

REFERAT INŻ. J. DYBOWSKIEGO**Stopy łożyskowe taboru kolejowego
i wyrób ich w stopowni P.K.P.**

Zagadnienie stopów łożyskowych jest zagadnieniem bardzo ważnym dla kolejowej służby mechanicznej. Znaczna bowiem ilość wypadków unieruchomienia taboru kolejowego podczas pracy, powstaje wskutek zagrzaną się części ruchomych tego taboru, spowodowanego albo nieodpowiednim lub złym gatunkiem stopu, zastosowanego do danej jednostki taboru, albo też wadliwym zalaniem, lub obtoczeniem panwi.

Z drugiej zaś strony coroczny wydatek na uzupełnianie zużytego w panewkach stopu jest znaczny, i uzależniony tak od doboru samego stopu, jak i od sposobu gospodarowania posiadanymi zapasami.

Z tych przeto względów zagadnienie stopów łożyskowych dzieli się na dwie zasadnicze części:

1. gospodarka stopami łożyskowymi,
2. jakość stosowanych do taboru kolejowego, stopów łożyskowych.

Zadaniem mego obecnego referatu nie jest przeprowadzenie szczegółowej analizy gospodarki stopami łożyskowymi Polskich Kolei Państwowych, lecz omówienie jakości stosowanych stopów łożyskowych i zastanowienie się nad tym, czy stopy te są odpowiednie, czy też należałoby zmienić ich skład chemiczny.

Ale, by przejść do tego drugiego zagadnienia, należy najpierw ustalić, jaką ilość stopów łożyskowych posiadamy w taborze kolejowym, jakie corocznie jest ich zużycie oraz czy

zalewanie panewek dokonywa się odpowiednio, tj. czy nie wpływa ono ujemnie na jakość samego stopu.

Przyjmując jako przeciętną ilość stopu łożyskowego, znajdujacego się w łożyskach

- a) parowozu z tendrem — za 175 kg
- b) wagonu osobowego — za 18 kg i
- c) wagonu towarowego — za 8 kg

otrzymamy, że w:

parowozach osobow.	znajduje się	240.000 kg	stopów łożysk.
parowozach towarow.	„ „	720.000 kg	„ „
wagonach osobowych	„ „	220.000 kg	„ „
wagonach towarowych	„ „	1.290.000 kg	„ „
czyli razem około		2.470.000 kg	

Na zasadzie danych, posiadanych w Ministerstwie Komunikacji, ilość stopów łożyskowych, nabytych w poszczególnych latach dla taboru kolejowego, przedstawia się następująco:

w 1927 r. nabyto	816.343 kg	za sumę	3.181.979 zł
„ 1928 „ „	653.270	„ „ „	2.507.775 zł
„ 1929 „ „	663.000	„ „ „	2.236.484 zł
„ 1930 „ „	574.290	„ „ „	1.531.136 zł
„ 1931 „ „	354.690	„ „ „	919.017 zł
„ 1932 „ „	246.663	„ „ „	678.710 zł
„ 1933 „ „	232.870	„ „ „	651.918 zł
„ 1934 „ „	298.420	„ „ „	667.701 zł
„ 1935 „ „	401.015	„ „ „	809.754 zł

Dane co do ilości zużytych na P. K. P. stopów łożyskowych Ministerstwo Komunikacji posiada tylko od roku 1933, tj. od czasu wprowadzenia przepisów o gospodarce stopami łożyskowymi na Polskich Kolejach Państwowych.

Ilość ta przedstawia się następująco:

w 1933 r. zużyto na P. K. P.	324.100 kg	stopów łożyskowych
„ 1934 r. „ „ „	465.700 kg	„ „
„ 1935 r. „ „ „	428.200 kg	„ „

Jak widzimy, ilość stopu nabytego w tych latach odbiega od ilości zużytego, a to dlatego, że w ostatnich latach były użytkowane, ze względów oszczędnościowych, posiadane uprzednio zapasy.

Naturalnie, ilość zużywanych stopów żelazkowych jest zależna od natężenia ruchu, jednakże ilość ta nie powinna przekraczać 25—30% ilości stopu, znajdującego się w pracującym taborze kolejowym.

Według moich obliczeń powinniśmy byli zużyć w 1935 r. od 375.000 do 400.000 kg, a więc zużycie przekroczyło cokolwiek zasadniczą normę.

Należy jednak podkreślić, że z nadsyłanych przez Dyрекcję do Ministerstwa kwartalnych sprawozdań o gospodarce stopami żelazkowymi, widać już pewien postęp w tej gospodarce, chociaż nie we wszystkich Dyrekcjach jednakowy.

W roku 1936 zaprzestaliśmy nabywania stopów żelazkowych w prywatnych wytwórniach i wyrabiamy je obecnie we własnej wytwórni P. K. P. Dało nam to znaczne oszczędności.

Wyrabiane w stopowni P. K. P. stopy żelazkowe (po doliczeniu do kosztów materiału i robocizny dodatku administracyjnego w wysokości, przewidzianej przepisami, oraz 3 gr do 1 kg stopu na premię) są tańsze od stopów, nabywanych w wytwórniach postronnych w następującej proporcji:

	stop Sn 86	jest o 28%	tańszy,
	„ Sn 23	„ „ 21%	„
i	„ Sn 6	„ „ 19%	„

Nabywane przy tym dla własnej stopowni surowce są pierwszorzędnej jakości, wówczas gdy prywatne wytwórnie posilkowały się, w większości wypadków, surowcami otrzymywanymi z regeneracji, częstokroć dość prymitywnej, a więc na pewno gorszego gatunku.

Gdybyśmy w roku 1935 zużytą ilość stopów otrzymali z własnej wytwórni, a nie od firm prywatnych, jak miało to miejsce, wówczas zaoszczędzilibyśmy na tym około 212.000 zł.

Przechodząc do zagadnienia sposobu zalewania panewek, stosowanego na P. K. P., należy zaznaczyć, że stosowany obecnie sposób jest wadliwy i nie dający całkowitej gwarancji, aby przy takim zalewaniu struktura stopu nie podlegała zmianom.

przy obtaczaniu i zwiększa się znacznie szybkość samego zalewania, otrzymuje się przeto podwójną oszczędność, bo i na materiale i na robociźnie.

Główną wadą stosowanego obecnie na P. K. P. zalewania panewek jest to, że panewki zalewa się od góry, a nie od dołu. Przy takim zalewaniu łatwo może powstać porowatość odlewu wskutek nienależytego ujścia powietrza.

Zalewanie jednak od dołu wymaga specjalnych urządzeń, które dotychczas nie są jeszcze wprowadzone w zalewniach P. K. P.

Jedne z warsztatów kolejowych stosowały do niedawna następujący sposób zalewania panwi. Ustawia się panew nie pionowo, lecz pochyło, następnie nabiera się metalową łyżką stop łożyskowy o temperaturze 350° C, a przeto o temp. o 150° C mniejszej niż przewidują to przepisy i zalewa się tym stopem $\frac{1}{3}$ część panwi, po czym linijką drewnianą ugniata się stygnący stop. Podobnym sposobem zalewa się następnie przeciwległą stronę panwi, a w końcu zalewa się jej środek.

Jasne jest dla każdego, że połączenie w panewce tych trzech części stopu nie może być całkowicie ściste, a przeto biały metal będzie się łatwo wykruszał.

Jednakże te warsztaty, które w przeciągu kilku lat stosowały ten sposób zalewania panewek, twierdzą, że nie miały wypadku, aby takie zalewanie dało ujemne wyniki.

Ministerstwo Komunikacji zamierza w najbliższym czasie nabyć kilka urządzeń do zalewania pod ciśnieniem panewek parowozowych oraz opracować najpraktyczniejsze i najtańsze urządzenie do zalewania panwi od dołu.

Przechodząc do jakości stosowanych na Polskich Kolejach Państwowych stopów łożyskowych, należy zaznaczyć, że przed wojną światową używano stopy łożyskowe bogato cynowe, z których stop Charpego uważany był za najlepszy. Posiadał on cyny 83,4%, antymonu 11,1% i miedzi 5,5%.

Po wojnie większość państw europejskich starała się zastąpić w stopach łożyskowych półszlachetny, lecz drogi metal, cynę — ołowiem, przy czym zostały przyjęte trzy zasadnicze rodzaje stopów łożyskowych:

1. bogato-cynowe stopy łożyskowe o zawartości cyny od 30—40%
2. biedno-cynowe stopy łożyskowe o zawartości cyny nie przekraczającej 10% i
3. bezcynowe stopy łożyskowe, w których głównym składnikiem był ołów (około 98%), a pozostałe 2% stanowiły metale alkaliczne, jak: wapń, sód, lit i inne.

Polskie Koleje Państwowe na początku swego istnienia wyrabiały stopy łożyskowe we własnym zakresie, stopy te były przeważnie stopami o znacznej ilości cyny, przekraczającej nieraz 60%. Z pewnych jednak względów został zaniechany wyrób stopów przez P. K. P. i zaczęto je nabywać w firmach prywatnych.

Wobec tego, że skład chemiczny tych stopów nie był ściśle ustalony przez M. K., przeto zaczęły się zgłaszać ze swymi propozycjami nie tylko większe wytwórnie, lecz także i bardzo małe, a nawet i pojedyncze osoby, wyrabiające je bardzo prymitywnym sposobem. Rozpoczęła się wówczas niezdrowa konkurencja, a M. K. było poprostu zavalone najrozmaitszymi ofertami.

Stan taki trwał do roku 1927.

11 stycznia 1927 roku na posiedzeniu II podkomisji warsztatowej uchwalono zaniechać przyjmowania dalszych ofert na stopy łożyskowe i przeprowadzić na większą skalę badania z następującymi stopami:

cynowymi — Babbit, marek K_1 , K_2 , K_3 i K_6
 „ — Turbo-Squirrel marek T_1 , $T_{1\frac{1}{2}}$, T_2 i T_3
 „ — Bondrat, marek B_1 , B_2 i B_3
 i bezcynowym — B-metal, patentu inż. Czochrańskiego,

przydzielając Babbit	Dyrekcji Radomskiej
	„ Lwowskiej i
	„ Gdańskiej,
Torbo-Squirrel	„ Wileńskiej
	„ Krakowskiej i
	„ Stanisławowskiej,
Bondrat i B-metal	„ Warszawskiej
	„ Poznańskiej i
	„ Katowickiej.

Oprócz tych stopów pozostał jeszcze w Dyrekcji Gdańskiej cynowy stop „Ozet“, wyrabiany w Gdańsku, z różnych odpadków i wytopek.

Badania te miały odbywać się w przeciągu 3 lat, tj. do końca roku 1930, jednakże przeciągnęły się do r. 1932.

Pokładano wówczas wielkie nadzieje na bezcynowym stopie B-metal, którego nabyto w 1930 r. 250.000 kg w 2 partiach, pierwsza w ilości 167.000 kg po cenie 3 zł 10 gr za 1 kg, druga w ilości 83.000 kg po cenie 2 zł 78 gr za 1 kg.

W roku 1932 została powołana specjalna komisja, która na zasadzie otrzymanych wyników ustaliła te gatunki stopów, jakie należy stosować w kolejnictwie polskim, oraz opracowała przepisy o gospodarce stopami żyzyskowymi. Przepisy te zostały w dn. 29 grudnia 1932 r. zatwierdzone przez Pana Ministra Komunikacji i weszły w życie z dn. 1 stycznia 1933 r.

W myśl tych przepisów zostały przyjęte do użytku stopy:

K_1	o zawart. cyny 22,87%, ołowiu 59,03%, antymonu 15,8% i miedzi 2,3%
K_2	„ „ 6,46%, „ 80,16%, antymonu 11,78% i miedzi 1,6%
B_3	„ „ 3,50%, „ 76,4%, antymonu 1,8%, kadmu 1,5% i miedzi 0,6%

oraz stop bezcynowy B-metal, przyjęty do stosowania w nieznacznej ilości, jedynie dla pouczenia personelu kolejowego o obchodzeniu się ze stopami bezcynowymi, gdyż wobec zbyt wysokiej jego ceny, nieproporcjonalnej w stosunku do stopów cynowych, oraz konieczności przeprowadzenia przy jego stosowaniu zmian w konstrukcji panewek i urządzeniach do zalewania, został on uznany przez komisję, jako nie nadający się do codziennego użytku.

Jednakże procentowa ilość składników tych stopów nie była oparta na należytych laboratoryjnych badaniach, ale powstała wskutek konieczności ustalenia pewnych zasad, przy obliczaniu ceny nabywczej za poszczególne stopy.

Wzięto wówczas wypadkowe próbki ustalonych stopów, zbadano laboratoryjnie ich skład chemiczny i uznano ten skład za obowiązujący.

Obliczania nabywczej ceny tych stopów dokonywano według wartości składników, z dodaniem pewnej procentowej nadwyżki za wyrób stopu, uzależnionej od wartości wszystkich składników danego stopu.

Wartość poszczególnych składników przyjmowano według notowań giełd londyńskiej i warszawskiej na surowce najlepszego gatunku.

Można jednak z całą pewnością powiedzieć, że firmy nie nabywały takich surowców, według których obliczano im cenę, lecz skupowały na rynkach krajowych różne łomy, po cenie daleko niższej od czystych surowców.

Analiza chemiczna przy odbiorze zamówień nie była dokonywana, a odbiór polegał jedynie na badaniu niektórych mechanicznych własności nabywanego stopu, tj. próby twardości według systemu Brinella oraz zwiększenia temperatury stopu pod obciążeniem i prowizorycznej obrotowej szybkości. Te ostatnie badania nie mogły dawać pozytywnego wyniku, gdyż maszyny, służące do takich badań, nie były dostosowane do normalnej pracy stopu w panewkach.

Z tych przeto względów M. K. opracowało w roku 1934 nowe warunki techniczne dla odbioru stopów łożyskowych, które oparto na analizie chemicznej i twardości według systemu Brinella, usuwając badanie zagrzania się stopów łożyskowych na maszynach, nie odzwierciedlających rzeczywistej pracy panewki.

Dla wypowiedzenia się co do celowości opracowanych warunków, została powołana specjalna komisja, do której weszli tacy wybitni fachowcy z dziedziny metalurgii i odlewnictwa, jak:

- inż. Broniewski — profesor Politechniki Warszawskiej,
- inż. dr Krupkowski — profesor Akademii Górniczej w Krakowie,
- inż. Gierdziejewski — profesor Politechniki Warszawskiej,
- inż. Feszczenko-Czopiński — profesor Akademii Górniczej w Krakowie,
- inż. Łaskiewicz — profesor Akademii Górniczej w Krakowie i inni.

„Warunki techniczne na dostawę i odbiór stopów łożyskowych dla P. K. P.“

W tych warunkach technicznych zostały także ustalone i te rodzaje stopów łożyskowych, którymi należy na razie, tj. do czasu przeprowadzenia dokładnych badań laboratoryjnych, zalewać panewki taboru kolejowego.

Komisja wypowiedziała się także za pożytecznością wyrobienia stopów łożyskowych we własnej wytwórni P. K. P.

W wyniku prac tej komisji:

1. powstała własna wytwórnia stopów łożyskowych przy warsztatach głównych w Pruszkowie,
2. wprowadzono nowy stop Sn 86 dla parowozów pewnych serii,
3. całkowicie wyłączono ze stałego użycia stop B-metal i
4. zorganizowano pod kierownictwem prof. A. Krupkowskiego laboratoryjne badania przyjętych stopów.

W obecnej więc chwili są w użyciu na Polskich Kolejach Państwowych następujące stopy łożyskowe: Sn 86, Sn 23 i Sn 6.

Stop Sn 86

Skład chemiczny tego stopu jest następujący:

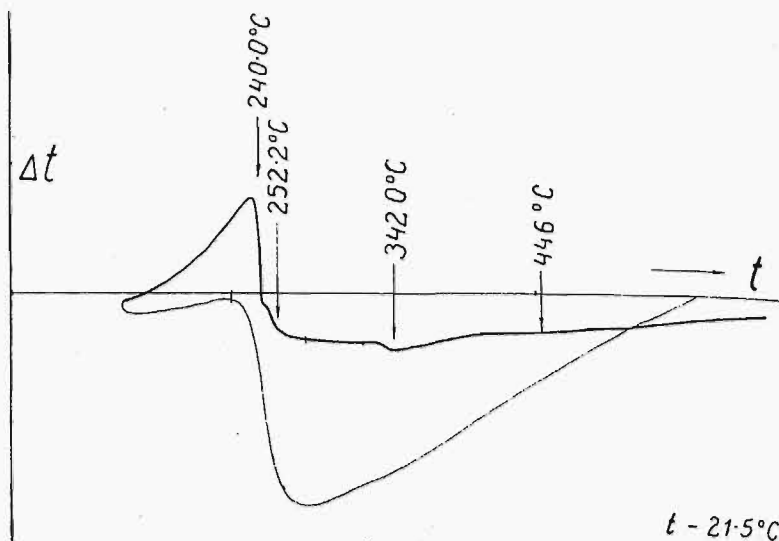
cyny (Sn) — 86%, antymonu (Sb) — 10% i miedzi (Cu) — 4%.

Stop ten został przydzielony do zalewania wszystkich łożysk parowozów serii Pu 29, Pt 31, OKz 32 i niektórych wagonów salonowych (As). Okazał się w pracy dobrym.

Wykres analizy termicznej, wykonany dla tego stopu przez profesora dra inż. Aleksandra Krupkowskiego i jego asystenta inż. Mariana Balickiego, przedstawia rys. A.

Na wykresie tym gruba linia została otrzymana podczas stygnięcia stopu, a cienka podczas nagrzewania.

O stopie tym profesor A. Krupkowski daje następującą opinię: „Stop ten, pod względem zachowania się w topnieniu, jest dobry. Budowę i twardość ma korzystną. Wobec tego nie należy przewidywać trudności w pracy łożysk, zalanych tym stopem“.



Rys. A.

Na zasadzie powyższej opinii należy uznać ten stop, jako nadający się do taboru Polskich Kolei Państwowych.

Stop Sn 23

Skład chemiczny tego stopu jest następujący:

cyny (Sn)—23%, ołowiu (Pb)—59%, antymonu (Sb)—16% i miedzi (Cu)—2%.

Jest on prawie że identyczny ze stopem K_1 , którego skład chemiczny był następujący: cyny (Sn)—22,87%, ołowiu (Pb)—59,03%, antymonu (Sb)—15,8% i miedzi (Cu)—2,3%.

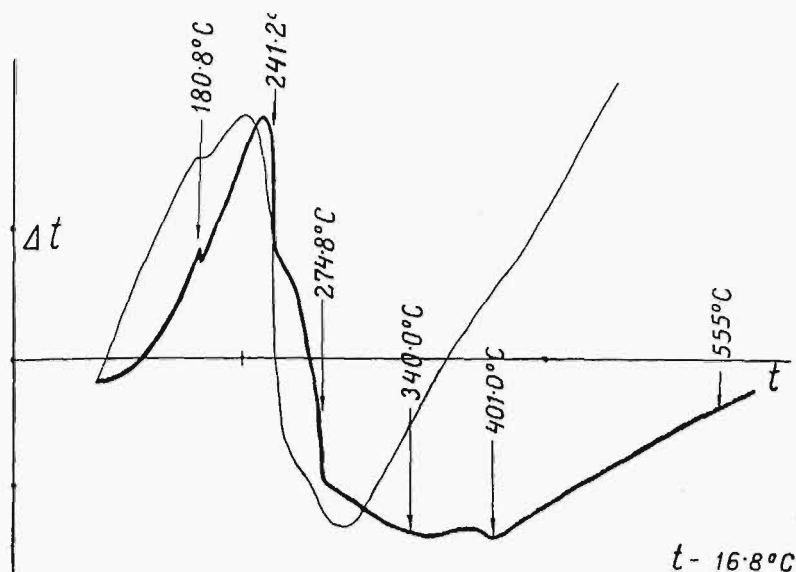
Różnica polega jedynie na zaokrągleniu ułamków w procentowych ilościach poszczególnych składników.

Stopem tym zalewa się łożyska wszystkich parowozów, z wyjątkiem parowozów serii: Pu 29, Pt 31 i OKz 32, oraz panwie wagonów, przeznaczonych do pociągów osobowych.

Stop ten nie dał dobrych wyników w pracy.

Niektóre Dyrekcje kwestionowały też w swoim czasie i stop K_1 , lecz wówczas posądzano wytwórnię, wyrabiającą ten stop, że skład chemiczny tego stopu był przez nią zmieniony.

Wykres analizy termicznej, wykonany dla stopu Sn 23 przez prof. dra inż. A. Krupkowskiego i jego asystenta inż. M. Balickiego podany jest na rys. B.



Rys. B.

Na wykresie tym widzimy, że przy temperaturze 181°C , tak podczas stygnięcia, jak i nagrzewania, powstaje na krzywej linii jakaś fałda.

O stopie tym prof. A. Krupkowski daje następującą opinię: „Stop Sn 23 budzi krytykę pod niektórymi względami. Ma on wysoką temperaturę odlewu i duży zakres topienia, co nie jest pożądane, poza tym nie świadczy o nim korzystnie przystanek w temperaturze 181°C , który nasuwa podejrzenie, że mamy tu do czynienia z eutektyką niskotopliwą w całej ilości. Gdyby to przypuszczenie było słuszne, w takim razie nawet chwilowe podniesienie się temperatury w łożysku spowodowałoby płynięcie stopu oraz oddzielanie się kryształów, czego następstwem bywają rysy i pęknięcia. Tak więc przy użyciu tego stopu można przewidywać mniejsze bezpieczeństwo dla ruchu taboru kolejowego. Najbardziej celowym będzie przeprowadzenie ścisłych obserwacji tego stopu w praktyce i w wypadku

ujemnych relacji o tym stopie, należałoby go wycofać z użycia. Stop ten możnaby było zastąpić stopem podobnym, zmieniając proporcje składników“.

Powyższa opinia prof. A. Krupkowskiego, wielkiego autorytetu w dziedzinie stopów łożyskowych, wyraźnie nam mówi, że należy go wycofać z użycia i zastąpić go innym, o zmienionej proporcji składników.

W niektórych zagranicznych technicznych pismach były też wzmianki o tym, że stopy łożyskowe przy zawartości cyny większej niż 15% i mniejszej niż 80% nie są dobre w użyciu. Ministerstwo Komunikacji poszło po drodze wskazanej przez prof. A. Krupkowskiego i zdecydowało wycofać stop Sn 23 z użycia, po zakończeniu badań ze stopami o mniejszej ilości w nich cyny. Badania te będą zakończone w 1937 r. i wówczas zostanie ustalony stop łożyskowy, który zastąpi stop Sn 23.

— — — — —

Stop Sn 6

Skład chemiczny tego stopu jest następujący:

cyny (Sn)—6,5%, ołowiu (Pb)—80%, antymonu (Sb)—12% i miedzi (Cu)—1,5%.

Jest on prawie że identyczny ze stopem K₂, którego skład chemiczny był następujący: cyny (Sn)—6,46%, ołowiu (Pb)—80,16%, antymonu (Sb)—41,78% i miedzi (Cu)—1,6%.

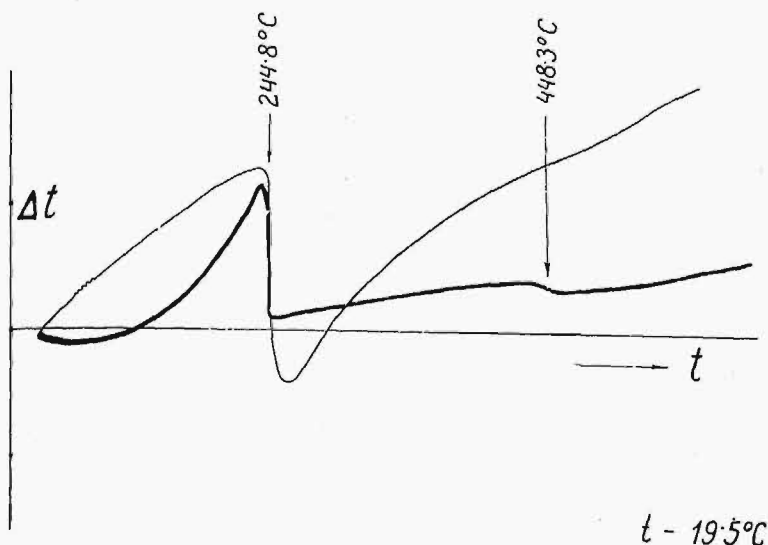
Różnica polega jedynie na zaokrągleniu ułamków w procentowych ilościach poszczególnych składników.

Stopem tym zalewa się panwie wagonów towarowych. W pracy stop ten okazał się dobry.

Wykres analizy termicznej, wykonany dla tego stopu przez prof. A. Krupkowskiego i jego asystenta inż. M. Balickiego podany jest na rys. C.

Na wykresie tym gruba linia została otrzymana podczas stygnięcia stopu, a cienka podczas nagrzewania.

O stopie tym prof. A. Krupkowski daje następującą opinię: „Stop ten pod względem zachowania się w topieniu jest dobry. Budowę i twardość ma korzystną. Wobec tego nie należy prze-



Rys. C.

$t - 19.5^{\circ}\text{C}$

widywać trudności w pracy łożysk, zalanych tym stopem.

Na zasadzie powyższej opinii oraz zachowania się tego stopu w pracy taboru kolejowego, należy go uznać jako nadający się do wagonów towarowych.

Widzimy przeto, że stop Sn 23 stosowany dzisiaj do najbardziej odpowiedzialnych jednostek taboru kolejowego, jest bezwzględnie wadliwy, pozostałe zaś stopy są dobre i zdadne do użytku na Polskich Kolejach Państwowych.

Należy jednak zastanowić się nie tylko nad zmianą proporcji składników stopu Sn 23, lecz także i nad tym, jaką ilość stopów łożyskowych, lub ich składników, powinno się posiadać w zapasie oraz czy wyrób stopów łożyskowych we własnym zakresie P. K. P. jest racjonalny.

Rozporządzeniem M. K. z dn. 16 czerwca 1936 r. został ustalony, jako minimalny, zapas stopów łożyskowych w każdym okręgu dyrekcyjnym, równy 100 dniowemu przeciętnemu zużyciu.

Zapas ten jest wystarczający w czasie pokojowym, ale nie dostatecznym w okresie wojny.

Mając zaś na uwadze, że wszystko w Polsce powinno być wykonywane z myślą o możliwości wojny, należało by zastanowić się nad tym, czy bez zwiększenia budżetu eksploatacyjnego można by było zwiększyć zapasy stopów żelazkowych.

Wszyscy wiemy, że cyny krajowej nie posiadamy wcale, a nabywamy ją za granicą, ilość zaś ołowiu krajowego jest niedostateczna dla naszego przemysłu i musimy znaczną jego ilość sprowadzać corocznie z zagranicy. Jednakże w czasie wojny najwięcej mogłoby nam brakować cyny, a jesteśmy za biedni, aby ten drogi metal magazynować w znacznej ilości, nie wprowadzając go do codziennego użytku.

Stop Sn 86 jest prawie że całkowicie cynowym stopem, posiada on bowiem 86% cyny. Gdybyśmy więc zalewali tym stopem nie tylko łożyska parowozów 3 seryj, lecz także i wszystkich pozostałych, wówczas zmagazynowalibyśmy w łożyskach parowozowych

$$\frac{960.000 \cdot 86}{100} \text{ kg czyli } 825.600 \text{ kg.}$$

Taki zapas cyny jest zapasem poważnym.

Wyrabiając obecnie stopy żelazkowe we własnej wytwórni, otrzymujemy roczną oszczędność co najmniej 200.000 zł, w porównaniu z cenami, którebyśmy musieli płacić za taką samą ilość prywatnym wytwórniom. Gdybyśmy więc tę naszą oszczędność zużytkowali na wyrób stopu Sn 86, dając go pod tabor parowozowy, wówczas zaopatrywalibyśmy te parowozy w stop żelazkowy najlepszego gatunku, a jednocześnie posiadalibyśmy znaczny zapas cyny, zmagazynowanej w tym stopie.

Przy zamianie stopu Sn 23 na stop o mniejszej zawartości cyny zmniejszymy nieco obecny nasz zapas cyny; aby więc zapas ten nie podlegał zmniejszeniu, należy oszczędności otrzymane przez zmniejszenie cyny w stopie Sn 23 zużywać na wyrób tego nowego stopu o zawartości cyny około 15% i zalewać stopniowo łożyska taboru towarowego, posiadające stop Sn 6 o 6% zawartości cyny, tym nowym stopem; wówczas równowaga zostałaby zachowana i doszlibyśmy z czasem do posiadania w taborze kolejowym tylko 2 gatunków stopu: Sn 86 i drugiego o zawartości cyny około 15%, co w gospodarce stopowej dałoby znaczne udogodnienie.

Pozostaje nam jeszcze do omówienia jedno pytanie. Czy wyrób stopów łożyskowych we własnej wytwórni jest racjonalny i czy wytwórnia ta stoi na wysokości zadania.

W tym celu podaję krótki opis tej wytwórni oraz wyrobu w niej stopów łożyskowych.

— — — — —
**Wytwórnia stopów łożyskowych dla
P.K.P. przy Warsztatach Gl. w Pruszkowie.**

Wytwórnia wyrabia stopy łożyskowe dla potrzeb wszystkich Dyrekcyj K. P. Urządzenia wytwórni są obliczone na wydajność 50.000 kg miesięcznie.

Przy wytwórni znajdują się magazyny surowca i wyprodukowanych stopów, oraz specjalne laboratorium do badań mechanicznych i metalograficznych. Rozk'ad pomieszczeń wskazany jest na rys. 1, 2, 9 i 12. Badań chemicznych nie wykonuje się na miejscu, gdyż przydatność stopów pod względem składu chemicznego określa Centralne Laboratorium Badawcze P. K. P.

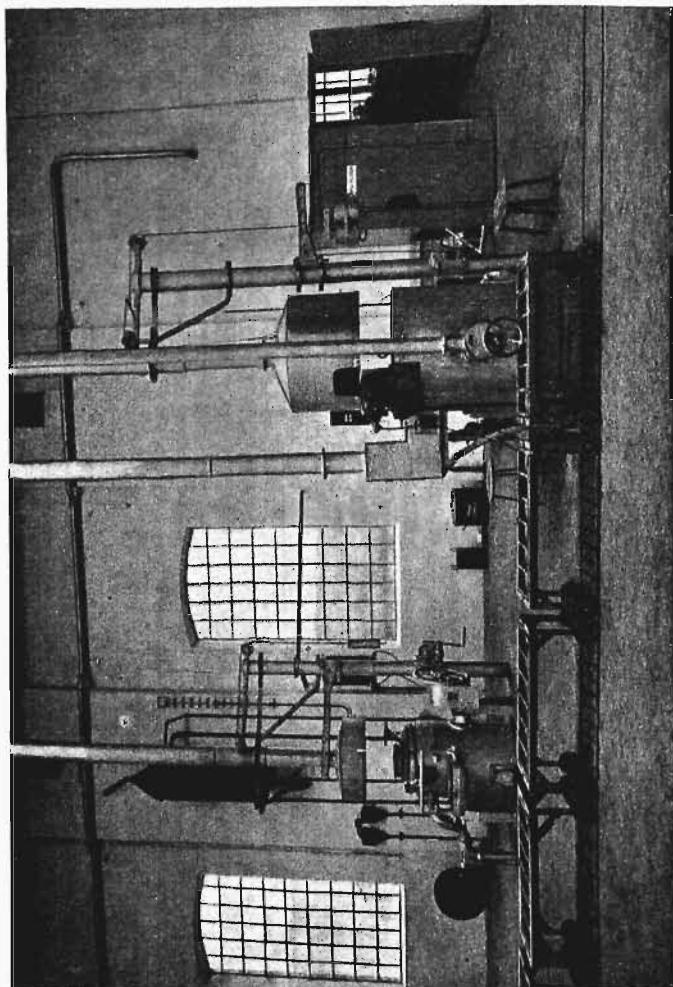
1. T e c h n i k a w y r o b u s t o p ó w.

Wyrób stopów obejmuje dwie fazy: wyrób stopu przygotowawczego, oraz wyrób właściwego stopu łożyskowego.

Ze względu na znaczną różnicę temperatur topienia poszczególnych składników stopu, powstaje konieczność topienia najpierw metali o najwyższych punktach topliwości z dodaniem niewielkiej ilości metali łatwo topliwych w takiej proporcji, aby uzyskać stop, topiący się w temperaturze odpowiednio niskiej, tj. około 600° C. Ze względu na procentowo małą ilość miedzi w stopach oraz znacznie wyższy punkt jej topliwości w porównaniu z pozostałymi składnikami, należało zwrócić specjalną uwagę na sposób wprowadzania całej ilości miedzi do stopu przygotowawczego. W tym celu po stopieniu miedzi, przegrzewa się ją nieco (do temp. około 1.200° C), a następnie wprowadza się małymi porcjami antymon, a potem cynę, tworząc mieszaniny o coraz niższej temperaturze topnienia.

Wyrób właściwego stopu łożyskowego polega na stopieniu stopu przygotowawczego z dodaniem pozostałej ilości składników niskotopliwych.

Wytwórnia wykonuje obecnie stopy Sn 86, Sn 23 i Sn 6, przy czym do stopu Sn 86 stosuje się stop przygotowawczy „A”, a do stopów Sn 23 i Sn 6 wspólny stop przygotowawczy „B”.



Rys. 1. Piec do wyrobu stopów.

2. Piece i aparatura pomiarowa.

Wytwórnia wyposażona jest w 2 piece: jeden do wyrobu stopów przygotowawczych, drugi do ostatecznych. Jako opał zastosowano ropę, przy czym konstrukcja pieców przewiduje możliwość zamiany palników ropowych na gazowe. Inne rodzaje

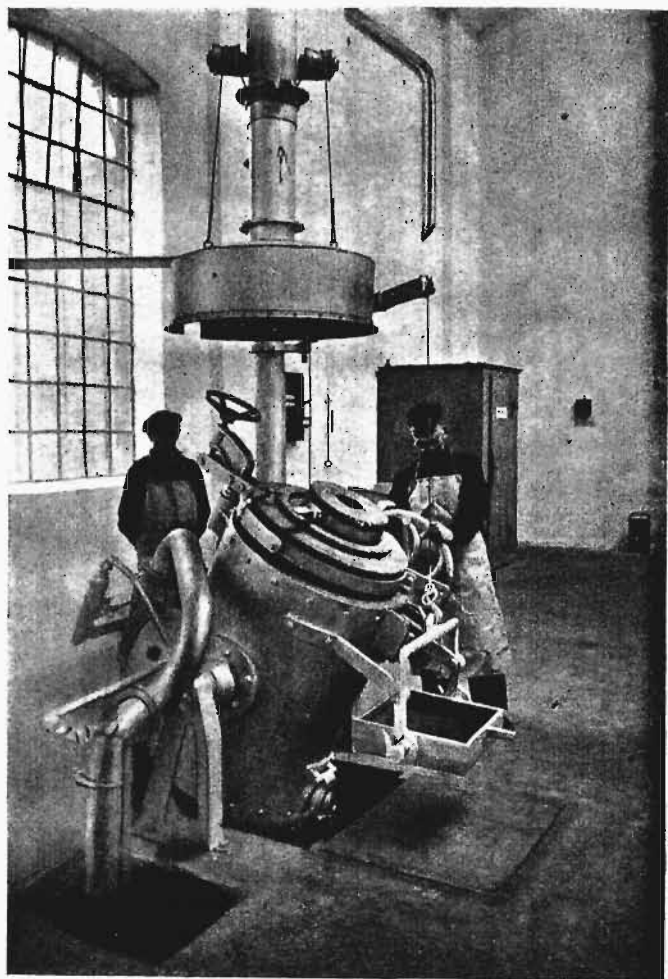
paliwa nie mogły być zastosowane z następujących względów: elektryczność, jako zbyt droga, a węgiel lub koks, jako nie nadający się do dokładnego regulowania temperatury oraz utrudniający utrzymanie należytej czystości.



Rys. 2. Laboratorium.

Do wyrobu stopów przygotowawczych, wymagających wysokiej temperatury, zastosowano piec tyglowy przechylny, z tygłem grafitowym o pojemności 200 kg (rys. 3). Do pomiaru temperatur służy termoelement, złączony z dwoma wskaź-

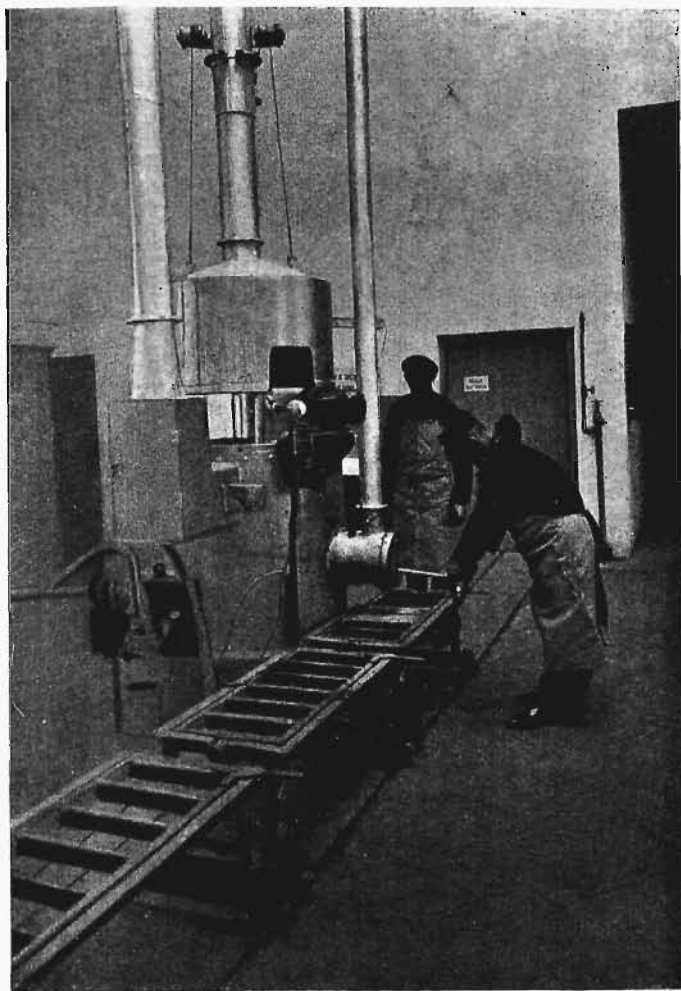
nikami: zwykłym, znajdującym się przy piecu i zapisującym automatycznie przebieg temperatur, i dwuwykresowym, znajdującym się w laboratorium (rys. 8). Palnik pieca zastosowano niskoprężny, o ciśnieniu 400 mm słupa wodnego, regulowany ręcznie.



Rys. 3. Wylewanie stopu przygotowawczego.

94 Nad piecem umieszczono lekki żóraw obrotowy, służący zarówno do ładowania metali do tygla, jak i do zdejmowania i zakładania form do stopu przygotowawczego. Wylewanie

metal do form odbywa się drogą przechylenia pieca, gdyż wpływa to korzystnie na trwałość tygla grafitowego, którego nie wyjmuje się z pieca.



Rys. 4. Wylewanie gotowego stopu do form.

Wyrób stopów ostatecznych odbywa się w specjalnym piecu typu stałego, rys. 10. Wobec stosunkowo niskich temperatur, potrzebnych do wyrobu właściwych stopów, można było zastosować tygiel stalowy o pojemności 600 kg, zaopatrzony u dołu w zawór wylotowy specjalnej konstrukcji. Taka konstrukcja

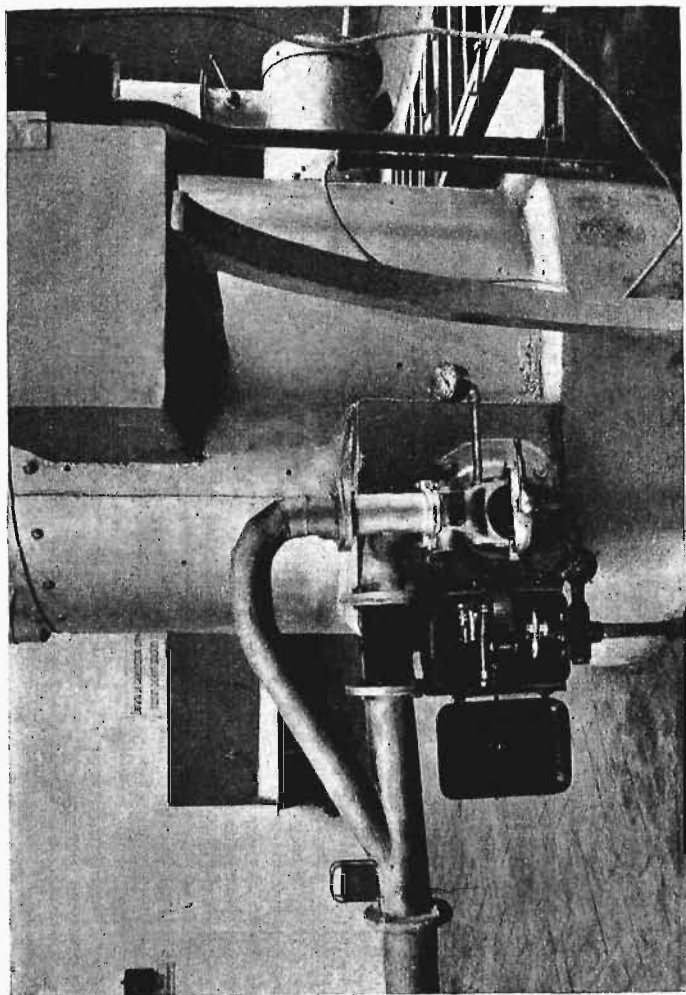
ułatwia bezpośrednio wylanie z pieca do form gotowego stopu, a także posiada tę zaletę, że metal wycieka z dolnych warstw tygla, a więc nie porywa za sobą szumowin. Do mieszania metalu służy mieszadło, uruchomiane silnikiem i zabezpieczone automatycznym wyłącznikiem.



Rys. 5. Wyrzucanie bloków stopu z form.

Temperatury wymagane przy wyrobie stopów są ściśle określone i muszą być dokładnie przestrzegane. Aby zabezpieczyć się przeciw możliwym niedokładnościom przy ręcznej regulacji palników pieca, zwłaszcza podczas wylwania metalu, zastosowano automatyczną regulację temperatury, sprzężoną z wyżej

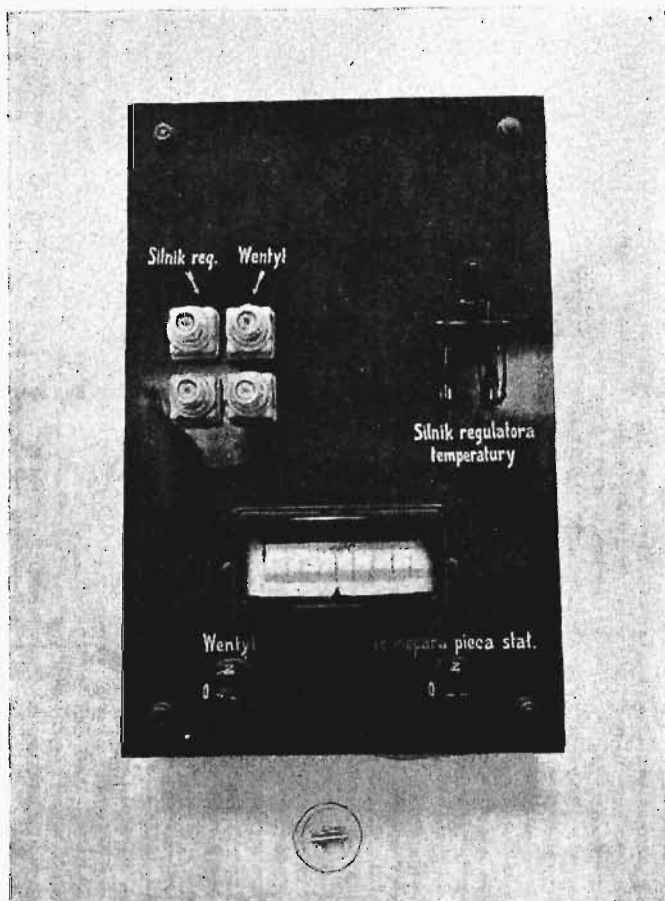
opisanym automatem do wykresu temperatur. Do pomiaru temperatur służy termoelement i specjalny wskaźnik (rys. 7), na którym ustawia się temperaturę, którą należy utrzymać w piecu. Przy nagrzaniu stopu do tej temperatury mecha-



Rys. 6. Regulator dopływu powietrza i ropy do palnika.

nizm wskaźnika wyłącza prąd z cewki zaworu (rys. 6), regulującego dopływ powietrza i ropy do palnika, wskutek czego zmienia się odpowiednio intensywność płomienia, potrzebnego wówczas do podtrzymywania temperatury stopu na stałym poziomie.

Dodatkową kontrolę produkcji daje aparat, wykreślający automatycznie przebieg temperatur w obydwóch piecach podczas produkcji stopów. Schemat całej aparatury pomiarowej i regulującej podany jest na rys. 11.

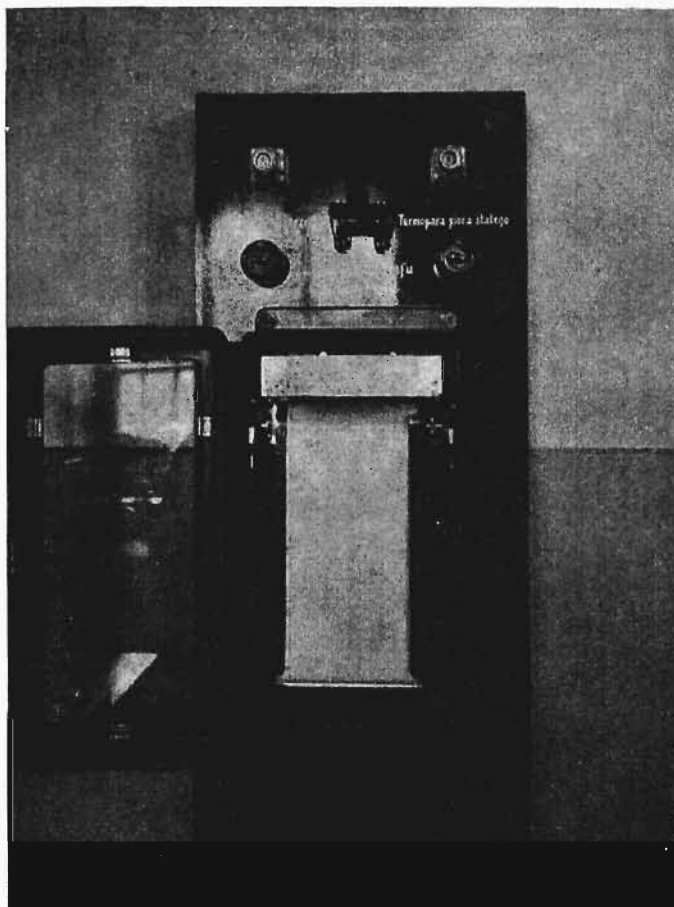


Rys. 7. Wskaźnik i regulator temperatury.

Do ładowania metalu zainstalowano mały żóraw ręczny.

Palniki obydwóch pieców zasilane są powietrzem ze wspólnej dmuchawki. Do magazynowania ropy służy duży zbiornik, ukryty w murowanej piwnicy; jest on połączony rurą i ręczną pompką z małym zapasowym zbiornikiem w wytwórni. Specjalny dużych rozmiarów wskaźnik pokazuje zużycie paliwa.

Piece są zaopatrzone w okapy i wyciągi do usuwania gazów, a ponadto pomieszczenie wytwórni wentylowane jest za pomocą dwóch wentylatorów rotorowych i jednego elektrycznego.



Rys. 8. Aparat rejestrujący wahania temperatury obydwu pleców.

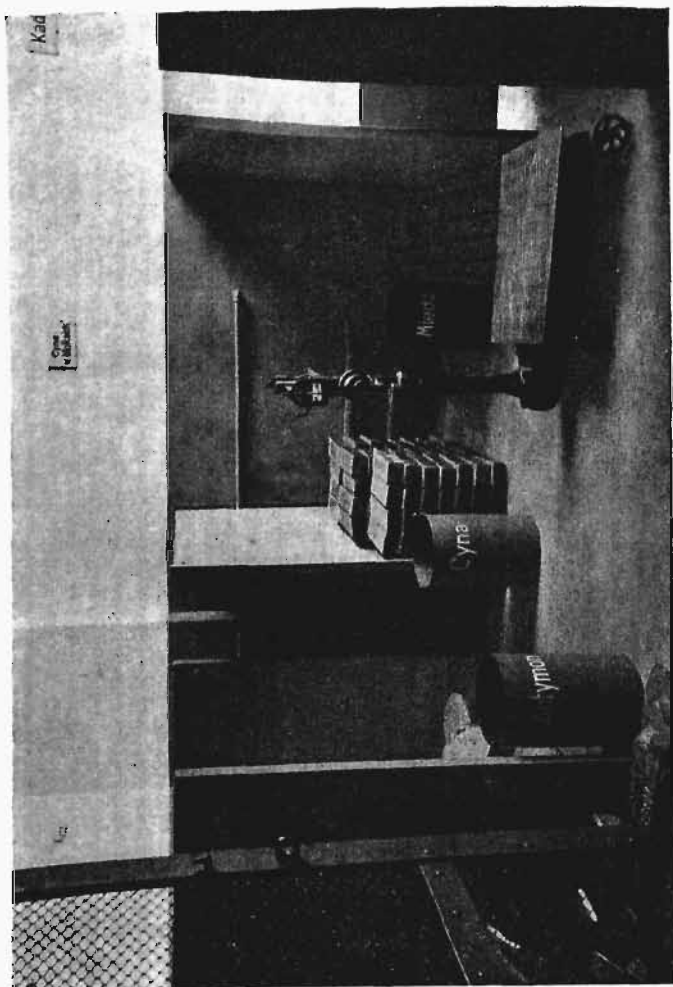
3. L a b o r a t o r i u m.

Laboratorium do badania stopów wyposażone jest w następujące przyrządy:

1. **Prasa Brinella** do badania twardości kulką 10 mm pod naciskiem 250 kg w czasie 30 sek. Badania wykonywane

się na odlanych blokach oraz na pobranych specjalnych próbkach.

2. **Aparat do zdjęć metalograficznych.** Próbki do zdjęć są wykonywane według ustalonego kształtu i odpowiednio



Rys. 9. Magazyn surowców.

znaczone. Ze względu na znaczny wpływ, jaki wywierają: kształt, grubość ścianek, temperatura formy i warunki wylewania metalu, na twardość i obraz metalograficzny metalu, nie pobiera się próbek z gotowych bloków. Próbki te wycina się z odlewu w małej foremce, napełnianej w czasie

wylewania stopu z pieca, przy czym zachowuje się zawsze identycznie jednakowe warunki podczas pobierania metalu, aby móc porównywać ze sobą rezultaty badań poszczególnych spustów. Kształt foremki jest taki, że odlew próbki odpowiada w przybliżeniu warunkom istniejącym podczas zalewania panwi (foremka nagrzewana jest do temperatury 100—150° C, tak jak to ma miejsce w panwiach przed ich zalaniem). W ten sposób badanie odlanej próbki daje nam obraz zbliżony do tego metalu, jakim zalewa się panwie.

Próbki poleruje się na polerówce i odpowiednio wytrawia. Do wywoływania zdjęć metalograficznych i wykonywania odbitek służy ciemnia fotograficzna, ustawiona w wytwórni.

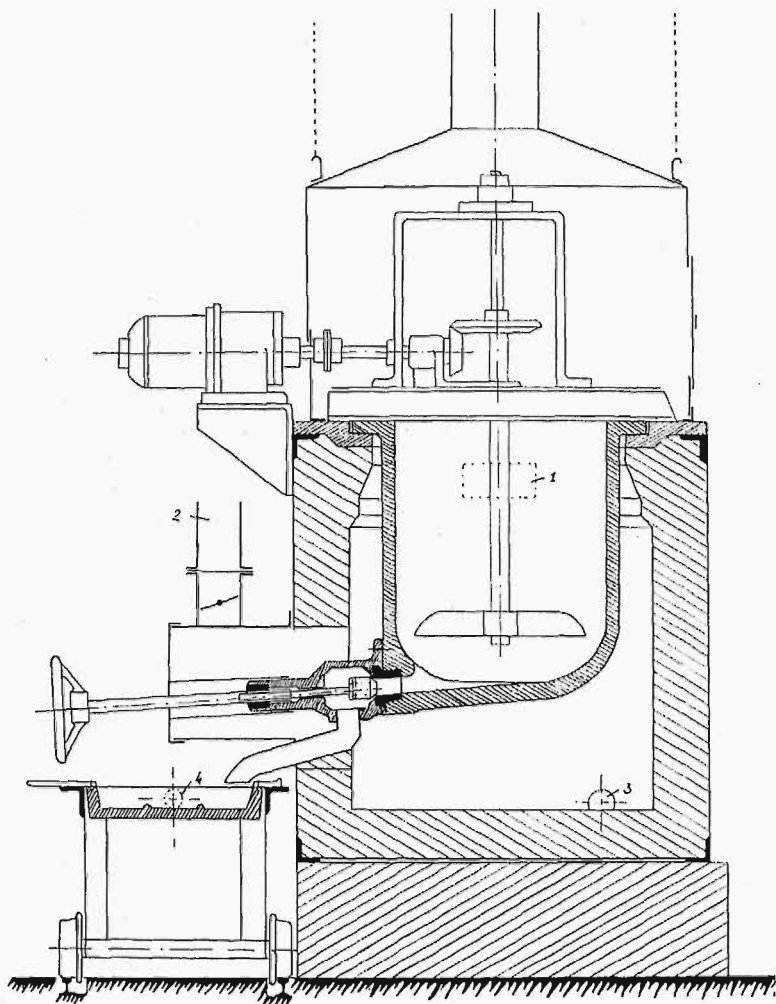
3. **Mikroskop podręczny** do doraźnych badań, dający nieduże powiększenia.
4. **Dokładna waga laboratoryjna.**
5. **Szafa laboratoryjna**, zawierająca wszystkie potrzebne przybory, oraz szereg szufladek dla próbek badanych stopów.
6. **Aparat do wykreślenia przebiegu temperatur** w piecach podczas produkcji, dający możliwość śledzenia przebiegu fabrykacji stopów.
7. **Wiertarka** do wiercenia bloków metalu dla otrzymania wiórów, służących do badań chemicznych.

Do zasilania prądem poszczególnych aparatów zainstalowano w laboratorium tablicę rozdzielczą z transformatorem i kontaktami na 220, 120, 8 i 4 volt, oraz prąd trójfazowy 380 volt.

Poza tym w laboratorium znajdują się urządzenia biurowe: specjalna szafa z szufladami na akta, biblioteka z odpowiednią literaturą techniczną itd.

Przewiduje się jeszcze zainstalowanie **aparatu do badania stopów** na zasadzie krzywych krzepnięcia. Na rys. 12 nie jest pokazana **maszyna do badań mechanicznych na tarcie i młotowanie**, która w ostatnich dniach została już ustawiona w stopowni.

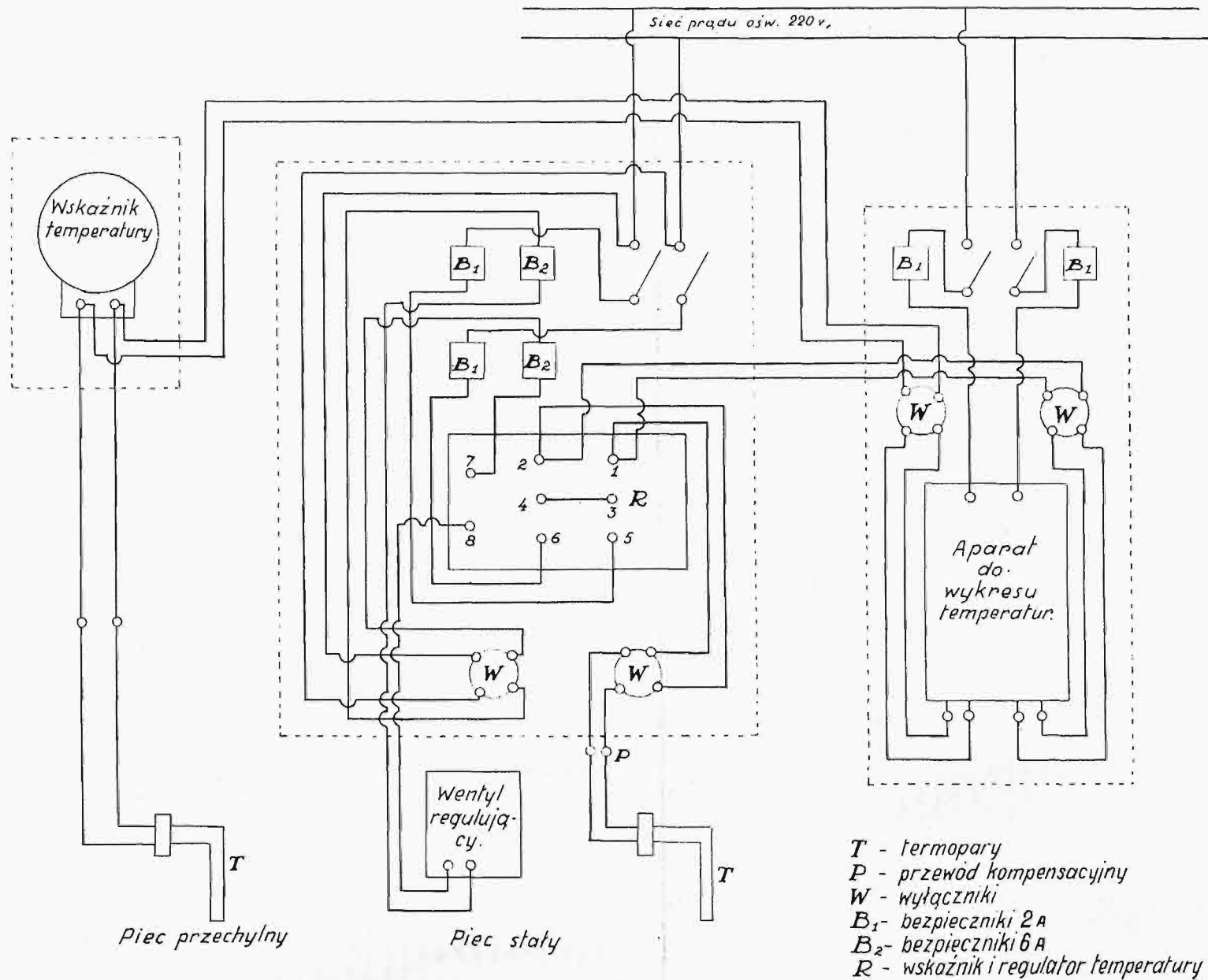
Przekrój pieca i zaworu tygla



1. Wylot gazów spalinowych.
2. Dodatkowy wylot gazów, służących do podgrzewania zaworu spusławego.
3. Wylot palnika.
4. Czop obrotowy do form stopowych.

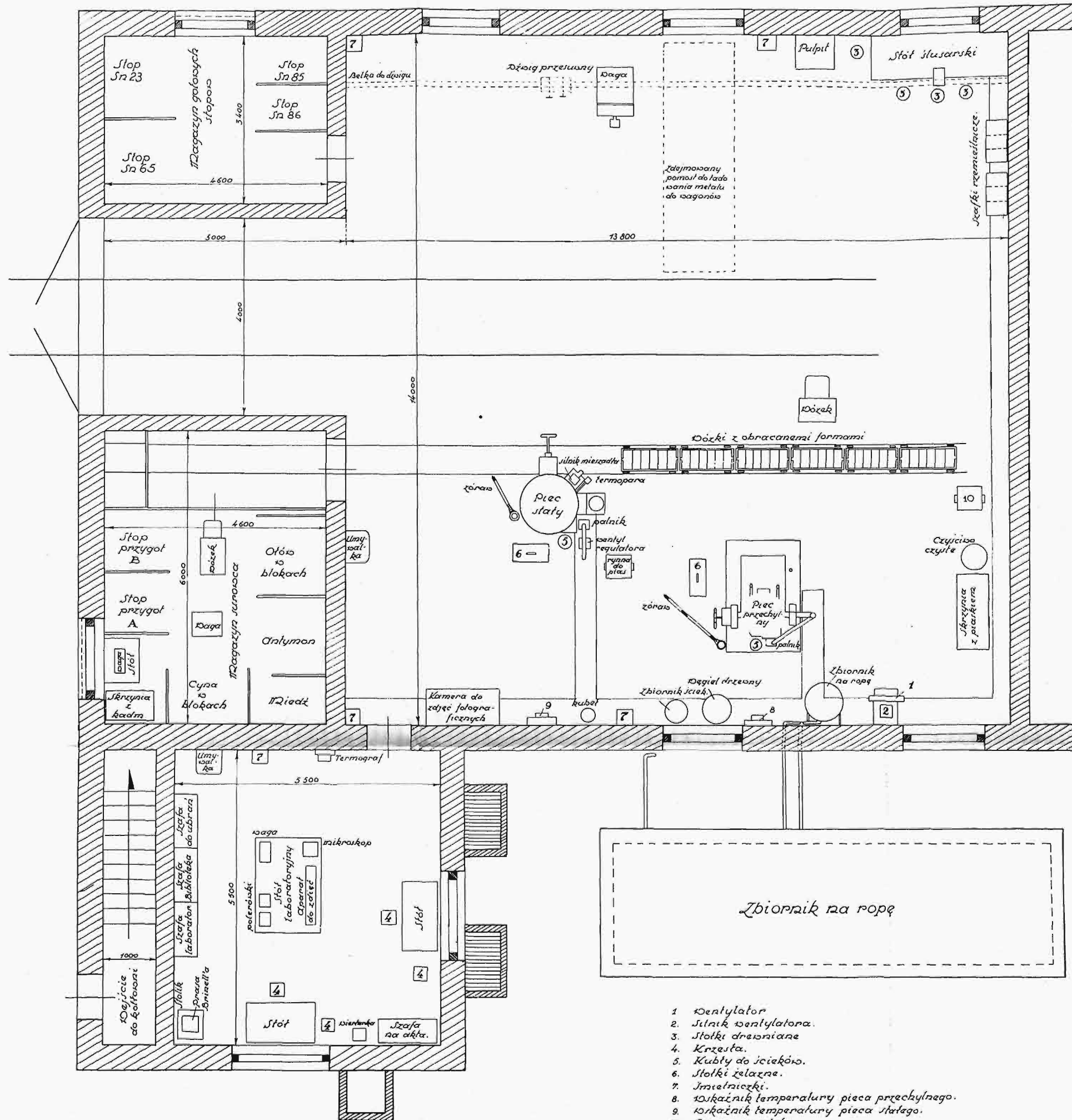
Rys. 10.

Schemat instalacji elektrycznej przyrządów pomiarowych i regulujących
temperaturę pieców w wytwórni stopów łożyskowych



Rys. 11.

PLAN STOPOWNI.



4. T r a n s p o r t.

Obieg metalu w wytwórni, zaczynając od chwili otrzymania surowca do czasu wystania gotowych stopów do magazynu zasobów, obejmuje szereg czynności, podczas których metale te muszą być kilkakrotnie przenoszone z miejsca na miejsce; ponieważ operuje się dużymi ciężarami, należało przeto kwestię transportu odpowiednio zorganizować tak, aby przeładunki metalu i przekładanie ręczne zmniejszyć do minimum.

Sprawę tę rozwiązano w ten sposób, że zarówno surowce, jak i stopy gotowe, są układane na stołkach o kształcie specjalnym. Do transportu zastosowano specjalny ręczny wózek, którego platforma unosi się w chwili opuszczania dyszla. Podjeżdżając wózkiem pod stołki, unosi się je do góry, przewozi i pozostawia w miejscu przeznaczenia po opuszczeniu platformy na dół.

Ogólny przebieg transportu przedstawia się następująco:

Podczas rozładowania surowca z wagonu składa się metale na stołkach, podwozi się je na specjalnym pomoście pod dźwig, który ustawia stołki na wadze, a następnie odwozi się wózkiem do magazynu surowców. Poszczególne już odważone partie surowców dla dziennej produkcji, składane są w magazynie również na stołkach i stąd w odpowiednim czasie przewożone są do pieców i ładowane do tygli za pomocą żurawi.

Gotowy stop wylewa się z tygla przez specjalny zawór do form, zawieszonych na czopach obrotowych wózków transportowych (rys. 10). Wózki te przesuwają się po szynach, znajdujących się pod wylotem zaworu (rys. 4). Po zastygnięciu metalu podjeżdża do niego wózek i za pomocą dźwigni obracającej formy, wyrzuca gotowe bloki (rys. 5). Następnie oznacza się na blokach gatunek stopu, datę i numer spustu, po czym wszystkie bloki z poszczególnych spustów składa się na oddzielnych stołkach i po zważeniu przewozi się razem ze stołkami do magazynu wytwórni. Po przyjęciu metalu przez komisję odbiorczą, bloki razem ze stołkami załadowuje się za pomocą dźwigu do wagonu i wysyła do magazynu zasobów, skąd stołki zwracane są do wytwórni.

Z powyższego widać, że metale nie są wcale przeładowywane ręcznie. Wszystkie stołki mają jednakowy ustalony ciężar i co pewien czas są kontrolowane, a w miarę zużycia dodat-

kowo obciążane. Wózek zastosowano o nośności 750 kg, a platformę mogącą się podnosić na 50 mm.

5. K o n t r o l a p r o d u k c j i.

Dla uzyskania należytej kontroli produkcji i zużycia materiałów, oddzielono gospodarkę surowcami i gotowymi stopami oraz badania laboratoryjne od samej produkcji. Czynności te przydzielono oddzielnym pracownikom.

W magazynach wytwórni prowadzi się książki materiałowe i kartoteki, według wzorów ustalonych przepisami dla rachunkowości materiałowej, a w wytwórni księgę produkcji. Kierujący produkcją zgłasza żądania surowca i zdejmuje wykonany stop do magazynu wytwórni, posługując się ustalonymi drukami. W ten sposób powstaje podwójna kontrola obrotu metali.

Laborant (który jest zarazem magazynierem) sprawdza jakość wykonanych stopów, niezależnie od kierownika produkcji.

Z tego opisu widzimy, że wytwórnia stopów żelazkowych Polskich Kolei Państwowych jest urządzona według najnowszych wymagań techniki odlewniczej.

Twierdzę z całą stanowczością, że nie ma w Polsce drugiej wytwórni stopów żelazkowych, tak nowoczesnie urządzonej.

Jest to bezsprzeczną zasługą naczelnika warsztatów głównych w Pruszkowie, inż. Józefa Kuliga, oraz kierownika biura technicznego tych warsztatów, inż. Mieczysława Jungiera, którzy do jej budowy włożyli bardzo dużo swej pracy i wiedzy fachowej.

Najlepszą oceną tej stopowni może być opinia o niej profesora odlewnictwa na Politechnice Warszawskiej, a zarazem technicznego dyrektora Państwowych Zakładów Inżynierii, inż. Kazimierza Gierdziejewskiego, który po jej zwiedzeniu powiedział: „Nigdy nie spodziewałem się, że nasze koleje będą posiadać taką wytwórnię stopów żelazkowych, jaką dziś tutaj zobaczyłem. Takiej wytwórni może nam pozazdrościć i zagranica. Gratuluję Panom takiego sukcesu”.

Zrozumiałe jest przeto, że wyrób stopów w takiej wytwórni będzie znacznie lepszy od wyrobionych w fabryczkach prywatnych.

Uniezależnienie się P. K. P. od firm prywatnych, wyrabiających stopy łożyskowe, nie powinno być w danym wypadku uważane jako etatyzowanie, gdyż odegrała tutaj rolę jedynie jakość i cena samego wyrobu.

Ministerstwo Komunikacji posiada dokument, wykazujący jak wielkie sumy były przepłacane postronnym dostawcom stopów łożyskowych. Dokument ten jest podpisany przez dwóch dyrektorów pewnej wytwórni i mówi wyraźnie, że z otrzymanej od M. K. sumy za wyrób pewnego stopu, wynoszącej 802.257 zł 52 gr wydano na materiał i robociznę 442.737 zł 33 gr, a nadwyżkę w wysokości 333.828 zł 61 gr podzielono w następujący sposób: 67.061 zł 97 gr użyto na wybudowanie nowej odlewni, 104.293 zł 48 gr, stanowiące 13% od całej sumy zamówienia, użyto jako generalia Dyrekcji, a 172.474 zł 16 gr przepisano na czysty zysk firmy.

Na tym dokumencie Pan Wiceminister Komunikacji położył w dn. 6 listopada 1935 r. następującą rezolucję:

„Jak najszybciej należy przejść na produkcję białego metalu we własnym zakresie. Zarobki osób postronnych są rażące“.

Ministerstwo Komunikacji zastosowało się ściśle do powyższego rozporządzenia i wybudowało własną wytwórnię stopów łożyskowych kosztem 75.000 zł, które zostały już z nadwyżką pokryte przy produkcji stopów bieżącego roku.

— — — — —
Reasumując wszystko wyżej podane, proszę XII Zjazd Techniczny Inżynierów Wydziałów Mechanicznych o powzięciu następujących uchwał:

1. Używany dotychczas stop Sn 23 należy zastąpić stopem bardziej odpowiednim dla taboru kolejowego.
2. Oszczędności otrzymane wskutek wyrobu stopów łożyskowych w wytwórni P. K. P. należy zużywać na wyrób stopu Sn 86 dla zastosowania go nie tylko w trzech seriach paro-

wozów, lecz także i w innych, według kolejności ustalonej przez M. K.

3. Stop, który zastąpi stop Sn 23, należy stosować także i do wagonów towarowych, lecz stopniowo, tj. zależnie od środków, które otrzyma się ze zmniejszenia ilości cyny w stopie Sn 23.
4. Prowadzić możliwie ścisłą ewidencję stopów zmagazynowanych w łóżyskach.
5. Wydać jak najprędzej nowe przepisy o gospodarce stopami łóżyskowymi, które by uwzględniły ostatnie zarządzenia M. K., dotyczące tej gospodarki.
6. Zapotrzebowania Dyrekcyj na stopy łóżyskowe pokrywać wyłącznie z wyrobów wytwórni P. K. P.

Na wniosek Przewodniczącego, do komisji redakcyjnej powołano inż. E. Pancera inż. J. Surowiaka, inż. S. Kassalę oraz prelegenta.

Inż. A. Kraczkiewicz zaznaczył, że przed wojną były w Rosji przeprowadzane liczne badania z różnego rodzaju stopami, z których okazało się, że najlepszymi są stopy o zawartości cyny około 82% i około 13%. Niezrozumiałe wobec tego jest, dlaczego dzisiaj nie oparliśmy się na wynikach tych praktycznych badań, lecz kierowaliśmy się wynikami badań teoretycznych. W referacie nie jest poruszona sprawa ścieralności stopów, a jest to bardzo ważne. Nieomówione jest również zagadnienie regeneracji stopów, która ma wielki wpływ na cenę stopu. Firmy prywatne stosują regenerację, powstaje zatem pytanie czy nie moglibyśmy własnymi środkami przeprowadzać regeneracji, co przyczyniłoby się do potaniaenia stopów.

Inż. J. Zakrzewski zauważył, że wniosek prelegenta, aby zapotrzebowanie P. K. P. na stopy łóżyskowe pokrywać wyłącznie z wytwórni własnej, jest przedwczesny, ponieważ pozostaje jeszcze otwarta sprawa regeneracji odpadków, które powstają przy wyrobie stopów, jak również przy wylewaniu i obróbce panewek. W Niemczech utworzony został osobny komitet, który zajmuje się sprawą wykorzystywania odpadków metali półszlachetnych, a z drugiej strony ma za zadanie opracowywanie materiałów zastępczych. W sprawach tych nie należy zamykać drogi do inicjatywy prywatnych firm, chodzi tu bowiem nie tylko o dziedzinę kolejową, lecz ogólnopanstwową. Dlatego też część naszego zapotrzebowania, odpowiadając ilości odpadków, podlegających regeneracji, należało by pokrywać w firmach prywatnych, powierzając im również regenerację odpadków nie tylko stopów łóżyskowych, lecz również i innych metali półszlachetnych.

Inż. J. Dybowski stwierdził, że zgadza się z wywodami przedmówcy, lecz regeneracja jest sprawą odrębną od wyrobu nowych stopów. Sprawa regeneracji znajduje się w opracowaniu komisji powołanej przez Ministerstwo Spraw Wojskowych, które również przeszło na wyrób stopów we własnym zakresie. Poruszana

przez inż. Kraczkiewicza sprawa ścieralności stopów wymaga oddzielnego opracowania i omówienia.

W wyniku powyższej dyskusji przyjęto uchwałę treści następującej:

„W celu dalszego ulepszenia gospodarki stopami łożyskowymi, XII Zjazd techn. Inżynierów Wydziałów Mechanicznych uważa za wskazane:

- 1. używany dotychczas stop Sn 23, po ukończeniu przeprowadzonych z nim prób, zastąpić stopem odpowiedniejszym dla taboru kolejowego,**
- 2. w miarę otrzymywania oszczędności wskutek wyrobu stopów łożyskowych w wytwórni P. K. P., przeznaczać większe sumy na wyrób stopu Sn 86, celem stosowania go nie tylko w 3 seriach parowozów, lecz także i w innych,**
- 3. prowadzić możliwie ścisłą rejestrację stopów łożyskowych, znajdujących się w łożyskach taboru kolejowego, z podziałem ich na poszczególne rodzaje,**
- 4. w jak najkrótszym czasie wydać nowe przepisy o gospodarce stopami łożyskowymi, uwzględniając ostatnie zarządzenia M. K., dotyczące tej sprawy,**
- 5. odpadki, wióry i szumowiny, zarówno stopów łożyskowych jak i innych metali półszlachetnych, które nie będą nadawały się do bezpośredniego użycia na P. K. P., oddawać nie do sprzedaży przypadkowej, lecz do regeneracji tym firmom, które będą dawały w zamian nowe stopy wymagane go składu,**
- 6. resztę zapotrzebowania dyrekcji na stopy łożyskowe pokrywać produkcją stopowni P. K. P., jako dającej stopy gwarantowanej jakości“.**