

# VIII

PROF. INŻ. A. CZECZOTT

## **Praca Referatu Doświadczalnego M. K. 1923 — 1938**

### ***Uwagi wstępne. Początki doświadczeń.***

Nie będę się zatrzymywał ani na ogólnej kwestii potrzeby doświadczeń z taborem kolejowym, ani na celach tych doświadczeń, gdyż było to już niejednokrotnie omawiane<sup>1)</sup>, pominę również szczegóły odnoszące się do powstania Referatu Doświadczalnego i trudności, jakie musiał zwalczać w pierwszych czasach swej egzystencji<sup>2)</sup>, natomiast skreślę więcej szczegółowo przebieg technicznego postępu naszej instytucji doświadczalnej, ewolucji metod jej pracy i wykonanych robót. Na wstępie sięgnę pamięcią do początków historii Referatu Doświadczalnego, która datuje się od dnia 21 kwietnia 1923 r. W tym dniu przyjechałem po raz pierwszy do Wilna w celu pierwszych badań z parowozem ser. Tr 21, dopiero co oddanej do ruchu; przyjechałem uzbrojony wyłącznie w odpowiedni mandat polecający Min. Kom., własny zegar kieszonkowy oraz program pracy, oparty na tej szczupłej „aparaturze”. Szczęśliwym trafem — znalazłem na miejscu dwa indykatory, kiedyś przezornie zakupione przez Dyрекcję, która również chętnie przydzieliła mi do pomocy i do obsługi indykatorów pierwszych moich współpracowników — pp. inż. M. Z a b ł o c k i e g o i technika S z u n e j k o, ani się spodziewając, że oddała ich na długie lata; p. inż. Z a b ł o c k i pracował ze mną aż do roku 1928 odkąd został mu powierzony Referat Hamulcowy w Ministerstwie Komunikacji, a p. S z u n e j k o do roku 1934 włącznie pozostawał moją prawą ręką w zakresie przygotowania parowozów do prób. Nie licząc osobnej drużyny, która była przydzielona do pierwszego parowozu doświad-

<sup>1)</sup> Patrz Inż. Kol. 1925 nr 5, 1928 nr 9, Przegląd Techniczny 1924 nr 20, 49, 51.

<sup>2)</sup> Patrz Inżynier Kolejowy 1928 r. nr 9.

czalnego Tr 21 nr 17, z wymienionym personelem — więc we trójkę — przystąpiliśmy do badań, których ogólny zarys podaję niżej. Tak powstał faktycznie dział, który w dalszym ciągu uzyskał miano Referatu Doświadczalnego.

## I.

### ***Pierwsze kroki Referatu Doświadczalnego, powstanie i rozwój jego metody badań.***

#### *1. Pierwsze próby z parowozem serii Tr 21.*

Seria Tr 21 — jest to pierwsza seria parowozów budowanych w kraju, pierwotnie przeznaczonych do obsługi pociągów węglowych na linii Warszawa—Łazy, gdzie miały one zastąpić przydzielone do tej służby parowozy ser. Tp 4 i Tr 20, uważane za zbyt słabe. Pierwsze porównawcze próby tych trzech seryj, które były wykonane przez Dyрекcję Warszawską w początkach roku 1923, nie zadowolily jej. parowozy te nie wykazały lepszych wyników, ponadto miały pierwotnie mnóstwo braków konstrukcyjnych. Okoliczność ta spowodowała z jednej strony forsowanie budowy silniejszych parowozów serii Ty 23, z drugiej przekazanie parowozów ser. Tr 21 do Dyrekcji Wileńskiej, która wówczas ubiegała się o nowe silne parowozy, to też dlatego właśnie pierwsze badania, o których mam mówić, powstały w Dyrekcji Wileńskiej.

Przede wszystkim należało ustalić dla tych parowozów pewne charakterystyki, dotyczące dopuszczalnego ich obciążenia. Zwykły sposób takich badań, polegający na porównawczych pomiarach zużytego węgla z odniesieniem go na brutto-tony przewiezionych pociągów w tych samych warunkach profilu i prędkości, sposób który właśnie był zastosowany w Dyrekcji Warszawskiej (przy tych próbach asystowałem pewnego razu w charakterze gościa), nie wydawał mi się racjonalnym, w pewnym stopniu przyczynił się on do niesłusznej oceny parowozu ser. Tr 21 przy pierwszych próbach. Dlatego też musiałem obrać inną drogę, którą stosownie do rozporządzalnych wówczas środków, planowałem w sposób następujący:

Ze znanej zależności między siłą parowozu, a oporem pociągu w ruchu ustalonym:

$$F_{v,a} = i (Q + L) + w_{q,v} Q + w_{l,v} L$$

wynikało

$$Q = \frac{F_{v,e} - (w_{l,v} + i) L}{(w_{q,v} + i)}$$

Obserwując bieg pociągu, o ciężarze wagonów  $Q$  ton przy pewnej określonej szybkości  $V$  km/godz na wzniesieniu  $i$  ‰ i określając przy tych warunkach z indykatora siłę  $F_i$  kg przy pewnym ustawieniu nawrotnicy, tj. przy pewnym napełnieniu  $\varepsilon$  mielibyśmy pojęcie o sile  $F_{v,e}$ . Z drugiego szeregu zaś badań, określając opory  $w_l$  i  $w_q$ , mielibyśmy wszystkie dane do obliczenia wartości  $Q$  w poszczególnych przypadkach. Z trzeciego szeregu prób na dłuższych odcinkach przy różnych warunkach profilu, szybkości i obciążenia dałoby się określić jakie kombinacje  $(\varepsilon, V)$  odpowiadają warunkom wystarczalności kotła pod względem odparowania, a więc i normy  $Q$ , które należałoby ustalić. Z tego schematu wyłaniał się taki plan robót:

- 1 — indykowanie przy ustalonej szybkości  $V$  i różnych napełnieniach; wymaga to jazu z różnym obciążeniem  $Q$  na dostatecznie długim odcinku o jak największym wzniesieniu  $i$  ‰;
- 2 — określenie oporów  $\frac{w_q}{q}$  i  $w_l$  znaną metodą staczania na dłuższych prostych (tj. bez łuków) spadkach jednostajnego profilu obserwując przebieg przyspieszeń; metoda ta bardzo prosta na ogół, nie wymaga, prócz zwykłych sekundomierzy żadnych innych skomplikowanych przyrządów;
- 3 — jazdy w warunkach eksploatacyjnych, urozmaiconych odpowiednim doбором obciążenia  $Q$  i szybkości  $V$ , połączone z pomiarami wody i węgla przy różnych możliwie stałych napełnieniach  $\varepsilon$ .

Rozwiązaniu pierwszego zadania, zdawało się, sprzyja bardzo okoliczność, iż tuż pod Wilnem mieliśmy odpowiedni odcinek Wilno—Porubanek o wzniesieniu 10‰ długości 5 km, z wielu łukami.

Do wykonania drugiego zadania również w pobliżu Wilna mieliśmy prawie prosty spadek o 6‰ długości około 3 km od stacji Jaszuny w stronę Wilna.

Do rozwiązania trzeciego zadania miały być odbyte dłuższe jazdy na trasie Wilno—Lida—Wołkowysk—Białystok—Grąjowo, z różnorodnym charakterem profilu.

Z tego programu należy uważać za całkowicie udane tylko próby na staczanie, które pozwoliły ustalić pewne dane co do oporu taboru.

Próby z indykowaniem nie dały spodziewanego materiału do rozwiązania zasadniczego zadania — określenia obciążeń, gdyż odcinek długości 5 km, okazał się zbyt krótki aby szybkości mogły się ustalić. Mimo to indykowanie, jako takie (połączone z niektórymi innymi obserwacjami) dało pewne wskazówki co do granicy siły pociągowej i inne pożyteczne dane. Najmniej udanymi należy uważać jazdy połączone z pomiarem węgla i wody, gdyż wcale nie dały one poszukiwanej odpowiedzi, natomiast udały się znakomicie, jako jazdy ćwiczebne, w czasie których szczupły nasz personel (od połowy roku 1923 wzmocniony jeszcze o jednego inżyniera p. Kowalewskiego, który pracował ze mną do początku roku 1927) nabywał wprawy do tego rodzaju roboty. Materiał zebrany w ogóle w tym pierwszym okresie naszych prac nie był kompletny, zwłaszcza brakowało nam systematycznych danych co do rozchodu pary przy różnych warunkach pracy parowozu; próby te wskazały, że do osiągnięcia miarodajnych wyników nie wystarczy tej sprawy traktować tak prosto, jak to się z początku zdawało. Aczkolwiek ogólny plan był prosty i prawidłowy — wykonanie jego narażało na trudności natury technicznej i eksploatacyjnej. To stało się punktem wyjścia dla poszukiwania innych sposobów rozwiązania zadania, które sobie postawiłem.

## 2. O d c i n k i d o ś w i a d c z a l n e.

Przedewszystkim należało szukać zamiast odcinka Wilno—Porubanek innego, dłuższego; prócz tego należało uwolnić się od zależności od ruchu eksploatacyjnego i w znacznym stopniu uzupełnić rozporządzalne środki, tak co do przyrządów doświadczalnych, jak taboru i personelu przydzielonego do badań. Wyjaśniło się bowiem, że tu nie może być mowy o przygodnej pracy od przypadku do przypadku, lecz praca powinna być wyspecjalizowana. Otóż, w myśl tych przesłanek, po zbadaniu profilu różnych linii, obrałem w obrębie dykcji Wileńskiej dwa tereny, które miały się wzajemnie uzupełniać, a mianowicie — jeden na szlaku Zelwa—Jeziornica na linii Wołkowysk—Baranowicze, a drugi na linii Brześć—Pińsk. Na pierwszym szlaku mamy odcinek od km 123,6 do 136,5 długości 12,9 km, mający stałe wzniesienie  $i = 8\text{‰}$ , zaledwie

tylko w 2 miejscach przerywany stosunkowo krótkimi poziomami. Jest również kilka łuków, są to łuki o dużym stosunkowo promieniu. Odcinek ten, poprzedzony dłuższym poziomem, na którym pociąg początkowo może być z łatwością rozpędzony, zdawało się, że nadawał się do zastosowania znanej metody doświadczeń prof. Ł o m o n o s o w a; metoda ta polega na zachowaniu stałej szybkości jazdy w ciągu możliwie długiego czasu, a to właśnie stanowi niezbędny warunek do pomiarów rozchodu wody i węgla. W danym przypadku, zachowanie stałej szybkości mogło być osiągnięte przy zastosowaniu hamowania pociągu w czasie przejścia przez wspomniane krótkie poziomy. Ponieważ dla dokładności pomiaru, przy dużym rozchodzie wody i węgla, potrzebny jest czas trwania próby wynoszącej co najmniej 40—45 minut, przeto wobec ograniczonej długości tego odcinka nadawał się on tylko do doświadczeń z szybkością nie przewyższającą 18 km/godz. Do badań zaś z większą szybkością miałyby służyć odcinek Brześć—Juchniwicz, przedstawiający prawie idealny poziom na przestrzeni około 140 km, przerywany tylko w paru miejscach krótkimi wzniesieniami i spadkami o pochyleniu  $i = 4\text{‰}$ . Ze względu na stan torów na tym odcinku, szybkość najwyższa, dopuszczalna dla nowych cięższych parowozów, wynosiła zaledwie 40 km/godz. Jeżeli chodziło o parowozy towarowe, odcinek ten nadawał się w zupełności, zwłaszcza, że inne warunki eksploatacyjne, jak to: mała frekwencja, długie przeloty stacyjne, większe parowozownie i warsztaty, położone w punkcie początkowym odcinka — sprzyjały prowadzeniu tych prób. Szlak ten nadawał się do prowadzenia próbnych jazd w obydwu kierunkach.

Eksploatacyjne warunki na odcinku Zelwa—Jeziornica były mniej wygodne: doświadczenia mogły być prowadzone tylko w jednym kierunku a mianowicie od Zelwy w górę do km 136,5; powrót pociągu na punkt początkowy następował tyłem.

W pierwszym roku naszych jazd próby na tym odcinku odbywały się tylko pomiędzy dwoma mostami prowizorycznymi, pozostałymi z czasów wojny. Jako miejsce postoju pociągu doświadczalnego początkowo wybrana była st. Jeziornica, zaś po wzmocnieniu mostu na rzece Zelwianka — stacja Zelwa. Przez dłuższy czas, póki badaliśmy parowozy towarowe te dwie placówki doświadczalne — Zelwa oraz Brześć wystarczały w zupełności. Potrzeba trzeciego terenu do prób

zjawiła się w czasie pierwszych badań parowozów osobowych ser. Os 24 w r. 1926, gdy chodziło o szybkość powyżej 40 km/godz, wówczas zamiast odcinka brzeskiego obraliśmy względnie równą linię Kraków—Tarnów—Rzeszów, posiadającą dobry tor, przydatny do szybkości  $V = 100$  km/godz. W latach późniejszych, zależnie od zadań i innych okoliczności w rozwoju naszej pracy, przeważnie korzystaliśmy ze szlaków na terenie Dyrekcji Poznańskiej, takich jak Poznań—Rawicz, Poznań—Toruń lub Poznań—Zbąszyń. Rzadziej kursowały pociągi doświadczalne na odcinku Skarżysko—Strzemieszyce, Lwów—Przemyśl i Wołkowysk—Lida, oraz przypadkowo w ciągu krótkich okresów na innych odcinkach, jak np. Warszawa—Mława, Kowel—Brześć, Wilno—Grodno, Lwów—Brody.

### 3. Pierwsze próby z zachowaniem stałych warunków jazdy.

Pierwsze próby metodą prof. Łomonosowa odbyły się na Żelwiańskim odcinku dnia 8 IX 1923, pozornie różniły się one od praktyki prof. Łomonosowa tylko tym, że do hamowania na poziomach nie korzystałem z ręcznych hamulców wagonowych, których stosowanie, jak dowodzi prof. Łomonosow, wymaga uprzedniego wyszkolenia personelu — lecz używałem parowozu pomocniczego, który był postawiony przed parowozem doświadczalnym (na czele pociągu) i popychany przez niego. Gdy na poziomach opór malał i powstawała tendencja do zwiększenia szybkości parowóz pomocniczy stopniowo przeciwstawiał się ruchowi pociągu, z początku przez zahamowanie tendra, a następnie siłą pary wstecznej. Początkowo użyłem do tego celu parowozu 3-osiowego ser. Th lub 4-osiowy parowóz Tp 2. Praktyka jednak wskazała, że o ile pociąg szedł prawie zupełnie jednostajnie na wzniesieniu (wpływały tu tylko łuki na pewne obniżenie szybkości), przejazdu po poziomych odcinkach pozostawiały bardzo dużo do życzenia, ponieważ siła hamowania była niedostateczna i pociąg rozpędzał się znacznie.

Przy próbach na poziomym odcinku brzeskim nie powstawała kwestia hamowania, ponadto spodziewałem się, że wspomniane nieliczne przeszkody przy przejściu mostów, oraz nieznaczne i również krótkie odchylenia profilu od poziomu w granicach  $\pm 2\text{‰}$  nie wpłyną na równomierność biegu pociągu, dlatego pierwsze próby (w dniach od 13 XI do 17 XI 1923 r.) odbyłem

w trakcji pojedynczej samym tylko parowozem doświadczalnym ser. Tr 21. Ponieważ jednak do wykorzystania stosunkowo już wielkiej siły pociągowej tego parowozu na poziomym profilu wypadało obciążyć go bardzo ciężkim i długim pociągiem o wadze wagonów przeszło 2 000 t, przeto praktyka wykazała znaczne straty czasu przy rozpędzie pociągu, jak również znaczną wrażliwość ruchu nawet na krótkie odchylenie profilu od poziomu zerowego. Na ogół ruch był o tyle niejednostajny, że już po pierwszych jazdach wpadłem na pomysł użycia parowozu pomocniczego do trakcji podwójnej. Do pomocy zastosowałem parowóz Baldwina ser. Tr 20, który pomagał przy rozruchu i na wzniesieniach; na spadkach — przyczyniał się do hamowania, na poziomach zaś, zaliczony do obciążenia pociągu, korzystnie wpływał na zmniejszenie ogólnej ilości wagonów pociągu. Ta próba powiodła się całkowicie: osiągnęliśmy ruch bardzo równomierny. W ten sposób już w końcu roku 1923 została obrana właściwa metoda, która pozwoliła na koniec rozwiązać zadania, które postawiłem sobie na początku badania parowozu serii Tr 21.

#### 4. P i e r w s z e j a z d y w e d ł u g n u t.

Wyniki prób zostały ujęte w postaci wykresów różnych charakterystyk roboczych parowozu, takich jak na przykład: zależność siły i rozchodu pary od szybkości jazdy i napełnień cylindrów, itp. dane, które pozwalały na określenie obciążeń i czasów jazdy parowozu na szlakach o zmiennym profilu i różnych szybkościach, a to wszak było głównym celem naszych badań. Ponieważ już w tym czasie na porządku dziennym była kwestia ujednostajnienia i ustalenia sposobu tych obliczeń we wszystkich dyrekcjach, które posługiwały się rozmaitymi przepisami pozostałymi po rządach zaborczych — moje zaś, co do tego poglądy już były wypowiedziane na pierwszej konferencji, dotyczącej tej sprawy w Departamencie Ruchu dnia 2/II 1923 r. — zależało mi na zademonstrowaniu tych możliwości, jakie zawiera w sobie moja metoda obliczeń przy wykorzystaniu takiego materiału doświadczalnego, który dopiero co został ustalony dla parowozu ser. Tr 21.

Nie będę tu się zatrzymywał na szczegółach tych obliczeń, gdyż obecnie po 15 latach od pierwszych kroków, „propagandy“ tej sprawy — metody te, oparte na wieloletnich dalszych badaniach naszych, zostały przyjęte do użytku na P. K. P.

i są podane w sposób wyczerpujący w odpowiednich pracach moich, z których ostatnia zatytułowana jako *Wskazówki do obliczeń trakcyjnych*, nr M 53, wydana przez M. K. w r. 1934 — stanowi przepis, którego tak długo brakowało. Otóż w początkach roku 1924 została wykonana po raz pierwszy na P. K. P. doświadczalna jazda okrężna z Warszawy przez Dęblin, Strzemieszyce, Łazy, Piotrków i z powrotem do Warszawy, parowozem ser. Tr 21 nr 17, podług planu określonego z góry; plan ten przewidywał nie tylko obciążenia i czasy jazdy, ale nawet rozchody wody na poszczególnych odcinkach od stacji do stacji; celem tej podróży było sprawdzenie przydatności do praktycznego użytku tak mojej metody obliczenia jak również wyników naszych prób, którymi ta metoda operowała. Wyczerpujące sprawozdanie, tak w ogóle z pierwszych tych prób, jak też o tej jeździe okrężnej, zostało zreferowane na IV Zjeździe Polskich Inżynierów Kolejowych w Poznaniu oraz podane w artykule moim w nrze 5 „Inżyniera Kolejowego” w r. 1925. Powiem tu tylko, dla przypomnienia, że jazdy te, które odbywały się z reguły jako jazdy „pod dyktando”, tj. w takich warunkach, że maszynista zastosowywał się przez cały czas jazdy do wskazówek podawanych mu przez inżyniera-kierownika próby na podstawie uprzednio dokonanego obliczenia — wykazały zadziwiającą dokładność obliczenia: obliczone czasy jazdy nie różniły się od rzeczywistych więcej niż  $\pm 0,5$  minuty, a rozchody wody więcej niż  $\pm 1\%$ . Stąd też powstał termin „jazdy z nut”, tj. „jak z nut”; „nutami” nazywano taśmy, na których wykreślano wszystkie okoliczności jazdy podług planu z góry ułożonego. Większe odchylenia napotykały się tylko wówczas, gdy w grę wchodziły jakieś okoliczności, których obliczenie nie mogło przewidzieć, np. przypadkowe zatrzymanie przed semaforem, ostrzeżenie o powolnej jeździe itp. W ciągu tego kursu została zademonstrowana na szlaku Piotrków—Baby, możliwość przewożenia parowozem ser. Tr 21 składu o wadze 2 000 t — okoliczność, która właśnie była kwestionowana przez Dyрекcję Warszawską w dobie jej pierwszych prób porównawczych z parowozami ser. Tp 4 i Tr 20 i podczas których nie zadowolili ją również parowozy ser. Tr 21.

Zademonstrowałem przydatność mojej metody do analizy specjalnych przypadków, w których jak dotąd decydowały tylko arbitralne opinie.



## 5. Utworzenie Referatu Doświadczalnego.

Wyniki otrzymane przy badaniu pierwszego parowozu aczkolwiek może jeszcze niezupełnie dokładne, w każdym razie zachęcały do dalszej pracy w tym kierunku. Już na jesieni 1924 r. zabraliśmy się do jeszcze ciekawszych badań nad parowozem silniejszego typu 1-5-0 ser. Ty 23. Przy tych badaniach mogliśmy już wykazać większe postępy, tak pod względem technicznym, jak też organizacyjnym. Brakowało co prawda jeszcze ściśle określonego budżetu dla potrzeb doświadczeń, ale Referat Doświadczalny, jako instytucja oficjalna, utworzona przy Departamencie Mechanicznym MK zaczął istnieć od 7 IV 1924 r.; na mocy odpowiedniego rozporządzenia Pana Ministra ogłoszono regulamin, który określał stanowisko referatu. Przydzielono mu szczupły lecz stały personel, który w tym czasie powiększył się jeszcze o jedną osobę, technika Łungisa, który odtąd pracował w referacie stale. Do wyłącznego użytku personelu Referatu Doświadczalnego przydzielono trzy wagony służbowe, z których jeden został wyposażony w dynamometr najprostszej konstrukcji. Komplet indykatorów i niektórych innych przyrządów powiększył się; ostateczne ukonstytuowanie Referatu Doświadczalnego nastąpiło nieco później. Równolegle z rozwojem prac Referatu, które streszczam w dalszych rozdziałach, zaszły zmiany również i w jego organizacji: zarządzeniem Dyrektora Departamentu inż. B. Skupiewskiego, Referat Doświadczalny z Wydziału 22, do którego należał, został wyodrębniony, z nadaniem mu samodzielności pod moim kierownictwem, od roku zaś 1926 w preliminarzu budżetowym przewidywano osobne kredyty do dyspozycji Referatu, które w znacznym stopniu sprzyjały naszej pracy, zwłaszcza, iż były wymierzone hojnie, jak świadczy o tym pierwszy kosztorys, zatwierdzony w r. 1926, który opiewał na sumę 250 000 zł; z tej kwoty około

58% przypadało na utrzymanie personelu wszystkich kategorii;

26% wyniosły koszty opału i smarów;

8% koszt robót warsztatowych, przystosowania parowozów i naprawa taboru doświadczalnego;

8% zakup przyrządów i utrzymanie biura opracowań.

---

100%

nie były osiągnięte. W latach następnych kosztorysy bliżej zgadzały się z rzeczywistością; na r. 1932, największej wydajności naszych robót, kosztorys wynosił tylko 115 000 zł, z których główna pozycja na wydatki personalne stanowiła ok. 77% inne wydatki wynosiły:

opał . . . . .	10%
roboty warsztatowe . . . . .	9%
zakupy . . . . .	4%

W roku 1933 i następnych, wobec redukcji budżetowych kosztorysy nasze spadły znacznie, przy tym w r. 1935 nie mieliśmy własnego budżetu, natomiast zarządzane było zaliczenie wydatków na doświadczenia na odpowiednie pozycje ogólnego budżetu poszczególnych dyrekcyj, na terenie których odbywały się doświadczenia. W wyjątkowych przypadkach, niektóre koszty badań ponosiły te instytucje, dla których je robiono. Tak np. było przy badaniu parowozów zbudowanych dla Marokka francuskiego w r. 1932 i przy badaniu węgli krakowskich w roku 1935.

#### 6. *Próby z parowozem serii Ty 23. Ustalenie nowej metody badań.*

Ze względu na znaczną siłę parowozu ser. Ty 23, której odpowiadał duży ciężar pociągu, tak dla popychania jak i dla hamowania należało rozporządzać również znaczną siłą, dlatego też przy badaniach parowozów ser. Ty 23, jako pomocniczy został użyty badany w poprzednim roku parowóz doświadczalny serii Tr 21 nr 17, dla pewniejszego zaś hamowania użyto amerykańskich węglarek z hamulcami zespolonymi, które uruchamiały się z parowozu pomocniczego; parowóz doświadczalny z reguły nie zasilał parą żadnych dodatkowych przyrządów, prócz pracy własnych cylindrów. Początkowo parowóz pomocniczy wraz z grupą amerykańskich węglarek do hamowania stawiano przed parowozem doświadczalnym, wzorując się na praktyce roku poprzedniego. Później jednak, z obawy wykołajenia na łukach zahamowanego składu, który był wypychany przez parowóz doświadczalny, postawiono skład oporowy z tyłu za wagonem dynamometrycznym. Ze względu na bezpieczeństwo pomiędzy parowozem doświadczalnym a właściwie pomiędzy wagonem dynamometrycznym, który zawsze szedł za tym parowozem a parowozem pomocniczym,

stawiano co najmniej tyle wagonów, ilu wymagał przejazd przez mosty. W ten sposób parowóz pomocniczy, znajdując się w środku pociągu, nie tak narażał pociąg na wykoślenie, gdyż nigdy nie potrzebował wypychać długiego zahamowanego składu, nadto przy hamowaniu ze środka prędzej przenosiła się fala ciśnień w krótszych przewodach, a to sprzyjało czulszej regulacji ruchu. Za postawieniem pomocniczego parowozu z tyłu przemawiało również to, że w tym miejscu spaczał on najmniej wskazówki dynamometru. Oczywiście, że gdy nie było przeszkód z powodu mostów, zwłaszcza przy większej szybkości, parowozy doświadczalny i pomocniczy były podzielone tylko jednym wagonem dynamometrycznym. Opisany schemat ustawienia wagonów pociągu doświadczalnego, wykombinowany w r. 1924, na ogół przetrwał do dziś; zaczęły w nim zachodzić większe zmiany tylko od r. 1929, na skutek dalszego rozwoju sprawy — mianowicie coraz większego obciążenia pociągów doświadczalnych.

#### 7. P i e r w o t n e o b c i ą ż e n i e p o c i ą g ó w d o ś w i a d c z a l n y c h.

Na początku roku 1923 przy jazdach w kierunku stacji Porubanek używaliśmy składów ładownych pociągów, które miały dłuższy postój na st. Wilno, tj. chwilowo pożyczaliśmy je na kilka godzin dla dokonania naszych niedalekich wyjazdów. Podczas jazd na szlaku Wilno—Lida—Wołkowysk—Grajewo oczywiście przewoziliśmy transporty eksploatacyjne. Na st. Zelwa, wobec charakteru naszych jazd, potrzebowaliśmy do swej dyspozycji stałego własnego składu; dawano go nam w miarę możliwości w postaci składów pociągów żwirowych, które tu kursowały; mogliśmy je zatrzymywać na pewien czas. Oczywiście wszystko to było niewygodne i dla nas i dla eksploatacji; od roku 1924 zatem, gdy już określiły się szczegółowiej nasze potrzeby i charakter naszej pracy, która zanosila się na coś stałego, zagadnienie obciążenia naszych pociągów, łącznie z potrzebą zaopatrywania w węgiel parowozów doświadczalnych, pozostających na takich stacjach jak Zelwa, gdzie nie było ani parowozowni, ani żadnego magazynu — zostało uregulowane w sposób następujący. Węgiel przeznaczony do magazynu na st. Wołkowysk, załadowany w kopalniach do węglarek amerykańskich w ilości, której potrzebował

Referat Doświadczalny do obciążenia pociągu doświadczalnego

plus ilość węglarek z węglem do użytku parowozów Referatu przydzielał się do jego dyspozycji na cały sezon prac; dopiero po ukończeniu tych prac cały pociąg z węglem zwracano do Wołkowyska do rozładowania — jednym słowem węgiel adresowany na skład do Wołkowyska przez dłuższy czas przed wyładowaniem go pozostawał na kołach na przechowaniu w Referacie Doświadczalnym. Tak było w r. 1924. Sposób ten jednak okazał się niepraktyczny. Dłuższy pobyt na zapadłej stacji w Zelwie całego pociągu z węglem wymagał jego ochrony, mimo niej do końca sezonu waga pociągu topniała, a to wywoływało trudności przy zwrocie węgla do magazynu, nie mówiąc już o wypadkach, prawda niecodziennych, ale bardzo przykrych, gdy trzeba było odpierać planowe nocne najścia rabusiów na nasz pociąg węglowy. Z tego powodu już w roku następnym załadowywano węglarki amerykańskie nie węglem, lecz żwirem w pobliskiej od Wołkowyska żwirowni, w której pracował ekskawator; załadowanie nie wymagało długiego czasu ani też wielkich kosztów.

Obciążenie pociągu żwirem miało jednak również swe złe strony. Wagony z obciążeniem pozostawały w miarę rozwoju pracy Referatu coraz dłużej w jego dyspozycji, a żwir przeważnie zawierał piasek i ziemię z poważną domieszką gliny, która z biegiem czasu nasiąkała wodą; zaś późną jesienią, gdy nadchodził czas wyładowania wagonów, ich ładunek był o tyle zmarznięty, że powstawały koszty niespodziewane, a w dodatku w wielu wagonach stwierdzono uszkodzenie w pudłach; zgniłe deski itp. Trzeba więc było przyznać, że ten sposób również nie był praktyczny.

#### 8. *Ostateczne rozwiązanie zagadnienia obciążenia pociągu doświadczalnego.*

Dopiero w r. 1926 znaleziono właściwe rozwiązanie. Departament Ruchu, zważywszy, że około 50 węglarek amerykańskich, w tej lub innej postaci, wyłącza się corocznie z obiegu eksploatacyjnego z dodatkiem tych lub innych kosztów nieprodukcyjnych, przydzielił do Referatu Doświadczalnego na stałe 52 węglarki amerykańskie, zaopatrzone w hamulce zespolone. Węglarki te były załadowane częściowo kamieniem, częściowo starymi szynami, które zawadzały w magazynie zasobów na st. Skarżysko. Jednym słowem stworzyła się filia

na kołach tego magazynu, znajdująca się w dyspozycji Referatu Doświadczalnego. Rejestracja tego ładunku pozostawała na opiece magazynów w Skarżysku, który corocznie sprawował nad nim kontrolę. Powstawały stąd różne komplikacje w stosunkach Referatu z dyrekcjami kolejowymi, z których jedna nadała ładunek, druga odebrała, a inne znów korzystały z niego, pociąg nasz bowiem z biegiem czasu nie był zrośnięty ani ze st. Zelwa, ani z Brześciem, a zaczął kursować w innych dyrekcjach; skończyło się na tym, że w roku 1930 Departament Mechaniczny zaakceptował fakturę na materiał z magazynu Skarżysko — odtąd kwestia obciążenia została rozwiązana w sensie organizacji ostatecznie.

#### 9. B r a k   n a l e ż y t e g o   o b c i ą ż e n i a d l a   p a r o w o z ó w   s e r.   Ty 23.

Techniczny rozwój sprawy wymagał jeszcze udoskonalenia. Na poziomym w ogóle odcinku Brzeskim już przy badaniu parowozów ser. Tr 12 w roku 1927 wypadało dla realizacji stosunkowo słabej kombinacji jazdy na napełnienie  $\varepsilon = 0,2$  przy  $V = 20$  km/godz używać składu o wadze 2 600 t; skład ten został sformowany ze wspomnianych wyżej 52 wagonów węglarek i 8 wagonów służbowych z parowozem pomocniczym, co razem stanowiło pociąg około 800 m długości. Cóż dopiero byłoby przy badaniu ser. Ty 23. Rozwiązanie tego zadania nieco się opóźniło, z tego powodu, że w r. 1924 i 1925 kiedy badaliśmy parowóz ser. Ty 23, kursowanie jego na odcinku Brzeskim było bardzo niewygodne z powodu niemożności obrócenia go na krótkiej obrotnicy w Pińsku, tu z konieczności ograniczyliśmy się tylko do kilku jazd lżejszych z szybkością zwiększoną do 40 km/godz; natomiast jazdy, które wymagały większego obciążenia, nie dawało się inaczej zrealizować, jak tylko na Zelwiańskim wzniesieniu, przy tym, wbrew zasadzie, do określenia rozchodów pary wyjątkowo wypadło zaryzykować krótkotrwałe jazdy, zredukowane do 25 zaledwie minut; pozwoliło to rozciągnąć zasięg szybkości tu badanych do 30 km/godz. Było to nieco zbyt śmiałe, ale wobec wielkiej ilości odparowanej wody nie powinno było powstać większych omyłek; zresztą wyniki tych badań dało się później sprawdzić obliczeniem, podług metody C l a y t o n a, na pół teoretycznej, opartej jednak na doświadczeniu. O tej metodzie wspomnę dalej więcej szczegółowo, tu zaś wystarczy powiedzieć, że

obliczenia na ogół zgadzały się z wynikami doświadczenia wykonanego trochę w sposób niewłaściwy.

10. *I d e a u ż y c i a p a r o w o z ó w  
o p o r o w y c h (k o m p r e s o r ó w).*

Wobec pewnych wątpliwości, które żywiliśmy z powyższego powodu co do wyników badania parowozu ser. Ty 23 w r. 1924 i 1925, gdy w r. 1929 powstała potrzeba niektórych nowych badań z tym parowozem, a obrotnica w Pińsku już była odpowiednio przebudowana i próby mogły być prowadzone na odcinku Brzeskim, wypadało jakoś rozwiązać zagadnienie obciążenia tego parowozu bez nadmiernej ilości wagonów. Wpadłem na pomysł, aczkolwiek sam przez się bardzo prosty, ale który właśnie z tego powodu wydawał się wątpliwym, bo wówczas nie słyszałem, aby ktoś go kiedy stosował. Mianowicie, gdyby parowóz ser. Ty 23 miał ciągnąć za sobą inny takiż sam ser. Ty 23, pracujący w kierunku odwrotnym — to wszak wystarczyłoby tego jednego parowozu, tj. stosunkowo najlżejszego i najkrótszego pociągu do zbadania parowozu w najszerszych granicach jego siły; chyba że stosowanie przeciwpary w tych warunkach kryło w sobie jakieś praktyczne niespodzianki. Postanowiłem więc przeprowadzić pierwszą próbę nie z parowozem ser. Ty 23, lecz z jakimś starym parowozem, używając przy tym do wywołania oporu nie jego pary wstecznej, lecz sprężając powietrze w cylindrach. Należało zatem użyć zimnego parowozu, który miał być ciągniony ze stawidłem nastawionym w kierunku odwrotnym do ruchu. Aby zapobiec spodziewanym skutkom nagrzania tłoków i cylindrów w tych warunkach pracy parowozu, został on opatrzony w osobne rurki przy pomocy których odbywało się automatyczne ssanie pewnej ilości wody z kotła; w ten sam sposób po odpowiednim przełączeniu, w razie potrzeby, doprowadzano do cylindrów również smar. Przy kompresji nassana woda parowała i zostawała częściowo wyrzucana na zewnątrz przez kurki podcylindrowe, częściowo zaś powracała do kotła, wytwarzając w nim ciśnienie i pewne zagrzanie wody. Regulacja oporu w ruchu takiego „kompresora” teoretycznie zależała od wysokości powyższego ciśnienia i położenia stawidła. Praktycznie jednak, prawdopodobnie wskutek różnych nieszczelności w starych parowozach o układzie osi 1-3-0 wybranych do tych prób, okazało się, że



niezależnie od wszelkich okoliczności, nawet niezależnie od szybkości, praktycznie można było liczyć tylko na dwa stopnie regulacji — na jazdę luzem, gdy nawrotnica stała w kierunku ruchu i na jazdę z kompresją, gdy nawrotnica nie przekraczała jednej, najwyżej 2 działek skali nawrotnicy — w przeciwnym bowiem przypadku następowało już ślizganie kół i opór malał. Tym dwóm stopniom regulacji odpowiadał opór, zmierzony dynamometrem, wysokości około 2 000 kg w pierwszym przypadku i około 5 000 kg w drugim. Wynikałoby stąd, że 3 takie kompresory mogłyby prawie całkowicie pochłoniąć pracę jednego parowozu ser. Ty 23. Zresztą powyższe opory malały znacznie wraz z zużyciem kompresorów.

### *11. Pierwsze wyniki pracy kompresorów.*

Pierwsze próby stosowania parowozów-kompresorów wkrótce pokazały, że pomimo nagrzania cylindrów prawie do 250° C brak smaru nie zachodził; wszystkie powierzchnie tarcia były w doskonałym stanie; prędko paliły się i niszczyły tylko pakunki w dławnicach suwakowych i tłokowych; inne wypadki zdarzały się raczej z tego powodu, iż na kompresory zostały obrane parowozy przeznaczone do skreślenia z inwentarza, niż na skutek specjalnego charakteru ich pracy. Z biegiem czasu znaleźliśmy odpowiedni materiał na pakunki, usunęliśmy również inne usterki, wówczas posiadliśmy zupełnie pewny sposób wytwarzania sztucznego oporu, przy którym pociąg doświadczalny zmalał znacznie co do swej długości, ulżyło to pracę parowozu pomocniczego. Można byłoby zadowolić się składem pociągu złożonego jedynie z kompresorów, lecz praktyka pokazała, że ruch jest bardziej równomierny (szczególnie jeśli powstaje czasem ślizganie kół parowozów - kompresorów), gdy przy trzech parowozach - kompresorach włączamy do składu pociągu jeszcze około 1 000 ton ciężaru wagonów, odgrywających tu rolę „koła rozpędowego“. Ponadto można zawsze się spodziewać, że bieg z powodu różnic wzajemnego układu mechanizmu kilku parowozów, będzie tym równomierniejszy im więcej jest parowozów - kompresorów, dlatego lepiej używać na kompresory kilka słabszych parowozów, niż jeden silniejszy. W zależności od mostów, parowozy - kompresory były przedzielane jednym lub dwoma wagonami.

Oczywiście nadmierna ilość parowozów - kompresorów wywołałaby trudności co do ich obsługi. Dysponowaliśmy jako kompresorami 4 parowozami lekkiego starego typu 1-3-0 z naciskiem na osie napędne 13—14 ton i średnicą kół 1,3—1,4 m, ogólnej wagi z tendrami około 100 ton. Do jazdy doświadczalnych używaliśmy do 3 parowozów - kompresorów, czwarty kompresor uważaliśmy za rezerwową. Ze względu na to, że były to stare parowozy, obawialiśmy się używać je z bardzo dużą szybkością, więc stosowaliśmy je najwyżej przy  $V = 40$  km/godz, wyjątkowo przy  $V = 50$  km/godz. Ustawiano parowozy - kompresory w pociągu możliwie blisko do parowozu pomocniczego, którego maszynista, odpowiedzialny za regulację szybkości kierował pracą parowozów - kompresorów.

Maszynista pomocniczego parowozu za pomocą umówionych sygnałów, dawanych gwizdawką parowozową, wydawał polecenia ustawiania poszczególnych parowozów - kompresorów na pracę oporową lub na pracę luzem. Zarządzenia sygnalizowane przez maszynistę były wykonywane przez pracowników obsługi kompresorów.

## *12. Użycie parowozów - kompresorów pozwalało nie odbywać prób wyłącznie na szlakach równinnych.*

Stosowanie parowozów - kompresorów, wobec możliwości regulowania oporu w dość znacznych granicach uniezależniało doświadczenia od profilu szlaku, nie potrzebowaliśmy wyszukiwać absolutnie równinnych szlaków, w pewnych granicach mogły być one nawet faliste. Przyczyniło się to, poczynwszy od roku 1930, do możliwości przeniesienia doświadczeń na teren Dyrekcji Poznańskiej ze względu na badanie coraz cięższych parowozów pośpiesznych, jak ser. Pu 29 i Pt 31. Dyrekcja Poznańska aczkolwiek nie ma tak równinnych profili, jak na odcinku Brześć—Pińsk, lub Kraków—Tarnów, gdzie w r. 1926 odbywaliśmy próby z osobowymi parowozami ser. Os 24, to jednak jest znana z mocnej nawierzchni.

## *13. Parowozy - kompresory o dużej średnicy kół.*

Praktyka użycia kompresorów wywołała w nas przeświadczenie, że tego rodzaju praca nie jest bynajmniej szkodliwa dla paro-



wozów, a zatem dla większej sprawności jazdy należało by jako kompresory używać raczej nowe niż stare parowozy; prócz tego było by wskazane wybierać je z typów osobowych z dużymi kołami, to zwiększyłoby zakres szybkości jazdy przy stosowaniu parowozów-kompresorów; brak takich kompresorów znacznie utrudniał nam badania parowozów ser. Pu 29 i Pt 31, ponieważ wyłączyło to możliwość bezpośrednich studiów przy stałych warunkach jazdy w obrębie średnich szybkości; odpowiednie dane wypadło wypośredkowywać z badań przy  $V=40$  km/godz z parowozami-kompresorami, oraz z badań przy  $V=100$  km/godz bez parowozów-kompresorów, gdyż nawet przy  $V=80$  km/godz należało by używać parowozy-kompresory, inaczej mogłyby być one zastąpione tylko przez nadmierną ilość wagonów (około 30 pulmanów), którymi nie mogliśmy dysponować.

#### 14. *Polska metoda badań za granicą.*

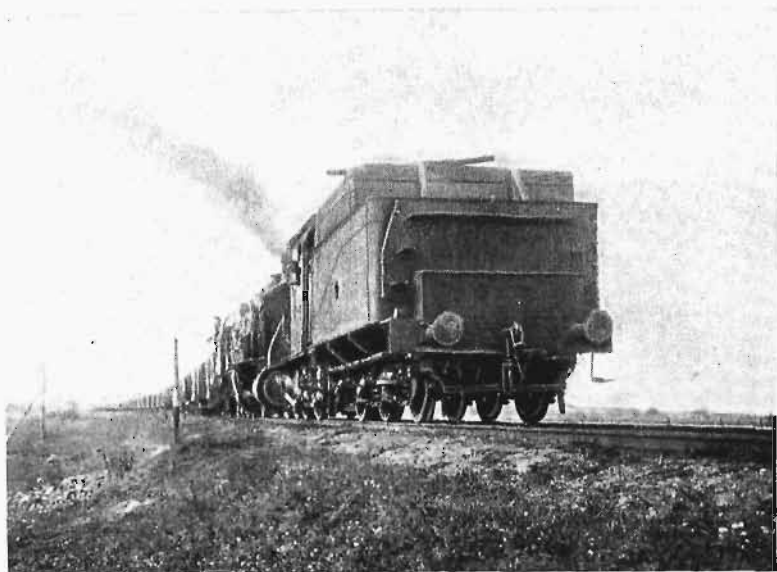
Metoda podwójnej trakcji, użyta przez nas od roku 1923 nie stanowi nowego pomysłu, gdyż już około roku 1885 używał jej na Południowo-Zachodnich Kolejach w Rosji znany inżynier i badacz parowozów Loevy; mimo to od tamtych czasów nigdy nie była stosowana; prawdopodobnie na skutek braku zespolonych hamulców w składach pociągów towarowych — nie dawała ona dostatecznie dobrych wyników. Ewolucja tej metody, którą skreśliliśmy powyżej, zastosowanie jej również do pociągów z dużą szybkością, jak również fakt, że stale ją stosujemy w ciągu szeregu lat i że dopiero od nas została przeniesiona do innych krajów, po zwiedzeniu przez ich przedstawicieli naszej placówki doświadczalnej, pozwala nam słusznie uważać tę metodę, jako polską, jako metodę P. K. P. znaną za granicą pod nazwą metody „CZ“.

Uwaga ta dotyczy, nie tylko trakcji podwójnej i stałych warunków badań, ale również stosowania parowozów-kompresorów.

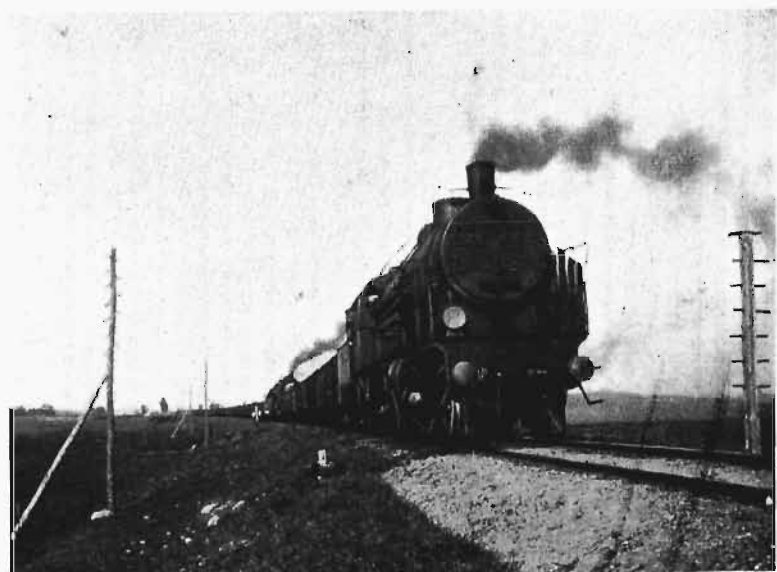
#### 15. *Za graniczną praktyką z parowozami-kompresorami.*

Idea wytwarzania sztucznego oporu na kolejach za granicą nabrała coprawda nieco innego kształtu, mianowicie, tu przeważnie funkcje naszego parowozu pomocniczego i oporo-

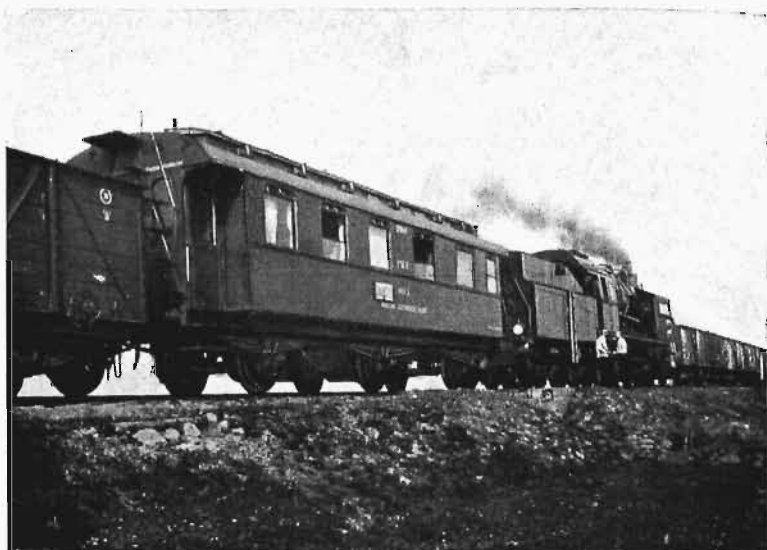
(dalszy ciąg zdania na str. 184)



Rok 1923. Na starcie w Zelwie: pierwszy pociąg doświadczalny z parowozem oporowym.



Na starcie w Zelwie w r. 1924: pierwszy pociąg doświadczalny z parowozem pomocniczym; część czołowa — parowóz pomocniczy Tr 21.



Na starcie w Zelwie w r. 1924: pierwszy pociąg doświadczalny z parowozem pomocniczym; część środkowa — parowóz doświadczalny Ty 23 z wagonem dynamometrycznym.





Rok 1923. Improvizowany doświadczalny skład węgla w Jeziornicy:  
ładowanie węgla.



Jak wyżej — rok 1924, w Zelwie.



Długi pociąg doświadczalny na odcinku brzeskim; parowóz doświadczalny na czele, pomocniczy w tyle.



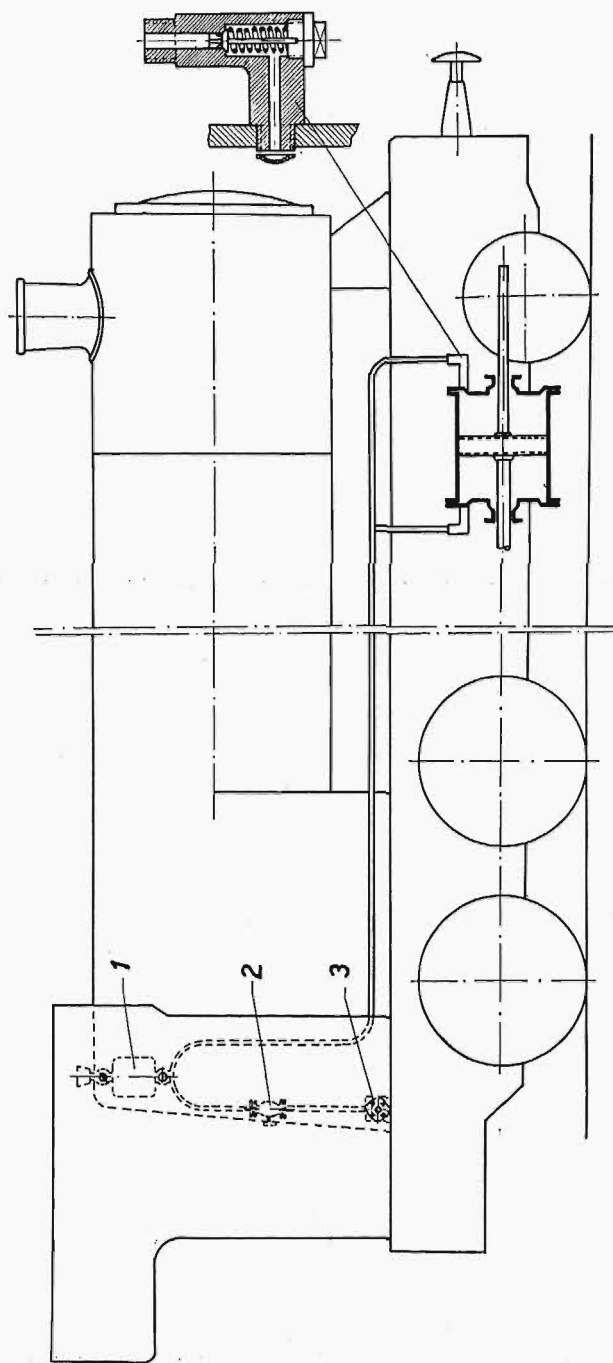
Rok 1926. Pierwszy pociąg doświadczalny pośpieszny na odcinku krakowskim.  
Na czele parowóz Os 24.



Rok 1926. Pierwszy pociąg doświadczalny pośpieszny na odcinku krakowskim.  
Parowóz pomocniczy Pf12 za dynamometrem.



Pociąg z trzema kompresorami na stacji Czemiń (dyrekcja poznańska) w r. 1930.



Rys. 1. Schemat parowozu oporowego (kompresora). 1 — smarownica, 2 — zawór regulacyjny, 3 — dolny zawór spustowy.



Rok 1930. Tzw. JAMA  
TORUŃSKA w Poznaniu  
jako stacja pociągów  
doświadczalnych.

JAMA TORUŃSKA  
w zimie roku 1930.



Wyjazd pociągu do-  
świadczalnego  
z JAMY TORUŃSKIEJ.



wego zostały połączone razem w jednym gorącym parowozie, który używa do hamowania bądź kontr-pary, bądź specjalnego hamulca Rigenbacha (tak robią Niemcy), bądź jak u nas sprężenia powietrza, lecz z wyrzuceniem zużytej mieszanki na zewnątrz (tak robią Francuzi). Ja jednak wolę te dwie funkcje nie łączyć razem, tegoż zdania są koleje rumuńskie, których parowozy-kompresory, używane w liczbie do 3 bez dodatkowego składu, różnią się od naszych tylko tym, że są to parowozy osobowe typu 2-3-0 o dużych kołach (typ naszych Ok 1); praktyka tych kompresorów potwierdza wyżej wypowiedzianą opinię co do kompresji przy dużych szybkościach; w praktyce francuskiej z parowozami typu Ok 1 kompresja stosuje się bez szkody dla parowozu przy szybkości nawet powyżej 100 km/godz.<sup>1)</sup>

## II.

### **G o s p o d a r k a   w a g o n o w a** **R e f e r a t u   D o ś w i a d c z a l n e g o .**

#### **16.   P o t r z e b a   s ł u ż b o w y c h   w a g o n ó w .**

Oprócz wagonów, o których mówiliśmy poprzednio, wagonów do obciążenia pociągów doświadczalnych, Referat Doświadczalnymiał dla swych potrzeb jeszcze kilka wagonów specjalnych lub zwyczajnych stale lub czasowo mu przydzielonych.

W czasie gdy jazdy odbywały się z Wilna do Porubanka nie potrzebowaliśmy żadnych wagonów służbowych, lecz z chwilą, gdy wyjazdy sięgnęły dalej, a zwłaszcza od chwilijazd na placówce Zelwiańskiej — wypadło dać pewne wygody personelowi zajętemu przy badaniach; od tego czasu zjawił się w jego dyspozycji pierwszy wagon służbowy nr 154. Przydzielenie, na czas dłuższy, do Referatu Doświadczalnego tego wagonu, nie było dogodnie dla Dyrekcji, również nie odpowiadało to w zupełności celom nowego jego przeznaczenia; okoliczności te wpłynęły pomyślnie na decyzję Ministerstwa Komunikacji przydzielenia do Referatu Doświadczalnego na stałe jakiegoś wagonu specjalnie do tego celu przystosowanego.

<sup>1)</sup> Niniejsze sprawozdanie było już opracowane, gdy w r. 1938 przy badaniach parowozów ser. Pm 36 zostały z powodzeniem użyte do kompresji parowozy osobowe ser. Pf 12 i Pd 12 przy V w granicach 80—100 km/godz.

### 17. Pierwszy wagon słuźbowy.

Decyzja powyższa zapadła w końcu roku 1923, a na wiosnę 1924 r. mieliśmy już swój pierwszy stały wagon nr 17 047, odpowiednio przerobiony z 3-osowego wagonu 2/3 kl. na słuźbowy; przy tej przeróbce zasadniczo zostawiono bez większych zmian dwa przedziały drugiej klasy, natomiast z przedziałów 3 klasy zachowano pół przedziału dla konwojenta, a resztę obrócono na „salę“ roboczą ze stołem i szafami; przedział z kotłem ogrzewczym został nieco zwiększony dla ulokowania w nim małej kuchenki. Dalsze losy i przekształcenie tego wagonu są związane z przemianowaniem go na wagon doświadczalny, gdy został wyposażony w dynamometr najprostszego układu, o czym powiem niżej.

### 18. Wagony dla drużyn pociągów doświadczalnych.

Inne specjalne wagony powstały, kiedy bawiąc w zapadłych kątach takich jak st. Jeziornica i Zelwa, gdzie nie było żadnych pokojów noclegowych dla personelu pociągowego, trzeba było pomyśleć o ulokowaniu drużyn pociągów doświadczalnych na czas prób na wspomnianych stacjach. W tym celu już w Jeziornicy w r. 1923 mieliśmy zwyczajny 2-osowy bagażowy wagon nr 7979, który został jako tako przystosowany na mieszkanie, nie było to bardzo dogodne, zwłaszcza w sezonie jesiennym, więc już w roku następnym ulokowaliśmy drużyny w innym wagonie, tzw. kancelaryjnym nr 67, bagażowy zaś zachowaliśmy jako składnicę na rozmaity inwentarz, w który zaczęliśmy się wzbogacać, a który pochodził z materiału użytego na przystosowanie parowozów do prób: różne rurki, żelaziwo do ustawienia indykatorów, naczynia ze smarem i inne przedmioty tp.

### 19. Pierwszy wagon warsztatowy.

Wkrótce również wyłoniła się potrzeba niewielkiego warsztatu polowego, gdyż praca w zapadłych kątach, daleko od parowozowni, czasem zmuszała do radzenia sobie własnymi siłami na miejscu. Na skutek tego drużyny z wagonu nr 67 zostały usunięte i w nim urządzony został pierwszy nasz wagon warsztatowy. Dla drużyn i innego personelu pociągu, którego liczebność ciągle wzrastała, odtąd nie przystosowywano

osobnych wagonów, lecz po prostu przydzielono zwyczajne wagony 3 lub 4 klasy, a w późniejszych czasach nawet 2 klasy. Wagon warsztatowy miał jeden większy przedział, który stanowił właściwy warsztat, służąc również do przechowania różnych przyrządów pomiarowych i drobnego inwentarza; drugi przedział mieścił w sobie „elektrownię” — silnik spalinowy, który przy pomocy odpowiedniej transmisji uruchamiał prądnicę do oświetlenia całego pociągu dowiadczalnego i osobnych reflektorów przy próbach nocnych; tenże silnik spalinowy uruchamiał też jedyną tokarkę, umieszczoną w pierwszym przedziale. W trzecim niewielkim przedziale ustawiony był kocioł wodnego ogrzewania, którego poprzednio wagon nie miał. Mieliśmy jeszcze przenośny warsztat kowalski, umieszczony w wagonie bagażowym. Wagon ten po prze-róbce w r. 1926 jako nr 53 służył nam prawie do r. 1929, kiedy z rozwojem naszej pracy stał się zbyt ciasny.

#### 20. *N o w y   w a g o n   w a r s z t a t o w y.*

W roku 1930 uzyskałem odpowiedni kredyt i mogłem przenieść cały nasz warsztat do innego wagonu, kapitalnie odnowionego i specjalnie do naszego celu przystosowanego. Nowy nasz warsztat nr 18 329, który służy do dziś dnia, jest o wiele obszerniejszy od dawnego; przewidziano tu nie tylko miejsce na dodatkowe obrabiarki, ale nadto dało się pomieścić przedział mieszkalny dla monterów; stacja elektryczna z silnikiem jak dawniej mieści się w osobnym przedziale.

#### 21. *W a g o n   d l a   k i e r o w n i k a   i   p e r s o n e l u.*

Wagon nr 17 047 (w następstwie przemianowany na nr 54) z rozwojem naszej pracy również wkrótce już po jego uruchomieniu w r. 1924 stał się ciasny; mieliśmy czasowych gości zwiedzających naszą placówkę doświadczalną — stąd pierwotnie powstała potrzeba przydzielenia osobnego wagonu służbowego dla kierownika Referatu, czego również wymagała konieczność pewnej „reprezentacji”, zaś później zwłaszcza od roku 1926, kiedy personel badawczy znacznie powiększył się, na skutek przydzielenia w tym czasie do Referatu praktykantów-studentów Politechniki oraz młodych inżynierów z dyrekcji kolejowych — wypadło przydzielić jeszcze inne zwyczajne wagony osobowe do celów mieszkalnych.

## 22. W a g o n k a n c e l a r y j n y ( b i u r o w y ).

W tym okresie przy wielkiej ilości pracowników wyłoniła się potrzeba również jakiegoś większego lokalu bądź dla wspólnej pracy, bądź dla wspólnego posiłku, gdyż „sala” robocza w wagonie nr 54 była zupełnie niewystarczająca. Pierwsze zaczątki tego wagonu powstały w roku 1926 w Krakowie, gdy badaliśmy osobowe parowozy ser. Os 24. Ze znacznej liczby wagonów osobowych, którymi wówczas dysponowaliśmy (były to wagony oczekujące naprawy, w których tylko ze względu na próby poddane były naprawie jedynie podwozia, w pudłach zaś często brakowało okiennych ram lub drzwi) obraliśmy jeden wagon 3 klasy, w którym po usunięciu kilku przedziałów ustawiono prosty stół z ławami dookoła i w ten sposób została zaimprovizowana potrzebna nam sala. Wagon ten pod nr 17 267 dało się zatrzymać w swoim posiadaniu przez rok następny, a potem po uzyskaniu należytego kredytu w r. 1928, został on w warsztatach Brześć II gruntownie odnowiony i przystosowany do naszych potrzeb jako wagon kancelaryjny. Oprócz wspomnianej dużej sali, która została wyposażona w stół potrzebny do robót kreślarskich i duże szafy do przechowywania różnego materiału, posiada on przedział dla kierownika i okazałą kuchnię, która oddała nam wielkie usługi. Był to nasz 4. stały wagon specjalny.

## 23. P r z e i s t o c z e n i e w a g o n ó w R e f e r a t u D o ś w i a d c z a l n e g o .

Dwa ostatnio wymienione wagony warsztatowy i kancelaryjny, jako stosunkowo nowsze i specjalnie przebudowane, nie zmieniły się w dalszym ciągu; natomiast pierwsze dwa: służbowy i bagażowy, jako starsze uległy przeistoczeniom, w miarę rozwoju naszej pracy. Wagon bagażowy, po usunięciu z niego druzyn, przerobiony na składnicę już w r. 1925 został przebudowany przede wszystkim w celu urzędzenia w nim niewielkiego laboratorium chemicznego dla analizy gazów spalinowych i do przechowywania wszelkich chemikaliów i sprzętu szklanego; ponieważ przedział chemiczny zabierał stosunkowo niewiele miejsca, więc część wagonu wykorzystano dla zrobienia w niej łazienki z natryskiem dla personelu; trzeci przedział, który stanowił przedśionek częściowo był wykorzystany na skład cenniejszych rzeczy, np. stały tu naczynia ze smarem, 187

a wszelkie żelaziwo i mniej cenne przedmioty odtąd były przechowywane w zwyczajnym krytym wagonie towarowym, który otrzymał miano „czerwonego wagonu“. Takich „czerwonych wagonów“ z biegiem czasu w gospodarstwie naszym powstało kilka; zawartość tych wagonów od czasu do czasu rewidowana, a materiał już niepotrzebny likwidowany.

Wagon bagażowy, jako wagon chemiczny miał wielkie zastosowanie w r. 1927 i 1928, kiedy odbywały się specjalne badania węgli. Natomiast łazienka nie miała powodzenia, w lecie personel wolał używać kąpieli rzecznych, w zimie łazienka nasza źle funkcjonowała; z biegiem czasu łaznia stała się filią „czerwonych wagonów“, a w r. 1929 z powodu konieczności wykonania głównej naprawy wagonu, wypadło zlikwidować w nim przedział chemiczny i przenieść go do innego wagonu, mianowicie do wagonu nr 54. Po ukończeniu naprawy wagon bagażowy powrócił do nas w jego pierwotnym stanie, bez przedziału chemicznego i łazienki, i odtąd odgrywał rolę, jak dawniej — częściowo składnicy, częściowo mieszkania dla paru osób personelu dyżurującego przy parowozach, lub zatrudnionych przy parowozach-kompresorach.

#### 24. *Przekształcenie wagonu nr 54 na dynamometryczny.*

Ewolucja wagonu nr 54 poprzedziła narodziny głównej jednostki w specjalnym taborze doświadczalnym — nowego wagonu dynamometrycznego nr 27.

W końcu r. 1924, wagon nr 54 uległ pierwszej przeróbce i ustawiono w nim hydrauliczny dynamometr membranowy systemu Richarda. Całe przystosowanie zostało wykonane siłami własnymi w warsztatach parowozowni Wilno. Jedyny przedmiot kupiony stanowił manometr do wskazywania siły pociągowej; inne wyposażenie stanowiły bądź przedmioty okazyjnie znalezione w warsztatach kolejowych, jak np. szybkościomierz parowozowy Deuta i części szybkościomierza Haushaltera, bądź też przedmioty własnego wyrobu warsztatowego.

Oprócz pomiaru siły pociągowej i jej rejestracji na taśmie zastosowano tu wyznaczenie na tejsze taśmie kresek co 100 m przejechanych i co 12 sekund czasu. Użyto do tego celu

elektrycznych kontaktów połączonych z mechanizmem zegarowym i z osią, pozostającą w związku z mechanizmem do przesuwu taśmy rejestracyjnej. Ten przesuw osiągnięto razem z uruchomieniem osi szybkościomierza Deuta od osobnej tarczy frykcyjnej dociskanej do koła środkowej osi wagonu. Szybkość jazdy widoczna na szybkościomierzu nie była rejestrowana bezpośrednio, natomiast mogła być kontrolowana za pomocą zestawienia wspomnianych wyżej kresek. Siła pociągowa była wyraźnie widoczna na manometrze w dość dużej skali, natomiast zapis na taśmie rysikiem, umocowanym na wskazówce poruszanej zwykłą sprężyną manometryczną — był zbyt małej skali i pozostawiał dużo do życzenia. Wszystkie manometry były połączone rurkami z przestrzenią pod membraną wypełnioną oliwą.

Jako membrany w dynamometrach Richarda używane są krążki ze skóry lub gumy. Gumowe membrany w dynamometrach prof. Łomonosowa, wiedziałem o tym z własnej praktyki — przerywały się bardzo często, dlatego też użyłem membran z miedzianej blachy i zrekonstruowałem nasz dynamometr w ten sposób, że pozwalał w razie potrzeby na wymianę uszkodzonej membrany podczas biegu wagonu.

## 25. *Dru ga rekonstrukcja dynamometru w w a g o n i e n r 54 i j e j w y n i k i.*

Praktyka jednak wskazała, że membrana miedziana nie tylko pękała, lecz odkształcała się w taki sposób, że wpływała ujemnie na dokładność wskazań. Dlatego też od r. 1928 byłem zmuszony zrezygnować z tego systemu i gruntownie przerobić dynamometr. Również nie były zadawalające obserwacje szybkości wskutek niedokładności wskazań okazyjnego szybkościomierza oraz wskutek nieprzejrzystości zapisu kresek kontaktowych. Natomiast całkowite zadowolenie dał mechanizm do przesuwu papieru tarczą cierną. Przeróbka została dokonana w ten sposób, że dynamometr membranowy zastąpiliśmy tłokowym, zaś zwykły szybkościomierz Deuta, po uzyskaniu odpowiedniego kredytu, zastąpiłem osobnym szybkościomierzem tejże firmy, zapisującym na taśmie dynamometru; jednocześnie z wprowadzeniem tłokowego dynamometru został zmieniony również i sposób rejestracji, który wzorowaliśmy częściowo na odpowiednich konstrukcjach Amslera

I Deuta, przy tym osiągnęliśmy znacznie większą i wyraźniejszą skalę zapisu. W ogóle rekonstrukcja ta została przeprowadzona w okresie, gdy już były ustalone wytyczne do zamówienia przyrządów dla przyszłego wagonu dynamometrycznego.

Rekonstrukcję wykonano na początku r. 1928. Przez dłuższy czas nie miałem do niej całkowitego zaufania, korzystaliśmy z dynamometru raczej do celów pedagogiczno-ćwiczebnych niż do pomiarów serio. Dopiero w okresie odbioru nowego wagonu nr 27 w r. 1930, gdy dwa te wagony zostały włączone razem, nabrałem zaufania do dynamometru wagonu nr 54, ponieważ wskazania dwóch dynamometrów, z których jeden, nowy Amslera, był bezwarunkowo precyzyjny, okazały się identyczne. Okoliczność ta łącznie z ogólną prostotą dynamometru wagonu nr 54 w swoim czasie zrobiła takie wrażenie na przedstawicielu rumuńskich kolei, który zwiedzał naszą placówkę doświadczalną w r. 1931, że wagon nr 54 został obrany przez niego, jako punkt wyjścia do projektowania przyrządów dla rumuńskiego wagonu dynamometrycznego, co właśnie w dalszym ciągu doszło do skutku przy bezpośredniej współpracy naszego Referatu z Rumunami.

#### *26. Ostatnia przeróbka wagonu nr 54.*

Ostatnią przeróbką wagonu nr 54 — było przeniesienie do niego analizy chemicznej z wagonu bagażowego. Stało się to kosztem połowy jednego przedziału mieszkalnego w tym wagonie; nie stanowiło to żadnej niewygody, gdyż w ostatnich czasach nie odczuwano braku miejsca do ulokowania wszystkich pracowników Referatu.

#### *27. Nowy wagon dynamometryczny nr 27.*

Nowy wagon dynamometryczny nr 27 już był opisany przeze mnie w sposób wyczerpujący w „Inżynierze Kolejowym“ (patrz nrnr 9—10 z r. 1928). Co prawda opis dotyczy projektu wagonu, który nieco odbiega od wykonania, jednakże daje całkowite pojęcie o wagonie, więc nie będę tu powtarzał szczegółów, ograniczając się do podania ogólnej charakterystyki. Jest to wagon ośmiokołowy, na wózkach pulmanowskich, z żelaznym pudłem, zbudowany przez Zakłady Lilpop,

Rau i Loewenstein, w Warszawie, podług ogólnych norm przyjętych przy budowie żelaznych wagonów P. K. P. z szeregiem zmian tak w podwoziu, jak w pudle, zależnych od specjalnego przeznaczenia tego wagonu, oraz ze względu na potrzebę przystosowania go do montażu dynamometrycznych przyrządów, znanej f-my Amsler w Schaffhausen. Ogólny projekt wszystkich urządzeń był opracowany przeze mnie; mnie również wypadło uzgodnić szczegóły projektów opracowanych przez wspomniane wyżej dwie firmy.

## 28. *Aparatura Amslera i Siemens.*

W przedziale o długości 7 m („sala pomiarowa“), została ześrodkowana aparatura wagonu, obejmująca prócz pomiarowego stołu Amslera jeszcze osobne stanowisko pomiarowe f-my Siemens w Berlinie do rejestracji pomiarów termicznych, przenoszonych drogą elektryczną z parowozu do wagonu. Stanowisko pomiarowe firmy Siemens składa się przeważnie z przyrządów do rejestracji wskazań pirometrów i termometrów ustawionych w różnych punktach kotła i cylindrów parowozu, oraz z urządzenia do ciągłej analizy gazów spalinowych, zasycanych z dymnicy parowozu, za pomocą pompki odśrodkowej, uruchamianej silnikiem elektrycznym.

Aparaty Amslera obejmują, jak wiadomo, jako główną część składową podwójny dynamometr tłokowy, hydrauliczny, wskazujący siłę pociągową na haku tendra i nacisk zderzaków. Dynamometr ten jest połączony z szeregiem innych przyrządów, liczników i integratorów, które umożliwiają zapis w postaci wykresów siły pociągowej na haku tendra i siły nacisku zderzaków, a ponadto pomiar i zapis wykresów szybkości, pracy i mocy na haku, sił przyspieszających oraz ich pracy i odnotowywują przebytą drogę, czas biegu pociągu i inne dane. Zapis odbywa się na taśmie, która jest uruchamiana bądź przez osobny silnik, jako funkcja czasu, bądź jako funkcja przebytej drogi od koła wagonu, za pomocą tarczy ciernej, na wzór wypróbowanej w wagonie nr 54. Tym właśnie się różni napęd aparatów w naszym wagonie nr 27 od typowego napędu Amslera i od osi za pomocą przekładni. Poza tym ogólne urządzenie pomiarowego stołu Amslera nie odbiega znacznie od urządzenia normalnego. W liczbie aparatów dodatkowych, dostarczonych przez Amslera, należy wymienić: 191



1) 2 wiatromierze, jeden młynkowy Robinsona, podający kierunek i prędkość względną wiatru i drugi Rateau, określający parcie wiatru; 2) szybkościomierze kontrolne, jeden z taśmą rejestrującą systemu „Teloc“, drugi systemu „Deuta“ — niezapisujący, do pomiarów chwilowych; ten ostatni okazał się nadzwyczaj czułym i dokładnym. Stół Amslera posiada osobną deskę, na której umieszcza się rysunek profilu przebieganego szlaku i wskaźnik poruszany od koła wagonu, odznaczający w każdej chwili miejsce znajdowania się pociągu na szlaku.

Niezależnie od wymienionych przyrządów do składu stołu Amslera należą jeszcze dwie grupy innych przyrządów, używanych gdy są nieczynne przyrządy grupy dynamometrycznej. Przyrządy te wykonują zapisy na tejże taśmie i służą bądź do specjalnych badań hamulcowych, bądź do badań ruchów względnych, jak np. ugięć resorów, zwrotów wózka itp. ruchów przenoszonych na stół pomiarowy, przy pomocy tzw. kabli Bowden'a. Te dwie ostatnie grupy przyrządów były właśnie wykorzystane przez inż. Zabłockiego w czasie badań hamulcowych, które on prowadził w latach 1932—34.

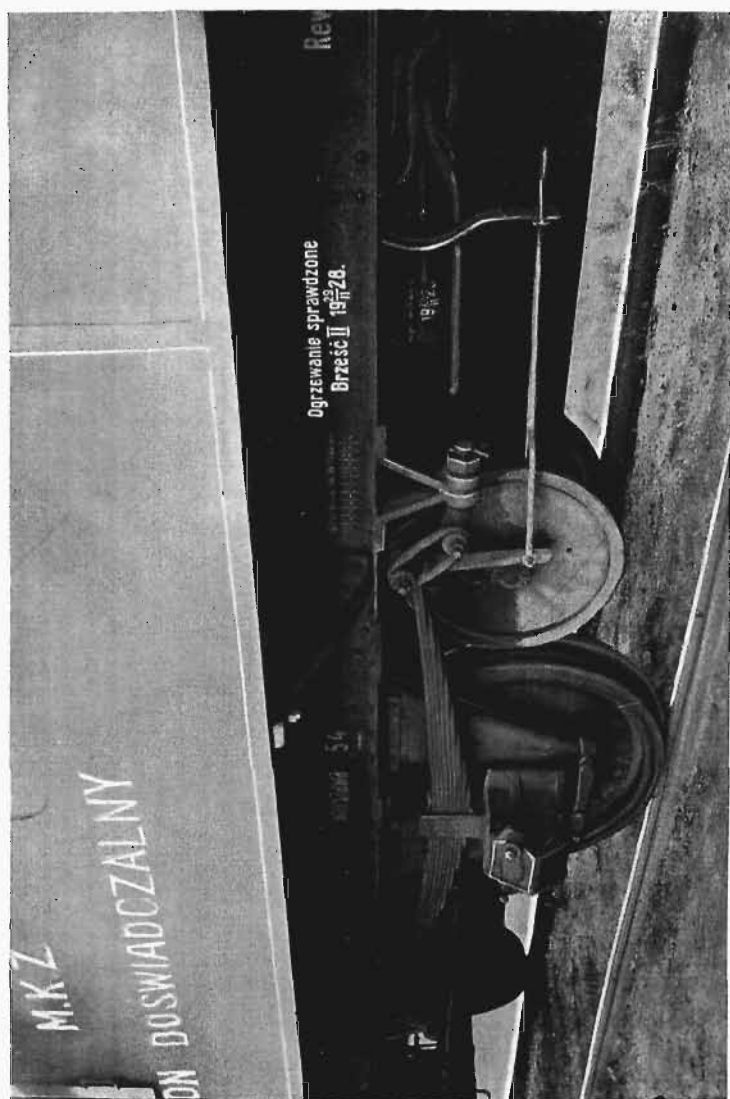
## 29. *Inne szczegóły urządzenia wagonu.*

Drugi przedział w wagonie długości 4,2 m stanowi salę roboczą do opracowywania materiałów; jest w nim duży stół i szafy; prócz tego są tu dwie długie kanapy, pozwalające, w razie potrzeby, utworzyć z nich 4 miejsca sypialne: dwa dolne i dwa górne. Trzeci przedział z przodu wagonu daje miejsce na mały warsztatik ślusarski; znajduje się tu też silnik spalinowy do ładowania akumulatorów, zabezpieczających działanie wszystkich przyrządów elektrycznych, tak pomiarowych, jak również i do oświetlenia. Tutdzież znajduje się niewielkie pomieszczenie dla tablicy rozrządczej i drugie — dla kotła ogrzewczego; w tylnej części wagonu mieści się przedział dla kierownika wagonu i dla konwojenta oraz umywalnia i wreszcie mała kuchenka.

Z tego opisu widzimy, że nowy wagon łączy w tej samej jednostce to, co było rozproszone w naszych wagonach: nr 54, kancelaryjnym i częściowo nawet warsztatowym.

192 Koszt wagonu dynamometrycznego łącznie ze wszystkimi przyrządami wyniósł około 700 000 zł. Taki wydatek udowodnił

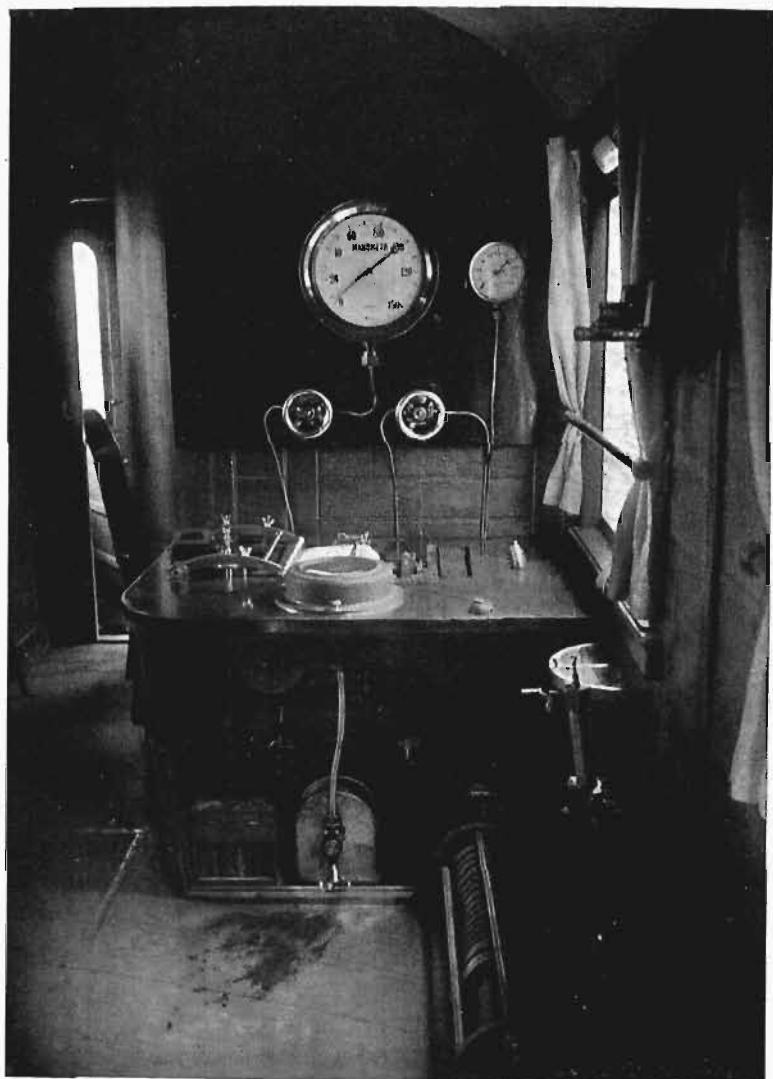
(dalszy ciąg zdania na str. 201)



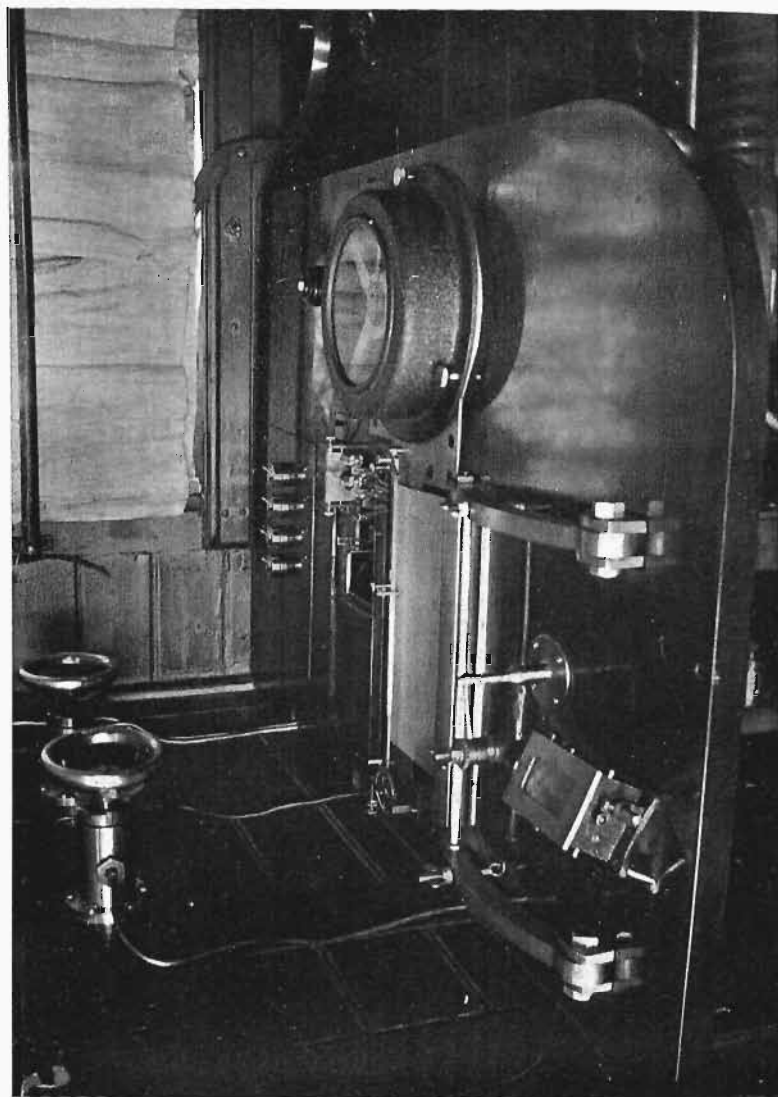
Rok 1924. Stary wagon doświadczalny (nr 54): tarcza napędna.



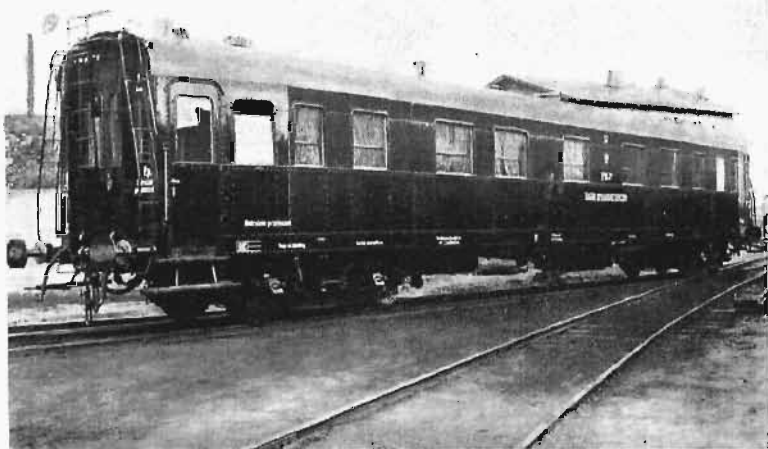
Rok 1924. Stary wagon doświadczalny: pierwszy stół pomiarowy.



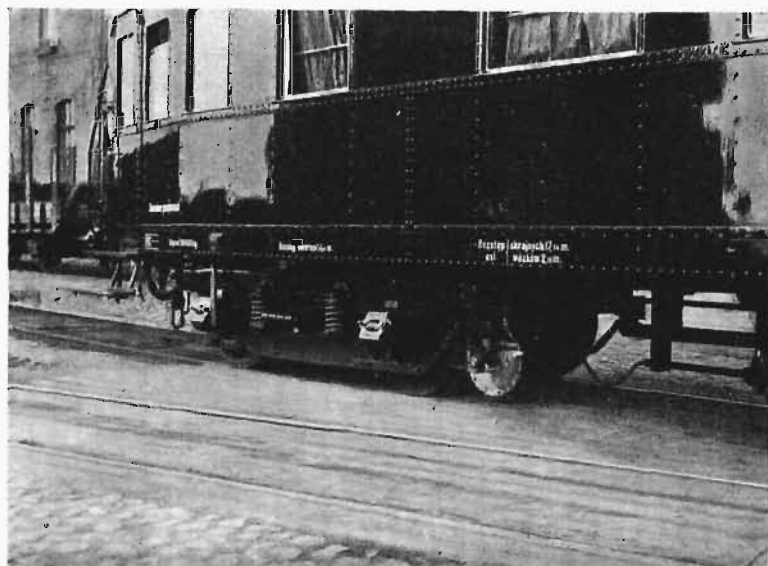
Rok 1928. Stary wagon doświadczalny: ostateczny stół pomiarowy.



Rok 1928. Stary wagon  
doświadczalny: ostateczny  
stół pomiarowy widziany  
z boku.



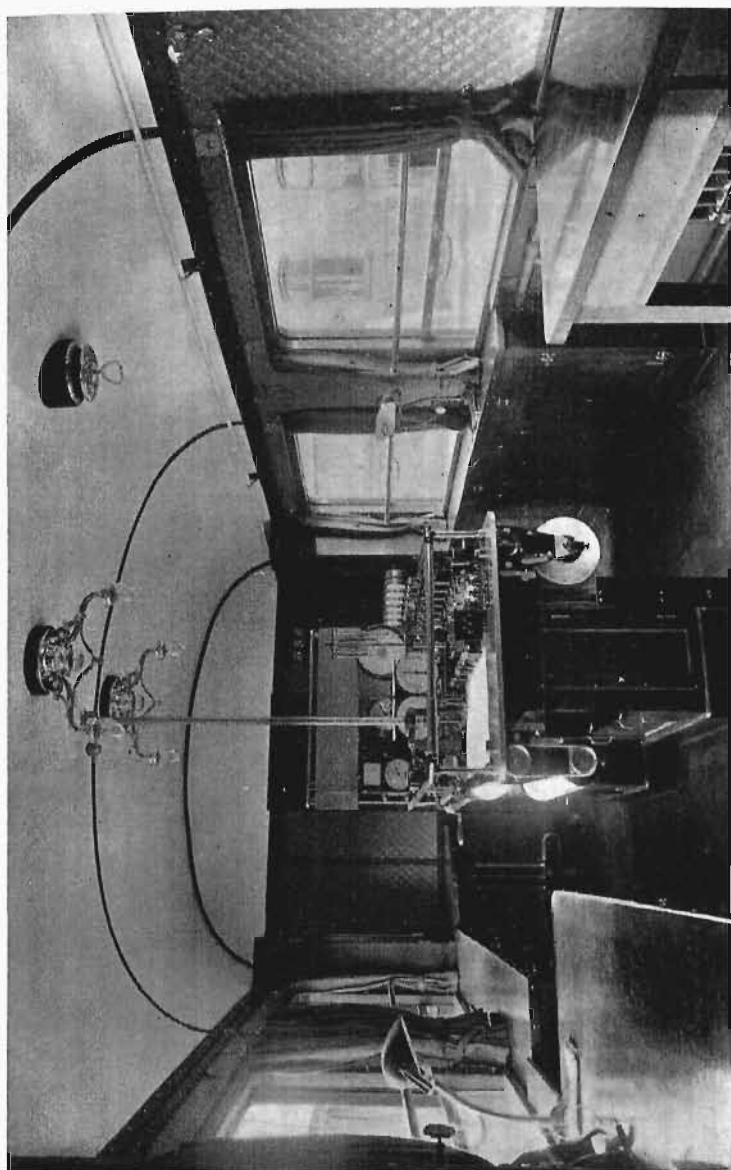
Nowy wagon doświadczalny (nr 27): wygląd zewnętrzny.



Nowy wagon doświadczalny: tarcza napędna.

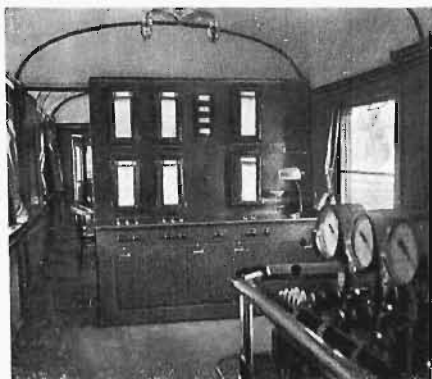


Nowy wagon doświadczalny: ściana czołowa.



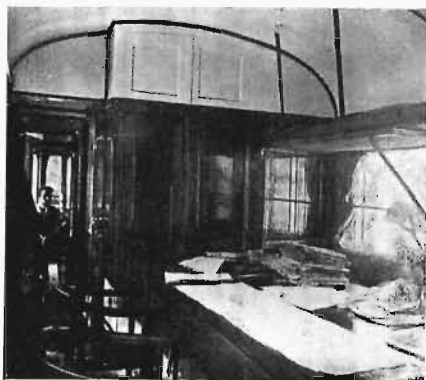
Nowy wagon doświadczalny: stół pomiarowy Amslera.





Nowy wagon doświadczalny:  
stanowisko *Siemensa*.

Nowy wagon doświadczalny:  
analizator chemiczny i pompa  
do ssania gazów.



Nowy wagon doświadczalny:  
przedział pracowni (z urządze-  
niami sypialnymi).

uznanie, które MK miało dla prac Referatu Doświadczalnego: Referat poczuł wówczas ostatecznie grunt pod nogami i mógł uważać, że okres jego kształtowania się został zakończony. Było to w roku 1930.

### III.

#### P e r s o n e l.

##### 30. *Personel kierowniczy. Ogólna organizacja. Przydział praktykantów i inżynierów.*

Wyżej już powiedzieliśmy słów kilka o tym, jak powstał nasz personel i dlaczego początkowo składał się wyłącznie z pracowników Dyrekcji Wileńskiej. Była to okoliczność historyczna, która na długi okres złączyła Referat Doświadczalny z Dyrekcją Wileńską. Pierwsze, że tak powiem, zastrzyki innej krwi do Referatu — datując się od roku 1926, odkąd powstał zwyczaj przydzielania do Referatu praktykantów — studentów Politechniki. W tym przydziale widzieliśmy nie tylko zatrudnienie praktykantów, lecz również szkołę, w której wyrabialiśmy inżynierów do przyszłej służby na P. K. P. w ogóle, a w szczególności dążyliśmy do selekcji i wychowania dla Referatu takich pracowników, którzy mogliby zastąpić w przyszłości swych poprzedników w razie awansowania ich w dalszej służbie. W taki sposób wychowaliśmy szereg inżynierów obecnie pracujących na różnych stanowiskach w Dyrekcjach Kolejowych, bądź wytwórniach parowozowych. Z tej liczby należy tu wymienić zasługi tych, którzy w swoim czasie po odejściu pierwszych pionierów inż. inż. Z a b ł o c k i e g o i K o w a l e w s k i e g o zastąpili ich — są to inżynierowie Gracjan W a s i l e w s k i (1926—1931) i Tadeusz S e i d l e r (1927—1932).

W r. 1928 zostało wydane rozporządzenie, aby prócz studentów Politechniki w podobny sposób byli szkoleni w Referacie również i młodzi inżynierowie będący już w służbie P. K. P. W tym kierunku jednak wielkiego sukcesu nie odnieśliśmy, bowiem jak wykazała praktyka — Dyrekcje niechętnie delegowały swych inżynierów do Referatu, tłumacząc to ogólnym brakiem sił inżynierskich w dyrekcjach, który nie pozwalał na dłuższe delegacje. Praktykantów tej kategorii mieliśmy nie-

wielu. Z nich tylko jeden w roku 1929 z ramienia Dyrekcji Lwowskiej inż. Małeck i został później na dłuższy czas w Referacie, obejmując w nim stanowisko starszego inżyniera i zastępcy kierownika Referatu, włącznie aż do roku 1934.

Rzadziej odbywało się przyjęcie nowego personelu do Referatu bez uprzedniej praktyki w łonie Referatu w drodze przeniesienia służbowego. Tak było z inż. P i n c z o w e r e m w roku 1931, który w latach ostatnich stał się moją „prawą ręką“.

### 31. N o r m a l n y e t a t p e r s o n e l u.

Początkowo w roku 1923 ilość pracowników personelu kierowniczego wynosiła oprócz kierownika Referatu, 3 osoby, w roku następnym były już 4 osoby, a dalej w miarę rozwoju prac Referatu i łącznie ze szkoleniem praktykantów od roku 1929 został ustalony przez Dyrektora Departamentu Mechanicznego normalny etat personelu kierowniczego w ilości 9 osób, z których każdej odpowiadał pewien zakres czynności, obowiązków i praw ujętych w osobnym regulaminie, dostosowanym do potrzeb badań, ustalonych praktyką kilku lat.

Mianowicie wspomniany etat składał się z następujących stanowisk:

- 1 — s t a r s z y i n ż y n i e r, zastępca kierownika Referatu sprawował ogólny nadzór, a w czasie jazd doświadczalnych prowadził pierwsze (tzw. „polowe“) opracowanie materiału badań;
  - 2 — d r u g i i n ż y n i e r był kierownikiem próby, oraz zarządzającym całego personelu i praktykantów, przydzielonych do Referatu;
  - 3 — t r z e c i i n ż y n i e r — praktykant, pomocnik dwóch pierwszych inżynierów;
- (wszyscy inżynierowie prowadzili opracowanie ostateczne badań);
- 4 — s t a r s z y t e c h n i k I kierował robotami warsztatowymi w celu przystosowania parowozów do prób i był zarządzającym całego taboru i personelu pociągu przydzielonego do Referatu; w czasie prób prowadził obserwację w wagonie dynamometrycznym;
  - 5 — s t a r s z y t e c h n i k I I — był pomocnikiem pierwszego technika, ponadto pełnił obowiązki chemika i pro-

wadził gospodarkę opałową oraz kancelarię i rachunkowość Referatu;

- 6 — technik III — praktykant był pomocnikiem technika II, zwłaszcza w zakresie badań chemicznych;
- 7 — technik IV — był zatrudniony jako specjalista rysownik, kalkulator w biurze Referatu oraz przy indykatorach podczas prób;

- 8 — technik V
  - 9 — technik VI
- {praktykanci na przeszkoleniu, pełnili obowiązki przy inżynierach lub technikach, do których byli przydzieleni, jako obserwatorzy na parowozie lub wagonie dynamometrycznym, oraz jako kalkulatorzy w biurze opracowania.

### 32. Redukcja etatu w latach 1933—1934.

Do r. 1932, najwyższej wydajności pracy Referatu, wszystkie wymienione stanowiska były obsadzone. Później nastąpiły redukcje oszczędnościowe, tak co do programu robót, jako też personelu, który przeważnie został przeniesiony na inne stanowiska, instytucja praktykantów została jakby zlikwidowana, przynajmniej Referat od roku 1933 nie wyszkolił żadnego nowego praktykanta; w roku 1935 kierowniczy personel zmalał do normy z roku 1923, mianowicie do 3 osób:

- 1 — starszy inżynier,
- 2 — starszy technik,
- 3 — technik—rysownik.

Tak szczupły etat pod warunkiem doskonałego wykształcenia należy uważać za minimum, przy którym można jeszcze prowadzić próby, ale bez żadnej rezerwy na wypadek choroby, urlopów, lub w razie potrzeby jakiejś dodatkowej pracy.

Co się tyczy wynagrodzenia personelu, o którym tu mowa, należy zaznaczyć, że otrzymywał on pobory stałe oraz diety, opłacane zgodnie z ogólnymi przepisami.

Żadnych premij personel Referatu nie otrzymywał.

### 33. P e r s o n e l p o c i ą g u. O g ó l n a o r g a n i z a c j a p r z y d z i a ł u.

Oprócz wyżej wymienionego personelu o charakterze stałym, który był zatrudniony tak w okresie jazd doświadczalnych, 203

jak też podczas dłuższych przerw, przeważnie w okresach zimowych, Referat zatrudniał, w okresach jazd, jeszcze dość liczny personel do obsługi samych pociągów doświadczalnych. Personel ten z wyjątkiem montera i dwóch konwojentów wagonów dynamometrycznych z natury rzeczy wymagających stałej opieki — miał charakter sezonowy i z reguły był przydzielany przez dyrekcję na zapotrzebowanie Referatu, na okres prób. Początkowo w roku 1923 personel pociągowy składał się tylko z jednej drużyny parowozowej. Innych pracowników nie przydzielano specjalnie, gdyż nasze jazdy odbywały się na odcinku Wilno—Porubanek, niedaleko od parowozowni, która miała w swej opiece parowóz doświadczalny. Tak samo nie mieliśmy kłopotu z drużyną konduktorską, która wraz ze smarownikiem wyznaczana była przez Oddział Ruchu w dniu kursowania pociągu doświadczalnego. Co się zaś tyczy drużyny parowozu doświadczalnego to należy zaznaczyć, że ze względu na specjalne zadania jazd próbnych drużyna ta musiała ściśle dostosowywać się do pewnych wymagań specjalnych; potrzebowało to ze strony drużyn pewnego wyszkolenia i przyzwyczajenia, ponadto potrzebna była również dobra znajomość ustroju danego parowozu, aby nie uchodziła uwadze drużyny żadna zmiana lub usterka w stanie parowozu, które mogłyby wpłynąć na dokładność badań. Drużyna była wybierana spośród pracowników najlepszej kwalifikacji; czasem dla sformowania drużyny ściągano jej członków z różnych parowozowni a nawet z różnych dyrekcji. Raz sformowana drużyna przydzielana była na cały czas prób. Wobec dobrych wyników, do których prowadził ten zwyczaj, drużyna, która po pewnych poszukiwaniach ludzi na początku została dobrana — ostatecznie nabrała cech stałej drużyny i w dalszym ciągu przydzielana z roku na rok, stawała się nie tylko naszą stałą drużyną doświadczalną, ale również drużyną doświadczoną.

#### 34. *Drużyny parowozu pomocniczego.*

Z powstaniem metody prób podwójną trakcją, już w r. 1923 wypadło powołać drugą drużynę na parowóz pomocniczy. Początkowo uważałem służbę na tym parowozie za mniej odpowiedzialną, drużyna więc dla tego parowozu była formowana mniej więcej przygodnie. Jednak z biegiem czasu, praktyka wykazała, że rola maszynisty na tym parowozie była trudniejsza i więcej odpowiedzialna, niż na parowozie badanym. Wszak

w ręku maszynisty parowozu pomocniczego spoczywa regulacja stałości ruchu — główny warunek powodzenia próby. Dlatego też w roku 1926 przy bardziej poważnych próbach z parowozami osobowymi ser. Os 24 w Dyrekcji Krakowskiej na parowóz pomocniczy został wyznaczony stały maszynista, a w ciągu lat następnych wyznaczono do tej czynności starszego doświadczonego maszynistę.

### 35. *T r z e c i a   d r u ż y n a.*

Oprócz parowozu regulacyjnego miewaliśmy czasem jeszcze trzeci parowóz „ratunkowy\*“, którego używaliśmy przy próbach na wielkich wzniesieniach (Porubanek i Zelwa), a zatem i trzecią drużynę. Potrzeba trzeciej drużyny ujawniła się również w innych okolicznościach, np. gdy zaszła potrzeba drużyny zastępczej do sprzątkania parowozów doświadczalnych, a nawet do prowadzenia ich w luźnych przebiegach bez prób. Taka praktyka powstała w r. 1927, przyjazdach na odcinku Brześć—Pińsk, gdzie próby trwały często ponad 10 godzin i kończyły się na st. Juchnowicze o 25 km przed Pińskiem. Parowozy powinny były jednak biec do obrotu i po węgiel do Pińska — wykonywała to drużyna zastępcza. Wielkich kwalifikacyj drużyna ta nie wymagała. Żądano od niej tylko uwagi i poszanowania aparatów, umieszczonych na powierzonych jej parowozach doświadczalnych.

Zwyczaj używania trzeciej drużyny do sprzątkania parowozów zachował się również po przeniesieniu prób na tereny poznańskie; tu na odcinku Poznań—Rawicz, lub Poznań—Toruń wypadło powrotny kurs odbywać tegoż dnia, a łącznie z manewrami w miejscach obrotu i ogólnymi warunkami ruchowymi dzień pracy rozkładał się w ten sposób, że po powrocie do Poznania drużyny były już wyczerpane i wypadało obrót parowozów, nabieranie węgla i inne czynności powierzyć drużynie trzeciej.

### 36. *O b s ł u g a   p a r o w o z ó w - k o m p r e s o r ó w.*

Trzecia drużyna oczywiście nie potrzebowała być stałą, to jednak, pozostając zwykle przez dłuższy czas w bliskim kontakcie z Referatem — naturalnie wykazywała często zainteresowania jego pracą i dlatego z niej właśnie rekruto-

\*) Na wypadek zerwania pociągu.

wano czasem chętnych kandydatów do bardziej odpowiedzialnych robót, jak np. prowadzenie parowozów oporowych (kompresorów), nie wytwarzało to stanowisk stałych ani też nie wymagało wielkich kwalifikacyj, toteż w tym celu, zatrudnialiśmy w razie potrzeby ślusarzy, którymi dysponowaliśmy do wykonywania robót, połączonych z przystosowaniem parowozów do prób. Ślusarze ci stanowili jeszcze jedną grupę naszych pracowników, która z biegiem czasu nabrała poważnego znaczenia; potrzeba lepszego zużytkowania czasu przy coraz większej wydajności naszej pracy, gdy ilość badanych tematów, czyli inaczej ilość parowozów do przystosowania ciągle zwiększała się, wymagała stałego przydelegowania do Referatu kilku dobrze wykwalifikowanych ślusarzy lub pomocników maszynisty. Ponieważ z biegiem czasu personel ten również specjalizował się w naszych robotach, więc i w tym przypadku personalny skład tych pracowników utrzymywał się; w ciągu szeregu lat korzystaliśmy przeważnie z usług tych samych osób.

### 37. *I n n i p r a c o w n i c y.*

To samo należy powiedzieć co do innych kategorii mniej wykwalifikowanych palaczy, a nawet prostych robotników, których wypadło zatrudniać jako siłę pomocniczą na parowozie głównym przy pomiarze węgla i wody, bądź jako nocnych stróżów przy parowozach. To ostatnie może wydać się dziwnym, jednak usprawiedliwione tym, że w pierwszych latach pracowaliśmy z dala od parowozowni, w zapadłych kątach takich, jak Zelwa, Juchnowicze, a nawet Pińsk. W ostatnich latach naszym punktem macierzystym był Poznań, a jednak i tu stacjonując na torach tzw. „Jamy Toruńskiej” bywaliśmy nieraz obiektem napadów rabunkowych.

### 38. *B r a k i s p e c j a l i z a c j i p e r s o n e l u.*

Należy jednak zaznaczyć pewną ujemną stronę naszego dążenia do specjalizacji personelu — mianowicie — wytwarza to brak zastępczej rezerwy, pomijając wytworzenie uprzywilejowanej grupy, zamykającej dostęp innym pracownikom do szkoły jaką jest Referat Doświadczalny. Toteż w ostatnich latach, z przeniesieniem prób do Dyrekcji Poznańskiej, staraliśmy się przyciągnąć miejscowych pracowników w zamian

„wileńczuków“, z którymi ściśle złączyła nas historia powstania Referatu. Mamy już tu nową generację, która również może pochwalić się dobrymi maszynistami, palaczami i innymi specjalistami.

#### 39. *Monterzy wagonów doświadczalnych.*

Do tejże grupy dyrekcyjnych pracowników czasowo przydzielanych do dyspozycji Referatu, pierwotnie należał personel obsługi wagonów służbowych, a zwłaszcza dynamometrycznych — są to konwojenci tych wagonów oraz bardziej wykwalifikowani i znający się na urządzeniach elektrotechnicznych i przyrządach precyzyjnych ślusarze, którzy otrzymali u nas miano monterów Referatu.

Praktyka jednak wkrótce wykazała, że wagony te, ze względu na aparaty w nich znajdujące się, oraz w ogóle ze względu na potrzebę różnych napraw i pilnowania aparatów w okresach przerw w próbach wymagają stałej obsługi — przeto odpowiedni personel nabrał charakteru stałego.

#### 40. *Konwojenci wagonów służbowych.*

Co się tyczy konwojentów, to od kilku lat ustaliło się, że mamy dwóch do wagonów dynamometrycznych — jako stałych i dwóch czasowych do pozostałych wagonów.

#### 41. *Obsługa konduktorska pociągów doświadczalnych.*

Do personelu pociągowego należy zaliczyć jeszcze obsługę konduktorską, która do pociągów doświadczalnych była organizowana rozmaicie, w zależności od warunków ruchu tych pociągów. Czasem przydzielano stałą drużynę konduktorską, na równi z innym personelem. To się zdarzało wtedy, gdy napotykało się na trudności włączenia obsługi doświadczalnych pociągów do ogólnego planu, natomiast była zabezpieczona mniej więcej nieprzerwana praca takiej drużyny; tak było prawie zawsze w Dyrekcji Wileńskiej. Natomiast w Poznaniu i w innych przypadkach konduktorską drużynę wyznaczano każdorazowo podług ogólnego planu. Ze stanowiska Referatu sprawa tego lub innego sposobu obsługi jest drugorzędna, a jednak sposób stałej drużyny należy uważać za racjonalniej-



szy, gdyż w tym przypadku drużyna ta jest lepiej obznajmiona z powierzonym jej zwykle stałym składem pociągu doświadczalnego, niepowodzenia prób z powodu np. zagrania maźnic lub niesprawności hamulców zdarzają się daleko rzadziej.

#### 42. O g ó l n y w y k a z o b s ł u g i p o c i ą g ó w d o ś w i a d c z a l n y c h.

Personel do obsługi samych pociągów doświadczalnych niezbędny w czasie prób, z biegiem czasu ostatecznie znormalizował się i przedstawiał się zatem jak następuje:

- 1 — obsada głównego parowozu doświadczalnego składała się z maszynisty, dwóch palaczy pierwszorzędnych, pracujących na zmianę i dwóch tendrowych, razem . . . . . 5 osób
  - 2 — obsada parowozu pomocniczego regulującego, składała się z maszynisty i drugorzędnego palacza, razem . . 2 osoby
  - 3 — trzecia drużyna: maszynista lub pomocnik z prawem kierowania i palacz, razem . . . . . 2 osoby
  - 4 — grupa „ślusarzy przystosowania“, składająca się z 2—4 osób (zależnie od programu robót); w razie potrzeby polecało się jej prowadzenie „kompresorów“ . . . . . 2—4 osoby
  - 5 — grupa palaczy i stróżów nocnych . . 2—3 „
  - 6 — monterzy wagonów doświadczalnych . 1—2 „
  - 7 — konwojenci wagonów służbowych . . . 4 osoby
  - 8 — drużyna konduktorska wraz ze smarnikami . . . . . 3—4 osoby
- razem osób . . . . . 21—26

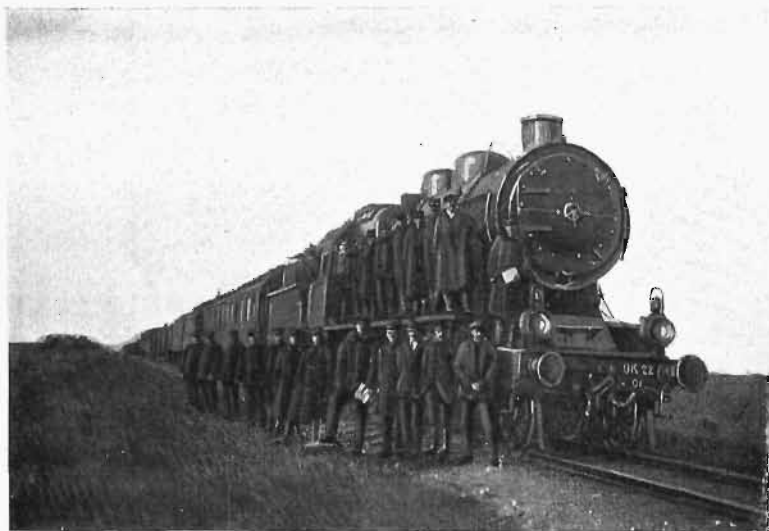
#### 43. Z a s a d y o p ł a t y p e r s o n e l u.

Opłata personelu pociągów doświadczalnych, niestety, nigdy nie była właściwa. Pochodziło to z jednej strony z pewnego

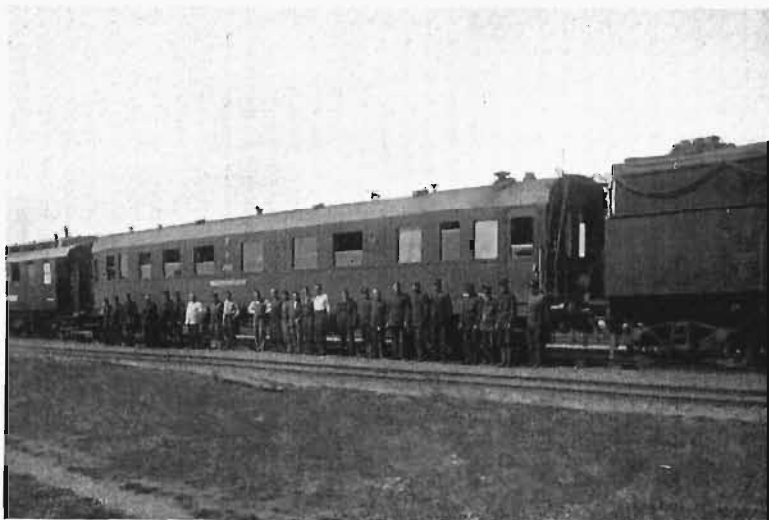
niedoceniania pracy w warunkach jazd doświadczalnych, z drugiej ze sztywności istniejących przepisów, których nie dało się nagiąć do warunków pracy. Stąd, zwłaszcza na początku naszej praktyki, były częste skargi ze strony personelu, który uważał siebie za pokrzywdzony. Wobec tego od r. 1927 ustalił się zwyczaj wypłacania, prócz stałych poborów indywidualnych drużyn parowozowych — dodatków kilometrowo-godzinowych, według wysokości przeciętnego zarobku w tym okresie drużyn towarowych parowozowni Wołkowysk, które przepracowały nie mniej niż 200 godzin miesięcznie plus 30% od tej sumy, jako rekompensatę za niewypłacanie premii opałowej. Zarządzenie to było podyktowane z jednej strony chęcią pokrycia strat personelu, które on ponosił bez własnej winy (gdyż przebieg i zużycie paliwa w warunkach jazd doświadczalnych nie może stanowić podstawy do obliczeń odpowiednich dodatków), a z drugiej strony, w celu stworzenia pewnego przywileju dla personelu doświadczalnego. Wybór parowozowni Wołkowysk miał na celu określić jednostajne warunki pracy dla wszystkich przydelegowanych, przeciętny zarobek w różnych parowozowniach był różny, personel pochodził z różnych parowozowni — Wołkowysk zaś posiadał najlepsze warunki pracy.

#### 44. *Braki przyjętego systemu wypłat.*

Takie ujęcie sprawy było dobre do r. 1930, gdy praca rzeczywiście odbywała się przeważnie w granicach Dyrekcji Wileńskiej i cały personel pochodził stamtąd, stało się zupełnie nieodpowiednim, gdy teren prób został przeniesiony do Poznania, gdy próby zaczęły się odbywać w warunkach ruchu pociągów pospiesznych itd. Dla tego też kilkakrotnie podnosiłem kwestię ustalenia stałych ryczałtowych wynagrodzeń personelu. Również stawiałem wnioski ustalenia jakiejś premii dla personelu doświadczalnego, ale bezskutecznie. Jednak sprawa opłaty personelu doświadczalnego powinna być na przyszłość stanowczo zrewidowana. Przy stosowanych zasadach opłat, miesięczny koszt utrzymania personelu służby mechanicznej w okresach największego natężenia naszych prac wynosił około 5 000 złotych łącznie ze stałymi poborami personelu.



Rok 1929. Personel pociągu doświadczalnego na tle parowozu Ty 23.



Rok 1932. Personel pociągu doświadczalnego na tle wagonu nr 27.

# E w o l u c j a m e t o d p o m i a r ó w i a p a r a t u r y.

U w a g i o g ó l n e.

## 45. U w a g i w s t ę p n e.

Na wstępie podałem ogólne zasady metody naszych badań, mającej stworzyć stałe warunki pracy parowozu, na których tle dokonywane są pomiary okoliczności tej pracy, np.: siły parowozu, rozchodu pary, rozchodu węgla, temperatur w kotle i maszynie parowej, składu gazów spalinowych itd. Nie będę się tu wdawał w szczegóły ani tych pomiarów, ani używanych do tego przyrządów — wszystko to stanowi przedmiot instrukcji, która w swoim czasie została opracowana z uwzględnieniem warunków naszej praktyki; zatrzymam się tylko na głównych wytycznych tych pomiarów oraz na ewolucji ich wykonywania, która z biegiem czasu miała na celu uproszczenie zadań, większą dokładność pomiarów, wreszcie powiększenie wydajności pracy.

## 46. I l o ś ć p o t r z e b n y c h d o ś w i a d c z e ń.

Najważniejsze charakterystyki pracy parowozu stanowią zależności  $p_i = f(\varepsilon, \omega, V)$  oraz  $q = f'(\varepsilon, \omega, V)$ . Głównym więc zadaniem jest określenie ciśnień indykowanych w cylindrze ( $p_i$ ) oraz rozchodów pary na skok tłoka i jednostkę pojemności cylindrów ( $q$ ) w funkcji napełnienia cylindra ( $\varepsilon$ ), otwarcia przepustnicy ( $\omega$ ) i szybkości biegu ( $V$ ); z nich pierwsze ( $p_i$ ) wymaga chwilowych zdjęć indykatorowych, drugie zaś ( $q$ ) może być określone dokładnie tylko na podstawie dłuższej jazdy w stałych warunkach. Ustalenie powyższych zależności w postaci odpowiednich krzywych (uwzględniając potrzebę określenia ich przez odpowiednią ilość punktów dla pewnej ilości odmian  $\varepsilon, \omega, V$ , (zwykle około 5) wymaga co najmniej  $5 \times 5 \times 5 = 125$  prób, czyli takiejże ilości godzin jazdy z przebiegiem około  $125 \times 30 = 3750$  km, jeżeli się bada parowóz towarowy lub podwójnej ilości 7500 km przebiegu przy badaniu parowozu osobowego. Jeżeli przy bardziej szczegółowym rozpatrzeniu nie wszystkie kombinacje ( $\varepsilon, \omega, V$ ) miałyby praktyczne znaczenie, to jednak, uwzględniając

możliwe niepowodzenia i potrzebę powtórzenia pewnych prób, powyższe liczby należy uważać raczej za zbyt małe niż wygórowane. Zakładając dzienny przebieg w wysokości 100 km dla pociągów towarowych i 200 km dla osobowych — widzimy, że okres czasu niezbędny do wykonania całkowitego programu badań wynosi do 40 dni samych tylko jazd, nie licząc przygotowania parowozów do prób, oraz nieuniknionych przerw w czasie pracy z powodu różnych przyczyn, a w tej liczbie nieprzewidzianych zepsuć parowozu lub przyrządów doświadczalnych. Praktyka wskazała, że do określenia ilości brutto dni trwania prób — ilość dni netto, wynikającą z programu, należy co najmniej podwoić, zatem otrzymamy  $40 \times 2 = 80$  dni, tj. prawie 3 miesiące, jako czas potrzebny do dokładnego zbadania jednego parowozu. Roczna wydajność stacji doświadczalnej wynosi zatem 4, a raczej tylko 3 parowozy z uwagi na konieczność przerywania doświadczeń w porze zimowej. W rzeczywistości w pierwszych latach naszej praktyki, z braku wprawy i należytej organizacji wydajność była jeszcze mniejsza.

#### 47. *Metoda Claytona jako sposób zwiększenia wydajności pracy.*

Powyższe obliczenie wykazuje, że nawet po zdobyciu wprawy, możliwa wydajność pracy w ogóle nie jest wielka, co należy zaliczyć do ujemnej strony metody badań, dlatego też szukałem innych sposobów, aby się wyzwolić od konieczności jazd godzinowych, a co najmniej ograniczyć ilość prób. Możliwość rozwiązania tego zagadnienia pokładałem na zastosowaniu do wykresów indykatora specjalnego opracowania ich według metody amerykańskiego uczonego Paul Claytona<sup>1)</sup>; metoda ta zezwala na określenie wartości  $q$  na podstawie zdjętego chwilowo wykresu indykatora, a więc pomijając bezpośrednie pomiary rozchodu wody, wymagające jazd godzinowych; rola ich zostałaby wówczas sprowadzona tylko do kontroli ograniczonej ilości punktów  $q$ , czyli kombinacji ( $V$ ) i mogłaby być dokonana równolegle, z jazdami tak zwanymi „kotłowymi“, które służą do badań rozchodów paliwa, wytwarzania pary itp., a nie wymagają znacznej ilości kombinacji. Taka metoda oczywiście byłaby w stanie znacznie zwiększyć wydajność naszych robót, dlatego też z całym

zapałem oddaliśmy się sprawdzaniu wartości  $q$  otrzymanej z bezpośrednich wyników jazd „kotłowych“, z wartością  $q$  określoną podług metody Claytona.

#### 48. *Technika jazd w zastosowaniu do metody obliczania według Claytona.*

Chęć zastosowania obliczeń Claytona i pierwsze niepowodzenia, zmusiły nas zwrócić baczną uwagę na usprawnienie techniki zdjęć indykatorowych, oraz na dokładne badanie rozrządu pary w celu należytego ustalenia faz rozrządu, które wpływały na obliczenia według Claytona. Powstała również specjalna metoda jazd dla zdjęcia wykresów indykatorowych, które miały być opracowywane według Claytona; aczkolwiek zdjęcia były chwilowe, to jednak należało je robić w pewnej kolejności i w odstępach czasu niezbędnego do ustalenia się warunków pracy, zwłaszcza temperatury przegrzania  $T_s$ ; w tym przypadku podwójna trakcja nie była niezbędna, jednak stosowaliśmy ją dla przyspieszenia pracy, bowiem pozwalało to, w ciągu jednego krótkiego stosunkowo przebiegu na większą ilość zdjęć bez zmiany składu pociągu, bez większej straty czasu przy przejściach z jednej szybkości do drugiej i na zachowanie tej szybkości przy zmianach napełnień. Takie jazdy specjalne dostały nazwę „Claytonowskich“; nazwa ta przeszła z czasem w ogóle na określenie jazd w celu zdjęcia rozmaitych wykresów bez pomiaru rozchodu wody, są to więc na ogół jazdy w zmiennych warunkach. Proces zaś opracowania wykresów podług Claytona dostał nazwę „claytonowania“ wykresów.

#### 49. *Wyniki badań claytonowskich.*

Wyniki robót claytonowskich wykazały, że metoda ta zasadniczo może dać spodziewane rozwiązanie, ale na ogół przedstawia skomplikowane obliczenie, bardzo czułe na wpływy najmniejszych niedokładności, przy zdjęciu wykresów, przy ich pomiarze i przeto niezawsze pewne; zatem na razie metoda ta nie mogła praktycznie zastąpić bezpośredniego określenia  $q$  z jazd „kotłowych“, chyba w szczególnych przypadkach, w których „kotłowych“ jazd nie dało by się zorganizować. Z powodu trudności, o których tu mówiliśmy, claytonowanie niezawsze dawało wyniki dodatnie. Tak obok całko-

witej zgodności wyników dla parowozu serii Ty 23, jak również wyników dla parowozu serii T 40, które nie wzbudzają wątpliwości mimo, że w ostatnim przypadku bezpośredniego zestawienia dwóch metod nie mamy — zdarzały się przypadki, w których zupełnie nie dało się zbudować żadnych krzywych  $q$  według Claytona, tak było przy badaniu wąskotorowych parowozów serii Bd 58 Kolejki Grójeckiej, również przy badaniu parowozów serii Os 24. Mimo dobrych wyników na początku dalsze rozczarowania, z powodu których trudno było zmusić pracowników do wytrwałego obliczania jałowych wyników — dotąd nie wykryłem przyczyn, dla których obliczenia te nie zawsze się zgadzały z rzeczywistością. Jako niepewna metoda ta nie mogła zastąpić jazd kotłowych, w dalszym ciągu bywała niekiedy stosowana tylko dla pewnej orientacji, gdy należało uzupełnić jakieś brakujące punkty krzywych  $q$  otrzymanych bezpośrednio. Można zaznaczyć, że na przykład przy badaniu bułgarskiego parowozu typu 1 — 4 — 1 część krzywych  $q$  dla średnich napełnień wypadła zupełnie zgodnie z obliczeniem według Claytona; natomiast przy większych napełnieniach metoda Claytona wykazała nadmierną a przy małych napełnieniach niedostateczną wartość  $q$  — może wynik taki zależał od nadzwyczaj wysokiego przegrzania (powyżej 350° C).

#### 50. *P r z y m k n i ę c i e p r z e p u s t n i c y.*

Dalsze badania metody Claytona na razie straciły na swej aktualności, gdyż równolegle z tymi badaniami niespodziewanie otrzymaliśmy inny sposób zaoszczędzania ilości jazd godzinowych. Po zbadaniu parowozów serii Tr 21, Ty 23, Os 24, przekonaliśmy się, że jazda z przymknętą przepustnicą jest zawsze szkodliwa z punktu widzenia rozchodu pary na konia mechanicznego, przeto na ogół nie powinna być zalecana, a zatem nie powinna również być przedmiotem szczegółowych badań. W ten sposób otrzymaliśmy na razie możliwość, wskazaną wyżej granicę naszej wydajności znacznie zwiększyć, nie potrzebowaliśmy bowiem już wykonywać jazd próbnych z przymknętą przepustnicą. Ze względu na znany z termodynamiki wpływ dławienia pary — tego właśnie należało się spodziewać, nazwałem jednak wpływ ten niespodziewanym, dlatego, że w tym przypadku kierowaliśmy się wynikami znanych badań prof. Ł o m o n o s o w a, który właśnie nie stwierdził tego faktu i zalecał dławienie pary przy dużych szybkościach.

51. *Metoda „wyprostowania” wyników jako źródło zwiększenia wydajności pracy.*

Inny jeszcze środek przyspieszenia naszej pracy z biegiem czasu znalazłem w specjalnej metodzie opracowania wyników bezpośredniego indykowania, nazwanej metodą „wyprostowania” tych wyników, pozwoliła ona na ogólne zmniejszenie ilości badanych punktów, na podstawie pewnego „wypośrodkowania” części tych punktów. W ten sposób zamiast jednego tylko parowozu zbadanego całkowicie w latach 1923 i 1924 — w ciągu roku 1932 mogliśmy zbadać i opracować metryki siedmiu parowozów.

52. *N a w r ó t d o b a d a ń  
p r z y m k n i ę ć p r z e p u s t n i c y.*

Pewien nawrót do badania niektórych przymknąć przepustnicy zaznaczył się w ostatnich latach, gdy wypadło badać tak silne jednostki jak parowozy serii Pu 29, Pt 31, OKz 32, tu bowiem powstawało nie tyle termodynamiczne, ile trakcyjne zadanie wskazać najwłaściwszy sposób jazdy w przypadkach niewykorzystania całkowitej siły pociągowej, gdy przy braku obciążenia trzeba było przepustnicę przymykać, albo gdy powstało zapytanie, czy lepiej jechać na  $\varepsilon/\omega = 1/100$  czy  $2/50$ , albo  $3/25$ ; cyfry te określają kombinację przy jeździe, w liczniku podano ilość dziesiętnych napełnienia cylindrów, w mianowniku ilość procentów przymknięcia przepustnicy, przy czym 100% oznacza całkowite otwarcie przepustnicy. Mniejsza ilość % oczywiście oznacza przymknięcie przepustnicy, które początkowo, wzorując się na prof. Ł o m o n o s o w i e, określiłem jako przekrój wolnego otworu przepustnicy w stosunku do największego przekroju przy całkowitym otwarciu. Nasza praktyka pokazała, że ten sposób określania przymknięcia nie jest miarodajny, gdyż efekt przymknięcia zależy nie tyle od przekroju otworu do przepływu pary, ile od oporu przy przejściu przez ten otwór, a zatem najwięcej zbliżone będą takie położenia przepustnicy, które odpowiadają temu samemu stopniowaniu pracy parowozu, a zatem całkowitej pracy przy całkowitym 100% otwarciu przepustnicy, a następnie przy przymknięciu do 75%, 50%, 25% itd. tej pracy. Oczywiście, że określenie podziałek sektora, odpowiadających tej zasadzie powinno odbywać się przy pewnej prędkości, gdyż przy innych prędkościach powyższe %% nieco się zmieniają.



53. *Zwykłe indykowanie z użyciem osłon.*

Powyższe spostrzeżenia oraz określenia  $p_i$  zawdzięczamy pracy z indykatorami, które w ogóle stanowią główny przyrząd naszych prac, dlatego też rzucimy okiem na rozwój indykowania w naszych jazdach doświadczalnych.

Początkowo używaliśmy dwóch pierwotnych indykatorów, zwykłego ustroju, gdyż tylko takie miała Dyrekcja w Wilnie; ustawiono je jak zwykle po obu stronach parowozu, przy tym każdy z nich łączył się z przednią i tylną stroną cylindra stosunkowo długimi rurkami.

Przyrządy te potrzebowały ręcznej bezpośredniej obsługi, operator znajdował się z przodu na platformie parowozu, stąd charakterystyczne osłony na parowozie pierwotnie w r. 1923 w kształcie osłon brezentowych, następnie zaś w kształcie trwale zbudowanych budek.

54. *I n d y k a t o r y B o e t c h e r a*

Dążenie do większej dokładności zdjęć i do wyeliminowania żmudnego planimetrowania wykresów indykatorowych, zachęciło do wypróbowania specjalnych indykatorów Boetchera z całkującymi licznikami; nadto indykatory zaczęliśmy ustawiać na zupełnie krótkich połączeniach, osobno na przodzie i na tyle cylindra, na jego kanałach wlotowych. Ograniczyliśmy się tylko do dwóch indykatorów z jednej strony parowozu, zakładając, że druga strona daje ten sam wynik; zresztą założenie to uprzednio się sprawdzało przy robotach wstępnych. Rurki i cały mechanizm uruchomienia indykatorów montowano z obu stron, indykatory zaś, w razie potrzeby, przenoszono z jednej strony na drugą. Stosowanie liczników Boetchera nie zadowoliło nas, wypadło pozostać z planimetrowaniem.

55. *I n d y k a t o r y e l e k t r y c z n e.*

216 W r. 1925 wypróbowaliśmy indykatory Maihaka z elektrycznym uruchamianiem z budki maszynisty razem z elektrycz-

nym przesunięciem taśmy po każdym zdjęciu wykresów. Ustawienie indykatorów zostało dawne: po dwa z jednej strony na krótkich połączeniach, z możliwością przenoszenia indykatora na drugą stronę parowozu. Operator znajdował się w budce maszynisty, dawniejsze zatem osłony na przodzie parowozu były niepotrzebne. Metoda ta odtąd już się utarła na dobre; w r. 1926 przy badaniu po raz pierwszy parowozów pośpiesznych nie dalibyśmy sobie rady inaczej, tu bowiem na ustawienie ochronnych osłon nie było ani miejsca na parowozie, ani skrajnia na to nie pozwalała. Jednak zdarzało się, że używając tych indykatorów, z automatycznym przesuwaniem taśmy, wypadało rezygnować z dogodnej pozycji operatora w budce i przenosić go na przód parowozu „na krzeselko“, albo zgoła wracać do starych osłon nieco zmodernizowanych, bo ustawianych przed dymnicą. To się zdarzało przeważnie przy badaniu tendrzaków, gdy kadź wodna przeszkadzała manipulacjom z budki, lub gdy z innych powodów nie można było ustawić w normalny sposób potrzebnej tu przekładni do uruchomienia zaworów indykatorów. Typy osłon oczywiście zależały od szybkości jazdy i sezonu, w którym próby odbywano.

#### 56. *I n d y k o w a n i e   p a r o w o z ó w c z t e r o c y l i n d r o w y c h.*

W r. 1934 z przejściem po raz pierwszy do indykowania czterocylindrowych parowozów sprzężonych wyjaśniło się, że zachowanie naszego klasycznego ustroju stosowania krótkich połączeń indykatorów ustawionych po dwa z jednej strony cylindrów wysokiego i niskiego ciśnienia, tj. czterech indykatorów z jednej strony, nastrocza znaczne trudności urządzenia całej przekładni mechanicznej; nasunęło to myśl o potrzebie powrotu do dawnego układu — jednego indykatora dla 2 stron cylindra przy nieco dłuższych połączeniach. Pozwoliło to, przy odpowiednim uproszczeniu przekładni, użyć 4 indykatory stale na 8 stron 4 cylindrów bez przenoszenia ich to na jedną, to na drugą stronę, przy tym wykresy dwu stron jednego cylindra umieszczane na taśmie na krzyż, pozwoliły na łatwiejszą ocenę prawidłowości rozrządu. Wadami takiego urządzenia teoretycznie było niejednoczesne zdjęcie wykresów dwóch stron cylindra i dłuższe połączenia. Pierwsze przy jazdach w stałych warunkach nie ma znaczenia, drugie jak

już wykazały niektóre zjawiska co najmniej w zastosowaniu do pary przegrzanej również nie ma znaczenia; w r. 1933 przy równoczesnym badaniu dwóch parowozów serii OKI 27 z normalnym rozrządem pary i z zaworowym systemem inż. Wystrzela z powodu warunków konstrukcyjnych nie można było ustawić indykatorów w sposób identyczny; wywołało to różnicę długości połączeń, która jednak nie wpłynęła na jakieś większe różnice wartości ciśnienia indykowanego ( $p_i$ ) tych parowozów.

#### 57. Przekładnia do indykatorów.

Praktyka nasza wykazała, że przekładnię do indykatorów nie należy traktować jako rzecz prostą, która niby nie przenosi żadnych natężeń; w biegu, zwłaszcza przy dużej szybkości cała przekładnia drży, wibruje i deformuje się, wpływając na dokładność wykresu. Przekładnię tę należy traktować nie jako przyrząd fizyczny, lecz część maszynową, nadając jej odpowiednie wymiary i zabezpieczając zupełnie pewne prowadzenie drążkom uruchamiającym bębni indykatorów.

#### 58. Uproszczenie indykowania.

Z opisów tu podanych można wnioskować, że ustawienie indykatorów jest rzeczą skomplikowaną, zabierającą sporo czasu, zatem staje się to pewną przeszkodą, gdy nie chodzi ani o wygląd wykresów, ani o bardzo wielką dokładność, lecz wymagane jest prędkie a proste określenie  $p_i$  — bez straty czasu na planimetrywanie. W tym przypadku indykator może być zastąpiony tak zwanym „pi-metrem”. Co do montażu na cylindrze jest to przyrząd tak samo prosty, jak zwykły manometr — wskazuje on tak samo bezpośrednio jak manometr przeciętne indykowane ciśnienie  $p_i$ . Mamy takie „pi-metry”, niestety jednak nie mieliśmy odpowiedniego pola do jego zastosowania.

Jeżeli chodzi o usunięcie planimetrywania z natychmiastowym przeniesieniem do wagonu dynamometrycznego wyników chwilowego zdjęcia indykatora, to ogólny schemat tego zadania rozwiązuje indykator Maihaka, połączony z licznikiem Bötchera i elektrycznym powtarzaniem tego licznika, ustawionym w wagonie. Schemat ten jednak w zastosowaniu do

naszej praktyki wymaga pewnej rekonstrukcji wymienionych przyrządów. Rozwiązanie tego zadania spowodowałoby znaczny sukces w prowadzeniu doświadczeń: chwilowe zdjęcie wykresu natychmiast przenoszono by do wagonu bez żadnego planimetrowania wartości  $p_i$ .

## E l i p s o w a n i e.

### 59. *Zwykłe sposoby zmechanizowania elipsowania.*

Tym terminem nazywam sporządzenie wykresów eliptycznych rozrządu pary używanych do określenia faz rozrządu pary po ostatecznym uregulowaniu stawidła i suwaków. Znajomość tych faz potrzebna jest do oceny wykresu indykowanego, zwłaszcza przy jego analizie metodą Claytona. Zwykły sposób elipsowania polega na odnotowaniu przy danym położeniu nawrotnicy przesuwów suwaków, mierzonych od pewnego punktu stałego, odpowiadających oddzielnym pozycjom tłoka. Czynność ta, jako połączona z przesuwaniem samego parowozu, a powtarzana przy wszystkich położeniach nawrotnicy dla obu stron parowozu przy skoku tłoka tak do przodu, jak do tyłu, jest dość uciążliwa, ze względu na czas potrzebny do wykonania całej tej pracy oraz ludzi do przesuwania parowozu. Dlatego też próbowałem zmechanizować tę czynność.

Znane sposoby takiej mechanizacji wykresów eliptycznych polegają na sporządzeniu takich urządzeń, w których rysik połączony z suwakiem automatycznie kreśli elipsę w miarę jak jednocześnie przesuwana się pod nim deska lub taśma uruchomiona od krzyżulca tłokowego. Znany jest do tego celu przyrząd Forney'a, w którym rysownica przymocowuje się do krzyżulca, a rysik uruchamia się od suwaka i za pomocą pewnej przekładni kreśli krzywą na rysownicy, lub też otrzymujemy wykres eliptyczny, wykorzystując w tym celu zwyczajny indykator ustawiony w ten sposób, że rysik: jego odłączka się od tłoczka i otrzymuje ruch od suwaka. Sposobów tych na podstawie dawniejszej praktyki nie mogłem polecić, bo aczkolwiek samo wykreślenie elipsy, jak wiadomo, nie potrzebuje w tym przypadku przesuwania parowozu, lecz ruchu z parą i mogłoby odbyć się znacznie prędzej, to jednak potrzebne jest specjalne przystosowanie parowozu; w ostatecznym wyniku nie daje to

wygranej na czasie, nadto wyniki mechanicznego elipsowania nie są pozbawione pewnej niedokładności.

#### 60. Sposób indykowania „na piechotę”.

Dlatego też postanowiliśmy przy badaniu parowozu serii Os 24 w r. 1926 wypróbować inny sposób do określenia fazy rozrządu, który nazwaliśmy „indykowaniem na piechotę”; jest to zdjęcie wykresów indykatora przy możliwie małej prędkości z parowozem pomocniczym. Badany parowóz przy tych zdjęciach, mając przepustnicę otwartą, był hamowany i mógł się przesunąć tylko o tyle, o ile mu na to pozwalał parowóz pomocniczy, połączony dodatkowo z 5—6 wagonami zahamowanymi, który zasadniczo opierał się temu ruchowi, lub mu pomagał, jeżeli mechanizm parowozu badanego znajdował się w niewygodnym położeniu, przy tym szybkość przesuwania utrzymywano w granicach minimalnych, najwyżej do 5 km/godz, przy tej szybkości zdjęcia wykresów wykonywano z ziemi „na piechotę”. Celem tej metody było otrzymanie wykresów przy bardzo małej szybkości, przy której spodziewano się, iż fazy rozrządu miały wystąpić dobitnie, pozwalając na bezpośrednie ich określenia. Żadnego specjalnego urządzenia to nie wymagało ani też uciążliwego przesuwania parowozu, zatem mogło być wykonane prędko bez większej straty czasu.

Istotnie przy tym sposobie zamiast 3 do 4 dni, które zabierało zwykle elipsowanie z przesuwaniem parowozu, zadanie zostało rozwiązane w ciągu paru godzin.

#### 61. Wyniki indykowania „na piechotę”.

Niestety, spotkaliśmy się tu ze zjawiskiem, którego nie spodziewaliśmy się: nawet przy tak małej szybkości jazdy „na piechotę” wykresy nie miały pożądanego ostrości w punktach charakterystycznych, dławienie zachowywało się w stopniu, który nie pozwalał uważać wyników otrzymywanych w ten sposób za ścisłe. Przy badaniu parowozu serii Os 24 wypadło nawet dla zorientowania się jakie punkty wykresu są miarodajne, zwrócić się do równoległego wykonania elipsowania sposobem zwykłym. Porównanie takie nie dało pewnych wskázówek. Pozostaliśmy na razie więc przy zwykłej metodzie.

## 62. Zagadnienie krawędzi sterującej.

Z biegiem czasu spotkaliśmy się z nowym zjawiskiem, na które poprzednio nie zwracano uwagi, a które może nieco wytłumaczyć powyższe niepowodzenia.

Przy elipsowaniu zwykłą metodą, przy określaniu faz rozrzędu przypuszczaliśmy zawsze, że w suwakach tłokowych steruje raczej krawędź pierścienia, niż krawędź korpusu tłoka, który często uważany jest jako sterujący. Zależy to od konstrukcyjnego wykonania krawędzi, prawdziwego wpływu jego na rozrząd pary nie ma sposobu przewidzieć z góry, dlatego zagadnienie, która krawędź steruje w danym przypadku, może być rozwiązane przez zdjęcie wykresu „na piechotę”.

## P o m i a r y      w ę g l a   i   w o d y .

### 63.   S p o s o b y   p o m i a r ó w   w ę g l a .

Pomiary niezbędne do ustalenia wartości  $q$  i głównych charakterystyk kotłowych są bardzo proste i z biegiem czasu prawie nie uległy żadnym zmianom. Do r. 1926 włącznie mierzyliśmy węgiel podług pojemności ilością skrzyń, których zawartość była od czasu do czasu sprawdzana na wagach; w niektórych przypadkach (badanie parowozów serii Ol12 w r. 1924—25) osobne kosze były zawczasu załadowane pewną ilością odważonego węgla, a nawet ważono cały tender z węglem przed próbą i po próbie oczywiście z uwzględnieniem w nim ilości wody. Przy opracowaniu badań z parowozami serii Os24 w r. 1926 — znaczną rozbieżność wyników wytłumaczyliśmy sobie właśnie niezupełnie pewną metodą pomiarów na pojemność. Od r. 1927 zastosowaliśmy ważenie na tendrze; to była najwłaściwsza metoda, nie używaliśmy jej przedtem, nie dowierając dokładności ważenia w ruchu; po pewnej próbie i należyтым przystosowaniu wag i odpowiedniej skrzyni, zadanie to zostało rozwiązane. Wyjątek stanowią przypadki, gdy przy próbie tendrzaków, gdzie nie ma miejsca na ustawienie wagi, trzeba węgiel wyważyć zawczasu i ładować na parowóz w workach; w ogóle zaś unikaliśmy zawsze odważania worków zawczasu, wymaga bowiem to dłuższego czasu i kontroli przy ważeniu; przy badaniu tendrzaków ważenie zawczasu odbywało się w czasie ruchu, lecz nie na tendrze,

a w osobnym wagonie z węglem; wymagało to niedogodnego przenoszenia na postojach worków z wagonu do parowozu.

#### 64. P r z e c h o w a n i e w ę g l a d o p a r o w o z ó w p r ó b n y c h.

Do ulepszeń w pomiarach węgla należy również odnieść zwyczaj, który został wprowadzony od r. 1928, przechowania węgla przeznaczonego do prób w wagonach krytych. Węgiel zamawiano jednorazowo w ilości na całą serię prób w ciągu której węgiel nie powinien był zmieniać swych własności; gdy chodziło o dokładniejsze pomiary połączone z odbieraniem próbek dla analizy węgla — po wzięciu próbki trzeba było mieć pewność, że węgiel nie uległ wpływom atmosferycznym i wynik analizy jest ważny dla całego okresu prób.

#### 65. P o m i a r y i l o ś c i w o d y.

Rozchód wody mierzono zwykle z różnicy poziomów wody przed i po próbnej jeździe w tendrze i w kotle, przy tym tendra nie kalibrowano, a tylko wymierzano i obliczano geometrycznie, a skalę pomiarową umieszczano w sposób uwzględniający pochylenia podłużne i poprzeczne kadzi wodnej. Na gorąco odbywało się tylko wzorcowanie kotła. Stosowano nadto poprawkę na pochylenie podłużne kotła na podstawie wskazań niwelatora ustawionego na pomoście parowozu.

Tu należy odeprzeć zarzut, który czasem nam robiono, że nie stosujemy liczników wody. Uważam, że mechanizację należy wprowadzać tam, gdzie jest ona rzeczywiście niezbędna — w tym przypadku robimy bezpośredni pomiar wody i mechanizacja nie jest konieczna, tym bardziej, że jedyny przypadek gdy mieliśmy licznik, wskazał nam, jak ten pomiar zależny jest od stanu licznika; nie ufam mu, chyba w przypadku bardzo skomplikowanego kształtu tendra, gdy obliczenie geometryczne może zawieść; taki przypadek mieliśmy na bułgarskim tendrzaku, wtedy użyto licznika, raczej do sprawdzenia naszego obliczenia geometrycznego; wyniki zgadzały się, w dalszym ciągu postępowaliśmy zatem swoim sposobem. Tylko wyjątkowo nie mając dokładnych rysunków robiliśmy bezpośrednie kalibrowanie przez wylewanie wody. Tu należy zaznaczyć, że obliczenie, gdy znany jest kształt kadzi wodnej,

i ważenie na wagę dają identyczne wyniki; to było stwierdzone wiele razy.

#### 66. Niektóre specjalne warunki dokładnego pomiaru węgla.

Uwagi powyższe dotyczą techniki omawianych pomiarów, ale oprócz techniki ma jeszcze znaczenie pewna metoda. Jak wiadomo ilość zarzuconego węgla nie zawsze równa się ilości węgla spalonego, a zatem stosunek ilości wody zużytej ( $D$ ) do ilości węgla spalonego ( $B$ ) nie jest dokładny, bo chociaż  $D$  jest dokładne, to w  $B$  jest pewna omyłka, którą trzeba oszacowywać na oko. Aby mierzyć  $D$  i  $B$ , które najbliższe sobie odpowiadają, opracowałem w swoim czasie metodę postępowania, szczegółowo opisaną w protokółach IV Zjazdu Techn. Inżynierów Wydz. Mechan. oraz w artykule w „Przeglądzie Górniczo-Hutniczym” (rok 1932 nr 7). Tutaj należy dodać, że w ostatnich latach udoskonaliłem tę metodę przez dodatkową obserwację ilości łopat zarzuconego węgla oraz czasu zarzucenia — takie obliczenie ułatwia: 1) regularne zasilenie i 2) określenie momentu, gdy należy zatrzymać zasilanie tak, aby móc stwierdzić, że ostatnia dawka została przepalona; oprócz tego obserwuje się czas pompowania wody inżektorem po zamknięciu przepustnicy, wówczas odpowiednią ilość wody potrąca się jako nie wydaną na pracę; pozwala ona obliczyć również ilość kg węgla ( $b$ ), którą trzeba potrącić z ilości zarzuconej  $B$ , aby mieć rzeczywisty rozchód ( $B-b$ ).

#### B a d a n i a c h e m i c z n e.

#### 67. C e l e b a d a ń c h e m i c z n y c h.

Uzupełnieniem pomiarów węgla, które łącznie z pomiarami wody i stosowaniem pewnych poprawek, dają pojęcie o odparowaniu  $D_e = f(B)$  i skutku użytecznym kotła  $\eta = f(B)$  są analizy gazów i węgla; pozwalają one na ustalenie bilansu strat cieplnych i w ogóle na oszacowanie sprawności spalania. Analizy chemiczne spalin, wskazujące wysokość nadmiaru powietrza, w niektórych przypadkach dają podstawę do rozwiązania zagadnień konstrukcyjnych z zakresu budowy dymnicy i paleniska. Już od początku interesowaliśmy się chemicznymi analizami. O ile to było proste w stosunku do



węgla, gdyż tu analizę węgla zasadniczo dokonywano w laboratorium i chodziło tylko o prawidłowy odbiór próbek, o tyle w stosunku do gazów — było bardziej skomplikowane i zmuszało nas do osobistych studiów tej kwestii zwłaszcza, iż literatura fachowa w tej dziedzinie jest uboga i nie zawsze miarodajna, jak przekonaliśmy się z własnego doświadczenia.

#### 68. O d b i o r y p r ó b e k w ę g l a.

Próbki węgla odbieraliśmy albo według zwykłego sposobu ogólnie przyjętego w laboratoriach (na przykład przy badaniu węgla eksportowych), albo biorąc jedną próbkę, bądź z każdego wagonu węgla znajdującego się w naszej dyspozycji, bądź jedną przeciętną próbkę z kilku wagonów, albo wreszcie (i to uważam za najwłaściwszą) jedną próbkę na każdą jazdę, pobierając ją na tendrze z węgla wziętego z każdej skrzynki. Wybór tego lub innego sposobu jest kwestią kosztów przeznaczonych na analizy. Ponadto uważałem, iż gdy chodziło o jedną przeciętną analizę, lepiej było ją określić jako przeciętną z analizy kilku próbek, aniżeli robić jedną analizę przeciętnej próbki, otrzymanej ze zmieszania próbek. Nasze analizy węgla, zgodnie z planem dalszego opracowania bilansów, podawały: C, H, O, N, S,  $H_2O$  i zawartość popiołu.

#### 69. Pierwsze analizy gazów spalinowych.

Pierwsze analizy mieliśmy robić już w r. 1923 na parowozach serii Tr 21. Najprostszy wzór instalacji do analizy gazów na parowozie podał Strahl w Glaser's Annalen r. 1904, II, str. 81—87. Coś w tym rodzaju stosował początkowo i prof. Łomonosow. Chodziło tu o pobranie próbki, którą analizowano potem w laboratorium. Aspirator do zaciągania gazów, zbudowany na wzór prof. Łomonosowa, zawiódł w zupełności, gdyż nie tyle wciągał gazy, ile gazy wciągały do dymnicy zawartość aspiratora. Wówczas zwróciliśmy uwagę na inny wzór tegoż prof. Łomonosowa z zaciąganiem gazów pompą na odległość z następnym tłoczeniem ich do analizatora. Wydawało się nam niepewne ciągnąć gazy na dużej odległości i dokonywać analizę w ruchu. Dlatego schemat ten zmodyfikowaliśmy przenosząc całą instalację na platformę parowozu; wówczas połączenie z dymnicą było najkrótsze, więc nie obawialiśmy się opóźnienia próbki, analiza

bowiem miała odpowiadać chwilowym warunkom; przeciętna tych chwilowych analiz miała scharakteryzować warunki spalania w ciągu godzinnej jazdy. W ten sposób naśladowaliśmy jednocześnie i metodę Ł o m o n o s o w a i S t r a h l a, którzy analizowali gazy w biegu pociągu aparatem O r s a t a co 6—7 minut na podawany sygnał.

#### *70. Pierwsza zmiana tej metody analizy.*

Profesor chemii technicznej na Uniwersytecie Wileńskim p. K r a s z e w s k i, którego radziliśmy się w tych sprawach, stanowczo zakwestionował wartość analizy gazów wykonywanej co 6—7 minut w ruchu, uważał bowiem, że przebieg analizy w aparacie Orsata wymaga dla swej dokładności czasu od 20 do 25 minut, zatem ograniczyliśmy się do zbierania w drodze tylko próbek; analizy ich wykonywano później na postojach, czasem nawet nazajutrz. Operator, który zbierał próbki na platformie parowozu został umieszczony obok operatora indykatorowego we wspólnej osłonie, a gdy wkrótce indykatory zostały uruchomione z budki maszynisty, charakterystyczna ta osłona jeszcze jakiś czas pozostawała z jednej strony parowozu, ale już wyłącznie jako osłona dla operatora chemicznego. Tak było do r. 1925 włącznie gdy ujawniła się niepraktyczność opisanej metody. Wymagała ona pobierania wielkiej ilości próbek, analizowania tych próbek na postojach, po skończonej jeździe zabierała dużo czasu i nie mogła być wykonana tegoż samego dnia, stwarzały się zaległości w tej robocie, a również i niepewność wyniku, gdyż sposób przechowania próbek gazów w butlach nie gwarantował niezmienności próbki przy dłuższym przechowaniu; nie mogliśmy również dysponować należyłą ilością butli. Te trudności, których nie udawało się na razie pokonać, wywołały to, że analiza chemiczna gazów nie zawsze była stosowana.

#### *71. Dalsze ulepszenie metody pobierania gazów.*

Dopiero w r. 1928, przy badaniu węgla eksportowego z udziałem prof. Politechniki Lwowskiej K l i n g a, które wymagało dokładności pomiarów i analizy, jeszcze raz zmieniliśmy naszą metodę; mianowicie, ze względu na stałość warunków przy naszej metodzie jazdy zrezygnowaliśmy z prób chwilowych, zastąpiono je zbieraniem ciągłym jednej próbki za całą jazdę

do zbiornika w kształcie gumowego worka około 1 m<sup>3</sup> pojemności z wykonywaniem natychmiast analizy w czasie najbliższego postoju między jedną a drugą jazdą, który trwał około 20 minut i wystarczał dla dokonania analizy.

Przy takich warunkach opóźnienie prób nie grało roli, zatem długość przewodu gazowego nie miała znaczenia, cała instalacja mogła być umieszczona w wagonie chemicznym, który ustawiono tuż za tendrem, przed wagonem dynamometrycznym. W następstwie instalacja ta została przeniesiona do wagonu dynamometrycznego nr 54. W okresie prób węgla eksportowych, przygodni chemicy Referatu Doświadczalnego zdali egzamin ze swego fachu i odtąd mieliśmy zaufanie do siebie samych — a stało się to tak, ponieważ przy tych próbach nie gwarantowaliśmy dokładności naszych wyników i Instytut Chemiczny (w osobie prof. Klinga) zorganizował wykonanie analiz własnymi siłami — wykonywał je specjalista dr Bodmer (z Politechniki w Zurychu), nasz udział zaś wyraził się tylko w równoległej pracy, która jednak dała sposobność stwierdzić, że wyniki otrzymane dwoma przyrządami Orsata w ręku dwóch operatorów, z których jeden był specjalistą, a drugi praktykiem-samoukiem, były identyczne. Opisana metoda dała nam zadowolenie, odtąd stosowaliśmy ją jako normalną metodę, która jednak w szczegółach swoich podlegała ewolucji w dalszym ciągu.

## 72. *A n a l i z a   g a z ó w   „e l e k t r y c z n a”.*

Największa ewolucja datuje się od r. 1930, gdy został uruchomiony nowy wagon dynamometryczny nr 27, wyposażony w elektryczne analizatory Siemens. Opis tych przyrządów podałem wraz z ogólnym opisem tego wagonu w „Inżynierze Kolejowym” (nr 9—10, rok 1928). Tu należy zaznaczyć, że instalacja ta pozwalała na analizę ciągłą z automatyczną rejestracją wyników otrzymanych chwilowo, mogliśmy więc mieć nie tylko przeciętną analizę, ale i chwilowe analizy w postaci wykresu na taśmie, który umożliwiał studiowanie wpływów takich okoliczności, jak chwilowe otwarcie drzwiczek paleniska, zarzucanie węgla itp. Równoległe z analizą elektryczną można było również zaciągać gazy i do zbiornika zwykłego dla późniejszej analizy przyrządem Orsata; zalecało się ją dla sprawdzenia działania przyrządu elektrycznego na podstawie zestawienia przeciętnych linii automatycznej

analizy wykresowej z analizą bezpośrednią. Takie zestawienia niestety wykazywały pewną rozbieżność, której nigdy nie dało się uniknąć, przeto użycie przyrządu Orsata utrzymano po dawnemu; wykres chemiczny, aczkolwiek ciekawy, pierwszorzędного znaczenia nie otrzymał, zatem prawdziwym poważnym udoskonaleniem było tylko zastąpienie ręcznej pompy przez pompę od motoru, która oczywiście oprócz mechanizacji sprzyjała bardziej równomiernemu zasysaniu gazów z dymnicy.

### 73. *Zasady określania bilansu strat cieplnych. Metoda Fry'a.*

Co się tyczy wykorzystania danych analizy chemicznej, podlegały one opracowaniu, które z jednej strony określało nadmiar powietrza, jako charakterystykę spalania, a z drugiej bilans strat ciepłych.

Pierwsze określaliśmy podług znanego wzoru

$$m = \frac{1}{1 - \frac{79}{21} \left( O - \frac{CO}{2} \right)},$$

nie nastroczało to nigdy żadnych wątpliwości. Drugie wymagało równolegle z pomiarem przyjęcia pewnych hipotez. Jak wiadomo bezsprzeczne ustalenie bilansu, o którym mówimy, opiera się na znajomości pomiaru i analizy wszystkich odpadków spalania, tj. potrzebuje zebrania i zmierzenia wartości cieplnej niespalonego materiału, zawartego w iskrach, sadzy, popielnikowych odpadkach itd.; zebranie ich jest możliwe tylko w instalacjach stałych, bądź w specjalnych laboratoriach parowozowych typu amerykańskiego. W ruchu na szlakach jest to niemożliwe, a zatem brak tego pomiaru należało czymś zastąpić. Zastępowaliśmy brak ten hipotezą, dotyczącą ilości strat przez promieniowanie. Skoro przyjęty został jakiś procent tych strat, to resztę, nie wyłączając strat wywołanych przez nieuchwytne iskry i w ogóle strat  $X$  na skutek niespalonego węgla (część największa przypada właśnie na iskry) daje się określić ściśle. Oczywiście metoda ta jest o tyle ścisłą, o ile słuszna jest hipoteza. Najprostszym przypuszczeniem było przyjęcie podług Fry'a, że straty na promieniowanie  $\eta' = 0,05 \eta$ , gdzie  $\eta$  — jest to skutek użyteczny kotła określany na podstawie doświadczeń. Tym

właśnie posługiwaliśmy się, bo innych hipotez nie dało się zbadać, np. przypuszczenie, że  $\eta' = \frac{K_v F (t_k^4 - t_o^4)}{B K}$  gdzie

- $F$  — powierzchnią kotła w  $m^2$   
 $t_k$  i  $t_o$  — temperatury kotła i powietrza w  $^{\circ}C$   
 $B$  — godzinowe spalanie węgla w  $kg$   
 $K_v$  — współczynnik promieniowania  
 $K$  — wartość cieplna węgla w kaloriach.

Przy tej hipotezie  $K_v$  — określało się z osobnego doświadczenia, jako funkcję szybkości; w roku 1928 próbę określania  $K_v$  wykonaliśmy, ale opracowanie jej nie dało pewnych wyników (jazdy Brześć—Łuniniec). Zatem jako normalny sposób przyjęliśmy metodę Fry'a. Szczegółowy opis metody patrz Protokół IV Zjazdu Techn. Inż. Wyd. Mechan.

#### 74. Wątpliwości, które nasuwa metoda Fry'a, ich możliwe przyczyny.

Jednak metoda Fry'a w pewnych przypadkach zawodziła. Po raz pierwszy w r. 1930 przy specjalnym kotłowym badaniu parowozu serii Ty 23 (nr 375, 342) zauważyliśmy, że straty przy spalaniu  $(1 - \eta) +$  skutek użyteczny kotła  $\eta$  były w sumie wyższe niż jedność, zatem była gdzieś omyłka. Poszukiwanie tej omyłki przede wszystkim nasunęło myśl, czy nie powstaje ona wskutek nieuwzględnienia wodoru  $H$  w gazach spaliniowych, którego obecności można było spodziewać się w gazach dymniczych. Wskazywały na to badania p. Dubosta<sup>1)</sup> jeszcze z czasów dawniejszych, więc chyba lekceważenie wodoru nie było uzasadnione. Dla zbadania tej sprawy zwykły nasz przyrząd Orsata został uzupełniony znanymi urządzeniami dla określenia  $H$  (dodatkowa pipeta do spalania, motor do zapalania i bomba z tlenem). Próby analizy gazów dymniczych jednak ani razu nie wykazały obecności wodoru. Nie mogło to być odniesione na karb niedokładności pomiarów, bowiem ten sam przyrząd przy wtłoczeniu do niego gazu świetlnego ze zbiorników wagonowych, rozcieńczonego dziesięciokrotnie powietrzem wskazywał obecność wodoru; zatem należy stwierdzić, że w gazach spalinowych parowozu wodoru nie mamy.

# 75. Nowa metoda określania bilansów cieplnych.

Dalsze studia nad tą kwestią wykazały, że uniknięcie omyłek, o których tu mowa, wymaga przede wszystkim bardzo dokładnych pomiarów w ogóle, w szczególności zaś dokładnego wykonania analizy gazów spalinowych, a zatem powyższe omyłki były spowodowane raczej przyczynami przypadkowymi, niż błędami założenia, aczkolwiek nie można przyznać, że oszacowanie promieniowania, jako proporcjonalnego do wartości  $\eta$  byłoby słuszne, straty te bowiem maleją w miarę spadku  $\eta$ . Okoliczność ta w związku z poprzednim ustaleniem wystarczalności samego tylko przyrządu Orsata do analizy spalin podała myśl p. Błóńskiemu, wieloletniemu chemikowi Referatu Doświadczalnego, opracowania ogólnych równań i zasad chemicznych takich wzorów, które pozwoliłyby na określenie powyższego  $X$  (straty na skutek niespalonego węgla) bezpośrednio, na podstawie tylko danych analizy węgla i spalin, nie udając się do hipotez co do promieniowania, które należało jak dawniej określać jako resztę strat do  $(1-\eta)$ .

Aczkolwiek prace te na razie nie przyniosły korzyści, należy jednak zaznaczyć, że wysunięte zagadnienie stało się nader aktualnym w r. 1935, gdy zabieraliśmy się do badania węgla, na zamówienie i koszt Związku Kopalń Małopolskich, i wzbudziło zainteresowanie ze strony prof. Akademii Górniczej Dawidowskiego i jego asystenta dr Czyżewskiego, którzy występując z ramienia kopalni, jako jej doradcy, wzięli udział w tych badaniach. Wspólna na tym polu praca nasza przywiodła do nowej metody doświadczalnego ustalania bilansu strat cieplnych, całkowicie odpowiadającej postawionemu przez nas zadaniu. Mianowicie straty  $X$  z powodu niespalonego węgla, a więc i cały bilans, dało się określić na podstawie doświadczalnego pomiaru wilgotności spalin za pomocą psychrometru wprowadzonego do przewodu, przez który próbka gazów spalinowych zaciągana jest do analizatora.

Obserwacja wskazań dwóch termometrów psychrometru przy pomocy tablic specjalnych, jak wiadomo wystarcza do określenia wilgotności gazów, przepływających przez naczynie psychrometru. Wówczas poszukiwany

$$X = \frac{C}{100} - \frac{(9H + W)(CO_2 + CO)}{1,867 \gamma}$$

gdzie:  $C, H, W$ . — przeciętna zawartość odpowiednich składników węgla i wodoru oraz wody  $W$  na podstawie analizy używanego węgla,

$CO_2, CO$  — procentowa zawartość gazów z analizy spalin,

$\gamma$  — ilość wody w spalinach podawana psychrometrem, a wyrażona w  $gr/m^3$ .

Jak wskazała dotychczasowa praktyka, jeszcze bardzo krótka, sposób ten wymaga wielkiej uwagi i należytego filtrowania gazów, sadza bowiem opadająca na termometrach psychrometru spacza ich wskazania; potrzebne jest również usunięcie wszelkich nieszczelności parowych przewodów, znajdujących się w dymnicy, gdyż powoduje to zwiększenie wilgotności gazów ponad stan normalny. Są to okoliczności, które w miarę praktyki da się oczywiście opanować, wówczas sposób ten zastąpi z powodzeniem sposób Fry'a, bowiem nie tylko nie wymaga stawiania żadnych hipotez, co do strat na promienowanie, ale daje możliwość studiowania praw, którym ono podlega, gdyż odnośny współczynnik strat  $\eta'$  określa się jako resztę strat do  $(1-\eta)$ .

Szczegóły dotyczące psychrometrycznej metody podane są w sprawozdaniu o badaniu węgla krakowskich <sup>1)</sup>.

## P i r o m e t r i a.

### 76. *Temperatury podlegające pomiarowi. Zwykle pirometry parowozowe i ich wady.*

Pod pirometrią rozumiem w ogóle pomiary temperatury. Najważniejszą temperaturą, której znajomość jest konieczna jest  $T_s$  — w skrzynce suwakowej i  $T_d$  — w dymnicy, jako niezbędne uzupełnienie analiz gazowych; rzadziej spotyka się potrzebę określenia temperatur przy wejściu pary do podgrzewacza ( $T_b$ ) i wyjściu z niego wody podgrzanej ( $\tau$ ). Jeszcze rzadziej wypadło nam mierzyć temperaturę w palenisku ( $T_o$ ). Wreszcie temperaturę  $t$  wody i powietrza. Pomiar temperatury  $T_s$  jest niezbędny; dla jej mierzenia są zwykle stosowane

stałe pirometry na parowozie, na równi z manometrami i innymi tego rodzaju przyrządami. Dlatego też wpięrow zapoznaliśmy się ze stałymi pirometrami, ale przyznać należy, że jest to sposób całkiem niepewny, dlatego też słusznie postępują dyrekcje, które nie stawiają pirometrów na parowozach. Wskazania pirometra zależą od temperatury jego otoczenia, dlatego też na pirometrach bywa zwykle podana temperatura, przy której je kalibrowano; przy każdej innej temperaturze otoczenia należy wyregulować piometr. Niestety jednak temperatura jest bardzo zmienna, zależy ona od ustawienia w budce maszynisty zegara pirometrycznego; podmuchy wiatru lub pary w budce wpływają na temperaturę. To zmusiło nas pierwotnie do mierzenia temperatury  $T_s$  piometrem z jednoczesnym uwzględnieniem wskazówek drugiego termometra umieszczonego dodatkowo przy samym zegarze. Ten sposób stosowaliśmy do r. 1926, kiedy również stwierdziliśmy, że zwykłe pirometry parowozowe są bardzo nietrwałe i psują się prędko; na 3 parowozach serii Os 24 w ciągu sezonu naszych prac w r. 1926 zmieniliśmy 12 pirometrów. Pirometry mają jeszcze tę wadę, że nie są samozapisujące; przebieg wzrostu temperatury na początku ruchu parowozu nie może być zbadany łatwo bez automatycznego zapisu.

#### 77. *P i r o m e t r y   r t ě c i o w e   s a m o - z a p i s u j ą c e   o r a z   e l e k t r y c z n e .*

Zaczęliśmy poszukiwać lepszych pirometrów i od r. 1927 przeszliśmy do użycia zapisujących rtęciowych pirometrów kompensacyjnych Schäffer-Budenberga. Zamówione przez nas w tej firmie przyrządy różniły się od rynkowych seryjnych tylko aparatem zegarowym, który u nas miał obrót znacznie przyspieszony. Przyrządy te na ogół zadowolili nas, jeszcze lepszą okazała się odmiana tych pirometrów nabytych później, gdy pierwsze zużyły się; te ostatnie różniły się od pierwszych dogodniejszym wykresem na podłużnych taśmach. Użycie tych przyrządów zachowało się do dziś dnia, jako normalne. Stosujemy je do określenia temperatur  $T_s$  i  $T_d$  nawet wówczas, gdy przy użyciu wagonu nr 27 mamy możliwość używania również elektrycznych pirometrów z zapisem w wagonie, robi się to dla kontroli, gdyż rtęciowy piometr jest jednak pewniejszy niż elektryczny.



W okresie, gdy nie posiadaliśmy jeszcze pirometrów Budenberga, do mierzenia temperatury  $T_s$  używaliśmy pirometru grafitowego i zwykłego rtęciowego w specjalnym wykonaniu z długim końcem; wszystko to nie są modele praktyczne.

Zwykłe szklane termometry również znajdują częste zastosowanie, jeżeli tylko nie wymagają skomplikowanych sposobów ich ustawienia.

Temperatura w palenisku, jak dotąd obserwowana była wyjątkowo przy próbach węglowych w celu otrzymania pewnej charakterystyki paliwa, używano przy tym wyłącznie tylko optycznego pirometra Wanera. Od czasu posiadania dynamometrycznego wagonu nr 27 — w liczbie jego przyrządów otrzymaliśmy pirometry elektryczne do pomiarów temperatury paleniskowej; są to termometry irydowo-platynowe bardzo drogie, ponadto przystosowanie ich w parowozie wymaga niepożądanego wiercenia otworów w palenisku, zatem nie używamy ich często.

## C a l o r i m e t r i a.

### 78. P o m i a r y w i l g o t n o ś c i p a r y.

Dokładność badań wymaga w pewnych przypadkach znajomości wilgotności pary — zwykle w kotle, czasem w parze odlotowej lub w przelotni maszyn sprzężonych. Do najbardziej znanych a stosowanych na parowozie przyrządów do mierzenia tej wilgotności należą: calorimetry Carpentera i Rateau. Próbowaliśmy i jedno i drugie, ale bez powodzenia; jak dotąd wypadło zrezygnować z tych pomiarów, dlatego też przy obliczeniach przyjmujemy, że para jest sucha, zachodzi tu pewna omyłka, ale że tkwi ona we wszystkich naszych obliczeniach, nie tracą one na wartości porównawczej.

## V a c u u m e t r i a.

### 79. P o m i a r y p r ó ż n i.

Mierzenie próżni daje wskazówki co do wysokości oporów na drodze spalin, a przez to daje również pojęcie o ilości gazów przeciąganych przez kocioł.

Z reguły mierzymy próżnię sposobem najprostszym, przy pomocy szklanych rurek w kształcie litery U, wypełnionych wodą (lub rtęcią) i połączonych elastycznymi rurkami z miejscem, w którym mierzy się próżnię. W ruchu poziom płynu w rurkach ciągle gra i przez to utrudnione jest odczytywanie go, dlatego też zamierzaliśmy zastąpić te przyrządy membranami zapisującymi. Nawet mamy do tego specjalny tzw. trójmanometr Richarda, ale jak dotąd nie dało się go zastosować.

Na przeszkodzie stoją widocznie jakieś opory w długich rurach łączących dymnicę z przyrządem umieszczonym w wagonie. Także nie udało się dotąd zmechanizować przenoszenia ciśnienia pary w kotle do wagonu z ciągłym wykreślaniem krzywej i przeciwcisnienia w dyszy, co przewidywał ten sam trójmanometr, dlatego te pomiary przeprowadzamy przy pomocy zwykłych manometrów parowozowych, bądź prostym barometrem rtęciowym, ustawionym w budzie maszynisty. Ze względu na ciągły ruch rtęci w barometrze, nie jest to łatwa obserwacja, ale przy pewnej wprawie jest jednak ona dokładniejsza od obserwacji próżni przenoszonej do wagonu rurkami. Pod tym względem jest lepszy system przenoszenia pomiaru ciśnienia pary w kotle ( $P_k$ ) i ciśnienia pary w dyszy wylotowej ( $P_b$ ) jednym z przyrządów Siemens'a ustawionych w wagonie nr 27.

## A p a r a t y w a g o n u d y n a m o m e t r y c z n e g o .

### 80. O g ó l n e r ó w n a n i e r u c h u p o c i ą g u , j a k o p o d s t a w a o b s e r w a c y j .

Wyżej już podałem ogólne urządzenie oraz ważniejsze zmiany wagonów dynamometrycznych; tu przytoczę tylko niektóre uwagi dla zobrazowania postępu w metodach doświadczeń, który został umożliwiony dzięki aparaturze nowego wagonu.

Przedewszystkim należy zaznaczyć postęp w zakresie sposobów określania sił pociągowych i oporów. Dla zrozumienia tego przypomnę tu równanie zasadnicze, dotyczące sił działających w ruchu pociągu, a oznaczające, że suma sił pociągowych mniej wszystkie opory przyspiesza masę całego pociągu:

$$\Sigma [F_i - W_i - W_Q - i\Sigma(Q + L)] = (1 + \gamma) \Sigma \mu \frac{dv}{dt} =$$

$$(1 + \gamma) \Sigma (Q + L) \frac{1000\alpha}{g} \cdot \frac{dv}{dt} = p\Sigma(Q + L).$$

Tu oznaczają:

- $\Sigma$  — znak sumy  
 $F_i$  — siłę indykowaną  
 $W_i$  — opór parowozu  
 $W_Q$  — opór wagonów  
 $L$  — waga parowozu w tonach  
 $Q$  — waga wagonów w tonach  
 $i$  — profil w ‰  
 $\mu$  — masa pociągu  
 $1+\gamma$  — współczynnik mas obrotowych, określony bądź ze specjalnych doświadczeń bądź z wyliczenia  
 $g$  — przyspieszenie ziemi = 9,81 m/sek<sup>2</sup>  
 $\frac{dv}{dt}$  — przyspieszenie pociągu w km/sek<sup>2</sup>  
 $a$  — współczynnik zależny od miar, którymi się posługujemy; przy oznaczeniu jak zwykle odległości w m, a szybkości w km/godz

$$a = \frac{1}{3,6^2} = \frac{1}{12,96}$$

$p$  — skrót funkcji proporcjonalnej  $\frac{dv}{dt}$

W zastosowaniu do zwyczajnego pociągu o trakcji pojedynczej równanie powyższe nabiera wyglądu:

$$F_i - (W_i + iL) - (W_Q + iQ) = p(Q + L) \dots \dots \dots (1)$$

dla części zaś pociągu za parowozem, dla której pociągową siłą jest  $F_d$  — siła na haku tendra, mierzona w wagonie dynamometrycznym, połączonym z tendrem bezpośrednio, równanie to przybiera postać:

$$F_d - (W_Q + iQ) = pQ \dots \dots \dots (2)'$$

$$\text{stąd } W_Q = F_d - (i + p)Q \dots \dots \dots (2)$$

a z różnicy (1) i (2)' otrzymujemy:

$$F_i - F_d - (W_i + iL) = pL \dots \dots \dots (3)'$$

$$\text{czyli } W_i = (F_i - F_d) - (i + p)L \dots \dots \dots (3).$$

# 81. S p r a w d z e n i e p r o f i l u i p o m i a r y p r z y s p i e s z e ń.

Dla określenia  $W_Q$  i  $W_i$  oprócz posiadania dynamometra i indykatora, znajomości wagi pociągu  $Q$  i ciężaru parowozu  $L$  oraz profilu  $i$  ‰ w miejscach obserwacji, należy określić

wielkość  $p$ , która jest proporcjonalna do przyspieszenia  $\frac{dv}{dt}$ .

W starym wagonie oprócz dynamometru mamy tylko jeszcze tachometr, który kreśli krzywą  $V = f(s)$  i licznik czasu. Na podstawie tych danych, aczkolwiek w ogóle możliwe jest określenie  $\left(\frac{dv}{dt}\right)$ , to jednak stanowi to żmudną pracę i daje wynik niedostatecznie dokładny; prócz tego próby w celu określenia oporów muszą być prowadzone na szlakach, co do których należy mieć pewność, że rzeczywisty profil zgadza się z ich profilem rysunkowym, a to może wymagać uprzedniego, specjalnego sprawdzenia szlaku przez niwelację.

Dla uniknięcia tych niedogodności należało by omawiane tu pomiary wykonywać w ruchu jednostajnym, gdy  $p = 0$  na szlakach poziomych, tj. przy  $i = 0$ , wtedy możliwe pomyłki byłyby najmniejsze. Jednak dokładne twierdzenie, że  $p = 0$  nie jest łatwiejsze niż bezpośrednie określenie wartości  $p$  i sprowadza się również do uciążliwych kalkulacji; z tych to powodów ze starym wagonem nie podejmowaliśmy planowo robót dla określenia wartości oporu  $W_0$  i  $W_1$ , ograniczając się, w razie potrzeby, określenia tych oporów do badań metodą staczania. Z reguły odbywa się staczanie zawsze w tym samym miejscu, na spadku bez łuków, możliwie na większej pochyłości, długości stosunkowo niedużej, na której wykonanie niwelacji nie przedstawia trudności. W tych warunkach można polegać na dokładnej znajomości profilu i ‰, określenie zaś wartości  $p$  ułatwia się dzięki temu, że nie potrzebujemy wybierać mnóstwa danych z taśmy dynamometrycznej, operujemy bowiem na krótkiej przestrzeni, na której szybkość stale się zmienia tylko w jednym kierunku; nadto mając możność ustawienia stałych reperów (sygnałów) na odcinku, podług z góry ułożonego planu, można określić przyspieszenie prawie bezpośrednio bez uciążliwych kalkulacji i nie używając żadnych innych przyrządów oprócz zwykłych stoperów.

Sposób staczania w stosunku do parowozu jednak nie daje możliwości określenia tego normalnego oporu  $W_1$ , jakim jest opór pod parą (możliwy do określenia tylko przy jednoczesnym indykowaniu) a tylko oporu parowozu przy zamkniętej przepustnicy  $W_1$ , prawda znajomość oporu  $W_1$  jest potrzebna, gdyż wchodzi do obliczeń trakcyjnych w okresach zamknięcia przepustnicy i hamowania.

Nowy wagon dynamometryczny ma prócz dynamometru określającego siłę  $F_d$  na haku — jeszcze wahadło bezwładności, wskazujące w każdej chwili bezpośrednio automatycznie wartość  $(p+i)$  bez żadnych obliczeń przyspieszenia, bądź sprawdzania profilu. Z natury rzeczy skala wykresu sił  $(p+i)$  wypada bardzo mała — utrudnia to odczytanie wartości, ale nie ma to praktycznego znaczenia, gdyż wahadło połączone jest z tzw. ergometrem, tj. integratorem, który całkuje wykres  $(p+i)$  w postaci innego wykresu, którego rzędne dają zależność:

$$E = \int_0^s (p+i) ds = f(s)$$

stąd dla danego odcinka o długości  $s$  mamy bezpośrednio przeciętne  $(p+i) = \frac{E}{s}$ , które jest ważne w granicach szybkości od  $V_1$  do  $V_2$ , przy przeciętnej sile pociągowej na haku tendra  $F_d$ ; wysokość siły  $F_d$  podaje inny intergrator całkujący pracę siły pociągowej  $T = \int_0^s F_d ds = f'(S)$ , skąd otrzymujemy poszukiwane  $F_d = \frac{T}{S}$ . Obliczenia te, teoretycznie mówiąc, mogą być robione prawie na poczekaniu i dają możliwość łatwego określenia wartości  $W_Q$  i  $W_I$  podług wzorów (2) i (3).

### 83. *P o m i a r   o p o r u   p a r o w o z u p r z y   z a m k n i ę t e j   p r z e p u s t n i c y n a   p o d s t a w i e   w s k a z a ń   d y n a m o m e t r u .*

Ponieważ dynamometr Amslera jest podwójny i skonstruowany w ten sposób, że oprócz siły pociągowej może wskazywać również nacisk na zderzaki (to jest niby siłę ujemną —  $F_d$ ), daje to możliwość określenia oporu  $W_I'$ , przy zamkniętej przepustnicy. Wiadomo, że jeśli w pewnych warunkach po zamknięciu pary (to znaczy przy oporze  $W_I'$ ) powstaje parcie na zderzaki (to jest  $F_d = -F_d'$ ), wówczas z równania (3)' przy  $F_i = 0$  mamy:

$$0 - (-F_d') - (W_I' + iL) = pL$$

**236** skąd  $W_I' = F_d' - (p+i) L \dots\dots\dots (4)$

Już mówiłem, że indykowanie przedstawia dość skomplikowaną sprawę. W pewnych przypadkach wskazania dynamometru pozwalają na rozwiązanie niektórych zagadnień bez indykowania.

Na przykład: w trakcyjnych obliczeniach, przy wykorzystaniu dokładnych charakterystyk zwykle operujemy wykresem sił:

$$i = f(v) = \frac{F_i - W_i - W_0}{Q + L}$$

Zastępując  $(F_i - W_i)$  przez  $F_0$  można pozbyć się konieczności indykowania i dokładnej znajomości oporu parowozu, gdyż siła  $F_0$  może być wyrażona jako funkcja siły na haku tendra  $F_d$ .

Mianowicie, ponieważ siła na haku jest

$$F_d = F_i - W_i - (i + p) L = F_0 - (i + p) L$$

zatem

$$F_0 = F_d + (i + p) L$$

$$\text{a więc } i = f(v) = \frac{F_d + (i + p) L - W_0}{Q + L} = \frac{F_0 - W_0}{Q + L}$$

Wobec tego co powiedziałem o sposobach określenia  $(i + p)$  oczywistym jest, że wykorzystanie do obliczeń trakcyjnych zamiast  $F_i$  siły  $F_0$  jest możliwe tylko z badań nowym wagonem. Stwarza więc to możliwość wykonywania takich obliczeń we wszystkich przypadkach, gdy zależy na pośpiechu, a samo przez się indykowanie nie jest ciekawe, na przykład w starych parowozach; w tym przypadku zaniechając indykowania znacznie przyspieszymy i ułatwimy zadanie.

#### 85. P o m i a r y e r g o m e t r y c z n e.

Obserwacje ergometryczne czasem mogą również w pewnym przybliżeniu zastąpić określenia z indykatora. Z podanego ogólnego równania (1) wynika, że  $F_i = W_i + W_0 + (i + p)(Q + L)$ . Przypuśćmy, że w pewnym momencie przepustnicę zamykamy, wtedy siła indykowana  $F_i = 0$  a opór parowozu przy otwartej przepustnicy  $W_i$  staje się oporem parowozu przy zamkniętej przepustnicy  $W'_i$ ; powyższe równanie przyjmuje wtedy kształt:

$$0 = W'_i + W_0 + (i' + p')(Q + L).$$

Odejmując to równanie od poprzedniego otrzymujemy:

$$F_i = (W_i - W'_i) + [(i + p) - (i' + p')] (Q + L),$$

$W_i - W'_i$  jest  $> 0$  przy małych szybkościach

$W_i - W'_i$  jest  $< 0$  przy dużych szybkościach

i blisko 0 przy średnich. Znając  $W_i + W'_i$  oraz obliczając z taśmy dynamometrycznej wartości  $(i + p)$  oraz  $(i' + p')$  można w pewnych granicach określić w przybliżeniu wartości siły indykowanej parowozu ( $F_i$ ).

#### 86. *Pomiary dynamometryczne przy podwójnej trakcji, gdy parowóz pomocniczy znajduje się z przodu.*

Pozostaje sprawdzić, czy nie zachodzą jakie różnice w tych metodach przy jeździe w podwójnej trakcji, jak my to robimy na swych badaniach.

Pomocniczy parowóz posiadający opór  $(W_i)'$  pracuje na czele ze zmienną siłą  $F'_i$ ; pomiędzy parowozem znajduje się część wagonów o ciężarze  $Q'$ , zaś pozostała część wagonów o ciężarze  $Q$  znajduje się za drugim parowozem, wagon dynamometryczny umieszczony jest za drugim parowozem o oporze  $W_i$ .

Wówczas ogólne równanie daje dla całości:

$$F_i + F'_i = (W_i)' + (W_i - \Omega) + W_Q + W_{Q'} + (i + p) \cdot (L + L' + Q + Q) \quad ^1)$$

$$\text{i} \quad F_d = W_Q + Q(p + i) \text{ skąd } W_Q = F_d - Q(p + i)$$

co się niczym nie różni od wzoru (2) przy pojedynczej trakcji.

Badanie oporów i w tym przypadku pozostaje bez zmiany.

Z drugiej strony to samo

$$F_d = F'_i + F_i - (W_i)' - (W_i - \Omega) - W_{Q'} - (i + p) \cdot (L' + Q' + L)$$

$$\text{i} \quad (W_i - \Omega) = (F_i - F_d) + F'_i - W'_i - W_{Q'} - (i + p) \cdot (L' + Q' + L);$$

wzór ten różni się znacznie od wzoru (3) i zależy od szeregu nieznanych okoliczności, zatem  $W_i$  — nie może być wcale określone.

<sup>1)</sup> Tu  $\Omega$  jest to opór powietrza, które na drugi osłonięty taborem parowóz nie wpływa.

87. *Pomiary dynamometryczne przy podwójnej trakcji, gdy parowóz pomocniczy znajduje się z tyłu.*

Przy postawieniu badanego parowozu na czele, zasadnicze równanie nie zmienia się, natomiast

$$F_d = F_i - W_i - (i + p) L, \text{ stąd } W_i = (F_i - F_d) - (i + p) L;$$

$$\text{ i } F_i - W_i = F_d + (i + p) L = F_o$$

zupełnie tak samo jak wyżej.

Ale z drugiej strony:

$$F_d = W_Q' + (W_i)' - \Omega + W_Q + (i + p) (Q' + L' + Q)$$

skąd:

$$(W_Q' + W_Q) = F_d - (W_i)' - \Omega - (i + p) (Q' + L' + Q)$$

Wzór nieco inny od (2), ale przy zachowaniu pewnych warunków niewykluczone jest określenie  $W_Q$ .

Niech część pociągu  $Q'$  składa się tylko z wagonu dynamometrycznego o wadze  $q$ , a obserwacje będą czynione tylko, gdy pomocniczy parowóz nie ciągnie: wtedy jego opór jest  $(W_i)$ .

Więc:

$$W_Q = F_d - (W_q' + W_i' - \Omega) - (i + p) (q + L' + Q)$$

Nieznane  $[W_q' + (W_i)' - \Omega]$  może być określona ze specjalnych staczeń wagonu dynamometrycznego z dodaniem parowozu pomocniczego z tyłu, osłoniętego. Przy tych staczaniach co prawda ujawni się czołowy opór  $\Omega'$ , na wagonie dynamometrycznym, ale odpowiednia wartość jego może być potrącona z obserwacji wiatromierzy, w które zaopatrzony jest wagon, a które oczywiście wypadnie uruchomić przy tych próbach, tak jak przy każdych innych, gdy wagony staczają się bez przykrycia parowozem.

Z tych ostatnich uwag wynika, że przy podwójnej trakcji, ustawienie badanego parowozu na czele, jak właśnie robimy, jest najwłaściwsze pod każdym względem.

88. *Wyjątek, gdy badany parowóz może być w tyle.*

Jedyny wyjątek może tu stanowić przypadek, gdy badamy pospieszne parowozy przy bardzo dużej szybkości, przy której wartość  $F_i$  jest mniejsza niż opór samego parowozu; wtedy pomocniczy parowóz znajdując się w tyle, stale wypycha



przed siebie pierwszy parowóz z dynamometrycznym wagonem, co z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu nie jest wskazane. W tym przypadku lepiej badany parowóz postawić w tyle, aby był ciągniony, dla określenia zaś jego oporu  $W_1$  należy dokonać prób w ruchu o trakcji pojedynczej. Przy badaniach z parowozami kompresorami ustawionymi poza dynamometrem nic się nie zmienia w układzie sił — dodaje się tylko w odpowiednich chwilach, dodatkowe opory znane, wtedy nie przeszkadza to określeniu  $W_0$ , jeśli zaś dodatkowe opory nie są dokładnie znane — badania oporu  $W_0$  lepiej wykonać przy innej sposobności lub w trakcji pojedynczej.

#### 89. *Trudności dynamometrycznych pomiarów i usterki wiatromierzy.*

Tak się przedstawia teoretyczny schemat sprawy. Nie należy jednak myśleć, że praktyczne wykonanie tych schematów nie nastęrcza trudności. Oceniając wyższość metod, które są możliwe do zastosowania przy nowym wagonie dynamometrycznym z początku byliśmy skłonni myśleć, że dla otrzymania całkowitych wykresów siły  $F_0$  i oporów  $W_0$  — wystarcza przejechać parę razy na pewnym odcinku zwyczajnym pociągkiem eksploatacyjnym, najwyżej zmieniając parę razy jego skład. Praktyka wykazała, że z wielu powodów tak nie jest; badania dynamometryczne wymagają ułożenia specjalnych planów jazdy, nawet przeważnie trakcją podwójną; taki sposób w ostatecznym wyniku zaoszczędza czas i zwiększa dokładność robót.

**Należy zaznaczyć, że wskazania wahadła bezwładności a więc i połączonego z nim ergometru zostawiają dużo do życzenia; wahadło to jest zbyt czułe na wszelkie wstrząsy wagonu, które zniekształcają wyniki.**

Poważniejszych wad działania innych przyrządów nowego wagonu dynamometrycznego na ogół nie zauważyliśmy z wyjątkiem działania zbyt delikatnych z budowy swej wiatromierzy. Jest to część aparatury Amslera, jeszcze niedostatecznie doskonała, jak o tym świadczą ciągłe wysiłki firmy poprawiania przyrządu. Zresztą przy naszej metodzie prac nie potrzebujemy stale używać tych przyrządów, używamy je rzadko tylko przy próbach staczania, gdy trzeba uwzględnić

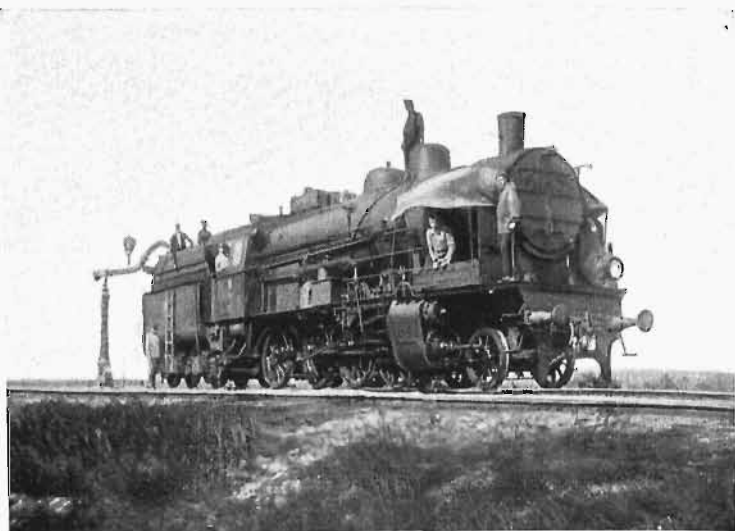
odpowiednią poprawkę w oporze — przy tych czynnościach dostrzegliśmy, że odpowiednie obliczenia były niezupełnie pewne. W starym wagonie dynamometrycznym wiatromierzem był o wiele prostszy przyrząd własnej koncepcji, teoretycznie o bardzo prostym i przejrzystym działaniu, ale nie mieliśmy należytej sposobności sprawdzenia dokładności jego działania; kwestia ta zostaje do rozwiązania na przyszłość, przyrząd polega na zasadzie wypróbowanej przeze mnie z powodzeniem na kolei Taszkienckiej w r. 1910.

#### 90. *W i a t r o m i e r z P i t o t a.*

Przyrząd ten oparty jest na rurkach Pitota, z których jedna wskazuje parcie powietrza w zmiennym kierunku wiatru względnego, a druga stałe w kierunku ruchu pociągu. Parcie powietrza podnosi poziom wody w rurkach kształtu U, z którymi gumkami łączą się rurki Pitota. Ruchomy przyrząd Pitota obraca się w panewce z łożyskami kulkowymi, właściwy kierunek nadaje mu odpowiednie skrzydełko. 1 cm podniesienia poziomu wody odpowiada parciu powietrza wysokości  $10 \text{ kg/m}^2$ . Z jednoczesnej obserwacji prędkości ruchu i wysokości poziomu stałego i ruchomego Pitota za pomocą prostej kalkulacji można określić nie tylko dodatkowy opór powietrza w kierunku ruchu, ale kierunek i siłę samego wiatru. O dokładności tych obliczeń decyduje należyte ustawienie przyrządu Pitota (i w ogóle wszelkich nadajników wiatromierzy) na dachu wagonu. Z reguły one muszą dawać pomiar w takim punkcie, w którym ciśnienie byłoby identyczne z przeciętnym ciśnieniem, działającym na całej przestrzeni czołowego przekroju parowozu; w tych tylko warunkach pomiar będzie miał praktyczne znaczenie.

#### 91. *I n n e p r z y r z ą d y.*

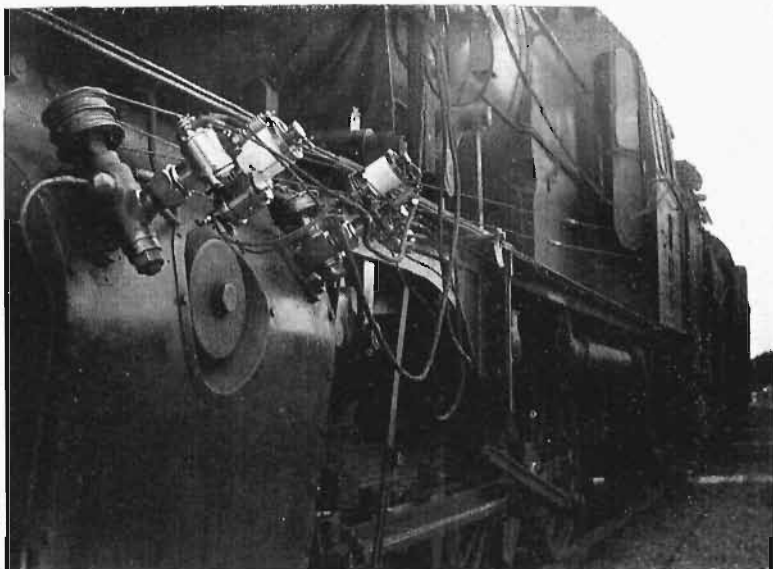
Wagon dynamometryczny Amslera, oprócz przyrządów, o których wspomniałem, ma jeszcze inne specjalne urządzenia (patrz 28), których nie mieliśmy sposobności używać we własnym zakresie prac; były one wypróbowane przez inż. M. Z a b ł o c k i e g o podczas jego doświadczeń z hamulcami w latach 1932—34. Dotyczy to przede wszystkim przyrządów hamulcowych i kabli Bowdena do badania ruchów względnych; na przykład inż. M. Z a b ł o c k i przy pomocy tych kabli



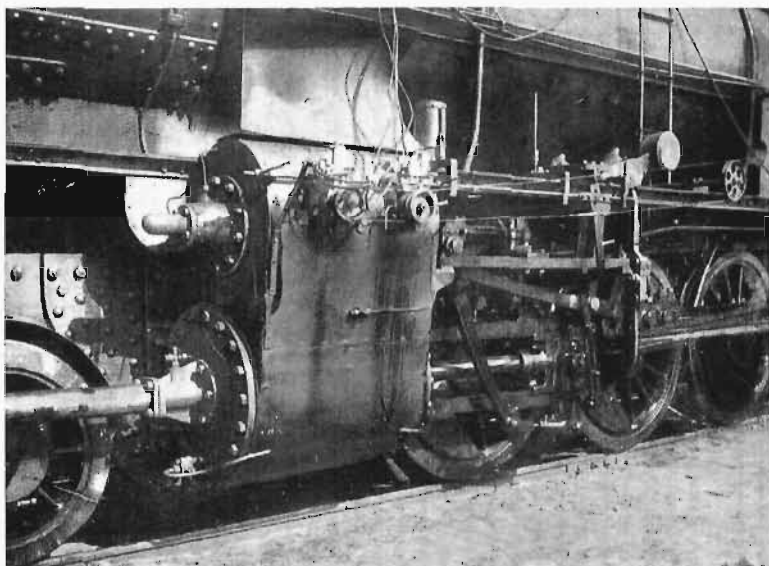
Rok 1923. Zwyczajne ustawienie indykatorów z prymitywną osłoną — parowóz Tr 21.



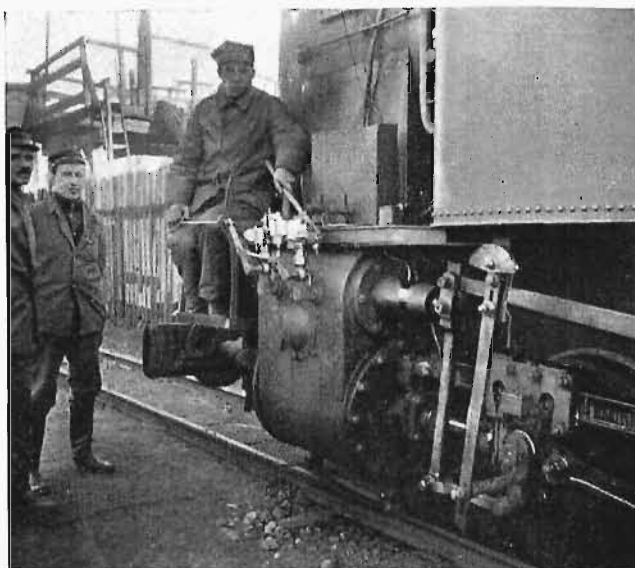
Rok 1924. Ulepszone ustawienie: indykatory podwójne z kapitalną budką — parowóz Tr 21.



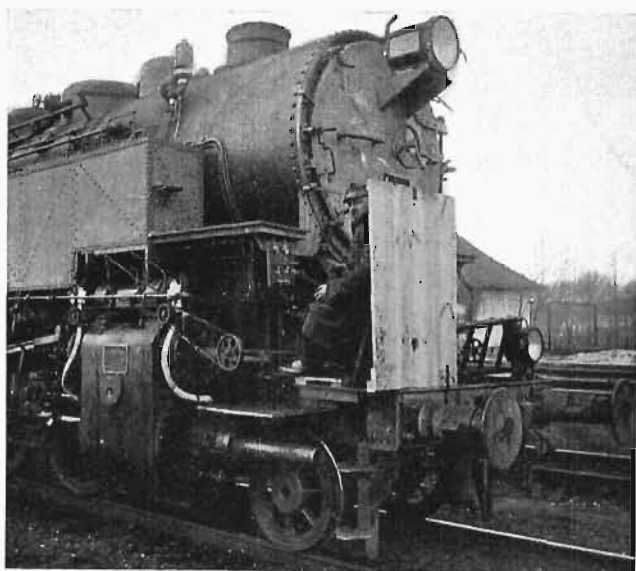
Rok 1925. Późniejsze ustawienie indykatorów z uruchamianiem elektrycznym, bez budek osłonnych — parowóz Tr 21.



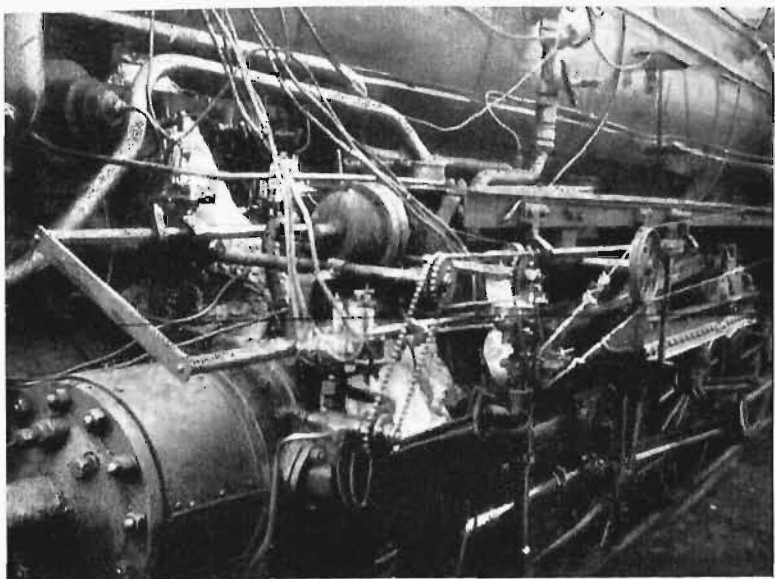
Rok 1928. Jak wyżej — parowóz Tr 12.



Rok 1925. Specjalne urządzenie do indykowania: krzeselko dla operatora — parowóz T 40.



Rok 1931. Specjalne umieszczenie operatora przy indykowaniu parowozu bułgarskiego 1—6—2.



Rok 1934. Ustawienie Indykatorów na czterocylindrowym parowozie Pk 2.



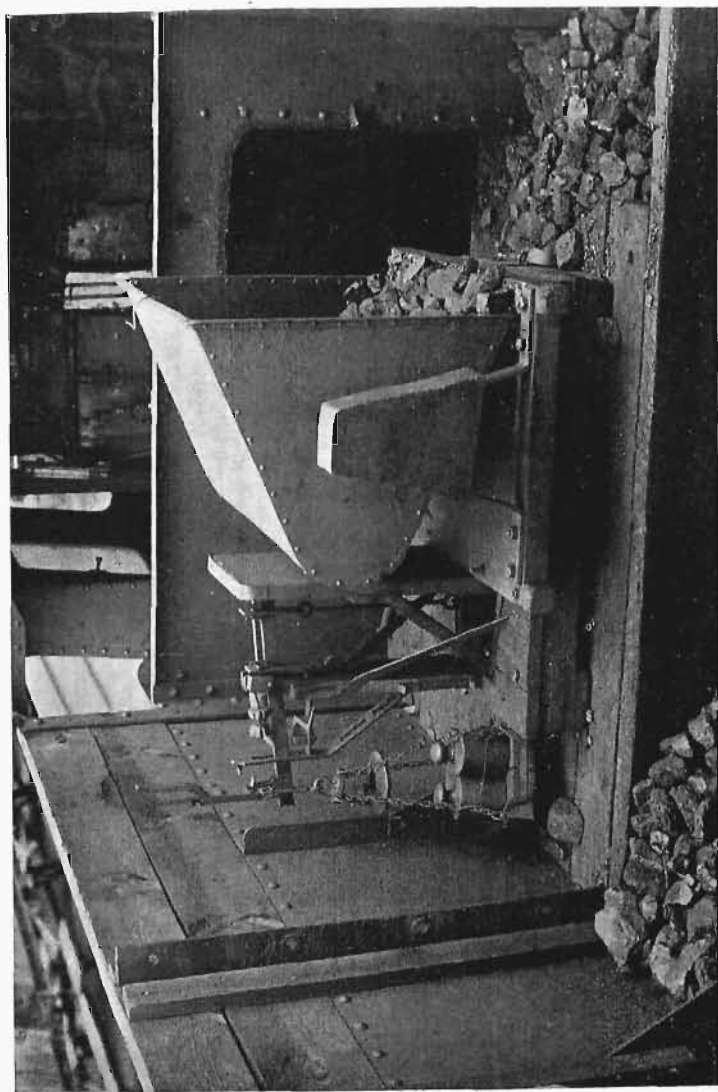
Ustawienie pl-metru.



Ustawienie pirometrów rtęciowych na parowozie.



Pomiar wody — podziałki na tendrze.

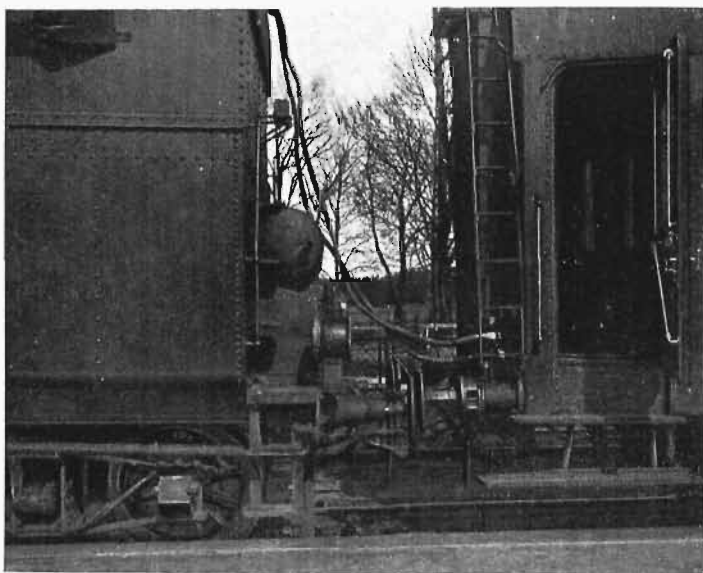


Pomiar węgla — skrzynka wywrotkowa na tendrze: opróżnienie skrzynki.





Pomiar węgla — skrzynka wywrotkowa na tendrze: ładowanie skrzynki.



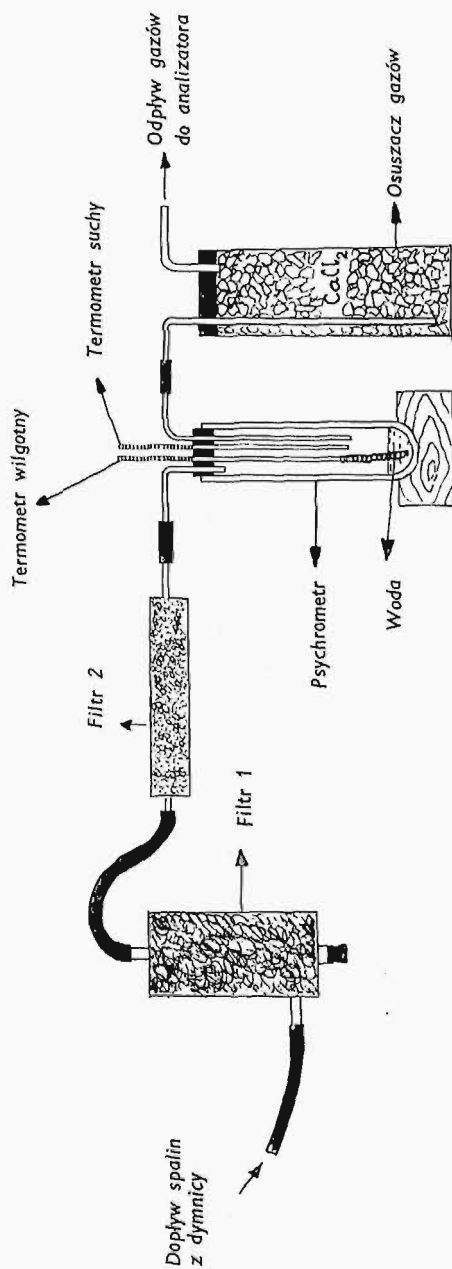
Połączenie parowozu kablami z wagonem dynamometrycznym:  
przy wagonie.



Połączenie parowozu kablami z wagonem dynamometrycznym:  
na tendrze (parowóz Ty 23).



Parowóz Ok 22 w całkowitym uzbrojeniu doświadczalnym.



Rys. 2. Schemat psychrometru do badania wilgotności spalin, zainstalowanego na parowozie.

badał w r. 1932 wpływ przebiegu hamowania na sprężyny wagonowe. Aparaty hamulcowe wagonu nr 27 pracowały łącznie z innymi aparatami, które były ustawione w innych wagonach w środku pociągu i w jego końcu. Podług opinii inż. M. Z a b ł o c k i e g o hamulcowe aparaty w wagonie nr 27 pracowały sprawnie, pod warunkiem ścisłej kontroli i częstego cechowania.

Na zakończenie nie można nie wspomnieć, że tarcza napędna w wagonie nr 27, która u wielu wzbudzała wątpliwości co do jej sprawności — działała przez cały czas niezawodnie z wyjątkiem usterek zupełnie przypadkowych.

Natomiast główną wadę dynamometru Amslera stanowiła pewna nieszczelność dopasowania tłoków do cylindrów, dzięki której w przypadkach długotrwałych jazd z wielkim natężeniem na haku, zwłaszcza w lecie przy wysokiej temperaturze powietrza, gdy olej staje się rzadszy, uciekał on z cylindra dynamometrycznego. Zjawisko to było już obserwowane w czasie pierwszych prób odbiorczych w takim stopniu, że już po 30—35 minutach jazdy dynamometr przestawał wskazywać. Zdradzało to braki wykonania, na skutek których firma została zmuszona zaradzić temu, dostarczając bezpłatnie specjalną pompkę odśrodkową, napędzaną napędem z ogólnej instalacji pomiarowej, którą należało uruchomić, gdy się spodziewano ucieczki oleju. Pompa ta wówczas wyrównywała straty i dynamometr już nie zawodził. W zimie, gdy olej gęstniał, zjawiska tego nie obserwowano. Dobór oleju odpowiedniej jakości w znacznym stopniu usuwał potrzebę uruchomienia pompki również w lecie, lecz odpowiedni olej nie zawsze był do dyspozycji.

## V.

### **Wykonane prace i wydawnictwa Referatu Doświadczalnego oraz wnioski na przyszłość.**

#### 92. G ł ó w n e z a d a n i e R e f e r a t u.

Zadania naszych badań dotyczyły przeważnie określenia całokształtu charakterystyk roboczych parowozów, które stanowią podstawę dla tzw. obliczeń trakcyjnych, jak np. 251

określenie dopuszczalnych obciążeń, określenie norm rozchodu wody i paliwa, czasu jazdy itd. Zadanie to przede wszystkim odnosiło się do nowych typów parowozów budowanych w kraju, dla których wcale jeszcze nie mieliśmy żadnych norm, niezbędnych w praktyce codziennej eksploatacji. Ponieważ w okresie sprawozdawczym nowe typy parowozów na P. K. P. powstawały prawie bez przerwy, przeto badania tego rodzaju dominowały przez cały czas; dopiero w r. 1934 program badań nowych typów parowozów został ukończony i można było rozpocząć analogiczne badania starszych parowozów, poczynając od parowozów serii Pn 11, Pn 12 i Pk 2. Opóźnienie badań starszych parowozów było wywołane po części wyczerpującymi badaniami parowozów dla obcych kolei, budowanych w Polsce (dla Maroka parowozy typu 1—4—1 i typy 1—4—1, 1—6—2 dla Bułgarii).

### 93. B a d a n i a w y n a l a z k ó w.

Z drugiej strony nie mogliśmy poprzestać wyłącznie na programie badań powyższych, gdyż praktyka życiowa wysuwała również i inne zagadnienia, spośród których, może nawet nieco przesadnie, wypadło poświęcić sporo czasu na badanie dość licznych wynalazków przedkładanych Ministerstwu Komunikacji do zastosowania ich na parowozach. Każdy taki wynalazek miał usprawnić pracę parowozu w tym lub innym zakresie, przeto wymagał wykonania szeregu jazd porównawczych, które wypadło przeprowadzać z całą ścisłością, ze względu na konieczność rzeczowego wydania opinii. W większości przypadków opinia ta wypadła ujemnie — czas i nakład środków dla takich stwierdzeń nie należy jednak uważać za stracony, gdyż zabezpieczał on Ministerstwo Komunikacji od większych strat w razie stosowania niefortunnnych pomysłów, ale wytwarzało to szeregi niezadowolonych wynalazców, którzy wciąż ubiegali się o powtórzenie prób z rzekomymi dalszymi ulepszeniami ich wynalazków, co przedłużało te badania do nieskończoności, zwykle z nielepszym wynikiem, zabierając czas na lepsze sprawy.

### 94. I n n e z a g a d n i e n i a R e f e r a t u.

252 Trzecia kategoria badań, które wypadło wykonywać, zresztą rzadko, dotyczyły prób porównawczych różnych gatunków

węgla. Tu należy odnotować nasz udział w r. 1928 w pracy badawczej na zaproszenie Chemicznego Instytutu Badawczego, wspólnie z Politechniką w Zurychu; instytucje te na wniosek i koszt polskich przemysłowców węglowych podjęły się opracować monografię o polskich węglach eksportowych dla zapoznania z nimi rynków zagranicznych.

Jeszcze rzadziej zdarzały się, w zakresie bardzo ograniczonym, z powodu dochodzeń spowodowanych wypadkiem — badania dynamiczne.

Tak np. w r. 1924 badano na parowozie serii Ty 23 nr 15 granice wahania resorów jego tocznej osi Adamsa, w r. 1928 sprawdzono przebieg wpisywania się w łuki o promieniu 35 m wąskotorowych parowozów katowickich serii T 40; w r. 1930 badano przyczyny przedwczesnego wyrobienia panwi korbowodowych w parowozach serii OKI 27. We wszystkich tych przypadkach na skutek otrzymanych<sup>1</sup> wyników zarządzono konstrukcyjne przeróbki w parowozach.

#### 95. P r a c e s p r a w o z d a w c z e.

W pierwszych latach naszej pracy zalegałszy ze szczegółowymi sprawozdaniami z naszych badań, które mogłyby być podawane szerszemu ogółowi, gdyż cała uwaga była skierowana jeszcze na wytworzenie właściwych metod pracy, a w związku z tym na ustalenie odpowiednich instrukcyj i regulaminów, które obejmowały sposoby prowadzenia obserwacji, ich opracowanie i przystosowanie do nich parowozów jako też określały podział pracy pomiędzy wszystkimi pracownikami oraz obowiązki każdego z nich. Zbioru tych przepisów nie wydaliśmy, zachowując je wyłącznie do użytku wewnętrznego; tłumaczy się to tym, że szczegóły tych instrukcyj pozostawały ciągle in statu nascendi, przystosowując się do zmian, wywoływanych ciągłą ewolucją badań. Zresztą podstawy tych instrukcyj znane są z części sprawozdań, które podaliśmy do ogólnej wiadomości. Są to poniższe prace autora niniejszego referatu.

1 — Artykuły w *Przeglądzie Technicznym*, drukowane w latach 1924—1931, zatytułowane: *Badania parowozów*.

- 2 — Pierwsze krótkie sprawozdanie z badań parowozów serii Tr 21 i Ty 23, podane w *Inżynierze Kolejowym* nr 5 w r. 1925.
- 3 — Artykuł poprzedni, uzupełniony niektórymi danymi o wynikach pracy parowozów serii Os 24 z podgrzewaczami, badanych w r. 1926 podany został w języku niemieckim w czasopiśmie *Die Lokomotive*, luty r. 1927.
- 4 — Referat wygłoszony na IV Zjeździe Technicznym Inżynierów Wydziałów Mechanicznych w r. 1928 (w Gdańsku), zatytułowany: *Badania urządzeń paleniskowych kotłów parowozowych*, wydrukowany w protokółach tego Zjazdu (str. 55); jest to obszerniejsze sprawozdanie z zakresu naszych badań i daje przykład badania „wynałazków“, wykonanego w r. 1927.
- 5 — Artykuł w *Inżynierze Kolejowym* nr 9—10 r. 1928, zatytułowany: *Zarys rozwoju i pracy Referatu Doświadczalnego za czas od 1923—1927 i projekt nowego wagonu dynamometrycznego dla P. K. P.*
- 6 — *Exposé de la methode d'essai des locomotives en usage sur les Chemins de Fer de l'Etat Polonais*. Artykuł ten miał na celu zapoznanie z naszymi metodami czytelników zagranicznych; jako przykład badań podaliśmy wyniki otrzymane z aparatem Langer'a. Artykuł ten, podany w *Bulletin de l'Association Internationale du Congrès des Chemins de Fer* r. 1930 ukazał się również w języku niemieckim: *Bericht über das bei polnischen Staatsbahnen in Gebrauch stehende Untersuchungsverfahren von Lokomotiven* (r. 1931) oraz w języku angielskim: *A description of the method of carrying out locomotive tests on the Polish State Railways* (1931).
- 7 — Artykuł w *Przeglądzie Górniczo-Hutniczym* (rok 1932 nr 7), zatytułowany: *Metoda badań doświadczalnych nad parowozem w ruchu oraz przykład zastosowania jej do zbadania wpływu różnych sortymentów węgla na wyniki opalania*, zawiera prócz opisu metod badania i urządzeń w pociągu

doświadczalnym (sprzed r. 1930) — szczegółowe sprawozdanie z badania węgla, wykonanego w r. 1929.

- 8 — Artykuł w *Przeglądzie Górniczo-Hutniczym* (rok 1936) pt.: *Badanie węgla Zagłębia Krakowskiego*, przedstawia w pewnym stopniu dalszy ciąg poprzedniego artykułu z uwzględnieniem opisu nowszych urządzeń pociągu doświadczalnego oraz niektórych szczegółów metod badania.

96. *Zastosowanie wyników doświadczeń do obliczeń trakcyjnych.*

Równoległe z opracowaniem metod badania i wykonywaniem samych prób kładłem zawsze nacisk na jedno z głównych zadań praktycznych — zastosowania danych doświadczeń do obliczeń trakcyjnych.

Pierwszą pracą, która może być uznana za wynik prac Referatu Doświadczalnego jest sprawozdanie o wysiłkach poczynionych w Dyrekcji Radomskiej przez inż. W. Kowalewskiego, mego ucznia, byłego pracownika Referatu Doświadczalnego, który wygłosił na IV Zjeździe Technicznym Inżynierów Wydziałów Mechanicznych referat pt. *Praktyczne zastosowanie rezultatów badania parowozów dla ścisłego określenia zużycia wody i węgla oraz czasu jazdy*. W pracy tej, szczególnie cenne jest wykonanie szeregu jazd próbnych, które udowodniły zgodność wyników praktycznych z obliczeniami; tym autor pracy przyczynił się w dużym stopniu do popularyzacji prac doświadczalnych i wpojenia zaufania do naszych metod. (Patrz protokoły wymienionego Zjazdu z roku 1928).

97. *J a z d y      w e d ł u g      n u t.*

Nowość naszych metod, może nieco skomplikowanych, potrzebowała pewnej propagandy i wzbudzenia zaufania do niej — dlatego też nie omieszkaliśmy wykorzystać nadających się ku temu sposobności.

Przed wszystkim demonstrowaliśmy często jazdy według nut. Pierwsza taka jazda, jak już nadmieniałem wyżej, odbyła się



w r. 1924 na dużej odległości Skarżysko—Strzemieszyce i Łazy—Warszawa. Wyniki tej jazdy były streszczone w „Inżynierze Kolejowym“ nr 5 z 1925 roku.

Podobny pokaz w obecności licznych przedstawicieli Dyrekcji Krakowskiej miał miejsce w listopadzie r. 1926 na odcinku Rzeszów—Tarnów z parowozem serii Os 24 nr 20 i składem pociągu 544 ton, a w grudniu tegoż roku w Dyrekcji Radomskiej, na odcinku Rozwadow—Lublin, również w obecności przedstawicieli Dyrekcji. Tu był parowóz serii Os 24 nr 15 i skład 400 t.

Obie próby wykazały prawidłowość planów jazdy ułożonych z góry bez uprzednich przygotowań.

Najlepszą jazdą według nut była jazda z r. 1928 z parowozem serii Os 24 nr 59 na odcinku Białystok—Jeziornica. W tym przypadku triumfowaliśmy podwójnie, gdyż jazdy na tym odcinku były zarządzone w celu zbadania, w jaki sposób ulżyć rzekomemu przeciążeniu parowozów serii Os 24 na tym odcinku. Opracowane „nuty“ wskazały taką rozbieżność z tym, co się obserwowало w rzeczywistości, że nie odważyliśmy się na razie wystąpić z naszym planem — po raz pierwszy ogarnęło nas zwątpienie. Ale dopiero po zrobieniu kilku jazd w zwykłych pociągach Białystok—Stołpce, gdy zrozumieliśmy, że panowała tu rutyna i pewne zacofanie w prowadzeniu pociągów, nawet przez lepszych maszynistów, zdemontrowaliśmy swój plan w pociągu nadzwyczajnym, sformowanym specjalnie do tej próby. Próba, a raczej pokaz, jak należy jechać, udała się w zupełności udowadniając, że nie było tu żadnego przeciążenia parowozu, a tylko niechęć lub nieumiejętność zastosowania się do wymagań ruchu. Sukcesy te spowodowały, że w dalszym ciągu jazdy według nut odbywały się już nie tyle, aby demonstrować dokładności obliczeń, ale odwrotnie, aby sprawdzać możliwość pewnych zadań. Tak np. zostały zbadane następujące ważniejsze zadania:

W r. 1928 zbadano warunki jazdy na odcinku Ostrów—Kalety pociągów towarowych o wadze 1 800 i 2 100 t z parowozem serii Ty 23, oraz 1 600 i 1 800 t z parowozem serii Tr 21.

W r. 1932 podobne badanie zostało wykonane na odcinku Inowrocław—Gdynia, na zamówienie Francusko-Polskiego Towarzystwa Kolejowego z pociągiem wagi 2 000 t z parowozem serii Ty 23.

W tymże roku sprawdzono czasy jazd parowozem serii Pt 31 z obciążeniem 800 t na odcinku Poznań—Warszawa i z obciążeniem 600 t na odcinku Lublin—Rozwadow.

W r. 1934 wykonano szereg jazd dla ulepszenia rozkładu jazdy dla parowozów serii OKz 32 na odcinkach Kraków—Zakopane i Kraków—Krynica.

#### 98. *W p r o w a d z e n i e w ż y c i e n o w y c h m e t o d o b l i c z e Ń t r a k c y j n y c h.*

Niedostateczne było, na zawołanie, wykonywać sprawdzania, o których to mówimy. Należało nauczyć tego Dyрекcje Kolejowe. Dlatego też pracowaliśmy i w tym kierunku. Pierwsze fundamenty położył tu były Dyrektor Departamentu Mechanicznego śp. inż. B. S k u p i e w s k i, zmuszając nas do opracowania, dziś dobrze znanego na P. K. P. notatnika, zatytułowanego „Charakterystyka Parowozów“ (wyd. 1927 r.). W tym wydaniu nie było jednak bezpośrednich wskazówek co do sposobu określenia czasów jazdy, zrobiono pierwszą próbę ujednostajnienia obliczeń siły parowozów i ich obciążeń przy różnych warunkach profilu i szybkości jazdy. Praca ta ma jeszcze wielkie braki, gdyż tylko częściowo i w sposób bardzo niewystarczający uwzględnia wskazania naszych badań. Te braki, również właściwy kierunek sprawy wskazaliśmy dopiero w pracy przedstawionej na VIII Zjeździe Technicznym Inżynierów Wydziałów Mechanicznych w r. 1932 pt. *Ujednostajnienie we wszystkich dyrekcjach P. K. P. sposobu określania obciążenia i czasów jazdy pociągów osobowych i towarowych.* W pracy tej, podając te sposoby, podkreśliłem bezpośredni ich związek z doświadczalnym badaniem parowozów. Zjazd zaaprobował moje przedstawienie; w dalszym ciągu już w roku następnym został opracowany do tymczasowego użytku *Album wykreślonych charakterystyk parowozów* wraz z wyjaśnieniami do niego, jako nowa podstawa do obliczeń trakcyjnych niektórych pociągów specjalnego znaczenia, zaś w końcu r. 1934 były wydane, opracowane przez nas szczegółowe *Wskazówki dla obliczeń trakcyjnych*, które zostały przez Ministerstwo Komunikacji zalecone wszystkim Dyrekcjom, jako przepis obowiązujący, który ostatecznie wprowadzał w życie moje metody obliczeń, oparte na danych doświadczalnych, przeze mnie ustalonych, metody, o które

walczyłem od r. 1923, od narady w Ministerstwie Komunikacji, która wtedy po raz pierwszy poruszyła zagadnienie potrzeby uporządkowania sprawy obciążeń i czasów jazdy, tak co do jej ujednolajnienia, jako też wyboru najwłaściwszej metody.

#### 99. *Udział w wystawach i pokazach.*

Niezależnie od wykonania powyższych badań doświadczalnych i prac, które zmierzały do wykorzystanie tych badań w zakresie najbardziej żywotnym dla eksploatacji, propagowaliśmy je przy odpowiedniej sposobności na wystawach i pokazach. W tym celu braliśmy udział w sekcjach kolejowych na Wystawie Lwowskiej w r. 1927, na Powszechnej Wystawie Krajowej w Poznaniu w r. 1929 i tamże w r. 1930 na wystawie „Komtur”. Mieliliśmy swoje stoiska, a na ostatniej wystawie nawet tory, gdzie był wystawiony nasz pociąg doświadczalny, który był zwiedzany przez wycieczki techniczne. Między innymi w liczbie gości mieliśmy wycieczkę inżynierów francuskich, przedstawicieli wszystkich towarzystw kolejowych, z inż. *Rene Vey* na czele — głównym dyrektorem wyższej centrali technicznej tych kolei, zwanej OCEM — oraz delegację rumuńską z rumuńskim ministrem komunikacji p. *Manulescu* na czele. Z tego pierwszego kontaktu z Rumunami powstała w parę lat później ścisła współpraca przy zakładaniu, na wzór naszej, instytucji doświadczalnej w Rumunii, (patrz artykuł mój w *Inżynierze Kolejowym* r. 1936).

#### 100. *Charakterystyki parowozów.*

Wyżej mówiłem o pracach, w których ustaliliśmy metody robót i o wykorzystaniu wyników doświadczeń przeważnie do obliczeń trakcyjnych, ale nie powiedziałem jeszcze o pracach, dotyczących przebiegu samych doświadczeń i bezpośrednich ich wyników. W tym zakresie byliśmy rzeczywiście najwięcej zazdrośni i oprócz kilku przykładów bardziej szczegółowych sprawozdań, o których wzmiankowałem wyżej — ograniczyliśmy się podaniem do wiadomości ogółu tylko najważniejszych praktycznych wyników w postaci broszur znormalizowanego układu, zawierających charakterystyki parowozów a znanych w potocznej mowie pod nazwą „metryk parowozowych”. Metryki te zatytułowane *Ważniejsze wyniki badania parowozów* zawierają oprócz wstępnych uwag, schematu roz-

rzędu pary i szkicu parowozu, wraz z wykazem jego głównych wymiarów — szereg wykresów, stanowiących jego robocze charakterystyki, jak np.:

- a — wykresy zmian  $p_i$  — przeciętnego ciśnienia indykowanego w cylindrach zależnie od zmian prędkości  $v$  i napełnienia  $\varepsilon$ , przy tym lub innym stopniu otwarcia przepustnicy;
- b — wykresy zmian  $q$  — rozchodu pary na skok tłoka i  $m^3$  pojemności cylindrów zależnie od tych samych zmian jak  $p_i$ ;
- c — szereg innych wykresów wartości pochodnych od poprzednich  $p_i$  oraz  $q$ , jak indykowana siła pociągowa  $F_i$ , godzinowy rozchód pary —  $D_m$ , Moc  $N_i$  w KM i inne charakterystyki,
- d — wykresy godzinowego odparowania ( $D_e$ ), spraw-

ności tegoż  $\frac{D_e}{B}$ , oraz skutku użytecznego

kotła ( $\eta$ ), zależnie od ilości spalonego węgla

na godzinę  $B$  lub natężenia rusztów  $\gamma = \frac{B}{R}$

(dalszy ciąg zdania na str. 260)

Nr ko- lejny	Seria	Nr	Typ	Wytwórnia	Rok wydania
	p a r o w o z u				
1	Tr 21	82	1—4—0	Belgijskie	1929
2	Tr 21	115	1—4—0	Chrzanów	
3	Ty 23 <sup>1)</sup>	15	1—5—0	Schwartzkopf	
4	T 40	—	0—5—0	„	
5	Os 24	17, 20	2—4—0	Chrzanów	
6	Ty 23	648	1—5—0	WSABP	1935
7	Ok 22	141	2—3—0	Chrzanów	
8	Ok 22 (Lentz)	117	2—3—0	„	
9	OKI 27	111	1—3—1	H. Cegielski	
10	Pu 29	1	2—4—1	„	
11	Pt 31	2	1—4—1	Chrzanów	
12	OKz 32	2	1—5—1	H. Cegielski	

<sup>1)</sup> Oprócz polskiego istnieje jeszcze francuskie wydanie.

przy tym lub innym gatunku węgla, lub innych specjalnych warunkach, jak stopień przegrzania pary, lub podgrzania wody zasilającej itp.

e — mniej obowiązujące wykresy innych okoliczności, jak np. bilansy strat cieplnych, opór parowozu itp.

Wymieniony materiał, jako wynik badania jest ustalony dla każdego typu zbadanego parowozu, jednak w postaci broszury został on wydany na razie tylko dla nowych typów P. K. P. w ogólnej ilości 12, a mianowicie, jak w tabelce na str. 259.

Ponadto istnieje wydana w r. 1932 na podstawie naszych doświadczeń przez fabrykę w Chrzanowie metryka parowozu typu 1—4—1 dla kolei w Maroku w języku francuskim.

#### *101. Sprawozdania z przebiegu doświadczeń.*

Co się tyczy bardziej wyczerpujących sprawozdań o wykonanych badaniach z opisem ich przebiegu, osobliwości pomiarów, wniosków do których upoważniają itd. to jak dotąd wstrzymywałem się z ogłoszeniem ich głównie dla tej przyczyny, że sporządzenie możliwie treściwego opisu bez zbytnich powtórzeń i tłumaczeń rzeczy już utartych, wymagało uprzedniego wydania wykładu ogólnych podstaw badania parowozu oraz pouczeń jak prowadzić te badania i opracowywać ich wyniki. Z tą pracą opóźniłem się.

#### *102. Wykaz chronologiczny prac.*

Z wyjątkiem już podanego krótkiego streszczenia zawartości metryk, nie będąc w stanie podać tu streszczenia innych robót, przytaczam na zakończenie, jako resumée, dotyczące wszystkich robót w polu załączony do niniejszego sprawozdania wykaz chronologiczny prac Referatu Doświadczalnego w okresie lat 15, tj. 1923—1938, w którym zamieściłem również wszystkie prace wykonane dla instytucji obcych.

#### *103. Wnioski z wykazu prac.*

Z wykazu chronologicznego prac widzimy, iż mimo ogromu wykonanej pracy pozostaje jeszcze dużo do zrobienia, zwłaszcza wobec wprowadzenia nowych metod do obliczeń trakcyj-

nych, które wymagają opracowania charakterystyk roboczych dla wielu starych parowozów; parowozy te aczkolwiek stare, stanowią jednak licznie duże serie parowozów jeszcze nie przestarzałych, a mogących znaleźć lub znajdujących szerokie zastosowanie, jak np. parowozy osobowe serii Ok 1, Pd 5, Pk 1, Ol 12; towarowe serii Tp 4, Tr 11, Tw 12, Tp 1, Tp 2, Ti 4 oraz inne; zwracam szczególną uwagę na podkreślone parowozy układu sprężonego, których prawie jeszcze nie badaliśmy i dla których nie mamy charakterystyk pewnych.

To zadanie, jako zakończenie programu prac, prowadzonego od lat, zwłaszcza, ze względu na zagadnienia obliczeń trakcyjnych, należy wykonać w szybkim tempie, niezależnie od innych zagadnień, które oczywiście życie będzie wysuwało nadal.

#### 104. *P r z y s z ł e   z a g a d n i e n i e udoskonalenia przyrządów pomiarowych.*

Wykonanie takiego planu będzie zależało w znacznym stopniu od dalszego usprawnienia całego mechanizmu badawczego, od zwiększenia jego wydajności. Dążąc w tym kierunku, należy poczynić wysiłki, na które już zwracałem uwagę wyżej przy omawianiu ewolucji naszych pomiarów. Mianowicie należy opracować i wypróbować indykatory z bezpośrednim przenoszeniem ich wskazań do wagonu, oraz udoskonalić aparaty dynamometryczne w celu dokładniejszego określenia przyspieszeń na pewniejszej podstawie kinematycznej, niż obecne wahadło; jest ono zbyt czułe na wszystkie przypadkowe wpływy, co stanowi jedną z przyczyn, dla której nie otrzymujemy na poczekaniu wyników, dotyczących ustalenia  $W_0$  i  $F_0$ .

#### 105. *P r o g r a m   p r z y s z ł y c h   b a d a ń.*

Gdy w ten sposób uporamy się z bieżącymi zadaniami ściśle praktycznymi warto będzie podnieść się ponad poziom codziennych spraw i znaleźć czas do pogłębienia wiedzy naszej w kierunku dokładniejszego zbadania praw, którymi się rządzą takie zjawiska w parowozie jak np. proces wytwarzania pary w kotle i jego zależność od pracy silnika parowozu i zużycia w nim pary. W tym zagadnieniu dominują:

- 1 — należyty ustrój i funkcjonowanie dyszy wylotowej,
- 2 — opór przepływu gazów spalinowych przez palenisko, rury i dymnicę kotła,
- 3 — przewodnictwo ciepła w kotle od gazów spaliny-  
wych do wody lub pary w przegrzewaczu,  
w związku z ustrojem tegoż,
- 4 — przewodnictwo ciepła w cylindrach od pary do  
ścian i odwrotnie,
- 5 — opory w kanałach parowych.

Gdy opanujemy te kwestie z doświadczeń odpowiednio zorganizowanych, będziemy w stanie dojść do takich uogólnień, które pozwolą w wielkiej ilości przypadków zaniechać jazd doświadczalnych, gdyż będziemy w stanie obliczyć z góry *metryki* dla dowolnego typu parowozu, tak jak teraz układając *nuty* na podstawie *metryki* umiemy przepowiedzieć wszystkie okoliczności biegu pociągu w dowolnych warunkach eksploatacji.

Drugi kierunek, w którym powinny pójść nasze badania, w którym dotąd prawie nic nie działaliśmy, a który jednak z każdym dniem staje się coraz aktualniejszy, ze względu na ciągły wzrost wymagań co do szybkości jazdy — jest to zagadnienie badań w zakresie oddziaływania wzajemnego parowozu na tor i torów na parowozy.

O ile dotąd przeszkodą do wykonania badań tego rodzaju był brak odpowiednich metod i przyrządów, to dziś technika wskazuje już taki postęp<sup>1)</sup>, że kwestia zapoczątkowania badań tego rodzaju jest nie tyle kwestią techniczną ile finansową.

Kończę niniejsze sprawozdanie wyrażając życzenie, aby przy dalszych pracach doświadczalnych P. K. P. posiadały obok dzisiejszego doświadczalnego wagonu do badań termiczno-trakcyjnych drugi wagon doświadczalny do badań dynamicznych i badań toru.

**Chronologiczny wykaz prac Referatu Doświadczalnego.**

Rok	Odcinek lub placówka, gdzie odbywało się badanie	Serie i numery parowozów badanych					Staczenia dla bada- nia oporów
		w trakcji podwójnej		w trakcji pojedynczej			
		całkowicie „na metrykę”	w sposób skrócony, jazdy maszynowe lub kotło- we oraz dla oceny wynalazków lub paliwa	jazdy według „nut”	jazdy według „nut”	jazdy według „nut”	
1923	1. Wilno—Porubanek			Tr 21 - Nr 17 indykowanie			
	2. Wołkowysk—Grajewo			Tr 21 - Nr 17 jazdy praktyczne			
	3. Jaszuny						Tr 21 - Nr 17 i węglarki amerykańskie
	4. Wilno—Białystok Zelwa Brześć	} Tr 21 — Nr 17 (Steg)					
	5. Wołkowysk—Grajewo			Tr 20 - dawny Nr 6138 Tr 21 - Nr 17 badanie węgla			
1924	1. Skarżysko— Strzemieszyce Łączy—Warszawa					Tr 21 - Nr 17	
	2. Białystok—Grajewo		Tr 21 — Nr 17 pokazowe jazdy dla instruktorów maszyn.				



Rok	Odcinek lub placówka, gdzie odbywało się badanie	Serie i numery parowozów badanych				Staczenia dla bada- nia oporów
		w trakcji podwójnej		w trakcji pojedynczej		
		całkowicie „na metrykę”	w sposób skrócony, jazdy maszynowe lub kotło- we oraz dla oceny wynalazków lub paliwa	jazdy według „nut”		
1924	3. Lwów —Przemyśl			{OI 12 - dawny Nr 1955 OI 12 - dawny Nr 993 jazdy porównawcze dla zbadania paleniska Madeyskiego		Ty 23 - Nr 15 i węglarki amerykańskie
	4. Jaszuny					
	5. Brześć Zelwa	Ty 23 — Nr 15 (Schwartzkopf)				
	6. Zelwa		Tr 12 — Nr 67 indykowanie			
1925	1. Lwów —Przemyśl			OI 12 - Nr — OI 12 - Nr — Paleniska Madeyskiego		
	2. Skarżysko — Strzemieszyce			Tr 21 - Nr 81, 82 i 83 Smoczki Metcalfa		
	3. Katowice (sieć wąskotorowa)			T 40 - Nr 2601 na metrykę sposobem Claytona		

Rok	Odcinek lub placówka, gdzie odbywało się badanie	Serie i numery parowozów badanych				Staczenia dla bada- nia oporów
		w trakcji podwójnej		w trakcji pojedynczej		
		całkowicie „na metrykę“	w sposób skrócony, jazdy maszynowe lub kotło- we oraz dla oceny wynalazków lub paliwa	jazdy według „nut“		
1925	4. Zelwa Brześć	Tr 21 — Nr 82 (belg.)				
	5. Zelwa Brześć		{Tr 12 — Nr 70 Tr 12 — Nr 71 porównawcze badanie paleniska Madeyskiego			
	6. Zelwa	Tr 21 — Nr 115 (Chrzanów)				
	7. Poznań—Zbąszyń			Ty 23 - Nr 15 badanie dynamiczne osi tocznej		
1926	1. Dziedzice—Kraków Kraków—Tarnów Strzemieszyce—Kielce			Tw 12 - Nr 131 Tw 12 - Nr 4745 z kotłem Dabega porównawcze jazdy praktyczne		
	2. Zelwa		Tw 12 — Nr 131 Tw 12 — Nr 4745 z kotłem Dabega jazdy kotłowe			

Rok	Odcinek lub placówka, gdzie odbywało się badanie	Serie i numery parowozów badanych				Stacjanica dla bada- nia oporów
		w trakcji podwójnej		w trakcji pojedynczej		
		całkowicie „na metrykę“	w sposób skrócony, jazdy maszynowe lub kotło- we oraz dla oceny wynalazków lub paliwa	jazdy według „nut“		
1926	3. Żelwa Kraków—Rzeszów	Os 24 — Nr 15 Metc.-Heus. Nr 17 Dabeg-Heus. Nr 20 Dabeg-Lentz badanie podgrzewaczy i rozrządu Lentza				Os 24 - Nr 15, 17 i 20
	4. Rzeszów—Tarnów				Os 24 - Nr 20	
	5. Przeworsk—Lublin				Os 24 - Nr 15	
1927	1. Kolejka Grójecka (wąskotorowa)	Bd 58				Bd 58, Bm 67 i wagony
	2. Brześć		porów- Tr 12 - Nr 41   nanie Tr 12 - Nr 42   dysz i su- waków Tr 12 - Nr 142 badanie ustawienia dysz i porównanie kominów			
	3. Przemysł—Drohobycz 29/VIII				Tw 12 - Nr 92 sprawdzenie danych „Notatnika“	

Rok	Odcinek lub placówka, gdzie odbywało się badanie	Serie i numery parowozów badanych				Staczenia dla bada- nia oporów
		w trakcji podwójnej		w trakcji pojedynczej		
		całkowicie „na metrykę“	w sposób skrócony, jazdy maszynowe lub kotło- we oraz dla oceny wynalazków lub paliwa	jazdy według „nut“		
1927	4. Katowice (sieć wąskotorowa)			T 40 - Nr badania dynamiczne jazda bez ślepej osi		
			Badania wynalazków Tr 12 - Nr 142 zasłona Madeyskiego Tr 12 - Nr 41 Komora Derewienko, Rekuperator Imieli, zasłony Teśniarza			
	5. Brześć					
	6. Warszawa—Tuszczy		Tw 12 - Nr 122 przegrzewacz Po- krzywnickiego			
1928	1. Katowice (sieć wąskotorowa)					T 40 - Nr 2600 i 2603 (opory w łukach) 29/III
	2. Brześć		Tr 12 - Nr 41 badanie węgla ekspor- towych			
	3. Brześć—Łuniniec 11/VII		Tr 12 - Nr 41 badanie strat na pro- mienowanie w ruchu			

Rok	Odcinek lub placówka, gdzie odbywano się badanie	Serie i numery parowozów badanych				Stacjana dla bada- nia oporów	
		w trakcji podwójnej		w trakcji pojedynczej			
		całkowicie „na metrykę”	w sposób skrócony, jazdy maszynowe lub kotło- we oraz dla oceny wynalazków lub paliwa	jazdy według „nut”			
1928	4. Brześć		Tr 12 - Nr 41 Dymochton Langer				
	5. Brześć		Os 24 - Nr 59 podgrzew. Worthing- tona				
	6. Białystok—Stołpce			Os 24 - Nr 59 jazdy praktyczne			
	7. Białystok—Jeziornica				Os 24 - Nr 59 11/VIII 1928		
	8. Ostrów—Kalety				Ty 23 1800 i 2100 t. Tr 21 1600 i 1800 t.		
	9. Brześć		Oi 1 - Nr 37 Rozrząd Jędrusika i Oi 1 - Nr 15 jako porównawczy				
	10. Warszawa—Łochów		Tw 12 - Nr 97 przegrzewacz Po- krzywnickiego				

Rok	Odcinek lub placówka, gdzie odbywało się badanie	Serie i numery parowozów badanych				Stacjan ia bada- nia oporów
		w trakcji podwójnej		w trakcji pojedynczej		
		całkowicie „na metrykę“	w sposób skrócony, jazdy maszynowe lub kotło- we oraz dla oceny wynalazków lub paliwa	jazdy według „nut“		
1929	1. Kolejka—Grójecka (wąskotorowa)		Bd 58 powtórzenia i uzupeł- nienia badań z roku 1927			Bd 58 i wagony
	2. Zelwa Brześć	Tw 12 - Nr 139				
	3. Katowice		OKI 27 badanie dynamiczne			
	4. Zelwa			Tr 2 praktyczna jazda z indykowaniem 13/VII 1929 r.		
	5. Brześć		Tw 12 - Nr 139 sortymenta węgla			
	6. Brześć		Ty 23 - Nr 342 Zasłony i skrzynka Madeyskiego, smocz- ki Metcalfa			
	7. Brześć		Tr 12 - Nr 142 Aparat Pontex i ruszt Szczurowskiego			

Rok	Odcinek lub placówka, gdzie odbywało się badanie	Serie i numery parowozów badanych				Staczenia dla bada- nia oporów
		w trakcji podwójnej		w trakcji pojedynczej		
		całkowicie „na metrykę”	w sposób skrócony, jazdy maszynowe lub kotło- we oraz dla oceny wynalazków lub paliwa	jazdy według „nut”		
1930	1. Warszawa—Mława			Ty 23 - Nr 342 jazdy praktyczne, wynalazki Madeyskiego		
	2. Warszawa—Mława			Ty 23 - Nr 203 jazdy praktyczne, dymochłon Langera		
	3. Kolejka Grójecka (wąskotorowa)					Parowozy i wa- gony (w czerwcu)
	4. Poznań—Rawicz		Badania wynalazków Ty 23 - Nr 342 pętla Madeysk. Ty 23 - Nr 375 Langer Ty 23 - Nr 375 Teśniarz - zasłony Ty 23 - Nr 364 Stocker			
	5. Poznań—Rawicz		Os 24 - Nr 19 Lentz			
	6. Poznań—Rawicz	Ok 22 - Nr 91 podgrzew. Worthingtona model poziomy (zaczęto)				
1931	1. Kraków—Zakopane			Om 12   porównawcze TKt 1   jazdy OKL 27   praktyczne		

Rok	Odcinek lub placówka, gdzie odbywało się badanie	Serie i numery parowozów badanych				Staczenia dla bada- nia oporów
		w trakcji podwójnej		w trakcji pojedynczej		
		całkowicie „na metrykę“	w sposób skrócony, jazdy maszynowe lub kotło- we oraz dla oceny wynalazków lub paliwa	jazdy według „nut“		
1931	2. Strzemieszyce—Dęblin			Ok 1 sprawdzanie rozkładów jazdy		
	3. Wargowo—Oborniki (Poznań)					Pulmany z maźnicami SKF i MC
	4. Poznań	1—6—2 bułgarski				
	5. Poznań	Ok 22 - Nr 91 podgrzew. Worthingt. (dalszy ciąg badań)				
	6. Strzemieszyce— Skarżysko					
	Kraków—Lwów	1—4—1 bułgarski		1—4—1 bułgarski		
	7. Poznań					
	8. Zelwa Brześć	Tw 12 - Nr 69 (compound)	Ty 23 - Nr 375 Kylchap			
	9. Poznań	Ok 22 - Nr 117 Lentz				



Rok	Odcinek lub placówka, gdzie odbywało się badanie	Serie i numery parowozów badanych				Stacjana dla bada- nia oporów
		w trakcji podwójnej		w trakcji pojedynczej		
		całkowicie „na metrykę”	w sposób skrócony jazdy, maszynowe lub kotło- we oraz dla oceny wynalazków lub paliwa	jazdy według „nut”		
1932	1. Poznań	1—4—1 Marokko				
	2. Inowrocław—Gdynia				Ty 23	
	3. Warszawa—Siedlce— Lida				Tp 4 i Tr 21 - Nr 123	
	4. Poznań Wargowo—Oborniki					Pulmany SKF, MC i normalne
	5. Zbąszyń Poznań—Toruń	Pu 29 - Nr 1			Pu 29	
	6. Poznań	Ok 22 - Nr 117 Lentz (d. ciąg po przeróbce)				
	7. Wołkowysk—Lida	Ty 23 - Nr 648 (nowy przegrzewacz)	Ty 23 - Nr 648 Peti- coaty i dysza Teśniarza Ty 23 - Nr 616 nowy przegrzewacz Madeysk.		Ty 23-Nr 616 suwaki Madeyskiego	
	8. Wołkowysk—Lida		Ty 23 - Nr 375 Kylchap			

Rok	Odcinek lub placówka, gdzie odbywało się badanie	Serie i numery parowozów badanych					Stacjaniania bada- nia oporów
		w trakcji podwójnej		w trakcji pojedynczej			
		całkowicie „na metrykę”	w sposób skrócony, jazdy maszynowe lub kotło- we oraz dla oceny wynalazków lub paliwa	jazdy według „nut”			
1932	9. Wołkowysk—Lida	Tw 12 - Nr 105 (compound)					
	10. Wołkowysk—Wilno— Grodno	Ok 22 — Nr 141					
	11. Zelwa						Ty 23, Ok 22 i różne wa- gony 3-osiowe
	12. Zbąszyń—Poznań— Toruń	Pt 31					
	13. Poznań—Warszawa Lublin—Rozwadow				Pt 31		
1933	1. Poznań—Rawicz	OKI 27 - Nr 111 suwa- kowy OKI 27 - Nr 112 zawo- rowy				OKI 27 — Nr 111 OKI 27 — Nr 112	
	2. Wargowo—Oborniki Zelwa						OKI 27 - Nr 111 i 112 i 3-oso- we wagony

Rok	Odcinek lub placówka, gdzie odbywało się badanie	Serie i numery parowozów badanych					Staczenia dla bada- nia oporów
		w trakcji podwójnej		w trakcji pojedynczej			
		całkowicie „na metrykę”	w sposób skrócony, jazdy maszynowe lub kotło- we oraz dla oceny wynalazków lub paliwa	jazdy według „nut”			
1933	3. W Rumunii	Tw 1 — Nr 331					
1934	1. Poznań	OKz 32 — Nr 2					
	2. Kraków—Zakopane Kraków—Krynica					OKz 32—Nr 2 (sprawdzanie rozkładów jazdy) (w maju)	
	3. Koluszki—Rozwadów					Ty 23 Tr 20—Nr 144	
	4. Rozwadów—Sando- mierz		Tr 20 — Nr 144 (skrócona metryka)				
	5. Lwów Przemyśl—Rzeszów				Pn 12 - Nr Nr 6, 9 i 21 (wstępne badania)		
	6. Poznań	Pn 11 — Nr 6					

Rok	Odcinek lub placówka, gdzie odbywało się badanie	Serie i numery parowozów badanych					Stacjan ia bada- nia oporów
		w trakcji podwójnej		w trakcji pojedynczej			
		całkowicie „na metrykę”	w sposób skrócony, jazdy maszynowe lub kotło- we oraz dla oceny wynalazków lub paliwa	jazdy według „nut”			
1934	7. Poznań	Pn 12 — Nr 9					
	8. Poznań	Pk 2 — Nr 13					
	9. Kraków—Zakopane Kraków—Krynica				OKz 32 — Nr 2 (spraw- dzanie roz- kładów jaz- dy) w grudniu		
1935	1. Skarżysko—Jezówka				Ty 23 — Nr 139 badanie przyrządu Pyram		
	2. Lwów—Przemysł Lwów—Radziwiłłów Kowel —Brześć			Ol 12 - Nr 93 } kotłowe Tr 12 - Nr 72 } jazdy Tr 21 - Nr 89 } dla Tr 21 - Nr 145 } badania Tp 4 - Nr 159 } Pyram Tr 20 - Nr 139 }			
	3. Kraków—Rzeszów			Tw 12 - Nr 68 } Badanie Tp 4 - Nr 189 } węgla Krak.			

Rok	Odcinek lub placówka, gdzie odbywało się badanie	Serie i numery parowozów badanych				Stacjan ia bada- nia oporów
		w trakcji podwójnej		w trakcji pojedynczej		
		całkowicie „na metrykę“	w sposób skrócony, jazdy maszynowe lub kotło- we oraz dla oceny wynalazków lub paliwa	Jazdy według „nut“		
1935	4. Kraków—Rzeszów		Tr 4 - Nr 189 Pyram			
1938	1. Skarżysko—Strzemi- szczyce Lublin—Rozwadow			Jazdy praktyczne Sprawdzenie obciążeń Ty 23 - Nr Nr 354, 139, 120 Tr 20 - Nr —		
	2. Brzostowica Zelwa					Pm 36 - Nr 2 i kompresory Pf 12, Pd 12, Pd 4
	3. Białystok—Wilno	Pm 36 — Nr 2 Pm 36 — Nr 1			Pm 36 - Nr 2 Pm 36 - Nr 1	
	4. Białystok—Wilno		Pt 31 — Nr 41 Badanie rozrządu pary	Pt 31 - Nr 41 Badanie węgla karwińskiego		

W roku	Ilość poruszonych tematów badań	W tej liczbie było			Opracowano metryk parowozowych	Ogólna ilość badanych parowozów
		obszerniejszych studiów naszą metodą podwójnej trakcji	zastosowano jazd według „nut”	zastosowano stacjami		
1923	5	1	—	1	1	2
24	6	1	1	1	1	4
25	7	3	—	—	3	7
26	5	2	2	1	2	5
27	6	3	—	1	1	8
28	10	3	2	1	—	8
29	7	3	—	1	1	4
30	6	2	—	1	—	5
31	9	4	—	1	3	8
32	13	6	5	2	6	10
33	3	2	1	1	3	3
34	9	4	3	—	4	7
35	4	2	—	—	—	9
38	5	3	1	1	1	7
Razem za lat 14 *)	95	39	15	12	26	87

\*) Uwaga: w latach 1936 i 1937 Referat Doświadczalny nie był czynny.

Inż. E. Peczek jako przewodniczący, z okazji 15-lecia pracy na P. K. P. prof. A. Czeczotta podniósł jego zasługi dla rodzimego kolejnictwa; kierując Referatem Doświadczalnym, czcigodny jubilat wykonał wiele prac i badań, które zadecydowały o warunkach pracy naszych parowozów. Naukowa działalność prof. A. Czeczotta zyskała głębokie uznanie nie tylko wśród uczonych i techników w naszym kraju, lecz również u obcych.

Prof. A. Czeczott podziękował Przewodniczącemu za wyrazy uznania i oświadczył, że referat jego jest sprawozdaniem z działalności referatu doświadczalnego oraz podaniem wyników jego wieloletniej pracy badawczej.

Inż. E. Peczek wyraził przekonanie, że referat prof. A. Czeczotta jest tak szeroko i pod względem naukowym tak głęboko ujęty, że dyskusję należy uważać jako zbędną i podziękował referentowi za wygłoszenie sprawozdania.

Komisja Redakcyjna opracowała uchwałę, którą w następstwie Zjazdu jednogłośnie przyjęła:

**— XIV Zjazd Techniczny Inżynierów Wydziałów Mechanicznych po wysłuchaniu streszczenia wyników 15-letniej pracy Referatu Doświadczalnego Ministerstwa Komunikacji, stwierdza wysoką pożyteczność prac badawczych prowadzonych przez Referat Doświadczalny i wyraża kierownikowi jego prof. A. Czeczottowi głęboką wdzięczność za osiągnięte wyniki naukowe, które przyczyniły się do rozślawienia polskiej techniki kolejowej wśród obcych całego świata. —**