

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

## TREŚĆ:

Nowoczesne francuskie silniki lotnicze, nap. Inż. K. Księski.  
 Wpływ szlifowania na wydajność narzędzi tnących, nap. Profesor N. N. Sawin, Zakłady Skody, Pilzno.  
 W sprawie wleczenia rumowiska w rzekach, nap. A. Legun-Biliński, Inż.-komunikacji.  
 Przegląd pism technicznych.  
 Sprawozdania i prace Polskiego Komitetu Energetycznego.

## SOMMAIRE:

Modernes moteurs français d'aviation (à suivre) par M. K. Księski.  
 L'influence de la meule sur le rendement des outils à couper les métaux, par M. N. N. Sawin, Professeur, Usines Skodovy Zavody, Tchécoslovaquie.  
 Sur l'entraînement du matériel du lit d'une rivière, par M. A. Legun-Biliński, Ingénieur.  
 Revue documentaire.  
 Bulletin du Comité Polonais de l'Energie.

## Nowoczesne francuskie silniki lotnicze.

Napisał Inż. Kazimierz Księski.

Względy polityczne i ekonomiczne sprężyły lotnictwo nasze silnemi węzłami z lotnictwem francuskim. Wszystkie niemal większe zamówienia samolotów czy silników pochodzą z Francji. To też postępy naszych sojuszników w dziedzinie lotnictwa obchodzą nas blisko i ze szczególnym zajęciem śledzimy wysilek, jaki dokonywa obecnie technika francuska, by uzyskać znów berło supremacji powietrznej, wyrwane jej ostatnio przez lotnictwa państw ościennych, lepiej zorganizowane pod względem technicznym i finansowym.

Przebywając w ośrodku francuskiego przemysłu lotniczego, uważam za pożyteczne omówić krótko najnowsze typy spotykanych tu silników lotniczych i podać parę ważniejszych szczegółów z ich działania.

W tych kilku luźnych szkicach, zajmę się jedynie stroną opisową silnika, pomijając dla szczupłości miejsca część teoretyczną i obliczeniową, którą zresztą znaleźć można w podręcznikach.

### CZEŚĆ PIERWSZA.

#### KONSTRUKCJA I DZIAŁANIE SILNIKA LOTNICZEGO.

##### I. Wytyczne budowy nowoczesnych silników lotniczych.

Przerzucając karty historii lotnictwa, widzimy, że wszystkie niemal wysiłki pierwszych pionierów wznoszenia się w przestworza na aparacie cięższym od powietrza rozbiły się o brak lekkiego silnika o wielkiej mocy. Samoloty poruszane siłą mięśni ludzkich lub maszyną parową nie wyszły nigdy poza ramy próbnych modeli i dopiero zastosowanie silnika spalinowego pozwoliło stworzyć typ dzisiejszego samolotu i wprowadziło lotnictwo na drogę szybkiego i pomyślnego rozwoju.

Silnik lotniczy powstał z silnika samochodowego, lecz niemal od pierwszych dni istnienia odbiega śmiało od swego prototypu, szukając własnych linii rozwoju. W poszukiwa-

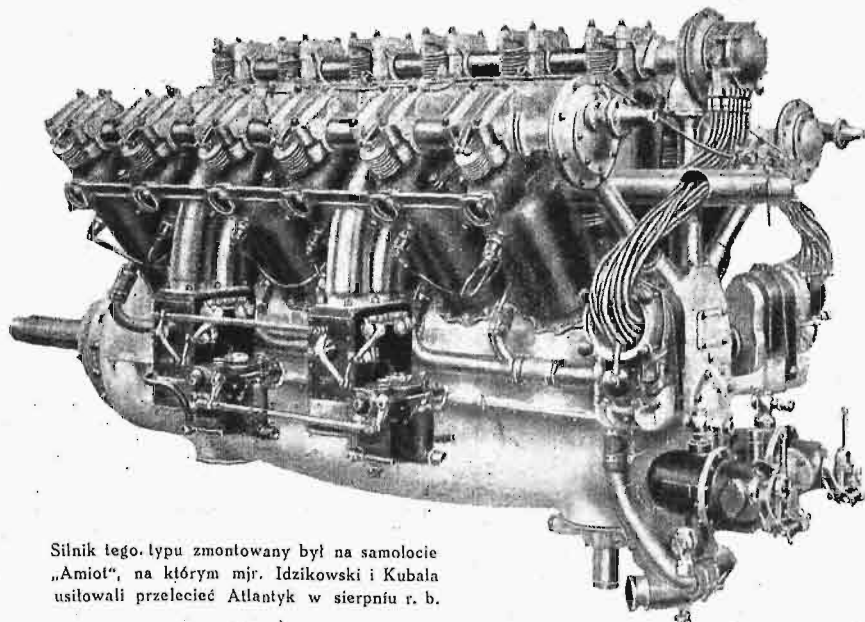
niu nowych rozwiązań w nieznanym jeszcze dziedzinie, stworzono szereg typów oryginalnych, częstokroć nader pomysłowych, lecz w wielu wypadkach pozabawionych głębszych zalet praktycznych.

Praktyka wyeliminowała konstrukcje, które nie dorastały do coraz wyższych wymagań, jakie im stawiało rozwijające się w szybkim tempie lotnictwo, typy upodabniają się stopniowo, aż wreszcie silnik lotniczy uzyskuje swą indywidualność

całkiem wyraźną. Nie jest już to, w ścisłym tego słowa znaczeniu, silnik samochodowy, tem niemniej jednak między obu formami niema różnic zasadniczych.

Rozwój silnika lotniczego nie był bynajmniej ciągłym. Wolniejszy w pierwszych latach, z powodu napotykanych rozlicznych trudności i konieczności wyszukiwania dla każdego elementu form

najodpowiedniejszych, doznał gwałtownego impulsu w czasie wojny, kiedy posiadanie lekkiego silnika lotniczego o wielkiej mocy i nadającego się do wy-



Silnik tego typu zmontowany był na samolocie „Amiol”, na którym mjr. Idzikowski i Kubala usiłovali przelecieć Atlantyk w sierpniu r. b.

Rys. 1. Silnik Lorraine o mocy 650 KM.

tworzenia w dużych serjach, stało się niemal kwestją życia i śmierci dla każdego z państw walczących, zwłaszcza na froncie zachodnim. Nie było czasu na długie i szczegółowe badania, i silnik z czasów wojny, posiadający zresztą już wówczas ważne i liczne udoskonalenia, możemy uważać dopiero za prototyp maszyny, pozwalającej latać.

Wkrótce też, zwłaszcza po wojnie, przekonano się, że prototyp ten był daleki od doskonałości. Zarzucano mu słusznie nietrwałość, której powodem był właśnie pośpiech, z jakim musiano studjować i konstruować. Starano się wydobyć z silnika jak największą moc, przy najmniejszym ciężarze, stąd przesadne zmniejszenie powierzchni trących i obniżenie stopnia bezpieczeństwa.

Wymagania lotnictwa handlowego, którego rozwój zależał od możliwości uzyskania silnika ekonomicznego o niezawodnym działaniu, skierowały konstruktorów do poszukiwań na drodze nie nowej wprawdzie, lecz tym razem zorjentowanej w sposób bardziej racjonalny. Zredukowawszy rozliczne pierwotnie typy do paru zasadniczych, obecnie prawie znormalizowanych, starano się nadać im jak największą pewność i precyzję działania, mały rozchód paliwa i smarów na jednostkę mocy, przy zachowaniu jednak lekkości konstrukcji, która w silnikach lotniczych jest postulatem bezsprzecznie najważniejszym. Nie przesadzając możliwości wytworzenia się w przyszłości nowych typów silnika, w myśl innych założeń teoretycznych (silniki reakcyjne, raketowe, czy turbiny spalino-we), możemy śmiało powiedzieć, że dzisiejszy silnik lotniczy, wchodzi obecnie na drogę udoskonalenia ostatecznego.

Lekkość budowy uzyskujemy przez dokładne teoretyczne przestudjowanie każdej funkcji silnika, racjonalne rozmieszczenie jego części i proste rozwiązanie konstrukcyjnych szczegółów, przez przystosowanie kształtów każdego elementu do naprężeń, którym ulega, a wreszcie przez użycie materiałów o wysokiej wytrzymałości oraz przez doskonałą obróbkę termiczną i mechaniczną.

W celu zmniejszenia ciężaru silnika, staramy się usunąć wszystkie te części, które nie są nieodzownie potrzebne do prawidłowego ruchu. Tak więc np. koło zamachowe znikło zupełnie w silnikach lotniczych przez przyjęcie wielkiej liczby cylindrów, które dają moment obrotowy tak zrównoważony, że śmigło wraz z piastą oraz masy umieszczone na wale korbowym zastępują z powodzeniem koło zamachowe.

Nie mogąc na drodze usuwania części iść za daleko, staramy się, by spełniały one jednocześnie jak najwięcej funkcji. Tak np. wał napędzający pompkę wodną napędza równocześnie pompki oliwne oraz benzynowe; wał krzywkowy steruje karabin maszynowy, licznik obrotów i t. p. Poza tym dążymy do zmniejszenia ciężaru części biernych, jak np. karteru silnika, stąd — konstrukcja dobrze znana w silnikach gwiazdowych, gdzie karter został prawie zupełnie zredukowany, stąd także chętnie używany układ cylindrów „W”, gdzie

karter wypada szczególnie mały i lekki w stosunku do mocy silnika.

Do zmniejszenia wagi silnika przyczynia się także przyjęcie wysokich stosunków sprężania i dużej liczby obrotów. Wysokie sprężanie zwiększa sprawność silnika, ogranicza zatem rozchód paliwa, co odbija się dodatnio na promieniu działania samolotu.

Zysk na mocy, jaki otrzymamy przez zwiększenie prędkości kątowych wału korbowego silnika, jest zwykle tak duży, że posuwamy się chętnie daleko w tym kierunku, uzupełniając silnik przekładnią zębatą, dla zachowania dużej sprawności śmigła.

Silnik lotniczy winien być w konstrukcji swej możliwie zwarty, zwłaszcza w rzucie czołowym, by nie zmuszać do stosowania zbyt wielkich kadłubów samolotu, które dają znaczny opór; stąd wytworzyły się typy silników o układzie cylindrów w kształcie „V” i „W”, chętnie stosowane przez wielu konstruktorów. Wymagania zwartości konstrukcji, jak również wzgląd na najlepsze możliwe wyzyskanie materiałów pędnych, doprowadziły do przyjęcia dużej liczby cylindrów o małej stosunkowo pojemności.

Liczne próby wykonywane podczas wojny i po wojnie wykazały w istocie, że zbyt wielka pojemność cylindra w silniku szybkoobrotowym staje się przyczyną złego wyzyskania materiałów opałowych, pociąga za sobą trudności dobrego napełnienia, zapłonu, chłodzenia cylindra, obciąża zbyttno świece i t. p.

Silniki lotnicze winny działać prawidłowo bez względu na położenie, jakie zajmują podczas lotu. Z tym postulatem musimy się liczyć, kształtując i rozmieszczając części pomocnicze silnika; w szczególności zasilanie paliwem i smarowanie nie może uciec, jeżeli silnik pracuje w położeniu nachylenem pod znacznym nawet kątem.

Ponieważ silniki lotnicze winny pracować długo bez naprawy i wybitniejszego zużycia, należy nadać wszystkim częściom trącym szerokie powierzchnie, innemi słowy przyjmować małe naciski jednostkowe. Dobór materiałów odpowiednich dla każdej części gra tu rolę pierwszorzędą, i śmiało możemy powiedzieć, że postęp w budowie silników idzie równoległe z udoskonaleniami w dziedzinie hutnictwa.

## II. Metale używane w budowie silników lotniczych.

Własności metalu zależą od jego składu chemicznego oraz procesów termicznych, którym go poddajemy; jego wartość konstrukcyjna jest funkcją jego czystości pod względem chemicznym, jednorodności struktury wewnętrznej, procesów odlewania i kucia oraz obróbki termicznej i mechanicznej, w tym stopniu przynajmniej, w jakim wpływają na jego budowę molekularną i własności fizyczne. Dzisiejszy udoskonalony przemysł hutniczy, zwłaszcza stalowy, dorósł w znacznej

mierze do wysokich wymagań, jakie mu stawiają konstruktorzy silników lotniczych i dostarcza nam materiałów pod każdym względem zadawalniających.

Wybór materiału na poszczególne części silnika zależy od warunków, w których dana część pracuje. Części podlegające wysokim obciążeniom rozciągającym, czy ściskającym, skręcaniu, zginaniu, lub uderzeniom, jak np. wały korbowe, korbowody, czopy tłoków, śruby i sworznie łączące, wymagają stali dostatecznie wytrzymałej i ciągliwej, o stosunkowo niezbyt wielkiej twardości powierzchniowej. Stal taka winna być jednolita, bez pęknięć, rys, por i wad powierzchniowych, musi być łatwo kujna i obrabialna, a nadewszystko nie może być krucha. W praktyce używamy tu stali półtwardej, chromowo-niklowej, która po odpowiedniej przeróbce termicznej osiąga wytrzymałość około  $85 \text{ kg/mm}^2$ , wydłużenie 12% i granicę sprężystości  $75 \text{ kg/mm}^2$ .

Na wały i tarcze krzywkowe oraz wszystkie te części, które przy dużej ciągliwości muszą posiadać znaczną twardość naskórka, nadają się stale cementowane, węgliste i bardzo czyste.

Przekładnie i koła zębate, niekiedy także wały i tarcze krzywkowe, pracujące pod znacznymi obciążeniami, wymagają materiału o dużej twardości powierzchniowej, równocześnie jednak wielkiej wytrzymałości. Uciekamy się tu do stali cementowanej, chromowo-niklowej.

Na zawory wydechowe, które pracują w bardzo wysokich temperaturach, konieczne jest użycie stali, która do  $800^{\circ}\text{C}$ — $900^{\circ}\text{C}$  zachowuje wytrzymałość, wystarczającą dla uniknięcia odkształceń trwałych. Stale wolframowe i kobaltowe, przeważnie z domieszką chromu lub niklu, odpowiadają najlepiej tym wymaganiom.

Cylindry posiadają zwykle, ze względu na konieczną sztywność, ścianki o takiej grubości, że naprężenia są tu stosunkowo małe. Wystarcza więc w tym wypadku zwykła stal ciągliwa, pół-twarda.

Płaszcz cylindrów chłodzonych wodą wykonywa się z bardzo miękkich blach, które można spawać płomieniem acetylenowym, bez obawy nadania im kruchości, na skutek gwałtownych zmian temperatury. Również stali miękkiej używa się na śruby i sworznie łączące, które winny być przede wszystkim elastyczne.

Cechy charakterystyczne poszczególnych gatunków stali występują wyraźniej w tab. I, ułożonej na podstawie norm, obowiązujących w lotnictwie francuskim i uzupełnionej danymi z tablic kartelu stalowego francuskiego, oraz firm wytwarzających stale dla lotnictwa.

Stosowanie w silnikach lotniczych stali specjalnych, wysokowartościowych, pozwala na zmniejszenie ciężaru silnika, przez podwyższenie naprężeń dopuszczalnych, przy równoczesnym zachowaniu tego samego stopnia pewności.

W ostatnich czasach wchodzi w użycie w budowie silników lotniczych nowy sposób utwardniania powierzchniowego stali zapomocą azotu. Meto-

da azotowania stali, będąca owocem badań z lat najświeższych<sup>1)</sup> zastępuje cementację zwyczajną zapomocą węgla, wolna jest jednakże od szeregu wad tej ostatniej. Azotowaniem uzyskano twardość powierzchniową nieosiągalną dotychczas żadnym innym zabiegiem metalurgicznym.

Zużycie powierzchni trących zmniejszyło się prawie do zera. Łatwo zrozumieć, że w silnikach lotniczych, gdzie skutkiem wysokich nacisków jednostkowych szybkie ścieranie się części daje się szczególnie we znaki, możliwość uzyskania materiału wielokrotnie odporniejszego na zużycie od stali cementowanych jest zdobyczą nader cenną i może być dużym krokiem naprzód w dążeniu do uzyskania idealnego silnika lotniczego, lekkiego i pewnego, o trwałości równej przeciętnym silnikom przemysłowym. Uważam przeto za pożyteczne odbiec nieco od tematu i omówić w paru słowach azotowanie stali w zastosowaniu do silników wybuchowych, dotychczas naogół stosunkowo mało znane.

Proces azotowania opiera się na właściwości żelaza wchłaniania w wyższych temperaturach azotu i wchodzenia z nim w związki chemiczne, lub roztwór stały. Jeżeli na stal lub żelazo rozżarzone działamy gazowym amoniakiem, ten ostatni wnika w żelazo, tworząc z nim, zależnie od temperatury, w której proces się odbywa, jużto związki chemiczne:  $\text{Fe}_2\text{N}$  (o zawartości 11,1% azotu), lub  $\text{Fe}_3\text{N}$  (5,9% azotu), jużto roztwór stały żelaza i azotu (o słabej zawartości N), przyczem twardość warstw powierzchniowych metalu znacznie się podnosi. W zastosowaniu do stali zwykłych, proces azotowania nie ma znaczenia praktycznego, gdyż dyfuzja nie ogranicza się tylko do warstw powierzchniowych metalu, lecz azot wnika tu głęboko w materiał, tworząc budowę paciorkowatą lub igiełkowatą  $\text{Fe}_2\text{N}$ , powodującą dużą kruchość stali i niezdatność jej na konstrukcję mechaniczną. Jeżeli jednak działamy azotem w temperaturze niższej od  $580^{\circ}$  na stale specjalne, zawierające składniki hamujące szybkość dyfuzji azotu, przez wiązanie go w roztwór stały z żelazem i innymi składnikami stopu, uzyskujemy na powierzchni metalu cienką warstwę jednolitą powyższego roztworu, o bardzo dużej twardości, łączącą się dobrze z resztą materiału, niezmiennego ani chemicznie, ani strukturalnie. Składnikami, których obecność w stali powoduje wytworzenie się warstwy powierzchniowej twardej, o właściwościach pożądanых, są: chrom, krzem, molibden, wanad, a przede wszystkim glin (aluminium).

Stale z domieszką glinu i chromu dały wyniki najlepsze i są dotychczas prawie wyłącznie używane do procesów azotowania.

Grubość warstwy utwardnianej zależy od cza-

<sup>1)</sup> Braun: Revue de Métallurgie, 1905, Mémoires str.497. Czyżewski: Revue de la Société russe de Métallurgie, 1913, t. I. str. 127. Fry: Kruppische Monats-Hefte (badania podstawowe). Guillet: Génie Civil, 1927, 9—16—23 lipiec.

TABELA I.

Stale używane w budowie silników lotniczych  
(według „Tableau standard de l'Aeronautiqua francaise”, uzupełnione).

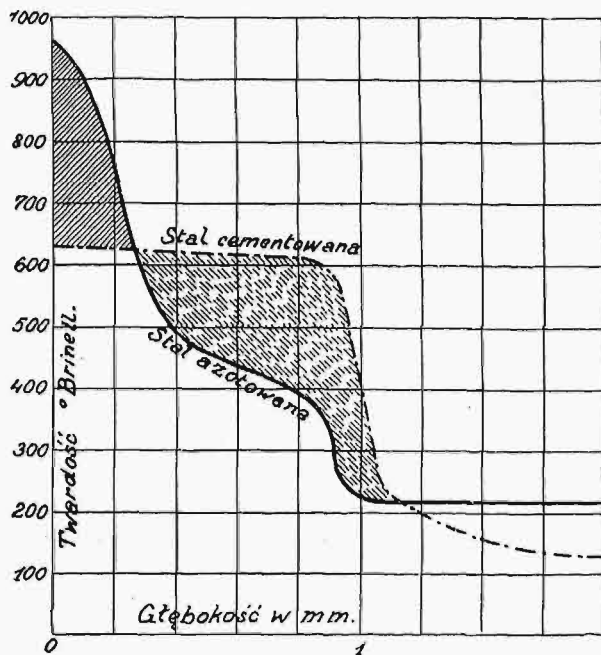
Rodzaj stali	Wytrzymałość na rozciąganie w $kg/mm^2$	Granica sprężystości w $kg/mm^2$	Wydłużenie w %	Minimum odporności na uderzenie w $kgm$	Zastosowanie
Stale zwyczajne węgliste:					
Stal cementowana . . . . .	$50 \pm 5$	$\geq 28$	20	22	Wały krzywkowe. Czopy tłoków. Prowadnice rolkowe. Pierścienie łożysk. Części cementowane.
Stal bardzo miękka . . . . .	$38 \pm 4$	$24 \pm 2$	27		Blachy na płaszcze cylindrów.
Stal miękka . . . . .	$44 \pm 4$	$26 \pm 2$	24		Blachy na płaszcze cylindrów. Armatura spawana.
Stal pół-miękka . . . . .	$50 \pm 5$	$32 \pm 2$	20		Sworznie. Zawlecзки. Kliny. Armatura spawana.
Stal pół-twarda . . . . .	$60 \pm 5$	$32 \pm 2$	16		Cylindry. Sprzęgła do magneto. Kartery silników rotacyjnych. Sworznie. Podkładki pod sprężyny. Piasty śmigieł.
Stal twarda . . . . .	$70 \pm 5$	$40 \pm 2$	10		Sprężyny.
Stal szczególnie twarda . . . . .	$> 75$				Różne narzędzia.
Stale specjalne niklowe:					
Stal cementowana . . . . .	$60 \pm 10$ 5	$\geq 35$	15	20	Części do cementacji średnio obciążone. Czopy tłoków.
Stal z 6% Ni . . . . .	$120 \pm 10$	$100 \pm 10$	8	8	Korbowody silników rotacyjnych. Rury specjalne.
Stal z 10% Ni . . . . .	125	120	6	8	Części specjalne. Sworznie. Zawory niklowe.
Stale specjalne chromowo-niklowe.					
Stal Cr — Ni cementowana . . . . .	a) $\geq 85$ b) $\geq 120$	$\geq 70$ $\geq 90$	12 $\geq 8$	52 $\geq 8$	Części ulegające tarciu i wstrząsom. Koła zębate przekładni. Czopy tłoków. Panewki. Wały krzywkowe.
Stal Cr — Ni pół-twarda . . . . .	$\geq 85$	$\geq 75$	12	13	Części silnie obciążone. Wały korbowe. Korbowody. Dźwignie zaworów. Zawory wlotowe. Czopy. Piasty śmigieł.
Stal Cr — Ni twarda . . . . .	$\geq 95$	$\geq 85$	12	10	Części bardzo silnie obciążone. Wały korbowe. Korbowody.
Stal Cr — Ni samohartująca się . . . . .	$\geq 165$	$\geq 140$	5	6	Korbowody. Koła zębate przekładni. Rolki. Zawory.
Stal z 30 — 33% Ni . . . . .	$\geq 75$	$\geq 45$	30	15	Części narażone na wysokie temperatury i utlenianie.
Stal Cr — Ni na koła przekładniowe . . . . .	$\geq 165$	$\geq 145$	4	4	Koła zębate przekładni specjalnych.
Stal sprężynowa . . . . .	$\geq 110$				Sprężyny.
Stale krzemowe specjalne:					
Stal mangano-krzemowa . . . . .	$130 \pm 10$	$> 90$	6	5	Wały skręcane i zginane. Sprężyny.
Stale chromowe specjalne:					
Stal na łożyska kulkowe . . . . .					Pierścienie łożysk kulk. Rolki dźwignie zaworów.
Stal zaworowa . . . . .	$\geq 125$	$\geq 100$	5	4	Części ulegające utlenieniu. Zawory.
Stale specjalne wolframowe i chromowo-wolframowe:					
Stal z 6% W na magneto . . . . .					Bieguny w magneto.
Stal z 15% W na zawory . . . . .					Części, które zachowują twardość w wyższych temperat. Zawory wydechowe w silnikach bardzo obciążonych.
Stale specjalne chromowo-niklowo-wolframowe:					
Stal zaworowa . . . . .	$200 \pm 20$	$180 \pm 15$	5	4	Części, które zachowują twardość w wyższych temperaturach. Zawory wlotowe i wydechowe.

su trwania zabiegu. Parę cyfr porównawczych obrazuje to wyraźnie:

Grubość warstwy utwardnionej w mm. . . . .	0,2	0,5	0,8	1,0
Czas azotowania w godz. . . . .	20	50	90	140

W praktyce używa się grubości warstwy do 0,8 mm.

Twardość powierzchni stali azotowanej przewyższa 900° Brinnella. Pilnik nie zostawia na niej śladów, gdy z drugiej strony krawędzie stali rysują szkło, a nawet kwarc. Z wykresu (rys. 2) widzi-



Rys. 2. Wykres porównawczy twardości warstw powierzchniowych stali azotowanej i cementowanej wedł. Guillet'a.

my jednak, że twardość stali azotowanej maleje nader szybko w miarę oddalania się od powierzchni i już od głębokości 0,25 mm jest niższa od twardości stali cementowanej. Natomiast stal cementowana i następnie hartowana zachowuje swą twardość prawie niezmienną na większej głębokości. Wynika stąd, że na części narażone na duże naciski powierzchniowe, a zwłaszcza na uderzenia, lepiej nadawałaby się stal cementowana i hartowana, natomiast na części narażone na silne ścieranie przy niewielkich naciskach powierzchniowych, stal azotowana posiadałaby wyższą niezaprzeczoną. Badania laboratoryjne, jak również zebrane dotychczas wyniki praktyczne, potwierdzają niezwykłą odporność stali azotowanych na zużycie. W nowych silnikach lotniczych i samochodowych wykonała fabryka Hispano-Suiza cylindry ze stali azotowanej o składzie chemicznym: C = 0,36%, Cr = 1,6%, Al = 1,2%. Po 100-godzinym biegu, cylindry silnika lotniczego nie wykazały śladu zużycia, podczas gdy cylindry ze stali

dotychczas stosowanej wytarły się o 0,08 ÷ 0,1 mm. Podobnie cylindry silników samochodowych ze stali azotowanej były nienaruszone po przebyciu 30 000 km, gdy równocześnie zużycie cylindrów z żeliwa dochodziło do 0,4 mm.

Twardość stali azotowanych spada nieznacznie wraz ze wzrostem temperatury. Z wykresu (rys. 3) widać, że do temperatury 500°C stal ta zachowuje jeszcze wysoką twardość, podczas gdy twardość stali cementowanej obniża się wybitnie. Wynika z tego korzyść stosowania stali azotowanej w tych częściach silnika, które, jak np. czopy tłokowe, pracują w temperaturach znacznie podwyższonych.

Z punktu widzenia technologii, proces azotowania wykazuje znaczne zalety w porównaniu z cementacją. Azotowanie odbywa się w temperaturze stosunkowo niskiej 500°—525°C (temperatura cementowania 800°—950°C, następnie hartowanie powyżej 780°C). Przedmioty nie wymagają po azotowaniu żadnego dodatkowego zabiegu termicznego (hartowanie i odpuszczanie odbywa się przed azotowaniem), a powierzchnia ich pozostaje czysta. Dzięki niskim temperaturom zabiegu, odkształcenia prawie nie występują, o ile w materiale przetwarzanym nie było uprzednio naprężeń wewnętrznych, np. skutkiem obróbki. Przedmioty można więc zupełnie wykończyć przed azotowaniem, a po zabiegu szlifować jedynie papierem szmirglowym. Lekkie powiększenie objętości przedmiotów azotowanych, (około 0,001—0,02 mm przyrostu objętości) daje się wyraźniej zauważyć jedynie w częściach o kształcie rur cienkościennych, które zwiększają nieco swą średnicę. Wobec jednak matematycznej prawie dokładności tych zmian, można je zgóry przewidzieć i uwzględnić w wymiarowaniu.

Współczynnik tarcia stali azotowanych jest korzystniejszy, niż stali zwyczajnych, co w bilansie strat mechanicznych silnika daje wyraźną różnicę, wreszcie proces azotowania jest często tańszy od cementacji.

Po szeregu prób i doświadczeń, zwłaszcza po dodaniu niklu do stali azotowanych i po usunięciu dość znacznych trudności, jakie nastęrczało początkowo połączenie glinu z żelazem, uzyskano materiał nie ustępujący w niczem obecnym pierwszorzędnym stalom chromowo-niklowym.

W tabeli II mamy zestawione charakterystyki trzech głównych typów stali do azotowania, wyrobu huty Aubert-Duval, posiadającej wyłączność wyrobu stali azotowanej na Francję i cały szereg innych krajów. Porównując tab. II z tab. I, widzimy równorzędność charakterystyk stali do azotowania i stali chromowo-niklowych.

Cyfrы podane w tab. II wykazują własności stali pod warstwą utwardnioną. Twardość warstwy azotowanej jest jednakowa dla wszystkich podanych wyżej odmian. Przy wyborze rodzaju stali dla danej części silnika, kierujemy się wytrzymałością, jaką jej chcemy nadać, uwzględniając również obróbkę, która oczywiście jest trudniejsza dla materiału o większej wytrzymałości.

T A B E L A II.

Stale do azotowania (według katalogów firmy Aubert-Duval).

Znak stali	Temperatura hartowania °C	Temperatura odpuszczania °C	Wytrzymałość na rozciąganie kg/mm <sup>2</sup>	Granica sprężystości kg/mm <sup>2</sup>	Wydłużenie %	Odporność na uderzenie kgm
L. K. 3.	825° — 850° hartowana w oliwie	550°	120	108	8	8
		625°	100	90	14	13
		725°	80	80	18	15
L. K. 5.	875° — 900° hartowana w oliwie lub w wodzie	550°	110	100	10	9
		625°	90	80	15	14
		725°	75	70	20	17
L. K. 7.	900° — 925° hartowana w wodzie	550°	70	64	18	22
		625°	60	55	22	24
		725°	55	50	25	28
	wyżarzona w temp. 800°		50	45	25	22

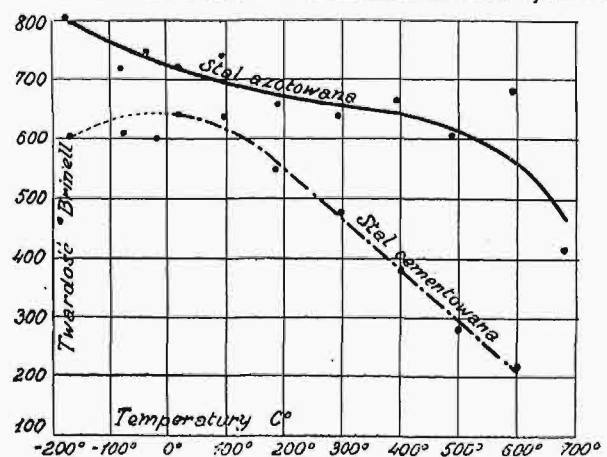
Dotychczas stosowano proces azotowania z powodzeniem przy wyrobieniu cylindrów, czopów tłokowych i przekładni zębatach różnego rodzaju. Krzywki ze stali azotowanej silnie obciążone wykazywały odprysk warstwy utwardnionej. Obecnie odbywają się próby stosowania stali azotowanych do wyrobu wałów korbowych i całego szeregu innych części silnika.

Wymagania lekkości konstrukcji, a przytem stosunkowo nieznaczny wpływ, jaki mają koszt materiałow surowych na ogólną cenę silnika, przyczyniły się do rozpowszechnienia w budowie silników lotniczych metali lekkich. Każdy dodatkowy kilogram ciężaru martwego podnosi koszt eksploatacji samolotu, zmniejszając równocześnie jego pojemność handlową, lub bojową w samolotach wojskowych. Obliczenie ceny transportu powietrznego 1-go tkm wykazuje, że zwiększenie kosztów silnika czy samolotu, wskutek użycia do konstrukcji metali lekkich, amortyzuje się w bardzo krótkim czasie i szybko przynosi zyski. Z tych to powodów, odlewy żeliwne lub bronzowe w pierwszych silnikach lotniczych zostały wyparte przez aluminiowe, a te ostatnie ustępują obecnie powoli miejsca stopom magnezowym, mimo kilkakrotnie wyższej ich ceny. Drugim ważnym względem, przemawiającym na korzyść metali lekkich, jest możliwość zwiększenia przez ich stosowanie sztywności konstrukcji silnika, bez podwyższenia przytem jego ciężaru. Zagadnienie to jest ważne zwłaszcza w tych wypadkach, gdzie dla uniknięcia zbytnej podatności części zmuszeni jesteśmy zostawiać więcej materiału, niż tego wymagają względy wytrzymałościowe. W tych razach niejednokrotnie z korzyścią będziemy mogli zastąpić metal o wysokiej wytrzymałości metalem lekkim, nadając mu większe przekroje, stosownie do jego niższej wytrzymałości.

Wobec postępów technologii metali lekkich, staje się nader interesującą kwestją zastępowania nawet stali wysokowartościowych metalami lek-

kiemi o większej wytrzymałości, jak np. duraluminem. Narazie stosowanie metali lekkich na części silnika bardziej obciążone utrudnia stosunkowo niewielką ich wytrzymałość, a przytem niezupełne jeszcze udoskonalenie metod ich przeróbki. Dotyczy to zwłaszcza stopów magnezowych.

Dotychczas najbardziej znanem i używanem w budowie silników jest aluminium (glin), przeważnie w postaci stopu z miedzią. Glin, o ciężarze właściwym 2,6—2,7, temperaturze topliwości 650°C, odznacza się dużym ciepłem właściwym (0,22—0,3 w wyższych temperaturach) oraz przewodnictwem ciepła (39% w stosunku do srebra), co czyni z niego materiał nadający się doskonale na części, które pracują w wyższych temperaturach i gdzie odprowadzenie ciepła jest kwestją pierwszorzędną wagi. Z tab. III widzimy, że własności glinu zmieniają się dość znacznie, w zależności od sposobu jego traktowania. Tabela ta podaje zarazem najczęściej używane stopy glinu z miedzią. Normalnie używa się stopu o zawartości 3%—12% miedzi. Do odlewu tłoków w formach metalowych do-



Rys. 7. Spadek twardości w warstwach powierzchniowych stali azotowanej i cementowanej (według Guillet'a).

daje się ponadto czasem 1% cyny. Stopów glinowych używa się do wyrobu karterów silnika, tłoków, pokryw, głowic cylindrów, płaszczów wodnych i t. p.

TABELA III.

Glin i jego główne stopy  
(według katalogów tow. „L'Aluminium Français“).

Tabela zawiera wartości średnie, które mogą się nieco zmieniać zależnie od sposobu traktowania metalu.

Stan metalu	Skład stopów	Wytrzymałość na rozciąganie kg/mm <sup>2</sup>	Granica sprężystości kg/mm <sup>2</sup>	Wydłużenie %
Odlwany w piasku	Glin 98/99	6 — 7	3 — 3,5	10
	stop o 2% Cu	6 — 7	4 — 4,5	4
	„ 5% Cu	7 — 8	6 — 6,5	4
	„ 8% Cu	7,5 — 9	7 — 8	2
Odlwany w formach metalowych	Glin 98/99	6 — 7	3 — 3,5	15
	stop o 2% Cu	8 — 9	5 — 6	10
	„ 5% Cu	10 — 10	7 — 8	6
	„ 8% Cu	11 — 12	8 — 9	3
Walcowany w prętach $\varnothing$ 20 mm	Glin 98/99	10 — 12	5 — 6	20
	stop o 2% Cu	15 — 16	8 — 9	13
	„ 5% Cu	18 — 20	9 — 10	10
	„ 8% Cu	19 — 21	10 — 11	8
Ciągnięty na zimno w prętach	Glin 98/99	14 — 15	12 — 14	12
	stop o 2% Cu	17 — 19	16 — 18	8
	„ 5% Cu	25 — 27	22 — 24	5
	„ 8% Cu	20 — 22	18 — 20	4

W ostatnich czasach wchodzi w użycie w budowie silników lotniczych duralumin, do wyrobu części silniej obciążonych, jak: tłoki, kartery, pokrywy i szereg innych części o kształtach prostszych, które można prasować na gorąco, a następ-

nie obrobić mechanicznie. Duralumin jest stopem lekkim, którego własności mechaniczne są równorzędne własnościom stali miękkiej, podczas gdy ciężar właściwy jest trzy razy mniejszy.

Duralumin zawiera: glinu . . . . . 95 %  
miedzi . . . . . 4 %  
magnezu . . . . . 0,5 %  
manganu . . . . . 0,5 %

Ciężar właściwy . . . . . 2,8

Punkt topliwości . . . . . 650° C

Spółczynnik linowego wydłużenia cieplnego 0,000023

Spółczynnik przewodnictwa cieplnego w stosunku do srebra (Ag = 100) . . . . . 34 %

Własności mechaniczne duraluminu podaje tab. IV.

Jak wiadomo, dla osiągnięcia podanych w tab. IV własności mechanicznych, duralumin musi ulec procesowi kucia na gorąco i hartowania. Dostarczony bywa w stanie twardym (kuty na zimno po hartowaniu), lub w stanie wyżarzonym (przerabiany na gorąco, nie hartowany, wyżarzony). Duralumin hartuje się w temperaturze 480°—500°C, przy ochładzaniu w wodzie lub na powietrzu. Wyżarzanie odbywa się w temperaturze 350°—400°C.

Stopy magnezowe są naogół mało jeszcze stosowane we Francji i nie weszły dotychczas do wyrobu silników serjowych. Można się jednak spodziewać szybszego rozpowszechnienia tych stopów, odznaczających się nadzwyczajną lekkością (c. wł. około 1,7—1,8), jeżeli uda się przezwyciężyć istniejące dotychczas trudności technologiczne, zwłaszcza odlownicze. W tab. V podajemy własności magnezu i jego stopów.

TABELA IV.

Własności mechaniczne duraluminu  
(według katalogów „Société du duralumin“).

Stan metalu	Wytrzymałość na rozciąganie kg/mm <sup>2</sup>	Granica sprężystości kg/mm <sup>2</sup>	Wydłużenie %	Odporność na uderzenie kg/cm <sup>2</sup>	Twardość w stopniach Brinnella
Normalny . . . . .	38 — 42	25 — 30	16 — 24	3 — 4	110
Ulepszony . . . . .	45 — 55	35 — 50	3 — 10	➤	150
Metal wyżarzony . . . . .	20 — 25	10 — 15	16 — 22	➤	52 — 57

TABELA V.

Magnez i jego główne stopy  
(według katalogów tow.: „Le Magnésium Industriel“).

Rodzaj metalu	Stan metalu	Wytrzymałość na rozciąganie kg/mm <sup>2</sup>	Granica sprężystości kg/mm <sup>2</sup>	Wydłużenie %	Odporność na uderzenie w kg/cm <sup>2</sup>	Twardość w stopniach Brinnella	Ciężar właściwy
Metal czysty . . . . .	odlew	14	8 — 12	1 — 4	11	} 45	1,73
	ciągnięty	20		6 — 9			
	kuty	22		6 — 11			
Główne stopy (Maxium) . . . . .	odlew	14 — 18	:	1 — 4	}	65 — 75	1,78 — 1,82
	ciągnięty	22 — 26		10		65 — 70	} 1,74 — 1,78
	kuty	22 — 32		10			

Wartości wyszczególnione w tab. V podają własności magnezu i jego głównych stopów według doświadczeń wytwórni „Le Magnésium Industriel”, jedynej większej firmy francuskiej tego rodzaju. Z własności fizycznych magnezu wymienimy jeszcze nast.:

Temperatura topliwości . . . . .	651°C
Spółczynnik linjowego wydłużenia cieplnego.	0,000025
„ przewodnictwa cieplnego (C. G. S.)	0,38.

Stopy magnezowe wymienionej firmy zawierają 90—99% magnezu. Ich skład chemiczny jest tajemnicą fabryki. Najczęściej używany jest stop „Maxium”. W najnowszych czasach fabryka „Breguet” wykonywa bardzo ciekawe badania spółczynnika tarcia stopów magnezowych. Spółczynnik ten okazał się tak korzystny, że nasuwa się możliwość

użycia stopów magnezowych zamiast metalu białego do panewek łożyskowych.

Na panewki łożysk używa się zazwyczaj bronzu aluminowego, o zawartości 90% Cu i 10% Al, ciężaru własc. 7,5, bardzo wytrzymałego na zużycie i podatnego do obróbki. Bronz aluminowy, podany odpowiedniej obróbce termicznej, osiąga wytrzymałość 55—60  $kg/mm^2$ , granicę sprężystości 25—30  $kg/mm^2$ , wydłużenie ponad 30% i odporność na uderzenie powyżej 10  $kgm$ , czyli wytrzymałość stali pół twardej i wydłużenie stali niklowej. Bronz aluminowy nada się szczególnie na gniazda łożysk kulkowych, osadzonych w karterze, z powodu swego spółczynnika rozszerzalności, który jest średni między spółczynnikiem stalowych pierścieni łożyska, a karteru glinowego.

(d. c. n.).

## Wpływ szlifowania na wydajność narzędzi tnących.

Napisał Prof. N. N. Sawin, Zakłady Skody, Pilzno.

Jak wiadomo, sposób ostrzenia narzędzi ściernicą ma znaczny wpływ na ich wydajność. Ostrożne i powolne zbieranie warstw materiału ze stępnego ostrza całkowicie zachowa zdolność skrawania stali ostrzonej; szlifowanie szybkie i zgrubne zmniejszy znacznie wydajność narzędzia. Nawet przy odpowiednim doborze rodzaju i twardości ściernicy oraz przy odpowiedniej prędkości obwodowej, można zniszczyć ostrze narzędzia wskutek zbyt wielkiego posuwu lub zbierania zbyt wielkich warstw za jednym przesuwem. Powyższe uwagi odnoszą się głównie do szlifowania na sucho, które stosuje się do ostrzenia dokładnych narzędzi, jak nawiertaki, gwintowniki, frezy i t. p. Szlifowanie narzędzi, wykonanych ze stali węglistej, powinno być wykonywane z większą ostrożnością, aniżeli szlifowanie narzędzi ze stali szybko tnącej, wskutek większej wrażliwości na nagrzanie.

Powyższe przedstawiono na tab. I, gdzie podane są wyniki prób wykonanych z gwintownikami ze stali węglistej o średnicy gwintu 38 i skoku 1,5 mm. Gwintowniki były ostrzone wielokrotnie. Część gwintowników była szlifowana wyjątkowo ostrożnie i starannie, część druga szlifowana była bardzo szybko, zwykłym sposobem, jak się szlifuje przy pracy akordowej. Gwintowniki pracowały w jednakowym materiale, uszlachetnionym na 85 — 90  $kg/mm^2$ , otwory dla gwintu były jednakowej średnicy. Przy szlifowaniu bardzo szybkim i niedbałym, ostrze było spalone i wykonana liczba otworów, nagwintowanych przez takie gwintowniki spadła do 15 ÷ 2, natomiast wydajność gwintowników odpowiednio szlifowanych była kilkakrotnie większa. W tab. I gwintowniki szlifowane wadliwie są oznaczone wyrazem „spalony”, zaś szlifowane właściwie — wyrazem „dobry”. Przy niektórych pozycjach podany jest również czas ostrzenia. Przy badaniu przyczyn złej pracy lub małej wydajności

gwintowników, wykonanych przez pierwszorządne wytwórnie europejskie i amerykańskie, przekonano się, że około 70% wypadków, spowodowanych

T A B E L A I.

Nr. gwintownika	Stan po naostrzeniu	Czas ostrzenia	Liczba nagwintowanych otworów
1	dobry	6'25"	75
	spalony		4
	dobry	7'25"	62
	spalony		105
2	dobry	5'25"	3
	spalony		75
3	dobry	1'40"	14
	spalony		130
4	dobry	6'	96
	spalony		8
5	dobry	1'30"	87
	spalony		110
7	dobry	6'42"	8
	spalony		82
12	dobry	2'	37
	spalony		2
13	dobry	2'12"	30
	spalony		37
	dobry		10
	spalony		106
	dobry		6
	spalony		98
	dobry		13
	spalony		15
	dobry		27
	spalony		33



TABELA II.

Wpływ szlifowania na twardość krawędzi tnącej przy szlifowaniu wzdłużnym.

Rodzaj stali	Warunki skrawania			Twardość przed szlifowaniem			Zmniejszenie twardości			Uwagi o obróbce cieplnej	Uwagi	
	Grubość warstwy mm	Szerokość warstwy mm	Prędkość posuwu m/min	Największa twardość w jedn. Brin.	Najmniejsza twardość w jedn. Brin.	Średnia twardość w jedn. Brin.	Po oszlif. 1 strony w jedn. Brinella	Po oszlif. 2 strony w jedn. Brinella	Średnie zmniejsz. tward. jedn. Brin.			
Szybko tnące stale chromowo-wolframowe	PM <sub>3</sub> sp	0,06 0,055	3,0	zmniejsz.	811 831	802 793	806 819	— 43	82 —	62	Nagrz. wstępne do 850° w piecu gaz. Nagrz. końcowe: 1300°C w piecu gaz. Chłodzenie powietrzem Odpuszczanie: 500°C w olowiu.	Próbka miękka Próbka miękka Próbka równomiernej twardości (etalon)
	PM sp	0,05	2,8 3,0	zwiększ.	— 873	— 821	821 846	79 —	— 104	92		
	PM sp	0,09 0,085	3,0	zmniejsz.	862 862	841 811	851 842	58 —	— 100	79		
	PM sp	0,10 0,095	2,6	zwiększ.	841 862	811 811	823 835	— 101	110 —	105		
	PM	0,03 0,04	6,0 4,8	normalna	757 757	732 732	746 747	50 —	— 67	58		
	PM	0,07 0,06	5,8 4,5	normalna	766 757	724 732	738 750	57 —	— 72	64		
	PM	0,04 0,06	2,5 2,8	normalna	862 862	851 851	857 856	22 —	— 22	22		
	PM	0,08	3,5 3,0	normalna	884 873	851 851	864 864	54 —	— 54	54		
	Pluto G	0,04 0,05	2,6 2,4	normalna	873 841	802 802	835 825	6 —	— 10	8		
	Pluto G	0,08	2,8 3,0	normalna	862 841	821 802	831 825	42 —	— 43	42		
	3/0 XE	0,04 0,04	3,0 2,5	normalna	862 851	811 802	833 833	23 —	— 33	28		
3/0 XE	0,07 0,07	2,75 3,0	normalna	841 841	766 821	832 832	— 22	25 —	24			
Węgliste stale stopowe o 0,8—1,2% W	FIID	0,05 0,055	3,0 3,4	zmniejsz.	918 918	895 895	900 906	85 —	— 116	100	Nagrzanie wstępne w piecu Nagrz. końcowe: 750°C w piecu gaz. Chłodzenie w wodzie: 20°C Odpuszczanie: 100°C w piecu mufl.	Próbka równomiernej twardości (etalon) Próbka równomiernej twardości (etalon)
	FIID	0,05	2,75	zmniejsz. zwiększ.	918 906	884 895	900 901	— 114	134 —	124		
	FIID	0,08 0,10	2,8 3,5	zmniejsz.	929 929	895 918	910 925	228 —	— 285	256		
	FIID	0,09 0,07	3,2 3,3	zwiększ.	929 918	895 906	918 916	272 —	— 276	274		
	SP	0,03 0,04	2,7 2,4	normalna	862 895	811 862	841 882	— 27	40 —	34		
	SP	0,055	2,4 3,2	normalna	811 884	766 811	787 865	189 —	— 237	213		
	SP	0,07 0,075	3,1 3,2	normalna przeszlif.	873 913	841 851	853 882	— 205	215 —	210		
SP	0,05 0,045	3,0 2,4	normalna przeszlif.	811 895	740 862	786 877	+49 —	— 8	przyrost +20 twardości			
Stale narzędziowe węgliste	FS	0,01	3,4	normaln.	929 906	906 884	922 899	— 35	37 —	36	Nagrzanie wstępne w piecu Nagrzanie końcowe: 780°C w piecu gaz. Chłodzenie w wodzie: 20°C Odpuszczanie: 100°C w piecu muflowym.	Próbka po szlifowaniu wykazała twardość większą o 66° Br.
	FS	0,03	3,0 3,4	normalna	906 851	884 784	889 814	— 0	127 —	63		
	FS	0,05 0,055	2,0 2,8	normalna	873 918	831 873	854 900	— 156	217 —	186		
	FS	0,08	3,5	normalna	929 918	862 895	911 912	— 331	344 —	338		

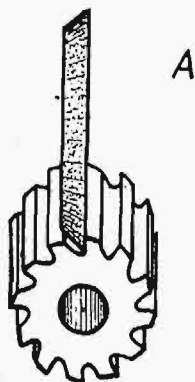
TABELA III.

Wpływ szlifowania na twardość krawędzi tnącej przy szlifowaniu poprzecznym.

Rodzaj stali	Warunki skrawania			Twardość przed szlifowaniem			Zmniejszenie twardości			Uwagi o obróbce cieplnej	Uwagi
	Grubość warstwy mm	Szerokość warstwy mm	Prędkość posuwu m/min	Największa twardość w jedn. Brin.	Najmniejsza twardość w jedn. Brin.	Średnia twardość w jedn. Brin.	Po oszlif. 1 strony w jedn. Brinella	Po oszlif. 2 strony w jedn. Brinella	Średnie zmniejsz. tward. jedn. Brin.		
Szybko tnące stale chromowo-wolframowe.	PM sp	0,02	0,72	3,4	906 918	895 884	895 895	22 —	— 74	48	Nagrzanie wstępne: 850°C w piecu gaz. Nagrzanie końcowe: 1300°C. Chłodzenie powietrzem Odpuszczanie: 580° w olejowiu.
	PM sp	0,06 0,045	0,72	3,4	918 906	906 884	906 895	33 —	— 60	46	
	PM sp	0,08 0,065	0,72	3,4	895 918	884 851	890 879	28 —	— 48	38	
	PM sp	0,11 0,105	0,72	3,4	906 873	884 862	889 862	11 —	— 21	16	
	PM sp	0,24 0,22	0,37 0,70	3,4	918 895	906 895	912 895	79 —	— 96	88	
	PM sp	0,35 0,32	0,37 0,70	3,4	918 884	895 884	906 884	85 —	— 89	87	
	PM sp	0,43 0,42	0,37 0,70	3,4	— 884	— 873	906 878	— 94	140 —	117	
	PM sp	0,52 0,51	0,37 0,70	3,4	906 —	884 —	895 884	77 —	— 114	95	
	PM	0,04 0,06	0,70	3,4	862 862	831 821	846 841	10 —	— 41	25	
	PM	0,10 0,09	0,70	3,4	841 —	831 —	836 811	34 —	— 36	35	
	PM	0,16 0,20	0,70	3,4	— 821	— 811	831 816	— 54	73 —	63	
	PM	0,29 0,28	0,70	3,4	— 851	— 821	841 836	— 74	96 —	85	
	3/0 XE	0,06 0,04	0,70	3,4	884 831	811 811	845 821	— 17	57 —	37	
	3/0 XE	0,10	0,70	3,4	862 831	811 802	836 814	— 25	65 —	45	
	3/0 XE	0,205 0,215	0,70	3,4	841 821	831 802	836 809	— 61	108 —	85	
3/0 XE	0,30	0,70	3,4	851 841	831 821	841 831	83 —	— 94	89		
Węgliście stale stopowe o 1,2% W	F III D	0,01 0,02	0,7	3,4	929 918	918 918	923 918	— 6	11 —	8	Nagrzanie wstępne w piecu Nagrz. końc.: 780° w w piecu gaz. Chłodzenie w wodzie: 25°C. Odpuszcz.: 100°C w piecu muflow.
	F III D	0,02 0,05	0,7	3,4	929 906	906 895	918 900	— 0	12 —	6	
	F III D	0,07 0,08	0,7	3,4	884 918	873 906	875 912	67 —	— 81	74	
	F III D	0,085 0,12	0,7	3,4	— 906	— 884	884 895	— 143	172 —	157	
	F III D	0,21	0,7	3,4	990 952	977 940	990 952	134 —	— 296	215	
	F III D	0,31	0,7	3,4	977 1003	964 940	964 968	395 —	— 430	413	
	F III D	0,41	0,7	3,4	1003 964	940 940	978 952	432 —	— 429	430	
	FS	0,02	0,7	3,4	918 918	851 906	884 912	11 —	— 22	16	
Stale narzędziowe węgliście	FS	0,06 0,05	0,7	3,4	929 906	913 895	923 900	— 32	39 —	35	Nagrzanie wstępne w piecu. Nagrz. końc.: 780°C w piecu gaz. Chłodzenie w wodzie 25°C. Odpuszcz.: 100°C w piecu muflow.
	FS	0,08 0,07	0,7	3,4	918 918	884 906	900 912	69 —	— 104	87	
	FS	0,10 0,08	0,7	3,4	918 918	895 906	906 912	65 —	— 132	98	
	FS	0,09 0,13	0,7	3,4	929 —	831 —	880 831	— 123	156 —	140	
	FS	0,20 0,22	0,7	3,4	— —	— —	841 732	— 110	170 —	140	
	FS	0,30	0,7	3,4	851 873	841 862	846 868	— 190	270 —	230	

TABELA IV.

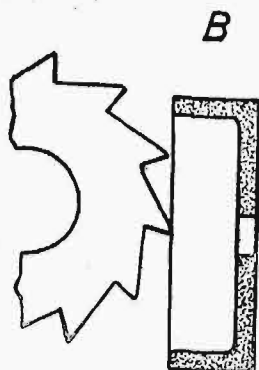
Dozwolona grubość warstwy zbieranej na 1 przesuw, przy szlifowaniu na sucho.



A

A. Szlifowanie wzdłużne krawędzi; szerokość warstwy 3 mm; posuw 3 m/min

Rodzaj stali	Szybko-tnąca	Węglista stopowa	Węglista
Największa dozwolona grubość warstwy zbieranej na 1 przesuw, w mm. . . . .	0,08	0,05	0,03
Normalna grubość warstwy zbieranej na 1 przesuw, w mm. .	0,05	0,03	0,02

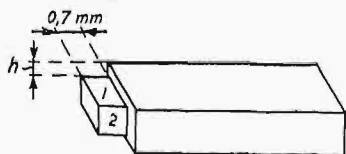


B

B. Szlifowanie poprzeczne krawędzi; szerokość warstwy 0,7 mm; posuw 3,5 m/min.

Rodzaj stali	Szybko-tnąca	Węglista stopowa	Węglista
Największa dozwolona grubość warstwy zbieranej na 1 przesuw, w mm. . . . .	0,20	0,08	0,05
Normalna grubość warstwy zbieranej na 1 przesuw w mm. .	0,10	0,05	0,05

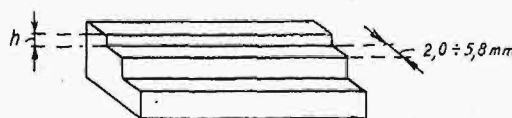
jest nieodpowiedniem szlifowaniem, a tylko 30% przypada na inne przyczyny, jak za mała średnica przewierconego otworu, niejednorodność materiału obrabianego, nieodpowiednia prędkość gwintownia, złe smarowanie i t. p.



Rys. 1.

Powyższe uwagi odnoszą się również do innych dokładnych narzędzi, jak rozwiertaki, frezy gwintowe, frezy do kół zębatach i t. d. Znaczne wahania wydajności po ostrzeniu powodowane są głównie przez nieodpowiednie szlifowanie. Wyznaczanie cen akordowych szczególnie niskich dla szlifowania narzędzi jest częstokroć wielce szkodliwe. Przy szlifowaniu narzędzi na sucho odpowiednią ściernicą, przy właściwej prędkości ściernicy, zachodzi ważna kwestja, jaki największy przekrój wióra można skrawać nie obniżając zbytńo zdolności skrawania ostrza. Główną przyczyną uszkodzenia ostrza jest nagrzewanie się, powodujące zmniejszenie jego twardości, dlatego miarą właściwości szlifowania jest pomiar twardości (wg. Brinella) ostrza przed i po szlifowaniu.

Twardość Brinella ustalana była przez nas na przyrządzie Vickersa, który, jak wiadomo, jest najpewniejszym przyrządem do pomiarów twardości hartowanych powierzchni narzędzi. Szlifowanie próbek było wykonane ściernicą Norton I 60<sup>1)</sup> przy prędkości obwodowej 30 m/min. Z badanego materiału (stal węglista i szybko-tnąca) wykonano 2 polerowane próbki o przekroju kwadratowym (rys. 1 i 2), normalnie hartowane i odpuszczane, przy czem, szczególną uwagę zwrócono na wyżarzanie wstępne dla otrzymania równomiernej twardości. Próby były dwcjakie; próbki pierwsze (rys. 1) szlifowano poprzecznie z obu stron na szerokość do 0,7 mm przy normalnym automatycznym posuwie 3,5 m/min przy różnych grubościach warstwy zbieranej materiału *n* (od 0,01 do 0,52 mm);



Rys. 2.

drugie próbki szlifowano podłużnie, również z dwu stron, na szerokości od 2,0 do 5,8 m/min przy auto-

<sup>1)</sup> Tarczę szlifierską I 60 użyto z powodu większych rozmiarów pow. szlifowanej; przy szlifowaniu powierzchni wąskich i małych lepiej jest użyć tarczy Norton KL60--M60.

matycznym posuwie normalnym, przyspieszonym i zwolnionym, przy różnych grubościach warstw zbieranego materiału  $p$ , od 0,01 do 0,10 mm. Twardość badana była w pobliżu krawędzi próbki w 5 do 6-ciu miejscach, notowano zaś twardość średnią, maksymalną i minimalną. Zwiększenie twardości dało się zauważyć 2 razy, po szlifowaniu krawędzi pierwszej i sąsiedniej. Jednocześnie można było stwierdzić przewidywane zmniejszenie twardości po stronie drugiej (sąsiedniej), co potwierdza szkodliwy wpływ nagrzania, powstałego przy szlifowaniu. Wyniki wszystkich wykonanych prób zamieszczone są w tablicach II i III, dla szlifowania poprzecznego i podłużnego.

Z tabeli II widać, że tylko w jednym wypadku zauważono po szlifowaniu warstwę twardszą, w pozostałych zaś wypadkach twardość po szlifowaniu zmniejszyła się i to stosownie do wzrostu

grubości zbieranej warstwy i posuwu. Ze względu na nieuniknione omyłki przy wyznaczaniu twardości Brinell'a aparatem Vickers'a i na nierównomierność twardości w poszczególnych warstwach materiału nawet przy najlepszych próbkach kwarcowych, zdecydowano nieuwzględniać zmniejszenia twardości o 30—40 jed. Brinell'a. Na zasadzie badań warunków pracy, ustalono regułę praktyczną, że twardość przy szlifowaniu stali szybko tnącej nie powinna być zmniejszona więcej niż o 75—80 jed. Brinell'a, zaś przy szlif. stali węglistej — więcej, niż o 60—65 jedn. Brinell'a. Na podstawie powyższego, ułożono tabelę IV, gdzie podane są maksymalne i normalne warstwy zbieranego materiału przy szlifowaniu na sucho narzędzi ze stali szybko tnącej i węglistej. W tabeli tej podane są również normalne szerokości zbieranej warstwy i posuwu, do których odnoszą się zawarte w niej dane.

## W sprawie wleczenia rumowiska w rzekach.

Napisał A. Legun-Biliński, Inż. komunikacji.

„Inżynier, pracujący na polu regulacji rzek, znajduje się w upakarzającej sytuacji, gdyż, nie znając efektu działania wody w nowych warunkach, jakie stworzyć zamierza, nie może przewidywać niezawodnie skutków swoich poczynań, nie może mieć właściwie władzy nad elementem, którego ujarzmienie i wyzyskanie dla celów gospodarczych jest jego zadaniem.”

Taką sentencją inżynier Artur Born kończy swój ciekawy artykuł pod tytułem: „Pomiary wielkości wleczenia materiału na dolnej Wiśle”, umieszczony w Nr. Nr. 2, 3 i 4 „Czasopisma Technicznego” z r. 1928.

Z pesymistycznym wnioskiem autora trudno się jednak zgodzić całkownie.

W rzeczywistości sytuacja inżyniera-hydrotechnika nie jest tak rozpaczliwa; wszak wiele rzek już ujarzmiiono właśnie według woli takiego inżyniera.

Z drugiej zaś strony — jak niżej zobaczymy — wnioski autora, oparte na jego badaniach wleczenia rumowiska na Wiśle dolnej, tchną takim optymizmem, tak upraszczają sposób wzięcia się do trudnej sprawy regulacji rzek, iż pragnę omówić nieco bliżej poruszoną sprawę, jako doniosłą z punktu widzenia oczekującego nas uporządkowania Wisły.

Materiały, tworzące dno i brzegi rzek, stale ulegają — w mniejszym lub większym stopniu — rujnującym wpływom prądu rzecznoego oraz lodu; część materiału erodowanego jest unoszona z prądem w dół rzeki i składana w tych jej miejscach, gdzie prędkość zmniejsza się z rozmaitych powodów; pod wpływem tych czynników, tworzą się w rzekach progowce, utrudniające ruch statków.

Inna część materiału ruchomego dna bywa wleczone po dnie i składana — zależnie od kierunku prądu wody — na przysypiskach lub odsypiskach.

W omawianym artykule, porusza inż. Born wyłącznie kwestję wleczenia materiałów po dnie, posługując się przy swych badaniach specjalnymi, zbudowanymi przez siebie przyrządami.

Tego rodzaju badania były zapoczątkowane przez inż. Du-Boys<sup>1)</sup> i następnie kontynuowane — z mniejszym lub większym powodzeniem — przez Kreutera, Schaffernacka i innych badaczy.

Między innymi, Du-Boys i Kreuter zakładali, iż dno rzeki jest w ruchu do pewnej głębokości, zależnie od siły wleczenia i rodzaju materiału dna, przyczem na pewnej głębokości prędkość przemieszczania poszczególnych warstw wleczonych równa się zeru; siłę wleczenia, przy której zaczyna się ruch materiału, będącego w spoczynku, nazywa Kreuter siłą graniczną; wielkość tej siły znacznie się różni od tej, przy której materiał, będący w ruchu, przechodzi w stan spoczynku; według Kreutera i Krapfa, pierwsza siła przewyższa drugą o 30%, według zaś Schaffernacka — dwukrotnie.

Natomiast p. Inż. Born, na podstawie pomiarów na Wiśle pod Tczewem i Toruniem, oraz Schoklitsch, na podstawie swych doświadczeń laboratoryjnych w Gracu, przyszedł do wniosku, iż nie ma ruchu w głąb warstwy materiału dna i wleczenie ogranicza się wyłącznie do warstwy wierzchniej.

Już z tego przykładu widzimy, jak są skomplikowane badania zjawisk w rzekach oraz z jaką ostrożnością należy wyprowadzać wnioski z tych, przeważnie niedoskonałych, pomiarów rzecznych.

Prawdą jest, iż działanie wody płynącej, nieujętej w ściśle ramy rury lub koryta o nierozmywalnym dnie i brzegach, nie daje się dokładnie obliczyć, i projektujący np. regulację rzeki nie może narazie opierać się na pewnych wzorach matematycznych, jak to jest możliwe w innych działach techniki.

Jest to skutek niedostatecznej znajomości praw, rządzących ruchem wody; z tem jednak musimy się tymczasem pogodzić, pamiętając słowa Galileusza, iż „łatwiej zbadać ruch ciał niebieskich, niż ruch wody, płynącej u stóp naszych.”

<sup>1)</sup> Annales des ponts et chaussées 1879 r.

Wiele poważnych umysłów pracowało i pracuje od tego czasu nad rozwiązaniem tego zawilego zagadnienia i oczywiście niema powodów wątpić w pomyslnie jego rozwiązanie.

Między innymi w 1920 r. wyszła pierwsza część pracy prof. Bodaszewskiego pod tytułem „Teoria ruchu wody”; autor nie uwzględnia w niej oporów ruchu, które miały być wprowadzone w części drugiej, wraz z zastosowaniami wyników teorii w praktyce budowlanej; atoli przedwczesny zgon autora pozbawił nas możliwości uzyskania tych dalszych jego prac.

Pierwsza część wspomnianej pracy spotkała się z pewnymi zarzutami ze strony prof. Smoluchowskiego, który — między innymi — powiada: „jest to już wina samej przyrody, iż ruch cieczy odbywa się według praw, których badanie matematyczne nastęrcza tyle trudności.”

Prof. zaś Huber przestrzega wprost przed szkodliwością tak zwanych teoryj ruchu wody, droga bowiem empiryczna nie jest tu wskazana, a należy czekać rozwiązania tej kwestji w sferze hydrokinetyki, jako gałęzi fizyki teoretycznej.

Stąd jednak nie wynika, iż naprzykład przy regulacji rzek polskich pozostaje nam działanie na oślep; przecież mamy możliwość oparcia nowych projektów regulacyjnych na olbrzymim doświadczeniu robót tego rodzaju, wykonanych ze znacznym powodzeniem w większości krajów kulturalnych.

Na podstawie swej praktyki na Rodanie, inżynier Du-Boys wypowiedział już w 1879 roku zdanie, iż zaufanie do pomyslnych wyników robót regulacyjnych nie może ulegać wątpliwości, ponieważ reguły praktyczne, któremi przy tem się posługujemy, są oparte na faktach i nie zależą od hipotez hydrotechnicznych.

I w rzeczy samej, takich wskazówek praktycznych wybitnych hydrotechników Europy i Ameryki, mamy pod dostatkiem; reszta już zależy od zdolności osobistych i spostrzegawczości poszczególnych kierowników robót oraz ich umiejętności syntetyzowania; są to cechy konieczne dla pracowników na wszystkich polach sztuki, a w tem i na polu sztuki inżynieryjnej.

Nadto, przy nowych robotach regulacyjnych, wiele pomagają roboty próbne; nie należy się przytem zbyt obawiać omyłek oraz uszkodzeń budowli wykonywanych.

Po tych ogólnych uwagach, przyjrzymy się bliżej wywodom omawianego artykułu i zaczniemy od zestawienia poglądów jego oraz inżyniera Du-Boys'a na zadanie regulacji rzek wogóle.

Według inżyniera Borna, projekty regulacji mają na celu — przez odpowiednie ujęcie i prowadzenie wody płynącej — ześrodkowanie jej energii i skierowanie jej pracy przedewszystkiem na wyrobienie jednolitego<sup>2)</sup> łóżyska oraz takich warunków co do głębokości i położenia zwierciadła, jakie są potrzebne w celach żeglugowych lub meljoracyjnych. Chcąc otrzymać odpowiednie dla żeglugi profile w rzece, powinniśmy ustalić związek, istniejący pomiędzy wielkością pracy wody przy rozmaitych poziomach, a jej charakterem, wyrażającym się w ruchu materiału wleczonego, względnie unoszonego.

<sup>2)</sup> podkreślenie moje.

Na pytanie, jak regulować rzeki dla celów żeglugowych, inż. Du-Boys odpowiada, iż należy zbadać, w jakich warunkach są na tej rzece progowce, po których statki przechodzą swobodnie — przy brzegach naturalnych lub uregulowanych — o tyle dawno, by zdążyła ustalić się równowaga dna, i te warunki realizować na zbudowanym progowcu; poza tem wypada zapewnić niezmiennosc takich progowców, które w swoim stanie naturalnym niczem nie utrudniają ruchu żeglugowego<sup>3)</sup>.

Takie ujęcie kwestji regulacyjnej przez inż. Du-Boys'a należy uważać za jedno z najbardziej udanych; wleczenie nie jest tu wysuwane jako czynnik najważniejszy, decydujący, gdyż radę — „zbadać warunki”, należy traktować o wiele szerzej.

Inż. Born oświadcza, iż głównym celem pomiarów, prowadzonych na dolnej Wiśle, jest oznaczenie wielkości wleczenia, dla rozwiązania zagadnień w dziedzinie regulacji rzek; w razie osiągnięcia wyników niezupełnie ścisłych, otrzyma się w każdym razie wyniki proporcjonalne, któremi można już operować w praktyce (?). Przy najodpowiedniejszej zaś konstrukcji przyrządów pomiarowych, można będzie przedsiębrać pomiary dla ustalenia formuły empirycznej, któraby pozwoliła, dla danych warunków przepływu i rodzaju materiału dna, obliczyć wielkość wleczenia w danym przekroju i poznać tem samem warunki pracy rzek w tworzeniu i przekształcaniu koryt, a jednocześnie umożliwi to nam kategorię (?) przewidywanie zmian, jakim ulegnie łóżysko rzeki po wykonaniu projektowanych robót regulacyjnych.

Ażeby móc operować objętościami wleczonego materiału przy ustalaniu przekrojów normalnych, musimy znać związek, jaki istnieje między wartościami hydraulicznymi przekroju danego, a odpowiadającymi im ilościami materiału wleczonego. Ten związek poznajemy na podstawie pomiarów w profilu naturalnym; dla profilu zaś projektowanego, musimy mieć pewne kryterjum, według którego moglibyśmy oceniać jego zdolność wleczenia przy rozmaitych stanach wody. Kryterjum to powinniśmy znaleźć w postaci funkcji energii kinetycznej<sup>3)</sup>  $\left(m \frac{v^2}{2}\right)$ , ponieważ ona głównie, jeżeli nie wyłącznie, wywołuje ruch materiału wleczonego po dnie, czyli musimy znaleźć  $G_w = f(Qv^2)$ ; wówczas będziemy mogli dla tego samego rodzaju materiału rumowiska obliczyć objętość wleczoną w przekrojach o dowolnym kształcie.

Takie jest meritum poglądów autora.

Na podstawie pomiarów pod Toruniem (738 km) otrzymano, jako obraz funkcji  $G_w = f(Qv^2)$ , krzywą drugiego rzędu, której początek na osi x odsunięty jest od początku układu współrzędnych o wielkość graniczną  $(Qv^2)_0$ .

Stosunek materiału wleczonego do unoszonego pod Toruniem wynosi, wedł. autora, około 0,07 przy stanach niskich i 0,10 przy stanach średnich;

<sup>3)</sup> Ta ostatnia uwaga powinna — mojem zdaniem — dotyczyć i innych części rzek, którym zagraża szkodliwe odkształcenie.

ze wzrostem zaś  $Q$ , stosunek ten maleje i, np. przy  $+ 4,2 m$ , wynosi zaledwie 0,0044.

Z pomiarów wleczenia lepszym z przyrządów autora wypadło, iż pod Toruniem przeciętne roczne wleczenie wynosi 47 542,5 kg<sup>4)</sup>, czyli około 30 000 m<sup>3</sup>, pod Tczewem zaś 93 354 kg, czyli o 96 % więcej. Natomiast obliczenia objętości części odsypisk na odcinku od 747 km do 757 km, leżących powyżej średniej wysokości progów na przejściach, która odpowiada — 1,2 m wodowskazu torunskiego, wykazały, iż rocznie jest w ruchu 66 500 m<sup>3</sup>, czyli dwa razy więcej, niż obliczono za pomocą przyrządów.

Następnie prof. Ehlers obliczył przeciętną roczną ilość materiału, przechodzącego przez przekrój rzeki na odcinku od 858—866 km, na 150 000 m<sup>3</sup>, czyli pięć razy więcej niż pod Toruniem.

Stąd widzimy, iż dotychczasowe wyniki badań, tak wleczenia, jak i unoszenia na Wiśle, są nader rozbieżne, stanowią tylko stadjum przygotowawcze, nie pozwalające na wyprowadzenie wniosków praktycznych, przydatnych bez zastrzeżeń przy robotach regulacyjnych.

Wreszcie najnowsze oświetlenie badań sprawy rumowisk wleczonych (Geschiebe) i unoszonych (Sinkstoffe), jakie mamy w referacie inż. Leppika na konferencji hydrologicznej w Tallinie w czerwcu 1928 roku, świadczy, iż dotychczasowe wysiłki badaczy tej kwestji wogóle nie wychodzą jeszcze poza granice rozmaitych hipotez; przytem wyniki badań nad ruchem rumowisk unoszonych są znacznie skromniejsze niż rumowisk wleczonych. Według Schoklitsch'a, ilość rumowisk unoszonych jest nawet przy jednostajnych poziomach tak rozmaita, iż ustalenie stosunku między przepływem lub poziomem a objętością unoszonych materiałów jest narazie wykluczone.

Wobec powyższego, dotychczasowe pomiary wleczenia na Wiśle dolnej nie mogą służyć za podstawę do celów regulacyjnych, tembardziej, iż przy regulacji wypada liczyć się więcej z przekrojami żywemi, do których powierzchni strugi wody są skierowane pionowo; przekroje te bywają kapryśnie wygięte, bardzo wydłużone i często nawet równoległe do brzegów; zgodnie właśnie z takimi przekrojami rozmieszczają się w łożysku materiały wleczone, bez wszelkiego liczenia się z profilami prostopadłymi do brzegów.

Następnie należy gruntownie ustalić, czy rzeczywiście, jak to twierdzi autor, ruch materiału odbywa się wyłącznie na powierzchni dna; tylko bowiem pod tym warunkiem istniałaby pewność, iż przyrząd, ustawiony na dnie, posiada możność uchwycenia prawie całej ilości materiału poruszającego się; a z tem się właśnie nie zgadza, jak widzieliśmy, inż. Du-Boys; zresztą i codzienne doświadczenie poucza nas, iż kotwice nie wszędzie trzymają na nurcie, wskutek czego statki cosują (dryfują); dalej, przy pomiarach zwykłą sondą — w jednym miejscu wyczuwa się dno twarde, opierające się zanurzeniu sondy, w innym zaś — sonda łatwo pogrąża się w piasek do rozmaitej, w po-

szczególnych wypadkach, głębokości, przy słabem nawet naciskaniu ręką.

Pozatem, jak widzieliśmy wyżej przy określeniu zadań regulacji, autor dąży do wyrobienia przez tę regulację jednolitego łożyska. Takiego celu — mojem zdaniem — współczesna regulacja najtańszej drogi komunikacyjnej nie powinna sobie stawiać.

Przez długi czas kierowałem robotami regulacyjnymi na rzece, na której podczas niżówki<sup>5)</sup> głębokości wahały się od 0,31 m do 14,9 m; byłoby omyłką wielką i nader kosztowną wyrównywanie profilów takiej rzeki; jeżeli na Wiśle ta różnica jest nieco mniejsza z powodu częstszych powodzi, to jednak i na tej rzece niema żadnej potrzeby opracowywania profili jednolitych.

Z omawianej pracy autora otrzymuje się wrażenie, iż z chwilą dokładnego zmierzenia ilości materiału wlezonego wyjaśnimy nie tylko morfologię koryta rzecznej, lecz również ustalimy zasady regulacji. Rzecz oczywista, gdyby tak pierwsza, jak i druga kwestja zależały tylko od wleczenia materiałów po dnie, to badania owego wleczenia byłyby dotychczas postawione tak, iż nie pozostawiałyby nic do życzenia; wszak zamiana użytych na Wiśle przyrządów prymitywnych do mierzenia wleczenia na precyzyjne nie jest tak trudnym zadaniem, jak np. odkrycie praw, kierujących ruchem wody.

Niestety, powodzenie regulacji jest zależne od wielu innych czynników, wobec czego trzeba być bardzo ostrożnym przy naprawie wadliwej regulacji Wisły dolnej i zachować znaczną rezerwę wobec twierdzeń o roli przekrojów poprzecznych, obliczonych na podstawie pomiarów wleczenia po dnie; niemniej zawodnemi mogą okazać się i wnioski prof. Ehlersa, oparte na jego badaniach odcinka Wisły dolnej<sup>6)</sup>, będącej pod wydatnym wpływem spiętrzenia w Kurzebraku.

Już samo wprowadzenie przez autorów średniej prędkości  $v$  przy ustalaniu funkcji  $G_w = f(Qv^2)$  wcale nie gwarantuje pomyślnych wyników, gdyż narazie dokładne określenie tej prędkości jest nader problematyczne i dlatego Du-Boys wyeliminował  $v$  ze swego wzoru, opierając go na spadku  $I$  oraz na głębokości  $H$ , wyznaczonych z o wiele większą dokładnością.

Znajomość wielkości wleczenia jest bardziej pożyteczna przy urządzeniach spiętrzających wodę, przy odprowadzaniu wody dla celów przemysłowych lub meljoracyjnych; dla racjonalnej zaś regulacji, korzystniejszą jest trzymać się powyżej wskazanych zasad inż. Du-Boys'a oraz posługiwać się wskazówkami praktycznymi z robót wykonywanych.

Wskazówki zaś te niezbitnie dowodzą, iż źle pomyślana trasa, nieodpowiednie rozmieszczenie oraz rozstawienie budowli regulacyjnych, wadliwy ich typ i kierunek względem trasy i brzegów sprowadzą do zera wszelkie kalkulacje profilowe, oparte na najdokładniejszych wielkościach wleczenia; a jeżeli dodać do tego obwałowanie, ko-

<sup>4)</sup> Ciężar gatunkowy materiału wahał się od jednego do 2,5 i przeważnie od 1,6 do 1,7 kilograma na dm<sup>3</sup>.

<sup>5)</sup> Co odpowiada francuskiemu „étiage” i rosyjskiemu „miezeń”.

<sup>6)</sup> Nieco powyżej Kurzebraku.

nieczne na Wiśle, to sprawa jeszcze bardziej się komplikuje.

We wskazanej wyżej pracy, inż. Du-Boys zbliża się do teoretycznego zbadania zagadnienia regulacji w postaci bardziej ogólnej, stara się przytem wyświecić dwa zagadnienia: 1) jakie siły, działając na łożysko rzeki, wprawiają w ruch rumowisko, 2) jak zużytkować te siły w celu otrzymania równowagi łożyska, najbardziej odpowiedniej dla regulacji.

Zbadanie pierwszej części wskazanego zagadnienia doprowadziło do znanego wzoru dla siły wleczenia

$$F = 1000 HI.$$

Następnie inż. Du-Boys przechodzi do analizy zmian tej siły, w zależności od kształtu brzegów, ich krzywizny, kierunku oraz wysokości i wprowadza wiele nader ciekawych wniosków, pożytecznych przy syntezie regulacyjnej.

By zaś otrzymać równanie równowagi łożyska, trzeba siłę oporu ruchowi rumowiska przyrównać sile wleczenia; niestety, wyznaczenie owej

siły oporu jest już zadaniem o wiele trudniejszym, opartem na mniej pewnych danych.

Przy tej okazji, zaobserwował inż. Du-Boys na Rodanie, iż, gdy brzegi są unormowane i tylko dno składa się z rumowiska ruchomego, to można zaobserwować doskonałą stałość ukształtowania dna; jeżeli następnie zachodzi w dnie jakaś zmiana sztuczna, np. wytwarza się przekop pogłębiarkami, to łożysko wraca rychło do swego stanu pierwotnego; takie więc dno jest w stanie równowagi stałej, pod wpływem działających nań sił; czy taka równowaga odpowiada wymaganiom żeglugi, to już zależy od charakteru uregulowanych brzegów.

Kończąc na tem niniejszą notatkę, zastrzegam się, iż nader daleki jestem od pomniejszenia wartości ciekawych badań autora; należy mu życzyć w tej pracy największego powodzenia, tembardziej, iż poważne studja w hydraulice rzecznej są u nas wyjątkowo rzadkie.

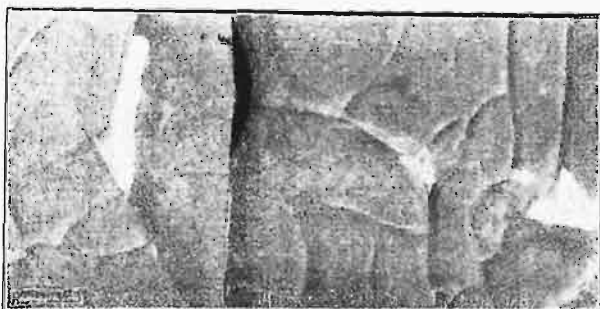
Chodziło mi jedynie o uniezależnienie powodzenia robót regulacyjnych od wielkości wleczenia w tym stopniu, jaki inż. Born zdaje się nadawać temu właśnie czynnikowi.

## PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

### MATERJAŁOZNAWSTWO.

#### Malowanie wagonów kolejowych.

W ostatnich czasach rozwinęły się w Niemczech prace naukowo-techniczne w zakresie techniki malowania ochronnego metali. Istnieje nawet w tym celu specjalna organizacja w ramach Stow. Inżynierów i wykonywa się szereg ba-

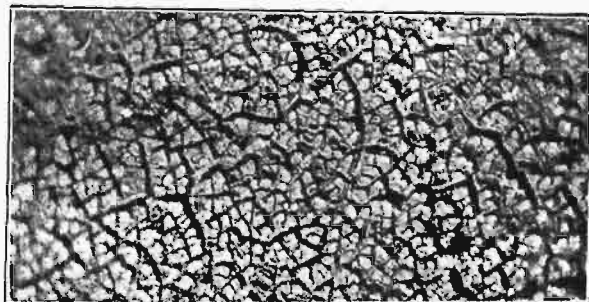


Rys. 1. Blacha czarna, malowana farbą nitrocelulozową. Wygląd po 15 miesiącach.

dań, rzucających światło na stronę naukową tego zagadnienia, traktowanego dotąd wyłącznie z punktu widzenia rzemieślniczego. Ostatnio ogłosiły wyniki podobnych badań koleje niemieckie w zastosowaniu do malowania wagonów, obserwowanych następnie zarówno w ruchu, jak i na stoisku próbnym, znajdującym się na dworze. Wyciągnięte z tych obserwacji wnioski pozwalają na ulepszenia wytwarzania farb i pokrywania nimi wagonów metalowych. Poza tem prowadzono obserwacje malowanych tablic próbnych (100 × 200 mm lub 400 × 400 mm), oczyszczonych uprzednio strumieniem piasku i ustawionych następnie na dachu pod kątem 60° do poziomu. Czyste powietrze oraz słońce wpływają silniej i szybciej niż powietrze zadymione, w jakim pracują wagony (osad sadzy chroni dobrze farbę od wpływów atmosferycznych), dlatego też obserwacje tablic próbnych pozwalają osiągnąć wyniki daleko prędzej.

Obserwacji dokonywa się przy pomocy lupy, która pozwala wykryć rysy i pęknięcia jeszcze niewidoczne gołym okiem. Wymagania, stawiane malowaniu ochronnemu wagonów kolejowych, są b. duże, ze względu na to, że wagony pracują w szczególnie uciążliwych warunkach, to na deszczu, to znów na słońcu, są w ciągłym ruchu, o jakimkolwiek racjonalnym ich dozorcze pod tym względem nie może być mowy, zaś ponowne malowanie, ze względu na wysoki koszt, nie może być stosowane częściej niż co 6—8 lat. W Niemczech, przy 63 000 wagonów osobowych, poddaje się ponownemu malowaniu 10 000 wagonów rocznie, czyli ok. 30 dziennie; z 700 000 wagonów towarowych maluje się ponownie 100 000 rocznie. W ostatnich czasach wprowadził przemysł farbiarski w użycie dwa rodzaje lakierów do wagonów: celulozowy i drzewnoolejowy, które pozwalają na skrócenie czasu lakierowania wagonu osobowego z 20 do 5—7 dni, lakiery te są bowiem szybko schnące.

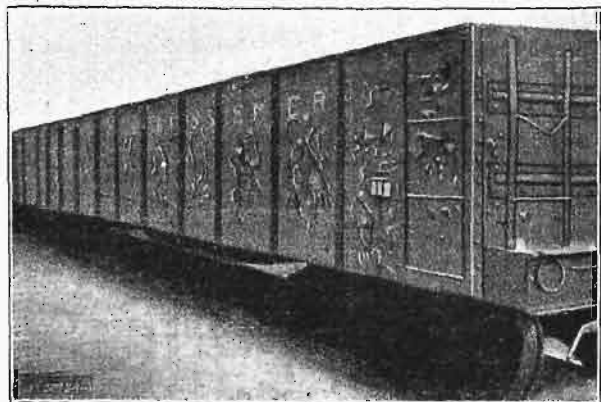
Farby (lakiery) nitrocelulozowe, w których pokładano wielkie nadzieje, okazały się jednak, do-



Rys. 2. Blacha czarna, malowana farbą drzewnoolejową. Po 14 mies. — rysy, po 25 mies. — zupełne zniszczenie farby.

tychczas, nieodpowiednie do wagonów kolejowych. Rys. 1 wskazuje wynik lakierowania próbnego lakierem nitrocelu-

lozowym blachy (szpachtlowanej i gruntowanej poprzednio), po 15 miesiącach; lakier — jak widać — popękał i poodskakiwał. Lakierowanie bez uprzedniego szpachtlowania dało wyniki jeszcze gorsze. Stosowanie nitroszpachtłówek da-gruntowanie nitrocelulozą jest nieodpowiednie, nie chroni bowiem od wpływu rdzy i nie wiąże się dobrze z dalszemi warstwami. Daleko lepsze jest szpachtlowanie olejne. Wo-



Rys. 3. Wagon amerykański z blachy zwykłej po 6 latach służby. Farba odskakuje, blacha znacznie pordzewiała.

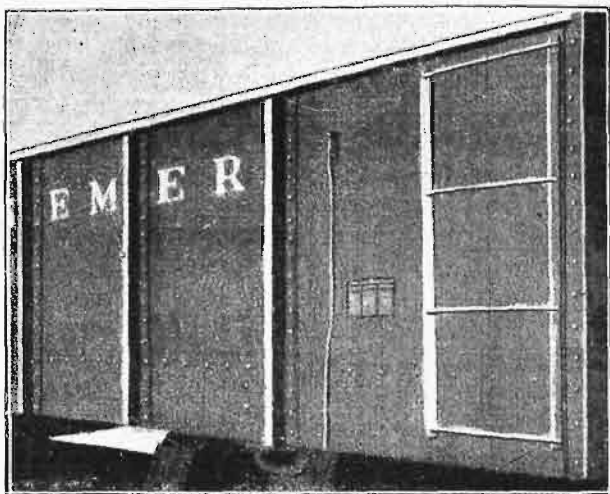
góle zresztą lakierowanie nitrocelulozą nie chroni od rdzewienia. Największą trwałość malowania nitrocelulozą osiąga się, jeżeli przed i po szpachtlowaniu olejowym dać warstwę chudej bieli ołowianej; następnie należy pokryć blachę (przez natryskiwanie) warstwą farby izolacyjnej i wreszcie (w ten sam sposób) dać trzy warstwy emalii nitrocelulozowej. Im farba jest bardziej zawieszona — tem jest trwalsza; musi być pozatem drobnoziarnista i dobrze wymieszana. Ten sposób lakierowania daje trwałość trzyletnią. Do malowania drzewa, lakiery nitrocelulozowe się nie nadają.

Lakiery drzewnoolejowe nie wykazują jeszcze trwałości, wymaganej przy lakierowaniu wagonów kolejowych, jednak są trwalsze niż lakiery celulozowe — wytrzymują do 2 lat (natomiast schną nieco dłużej). Po upływie tego czasu, proces wietrzenia i pęknięcia odbywa się b. szybko (rys. 2 wskazuje wygląd próbki lakierowania drzewnoolejowego na blasze czarnej, ze szpachtłówką, po 25 miesiącach, w powiększeniu 20-krotnem).

Lakiery lnianoolejowe okazały się dotychczas najelastyczniejsze i najtrwalsze, w zastosowaniu do lakierowania wagonów; wytrzymują one 8—10 lat i dłużej. Czas schnięcia jest znaczny, można go jednak skrócić wydatnie przez użycie suszarni.

Szczególnie ważne jest lakierowanie ochronne wagonów towarowych, które ma je zabezpieczać od rdzewienia. Z poczynionych obserwacji wynika, że węglarki rdzewiały szczególnie szybko, najtrwalsze zaś okazały się wagony do przewozu wapna; warstwa wapna, pokrywająca części żelazne, zabezpieczała je od rdzewienia. W warsztatach kol. Magdeburg-Salbke wykonano próbę polegającą na tem, że wagon towarowy pomalowano (po uprzednim oczyszczeniu z rdzy strumieniem piasku) 48-a różnemi farbami, napełniono koksem i pozostawiono tak przez 16 miesięcy; zwykłą podłogę drewnianą zastąpiono żelazną, malowaną z obu stron; przy suchej pogodzie, zwilżano koks sztucznie; okazało się że czas trwania próby obrano za długi, nietylko bowiem farba uległa zniszczeniu, ale i żelazo silnie za-

rdzewiało; jednak na spodnim malowaniu można było jeszcze zaobserwować różnice między jakością poszczególnych farb. Najlepsze okazały się pokosty lnianoolejowe z domieszką wzmacniającą oleju drzewnego, kopalu lub



Rys. 4. Wagon jak na rys. 3 po 6 latach służby, wykonany z blach ze stali z domieszką miedzi. Malowanie zupełnie dobrze zachowane.

t. p. Również trwałe okazały się pokosty lnianoolejowe z dodatkiem minji, tlenku cynku lub tlenku żelaza. Gorsze wyniki dały mieszaniny, zawierające duże ilości oleju drzewnego, z dodatkiem pigmentu.

Na trwałość malowania wpływa nietylko jakość farby, ale również skład stali, którą malujemy. Np. domieszka miedzi, wpływając na większą odporność stali na rdzewienie, zwiększa również trwałość malowania.

Wyniki doświadczeń, poczynionych przez kolej Bessemer and Lake Erie Railroad Co w Ameryce, wskazane są na rys. 3 i 4, przedstawiających stan malowania tą samą farbą po sześciu latach; rys. 3 obrazuje wagon z blachy zwykłej, rys. 4 — wagon z blachy z domieszką miedzi. Dodawanie miedzi pozwala przedłużyć czas trwałości lakierowania do 15 lat i osiągnąć tą drogą znaczną oszczędność. Również i koleje niemieckie przeprowadzają obecnie próby z blachami zawierającemi domieszkę 0,25% miedzi. (VDI, t. 72 (1928), zesz. 35, str. 1213).

B. S

## Nowe wydawnictwa<sup>\*)</sup>

**Oświetlenie lotnisk i dróg powietrznych.** J. Pawlikowski, kand. n. mat., inż. elektryk. Wyd. Inst. Badań Techn. Lotn. Str. 55, rys. 37. Warszawa, 1928.

**Statystyka zakł. elektrycznych w Polsce. 1925.** Wyd. Min. Rob. Publ. Str. 393 i 2 mapy wielobarwne. Warszawa, 1928.

**Machines hydrauliques.** Prof. L. Bergeron. Bibliothèque de l'ingénieur de travaux publics. Str. 861, rys. 472. Wyd. Dunod, Paryż, 1928.

**Méthodes graphiques pour l'étude des installations de chauffage et de réfrigération en régime discontinu.** A. Nessel. L. Nisolle, Str. 164, 50 rys. i 14 plansz. Wyd. Dunod, Paryż, 1929.

<sup>\*)</sup> Wszystkie podawane w tym dziale wydawnictwa są do nabycia w Księgarni Technicznej „Przeglądu Technicznego”, Warszawa, ul. Czackiego 3.



# SPRAWOZDANIA I PRACE POLSKIEGO KOMITETU ENERGETYCZNEGO

## BULLETIN DU COMITÉ POLONAIS DE L'ÉNERGIE

### T R E Ś Ć:

Międzynarodowy Zjazd Paliwowy  
Wszechświatowej Konferencji  
Energetycznej, 24 września—6 paź-  
dziernika 1928 r. w Londynie, nap. Inż.  
Czesław Mikulski.

WARSZAWA

21 LISTOPADA

1928 r.

### S O M M A I R E:

Conférence des Combustibles de  
la World Power Conference.  
Londres, 1928 (à suivre), par M. Cz.  
Mikulski, Ingénieur.

## Międzynarodowy Zjazd Paliwowy Wszechświatowej Konferencji Energetycznej 24 września — 6 października 1928 r. w Londynie.

*Napisał Inż. Czesław Mikulski.*

Jedną z najgorszych postaci marnotrawstwa jest niewątpliwie marnotrawienie bogactw, któremi nas obdarza natura. To też, wśród współczesnych dążeń techniki do coraz dalszego usuwania wszelkich rodzajów marnotrawstwa, prace nad jak najbardziej racjonalnym wyzyskaniem paliwa, w każdej jego postaci, zajmują jedno z miejsc najpocześniejszych. Wyrazem tych prac stał się odbyty ostatnio w Londynie Zjazd Paliwowy organizacji, mającej za zadanie czuwać nad najlepszym wyzyskaniem wszelkich form energii.

Program Zjazdu. Zjazd, poświęcony paliwom i ich wyzyskaniu, zgromadził ogółem 151 referatów, podzielonych na 21 sekcji, mianowicie:

- A. Przemysł węglowy. Zagadnienia gospodarcze i ogólne (13 ref.).
- B. Branie prób i badanie paliw stałych (4 ref.).
- C. Uszlachetnianie paliwa: a) oczyszczanie; b) suszenie; c) brykietowanie (7 ref.).
- D. Przechowywanie węgla na składach i jego rozdział (4 ref.).
- E. Przemysł naftowy. Zagadnienia gospodarcze i ogólne (2 ref.).
- F. Skład chemiczny, klasyfikacja, przygotowanie, przechowywanie i rozdział paliwa ciekłego (12 ref.).
- G. Przemysł koksowniczy. Zagadnienia gospodarcze i ogólne (12 ref.).
- H. Skład chem., klasyfikacja, przygotowanie, przechowywanie i rozdział paliwa gazowego i produktów dystrylacji (17 ref.).
- J. Zużytkownie paliw do wytwarzania pary i energii elektrycznej (14 ref.).
- K. Zużytkowanie paliw, włącznie z energią elektryczną, do pracy pieców przemysłowych (18 ref.).
- L. Zużytkowanie paliw, włącznie z energią elektryczną, do celów domowych (9 ref.).
- M. Pył węglowy (9 referatów).
- N. Silniki spalinowe (9 referatów).

- O. Przenoszenie energii (3 ref.).
- P. Wyzyskanie ciepła odłotowego (2 ref.).
- Q. Koksowanie w niskich temperaturach (3 referaty).
- R. Torf (6 referatów).
- S. Spirytus w zast. do celów energetycznych (1 ref.).
- T. Kształcenie techników paliwowych (2 ref.).
- V. Organizacje zajmujące się racjonalnym zużytkowaniem paliwa w przemyśle (3 ref.).
- W. Możliwości ulepszenia gospodarki paliwowej przez koordynację wysiłków (2 referaty).

We Wszechśw. Konferencji Energetycznej bierze udział 48 państw; z nich 21 nadesłało referaty na Zjazd. Najwięcej prac zjazdowych dała Anglja, gdzie utworzono specjalny Komitet Zjazdowy, obok stałego krajowego Komitetu Energetycznego. Komitet ten dał ogółem 39 referatów, drugie miejsce przypadło Niemcom (17 referatów), trzecie — Austrii (14 referatów); Komitet Francuski dał zaledwie 5 referatów, tłumacząc swój mały udział tem, że Zjazd WKEN w Londynie został poprzedzony przez francuski Kongres Opalania przemysłowego, na który opracowano wiele tematów, lecz nie zgłoszono ich do Londynu, gdyż tu miały być jedynie referaty nigdzie poprzednio nie publikowane. St. Zjedn. i Japonja dały po 12 referatów, Rosja sowiecka wystąpiła z 10 referatami, Czechosłowacja z 8-miu. Komitet Polski zgłosił 10 referatów, które jednak umieszczono w programie jako 7 osobnych prac, gdyż zgrupowano kilka mniejszych a pokrewnych opracowań w jeden referat. \*)

\*) Całkowity wykaz referatów, zgłoszonych przez poszczególne kraje, przedstawia się jak następuje: Austrija—1, Austria—14, Anglja—39, Belgja—3, Czechosłowacja—8, Danja—1, Francja—5, Hiszpanja—1, Holandia—2, Indje holenderskie—5, Japonja—12, Kanada—3, Łotwa—1, Niemcy—17, Polska—7, Rumunja—2, Stany Zjedn. 12, Szwecja—7, Szwajcarja—1, Rosja—10, Zł. Wybrzeże—1.

### Organizacja Zjazdu.

Organizacja Zjazdu była istotnie wzorowa. Wszystkie tematy zjazdowe znalazły sprawozdawców, i to przeważnie znawców pierwszorzędnych, a gdy jakikolwiek temat zdawał się nie być należycie oświetlonym przez referaty zgłaszane, podejmował jego opracowanie Komitet Zjazdowy angielski. Ten ostatni zresztą zabrał głos, przez swych referentów, niemal we wszystkich zagadnieniach. Wszystkie referaty zostały zawczasu wydrukowane i były w okresie zebrań — sprzedawane. Ze względu na zbyt obszerny program Zjazdu, zaniechano — jak to się coraz częściej praktykuje — odczytywania samych referatów na zebraniach, poświęcono natomiast niemal cały czas zebrań na dyskusję. Jest to, oczywiście, jedyne celowe wyjście, gdyż z pracami drukowanymi może się każdy zapoznać, nie odbywając dalekich niereź podróżów na Zjazd, natomiast głównym zadaniem Zjazdu jest przeprowadzenie możliwie szerokiej wymiany zdań na obrane tematy. Referaty tedy zgromadzone w każdej sekcji były streszczone przez specjalnego referenta generalnego, który wybierał z nich tylko tezy zasadnicze i wymieniał proponowane tematy do dyskusji. Referentami generalnymi byli wyłącznie Anglicy. Ich prace (referaty gener.) były również zawczasu wydrukowane i rozdawane bezpłatnie na posiedzeniach odpowiednich sekcji. Odczytywanie tych referatów, streszczających prace zgłoszone na dane posiedzenie, zajmowało zaledwie kilka do kilkunastu minut, tak, że na dyskusję pozostawało zwykle do 2-ch godzin. Jednakże zgłaszało się najczęściej tak wielu mówców, że musiano przeważnie ograniczać czas ich przemówień, zrazu do 7 min, następnie do 5-ciu, a czasem jeszcze bardziej.

Dyskusja, wypełniająca — jak wspomniano — niemal całkowicie posiedzenia Zjazdu, nie zawsze oczywiście stała na dość wysokim poziomie, trzeba jednak przyznać, że najczęściej była b. rzeczowa i częstokroć zawierała ważne i cenne uwagi. Wynika to stąd, że zarówno wśród miejscowych uczestników Zjazdu, jak i w składzie większości delegacji cudzoziemskich, brali udział znawcy poruszanych tematów, każda niemal delegacja posiadała w swym składzie jednego lub kilku profesorów szkół wyższych oraz inżynierów-badaczy, delegaci przeważnie władali językiem angielskim.

Delegacja polska. W skład delegacji polskiej weszli pp.: Inż. L. Tołłoczko, przewodniczący PKEn, jako prezes, Inż. Cz. Mikulski, jako sekretarz, Inż. J. Cybulski, dyr. dep. gór.-hutn. M. P. H., Inż. A. Deryng, del. M. S. Wojsk. i Związku zrzeszeń technicznych, Inż. A. Falter, dyr. gen. koncernu węglowego „Robur”, Inż. St. Felsz, pom. nacz. wydz. mech. Dyrekcji warszawskiej P. K. P., St. Kruszewski, radca Min. Skarbu, Inż. B. Malinowski, nacz. wydz. ekonomicznego Skarbofermu, Inż. Rerutkiewicz, del. M. S. Wojsk., i Inż. M. Wieleżyński, dyr. Sp. akc. „Gazolina” w Borystawiu.

Referaty polskie. Referaty zgłoszone przez PKEn były następujące:

1. Skład chemiczny gazów ziemnych Podkarpacia oraz badanie ich wartości opałowej, w oprac. pp.: Dr. A. Klinga, Inż. L. Su-

chowiaka, Dr. M. Dominika, Inż. Leśniańskiego, Inż. A. Katza i Inż. J. Wójcickiego.

2. Palmiki gazowe atmosferyczne, w oprac. Dr. Inż. T. Niemczynowskiego.
3. Węgiel normalny, jako praktyczny miernik porównawczy, ref. Inż. St. Felsza.
4. Węgiel polski, jako paliwo parowozowe, ref. Inż. St. Kruszewskiego.
5. Gospodarka opała na P. K. P., ref. Inż. St. Felsza.
6. Spalanie węgla polskiego na parowozach, ref. Inż. St. Felsza.
7. Straty ciepłe przy opalaniu kotłów gazem ziemnym, ref. Inż. Wisniowskiego.

Referaty powyższe nie wywołały żadnych sprzeciwów, a w dyskusji poruszono tylko temat, ujęty w referacie 3 („węgiel normalny”), przyczem delegat kolei włoskiej zaproponował przeciwko koncepcji autora przyjęcia za normalny węgla o wartości opała 6320 *Kal*, twierdząc, że koleje włoskie i in. krajów stosują węgiel o wyższej wartości opałowej i że wartość proponowana nie będzie miała przypisywanych jej zalet uproszczenia obliczeń, gdyż zawartość ciepła w parze (632 *Kal*), odpowiadająca 1 KM zależy od ciśnienia pary, jej temperatury, wilgotności i t. d. W odpowiedzi na te wywody stwierdził jeden z delegatów polskich, iż inna wartość stosowanych węgla nie stanowi przeszkody, bo uwzględnia się ją przez wprowadzenie stosownego współczynnika i operuje się już tym współczynnikiem w dalszych obliczeniach (odparowalności i t. d.), oraz że wskazywana przez oponenta zależność od temperatury i ciśnienia nie istnieje, jako że równoważnik 1 KM w *Kal* wynika poprostu z przyjętego powszechnie, a niezależnego od tych zmiennych, równoważnika cieplnego pracy 1 *Kal* = 427 *kgm*. Delegacja polska zgłosiła też wniosek, wynikający z powyższego referatu, by Konferencja zaleciła powszechne wprowadzenie „węgla normalnego” dla ułatwienia międzynarodowych porównań rozchodów węgla.

Drugim wnioskiem polskim była propozycja zalecenia opierania kolejowych budżetów opałowych i statystyki rozchodu węgla w kolejnictwie na rozchodzie odniesionym nie do parowozu — *km*, lecz do 1000 *tkm* przewozów.

Obydwa wnioski nie trafiły, z przyczyn formalnych, na posiedzenie Komitetu Wykonawczego i skutek tego nie zostały przezeń przekazane na zebranie plenarne, natomiast będą rozesłane (narówni zresztą z wnioskami innych krajów) do poszczególnych Komitetów narodowych, z prośbą o wypowiedzenie się, i poddane będą pod dyskusję ostateczną na następnym posiedzeniu Komitetu Wykonawczego (prawdopodobnie w Barcelonie w czerwcu r. p.).

### Zagadnienia omówione na Zjeździe.

Przechodząc do omówienia bardziej szczegółowego referatów zjazdowych, rozpatrzmy je pokrótce w podziale na sekcje.

Sekcja A objęła referaty, dotyczące klasyfikacji węgla i z użytkowania węgla mało wartościowych. Podniesiono

przytem z różnych stron konieczność ujednostajnienia w skali międzynarodowej metod klasyfikacji zarówno węgla formacji starszych, jak i młodszych, wskazano też konieczność ujednostajnienia metod analizowania, terminologii i znakownictwa (prof. Ramzin, Moskwa). Niektórzy autorzy wskazują już, jak należy ująć klasyfikację, przyczem np. prof. R. Wheeler (Anglja) proponuje, by — dla całokształtu scharakteryzowania węgla, co do jego składu i jakości — ustalono konieczność wyznaczania: 1) zawartości węglowodorów; 2) żywic; 3) pozostałości roślinnych; 4) ulminów oraz wskazywania stopnia zwęglenia tych składników. Autor podaje zarazem metody analityczne, służące do określania powyższych cech węgla. W wielu referatach znajdujemy wiadomości o pracach, dokonywanych w różnych krajach, a dotyczących zagadnienia klasyfikacji naukowej i przemysłowej węgla oraz o przyjętych już normach badania węgla (Austria). Zwłaszcza w St. Zjedn. posunięto daleko opracowywanie podstaw klasyfikacji, tworząc w tym celu specjalne 3 Komitety, wyłonione przez Amer. Engineering Standards Committee oraz Amer. Soc. for Testing Materials. Są to komitety: 1) klasyfikacji naukowej (z podkomitetami: a) natury, rozmieszczenia i sposobu występowania; b) pochodzenia i składu chem. oraz metod analizy i c) obecnej i proponowanej klasyfikacji); 2) klasyfikacji przemysłowej, z 10 podkomitetami dla poszczególnych gałęzi techniki, i 3) praktyki sprzedaży. Komitety są subsydjowane przez przemysł węglowy. Prace ich posunęły się już daleko. Referent amerykański proponuje organizację podobnych komitetów w in. krajach i nawiązanie łączności pomiędzy nimi.

Co się tyczy węgla małowartościowych, to znaczenie ich maluje fakt, iż 98% zasobów węgla Kanady tworzą węgle brunatne, 68% możliwych zasobów St. Zjedn. stanowią również węgle młodszych formacji, a 50% światowych zasobów składa się z węgla brunatnych Ameryki Północnej. Znaczne zasoby takich węgla posiadają Niemcy, Rosja, Czechosłowacja, Korea, Indje holenderskie, Australia. Brak jednak i tu właściwie ujednostajnionej klasyfikacji, np. dokładnego odróżnienia pomiędzy lignitami a węglem brunatnym. Do węgla mniej wartościowych należą również gorsze antracyty, spotykane w Rosji europ. i w in. krajach.

Lignity odznaczają się m. in. tem, że się nie kruszą. Co do spalania węgla młodszych formacji, podaje szereg referatów dane z praktyki poszczególnych krajów, wskazując napotymane trudności i sposoby ich rozwiązania (Australia — spalanie węgla o wilgotności 65%, Indje — 45% wilgotności — spalanie na rusztach mechanicznych i w postaci pyłu, Korea — spalanie pyłu). Inni autorzy (prof. Kamo, Japonja) opisują dystalację tych węgla w niskiej temperaturze, w retortach z mieszađkami, w temp. 500° C, oraz spalanie koksu jako pyłu. Wyniki tej metody są zadawalające. To też w Korei przeprowadza się elektryfikację, opartą na dystalacji i spalaniu miejscowych węgla w zagłębciach, przy połączeniu pomiędzy sobą poszczególnych elektrowni okręgowych. W Rumunji uzyskano również dobre wyniki dystalacji w niskiej t-rze i wytwarzania brykietów z koksu, wiązanych smołą

z lignitu (97%) i z ropy (3%). Niepomysłne wyniki dystalacji w niskiej temp., brykietowania i ponownej dystalacji brykietów, dla zwęglenia lepszycza, sygnalizuje referent czeski, stwierdzając, iż lepiej do tych węgla nadaje się dystalacja w wysokiej temperaturze. Instalacja tego rodzaju pracuje już w Czechosłowacji od kilku lat zadawalająco (300 t dziennie) przy t-rze 1100 — 1300° C. Koks jest brykietowany. Nadto węgle morawskie używane są do gazownictwa (40 000 t rocznie) oraz do bezpośredniego brykietowania bez lepszycza pod ciśnieniem 1300 — 2000 at (200 000 t rocznie).

Sekcja B zajmowała się sprawami brania prób i badania węgla. Z referatów dowiadujemy się o przepisach austriackich, opracowanych w tym zakresie przez Gesellschaft für Warmewirtschaft w Wiedniu, zgodnych przeważnie ze stosowanymi najczęściej metodami, oraz o proponowanej przez R. Vondračka metodzie wyznaczania części lotnych w niskiej temperaturze i o badaniach własności hygroskopijnych węgla w różnych warunkach. Referat p. Nissena, złożony z ramienia niemieckiego związku przem. kotłowego, rozważa konieczność ustalenia, jaka wartość opałowa (dolna czy górna) ma być przyjęta do badań odbiorczych. Wszyscy referenci podkreślają konieczność międzynarodowego ujednostajnienia metod analitycznych. Wprawdzie zbyt daleko posunięta normalizacja w tym kierunku mogłaby stać na przeszkodzie postępowi, jednak w pewnym stopniu przeprowadzić ją należy, by usunąć trudności, jakie nasuwa porównywanie wyników prac różnych badaczy. Nie liczą na to, by jeden Zjazd mógł rozwiązać tę sprawę w całej jej rozciągłości, podnoszono, iż dużo zdziałałaby Konferencja, gdyby choć postawiła to zagadnienie na porządku dziennym i przynajmniej w części je rozwiązała.

Główne zagadnienia, wymagające ujednostajnienia w dziedzinie analiz węgla, są nast.: przy analizie wstępnej — wyznaczanie wilgotności i części lotnych, zaś przy analizie pierwiastkowej — wyznaczanie zawartości C, H, S, N oraz popiołu, dalej wartości opałowej i innych własności węgla (zdolności koksowania, ciężaru właściwego, reakcyjności w stos. do pary i dwutlenku węgla, temperatury zapłonu i in.). Referaty zgłoszone opisywały najwłaściwsze metody tych badań, w dyskusji zaś podniesiono jeszcze metodę badania samozapłonności węgla, stosowaną przy badaniu węgla w Indjach holenderskich. Do sekcji tej należał też referat p. Felsza, proponujący wprowadzenie pojęcia węgla normalnego, o wartości opałowej 6320 Kal.

W referacie o górnej i dolnej wartości opałowej, opiera się autor (p. Nissen) na 2-letnim doświadczeniu z kontrolą odbiorczą instalacji, podczas której obliczono sprawność w odniesieniu zarówno do górnej, jak i do dolnej wart. opałowej (pierwsza — jak wiadomo opiera się na założeniu, że t-ra początkowa i końcowa paliwa i produktów spalania jest równa 0° C; druga zaś — na tem, że t-ra suchych gazów jest równa 0° C, lecz że para jest ochłodzona tylko do t-ry skraplania). Doświadczenie wskazuje niewłaściwość sprowadzania bilansu do wartości górnej. Obliczenia i wykresy, przytoczone przez autora, wykazują, że

sprawność danej instalacji, rozchodzącej stale ten sam węgiel, przy obliczaniu jej w odnies. do górnej wartości opałowej, wykazuje duże wahania, uzależnione od zmian wilgotności paliwa, wówczas gdy sprawność oparta na dolnej wartości ulega b. małym zmianom.

Zagadnienia uszlachetniania węgla znalazły odzwierciedlenie w referatach sekcji C. Tematy ich sprowadzają się do punktów nast.: a) opis procesów oczyszczania węgla; b) zasady sortowania pneumatycznego; c) nowe typy separatorów pneumatycznych; d) porównanie rozm. metod uszlachetniania zapom. sortowania; e) odwadnianie i suszenie węgla bitumicznych; f) suszenie węgla brunatnego.

Do ok. 90% węgla, poddawanego operacjom oczyszczania, stosuje się w Europie płóczki syst. Rheo. Jak wiadomo jednak, istnieje cały szereg innych metod sortowania, godnych bliźszego zbadania i ewent. szerszego zastosowania. Ich szczegółowy opis podał referat angielski (p. Chapman'a), który omówił metody już znane, jak separatory spiralne, pneumatyczne, flotację, płóczki Rheo i Chance'a, oraz metody najnowsze: Raw'a (metoda suchego oczyszczania), Berrisford'a, Lockwood'a, Kirkup'a i in., wskazując ich zalety i wady oraz granice stosowalności. Inne referaty zajęły się poszczególnymi metodami: flotacji, oczyszczania suchego i in.

Płóczki pneumatyczne Raw'a i Ridley'a wprowadzają do znanej zasady tego procesu ulepszenie, pozwalające na jej zastosowanie do węgla niesortowanego co do wielkości. Zamiast prądu powietrza o szybkości, pozwalającej utrzymywać kawałki węgla w zawieszeniu dynamicznie, wprowadza nowy system ciśnienie statyczne powietrza na spód warstwy węgla, ciśnienie tak duże, by zachować jedynie równowagę statyczną, t. zn. zrównoważyć ciężar warstwy ( $\gamma = 0,67$ ), przy czym cięższe kawałki domieszek do węgla (skał) spadają na dno, wyciskając ku górze warstwę czystego węgla. Zaletą metody jest mniejsze ciśnienie powietrza. W innym referacie znajdujemy opis takiego separatora (typ Vee), w jeszcze innym — opis „suchej płóczki statycznej”, opartej na tej samej zasadzie.

Jako nowoczesną metodę usuwania pyłu przy sortowaniu pneumatycznym, podają referenci skierowanie powietrza z zawieszonym w niem pyłem do „cyklonu” i filtra workowego. Cząstki grubsze spadają przy rozprężeniu powietrza w cyklonie, drobniejsze — pozostają w worku. Niekiedy powietrze z pyłem odprowadzane bywa do kotłowni i spalane pod kotłami.

Kilka referatów podaje koszty eksploatacji rozm. metod; kosztów tych jednak nie można porównywać bezpośrednio, gdyż nie są podane dla jednakowych założeń.

W następnej sekcji (D) rozważono 4 referaty, z których jeden (angielski) omawiał całościowo zagadnienia przechowywania i rozdziału paliwa stałego, zaś pozostałe 3 opisały praktykę kolei belgijskich i marynarki indyjsko-holenderskiej (2 ref.). Do tego zakresu zagadnień należy: przechowywanie na składach (na placach i pod wodą), ładowanie na składy, na okręty i t. p. (przenośniki, transportery i in.), wyładowy-

wanie przez konsumenta, przygotowywanie mieszanek z rozm. gatunków węgla i in. Referaty te nie wniosły naogół nic ciekawego, z wyjątkiem może referatu belgijskiego, który opisuje zastosowany przez koleje Belgii sposób przygotowania jednokowego węgla mieszanego dla całej sieci kolejowej, co stanowi o tyle trudne zadanie, ile że węgiel pochodzi z 200 różnych źródeł i jest rozdzielany na 100 podstacyj. Do kontroli węgla istnieje tam przeto jedno wielkie i 3 małe laboratoria, sprawdzające jakość mieszanek i wyznaczające cenę węgla, gdyż zależy ona od % popiołu (cena zmienia się o 2½% za każdy 1% popiołu ponad lub poniżej 12½% i zmniejsza się o 1% za każdy 1% wody ponad 5). O transporcie i przechowywaniu pyłu węglowego referenci nic, niestety, nie wspomnieli.

Z kolei 2 następne sekcje (E i F) objęły zagadnienia ogólne i gospodarcze oraz składu chem., klasyfikacji i przechowywania paliw ciekłych. Można je rozpatrzyć wspólnie, gdyż łączą się częściowo ze sobą. O stanie ogólnym przemysłu naftowego mówi referat angielski, przytaczając szereg ciekawych zestawień. Olbrzymi wzrost zapotrzebowania benzyny (wzgl. gazoliny), związany z nadzwyczajnym rozwojem automobilizmu, postawił wielkie zadania przemysłowi naftowemu. Rozchód benzyny w St. Zjedn. wzrósł od r. 1914 do 1927 9-krotnie, w Japonii — 3-krotnie w ciągu 6 lat, lecz — mimo olbrzymiego wzrostu zapotrzebowania — ceny benzyny wzrosły w tym okresie najmniej w porównaniu z cenami in. produktów, pomimo wzrostu kosztów wiercenia i rafinowania. Jeżeli udało się osiągnąć tak pomysłny wynik gospodarczy, to przypisać to należy 3-m czynnikom: a) zwiększeniu produkcji ropy; b) zwiększeniu wytwórczości benzyny z ropy przez wprowadzenie „krakowania” i c) rozwojowi przemysłu gazolinowego, opartego na gazie ziemnym. Aczkolwiek metody krakowania nie zostały jeszcze ostatecznie rozwiązane, to jednak wpływ krakowania na zaspokojenie rynku jest już taki, że obecne zapotrzebowanie wymagałoby — bez krakowania — dwukrotnie zwiększonego wydobycia ropy, dla jego zaspokojenia. Rozwój krakowania i produkcji gazoliny uwidocznia fakt, że w St. Zjedn. produkcja gazoliny z gazu ziemnego wzrosła od r. 1926 o 1473%, zaś z krakowania — o 1359%.

Referat o przemyśle naftowym w Japonii podkreśla, iż kraj ten oddawna ocenił znaczenie obu tych metod, gdyż założył pierwszą gazolinarnię już w r. 1914, zaś pierwszą instalację do krakowania — w r. 1912.

Co się tyczy kosztów produkcji ropy, to ulegają one b. dużym wahanom, zależnie od warunków miejscowych. Wyraźne dowody tego daje Japonia, gdzie spotyka się zarówno wiercenie ręczne, jak i najbardziej nowoczesne instalacje maszynowe. W St. Zjedn. średni koszt wiercenia szybu w r. 1927 wyniósł 18725 dol., gdy jeszcze w r. 1914 stanowił 4765 dol. Ceny jednak ropy i produktów dystalacji nie mogą opierać się na kosztach produkcji, zbyt szeroko zmiennych, lecz ustalają się przez stosunek popytu do podaży.

Inne referaty poruszyły zagadnienia następujące: postępy krakowania; charakterystykę paliwa silnikowego; rafinowanie — postępy dystylacji ropy i skład chem. ropy i gazów rozm. zagłębi (ref. polski i rosyjski); łupki bitumiczne.

Omawiając krakowanie, stwierdzono, iż metoda fazy gazowej została w ogromnej większości zakładów zastąpiona przez metodę fazy ciekłej, i podkreślono ogromną domiosłość tej metody, jako czynnika konserwacji zasobów światowych ropy oraz jako źródła niezliczonych możliwości produkcji najrozmaitszych węglowodorów. Krakowanie pozwala przetwarzać każdy zespół węglowodorów na dowolne inne, — parafiny, nafteny, olefiny, acetylen i zw. aromatyczne, a nadto daje moc in. produktów, jak alkohole, glikole, rozm. oleje, smary i asfalty. Metoda ta otwiera nowe możliwości rozwoju nadzwyczaj obszernego, a mało dotąd wyzyskanego zakresu wytwarzania produktów ubocznych przeróbki ropy. Operacji tej poddaje się nadto nie tylko ropa, lecz również smoła węglowa i torfowa, oleje z łupków bitumicznych, smoła drzewna, oleje roślinne i rybne.

Co się tyczy dystylacji, to jednym z jej zagadnień współczesnych jest zrewidowanie standardów i ograniczenie liczby wytwarzanych produktów, z których część jest mało użyteczna. Referaty, omawiające dystylację, rozważają jej współczesne metody, przytaczając szereg twierdzeń, opartych na doświadczeniu przemysłem.

O łupkach bitumicznych mówią 2 referaty: szwedzki i amerykański. Pierwszy przytacza skład uzyskiwanych z nich produktów, drugi opisuje próbną instalację, założoną przez Bureau of Mines w Colorado, i podaje zasoby łupków w St. Zjedn. oraz ich własności, zagadnienia techniczne i gospodarcze ich wyzyskania, wreszcie program prac na przyszłość na tem polu.

W sprawie paliwa silnikowego, stwierdza austriackie T-wo Gosp. Ciepłej niedostateczność charakteryzowania paliwa ciekłego zapomocą ciężaru właściwego. Referat niemiecki proponuje charakteryzowanie paliwa zapomocą „energji objętościowej”, t. zn. objętości paliwa, niezbędnej do wytworzenia określonej ilości energii. Proponuje nadto brać pod uwagę następujące własności paliwa: działanie korozyjne, stałość mieszaniny, zawartość wody i zanieczyszczeń, zapach, działanie trujące, rozpuszczalność lakieru, mieszalność, stałość w niskich temperaturach.

Niemcy wytwarzają takie ilości benzolu, że używają go samego lub z niewielką domieszką benzyny. Stąd silniki niemieckie mogą osiągać duży stopień sprężania. W Ameryce stanowi benzol tylko nieznaczną część paliw samochodowych. Klasyfikację paliw silnikowych, których ilość gatunków powinna być nieduża, proponuje referat niemiecki następująca:

- a) Paliwa o dużej lotności (benzyna):
  - 1) o niskiej wartości antydetonacyjnej,
  - 2) o średniej „ „ „
  - 3) o wysokiej „ „ „
- b) Paliwa specjalne o średniej lotności — dla lotnictwa;
- c) Paliwa o niskiej lotności (do siln. Diesel'a):
  - 1) o stos. niskim punkcie wrzenia,
  - 2) o wysokiej temp. wrzenia.

Obok tego proponuje tenże referat normalizację nast. własności:

- a) lotności (śr. temp. wrzenia),
- b) czystości,
- c) stałości przy sprężaniu,
- d) „ „ przechowywaniu,
- e) korozyjności,
- f) zawartości siarki,
- g) stosunku H/C,
- h) zapachu,
- i) stałości w stos. do zimna.

Następna sekcja (G) zajęła się zagadnieniami technicznymi i gospodarczymi koksowania węgla. Z pośród pierwszych, wymienić należy: przepływ ciepła przez ściany retort (wzgl. pieców) koksowniczych (ref. niemiecki); porównanie zastosowania wyższej i niższej wartości opałowej (referat już streszczony powyżej, p. sekcję B); gaszenie koksu; sortowanie koksu. Rozpatrując przepływ ciepła, podnosi autor odnośnego referatu, że miernikiem sprawności pieca nie może być ilość koksu, przypadająca na jednostkę powierzchni ogrzewanej i godzinę. Jako taki miernik, wysuwa autor stosunek ilości „ciepła użytecznego” do całkowitego ciepła dostarczonego w postaci paliwa gazowego; ciepło użyteczne otrzymujemy przez odliczenie strat (na promieniowanie, konwekcyjnych i kominowych) od całkowitej ilości ciepła dostarczonego. Przy uwzględnieniu takiego miernika, dwa piece mogą — przy równej sprawności — dawać różną wydajność koksu z jednostki powierzchni w jednostce czasu, zależnie od własności różn. węgla. Do odbioru instalacji, należy wprowadzić gwarancje: a) sprawności; b) wysokiego rozchodu gazu na jednostkę objętości komory spalinowej przy określonej t-rze ścian; c) b. małych różnic t-r w płaszczyźnie środkowej masy koksowej. Autor podkreśla potrzebę ustalenia formy i zakresu badań odbiorczych pieców koksowych.

Do ważnych zagadnień przygotowania koksu należy gaszenie i sortowanie. Ostatnio coraz bardziej rozpowszechnia się w Anglii, a jest już bardzo szeroko stosowane w Ameryce, gaszenie wodą metodą t. zw. „remote quenching”. Metoda ta pozwala na wytwarzanie koksu o wilgotności stałej i równej ok. 2%. Stałość zaś zawartości wody jest b. ważna dla hutnictwa. Atoli i metody suchego gaszenia zyskują na rozpowszechnieniu, choć przeszkodą ku ich rozwojowi są wysokie koszty zakładowe. Referent opisuje rozwiązania o korzystnym wyzyskaniu pary, otrzymanej przy suchym studzeniu koksu, opłacającym wydatki zakładowe. Co do sortowania koksu, podniesiono niezadawalający stan obecny tej operacji i wymieniono wymagania, jakim mają odpowiadać sortownie.

W referatach o charakterze raczej ekonomicznym poruszono zagadnienie koncentracji koksowni w wielkie jednostki i zasilania całych okręgów w gaz. Rozbudowa bowiem koksownictwa wysuwa zagadnienie znalezienia nabywców nadmiaru gazu. Część jego zużywa przemysł hutniczy, drugą część — gazownictwo. Ta druga część była do niedawna w Anglii b. duża i nieokreślona, dopóki nie ustalono w drodze ustawodawczej do-

puszczalnej wartości opałowej sprzedawanego gazu. Porównyując stosunki angielskie z niemieckimi, gdzie zasilanie całych okręgów gazem koksowym rozwija się na dużą skalę, stwierdzają referenci, iż przemysł gazowniczy jest w Anglii większy niż w Niemczech, koksowniczy zaś — odwrotnie — mniejszy; nadto hutnictwo niemieckie zużywa o wiele większą część gazów koksowniczych niż w Anglii, dalej mają Niemcy zużywać gaz koksowniczy do produkcji syntetycznej siarczanu amonu, olejów (metanol) i hydrogenacji węgla, które to dziedziny zastosowania zależą od krajowych cen odnośnych produktów, więc nie wszędzie są jednakowo rentowne; następnie Niemcy chcą tą drogą uwolnić się od dowozu węgla zagranicznego, czego w Anglii niema; wreszcie w Niemczech niema przepisowej wartości opałowej gazu świetlnego. Pomimo ograniczeń ustawowych, gazownictwo angielskie zużywać będzie w r. 1929 tyleż gazu koksownianego, ile dostarczają gazownikom niemieckim koksownie okręgu Ruhry.

Dwa następne referaty omawiały sprawę wytwarzania paliwa domowego i przemysłowego przez: 1) przemysł koksowniczy i 2) gazowniczy. W tym drugim wypadku, oblicza autor, że przy dystalacji węgla i wyzyskaniu koksu do wytwarzania elektryczności, otrzymuje się — w postaci gazu i energii elektrycznej — dwa razy więcej kaloryj z tonny węgla, niż przy bezpośrednim spalaniu węgla surowego. Interesująca jest też cyfra, wykazująca, iż spalanie obecnie zużywanej ilości gazu zaoszczędza rocznie 11 milionów tonn węgla. Pozostałe referaty rozważanej sekcji omawiają zagadnienia koksownictwa i gazownictwa w Japonii i Kanadzie. Kanada importuje znaczne ilości węgla, mimo że posiada ogromne zasoby węgla brunatnego; autor wskazuje możliwość uniknięcia importu przez przeróbkę zasobów krajowych w drodze dystalacji w wysokiej temperaturze i w niskiej temperaturze oraz wytwarzania paliwa syntetycznego. Atoli zaznacza zarazem, że ceny obecne koksu i ropy są tak niskie, iż dystalacja w niskiej temperaturze nie opłaca się; wobec wysokich kosztów zakładowych i eksploatacyjnych; to samo dotyczy paliwa syntetycznego. Najnowsze wszakże postępy „krakowania” oleju z łupków bitumicznych otwierają perspektywy zaspokojenia dużej części zapotrzebowania z tego źródła.

W końcu wspomnieć należy o referacie prof. Bone'a, prof. Finch'a i dr. Townend'a o „zasadniczych zagadnieniach spalania”, w którym autorzy zajmują się głównie spalaniem w silnikach, w szczególności rozważają korzyści wyższego stopnia sprężania (wzrost  $\epsilon$  z 5 do 7 powoduje wzrost sprawności o 14%), zjawisko detonacji i środka jego uniknięcia (4-etyl ołowiu i in.).

17 referatów sekcji H dotyczyły składu chem. i klasyfikacji oraz przechowywania i rozdziału paliw gazowych. Klasyfikację gazów palnych opracowało austrjackie T-wo Gospodarki Ciepłej; przyjęły ją w tem opracowaniu Komitety Normalizacyjne Austrjacki i Niemiecki; gazy są w niej podzielone na wytwarzane: a) z ciał stałych, b) ciekłych, c) gazy

naturalne i d) z ciał niepalnych. Grupy te dzielą się dalej wedł. procesów wytwarzania, ogólnych wartości gazów i szczególnych własności, a wreszcie wartości opałowej. Do własności palnych gazu zalicza dr. Schuster i dr. Bertelsman (Niemcy), nast.: 1) wartość opałową; 2) wymagany nadmiar powietrza; 3) temperaturę płomienia; 4) szybkość zapłonu; 5) temp. zapłonu; 6) szybkość spalania; 7) granicę wybuchowości i 8) szybkość wybuchu.

Analizę gazów rozważają 3 referaty: d-ra Löfflera (Austria), który mówi o zasadzie wybuchu w zast. do wyznaczania wart. opałowej gazu (kalorymetr wybuchowy, o dokładności do 0,3%, czas badania 3 min; d-ra Löfflera i prof. Müllera (Austria), opisujący przyrządy prof. Strache'go do wyznaczania bezwodnika węglowego, do pomiaru temperatur w miejscach niedostępnych i do wyznacz. wart. opał. metodą wybuchu oraz mikrokalorymetr do pomiarów małych próbek gazu; wreszcie referat prof. Bunte'go (Niemcy), który omawia badania paliw wedł. metod stosowanych przez Instytut Gazowy Niemiecki (włącznie z pomiarami topliwości popiołu, zdolności koksowniczych, reakcyjności i t. p.).

W jednym z referatów podnoszono postępy koksownictwa, wyrażające się m. in. w tem, że od r. 1919 sprawność cieplna procesu koksowania wzrosła z 79% do 85% dla instalacyj współczesnych z kotłami ogrzewanymi ciepłem odlotowym, zaś sprawność wytwarzania gazu wodnego — do 70% (prof. Cobb, Anglja). Ten sam autor przypuszcza, że w niedalekiej przyszłości można będzie budować zwykłe generatory gazu, z wtryskiem pary i tlenu, których sprawność wyniesie ok. 90%. Czynione są w związku z tem liczne wysiłki ku potanieniu produkcji tlenu. 3 inne referaty omawiają rozwój zastosowania gazu koksownianego do oświetlenia miast w St. Zjedn., Anglii i Francji, z referatu zaś gazowni wiedeńskiej dowiadujemy się o rozwoju produkcji gazu i jego spożycia w Wiedniu.

Pozostałe prace poruszają wytwarzanie gazu z ropy i opisują inne metody, jak naprz. generator na paliwo małowartościowe i łupki z domieszką żużli wielkopieczowych i topników i z wyzyskaniem otrzymywanych żużli do wytwarzania cementu (nowy ustrój francuski), oczyszczanie gazu, połączone z wytwarzaniem produktów ubocznych, podnoszą myśl skoncentrowania wytwarzania siarczanu amonu w specjalnych, wielkich zakładach, zasilanych pół-produktami z koksowni, któreby same tego procesu nie doprowadzały do końca, omawiają przygotowywanie mieszanek węgla do wytwarzania koksu, wreszcie bezdymne paliwo domowe. Interesujące dane o nowym kierunku wytwórczości paliwa, rozwijającym się we Francji, podał p. Berthelot. Chodzi w danym wypadku i przygotowywanie „sztucznego antracytu” przez koksovanie brykietów z węgla i lignitu, wiązanego smołą. Drugi referat francuski (p. Langrogne) wskazuje sposoby ulepszenia własności koksu, mian. ściskanie zasypu, wysoką t-rę i zmniejszenie czasu koksowania (to ostatnie uzyskuje się przez użycie płaskich pieców z materiału o dużej za-

wartości krzemu), wreszcie przygotowanie odp. dobranych mieszanek węgla.

Sekcja J i K zajęły się zagadnieniami z zastosowań paliw do wytwarzania pary i elektryczności (J) oraz do pieców przemysłowych. Z referatów opisowych, należały tu prace o zastosowaniu paliw małowartościowych w elektrowni wiedeńskiej oraz o opalaniu okrętów Tow. Royal Dutch węglem trzeciorzędowym; o gospodarce opalowej na kolejach mówił referat kolei niemieckich, zużywających rocznie 14,4 milionów t węgla, oraz 2 referaty polskie (pp. Felsza i Kruszewskiego), o pracach badawczych — donosił dr. Havliček, który opisał badania własności pary przy ciśnieniach do 253 at i temperaturze do 500°C, porównyując uzyskane wyniki z danymi Mollier'a, oraz p. Lindmark, opisujący urządzenia Politechniki Sztokholmskiej do badania promieniowania płomienia, wytwarzającego się przy spalaniu pyłu węglowego, które to prace dają wskazówki do zracjonalizowania ustroju komory spalania w kotłach wogóle, a w opalanych pyłem w szczególności. Z innych referatów, wymienimy jeszcze: 2 polskie, które do tej sekcji należały (o spalaniu węgla na parowozach, p. Felsza, oraz o stratach ciepłych przy opalaniu gazem, p. Wiśniowskiego), o opalaniu kotłów okrętowych (ropa), o udoskonaleniu opalania przez zastosowanie odpow. mieszanek węgla, o zastosowaniu skraplaczy na parowozach, w szczególności na turbowozach, wreszcie — o szkoleniu palaczy. Z referatów i dyskusji wyłoniły się nast. zagadnienia współczesne techniki kotłowej: odgazowanie węgla przed spalaniem; rozpowszechnienie się rusztów mechanicznych w kotłach okrętowych oraz dążenie do wprowadzenia na statkach pyłu węglowego; podgrzewanie powietrza paleniskowego oraz trudności nasuwane przez to w postaci uszkodzeń rusztów i ścian obmurza; konieczność ulepszenia materiałów kotłowych, nadających się do wysokich temperatur, zwłaszcza materiału na przegrzewacze; rozwój zastosowań pyłu węglowego; metody jego wytwarzania i przechowywania; zanieczyszczenie powietrza dymem (zwłaszcza przy rozpowszechniających się niskich kominach przy ciągu sztucznym) oraz pyłem i popiołem — przy opalaniu pyłem węglowym. Nadto podkreślono konieczność uzgodnienia wyników prowadzonych w różnych krajach badań pary o wysokiej prężności (ewent. utworzenie międzynarodowej komisji, któraby ustaliła odp. tablice w skali międzynarodowej).

Duże zainteresowanie i obszerną dyskusję wywołał referat p. R. P. Sloan'a o racjonalnym wyzyskaniu paliwa do wytwarzania elektryczności. Autor podał w nim ogólny rozchód węgla w elektrowniach angielskich (7,75 milionów t rocznie = 4,3% całego rozchodu krajowego) i wypowiedział przypuszczenie, że rozchód ten nie będzie wzrastał szybko, mimo szybkiego wzrostu rozchodu energii elektrycznej w kraju, gdyż wzrost sprawności opalania i zastosowania energii odpadkowej przyczyni się w dużym stopniu do zaoszczędzenia węgla. Referent przytacza cyfry obrazujące

%-we koszta paliwa przy wytwarzaniu elektryczności oraz wskazuje, jako środki oszczędności: zmniejszenie bezpośrednich strat ciepłych, podgrzewanie powietrza, regeneracyjne podgrzewanie wody zasilającej, zastosowanie wyższych temperatur i prężności, użycie pary z turbin przeciwnych do celów grzejnych. Dodaje do tego możliwość wyzyskania produktów ubocznych przez poprzednią dystalację węgla i opisuje taką instalację w elektrowni w Dunston-on-Tyne. Rentowność takiego sposobu opalania jeszcze nie jest dostateczna, gdyż — wedł. autora — uzyskuje się z wytwarzania produktów dystalacji nadwartość 3 szyl. 1 d. na każdej tonnie węgla (wartość koksu z 1 tonny węgla = 10 szyl. 6 d., wartość prod. ubocznych = 9 szyl. 1 d., suma = 19 szyl. 7 d., gdy wartość węgla = 12 szyl./t + koszta obsługi 4 szyl. 8 d = 16 szyl. 8 d).

Atoli przy budowie tego rodzaju instalacji na większą skalę można uzyskać rentowność wystarczającą.

Co się tyczy zastosowań paliwa do pieców przemysłowych, to referaty na ten temat (sekcja K) możnaby podzielić na grupy następujące: a) zastosowanie paliw do różn. dziedzin wytwórczości; b) także zastosowanie elektryczności; c) wytwarzanie i zastosowanie gazu. W pierwszej grupie referatów znajdujemy m. in. pracę prof. Grum-Grzymajły i prof. Kirpiczewa (Rosja) o teorii hydraulicznej przepływu gazów w zastos. do budowy pieców, która to teoria Grum-Grzymajły zdobyła sobie oddawna powszechne uznanie. Autorzy streszczają ją, uzupełniając wywody o charakterze teoretycznym sprawozdaniami z doświadczeń nad przepływem gazów, przyczem rozpatrują ruch płomienia, jako przepływ lekkiej cieczy wewnątrz cieczy ciężkiej. Badania, dokonywane przez autorów, dotyczyły wpływu gazów dokoła ogrzewanych rur i płyt, przyczem obliczano również straty ciepła. W końcu opisują autorzy zastosowanie swej teorii do budowy pieców metalurgicznych, zaznaczając, że rekonstrukcja pieca hutniczego, oparta na powyższej teorii, doprowadziła do wzrostu jego wydajności o 30%, a zarazem do zmniejszenia rozchodu węgla o 48%, w porównaniu z rozchodem poprzednim.

Również interesujący był referat o opalaniu przemysłowym, przy użyciu paliwa stałego, płynnego i gazowego, złożony przez Komitet angielski. Mówiąc o opalaniu węglem, podkreślają autorzy możliwość wytwarzania już dziś rusztów, mogących pracować zadawalająco, t. zn. bez utleniania i z zachowaniem dostatecznej wytrzymałości, przy temp. do 1000°C i nawet wyższej.

Ostatnio zaś udało się wytworzyć stal, odporną również na działanie siarki w tej temperaturze. Jednym z ważnych zastosowań takiej stali będą rekuperatory ciepła, gdyż doświadczenia wykazują znaczną wyższość ogrzewnic z rur stalowych w porównaniu z ogrzewnicami z cegły. Autorzy opisują podobną instalację w stalowni, w której t-ra dolotowa gazów do ogrzewnic wynosiła 1000—1200°C, zaś t-ra podgrzanego powietrza była ograniczona do 300°C, dla uniknięcia

uszkodzeń (stapiania się) obmurza. 18-miesięczna praca takiej instalacji wykazała, że ani obmurze, ani rury ogrzewnicy nie ulegają uszkodzeniom. Sir Robert Hadfield omawia stosunkowe zalety i wady paliw stałych, ciekłych i gazowych, uwzględniając szczególnie ich zastosowanie do różn. celów (adaptability factor), t. zn. łatwość obsługi, dostępność zajmowanego przez nie miejsca i t. p. Z innego referatu dowiadujemy się o stosunkach paliwowych Japonji, mian., że b. rozpowszechnione tam spożycie drzewa na opał domowy (w postaci surowej i węgla drzewnego) grozi wyniszczeniem lasów, co znów zagraża siłom wodnym; wydobycie węgla wynosi tam 30 milj. t rocznie, spożycie zaś wewnętrzne —  $28\frac{1}{2}$  milj. t; zużycie węgla na opał sięga 3 milj. stóp sześć. rocznie; wreszcie siły wodne dają ok. 6 miliardów kWh, co odpowiada 10 milj. t węgla. Jako paliwo zastępujące węgiel drzewny, stosuje się coraz szerzej brykiety z lignitu, po odgazowaniu go w nisk. temperaturze. Do omawianej grupy referatów zaliczono również referat polski dra Niemczynowskiego o palniku gazowym atmosferycznym, w którym autor opisał badania głównych czynników pracy takiego palnika i dał wytyczne do projektowania tegoż.

Na temat zastosowań paliwa w konkretnych dziedzinach wytwórczości, zgłoszono: 1) referat omawiający to zagadnienie w odniesieniu do przemysłu hutniczego (Niemcy), przyczem rozważono szczegółowo możliwości jak najlepszego wyzyskania pod względem energetycznym stosowanego paliwa. Nadmiar gazów służyłby do zasilania okolicy. Opisując zastosowanie gazu w różn. piecach, wypowiada się autor za opalaniem koksownic oczyszczonych gazem wielkopieczowym, zaś użyciem gazu koksownianego do pieców w stalowniach i walcowniach. Referat japoński opisuje, jak uzyskuje się dobry koks hutniczy z węgla małowartościowego, drogą odp. jego przygotowania i właściwego ogrzewania koksownic. Liczne gatunki węgla są mianowicie proszkowane i płókanne, tak że zawierają w końcu 12% popiołu, a koks z nich — 18%. 2) Referat o przemyśle ceramicznym (Czechosłowacja) podkreśla możliwość użycia w tej dziedzinie węgla małowartościowego; opisuje zarazem badania państw. Instytutu Węglowego w Czechosłowacji nad zastosowaniem tego węgla do pieców ceramicznych, przytaczając bilanse cieplne i wykazy strat (prócz promieniowania). 3) W dalszym ciągu rozważa to zagadnienie referat, dotyczący przemysłu cementowego w Danji, podkreślając, iż w cementownictwie koszty opału stanowią ok.  $\frac{1}{2}$  kosztów produkcji i że, od czasu wprowadzenia w r. 1900 wysokiej temperatury wypalania i kotłów wyzyskujących ciepło odlotowe, sprawność pieców prawie podwoiła się. Światową produkcję cementu ocenia autor na 59 milionów t, a rozładowany na nią opał oblicza w ilości 24,2 milj. t (węgla, koksu, lignitu, torfu i ropy); uważa, że byłoby możliwe zaoszczędzenie z tej ilości paliwa ok. 5 milj. t rocznie.

5 referatów poświęcono ogrzewaniu przemysłowemu zapomocą elektryczności. Z nich jeden (japoński) rozważa mierniki sprawności takiego ogrzewania, drugi opisuje jego rozwój w Austrii, do grzania wody, wytwarzania pary, suszarnictwa, spawania, grzania nitów i t. p. Nocne zużycie energii elektrycznej do celów grzejnych ulepsza — oczywiście — krzywą obciążenia dobowego elektrowni, czego autor daje przykłady konkretne; wytwarzanie pary zapomocą ogrzewania elektrycznego ma być — wedł. autora — rentowne, jeśli 1 kWh kosztuje więcej niż  $\frac{1}{3}$  do  $\frac{1}{4}$  kg węgla. Trzeci referat (angielski) opisuje zastosowanie tego rodzaju ogrzewania w Anglji, stwierdzając, że ok.  $6\frac{1}{2}$ % ciepła zużywanego w przemyśle wytwarza się tam drogą ogrzewania elektrycznego i że, aczkolwiek jest to sposób drogi, to jednak rozwija się coraz szerzej, zwłaszcza w zastosowaniu do obróbki cieplnej metali. Referat kanadyjski wskazuje, że korzystne byłoby zastosowanie elektryczności do wytwarzania, drogą elektrolizy, tlenku, który byłby używany do wzbogacania powietrza paleniskowego, obciążonego zbyt znacznie bezużytecznym, wzgl. szkodliwym składnikiem — azotem. Przez elektrolizę zaś uzyskiwałoby się zarazem i wodór, stanowiący również paliwo. W Stanach Zjednoczonych — jak dowiadujemy się z odpow. referatu — zużywa się około 2 milionów kWh energii elektrycznej do ogrzewania przemysłowego, co stanowi ok. 10% ogólnej mocy silników elektrycznych. Polem zastosowania ogrzewania elektrycznego są przedewszystkiem procesy metalurgiczne, dalej emaljowanie, pieczenie chleba, suszarnictwo i in. W r. 1926 zbadano, do jakich granic mogłoby się rozwinąć zastosowanie elektryczności do ogrzewania w przemyśle (łącznie z piekarniami) w St. Zjedn.; w wyniku otrzymano cyfrę 47 milionów kWh.

O zastosowaniu elektryczności w ceramice mówi referat japoński.

Bardzo szczegółowo został przedstawiony w osobnym referacie stan obecny gazownictwa przemysłowego w St. Zjedn., wraz z opisem szeregu instalacyj. Referat podaje, że w ciągu 6 ostatnich lat spożycie gazu w przemyśle tamtejszym wzrosło o 97%.

Z innych referatów, dotyczących specjalnych zastosowań gazu, należy wymienić pracę p. Auclair'a (Francja) na temat samochodów o silnikach na gaz generatorowy, w której autor stwierdza dokonane w tym kierunku postępy ostatnich lat, polegające na uproszczeniu wytwarzania gazu przez usunięcie wttrysku pary i podgrzewania powietrza. Samochody z takimi silnikami działają zupełnie dobrze, pewną ich wadą jednak jest zmniejszenie pojemności użytecznej, wskutek tego, że napęd ich zajmuje więcej miejsca, niż silnik benzynowy. Podając dalej trudności spalania przy wytwarzaniu maksimum i minimum mocy, oraz przy biegu jałowym, zaznacza autor, że rentowność tego napędu wymaga, by cena zużywanego paliwa była nie wyższa, niż 40% ceny benzyny.

(d. n.)