

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

- O zmienności atomu, nap. Dr. St. Pieńkowski, Profesor Uniwersytetu Warszawskiego.
- Cementacja berylem niklu i pewnych stali specjalnych (szczególnie niklowych i chromoniklowych), nap. I. Feszczenko-Czopiwski, Profesor Akademii Górniczej w Krakowie.
- Droga wodna Bałtyk—Morze Czarne, przez Wisłę—Dniestr—Prut i Dunaj, z połączeniem do Lwowa (dok.), nap. Dr. M. Matakiewicz, Profesor Politechniki Lwowskiej.
- Eksploatacja torfowisk i użytkowanie torfu (dok.), według referatu P. F. Purcell'a.
- Przeгляд pism technicznych.
- Kronika.

SOMMAIRE:

- Sur la variabilité de l'atome (à suivre), par M. St. Pieńkowski, Professeur à l'Université de Varsovie.
- Cémentation par le beryllium du nickel et des aciers spéciaux (surtout des aciers au nickel et au nickel-chrome), par M. I. Feszczenko-Czopiwski, Professeur à l'Académie des Mines de Cracovie.
- Voie navigable Mer Baltique—Mer Noire, par la Vistule — Dniestre — Proute et Danube, avec une branche par Lwów (suite et fin), par M. M. Matakiewicz, Dr., Professeur à l'École Polytechnique de Lwów.
- L'exploitation des tourbières et l'utilisation de la tourbe (suite et fin), par M. P. F. Purcell.
- Revue documentaire.
- Informations diverses.

O zmienności atomu^{*)}.

Napisał Dr. Stefan Pieńkowski, Profesor Uniwersytetu Warszawskiego.

Czasy, gdy o atomie mówiono raczej jako o niezbyt wyraźnie określonym pojęciu, aniżeli jako o rzeczywistości fizycznej, wydają nam się dziś bardzo odległe. W całokształcie wiedzy współczesnej, fizyka atomu zajmuje jedno z najgłówniejszych miejsc i jej zagadnieniom poświęcona jest działalność, niesłychanie bujna, wielu pracowni naukowych. Wiadomości zdobyte zebrane są w licznych, obszernych dziełach specjalnych; nie może być mowy, aby podać tu pobieżny nawet zarys całokształtu tego działu naszej wiedzy. Zajmiemy się omówieniem jednej tylko cechy atomu, a mianowicie jego zmienności.

Pozwoliłem sobie wybrać właśnie tę cechę, ponieważ wybija się ona na czoło badań współczesnych i stanowi jeden z donioślejszych postępów w ewolucji pojęć naszych o budowie materji.

Zagadnienie zmienności atomu wypłynęło pod naporem wyników badań ostatnich lat kilkunastu. W pojęciu dawnej atomistyki atom występował jako ostatnia niedzielnka materji, trwała i niezmienna. Dopiero badania ostatnich lat wykazały, iż pogląd pierwotny zawierał tylko część prawdy fizycznej, zawartą mianowicie w twierdzeniu o nieciągłej budowie materji.

Powszechnie znane są metody, które wykazały, iż wszelkie ciała możemy rozbić na drobne ziarenka materji, zwane cząsteczkami, posiadające pewne cechy swoiste, właściwe tylko danemu ciału. Stosując odpowiednie metody, można być wykazać, iż znakomitą większość cząsteczek stanowi jeszcze twory złożone i że można je rozłożyć na ziarenka drobniejsze, t. zw. atomy, o innym już charakterze. W ten sposób, z olbrzymiej liczby różnorodnych cząsteczek wyodrębniomo nieliczną już,

bo 92 typy liczącą grupę ciał prostych, czyli t. zw. pierwiastków, których połączenia pozwalają odtworzyć wszystkie ciała materialne, jakie podpadają pod nasze metody doświadczalne.

W wysł tego poglądu zatem w syntezie jakości ciała złożonego, jak zresztą i we wszystkich zjawiskach chemicznych, mamy do czynienia nie z istotną zmianą materji, a tylko z nowym ugrupowaniem zachowujących swą odrębność atomów. W ten sposób wykazano, iż w zjawiskach, które na pozór przeistaczają zupełnie ciała materialne, zmieniają do głębi znaczną część ich właściwości—jest coś niezmiennego, nienaruszalnego, nie przetwarzającego się, — jest atom.

Że jest to twór niezmienny i trwały, wnioskowano na podstawie stałości cech, które przyjęto jako charakterystyczne grupy atomowe. Tutaj jednak nasuwa się uwaga, w jakim stopniu te cechy wybrane i stosowana metodyka doświadczalna umożliwiają np. stwierdzenie, iż istotnie wszystkie atomy danego pierwiastka są identyczne. Nie należy bowiem zapominać, że rozważania czy poglądy, których nie można sprawdzić doświadczalnie, są prawie bez wartości dla badacza przyrody.

W gruncie rzeczy chodzi tu o pewien sposób klasyfikacji na podstawie umówionych cech. Wiemy, że inaczej ciała będzie klasyfikował fizyk, inaczej chemik czy krystalograf. Nie powiemy jednak, iż wszystkie ciała posiadające np. określoną postać krystalograficzną, są identyczne. Zachodzi zatem pytanie, na jakiej podstawie chemja zakładała, iż ciężar atomowy i właściwości t. zw. chemiczne, a więc właściwości, charakteryzujące raczej stosunki wzajemne pomiędzy atomami, stanowią istotną i wystarczającą charakterystykę atomu. Czyż niema wielu różnych atomów, któreby posiadały też same cechy chemiczne? Metody badań

^{*)} Odczyt wygłoszony w Stowarzyszeniu Techników w Warszawie dn. 1 kwietnia r. b.

chemii nie potrafią rozproszyć wątpliwości naszych w tym względzie. Zarówno dawne, jak i obecne jeszcze metody chemii pozwalają operować tylko zjawiskami tłumnymi. Nie pozwalają one obserwować przejawów działalności lub przemian małych grup, czy oddzielnych cząsteczek. Tak samo umiejscowienie zjawisk w czasie może być osiągnięte tylko w obszarze niesłychanie długich okresów, w których zacierają się poszczególne akty elementarne. Nic też dziwnego, że wątpliwości, poruszone przed chwilą, nie mogły być rozproszone przy pomocy metod stosowanych w chemii.

Wiemy też, że dopiero gdy zagadnienia te weszły w obręb zainteresowań fizyki, ta ostatnia dzięki zastosowaniu swych przesubtelnych metod dała odpowiedź wyraźną. Analiza elektromagnetyczna promieni kanałkowych, szczególnie przy zastosowaniu t. zw. spektrografów masy wykazała, iż grupy oznaczone mianem pierwiastków stanowią mieszaninę wielu typów atomów, różniących się wieloma cechami, przejawiających jednak te same reakcje chemiczne. Mieszaninę taką różnorodnych atomów nazywamy plejadą, jej składniki noszą miano izotopów.

Pierwiastki o wielkiej liczbie izotopów		
Pierwiastek	Liczba izotopów	Ciężary atomowe
Selen	6	74, 76, 77, 78, 80, 82.
Krypton	6	78, 80, 82, 83, 84, 86.
Kadm	6	110, 111, 112, 113, 114, 116.
Cyna	8	116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124.
Ksenon	9	124, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 136.
Rtęć	6?	(197 — 200), 202, 204.

Nie będziemy zajmowali się obszerniej zagadnieniem izotopów, gdyż nie wchodzi to bezpośrednio w zakres tematu. Mówiąc w dalszym ciągu o atomach, a raczej o ich zmianach, będziemy uważali podział na izotopy za znany i będziemy uważali właściwości indywidualne atomów, mniej mając na uwadze cechy grupowe.

Pierwsze dowody, wskazujące podzielność atomu, dały badania nad przewodnictwem elektrycznym gazów. Wiadomo, iż ujawniły one ustrój atomowy elektryczności i pozwoliły wyznaczyć nałój i masę nośnika naboju elementarnego, który, jak wiemy, nosi nazwę elektronu. Faktury stwierdzające, iż masa elektronu jest wiele tysięcy razy mniejsza od masy atomu i że od każdego atomu można oderwać elektron, służą dowodem, że atomy są podzielne, a elektrony są składowymi ich częściami. W tych wynikach znajduje punkt wyjścia t. zw. teorii elektrycznej budowy materii, według której atom jest zespołem naboju elektrycznych dodatnich i ujemnych. Naboję te są w liczbie równoważnej, tak iż atom, jako całość, jest elektrycznie obojętny.

Jeśli oderwiemy od niego elektron, pozostaje się t. zw. jon dodatni, który, ściśle rzecz biorąc, jest tylko częścią atomu. Zwróćmy uwagę na to, iż gaz zjonizowany zapomocą odpowiedniego czynnika już po krótkim czasie przestaje być przewodnikiem prądu elektrycznego. Wskazuje to, że wytworzone jony są tworamí nietrwałymi; jon dodatni,

o którym tylko co mówiliśmy, przez dobranie naboju ujemnego powraca do stanu atomu obojętnego.

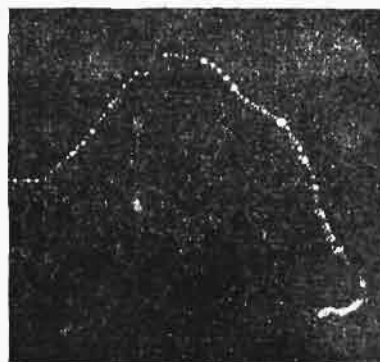
W zjawisku jonizacji znajdujemy pierwszy przykład zmiany atomu, polegającej na oderwaniu od niego jednego elektronu.

Zmiany daleko głębsze stwierdzamy w grupie ciał promieniotwórczych. Wieloletnie badania wykazały, iż atomy tych pierwiastków rozpadają się, a raczej wybuchają samorzutnie, bez udziału, zda się, przyczyn zewnętrznych. Przed swoim rozpadem, atom taki wykazuje wszystkie cechy pierwiastka chemicznego. Skutkiem wybuchu, atom przekształca się, wyrzuca bowiem jakgdyby odłamki, czy to w postaci cząsteczek α , noszących nałój dodatni, czy też o wiele subtelniejszych pocisków elektronowych w postaci promieni β . Pozostałe po wybuchu ziarenko materii jest nowym, innym atomem, o nowych właściwościach, które zachowuje aż do nowej katastrofy, do nowego rozpadu, którego wynikiem będzie znów inny typ atomu.

Nie będziemy dalecy od prawdy, mówiąc, iż części składowe takiego atomu żyją „jak na wulkanie“.

W zjawiskach tych mamy przejaw zmian głębokich i trwałych: atom rozpada się, kruszy się co raz bardziej, nie powracając nigdy do pierwotnej swej postaci.

Badania promieni wysyłanych przez ciała promieniotwórcze wykazały jednocześnie, iż atomy tych pierwiastków są siedliskiem olbrzymich zapasów energii. Istotnie, w promieniach α mamy pociski o prędkości kilkumastu tysięcy km/sec , elektrony zaś promieni β dosięgają prędkości 290 000 km/sec . Aby pociskom tym nadać taką zawrotną prędkość, muszą w atomie występować przepiętne pola elektryczne. Dość będzie wspomnieć, iż wówczas gdy nasze t. zw. potężne instalacje badawcze dają możliwość stosowania napięć 300 tys. woltów, a tylko dwie pracownie na kuli ziemskiej mogą się poszczycić napięciem jednego miliona woltów, znajdujemy promienie wysyłane przez atomy, wymagające napięć kilku milionów woltów, i to w obszarze jądra atomowego, a więc w przestrzeni wielkości bilionowych części mm .



Rys. 1. Tor promieni β .

Środki zatem, jakimi rozporządza atom, są niesłychanie potężniejsze, aniżeli wszystko, co dać może współczesna najbardziej rozwinięta technika doświadczalna.

W zapale entuzjazmu Jan Becquerel, syn Henryka, odkrywcy zjawisk promieniotwórczości, wola, iż człowiek, któryby potrafił regulować i uwal-

niać energię wewnątrzatomową; posiadłby moc boska.

Mocy tej fizyka dotychczas nie osiągnęła.

Przykłady rozpadu atomów ciał promienio-
twórczych postawiły bardziej wyraziście zagadnie-
nie budowy atomów zwykłych. Drobne i krótko-
trwałe zresztą naruszenie całości atomu znajdujemy
w zjawisku jego jonizacji, a więc oderwaniu
elektronu. Długo też w pracowniach dyskutowa-
no pytanie, czy nie możnaby tej pracy destrukcyj-
nej wzmocnić, stosując tak potężne środki, aby nie-
tylko oderwać jeden elektron, lecz rozbić sam
atom.

Musimy tu jednak bliżej wyjaśnić, co mamy
na myśli mówiąc o rozbiciu atomu.

Kierując na zbiór atomów wązkę promieni-
w postaci czy to cząsteczek α , czy też pocisków
elektronowych, możemy czerpać pewne wskazówki
dotyczące ich działania, obserwując jony wytwor-
zone wzdłuż torów promieni przy zastosowaniu
metody Wilsona. W metodzie tej wprowadzamy
do gazu pewną ilość pary wodnej, która po roz-
prężeniu skrapla się na jonach wytworzonych; fo-
tografia rozkładu tych kropeł daje nam obraz dr-
gi promieni.

Na rysunku 1 widzimy tor pocisku elektrono-
wego promieni β ; zwróćmy uwagę na jego części
prostoliniowe. Z obecności kropeł wnosimy, iż elek-
tron ten wytworzył jony, a więc zderzył się z ato-
mami gazu, a jednak toru nie zmienił. Widocznie
więc pocisk taki przechodzi po przez atomy —
przeszywa je niemal swobodnie.

Toż samo dostrzegamy w sposób jeszcze bar-
dziej uderzający w przypadku, przedstawionym na
rysunku 2, torów cząsteczek α . Przy prześwietla-
niu gazu promieniami X (rys. 3) również zostają
wyrzucone z atomów promienie wtórne — elektro-
nowe. Mamy tu zatem przykłady częściowego ni-
szczenia atomów przez odrywanie od nich elektro-
now.

Na baczną uwagę zasługuje fakt prostoliniowo-
ści torów, wskazujący na przenikliwość atomów.
Widocznie jednak nie cały obszar atomu jest prze-
nikliwy, skoro dostrzegamy nagle zmiany kierun-
ku pocisków, a nawet ich zupełne zahamowanie.

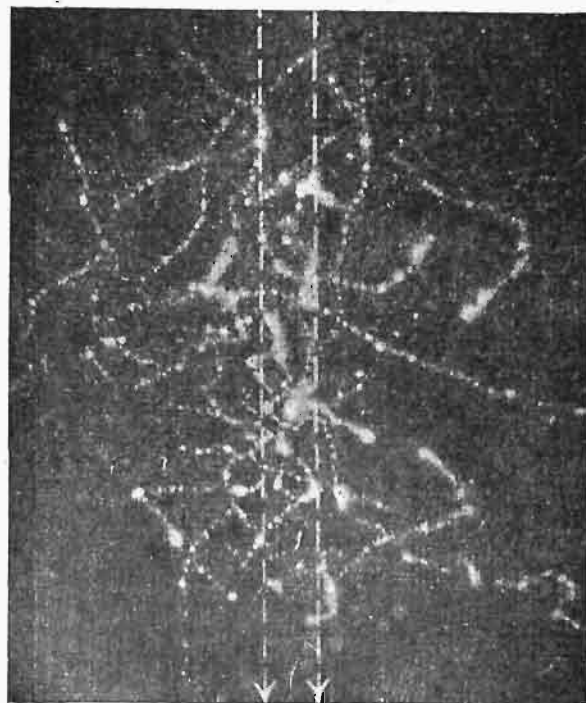


Rys. 2. Tory cząsteczek α .

Analiza tych faktów doprowadziła do podzielenia
obszaru atomowego na dwie części: 1) środkową,
czyli t. zw. jądro, posiadające ładunek elektryczny
dodatni, gdzie jest ześrodkowana cała niemal ma-
sa atomu i 2) część zewnętrzną, zajęta przez elek-
trony ujemne w liczbie dostatecznej, aby zrównowa-
żyć ładunek dodatni jądra. Zauważyć przytem
należy, iż elektrony te nie są rozrzucone na dowol-
nych odległościach od jądra, lecz mogą znajdować

się tylko na pewnych poziomach, mogą zamieszki-
wać niejako różne „piętra” gmachu atomowego.

Natura atomu jest określona przez jądro —
jego masę i ładunek, wyznaczony przez t. zw. liczbę
atomową, równą wielkości tego ładunku, wyrażone-
go w jednostkach ładunku elementarnego — elek-
tronu. Jest to zarazem liczba porządkowa danego
pierwiastka w układzie periodycznym Mendele-
jewa.



Rys. 3. Jonizacja gazu przy naświetlaniu promieniami
Röntgena.

Odrywanie elektronów w zjawisku jonizacji
dotyczy tylko powierzchniowych elektronów war-
stwy zewnętrznej; przez „rozbicie” zaś atomu bę-
dziemy rozumieli w dalszym ciągu kruszenie sa-
mego jądra. Wobec stwierdzonej wieloma faktami
znacznej trwałości atomów, jasną rzeczą było, iż
jeśli rozbicie jądra atomu jest możliwe, wymagać
to będzie środków wyjątkowo potężnych. Środków
tych dostarczyły atomy pierwiastków promienio-
twórczych w postaci promieni α , stanowiących
istotnie burzące pociski.

Wykazano w ten sposób, iż atomy pierwiast-
ków zwykłych są ciałami złożonymi, że można o-
derwać od nich nie tylko elektrony, lecz i wyrzucać
jądra atomu wodoru, czyli t. zw. protony, przez
bombardowanie pociskami α , czyli jądrami atomów
helu. Protony są zatem jak gdyby okruchami ni-
szczonych atomów cięższych. Metodą Wilsona
można było wykazać bezpośrednio takie rozbicie
atomu (rys. 2); słaba linja wychodząca z punktu
rozgałęzienia jest śladem protonu wyrzuconego.

Zaznaczyć należy, iż rzadkie tylko zderzenia
cząsteczek α z atomami są dostatecznie potężne,
aby wywołać rozbicie atomu; liczba zatem atomów
wodoru, jaką możemy otrzymać tą drogą w obec-
nym stanie metodyki doświadczalnej jest bardzo
niewielka i tylko dzięki niesłychanie wysubtelnio-
nym metodom fizyki współczesnej można liczyć od-
dzielnie wystrzelwane atomy wodoru. W celu zo-

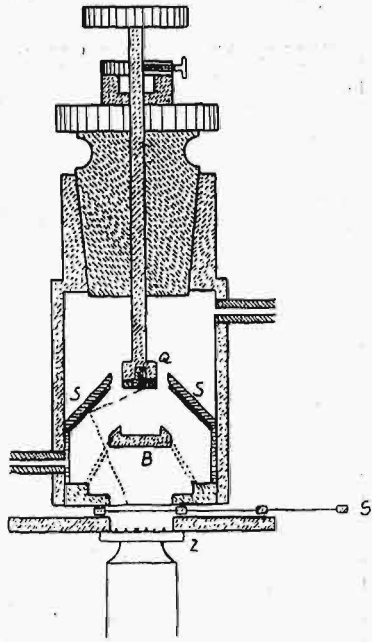
brazowania tej trudności, przytoczymy, iż rozporządzać 1 g radu, aby otrzymać tą drogą 1 cm³ wodoru, musielibyśmy doświadczenie prowadzić w przeciągu 650 000 lat.

Pomimo tego, całokształt prac, o których wspominaliśmy, dowiódł niezbicie, iż zagadnienie przetwarzania pierwiastków zostało częściowo rozwiązane. Ściślej mówiąc, nie mamy tu do czynienia z ową transmutacją

pierwiastków, której myśl powstała w marzycielskich umysłach alchemików, lecz raczej widzimy rozbicie pewnej całości na części składowe. Rozpatrując całokształt przemian atomu, czy to naturalnych, czy sztucznych nawet, widzimy, iż zawsze mamy do czynienia z kruszeniem pewnej całości. Ewolucja ta odbywa się tylko w jednym kierunku: — w kierunku stopniowej degradacji atomów. Materia nie ginie, lecz rozdrabnia się stopniowo, jej jakość obniża się. Wytworzona w pomroce zamierzchłych wieków liczba atomów uranu nie powiększa się już wcale; raczej przeciwnie — przez miliardy lat czy wieków, w powolnej ewolucji, po przez wszystkie postacie atomów rodziny uranowo-radowej, atomy uranu de-

gradują się stopniowo, kruszą się, upraszczają. Nie znamy przypadku zmiany atomu, związanej z podwyższeniem jego ciężaru atomowego. Tak jak „naturalnym” zjawiskiem jest, iż złoty skał wypełniają stopniowo doliny, iż ciepło przechodzi samorzutnie tylko od ciał o temperaturze wyższej do ciał o temperaturze niższej, iż prąd elektryczny płynie wyrównyując różnicę napięć, — również naturalnym zjawiskiem jest degradacja materji.

Jednakże w świecie mikroskopowym, w przypadku pojedynczych, aktów elementarnych, z których zespołu składają się zjawiska świata makroskopowego, dostępne naszym badaniom, spotykamy się niejednokrotnie z odwróceniem „naturalnego” biegu rzeczy, np. z zaprzeczeniem drugiej zasady termodynamiki, jak dowodzą tego t. zw. zjawiska fluktuacyj. Otóż, czy w dziedzinie ewolucji materji nie możnaby odwrócić biegu rzeczy, czyby nie można na przekór obserwacjom naturalnie rozwijających się zjawisk stworzyć warunków quasi-



Rys. 4.

Na rysunku 4 mamy przedstawiony schemat przyrządu, służącego do badania rozbitcia jąder atomowych przez cząsteczki α . Q oznacza źródło promieni α (preparat promieniotwórczy, np. ślad radu C); S jest to warstwa ciała, którego atomy poddajemy bombardowaniu. „Okruchy” rozbitych jąder padają na ekran fluoryzujący Z, gdzie wzbudzają scyntylacje, które obserwujemy przez mikroskop, widoczny u dołu rysunku. Ekran B nie dopuszcza do ekranu promieni α , wybiegających wprost ze źródła Q.

sztucznych, wyjątkowych, w których możnaby pokusić się o wytworzenie atomu wyższego rzędu?

Istotnie, niezwykle ten fakt zaobserwował Blackett. Badał on zderzenia cząsteczek α z atomami azotu metodą Wilsona i stwierdził, że przy niektórych zderzeniach atom azotu o masie atomowej 14 pochłania wpadającą nań cząsteczkę α , — co dałoby atom o masie 18; jednocześnie jednak zostaje wyrzucone jądro wodorowe. A zatem jako wynik ostateczny takiego zderzenia otrzymujemy z atomu azotu atom o masie 17 i liczbie atomowej 8, a więc izotop tlenu. Oto niezmiernie rzadki fakt (7 na 400 000 zderzeń) genuzemu atomu wyższego rzędu.

Należałoby tu jednak przestrzec przed zbyt uogólnieniem; nie należy sądzić, żeśmy istotnie zmienili przyrodzony bieg zjawisk, żeśmy opanowali degradację materji. Omówione fakty zdołaliśmy dzięki zastosowaniu cząsteczek α , powstających przy rozpędzie atomów promieniotwórczych. Aby wytworzyć jeden atom o większej masie zużytkowaliśmy zniszczenie miliardów innych.

W związku ze zmianami, trwałymi atomu wspomnieć należy o tak głośnym w ostatnich kilku latach zagadnieniu przetwarzania rtęci na złoto. Fizyk niemiecki Miethe ogłosił w r. 1924, iż w łuku elektrycznym w parze rtęci tworzy się złoto w ilościach bardzo drobnych, podpadających jednak nawet pod metody analizy chemicznej. Praca ta była pierwszą z długiego szeregu innych, prowadzonych przez różnych badaczy. Niektórzy jednak fizycy zachowywali dużą dozę sceptycyzmu, opierając się na poglądzie, iż pole elektryczne w łuku jest bezwzględnie zbyt słabe, aby nadać elektronom dostatecznie wielką energję, pozwalającą im na wdarcie się do wnętrza atomu. Spróbujmy zdać sobie sprawę z istoty takiej przemiany z punktu widzenia obecnych poglądów na budowę atomu.

	Rtęć	Złoto
Liczba atomowa	80	79
Ciężar atomowy	200,6	197,2
Izotopy	197 — 200, 202, 204,	?

Widzimy przedewszystkiem, iż rtęć ma kilka izotopów, i nie wiemy, który właśnie mógłby przetwarzać się na złoto. Z drugiej strony, złoto musi również składać się z kilku izotopów, jak na to wskazuje jego ciężar atomowy, wyrażony liczbą całkowitą; założmy, iż pomiędzy temi izotopami znajduje się składnik o masie 197. Widzimy z tabliczki, iż jeden z izotopów rtęci również posiada masę 197. Wiemy wszakże, iż o właściwościach atomu nie decyduje masa, lecz liczba atomowa, ta zaś jest o jednostkę mniejsza dla złota, niż dla rtęci. Najprostszą zatem przemianę rtęci na złoto otrzymalibyśmy zmniejszając liczbę atomową Hg 197. Liczba ta wyznacza nabój dodatni jądra, któryby zatem należało zmniejszyć o jednostkę przez wprowadzenie jednego elektronu. Otóż przemiana ta może nastąpić tylko w warunkach takich, aby elektron mógł nabyć dostatecznie wielkiej energii, by przeniknąć do jądra. Jednakże obecnie nie potrafimy powiedzieć ściśle, jak wielką winna być ta

energia. Sądę jednak, iż w warunkach, w jakich doświadczenia te były robione, prędkości są zbyt małe. Po wielu pracach okazało się, iż prawie zawsze dostatecznie subtelna analiza wykazuje obecność złota w rtęci już przed przepuszczaniem prądu, ilości zaś złota wykazane po przejściu prądu nie są w żadnym związku z charakterystykami tego ostatniego.

Sądę zatem, że możemy obecnie uważać sprawę tę za rozwiązaną w znaczeniu ujemnym.

Jeszcze głośniejszym echem odbiła się ogłoszona w końcu września r. ub. praca Panetha o

przemianie wodoru na hel. Według tego badacza, wodór przez zetknięcie się z palladem, drogą katalityczną, miał dawać w bardzo małych ilościach hel. Przy bliższym zbadaniu jednak okazało się, że niezmiernie drobne ślady helu, które otrzymywał w swych doświadczeniach Paneth, pochodziły z zanieczyszczeń, i sam on w r. b. odwołał swe twierdzenie. Warto tu nadmienić, że przemiana taka byłaby połączoną niewątpliwie z wysyłaniem promieniowania o wiele bardziej przenikliwego, niż najtwardsze promienie γ . Promieniowania takiego dotąd nie wykryto.

(d. n.).

Cementacja berylem niklu i stali specjalnych

(przeważnie niklowych i chromoniklowych).

Napisat I. Feszczenko-Czopiwski, Profesor Akademii Górniczej w Krakowie.

O ile nam wiadomo, układ podwójny Ni-Be nie jest dotychczas zbadany, jak również nie są znane badania nad stopami Ni-Be. Wobec tego trudno byłoby zgóry coś powiedzieć o jakimkolwiek szerszym zastosowaniu technologicznym stopów Ni-Be. Jednak, jak nam się wydaje, ten układ podwójny jest bardzo interesujący teoretycznie, z jednej strony jako dowód naszego mniemania, że zjawiska cementacji, względnie wzajemnej dyfuzji, pozwalają na ustalenie faktu istnienia lub nieistnienia roztworów stałych granicznych, jak również na sprawdzanie wykresów podwójnych, a z drugiej strony sprawdza i potwierdza nasze prognozy, wyprowadzone teoretycznie, co do przebiegu procesu naberylowania niklu, oparte na analogji i na spostrzeżeniach ogólnych.

wspólne: małe ciężary właściwe, małe objętości atomowe i wysokie temperatury topienia.

Heksagonalny beryl¹⁾ łatwo dyfunduje w odpowiednich temperaturach w płasko-centrycznej siatce przestrzennej żelaza γ ²⁾ i tworzy w nim szeroki zakres roztworów stałych, natomiast w bardziej sztywnej siatce przestrzennej żelaza α posiada stosunkowo nieznaczną rozpuszczalność, która zmniejsza się w dalszym ciągu w miarę obniżenia temperatury. Dotychczas wychodziliśmy z przypuszczenia, że nikiel istnieje w dwóch odrębnych odmianach alotropowych³⁾. Wiemy bowiem²⁾, że w niklu, w temperaturze około 350°, odbywa się przemiana magnetyczna; podczas której nikiel traci ferromagnetyzm i w temperaturach nieco wyższych posiada tylko własności parama-



Rys. 1.

Beryl, bor i węgiel z jednej strony, a żelazo, nikiel i kobalt z drugiej stoją w układzie perjodycznym pierwiastków obok siebie. Pierwsze trzy pierwiastki, jak również i ostatnie trzy, należące do drugiej grupy, posiadają bliskie ciężary właściwe, podobne objętości atomowe, a żelazo, nikiel i kobalt, oprócz tego, jeszcze bliskie temperatury topienia. Wprawdzie beryl, bor i węgiel w układzie perjodycznym należą do trzech różnych grup pierwiastków, z których każda charakteryzuje się innym stosunkiem do wodoru i tlenu, lecz wszystkie trzy pierwiastki posiadają jako cechy



Rys. 2.

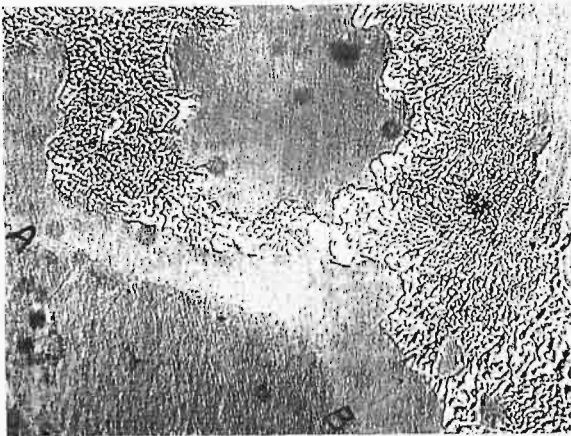
gnetyczne. Przemiana ta pociąga za sobą zmianę wszystkich własności fizycznych, nie jest jednak gwałtowną i — jak to dowiedli F. Wever³⁾, a następnie E. Maurer — nie zachodzi przy tem żadna zmiana w budowie siatki przestrzennej.

¹⁾ Patrz autora: „Stale naborowywane“ *Prze gl. Techn.* t. 65 (1927), 73—78.

²⁾ Patrz autora: „Cementacja borem niklu i pewnych stali specjalnych“ *Prze gl. Techn.* t. 64 (1926) 657.

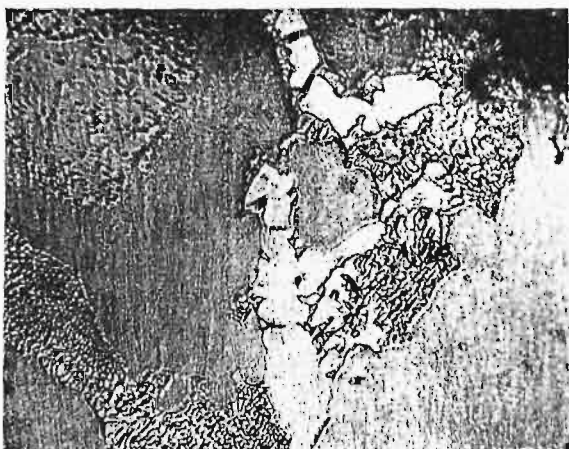
³⁾ F. Wever—Mitt. K. W. Inst. f. Eisenforsch. Düsseldorf, III. 1922, 17—22.

A. Westgren dowiódł, że przemiana żelaza $\alpha \rightarrow \beta$ nie jest przemianą alotropową, lecz że podczas tej przemiany odbywa się zmiana ferromagnetyzmu na paramagnetyzm, i to nie odrazu a w ciągu pewnego zakresu temperatur. To dało



Rys. 3.

podstawę F. Weverowi do zastosowania podobnego objaśnienia również do przemiany $\alpha \rightarrow \beta$ w niklu. Również Z. Jeffries i R. Archer udowodnili, że podczas przemiany magnetycznej $\alpha \rightarrow \beta$ w niklu nie zachodzi żadna zmiana w układzie geometrycznym siatki przestrzennej i że przemiana ta nie jest przemianą alotropową. Jednak najczęściej bodaj poparł tę hipotezę P. Chevenard, który badając zmianę własności fizycznych różnych metali i stopów w zależności od zmian temperatury, doszedł do wniosku, że załamania na krzywych stygnięcia nie zawsze odpowiadają zmianie fazy, z którą jest związana zmiana budowy siatki przestrzennej, oraz że przemiana ferromagnetyzmu na paramagnetyzm nie jest gwałtowna, a odbywa się w ciągu pewnego czasu, w pewnym zakresie temperatur i posiada maximum w punkcie Curie. Zagadnienie, jaka zależność istnieje między zmianą



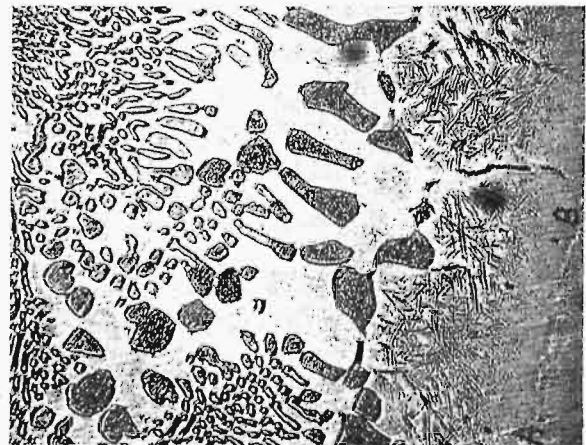
Rys. 4.

własności magnetycznych, fizycznych i mechanicznych a siatką przestrzenną nie jest dotychczas definitywnie rozwiązane. Jednak pod tym względem było bardzo ciekawe zbadanie zachowania się berylu w niklu w temperaturach wyższych i niższych do jego przemiany magnetycznej.

Nikiel otrzymaliśmy od firmy C-ie Française des Metaux, z wytwórni Usine de Castelsarrasin, jako nikiel anodowy, zawierający Si = 0,13%, C = 0,18%, Cu = 0,37%, Fe = 0,24%, Mn = 0,492, zaś beryl — od firmy E. Merck; analizy niklu dokonał asystent A. G. inż. Z. Jasiewicz.

Tylko po czterogodzinnym naberylowaniu niklu w temperaturze 1000° C, stwierdziliśmy obecność słabej warstwy naberylowanej, mianowicie — w skrajnej strefie naberylowanej próbki zjawiała się bardzo cieniutka warstewka nowego składnika strukturalnego, który odróżniał się od reszty swym kolorem i twardością. Ten nowy składnik strukturalny posiadał kolor żółtawo-pomarańczowy, a przy polerowaniu wytwarzał relief; był on bardzo kruchy i w większości wypadków prawie całkiem odłupywał się w czasie obróbki mechanicznej szlifu, jeśli tylko nie zastosowano odpowiednich środków ostrożności (zalewanie szlifu szellakiem).

Już przy określaniu warunków dyfuzji dodatniej berylu w żelazo zwróciliśmy uwagę, że naberylowana warstwa żelaza jest bardzo krucha, niezależnie od tego, czy składa się z roztworów stałych granicznych, czy z eutektyki i wtrąceń związa-



Rys. 5.

ku chemicznego. Naberylowana krucha warstwa niklu składała się z analogicznych składników strukturalnych, a mianowicie kolejno od brzegu do wnętrza próbki: kryształów związku chemicznego, prawdopodobnie Ni_3Be na tle mieszaniny eutektycznej, strefy czystej eutektyki, strefy podeutektycznej i wreszcie strefy kryształów roztworu stałego. Kruchość wszystkich tych składników strukturalnych, z wyjątkiem strefy złożonej z kryształów roztworu stałego, jest bardzo wysoka. Z eutektyką, jako składnikiem strukturalnym, spotkaliśmy się po raz pierwszy dopiero w temperaturze naberylowywania 1040° C; z dobrze utworzoną eutektyką — w temperaturze 1080° (patrz rys. 1, pow. 350). Wyraźnie wytworzoną strefę podeutektyczną spotkaliśmy tylko w próbkach naberylowanych w temperaturach 1120 — 1180° C.

Z powodu wielkiej kruchości warstw naberylowanych, nie udało się nam przeprowadzić ich pomiarów nawet w pewnym przybliżeniu, jak to zrobiliśmy przy cementacji borem żelaza i niklu. Jednak szczęśliwie natrafiliśmy na dobry odczynnik do wywoływania budowy naberylowanej warstwy. Jest to wodny roztwór $(NH_4)_2 S_2 O_8$, polecany przez

J. Czochralskiego dla innych celów metalograficznych⁴⁾.

Proces cementacji niklu berylem przeprowadziliśmy w sposób analogiczny do opisanego poprzednio⁵⁾, w atmosferze bardzo rozrzedzonej (prawie w próżni). Badania trwały cztery godziny w odpowiedniej temperaturze, a skutki naberylowania stają się jasne z następującej tabeli:

TABELA I.

Przy 1000°C	Zjawiają się pierwsze ślady granicznego roztworu stałego berylu w niklu, i to tylko w pewnych miejscach; reszta warstwy naberylowanej widocznie odprysnęła.
" 1040°C	Włókna granicznego roztworu stałego przenikają w masę niklu, w kierunku do wnętrza próbki, i tworzą widocznie płaszczyzny łupliwości.
" 1080°C	W pewnych miejscach warstwy naberylowanej znajdowały się skupienia eutektyczne (eutektoidalne?), od których biegły w głąb metalu cieniutkie włókna, jak to przedstawia mikrofotografia na rys. 1 (350X). Gdzieś pod warstwą eutektyki znajdują się warstwy granicznego roztworu stałego.
" 1120°C	Powstaje wyraźna budowa eutektyczna i obok niej znajduje się budowa podeutektyczna (rys. 2, pow. 150). Na tej mikrofotografii przedstawiono proces odłupywania się konglomeratów naberylowanych wzdłuż włókien eutektycznych, a na mikrofot. rys. 3 przedstawiono przejście od strefy podeutektycznej do strefy kryształów roztworu stałego i widoczną granicę naberylowania (A—B), za którą rozpoczyna się warstwa albo czystego niklu, albo też niklu o bardzo małej zawartości berylu (kryształów mieszanych). Przy tej też temperaturze występuje składnik nadeutektyczny.
" 1150°C	Mikrofotografia na rys. 4 przedstawia część strefy nadeutektycznej, gdzie jasne kryształy są kryształami związku chemicznego Ni_2Be ? (podobnie jak Ni_3B) na tle mieszaniny eutektycznej.
" 1180°C	Proces berylizacji niklu zachodzi bardzo energicznie. Budowa warstwy zewnętrznej jest podobna do budowy surowców białych, o zawartości węgla około 4,2%, budowa eutektyczna przypomina budowę ledeburytową (patrz mikrofotogr. rys. 5, pow. 150). Eutektyka ta składa się widocznie z jednej strony ze związku chemicznego (Ni_2Be), a z drugiej strony — z granicznego roztworu stałego berylu w niklu. W miarę obniżenia temperatury, zmniejsza się rozpuszczalność berylu w niklu. Wskutek tych zmian rozpuszczalności, powstaje budowa drobna iglasta, podobna do budowy azotków (kryształków iglastych roztworu stałego berylu w niklu o nieco większej zawartości berylu, niż zawartość otoczenia). Na mikrofot. rys 5 można odróżnić granicę naberylowania, którą oznaczyliśmy literami A—B. Postać granicy naberylowania jest analogiczna do wyżej opisanej na rys. 3. Szczegóły budowy iglastej pokazane są na mikrofot. rys. 6 (pow. 700).

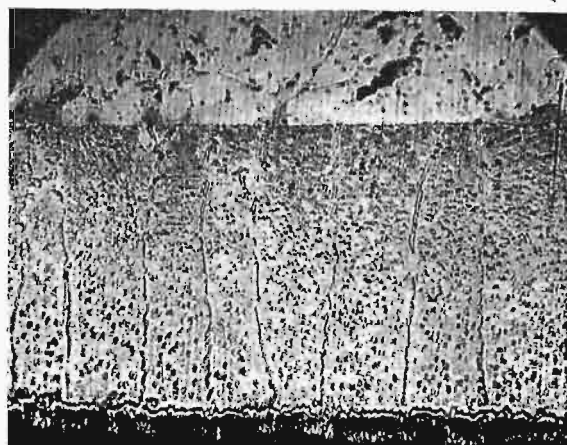
Hartowanie powierzchni naberylowanej niklu długo się nam nie udawało. O ileby przemiana w temperaturze około 350° była allotropowa, to do naberylowanego niklu mogłyby być stosowane wszystkie procesy obróbki termicznej, polegające



Rys. 6.

na zastosowaniu zmian szybkości ochładzania i do tego powinno wystarczyć ogrzewanie do temperatury nieco powyżej 350° C. Jednak próby hartowania od temperatur 500, 700, 900° nie wykazały ani zwiększenia twardości, ani zmian w budowie. Dopiero ogrzewanie do temperatury bliskiej 1200° i następne szybkie ochładzanie (hartowanie) w wodzie przeprowadziło prawie wszystkie składniki strukturalne w roztwór stały. Ten fakt nasuwa myśl, wypowiedzianą przez Koch'a i Dannecker'a jeszcze w r. 1915, o możliwości istnienia trzeciej odmiany niklu, możliwie allotropowej, której obecności dopatrują się wymienieni autorzy w temperaturach bliskich do temperatury topienia⁶⁾.

Na podstawie powyższego dochodzimy do następujących wniosków: 1) w układzie Ni-Be, w stopach bogatych w nikiel, istnieje przynajmniej jeden związek chemiczny, który analogicznie do u-



Rys. 7.

kładów Ni-B i Fe-Be powinien mieć postać Ni_2Be , lub, co jest mniej prawdopodobne, — Ni_3Be_2 .

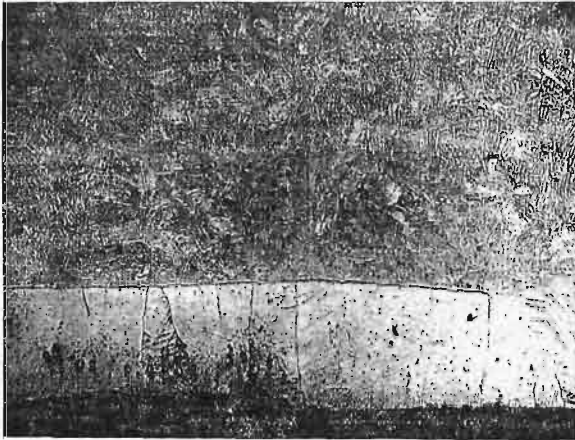
2) Graniczna rozpuszczalność berylu w niklu β jest znaczna, a między tym granicznym roz-

⁴⁾ Moderne Metallkunde 1924, 70.

⁵⁾ Stale naborowywane, Przegl. Techn. t. 64, 1926 525 i 545.

⁶⁾ Z. f. Mkunde 1920, 122 i Ann. Phys. 47, 1915, 197—226

tworem stałym a związkiem chemicznym (Ni_3Be) powstaje mieszanina eutektyczna, podobnie jak ledeburyt w układzie Fe-C.

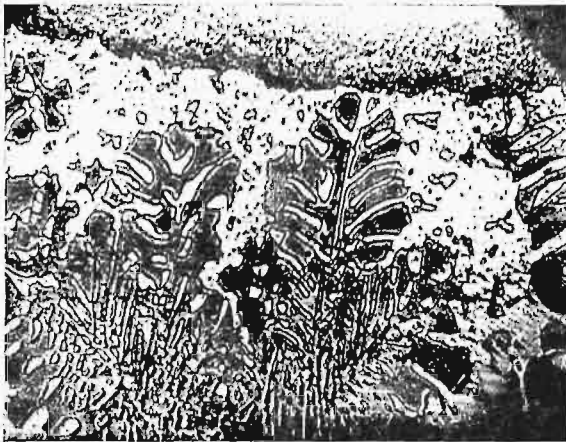


Rys. 8.

3) Rozpuszczalność berylu w niklu β zmniejsza się w miarę obniżania temperatury.

4) Rozpuszczalność berylu w niklu α jest bardzo ograniczona.

5) Wskutek zmniejszenia rozpuszczalności berylu w roztworze stałym niklu β , wydzieliła się nowa faza, której budowa jest bardzo podobna do iglastej budowy azotków w niazotowanym żelazie. Narazie pozostawiamy nierozwiązane zagadnienie,



Rys. 9.

czy ta nowa faza strukturalna będzie związkiem chemicznym, czy też będzie to nowy roztwór stały berylu w niklu, o większej zawartości berylu, jednak nowa ta faza jest trwała w temperaturach

zwykłych i miejscami przypomina budowę perlitu (beryl-perlit!).

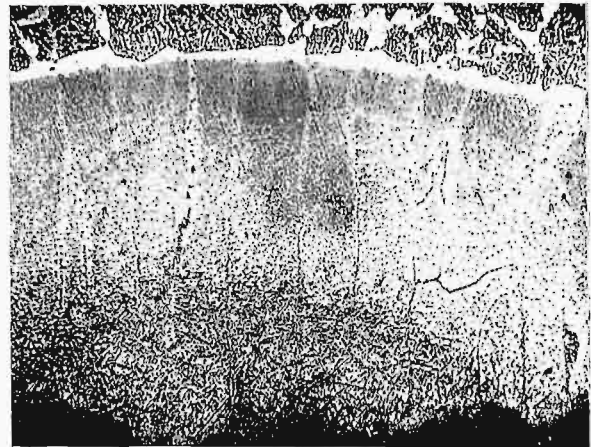
Nasze próby oznaczenia wzrostu twardości powierzchni naberylowanej w zależności od stopnia naberylowania — nie doprowadziły do dodatnich wyników, z powodu wysokiej kruchości naberylowanej warstwy niklu, a tem samem — łatwej jej topliwości. Wyniki tych prób umieszczone w tabeli II. Należy je traktować, jako pierwsze przybliżenie do wartości rzeczywistych.

TABELA II.

Warunki naberylowywania	W stanie wolno chłodzonym		W stanie szybko chłodzonym	
	Twardość kg/mm^2	Przyrost twardości kg/mm^2	Twardość kg/mm^2	Przyrost twardości w kg/mm^2
Czysty nikiel . . .	99	—	103,5	
Naberylowywanie w ciągu 4 godz. w t-rze:	1000°	111	12,0	Hartowanie od t ry 500, 700 i 900° nie doprowadziło do zwiększenia twardości.
	1040°	115,5	16,5	
	1080°	120,0	21,0	
	1120°	126,0	27,0	Hartowanie powyżej 1000° wykażało pewne zwiększenie twardości.
1150° a)	130,5	31,5		
1180° b)	150,0	51,0		

Uwagi: a) Głębokość naberylowanej powierzchni po wytrawieniu $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ wynosiła około 1 mm.

b) Głębokość naberylowanej powierzchni jest znaczna.



Rys. 10.

Obok powyższych doświadczeń, przeprowadziliśmy próby zastosowania procesu naberylowania do pewnych stali specjalnych. W tym celu korzystaliśmy z następujących gatunków stali:

TABELA III.

	Znakowanie	Zawartość w %						
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
Żelazo miękkie	Fe	0,075	ślady	0,48	0,032	ślady	—	—
Stal narzędziowa	St	0,90	?	0,22	0,01	0,25	—	—
Nikiel	Ni	—					reszta	—
Stal niklowa I	Ni-5	0,20		0,60			ok. 5,0	—
„ „ II	Ni-25	0,50		1,00			ok. 25,0	=
Stal chromowa	Cr	0,14	ok. 0,2%	0,40	ok. 0,02%	ok. 0,02%	—	ok. 1,2
„ chromo-niklowa I	Cr-Ni I	0,14		0,50			ok. 2,5	ok. 0,5
„ „ „ II	Cr-Ni II	0,14		0,35			ok. 4,2	ok. 1,12

Przebieg naberylowywania odbywał się analogicznie do opisanego poprzednio przebiegu naborowywania żelaza i niklu, a kontrola procesu polegała na pomiarach twardości i na badaniach budowy powierzchni naberylowanej na szlifach poprzecznych, pod mikroskopem. Zmiany twardości powierzchniowej, w zależności od temperatury naberylowywania, czyli od głębokości powierzchni naberylowanej, umieszczono w tab. IV.

Mikrofotogr. rys. 8, pow. 150, przedstawia tę samą próbkę po zahartowaniu. Zewnętrzna strefa przedstawia prawie jednorodny roztwór stały berylu, niklu i węgla w żelazie γ , a pod tą warstwą leży twarde podłoże o budowie martenzytycznej. Większe zawartości niklu w stali niklowej tworzą po naberylowaniu piękny rysunek eutektyczny (rys. 9, pow. 350, dla stali Ni-25).

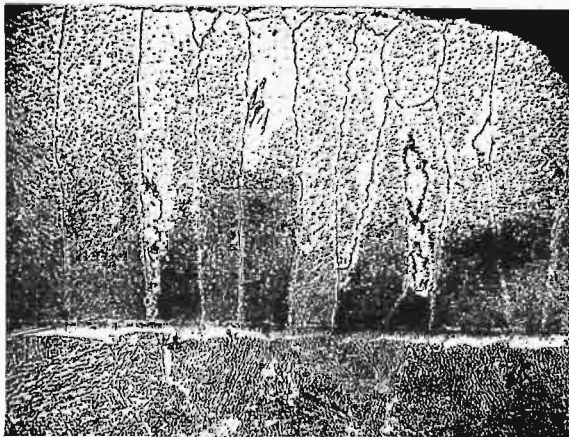
Mikrofotogr. rys. 10, pow. 150, przedstawia war-

TABELA IV.

Materiał	Twardość w/g Brinell'a kg/mm^2		Twardość naberylowanej powierzchni					
	Twardość próbek przed naberylowaniem		przy 1000° C		przy 1040° C		przy 1080° C	
	w stanie wyżarz.	hartow.	wyżarz.	hartow.	wyżarz.	hutrow.	wyżarz.	hartow.
Fe	84	139	118	171	139	188	146	192
St	241,5	555	268,5	600	285	600	301	600
Ni	99	103,5	111	?	115,5	?	120	?
Ni — 5	163,5	341	196,5	363	228	363	255	388
Ni — 25	156	150	156	150	156	156	163,5	163,5
Cr	106,5	301,5	130	323	142,5	323	156	323
Cr — Ni — I	216	321,5	285	364	301,5	364	321	364
Cr — Ni — II	241,5	321,5	301,5	341	341	341	341	341

Analizując podane wyżej liczby twardości, musimy wyciągnąć z nich prawie negatywne wnioski co do celowości zastosowania procesu naberylowywania powierzchniowego stali specjalnych (stopowych), jako środka do utwardniania ich powierzchni; przynajmniej skutki tego utwardniania są mniej wartościowe,

stwą zewnętrzną stali Ni-Cr-I, naberylowej z powierzchni, a mikrofot. rys. 11, pow. 150, podaje to samo dla stali Ni-Cr-II. Hartowanie zamienia eutektykę i kryształki roztworów stałych granicznych na jednolity roztwór stały berylu, niklu, chromu i węgla w żelazie γ , który, jak to widać z rys. 12



Rys. 11.



Rys. 12.

niż otrzymane w procesie naborowywania. Objaśnienie takiego stosunkowo niewielkiego wzrostu twardości powierzchniowej w wypadkach naberylowywania stali specjalnych podaje nam analiza metalograficzna, mianowicie:

Mikrofotogr. na rys 7, pow. 350, przedstawia brzeg naberylowanej powierzchni stali Ni-5. Widzimy na niej dość grubą warstwę roztworu stałego berylu, niklu i węgla w roztworze stałym żelaza, a w niej włókna eutektyczne skierowane do wnętrza próbki, t. j. w kierunku dyfuzji. Poszczególne ziarna, lub raczej konglomeraty ziarn roztworu stałego, znajdujące się między warstewkami eutektycznymi, wypełnione są drobnymi mikro-kroplami nowej fazy strukturalnej, która się wydzieliła z roztworu stałego w czasie stygnięcia, na skutek obniżenia stopnia rozpuszczalności.

(pow. 150), znajduje się na twardej podłożu martenzytów.

Warstwy roztworu stałego (patrz rys. 8 i 12) są miejscami oddzielone pewnymi granicami, idącymi w kierunku dyfuzji, t. j. prostopadle do obwodu próbek. Wnętrze obszarów roztworu stałego, znajdujących się między temi warstwami prostopadłymi, wypełnione jest utworami bliźniaczymi, podobnie jak to miało miejsce na powierzchni naberylowanej żelaza miękkiego po zahartowaniu.

Jak widać z powyższego, badania metalograficzne wyjaśniają kwestję stosunkowo nieznacznego wzrostu twardości powierzchni naberylowanej stali specjalnych. Na powierzchni próbek, po naberylowaniu ich, a w większym stopniu po następnym zahartowaniu, wytwarzają się roztwory stałe berylu, niklu (chromu) i węgla w żelazie γ , trwałe w zwyczaj-

nych temperaturach. Wiadomo zaś, że roztwory stały żelaza γ nie posiada wielkiej twardości, niezależnie od ilości rozpuszczonych w nim składników.

Drogą powyższych badań stwierdziliśmy teoretycznie wyprowadzony wniosek o przebiegu naberylowywania niklu, oparty na znanych faktach dodatkowej dyfuzji boru i berylu w żelazo i boru w nikiel oraz na analogii własności fizycznych z jednej strony boru, berylu i węgla, a z drugiej strony — żelaza i niklu — nie znając nawet wykresu podwójnego Ni-Be.

Ze względu na to, że kontrastowość berylu (objętość atomowa = 4,8, a t-ra top. = 1278) w stosunku do niklu (o. a. = 6,7, t. t. = 1451) jest mniejsza niż kontrastowość boru (o. a. = 4,4, t. t. = 2400), a znacznie mniejsza niż kontrastowość węgla (o. a. = 3,42; t. t. około 3600), należałoby przypuszczać, że dyfuzja berylu w nikiel będzie zachodzić nieco trudniej, niż dyfuzja boru w nikiel w odpowiednich warunkach.

Ustaliliśmy nadto fakt, że dyfuzja boru w nikiel staje się widoczną przy około 950°, a dyfuzja berylu w nikiel przy około 1000°. Stąd wynika, że beryl wchodzi w nikiel nieco trudniej niż bor.

Droga wodna Bałtyk–Morze Czarne, przez Wisłę–San–Dniestr–Prut i Dunaj, z połączeniem do Lwowa.^{*)}

Napisał Inż. Dr. M. Matakiewicz, Profesor Politechniki Lwowskiej.

4. Profil podłużny i projektowane budowle.

Rysunek 6^{**}) przedstawia profil podłużny drogi wodnej wzdłuż projektowanej trasy, między ujściem Sanu a Czerniowcami. Poszczególne części tej drogi, zestawione już powyżej, przedstawiają się następująco:

1) Wisła uregulowana między Schiewenhorsta a ujściem Sanu. Regulacja musi być wykonana według zasad regulacji rzek żeglownych, ze szczególnym uwzględnieniem łóżyska małej wody, ustalenia i poprawy przejść, oraz zabudowania wybojów. Regulacja ta potrzebna jest również z uwagi na potrzeby rolnictwa, tudzież z uwagi na całość drogi wodnej Wisły, która na zachodzie połączona będzie kanałem żeglugi z Zagłębiem Górnośląskiem.

2) Kanalizacja Sanu od ujścia do Wisły, aż do Michałówki pod Radymnem. San może być przekształcony na drogę wodną dużego typu tylko zapomocą kanalizacji. Ponieważ spadek przeciętny na wymienionej przestrzeni Sanu wynosi 0,36‰, czyli jest stosunkowo mały, nie będzie tu potrzebna nadmierna ilość jazów i śluz komorowych. Typem jazu będzie tu jaz walcowy, a w projekcie mniejszym, jako wstępnym, zaprojektowano całą drogę wodną w łóżysku rzeki, bez kanałów bocznych. Przytem spiętrzenie na jazach (ustalając najmniejszą głębokość tuż poniżej każdego jazu na 2,5 m) przyjmowano 3 m w dolnej, a 3,5 m w górnej partji rzeki, przy czem spiętrzenie małej wody wynosi przy jazach od 3,5 — 5,0. Jest rzeczą zrozumiałą, że dopiero badania szczegółowe w terenie ustalą położenie jazów i rozkład poszczególnych stanowisk, oraz definitywne wysokości spiętrzeń; niewątpliwie będą tu potrzebne na pewnych partjach, o zbyt niskich brzegach, i kanały boczne, celem zmniejszenia spiętrzenia. Prawdopodobnie jednak ilość jazów się nie zmieni; w projekcie przyjęto 14 jazów, których odstępstwa wahają między 5 a 13 kilometrami.

3. Kanał San–Dniestr, między Michałówką a Rozwadowem, według typu

poprzednio opisanego. Zaprojektowano tu 13 śluz komorowych, o spadach od 4 do 9 m, stanowisko szczytowe pod Rudkami na poziomie 264, o długości 23 km. Najkrótsze stanowisko mierzy 4 km.

Zasilenie kanału, stosunkowo zresztą krótkiego, w wodę, będzie łatwe, z powodu bliskości Dniestru i Wiszni i niskiego położenia stanowiska szczytowego w porównaniu ze zwierciadłem Dniestru i poziomem wód gruntowych. Część kanału między Czajkowicami a Rozwadowem stanowi kanał boczny Dniestru.

4. Kanalizacja Dniestru między Rozwadowem a Zaleszczykami. Spad Dniestru na tej przestrzeni wynosi przeciętnie 0,408‰, wobec czego ilość jazów i śluz, podobnie jak na Sanie, nie będzie nadmierna. Jako odpowiedni typ jazu uważa się w partji górnej jaz walcowy, w partji dolnej, gdzie spiętrzenia będą większe, jaz Stoney'a, z zasuwami dzielonymi w kierunku poziomym.

Podobnie jak dla kanalizacji Sanu, przyjęto w projekcie, że całą żeglugę pozostawi się w łóżysku rzeki. Takie rozwiązanie będzie stosowne przede wszystkim dla dolnej partji, gdzie Dniestr płynie w jarze, o wysokich stokach, w partji górnej natomiast potrzebne będą również i kanały boczne, których długość i położenie ustalić będzie można dopiero na podstawie badań szczegółowych w terenie.

W projekcie przyjęto spiętrzenie na jazach, w części górnej rzeki, 3 — 4 m, w części dolnej 4,5 — 5 m największe podniesienie zwierciadła małej wody w części górnej 4,5 m, w części dolnej 6 m. Spiętrzenia te w wielu punktach będą zapewne musiały być zmniejszone i zastosowane kanały boczne, ogólna liczba jazów, zaprojektowanych w liczbie 27-u (ostatni jaz poniżej odgałęzienia kanału działowego Dniestr–Prut), nie dozna jednak prawdopodobnie większej zmiany. Najmniejszą głębokość wody tuż poniżej jazów przyjęto na 2,5 m.

5. Kanał Dniestr–Prut między Zaleszczykami a Czerniowcami. Dział wód zbliża się tu do prawego brzegu Dniestru. Odgałęzienie kanału żeglugi od skanalizowanego Dniestru pomyślane jest w ten sposób, że

^{*)} Dokończenie do str. 744 w Nr. 35 z r. b.

^{**}) P. wkładkę w tym zeszyście.

w odległości 750 m poniżej mostu kolejowego w Zaleszczykach wykonany będzie jaz Stoney'a (27-y jaz w kanalizacji), podnoszący średnią wodę Dniestru o 6 m na poziom 151 m, w odległości zaś 2,5 km powyżej jazu znajdować się będzie wlot kanału, przechodzący w schodki śluzowe złożone z 4 śluz po 11 m spadu, oddzielonych od siebie rozszerzonymi basenami po 200 m długości, a 60 m szerokości, dla mijania się statków. Poza ostatnią śluzą przewidziano basen 280 m długi, prowadzący wprost do tunelu jedmotorowego, 10,4 km długości (rys. 3 b). Jako alternatywę przewidziano odgałęzienie kanału z wlotem w odległości 0,6 km powyżej jazu położonym, przyczem zamiast schodków śluzowych, zaprojektowano również pochyłą poprzeczną, o wzniosie równym wzniosowi schodków śluzowych, t. j. 44 m, poza którą kanał za pośrednictwem basenu, poprzecznie do równi ułożonego, przechodzi w tunel. Przy jazu można wyzyskać siłę wodną 10 000 KM (liczoną dla wody średniej), rozłożoną na dwa zakłady, lewy o 7 500, prawy o 2 500 KM. Energia zakładów służyć będzie częściowo do pompowania wody z Dniestru na stanowisko szczytowe, celem pokrycia zużycia i strat wody.

Poza tunelem przechodzi stanowisko szczytowe w przekop 14 km długi, w najwyższym punkcie 13 m głęboki, poczem kanał trzema śluzami po 10 m spadu schodzi z poziomu 195 m w stanowisku szczytowem, na poziom 165 m skanalizowanego Prutu pod Czerniowcami. Rysunek 7 przedstawia sytuację Dniestru, schodków śluzowych, równi poprzecznej, jazu i tunelu kanałowego pod Zaleszczykami.

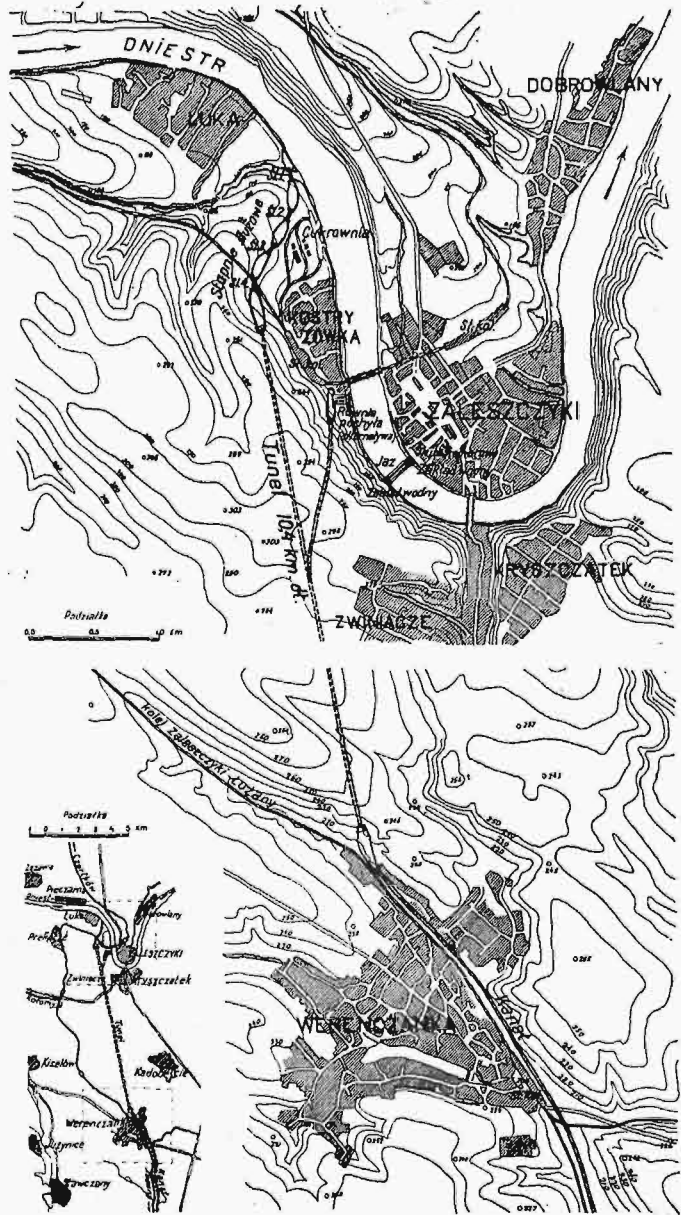
Przy wszystkich stopniach kanalizacji Sanu, Dniestru i Prutu powinny być wykonane zakłady o sile wodnej. Śluzy komorowe powinny otrzymać rozmiary odpowiadające statkom 1000 tonnowym. Dla ruchu początkowego wystarczą śluzy dla statków pojedynczych, o wymiarach komory 85 m × 10—12 m × 3,5 m, później potrzebne będą śluzy dla całych pociągów, lub też śluzy bliźniacze.

5. Połączenie drogi wodnej Wisła—San—Dniestr—Prut ze Lwowem.

Trzy alternatywne trasy, łączące drogę wodną Wisła—San—Dniestr—Prut ze Lwowem, przedstawiają rysunki 4 (sytuacja) i 8 (profile podłużne). Jak już poprzednio wspomniano, trasy te, zbiegające się w stawie gródeckim, mogą stanowić nie tylko odgałęzienia do Lwowa, ale mogą być traktowane również jako alternatywy trasy głównej. Rysunek 8 podany jest w ten sposób, że profile podłużne wszystkich trzech alternatyw rozpoczynają się pod Jarosławiem, a kończą pod Rozwadowem, celem umożliwienia łatwego porównania tak pod względem długości, jak i wzniesienia.

Jeżeli chodzi o najkrótszą trasę linii głównej, bez względu na połączenie ze Lwowem, to jest nią bezwarunkowo „trasa południowa“, przechodząca przez Michałówkę, Sądową Wisznię, Rudki. Dwie inne trasy są dłuższe, nadto ich stanowiska szczytowe wznoszą się wyżej. Porównanie przedstawia się następująco:

	Długość między Jarosławiem a Rozwadowem	Poziom stanowiska szczytowego.
a) Trasa południowa przez Sądową Wisznię—Rudki	128 km	264 m n. p. m
b) Trasa środkowa przez Sądową Wisznię — staw gródecki — Komarno.	134,2 „	270 „
c) Trasa północna dolina Szkła, przez Jawców — staw gródecki — Komarno	144,7 „	270 „



Rys. 7. Kanał Dniestr—Prut pod Zaleszczykami (schodki śluzowe, równia poprzeczna, jaz i tunel kanałowy).

Z możliwych tras wyklucza się zatem trasa c), którą tu przedstawiliśmy tylko dla porównania i która mogłaby mieć znaczenie tylko w takim wypadku, o ileby główna linja nie szła na południe do Dniestru i Prutu, lecz na wschód przez Styr i Prypeć do Dniepru. Tak jednak nie będzie i głównymi drogami wodnymi będą z pewnością Wisła—

Dniepr, przez kanał Królewski i Wisła—Dniestr—Prut, a linja od tego drugiego kanału, przez Lwów, Styr i Prypeć do Dniepru, będzie, z uwagi na swą długość i położenie, linją drugorzędną, łącznikową, choć bezsprzecznie bardzo wielkiej wagi.

Jak widzimy, linje a i b mogą ze sobą konkurować, gdyż różnica długości nie jest znaczna, a bliższe badania w terenie mogą okazać, że poziom stanowiska szczytowego trasy b), który przyjęliśmy tu zgodnie z poziomem stawu gródeckiego na rzędnej 270, może być jeszcze obniżony. Jeżeli chodzi o połączenie ze Lwowem, to trasa b) wymaga tylko 32 km osobnego kanału (przebieg staw gródecki—Lwów), trasa zaś a) 51 km, względnie 65 km, zależnie od tego, czy się pójdzie do Lwowa przez Sadową Wisznia—Gródek, czy przez Komarno—Gródek. W rezultacie trasa b), jakkolwiek jest o 6,2 km od trasy a) dłuższa, z uwzględnieniem połączenia do Lwowa jest o 12,8 km krótsza. Ostateczny wybór trasy zależny będzie jeszcze od bliższego zbadania kwestji zaopatrzenia w wodę linii głównej i połączenia do Lwowa.

Profil podłużny linii staw gródecki—Lwów podany jest na rys. 8 a. Celem wyjścia na stanowisko szczytowe, pomyślane na rzędnej 301, potrzeba tu 4 śluz o spadach od 6—8,34 m. Zaopatrzenie w wodę będzie tu możliwe tylko przez pompowanie od stanowiska do stanowiska.

6. Koszta.

Przyjmujemy koszt 1 km kanału na 500 000 zł w złocie i koszt 1 km kanalizacji na 400 000 zł. w zł. Koszta polskiej części drogi wodnej, z wyłączeniem Wisły, która stanowi samodzielną drogę wodną i musi być regulowana również z innych względów, t. j. kosztu kanalizacji 137,3 km Sanu i 269,6 km Dniestru, oraz kanału żeglugi między Sanem a Dniestrem według trasy b) wraz z połączeniem do Lwowa wynoszącym 149,2 km⁵⁾ — wyniosą 237 360 000 zł. w złocie albo okrągło 400 000 000 zł. obiegowych.

Koszta rumuńskiej przestrzeni drogi wodnej bez uwzględnienia regulacji Prutu poniżej Jass, t. j. 44,4 km kanału od Zaleszczyk do Czerniowiec⁶⁾ i 283 km kanalizacji Prutu wyniosłyby okr. 160 000 000 zł. w zł. lub 272 000 000 zł. obiegowych.

Pokrycie kosztów. Trudno dziś mówić o realizacji wielkich projektów dróg wodnych, przy dzisiejszym braku pieniądza i wysokiej stopie procentowej. Roboty te muszą czekać na czas umorowania się stosunków kredytowych, w którym to czasie kosztu roczne drogi wodnej, t. j. kosztu oprocentowania i amortyzacji kapitału zakładowego, kosztu utrzymania drogi wodnej i kosztu ruchu, nie przekroczą około 8%. W takim razie roczny koszt polskiej części drogi wodnej wyniosłby:

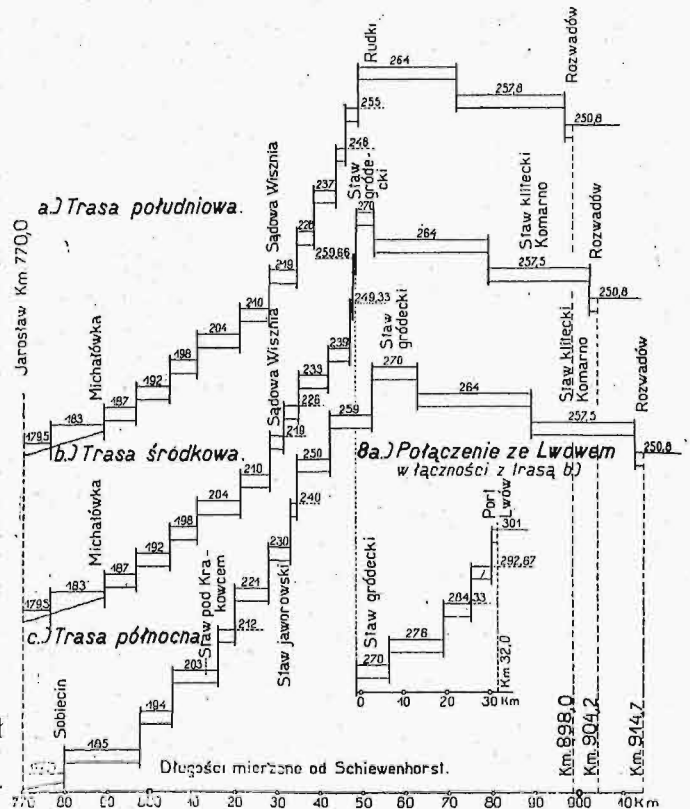
$$237\,360\,000 \times 0,08 = 19\,000\,000 \text{ zł. w zł.}$$

Przyjmując opłaty żeglugowe w wysokości 0,5 grosza w zł., roczny obrót towarów 6 milionów ton i średnią dalekość przewozu 300 km, które to

⁵⁾ Łącznie od ujścia Sanu do Zaleszczyk z połączeniem do Lwowa 556,1 km drogi wodnej.

⁶⁾ Koszt 1 km w tej partji przyjęto 1 milion zł. w zł.

cyfry dla zwykłego kanału żeglugi mogłyby być uważane jako zbyt optymistyczne, jednak dla drogi wodnej międzymorskiej stanowczo nie są przesadzone, otrzymuje się roczny dochód z opłat żeglugowych $1\,800\,000\,000 \text{ km} \times 0,005 = 9\,000\,000 \text{ zł. w złocie.}$



Rys. 8. a—c.

Niedobór wynosi zatem 10 milionów zł. w zł. rocznie i musi być pokryty z innych dochodów.

Otóż dochody te mogą dać siły wodne wyzyskane przy kanalizacji Sanu i Dniestru, o których powyżej była mowa. Siły te, oznaczone poprzednio w surowej wartości 200 000 KM, lub 150 000 KM użytecznych, gdyby zostały tylko w 50% wyzyskane i przez 4000 godzin w roku, dałyby energję roczną $75\,000 \text{ KM} \times 4000 \text{ godz.} = 300\,000\,000 \text{ KM godz.}$, a koszt 3,3 grosza w zł. za 1 KM godz. wystarczyłby na pokrycie potrzebnej kwoty 10 000 000 zł. w zł.

Tak więc wyzyskanie siły wodnej wzdłuż trasy drogi wodnej umożliwi w zupełności pokrycie niedoboru. Nie uwzględniono tu innych korzyści, jak użytkowania wody w rolnictwie do nawodnień, dalej korzyści pośrednich dla Państw, które drogą wodną przecina.

Jakkolwiek przyjęte tu podstawy obliczenia mogą się wydać, zwłaszcza sceptykom, zbyt optymistyczne, to jednak twierdzić należy, że dojście do skutku wszelkich zamierzeń zależy przede wszystkim od ugruntowania się wiary w spełnienie się zasadniczych założeń. Co do projektowanej drogi wodnej stwierdzić trzeba, że jest ona jedną z niewielu w Polsce, a może jedyną, której bezpośrednia rentowność, dzięki możności wyzyskania sił wodnych, da się wykazać.

7. Projekt wstępny.

Opracowany w Zakładzie Budownictwa wodnego Politechniki lwowskiej przez podpisanego, z pomocą konstruktora inż. M. Mazura i asystenta M. Götta, projekt wstępny tej drogi wodnej, przedstawia generalne studjum trasy technicznej,⁷⁾ bez bliższego zbadania pod względem komercyjnym; byłoby jednak bardzo pożądane, aby tą częścią problemu zajęły się sfery kompetentne. Jednak zasadnicze położenie drogi międzymorskiej Bałtyk—Morze Czarne i jej znaczenie komunikacyjne, narzuca się samo siłą położenia geograficznego tej części Europy.

Projekt obejmuje: 1) Sytuację pogładową 1:3 000 000, 2) Sytuację połączenia Wisła—San—Dniepr—Prut 1:200 000, 3) Sytuację przekroczenia działu wód między Wisłą a Dniestrem z połą-

zeniem do Lwowa 1:75 000. 4) Sytuację przekroczenia działu wód między Dniestrem a Prutem 1:75 000. 5) Profil podłużny drogi wodnej od ujścia Sanu do Prutu pod Czerniowcami 1:200 000 i 1:400. 6) Profile podłużne przekroczenia działu wód między Sanem a Dniestrem z odgałęzieniem do Lwowa 1:75 000 i 1:400. 7) Profil podłużny przekroczenia działu wód między Dniestrem a Prutem 1:75 000 i 1:250. 8) Sytuację pod Zaleszoykami 1:10 000 i przekroje podłużne schodków śluzowych 1:2000 i 1:200, oraz równi poprzecznej 1:400. 9) Profil podłużny linii Jarosław—Jaworów 1:75 000 i 1:200, oraz linii Wisła—San—Szkło—Lwów—Styr 1:500 000 i 1:1000. 10) i 11) Normalne profile orientacyjne uregulowanego Sanu i Dniestru.

Celem projektu jest zainteresowanie opinii publicznej i uzyskanie podstawy do dyskusji.

Eksploatacja torfowisk i użytkowanie torfu.⁸⁾

Napisal Prof. Pierce F. Purcell, M. A. I., kierownik działu torfowego w Fuel Research Board.

Suszenie torfu na powietrzu.

Długoletnie doświadczenie głównych krajów wydobywających torf dowodzi możliwości osiągnięcia przez suszenie torfu na powietrzu, przy wszelkich, nawet najgorszych, warunkach pogody, zawartości 20 do 30% wilgoci; ponieważ torf, wysuszony do stanu bezwodnego, pochłania potem nanowo wodę higroskopijnie, aż do jej zawartości ok. 15% wagowo, przeto przy dobrych warunkach suszenia na powietrzu można doprowadzić torf do takiego stanu suchości, przy którym pozostająca jeszcze w nim i dająca się usunąć ilość wody jest bardzo nieznaczna. Urząd Badań Paliwa (Fuel Research Board) wykonał w ciągu okresu eksploatacyjnego torfowisk w latach 1919 i 1920 specjalne badania, dotyczące wysychania torfu na pewnym bagnie w Turraun. Praca ta, wykonana przez p. E. J. Deffy, jest umieszczona w Sprawozdaniach Urzędu Badań Paliwa.⁹⁾

W miarę tego, jak postępuje wyparowywanie wody z powierzchni kawałka torfu, wystawionego na działanie powietrza, wilgoć jest w sposób ciągły przenoszona od jego środka ku powierzchni przez włoskowate kanały, przenikające torf. Gdy pada ulewny deszcz, znaczna część wody, nie przenikając wewnątrz kawałka torfu, spływa po nim, szczególnie w tych razach, gdy proces schnięcia posunął się już o tyle naprzód, iż cegielki torfowe posiadają twardą skorupę; o ile przytem deszcz nie trwa zbyt długo, to pochłonięta zostaje niewielka ilość wody. Wchłanianie wody deszczowej i przenikanie jej do środka ogranicza się przeważnie do warstwy zewnętrznej skorupy i ustaje wkrótce po ustaniu deszczu, a wtedy nanowo rozpoczyna się proces schnięcia; praktycznie biorąc, wszystka pochłonięta świeżo wodą zostaje nanowo wydzielona i tylko samo wysychanie opóźnia się cokolwiek. Nie dotyczy to oczywiście długotrwałych okresów dżdżystych, po których często następują całe ty-

godnie wysokiej wilgotności względnej powietrza. Oto interesujący przykład z praktyki. W próbce torfu maszynowego, wystawionej na działanie powietrza w Turraun, stosunek zawartości wody do zawartości suchego materiału torfowego w dniu 8-ym kwietnia 1920 roku był 6,3, 29-go zaś maja tenże stosunek spadł już do 2,6, innymi słowy — przeszło połowa zawartości wody w torfie wyparowała z niego w ciągu tych 43 dni, w ciągu których 37 było dżdżystych, a wysokość opadu w sześciu z nich za każdym razem wyłoniła przynajmniej 12,7 mm. Gdy na działanie powietrza zostały wystawione w identycznych warunkach, z jednej strony — próbka torfu przerobionego, z drugiej takiego, który nie przeszedł przez maszynę, można było stwierdzić, iż wysychanie pierwszego z nich szło szybciej i bardziej regularnie aniżeli drugiego, przy czem ten korzystny stosunek dawał się szczególnie odczuć przy niepomyślnych warunkach pogody.

Wobec większego kurczenia się przy wysychaniu torfu przerobionego maszynowo, w porównaniu z wydobywanym ręcznie, należy, po doprowadzeniu zawartości wilgoci do 40 — 50%, zbierać cegielki w stosy, gdyż wówczas wolniejsze wysychanie zapobiega nadmiernemu kurczeniu się i pękaniu zewnętrznej skorupy podczas zbyt szybkiego jej wysychania przy bardzo jeszcze wilgotnym wnętrzu. Ciężar właściwy torfu maszynowego bywa od 0,7 do 1,0 zaś wydobywanego ręcznie — 0,45 do 0,65. Ten fakt, w związku z szybszym schnięciem torfu maszynowego przy niekorzystnych warunkach pogody; a także trwałość uformowanych z niego cegiełek i zdolność ich do wytrzymywania przewozu z mniejszą stosunkowo stratą stanowią ważne zalety wydobycia maszynowego. Objętość zajmowana przez tonnę torfu maszynowego stanowi około 60% miejsca potrzebnego dla tonny torfu wydobytego ręcznie, a to ma wielkie znaczenie przy transporcie i użytkowaniu torfu.

Metody wydobywania torfu.

Maksymalną wydajność wprawno kopacza torfu w ciągu dziesięciogodzinnej dniówki stanowi ułożenie na placu, przeznaczonym do suszenia, od

⁷⁾ Oparte na mapach topograficznych 1:75 000 i 1:25 000.

⁸⁾ Dokończenie do str. 754 w № 35 z r. b.

⁹⁾ Report of the Fuel Res. Bord for the years 1922 and 1923: First Section "The Production of Air-dried Peat". H. M. Stationery Office.

30 do 35 m³ surowego torfu, w kształcie cegiełek. Ilość ta daje po wysuszeniu ok. 4 do 4,5 t normalnego torfu opałowego (o zawartości 25% wilgoci). Warunki, w jakich odbywa się ręczne kopanie torfu, prowadzą do konieczności użycia jednego lub dwóch dodatkowych ludzi do rozkładania torfu na ciętego przez jednego wprawnego kopacza, tak iż wydajność ogólna nie przekracza 1,25 do 1,5 t na jednego robotnika na zmianę. Przy okresie eksploatacyjnym, obejmującym od 100 do 130 dni roboczych, wydobycie torfu na robotnika nie może przekraczać 125 do 200 t w ciągu sezonu. Biorąc przedsiębiorstwo torfowe o stosunkowo niezbyt znacznej produkcji — 50 000 tonn torfu rocznie z jednego torfowiska, otrzymamy, iż prowadzenie jego będzie wymagało od 280 — 350 ludzi do kopania torfu i jego rozkładania, a w najgorętszym okresie żniw — jeszcze blisko dwa razy tyle robotnika do zbierania torfu.

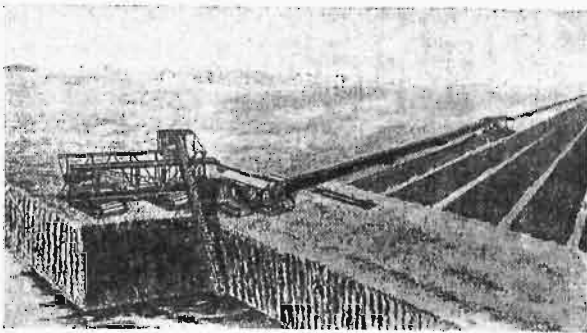
Wobec tego, że praca na torfowisku jest sezonowa, trwa w ciągu kilku zaledwie miesięcy w roku i robotnicy często nie mają należytych pomieszczeń mieszkalnych, wydobycie opiera się na przygodnym zespole pracujących. Taka organizacja odznacza się jednak wieloma wadami, istnieją przeto dążenia do osiedlania robotników na stałe w pobliżu torfowisk i do zatrudniania ich wraz z rodzinami w ciągu dłuższego okresu czasu.

Początkowe próby, poczynione w kierunku przystosowania urządzeń mechanicznych do wydobycia torfu, stawiły sobie za cel wycinanie kawałków torfu o tejże wielkości i formie, co produkowane ręcznie. Maszyny takie zachowywały całkowicie naturalną budowę wewnętrzną torfu, tak iż produkt był tegoż charakteru, co torf kopany ręcznie. Jednakże już dawno zostały stworzone i uznane korzyści, dawane przez rozdrobnienie masy torfowej; rozdrobnienie takie prowadzi — przez rozkruszenie i przemieszanie włókien — do równomiernego rozdzielenia ich po całej masie i do wytworzenia po wysuszeniu bardziej spoiwego i gęstego materiału. W wyniku osiąga się w ten sposób bardziej równomierne kurczenie się cegiełek torfowych przy suszeniu, co pozwala uniknąć ich pęknięcia i rozpadania się — objawów tak zwykłych przy torfie kopanym ręcznie. Zostały również zastosowane elewatory do przenoszenia torfu kopanego ręcznie i przenoszenia gotowych cegiełek przerobionego torfu po ich wyjściu z maszyny. W ten sposób torf może być wyrobiony w kawałkach, które po wysuszeniu stowiały zwały blok o wadze od 0,5 do 1,0 kg. Największą trudność przy eksploatacji torfowiska stanowi naogół celowy gospodarczy rozdział torfu na obszarze, przeznaczonym do jego suszenia.

Przed rokiem 1910 zwyczajem ogólnie stosowanym na kontynencie Europy było układanie cegiełek torfowych, wychodzących z maszyny torfowej, na deski, po 6 do 8 sztuk. Deski te odwożono następnie na obszar przeznaczony do suszenia, na wagonikach, załadowanych na dwa albo trzy piętra; wagoniki te, pchanym ręcznie, biegły po torze o szerokości 600 mm. Przy urządzeniach tego rodzaju, czworo ludzi kopało torf i zasilalo elewator maszyny, troje albo czworo innych pilnowało maszyny i ładowało cegiełki na deski, gdy ośmioro dalszych robotników odwoziło wagoniki z torfem na pobliskie pole do suszenia i rozkładało na niem

cegiełki, przyczem ilość wydobytego torfu nie przekraczała na osmiogodzinną zmianę 20 do 30 t. Profesor Keppler podaje, jako normalną ilość torfu, wydobywanego w ten sposób przy użyciu kilkopiętrowych wagoników, 13 do 15 m³ surowego torfu na godzinę. Wydajność pracy może być jednak doprowadzona do 21 m³ na godz., czyli zwiększoną z 2,0 do 2,8 t/h. O ile torfowisko zawiera dobry torf, otrzymujemy cegły należytej postaci i gęstości, jednakże wydobywana ilość torfu zwiększa się tylko niewiele, lub też nie wzrasta wcale w porównaniu z metodami czysto ręcznego wydobywania torfu. Pewne udoskonalenie tej metody było osiągnięte w Szwecji przez wprowadzenie do użycia przenośnika Persson'a, w którym naładowane torfem deski są samoczynnie umieszczone na dwóch równoległych linach stalowych, przerzuconych ponad błotem na długości od 100 do 200 m. Deski są przenoszone na tych linach, dzięki ich ruchowi, aż do miejsca, gdzie ma się odbywać suszenie, i tam są zdejmowane ręcznie, poczem po ich odwróceniu i ustawieniu w ten sposób cegiełek torfowych na sąsiednim pasie gruntu, są dostarczane z powrotem na miejsce eksploatacji, do torfowiska. Ta samoczynna metoda rozkładania torfu do suszenia okazała się pewną i oszczędną i umożliwiła użycie do suszenia torfu znacznie większych przestrzeni, aniżeli to było możliwe dawniej, zmniejszając jednocześnie o połowę ilość ludzi, zatrudnionych przy przenoszeniu i rozkładaniu cegiełek. Na torfowiskach o niewielkiej głębokości, należycie odwodnionych i, praktycznie biorąc, wolnych od korzeni i pni zwalonych drzew, okazało się możliwym użycie do kopania torfu ekskawatorów, w których zamknięty łańcuch łopatek, czy też noży zdejmuje ciekłą warstwę torfu i dostarcza materiał w sposób ciągły do właściwej maszyny torfowej. W Kanadzie, Moore zbudował nieco zmodyfikowaną torfiarkę Anrep'a. W Szwecji są budowane takie maszyny, które samoczynnie kopią torf przy jednoczesnym zastosowaniu samoczynnych przenośników do jego przenoszenia. W Niemczech istnieje szereg typów urządzeń do eksploatacji torfowisk, budowy różnych konstruktorów, które kopią, przerabiają i następnie samoczynnie rozkładają torf do suszenia; pomiędzy nimi można wymieniwać maszyny Wieland't'a, Streng'e, Orenstein-Koppel'e, Baumann-Schenck'a i Dolberg'a. Naogół torf przerobiony, wychodzący z ustnika maszyny pasmem pojedynczym lub podwójnym, dostaje się na ruchomy pas z płyt, gdzie pasmo to zostaje samoczynnie rozcięte na kawałki. Zamknięty łańcuch płyt, naładowanych torfem, przebiega na długości od 30 do 70 m pod prostym kątem do osi ustnika maszyny; w chwili, gdy cała długość łańcucha już jest pokryta cegiełkami torfu, płyty zostają odwrócone, a cegiełki wyładowane na ziemię, na przestrzeni, przeznaczonej do ich suszenia. Przy zawartości 80—90% wody w cegiełkach, zachowują one dostatecznie dobrze dla wszystkich celów praktycznych swą formę, o ile przy wyładowywaniu spadają na ziemię z wysokości, nie przekraczającej 20 do 30 cm. W maszynie Baumann-Schenck'a każda cegła z torfu jest formowana niezależnie w bębnie, związanym z torfiarką właściwą, a następnie — umieszczana na osobną płytkę przenośnika. Długość przenośnika bywa w większości wypadków od 30 do 50 m, jednak w Wies-

moor i w Bawarii jest pewna ich ilość o długości 65 do 75 m i jeden 100-metrowy. Jak się jednak zdaje, z wielu względów 70 m stanowi w obecnych warunkach gospodarczą granicę długości. Autor gdzieindziej¹⁾ uczynił próbę wykazania iż, jeśli torfowisko jakieś ma być eksploatowane użytecznie na wielką skalę (dla produkcji, powiedzmy, 50 000 t rocznie lub więcej), to szerokość pasa ziemi, na którym miałyby się odbywać rozkładanie cegiełek torfowych, a więc i długość potrzebnego przenośnika powinna być nie mniejsza niż 100 m. Trudności, związane z budową przenośników łańcuchowych lub gąsienicowych, mogących przesuwać się na powierzchni torfowiska z szybkością 10 m/h, jak się zdaje, ograniczają długość przenośnika do 100 m, jako maximum. Kanadyjski Komitet Torfowy przy współdziałaniu takich autorytetów w dziedzinie torfu, jak pp. B. P. Haanel oraz E. H. Moore'a, opracował rozwiązanie zagadnienia rozwożenia torfu do suszenia na zupełnie nowych zasadach. Poczynając od roku 1919, gdy pierwsze urządzenie, złożone z ekskawatora i torfiarki typu Anrepa, w połączeniu z transporterem pasowym długości 150 stóp (45,75 m), było uruchomione na torfowisku Alfred Bog pomiędzy Montrealem a Ottawą, zostały one znacznie zmienione i udoskonalone, aż w końcu okresu eksploatacyjnego 1922 roku został zastosowany transporter pasowy o długości 860 stóp (262,3 m), opierający się na wózkach, rozstawionych co 86 stóp (26,23 m), przesuwalny niezależnie od samego ekskawatora i podający masę torfową do przyrządu rozdzielczego, który przesuwa się wzdłuż transportera znowu niezależnie od niego samego. Rysunek 1 daje ogólny widok urządzenia w tej



Rys. 1. Nowoczesne urządzenie do wydobywania torfu i odwożenia cegiełek torfowych.

zmienionej postaci. Pierwotnie urządzenie to było zbudowane do napędu parowego z kotłami, opalanymi torfem i zmontowanymi na platformie, przesuwanej się wraz z torfiarką. Jednakże całe to urządzenie było zbyt ciężkie. Później przebudowano je na napęd elektryczny. Kanadyjski Komitet Torfowy w swym Sprawozdaniu z 1922 r. wyraził opinię, iż przebudowane urządzenie będzie dawało na godzinę przeciętnie dziesięć t normalnego torfu opałowego oraz że może ono być utrzymywane w ruchu dzień i noc. Przy studniowym okresie eksploatacyjnym i pracy na jedną zmianę, przy dziesięćgodzinnym dniu roboczym, obliczono koszt ogólny torfu, naładowanego na wozy kolejowe, na 4,48 dol. tona (23,21 zł.), przy pracy jednak na dwie dzie-

sięgodzinne zmiany koszt obniża się do 3,50 dol. za tonnę (18 zł. w zł.). Kanadyjski Komitet Torfowy zakończył swe prace doświadczalne z końcem okresu eksploatacyjnego roku 1922 i dalsza praca ma być wykonywana i rozwijana przez organizację prywatną, utworzoną w tym celu. Koszta ogólne pracy torfiarki wynoszą: oprocentowanie kapitału 5%, naprawy — 5% i umorzenie — 12,5%, co razem daje 22,5% rocznie. Ogólne koszta eksploatacji, a więc koszta, związane z pracą torfiarki, z wydobyciem, przeróbką i rozkładaniem torfu do suszenia nie powinny przekraczać 2 szylingów (zł. 2 gr. 59 w złocie) na tonnę wyprodukowanego normalnego torfu opałowego, jeśli ma on konkurować z węglem, sprzedawanym po normalnej cenie. W tych warunkach urządzenie do wydobywania torfu, kosztujące 10 000 f. sterl. (252 000 zł. w zł.), musi być w stanie wyprodukować 22 500 tonn torfu w okresie eksploatacyjnym, zaś kosztujące 2500 f. st. (63 000 zł. w zł.) winno dawać około 6000 tonn w tymże okresie, czyli ilość wytworzonego torfu opałowego winna stanowić co najmniej $2\frac{1}{4}$ tonny w okresie eksploatacyjnym na każdy funt sterl. Kosztu torfiarki (ok. 0,1 tonny na każdy złoty w zł.).

Produkcja poszczególnych eksploatacji torfu rzadko przekracza 30 000 t; produkcja w Wiesmoor, wynosząca ok. 60 000 tonn, stanowi w tej dziedzinie maximum. Powyższa produkcja wymaga pracy sześciu dużych torfiarek. Autor wykazał, iż tam, gdzie chodzi o eksploatację, zakrojoną na szeroką skalę, w związku z zasilaniem elektrowni, na każde 20 tonn rocznej produkcji torfu (zakładając 20 stóp — 6,1 metra — głębokości pokładu po zdrenowaniu) musi być przewidziany 1 akr (0,405 ha) torfowiska (1 ha na 50 t produkcji), o ile eksploatacja ma trwać w przeciągu stu lat i jedno przedsiębiorstwo nie ma wchodzić w drogę drugiemu. Dalej, dla racjonalnego gospodarczo przeprowadzenia eksploatacji, całe torfowisko musi być od samego początku przygotowane do niej i zdrenowane: nie może tu być mowy o różnych przypadkowych rozwiązaniach, jak to bywa w praktyce, gdzie pracuje to jedna, to dwie torfiarki, lecz należy ściśle liczyć się z ilością i typem maszyn, które miałyby być użyte.

Ilość torfu, przerabianego przez torfiarki, bywa naogół ograniczona przez niektóre specjalne ich części. W jednych wypadkach chodzi tu o ekskawator, w innych — o bęben, gdzie się odbywa sam przerób masy torfowej, o moc silnika napędowego, czy też o urządzenie do rozkładania gotowych cegiełek; w niektórych razach chodziło o stratę czasu przy zmianie robotników. Znaczna część pracy przy doskonaleniu torfiarek polegała na uzgodnieniu wydajności poszczególnych części składowych ich urządzenia. W każdym jednak razie w ciągu ostatnich lat piętnastu dokonano duże postępy w dziedzinie wytwarzania torfu suszonego na powietrzu, i torfiarki o napędzie elektrycznym mogą być obecnie spotykane przy pracy na szeregu torfowisk, gdzie produkują one od 5 do 10 t normalnego torfu opałowego na godzinę. Szczegóły mechaniczne tych samoczynnych urządzeń są wciąż udoskonalane i można bez przesady przepowiedzieć, iż w przeciągu ok. pięciu lat torfiarki te osiągną poziom maszyn, należycie pracujących i zapewniających regularne i pewne zaopatrzenie w torf.

¹⁾ Report of the Fuel Board 1922—1923. First Section.

Przy eksploatacji torfowiska o produkcji 60 000 do 100 000 t rocznie, możliwe są do osiągnięcia następujące koszty:

	Szylingi (zł. zł.) za tonnę torfu	Złote w zł.
Koszta ogólne związane z torfiarką	2.00	2.52
Koszta robocizny na rozkładanie i zbieranie torfu	3.50	4.41
Szyby, wagoniki, koszta układania toru i napęd	1.75	2.20
Inne koszta ogólne, administracja i t. p.	1.25	1.57
Razem	8.50	10.70

W przeciągu ostatnich kilkunastu lat wykonano wiele prac w Danii, Niemczech i w Rosji w kierunku udoskonalenia metody eksploatacji torfu znanej pod nazwą „hydrotorfu”. Przy tej metodzie postępowania jest używany strumień wody o dużym ciśnieniu do zmywania masy torfowej do dużych stawów, urządzonych w obrębie torfowiska, z których to zbiorników już rzadka masa torfowa, zawierająca 95,5% wody, jest przepompowywana na obszar przeznaczony do suszenia; do przepompowywania używa się pomp odśrodkowych specjalnej budowy. Na próbnej eksploatacji torfowiska tą metodą w Schwaneburgu, na bagnie Ostermoor urządzone centralny staw, do którego jest skierowywany torf przez dwa zespoły, pompujące masę torfową po jej zmyciu. Ze stawu centralnego masa ta jest znów przepompowywana pompą wysokiego ciśnienia poprzez 18" (457 mm) przewód rurowy na obszar, gdzie się ma odbywać suszenie; tam masę wylewa się i wypełnia nią płaski zbiornik, 20 m szer. i 200 m dług., do wysokości 15 do 20 cm. Obszar, gdzie się odbywa suszenie, musi być specjalnie przygotowany i wydrenowany i może się znajdować bądź to w obrębie samego torfowiska, bądź też, lepiej, na sąsiednich suchych parcelach. Po rozlaniu na nim rozwodnionej masy torfowej, oddzielanie się wody dodanej następuje w przeciągu pięciu do sześciu godzin, poczem nad torfem przechodzi specjalna maszyna formująca, która dzieli utworzoną tafelę na cegielki. Według informacji, każda pompa odśrodkowa daje do 10 t masy na godz., w wyniku zaś pracy w ciągu całego okresu eksploatacyjnego 1923 roku otrzymano w ten sposób na omawianym torfowisku 20 000 t normalnego torfu opałowego. Do pracy przy zmywaniu, pompowaniu, rozlewaniu i formowaniu torfu staje dziesięciu ludzi. Ilość energii, potrzebna do napędu całego urządzenia, stanowi około 12 kWh na 1 t torfu. Może być kwestionowane, czy system ten może konkurować z innymi metodami samoczynnego wytwarzania powietrzno-suchego torfu opałowego, ma on jednakże tę zaletę, iż może być zastosowany przy dużej rozległości eksploatowanych pokładów torfu oraz przestrzni, używanych do jego suszenia, dalej zaś tę, iż jest do użycia przy torfowiskach, zawierających znaczne ilości drzewa i korzeni, gdzie żaden inny mechaniczny system wydobywania torfu jest nie do zastosowania.

Zużytkowanie torfu.

Istnieją trzy metody, które mogą być zastosowane. Są to:

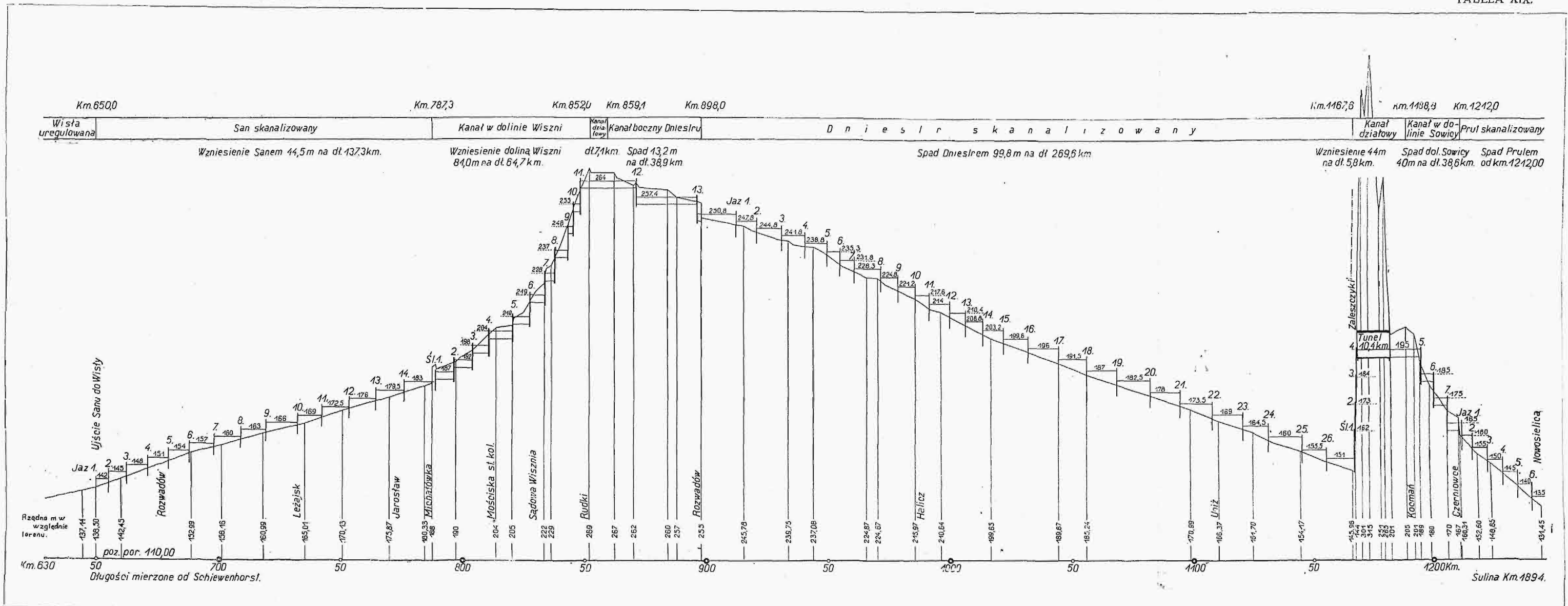
1. Spalanie torfu aż do jego zupełnego utlenienia pod kotłami parowymi: a) w postaci powietrzno-suchych cegiełek, tak, jak są one otrzymywane z torfowiska; b) w postaci paliwa wysuszonego i sproszkowanego (pyłu torfowego).

2. Całkowite przetwarzanie torfu w gaz w generatorach, z użytkowaniem produktów ubocznych, lub też bez użytkowania.

3. Koksowanie torfu w niskiej temperaturze: a) z użytkowaniem gazu w silnikach spalinowych, b) z użyciem otrzymanego koksu w przemyśle hutniczym i c) użyciem go w generatorach lub też pod kotłami parowymi.

W związku z szybkim rozwojem w Ameryce użytkowania węgla w postaci sproszkowanej, ciekawą kwestję stanowi, czy i jaką oszczędność daje opalanie pyłem w porównaniu z paleniskami mechanicznymi. O ile w odniesieniu do węgla oszczędność na tej drodze uzyskana waha się w stos. nieznacznych granicach, to dla torfu granice te są o wiele szersze. Zawartość wilgoci w węglu rzadko przekracza 10%, przy torfie zaś tylko wyjątkowo spada poniżej 22%, a często przekracza 35%. Wynika stąd, że suszarnia torfu musi wykazać znaczną pracę. Dalej sproszkowanie torfu przedstawia daleko większe trudności niż węgla, gdyż w pewnych wypadkach zawiera on znaczną ilość włókien, które nie mogą być w sposób mało kosztowny przerobione na drobny proszek i muszą wobec tego być odsiewane i spalane osobno, jako odpadki torfowe. W Szwecji, w przeciągu kilku lat, Rząd podjął się prowadzenia fabryki torfu sproszkowanego w Vislanda, przy czem pył torfowy był używany do opalania lokomotyw na niektórych odcinkach kolei państwowych. Wyniki prób zastosowania pyłu torfowego do lokomotyw szwedzkich były opublikowane i dowiodły w sposób dostatecznie pewny, że 1,45 kg takiego torfu o zawartości 15% wilgoci daje przy spalaniu wynik równoważny otrzymywanemu przy zużyciu jednego kilograma angielskiego węgla kamiennego. Autorowi jednak nic nie wiadomo o tem, aby w związku z tem były podane do wiadomości publicznej także określone dane w sprawie stosunkowego kosztu różnych rodzajów paliwa: wielki zaś kapitał, jakiego wymaga przygotowanie pyłu torfowego, zdaje się wskazywać, że koszty tego rodzaju opału są bardzo wysokie. To też autor sądzi, że paliwo w te postaci nie znajdzie zastosowania ani do kotłów, ani do pieców cementowych i t. p. Zwiększenie sprawności osiągalne przy użyciu paliwa sproszkowanego, w porównaniu ze stosowaniem opału w kawałkach większych wymiarów, spalanych na odpowiednio skonstruowanych rusztach i w odpowiednim palenisku, w żadnym razie nie może zrównoważyć wzrostu innych kosztów. Z trzech fabryk pyłu torfowego utworzonych w Szwecji, jedna, czy też dwie — zostały już zamknięte.

Na torfowisku Wiesmoor, w Niemczech, elektrownia o mocy 200 kW, zbudowana w roku 1905 przez Tow. Siemens-Schuckert w związku z zakrojonym na szerszą skalę projektem meljoracji, stała zwiększała swą moc, dochodząc w roku 1921 do 21 000 kW. Elektrownia posiada 4 kotły, opalane węglem i 8 — torfem, przy czem rocznie zużywa ok. 30 000 t węgla i 60 000 t torfu. Nie mamy świeżych danych co do prób dokonanych w tej elek-



Rys. 6 do art. Prof. Dr. M. Matakiewicza „Droga wodna Bałtyk—Morze Czarne, przez Wisłę—San—Dniestr—Prut i Dunaj, z połączeniem do Lwowa“.

ciowni, sam fakt jednak utrzymania się zakładu przy stałym wzrastaniu jego mocy stanowi dostateczny dowód, iż Tow. Siemens-Schuckert uważa wyzyskanie torfu za celowe gospodarczo przedsięwzięcie. To, że w danym wypadku nie cała elektrownia jest zasilana torfem, tłumaczy się zapewne trudnością zwiększenia wydobycia torfu ponad 60 000 t z drugiej strony, ostrożność mogła nakazać nieopieranie się na samym tylko torfie. Jedyne opublikowane dotąd dane tej elektrowni dotyczą roku 1910, gdy zużycie torfu wyniosło 3,1 kg na 1 kWh, przy sprawności kotłów 73,5%, od tego czasu jednak były już otrzymywane wyniki aż do 2,2 kg torfu na kWh. Przy odpowiednio zaprojektowanym palenisku i regulowaniu dopływu powietrza, niema powodu, dla któregoby powietrzno-suchy opał torfowy o zawartości 25 do 30% wilgoci nie mógł być spalony przy tejże sprawności, co i węgiel, z uwzględnieniem nieuniknionej straty, związanej ze spalaniem zawartego w nim wodoru, o czym mowa była już wyżej. Chodzi więc jedynie o to, by móc dostarczyć do paleniska torf po cenie nie wyższej od ceny węgla, licząc wartość 1 Kcal netto. Jeśli elektrownia znajduje się w pobliżu torfowiska, trudności przewozu opału nie istnieją, zaś postępy torfiarek powinny w krótkim czasie zapewnić ciągłość zasilania kotłowni i taniość wydobycia. W niektórych wypadkach brak wody do skraplania może oddziaływać decydująco na wybór miejsca dla elektrowni dalej od torfowiska. W elektrowni Wiesmoor woda do kondensacji jest pobierana z odgałęzienia kanału Ems-Jade, a wogóle zaopatrzenie się w wodę w obrębie obszarów torfowiskowych nie powinno przedstawiać zbyt znacznych trudności. Znaczne zainteresowanie odgazowaniem torfu tłumaczy się zapewne tem, że sądzono, iż w gaz o możliwej zawartości cieplnej może być przetworzony torf o zawartości 50, a nawet 70% wilgoci, z drugiej zaś strony wiele mówiono o wynikach, możliwych do uzyskania przy ułatwianiu produktów ubocznych przy przerobieniu torfu — smoły gazowej i amonjaku. Z wielkich zakładów do wytwarzania gazu z torfu z ułatwianiem produktów ubocznych jest obecnie w ruchu tylko jeden — na jeziorze Massachussetts w Włoszech, i tam torf jest dosuszany do 25 czy 50% zawartości wilgoci¹⁾. Na bagnie Schweger Moor, w pobliżu Osnabrück, wstrzymano pracę opartego na torfie zakładu gazo-generatorowego o mocy 3000 KM — zbudowanego w r. 1911, i obecnie zakład ten pracuje na węglu. Widoki dla wielkich torfowych elektrowni gazogeneratorowych nie wydają się świetne, chociaż istnieje szereg drobnych zakładów, pracujących na gazie ssa-

nym bez uzyskiwania produktów ubocznych dystalacji torfu, a dających dobre wyniki. W czasie wojny szereg elektrowni duńskich przebudowano na gaz torfowy i, jakkolwiek niektóre z nich obecnie wróciły znów do pracy na węglu, czy ropie, to jednak wyniki oficjalnej próby 75-konnego dwucylindrowego silnika gazowego, przeprowadzonej przez Komitet Techniczny Ministerstwa Spraw Wewn. w październiku 1921 roku, były zachęcające. Ta mała instalacja wykazała podczas 72-godzinnej ciągłej pracy zużycie paliwa, wynoszące 1,93 kg kWh, przy obciążeniu, stanowiącym 89% nominalnego, oraz 2,16 kg kWh przy 61%-owym obciążeniu. Zwykle trudności, związane z oddzielaniem gazu od smoły torfowej zdołano pokonać i zawory silnika pracowały zadawalniająco w ciągu dłuższego okresu czasu. W Pontadown, w Irlandji, dwa generatory Crosley'a, pracujące na torfie, obsługiwały pomyślnie w przeciągu trzynastu lat instalację, pracującą w fabryce włókienniczej, i wszystkie procesy grzejne i zapotrzebowanie pary były zaspakajane przez kotły opalane torfem. Silniki gazowe rozwijały przeciętnie moc 250 KM przy zużyciu torfu 1,55 kg kWh przy 64% obciążenia.

Kilka lat temu zwracano uwagę na wysoką sprawność kotłów opalanych gazem. Jeśli się to sprawdziło, to koszt dodatkowego przetwarzania energii mógłby być pokryty przez zebrane produkty uboczne. Przedewszystkiem, torf byłby przytem przetwarzany w gaz w generatorach z ułatwianiem produktów ubocznych, a gaz — zużywany w kotłach, opalanych gazem, do wytwarzania pary dla turboprądnic. Nawet przy wysokiej sprawności kotła, opalnego gazem, jest bardzo wątpliwe, czy przy tem mógł być pokryty dodatkowy koszt dystalacji torfu. Przy zawartości azotu w suchym torfie 1% i ułatwianiu go w stosunku 70%, otrzymamy z każdej tonny powietrzno-suchego torfu (25% wilgoci) przy przetwarzaniu w gaz 24,73 kg siarczanu amonu. Przy torfie irlandzkim, w którym można z pewnością liczyć na 1,7% azotu, przy ułatwianiu 67% tej ilości, możemy uzyskać z każdej tonny powietrzno-suchego torfu ok. 40,9 kg siarczanu amonu. Osiągnięcie na każdej tonnie siarczanu — po pokryciu wszystkich kosztów kapitału, robocizny i innych wydatków, związanych z urządzeniem do ułatwiania, — zysku w wysokości 5 funtów sterlingów (127 zł. w zł.) będzie w tych warunkach oznaczało zarobek w wysokości 4 szylingów (5,08 zł. w zł.) na każdej tonnie zużytego torfu. Dla zakładów średniej wielkości, gdzie skala pracy jest dostateczna, aby uczynić ułatwianie popłałnem, obecność tego rodzaju dochodu dodatkowego jest bardzo cenna.

W przeciągu 1921 roku w Król. Stacji Badań Paliwa w Greenwich były przeprowadzone doświadczenia ze 100 tonnami torfu maszynowego, przygotowanego w Turraun w r. 1920, w związku z pracami, dotyczącymi powietrznego suszenia torfu. Zawartość wody w torfie spadła z 25 do 17% podczas przechowywania w elektrowni. Po rozdrobnieniu go na drobne kawałki w łamaczu do węgla, torf został poddany zwęgleniu w pionowych retortach Glover West, w temperaturach pomiędzy 750° a 1000°C. Do gaszenia otrzymanego koksu użyto pary w ilości 6% wagi przerabianego torfu, przyczem w starannie kontrolowanych doświadczeniach otrzymano następujące wyniki:

¹⁾ Obie wielkie elektrownie Codigovo i Orentano z generatorami gazu i ułatwianiem produktów ubocznych zostały zamknięte, ostatnia — od roku 1919, jak podają, głównie z powodu niekorzystnego położenia względem pokładów torfu i ograniczonego obszaru rozporządzalnych złóż. Elektrownia na jeziorze Massachussetts, zbudowana w pobliżu Viareggio w roku 1920, posiada 6 wielkich gazogeneratorów z urządzeniem do ułatwiania produktów ubocznych. Gaz po oczyszczeniu jest spalany pod dwoma kotłami Babcock i Wilcox i 6 kotłami opiomkowymi po 750 m² pow. ogrzew. Zainstalowane są trzy turbiny Tosi z prądnicami Brown Boveri po 6250 kVA każda i jeszcze jedna turboprądnica o mocy 1325 kVA do zasilania prądem 10 elewatorów, wydobywających torf z jeziora Massachussetts. Por. „Przeł. Techn. t. 65 (1925), str. 446.

Ilość torfu przerabianego na retortę i dzień	2,926 t metr.
Temperatura koksowania	820 — 875°C
Wydajność gazu na 1 tonnę torfu	383,5 m ³ /t
Wartość opałowa (netto)	3 330 Kal/m ³
Ilość otrzymanego koksu w % wagi zużytego torfu	27%
Wartość opał. koksu wyjętego z retorty	6 780 Kal/kg
Zawartość popiołu w koksie w %	9,98%
Ilość suchej smoły, otrzymana z 1 tonny torfu	93,8 kg/t
Ilość siarczanu amonu (czystego) otrzymana z 1 tonny torfu	11,1 kg/t

Torf odgazowywany miał wartość opałową 1290 Kal. Razem gaz i koks zawierają około 70% wartości opałowej torfu. Smoła zawierała poważną odsetkę parafiny i przy poddaniu jej dystalacji pod działaniem pary wykazywała zawartość 5,053 litrów na tonnę węglowodorów lekkich (o ciężarze własc. 0,866). Około trzeciej części wytworzonego gazu było zużywane na ogrzewanie retorty. Koks torfowy zawierał 4% części lotnych, stanowiąc materiał bardzo odpowiedni do zużycia w generato-

rach. Część torfu była nadto poddana koksowaniu przy 550° do 600°C w retortach stalowych. Dobra wydajność gazu, jego wartość opałowa i dobre własności koksu były bardzo zachęcające i dają optymistyczne widoki przyszłego rozwoju w tym kierunku.

W poprzednich ustępach autor postarał się dać bezstronny obraz przyszłych widoków rozwoju przemysłu torfowego. Autor nie ma wątpliwości co do pomyślnego rozwoju wyzyskania tego paliwa za pomocą mechanicznego wydobywania i suszenia na powietrzu. Obserwując szybki rozwój przemysłu węgla brunatnego w Niemczech z 40 000 000 t wydobycia w roku 1900 do 86 000 000 t w r. 1912 i 110 000 000 t w r. 1920, i biorąc pod uwagę postępy tego przemysłu w Kanadzie i Australji, można z całą pewnością oczekiwać w stosunkowo niedługim czasie podobnego rozwoju w dziedzinie najmłodszego z naszych paliw — torfu.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

DROGI KOŁOWE.

Badanie i ocena tłuczni i kostek kamiennych, jako materiałów drogowych.

Poruszona przez profesora politechniki w Karlsruhe E. Gabera w „Zentralblatt der Bauverwaltung“ Nr. 21 z r. b. sprawa ustalenia i ujednostajnienia sposobu badania i oceny materiałów kamiennych, używanych do budowy i utrzymania dróg kołowych, ma doniosłe znaczenie praktyczne, ze względu na ogólnie odczuwaną potrzebę ustalenia jednolitych wytycznych dla oceny, czy dany gatunek kamienia nadaje się do zamierzonego celu i czy zgłoszona cena jest rzeczywiście uzasadniona w stosunku do jakości zaferowanego materiału.

Zadanie takie postawiło sobie „Studiengesellschaft für Automobilstrassenbau“, które w Nr. 2 swoich komunikatów z dn. 21 marca 1927 r. podało swoje tymczasowe w tym kierunku wytyczne. Już poprzednio jednak opisał prof. Neumann ze Stuttgartu w roczniku „Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen“ z 1925 r. znane mu sposoby badania materiałów kamiennych, stosowane we Francji, Anglii, Ameryce i Niemczech, mianowicie:

1. Oznaczenie ciężaru jednostki objętości.
2. Nasiąkliwość: a) po szybkim zanurzeniu, b) po 4-godzinnej zanurzeniu i następnym ułożeniu w mokrych warstwach.
3. Wytrzymałość na działanie mrozu: 25-krotne zamrażanie i topnienie.
4. Wytrzymałość szescianów na ciśnienie: a) w stanie suchym, b) po nasiąkaniu w ciągu 28 dni, c) po 25-krotnym zamrażaniu.
5. Badania mineralogiczne.
6. Badania mikroskopowe.
7. Wielokrotne nagrzewanie do 100 — 200° i ostudzenie, względnie gotowanie w rozcieńczonym kwasie solnym — zwłaszcza przy badaniu bazaltów i melafirów.
8. Badania na ścieralność na maszynach następujących:

Typ maszyny	Ilość obrotów na min.	Promień ścierania w cm	Powierzchnia kam. w cm ²	Długość drogi ścierania w m	Obciążenie w kg/cm ²	Środek ścierny szmergiel Naxos № 3
Bauschinger	30	49	100	616	0,5	20 g po 10 obrot.
Martens	30	22	50	609	0,01	20 g na 22 obrot.
Wawrzynok	22	49	—	—	—	—
Amsler-Laffon	—	—	—	500	0,01	66 g na 100 m
Tarcza Dorry'ego	—	—	—	—	—	—

9. Badania zwięzłości — pod działaniem strumienia piasku, skierowanego pionowo i równoległe do uwarstwowania.
 10. Ścieralność w bębnie w stanie suchym i zwilżonym (przy mowszych badaniach z odkurzaniem).
 11. Badania kruchości: w maszynie Föppla (ciężar spadający 50 kg) i w innych, np. amerykańskich, z ciężarem spadającym 2 kg.
 12. Badania własności cementujących (próbne kolumniki o średnicy 26 mm z ciasta kamiennego: 0,5 kg kamienia i 90 g wody, poddawane po 24 godz. uderzeniom młotka).
- Według Neumanna, z powyższych 12-tu badań najważniejsze są: 8, 9, 10, 11 i 12; wzajemna ich wartość określa się pewnymi współczynnikami.

Badania drogowych materiałów kamiennych, wykonywane na zlecenie urzędów państwowych i innych przez politechnikę w Karlsruhe, obejmują zwykle podane wyżej punkty 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10 i 11. Dotychczas wykonane prace dały materiał do następujących uwag.

Próbne sześciiany, wycimane z kamienia przy pomocy piły suwakowej i następnie wygładzane na szlifienkach, muszą mieć przynajmniej 7-mio cm boki, a lepiej — więcej, co zwłaszcza dotyczy odmian gruboziarnistych kamieni. Próbkę poddawane są badaniu wytrzymałości na ciśnienie w 500 t maszynie. Wytrzymałość określa się na podstawie 5 do 6 prób, co jest wskazane dlatego, że poszczególne próby często wykazują znaczne odchylenia, dochodzące do 30%.

Następnie autor opisuje poszczególne rodzaje badań i używane w tym celu maszyny, ilustrując je 12-ma fotografiami, przy czem zaznacza potrzebę:

- 1) ułatwienia dokonywania badań przez zastosowanie ulepszonych sposobów i ograniczenie różnorodności tych badań.
 - 2) ustalenia podstaw ściśłych do oceny wartości materiałów kamiennych przez wyprowadzenie pewnych współczynników, charakteryzujących dobroć materiału.
- To ostatnie zagadnienie da się rozwiązać w następujący sposób.

Miarodajne są wyniki następujących grup badań: ciężaru jednostki objętości, ścieralności, zwięzłości i kruchości.

Autor, na podstawie doświadczeń, podaje współczynniki do wzoru, wyrażającego jedną cyfrą ogólną charakterystykę zbadanego w podany wyżej sposób gatunku kamienia. Według tego wzoru, najlepsza pod każdym względem odmiana naprzykład granitów ma cyfrę około 300; następnie dla mniej dobrych odmian cyfra ta stopniowo wzrasta. W ten sposób każda zbadana próbka może być zaszerogowa-

na we właściwej sobie kategorii, gdzie otrzymuje charakteryzującą ją cyfrę. W takim szeregu jest od razu widoczny stopień użyteczności zbadanego kamienia, a dla łatwiejszej orientacji ustala się cyfrowo granicę różnej oceny, np. dla granitów:

- bardzo dobry — cyfra \equiv 300
- dobry \equiv 340
- dość dobry \equiv 380
- zły \equiv 380

Autor zaznacza, że jakkolwiek podany przez niego wzór jest tylko pierwszą próbą uporządkowania różnorodnych badań i że w miarę postępu badań, a zwłaszcza dokonywanych bezpośrednio na drogach, współczynniki będą ulegać pewnym zmianom, jednak droga do praktycznego ułatwienia oceny wartości materiałów kamiennych na podstawie badań została zasadniczo wytknięta.

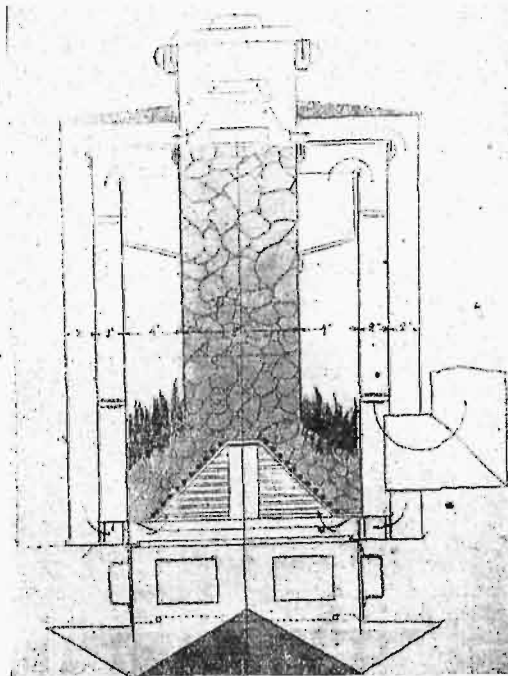
M. S. O.

KOTŁY PAROWE.

Spalanie tanich gatunków paliwa.

Profr K. Zworykin przedstawia kilka projektów z dziedziny opaloznawstwa, mających na celu wyzyskanie tanich gatunków paliwa, mianowicie węgla brunatnego, torfu, odpadków drzewnych z tartaków i t. p.

Celem takiej konstrukcji jest ciągłe podawanie a jednocześnie suszenie paliwa oraz samorekuperacja.



Rys. 1. Palenisko Zworykina do paliw mało wartościowych.

Rozwiązanie tego zagadnienia z punktu widzenia konstrukcyjnego jest bardzo proste, a pracę paleniska wyjaśnia szkic, wzięty z oryginalnej pracy profesora K. Zworykina, nie wymagający szczegółowych objaśnień.

Oprócz tego autor przedstawia projekty zastąpienia tych tanich gatunków paliwa do kotłów Strebela (do ogrzewania centralnego). (Naukowo-Tech. Wiestnik, Charków, 1927, 129 — 132).

KOLEJNICTWO.

Wyzyskanie i sprawność lokomotyw amerykańskich.

Porównyując obciążenia lokomotyw w Ameryce i Anglii, podaje autor streszczanego artykułu, że koleje amerykańskie posuwają się aż do granic obciążenia kotła parowozowego;

osiągając przytem te granice zapomocą samoczynnego zasilania palenisk. Oczywiście sprawność kotła w tych warunkach jest znacznie niższa od normalnej, jednak inne względy gospodarcze usprawiedliwiają tego rodzaju postępowanie przy obsłudze lokomotyw.

Jak wykazuje doświadczenie, zasilanie ręczne paleniska jest możliwe tylko do 5,5 m² i przy 400 kg/m²h obciążenia.

Natomiast zasilanie mechaniczne pozwala na osiągnięcie od 4880 do 5380 kg/m²h, tak że staje się zrozumiałe, iż parowozy amerykańskie spalają ok. 3 t/m²h. Ciężkie parowozy kolei Virginia wykazują nawet przy rusztach o polu 11,3 m² i pow. ogrzew. 640 m² do 5,5 t/m²h zużycia węgla i rozwijają w tych warunkach 70 t siły pociągowej. Doświadczenia wykazały, że przy wzroście obciążenia rusztu od 1125 kg/m²h do 5600 kg/m²h odparowalność spala z 9,75 na 7, mimo to jednak stosuje się w praktyce to graniczne obciążenie (The Engineer, 22 lipca r. b., str. 98).

METALOZNAWSTWO.

Nowy stop „Almelec”.

L'Aluminium Français zgłosiło w styczniu 1921 r. do patentu stop lekki o wysokiej wytrzymałości. Patent (Nr. 540563) został udzielony 15 kwietnia 1922 r. Skład tego stopu charakteryzuje się dodatkiem krzemu do glinu, zawierającego magnez oraz ewentualnie inne metale. Guillet na posiedzeniu Akademii, dn. 21/XI-21 r. zakomunikował, że stopy Al-Mg-Cu-Si tworzą roztwory stałe związków Mg₂Si, CuAl₂, FeAl₃ i czasem nadmiaru Si, a żelazo jest w nich zanieczyszczeniem¹⁾.

Dalszą pracę poszukiwawczą nad temi stopami przeprowadzono w dziale badań Cie d'Alais, Frages et Camargue.

Opracowano tam dwa typy stopów o różnej zawartości miedzi:

- 1) typ Almag, miękki
 - 2) typ Almag, twardy
- | | | | |
|------------------------------------|--------|------------------------------------|--------|
| Mg | 1,35% | Mg | 0,82% |
| Si | 0,98 „ | Si | 0,47 „ |
| Fe | 0,47 „ | Cu | 2,40 „ |
| ilość Mg ₂ Si | 1,99 „ | Fe | 0,51 „ |
| niezwiązane Si | 0,25 „ | ilość Mg ₂ Si | 1,30 „ |
| | | niezwiązane Si | 0 „ |

Stopy te, podobnie jak stopy typu duraluminu, samoulepszą się, ale — jak wykazują załączone do oryginału wykresy — nagrzewanie tych stopów do wyższych temperatur zwiększa znacznie R i S, zaś zmniejsza A (dane przybliżone z wykresu):

temp. odpuszcz.	stop 1			stop 2.		
	S kg/mm ²	R kg/mm ²	A%	S kg/mm ²	R kg/mm ²	A%
pokojowa	15	26,5	23	21,0	35,7	27,2
100°	15	26,5	23	21,0	35,7	27,2
125°	23,2	30,2	15	27,7	39,5	19
150°	34	36	7,5	32,9	41,3	12,4
175°	34,8	36,7	6	35,8	40	9,6
200°	32,2	32,8	4,5	35,0	38,3	8
250°	9,5	18	13	21,8	30,4	9,8

Czas odpuszczania wynosił we wszystkich wypadkach 6 godzin. Chcąc opracować stop o wysokiej wytrzymałości na przewodniki elektryczne, zakomunikowano Dusaugéy'owi²⁾ wyniki uzyskane ze stopem Aludur 533, nadesłanym przez Tréfileries et Laminoirs de Münchenstein w Bazylei — Münchenstein.

¹⁾ Niezupełnie się zgadzam z takim określeniem (Przyp. sprawozdawcy).

²⁾ Dyrektor Société pour les Applications de l'Aluminium et des Alliages Légers, Grenoble.

Nadesłany kabel składał się z 37 drutów, o ogólnym przekroju 160 mm^2 i posiadał własności nast.: $R=27 \text{ kg/mm}^2$; $A=3\%$; przewodnictwo 32,4.

Zachowując takie samo przewodnictwo, ale zwiększając dalej wytrzymałość, możnaby, według Dusaugeya, uzyskać materiał, któryby mógł zastąpić kable glinowo-stalowe.

Zacząto więc badać zmianę oporności takich stopów w zależności od temperatury odpuszczania. Jako materiału, użyto stopu o składzie $\text{Mg} - 0,75\%$, $\text{Si} - 0,60\%$, $\text{Fe} - 0,50\%$, reszta glin.

Samoulepszenie i nagrzewanie do 100° powoduje jednoczesny wzrost zarówno oporności, jak i właściwości mechanicznych (z biegiem czasu); po 22 godz. nagrzewania w t -rze 150° , oporność nieznacznie się zmniejsza, zaś R dość znacznie wzrasta, przy 175° i 190° oporność zmniejsza się dość znacznie, zaś R w pierwszym wypadku wzrasta znacznie, a w drugim (po 3 godz.) zmniejsza się.

Zgniot termicznie obrobionego materiału również zwiększa oporność, ale tylko bardzo nieznacznie w stosunku do wzrostu wytrzymałości, zaś ponowne wyżarzanie w odpowiednich temperaturach ($100 - 175^\circ$) zmniejsza tylko nieznacznie wytrzymałość, zwiększając przewodnictwo.

Na podstawie tych systematycznych badań, uzyskano materiał, który posiada:

$R = \dots \dots \dots 35, \text{ kg/mm}^2$

$S = \dots \dots \dots 26-27 \text{ ''}$

$A = \dots \dots \dots 6-8\%$

$E = \dots \dots \dots 6500$

Cięż. własn. $\dots \dots \dots 2,7$

Ilość zgięć na zaokrągl. $10 \text{ mm} \dots \dots 9-12$

Ilość skrętów na 10 cm przy 15 kg obciążenia $\dots \dots 9-12$

Przewodność elektryczna $\dots \dots 31-32 \text{ } \Omega \text{ na } m \text{ i } \text{ mm}^2$

Spółczynnik rozszerzalności cieplnej $\dots \dots \dots 0,000023$

Spółczynnik cieplny zmiany oporności $\dots \dots \dots 0,0038$

Odporność na korozję równa się mniej więcej odporności czystego glinu.

Twardość $100 - 110^\circ$ Brinell'a.

Dusaugey podaje takie dane porównawcze w stosunku do kabli miedzianych, glinowych, glinowo-stalowych i almelec'owych.

	miedź zgnie- ciona	glin	stal - glin			Almelec
			7 drutów	37 dru- tów	61 dru- tów	
ciężar właściwy wytrzymałość kg/mm^2	8,95	2,7	3,55	3,85	3,46	2,7
oporność mikro- omów na cm .	1,63	2,722	3,17	3,34	3,08	2,96
przewodność 1 m o przekr. 1 mm^2	61,4	36,7	31,5	30	32,5	33,7
przewodność względna	100	60	51,5	49	53	55
przekroje rów- noznaczne	1	1,666	1,943	2,05	1,885	1,8
średnice równo- znaczne	1	1,29	1,395	1,43	1,37	1,34
ciężary równo- znaczne	1	0,5	0,77	0,885	0,725	0,54

(Rev. de l'Aluminium, 1927 kwiecień — maj str. 412—423. Rev. Gén. de l'Électricité, 1927, str. 303 — 305 — Extrait).
W. E.

TECHNIKA SANITARNA.

Wodociąg m. Wiednia, jako źródło energii.

Pierwszy wodociąg m. Wiednia, zbudowany w 1873 r., doprowadzał do miasta wodę źródlaną w ilości 140000 m^3 z obszarów górskich Rax i Schneeberg, z odległości przeszło 90 km .

Przyłączenie przedmieść, a więc powiększenie liczby mieszkańców, zmusiło do budowy drugiego wodociągu górskiego, ukończonego w 1910 r., dostarczającego $200000 \text{ m}^3/24 \text{ h}$ wody z Weichselboden w Styrii, z odległości 170 km , przy ogólnym spadku 350 m . W dwóch miejscach tego drugiego wodociągu wyzyskuje się go do wytwarzania energii elektrycznej; od roku 1926 w zakładzie wodnym w Ganing w Dolnej Austrii, poprzednio zaś — przed zbiornikami, zasilającymi położone niżej części miasta.

Zakład wodnoelektryczny w Ganing spożytkowuje spadek 188 m i $2,66 \text{ m}^3/\text{sek}$ wody zapomocą dwóch turbin Francisca, których łożyska i smarowanie tak jest urządzone, że nie powstaje zanieczyszczenie wody. Woda przepływa przez sztolnię 8 km dług., zbiornik i $0,6 \text{ km}$ dług. przewód napowrowy, ułożony w ziemi, i po przejściu przez turbiny odprowadzana jest z powrotem do głównego przewodu. Na czas krótkiego zatrzymania turbin przewidziano obejścia, na czas dłuższego — sztolnię poprzeczną, łączącą się z głównym przewodem. Zamknięcie reguluje się elektrycznie. Zakład wytwarza rocznie 30 milionów kWh przy 3500 kW i 5000 V , które przetwarza się na 110000 V i przy tem napięciu doprowadza się prąd do Wiednia.

W samym mieście nadmiar ciśnienia dla dolnej części miasta, przed wpuszczeniem wody do 5 zbiorników, służy do wytwarzania prądu elektrycznego; do tego samego celu zużywa się zbywającą ilość wody w zakładzie nad Wiedenką. Te 6 zakładów dają rocznie 9 milionów kWh , doprowadzanych do miejskiej sieci kablowej, (Ges. Ing., 1927).

lg.

Kronika.

Zjazd Materiałoznawczy w Berlinie.

W okresie od 22 października do 13 listopada odbędzie się w Berlinie Zjazd Materiałoznawczy, obejmujący ok. 200 referatów, opracowanych przez przedstawicieli nauki i praktyków. Odczyty przeznaczone będą przede wszystkim dla inżynierów, natomiast dla szerszych kół urządzona będzie wystawa materiałoznawcza. Prace Zjazdu dotyczą głównie zagadnień badania stali, żelaza i in. metali oraz materiałów izolacyjnych elektrotechnicznych, na wystawie zaś uwidocznione będą urządzenia laboratoryjne nowoczesnych wytwórni (ok. 200 maszyn do badań będzie w ruchu). Bliższe szczegóły o programie Zjazdu zamieścimy w „Nowinach Technicznych”.

Międzynarodowy Kongres Odlewniczy w Paryżu.

Kongres powyższy odbył się w dn. 7—10 b. m. Jednocześnie zorganizowana była wystawa odlewnictwa, która obejmowała surowce (metale, paliwo, topniki i t. p.), gotowe odlewy, urządzenia wewnętrzne odlewni (żeliwiaki, piece, suszarnie, formierki i t. p.), szkolnictwo zawodowe i stowarzyszenia zawodowe.