

TECHNIK

ORGAN POLSKIEGO STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW WOJ. ŚLĄSKIEGO

TREŚĆ NUMERU

1. Silniki trójfazowe z wirnikiem zwartym — inż. Hasterman	71	4. Przegląd czasopism technicznych	96
2. Łuk elektryczny i jego własności w zastosowaniu do spawania — inż. Stefan Nieświatowski	82	5. Dział gospodarczy	104
3. Stopień sprężania i detonacje w silnikach wybuchowych — inż. W. Siadek	89	6. Dział prawniczy	109
		7. Z życia Towarzystw Technicznych	109

Silniki trójfazowe z wirnikiem zwartym.

Inż. Hasterman, Katowice.

Prosta budowa, pewność ruchu i taniość — to są względy które decydują dziś głównie o wyborze silnika. Przewaga silnika trójfazowego z wirnikiem zwartym nad wszelkimi innymi rodzajami silników jest pod tym względem oczywista i nie podlega dyskusji.

Zupełny brak części ciernych (prócz łożysk), brak ruchomych kontaktów elektrycznych, brak izolacji w wirniku, wszystko to są zalety w górnictwie, hutnictwie i innych ciężkich napędach nieocenione. W ostatnich latach rozpoznał się ponadto sposób fabrykacji wirników zwartych, polegający na odlewaniu całego uzwojenia wirnika z aluminium wprost w żelazie; taki wirnik jest doprawdy niezniszczalny.

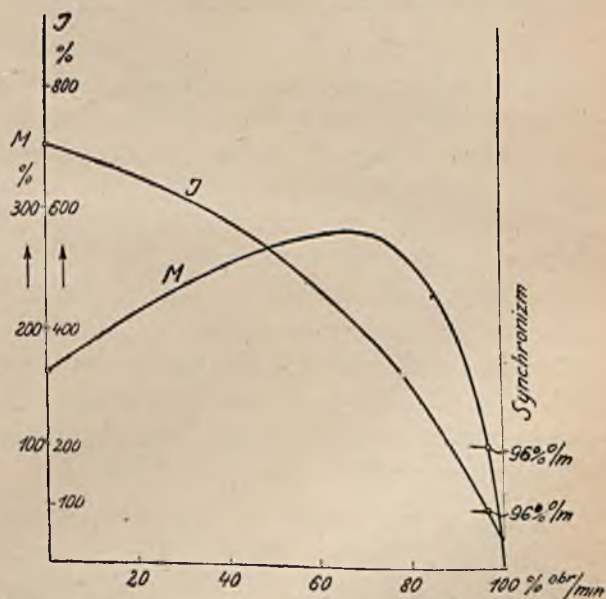
Silnik z wirnikiem zwartym — doskonały pod każdym względem i nie sprawiający żadnych kłopotów podczas pracy — posiada jednak przy uruchomieniu szereg nieprzyjemnych własności.

Postaramy się wykazać, że przez zastosowanie odpowiednich konstrukcyj oraz urządzeń pomocniczych można te wady silnika zwanego z łagodzić lub nawet zupełnie usunąć; wreszcie wykazemy, iż wady te są często wyolbrzymiane i błędnie oceniane.

Najpierw zbadamy własności rozruchowe zwyczajnego silnika z wirnikiem zwartym, załączonego do sieci wprost, bez jakichkolwiek urządzeń rozruchowych. W tym celu zbadamy jak zmienia się moment kręjący silnika oraz prąd pobierany z sieci — w miarę jak silnik rozpędza się od stanu spoczynku aż do pełnej ilości obrotów.

Moment kręjący, odpowiadający normalnemu obciążeniu silnika, oznaczmy przez 100%; również wielkość prądu, odpowiadającą normalnemu obciążeniu, oznaczmy przez 100% (wielkość ta wypisana jest zawsze na tabliczce t. zw. „firmowej silnika“).

Natomiast jako „100% ilości obrotów“ uważać będziemy szybkość t. zw. „synchroniczną“ to jest, praktycznie biorąc, ilość obrotów silnika biegnącego luzem.



Rys. 1.

Rys. 1. przedstawia charakterystyki rozruchu silnika (11 kW, 1500 obr/min). Dla ilości obrotów 0, czyli w pierwszej chwili po włączeniu silnika do sieci, moment kręjący wynosi

170%, prąd: 700%. W miarę rozpędzania się silnika moment kręjący wzrasta, dochodząc do wartości 270% przy około 1100 obr/min, następnie zaś maleje dość szybko, osiągając przy 1440 obr/min, wartość 100%, odpowiadającą normalnemu obciążeniu.

Prąd pobierany z sieci maleje w miarę rozpędzania się silnika: przy 1440 obr/min osiąga 100% — rozruch jest skończony.

Rozpatrując uważnie wykresy rys. 1 możemy łatwo wykryć wszystkie wady silnika z wirnikiem zwartym, mianowicie:

1. Wywoływanie spadków napięcia w sieciach (wielkie prądy).
2. Trudność zabezpieczenia silnika od przeciążeń (wielkie prądy).
3. Gwałtowność rozruchu (wielki i rosnący w miarę wzrostu obrotów moment kręjący).

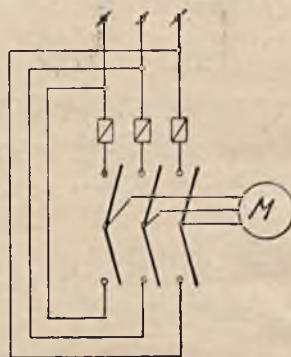
Najważniejszą jest sprawa spadków napięcia w sieciach. Prądy, przekraczające 6 — 9 razy prąd normalny, wywołują poważne spadki napięcia: jeżeli np. sieć była tak obliczona, żeby przy normalnym obciążeniu silnika spadek napięcia wynosił 1,5% — przy rozruchu otrzymamy spadek ok. 10%. O ile sieć dla oświetlenia i silników jest wspólna, każde uruchomienie silnika zwartego pociąga za sobą nieprzyjemne ściemnienie i migotanie światła elektrycznego. To też elektrownie okręgowe w Europie wogóle zabroniły przyłączania do swych sieci silników z wirnikiem zwartym*).

W Ameryce polityka elektrowni poszła innymi drogami: sieci dla oświetlenia i dla silników są tam z reguły rozdzielone, wszelkie ograniczenia krępujące wybór silnika są więc zbędne. To też statystyki amerykańskie wykazują, iż około 95% wszystkich silników stanowią silniki z wirnikiem zwartym; silnik z pierścieniami ślizgowymi stosowany jest w Ameryce nader rzadko, przeważnie tylko tam, gdzie potrzebna jest regulacja obrotów. Natomiast w Europie ilość silników z pierścieniami ślizgowymi i rozrusznikami przekracza 50% ogółu silników, na Śląsku procent ten jest jeszcze wyższy.

Drugą ważną sprawą jest zabezpieczenie silników. Zwykłe bezpieczniki, dopasowane do prądu pobieranego przez silnik pod normalnym obciążeniem, przepalają się natychmiast przy prądzie 600 — 900%.

Trudność tę możemy ominąć, stosując przełącznik: Do „rozruchu“ włączamy silnik

wprost na sieć, (z ominięciem bezpieczników rys. 2); po ukończeniu rozruchu przełączamy



Rys. 2.

go na „pracę“ (z bezpiecznikami). Przełącznik taki pozwala na zabezpieczenie silnika od przeciążeń podczas pracy, nie zabezpiecza go jednakże od przeciążeń podczas rozruchu; jeżeli np. mechanizm, który silnik ma napędzać jest zahamowany, zaciął się itp.

i wskutek tego silnik nie może ruszyć z miejsca, to prąd 600 — 900% zniszczy uzwojenie silnika po kilku sekundach. Wprowadzenie dodatkowych bezpieczników w obwodzie rozruchowym, niewieleby pomogło: gdybyśmy dobrali te bezpieczniki tak, żeby się nie przepalały nawet przy kilkakrotnie powtarzanym, lecz prawidłowym rozruchu (co jest konieczne ze względu na uniknięcie zbyt częstych napraw bezpieczników) — to przy zacięciu się silnika z pewnością działałyby one zbyt późno.

Zupełnie dobre zabezpieczenie można uzyskać tylko przy stosowaniu samoczynnych wyłączników z t. zw. wyzwalaczem cieplikowym (termicznym). Jako zasadę można przyjąć, że wyzwalacze te powinny działać przy przeciążeniu 20% w przeciągu 2 godzin, natomiast przy przeciążeniu 5%, trwającym 2 godziny — wyłączać nie powinny; chronią więc należycie silnik — a zarazem pozwalają go wyzyskać do ostatnich granic. Przy przeciążeniu 600 — 700% powinny one działać w przeciągu 5 — 10 sek.*). Nastawienie takiego wyzwalacza jest przeważnie bardzo proste: nastawia go się na nominalny prąd silnika (prąd oznaczony na tabliczce firmowej).

W połączeniu z wyłącznikiem termicznym silnik zwarty ma dużą przyszłość. Obsługa całego urządzenia jest tak idealnie prosta jak np. zapalenie i gaszenie żarówki. Możliwe jest przytem uruchamianie silnika z odległości; silnik jest zabezpieczony od wszelkich przeciążeń i nieprawidłowych manewrów. Niestety, jednak cena wyłączników z wyzwalaczami termicznymi jest dość znaczna w porównaniu z ceną silnika, (zwłaszcza dla silników o mocy kilku kW), choć trzeba przyznać, iż ceny tych aparatów ustawicznie spadają.

*) Dopiero w ostatnich czasach elektrownie te nieco złagodziły swe przepisy.

*) Por.: Leitsätze für Motorschutzschalter VDE 1930.

Trzecią sprawą, którą należy mieć na uwadze przy wyborze silnika, jest gwałtowność rozruchu. Moment rozruchowy silnika zwartego wynosi, jak mówiliśmy, 150 — 200% momentu normalnego, jest więc bardzo znaczny, w miarę zwiększania się ilości obrotów silnika moment ten jeszcze rośnie aż do 250 — 300%; największy, czyli t. zw. „krytyczny“ moment kręcący osiągany bywa zwykle przy 70 — 80% normalnej ilości obrotów, poczem przy dalszym zwiększaniu się szybkości silnika moment ten szybko maleje aż do wartości odpowiadającej obciążeniu silnika (wykres 1 krzywa „M“).

Zwykły silnik z wirnikiem zwartym, załączony wprost do sieci rusza więc bardzo gwałtownie; rozruch trwa krótko i ma charakter szarpnięcia, co przeważnie nie jest pożądane; jeżeli np. silnik napędza gumową taśmę transportową, to wskutek gwałtownego rozruchu taśma ta zostaje rozciągnięta; przez częste rozciąganie taśma ulega szybkiemu zużyciu; również gdy silnik napędza pędnię (transmisję) nie jest pożądane, żeby ruszyła ona z miejsca gwałtownie, gdyż łatwo wtedy o wypadek (pasy zlatują itd.).

Tę wadę silników zwartych opanować możemy przez sprzęgnięcie silnika z kołem zamachowym lub — znacznie lepiej i taniej — przez zastosowanie silnika „dwuklatkowego“ (p. niżej). Istnieje zresztą bardzo wiele napędów, przy których gwałtowność rozruchu nie jest szkodliwa (zwłaszcza gdy silnik sprzęgnięty jest wprost z pompą, wentylatorem itp.).

Widzimy więc, że wady silnika zwartego nie są takie groźne, że ów najprostszy, najtańszy, zwykły silnik, włączany wprost do sieci — jest zupełnie dobrym rodzajem napędu. Jest rzeczą zdumiewającą, że na Śląsku, gdzie w zakładach przemysłowych, górniczych i hutniczych sieci silnikowe i oświetleniowe są przeważnie rozdzielone (do silników stosowane bywa z upodobaniem napięcie 500 V) — ten rodzaj napędu znalazł tak małe rozpowszechnienie.

Oprócz owego najprostszego, „prymitywnego“ napędu istnieje wiele sposobów sztucznych. Pomysłów na ten temat było bez liku. Utrzymały się i na omówienie zasługują: przełącznik z gwiazdy w trójkąt, rozrusznik mechaniczny i wirnik z podwójnym uzwojeniem („dwuklatkowy“). Stosowane też bywają kombinacje tych trzech pomysłów.

II. Przełącznik z gwiazdy w trójkąt.

Najprostszym sposobem obniżenia prądu rozruchowego jest obniżenie napięcia na czas trwania rozruchu. Można by w tym celu zastosować transformator posiadający dwa stopnie: jeden dla rozruchu, drugi dla pracy; sposób ten bywa niekiedy stosowany, o wiele prostszym jednakże jest zastosowanie przełącznika z gwiazdy w trójkąt co, jak wiadomo, równoznaczne jest z obniżeniem napięcia przy rozruchu w stosunku $1 : \sqrt{3}$.

Można przyjąć, że przez zastosowanie przełącznika Y/Δ uzyskuje się 3-krotne zmniejszenie prądu rozruchowego. Wynika to z następującego rozumowania (rys. 3). Oznaczmy przez V_s napięcie sieci, przez V_f napięcie, przypadające na jedną fazę silnika, przez J_f prąd płynący w uzwojeniu silnika, zaś przez J_s — prąd pobierany z sieci. Znaczkami Y oznaczają będziemy wartości odnoszące się do połączenia w gwiazdę, znaczkami Δ — do połączenia w trójkąt. Oczywiście:

$$V_f(Y) = \frac{V_s}{\sqrt{3}}; \quad V_f(\Delta) = V_s$$

W pierwszej chwili po załączeniu silnik z wirnikiem zwartym przedstawia jak gdyby transformator ze zwartym uzwojeniem wtórnym; „prąd zwarcia“, płynący w uzwojeniu jest więc proporcjonalny do napięcia przyłożonego do uzwojenia pierwotnego. A więc:

$$\frac{J_f(Y)}{J_f(\Delta)} = \frac{V_f(Y)}{V_f(\Delta)} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Nas obchodzi jednakże prąd pobierany z sieci; przy połączeniu w Y prąd ten jest równy prądowi w uzwojeniu, przy połączeniu w Δ będzie od niego $\sqrt{3}$ razy większy. Zatem:

$$J_s(Y) = J_f(Y); \quad J_s(\Delta) = \sqrt{3} J_f(\Delta);$$

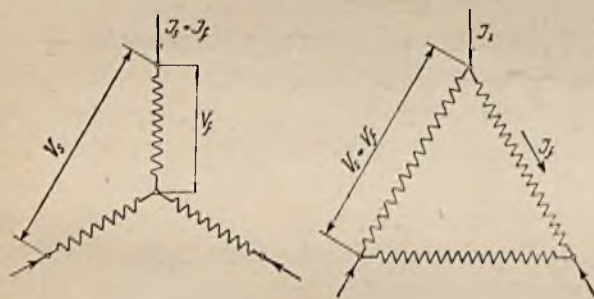
$$\frac{J_s(Y)}{J_s(\Delta)} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{1}{3}$$

Ten teoretyczny wynik zgadza się z doświadczeniem. Zarówno prąd rozruchowy, jak i moment rozruchowy zostają przez zastosowanie przełącznika 3-krotnie obniżone.

Tellert ułożył tabelkę przeciętnych wartości prądu rozruchowego (J) i momentu rozruchowego (M) w zależności od mocy i ilości obrotów silnika. Przetaczamy ją w całości.

Moc (kW)		Obrotów na minutę			
		3000	1500	1000	750
1,5 — 4	M	70 — 60%	75 — 70%	70 — 60%	65 — 60%
	J	210 — 230%	200 — 220%	180 — 200%	180 — 200%
5,5 — 11	M	60 — 50%	75 — 60%	60 — 50%	60 — 50%
	J	210 — 240%	200 — 230%	190 — 210%	190 — 210%
15 — 40	M	50 — 40%	55 — 45%	55 — 50%	55 — 50%
	J	220 — 250%	210 — 240%	200 — 230%	200 — 220%

Widzimy więc, iż prądy rozruchowe zostały sprawdzone przez użycie przełącznika Y/Δ do zupełnie znośnych wartości, gdyż przy stosowaniu silników z pierścieniami ślizgowymi i rozrusznikiem musimy także liczyć się z prądami rozruchowymi, wynoszącymi do 200% normalnego.



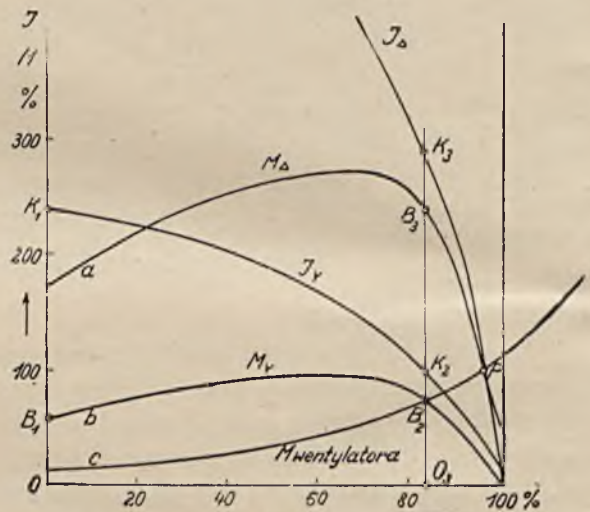
Rys. 3.

Natomiast wartości momentu rozruchowego zostały tak dalece obniżone, iż silnik nadaje się tylko do napędów o lekkim rozruchu: wentylatorów, pomp odśrodkowych, dmuchaw, niektórych obrabiarek i wszelkich innych maszyn, które nie ruszają pod obciążeniem. Nie nadaje się zupełnie do napędu dźwigów, pomp tłokowych i innych ciężkich napędów.

Przy stosowaniu przełącznika z gwiazdy w trójkąt należy jednakże pamiętać o tym, że mamy nie jedno, lecz dwa uderzenia prądu: raz przy załączaniu w gwiazdę i drugi raz przy przełączaniu z gwiazdy w trójkąt. To drugie uderzenie prądu może być nawet dotkliwsze od pierwszego.

Rozpatrzmy tę sprawę dokładniej na przykładzie. Dajmy na to, że silnik napędza wentylator. Na rys. 4 mamy wyrysowane „charakterystyki” silnika i wentylatora, (krzywe przedstawiające zależność momentu kręcego od ilości obrotów). Krzywa „a” jest charakterystyką silnika załączonego na „pracę” (w trójkąt), krzywa „b” odpowiada silnikowi załączonemu na „rozruch”, zaś krzywa „c” jest

charakterystyką wentylatora. Ponadto na tym samym rysunku wyrysowano w odpowiedniej skali zależność prądu pobieranego z sieci od ilości obrotów przy połączeniu w Δ (krzywa a) oraz w gwiazdę (krzywa b).



Rys. 4.

Rozruch rozpoczyna się włączeniem silnika na Y; silnik rozwija w tej chwili moment, przedstawiony odcinkiem OB_1 , i pobiera prąd wielkości OK_1 . Wentylator nie przedstawia jeszcze prawie żadnego oporu, (jak wiadomo, moment kręcy wentylatora jest proporcjonalny do kwadratu ilości obrotów na min.), cały więc prawie moment kręcy silnika zużyty zostaje na wprowadzenie w ruch zespołu. W miarę zwiększania się ilości obrotów zespołu moment kręcy silnika zmienia się według krzywej „b”, moment wentylatora według krzywej „c”. Wreszcie w punkcie B_2 momenty te się zrównają, i od tej chwili szybkość obrotowa zespołu już nie rośnie; silnik pobiera wtedy prąd „ OK_2 ”. Teraz następuje przełączenie na trójkąt. Moment obrotowy wzrasta z „ OB_2 ” na „ OB_3 ”, prąd z OK_2 na OK_3 , wentylator dalej przyspiesza aż do przecięcia się krzywych „a” i „c”. Punkt przecięcia P jest punktem pracy zespołu, z chwilą osiągnięcia go rozruch jest ukończony.

Jak widzimy możliwym jest zupełnie, żeby $O_3 K_3 > OK_1$; będziemy mieli wtedy maximum prądu przy przełączeniu z Y w Δ , a nie w pierwszej chwili po załączeniu.

Znane są wypadki w których uderzenie prądu przy przełączaniu z gwiazdy w trójkąt przekraczało 400%. W tych wypadkach oczywiście stosowanie przełącznika Y/ Δ mija się z celem i lepiej byłoby silnik załączać wprost na sieć.

Naogół jednak dla t. zw. „napędów o lekkim rozruchu“ silnik zwarty z przełącznikiem Y/ Δ nadaje się doskonale. Obsługa tego silnika jest wprawdzie prosta, niemniej jednak wymaga nieco lepszej obsługi, niż silnik załączany wprost na sieć. Przełączniki z Y/ Δ są zwykle tak budowane, że bezpieczniki są włączane dopiero po przełączeniu na Δ , natomiast przy połączeniu w Y są omijane; ma to na celu uniknięcie zbyt częstego przepalania się bezpieczników podczas rozruchu. Gdyby obsługujący silnik zapomniał przełączyć go na Δ — silnik może ulec spaleni.

Zastosowanie wyłączników samoczynnych z termicznym wyzwalaczem usuwa w zupełności te obawy; instalacja staje się wtedy jednakże dość kosztowną.

Prócz tego istnieją (a nawet wyrabiane są w kraju) automatyczne przełączniki z gwiazdy w trójkąt uruchamiane przez naciśnięcie guzika. Czas przełączenia z gwiazdy w trójkąt może być wtedy nastawiony raz na zawsze zupełnie niezależnie od zrzeczności usługi.

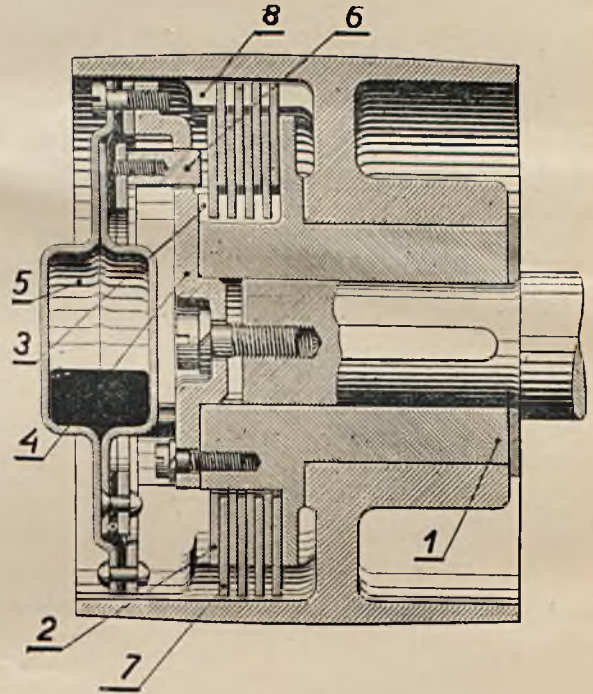
III. Rozruszniki mechaniczne.

Niemal od początku istnienia silników elektrycznych było znane i stosowane t. zw. „koło luźne“. Silnik uruchamiano bez obciążenia, dopiero po osiągnięciu przez niego pełnej ilości obrotów przesuwano pas z koła luźnego na koło pracujące.

Urządzenie takie pozwala uruchomić najcięższe nawet mechanizmy przy pomocy silnika zwartego z przełącznikiem gwiazda-trójkąt. Dziśszym wymaganiom nie odpowiada ono jednak zupełnie: dziś wymagamy rozruchu s a m o c z y n n e g o, niezależnego od wyszkolenia i uwagi obsługującego.

W ostatnich czasach zjawilo się sporo automatów, opartych na zasadzie „koła luźnego“; służą one do rozruchu, nazwano je więc „rozrusznikami mechanicznymi“. Opiszemy konstrukcję Skoda-Götz (rys. 5 i rys. 6).

Na końcu wałka przy pomocy klina osadzona jest piaśta (1). Na piaście obraca się luźno koło pasowe. Prócz tego na piaście osadzone są cztery płytki metalowe (2). Część piasty, na której osadzone są płytki, jest zaostrzona w 8 zębów (3), płytki zaś posiadają wycięcia odpowiadające tym zębom. Płytki zmuszone są więc do obracania się razem z piaśtą, mogą się natomiast swobodnie przesuwają wzdłuż osi.



Rys. 5.



Rys. 6.

W zupełnie podobny sposób umieszczone są na kole pasowym przy pomocy zębów „8“ płytki „7“.

Sprzęganie piasty z kołem odbywa się przy pomocy wzajemnego dociskania płytek 2 i 7. Sposób tego dociskania jest właśnie charakterystyczną cechą konstrukcji Skody.

Przy pomocy trójramiennej gwiazdy przymocowane jest do piasty naczynie z rtęcią. Gdy silnik zostanie załączony do sieci osiąga

on wraz z piastą w przeciągu ułamka sekundy ($\frac{1}{8} - \frac{1}{3}$ sek) pełną ilość obrotów: rtęć w naczynku jednakże nie zacznie od razu wirować, dopiero stopniowo, wskutek tarcia o ścianki naczynia nabiera ona szybkości, jednocześnie zaś wytwarza się w niej siła odśrodkowa. Po pewnym czasie wytworzy się w rtęci pierścień usiłujący wcisnąć się w szczelinę (m), naczynko zostaje więc rozpychane; denko naczynka od strony wału jest osadzone na elastycznym pierścieniu, przesuwa się więc wzdłuż wału, a z niem pręty „6” (na obwodzie pierścienia prętów tych jest 3). Przy pomocy tych prętów płytki „2” i „7” są wzajemnie dociskane. Docisk wytwarza się łagodnie, stopniowo w miarę nabierania szybkości przez płyn w naczynku.

Rozruch więc możemy podzielić na 3 okresy:

(I) Silnik włączony do sieci rozpędza się aż do osiągnięcia pełnej ilości obrotów. Koło pasowe nie obraca się. Okres ten trwa ($\frac{1}{8} - \frac{1}{3}$ sek) zależnie od momentu bezwładności czyli t. zw. „GD²” silnika).

(II) Silnik biegnie nieobciążony z pełną szybkością, koło pasowe nie obraca się — około $\frac{1}{2}$ sekundy.

(III) Koło pasowe zaczyna obracać się. Silnik zostaje obciążany wskutek czego jego szybkość spada o kilka %. Po pewnym czasie (8 — 10 sek) koło pasowe osiąga szybkość taką jak silnik — rozruch jest ukończony.

Zamiast koła pasowego można w zupełnie podobny sposób zbudować sprzęgło i silnik może być wtedy użyty do bezpośredniego napędu i zmontowany na wspólnej płycie z maszyną napędzaną.

Oprócz konstrukcji Skody istnieje wiele innych tego rodzaju. Prawie każda wielka firma posiada swój typ rozrusznika mechanicznego. Od dobrego rozrusznika należy bezwzględnie wymagać, żeby obciążenie silnika następowało dopiero po osiągnięciu przez niego pełnej ilości obrotów.

Dawniej stosowano prócz rozrusznika mechanicznego prawie zawsze przetącznik z gwiazdy w trójkąt, gdyż rozrusznik mechaniczny nie wpływa zupełnie na wielkość prądu rozruchowego, pobieranego z sieci w pierwszej chwili po załączeniu. Okazuje się jednak, że czas trwania tego wielkiego prądu jest tak krótki,

że nawet przy załączeniu silnika wprost do sieci drgania napięcia nie są zbyt dotkliwe.

Skoda podaje np., że dla silnika 10 HP. 1450 obr/min w pierwszej chwili po włączeniu prąd jest wprawdzie bardzo duży (ok. 700%) jednakże już po upływie $\frac{1}{10}$ sekundy spada poniżej 200%; stwierdzono doświadczalnie, iż tak krótko trwające prądy nie wywołują szkodliwego migotania światła, odpada więc potrzeba stosowania przetącznika Y/ Δ .

Czy rozruszniki mechaniczne mają przyszłość? Nie można jeszcze dziś odpowiedzieć na to ani twierdząco, ani przecząco. Nie ulega wątpliwości, iż wszystkie wady silnika zwartego są przez zastosowanie rozrusznika mechanicznego usunięte: rozruch jest silny lecz łagodny, wahań napięcia w sieci niema. Aparatura elektryczna może być ograniczona do zwykłego wyłącznika z bezpiecznikami. Z drugiej strony jednak cenarozrusznika jest dość wysoka, mechanizm dość skomplikowany i delikatny, posiada przytem sporo części, podlegających zużyciu (płytki, wewnętrzna powierzchnia koła, zewnętrzna pow. piasty). Nie jest jeszcze stwierdzone czy w warunkach ciężkiego ruchu, niedbałej lub niewyszkolonej obsługi, niepomyślnych warunków (jak np. wilgoć, brud, pył), rozruszniki te wykażą dostateczną wytrzymałość.

W zastosowaniu do obrabiarek (piły taśmowe, karuzelówki, ciągaraki drutu, szlifierki itp.), stojących w stosunkowo czystych warsztatach rezultaty są, jak dotychczas, pomyślne.

IV. Silniki z wirnikami specjalnej budowy.

Rozruszniki mechaniczne stanowią „kapitulację” elektryka — konstruktora na rzecz pomysłów opartych wyłącznie na mechanice.

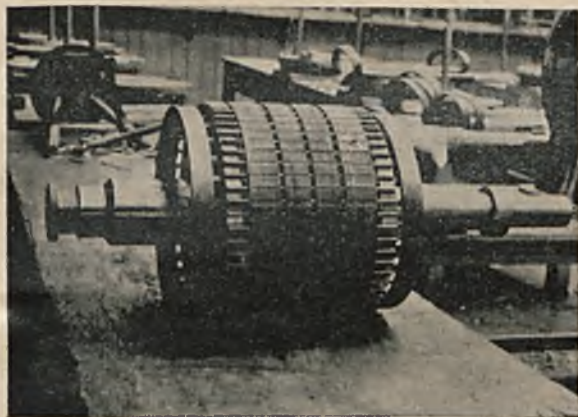
O wiele bardziej nęcącą była myśl osiągnięcia dobrych własności rozruchowych silnika na drodze elektrycznej, przez odpowiednią budowę uzwojeń.

Pomysłów na ten temat było bardzo dużo, przeważnie usiłowano uzyskać dobry rozruch przez jakieś połączenia w wirniku: a więc np. łącznik odśrodkowy zwierzał opory gdy szybkość przekraczała pewną określoną wartość; lub też łącznik ten przekraczał uzwojenie w ten sposób, że przy rozruchu poszczególne części uzwojenia były załączone przeciw sobie (konstrukcja Görgesa). Wszystkie te konstrukcje były kosztowne, niepewne, skomplikowane — znikły one i zapewne więcej nie wrócą.

Utrzymał się i zyskał uznanie pomysł najstarszy i najprostszy: silnik dwukłatkowy. Rzecz dziwna, iż konstrukcja, która była znana już w r. 1870 (twórcą jej był Dolivo-Dobrowolski) znalazła zastosowanie dopiero w ostatnich latach.

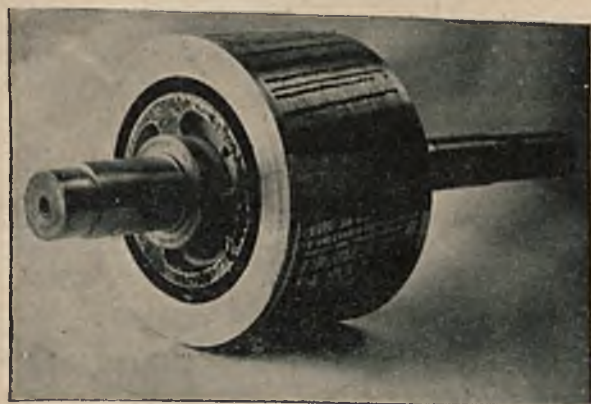
Budowa silników dwukłatkowych jest w zasadzie bardzo prosta, natomiast teoria ich jest dość zawiła. Rozpatrzmy więc najpierw kilka przykładów konstrukcyjnych.

Rys. 7 przedstawia wirnik dwukłatkowy konstrukcji firmy „Skoda“ wykonany w Warszawie (100 HP). Widzimy iż uzwojenie wirnika składa się z dwóch „klatek“, czyli z dwóch wieńców prętów miedzianych złączonych po obu stronach pierścieniami. Sposób łączenia prętów widoczny jest z rysunku.



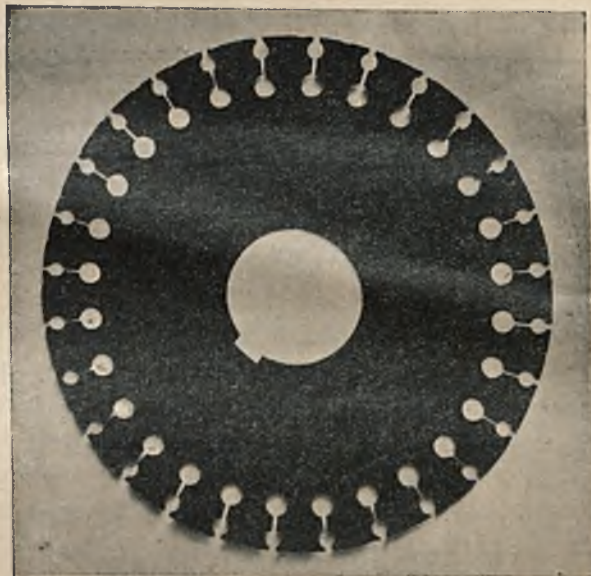
Rys. 7. Wirnik dwukłatkowy 100 HP f-my Skoda (Warszawa).

Konstrukcja „Skody“ przedstawia t. zw. „klasyczne“ rozwiązanie wirnika dwukłatkowego: obie klatki są zupełnie rozdzielone, każda z nich stanowi całość pod względem elektrycznym. Często stosowane bywają jednakże konstrukcje, w których obie klatki mają wspólne pierścienie zwierające. Konstrukcję tę stosuje np. Polskie Towarzystwo Elektryczne (P. T. E. — rys. 8).

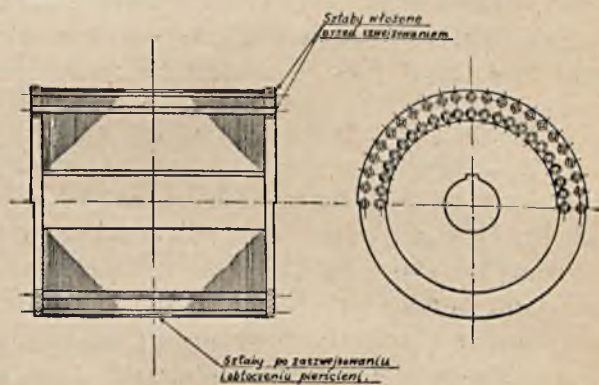


Rys. 8. Wirnik dwukłatkowy f-my. P. T. E., Warszawa.

Taki wirnik na pierwszy rzut oka w stanie gotowym niczem się nie różni od normalnego wirnika zwartego. Na rys. 9 mamy fotografię blachy takiego wirnika, zaś na rys. 10 przekroje, z których doskonale widoczne są zasada i szczegóły konstrukcji P. T. E. (Dwa wieńce okrągłych miedzianych prętów wspawanych na końcach do wspólnych miedzianych pierścieni).



Rys. 9. Blacha wirnika dwukłatkowego f-my P. T. E. Warszawa.



Rys. 10.



Rys. 11.

„AEG“ stosuje konstrukcję, której „dwukłatkowy charakter jest jeszcze mniej wyraźny: żłobek wirnika ma kształt jak na rys. 11, a całe uzwojenie razem z pierścieniami jest odlane z aluminium. Pod względem konstrukcyjnym trudno więc taki wirnik nawet nazwać „dwukłatkowym“: jest to właściwie silnik jednokłatkowy ze żłobkami o osobliwym kształcie.

Jeszcze dalej poszli konstruktorzy firmy „Siemens“; t. zw. „Wirbelstromläufer“ są prosto jednoklatkowymi wirnikami z uzwojeniem, składającym się z wysokich cienkich blaszek i napozór w niczem nie przypominają one już silników dwuklatkowych.

Niemniej jednak we wszystkich tych konstrukcjach tkwi jedna wspólna idea: sztuczne zwiększenie rozproszenia magnetycznego w wirniku i — jako skutek — spotęgowania zjawiska „wypychania“ prądu elektrycznego do zewnętrznych części uzwojenia.

Najłatwiej zrozumieć to zjawisko, rozpatrując silnik, w którym obie klatki są elektrycznie rozdzielone (rys. 7). Rozpatrzmy zachowanie się takiego silnika przy rozruchu i podczas pracy.

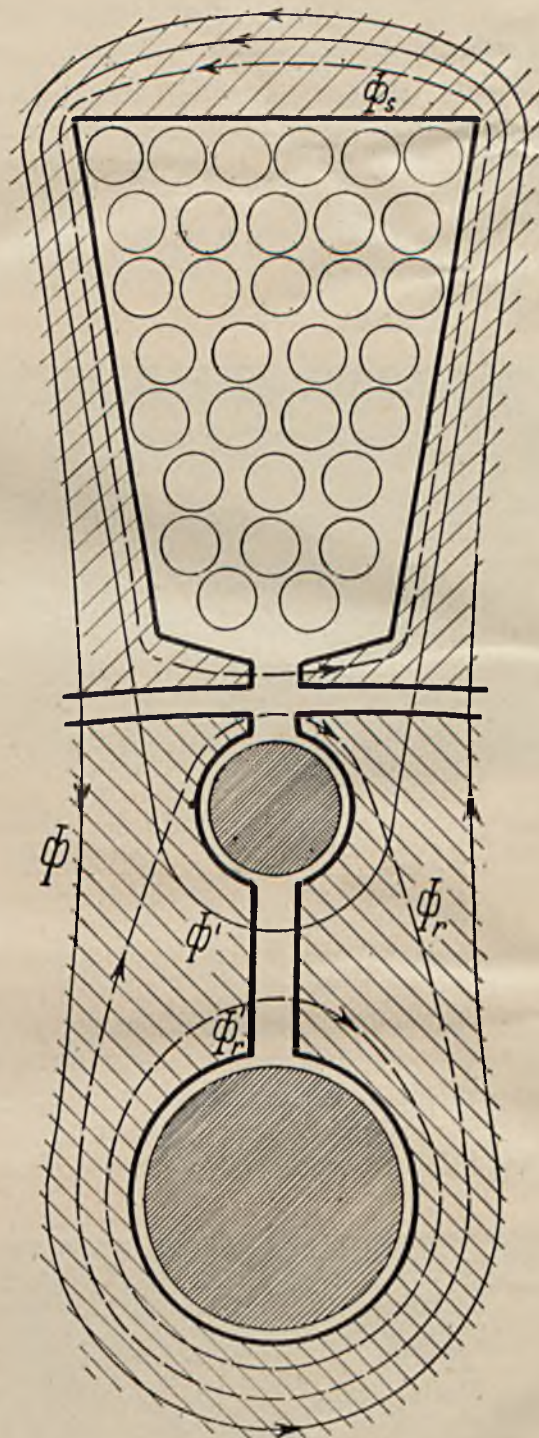
Najpierw wyobraźmy sobie, że silnik dwuklatkowy jest załączony do sieci, lecz że się nie obraca. Silnik taki możemy porównać z transformatorem o trzech uzwojeniach, którego pierwotne uzwojenie (stojan) jest załączone do sieci, wtórne i trójne zaś są zwarte (zewnętrzna i wewnętrzna „klatka“ wirnika).

Wszystkie te 3 uzwojenia sprzężone są strumieniami magnetycznymi; istnieje przytem strumień, który sprzęga ze sobą wszystkie 3 uzwojenia, istnieją strumienie, które sprzęgają tylko 2 uzwojenia, omijając trzecie, istnieją wreszcie strumienie skojarzone tylko z jednym z uzwojeń.

Schematyczny przebieg strumieni mamy na rys. 12. Najważniejszy jest strumień, który jest skojarzony ze wszystkimi trzema uzwojeniami, nazwiemy go „głównym strumieniem roboczym“ i oznaczymy przez Φ . O wiele mniejsze znaczenie ma strumień skojarzony tylko z uzwojeniem stojana i z górnymi sztabkami; nazwiemy go „dodatkowym strumieniem roboczym“ i oznaczymy przez Φ' . Strumień, któryby sprzęgał uzwojenie stojana z dolnymi sztabkami, omijając sztabki górne — rzecz prosta istnieć nie może.

Inne strumienie magnetyczne nie są zdolne do przenoszenia energii ze stojana do wirnika, nie są więc strumieniami roboczymi. Będą to: Φ_s — strumień rozproszenia stojana (skojarzony tylko z uzwojeniem stojana), Φ_r — główny strumień rozproszenia wirnika (skojarzony z obu uzwojeniami wirnika) oraz Φ'_r — dodatkowy strumień rozproszenia wirnika (skojarzony tylko z prętami dolnej klatki). Istnieje prócz tego jeszcze strumień skojarzony tylko z prętami górnej klatki, jest on jednakże, jak wskazuje obliczenie, bardzo mały i może być pominięty.

Nie będziemy wdawać się w obliczenia, które są dość skomplikowane. Z rysunku 12 widzimy jednak wyraźnie, że górne pręty otacza nieco większy strumień roboczy niż pręty dolne ($\Phi + \Phi' > \Phi$). Natomiast pręty dolne okrąża znacznie większy strumień rozproszenia ($\Phi_r + \Phi'_r \geq \Phi_r$).



Rys. 12.

Jak wiadomo, strumienie robocze są miarodajne dla obliczenia sił elektromotorycznych wzniesionych w uzwojeniu, zaś strumienie rozproszenia — dla obliczania oporów indukcyjnych uzwojeń. W prętach górnych wzniesiona

jest więc cokolwiek (o kilka %) większa SEM — niż w dolnych, przedewszystkiem jednak pręty dolne przedstawiają o wiele większy opór indukcyjny niż pręty górne (o kilkaset %).

Prąd elektryczny wirnika rozkłada się więc na sztabki zupełnie nieproporcjonalnie do przekrojów. Gęstość prądu w sztabkach górnych jest znacznie większa niż w dolnych — prąd jest jakgdyby „wypychany“ magnetycznie z klatki dolnej do górnej.

„Wypychanie“ to jest oczywiście tem silniejsze, im większy jest strumień Φ_r , co znów zależy głównie od wymiarów d i h szczeliny między górną a dolną klatką (rys. 13). Im szczelina jest wyższa i dłuższa tem mniejszy opór magnetyczny napotyka strumień Φ_r na swej drodze — tem silniejsze jest wypychanie prądu.

Lund (AEG) podaje przybliżony wzór dla obliczenia tej „dodatkowej“ indukcyjności dolnej sztabki na podstawie wymiarów żłobka:

$$X = 3,95 \cdot l \frac{h+d}{h} \cdot 10^{-6} \Omega \quad (l - \text{długość pakietu blach wirnika.})$$

Dla silników dwuklatkowych normalnych wartość „X“ jest zazwyczaj 3 — 6 razy większa od oporu omowego dolnej sztabki (r_2). Przekrój dolnej sztabki jest 1,5 — 3 razy większy niż przekrój górnej sztabki. Stosunki:

$$v = \frac{x}{r_2} \quad \text{oraz} \quad u = \frac{r_1}{r_2}$$

są podstawą projektowania silników dwuklatkowych.

Wskutek wypychania prądu z klatki dolnej do górnej opór efektywny obu klatek jest podczas rozruchu znacznie większy, niż gdyby same tylko sztabki górne miały przekrój równy sumie przekrojów sztabki górnej i dolnej. Zwiększenie oporu wirnika przy rozruchu jest zaś równoznaczne z powiększeniem momentu rozruchowego i zmniejszeniem prądu pobieranego z sieci czyli ze znacznym polepszeniem rozruchu. W silniku dwuklatkowym uzyskujemy więc na drodze elektromagnetycznej zupełnie to samo, co w silniku z pierścieniami ślizgowymi i rozrusznikiem osiągamy sztucznie —

(przez włączanie oporów metalowych lub wodnych do obwodu wirnika).

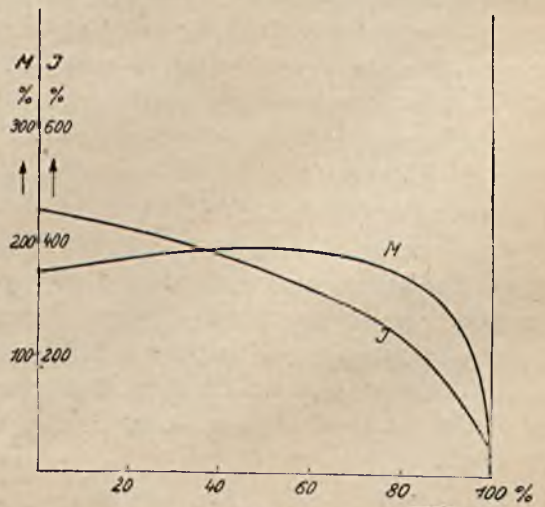
Dotychczas mówiliśmy wciąż o silniku z nieruchomym wirnikiem. Co będzie podczas pracy, t. j. gdy wirnik się kręci? Jak wiadomo częstotliwość prądu w wirniku jest równa $f = \frac{pn}{60}$, gdzie f_1 oznacza częstotliwość p ilość par biegunów silnika, zaś n — ilość obrotów na minutę. Weźmy dla przykładu silnik czterobiegunowy 11 kW. Silnik ten przy pełnym obciążeniu biegnie z szybkością 1440 obr/min. Zatem częstotliwość prądu w wirniku będzie:

$$f_2 = 50 - \frac{2 \cdot 1400}{60} = 2 \text{ okr./sek.}$$

Częstotliwość prądu w wirniku jest więc podczas pracy tak mała, że opory indukcyjne nie odgrywają wielkiej roli. Prąd rozkłada się na obie klatki odwrotnie proporcjonalnie do oporów omowych, a więc proporcjonalnie do przekrojów. Opór efektywny jest niemal ściśle taki sam jak gdyby sztabka górna miała przekrój równy sumie przekrojów obu sztabek.

Powyższe rozważania pozwalają nam zrozumieć zasadę działania silnika dwuklatkowego: w pierwszej chwili po załączeniu prąd jest wypychany do górnej klatki, opór wirnika jest duży, w miarę rozpędzania się silnika rozkład prądu jest coraz bardziej równomierny, przy normalnej pracy silnik dwuklatkowy mało się różni od zwykłego silnika zwartego.

Charakterystyki rozruchu mają przebieg o wiele korzystniejszy niż w silniku zwykłym (rys. 14). Porównując je z charakterystykami zwykłego silnika (rys. 1) spostrzegamy, że:



Rys. 14.

1) przebieg krzywej momentu jest nie-
 zmiernie łagodny, moment „krytyczny“ jest
 niewiele większy od momentu rozruchowego;
 w granicach 0 — 80% normalnej ilości obrotów
 moment kręcący zmienia się bardzo mało. Roz-
 ruch odbywa się więc łagodnie, bez szarpania,
 trwa to dłużej niż przy zwykłym silniku zwar-
 tym, posiada on taki charakter jak rozruch sil-
 nika z pierścieniami ślizgowymi i rozrusznikiem,

2) prąd pobierany z sieci jest, nietylko
 w pierwszej chwili lecz podczas całego rozru-
 chu znacznie mniejszy niż przy zwykłym silniku
 zwartym.

Przy stosowaniu przełącznika z gwiazdy
 w trójkąt i silnika z wirnikiem dwuklatkowym
 nietrudno jest uzyskać moment 70 — 80% nor-
 malnego, przyczem prąd rozruchowy nie prze-
 kroczy 160% normalnego. Odmowa przyłączenia
 takiego silnika nie byłaby już niczem uzasad-
 niona nawet gdy chodzi o elektrownię okrę-
 gową.

Przy zastosowaniu łączenia wprost na sieć
 możemy budować silniki o najrozmaitszych
 własnościach, zależnie od tego, czy przywiązu-
 jemy większą wagę do silnego momentu rozru-
 chowego, czy też do nieznacznego prądu przy
 rozruchu. Tak więc np. AEG buduje 3 typy
 silników dwuklatkowych przeznaczone do złą-
 czania wprost na sieć:

Typ normalny:	moment 100	— 120%	prąd 300	— 350%
„ dźwigowy:	„ 200%	„	„ 300%	„
„ przemysłowy:	„ 150%	„	„ 450 — 500%	„

Podział silników na normalne, dźwigowe
 i przemysłowe doskonale odpowiada zapotrze-
 bowaniom praktycznym. W silnikach normal-
 nych główna uwaga poświęcona jest zmniejsze-
 niu prądu rozruchowego, gdyż silniki te naogół
 przeznaczone są dla sieci wrażliwych na spadki
 napięcia, (mało elastycznych); natomiast zwykle
 niema potrzeby zwiększania momentu rozrucho-
 wego powyżej 100%. Silniki przemysłowe są
 przeznaczone do pracy w wielkich fabrykach,
 hutach itd. W zakładach tych sieci elek-
 tryczne obejmują zwykle tak wiele silników, że
 załączanie jednego z nich nie może wywołać
 nadmiernych spadków napięć; niema więc po-
 trzeby znacznego obniżania prądu rozruchowego
 kosztem momentu. Wreszcie silniki dźwigowe
 wymagają przede wszystkim bardzo wielkiego
 momentu rozruchowego, ponadto zaś, aby mieć
 możliwość przyłączania ich do mało elastycznych
 sieci nie mogą mieć zbyt wielkiego prądu roz-
 ruchowego.

Zdawałoby się więc, że silnik dwuklatkowy
 jest ideałem, że możemy dowolnie uzyskiwać

takie własności rozruchowe jakie tylko chcemy.
 Obok zalet silnik dwuklatkowy posiada też
 znaczne wady.

Najważniejszą wadą jest niższy u jedno-
 klatkowego silnika współczynnik mocy ($\cos \varphi$),
 skutkiem zwiększenia rozprożeń magne-
 tycznych w wirniku. Można przyjąć za zasadę,
 że im lepsze własności rozruchowe po-
 siada silnik dwuklatkowy tem gorszy
 jest jego współczynnik mocy. Tak więc
 $\cos \varphi$ silnika dwuklatkowego typu przemysł-
 owego będzie najlepszy i niewiele ustępuje sil-
 nikowi jednoklatkowemu. $\cos \varphi$ silnika dwu-
 klatkowego „normalnego“ jest już gorszy o kilka %.
 $\cos \varphi$ silnika dźwigowego jest bardzo zły
 — tolerować go możemy tylko dlatego, że sil-
 niki te są czynne dorywczo, z licznymi i dłu-
 giemi przerwami. (Byłoby więc błędem usta-
 wienie np. do napędu obrabiarki silnika typu
 dźwigowego).

Drugą wadą silnika dwuklatkowego jest
 wyższa cena. W miarę rozpowszechniania się
 konstrukcji dwuklatkowej różnica w cenie mię-
 dzy silnikami jedno — i dwuklatkowymi jest
 jednak coraz mniejsza. Nie powinna ona prze-
 kraczać 5%.

Wreszcie trzecią wadą silnika dwuklatko-
 wego jest jego wrażliwość na kilkakrotne po-
 wtwarzanie rozruchu w ciągu krótkiego czasu.
 Wskutek „wypychania“ prądu do klatki górnej
 ta ostatnia podczas rozruchu bardzo silnie się
 grzeje; o ile silnik puszcza kilkakrotnie
 w ciągu krótkiego czasu, lub o ile wskutek za-
 cięcia się mechanizmu napędzanego rozruch
 trwa zbyt długo — może nastąpić uszkodzenie
 górnej klatki np. (rozlutowanie połączeń sztabek
 z pierścieniami). Pod tym względem najbez-
 pieczniejszą jest konstrukcja w której obie klatki
 są odlane wprost w żelazie — ciepło jest wtedy
 natychmiast oddawane do żelaza.

O ile silnik dwuklatkowy posiada wyłącz-
 nik z wyzwalaczem termicznym pożądanym jest,
 by wyzwalacz ten przy dużych prądach działał
 z mniejszym opóźnieniem niż dla silnika jedno-
 klatkowego.

V. Zestawienie.

Zagadnienie wyboru silnika dostosowanego
 do rzeczywistych potrzeb ruchu przemysłowego
 przytem taniego, prostego i pewnego w dzia-
 łaniu jest zagadnieniem, które wykracza poza
 ramy czysto technicznych rozważań: jest zagad-
 nieniem ekonomicznym wielkiej wagi.

Jeżeli zważymy, że ogólna moc silników
 zainstalowanych np. w Niemczech wynosi ok.

25 milj. kW, że reprezentują one kapitał ponad miliard zł. (w Polsce można pobieżnie oszacować moc silników elektr. na 2 miliony kW wartości ponad 100 milj. zł.*), łatwo spostrzec, iż zagadnienie wyboru silnika jest ważne nawet z punktu widzenia ekonomji państwowej.

Polska znajduje się właściwie dopiero w pierwszym stadium elektryfikacji. Ważną jest więc rzeczą, żeby nie powtarzać błędów państw zachodnio-europejskich i odrazu zacząć stosować odpowiedni, nowoczesny typ silnika.

Otóż w państwach technicznie przodujących istnieje dziś tendencja do wyłącznego niemal stosowania silników z wirnikiem zwartym.

Wspominaliśmy już, że w St. Zj. Ameryki silniki te stanowią już dziś ponad 95% ogółu silników. W tym samym kierunku idzie obecnie technika angielska i niemiecka (co łatwo sprawdzić przeglądając najnowsze katalogi wielkich firm). Również w planie elektryfikacyjnym Z. S. R. R. przewidziane jest oparcie się na doświadczeniach amerykańskich i niemal zupełne wyeliminowanie silnika z pierścieniami ślizgowymi i rozrusznikiem.

Istnieją dziś i pracują bez zarzutu silniki o mocy powyżej 1000 kW wykonane z wirnikiem dwukłatkowym i włączane wprost do sieci bez jakichkolwiek urządzeń rozruchowych.

Zagadnienie „czy stosować silniki z wirnikiem zwartym“ jest już więc właściwie rozstrzygnięte, zarówno przez teorię jak i przez praktykę. Należy je stosować wszędzie, gdzie to jest możliwe, gdzie zaś wydaje nam się niemożliwe — trzeba przedewszystkiem zbadać, czy obawy nasze nie są urojone.

Na zakończenie przytoczymy jeszcze nader ciekawe rezultaty badań przeprowadzonych przez *Elsässera i Stocka* nad silnikami z pierścieniami ślizgowymi i rozrusznikiem.

Zamiast badań laboratoryjnych, które zresztą nic nowego w tej dziedzinie przynieść już nie mogą, zebrali oni dużą liczbę naukowo ścisłych obserwacji dotyczących prawdziwego przebiegu rozruchu w silnikach podczas normalnej pracy ich w przemyśle. Badania były przeprowadzone w fabrykach niemieckich. Okazało się, że teoretyczny wykres rozruchu przy którym prąd powinien nie przekroczyć 160% prądu normalnego nigdy nie jest spełniony.

*) Dane powyższe mają charakter tylko szacunkowy.

W praktyce przetężenia dochodzą do 580%, co zostało przez *Elsässera i Stocka* stwierdzone w sposób niewątpliwy.

Nie sposób bowiem zmusić robotnika aby stale manipulował rozrusznikiem tak powoli jak tego wymaga teoretyczny wykres. Prócz tego dzisiejsze rozruszniki posiadają coraz mniej kontaktów a ponadto są one znormalizowane i wskutek tego przeważnie nie dopasowane ściśle do silnika. Wszystko razem składa się na to, że teoretyczny wykres rozruchu przy silniku z pierścieniami ślizgowymi staje się fikcją.

Natomiast silnik z wirnikiem zwartym posiada rozruch zupełnie automatyczny. Teoretyczny wykres rozruchu — ustalony na stacji prób — będzie on powtarzać z idealną dokładnością do końca swego istnienia.

Widzimy więc na jak kruchych podstawach zbudowany został pogląd o wyższości silnika z pierścieniami ślizgowymi nad silnikiem zwartym i ile pieniędzy wyrzucono niepotrzebnie na pierścienie, szczotki, rozruszniki — zanim spostrzeżono się, że płaci się za fikcję.

Można więc przyjąć jako zasadę: gdzie tylko sieć jest elastyczna (duże przekroje kabli i duże moce transformatorów w stosunku do mocy silnika) i gdzie gwałtowny rozruch nie jest szkodliwy — najlepiej stosować zwykłe silniki zwarte, gdyż posiadają one dobry $\cos \varphi$. O ile sieć jest wrażliwa na spadki napięcia — należy stosować silniki dwukłatkowe (bądź typu „przemysłowego“ bądź „normalnego“). Wreszcie gdzie sieć jest nadzwyczajnie wrażliwa (oświetlenie), a rozruch jest lekki można zastosować silnik dwukłatkowy z przełącznikiem gwiazda — trójkąt.

Dopiero przy nadzwyczajnie wrażliwej sieci i ciężkim rozruchu silnika należy się zastanowić: czy wybrać silnik z pierścieniami ślizgowymi i rozrusznikiem, czy silnik zwarty dwukłatkowy specjalnego typu (z bardzo silnie ograniczonym prądem rozruchowym lecz złym $\cos \varphi$), czy wreszcie silnik zwarty z rozrusznikiem mechanicznym.

Oczywiście dziedzina napędów wymagających regulacji obrotów pozostaje dla silnika zwartego zamknięta. Napędy takie stanowią jednakże tylko drobną część ogółu spotykanych w przemyśle napędów.

Łuk elektryczny i jego własności w zastosowaniu do spawania.

Inż. Stefan Nieświatowski, Chorzów.

Dalszy ciąg

Łuk elektryczny między elektrodami metalowymi.

Opisane poprzednio zjawiska, zachodzące w łuku węglowym, spotykamy w zasadzie również i w łuku między elektrodami metalowymi. Niemniej jednak poszczególne przebiegi fizyczne, a przede wszystkim mechaniczny przepływ roztopionego metalu, odbywają się tutaj odmiennie. Nawet przy różnych metalach, jak np. stali, miedzi, aluminium, pojedyncze zjawiska wykazują większe lub mniejsze odstępstwa, przyczem pewną rolę odgrywa także rodzaj bieguna*). Jednoznaczne więc i zupełnie ogólne wyjaśnienie wszystkich zjawisk, zachodzących w łuku przy spawaniu różnymi metalami, nie jest możliwe.

Jeśli się weźmie pod uwagę materiał najczęściej spotykany w praktyce spawalniczej, t. j. stal i obserwuje łuk elektryczny między takimi dwiema elektrodami, a następnie porówna się go ze zjawiskami świetlnymi w łuku węglowym, to z łatwością zauważyć można, że są one w pierwszym wypadku znacznie uboższe i słabsze; anoda bowiem świeci z mniejszą intensywnością. Łuk sam posiada kształt zbliżony do stożka, którego wierzchołek znajduje się na końcu stalowej i gołej (niepowlekanej) pałeczki, umieszczonej na ujemnym biegunie, podstawa zaś spoczywa na spawanym przedmiocie. Obserwowane na węglowej anodzie wgłębienia, zwane kraterami, uwidaczniają się wyraźnie i tutaj.

O ile przy gołych pałeczkach przyjąć można, że cała powierzchnia przekroju pałeczki objęta jest łukiem elektrycznym, dzięki czemu wytwarzające się w łuku ciepło rozłożone jest równomiernie na cały jej przekrój, o tyle przy pałeczkach otoczonych grubą powłoką, rozkład ciepła jest nieco inny**). Masa, jaką powleczone są pałeczki tego gatunku, a szczególnie składnik jej, tlenek żelaza, posiada zdolność ułatwiania emisji elektronów, skutkiem czego zjawisko jonizacji zachodzić może w tych miej-

scach z większą łatwością. To jednak jest powodem, że łuk elektryczny tworzy się przede wszystkim na obwodzie, a więc i największe ilości ciepła powstają na tej przestrzeni. Środek przekroju pałeczki jest przeto ogrzewany jakby pośrednio, a więc temperatura jego jest nieco niższa, wystarczająca jednak w zupełności do stopienia się metalu.

Istotną jednak i zasadniczą różnicę między elektrodami węglowymi, a elektrodami metalowymi, stanowi topienie się materiału elektrod metalowych i przejście jego z pałeczki na przedmiot spawany, o czym obszerniej nieco później będzie mowa. W związku z przejściem materiału pałeczek, łuk elektryczny staje się bardziej niespokojny i niejednostajny, niż przy elektrodach węglowych. Częściowo niestabilność łuku metalowego przypisać można także drganiom ręki spawacza, uwidaczniającym się tutaj bardziej, aniżeli przy pracy pałeczką węglową, spowodu mniejszej długości łuku.

Również i spadek napięć między obu elektrodami nie jest tak silny i tak gwałtowny. Jak praktyka wykazała, wystarcza już w zupełności dla utrzymania łuku elektrycznego między stalową pałeczką i takim samym przedmiotem napięcie prądu 15 — 20 V. Podobnie różnica między spadkiem anody a spadkiem katody nie jest także wielka, mimo to na anodzie wytwarzają się zawsze znacznie większe ilości ciepła niż na katodzie. Zjawisko to daje się w praktyce wykorzystać przez zmianę biegunów i skierowanie większych ilości ciepła tam, gdzie ono jest bardziej potrzebne i korzystne w danym wypadku. Jak przypuszczają niektórzy, dające się osiągnąć temperatury na anodzie odpowiadają punktom wrzenia danego materiału, co jednak nie jest jeszcze z całą ścisłością stwierdzone. Temperatury katody są niższe i zależą od szybkości ruchu elektronów jaka potrzebna jest do emisji ich w przestrzeń gazową.

Opisane już w poprzednim ustępie zjawisko odchylenia się łuku elektrycznego od linii prostej pod wpływem działania pola magnetycznego, wywołanego przez znajdujące się w pobliżu łuku stalowe przedmioty, ma miejsce również i tutaj. Przy dłuższem nawet działaniu takiego ubocz-

*) H. von Conrady i G. Müller — Ueber die Vorgänge im elektrischen Schweisslichtbogen.

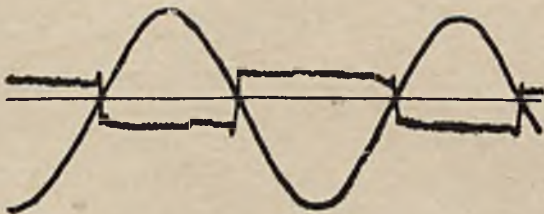
***) W. Strelow — Die Vorgänge im Schweisslichtbogen und ihr Einfluss auf die Schweissungen bei blanken und umhüllten Elektroden.

nego pola magnetycznego można stwierdzić, że metalowa pałeczka topi się nierównomiernie. Obserwowany koniec pałeczki wskazuje na pewną skłonność do jednostronnego topienia się. Zachodzić tutaj może także i pewne niebezpieczeństwo, istnieje bowiem możliwość fałszywego wykonania połączenia. Stopiony, mianowicie, materiał pałeczki, spływający w formie kropli na przedmiot, nie trafi tam, wobec odchylenia łuku, na równie dobrze przetopiony materiał macierzysty. Wzajemne wymieszanie obu materiałów i dostatecznie silne złączenie się ich jest wtedy niemożliwe. W praktyce określa się taką robotę jako „klejenie”. Niebezpieczeństwo niedostatecznego wtopienia się i połączenia materiałów jest tem mniejsze, im krótszy łuk utrzymuje spawacz.

Łuk elektryczny prądu zmiennego.

Wszystkie opisane dotąd zjawiska, zachodzące w łuku elektrycznym, są ważne jedynie pod założeniem, że do wywołania łuku użyto prądu stałego. W praktyce jednak spawalniczej często — a nawet w ostatnich czasach coraz częściej — można się spotykać z prądem zmiennym, posiadającym w zastosowaniu szereg poważnych zalet. Słusznym więc jest zapoznanie się również ze zjawiskami, jakie mają miejsce i w tym wypadku, gdy napięcia prądu elektrycznego stale i perjodycznie zmieniają swą wielkość i kierunek.

Zasadnicze cechy łuku, a mianowicie jonizacja przestrzeni gazowej, oraz działanie katody, muszą naturalnie i tutaj występować. W związku jednak ze zmianami napięcia i natężenia prądu zmiennego, które przy stosowanej u nas częstotliwości następują 100 razy na sekundę, zmienia się tyleż razy rola anody i katody, wysyłającej elektrony. W dalszej konsekwencji tak elektrony, jak i dodatnie jony muszą 100 razy na sekundę zmieniać kierunek ruchu swego, co jednak, dzięki ich mikroskopijnej masie, nie sprawia żadnych trudności.



Rys. 4. Obraz zmian natężenia prądu w obwodzie spawania (linia sinusoidalna) oraz napięcia łuku przy prądzie zmiennym.

Na rys. 4. przedstawione mamy dwie krzywe: jedną uwidaczniającą napięcia łuku

elektrycznego oraz drugą, o kształcie sinusoidalnym, obrazującą przebieg natężeń prądu zmiennego. Obie te krzywe są ze sobą zgodne w fazie. Odnośnie do zmian natężenia prądu zwrócić można uwagę, że wszystkie dolne części fal są mniejsze, niż górne. Napięcia natomiast łuku po każdym przejściu przez punkt zerowy podążają w kierunku sinusoidalnego przebiegu, z chwilą jednak zapalenia się łuku, opadają do wielkości potrzebnej jedynie do utrzymania jego i pozostają w tym stanie do momentu zgaśnięcia. Na końcu każdej połowy fali, równocześnie z zaniknięciem przepływu prądu, gaśnie i łuk elektryczny, który jednak zapala się natychmiast, do czego bardzo skutecznie przyczynia się zjonizowany jeszcze stan gazu. Zjawisko powtórnego zapalenia się łuku nazwano wtórnym zapłonem. Naturalnie w tym momencie napięcia muszą być dostatecznie wielkie, by zapłon mógł wogóle nastąpić. Do łatwości zapalenia łuku przyczynia się też stan katody i zdolność jej do wystania w przestrzeń nowych elektronów. Częstsze gaśnięcie łuku podczas spawania prądem zmiennym w stosunku do prądu stałego można przypisać wspomnianej poprzednio zmianie roli katody przez obie elektrody. O ile bowiem przedmiot posiada większą objętość i znaczne ilości ciepła są odprowadzane z miejsca spawania szczególnie przy początku tego procesu, to nie może on z dostateczną precyzją spełniać swego zadania jako katody. Po dostatecznym jednak ogrzaniu się przedmiotu skutkiem spawania, niekorzystny ten objaw zanika prawie zupełnie.

Również zjawiska świetlne i cieplne nie są związane na stałe z jedną elektrodą. Różnice tak co do temperatury, jak i ilości wytwarzanego ciepła, obserwowane przy prądzie stałym, zacierają się tutaj częściowo. Mówimy częściowo, ponieważ stwierdzono, że łuk przy prądzie zmiennym między metalową pałeczką i przedmiotem wytwarza wyższe temperatury na przedmiocie, niż na pałeczce, co na pierwszy rzut oka nie powinno zachodzić. Przyczynę tego można upatrywać do pewnego stopnia w szybszym topieniu się pałeczek i przepływananiu roztopionego materiału na przedmiot, gdzie pozostaje zawarte w kroplach ciepło. Ponieważ jednak — jak wiemy — wyższa temperatura przy spawaniu prądem stałym odpowiada anodzie, niższa zaś katodzie, należy wnioskować, że płynący w obwodzie spawania prąd zmienny doznaje jakby częściowego prostowania lub inaczej się wyrażając nie jest on czystym prądem zmiennym ale zawiera w sobie jeszcze i pewne pierwiastki

przepływającego równocześnie prądu stałego. Przekonać się o tem można łatwo, włączając w obwód spawania amperomierz elektromagnetyczny, a między obie elektrody woltomierz. Jak ze wskazań tych przyrządów pomiarowych widać, istnieje w łuku pewna siła elektromotoryczna, a przestrzeń gazowa zachowuje się na podobieństwo elektrolitu.

Zapalając łuk między dwiema identycznymi pałeczkami, a więc o takich samych wymiarach i składzie chemicznym, i to ustawionymi naprzeciw siebie, łatwo stwierdzić można, że zauważone poprzednio objawy zanikną zupełnie. Działanie więc częściowego prostowania prądu zmiennego w łuku elektrycznym występuje jedynie wtedy, gdy elektrody różnią się między sobą materiałem, wymiarami lub też położeniem, (np. dwie pałeczki jako elektrody ustawione prostopadle względem siebie). Przypuszczając wobec tego należy, że jedna z elektrod musi wysyłać w przestrzeń większą ilość elektronów, by opisane zjawisko mogło mieć miejsce. Można to w praktyce wykorzystać, dobierając odpowiednio skład chemiczny pałeczek lub też powłoki ich.

Często przeciwnicy spawania prądem zmiennym podnoszą zarzut, że brak silniejszego zróżniczkowania temperatur i wytwarzania ciepła na anodzie i katodzie usuwa możliwość celowego skierowania większych ilości ciepła tam, gdzie przy danej pracy zachodzi właśnie potrzeba tego. O słabszym ogrzaniu anody w stosunku do spawania prądem stałym przekonać się także można z nieco mniejszego krateru. Również i lekko chropowaty zewnętrzny wygląd spoiny przypisują charakterowi łuku w wypadku spawania prądem zmiennym.

Polepszenie tych ostatnich, bardziej może nieestetycznych, niż ujemnych właściwości, uzyskać można przez przyśpieszenie wtórnego zapłonu, oraz skrócenie okresów, w których łuk nie żarzy się. Jednym ze środków prowadzących do tego celu jest powiększenie liczby okresów prądu zmiennego do kilkuset, wtedy bowiem średnia temperatura katody jest wyższa, niż przy niskiej częstotliwości prądu. Od temperatury zaś katody zależne są napięcia potrzebne do wywołania powtórnego zapłonu. Prąd o bardzo wielkiej częstotliwości posiada jeszcze jedną bardzo poważną zaletę, a mianowicie, że nawet przy wysokich napięciach nie przedstawia niebezpieczeństwa dla życia ludzkiego.

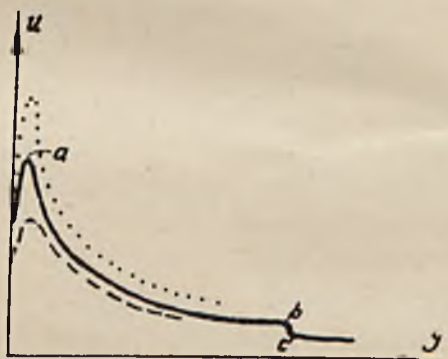
W Ameryce, a obecnie i w Europie, stosuje się bardziej prosty środek, a mianowicie

podwyższa się napięcie biegu jałowego, co wymaga jednak specjalnych dodatkowych urządzeń, chroniących obsługę.

Wreszcie używanie do spawania prądem zmiennym pałeczek powlekanych, posiadających własności emisji elektronów przy niższych temperaturach, jest powszechnie praktykowanym sposobem do przyśpieszenia wtórnego zapłonu.

Charakterystyka łuku.

Cennych wskazówek przy teoretycznych rozpatrywaniach właściwości łuku oraz możliwości zastosowania różnych źródeł prądu dostarczają graficzne przedstawienia wzajemnych zależności między napięciami, mierzonymi na końcach elektrod oraz odpowiadającymi im natężeniami przepływającego prądu. Krzywe te nazywa się charakterystykami łuku, ponieważ doskonale oddają charakter elektrycznych właściwości jego.



Rys. 5. Charakterystyka statyczna łuku węglowego.

Na rys. 5 przedstawiona jest charakterystyka łuku węglowego. Przy najwyższym napięciu, a więc na samym wierzchołku tej krzywej w punkcie *a*, nazwanym punktem zapłonu, następuje zjonizowanie gazu i zapalenie łuku. Od tej dopiero chwili poczyną przepływać prąd elektryczny przez przestrzeń gazową, a wraz ze wzrostem natężenia i polepszeniem się stanu jonizacji, obniżają się napięcia, panujące między końcami obu elektrod. Rezultatem tej wzajemnej zależności obu elektrycznych wielkości jest opadający kształt każdej charakterystyki łuku. W punkcie *b* charakterystyki widzimy nagłe załamanie, znamionujące zakończenie się pierwszej strefy spokojnej. Spawanie elektryczne powinno się zawsze w tej strefie odbywać, gdyż łuk w tym obszarze pali się równomiernie i spokojnie, a otrzymane szwy — przy innych dogodnych warun-

kach — wykazują najlepsze własności. W obszarze $b - c$, nazwanym strefą niespokojną łuk zaczyna szybko migać spowodu lekkiego przeciążenia. Wreszcie poza punktem c wkraczamy w trzecią strefę syczenia, w obrębie której skutkiem poważnego już przeciążenia łuku słychać wyraźne syczenie i widać pryskanie rozżarzonych cząsteczek. Objawy te dla wpraw nego spawacza są dostateczną oznaką, że łuk jest przeciążony i natychmiastowe obniżenie natężenia prądu jest konieczne.

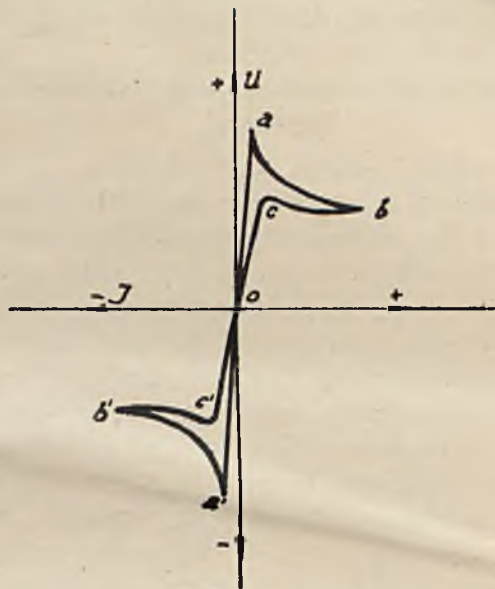
Położenie punktu zapłonu, a z tem i cały dalszy przebieg charakterystyki — nawet przy tej samej odległości pałeczek, zależy jeszcze w pewnym stopniu od sposobu jonizacji, rodzaju elektrod, temperatury i ciśnienia powietrza. Lepsza np. jonizacja gazów przyczyni się do obniżenia punktu zapłonu, jak to zaznaczono linią kreskowaną na tym samym rysunku. Naturalnie zwiększenie odległości elektrod uwi doczni się natychmiast przez zapalenie się łuku przy wyższych napięciach jonizujących. Rów nież przesunie się odpowiednio cała charakte rystyka, co dokładnie uwidacznia na rysunku linia kropkowana. Przyjmując różne odległości łuku i zakładając, że inne warunki nie zmie niają się, można wykreślić całą gromadę krzy wych, z których łatwo jest odczytać, jakie na pięcia i natężenia są potrzebne w każdym wypadku.

Z opadającego kształtu charakterystyki łuku można już wyciągnąć jeden wniosek, a mianowicie jaką powinna być charakterystyka źródła prądu zasilającego obwód spawania. By praca była wogóle możliwa, t. j. by przy pewnym określonym napięciu i natężeniu można było spawać, punkt pracy musi leżeć na prze cięciu się obu charakterystyk, czyli charakte rystyki łuku i charakterystyki źródła prądu. Z tego warunku wynika jasno, że charakte rystyka źródła prądu musi przebiegać bardziej stromo niż charakterystyka łuku.

Podane charakterystyki są jednak miarodajne jedynie dla prądu stałego. Dla prądu zmiennego — wobec bardzo szybko następujących zmian w łuku — graficzne przedstawienie charakterystyki nie jest wcale prostym zadaniem. Dopiero *Th. Simon* wprowadził wykreślne zesta wienie wzajemnych zależności obu elektrycz nych wielkości przy uwzględnieniu stale zachodzących zmian.

Charakterystykę tę konstruuje się odmie rzając z oscylogramów, o których jeszcze mówić będziemy, odpowiadające sobie wartości natę

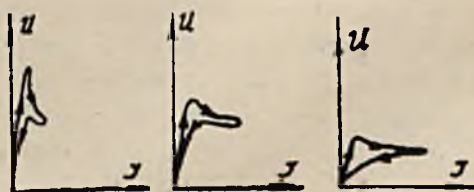
żeń i napięć i wkreślając je w osie współ rzędnych.



Rys. 6. Charakterystyka łuku przy prądzie zmiennym.

Na rys. 6 przedstawiona jest charakte rystyka łuku dla jednego okresu prądu zmiennego. Znow w punkcie a następuje zapłon łuku, po czem rozpoczyna się wzrost natężenia przy spadku napięcia. W pewnym miejscu, ozna czonym literą b obserwujemy nagły zwrot i na stępujący potem wzrost napięcia przy maleją cym natężeniu aż do chwili zagaśnięcia łuku w punkcie c . W tym bowiem momencie tak natężenia, jak i napięcia spadają szybko do zera, poczem przybierają znak minus. I znow cały przebieg powtarza się od początku, dają c podobną krzywą $O - a' - b' - c' - O$.

I tutaj również wzrost natężenia prądu oraz związane z tem podniesienie się tempera tury sprzyjające jonizacji gazu, przyczynia się do obniżenia punktu zapłonu. Wpływ ten łatwo daje się zaobserwować na trzech zestawionych obok siebie charakterystykach (rys. 7), przy czem w pierwszym wypadku działające natęże nia były niskie, w drugim średnie, a w trzecim wysokie. Analogiczne zmiany wywołują także różne długości łuku.

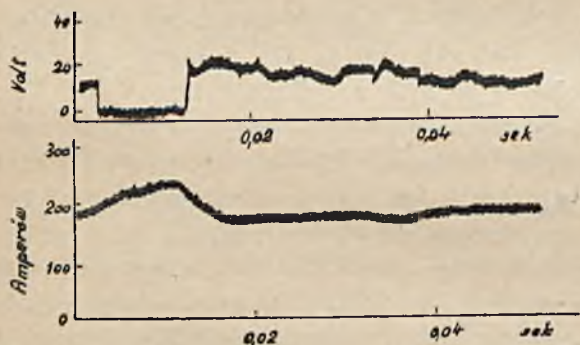


Rys. 7. Zmiana charakterystyki w zależności od różnych natężeń prądu.

Przy spawaniu pałeczką metalową charakterystyka łuku spada od punktu zapłonu bardzo gwałtownie i następnie przebiega prawie że równoległe do osi odciętych.

Badanie łuku oscylogramami i aparatami filmowymi.

Badanie zjawisk, zachodzących w łuku elektrycznym z wielką szybkością skutkiem ciągłej zmiany wszystkich czynników i to nie tylko przy prądzie zmiennym, ale i stałym, przeprowadza się specjalnymi instrumentami nazwanymi oscylogramami. Każda najdrobniejsza nawet zmiana napięcia lub natężenia prądu wywołuje natychmiast odpowiednią reakcję na lusterku, które znów odbija rzucony nań promień światła i skierowuje go na czułą taśmę filmową. Taśma ta może się poruszać z szybkością jaką uprzednio nastawiono, a więc albo wolno, gdy chodzi o otrzymanie zdjęcia z dłuższego okresu spawania, lub też szybko, gdy zależy na wyraźnym uwidocznieniu poszczególnych krótkich fragmentów pracy.



Rys. 8. Oscylogram czyli charakterystyka dynamiczna łuku. Linja dolna przedstawia napięcia, górna zaś natężenia.

Fotografie otrzymane na taśmach filmowych nazywamy oscylogramami (rys. 8). Na podstawie posiadanych oscylogramów można wyciągać wnioski o zachowaniu się łuku elektrycznego*) w poszczególnych momentach np. zwarcia, zapalenia, można porównywać ze sobą różnego typu spawalnice, można oceniać jakość pałeczek itd. Krótko mówiąc można badać i kontrolować przebieg spawania wraz z wszystkimi bardzo szybko następującymi przejawami, w odróżnieniu od charakterystyki statycznej, o której mówiliśmy w poprzednim ustępie, a przedstawiającej jedynie stan, trwający dłuższy okres czasu. W rzeczywistości poszczególne warunki, od których łuk zależy,

podlegają nieustannym przeobrażeniom i jedynym obrazem stanu faktycznego są właśnie oscylogramy, które nazwano także charakterystykami dynamicznymi.

Oprócz badania zjawisk elektrycznych i wysnuwania na ich podstawie dalszych wniosków, powracała kilkakrotnie myśl ujęcia zachodzących w łuku przemian bezpośrednio na kliszy fotograficznej. Sądzone, że tą metodą uda się wyjaśnić rodzaj i sposób przechodzenia materiału stopionego z pałeczki na przedmiot.

Pierwsze jednak próby nie udały się zupełnie. Jarzące się pary metaliczne czyli znana nam już aureola, nie dozwalały na wnikięcie zapomocą kliszy w tajniki łuku elektrycznego. Również i samo przejście materiału odbywa się w takim tempie, że kliszę fotograficzną musiano uznać za zupełnie niedostateczny środek do osiągnięcia zamierzonego celu.

Powtórnie do zagadnienia tego powrócił Amerykanin *Green*, który zastosował z jednej strony odpowiednie filtry celem unieszkodliwienia aureoli, z drugiej zaś użył filmu wrażliwego na barwy ultraczerwone, a więc na promienie ciepłe, wysyłane przez rozgrzany materiał. Otrzymuje on w ten sposób pierwsze, względnie pomyślne rezultaty.

Nieco odmienną drogę wybierają prof. *A. Hilpert* i inżynier *Thun*. Umieścili oni poza łukiem elektrycznym osobne źródło światła i tak warunki optyczne dobrali, by jeszcze silniej działało ono na film, niż sam łuk elektryczny. W ten sposób przechodzący materiał ukazuje się na filmie jako przesuwający się cień. Ówczesne jednak aparaty kinowe nie dawały odpowiednio wielkiej ilości obrazów w jednostce czasu, minimalna bowiem ilość obrazów, jaką należało w sekundzie utrwalić na filmie, wynosi 1000 — 1500. Zadanie to udało się wreszcie rozwiązać zapomocą migawki szczelinowej, t. j. tarczy ze szczeliną, obracającej się z niezwykłą szybkością. Wobec bardzo silnego oświetlenia czasy naświetleń są nadzwyczajnie krótkie tak, że poruszający się stale film w tym czasie wykonuje tylko minimalne posunięcie. Opierając się na tej zasadzie udało się uzyskać rekordową ilość, a mianowicie do 50.000 obrazów na sekundę. Przy badaniach jednak łuku elektrycznego wystarczało zupełnie zdejmowanie 1600 — 2400 obrazów w sekundzie. Naturalnie późniejsze wyświetlanie filmu odbywa się już ze znacznie zmniejszoną szybkością np. wyświetla się tylko 20 — 25 obrazów na sekundę. Dzięki temu cały przebieg przechodzenia materiału odbywa się na ekranie bardzo wolno

*) K. Bung - Versuche mit den Oszillographen zur Erforschung der Vorgänge im elektrischen Schweißlichtbogen.

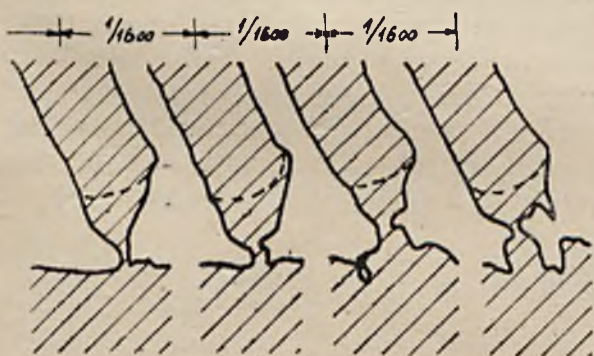
i wszystkie fazy uwidaczniają się dostatecznie wyraźnie.

Łącząc następnie obie metody badania, a więc zdejmowanie filmu z równoczesnym zdejmowaniem oscylogramów, można ustalić czasy poszczególnych przebiegów np. przechodzenie kropli z pałeczki na przedmiot, oraz zmiany wartości natężenia i napięcia prądu w tych momentach.

Przepływ materiału.

Przejęcie materiału z pałeczki na przedmiot jest obok wytwarzania ciepła jedną z najważniejszych funkcji, jakie odbywają się w łuku elektrycznym, w czasie spawania metodą Sławianowa. Przez długi czas robiono tylko najróżnorodniejsze przypuszczenia co do sposobu przechodzenia metalu i starano się odgadnąć zachodzące tam przebiegi, nie mając jednak do tego naocznych dowodów. I tak sądzono np., że materiał pałeczki paruje i następnie skrapla się na kraterze przedmiotu*), szybciej tracącym ciepło skutkiem przewodzenia, a więc chłodniejszym. Inni**) znów uważali, że wywiązujący się gaz eksploduje i wyrzuca z pałeczki cząsteczki metalu, które w ten sposób przedostają się na przedmiot.

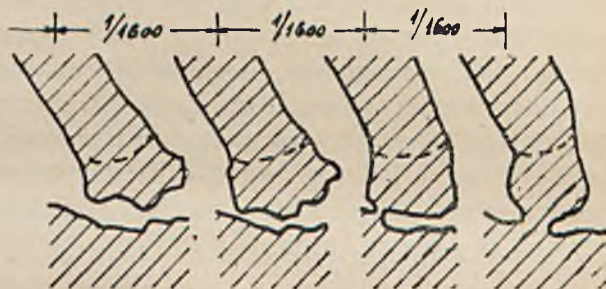
Dopiero jednak prześwietlenie łuku pozwoliło stwierdzić niezbicie, że przepływ odbywa się kroplami roztopionego, a więc płynnego metalu. W samym sposobie przepływu zaobserwowano dwie formy przechodzenia. W jednym wypadku materiał przedostaje się na przedmiot, bez jakiegokolwiek zgrubienia na końcu pałeczki, jak to widać na rys. 9 przed-



Rys. 9. Sposób przechodzenia spoiwa w formie nitki.

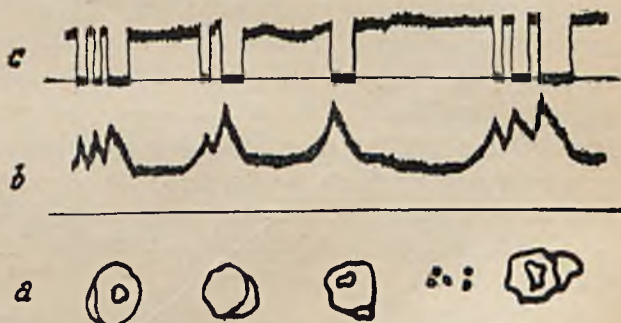
stawiającym cztery fazy przepływu co 1/1600 sekundy. W drugim natomiast wypadku tworzy się na końcu pałeczki rodzaj narośli (rys. 10.) o różnej wielkości, która waha się parę razy

w obie strony, nim wreszcie spłynie na przedmiot. Jak dotąd zaobserwowano, wedle tej formy przepływa najczęściej materiał pałeczek zawierających składniki stopowe. Wyjaśnienia przyczyn tych podwójnych objawów w czasie przepływu roztopionego metalu dotąd jeszcze nie znaleziono.



Rys. 10. Sposób przechodzenia spoiwa z charakterystycznym zgrubieniem na końcu pałeczki.

Dalszym potwierdzeniem faktu przejścia materiału w stanie płynnym było doświadczenie, przeprowadzone w Ameryce*). Doskonale wypolerowaną stalową sztabkę przesuwano z szybkością 2540 mm na minutę w automatycznej spawalnicy w ten sposób, że krople płynnego metalu spływały stale w coraz to inne miejsce. Krople te posiadały u swej podstawy średnicę około 1,6 — 4,8 mm. Przy tej sposobności stwierdzono także, że do 10 % całego materiału przechodzi na przedmiot w formie pary, która jednak utlenia się w czasie swej drogi. Jak z zestawionych obok siebie oscylogramu oraz obrazów kropli (rys. 11.) widać, istnieje doskonała zgodność



Rys. 11. Zestawienie obrazujące krople spoiwa a) oraz natężenia b) i napięcia c) równocześnie zdejmowanego oscylogramu.

w zmianach natężenia i napięcia prądu z przejściem kropli na przedmiot, z tem jednak zastrzeżeniem, że z pomiędzy dwu czy trzech wierzchołków w natężeniu prądu, odpowiadających jednej kropli, najwyższy z nich wskazuje

*) A. W. Slocum

**) R. G. Hudzon

*) Gilbert E. Dran i J. Murray Weed — Metal Deposition in Electric Arc Welding.

na faktyczny moment przejścia płynnego materiału.

Jaką rolę odgrywają elektrony w przechodzeniu materiału nie zdołano jeszcze jednoznacznie ustalić, a w zapatrywaniach obecnych istnieją pewnego rodzaju rozbieżności. Jedni sądzą, że elektrony nie mają nic wspólnego z przepływem materiału, który zależy jedynie od siły przyciągania małej kropli przez wielką masę przedmiotu. Inni jednakowoż, opierając się na różnej ilości kropeł, przechodzących w zależności od rodzaju bieguna, wysnuwają stąd wniosek, że elektrony w jednym wypadku działają przyspieszająco, w innym znów hamująco, zależnie od kierunku swego ruchu.

Inaczej nieco układają się warunki przy pałeczkach stalowych o większej zawartości węgla. Występuje tutaj na jaw wspomniany już poprzednio ruch cząsteczek węgla, przenoszących dodatni nabój elektryczny w kierunku wprost przeciwnym do ruchu elektronów. Zjawisko to nietylko niweluje działanie elektronów, ale raczej sprzyja przepływowi materiału od anody do katody. Z tego też powodu celem jest połączyć pałeczkę o większej zawartości węgla z dodatnim biegunem, gdyż otrzymuje się korzystniejsze wyniki. Obserwacje potwierdzają również badane oscylogramy.

Czas potrzebny na przepływ roztopionego materiału, jaki oznaczono przy pomiarach około 3000 kropli, waha się w granicach od $1/7$ - $1/2000$ sekundy. Ilość przechodzących kropeł zależy od rodzaju pałeczek, składu chemicznego oraz bieguna. I tak przy gołych pałeczkach o małej zawartości węgla na ujemnym biegunie przechodzi ich 20 — 30 na sekundę, na biegunie dodatnim tylko 4 — 6. Pałeczki powlekane dają około 5 — 7 kropeł. Również i objętość kropeł nie jest jednakowa, przy gołych pałeczkach wynosi ona 1 — $1,5 \text{ mm}^3$, przy powlekanych zaś 3 — $4,5 \text{ mm}^3$. Najlepsze spoiny — wedle dotychczasowych badań —

udają się przy średniej ilości kropli oraz średniej ich wielkości.

Analizując bliżej cały przebieg spawania z punktu widzenia „gospodarki cieplnej“, można wyróżnić tutaj dwa okresy. Jeden, w którym pali się łuk elektryczny, a tem samym wytwarza się główna ilość nowych kaloryj ciepła, oraz drugi, w którym przepływa roztopiony materiał, tworząc przy zgaszonym łuku metaliczny pomost między pałeczką a przedmiotem. Pierwszy z tych okresów nazwano okresem podgrzewu, drugi zaś okresem przepływu. W zależności od stosunku, w jakim pozostają do siebie czasy trwania obu tych okresów, można wnioskować, jak silnie materiał jest ogrzany.

Powtórnego zapalenia się łuku z chwilą oderwania się kropli od pałeczki nie należy identyfikować z wtórnym zapłonem przy prądzie zmiennym. W pierwszym bowiem wypadku istnieje bezpośredni kontakt metaliczny a przestrzeń gazowa jest wyeliminowana z obwodu elektrycznego. Powtórne zapalenie łuku można więc porównać z pierwszym zapaleniem jego przez spawaczy przy rozpoczynaniu pracy. W drugim zaś wypadku zgaśnięcie łuku spowodowane jest zanikiem przepływu prądu, którego natężenie w danym momencie przechodzi właśnie przez punkt zerowy. Wtórny zapłon jest możliwy bez dotknięcia przedmiotu pałeczką dzięki istnieniu rozgrzanej katody i zjonizowanego jeszcze gazu.

Obserwacja licznych oscylogramów wykazuje, że przepływ kropli przy prądzie zmiennym odbywa się w tym czasie, gdy pałeczka jest katodą i to w okresie zmniejszającego się napięcia. Na oscylogramach przepływ kropli uwiadcza się przez silny spadek napięcia, które jednak zachowuje naogół swój sinusoidalny kształt. Oderwanie się kropli i zapalenie łuku uwiadcza się małym wierzchołkiem w linii napięcia. Przepływ kropli trwa jeden do dwu okresów, t. j. $1/50$ — $1/25$ sekundy.

Stopień sprężania i detonacje w silnikach wybuchowych.

Inż. W. Siadek, Zarzecze.

Stopniem sprężania nazywamy stosunek całkowitej objętości cylindra (objętość skokowa + objętość komory dawkowej) do objętości komory dawkowej

$$\epsilon = \frac{V + v}{v}$$

gdzie

V = objętość skokowa

v = objętość komory dawkowej

Stopień sprężania posiada ogromny wpływ na pracę silnika, dając przy zwiększaniu, korzyści rozciągające się na wszystkie prawie takty pracy silnika.

Komorę dawkową w takcie nasysania możemy porównać z przestrzenią martwą kompresora. Ponieważ im stopień sprężania jest większy, tem komora dawkowa mniejsza, mamy bardziej energiczne zasysanie, co nam zapewnia lepsze napełnianie cylindrów.

Podobnie przy wydmuchu, spaliny z większą energią uchodzą, a dzięki małej komorze dawkowej mała ilość spalin pozostaje w cylindrze. Zważywszy, że podczas początkowego ssącego ruchu tłoka, pozostałe spaliny rozprężają się, czyli że okres ten jest dla ssania stracony, uzyskujemy tem lepsze napełnienie, im mniejsza ilość spalin pozostaje w cylindrze.

Najpoważniejsze jednak korzyści uzyskujemy podczas wybuchu i rozprężania, wskutek małej pojemności, a tem samem i powierzchni komory dawkowej, straty ciepłne w chwili wybuchu, a więc największej różnicy temperatur, są małe.

Dzięki zwiększaniu stopnia sprężania, uzyskujemy większą wydajność termiczną. Przez wydajność termiczną rozumiemy stosunek energii pobranej do całkowitej energii cieplnej zawartej w paliwie, co możemy wyrazić ogólną formułą

$$\eta = \frac{\text{energia dostarczona} - \text{energia zużyta}}{\text{energia dostarczona}}$$

W formie matematycznej wyrazimy to wzorem

$$\eta = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\gamma - 1}}$$

który wykazuje nam, że wydajność wzrasta ze wzrostem stopnia sprężania.

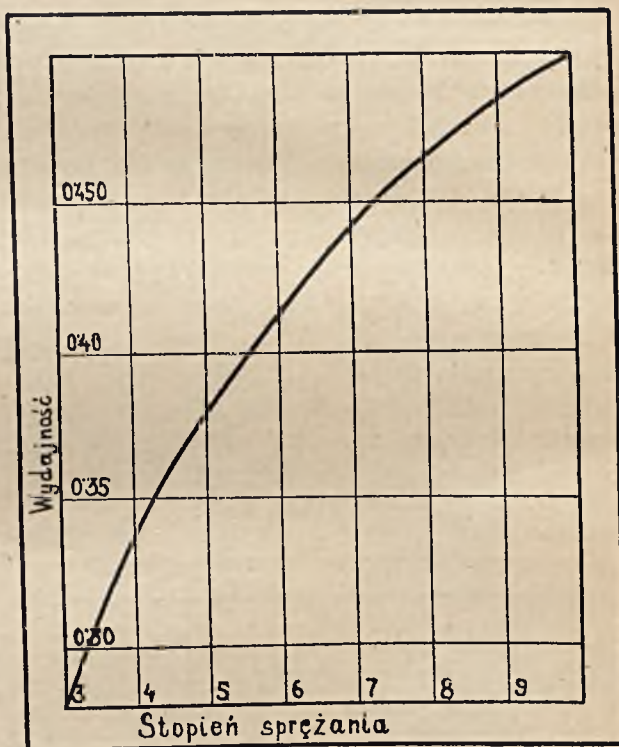
Dla

$$\epsilon = 4.5 \quad \eta = 0.369$$

$$\epsilon = 6 \quad \eta = 0.416$$

$$\epsilon = 7.5 \quad \eta = 0.454$$

Załączony wykres (Rys. 1) przedstawia nam wzrost wydajności ze wzrostem stopnia sprężania.



Rys. 1. Wykres przebiegu wydajności w zależności od stopnia sprężania.

Zwiększanie więc stopnia sprężania daje nam zmniejszanie zużycia paliwa.

Bardzo wymownie ilustruje nam to załączona tabelka, podająca wynik prób przeprowadzonych na silniku Forda. Na tabelce uwzględniono również zużycie paliwa w odniesieniu do liczby obrotu, dla wykazania tak zwanej optymalnej liczby obrotów.

Moc w HP.	ε = 4.3		ε = 4.6		ε = 5.8	
	n	c	n	c	n	c
42	2300	281	2160	266	1550	231
40	2010	270	1960	258	1460	232
30	1330	268	1330	255	1090	243
20	880	282	880	269	770	261

Zauważymy tu również, że ze wzrostem stopnia sprężania otrzymujemy wzrost mocy silnika.

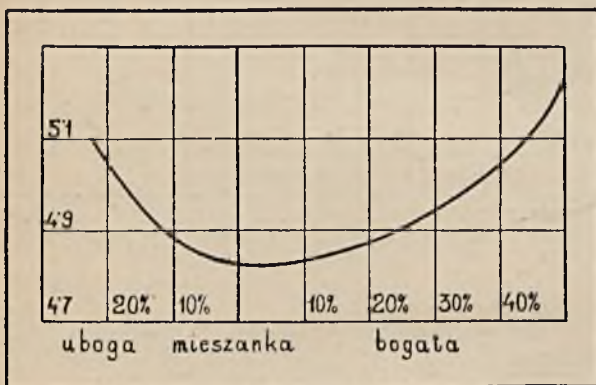
Znakowanie na tabelce jest następujące

n = liczba obrotów na minutę

c = zużycie paliwa na HP./godz.

Z tego pobieżnego przedstawienia widzimy ogromne korzyści w zwiększaniu stopnia sprężania. Jesteśmy niestety ograniczeni tutaj zjawiskiem samoczynnych zapłonów, oraz zjawiskiem detonacji.

Przez palenie rozumiemy łączenie się paliwa z tlenem. Szybkość spalania wzrasta ze wzrostem temperatury. Gwałtowne spalanie się paliwa w całej masie nazywamy wybuchem. Temperatura, do której w tym wypadku musimy doprowadzić mieszanekę wybuchową, wynosi około 410° , temperaturę tę nazwiemy temperaturą samozapłonu. Temperatury tej nie należy łączyć z temperaturą zapłonu, która dla benzyny wynosi około 70° to znaczy, że pary benzyny unoszące się nad powierzchnią płynu musimy podgrzać do 70° i dopiero wtedy następuje zapalenie. I w tym jednakże wypadku, czynnik zapalający np. płomień zapałki musi posiadać temperaturę około 410° .



Rys. 2. Wykres wpływu składu mieszanki na stopień sprężania.

Wiadomo nam, że sprężając gazy powodujemy wzrost ich temperatury. Jeżeli więc sprężając mieszanekę wybuchową, doprowadzimy ją do temperatury około 410° , nastąpi samorzutne zapalenie się mieszanki, zupełnie niezależnie od iskry świecy zapalającej.

Tego rodzaju zapłonu, niezależnego zupełnie od naszej woli ani od ustalonych warunków pracy silnika, a wywierającego ujemny wpływ na silnik, możemy zasadniczo łatwo uniknąć.

Wiadomo bowiem, że temperatura koń-

cowa sprężania zależna jest od stopnia sprężania, co podaje nam wzór

$$T_k v^{\gamma-1} = T_s (V + v)^{\gamma-1}$$

$$\frac{T_k}{T_s} = \left(\frac{V + v}{v} \right)^{\gamma-1} = \Sigma^{\gamma-1}$$

gdzie

T_k = temperatura końcowa sprężania

T_s = temperatura końcowa ssania

$\gamma = 1.3$

Leży więc w naszej mocy takie dobranie stopnia sprężania, by samorzutny zapłon był wykluczony.

Temperatura końcowa ssania nie przekracza przy obecnych silnikach 150° to znaczy $150^{\circ} + 273^{\circ} = 423^{\circ}$ abs.

Jeżeli temperatura samozapłonu wynosi około 410° , natenczas temperatura końcowa sprężania powodująca samozapłon wynosi $410^{\circ} + 273^{\circ} = 683^{\circ}$ abs.

Dopuszczalny więc stopień sprężania

$$\frac{683}{423} = 1.589 = \epsilon^{0.3}$$

$$\epsilon = \sqrt[0.3]{1.589} = \infty 4.5$$

Przy odpowiednim chłodzeniu oraz doprowadzaniu możliwie chłodnej mieszanki, możemy uzyskać temperaturę końcowa ssania 130° , (a nawet niżej) co się równa 403° abs.

W tym wypadku

$$\frac{683}{403} = 1.694$$

$$\epsilon = \infty 6$$

stopień sprężania możemy doprowadzić do 6.

Zjawisko detonacji występuje w następujący sposób. Mieszanka nie zostaje nigdy doprowadzona w całej masie do temperatury samozapłonu. W masie mieszanki istnieją partje o pewnych różnicach temperatury; partje przylegające do gorętszych części głowicy*), nagrzewają się silniej i tworzą ognisko zapłonu. Zapalona mieszanka paląc się, spręża przed sobą mieszanekę jeszcze nie czynną. Płomień rozprzestrzenia się coraz bardziej, ciśnienie na mieszanekę, jeszcze nie czynną, stale wzrasta. W pewnym momencie mieszanka ta zostaje tak silnie sprężona, że pod wpływem wzrostu temperatury zapala się w całej masie. Mamy więc w miejsce rozprzestrzeniającego

*) Wiadomo nam, że temperatura ścian głowicy nie jest wszędzie jednakowa.

się postępowo spalania, mniej lub więcej szybkiego, gwałtowny wybuch. Na silniku objawia się to gwałtownym uderzeniem na tłok oraz ściany cylindra. Uderzenie to, oddając następnie, spręża znów i podnosi silnie temperaturę pierwotnie zapalanej mieszanki.

Zjawisko detonacji niekoniecznie musi powstać przy zapaleniu samozapłonem. Występuje ono również przy normalnym zapaleniu iskrą świecy.

Detonacji nie należy łączyć z przedpłonem, mimo że oba te zjawiska występują również często razem. Przypuśćmy, że elektrody świecy rozpalone są do czerwoności, powodu wadliwego umieszczenia, bądź też dobrania świecy. W tym wypadku mieszanka osiągnąwszy pewną prężność zapala się od elektrody i to zazwyczaj przedwcześnie, to też koniec spalania przypada bezpośrednio przed przejściem tłoka przez górny martwy punkt. Nadzwyczaj silna prężność gazów, wzmożona jeszcze częstokroć detonacją, powoduje gwałtowne uderzenie na tłok a czasami i zatrzymanie ruchu silnika.

Częstokroć przedpłon występuje w silnikach zanieczyszczonych mocno krustą.

Możnaby przypuszczać, że nagromadzona krusta zwiększyła stopień sprężania tak, że zapłon występuje samorzutnie. Warstwa krusty jest jednakże tak mała, że zwiększania stopnia sprężania nie bierzemy pod uwagę. Działanie krusty polega na złym przewodnictwie ciepła; to też warstwa krusty działa jak izolator, nie zezwalający odpowiednio szybko wypromieniować ciepła. Wskutek tego temperatura mieszanki podczas sprężania wzrasta do tego stopnia, że następuje samorzutne zapalenie.

Częstokroć przedpłon następuje wskutek zapalenia się mieszanki od rozżarzonej krusty. Jak powiedzieliśmy, krusta trudno przepuszcza ciepło, w miejscach więc gorzej chłodzonych — których wskutek pewnych wymagań konstrukcyj

nie możemy uniknąć — zostaje rozżarzona tworząc punkty zapłonu mieszanki.

Najprostszym sposobem zapobieżenia detonacjom byłoby obniżenie stopnia sprężania, doprowadziłoby to jednak do obniżenia wydajności, a więc zwiększenia zużycia paliwa.

Przestudujemy teraz jak, nie uciekając się do obniżenia stopnia sprężania, możemy zapobiec detonacjom.

Uzyskać to możemy przez stosowanie innego paliwa jak benzyna, odpowiednich mieszanin paliw, przez dodawanie do benzyny pewnych związków chemicznych, tak zwanych antydetonatorów, wreszcie stosując nowoczesne głowice cylindrów.

Jako paliwa do silników wybuchowych używamy dzisiaj przeważnie płynnych węglowodorów grupy parafinowej, naftenowej i aromatycznej, oraz alkoholi nasyconych.

Mieszanina węglowodoru heksanu, heptanu i oktanu daje nam benzynę grupy parafinowej; mieszanina cykloheksanu, heksahydrotoluolu i heksahydroksylolu, benzynę grupy naftenowej; mieszanina benzolu, toluolu i ksylołu, benzynę grupy aromatycznej.

Wymienione tutaj węglowodory niewystępują nigdy w postaci czystej, lecz są ze sobą pomieszane. Zwyczajna benzyna zawiera zazwyczaj przewagę węglowodoru grupy parafinowej; zawartość ich jednak rzadko przekracza 60%.

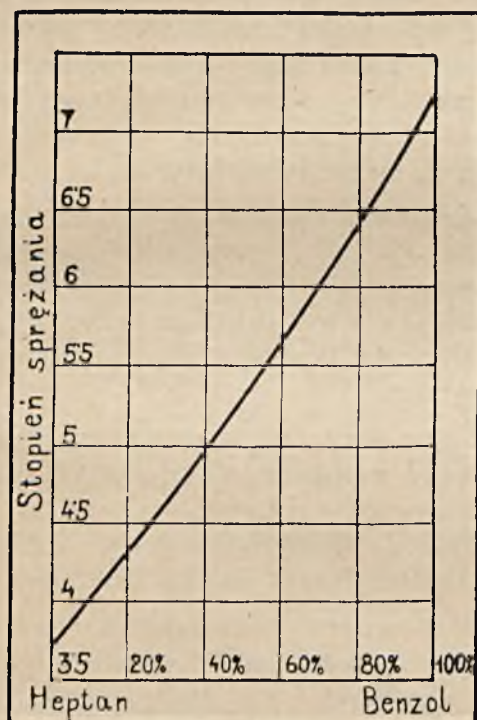
Benzynę z przewagą grupy parafinowej otrzymujemy z rop europejskich z bliskiego wschodu, grupy naftenowej z rop amerykańskich, grupy aromatycznej z dalekiego wschodu. Podział ten jest — że tak powiem — bardzo pobieżny, gdyż znajdujemy rozliczne wyjątki.

Wartość tych benzyn w odniesieniu do detonacji jest różna. Najlepsza pod tym względem jest grupa aromatyczna, najgorsza parafinowa. W grupie parafinowej wartość benzyny jest tem gorsza, im wyższy jest ciężar właściwy przeważających składników.

Węglowódor	Znak chem.	punkt wrzenia	ciężar gatunkowy	
Heksan	C ₆ H ₁₄	69°	0.663	węglowodory parafinowe
Heptan	C ₇ H ₁₆	98.4	0.991	
Oktan	C ₈ H ₁₈	125.5	0.709	
Cykloheksan	C ₆ H ₁₂	81	0.780	węglowodory naftenowe
Heksahydrotoluol	C ₇ H ₁₄	100	0.770	
Heksahydroksylol	C ₈ H ₁₆	119	0.756	węglowodory aromatyczne
Benzol	C ₆ H ₆	80	0.884	
Toluol	C ₇ H ₈	110	0.870	
Ksylol	C ₈ H ₁₀	140	0.862	

Benzol handlowy, będący produktem destylacji węgla, zanieczyszczony jest zawsze toluolem, oraz posiada ślady ksylolu. Benzol, w odniesieniu do detonacji, posiada znaczną wyższość nad benzyną, co możemy w pełni wykorzystać stosując wyższy stopień sprężania.

Najlepiej obrazuje nam zachowanie się poszczególnych grup wykres (Rys. 3), podający dopuszczalną wartość stopnia sprężania dla mieszaniny czystego heptanu i czystego benzolu w granicach od 0% — 100%. Przy czystym heptanie dopuszczalny stopień sprężania wynosi 3,7, przy czystym benzolu wzrasta na 7,6.



Rys. 3. Wykres dopuszczalnego stopnia sprężania dla mieszaniny heptan-benzol.

Alkohole nasycone, a mianowicie metylowy, etylowy i butylowy, posiadają jeszcze mniejszą skłonność do detonacji aniżeli węglowodory aromatyczne.

Stosowanie antydetonatorów zawdzięczamy pracom Dumanois we Francji, oraz Ketteringa w Ameryce.

Dumanois, rozpuściwszy w benzynie w stosunku 1 do 100 tetraetylu ołowiu, podniósł współczynnik sprężania do 9. Tetraetyl ołowiu znajduje obecnie zastosowanie w Ameryce i Anglii.

Stosuje się również z powodzeniem specjalne pastylki rozpuszczalne w benzynie, których głównym składnikiem jest anilina.

Do antydetonatorów należy również jod. Spowodu jednak wysokiej ceny nie może znaleźć powszechnego zastosowania.

Najlepsze rezultaty daje jednak tetraetyl ołowiu. Początkowo stawiano mu poważne zarzuty, jak zatrucie powietrza, oraz osadzanie ołowiu wewnątrz cylindra. Zarzut pierwszy spowodował nawet ingerencję władz sanitarnych rządu amerykańskiego, jednakże skrupulatne bardzo doświadczenia wykazały, że obecność ołowiu w spalinach jest w każdym razie mniej szkodliwa aniżeli obecność tlenku węgla.

Przejdziemy teraz do ostatniego punktu, to jest zapobiegania detonacjom przez odpowiednie wykształcenie głowicy, oraz umiejscowienie świecy.

Jest tutaj rzeczą nadzwyczaj ciekawą, że studja nad głowicą cylindra mimo, że oparte na dwu wręcz przeciwnych zasadach, dały prawie jednakowe rezultaty.

Nazwiska Ricardo i Whatmough, znane zapewne już czytelnikom, reprezentują te dwa kierunki, które postaramy się naświetlić.

Ricardo, badając głowice rozmaitych silników, doszedł do następujących wniosków:

1. należy nadać mieszance wewnątrz cylindra energiczne ruchy wirowe w całej masie,
2. wyeliminować miejsca, w których mieszanka mogłaby pozostawać w spoczynku,
3. zapewnić mieszance swobodny bezpośredni wlot do komory dawkowej,
4. umiejscowić świecę o ile możliwości w pośrodku komory dawkowej.

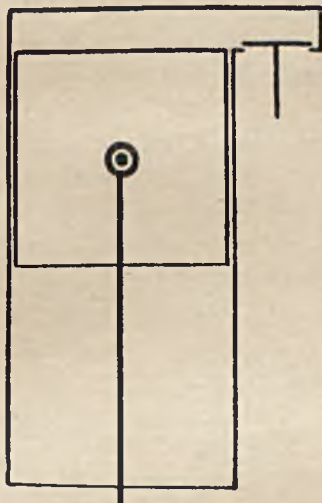
Nadanie komorze dawkowej takiego kształtu, by mieszanka aż do momentu zapłonu znajdowała się stale w ruchu wirowym, posiada ogromne znaczenie dla szybkości, z jaką odbywa się spalanie.

Przypomnijmy sobie opis zjawiska detonacji. Gdy mieszanka znajduje się w spoczynku, spalanie w pierwszym momencie po zapłonie rozprzestrzenia się wolno; przybierając jednak w dalszym ciągu coraz gwałtowniej na szybkości, spręża przed sobą mieszankę jeszcze nieczynną. W warunkach tych może się wydarzyć, że ciśnienie wzrastając doprowadza resztę mieszanki, jeszcze nieczynnej, do temperatury samozapłonu, przez co otrzymujemy detonację.

Jeżeli natomiast mieszanka, aż do momentu zapłonu, znajduje się stale w całej swej masie w ruchu wirowym, zostaje cały przebieg spalania przyspieszony.

Niezależnie od przyspieszenia całego przebiegu spalania, ruch wirowy mieszanki odgrywa jeszcze jedną ważną rolę. Weźmy starą gło-

więc, o dolnym sterowaniu zaworów (rys. 4), tak zwaną L — głowicę. Mieszanka w chwili sprężania nie jest nieruchomą, powstają wiry, ale albo mało energiczne, albo też częściowe, to też zawsze znajdziemy sfery gdzie mieszanka jest nieruchomą. Jeżeli sfery te leżą w okolicach zimnych głowicy, przylegająca mieszanka oziębia się do tego stopnia, że zostaje niezupełnie spalona, stąd straty na wydajności. Wirowanie mieszanki ma więc jeszcze to wielkie znaczenie, że przez energiczne mieszanie mieszanka staje się bardziej jednolitą, przez co spalanie jest szybsze, łatwiejsze i zupełniejsze. Nie posiadamy bowiem sfer o różnym nasyceniu, oraz o większych różnicach temperatury.



Rys. 4. Schemat L — głowicy.

Znając już przebieg zjawiska detonacji możemy łatwo wywnioskować, że skłonność do detonacji jest tem większa im dłuższą drogę ma płomień do przebieżenia, by najbardziej krańcowe partje komory dawkowej osiągnąć. Im dłuższa bowiem droga, tem silniej nieczynna mieszanka znajdująca się przed falą płomienia zostaje sprężona. Wynika z tego, że źródło zapłonu winno być umieszczone o ile możliwości dokładnie w pośrodku komory dawkowej. Niezależnie jednak od długości płomienia, skłonność do detonacji zależy jeszcze od temperatury ścian, ku którym fala palącej się mieszanki pędzi mieszankę jeszcze nieczynną. Ciepło tych ścian, udzielając się mieszance nieczynnej, zwiększa możliwości detonacji.

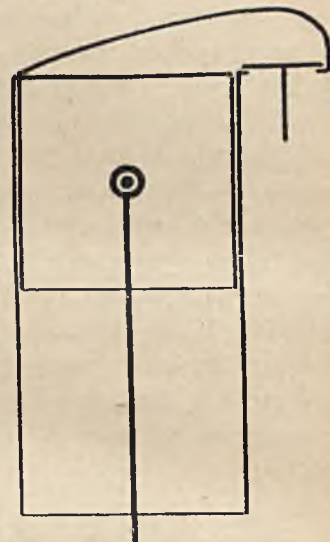
Świecy więc nie możemy umieszczać dokładnie w pośrodku komory dawkowej, lecz tak umiejscowić, by okres spalania w części gorętszej głowicy był krótszy aniżeli w zimniejszej. Musimy świecę przybliżyć do gorętszej partji głowicy, a więc zazwyczaj w stronę zaworu wydmuchowego. W tych warunkach spalanie się partji mieszanki, w okolicy zaworu wydmuchowego, kończy się szybko, płomień zaś zdążający do części zimniejszych głowicy, spręża wprawdzie przed sobą mieszankę, zostaje ona jednak chłodzoną przez sąsiedztwo zimniejszych ścian. W obu więc warunkach możliwość powstania detonacji jest minimalna.

Whatmough ujął to zjawisko wprost z przeciwnego punktu widzenia, to znaczy niedopuszczyć wogóle mieszanki do ruchów wirowych.

To też typowa głowica Whatmough'a (rys. 5) różni się znacznie od głowicy Ricarda (rys. 6).

Dno głowicy obniża się stopniowo, nad tłokiem istnieje pewna wolna przestrzeń.

Aby zapobiec detonacjom, przez zetknięcie się nieczynnej jeszcze mieszanki z partjami gorącymi głowicy, Whatmough umieszcza świecę w części najgorętszej tak, że spalanie idzie postępowo ze sfery najgorętszej do najzimniejszej.



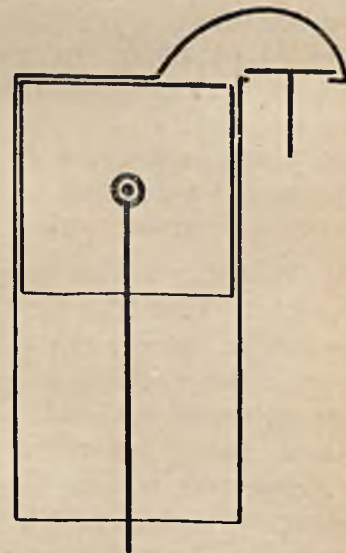
Rys. 5. Schemat głowicy Whatmough'a.

Świeca jest umieszczona ponad lub też w bezpośrednim sąsiedztwie zaworu wydmuchowego.

Przy nieruchomej mieszance, temperatura tejże zależy od ścian cylindra, pomiędzy więc punktem najgorętszym a najzimniejszym mamy odpowiednie przejście. Te różnice temperatury przyczyniają się, jak w dalszym

ciągu zobaczymy, do wyrównania temperatury całej masy mieszanki. W pierwszym momencie spalania, rozprężanie jeszcze słabe ogrzewa gazy bardzo słabo, to też wzrost ich temperatury zależy raczej od temperatury ścian aniżeli od prężności.

Odwrotnie zaś, dolne zimniejsze warstwy mieszanki, gdzie fala płomienia dochodzi pod koniec spalania, rozgrzewają się silniej, ponieważ prężność osiągnęła już swe maksimum. Ten wzrost temperatury jest niwelowany przez wpływ zimniejszych ścian cylindra tak, że detonacje nie mogą wystąpić. Mamy tutaj wza-



Rys. 6. Schemat głowicy Ricarda.

jemne równoważenie się dwu czynników, oraz działania temperatury ścian.

Głowice Whatmough'a nie zdały jeszcze w zupełności swego egzaminu i zdaje się nie dadzą nigdy tych rezultatów co głowice Ricarda.

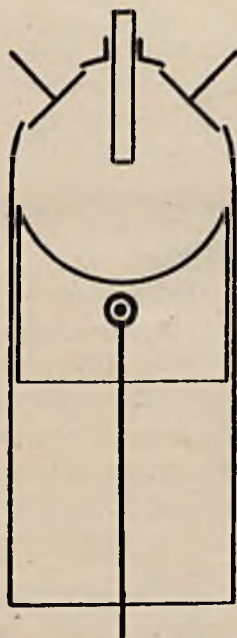
Zjawiska, zachodzące podczas spalania się mieszanki, są bardziej skomplikowane aniżeli podaje teoria. Nie możemy jednak nadmiernie zwiększać powstawania wirów, z obawy nadzwyczaj szybkiego spalania, powodującego uderzenie na tłok słabsze wprawdzie niż przy detonacji, ale zawsze szkodliwe dla silnika. Z drugiej znów strony nie możemy zupełnie usunąć powstawania wirów, ponieważ uzyskanie w tych warunkach jednolitej mieszanki byłoby niemożliwym. Zresztą sama głowica Whatmough'a przedstawia formę, która — może nie w tym stopniu co Ricarda — powoduje powstawanie wirów.

Jest rzeczą pewną, że mieszanka nawet w ruchu wirowym narażona jest na detonację, przy zetknięciu się z gorącymi partjami ścian głowicy. Główną więc zasługą Whatmough'a jest racjonalne umiejscowienie źródła rozchodzenie się spalania. Przez umieszczenie świecy w najgorętszym punkcie, zapobiegamy obecności mieszanki jeszcze nie czynnej w tymże punkcie pod koniec spalania, a tem samym detonacji, pod wpływem zwiększonej prężności i zetknięcia się z gorącymi partjami ścian głowicy.

Warunkom Ricarda najlepiej odpowiadałyby głowica półkulista, przy stosowaniu tłoka z takim samym wgłębieniem. (Rys. 7). Kształt ten ze względu na najmniejszą powierzchnię w stosunku do objętości, powstawanie energicznych wirów, oraz możliwość bezpośredniego wprowadzania mieszanki do komory, można uważać za idealny.

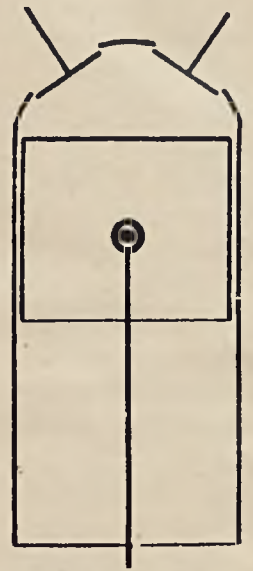
Umiejscowienie jednak świecy w pośrodku kuli natrafia na wielkie trudności; przy umieszczeniu zaś w ścianie, droga płomienia zwiększa się dwukrotnie, przez co skłonność do detonacji jest wydatnie zwiększona.

Przybliżenie tej idealnej głowicy daje nam



Rys. 7. Schemat głowicy półkulistej.

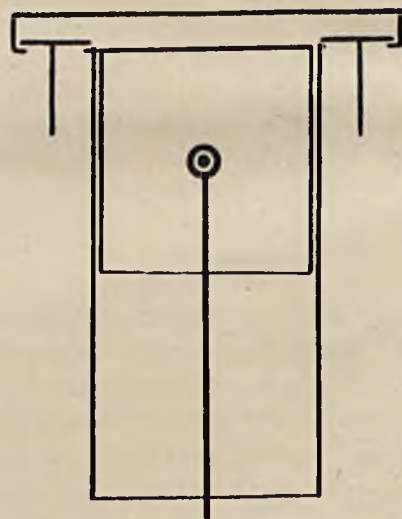
tak zwana głowica półkulista. (Rys. 8). Głowica ta tak z punktu widzenia termodynamiki, jak i wytwarzania wirów, oraz bezpośredniego wlotu mieszanki, jest rozwiązaniem praktycznie najlepszym. Odnośnie do umiejscowienia świecy, najdogodniejszym byłoby osadzenie świecy w osi głowicy. Wymaga to jednak stosowania oddzielnych wałów rozrządowych dla obu rodzajów zaworów, to też silnik tej konstrukcji wypada kosztownie. Przez umieszczenie świecy z boku głowicy jeden wał rozrządowy możemy usunąć, jednakże zwiększeniem drogi płomienia stwarzamy warunki powstawania detonacji.



Rys. 8. Schemat głowicy półkulistej.

Musimy więc, albo obniżyć stopień sprężania, albo też stosować dwie naprzeciw siebie umieszczone świece, przez co zmniejszamy drogę płomienia o połowę.

Tańszemi znacznie we fabrykacji są głowice o dolnym sterowaniu zaworów, tak zwane T — głowice (rys. 9), oraz L — głowice. Głowice tego typu miały, w stosunku do głowic o górnym sterowaniu, tak rozliczne wady i braki, że ogólnie mniemano, że w krótkim przeciągu czasu zostaną w zupełności zarzucone.



Rys. 9. Schemat T — głowicy.

Zobaczmy jakie są te wady.

Rozchodzenie się spalania w płaskiej komorze dawkowej odbywa się w złych warunkach, droga przebiegu płomienia jest czasami bardzo znaczna. Ruchy wirowe powstają wpraw-

dzie przy sprężaniu, są jednak mało energiczne i nie w całej masie. Spowodu gwałtownych załamań, tak zasysanie świeżej mieszanki jak i wyrzucanie spalin, natrafia na pewien szkodliwy opór. Wynikające z tego słabsze zasysanie, oraz większa pozostała ilość spalin, powodują obniżenie wydajności silnika. Znaczna powierzchnia komory dawkowej, w stosunku do małej pojemności, obniża wydajność termiczną.

Prace Ricarda poszły właśnie w kierunku ulepszenia głowicy tego typu.

W głowicy Ricarda (rys. 6) komora dawkowa ma kształt jak gdyby bocznej komórki. Tłok, dochodząc prawie do dna cylindra, wyrzuca mieszankę do tej komory, wprawiając przytem całą masę mieszanki w energiczny ruch wirowy. Komora dawkowa, będąca tutaj zarazem komorą zaworów, posiada w stosunku do poprzednich typów znaczną objętość, co zezwala nam na nadanie jej dogodnego ze względów termodynamicznych, w przybliżeniu półkulistego kształtu, oraz stosowania zaworów o większym przekroju.

Rys. 10 podaje nam głowicę o silnym ruchu wirowym silnika dwutaktowego.



Rys 10. Przekrój uwidaczniający głowicę silnika dwutaktowego Aleyon.

Wiele, o znaczeniu kształtu komory dawkowej, powie nam załączona tablica. Głowicę o najwyższej wydajności oznaczono przez 100%. Pojemność cylindrów, oraz ich średnice są w przybliżeniu jednakowe. Przy każdym typie podany jest maksymalny dopuszczalny stopień sprężania.

Kształt komory sprężania	stopień sprężania	wydajność w %
Półkulista, cztery zawory, świeca w osi cylindra	5.4 : 1	100
Pięć zaworów górą pionowo sterowanych, świeca w osi, skok do średnicy = 2 : 1	5.4 : 1	100
Zawory górą sterowane pionowe dwie świece naprzeciw siebie	5.2 : 1	97
Zawory górą sterowane pionowe jedna świeca z boku	5 : 1	94
Zawór ssący ponad wydmuchowym, świeca w osi cylindra, L — Głowica	4.7 : 1	87
Zawór ssący ponad wydmuchowym, świeca w komorze zaworów	4.5 : 1	85
Zawór ssący ponad wydmuchowym, świeca naprzeciw komory zaworów	4.2 : 1	80
L — głowica, zawory dołem sterowane, wiry energiczne, skok średnicy = 1.4 : 1	4.9 : 1	88
L — głowica, zawory dołem sterowane, wiry energiczne, skok : średnicy = 2 : 1	5.0 : 1	90
L — głowica, zawory dołem sterowane, wiry energiczne, świeca w osi cylindra	4.6 : 1	80
L — głowica, zawory dołem sterowane, wiry energiczne, świeca ponad zaworem ssącym	4.4 : 1	77
T — głowica, świeca w osi cylindra	4.6 : 1	80
T — głowica, świeca ponad zaworem ssącym	4.2 : 1	75

Dla celów porównawczych załączona tablica ma znaczenie tylko empiryczne. Nie możemy na jej podstawie twierdzić, że przy pewnym typie, niemożliwym jest uzyskanie większej wydajności. Przez starannie przemyślaną konstrukcję komory dawkowej, możemy wydajność zawsze zwiększyć, gdyż żadna z nich nie jest zapewne idealną.

Przegląd czasopism technicznych.

ENERGETYKA.

Wykorzystywanie ciepła ziemnej pary wodnej w Italji.

G. Conti, *World Power* 19 (1933) str. 382.

Jedno z ciekawych źródeł energii naturalnej we Włoszech przedstawia ziemna para wodna, wydobywająca się z licznych źródeł, wlerconych w wulkanicznej części Toskany, w okolicy Larderello. Narazie osiąga się w ten sposób 14 400 kW, ostatnie wlercenia natomiast pozwalają uzyskać 900 t pary na godzinę. Gospodarcze wykorzystanie energii ziemnej pary wodnej, wydobywającej się z tych źródeł, napotyka jednak na wiele trudności, spowodowanych przede wszystkim zawartością dużych ilości nieskrapających się gazów w parze wodnej, oraz niskim ciśnieniem tej pary. Obecność nieskrapających się gazów pogarsza bardzo próżnię turbin parowych tak, że musiano zastosować przy turbinie 250 kW, ustawionej w r. 1913, pośrednie wytwarzanie pary, polegające na tem, że parę do turbin wytwarzano w specjalnych kotłach ogrzewanych przez parę ziemną. Ciśnienie pary ziemnej wynosi wprawdzie w zamkniętych źródłach 8 do 10 atn, a nawet więcej, obniża się jednak szybko przy poborze pary i spada nawet do 1 atn przy pełnym obciążeniu. Do tego dołączają się jeszcze trudności ruchowe, spowodowane korozyjnym działaniem gazów, zawartych w parze ziemnej, na rury kotłowe. Poradzono sobie na to w ten sposób, że kondensowano parę ziemną w osobnych komorach, gdzie traciła ona większą część nieskrapających się gazów, następnie w dalszych komorach odparowywano ją. Ciśnienie wlotowe turbin nie przekraczało jednak w tym wypadku 0,25 atn. Zanim udało się wywiercić dwa nowe źródła, o dużym wydatku pary i dużym ciśnieniu, próbowano, z pomyślnym wynikiem, wykorzystać bezpośrednio ziemną parę wodną w inny sposób, mianowicie, przez zasilanie turbin wdmuchowych. Ponieważ musiano w takim wypadku zrezygnować z kondensacji, zużycie pary przez turbiny było wiele wyższe, jednakowoż koszty inwestycyjne, jak również koszty ruchu prostych turbin wdmuchowych, wypadły dużo niżej. Wyniki tego rodzaju ruchu w Castelnovo (2 turbiny po 750 kW) i w Serrazano (1 turbina 650 kW) okazały się tak korzystne, że ustawiono turbinę wdmuchową na 3000 kW w Larderello, gdzie wywiercono w międzyczasie, dzięki ulepszonej metodom wlercenia, dalsze źródła pary o wydatku godzinnym 60 t/h i ciśnieniu 2,5 atn. Generatory wytwarzają prąd zmienny o 50 okr./sek, napięciu 4500 V, który jest transformowany na 16.000 i 40.000 V celem zasilania linii dalekonośnych.

ELEKTROTECHNIKA.

Wyrównanie naciągów przewodów napowietrznych przy pomocy ciężarów.

E. Mathieu, *Rev. Gén. de l'El.* 33 (1933) str. 497.

Autor poleca napinanie przewodów przy pomocy ciężarów, stosowane dotychczas przy przewodach kolei elektrycznych, również dla przewodów powietrznych. Długość linii zostaje podzielona na odcinki do 5 km i więcej; przewody na końcach tych odcinków są przeciągnięte przez rolki i obciążone na końcach, izolowanymi od nich ciężarami, o wadze odpowiadającej największemu dopuszczalnemu naciągowi przewodów, na słupach pośrednich przewody są prowadzone również na rolkach. Połączenie elektryczne, między poszczególnymi odcinkami

linji, wykonywane jest przy pomocy specjalnych kontaktów, wyłączających się samoczynnie w wypadku zerwania przewodu. Urządzenie jest tak pomyślane, że w wypadku zerwania się jednego przewodu mogą być rozłączone także przewody w innych fazach. W ten sposób, przy zerwaniu się jednego przewodu, cały odcinek pozostaje bez napięcia, stają się więc zbyteczne wszelkie inne środki ochronne na skrzyżowaniach dróg, kolei i przewodów telefonicznych. Poza tem nie występuje zwiększone obciążenie słupów, spowodowane nierównością naciągów przy zerwaniu się przewodu. Rozłączanie to może być również wykonane, zależnie od potrzeby, dla ręcznego uruchomienia. Ponieważ zwis nie zmienia się przy zmianach temperatury, można więc przy tej samej rozpiętości, co przy dotychczasowych wykonaniach, obniżyć słupy, albo też przy zachowaniu tej samej wysokości słupów, zwiększyć rozpiętości. W przeliczonym przykładzie dla linki miedzianej 52,8 mm² okazało się, że w stosunku do obecnego sposobu umocowywania przewodów, można zwiększyć rozpiętość z 200 na 293 m, albo obniżyć wysokość słupów z 16 na 11,62 m. Przy przewodach aluminiowych albo stalowo-aluminiowych, różnice i możliwe oszczędności wypadają jeszcze większe. Mierne powiększenie zwisu, w wypadku obciążenia sadzą, uważa autor za dopuszczalne, gdyż zachodzi to tylko w wyjątkowych wypadkach. Na końcu artykułu podaje autor rysunek słupa krańcowego z przeciwciężarami na końcach przewodów, nie zamieszcza jednak żadnych danych co do konstrukcji i sposobu wykonania proponowanego przez niego systemu.

Zabezpieczenia odgromowe.

B. Walter, *Z. techn. Phys.* 14 (1933) str. 118.

Odgromniki nie zapewniają zupełnego zabezpieczenia od uderzenia pioruna, gdyż znane są wypadki, że w budynkach zabezpieczonych odgromnikami powstawały przy uderzeniu pioruna pożary i inne szkody, spowodowane wtórnymi skutkami bezpośredniego uderzenia pioruna. Każdy pionowy słup, którego wierzchołek jest metalicznie połączony z ziemią, posiada działanie ochronne przeciw uderzeniu pioruna w pewnym promieniu dookoła swej podstawy. Z założenia najkrótszej drogi błyskawicy z chmury do ziemi wynikałoby obszar chroniony, wielokrotnie przewyższający długość takiego odgromnika. Długoletnie doświadczenia, uzyskane przez obserwowanie miejsc uderzenia pioruna, na obszarze dużego miasta (Hamburga), w którym odgromniki umieszczone na wieżach wysokich budynków, jak np. kościołów, przewyższają swoim zasięgiem ochronnym inne niższe odgromniki, wykazały, że tylko powierzchnia pośloma o promieniu równym wysokości odgromnika jest jeszcze wystarczająco ochroniona. Z tego wynika, że błyskawica nie wybiera sobie najkrótszej drogi do ziemi, co jest także potwierdzone innymi obserwacjami. Piorun obiera sobie miejsce uderzenia dopiero na dolnym końcu drogi błyskawicy, co jest zgodne z laboratoryjnymi doświadczeniami, wykonywanymi na modelach, przy pomocy sztucznie wytwarzanych wyładowań elektrycznych o iskrach stosunkowo krótkich wobec długości naturalnych błyskawic. Doświadczenia takie potwierdzają również wnioski wyciągnięte z obserwacji miejsc uderzeń piorunów na obszarze dużego miasta, że zasięg chroniowy znacznie się zwiększa przez umieszczenie kilku odgromników w odpowiedniej odległości od siebie. Np. wystarczają już dwa odgrom-

niki, ustawione w odległości 2,5 razy większej jak ich długości, dla pewnego zabezpieczenia obszaru, zawartego między nimi przed uderzeniem pioruna. Wynika z tego, że dla zabezpieczenia budynku długiego na 40 m, należy umieścić dwa odgromniki, wzdłuż podłużnej osi budynku, w odległości około 10 m od końców budynku, przy czym wysokość odgromników powinna wynosić 27 m. Jeden tylko odgromnik, umieszczony w środku budynku, musiałby już posiadać wysokość 43 m, czyli o wiele większą niż każdy z inaczej rozmieszczonych odgromników. Przy takim rozmieszczeniu kilku odgromników dla ochrony budynków, lub innych obiektów, unika się już wtórnych skutków uderzenia pioruna.

CHEMJA.

Duraluminium.

Streszczenie pracy W. H. Lewis „Duralumin applied to aircraft construction“, ogłoszonej w „The Journal of The Royal Aeronautical Society“ 1933 r. Nr. 272 str. 681—693.

Otrzymanie czystego aluminium jest trudne. Obecne w materiałach wyjściowych zanieczyszczenia — żelazo i krzem — mimo iż w procesach metalurgicznych są usuwane, zawsze w pewnej ilości znajdują się w ostatecznym produkcie aluminium. Aluminium czysty nie odznacza się wysoką wytrzymałością i jako taki znajduje zastosowanie tylko w tych wypadkach, gdy nie chodzi o zbyt wysoką wytrzymałość, naprzykład w przemyśle elektrycznym. Wytrzymałość czystego glinu lanego wynosi około 10 kg/mm², przez obróbkę na zimno możemy wytrzymałość podnieść do około 20 kg/mm², przy wydłużeniu 30%. Ponieważ ciężar właściwy glinu jest niski, mianowicie 2,68 oddawna dążono do wynalezienia stopu, który łączyłby w sobie niski ciężar właściwy, charakterystyczny dla glinu, z dobrą wytrzymałością materiałów konstrukcyjnych. Stopy takie znaleziono i jako najlepszy z nich, pod pewnymi względami, uważany obecnie jest duraluminium. Skład jego jest następujący: Cu = 3,5 — 4,5%; Mn = 0,4 — 0,7%; Mg = 0,4 — 0,7%; Al — reszta; zanieczyszczenia: Fe ≤ 0,4%; Si ≤ 0,5%; suma zanieczyszczeń (Fe + Si + Zn) nie może przekraczać 0,75%. Własności wytrzymałościowe:

stałego. Magnez łączy się z krzemem, obecnym zawsze jako zanieczyszczenie, tworząc związek Mg₂Si, który również wchodzi w roztwór stały. Z zanieczyszczeń krzem, łącząc się z magnezem, odgrywa poważną dodatnią rolę w ulepszeniu duralu, żelazo natomiast wywiera na stop, poddawany obróbce termicznej, ujemny wpływ.

Duralumin może być, albo poddany pełnej obróbce termicznej, albo wyżarzony. Obróbka termiczna polega na dwu czynnościach hartowaniu i starzeniu. Stop podgrzewa się do temp. 485 °C i studzi się, albo we wodzie, albo w oleju; zastosowanie tej temperatury jest nader ważne, gdyż wtedy związki CuAl₂ oraz Mg₂Si przejdą do roztworu stałego w glinie. Celem szybkiego studzenia jest zatrzymanie tego stanu w temperaturach normalnych, możliwem to jest jednak na krótki przeciąg czasu, gdyż zachodzić zaczyna zjawisko starzenia. Odchylenia od podanej temp. 480 °C mogą być bardzo nieznaczne mianowicie tylko ± 5 °C, to znaczy że zakres hartowania jest ograniczony od 480 do 490 °C. Stosowanie niższych temperatur nie daje dobrych własności wytrzymałościowych, zastosowanie zaś wyższych powoduje skruszenie materiału i może być powodem deformacji przedmiotów, gdyż materiał w tej temperaturze jest bardzo miękki. Jako konieczny warunek dobrego zahartowania stopu jest szybkie i równomierne ostudzenie. Olej gwarantuje równomierność studzenia, lecz wymaga zastosowania do podgrzewania stopów pieców muflowych, nie zaś kąpeli solnych. Częściej jest stosowana woda, należy jednak zapobiec zatrzymywaniu się pary przy powierzchniach przedmiotu hartowanego. Po zahartowaniu zachodzi w duralu samoczynnie proces starzenia, mianowicie składniki CuAl₂ i Mg₂Si znajdujące się w roztworze zaczynają wydzielać się z niego w postaci bardzo drobnych rozproszonych cząstek. Proces ten bezpośrednio po zahartowaniu przebiega raptownie, potem stopniowo maleje i po 4 — 5 dniach praktycznie jest zakończony. Można go znacznie przyspieszyć, jeżeli podgrzejemy do temp. 150 °C maximum, nie otrzymuje się wtedy gorszych wyników od starzenia w temp. normalnych, Zależność wytrzymałości duralu od czasu starzenia podaje następujące zestawienie:

Wzrost wytrzymałości	Wzrost wytrzymałości
kg/mm ²	kg/mm ²
26,4	26,4
29,15	29,15
30,55	30,55
32,80	32,80
31,60	31,60
37,90	37,90
39,4	39,4
41,0	41,0
42,0	42,0
42,5	42,5

	Pręty	Blacha	Rury
R kg/mm ²	31,5 — 42,7	≥ 42,7	≥ 44,2
Q kg/mm ² (0,1%)	15,75 — 23,5	≥ 23,5	≥ 29,3
A(Δ) %	≥ 15	≥ 15	zależnie od średnicy

Powyższe dane, wzięte z norm angielskich, nie wskazują na tę zależność, jaka zachodzi pomiędzy składem chemicznym a własnościami, na zależność tą bowiem wpływa poważnie obróbka termiczna; niema również podanego stosunku pierwiastków, jaki musi być zachowany dla otrzymania odpowiednich własności.

Główny składnik stopowy miedź, w temperaturach pokojowych, rozpuszcza się w glinie w ilości około 0,3%, gdy zaś w temp. 500 rozpuszczalność wzrasta do 6%, w temp. około 550 °C glin tworzy z miedzią mieszaninę eutektyczną. Przy obróbce mechanicznej na gorąco (kucie, walcowanie), albo przy obróbce termicznej nadmiar miedzi wydziela się z roztworu stałego i jako związek CuAl₂, występuje na granicach ziarn roztworu

Duralumin można, bezpośrednio po zahartowaniu w ciągu godziny, poddawać przeróbce na zimno (zgniotowi), późniejsza przeróbka jest już niemożliwa i wymaga wyżarzania z następną pełną obróbką termiczną. Jako najlepszy przykład mogą w tym wypadku służyć nity duralowe, które nie włoczone w godzinę po hartowaniu, muszą być ponownie wyżarzane i hartowane, gdyż zaczynają pękać. Powtórna obróbka termiczna, o ile jest właściwie przeprowadzona, nie wpływa ujemnie na własności duralu.

Przez wyżarzanie usuwamy działanie obróbki termicznej i zgniotu i otrzymujemy zupełnie miękki materiał. Temperatura wyżarzania dla duralu wynosi 350—390°C;

zastosowanie wyższych temperatur wymaga zbyt powolnego studzenia i w praktyce zwykle powoduje pewne podhartowanie. Wymagane jest przy wyżarzaniu równomierne i powolne studzenie.

Przeprowadzenie właściwe obróbki termicznej w praktyce nastęca poważne trudności. W hartowniach pracujących ze stałą, zwykle stal wprowadza się do pieca o temp. nieco wyższej od temp. hartowania. Przez wprowadzenie zimnego przedmiotu temperatura spada i gdy wyrówna się, osiągamy właściwą temperaturę. Przy hartowaniu duralu, wobec niebezpieczeństwa przegrzania, sposób ten stosowany być nie może. Utrudnia hartowanie duralu i to, iż nie możemy poznać na podstawie wyglądu zewnętrznego jego temperatury. Dla osiągnięcia równomiernego wygrzewania stosuje się zwykle kąpiel solną — azotanów sodu i potasu. Trudności które napotykamy przy tej metodzie są: a) wyroby są pokryte warstwą soli, b) operacja jest brudna, c) musi być stosowana operacja suszenia.

Stopy glinowe i szczególnie magnezowe są nągół wrażliwe na korozję. Co do duralu jest on też wrażliwym na korozję, która występuje tu w dwu postaciach. Jedna korozja jest to tak zwana korozja międzykrystaliczna, wywołana różnicami potencjałów elektrycznych w materiale, powstałymi wskutek obecności zanieczyszczeń, albo kontaktu z innymi metalami. Korozja ta ma charakter działania elektrolitycznego. Nie jest ona widoczna nazewnątrz, lecz może być niemniej groźną od korozji wywołanej działaniem czynników zew-

nętrznych, jak powietrze, woda morska, sól z kąpeli hartowniczej itd. W tym wypadku zostaje niszczona cała powierzchnia metalu. W celu zabezpieczenia przed korozją, powierzchnie pokrywa się lakierem lub emalją, lepsze wyniki daje proces „utlenienia anodowego”. Polega on na tem, iż drogą elektrolityczną zostaje na powierzchni stopu stworzona błonka tlenku, chroniąca dalsze warstwy przed korozją. Ostatnio znaleziono nowe rozwiązanie kwestji ochrony duralu przed korozją; mianowicie blacha duralu zostaje pokryta z obu stron glinem. Glin jest mniej wrażliwy na korozję, musi być pozatem również poddany procesowi oksydacji anodowej. Blacha duralu pokryta glinem czystym jest znana pod nazwą „alclad”.

Stopy magnezowe.

(*Metallurgia 1933 r., grudzień str. 42 — 53*).

Magnez czysty, jako materiał konstrukcyjny, zastosowania nie znajduje, dzięki swoim miernym własnościom fizycznym. Cechą charakterystyczną magnezu jest jego niski ciężar właściwy, najniższy z metali przemysłowo używanych, oraz układ jego siatki krystalizacyjnej. Większość metali posiada siatkę przestrzenną regularną (sześcienną), magnez zaś krystalizuje w postaci heksagonalnej.

Celem polepszenia własności mechanicznych magnezu, które są podane w tabeli I, zbadano wpływ różnych pierwiastków na magnez.

Ze zbadanych pierwiastków wpływ cynku i kadmu nie jest zbyt dobry; glin podnosi wytrzymałość lecz

Tabela I.
Własności mechaniczne Mg, Al i Cu.

	Mg.	Al.	Cu.
Ciężar właściwy	1,74	2,71	8,93
Wytrzymałość na zerwanie .	17.50 kg/mm ²	10.00 kg/mm ²	25.00 kg/mm ²
Przydłużenie	5 0/0	40 0/0	60 0/0
Przewężenie	6 0/0	80 0/0	75 0/0
Twardość Brudła	33 ^o	24 ^o	38 ^o

Tabela II.
Własności wytrzymałościowe stopów odlewniczych i kutech, glinowych i magnezowych.

St o p	Ciężar właściwy	Wytrzymałość na rozerwanie kg/mm ²	Przedłużenie 0/0	Twardość Brudła	Próbka
Al + 8 0/0 Cu	2,9	14 — 17,5	4 — 3	55 — 60	kokrłowa
"	"	11 — 12,5	2,5 — 1,5	50 — 55	piaskowa
Al + 13 0/0 Si	2,6	16,5 — 18	10 — 5	45 — 55	"
"y*	2,8	31	2,5	100	kokrłowa obrobiona termicznie
Elektron AZG		14 — 17,5	5 — 3	45 — 55	piaskowa
"		21 — 24	6,0	50 — 60	kokrłowa
AZM		33	15		ciągniona
Dural		40	18,7		"
Superdural		48	12		"

wpływa ujemnie na ciągliwość stopu. Wpływ manganu i krzemu nie jest wyraźny. Obecnie jako najlepsze uznano stopy magnezu nie podwójne, lecz potrójne. Naprzykład stop „AZM” posiada przeciętny skład $Al = 6 - 6,5\%$, $Zn = 1\%$, $Mn = 0,2 - 0,5\%$, Mg — reszta; stop magnezowy „AZF”: $Al = 4\%$, $Zn = 3\%$, $Mn = 0,2 - 0,5\%$, Mg — reszta. Stopy magnezowe poddają się obróbce cieplnej, można je kuć i walcować. Dobre własności plastyczne stopy te posiadają w temperaturze $250 - 300^{\circ}C$, w temperaturach zaś pokojowych są kruche.

Porównawcze własności wytrzymałościowe stopów magnezu (elektronów) i stopów lekkich glinowych podaje tabela II. Należy zaznaczyć, iż elektrony odznaczają się niskim współczynnikiem sprężystości, oraz tracą szybko swą dobrą wytrzymałość w wyższych temperaturach. Naprzykład elektron AZ 885 w temp. $20^{\circ}C$ posiada wytrzymałość 31 kg/mm^2 , w temp. zaś $250^{\circ}C$ już tylko 10 kg/mm^2 , gdy zaś w tej temp. (250°) stop glinowy „y” wytrzymuje jeszcze 33 kg/mm^2 , tracąc tylko 6 kg/mm^2 .

Elektrony dają się spawać, szczególnie te z nich, które nie mają dużej ilości składników stopowych. Elektrony są więcej wrażliwe na wilgoć i wpływ wody morskiej od stopów glinu, w pewnych jednak warunkach są odporniejsze na niektóre czynniki. Aby ochronić elektrony przed korozją, powleka się je warstwą ochronną, zanurzając na pewien czas do roztworów soli. Najczęściej jest stosowany dwuchromian potasu, obecnie wchodzi w użycie pokrycie warstwą metaliczną selenu.

Nakładanie stellitu.

Arcos rok 1933. zeszyt 55 i Schmelzschweissung rok 1932. zeszyt 12.

Stellity są syntetycznym połączeniem $40 - 55\%$ kobaltu, $15 - 35\%$ chromu, $10 - 25\%$ wolframu i $1,5 - 5\%$ węgla; resztę stanowi żelazo, które nawet można uważać za zanieczyszczenie. Zawartość węgla nadaje połączeniu wysoką twardość w normalnych temperaturach, wolfram zaś w wysokich temperaturach, co jest z punktu widzenia technologii metali najważniejszą własnością stellitu, o ile chodzi o narzędzia warsztatowe; chrom podnosi twardość i znacznie zwiększa wytrzymałość przeciw ścieraniu, a kobalt wreszcie chroni przed oksydacją.

Stellit posiada w normalnych temperaturach twardość $60,5 - 61,5$ wedle Rockwell'a, przy $700^{\circ}C - 58$, a przy $1000^{\circ}C - 61$. Po odpuszczeniu przybiera poprzednią swą twardość. Odznacza się on dalej znaczną wytrzymałością w wysokich temperaturach, odpornością przeciw rdzy i ścieralności, a obrabialny jest jedynie zapomocą szlifowania. Spawalność pozwala na nakładanie stellitu na inne materiały, którym chcemy na powierzchnię nadać jego własności. Dzięki zbliżonej do stali rozszerzalności i temperaturze topienia, niema obawy powstawania rys przy wolnym stygnięciu. Przewodnictwo cieplne stellitu jest bardzo małe.

Najprostszym sposobem jest nałożenie stellitu zapomocą spawania. Do tego celu wyrabiane są pałeczki o średnicy $5 - 8\text{ mm}$, a ponieważ chodzi o materiał lany, więc długość ich jest nieregularna, najczęściej wynosi ona jednak 300 mm . Pałeczki są powlekane masą, w skład której wchodzi węgiel wapniowy, ziemia krzemkowa i albo boraks, albo kwaśny węgiel sodowy. Składniki te w równej ilości miesza się z szlakiem.

Powierzchnię, którą ma się nałożyć stellem, należy dokładnie oczyścić zapomocą szlifowania, strugania lub spiłowania. Spawany przedmiot musi się podgrzać do barwy ciemno-czerwonej i cały czas nakładania w temperaturze tej utrzymywać. O ileby przy większych przedmiotach zachodziła potrzeba, należy je w trakcie pracy jeszcze dodatkowo ogrzewać. Najczęściej jednak ciepło łuku elektrycznego wystarcza zupełnie do utrzymania odpowiedniej temperatury w miejscu spawania. Spawać można tak prądem stałym, jak i zmiennym. Przy prądzie stałym pałeczkę umieszcza się na biegunie dodatnim. Dla pałeczek o średnicy 6 mm używa się normalnie natężenia $200 - 225\text{ A}$. oraz napięcia $30 - 35\text{ V}$. Przy prądzie zmiennym dla pałeczek 5 mm wystarcza natężenie 110 A . W czasie spawania powinno się uważać, by ze względu na kosztowny materiał głębokość wtopienia nie była zbyt wielka. Wogóle należy dbać, aby zmieszanie się z materiałem macierzystym było możliwie nieznaczne, a nałożona warstwa stellitu możliwie czysta.

Przy nakładaniu cienkich warstewek unika się również przenikania gazu do spoiwa. Warstewki normalnie nie powinny przekraczać wysokości $1,5\text{ mm}$. W wyjątkowych tylko wypadkach są one grubsze. Również oszczędność na materiale można otrzymać, wykonując dookoła miejsca, które ma być stellem nałożone, formę z płytek węglowych lub miedzianych. Przy nakładaniu zeliwa zwykle trzeba ułożyć dwie warstwy na sobie.

Po ukończeniu nakładania stellitu można przedmiot wyzarzyć, co jednak nie zmienia struktury stellitu, więc nie przedstawia korzyści. Następnie dla uniknięcia natężeń skurcznych wkłada się go natychmiast do popiołu, gdzie powinien wolno ostygąć. O ile zachodziłaby konieczność zahartowania powierzchni — czego jednak normalnie się nie robi — to należy zastosować do tego celu oleju, a nie wody. Szybkie studzenie może spowodować powstawanie rys.

Zastosowanie nakładania stellitu jest bardzo szerokie. Szczególne znaczenie ma ta metoda w nakładaniu ostrzy najróżnorodniejszych narzędzi warsztatowych. Wydajność takich narzędzi w stosunku do stali szybko sprawnych podnosi się o $40 - 50\%$. Ilość obrabianych przedmiotów między dwoma szlifowaniami podnosi się dwukrotnie, a nawet i trzykrotnie. Jako przykład posłużyć mogą wiertła spiralne, które pracowały bez szlifowania jeden tydzień w wypadku stali szybko sprawnej, a sześć tygodni z płytkami stellitowymi. Dzięki temu wymagane tolerancje mogą być znacznie podwyższone. Wykonanie matryc do wycinania różnych przedmiotów z obrzeżem nałożonym stellem, kilkakrotnie przedłuża żywot tych narzędzi.

Nałożenie stellitu na brzegi łopat w grubości $3/4\text{ mm}$, a szerokości $6 - 10\text{ mm}$, pozwala łopate używać dwa do trzech razy dłużej, podczas gdy koszt nałożenia wynosi około 6% nowej łopaty. Ponieważ praca jest tutaj masowa, więc używa się przy niej różnych uchwytów pomocniczych. Podobny zysk osiąga się nakładając na ostrze pługa odpowiednio szeroką i grubą warstewkę stellitu.

Węgiel i koks posiadają własności bardzo silnego ścierania wszystkich urządzeń, wchodzących z nimi w zetknięcie. Dlatego też narzędzia służące do rozdrabniania względnie proszkowania tych materiałów powleka się około $1,5\text{ mm}$ warstwą stellitu. Po zniszczeniu tej warstwy proceder nakładania można spokojnie powtórzyć.

Również rury na zgięciach w Ameryce powleka się stelliem. W tym celu kolana rozcina się, nakłada warstwę stelliitu i z powrotem spawa. W koksowniach podobnie chroni się przed zużyciem stemple, któremi wyciska się żarzący się koks.

Stellit używany jest także w papierniach do matryc, przy turbinach wodnych na dysze i w wielu innych jeszcze wypadkach.

BUDOWA MASZYN.

Motory pompowe, *Power, grudzień 1933 r.*

Firma Westinghouse buduje 6 motorów synchronicznych, po 1500 HP dla napędu pomp odśrodkowych, w stacji pomp Harrison Street w Chicago. Motory mają osiągnąć współczynnik sprawności 97,9%. Blższych danych brak.

Supercentryfuga, *Power, grudzień 1933 r.*

Dr. J. W. Mac Bain, profesor Stanford University, zademonstrował, przed Oddziałem Zachodnim Amerykańskiego Towarzystwa popierania nauk, supercentryfugę, robiącą 660 000 obrotów na minutę, która posiada napęd powietrzem sprężonym. Rotor tej centryfugi jest zrobiony ze stali chromoniklowej.

Na wystawie chemicznej, która odbyła się z początkiem ubiegłego roku, w Nowym Yorku wystawiła firma

Sharples Specialty Comp., supercentryfugę na 1 000 000 obrotów na minutę.

KOMUNIKACJA.

Szybkość pociągów pośpiesznych w Polsce i zagranicą. *Przeгляд Techniczny Nr. 1 i 2, 1933 r.*

W ostatnich czasach coraz częściej mówi się o kwestji zwiększenia szybkości pociągów na naszych kolejach. Współczesne życie wymaga tego. W porównaniu z innymi państwami, znajdujemy się pod tym względem na jednym z ostatnich miejsc. Krajami, przodującymi w dziedzinie dużych szybkości pociągów osobowych są Francja i Anglja, w szczególności Anglja, gdzie szybkości niektórych pociągów noszą charakter „wyczynów” sportowych i dlatego możemy podziwiać np. 116 km/godz. takiego „Cheltenham Flyer”, co jednak niekoniecznie musi być przez nas naśladowane.

Rozróżniamy szybkość pociągów: maksymalną t.j. najwyższą średnią, bez zatrzymania między dwiema stacjami, techniczną czyli szybkość otrzymaną jako iloraz z całkowitej drogi między stacjami końcowymi i całkowitego czasu z odliczeniem postojów, oraz handlową — otrzymaną jako iloraz z całkowitej drogi i całkowitego czasu łącznie z postojami.

Tabela I podaje niektóre dane co do szybkości

T a b e l a I.

Najszybsze pociągi w Europie.

Wykaz przebiegów bez zatrzymania z szybkością handlową:

Nazwa kolei	Szlak	Odległość km	Szybkość km/godz.
a) powyżej 100 km/godz.			
Anglja — Great Western Ry	Swindon — London	124,4	115,9
Francja — Alsace-Lorraine	Mulhouse — Strasbourg	109,0	106,6
Niemcy — Koleje Państwowe	Berlin — Hamburg	287,0	105,6
Francja — Nord	Paris — Saint Quentin	154,0	105,0
Nord	Paris — Arras (Lille)	199,0	104,7
Anglja — London-Midland-Scottish	Grewe — Willesden	245,8	103,8
Francja — Alsace-Lorraine	(Bruxelles) Metz — Strasbourg	159,0	103,7
Francja — Paris-Orléans	Les Aubrais — Saint Pierre des Corps	115,0	103,0
Francja — Est.	Paris — Epernay	142,0	102,6
Anglja — London-North-Eastern Ry	Grantham — London	169,8	102,4
b) od 90 do 100 km/godz.			
Włochy — Koleje Państwowe	Verona — Padova	82,0	98,4
Irlandja — Great Northern Ry	Dublin — Dunkalk	86,9	96,6
Francja — P. L. M.	Valence — Avignon	124,0	94,2
Francja — Midi	Bordeaux — Dax	148,0	92,6
c) od 80 do 90 km/godz.			
Belgja — Soc. Nationale	Bruxelles — Ostende	116,9	87,7
Szwajcarja — Koleje Związkowe	Göschenen — Bellinzona	103,0	83,5
Holandja — Koleje Państwowe	Rosendaal — Vlissingen	75,0	83,3
Polska — P. K. P.	(Warszawa) — Poznań — Zbąszyń	75,0	83,3
Austrja — Koleje Związkowe	(Wien) — St. Pölten — Linz	128,0	81,7
Węgry — Koleje Państwowe	Budapest — Hatvan	69,0	80,7
Rumunja — Koleje Państwowe	Bucuresti — Ciculnita	109,0	80,7

pociągów zagranicą i w Polsce bez zatrzymania. Ponieważ szybkości odnoszą się do jednego odcinka, a zatem są to jednocześnie maksymalne, techniczne i handlowe.

Dla ruchu osobowego najważniejsza jest oczywiście szybkość handlowa, która zasadniczo jest tem wyższa, im pociąg między stacjami końcowymi posiada mniej przystanków, względnie nie posiada ich wcale. Najdłuższe w niektórych państwach w Europie przebiegi bez zatrzymania ilustruje tabela II.

ku lepszemu, przez zamianę podsypek piaskowych, na żuźlowe, w ten sposób rocznie realizuje się około 20% pełnego programu.

Co zaś do lokomotyw osobowych, to ogólna ich ilość wynosi 1201 sztuk, z czego 232 ma wiek poniżej 10 lat, 118 od 10 do 20 lat, 253 od 20 — 30 i 328 ponad 30 lat. Z tej liczby tylko 349 należy do typu pośpiesznych (serja P), są to przeważnie stare lokomotywy austriackie i niemieckie o nacisku ok. 15 tonn na oś, a więc

T a b e l a II.
Najdłuższe w Europie przebiegi bez zatrzymania.

Nazwa kolei	Szlak	Odległość km	Szybkość km/godz.
Anglja — London — North Eastern Ry	London — Edinburgh ⁵⁾	631,9	84,3
Anglja — London-Mildland-Scottish Ry	Carlisle — London	481,2	86,4
" " " "	London — Holyhead	424,2	82,0
Francja Nord	Paris — Liège	367	95,7
Inne Kraje:			
Włochy — Koleje Państwowe . . .	Livorno — Roma	316	77,7
Niemcy — Koleje Państwowe . . .	Nürnberg — Halle (Berlin)	314	77,5
Portugalja — Koleje Państwowe . .	Pampilhosa — Lisbona	239	76,3
Węgry — Koleje Państwowe	Budapest — Hegyeshalom	196	75,4
Austria — Koleje Związkowe . . .	Wien — Linz	189	77,2
Polska — Koleje Państwowe	(Warszawa) Poznań — Kutno	178	71,2
Belgja — Soc. Nationale	(Bruxelles) Namur — Luksemburg	164	70,8
Czechosłowacja — Koleje Państw.	M. Ceska — Praha	164	72,9
Hiszpanja — Koleje Państwowe . .	Madrid — Alcazar	149	66,7
" " " "	Zaragoza — Farbara Barcelona . .	130	67,2
Szwajcaria — Koleje Związkowe . .	Bellinzona — Arth-Goldau (Lucerna)	141	62,2
" " " "	Samaden — Coire	127	56,0
Holandja — Koleje Państwowe . . .	Vlissingen — Bortel	138	78,8
Rumunja — Koleje Państwowe . . .	(Bucuresti) Brasov — Sighisoara .	128	66,8

Co do Polski, to szybkości handlowe naszych kurjerów pozostają w granicach od 53,8 km/godz. do 83,1 km/godz, szybkości techniczne od 19,6 do 83,1, a maksymalne zaś od 62,3 km/godz. do 83,3 km/godz. Najszybciej przebiega pociąg, odcinek Poznań — Zbąszyń na szlaku Warszawa — Kutno — Zbąszyń (83,3 km/godz. — szybkość maksymalna).

Zagadnienie zwiększenia szybkości pociągów kurjerskich, ściśle wiąże się ze sprawą stanu torowisk, oraz posiadania odpowiednich lokomotyw. Ogólnie biorąc, tory (zarówno nawierzchnie jak i szyny) w Polsce są w stanie nienajlepszym. Tylko Poznańskie i Pomorze, oraz Górny Śląsk mają tory utrzymane na właściwym poziomie. Jednak już inne główne linje łączące większe miasta w Polsce, zostały przez P. K. P. poprawione. Wymieniono do 1931 r. 4475 km szyn (obecnie pozostaje jeszcze do wymiany 2900 km), oraz wprowadzono racjonalną gospodarkę podkładową.

Co do nawierzchni, to w dniu 1. IV. 1934 r. na ogólną długość torów 22926 km, było na różnych gatunkach tłucznia ok. 4200 km (18%), na różnych gatunkach żwiru 16000 km (70%), resztę — ok. 1700 km (12%) na piasku. Tylko nawierzchnie na tłuczniu i częściowo na grubym żwirze, mogą być brane pod uwagę dla szybkości ponad 90 km/godz. Otóż rzecz ta obecnie zdążyła stale

nie mogą być brane pod uwagę, przy prowadzeniu ciężkich dalekobieżnych pociągów pośpiesznych. Narazie pociągi takie prowadzą lokomotywy OK 22 wyrobu fabryki Chrzanowskiej — wszakże na większe szybkości ponad 90 km parowóz ten nie nadaje się. Jednak odpowiedni typ parowozu może być zaprojektowany i w Polsce wykonany.

Biorąc powyższe pod uwagę można stwierdzić, co następuje:

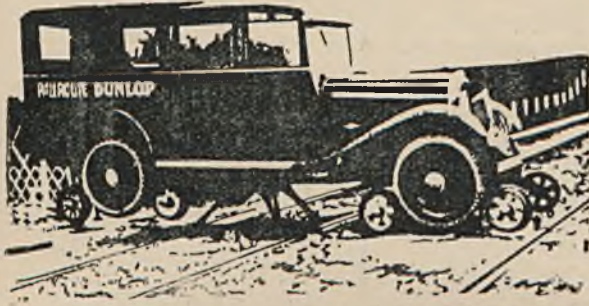
1. Obecne życie wymaga zwiększenia u nas szybkości pociągów osobowych,
2. szybkości tych pociągów zagranicą są wyższe aniżeli w Polsce,
3. a zatem na naszych kolejach powinny być zwiększone o 10 — 15%,
4. na co stan torowisk pozwala,
5. odpowiednie potrzebne parowozy możemy własnymi siłami uzupełnić.

Z dotychczasowych inicjatyw, jakie obserwujemy ostatnio ze strony P. K. P. w ruchu osobowym można wnosić, że sprawa ta nie napotyka ze strony kierownictwa kolei na zasadnicze trudności.

Użycie samochodów drogowych dla kolejnictwa w czasie wojny.

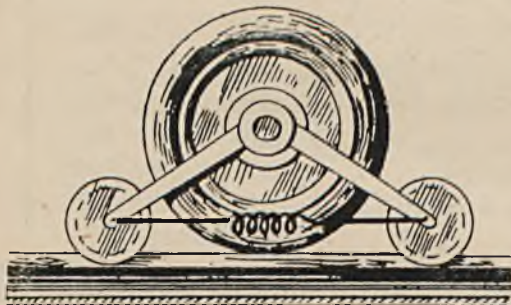
Kpt. *Beaurais. Revue du Genie Militaire.*
zeszyt marzec kwiecień 1933 r.

T-wo Dunlop zademonstrowało we Francji samochód, mogący dzięki specjalnej konstrukcji, przechodzić z drogi gruntowej na szyny kolei żelaznych i odwrotnie. Jak podają dzienniki, maszyna przybyła na pokaz drogą gruntową, następnie przeszła na tor kolejowy, kilkakrotnie przebyła dystans wynoszący 30 km, z szybkością dochodzącą do 100 km. na godzinę (rys. 1).



Badana maszyna była zwykłym wozem Hotschkiss'a, w którym uskuteczniiono następujące zmiany:

1. Aparat wodzący składa się przy każdej oponie z 2 kółek żelaznych, wyposażonych w bandażę kół wagonowych, w ten sposób został samochodowi nadany wymagany na szynach kierunek (rys. 2). Kółka te dodane



są do wszystkich 4 kół, ze względu na umożliwienie ruchów wstecz, dla manewrowania, jak również celem uniknięcia wykolejenia pojazdu w wypadku hamowania na szynach mokrych, a także celem zmniejszenia niebezpieczeństwa w wypadku pęknięcia tylnej opony. Wspomniane kółka umocowuje się na ramionach dźwignów połączonych w górnej części. Ramiona dźwignów przy każdym kole samochodu połączone są sprzęgłem, posiadającym w części środkowej resor, którego siła prężna obliczona została w ten sposób, by koła wodzące uzupełniały pracę opony, która tocząc się na szynach posiada zmniejszoną powierzchnię styku (6 cm) i nie mogłaby utrzymać ciężaru wozu. Ciężar przerzucony na kółka wodzące wynosi mniej więcej po 150 kg na każde kółko (czyli od każdej opony ujmuje się po 300 kg). Podczas jazdy po drodze gruntowej, pojazd jest wyposażony jedynie w ramiona dźwignów, połączonych sprzęgłami; same kółka wodzące zakładają się dopiero przy przejściu na tor kolejowy (rys.)

Ponieważ jednak zakładanie i zdejmowanie kółek na ośki wymaga pewnego czasu, T-wo Dunlop dąży do wprowadzenia mechanizmu, któryby pozwalał w czasie jazdy po drogach gruntowych nie zdejmować kółek, lecz tylko je podnosić.

2. Samochód posiada rozstaw kół 1,44 m (tor amerykański); rozstaw ten dzięki przedłużeniu osi, został poszerzony do 1,50 m.

Sposób poszerzania toru przez przedłużenie osi, został uznany za najekonomiczniejszy dla celów przeprowadzonego doświadczenia.

3. Aby ułatwić przeprowadzenie samochodu z drogi żelaznej na drogę gruntową i odwrotnie, zaopatrzone go w specjalny lewar (widoczny na rys. 1) mogący jednocześnie z podnoszenia nadawać maszynie znak obrotowy. Dzięki temu połączeniu ruchu podejmującego i obrotowego, pojazd jest w stanie stawać na szynach i opuszczać je na wszystkich przejazdach kolejowych.

W chwili gdy maszyna jest uniesioną w górę, zakłada się wodzące kółka, następnie odwraca się odpowiednio (najczęściej o 90°), by mogła stanąć na szynach kolejowych. Przy przejściu zaś z szyn na drogę, wykonuje się te same czynności w odwrotnym porządku. Lewar posiada trzy stopy, okazało się to jednak praktyczne ze względu na miękkość toru; aby powiększyć powierzchnię nacisku, podkładano deski, tę niedogodność da się usunąć przy zmianie obecnego lewara na inny o 4-ch nogach, opierających się równocześnie o szyny.

Obciążenie 5000 kg (podróżni plus bagaż) nie wymaga zwiększenia ilości kół, tem niemniej T-wo Dunlop projektuje wykonanie pociągu kursującego po drogach gruntowych i szynach; składających się z dwóch pojazdów 6 kołowych: traktora, oraz przyczepki 6 t wagi.

Pomimo dalszych prac nad udoskonaleniem tego pomysłu, już stan obecny wzbudza duże zaciekawienie.

Samochody, przerobione na pojazdy drogowo-szynowe, użyte być mogą do rozpoznania zniszczonych linii kolejowych, gdyż dzięki możliwości opuszczania toru w miejscach uszkodzonych, przechodziłyby one na drogi gruntowe. Zdolność kursowania po szynach pozwalałaby z większą łatwością rozpoznać lokalne środki naprawy linii.

Pojazdy drogowo-szynowe używane być mogą również do zaopatrywania, wykorzystując odcinki kolejowe, nie będące jeszcze w normalnej eksploatacji ze względu na zniszczenie. Wprowadzenie takiego ruchu, spowodowałoby pewne obciążenie ruchu na odcinkach drogowych, równoległych do kolei żelaznych. Pojazdy drogowo-szynowe, dając możliwość naprawy linii kolejowej materiałem dowozowym drogami gruntowymi, pozwalają uniknąć zbyteńnego nagromadzenia materiału na składach i punktach krańcowych eksploatowanej linii kolejowej. Pociągi drogowo-szynowe, pomysłu T-wo Dunlop, złożone z traktorów oraz przyczep, możnaby było również zaopatrzyć w dodatkowe gąsienice, które posiadają anglicy przy swych samochodach ciężarowych, co dałoby możliwość przechodzenia z drogi gruntowej na szyny i odwrotnie, nie tylko na przejazdach, lecz również tam, gdzie nasypy i wykopy nie są zbyt wysokie.

O ile jednak wyposażenie oddziałów kolejowych w podobne pociągi narazie jest jeszcze w dziedzinie fantazji, o tyle pojazd z którym robiono doświadczenia, mógłby już teraz być wzięty w rachubę na wypadek wojny, bez potrzeby zaopatrywania się w maszyny specjalne, a to ze względu na łatwość jego przeróbki.

Przedłużenie osi jakie uskuteczniiono dla doświadczalnego eksperymentu przy maszynie Hotschkiss'a, wykazało się jako najpraktyczniejsze i najekonomiczniejsze dla pojedynczego pojazdu, pochłonęło to jednak pewną

ilość czasu; o ileby chodziło o większą ilość maszyn, należałoby zgóry zastosować koła specjalnie wygięte stożkowo, któreby rozsuwały opony na pewną niezbędną odległość. Nie sprawiałoby to zbytnej trudności ze względu, że konieczne poszerzenie zastępu wynosi zaledwie 3 do 4 cm. (wchodzi w grę: szerokość opony, umiejscowienie bandaży kółek wodzących i szerokość główki szyny). Pozatem maszyny mogą być zaopatrzone w specjalne mostki (autor francuski wspomina o mostkach typu „Stondley”), służące na wypadek zepsucia się lewaru. Możliwe nawet, że tego rodzaju mostki mogłyby w zupełności zastąpić lewar, obecnie proponowany przez T-wa Dunlop. Można również, zawczasu przejąwszy już pewien typ maszyn, nakazać fabrykantom zgóry przedłużenie rozstawu kół do 1,50 cm, przygotowanie odpowiednich otworów w bębnie hamulczym itp.

Nowa zdobycz techniki.

Na ostatnim Światowym Kongresie Naftowym w Londynie w lipcu 1933 r. zademonstrował inż. L. Steiner z Czechosłowacji przyrząd do mierzenia smarności (wiskozy) oryginalnego pomysłu i własnej konstrukcji. Ten nowy typ wiskozymetru wzbudził podziw wszystkich uczestników rzeczony konferencji.

Wynalazek inż. Steinera ma wielkie znaczenie praktyczne i obecnie jest już w handlu do nabycia.

Aczkolwiek wiskoza nie jest jedyną krytyczną właściwością olejów smarnych, to jest ona jednak ich właściwością najważniejszą. Obecnie konsument przy pomocy aparatu inż. Steinera jest w stanie ocenić obiektywnie każdy olej smarny, zalecany mu przez sprzedawcę i w końcu uniezależnić się od sugestji reklamy. Główną mianowicie zaletą wiskozymetru Steinera jest to, że jest on instrumentem podręcznym, łatwo przenośnym, którym może sprawnie i łatwo każdy laik posługiwać się i to nawet w warunkach najprymitywniejszych. Dzięki więc inż. Steinerowi oznaczenie przebiegu wiskozy w odniesieniu do temperatury wyszło z ciasnych ścian laboratoriów, a stało się dostępnym ogółowi konsumentów.

Z dobrodziejstwa wynalazku inż. Steinera korzystać powinien każdy, który ma na pieczy jakąkolwiek maszynę lub silnik. Łatwość bowiem i szybkość w dokonywaniu pomiarów wiskozy, na jaką pozwala instrument omawiany, daje możliwość ciągłej obserwacji i stałej kontroli, a jasnym jest, że taka opieka jest najlepszą konserwacją maszyny i zapewnia silnikowi jaknajdłuższy żywot.

Nadto daje instrument Steinera każdemu konsumentowi olejów smarnych sposobność większych oszczędności przy zakupie olejów. Nie będąc bowiem skazanym na marki handlowe olejów i drogie opłacanie ich reklamy, konsument sam może łatwo ocenić każdy olej bez względu na jego pochodzenie i opakowanie. J. K.

75-tonowy zóraw kolejowy.

V. D. I., 1933 rok, zeszyt 41.

Do podnoszenia wykolejonych wagonów i parowozów zbudowano specjalny zóraw umieszczony na wagonie kolejowym. Nośność głównego haka wynosi do 75 t przy maksymalnym wyciągu 9,5 m, względnie 20 t haka pomocniczego przy wyciągu 19 m. Aby ciężar zórawia utrzymać możliwie nisko, zastosowano do budowy jego stał o wysokiej wytrzymałości, bo w gatunku St. 52, a do połączeń użyto, zamiast nitów, spawania elektrycznego.

Również dwa przeciwcieżary, każdy po 24 t wagi, mu siano umieścić na osobnym wagonie, by nacisk na koła nie przewyższał przepisanych 18 t. W czasie pracy wysuwa się najpierw boczne ramiona, które opiera się na specjalnej podstawie, osiągając w ten sposób powiększenie powierzchni podstawy. Zapomocą specjalnych toków, pracujących pod ciśnieniem wodnym 400 at. uzyskuje się dokładnie poziome ustawienie.

Ze względu na występujące momenty i wywołane nimi siły, musiano przewidzieć bardzo mocną konstrukcję wagonu, na którym zóraw był umieszczony. Dzięki zastosowaniu spawania elektrycznego udało się uzyskać przy użyciu blach i kształtówek nie tylko znaczne oszczędności na materiale, ale i piękny wygląd podwozia. Spoiny wykonano wysokowartościowymi pałeczkami gołymi i polekanymi.

Na czopie, tak zwanym „królu”, umieszczona jest obrotowo górna część wagonu, w której znajdują się przekładnie, napędy i kocioł o 25 m² powierzchni ogrzewalnej i 12 atm. ciśnienia roboczego. Jako maszyna robocza pracuje tutaj dwucylindrowa maszyna parowa o 250 mm średnicy cylindra i 300 mm skoku. Do oświetlenia służy prądnica napędzana motorem Diesla. Ciężar całego zórawia wraz z wozem, urządzeniem i przeciwcieżarem wynosi 160 t.

Wytrzymałość spoin na obciążenia zmienne.

Autogene Metallbearbeitung, rok 1934, zeszyt 1.

Najczęściej materiał ocenia się wedle wyniku próby na zerwanie, który jednak jest miarodajny tylko dla obciążeń statycznych. Ten rodzaj obciążenia występuje jednak dość rzadko, zwykle bowiem dochodzą do niego jeszcze i obciążenia ciągłe t. j. zmienne, często powtarzające się. W tych wypadkach próby na zerwanie, przy wolnym tylko zwiększeniu sił rozrywających, nie mogą być już miarodajne, ponieważ zachowanie się materiału zależy od rodzaju i sposobu obciążenia.

Obciążenia statyczne i obciążenia zmienne są niezależne od siebie, można więc je osobno pomierzyć. Ważnym jest, że natężenia te dają się ze sobą sumować, przyczem musi się naturalnie uważać, by nie przekraczały granicy sprężystości. Na ogół próbki, które dawały względnie zadawalające wyniki przy próbach na obciążenia statyczne, nie zawsze okazały się dobrymi przy obciążeniach zmiennych. O ile jednak próby ciągłe wypadły pomyślnie, to i próby statyczne były zawsze zadawalające. Istnieje tu więc pewien rozdział na materiały nadające się do wszystkich rodzajów obciążeń i na materiały, nadające się jedynie do obciążeń statycznych.

Analogiczne wyniki osiągnięto przy próbkach blach o wytrzymałości 37 kg/mm², spawanych n a s t y k. Spoiny porowate i kruche, z karami, niedokładnie spojone na odwrotnej stronie lub w środku blachy, zerwały się przy natężeniach 34 kg/mm², podczas gdy przy próbach na obciążenia zmienne dały wytrzymałość tylko 10 kg/mm². Przy spoinach, wykonanych bez zarzutu i dobrym spoiwem, wytrzymałość na zerwanie podniosła się nieznacznie, bo tylko do 37,5 kg/mm², podczas gdy dla obciążeń zmiennych sięga 18 kg/mm². Nałożenie spoiwa z odwrotnej strony przy formie V. daje poważne zwiększenie odporności przeciw często powtarzającym się obciążeniom, albowiem z 12 kg/mm² podnosi się do 18 kg/mm². Wyniki otrzymane dla spoin stykowych, ale wykonanych wedle projektu Dr. Inż. *Holler'a*, tj. skośnie, dają od-

powiednio 17 kg/mm² i 22 kg/mm². Również wyrównanie narośli zapomocą szlifowania daje dodatnie rezultaty.

Obecnie więc osiągnięte wyniki badań przy obciążeniach zmiennych, często powtarzających się, dadzą się zreasumować następująco: Niespawane próbki posiadają wytrzymałość 25 — 31 kg/mm², spawane 9 — 18 kg/mm², dobre spawane na skos 22 kg/mm². Na dobroć spoiny najważniejszy wpływ wywiera kształt jej i własności spoiwa; wytrzymałość wyższa, niż materiału macierzystego, nie jest potrzebna.

Wedle badań Schulza i Buchholtza, pokrywających się z zapatrywaniami autora artykułu, wytrzymałość na obciążenie zmienne, dla spoin stali wyższego gatunku, (St. 52.) jest tylko nieznacznie wyższa od połączeń stali normalnych (St. 37.).

Jeśli chodzi o nakładki, przyspawane obustronnie na spoinę stykową, to są one wzmocnieniem połączenia przy obciążeniach statycznych. Przy działaniu sił często zmieniających się, nakładki przedstawiają wartość tylko dla wadliwych spoin stykowych; dla dobrych są zupełnie zbędne. Kształt nakładek nie odgrywa poważniejszej roli.

Przy połączeniu blach na krzyż, gdy blachy nie są na brzegach ścięte, otrzymuje się wytrzymałość dla

sił zmieniających się 9 kg/mm², zależnie zaś od wielkości ścięcia można otrzymać 11, a nawet 15 kg/mm². Ważnem jest, że równocześnie z obróbką blach rosną i natężenia zrywające statyczne.

Połączenia płaskowników nakładkami, zapomocą spoin bocznych, należy uznać za pełnowartościowe przy obciążeniach statycznych. Inaczej przedstawia się sprawa przy obciążeniach dynamicznych. Linje sił przechodzą tutaj nierównomiernie, skutkiem czego na brzegu łatwo powstają rysy. Również występują w tych wypadkach momenty zginające. Stąd też wytrzymałość na obciążenia często zmieniające się, w najlepszym wypadku, wynosi 10 kg/mm², średnio zaś 8 kg/mm². Spoiny wykonane na styk są, jak z tego widać, bardziej odpowiednie, więc mogą być silniej natężane. Dobieranie różnych kształtów spoiny i rozkładu spoiwa nie dało żadnych widocznych rezultatów. Ciekawem jest, że ze zmniejszeniem się szerokości nakładki wytrzymałość połączenia wzrasta.

Badania te, przeprowadzone przez prof. *Otto Grafa*, miały za cel wskazać drogę do otrzymywania możliwie najlepszych połączeń spawanych przy projektowaniu różnych konstrukcyj spawanych. Wyniki otrzymane dla drobnych przykładów z niewielkimi tylko odchyleniami ważne bowiem będą i dla całych konstrukcyj.

Dział gospodarczy.

PRZEMYSŁ WĘGLOWY.

Produkcja i zbył węgla w styczniu 1934 r.

Utrzymanie się na przestrzeni całego stycznia temperatury wyższej niż w grudniu sprawiło, iż, mimo większej o 3 liczby dni roboczych, poziom wytwórczości kopalń uległ obniżeniu. Wydobyte węgla w miesiącu sprawozdawczym wynosiło ogółem 2.663.921 tonn; w porównaniu zatem z grudniem r. ub. 2.759.614 t spadło o 95.693 tonn, względnie o 3,47 %.

Spadek produkcji jest ogólny, gdyż obejmuje wszystkie zagłębia.

Rozchód węgla łącznie z własnym zużyciem i deputatami w przeciwieństwie do poprzednich miesięcy — nie wyczerpał produkcji bieżącej. Wynosił on 2.581.913 t, czyli w porównaniu z grudniem 2.862.862 t spadł aż o 280.949 t, względnie o 9,89 %. Wobec tego stan zapasów węgla na zwalach nie uległ już dalszej redukcji;

przeciwie, mimo odpisania ilości zanikłych przez leżenie, podniósł się z 1.636.798 t w początkach miesiąca do 1.707.740 t na dzień ostatni okresu sprawozdawczego, t. j. o 70.942 t.

Zbył węgla w miesiącu styczniu kształtował się niekorzystnie, gdyż w porównaniu z grudniem uległ redukcji o 252.741 t względnie o 9,83 %, to jest spadł z 2.572.010 t w grudniu do 2.319.269 t.

Wpływ rynku krajowego na ukształtowanie się ogólnego zbytu węgla, był w miesiącu styczniu dominujący. W porównaniu z grudniem spadły w styczniu wysyłki węgla na rynek krajowy o 208.890 t, czyli o 13,15 %.

Poniższe dane wskazują, że czynnikiem, który spowodował tak poważne obniżenie się zapotrzebowania węglowego ze strony rynku krajowego, było osłabienie konsumpcji węgla opałowego, które nastąpiło z uwagi na ocieplenie się aury przy istnieniu jednocześnie na rynku poważniejszych zapasów węgla.

Tabela 1.

	Styczeń t	Grudzień t	Wzrost	
			t	%
Przemysł	672.702	744.123	— 71.421	— 9,60
Koleje żelazne . . .	319.888	305.225	+ 14.663	+ 4,80
Pozostali odbiorcy (w tem przeważnie węgiel opałowy)	387.833	539.965	— 152.132	— 28,18
Razem	1.380.423	1.589.313	— 208.890	— 12,15

Jednakże i ogólne zapotrzebowanie przemysłu kształtowało się znacznie poniżej poziomu grudniowego. Poza

momentem już wyżej podkreślonym, oddziaływała tu także sezonowość w niektórych gałęziach wytwórczości.

W szczególności na spadek odbioru węgla przez przemysł oddziaływały słabsze zatrudnienie koksowni, dalej, zakończenie kampanji w przemyśle cukrowniczym; również poważniejszy spadek odbioru węgla wykazuje przemysł włókienniczy, oraz przemysł cementowy i ceramiczny łącznie z cegielniami i wapiennikami.

Pod wpływem otrzymania przez kolej zamówień na niezmienionym poziomie, dostawy kolejowe nie wykazują w przeciwieństwie do poprzednich grup spadku, ale nawet lekką poprawę, która jest następstwem wypełnienia

przez poszczególnych dostawców zaległości z poprzedniego okresu i większej w styczniu liczby dni roboczych.

Eksport węgla kształtował się w styczniu w dalszym ciągu niżkowno. Wynosił on 938.846 t; zatem w porównaniu z grudniem 982.697 t spadł o 43.851 t, to jest o 4,47%. Spadek ten dotyka, podobnie jak w poprzednim miesiącu kopalnie górnośląskie, a powodują go w pierwszej linii rynek szwedzki, norweski, dalej finlandzki, oraz austriacki.

W odniesieniu do poszczególnych kategorii rynków eksport węgla kształtował się w styczniu następująco:

Tabela 2.

RYNKI	Styczeń t	Grudzień t	Z m i a n a	
			t	%
A. Rynki licencyjne . .	158.695	192.513	— 33.818	— 17,57
B. Rynki objęte Konwencją Eksportową .	578.426	675.905	— 97.479	— 14,43
z tego:				
1. rynki skandynawskie	317.830	407.399	— 89.569	— 21,99
2. rynki bałtycko-wschodnie . . .	10.660	33.751	— 23.091	— 68,42
3. rynki zachodnie .	162.798	151.237	+ 11.561	+ 7,64
4. „ południowe	87.138	83.518	+ 3.620	+ 4,33
C. Pozostałe rynki europejskie	130.656	80.697	+ 49.959	+ 61,90
D. Rynki pozaeuropejskie	35.755	9.300	+ 26.455	+ 284,46
E. Zbyt węgla w portach dla celów bunkrowych	35.314	24.282	+ 11.032	+ 4,47
Razem	938.846	982.697	— 43.851	— 4,47

Spadek wywozu na rynki licencyjne jest następstwem obniżenia przez Austrię kontyngentu przywozowego, z jednej a istnienia tamże poważniejszych zapasów węgla pozostałych z poprzednich miesięcy, z drugiej strony. Również poważnie spadły wysyłki do Gdańska, a to z uwagi na podniesienie się temperatury.

Najniekorzystniejszy jednak wpływ na poziom eksportu miały rynki skandynawskie, a z pośród nich rynek szwedzki, dokąd wywóz w styczniu wynosił 225.210 t wobec 293.034 t w grudniu. Poważniejszy również spadek wykazuje Norwegia, jest to jednak następstwo specjalnego ograniczenia przywozu węgla polskiego, aby zapewnić Anglii osiągnięcie zagwarantowanego jej w układach 70 %.

Wywóz na rynki bałtycko-wschodnie doznał w styczniu dalszej redukcji i kształtował się na bardzo niskim poziomie. Obniżkę tę powoduje rynek finlandzki, pod wpływem zamrożenia portów, oraz zobowiązań wobec Anglii. Również wysyłki na Łotwę uległy silnej redukcji.

Eksport zaś na rynki zachodnie cechowała w styczniu dalsza poprawa, a to w następstwie zwiększenia się wysyłek do Holandji a także do Francji.

Rynek włoski w styczniu odebrał nieco większe ilości niż w grudniu.

Wywóz na pozostałe rynki doznał w styczniu wydatnej poprawy, przez co powetowane zostały częściowo

straty, jakie poniosły rynki północne, a przyczynia się do tego wysłanie poważniejszych ilości węgla na rynek grecki, oraz poważne bo z 72.301 t w grudniu do 92.880 t w styczniu, podniesienie się wywozu do Irlandji. Zanotować również należy wysyłkę 1.600 t do Anglii, co wywołało podrażnienie opinii angielskiej i stało się źródłem uwypuklenia pozycji polskiego węgla w międzynarodowym problemie węglowym.

Również wywóz węgla na rynki pozaeuropejskie podniósł się w styczniu bardzo poważnie, a to pod wpływem większych wysyłek do Algieru. Wskazać tu także należy na wysłanie ładunku węgla do zachodnio-afrykańskich kolonii francuskich.

Także poważnie wzrósł zbyt węgla w portach dla celów bunkrowych.

Produkcja i zbyt koksu w styczniu 1934 r.

Poziom wytwórczości koksu podniósł się w miesiącu styczniu r. b. do 114.658 t, to jest w stosunku do grudnia 110.130 t o 4.528 t względnie o 4,11 %.

Poprawa ta jest następstwem wzrostu eksportu, na który wpłynęło wysłanie większych partii koksu na rynki, włoski, szwedzki, oraz do Grecji.

Ogólny rozchód koksu kształtował się korzystniej niż w grudniu, gdyż wynosił 132.070 t, wobec 128.788 t

w grudniu. W przeciwieństwie do poprzedniego miesiąca zbył na rynku krajowym doznał pogorszenia w okresie sprawozdawczym, gdyż spadł do 99.129 t, to jest o 2.595 t. Złożyły się na to znaczne osłabienie, w związku ze wzrostem temperatury, oraz istnieniem na rynku zapasów koksu, zapotrzebowania koksu dla celów opałowych. Ubytek, jaki przyniósł zbył koksu dla celów opałowych, został częściowo pokryty przez wzrost zapotrzebowania ze strony przemysłu hutniczo-żelaznego.

Wysyłki do innych gałęzi przemysłowych utrzymały się przeważnie na poziomie z miesiąca grudnia.

Wywóz koksu kształtował się w miesiącu sprawozdawczym zwyklowo, wyrównując ubytek, jaki przyniósł rynek krajowy. W porównaniu z grudniem eksport koksu w styczniu wzrósł o 6.032 t. Złożyły się na to, jak to już wyżej podkreślono, przeważnie wysyłki koksu na rynek włoski, szwedzki, oraz do Grecji. Wysyłki te były poważne, tak, że pokryły straty jakie przyniosły pozostałe rynki zagraniczne, a przede wszystkim rynek austriacki i węgierski.

Ponieważ w dalszym ciągu zbył koksu przekraczał poziom wytwórczości, zapasy koksu uległy redukcji z 322.074 t do 304.662 t, to jest o 17.412 tonn.

Produkcja i zbył węgla w roku 1933.

Kryzys w przemyśle węglowym doznał w roku 1933 dalszego zaostżenia. Wytwórczość kopalń wynosiła bowiem 27.015.974 t, czyli w stosunku do roku 1932 28.385.294 t obniżyła się dalej o 1.369.320 t, względnie o 4,83 %. Na spadek ten wpływa jednak tylko zagłębie śląskie, w którym produkcja węgla spadła aż o 1.568.073 t. Innymi słowy, wytwórczość pozostałych rewirów cechuje nawet wzrost a to wyrażający się cyfrą 176.753 tonn. Ten nierównomierny stan wytwórczości jest następstwem bardzo silnego spadku wywozu węgla górnośląskiego na rynki skandynawskie, w związku ze znanymi układami handlowymi, zobowiązującymi te kraje do nabywania w większych, niż dotychczas rozmiarach węgla angielskiego.

Zbył węgla na rynku krajowym wynosił w roku 1933, 14.931.626 t zatem wobec 14.759.515 w r. 1932; cechuje go stabilizacja, gdyż wzrost jest nieznaczny, bo wynosi zaledwie 172.111 t, to jest 1,16 %. Zresztą zbył węgla przybrał większe rozmiary dopiero pod koniec roku. Na utrzymanie poziomu zbytu na poziomie wyższym, wpłynęło zapotrzebowanie przemysłowe, które wynosząc 7.705.285 t, było wyższe w porównaniu z 1932 r. (7.420.498 t) o 284.787 t i wyrównywało tem samym ubytek, jaki zaszedł po stronie dostaw kolejowych a przede wszystkim w dziedzinie zbytu węgla opałowego.

Tabela I.

	1933 t	1932 t	Z m i a n a	
			t	%
Przemysł	7.705.285	7.420.498	+ 284.787	+ 3,83
Kołej	2.898.710	2.927.608	— 28.898	— 0,99
Pozostali odbiorcy (w tem opał domowy)	4.327.631	4.441.409	— 83.778	— 2,57
R a z e m	14.931.626	14.759.515	+ 172.111	+ 1,16

Wzrost zapotrzebowania w roku 1933 wykazały: hutnictwo-żelazne a w związku z tem także koksoownie, dalej, przemysł cementowy i ceramiczny, przemysły chemiczny, oraz włókienniczy. Natomiast poważne osłabienie w odbiorze węgla wykazuje rolnictwo i przemysł cukrowniczy. Zaznaczyć również należy, jako rzecz charakterystyczną, iż w roku 1933 obniżeniu uległy wysyłki do województw wschodnich, natomiast wzrost spożycia wykazują województwa, śląskie, kieleckie, oraz łódzkie,

gdy pozostałe, to jest warszawskie, poznańskie, pomorskie i krakowskie utrzymały stan z roku 1932.

Na niższe utrzymanie się produkcji kopalń wpłynął wyłącznie eksport, który w porównaniu z rokiem 1932 (10.359.579 t) obniżył się o 657.022 t do poziomu 9.702.557 t. Obniżkę tę spowodowały najbliższe i najważniejsze rynki odbiorcze, to jest rynki skandynawskie, oraz licencyjne (środkowo-europejskie) jak to z poniższego zestawienia wyczytać można.

Tabela II.

R Y N K I	1933 t	1932 t	Z m i a n a	
			t	%
Licencyjne	1.731.374	2.120.940	— 389.566	— 18,37
Skandynawskie	3.965.394	5.063.878	— 1.098.484	— 21,70
Bałtyckie	550.125	554.696	— 4.571	— 0,83
Zachodnie	1.268.638	1.037.063	+ 231.575	+ 22,32
Włochy	996.197	834.901	+ 161.296	+ 19,31
Pozostałe rynki europejskie	692.518	312.708	+ 379.810	+ 121,45
Rynki pozaeuropejskie . .	171.333	128.461	+ 42.872	+ 33,37
Węgiel bunkrowy	326.978	306.932	+ 20.046	+ 6,53
R a z e m	9.702.557	10.359.579	— 657.022	— 6,35

Spadek wywozu na te rynki wynosi 657.022 t, to jest 6,35%. Wpłynęły na to reglamentowanie przywozu przez Austrię i odmówienie przez Czechosłowację przydziału dewiz na pokrycie należności za węgiel. Dopiero transakcja kompensacyjna umożliwiła pokrycie w czerwcu wywozu węgla na rynek czechosłowacki.

Najsilniej na liczbowe ukształtowanie się wywozu oddziaływały rynki skandynawskie, dokąd wywóz obniżył się w r. 1933 znów o 1.098.484 t względnie o 21,70%. Oczywiście jest to refleks związania się tych krajów z W. Brytanią w zakresie pokrywania swego zapotrzebowania węglowego w W. Brytanii. Pozostałe rynki wykazują przyrost wywozu i jest to rezultat ekspansji na nowe rynki i zdobywanie nowych pozycji.

Z uwagi na liczne ograniczenia importowe w szeregu krajach, słabą skłonność wielu z nich z wyjątkiem rynku włoskiego, oraz z powodu dużych trudności transportowych, wynikających z dużego oddalenia tych rynków od naszego zagłębia, a także silnej konkurencji, pozyskane pozycje nie były w stanie wyrównać w zupełności strat poniesionych. Jako nowe pozycje wyliczyć należy podniesienie się wywozu węgla do portów zachodnich, przeważnie na cele bunkrowe, dalsze opanowywanie rynku irlandzkiego, gdzie w 1933 r. ulokowano 480.716 t wobec 154.270 t w r. 1932, dalej wysłanie do Grecji 79.590 t i do Gibraltaru 8.540 t. Na pierwsze miejsce wybija się również ekspansja w kierunku rynku włoskiego, która pod koniec roku uwieńczona została poważnym sukcesem, a mianowicie uzyskaniem zamówienia w drodze kompensacyjnej ze strony kolei włoskich na 1.600 tys. tonn węgla górnośląskiego, które mają być dostarczone w okresie 4-ch lat.

Z rynków pozaeuropejskich przedmiotem zainteresowania był w dalszym ciągu Algier, dokąd wysłano 125.448 t wobec 82.767 t w 1932 r., również w Egipcie i na bliskim wschodzie ulokowano niewielkie partje węgla.

HUTNICTWO ŻELAZNE.

W styczniu br. nastąpiła pewna poprawa sytuacji hutnictwa w porównaniu z grudniem ub. r. Jednakże należy mieć na względzie, że grudzień 1933 r. był dla hutnictwa w r. ub. prawie najgorszym miesiącem.

Wytwórczość hutnicza w styczniu br. podniosła się we wszystkich trzech zasadniczych działach, spadła nato-

miast w rurkowniach, jednakże krajowy zbył wyrobów walcowniczych zmniejszył się o 8,41% wówczas, gdy ogólny wywóz tych wyrobów wzrósł o 38,01%, w następstwie tego, ogólny zbył wyrobów walcowniczych zwiększył się o 15,10%.

Napływ nowych zamówień krajowych na wyroby żelazne zsyndykalizowane w miesiącu sprawozdawczym, był nieco lepszy niż w grudniu r. ub., jednakże w dalszym ciągu niezadawalający.

Ogólna liczba robotników w hutach żelaznych w styczniu br. pozostała prawie bez zmiany.

Tabela 1 przedstawia wytwórczość zasadniczych działów w styczniu br. w porównaniu z miesiącem poprzednim.

Tabela 1.

Działy hutnicze	Grudzień 1933 ¹⁾	Styczeń 1934 ²⁾	Spadek	
	w tonnach		tonny	%
Wielkie piece	22.244	27.773	+ 5.529	+ 24,86
Stalownie	48.609	66.613	+ 18.004	+ 37,04
Walcownie	35.502	42.398	+ 6.896	+ 19,42
Rurkownie	4.100	3.615	- 485	- 11,85

¹⁾ Liczby poprawione.

²⁾ Liczby tymczasowe.

W stosunku do stycznia 1933 r. wytwórczość hutnicza w miesiącu sprawozdawczym była większa w dziale wielkich pieców o 8.531 t (o 44,34%), w stalowniach o 21.148 t (o 46,51%), walcowniach o 16.445 t (o 63,36%) i rurkowniach o 920 t (o 34,14%).

Zbył w kraju. W porównaniu ze styczniem 1933 r. ogólny zbył krajowy wyrobów walcowniczych w styczniu br. był większy o 3.977 t (o 38,86%) i wynosił 14.212 t, zbył zaś rur ciągnionych i spawanych większy o 498 t (o 91,88%).

Ogólna ilość zamówień otrzymanych przez huty w styczniu br. za pośrednictwem Syndykatu P. H. Ż., wynosiła 9.464 t, czyli zwiększyła się w porównaniu z grudniem ub. r. o 2.521 t (36,31%).

Podział zamówień wg. poszczególnych grup odbiorców ilustruje podana poniżej tabela.

Tabela 2.

Odbiorcy	Grudzień 1933 r.		Styczeń 1934 r.	
	tonny	%	tonny	%
1. Handel hurtowy	3.836	55,25	4.447	46,99
2. Przemysł	2.013	28,99	3.972	41,97
3. Uczestnicy Syndykatu	42	0,61	143	1,51
4. Samorządy i różni	29	0,42	21	0,22
Razem zamówienia prywatne (1-4)	5.920	85,27	8.541	90,25
5. Rząd	1.023	14,73	923	9,75
Ogółem (1-5)	6.943	100,00	9.464	100,00

Z porównania wyżej przytoczonych liczb wynika, że w stosunku do poprzedniego miesiąca nastąpił pewien wzrost bezpośrednich zamówień handlu o 463 t, na skład zaś o 611, również zwiększyły się zamówienia przemysłu o 1.959 t.

Niewielki wzrost zamówień ze strony handlu tłu-maczyć należy tem, że hurtownicy w okresie miesięcy zimowych zaopatrują swe składy w materiały najniezbędniejsze.

Zamówienia Rządu utrzymały się w granicach minimalnych, wynosiły one bowiem zaledwie 923 t, z czego na Ministerstwo Komunikacji przypadało 738 t, reszta zaś, w ilości 185 t, na pozostałe instytucje rządowe.

nych za zaświadczeniami eksportowymi w styczniu br. stanowił 20.618 t, czyli o 6.001 t (41,05 %) więcej niż w poprzednim miesiącu.

Zbyt zagranicą. Wywóz wyrobów walcownia-

róbki do 1.005 t, czyli o 762 t (313,58 %).

Tabela 3.

K r a j e	Grudzień 1933 r.		Styczeń 1934 r.	
	tonny	%	tonny	%
I. Wyroby walcowniane				
1. Argentyna	13	0,09	—	—
2. Brazylja	—	—	3.720	17,20
3. Chiny	253	1,70	—	—
4. Danja	3	0,02	—	—
5. Egipt	—	—	30	0,14
6. Francja	—	—	0,04	0,00
7. Grecja	—	—	101	0,47
8. Holandja	1.813	12,20	1.974	9,13
9. Italja	—	—	30	0,14
10. Japonja	15	0,10	16	0,07
11. Jugosławja	189	1,27	405	1,87
12. Niemcy	50	0,33	92	0,42
13. Norwegja	31	0,21	60	0,28
14. Rumunja	74	0,50	33	0,15
15. Szwajcarja	21	0,14	32	0,15
16. Szwecja	—	—	50	0,23
17. Wenezuela	—	—	10	0,05
18. Z. S. R. R.	12.155	81,80	14.065	65,05
R a z e m:	14.617	98,36	20.618	95,35
II. Wyroby dalszej obróbki				
1. Holandja	—	—	4	0,02
2. Italja	—	—	0,2	0,00
3. Jugosławja	190	1,28	745	3,44
4. Łotwa	—	—	1	0,01
5. Niemcy	37	0,25	21	0,10
6. Turcja	0,1	0,00	—	—
7. Z. S. R. R.	16	0,11	234	1,08
R a z e m:	243	1,64	1.005	4,65
Ogółem:	14.860	100,00	21.623	100,00

Dane powyższej tabeli wykazują, iż wywóz wyrobów walcownianych w styczniu br., w porównaniu z poprzednim miesiącem, zwiększył się głównie wskutek wznowienia wysyłek do Brazylji (3.720 t), oraz wzrostu wywozu do Z. S. R. R. (o 1.910 t). Ponadto zwiększył się wywóz do Jugosławji (o 216 t), Holandji (o 161 t), Niemiec (o 42 t), Szwajcarji (o 11 t) i Japonji; zmniejszył się natomiast wywóz do Rumunji (o 41 t). W styczniu br. wznowiono wywóz wyrobów walcownianych do Egiptu,

Francji, Grecji, Italji, Norwegji, Szwecji, Wenezueli, przerwano zaś wywóz do Argentyny, Chin i Danji.

W stosunku do stycznia 1933 r. wywóz wyrobów walcownianych za zaświadczeniami eksportowymi wykazuje w styczniu br. wzrost o 16.215 t (368,27 %), głównie wskutek podniesienia się wywozu do Z. S. R. R. (o 10.916 t), pozatem do Holandji (o 944 t), oraz wznowienia wysyłek do Brazylji. Wywóz zaś wyrobów dalszej obróbki w miesiącu sprawozdawczym, był większy o 991 t a to zawdzię-

czając wznowieniu się wywozu przeważnie zestawów kołowych i ich części.

Stan zatrudnienia. W końcu stycznia br. liczba robotników, zatrudnionych w hutach żelaznych wynosiła 28.116, czyli o 48 więcej, niż w końcu grudnia ubr.

*) Liczba poprawiona.

(28.068*), z tego przypada na huty śląskie 17.781 robotników, czyli o 239 więcej i na huty woj. kieleckiego i krakowskiego 10.335, czyli o 191 osób mniej. W stosunku do końca stycznia 1933 r. ogólna liczba robotników w hutach żelaznych w końcu miesiąca sprawozdawczego, była większa o 2.098 (o 8,06%), a w stosunku do końca stycznia 1932 r. mniejsza o 5.863 (o 17,25%).

Dział prawniczy.

Rozporządzeniem Ministra Skarbu z 3. I. 1934 r. (Dz. U. Nr. 3 poz. 13) został odroczony termin składania zeznań o dochodzie przez osoby fizyczne do 1-go maja 1934 r.

tość jest podstawą do obliczenia składek ubezpieczeniowych w roku bieżącym.

Rozporządzeniem Ministra Opieki Społecznej z dn. 10. I. 1934 r. (Dz. U. Nr. 6 poz. 42) zostały ustanowione na Górnym Śląsku oddziały Zakładu ubezpieczenia od wypadków, oraz Zakładu ubezpieczeń pracowników umysłowych z siedzibą w Królewskiej Hucie.

Bank Polski ogłasza (Dz. Urzęd. Ministerstwa Skarbu Nr. 2) iż banknoty 20-to złotowe II-giej emisji z datą 1-go marca 1926 i 1. września 1929 r., zostaną wycofane z obiegu z dniem 30. czerwca 1934 r. Po tym terminie banknoty te będą wymieniane przez Oddziały Banku Polskiego do 30. czerwca 1935 r. a przez Skarbiec Emisyjny Banku Polskiego do 30-go czerwca 1939 r.

Rozporządzenie Ministra Spraw Wojskowych z dn. 20. I. 1934 r. (Dz. U. Nr. 8 poz. 70) postanowiono, iż oficerowie i chorążowie rezerwy, powołani na ćwiczenia, mogą wypożyczać wyekwipowanie wojskowe, lub jego części z zapasów Skarbu Państwa, za zwrotem niewielkich kosztów zużycia.

Z orzecznictwa N.T.A. (sprawy wojenno-inwalidzkie).

1. Przepis rozp. wyk. z dn. 10. I. 1923 r., uzależniający przyznanie rodzicom zaopatrzenia inwalidzkiego od wykazania świadectwem lekarza powiatowego, iż są zupełnie niezdolni do zarobkowania, jest niezgodny z ustawą (wyrok z 2-go czerwca 1927 r. L. Rej. 2565/25).

Ukazało się rozporządzenie Ministra Opieki Społecznej z dn. 24. I. 1934 r. (Dz. U. Nr. 13 poz. 104) normujące skład i postępowanie komisji, rozjemczych dla zatargów zbiorowych w przemyśle i w handlu. Osoby, powołane na ławników takich komisji nie mogą się uchylić od pełnienia tej funkcji chyba, że liczą przeszło 60-lat życia, dotknięte są ułomnością, lub nie zamieszkują na obszarze objętym zatargiem zbiorowym.

2. Na zasadzie przepisu ustawy z dn. 18. III. 1921 r. nadającego rodzicom prawo do zaopatrzenia inwalidzkiego, służy to prawo również matce nieślubnej (wyrok j. w.).

3. W razie stwierdzenia u inwalidy, u którego oznaczono pewien stopień utraty zdolności zarobkowej na stałe, że stopień ten uległ zmniejszeniu, władza uprawniona jest do odpowiedniej zmiany na przyszłość wydanego w danym kierunku orzeczenia (wyrok z dnia 1-go czerwca 1929 r. L. Rej. 1051/27).

Urząd Ubezpieczeń w Katowicach ustalił wartość 1 tonny węgla deputatowego na zł. 25.09, która to war-

Z życia Towarzystw Technicznych.

Rada Polskiego Stow. Inż. i Techn. Woj. Śl.

Na odbytem w dniu 9 marca br. posiedzeniu zarządu, omawiano przeważnie sprawy związane z Walnem Zebraniem Delegatów, którego termin został ustalony na dzień 25 marca br.

Bliższe dane, dotyczące tego zebrania, zawarte są w ogłoszeniu podanem w tymże numerze Technika.

Po zapoznaniu członków Rady ze stanem finansowym Stowarzyszenia, który jest bardzo pomyślny (około 9.000 zł gotówki) pomimo iż na wydawnictwo Technika Rada nie otrzymuje żadnych subwencji, Kolega Elandt przedstawił preliminarz budżetu na rok 1934/35, który zo-

stał przez zarząd przyjęty bez zmian, oraz oznajmił zebranym, że z dniem 1 lutego br. został zaangażowany na stanowisko redaktora „Technika“ Kol. E. Daniec, któremu będzie podlegała również i administracja czasopisma. Do pomocy Kol. Dańcowi został zaangażowany z dniem 1. II. br. P. Chudoba Edward, który będzie jednocześnie pełnił funkcje płatnego sekretarza Rady.

Koło Katowickie.

W dniu 23 lutego 1934 r., w sali obrad Dyrekcji Kolei Państwowych w Katowicach, odbyło się Walne Zebranie Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Województwa Śląskiego Koła Katowickiego.

Walne Zebranie zagaił Kol. Nestrypke, na którego propozycję wybrano jednogłośnie przewodniczącym Kol. Zapałowskiego, na sekretarza powołano Kol. Kaempfa.

Do nowego Zarządu wybrano jednogłośnie jako nowych członków Zarządu Kolegów: Zelenę, Macukowa, Bartolewskiego, Boguckiego, Rychlika, jako zastępców Kolegów: Ruska, Radwańskiego, Iwickiego, Olczakowskiego.

Jako członków nowej Komisji Rewizyjnej wybrano jednogłośnie Kolegów poprzednich, a mianowicie: Chojnowskiego, Kamińskiego, Kwiecińskiego, następnie na Walny Zjazd Stowarzyszenia wybrano 24-ch delegatów: Nestrypkego, Kaempfa, Gutowskiego, Łazoryka, Rudę, Zaczynskiego, Mauberga, Bartolewskiego, Płońskiego, Zelenę, Bizonia, Wiorogórskiego, Zapałowskiego, Przyklinka, Boguckiego, Rychlika, Radwańskiego, Iwickiego, Kamińskiego, Jaworskiego, Chojnowskiego, Elandta, Klimkę i Cieślę.

W toku dyskusji Kolega Nestrypke podniósł zasługi

ustępujących Kolegów, Wiszniewskiego i Elandta, nad utrzymaniem ciągłości pracy w Kole i wyraził im serdeczne podziękowanie za te kilka lat owocnej pracy, jakie Kołu poświęcili. Na wniosek Kolegi Płońskiego powyższe uznanie i podziękowanie zostanie wysłane wymienionym Kolegom na piśmie.

I. Polski Zjazd Inżynierów Budowlanych.

Z inicjatywy Koła Inżynierów Dróg i Mostów przy Stowarzyszeniu Techników Polskich w Warszawie powstał pod przewodnictwem prof. Pszenickiego Komitet Organizacyjny I. Polskiego Zjazdu Inżynierów Budowlanych. Zjazd ten ma na celu powołanie do życia centralnej reprezentacji polskich inżynierów budowlanych, celem obrony ich interesów w zakresie ustawodawstwa i określenia stosunku inżynierów budowlanych do szeregu zagadnień związanych z wykonaniem ich zawodu. Zjazd projektowany jest na dzień 4 i 5 maja r. b. Adres Komitetu Organizacyjnego: Warszawa, ul. Czackiego 3/5.

NADEŚLANE KSIĄŻKI.

„ATLAS KONSTRUKCYJ SPAWANYCH“ część I.

Stow. dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce.

W ostatnich dniach wyszedł z druku „Atlas konstrukcyj spawanych“ część I, wydany przez „Stowarzyszenie dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce“, w opracowaniu inż. Piotra Tułacza, dyrektora wymienionego Stowarzyszenia. Atlas ten zarówno swoją treścią, jak i szatą zewnętrzną, przynosi chlubę naszej prasie technicznej, a w nauce o spawaniu stanowi cenny dorobek.

Na wstępie podano definicję i oznaczenia stosowane w spawalnictwie, poczem opisano urządzenia, materiały i metody spawania, dalej, prace przygotowawcze, wytrzymałość, sposób obliczeń i kalkulację połączeń spawanych, a wreszcie wyluszczone zasady wykonania spawu i podano przepisy bezpieczeństwa. — Tyle wstęp.

Właściwą treść atlasu stanowią rysunki, oraz fotografie najróżnorodniejszych przedmiotów i konstrukcyj, wykonanych zapomocą spawania acetylenowo — tlenowego, a więc:

rurociągów, oraz różnych ich elementów,
naczyń otwartych i zamkniętych o kształtach nie-
jednokrotnie bardzo skomplikowanych,
zbiorników, wirników,
konstrukcyj budowlanych,
oraz przedmiotów różnych.

Atlas powyższy winien się znaleźć w ręku każdego technika, zainteresowanego spawaniem, a udostępnia to stosunkowo bardzo niska cena atlasu (20.— zł., dla członków Stow. dla Rozw. Spaw. i Cięcia Metali — 16.— zł).

KONTROLA BETONU NA BUDOWIE.

Inż. dr. Bolesław Hubczyc, 1933 r. str. 76, cena 2.— zł.

Autor przedstawia w tej pracy, jako swej dysertacji doktorskiej, własną metodę kontroli betonu na budowie, na podstawie doświadczeń, które przeprowadził podczas budowy betonowej przegrody doliny w Wapienicy pod Bielskiem. Praca składa się z trzech części: I. kontrola konsystencji betonu, II. kontrola wskaźnika wodo-cementowego, III. kontrola składu świeżo wykonanego betonu.

TORKRETNICTWO, BETONOWANIE POD CIŚNIENIEM SPRĘŻONEGO POWIETRZA I JEGO ZASTOSOWANIE W BUDOWNICTWIE.

Inż. T. J. Kąkowskiego 1934 r., str. 103, rycin 48, cena 2.60 zł.

Praca ta stanowi całokształt wiadomości z zakresu stosowania torkretnictwa w budownictwie lądowym i wodnym, oraz w górnictwie, oparta na własnych doświadczeniach, które zacerpnął autor przy robotach na Górnym Śląsku. Zawiera ona opis narzędzi i maszyn, wykonanie robót natryskowych i wtryskowych, oraz ich kosztorysowanie. Na końcu podany jest obszerny wykaz literatury z tego zakresu. Książkę ilustrują doskonale fotografie.

WYPRAWY SZLACHETNE.

Lucjusz Radyx 1934 r., str. 43 i 42 rycin, cena 80 gr.

Broszura ta opisuje wszelkiego rodzaju wyprawy szlachetne, stosowane w naszym kraju, uwzględniając przede wszystkim te roboty, które dadzą się wykonać przy pomocy materiałów krajowych. Na treść broszury składa się opis prac przygotowawczych, opis materiałów i narzędzi, służących do wypraw szlachetnych, a wreszcie szczegółowy opis wykonania kilkunastu rodzajów wypraw.