyjęto ostateczny tekst części „Badania laboratoryjne” jako punkty 17, 18, 19, 20, 21.

Następne posiedzenie postanowiono zwołać w dniu 1 października 1933 r.

Prace Zjazdu Sekcyjnego w Skandynawji.

Prace tegoroczne Zjazdu Sekcyjnego Wszechświatowej Konferencji Energetycznej wydane zostaną drukiem przez Szwedzki Komitet Energetyczny p. t. „Transactions of Sectional Meeting 1933”. Wydawnictwo to obejmie ogółem 7 tomów, zawierających ok. 400 str. Cena egzemplarza oprawnego wyniesie 175 kor. szw., (ok. 260 zł.), w razie zaś przedpłaty, zgłoszonej do dn. 1 listopada — 140 kor. szw. (ok. 210 zł.).

Sprzedaż tego wydawnictwa w Polsce powierzona została Księgarni Technicznej „Przeglądu Technicznego” (Warszawa, ul. Czackiego 3-5).

Poszczególne tomy „Prac Zjazdowych” będą też sprzedawane, jednak po cenie nieco wyższej. Treść poszczególnych tomów będzie następująca:

Tom I. Zagadnienia ogólne (Kronika Zjazdu, referaty generalne) ok. 600 str. Cena 50 (w pren. 40) kor. szw.

Tom II. Energja elektryczna, ok. 700 str. Cena 50 (40) kor. szw.

Tom III. Paliwo stałe, płynne i gazowe, ok. 350 str. Cena 25 (20) kor. szw.

Tom IV. Wiązanie wytwarzania energji mechanicznej i cieplnej. Przemysł spożywający parę. Str. ok. 600. Cena 45 (36) kor. szw.

Tom V. Hutnictwo żelazne, ciepło wytwarzane drogą elektryczną, przenoszenie i zastosowanie napędu do różnych instalacji. Str. ok. 700. Cena 50 (40) kor. szw.

Tom VI. Kolejnictwo, komunikacja miejska i podmiejska. Objętość ok. 800 str. Cena 55 (45) kor. szw.

Tom VII. Okrętownictwo, ok. 250 str., cena 20 (15) kor. szw.