



PRZEGŁĄD KOLEJOWY

NUMER SPECJALNY

poświęcony zagadnieniom elektryfikacji kolei



ROK III
NUMER
SPECJALNY
LIPIEC
1951



MIESIĘCZNIK
TECHNICZNO-GOSPODARCZY
W A R S Z A W A

TREŚĆ NUMERU:

Mgr inż. STANISŁAW KUCZBORSKI — Elektryfikacja kolei w Polsce	1
Mgr inż. STANISŁAW PLEWAKO — Nowoczesne lokomotywy elektryczne	4
Mgr inż. WIKTOR TYSZKO — Konserwacja i utrzymanie elektrycznego taboru kolejowego	17
Mgr inż. WIKTOR PRZELASKOWSKI — Charakterystyka ruchu podmiejskiego o trakcji elektrycznej	24
Mgr inż. TADEUSZ WAŻYŃSKI — Semaforry świetlne na PKP	29
Mgr inż. HENRYK ŚMIGIELSKI — Ruchowa sieć łączności	35
Mgr inż. WŁODZIMIERZ STĘPOWSKI — Zastosowanie lamp fluorescencyjnych na PKP	41
Prof. S. I. TETELBAUM — O współczynniku sprawności bezstykowej trakcji elektrycznej z podziemnymi przewodami trakcyjnymi	44

Wydawca: WYDAWNICTWA KOMUNIKACYJNE

Warszawa, ul. Kazimierzowska 52, telefony: Red. 8-92-80 do 85 wewn. 55-38, Adm. 4-00-64, wewn. 44

REDAGUJE KOMITET

Prenumerata kwartalna 22 zł 50 gr

Cena pojedynczego numeru 7 zł 50 gr

Nakład 8000 egz., obj. 3 ark., form. A-4; papier-druk. sat. VII kl. 61×86, 70 gr

Drukarnia LSW Nr 1, Warszawa, Al. Jerozolimskie 123 Zam. Nr 3748 2-B-33323



Mgr inż. STANISŁAW KUCZBORSKI

ELEKTRYFIKACJA KOLEI W POLSCE

„W związku z rozwojem życia gospodarczego należy zapewnić zwiększenie przewozów towarowych w roku 1955 wszystkimi środkami transportu do 323 milionów ton, tj. o 117 proc. oraz przewozów osobowych do 1.082 milionów osób, tj. o 104 proc. w porównaniu z r. 1949.

Należy wybudować nowe linie kolejowe o łącznej długości 704 km. Należy przeprowadzić pełną elektryfikację linii Katowice — Częstochowa — Warszawa z odgałęzieniem Koluszki — Łódź i linii Wejherowo — Pruszcz. Należy zelektryfikować ruch osobowy w obrębie węzła warszawskiego oraz rozbudować węzły i stacje w rejonie Nowej Huty, przebudować i zmodernizować węzły kolejowe: warszawski, górnośląski, gdańsko-gdyniński oraz odbudować 1.037 km torów kolejowych.

Należy osiągnąć wzrost wydajności pracy na kolejach normalno-torowych o co najmniej 52%. Należy osiągnąć obniżenie kosztów własnych na kolejach o co najmniej 17%.

(Z Rozdz. II Ustawy o 6-letnim Planie Rozwoju Gospodarczego i Budowy Podstaw Socjalizmu, uchwalonej przez Sejm Rzeczypospolitej w dniu 31.VII.1950 r.).

Tak ujęte zostało doniosłe postanowienie o elektryfikacji kolei w ustawie o Planie 6-letnim.

Perspektywy elektryfikacji nie kończą się oczywiście na zamierzeniach ujętych cytowanym planem. Jest to tylko pierwszy fragment dalekosiężnego planu elektryfikacji PKP. Plan ten przewiduje zelektryfikowanie sieci PKP w takim stopniu, ażeby znaczna część przewozów dokonywana była trakcją elektryczną.

Przyjęty w Planie 6-letnim zakres prac wydawać się może na pierwszy rzut oka zbyt skromny w zestawieniu z planem dalekosiężnym. Tak jednak nie jest, uprzątnijmy zaś to sobie w całej pełni biorąc pod uwagę, że wielki potencjał robót elektryfikacyjnych może być osiągnięty tylko w oparciu o krajową bazę przemysłową.

Inwestycje elektryfikacyjne, przewidziane w ramach Planu 6-letniego, stanowią pierwszy etap realizacji planu dalekosiężnego i fazę przejściową do dalszych inwestycji na większą skalę. Przewiduje się w tym okresie położenie szcze-

gólnego nacisku na przygotowanie kadr specjalistów i współpracę techniczną PKP z przemysłem krajowym, jak również z instytucjami naukowo-badawczymi, w celu opracowania ostatecznych rozwiązań technicznych pod kątem widzenia celowości i oszczędności, jak również wykorzystania materiałów zastępczych, na podstawie zdobywanego w tym okresie doświadczenia technicznego i eksploatacyjnego.

Wprawdzie pod względem realizacji planu okres ten będzie jeszcze w pewnym stopniu oparty na dostawach zagranicznych, jednak pod koniec Planu 6-letniego uzyska się już możliwość prowadzenia dalszych inwestycji w oparciu o przemysł krajowy. W konsekwencji zakres i tempo robót elektryfikacyjnych w ramach Planu 6-letniego stanowią mają podstawę do stopniowego zwiększenia rocznego zakresu robót elektryfikacyjnych z 50 km toru pojedynczego do 600 km toru to jest do takiego tempa prac, które pozwoli na przeprowadzenie elektryfikacji PKP w czasie przewidzianym planem perspektywicznym. Na podkreślenie zasługuje fakt, że

budowa części mechanicznej taboru elektrycznego będzie już w Planie 6-letnim prawie całkowicie wykonywana przez przemysł krajowy.

Przy podejmowaniu decyzji o elektryfikacji kolei brane są głównie pod uwagę 3 grupy czynników, a mianowicie:

- a) względy społeczne;
- b) „ techniczne;
- c) „ gospodarcze.

Stawiając na pierwszym miejscu względy społeczne, nie wychodzimy bynajmniej z założenia, że względy te mogą być już obecnie czynnikiem stale decydującym przy rozważaniu zagadnienia, bowiem całokształt naszej gospodarki narodowej musi dostosować realizację każdej inwestycji do istniejących możliwości technicznych i gospodarczych. Jednak korzyści społeczne, związane z elektryfikacją kolei, nie były dotychczas nigdy należycie doceniane, a są to korzyści nie tylko indywidualne dla człowieka — pasażera, lecz również, mimo dużej trudności przeliczenia na pieniądze, olbrzymie korzyści pośrednie w gospodarce narodowej materiałem ludzkim.

Trakcja elektryczna daje z tego punktu widzenia następujące korzyści:

1. Najszybszy masowy przewóz pasażera w ruchu dalekobieżnym.
2. Najszybszy masowy przejazd do pracy i z pracy w ruchu podmiejskim, pozwalający planowo rozładować wielkie skupienia ludności w miastach.
3. Pozwala zachować dużą czystość taboru kolejowego i czystość osobistą podróżnych.
4. Zapewnia idealne, w porównaniu z parowozem, warunki pracy zawodowej maszynistom i stanowi dużą poprawę warunków pracy drużyn konduktorskich w porównaniu z trakcją parową.

Przykładem (prawdopodobnie jedynym w historii elektryfikacji kolei), kiedy względy społeczne były czynnikiem podstawowym przy powzięciu decyzji o elektryfikacji, była uchwała Komitetu Ekonomicznego Rady Ministrów, powzięta w początkach r. 1946 w sprawie natychmiastowego przystąpienia do elektryfikacji wszystkich linii podmiejskich Warszawskiego Węzła Kolejowego.

Wymieniona uchwała zapewnia tej inwestycji jedno z czołowych miejsc w hierarchii potrzeb, właśnie ze względu na najszybszą (w granicach możliwości) pomoc w trudnej sytuacji mieszkaniowej ludności w zniszczonej stolicy.

Ogólnym względem technicznym, dla którego zarządy kolejowe podejmują elektryfikację kolei w szerokim zakresie jest fakt, że trakcja elektryczna stanowi wyższą formę gospodarki kolejowej w stosunku do trakcji parowej. Na tej samej bowiem sieci i przy tej samej pojemności taboru, trakcją elektryczną można wykonać znacznie większe przewozy. Istotnym czynnikiem jest tu większa szybkość handlowa i znacznie większy dopuszczalny ciężar pociągów.

W przypadkach szczególnych decydują szczególne względy lokalne, jak: brak wody, konieczność uniknięcia zadymienia (tunele) itp. Do kategorii względów gospodarczych należą: dążenie do usprawnienia i potanienia eksploatacji kolejowej lub w pewnych przypadkach konieczność wprowadzenia oszczędności w zużyciu węgla, szczególnie w krajach zmuszonych do jego importu.

Dzięki większym przyspieszeniom, szybszemu obrotowi (większym przebiegom dziennym) i stałej gotowości do ruchu, ilość lokomotyw elektrycznych, potrzebnych do wykonania tych samych zadań ruchowych, jest znacznie mniejsza od ilości parowozów. Na podstawie statystyki kolei zelektryfikowanych nie ulega dziś wątpliwości, że jedna lokomotywa elektryczna zastępuje przynajmniej dwa parowozy. Wiele zarządów kolejowych, między innymi i ZSRR, reprezentuje pogląd, że stosunek ten jest nawet bliski trzech. Okoliczność ta odbija się oczywiście i na obrocie, a zatem i na ilości taboru wagonowego.

Jeszcze większe korzyści osiąga się pod tym względem przy prowadzeniu ruchu elektrycznymi jednostkami motorowymi, przez przystosowanie składu pociągu do zmiennego obciążenia pasażerskiego.

Druga korzyść pośrednia, wpływająca zresztą poważnie na wysokość kosztów eksploatacyjnych, to mniejsza ilość personelu, wynikająca z jednej strony z lepszego obrotu i wykorzystania lokomotyw elektrycznych, z drugiej zaś strony, wskutek możliwości używania w licznych przypadkach pojedynczej obsługi, a w szczególności przy prowadzeniu ruchu wagonami motorowymi.

Należy stwierdzić, że do eksploatacji trakcji elektrycznej potrzeba mniej wysoko kwalifikowanych sił fachowych (o 30—40%), jak: maszyniści, pracownicy warsztatów. Poza tym personel ruchowy trakcji elektrycznej nie potrzebuje posiadać tak wysokich kwalifikacji jak w trakcji parowej, fachowe przygotowanie jego jest więc łatwiejsze (niższe kwalifikacje ogólne, krótszy okres wyszkolenia teoretycznego i praktyki).

Zwalniane więc być mogą przy przejściu na trakcję elektryczną cenniejsze siły fachowe, których brak jest w wielu gałęziach przemysłu. Tą drogą więc, niezależnie od ekonomiczniejszych przewozów, przewiduje się możliwość przekazania kadr lepszych fachowców do innych działów gospodarki narodowej, osiągając przez to wzmocnienie kadr potrzebnych do odbudowy i produkcji.

Jedną z najważniejszych korzyści gospodarczych jest oszczędność na węglu. Pomijając już fakt, że spalany na parowozie węgiel jest najlepszego gatunku, natomiast w elektrowniach, zasilających trakcję elektryczną — używany jest węgiel najgorszy (miał), należy nie zapomnieć o tym, że ilościowe zużycie węgla spalanego w elektrowniach dla potrzeb trakcji elektrycznej

jest znacznie mniejsze niż dla trakcji parowej. Oszczędność ta jest bardzo poważna, gdyż wynosi wg danych różnych zarządów kolejowych od 50 do 60% zużycia węgla dla trakcji parowej.

Jak wiadomo kraj nasz nie ma zbyt wielkich źródeł energii wodnej, lecz posiada bogate złoża węgla brunatnego i torfu, nie nadających się do transportu, nie mówiąc już o dużych ilościach miału i węgla odpadkowego w kopalniach. To paliwo może być i będzie doskonale wykorzystane w elektrowniach ciepłych, przez co uzyska się możliwość zwolnienia dodatkowo poważnych ilości węgla.

Należy tu z naciskiem podkreślić, że węgiel nie jest dziś już tylko cennym materiałem opałowym i pożądanym artykułem eksportowym. Węgiel stanowi również ważny surowiec przemysłowy i dlatego oszczędność w jego zużyciu dla celów kalorycznych należy do najbardziej doniosłych zagadnień gospodarczych.

Jak wynika np. z niedawno opublikowanych w prasie technicznej danych, południowe koleje angielskie (Southern Railway) uzyskały dotychczas, po zelektryfikowaniu 900 km linii podmiejskich i międzynarodowych, roczną oszczędność na węglu około 400.000 t. Obecnie kolej ta przystępuje do dalszej elektryfikacji 480 km linii, przewidując uzyskanie dodatkowej oszczędności około 300.000 ton węgla rocznie.

Wreszcie poważną korzyścią, mającą nie mniejsze znaczenie dla ogólnej gospodarki narodowej, jest możliwość ograniczenia kosztownych nowych inwestycji kolejowych, których potrzeba wynika ze wzrostu natężenia ruchu. Zastosowanie trakcji elektrycznej, zapewniające usprawnienie ruchu i powiększenie przepływności linii, daje możliwość w wielu przypadkach uniknąć budowy drugiej pary torów lub drugiego toru na liniach jednotorowych kosztem tańszych inwestycji elektryfikacyjnych.

Np. Szwecja, dzięki elektryfikacji swoich kolei, uniknęła na długie lata budowy drugich par torów na swych, przeważnie jednotorowych, liniach.

Ogłoszone niedawno w fachowej literaturze technicznej poglądy na te zagadnienia specjalistów radzieckich można zreasumować w sposób następujący:

1. Przepływność linii kolejowych po zelektryfikowaniu powiększa się dla linii: jednotorowych — 1,5 raza; dwutorowych — 1,2—1,3 raza;
2. Ilość potrzebnych lokomotyw dla opanowania pewnego ruchu wynosi dla trakcji elektrycznej o 2,5—3 razy mniej niż dla trakcji parowej.
3. Oszczędność na węglu przy trakcji elektrycznej wynosi około 60% w porównaniu z trakcją parową, co nabiera szczególnego znaczenia, jeśli się weźmie pod uwagę, że w Związku Radzieckim około 30% całkowitego wydobycia węgla konsumuje kolej. Należy przy tym jeszcze wziąć pod uwagę, że na samo

rozwiezienie węgla do składów opałowych zużywa się dodatkowo węgiel i zatrudnia składy pociągowe, które po wprowadzeniu elektryfikacji można zużyć na inne cele.

4. Elektryfikacja amortyzuje się po upływie 6—7 lat samymi oszczędnościami eksploatacyjnymi, nie biorąc pod uwagę oszczędności na materiałach pędnych i innych korzyściach ubocznych.
5. Doświadczenia dotychczasowe skłaniają ZSRR do powiększenia tempa elektryfikacji w ciągu najbliższych lat.

Jakkolwiek elektryfikacja rozwinęła się przede wszystkim w krajach górzystych i nie posiadających węgla, jak: Włochy i Szwajcaria, gdzie usprawnienie ruchu, uzyskiwane przez elektryfikację, jest szczególnie duże, tym nie mniej i kraje w dużej części nizinne, jak Związek Radziecki, Anglia oraz Niemcy, posiadające zresztą olbrzymie zapasy węgla, przeprowadziły i przeprowadzają elektryfikację kolei na wielką skalę, co jest najlepszym sprawdzianem słuszności decyzji o elektryfikowaniu PKP.

Na czoło tutaj wysuwa się Związek Radziecki, który w planie pięcioletnim (1946—1950) przewidywał elektryfikację 5325 km linii. Elektryfikacja przeprowadzana jest w pierwszej kolejności na liniach o ciężkim profilu górskim oraz na liniach w obszarach odznaczających się najcięższymi warunkami klimatycznymi.

O olbrzymich rozmiarach tej inwestycji świadczą następujące cyfry: sieć trakcyjna zostanie zawieszona nad 13.000 km torów (30.000 torokilometrów przewodu jezdny). Poza tym uruchomione będzie 220 podstacji trakcyjnych (700 prostowników) o łącznej mocy zainstalowanej 1,5 miliona kW.

W końcu pięcioletki ok. 20% przewozów całej sieci ZSRR ma być obsługiwanych trakcją elektryczną. W obecnej pięcioletce wprowadza się już cały szereg nowych rozwiązań technicznych na podstawie zdobytego dotychczas bogatego doświadczenia kolei ZSRR. Na liniach zelektryfikowanych wprowadza się między innymi: słupy stalowe ze specjalnych profilów, rurowe słupy żelbetowe, linkę nośną bimetaliczną, przewód jezdny CdCu, izolatory nowego typu itp.

W latach powojennych nastąpił dalszy intensywny rozwój elektryfikacji kolei i w innych krajach. Czechosłowacja przystępuje do elektryfikacji kolei, również Bułgaria projektuje elektryfikację szeregu linii kolejowych.

We Francji postanowiono zelektryfikować ok. 1400 km linii w ciągu 10 lat.

W r. 1923 wyłoniona została w Anglii komisja parlamentarna, która miała zbadać celowość elektryfikacji kolei angielskich. Komisja ta po prawie rocznej pracy złożyła raport, zatytułowany od nazwiska przewodniczącego tej komisji „Raportem lorda Weir’a”, w którym zaproponowała zelektryfikowanie blisko 100% kolei angielskich, przewidując, że amortyzacja nakładów następować będzie po upływie 14 lat. Raport zwracał przy tym uwagę na duże oszczęd-

ności w zużyciu węgla i na perspektywy dla rozwoju przemysłu elektrotechnicznego oraz energetyki. Raport został poparty poza tym szczegółową i wnikliwą analizą gospodarczą.

Mimo przekonywującej argumentacji, raport ten nie uzyskał jednak aprobaty sfer rządzących, na skutek nacisku ze strony właścicieli kopalń i prywatnych towarzystw kolejowych. Właściciele kopalń obawiali się mianowicie spadku zużycia węgla, którego dużym konsumentem były właśnie koleje, natomiast towarzystwa kolejowe obawiały się utraty zarobku na transporcie węgla zmniejszającym się równolegle z rozwojem sieci energetycznych na wielką skalę. Podobnie zarysowała się sytuacja w Stanach Zjednoczonych A. P., gdzie znów pod wpływem właścicieli kopalń ropy naftowej, zamiast trakcji elektrycznej, rozpoczęto rozwijać na

szerszą skalę lokomotywy diesel-elektryczne. Towarzystwa kolejowe wołały nakłady tego rodzaju w obawie przed dużymi nakładami potrzebnymi dla elektryfikacji. Z drugiej zaś strony przemysłowcy uważają za bardziej korzystne dla siebie w ciągu lat 40 dostarczyć 3 lokomotywy diesel-elektryczne o stosunkowo krótkiej żywotności niż jedną elektryczną o żywotności dłuższej. Jeśli przy tym w ogólnej gospodarce narodowej marnuje się ropę, stal czy węgiel, to nie ma oczywiście znaczenia, głównym bowiem celem jest zysk. My natomiast, wolni od tego rodzaju „przesłanek” gospodarczych i od obciążającego inwestycje haraczu zysków kapitalistycznych, przeprowadzimy elektryfikację PKP, osiągając w całej pełni wszystkie korzyści społeczne, techniczne i gospodarcze, jakie zapewnia trakcja elektryczna.

Mgr inż. STANISŁAW PLEWAKO

Nowoczesne lokomotywy elektryczne

Elektryfikacja kolei nie jest zagadnieniem nowym w naszym kraju. W okresie przedwojennym ograniczała się ona jednak do dość wąskiej dziedziny elektryfikacji ruchu podmiejskiego Warszawskiego Węzła Kolejowego i nieekonomicznego z natury rzeczy przeciągania składów pociągów parowych przez lokomotywy elektryczne między stacjami Warszawa Wschodnia i Zachodnia. Elektryfikacja PKP przewidziana w Planie 6-letnim stawia zupełnie nowe zadania, które nie mogą być oparte wyłącznie na własnym doświadczeniu przedwojennym. Zagadnienie elektryfikacji kolei wzbudziło wśród specjalistów polskich bardzo duże zainteresowanie, dowodem czego są coraz częściej pojawiające się publikacje na tematy związane z trakcją elektryczną pisane nie tylko przez elektryków.

Celem niniejszego artykułu jest krótkie zapoznanie czytelników z przyczynami stosowania trakcji elektrycznej oraz z ostatnim postępem w budowie lokomotyw prądu stałego i zmiennego z uwzględnieniem poglądów różnych krajów na temat rodzaju lokomotyw elektrycznych.

PRZYCZYNY STOSOWANIA TRAKCJI ELEKTRYCZNEJ

Porównanie lokomotywy elektrycznej z parowozem

Charakterystyka lokomotywy elektrycznej jest uzależniona od charakterystyki jej silników (lub silnika), których moc ograniczona jest dwoma czynnikami: maksymalną temperaturą uzwojeń elektrycznych i warunkami dobrej komutacji. Silniki elektryczne, które charakteryzują się dwoma pojęciami mocy znamionowej — godzinnej i ciągłej, mogą być bardzo znacznie przeciążone (70—100%) pod warunkiem krótkotrwałości przeciążeń. Prąd zastępczy, wyrażający się równaniem

$$I_z = \sqrt{\frac{i}{T} S_0^T i^2 dt}$$

nie może przekraczać wartości prądu mocy ciągłej silnika I_∞ tj. powinien być spełniony warunek:

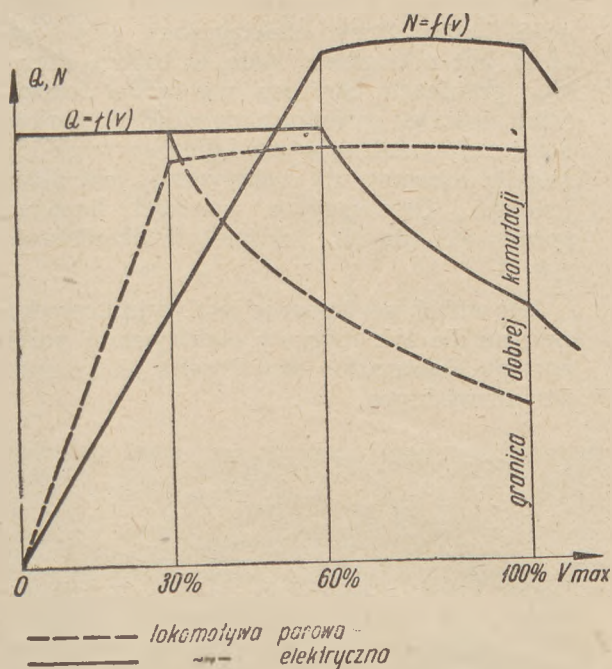
$$I_z \leq I_\infty$$

W równaniu tym T stanowi całkowity czas przejazdu, zaś i — wartości chwilowe prądu w czasie dt .

Wartość prądu zastępczego bywa różna w zależności od warunków ruchowych lub profilu linii zelektryfikowanej.

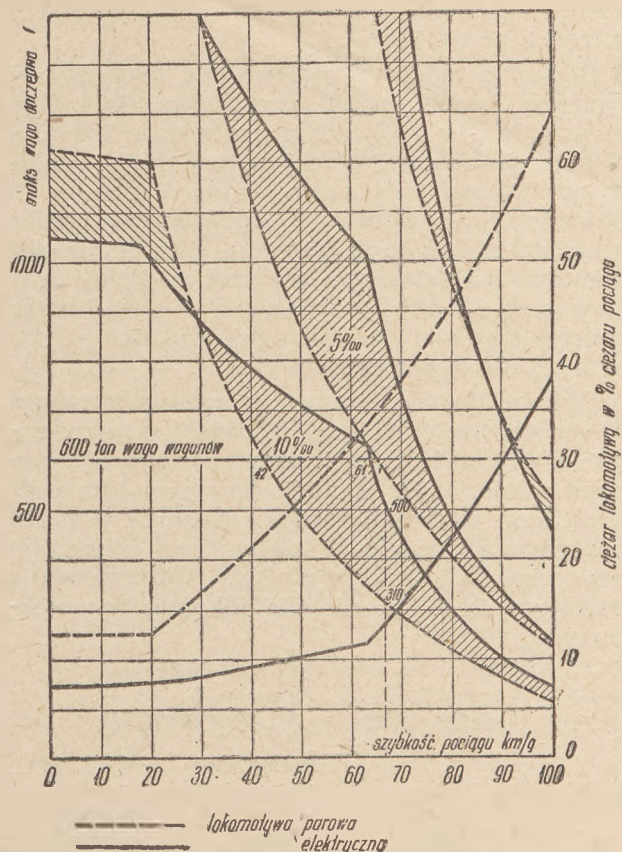
Ponieważ silniki lokomotywowe są chłodzone wentylatorami napędzanymi przez osobne silniki elektryczne, przeto warunki chłodzenia są zupełnie niezależne od szybkości lokomotywy. Pozwala to na przeciążanie silników w dowolnych okresach jazdy, co jest szczególnie ważne w czasie rozruchu, gdy rozwijana siła pociągo-

wa bywa największa, szybkość zaś najmniejsza. Przeciężalność silników pozwala na rozwijanie dużych sił pociągowych w czasie rozruchu lub dla pokonania dodatkowych oporów traktacji na wzniesieniach. Daje to możliwość stosowania dużych przyspieszeń rozruchowych i większych szybkości na liniach o profilu górzystym. Przeciężalność silników pozwala ponadto na rozwijanie niezmiennych sił pociągowej w okresie rozruchu, aż do osiągnięcia szybkości równej 60—70% szybkości maksymalnej. W dalszym ciągu przy większych szybkościach zaczynają szybciej wzrastać ogólne straty w silnikach (głównie straty w żelazie). Po zakończeniu okresu rozruchu lokomotywy, podczas którego zachowała się stała siła pociągowa, dalsza jazda odbywa się przy zachowaniu stałej mocy, a więc z siłą pociągową malejącą odwrotnie proporcjonalnie do szybkości. Gdybyśmy chcieli przekroczyć szybkość graniczną, przy której są zachowane warunki dobrej komutacji, to należałoby obniżyć moc (a więc i siłę pociągową) obniżyć. Graniczna szybkość dobrej komutacji nie jest wielkością stałą, ale w dużej mierze zależną od stanu komutatorów silników, łożysk, szczotek, spokojnego biegu lokomotywy itp.



Rys. 1 Porównanie charakterystyk lokomotywy elektrycznej i parowozu

W praktyce jest ona nieco niższa od wartości uzyskiwanych w czasie prób fabrykacyjnych. Dzięki właściwościom silników elektrycznych średnie przyspieszenia rozruchowe, osiągnięte przez lokomotywy elektryczne, są rzędu 0,25 m/sek², podczas gdy równoważne parowozu osiągają 0,07 m/sek². Z dużą słusnością zatem można nazwać lokomotywę elektryczną maszyną o stałej (w dużych granicach) sile pociągowej.



Rys. 2 Zależność wagi doczepionej od szybkości maksymalnej dla różnych rodzajów traktacji

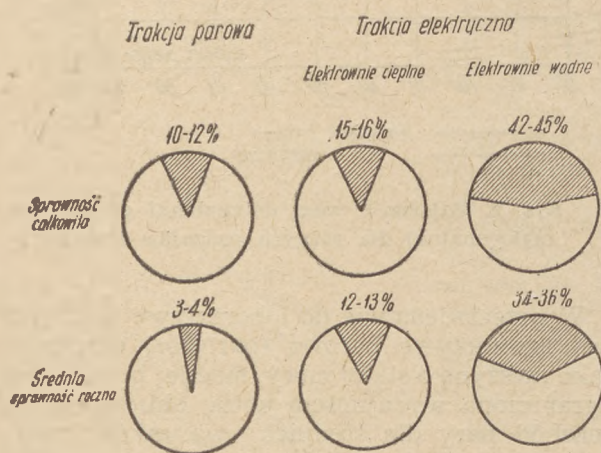
W przeciwieństwie do lokomotywy elektrycznej lokomotywę parową (parowóz) określamy jako maszynę o stałej mocy, moc jej bowiem jest ograniczona wydajnością kotła, obliczonego na rozchód pary dla średnich warunków ruchowych. Stałość siły pociągowej w parowozie można zachować do 25—30% szybkości maksymalnej, po czym moc parowozu ustala się, natomiast siła pociągowa zmniejsza się odwrotnie proporcjonalnie do szybkości. Zbyt duże a szczególnie długotrwałe przeciążenie parowozu (np. na długich wzniesieniach) jest niemożliwe. Na liniach o gęstych przystankach parowozu nie mogą utrzymać dużej szybkości handlowej wobec konieczności rozwijania w tym przypadku dużych przyspieszeń rozruchowych. Szybkość handlowa (i techniczna) pociągów obsługiwanych przez parowozu jest w tych warunkach znacznie niższa od szybkości pociągów z lokomotywami elektrycznymi.

Porównanie obu lokomotyw najlepiej zilustruje wykres (rys. 1). Widać z niego, że na przeważającej części drogi lokomotywa elektryczna przy tej samej mocy rozporządza większą siłą pociągową, a więc może wozić cięższe pociągi. Ma to ogromne znaczenie ze względu na zdolność przepustową linii. Ponieważ przy traktacji elektrycznej, prócz zwiększenia szybkości handlowej pociągów, wzrasta jeszcze ciężar pociągów, przeto po wprowadzeniu elektry-

fikacji zdolność przewozowa linii poważnie wzrasta (aż do 100%).

Bardzo poglądowe porównanie lokomotywy parowej i elektrycznej przeprowadziły koleje szwedzkie. Do porównania użyto dwie lokomotywy o jednakowej mniej więcej mocy, obsługujące pociągi pośpieszne. Jedna z nich — to najnowszy typ parowozu, zbudowanego przez przemysł szwedzki, druga zaś — standartowa lokomotywa elektryczna szwedzkich kolei państwowych z r. 1925, przerobiona w r. 1936 przez zmianę silników trakcyjnych, wskutek czego moc jej nieco podwyższono.

Dla obu tych lokomotyw sporządzono wykres zależności maksymalnej ciągniętej wagi pociągu od szybkości maksymalnej pociągu dla różnych wzniesień (rys. 2). Należy przy tym podkreślić, że w tym przypadku parowóz jest bez porównania cięższy od lokomotywy elektrycznej (waga na jednostkę mocy w KM wynosi dla parowozu 81,6 kg, zaś dla lokomotywy elektrycznej 40 kg).



Rys. 3 Porównanie sprawności lokomotywy elektrycznej i parowozu

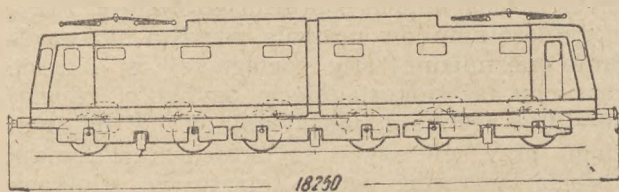
Z wykresu wynika, że lokomotywa elektryczna może ciągnąć pociąg o wadze doczepionej 600 t z szybkością ustaloną 64 km/godz. na wzniesieniu 10‰, podczas gdy dla tych samych warunków parowóz rozwija tylko 42 km/godz. szybkości ustalonej.

Porównując lokomotywy pod innym kątem widzenia, widzimy, że przy szybkości ustalonej 67 km/godz. lokomotywa elektryczna pociągnie pociąg o wadze 500 t, zaś parowóz tylko 310 t.

Prócz omówionych wyżej cech charakterystycznych lokomotywy elektrycznej należy podkreślić następujące jej zalety:

1. Przy tej samej wadze przyczepności parowóz rozwija średnią siłę pociągową o 27% mniejszą od siły lokomotywy elektrycznej, a to na skutek zmienności siły pociągowej w zależności od położenia tłka*).
2. Parowóz bardziej niszcząco działa na torowisko niż lokomotywa elektryczna, dzięki dodatkowym siłom dynamicznym, wy-

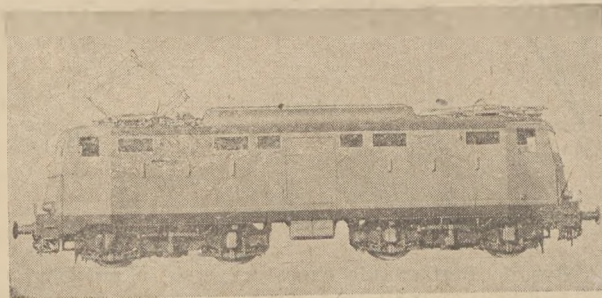
woływany przez nierównomierność pracy korbówodów. Z tego też względu dopuszczalne są większe naciski osi na szyny dla lokomotywy elektrycznej, co powoduje lepsze jej wykorzystanie przy tej samej mocy.



Rys. 4 Lokomotywa Bo'Bo'Bo' typu E 636 kolei włoskich

3. Większa sprawność lokomotywy elektrycznej od parowozu. Wynika to z tego, że energię elektryczną pobieraną z elektrowni ciepłych uzyskuje się dzięki lepszemu spalaniu węgla w nowoczesnej kotłowni niż na parowozie, nie mówiąc o tym, że parowóz wymaga znacznie lepszych gatunków węgla niż elektrownie spalające przeważnie grysik lub miał węglowy. Maksymalna sprawność parowozu utrzymuje się stała tylko dla pewnej określonej szybkości, a dla każdej innej szybkości sprawność ta szybko maleje. Sprawność lokomotywy elektrycznej (jej silników) jest natomiast stała w bardzo szerokich granicach. Stąd np. wg źródeł francuskich stosunek sprawności średniej do sprawności maksymalnej wynosi dla parowozu 1:3, zaś dla lokomotywy elektrycznej jest bliski jedności. Orientacyjne wartości liczbowe sprawności dla obu lokomotyw przedstawia rys. 3.

Jak widać, porównanie jest wyjątkowo korzystne dla lokomotywy elektrycznej, jeżeli energia elektryczna dostarczana jest z elektrowni wodnych.



Rys. 5 Lokomotywa Bo'Bo' typu E 424 kolei włoskich

4. Ilość typów lokomotyw elektrycznych jest znacznie mniejsza niż ilość typów parowozów. Wszystkie zarządy kolejowe dążą ponadto do tego, aby ilość tę jeszcze bardziej zredukować.

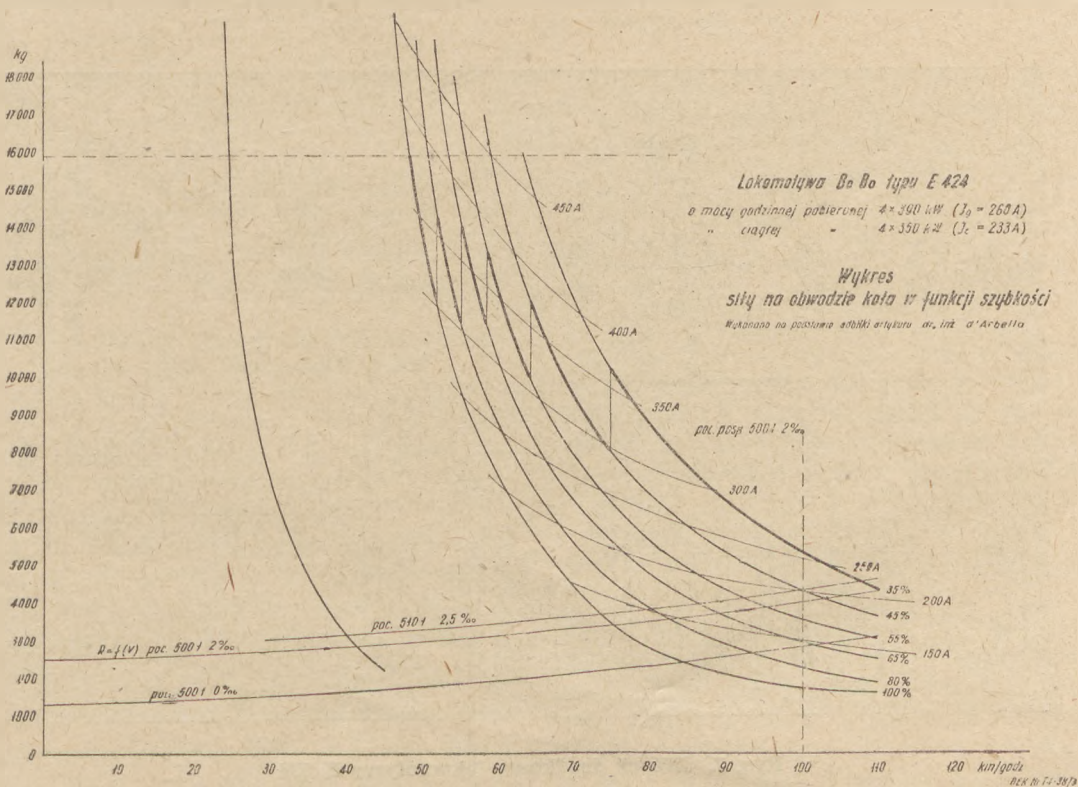
*) Prof. R. Podoski. „Koleje Elektryczne“.

5. Niższe koszty eksploatacyjne trakcji elektrycznej w porównaniu z trakcją parową, na co wpływają znacznie większe przebiegi dzienne od parowozów, mniejsza rezerwa eksploatacyjna, lepsze wykorzystanie lokomotyw elektrycznych, a więc i mniejsza ich ilość (co najmniej dwukrotnie), niewrażliwość na warunki atmosferyczne, a szczególnie na mrozy, tańszy personel trakcyjny (wymagane mniejsze kwalifikacje), mniejsze koszty naprawy (brak kotła parowego, mycia, czyszczenia rur itp.). Uboczną zaletą lokomotyw elektrycznych jest brak zadymienia i niebezpieczeństwa pożarowego.
6. Możliwość stosowania wagonów motorowych lub jednostek pociągowych w układzie wielokrotnym, co pozwala na uelastycznienie gęstego ruchu podmiejskiego w takim stop-

Wszystkie te zalety trakcji elektrycznej przyczyniły się do szerokiego jej zastosowania na całym świecie, a szczególnie w tych krajach, gdzie warunki gospodarcze dodatkowo sprzyjały jej rozwojowi.

1. Zastosowanie tego rodzaju lokomotyw w Stanach Zjednoczonych wywołane zostało motywami natury czysto kapitalistycznej, a mianowicie:

a) niechęcią kapitalistów do robienia kosztownych inwestycji, obliczonych na długi okres amortyzacyjny, pod tym bowiem



*) Inż. J. Dzikowski i inż. Cz. Jaworski. „Zakres i znaczenie elektryfikacji kolei w Polsce” — 1948.

względem elektryfikacja jest mniej atrakcyjna.

b) chęcią uniezależnienia się od dostaw węglowych, zagrożonych częstymi strajkami górników.

c) możliwością wykorzystania własnych kopalni ropy naftowej.

2. Lokomotywy spalinowe rozwinęły się nie tylko w Stanach Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii, ale wprowadzone zostały na wielką skalę w ZSRR. Jednak zarówno w Anglii jak i w Związku Radzieckim zastosowanie ich znalazło inny zakres i uzasadnienie niż w Stanach Zjednoczonych. W Anglii stosowane są lokomotywy diesel - elektryczne na liniach bocznych, na których ze względu na stosunkowo słaby ruch nie opłaca się budować sieci trakcyjnej, natomiast w Związku Radzieckim lokomotywy te stosowane są tam, gdzie gęstość ruchu nie usprawiedliwia jeszcze elektryfikacji, natomiast warunki lokalne (geograficzne lub klimatyczne) nie pozwalają na zastosowanie trakcji parowej (obszary pustynne, polarne, bezwodne). W niektórych przypadkach bliskość kopalni ropy naftowej usprawiedliwia lokalne zastosowanie lokomotyw spalinowych.

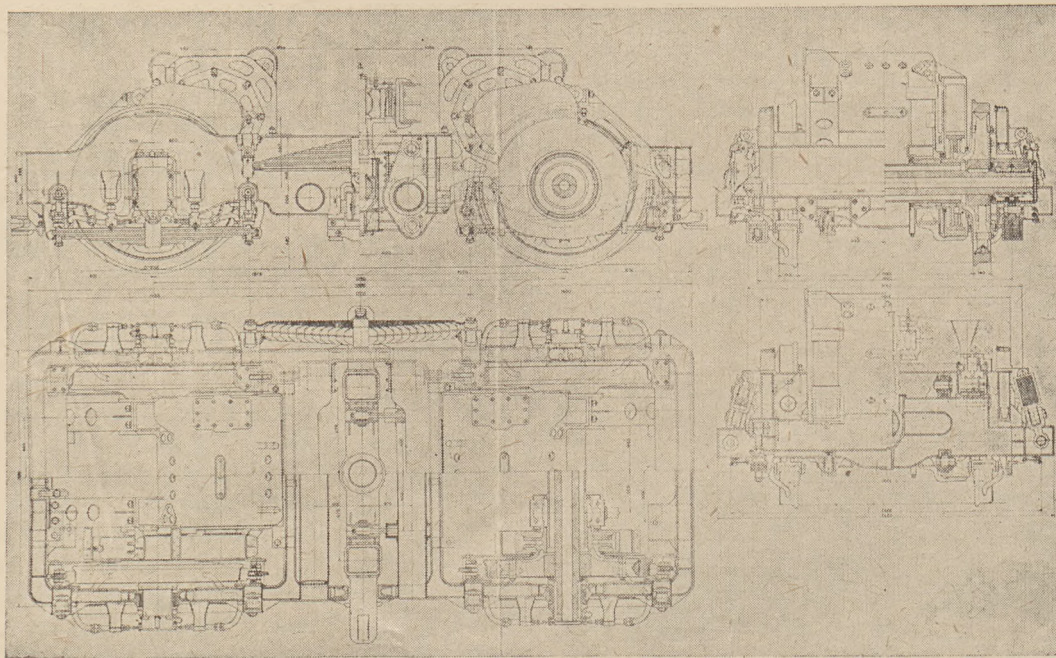
Wreszcie wspomnę słów kilka o kosztach parowozu i lokomotywy elektrycznej. Niewątpliwie lokomotywa elektryczna jest droższa od parowozu. Np. prof. Langrod*) podaje wg źródeł francuskich koszt jednostkowy lokomotywy elektrycznej 20 fr/kg i parowozu 10 fr/kg, z czego nasuwa się wniosek, że parowóz jest dwa

nej, to biorąc pod uwagę, że dla obsłużenia tego samego ruchu wystarczy dwa razy mniejsza ilość lokomotyw elektrycznych niż parowozów, ogólny koszt parku lokomotywowego będzie w obu przypadkach co najmniej ten sam, natomiast koszty eksploatacyjne przy trakcji elektrycznej będą mniejsze. Wg źródeł radzieckich koszt całkowity parku lokomotyw elektrycznych po wprowadzeniu elektryfikacji jest o 60% mniejszy od kosztu parku parowozowego.

Ponieważ jednak analiza rentowności wykacza poza ramy niniejszego artykułu, odsyłam interesujących się tym zagadnieniem do artykułu inż. Cz. Jaworskiego**).

Główne tendencje w rozwoju lokomotyw elektrycznych

Jak wiadomo, główną różnicą pomiędzy lokomotywami prądu stałego i jednofazowego jest sposób dokonywania rozruchu. W lokomotywach prądu stałego do tego celu służą oporniki rozruchowe, za pomocą których reguluje się napięcie na zaciskach silników trakcyjnych. W lokomotywach jednofazowych natomiast to samo osiąga się przez zmianę zaczepów na transformatorze lokomotywowym. Sposób regulacji w lokomotywie prądu stałego ustępuje regulacji lokomotywy jednofazowej ze względu na straty



Rys. 7. Wózek środkowy lokomotywy E 636

razy tańszy od lokomotywy elektrycznej. Należy jednak pamiętać, że przy tej samej mocy znamionowej lokomotywa elektryczna jest znacznie lżejsza od parowozu, jak to zresztą widać z wyżej opisanego przykładu porównawczego kolei szwedzkich.

Gdyby jednak nawet przyjąć, że parowóz jest dwa razy tańszy od lokomotywy elektrycz-

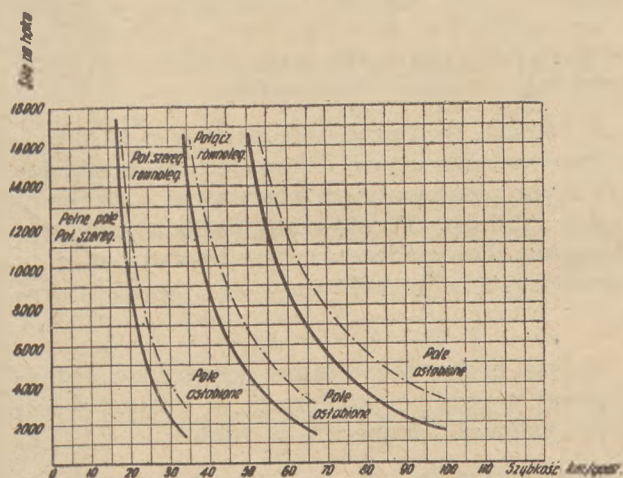
nej, dodatkowe w opornikach. Ponadto ilość stopni jezdnych, tj. takich, przy których jazda odbywa

*) Prof. Langrod „Rodzaje trakcji kolejowej“, „Przegląd Komunikacyjny“ nr 4, 1949.

**) Inż. Cz. Jaworski — „Trakcja elektryczna, jej właściwości i rentowność“, „Przegląd Komunikacyjny“ nr 2/3, 1949.

się bez oporników, była do niedawna stosunkowo niewielka. Stąd też nawet w przypadkach możliwości zachowania uniwersalności typu lokomotywy pod względem konstrukcyjnym i elektrycznym, przeważnie przy przeznaczeniu lokomotyw do ruchu osobowego lub towarowego, należało zmieniać przekładnię zębatą.

Nowoczesna lokomotywa prądu stałego upodabnia się do lokomotywy prądu zmiennego przez znaczne zwiększenie ilości stopni „jezdnych”. Uzyskuje się to przez zachowanie bardzo daleko idącego osłabiania pola (do 76% osłabienia) przy dużej ilości stopni pośrednich. Jakkolwiek związane jest to z pewnymi trudnościami konstrukcyjnymi, to jednak dzięki temu rozwiązaniu lokomotywa nabiera cech uniwersalności, gdyż, posiadając bardzo dużą skalę szybkości jezdnych, może być stosowana do różnych pociągów od najwolniejszych towarowych do najszybszych pociągów ekspresowych, bez konieczności uciekania się do zmiany przekładni zębatej.

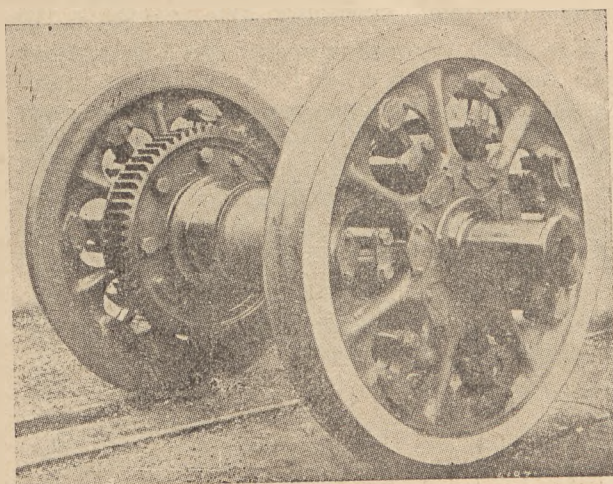


Rys. 8. Charakterystyka siły pociągowej w funkcji szybkości lokomotywy E 636

Uniwersalność lokomotywy rozszerzona jest ponadto możliwością stosowania rozrządu wielokrotnego, co pozwala na podwojenie, a nawet potrojenie mocy lokomotywy bez potrzeby powiększania ilości personelu lokomotywowego. Stąd ilość stosowanych typów lokomotyw elektrycznych ulega w ostatnich czasach znacznemu zmniejszeniu.

Podobne tendencje zarysowują się również i w trakcji jednofazowej. Bardzo daleko idące polepszenie konstrukcji silników trakcyjnych, opanowanie zagadnienia trudności komutacyjnych, powiększenie mocy jednostkowej silników, zastosowanie napędu indywidualnego osi oraz zmiany konstrukcyjne transformatorów lokomotywowych, jak również usprawnienie rozrządu przyczyniły się do możliwości znacznego ograniczenia ilości stosowanych typów lokomotyw. Ogólną tendencją przy stosowaniu trakcji elektrycznej jest oczywiście podniesienie

szybkości maksymalnych zarówno w ruchu towarowym jak i osobowym. Rozwój lokomotyw elektrycznych wiąże się ściśle z rozwojem wa-



Rys. 9 Zestaw napędny nowoczesnych lokomotyw włoskich

gonów motorowych zarówno w ruchu lokalnym jak i dalekobieżnym. Stanowi to jednak osobne zagadnienie nie mieszczące się w ramach niniejszego artykułu.

PRZYKŁADY NOWOCZESNYCH ROZWIĄZAŃ LOKOMOTYW ELEKTRYCZNYCH

Prąd stały

Związek Radziecki (3000 V)

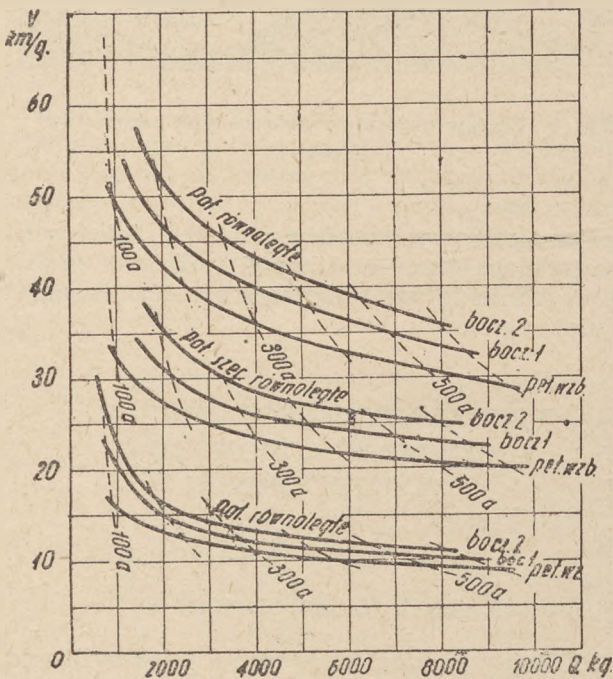
Koleje radzieckie, których elektryfikacja rozpoczęła się w r. 1926, obrały system prądu stałego 3000 V. Śmiała na owe czasy decyzja, przyjmująca tak wysokie napięcie prądu stałego przy elektryfikacji kolei na wielką skalę, podyktowana była koniecznością wykorzystania ogólnokrajowej sieci energetycznej przy zastosowaniu prostowników rtęciowych w podstawach trakcyjnych.

Powstały przy tym niezwykle trudne zadania przed przemysłem radzieckim, który wywiązał się z nich celująco i już w r. 1929 Zakłady Dynamo im. S. Kirowa rozpoczęły szczegółowe projektowanie lokomotywy elektrycznej serii Ss. Wkrótce potem przystąpiono do wykonywania bardziej doskonałej lokomotywy serii WŁ 19. Wreszcie, dla uczczenia 15 rocznicy Wielkiej Rewolucji Październikowej, Zakłady Dynamo, wspólnie z Kołomieńskimi Zakładami im. W. Kujbyszewa, oddały do użytku pierwszą lokomotywę WŁ 19-01 1, odznaczoną imieniem W. Lenina. Zasługuje na podkreślenie fakt, że zarówno projekt części mechanicznej jak i elektrycznej oparty został na oryginalnych pracach uczonych rosyjskich.

W r. 1934 Zakłady Dynamo oddały do ruchu lokomotywę szybkobieżną serii PB21, typu 2C02, w której zastosowano szereg nowoczesnych szczegółów konstrukcyjnych, jak: osiowe łożyska łożkowe, specjalny typ ostojnicy itp.

W r. 1936 wyprodukowano typ lokomotywy CoCo, serii SK, zaś od r. 1938 rozpoczęto masową produkcję zmodernizowanych lokomotyw typu CoCo, serii WŁ 22 (rys. 11.) Po wojnie rozpoczęto budowę ulepszonych lokomotyw serii WŁ 22m. Szybkość konstrukcyjną tych lokomotyw powiększono z 70 na 75 km/godz. Wszystkie lokomotywy mogą pracować po 2 lub nawet po 3 w układzie wielokrotnym.

Charakterystyka lokomotywy WŁ 22m przedstawiona jest na rys. 10.



Rys. 10 Charakterystyka lokomotywy Wł 22 m

Praktyka wykazała, że posiadanie jednego zasadniczego typu lokomotywy (CC) ma dużo stron ujemnych, przede wszystkim zaś prowadzi do nieracjonalnego jej wykorzystania. Przeprowadzone studia doprowadziły do sprecyzowania charakterystyki silniejszej lokomotywy o maksymalnej sile pociągowej 32 do 35 t. Użytkowanie takiej siły pociągowej w lokomotywie CoCo prowadzi do nacisku osi na szyny 27—29 t, co wymaga jednak przeróbki nawierzchni torowej.

Zaprojektowana lokomotywa 1 Do Do 1 przy nacisku osiowym 22—23 t pozwala w niektórych przypadkach na pozostawienie nawierzchni (z szyn o wadze 50 km/mb) w stanie dotychczasowym. Rozważana była również konstrukcja lżejsza (bez dodatkowego balastu) przy nacisku osiowym 18,5—19 t, która będzie stosowana na liniach o nawierzchni słabszej. Oczywiście większość elementów konstrukcyjnych nowego typu

lokomotywy będzie identyczna z elementami
typu starego.

Stworzenie nowego typu lokomotywy przy zastosowaniu rozrządu wielokrotnego daje całą gamę różnych możliwości zależnie od potrzeb ruchowych, które ilustruje następująca tabela:

Typ lokomotywy	Ilość osi napędnych	Siła pociągowa t.
W Ł 22	6	24
Do Do	8	32
2 × W Ł 22	12	48
2 × Do Do	16	64

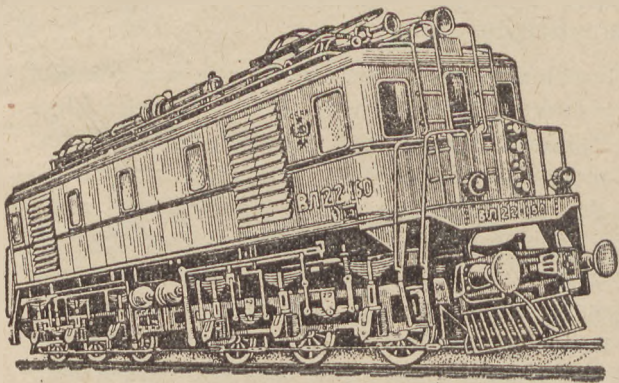
Niezależnie od pracy nad typami standardowymi, nauka radziecka prowadzi wnikliwe i wszechstronne badania nad ulepszeniem i uproszczeniem zarówno wyposażenia elektrycznego jak i części mechanicznej.

W ramach tych prac wykonano w r. 1938 jednofazową lokomotywę doświadczalną z zainstalowanym prostownikiem rtęciowym i silnikami prądu stałego. Prostownik posiada regulację siatkową. Doświadczenia przeprowadzone z tą lokomotywą w r. 1940 dały bardzo dobre wyniki.

Dalsze prace, szczególnie poświęcone jedno-fazowej trakcji elektrycznej o częstotliwości przemysłowej, są obecnie w toku.

Jednym z najtrudniejszych zadań rozwiązanych przez przemysł radziecki jest skonstruowanie oryginalnych silników trakcyjnych, które zdały próbę życia w eksploatacji.

Lokomotywy Ss, WŁ 19, SK i WŁ 22 wyposażone są w silniki DPE 340 o mocy godzinnej 340 kW, zaś lokomotywy WŁ 22^m w silniki DPE 400 o mocy godzinnej 400 kW.



Rys. 11 Lokomotywa radziecka Wł 22

Włochy (3000 V)

Koleje włoskie po dłuższych studiach i próbach eksploatacyjnych zatrzymały się na dwóch typach lokomotyw, które całkowicie wypierają dotychczas kursujące, a mianowicie:

a) Lokomotywa BoBo, typu E 424 (rys. 5 i 6)

Charakterystyka tej lokomotywy jest następująca:

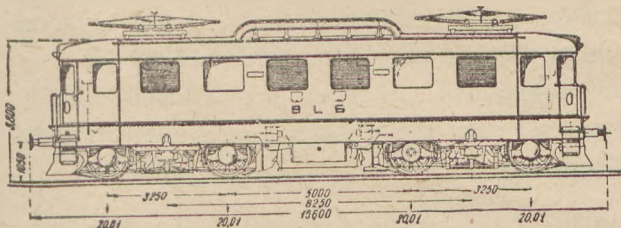
Ciężar służbowy	72,5 t
Waga części mechanicznej	44 t
Średnica kół napędnych	1520 mm
Przekładnia	16/65
Długość między zderzakami	15500 mm
Odstęp między skrajnymi osiami	15500 mm
Odstęp między osiami wózków	3150 mm
Najmniejszy promień łuku	90 m
Silniki trakcyjne typ. 92—250	360 kW

Charakterystyka jezdna lokomotywy

Waga odczepiona t.	Szybkość km/godzinę				
	1 - 0	5 ⁰ / ₀₀	10 ⁰ / ₀₀	15 ⁰ / ₀₀	20 ⁰ / ₀₀
200	100	80	68	61,5	57,5
250	97	74,5	63,7	58,5	54,5
300	93	71	61	51	—
350	88,5	67	59	54	—
400	85	64,5	57	—	—

Przyśpieszenie rozruchowe na poziomie i prostej

Waga doczepiona t.	Przyśpieszenie m/sek ²
200	0,563
250	0,445
300	0,363
350	0,325
400	0,262



Rys. 12 Lokomotywa Bo Bo kolei szwajcarskich

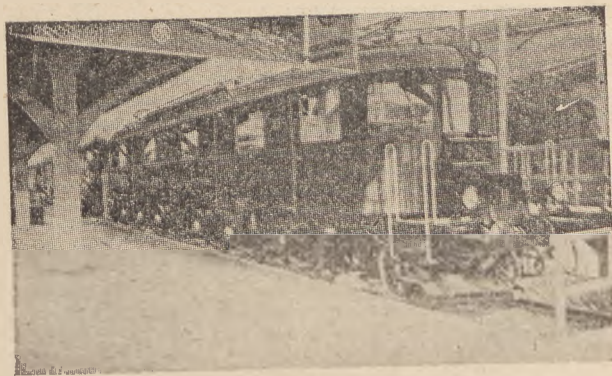
Wartości powyższe zostały obliczone w założeniu rozruchu oporowego przy prądzie 350 A, odpowiadającym sile pociągowej 13500 kg.

Maksymalne wzniesienia pokonywane przy prądzie mocy godzinnej.

z wagą doczepioną	300 t	—	18,5 ⁰ / ₀₀
" "	250 t	—	25,2 ⁰ / ₀₀
" "	200 t	—	31,0 ⁰ / ₀₀

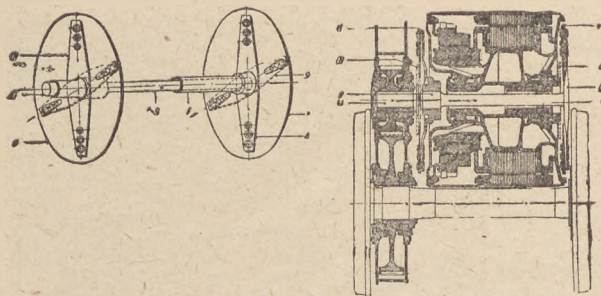
Część mechaniczna

Wózki całkowicie spawane. Łożyska rolkowe. Zawieszenie silników całkowicie odsprężynowane. System centralny, smarownice Friedmanna. Hamulec Westinghouse'a.



Rys. 13 Lokomotywa 1 Co Co 1 kolei szwajcarskich

Sprężarki 100 litr./min. (zasysane) każda. Pojemność ogólna zbiorników powietrznych 1100 litrów.



Rys. 14 Przekładnie elastyczne lokomotywy Bo Bo kolei szwajcarskich

Część elektryczna

Silniki 350 kW przy 900 obr./min. i prądzie godzinny 250 A. Uzwojenie faliste otwarte. Rozrząd elektropneumatyczny, automatyczny. Silnik posiada 5 stopni jezdnych z polem osłabionym. W rezultacie lokomotywa ma 12 stopni jezdnych. Opory rozruchowe z elementów lanych. Przetwornica — silnik 10 kW/3000 V, prądnicą 24 V, wentylator 1100 obr./min. 100 m³ przy 100 mm H₂O. Zbiorniki powietrzne po 1000 litrów każdy umieszczone są na suficie lokomotywy.

b) Lokomotywa BoBoBo, typu E 636

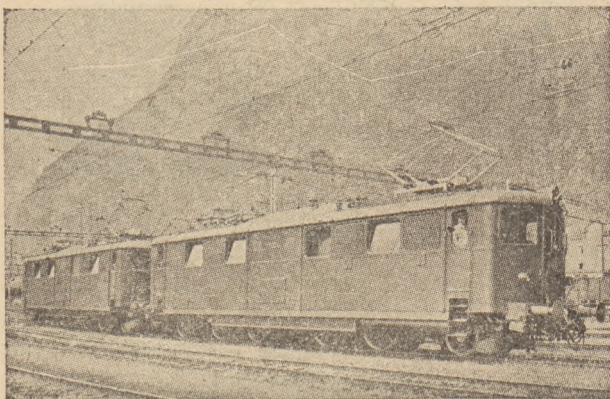
Lokomotywa ta jest niejako rozszerzeniem lokomotywy E 424, posiada bowiem identyczne silniki i wózki (z wyjątkiem środkowego, który

posiada czop kulisty) jak również wyposażenie wewnętrzne (rys. 4, 7, 8 i 9).

Charakterystyka tej lokomotywy jest następująca:

Ciężar służbowy	101 t
Waga części mechanicznej	57 t
Nacisk osi na szyny	16,8 t
Średnica koła napędnego	1250 mm
Długość między zderzakami	18250 mm
Odstęp między skrajnymi osiami	13500 mm
Odstęp między osiami wózka	3150 mm
Szybkość maksymalna przy przekładni 21/65	120 km/godz.
Szybkość maksymalna dopuszczalna	130 km/godz.
Siła pociągowa przy prądzie godz.	14500 kg
Moc pobrana silnika godzinna	340 kW
Moc pobrana silnika ciągła	300 kW
Waga jednego silnika (bez przekładni)	3900 kg

Lokomotywa E 636 różni się pod względem elektrycznym od E 424 tym, że silniki jej nie posiadają tak dużej ilości stopni osłabienia pola, ponadto nie ma ani rozrządu automatycznego ani układu wielokrotnego.



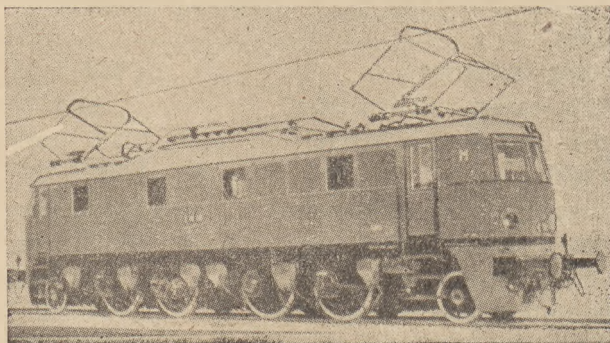
Rys. 15 Lokomotywa 1 Do 1 kolei szwajcarskich

Niemiecka Republika Demokratyczna

Przemysł Republiki, jakkolwiek w zasadzie nastawiony jest na produkcję lokomotyw jednofazowych, rozporządzając dużym doświadczeniem i tradycjami konstrukcyjnymi, podjął się wykonania pewnej ilości lokomotyw elektrycznych dla częściowego zaspokojenia potrzeb elektryfikacyjnych PKP w Planie 6-letnim.

Wchodzą tu w grę lokomotywy 6-osiove CoCo oraz 4-osiove BoBo. Dokładne dane tych lokomotyw nie są jeszcze ustalone w sposób ostateczny. Rozwiązanie techniczne jest podobne do włoskiego, tj. silniki trakcyjne są w obu typach identyczne. Przewidziany jest ten sam sposób podwieszenia i przekładania. Zastosowane będzie podwieszenie za pomocą „wału drążowego” i połączenia elastycznego z kołami napęd-

nymi za pomocą układu sprężynowego tzw. „Feddertopf“, wypróbowanego od wielu lat na kolejach niemieckich. Tego rodzaju podwieszenie silników jest szczególnie korzystne ze względu na dynamiczne oddziaływanie na tory kolejowe. Szybkość konstrukcyjna tych lokomotyw wynosić będzie 125 km/godz.



Rys. 16 Lokomotywa 1' Do 1' Typu E 19 kolei niemieckich

PRĄD ZMIENNY JEDNOFAZOWY Szwajcaria (15 kV i 16 2/3 okr./sek)

a) Lokomotywa BoBo serii 251, kolei Alp Berneńskich (Bern — Löetschberg — Simplon (rys. 12).

Charakterystyka lokomotywy:

Ciężar służbowy	80 t
Waga części mechanicznej	44,4 t
Średnica kół napędnych	1250 mm
Przekładnia	1:2,22
Długość między zderzakami	15600 mm
Odstęp między skrajnymi osiami	11500 mm
Odstęp między osiami wózka	8250 mm
Szybkość maksymalna	125 km/godz.
Siła pociągowa przy mocy godz.	13800 kg
Siła pociągowa maksymalna	22000
Szybkość przy mocy godz.	76 km/godz.
Moc godzinna	4000 KM

Lokomotywa ta jest bardzo interesująca ze względu na szereg nowych rozwiązań konstrukcyjnych. Przede wszystkim przez zastosowanie przekładni elastycznej, służącej do amortyzacji ruchów względnych silnika i osi napędowej (rys. 14). Zasadę jego działania łatwo jest zrozumieć z rysunku.

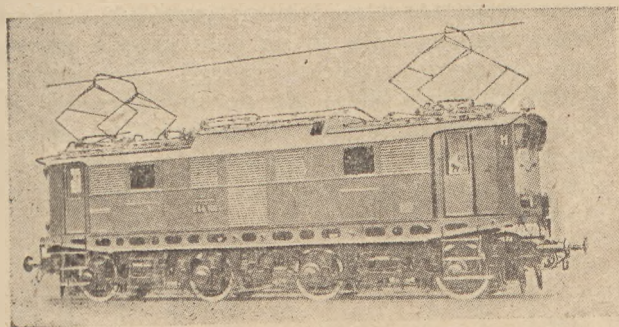
Transformator główny wykonany został z układem promieniowym blach rdzenia, co pozwoliło na obniżenie wagi transformatora o około 40%. Ciekawym szczegółem hamulca jest

urządzenie dodatkowe, które jest połączone z szybkościomierzem i automatycznie, przy szybkości ponad 80 km/godz., zwiększa nacisk klocków hamulcowych. Przy spadku szybkości poniżej 40 km/godz. nacisk dodatkowy odpada.

Charakterystyka silnika jest następująca:

Rodzaj obciążenia	Charakterystyka						Szybkość km/godz.
	Moc KM	Moment kgm	Obr. na min.	Napięcie V	Prąd A	Siła pociąg. na haku kg	
godzinne	1000	1000	720	395	2100	13800	76
ciągłe	855	782	780	395	1800	10800	83

Lokomotywa ciągnie pociąg o wadze doczepionej 650 t na wzniesieniu 10‰ z szybkością 90 km/godz., a na wzniesieniu 15‰ — 75 km/godz. Na wzniesieniu 27‰ waga pociągu 360—400 t pozwala na rozwinięcie szybkości 75 km/godz.



Rys. 17 Lokomotywa Bo'Bo' Typu E 44 kolei niemieckich

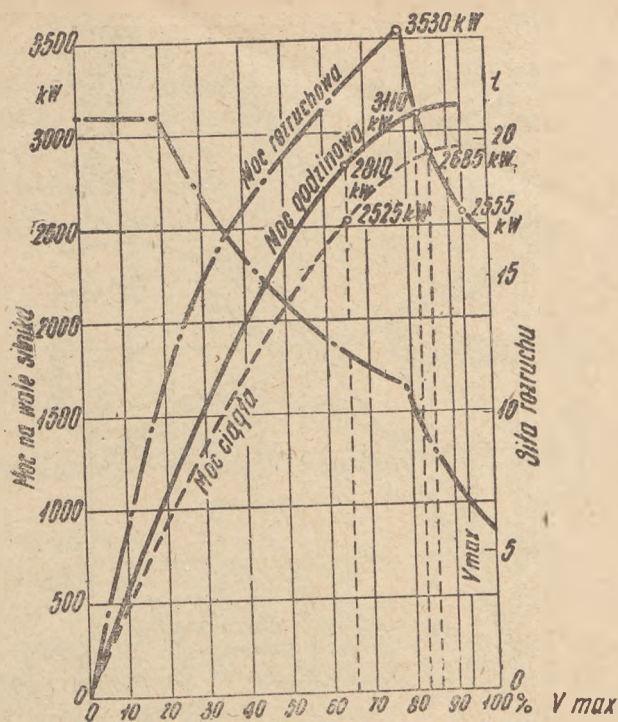
b) Lokomotywa 1 Co — Co 1
kolei Bern — Löetschberg — Simplon (rys. 13).

Charakterystyka lokomotywy:

Ciężar służbowy	142 t
Ciężar przyczepności	114 t
Średnica kół napędnych	1350 mm
Średnica kół tocznych	950 mm
Przekładnia	1:5,312
Długość między zderzakami	20260 mm
Odstęp między skrajnymi osiami	16600 mm
Waga części mechanicznej	78 t

Praca jednogodzinna

Moc	6000 KM
Siła na haku	28500 kg
Szybkość	56,5 km/godz.

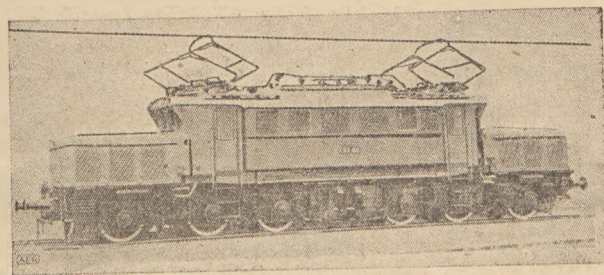


Rys. 18 Charakterystyka lokomotywy E 18 kolei niemieckich

Praca ciągła

Moc	5130 KM
Siła na haku	22500 kg
Szybkość	61,5 km/godz.
Szybkość maksymalna	90 km/godz.
Maksym. siła rozruchowa	36000 kg
Ilość podwójnych silników	6

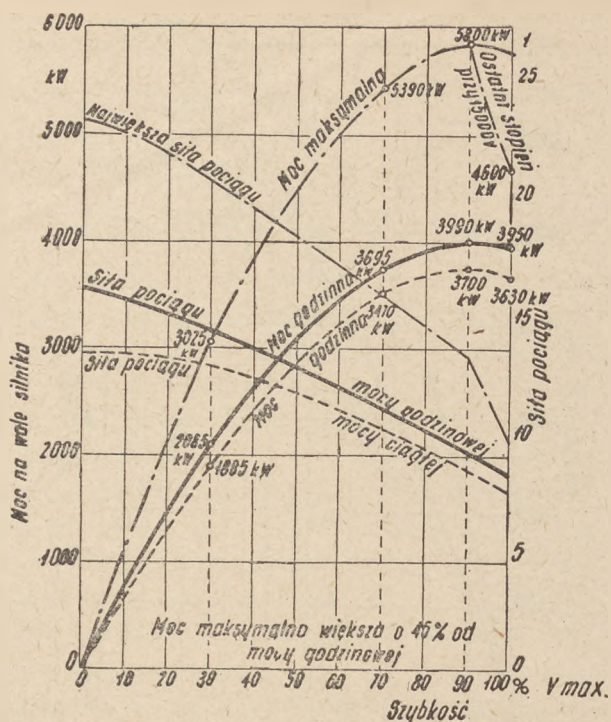
Lokomotywa ta przeciąga pociągi o wadze całkowitej 740 t na wzniesieniu 27‰ z szybkością 65 km/godz.



Rys. 19 Lokomotywa kolei niemieckich Typu E 94

c) Lokomotywa 1 Bo 1 Bo 1 + 1 Bo 1 Bo 1
kolei Gothardskiej

Jest to najmocniejsza lokomotywa jednofazowa. Moc całkowita 12000 KM, długość 34 m, waga 283 t, ilość silników 16 po 750 KM. Silniki są 10 biegunowe. Regulacja obrotów odbywa się po stronie wysokiego napięcia. V max. — 110 km/godz. Hamowanie elektryczne przez oddawanie energii. Lokomotywa przeciąga po-



Rys. 20 Charakterystyka lokomotywy E 19

ciąg o wadze 770 t na wzniesieniu 26‰ z szybkością 75 km/godz.

Lokomotywa ta okazała się jednak w eksploatacji zbyt kosztowna ze względu na zbyt dużą moc i nieodpowiednie jej wykorzystanie w niektórych przypadkach. Z tego też względu już w r. 1939 przekonstruowano ją dzieląc na dwie lokomotywy, pracujące w układzie wielokrotnym. Stąd powstał typ 1 Do 1.

Charakterystyka lokomotywy:

Ciężar służbowy	106 t
Ciężar przyczepny	80 t
Ciężar części mechanicznej	55,9 t
Średnica kół napędnych	1350 mm
Średnica kół tocznych	950 mm
Nacisk osi na szyny	20 t
Przekładnia	1:3,22
Ilość silników trakcyjnych	8
Długość między zderzakami	17200 mm
Odstęp między osiami skrajnymi	12200 mm
Siła maksymalna przy rozruchu	28000 kg
Moc godzinna	4200 kW
Siła poc. mocy godz.	17760 kg
Szybkość	84 km/godz.
Moc ciągła	3960 kW
Siła poc. mocy ciągłej	16400 kg
Szybkość mocy ciągłej	85,5 km/godz.
Szybkość maksymalna	125 km/godz.

W lokomotywie tej zastosowano silniki, z których część posiada uzwojenie biegunów z alu-

minium. Hamowanie elektryczne z oddawaniem energii przy zastosowaniu wzbudnicy obcej. Regulacja po stronie WN. Sterowanie wielokrotne. Dwie lokomotywy przeciągają pociąg 770 t na wzniesieniu 26‰ z szybkością 75 km/godz.

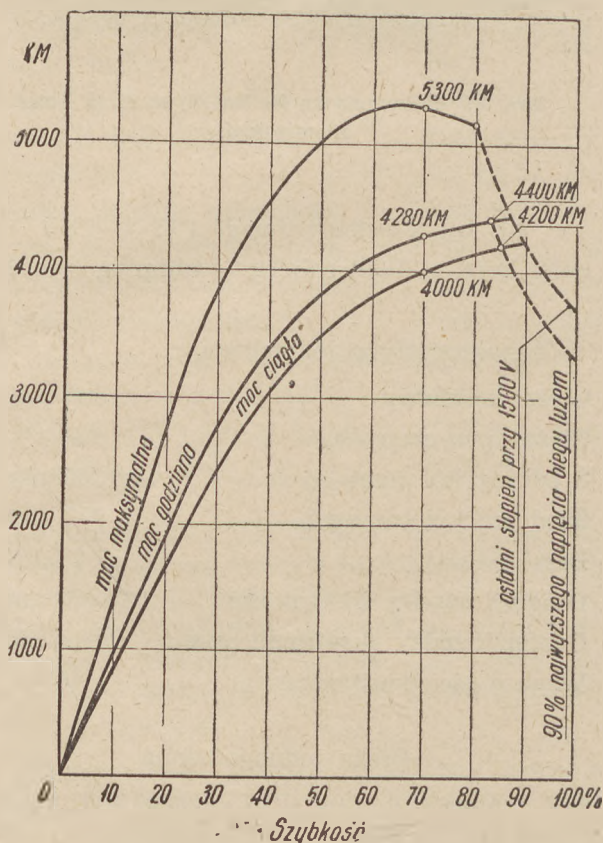
Ciekawym szczegółem jest zastosowanie w powyższej lokomotywie odzyskiwania energii przy hamowaniu, przy czym w czasie odzyskiwania energii jeden z silników pracuje w charakterze wzbudnicy.

UWAGI OGÓLNE

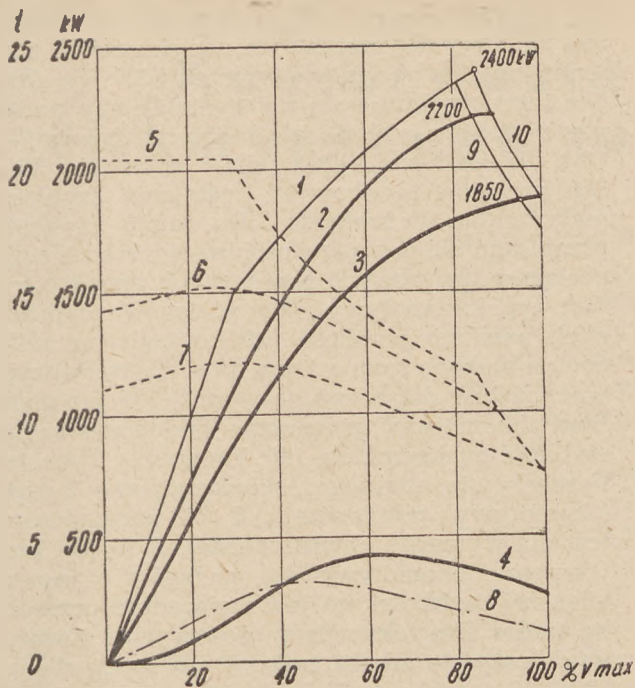
Jak widać, koleje szwajcarskie cechuje duża ilość typów lokomotyw. Należy to tłumaczyć dwoma względami:

- 1) bardzo trudnym terenem;
- 2) dużą ilością kolei prywatnych, z których każda prowadzi swoją politykę gospodarczą i techniczną.

Ogrywają tu prawdopodobnie rolę również względy prestiżowe lub nawet konkurencyjne. Ogólna tendencja kolei szwajcarskich, to obniżenie wagi zarówno lokomotywy jak i taboru przewożonego. Ma to na celu przede wszystkim obniżenie zużycia energii elektrycznej. Konstrukcyjnie dąży się do uproszczenia budowy, stosowania lekkich konstrukcji spawanych i uproszczenia wyposażenia. Bardzo dużych szybkości ze względu na wzniesienia nie stosuje się.



Rys. 21 Charakterystyka lokomotywy E 94



- 1 Moc rozruchowa
2 „ godzinowa
3 „ ciągła
4 „ hamowania
5 „ rozruchu
6 Siła mocy godz.
7 Siła mocy ciągłej
8 „ hamowania
9 Moc przy 90%
największego napięcia
biegu luzem = 5740
10 Moc przy największym
napięciu obciążenia

Rys. 22 Lokomotywa Co'Co' Typu E 44 kolei niemieckich

Niemcy Zachodnie

a) Lokomotywa pośpieszna 1'Do 1' typu E 18 i E 19

Lokomotywy E 18 i E 19 stanowią dwa kolejne prototypy lokomotywy pośpiesznej dla bardzo dużych szybkości. Na podstawie przeprowadzonych prób koleje niemieckie zdecydowały się ostatecznie na zastosowanie typu E 19.

Charakterystyki obu lokomotyw:

E 18

Ciężar służbowy	109 t
„ przyczepności	80 t
Średnica kół napędnych	1600 mm
„ „ tocznych	1000 mm
Przekładnia	1:2,794
Długość między zderzakami	16920 mm
Odstęp między osiami skrajnymi	12800 mm
Moc godzinna	4320 KM
Szybkość	122 km/godz.
Siła pociągowa mocy godz.	9550 kg

Moc ciągła	3980 KM
przy szybkości	128 km/godz.
i sile pociągowej	8400 kg
Maksymalna siła pociągowa przy	
rozruchu 2 przy szybkości od	
0 do 42 km/godz.	21000 kg
Szybkość maksymalna	140 km/godz.
„ „ dopuszczalna	150 km/godz.

E 19

Ciężar służbowy	114,5 t
„ przyczepności	80 t
Średnica kół napędnych	1600 mm
„ „ tocznych	1100 mm
Przekładnia	1:1,898
Długość między zderzakami	16920 mm
Odstęp między osiami skrajnymi	12800 mm
Szybkość maksymalna rozkładowa	180 km/godz.
„ „ dopuszczalna	220 km/godz.
Szybkość mocy godzinnej	162 km/godz.
Moc godz.	5420 KM
Szybkość przy mocy ciągłej	162 km/godz.
Siła pociąg. mocy ciągłej	8400 kg
Moc ciągła	5030 KM
Maks. siła pociągowa	23000 kg

Charakterystyki obu lokomotyw przedstawione są na rys. 18 i 20.

b) Lokomotywa osobowa i towarowa Bo'Bo' typu E 44 (rys. 17).

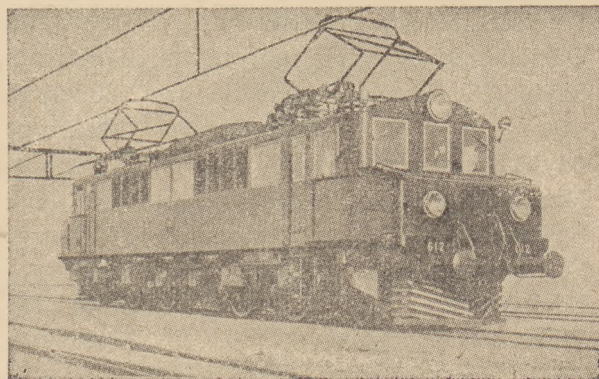
Charakterystyka lokomotywy:

Ciężar służbowy	79 t
Waga części mechanicznej	42,2 t
Średnica kół napędnych	1250 mm
Przekładnia	1:4,21 i 1:3,95
Długość między zderzakami	15290 mm
Odstęp między osiami skrajnymi	9800 mm
Odstęp między osiami wózka	3500 mm
Szybkość maksymalna rozkładowa	90 km/godz.
„ „ dopuszczalna	100 km/godz.
Siła poc. maksymalna	24000 kg/26300
Moc ciągła	2000 kW
przy szybkości	72 km/godz/67
Siła pociągowa	10200/10950
Moc godzinna	2200 kW
przy szybkości	68/63,5 km/godz.
sile pociągowej	11850/12700 kg

Charakterystyka lokomotywy przedstawiona jest na rys. 22.

c) Lokomotywa do ciężkich poc. towarowych Co'Co' serii E 94 (rys. 19).

Ciężar służbowy	118,5 t
Średnica koła napędnego	1250 mm
Długość między zderzakami	18600 mm
Odstęp między osiami skrajnymi	13700 mm
Moc godzinna	3350 kW
przy szybkości	74 km/godz.
Moc ciągła	3000 km/godz.
przy szybkości	75 km/godz.
Maksymalna siła pociągowa	36000 kg
Maksymalna moc rozruchu	3940 kW
przy szybkości	63 km/godz.



Rys. 23 Lokomotywa Co Co Typu M kolei szwedzkich

Lokomotywy E 18 i E 19 posiadają napęd przez wał drażony, natomiast lokomotywy E 44 i E 94 posiadają silniki o zawieszeniu tramwajowym. Ze względu na górzysty profil linii, obsługiwanych przez te ostatnie lokomotywy, zastosowano w nich oporowe hamowanie elektryczne. Na spadkach 25 do 31,4‰ można przy dopuszczalnych szybkościach 70 lub 50 km/godz. hamować elektrycznie całą wagą lokomotywy i około 30 t wagi doczepionej. Przy spadkach niewielkich może być hamowany elektrycznie prawie cały ciężar doczepiony. W opornikach lokomotyw E 44 można niszczyć w sposób ciągły moc 370 kW, a w lokomotywie E 94 — 675 kW.

Lokomotywa E 44 przeznaczona jest do obsługi pociągów towarowych o wadze 1200 t na wzniesieniach 5‰ i 850 t na wzniesieniach 10‰, a osobowych 700 t na wzniesieniach 10‰.

Ustalenie nowych typów lokomotyw elektrycznych oparte zostało na konsekwentnym dążeniu kolei niemieckich do utrzymania jak najmniejszej ilości typów, za pomocą których można sprostać wszystkim wymaganiom ruchowym.

Przy konstruowaniu nowych lokomotyw dobiera się siłę pociągową w momencie rozruchu przy tym założeniu, że na 1 t nacisku osi napęd

nej można dopuścić siłę pociągową równą 300 kg. Przy dopuszczalnym nacisku osi 20 t na jedną oś siła pociągowa wynosi 6000 kg. Wobec tego przyjmuje się maksymalne siły pociągowe odpowiednio: dla lokomotywy 3 osiowej — 18 t, dla 4 osiowej — 24 t i dla 6 osiowej — 36 t. Dla pociągów towarowych ustalono szybkość maksymalną 90 km/godz. Tę samą szybkość przepisano dla pociągów osobowych, stąd też dla pociągów towarowych i osobowych przyjęto ten sam typ lokomotywy. Dla pociągów pośpiesznych ustalono szybkość 120 km/godz. na szlakach z blokadą samoczynną, przy czym najwyższa szybkość dopuszczalna wynosi 135 km/godz. Stąd lokomotywy pośpieszne budowane są na szybkość maksymalną 140 km/godz. Tym też tłumaczy się, dlaczego skonstruowano 2 typy lokomotywy pośpiesznej. E 18 przeznaczona jest dla wymagań chwili obecnej, E 19 jest prototypem lokomotywy dla pociągów o jeszcze większej szybkości, co jest związane z przeróbką torów. Dla lokomotyw osobowych i towarowych przyjęto silniki trakcyjne o mocy ciągłej 500 kW, natomiast dla lokomotyw pośpiesznych 740 kW. Zawieszenie z wałem drażonym przyjęto tylko dla lokomotyw pośpiesznych.

Szwecja

a) Lokomotywa pośpieszna
1 Bo Bo 1, typ F.

Ciężar służbowy	102 t
„ przyczepności	70 t
„ części mechanicznej	53 t
Średnica kół napędnych	1530 mm
„ „ „ tocznych	980 mm

Długość między zderzakami	15200 mm
Odstęp między skrajnymi osiami	11600 mm
Szybkość maksymalna rozkładowa	135 km/godz.
Moc godzinna	3500 KM
Szybkość przy mocy godz.	95 km/godz.
Siła pociągowa maksym.	18 t

b) Lokomotywa towarowa
Co Co typ M (Rys. 23)

Ciężar służbowy	102 t
„ przyczepności	102 t
Średnica kół napędnych	1100 mm
Przekładnia	1 : 2,98
Długość między zderzakami	16800 mm
Odstęp między skrajnymi osiami	12000 mm
„ „ osiami wózka	2000 ÷ 22 mm
Szybkość maksymalna rozkładowa	80 km/godz.
Moc maksymalna	3600 KM
Siła pociągowa maksymalna	30 t

Obie opisane lokomotywy mają zastąpić dotychczasowe typy lokomotyw nie posiadających napędu indywidualnego i będą stanowiły jedynie typy standartowe kolei zelektryfikowanych.

Konserwacja i utrzymanie elektrycznego taboru kolejowego

W okresie Planu 6-letniego przewiduje się ogromny wzrost przewozów, wykonywanych trakcją elektryczną.

Długość zelektryfikowanych linii kolejowych zwiększy się 5-krotnie. Odpowiednio również zwiększy się ilość taboru oraz innych urządzeń elektrotrakcyjnych tak, że trakcja elektryczna przy końcu Planu 6-letniego zacznie odgrywać już poważną rolę przy pełnieniu przez PKP ich zadań przewozowych. Jest rzeczą zrozumiałą, że należyta konserwacja i utrzymanie taboru elektrycznego jest podstawowym warunkiem jego sprawności. Toteż spodziewać się należy, że ogół pracowników PKP zainteresują zasady konserwacji i utrzymania taboru elektrycznego zarówno w Polsce jak i w innych krajach.

Pod pojęciem „elektryczny tabor kolejowy” rozumie się lokomotywy elektryczne (elektrowozy), elektryczne wagony motorowe (silnikowe) i wagony doczepne, specjalnie przystosowane do trakcji elektrycznej. Te wagony doczepne zwykle są połączone w ilości od 1 do 2 z wagonami motorowymi i tworzą tzw. jednostki elektryczne, które mogą poruszać się zupełnie niezależnie na szlaku kolejowym lub tworzyć pociągi w składzie 2 lub 3 jednostek.

Wagony osobowe lub towarowe, ciągnięte lokomotywami elektrycznymi, stanowią oczywiście zwykły tabor kolejowy. Pod pojęciem „konserwacja taboru kolejowego” należy rozumieć wszelkie zabiegi i naprawy okresowe, które mają na celu przywrócenie taborowi stanu, pozwalającego na przebieg bezawaryjny (zwykle dość znaczny) do następnej naprawy okresowej (rewizji). I dlatego właśnie konserwacja taboru elektrycznego zwykle połączona jest z poważniejszą naprawą lub nawet wymianą części składowych i trwa dłuższy czas. Taka konserwacja odbywa się na ogół w głównych warsztatach elektrotrakcyjnych.

Natomiast „utrzymanie taboru elektrycznego” polega na usuwaniu drobnych uszkodzeń oraz rewizji części mechanicznych i elektrycznych, szybciej ulegających zużyciu i wymagających przez to częstszej kontroli. Zabiegi te trwają stosunkowo krótko i odbywają się w krótszych odstępach czasu przeważnie w elektrowozowniach.

Elektryczny tabor kolejowy jest droższy od taboru trakcji parowej, natomiast ma szereg zalet technicznych, które z nadwyżką wyrównują różnicę w cenie. Konserwacja i utrzymanie taboru elektrycznego powinny oczywiście stać na należytych poziomach, ażeby w pełni można było wykorzystać jego zalety techniczne. I dlatego każde przedsiębiorstwo kolejowe, które zamierza elektryfikować nowe linie lub rozszerzać istniejące, powinno zwrócić szczególną uwagę na organizację i wyposażenie warsztatów elektrotrakcyjnych i elektrowozowni.

I. KONSERWACJA TABORU ELEKTRYCZNEGO

1. Jednostki elektryczne.

Jak wiadomo, przeznaczeniem jednostek elektrycznych jest przeważnie obsługiwanie ruchu podmiejskiego w dużych węzłach kolejowych, tam bowiem trakcja elektryczna wykazać może swoje wysokie zalety techniczne: szybki ruch oraz dużą szybkość handlową i techniczną.

Duże wahania pod względem natężenia ruchu stawiają jednostkom elektrycznym duże i ciężkie wymagania z punktu widzenia wytrzymałości mechanicznej i elektrycznej. Największe natężenie ruchu przypada oczywiście na godziny ranne i popołudniowe, gdy przewieźć trzeba wielkie masy pasażerów, udających się z domu do miejsca pracy lub z powrotem. Jest to zrozumiałe, bowiem zakłady pracy znajdują się przeważnie w śródmieściu, a dzielnice mieszkalne na peryferiach miasta lub w ogóle poza miastem. Olbrzymie zadania, jakie stają w związku z tym przed komunikacją podmiejską, wymagają od konstruktorów i pracowników komórek eksploatacyjnych zwrócenia szczególnej uwagi na konstrukcję i konserwację jednostek elektrycznych, aby utrzymywać je w stanie należytej sprawności dla zapewnienia ciągłości i regularności ruchu.

Rozróżnia się następujące rodzaje napraw okresowych: rewizje okresowe, naprawy średnie, naprawy główne. Jeśli chodzi o zakres robót przy naprawach okresowych jednostek elektrycznych, to przedstawia się on następująco:

Rewizja okresowa

1. Roboty mechaniczne:

- a) zdjęcie i naprawa pantografów, sprzęgów, urządzeń hamulcowych, urządzeń w pudle;
- b) oczyszczenie i naprawa wózków;
- c) obtaczanie zestawów kołowych;
- d) uzupełnienie smarów w łożyskach rolkowych.

2. Roboty stolarskie i szklarskie:
 - a) naprawa uszkodzonych ławek, drzwi, ścian wewnątrz pudła;
 - b) naprawa uszkodzonych ram okiennych.
3. Roboty malarskie:
 - a) poprawki częściowe uszkodzonej farby na zewnątrz i wewnątrz pudła;
 - b) lakierowanie zamienionych listewek do siedzeń.
4. Roboty elektryczne:
 - a) sprawdzenie i ewent. naprawa elektr. obwodów pomocniczych;
 - b) wymontowanie i sprawdzenie szaf wysokiego napięcia;
 - c) wymontowanie, odkurzenie, sprawdzenie izolacji i ewent. przetoczenie komutatorów u silników trakcyjnych i elektr. maszyn pomocniczych;
 - d) sprawdzenie stanu oporów rozruchowych, baterii akumulatorów i przyrządów pomocniczych.

Srednia naprawa

Zakres robót obejmuje wszystkie roboty, wykonywane przy rewizji okresowej, z następującymi uzupełnieniami:

- 1) Roboty mechaniczne:
 - a) zwiększony zakres robót przy pantografach, sprzęgach, urządzeniach hamulcowych i w pudle z wymianą części zużytych;
 - b) pełna rewizja łożysk rolkowych.
- 2) Roboty stolarskie i szklarskie:
 - a) rozbiórka siedzeń i naprawa ich;
 - b) naprawa ram okiennych.
- 3) Roboty malarskie:
 - a) zwiększony zakres poprawek zniszczonej farby i pomalowanie dachu;
 - b) lakierowanie siedzeń.
- 4) Roboty elektryczne.

Zwiększony zakres prac przy sprawdzaniu i ewentualnej wymianie zużytych lub uszkodzonych części. Szczególnie uważnie powinny być sprawdzone silniki trakcyjne i maszyny pomocnicze.

Główna naprawa

Podczas głównej naprawy odbywa się demonтаж wszystkich urządzeń mechanicznych i elektrycznych, rozbiórka ich na poszczególne części składowe i wymiana uszkodzonych części.

Toteż wszystkie grupy robót ze średniej naprawy mają tu znacznie zwiększony zakres, a w szczególności naprawy mechaniczne, stolarskie i malarskie. Do tych ostatnich zaliczyć wypadnie zdjęcie starej farby i nałożenie nowej z polakierowaniem.

Po głównej naprawie tabor winien odpowiadać pod względem mechanicznym i częściowo

elektrycznym tym samym warunkom technicznym, jakim odpowiada tabor nowy.

Wszystkie te rewizje i naprawy są dokonywane w warsztatach elektrotrakcyjnych, przy czym opierają się one na następujących przebiegach:

1. Rewizje okresowe — co 100.000 km
2. Naprawy średnie — co 300.000 km
3. Naprawy główne — co 600.000 km

Przyjmując dzienny przebieg jednostki elektrycznej około 500 km, otrzymuje się następujące odstępy czasu pomiędzy naprawami:

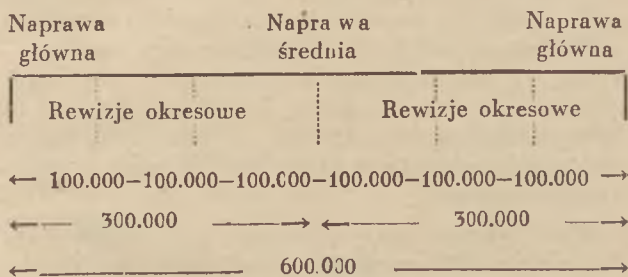
1. Rewizje okresowe — co 200 dni — 7 miesięcy.
2. Naprawy średnie — co 600 dni — 20 miesięcy.
3. Naprawy główne — co 1200 dni — 40 miesięcy.

Te dane mają charakter raczej teoretyczny, gdyż po zniszczeniach wojennych nie wykonuje się jeszcze wszystkich wymienionych napraw z powodu trudności technicznych.

Należy zaznaczyć, że w niektórych krajach (np. ZSRR) przebiegi pomiędzy naprawami głównymi są znacznie większe niż u nas i dochodzą nawet do 1.500.000 km. Należy się więc spodziewać, że i na PKP przebiegi te zostaną z czasem zwiększone. Będzie to oczywiście wymagało przeprowadzania dłuższych prób zarówno w eksploatacji, jak i w zastosowaniu niezbędnych materiałów, a w szczególności farb do malowania pudeł.

W każdym razie powyższe normy zostały tymczasowo przyjęte za podstawę dla konserwacji polskiego taboru elektrycznego.

Jak wynika z powyższego zestawienia, można rozróżnić pewien cykl napraw, a mianowicie pomiędzy 2 naprawami głównymi. Cykl ten można przedstawić schematycznie, jak następuje.



Podstawową więc naprawą okresową jest rewizja okresowa, gdyż pozostałe naprawy różnią się od niej zwiększonym zakresem pewnych robót, natomiast roboty, wchodzące w zakres okresowej rewizji powtarzają się zawsze.

Przy założeniu posiadania nowoczesnie wyposażonych warsztatów elektrotrakcyjnych, czas trwania powyższych napraw wyniesie w

przybliżeniu dla jednostki elektrycznej 3-wagonowej:

1. Rewizja okresowa — 10 dni
2. Naprawa średnia — 14 dni
3. Naprawa główna — 20 dni

(z pomalowaniem farbą nitrocelulozową lub jakąś inną szybko schnącą).

Charakterystyczną cechą napraw jednostek elektrycznych jest zbliżony zakres robót elektrycznych przy wszystkich naprawach, stanowiący w ogólnych pracogodzinach około 12—15% (praca elektryków specjalistów). Natomiast zakres prac mechanicznych, stolarskich i malarских różni się znacznie w poszczególnych rodzajach napraw, podobnie zresztą jak i przy naprawie wagonów osobowych trakcji parowej.

Oczywiście mowa jest tu o charakterze robót, dotyczących jednostek elektrycznych, których konstrukcja różni się znacznie od konstrukcji taboru trakcji parowej.

Powyższe uwagi dotyczą jednostek elektrycznych, kursujących po torach głównych, a więc do pewnego stopnia uzależnionych od ruchu dalekobieżnego (pod względem elektrycznym i mechanicznym). Mianowicie ruch pociągów dalekobieżnych narzuca elektrycznym jednostkom podmiejskim wyższe napięcia w sieci jezdnej i większe szybkości. Poza tym do tych jednostek odnoszą się prawie wszystkie przepisy ruchowe, jak wiadomo dość ostre ze względu na bezpieczeństwo i regularność ruchu oraz dążenie do uniknięcia zaburzeń ruchowych.

Istnieje natomiast pewna ilość zelektryfikowanych kolei podmiejskich, często nazywanych dojazdowymi, które mają własne torowisko, normalną szerokość toru lub mniejszą od normalnej i używają napięcia w sieci jezdnej — 600 — 1.500 V. Tabor tych kolei różni się znacznie od wyżej wymienionych jednostek (wymianami, konstrukcją mechaniczną i układem elektrycznym), jednak konserwacja i utrzymanie jego jest nieco zbliżone do konserwacji jednostek kolejowych, zajmując miejsce pośrednie pomiędzy konserwacją taboru kolejowego a tramwajowego.

Konserwacja tego taboru polega na dokonywaniu następujących napraw okresowych:

- naprawa średnia po przejechaniu około 40.000 km (a raczej rewizja okresowa);
- naprawa główna po przejechaniu około 400.000 km.

Naprawy te są dokonywane w warsztatach elektrotrakcyjnych. W zakres naprawy średniej wchodzi przede wszystkim obtoczenie, ewentualnie zamiana obręczy u zestawów kołowych, sprawdzenie części mechanicznej i elektrycznej wyposażenia oraz poprawki malarskie na pudle.

Podczas głównej naprawy odbywa się gruntowna naprawa całego wyposażenia, a częściowo (w miarę potrzeby) rozbiora pudła i całkowite malowanie pudła.

Naprawa jednostek elektrycznych zagranicą

Z S R R

Na podstawie istniejących przepisów konserwacja jednostek elektrycznych polega na dokonywaniu następujących napraw: mechaniczna naprawa, średnia naprawa i główna naprawa.

Mechaniczna naprawa dokonuje się w elektrowozowniach, odpowiednio urządzonych, po przebiegu 120.000 — 140.000 km. Głównym zadaniem tej naprawy jest obtoczenie zestawów kołowych i sprawdzenie mechanicznych urządzeń w jednostce. Oczywiście przy sposobności dokonuje się sprawdzenie stanu elektrycznego wyposażenia jednostki; ponadto maluje się jeden raz pudło od wewnątrz i zewnątrz.

Średnia naprawa dokonuje się w warsztatach elektrotrakcyjnych po przebiegu 240.000 — 280.000 km. Podczas średniej naprawy podlega sprawdzeniu całe wyposażenie jednostki (mechaniczne i elektryczne), naprawa lub wymiana zużytych części składowych; silniki trakcyjne i maszyny pomocnicze są rozbierane i naprawiane, zestawy kołowe obtaczane, pudła malowane od wewnątrz i zewnątrz.

Główna naprawa dokonuje się również w warsztatach elektrotrakcyjnych, ale dopiero po przebiegu 1.300.000—1.500.000 km. Podczas głównej naprawy sprawdza się stan drewnianego poszycia pudła, starannie remontuje się i maluje jego szkielet. Poza tym podlegają rozbiorce i sprawdzeniu wszystkie części składowe jednostki (mechaniczne i elektryczne) niezależnie od ich stanu. Po ukończeniu naprawy głównej — tabor powinien odpowiadać tym warunkom, które stawia się nowemu taborowi.

N i e m c y

Konserwacja jednostek elektrycznych w berlińskim węźle kolejowym opiera się na przebiegach 100.000 km pomiędzy lżejszymi naprawami, a 300.000 km, pomiędzy cięższymi, które odpowiadają polskiemu średnim naprawom. Malowanie taboru odbywa się po 2—3 naprawach średnich.

F r a n c j a

W węźle paryskim kursuje pewna ilość jednostek na linii Paryż — Orlean. Konserwacja ich polega na dokonywaniu zasadniczo 2 rodzajów napraw: lżejsze naprawy (odpowiada polskiej rewizji okresowej) po 100.000 km, a cięższej naprawy (polska średnia naprawa) po 200.000 km. Malowanie odbywa się w miarę potrzeby (co druga lub trzecia cięższa naprawa).

W ł o c h y i N o r w e g i a — nie posiadają wcale jednostek elektrycznych, gdyż ruch przeważnie jest wykonywany przez lokomotywy elektryczne. Tylko w pewnych lokalnych węzłach tych krajów kursują stosunkowo niewielkie ilości jednostek elektrycznych typu komunikacji dojazdowej, a więc mało zbliżonego do jednostek podmiejskich PKP.

Wreszcie należy wspomnieć o jednostkach elektrycznych dla komunikacji międzymiastowej

wej. Są to zwykle 2—3 wagonowe jednostki, rozwijające duże szybkości (do 140 — 160 km/godz.) i zatrzymujące się tylko na dużych stacjach. Na ogół konserwacja ich jest zbliżona na konserwacji jednostek podmiejskich.

Wielka Brytania

Na podstawie niekompletnych danych z niektórych brytyjskich kolei (London Transport Executive i London Midland Railways), można wywnioskować, że konserwacja jednostek polega na dokonywaniu rewizji okresowych co 150.000 — 160.000 km (w przybliżeniu co 2 lata) i napraw średnich lub głównych co 320.000 km (w przybliżeniu co 4 lata). Wynika stąd, że szybkości tych jednostek nie są zbyt wysokie, jeżeli roczny przebieg ich wynosi około 80.000 km.

Stany Zjednoczone A. P.

W tym kraju istnieje duża ilość prywatnych kolei, które różnią się znacznie zarówno rodzajem taboru jak i metodami konserwacji. Z uzyskanych danych, odnoszących się do kolei „Pennsylvania Railroad“ wynika, że jednostki elektryczne podlegają pewnym naprawom co 4 lata. Należy przypuszczać, że są to naprawy średnie. O innych rodzajach napraw — danych brak.

Lokomotywy elektryczne (elektrowozy)

Przeznaczeniem lokomotywy elektrycznej (elektrowozu), jak zresztą i parowozu, jest obsługa pociągów pasażerskich i towarowych pomiędzy miastami, a więc na stosunkowo dalszych odległościach. Poza tym wchodzi tu w grę duże ciężary pociągów towarowych (do 3.000 t) i duże szybkości pociągów pośpiesznych (110 km/godz.).

Dotychczas PKP nie posiadały elektrowozów w komunikacji międzymiastowej. Kilka elektrowozów, które przeciągały pociągi dalekobieżne przed wojną i podczas wojny przez linię średnicową, nie dało właściwie żadnego doświadczenia.

Toteż założenia dla konserwacji elektrowozów mają charakter raczej teoretyczny i będą musiały dopiero być sprawdzone praktycznie. Mianowicie przyjęto:

1. Rewizja okresowa — co 100.000 km
2. Naprawa średnia — co 300.000 km
3. Naprawa główna — co 600.000 km

Postoje w naprawie założono te same, co i dla jednostek elektrycznych, tj.:

1. Rewizja okresowa — 10 dni.
2. Naprawa średnia — 14 dni.
3. Naprawa główna — 20 dni (z pomalowaniem farbą nitrocelulozową lub jakąś inną szybko schnącą).

Analiza naprawy elektrowozów pokazuje, że roboty elektryczne stanowią tu znacznie więcej % niż u jednostek elektrycznych; jest to zrozumiałe, gdyż jednostka składa się z 3 wagonów osobowych, przy których roboty stolarskie, mechaniczne i inne stanowią poważną pozycję w naprawach.

Roboty elektryczne przy naprawach elektrowozów stanowią około 28—33% całości pracochodzin.

Naprawa elektrowozów zagranicą

Z S R R

Związek Radziecki ma już znaczne doświadczenie z konserwacją elektrowozów, gdyż od szeregu lat na jego liniach kursuje ich dużo.

Konserwacja elektrowozów w ZSRR polega na dokonywaniu przetoczenia zestawów kołowych (odpow. do polskiej rewizji), okresowych napraw (odpow. do polskiej średniej naprawy) i wielkich napraw okresowych (odpow. do polskiej gł. naprawy okresowej). Przetoczenie zestawów kołowych odbywa się w elektrowozowni po przebiegu około 75.000 km. Jednocześnie sprawdza się mechaniczną część wyposażenia elektrowozu, natomiast elektryczna część podlega tylko pobieżnemu sprawdzeniu (ważniejsze części). Czas trwania przetoczenia zestawów wynosi 2—4 dni.

Naprawy natomiast są dokonywane w warsztatach elektrotrakcyjnych, przy czym okresowa naprawa polega na pełnym demontażu i naprawie mechanicznego i elektrycznego wyposażenia elektrowozu. Naprawa ta trwa około 10 dni i dokonuje się po przebiegu około 150.000 km.

Wielka naprawa okresowa dokonuje się po przebiegu 450.000 km, tj. po 2 okresowych naprawach. Polega ona na zwiększonym zakresie robót i połączona jest z malowaniem pudła w miarę potrzeby; czas trwania tej naprawy wynosi około 15 dni.

N i e m c y

Z danych sprzed wojny światowej wynika, że konserwacja elektrowozów niemieckich zbliżona jest w zasadzie do radzieckiej, pomimo że okresy postoju w naprawie są nieco dłuższe. Tłumaczy się to okolicznością, że dużo spośród elektrowozów niemieckich posiada przestarzały napęd korbowy, który powoduje większy zakres robót przy naprawach.

I dlatego główna naprawa elektrowozów z napędem korbowym trwa 23 dni (RAW München), naprawa średnia — 15—20 dni; w warsztatach bardziej nowoczesnych (Dessau) naprawa średnia trwa 15 dni.

Podejmowane były próby z bandażami z materiału specjalnego, co doprowadziło do próbnych przebiegów do 250.000 km bez przetaczania zestawów (oczywiście u lokomotyw z przekładnią zębatą).

F r a n c j a

Francuskie koleje posiadają poważną ilość elektrowozów nowoczesnego typu (przekładnia zębata); organizacja konserwacji ich oparta jest jednak na innych założeniach.

W warsztatach elektrotrakcyjnych (Vitry) były dokonywane przed wojną następujące na-

prawy okresowe: rewizja okresowa, średnia i główna naprawa. Przebiegi wynosily:

po między rewizjami okresowymi — 70.000 km,
po między naprawami średnimi — 140.000 km,
po między naprawami głównymi — 280.000 km — 420.000 km.

Czas trwania napraw:

rewizja okresowa — 3 dni (wymiana wózków)
naprawa średnia — 6 dni (bez malowania)
naprawa główna — około 26 dni

Jak z tego zestawienia wynika, rewizje okresowe elektrowozów, które w poszczególnych krajach są dokonywane w elektrowozowniach, na kolejach francuskich są dokonywane w warsztatach elektrotrakcyjnych.

W ł o c h y

Na kolejach włoskich rewizje okresowe (po 90.000 km) i naprawy średnie (po 180.000 km) są dokonywane w elektrowozowni, a naprawy mechaniczne (po 360.000 km) i naprawy główne (po 720.000 km) — w warsztatach elektrotrakcyjnych.

Naprawy mechaniczne, które polegają przeważnie na reperacji części mechanicznego wyposażenia elektrowozu, trwają około 18—19 dni (zależnie od konstrukcji elektrowozów), natomiast naprawy główne — około 25 dni.

Powyższe dane odnoszą się do elektrowozów towarowych prądu stałego.

Naprawy średnie elektrowozów dokonuje się po przejechaniu 150.000—200.000 km i trwają 20 dni, zaś naprawy główne trwają 40 dni i dokonuje się je po przejechaniu 300.000 — 400.000 km.

S t a n y Z j e d n o c z o n e A . P .

Dla elektrowozów kolei „Pensylvania Railroad” podane są naprawy co 600.000—700.000 km; jak można przypuszczać, są to naprawy średnie lub główne. O innych rodzajach napraw danych brak.

II. UTRZYMANIE TABORU ELEKTRYCZNEGO

Jak już wspomniałem, utrzymania taboru elektrycznego dokonywują zasadniczo elektrowozownie. Rozróżnia się następujące rodzaje zabiegów:

1. Przeglądy codzienne,
2. Rewizje bieżące,
3. Naprawy bieżące.

Zasady utrzymania i elektrowozów i jednostek są mniej więcej jednakowe i zawierają się w podanych zabiegach.

Przeglądy codzienne dokonywują się pod gołym niebem na st. postojowych. Polegają one na sprawdzeniu stanu klocków hamulcowych i działania zasadniczych mechanizmów taboru (otwieranie się i zamykanie drzwi, działanie sprężarki) oraz oczyszczeniu wagonów od wewnątrz.

Rewizje bieżące z reguły są dokonywane w budynku elektrowozowni. Rewizjom bieżącym podlegają jednostki elektryczne co 10—20 dni, tj. po przejechaniu około 4.000—8.000 km; elektrowozy osobowe i pospieszne mają zbliżone przebiegi, zaś elektrowozy towarowe — nieco mniejsze.

Rewizje bieżące są podstawowym zabiegiem przy utrzymaniu taboru elektrycznego, gdyż od staranności wykonania jego zależy prawidłowa praca taboru.

Istnieją 2 rodzaje programu prac podczas rewizji bieżących: pierwszy — ułożenie programu prac podobnego dla wszystkich rewizji bieżących danego typu taboru.

Drugi rodzaj programu polega na uprzednim przeanalizowaniu zużywalności części składowych i rozłożeniu sprawdzenia ich na 3—4 rewizje bieżące; toteż pewne części składowe są sprawdzane podczas każdej rewizji bieżącej (np. klocki hamulcowe), inne co II rewizję, a inne nawet co III lub IV.

W ten sposób zaoszczędza się dużo na utrzymaniu taboru.

Rewizja bieżąca jednostki elektrycznej zwykle trwa około 6—8 godzin i niejednokrotnie wykonywana jest w godzinach zmniejszonego ruchu na linii, chociaż w zasadzie tabor wycofuje się z ruchu dla dokonania rewizji bieżących.

Do zasadniczych robót podczas tych rewizji należą:

- a) wymiana klocków hamulcowych, których wytrzymałość decyduje o odstępie czasu pomiędzy rewizjami;
- b) kontrola stanu komutatorów w silnikach trakcyjnych i pomocniczych;
- c) kontrola stanu pantografów i odbiorników prądu;
- d) kontrola układu hamulcowego;
- e) oczyszczenie szaf wysokiego napięcia;
- f) gruntowne oczyszczenie i wymycie taboru od wewnątrz;
- g) gruntowne oczyszczenie i pastowanie taboru od zewnątrz;
- h) usunięcie wszystkich braków mechanicznych i elektrycznych, zgłoszonych przez maszynistów z drogi.

Naprawa bieżąca taboru elektrycznego polega na naprawieniu wszystkich uszkodzeń, zgłoszonych przez maszynistów lub spostrzeżonych przez pracowników elektrowozowni (wymiana szczotek silników, uszkodzenia drzwi, okien, mechanizmów do drzwi zewnętrznych, wymiana spalonych żarówek itp.).

W elektrowozowniach, należycie wyposażonych, wykonywuje się nawet poważniejsze naprawy, jak wymiana wózków z silnikami lub silników i inne.

Utrzymanie taboru podmiejskiego, kursującego po własnych torach (tzw. dojazdowego), polega na codziennych przeglądach, czyszczeniu i myciu. W zakres codziennych przeglądów wchodzi pewne czynności, dokonywane po upływie

pewnego okresu czasu (na przykład: rewizja silnika odbywa się 1 raz na tydzień); w ten sposób w ciągu 1 tygodnia zostaną sprawdzone wszystkie urządzenia taboru. Oczywiście wykonywane są i takie czynności, które powtarzają się codziennie (sprawdzenie stanu klocków, hamulców, nastawników itp.).

Czynności tych dokonuje się w elektrowozowni (zajezdni) w nocy lub godzinach słabego ruchu, przy czym charakterystyczną cechą utrzymania tego taboru jest jego przebywanie pod dachem zajezdni w okresach czasu poza ruchem.

Utrzymanie taboru elektrycznego zagranicą

Z S R R

Utrzymanie jednostek elektrycznych składa się z 2 zabiegów: przegląd zapobiegawczy i rewizja okresowa. Przegląd zapobiegawczy dokonuje się w elektrowozowni (pod dachem) w godzinach słabego ruchu lub w nocy, po przejechaniu przez jednostkę 1300—2000 km.

Cel zasadniczy tego przeglądu — sprawdzanie stanu najważniejszych urządzeń mechanicznych i elektrycznych z punktu widzenia pewności ruchu oraz usunięcia drobnych uszkodzeń, zgłoszonych przez maszynistów.

Rewizja okresowa dokonuje się po przebiegu 15.000—20.000 km w elektrowozowni (pod dachem) również zasadniczo w godzinach słabego ruchu; podczas rewizji okresowej podlega starannemu sprawdzeniu działanie wszystkich urządzeń i aparatów mechanicznego i elektrycznego wyposażenia jednostek.

Również są naprawiane uszkodzenia, zgłoszone przez maszynistów lub stwierdzone przez personel elektrowozowni.

Poza tymi 2 zabiegami (przegląd zapobiegawczy i rewizja okresowa) istnieją pewne przeglądy okresowe oddzielnych elementów wyposażenia jednostki elektrycznej.

Wszystkie te zabiegi noszą ogólną nazwę „Naprawy bieżącej taboru”.

Utrzymanie elektrowozów nieco różni się od utrzymania jednostek elektrycznych i polega na dokonywaniu przeglądów codziennych lub międzypociągowych (po przejechaniu 300—350 km) i rewizji okresowych (po przejechaniu 5000—6000 km).

Mniejsze przebiegi dzienne i przebiegi pomiędzy rewizjami okresowymi w elektrowozach tłumaczą się okolicznością, że elektrowozy mają na ogół odpowiedzialniejszą pracę (ciężkie pociągi) i przebywają z dala od elektrowozowni dłuższy czas (linie międzymiastowe).

Przegląd codzienny trwa 1—2 godziny i polega na sprawdzeniu rozrządu elektropneumatycznego, sprzęgieł, hamulca i usunięciu uszkodzeń, zgłoszonych przez maszynistę.

W ramach współzawodnictwa pracy wielokrotnie przeglądy codzienne są dokonywane przez drużyny elektrowozowe.

Rewizja okresowa trwa 4—6 godzin i polega na starannym sprawdzeniu całego wyposażenia elektrycznego i mechanicznego oraz oczywiście dokonaniu napraw bieżących.

N i e m c y

Utrzymanie jednostek elektrycznych polega na codziennych przeglądach z zakresem, podobnym do warunków polskich, oraz rewizjach bieżących, dokonywanych w odstępach 8—14 dni. Program rewizji bieżących jest tak ułożony, że całość urządzeń sprawdza się w ciągu 9 tygodni. Rewizje bieżące odbywają się w elektrowozowni (pod dachem).

W ł o c h y

Jak już wspomniałem wyżej, włoskie koleje państwowe (F. S.) nie posiadają podmiejskich jednostek elektrycznych. Istnieje tam pewna ilość szybkiebieżnych wagonów motorowych (elektrycznych), które kursują pojedynczo lub po 2 w komunikacji międzymiastowej. Utrzymanie ich polega na codziennych i cotygodniowych przeglądach. Wobec miesięcznych przebiegów 15.000—20.000 km, cotygodniowy przegląd wypada w przybliżeniu co 4.000—5.000 km.

Odnosnie utrzymania elektrowozów (towarowych) należy zaznaczyć, że poza codziennymi przeglądami (w elektrowozowni), dokonuje się rewizji bieżącej po 3 500 km (co 15—20 dni) trwającej 8 godzin.

N o r w e g i a

Utrzymanie niewielkiej stosunkowo ilości jednostek elektrycznych kolei państwowych polega poza codziennymi oględzinami na rewizjach bieżących mniej więcej co 14 dni (po 5.000 km), dotyczy to zarówno jednostek podmiejskich jak i międzymiastowych.

Elektrowozy podlegają rewizjom bieżącym raz na miesiąc w elektrowozowni; przeglądy codzienne wykonują drużyny elektrowozowe.

Miesięczne przebiegi elektrowozów wynoszą 10.000—20.000 km.

W i e l k a B r y t a n i a

Z danych kolei „London Midland Region” wynika, że jednostki elektryczne podlegają codziennym przeglądom oraz rewizjom bieżącym, dokonywanym co 25 dni, czyli co 5.500 km. Natomiast na kolei „London Transport Executive” dokonywane są przeglądy co 3 dni, a rewizje bieżące co 28 dni, czyli co 6150 km.

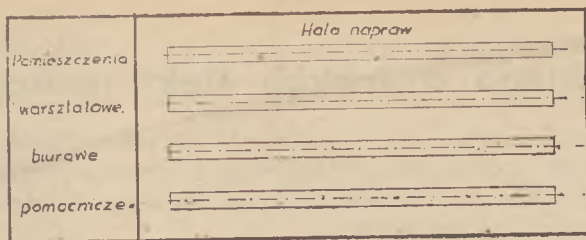
S t a n y Z j e d n o c z o n e A. P.

Jednostki elektryczne kolei „Pennsylvania Railroad” podlegają codziennym przeglądom oraz rewizjom bieżącym po przebiegu 8.000 km. Zabiegi te odbywają się w elektrowozowni.

III. ORGANIZACJA ELEKTROWOZOWNI

Jak już wspomniałem wyżej, prace związane z utrzymaniem taboru elektrycznego, a nawet nieraz i jego konserwacją, odbywają się w elektrowozowni.

Zwykle elektrowozownie umieszcza się na st. postojowych lub w pobliżu nich. Ma to na celu zmniejszenie przebiegów luzem kosztownego taboru elektrycznego.



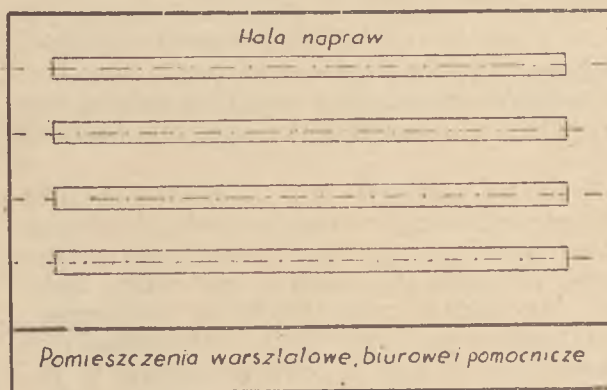
Rys. 1 Elektrowozownia typu czołowego

Elektrowozownia jak i parowozownia jest jednostką kolejową, ściśle związaną z ruchem pociągów, przeto musi być czynna przez 24 godz. na dobę. Jak wynika z poprzednich opisów robót w elektrowozowni, roboty dzielą się na 2 grupy: dokonywane na otwartej przestrzeni (codzienne przeglądy) i pod dachem (rewizje bieżące i rewizje okresowe). W związku z powyższym elektrowozownia powinna mieć pewną ilość torów postojowych, na których znajduje się tabor, chwilowo nie pracujący. Na tych torach dokonywuje się pierwszego rodzaju prac. Wskazane jest ponadto posiadać przynajmniej 1 kanał rewizyjny na tych torach. Zaopatrzenie torów postojowych dla taboru elektrycznego składa się tylko z sieci wodnej, gdyż ani sprężonego powietrza (z obcego źródła), ani pary tabor elektryczny nie potrzebuje.

Dla dokonywania robót II grupy (rewizje bieżące i okresowe) elektrowozownia powinna posiadać wewnątrz budynku potrzebną ilość stanowisk z kanałami rewizyjnymi. W przypadku dokonywania rewizji okresowych (z obtacza-

niem zestawów kołowych) elektrowozownia posiada podnośniki lub suwnice do podnoszenia pudeł taboru elektrycznego. Ponadto elektrowozownia powinna mieć odpowiednie pomieszczenia warsztatowe i biurowe, pokoje noclegowe dla maszynistów, umywalnie i szatnie dla pracujących w elektrowozowni.

Jeśli chodzi o ogólne rozplanowanie pomieszczeń w elektrowozowni, to najczęściej spotyka się 2 typy układów elektrowozowni: czołowy i przelotowy (patrz rys. 1 i rys. 2).



Rys. 2 Elektrowozownia typu przelotowego

Oba te typy są używane dla jednostek elektrycznych, zaś dla elektrowozów stosuje się raczej typ czołowy, przy czym w tym przypadku zmniejsza się długość stanowisk, a zwiększa się ich ilość, czyli układ staje się podobny do układu parowozowni.

IV. ZESTAWIENIE METOD KONSERWACJI I UTRZYMANIA TABORU ELEKTRYCZNEGO

Z powyższych opisów wynika, że konserwacja i utrzymanie taboru elektrycznego w różnych krajach zasadniczo wykazuje niewielkie różnice. Należy mieć jednak na uwadze, że różnice w konstrukcjach taboru elektrycznego w różnych krajach były i są dość znaczne. Warunki eksploatacyjne, klimatyczne i gospodarcze również wpływają na to, że przebiegi pomiędzy naprawami okresowymi znacznie różnią się w poszczególnych krajach.

A więc konserwacja taboru elektrycznego polega na następujących zabiegach:

1. Rewizja okresowa (obtaczanie zestawów) — co 100.000—140.000 kilometrów.

2. Naprawa średnia (obtaczanie zestawów) — co 300.000—360.000 kilometrów.

3. Naprawa główna (obtaczanie zestawów) — co 600.000 — 1.500.000 kilometrów.

Utrzymanie taboru elektrycznego polega na dokonywaniu następujących zabiegów:

1. Przeglądy codzienne — trwające 2—4 godz.

2. Rewizje bieżące — trwające 6—8 godz. co 5.000—15.000 km.

3. Naprawa bieżąca.

W poniższej tabeli podano zestawienie przebiegów (w tys. km) pomiędzy zabiegami (w liczniku) i czasy trwania ich w dniach (w mianowniku).

L.p.	Rodzaj taboru;	Konservacja			Utrzymanie	
		Rewizja okresowa	Średnia naprawa	Główna naprawa	Codzienny przegląd	Rewizja bieżąca
1.	Jednostki elektryczne	100—140 3—9	300 14	600—1500 20	0,5 2—4 g.	5—15 8 g.
2.	Lokomotywy osobowe	75—200 3—10	150—300 6—14	450—600 15—40	0,3—0,35 4—6 g.	3—5 8 g.
3.	Lokomotywy towarowe	90 10	360 18	720 25	0,3 3 g.	3 8 g.

BIBLIOGRAFIA

1. Morgunow. Kurs elektrycznych żel. dorog.
2. Frenkel. Podwójny skład elektrycznych żel. dorog.
3. Galpierin. Motorwagony podwójny skład.

4. P. Kühne. Erhaltungswirtschaft.
5. M. Bailleul. Le matériel roulant.
6. Sprawozdania autora artykułu z wyjazdów służbowych do Francji (1934), Niemiec (1934), Norwegii (1949) i Włoch (1950).

Charakterystyka ruchu podmiejskiego o trakcji elektrycznej

W miarę rozrostu miast komunikacja miejska i podmiejska zaczyna odgrywać w ich życiu coraz większą rolę. Dotyczy to w szczególności zespołów miejskich, składających się z centralnego ośrodka, mieszczącego zakłady pracy, i rozmieszczonych na peryferiach dzielnic mieszkalnych dla pracowników.

Jednym z podstawowych warunków rozwoju miast i zespołów miejskich, jak pisze prof. S. G. Pisariew w swoim dziele o transporcie miejskim, jest należyty rozwój komunikacji miejskiej oraz należyte powiązanie miasta z osiedlami podmiejskimi.

Jedynym rodzajem trakcji, odpowiadającym w zupełności wciąż wzrastającym wymaganiom ruchu podmiejskiego, jest trakcja elektryczna, która rozwinęła się znacznie na całym świecie. Jak podaje prof. Pisariew, w Moskwie zelektryfikowano sześć linii podmiejskich na długości ok. 70 km od centrum miasta. W Nowym Jorku i w Berlinie zelektryfikowano ruch podmiejski na długości ok. 25—30 km od centrum miasta. W Londynie zelektryfikowano wszystkie południowe odcinki kolejowe aż do wybrzeża na długości ok. 70—80 km. W Warszawskim Węźle Kolejowym zostały zelektryfikowane trzy linie, a w okresie Planu 6-letniego będą zelektryfikowane dalsze trzy linie podmiejskie.

Ponieważ na peryferiach miast i w „miastach satelitach“ mieszkają przeważnie ludzie pracy, zatrudnieni w centralnych dzielnicach, muszą oni codziennie dojeżdżać do pracy, a po jej zakończeniu powracać do domów. Ze szczególną ostrością zarysowuje się ten problem w Warszawie ze względu na brak mieszkań w stolicy.

Porównanie wielkości ruchu podmiejsko-miejskiego z ruchem dalekobieżnym wykazuje, że stanowi on poważną wielkość, pomimo krótkich odległości przewozów. Według danych, przytoczonych przez inż. T. Baniewicza w artykule o komunikacjach w wielkich skupieniach ludzkich („Przegląd Komunikacyjny“ nr 5 (47) z 1949 r.), ilość pasażerów przewiezionych w całej Polsce w ciągu roku w ruchu dalekobieżnym wynosiła 287 milionów, a w komunikacji podmiejsko-miejskiej — ok. 1365 milionów, czyli 4,75 raza więcej.

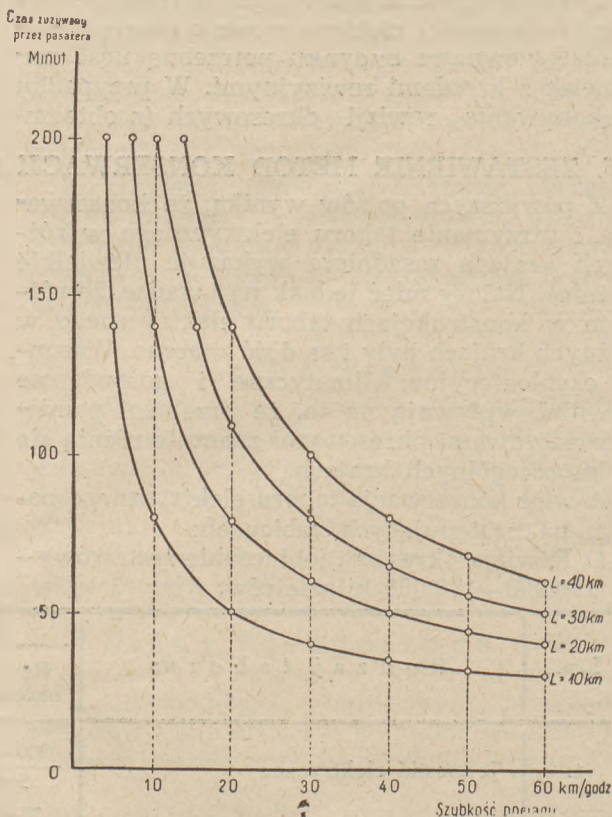
Przeciętna długość podróży w ruchu dalekobieżnym wynosi ok. 60 km, a w ruchu podmiejsko-miejskim średnio ok. 6 km, ilość więc pasażerokilometrów w ruchu dalekobieżnym wyniesie 17.220 milionów, a w ruchu podmiejsko-miejskim — 8.190 milionów. Jak widać, nawet i przy tym porównaniu ruch podmiejsko-miejski stanowi ok. 50% ruchu dalekobieżnego.

Aby ustalić wytyczne do prowadzenia podmiejskiego ruchu, należy zbadać jego charakterystyczne cechy, gdyż organizacja ruchu powinna być do nich dostosowana. Niekorzystne

byłoby natomiast stosowanie do prowadzenia ruchu podmiejskiego organizacji, przeznaczonej do ruchu dalekobieżnego i naginanie go do wymagań tej organizacji.

Ze względu na różnice obu rodzajów ruchu nie powinno się w zasadzie prowadzić ruchu dalekobieżnego i podmiejskiego na wspólnych torach, gdyż jeden przeszkadza drugiemu. Ponieważ jednak wybudowanie oddzielnych torów dla ruchu podmiejskiego jest bardzo kosztowne i nie zawsze opłaca się z gospodarczego punktu widzenia, musi być często stosowany z konieczności system wspólnych torów. Na tych liniach jednak, gdzie nasilenie ruchu dalekobieżnego i podmiejskiego jest bardzo duże, należy bezwzględnie dążyć do wybudowania oddzielnych torów.

Całkowity czas, zużywany przez podmiejskiego pasażera na dostanie się z domu do miejsca pracy, nie powinien przekraczać 45 — 50 min. Na dojeżdżenie do stacji, oczekiwanie na pociąg i przejście ze stacji krańcowej do miejsca pracy należy przyjąć co najmniej 20 min. — na prze-



Wykres Nr 1 zależności czasu, zużywanego na dojeżdżenie i na dojazd z domu do miejsca pracy, od szybkości handlowej podmiejskich pociągów

UWAGI:

1. Czas dojeżdżenia z domu do stacji kolejowej wraz z czasem przejścia w mieście ze stacji do biura przyjęto łącznie na 20 minut
2. Odległości L oznaczają w km długość odcinka, przejeżdżanego koleją

jazd pociągiem pozostaje więc 25 — 30 min. Zależnie od szybkości pociągu pasażer może dojeżdżać w wyżej podanym czasie z osiedli, położonych w mniejszej lub w większej odległości od centrum miasta.

Na wykresie nr 1 zostały podane krzywe zależności czasu, zużywanego przez podmiejskiego pasażera na dojeżdżenie i na dojazd z domu do miejsca pracy od przeciętnej szybkości handlowej pociągów dla różnych odległości L km od podmiejskiego osiedla do miasta.

Jak widać z tego wykresu, zwiększenie szybkości handlowej pociągów ma małe znaczenie dla pasażerów bliżej położonych osiedli, natomiast ma duże znaczenie dla pasażerów mieszkających w dalej położonych osiedlach.

W urbanistycznym projekcie rozmieszczenia ludności w Warszawskim Zespole Miejskim i poza jego granicami w podmiejskich osiedlach przewidziano, że czas dojazdu do pracy będzie wynosić w WZM do 45 minut, a nieco więcej poza jego granicami.

Wyrazem dążenia do skrócenia czasu dojazdu do pracy jest osiągnięte już obecnie zwiększenie handlowej szybkości miejskich środków komunikacyjnych, wprowadzenie na niektórych liniach dojazdowych przyspieszonych pociągów, które dały możliwość skrócenia czasu dojazdu o ok. 20%, jest wreszcie zastosowanie w ruchu podmiejskim na zelektryfikowanych liniach kolei głównych nowego taboru elektrycznego o wysokiej jakości technicznej.

Jedną z podstawowych cech ruchu podmiejskiego w wielkich osiedlach jest jego zmienność. Największe zmiany nasilenia ruchu zachodzą w poszczególnych godzinach dnia i na różnych odcinkach linii. Zmiany te są mniejsze w różnych dniach tygodnia i różnych miesiącach roku.

Do połowy ubiegłego roku większość instytucji rozpoczynała pracę o 8 rano; szczytowe nasilenie ruchu było pomiędzy godz. 7 i 8 i wynosiło ok. 25% całodziennego ruchu w kierunku do Warszawy. Obecnie godziny rozpoczynania pracy zostały zróżniczkowane co wpłynęło na zmianę charakteru krzywej ruchu, w szczególności w godzinach porannych. Porównanie procentowych ilości pasażerów przewożonych w godzinach porannych wygląda następująco:

TABLICA Nr 1

Ilość przyjeżdżających pasażerów w %% całodzienn. ilość w tym kier.

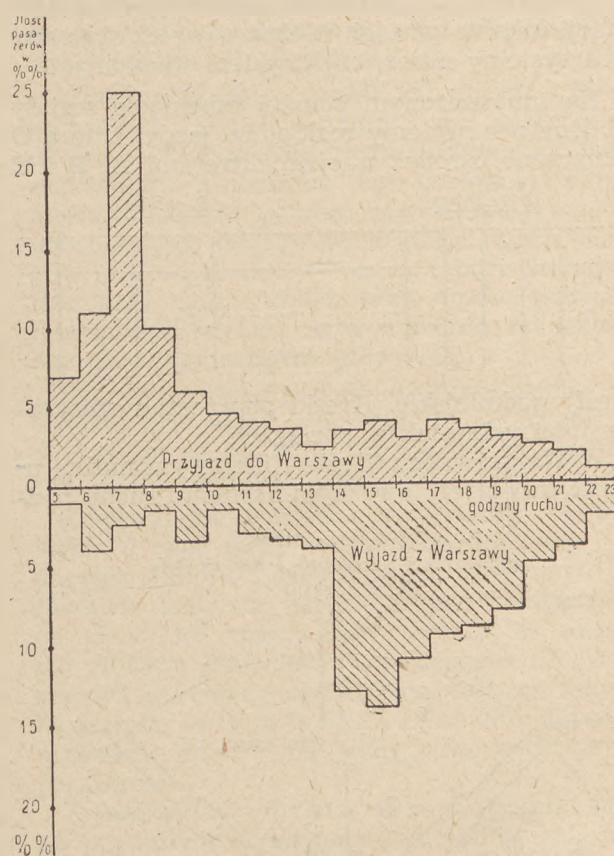
godz. przyjazdu do Warszawy, od do	przed zróżniczkowaniem godzin pracy	po zróżniczkowaniu godzin pracy
5 — 6	2%	7%
6 — 7	6%	11%
7 — 8	25%	25%
8 — 9	10%	10%
Razem	43%	53%

Wzrost o 10% ogólnej ilości pasażerów, przyjeżdżających w godzinach rannych do pracy, został spowodowany powstaniem nowych instytucji i przedsiębiorstw państwowych i społecz-

nionych, znaczną dynamiką rozwoju istniejących instytucji oraz wzrostem zatrudnienia i rozwojem podmiejskich osiedli.

Jak widać z powyższej tablicy ilość pasażerów przyjeżdżających do Warszawy pomiędzy godz. 5—6 zwiększyła się 3,5-krotnie z 2% do 7%, pomiędzy godz. 6—7 prawie dwukrotnie z 6% do 11%, a pomiędzy godz. 7—8 pozostała bez zmiany i wynosi 25%. Zagęszczenie zaludnienia podmiejskich okolic wpływa na zwiększenie ostrza tego szczytu, a zróżnicowanie godzin pracy — na jego zmniejszenie. W rezultacie szczyt pozostał bez zmiany.

Na wykresie nr 2 zostało podane obecne nasilenie podmiejskiego ruchu w poszczególnych godzinach w ciągu całego dnia.



Wykres Nr 2 procentowej ilości pasażerów przyjeżdżających i wyjeżdżających z Warszawy w dniu powszednim (ruch podmiejski)

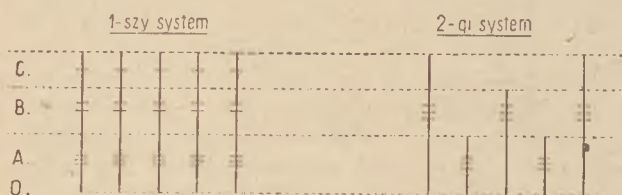
Szczyt ruchowy powrotnej fali pasażerów jest prawie dwukrotnie mniejszy od porannego, a charakter ruchu powrotnego różni się bardzo znacznie od ruchu przy dojeździe do pracy.

Zmienność nasilenia ruchu w poszczególnych dniach tygodnia waha się w granicach od 70% do 100%, a w poszczególnych miesiącach roku od 75% do 100%. Najmniejsze nasilenie ruchu wypada w lutym ze względu na zimowy okres i na mniejszą ilość dni w tym miesiącu.

Przy układaniu podmiejskiego rozkładu jazdy należy przede wszystkim brać pod uwagę zmiany intensywności ruchu w ciągu dnia. Naj-

odpowiedniejszym rodzajem rozkładu jazdy jest rozkład sztywny. Taki rozkład jazdy jest prosty, łatwy dla zapamiętania zarówno dla pasażerów jak i dla służby kolejowej, dzięki czemu zmniejsza się możliwość omyłek ze strony tej służby. Pomimo sztywności daje on możliwość dostosowania ilości miejsc w pociągach do zmiennego nasilenia frekwencji pasażerów. W tym celu stosujemy dwa zasadniczo różne systemy rozkładów jazdy przy prowadzeniu ruchu za pomocą jednostek elektrycznych o ukrotnionym sterowaniu. Pierwszy z nich polega na zmianie składu pociągów w czasie biegu, to znaczy na doczepianiu i odczepianiu jednostek w miarę zmian frekwencji. Drugi polega na stosowaniu pociągów zasadniczo o niezmiennym składzie z tym, że część pociągów kursuje z krańcowych stacji, a część ze stacji pośrednich, stwarzając dla tych stacji lokalne pociągi. Można również stosować oba systemy naraz, czyli system mieszany.

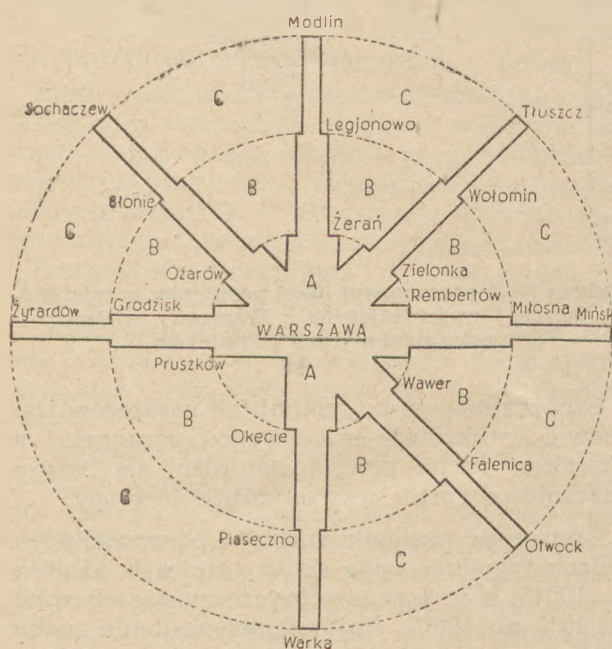
Na umieszczonym poniżej schemacie zostały podane oba systemy rozkładów jazdy. Literą O oznaczono ośrodek miejski; literami A, B i C



strefy podmiejskie. Kreski poprzeczne oznaczają ilości jednostek w pociągach.

W Warszawskim Węźle Kolejowym można ustalić trzy strefy o różnym nasileniu ruchu pod-

Symboliczny schemat podziału ruchu podmiejskiego w WVK na strefy (szkic bez skali)



miejskiego. W strefie A, najbliższej Warszawy, ruch jest niezwykle intensywny, w dalszej strefie B jest nieco słabszy, naj słabszy zaś w najdalszej strefie C.

Ilość pociągów podmiejskich i ich składy powinny być największe w strefie A, średnie w strefie B i najmniejsze w strefie C. Orientacyjny podział na strefy został podany na symbolicznym schemacie, na którym zostały oznaczone graniczne stacje lub przystanki stref na poszczególnych liniach WVK. Schemat został wykonany bez skali, nie uwzględnia połączeń poszczególnych linii kolejowych i ma wyłącznie za zadanie zilustrowanie podziału na strefy.

Ze względu na bardzo duże nasilenie ruchu w szczytowych godzinach, doczepianie i odczepianie jednostek w tych godzinach jest niewskazane. Przedłuża ono bowiem czas jazdy i może powodować wypadki. W pozostałych okresach dnia system odczepiania jednostek może być stosowany.

Przy tak zmiennym nasileniu frekwencji, jak to obserwujemy w podmiejskim ruchu, obliczanie ilości niezbędnego taboru powinno być wykonywane na podstawie frekwencji w porannym szczycie z odpowiednimi rezerwami na naprawy, rewizje i na rezerwę ruchową, która może być w każdej chwili użyta w razie potrzeby. Ilość potrzebnego taboru może być obliczona z następującego wzoru:

$$N_t = \frac{A \times p}{2 \times B \times n_p}, \text{ gdzie}$$

- N_t — ilość potrzebnego taboru do ruchu,
- A — roczna ilość przewiezionych pasażerów,
- p — największa procentowa ilość pasażerów (wyrażona w ułamku), przewiezionych w jednym kierunku w ciągu okresu czasu równego okresowi pełnego obiegu taboru na danej linii,
- B — równoważna ilość dni w roku o takim nasileniu ruchu jak w dniu powszednim,
- n_p — dopuszczalna ilość pasażerów w jednej jednostce taboru w okresie szczytowego nasilenia ruchu.

Dla ustalenia cyfry „p” należy znać charakterystykę ruchu, czyli procentowe ilości pasażerów w poszczególnych godzinach dnia oraz czas obiegu taboru na danej linii — T , składający się z podwójnego czasu przejazdu danego odcinka lub linii i z dwóch postojów na krańcowych stacjach t_1 i t_2

$$T = 2t + t_1 + t_2$$

Wielkość cyfry B obliczamy z następującego wzoru:

$$B = b_{\text{powsz.}} + k \cdot b_{\text{świąt}} \text{ gdzie } b_{\text{powsz.}} \text{ — ilość dni powszednich w danym roku,}$$

$b_{\text{świąt}}$ — ilość dni świątecznych w danym roku,
 k — stosunek ilości pasażerów, przewożonych w dniu świątecznym, do ilości przewożonej w dniu powszednim.

Dopuszczalną ilość pasażerów w jednostce taboru określamy, znając ilość miejsc do siedze-

nia i przyjmując określoną normę dla ilości stojących pasażerów na 1 m² podłogi wagonu.

Pragnąc zapewnić bardzo wygodne warunki podróży dla stojących pasażerów należałoby przyjąć w godzinie szczytowej normę 4 — 5 pas/m². Wymagałoby to jednak znacznej ilości taboru, który nie byłby należycie wykorzystany w godzinach pozaszczytowych. Z tych względów dopuszcza się zwykle do większego przepełnienia, dochodzącego nawet do 8 pas/m².

W jednostkach elektrycznych WWK ilość miejsc do stania, przy przyjęciu normy 5 pas/m², równa się mniej więcej ilości miejsc do siedzenia. Opierając się na tej zależności, można określić ilość pasażerów, która może być przewieziona w jednostce przy różnych ilościach pasażerów stojących, a mianowicie:

przy 4 pas/m ²	— 1.8 X
„ 5 „	— 2.0 X
„ 6 „	— 2.2 X
„ 7 „	— 2.4 X
„ 8 „	— 2.6 X,

gdzie X = ilość pasażerów siedzących.

Jak wynika z tych cyfr, przy zagęszczeniu 8 pas/m² można przewieźć o 30% więcej pasażerów niż przy zagęszczeniu 5 pas/m². Podróż jednak przy takim zagęszczeniu jest bardzo niewygodna i wpływa ujemnie na stan taboru, nie szcząc go nadmiernie.

Uszkodzenia taboru powodują zaburzenia w regularności biegu pociągów, co z kolei prowadzi do większego przepełnienia opóźnionych pociągów, a to przepełnienie powoduje dalsze uszkodzanie taboru. Z tych względów nie należałoby przekraczać w godzinach szczytowych normy 5 — 6 pasażerów stojących na 1 m² podłogi wagonu.

Jeśli przyjmiemy przykładowo:

A — 30 milionów pasażerów,

B — 360 dni (po przeliczeniu wg podanego wzoru),

n_p — 500 pasaż. na jednostkę,

T — 2,5 godz. (czasobieg taboru na danej linii),

$$P_{2,5 \text{ godz.}} = 0,10 + 0,25 \div \frac{0,06}{2} = 0,38$$

(od godz. 6,30 do 9,00 wg tabeli nr 1, tj. w ciągu 2,5 godz. w okresie szczytowego ruchu),

$$\text{to } N_1 = \frac{30 \times 10^6 \times 0,38}{2 \times 360 \times 500} = 32 \text{ jedn. (w zaokrągleniu).}$$

Gdyby w powyższym okresie czasu ruch w kierunku powrotnym był na jakiejś linii również znaczny, należałoby przy obliczaniu N₁ zwiększyć odpowiednio liczbę p, dodając wielkość powrotnego ruchu (w ułamku) za pół okresu pełnego obiegu, tj. za czas 0,5T

Ze względu na wielkie ilości przewożonych pasażerów w ciągu krótkiego okresu czasu gęstość pociągów podmiejskich musi być bardzo duża. Ponieważ po linii średnicowej WWK będą przebiegały prawie wszystkie pociągi z linii prawobieżnych po ich zelektryfikowaniu oraz z linii lewobieżnych, gęstość ruchu na średnicy będzie bardzo duża, wynosząca 20 — 24 par poc./godz.

Minimalne odstępstwa w czasie pomiędzy pociągami wymagają drobniawej punktualności ruchu. Na przykład przy 10-minutowych odstępach pomiędzy pociągami na poszczególnych liniach opóźnienie pociągu tylko o 5 minut powoduje zabranie przez ten pociąg dodatkowo około 50% pasażerów następnego pociągu. Ponieważ pociągi podmiejskie w Węźle Warszawskim w okresie porannego szczytu mają napełnienie 2.000 — 3.000 pasażerów, opóźniony pociąg musiałby zabrać dodatkowo około 1.000 pasażerów, co pociąga za sobą bardzo niekorzystne konsekwencje zarówno dla pasażerów jak i dla taboru.

Pasażerowie podmiejscy to przeważnie ludzie pracy, którzy muszą stawiać się w swych zakładach punktualnie w oznaczonych godzinach, opóźnienia podmiejskich pociągów nie mogą więc być tolerowane, gdyż przynoszą one straty społecznej gospodarce.

Z tego względu powstałe zaburzenia i nieregularności ruchu powinny być natychmiast usuwane. W tym celu stacje powinny posiadać odpowiednio urządzone tory postojowe, dające możliwość w razie potrzeby zawracania pociągów, uruchamiania dodatkowych miejscowych pociągów, pozostawiania jednostek taboru na postój itp., przy czym układ tych torów powinien umożliwiać szybkie wykonywanie manewrów bez przecinania torów głównych.

Dla usprawnienia podmiejskiego ruchu potrzebne są również rezerwowe jednostki taboru, gotowe do ruchu, które by można uruchamiać zamiast opóźnionych pociągów.

W ewentualne uszkodzenia urządzeń kolejowych, a więc sieci, podstacji zasilających i jednostek taboru elektrycznego, powinny być również usuwane bardzo szybko. Przerwanie na przykład ruchu na 1 godzinę w okresie szczytowym dla naprawy jakiegoś uszkodzenia stanowi w ruchu podmiejskim pewnego rodzaju katastrofę, oznacza bowiem całkowite zdeorganizowanie dojazdu do pracy kilkunastu tysięcy pasażerów.

Z tego powodu urządzenia ruchu podmiejskiego powinny być wykonane z najlepszych materiałów i ze specjalną pieczołowitością i dokładnością, zapewniającą bezawaryjne funkcjonowanie. Konserwacja tych urządzeń powinna stać na jak najwyższym poziomie, a zatrudnieni pracownicy nie powinni być odrywani do innych robót.

Urządzenia, obsługujące ruch podmiejski, powinny poza tym dawać możliwość szybkiego wyłączenia uszkodzonych obiektów, np. zespołów zasilających lub odcinków sieci trakcyjnej. Ta ostatnia powinna być podzielona na odpowiednie sekcje z automatycznymi wyłącznikami. Powinny być poza tym urządzone w wielu miejscach międzytorowe połączenia zwrotnicze, dające możliwość, w razie jakiegoś uszkodzenia toru lub sieci trakcyjnej, ograniczenia ruchu po jednym torze do jak najkrótszego odcinka.

Urządzenia zasilające powinny posiadać rezerwowe zespoły, które mogą być umieszczane

albo na podstawowych podstacjach zasilających, albo też na podstacjach dodatkowych, umieszczanych pomiędzy podstacjami podstawowymi. W tym ostatnim przypadku powstaje tak zwana „rezerwa czynna“. Przy takim rozwiązaniu spadki napięć w sieci trakcyjnej zmniejszają się, co jest bardzo korzystne, lecz koszty inwestycyjne wzrastają ze względu na koszt dodatkowych budynków i przyłączy.

W celu natychmiastowego zawiadamiania ośrodka dyspozycyjnego o uszkodzeniu powinny być zainstalowane wzdłuż linii w ustalonych odstępach urządzenia, dające możliwość porozumiewania się obsługi z dyspozytorem elektrotrakcji. Mogą to być na przykład telefony słupowe, umieszczone w wodoszczelnych skrzynkach, od których klucze powinny posiadać odpowiednie grupy pracowników.

Do usuwania uszkodzeń powinny być przewidziane odpowiednie stale dyżurujące pogotowia, posiadające motorowe środki lokomocji: samochody, wagony silnikowe z wieżami montażowymi do sieci, drezyny motorowe itp. Te środki pogotowia powinny posiadać łączność radiową z dyspozytorem elektrotrakcji za pomocą zespołów nadawczo-odbiorczych, umożliwiających stałe połączenie radio-telefoniczne z tym dyspozytorem. Posiadanie takich zespołów skróci znacznie czas wyłączenia z ruchu uszkodzonego odcinka, gdyż natychmiast po naprawie może nastąpić meldunek o zakończeniu robót i o możliwości włączenia prądu oraz oddania odcinka do ruchu. Brak natomiast odpowiedniej łączności powoduje, że czas wyłączenia z ruchu uszkodzonego odcinka trwa często parę godzin dla dokonania naprawy, trwającej kilkanaście minut.

W celu zapewnienia możliwości szybkiego włączania lub wyłączania poszczególnych podstacji zasilających, w razie konieczności dokonania zmian w układzie zasilania, wywołanych uszkodzeniami, stosuje się w większych węzłach zdalne sterowanie tych podstacji z jednego punktu. Daje to poza tym znaczne oszczędności na obsłudze.

Całkowicie automatyczne podstacje zasilające, które włączają się i wyłączają samoczynnie przy wzroście lub spadku obciążenia, są odpowiednie dla dłuższych linii o rzadkim ruchu.

Ze względu na znaczną gęstość pociągów podmiejskich i na małe odległości pomiędzy stacjami i przystankami ruch powinien być zabezpieczony za pomocą automatycznej blokady liniowej z semaforami świetlnymi. Odcinki blokowe powinny być odpowiednio krótkie.

Reasumując powyższe uwagi można ustalić następujące wytyczne do prowadzenia podmiejskiego ruchu w wielkich ośrodkach oraz do wykonania odnośnych urządzeń, a mianowicie:

- 1) ruch dalekobieżny i podmiejski nie powinien odbywać się na wspólnych torach;
- 2) urządzenia dla ruchu podmiejskiego powinny być wykonane z jak najlepszych materiałów i powinny być zmontowane z drobiazgową starannością;

- 3) układy torów na stacjach, stanowiących granice stref o różnym nasileniu ruchu, powinny być dostosowane do potrzeb ruchu podmiejskiego;
- 4) w wielu punktach powinny być przewidziane przejścia zwrotnicowe, umożliwiające w razie awarii ograniczenie ruchu po jednym torze tylko do uszkodzonego odcinka;
- 5) ilość taboru powinna być obliczona dla szczytowego nasilenia ruchu z zastosowaniem takich norm, aby tabor nie był przeciążany i aby pasażerowie mieli dogodny dojazd do pracy; powinien być również przewidziany tabor rezerwowy w odpowiedniej ilości;
- 6) podmiejskie linie kolejowe powinny być wyposażone w doskonałą, bezbłędną i szybko działającą łączność;
- 7) należyce wyposażone pogotowia techniczne i ruchowe powinny posiadać niezależny napęd motorowy; powinny one mieć również stałą łączność w czasie pracy z ośrodkiem dyspozycyjnym;
- 8) konserwacja urządzeń podmiejskich kolei o trakcji elektrycznej powinna stać na b. wysokim poziomie;
- 9) pasażerowie powinni być stale informowani za pomocą megafonów o biegu pociągów i o ich ewentualnych opóźnieniach;
- 10) pożądaną jest w miarę możliwości ruchowych stosowanie sztywnego rozkładu jazdy pociągów podmiejskich;
- 11) gęstość pociągów w strefach bliższych wielkiego miasta powinna być większa niż w strefach dalszych;
- 12) punktualność kursowania pociągów powinna być jak największa; wzorem może służyć metro w Moskwie, gdzie w ciągu 14 lat istnienia punktualność ruchu wyniosła przeciętnie 99,8%;
- 13) drogą specjalnych pouczeń i przeszkolenia należałoby wpoić w całą służbę kolejową przekonanie, że dla należytej obsługi podmiejskiego ruchu konieczna jest drobiazgowość punktualność;
- 14) przepisy, dotyczące prowadzenia ruchu dalekobieżnego, powinny być uproszczone w zastosowaniu do ruchu podmiejskiego; powinny one dawać możliwość elastycznego prowadzenia ruchu i pobierania szybkich decyzji w sprawie dostosowywania się do wciąż zmiennego natężenia ruchu;
- 15) prowadzenie podmiejskiego ruchu powinno być jak najbardziej elastyczne; powinno ono dążyć ze względów oszczędnościowych do jak największego wykorzystania zaofiarowanych pasażerom miejsc w pociągach, a z drugiej strony powinno zapewniać pasażerom jak najwygodniejsze warunki podróży; aby osiągnąć oba powyższe cele, ilość miejsc w pociągach na poszczególnych odcinkach powinna stale odpowiadać zapotrzebowaniu — ruch podmiejskich pociągów powinien stale dostosowywać się do zmienności nasilenia fali pasażerów.

Semaforry światlne na PKP

W początkowym okresie rozwoju kolejnictwa, gdy ruch pociągów był na ogół mały i powolny, a pociągi lekkie, sygnalizacja kolejowa była dosyć prosta i prymitywna. Pierwsze urządzenia sygnalizacyjne, stosowane do zabezpieczenia ruchu pociągów, były wykonywane w najróżnorodniejszej postaci jak np.: słupy, flagi, a nawet baloniki lub latarnie podnoszone i opuszczane dla oznajmienia ruchu pociągów. Dopiero w połowie zeszłego stulecia zaczęto stosować w sygnalizacji kolejowej tarcze, a następnie semaforry ramienne. Wynalazek semafora ramiennego pozwolił na zastosowanie systemu oddzielenia pociągów odstępami drogi, zapewniającymi większe bezpieczeństwo ruchu pociągów.

Rozwój wielkich miast i powstawanie kolei podziemnych oraz elektryfikacja kolei spowodowały zastosowanie na kolejach semaforów światlnych. Semafor światlny powstał drogą ewolucji z semafora ramiennego. Początkowo robiono próby nad udoskonaleniem mało wydajnych pod względem optycznym latarni naftowych semaforów ramiennych w celu polepszenia widoczności dawanych na nich sygnałów w nocy. Badania te dały w rezultacie zastosowanie soczewek, a następnie żarówek niskonapięciowych, przy czym widoczność światła okazała się zupełnie wystarczająca nawet przy świetle dziennym. Próby zelektryfikowania semaforów ramiennych doprowadziły w końcu do zastosowania semaforów światlnych. W pierwszych okresach obserwujemy ostrożne stosowanie sygnałów światlnych, początkowo w tunelach i wykopach na miejskich liniach kolejowych. Wkrótce spostrzeżono duże zalety sygnalizacji światlnej w porównaniu z sygnalizacją ramienną. Z tego też powodu wysiłki konstruktorów skupiły się nad udoskonaleniem semaforów światlnych w celu zastosowania ich na liniach pierwszorzędnych kolei normalnotorowych. Sygnały na semaforach światlnych narażone są na bardzo zmienne warunki widzialności. Widoczność bowiem sygnałów zależy od bardzo wielu czynników, jak: rodzaj pogody, wilgotność powietrza itp. i jest ona bardzo zmienna i waha się również w dużych granicach zależnie od pory dnia. Opracowano więc silniejszy układ światlny, który byłby wystarczający do dawania sygnałów w pełnym dziennym świetle na otwartej przestrzeni. Tak opracowany układ światlny w połączeniu z latarnią o lepszej konstrukcji w stosunku do latarni, używanych poprzednio tylko w warunkach specjalnych, stworzył typ semafora światlnego, który znajduje coraz większe zastosowanie na szlakach linii pierwszorzędnych w Związku Radzieckim i w wielu innych krajach. Polskie Koleje Państwowe w okresie Planu 6-letniego przystępują do stosowania na szerszą skalę semaforów światlnych na liniach podmiejskich, na stacjach węzłowych, jak również i na pierwszorzędnych liniach dalekobieżnych. Semaforry

światlne bowiem w porównaniu do semaforów ramiennych posiadają następujące zalety:

1. Widoczność semaforów światlnych jest znacznie większa od widoczności semaforów ramiennych, zwłaszcza na tle budynków, mostów, lasów, jak również i w czasie mgły. Nawet w pełnym słońcu widoczność semaforów światlnych jest lepsza od widoczności semaforów ramiennych, a w innych porach dnia znacznie ją przewyższa. Poza tym semaforry światlne dają jednakowe sygnały dniem i nocą.
2. Semaforry światlne są znacznie prostsze w konstrukcji i budowie. Nie posiadają one żadnych części ruchomych, które mogłyby się zaciąć lub przymarznąć, co stanowi dużą zaletę, szczególnie w porze zimowej.
3. Obsługa i utrzymanie semaforów światlnych jest znacznie prostsze i tańsze. Polega ono bowiem przeważnie na okresowym sprawdzaniu światła sygnałów i wnętrza latarni, przecieraniu soczewek oraz wymianie żarówek. Nastawianie sygnałów na semaforach nie wymaga wysiłku, gdyż następuje ono przez zwarcie kontaktów za pomocą przełożenia dźwigni sygnałowej, albo naciśnięciu przycisku sygnałowego.

KONSTRUKCJA SEMAFORÓW ŚWIATLNYCH

Semafor światlny, zastosowany na PKP, składa się zasadniczo z głowicy i masztu z podstawą.

Głowica semafora światlnego

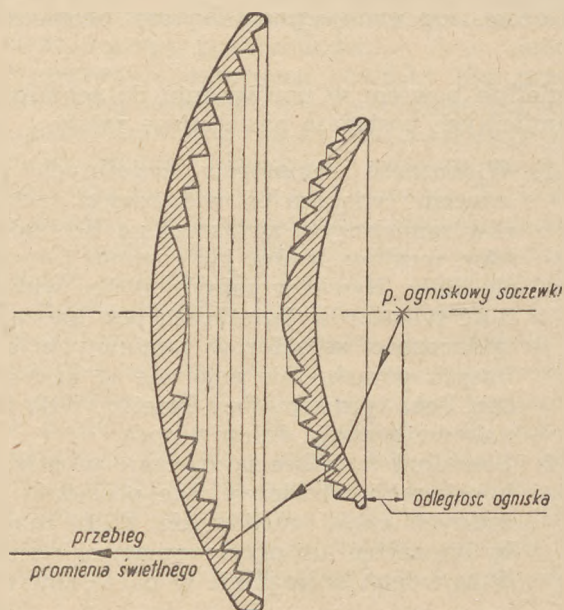
Głowica jest najważniejszą częścią semafora światlnego. Składa się ona z oddzielnych latarni oraz z ciemnego tła z blachy i daszków ochronnych nad światłami sygnałowymi. Dla każdego światła sygnałowego jest osobna latarnia światlna. Semafor światlny jednokierunkowy posiada więc 2 latarnie światlne: jedna dla światła czerwonego i druga dla światła zielonego. Semafor dwukierunkowy posiada 3 latarnie

światłne; jedną środkową dla światła czerwonego, a górną i dolną dla światła zielonych. Latarnia świetlna składa się z układu optycznego i komory świetlnej. Układ optyczny semafora świetlnego posiada następujące główne elementy:

Soczewki.
Źródło światła.
Filtry świetlne.

Soczewki

Specjalny układ optyczny latarni sygnałowej zapewnia uzyskanie wystarczającej jasności strumienia świetlnego przy zastosowaniu stosunkowo słabego źródła światła. Skoncentrowa-

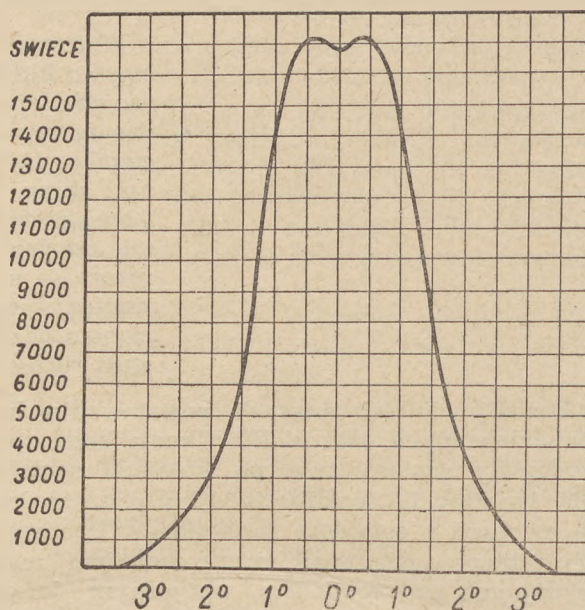


Rys. 1

nie strumienia świetlnego i skierowanie wiązki światła w określonym kierunku uzyskujemy przy pomocy soczewek. Soczewki te mają tę własność, że kierują promienie źródła światła, umieszczonego w ich ognisku, równoległe do osi. W semaforach świetlnych stosowanych na PKP jest układ 2 soczewek schodkowych. Rys. 1.

Układ ten składa się z soczewki wewnętrznej zbierającej średnicy zazwyczaj 139 mm o schodkach zewnętrznych i o krótszej ogniskowej oraz z soczewki zewnętrznej średnicy 212 mm o schodkach wewnętrznych, dającej równoległy snop światła. Schodki w soczewkach posiadają odpowiednio dobrane promienie krzywizny, dzięki czemu soczewka wewnętrzna o krótkiej ogniskowej i przez to obejmująca znaczną część strumienia świetlnego, gdzie kąt uchwytu wynosi około 130° , rzuca strumień świetlny na większą soczewkę zewnętrzną zbierającą. W tej soczewce zewnętrznej każdy promień skierowany zostaje równoległe do osi i soczewka daje snop światła równoległy. Obie soczewki, zastosowane razem, dają układ optyczny o stosunkowo dużej wydajności; stosunek strumienia wysyłanego do strumienia całkowitego wynosi

około 37%. Na rys. 3 przedstawiony jest bieg promienia w układzie 2 soczewek typu Fresnel. Krzywą rozsyłu światła w soczewkach sygnałów świetlnych przedstawia rys. 2.



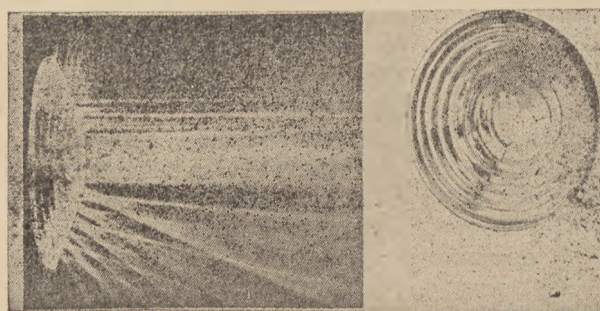
Rys. 2

Krzywa ta dowodzi małego rozproszenia strumienia świetlnego na boki, co jest bardzo korzystne w semaforach stojących na odcinkach linii prostych. Na łukach natomiast o małym promieniu pożądane jest stosować soczewki zewnętrzne o większym rozproszeniu na boki. Poza tym, aby maszynista pociągu zatrzymanego tuż przed semaforem mógł widzieć lepiej światło sygnału, stosowane są w tym celu specjalne sektory, wykonane w samej soczewce zewnętrznej jak przedstawia rys. 3.

Sektory te odchylają część strumienia świetlnego pod większym kątem.

Źródło światła

Jako źródło światła w semaforach świetlnych stosuje się żarówki specjalnego typu. Żarówki te muszą odpowiadać pod względem budowy

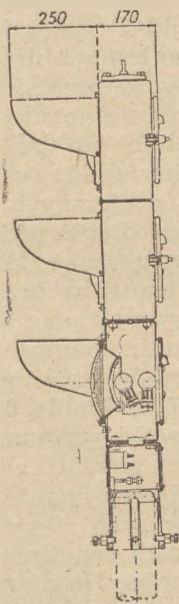


Rys. 3

i działania zasadom ogólnie przyjętym dla żarówek, a oprócz tego jeszcze warunkom specjalnym, wymaganym względami urządzeń bezpieczeństwa. Żarówki w semaforach świetlnych

są nisko napięciowe pozwalające na zastosowanie grubszych, a zatem mocniejszych włókien żarowych, odpornych na wstrząsy. Wstrząsy te, niekiedy bardzo znaczne, pochodzą od przejeżdżających pociągów i udzielają się semaforom stojącym z reguły w pobliżu torów kolejowych.

Zarówki w semaforach świetlnych pracują normalnie na napięciu 12 V. Wybór tego napięcia jest uwarunkowany następującymi względami: włókno żarówki powinno być możliwie krótkie, aby mogło się znajdować w ognisku soczewki, a więc opór takiego włókna jest przez to ograniczony i mały. Z drugiej strony widoczność sygnału wymaga, aby włókno to posiadało odpowiednią temperaturę i dawało strumień świetlny o potrzebnym natężeniu, co znowu można osiągnąć przy poborze mocy około 25 watów. Przy praktycznie dobranym oporze włókna oraz wymaganej mocy najodpowiedniejsze okazało się napięcie 12 Volt.



Rys. 4

Zarówki więc w semaforach powinny posiadać następujące właściwości:

- a) możliwie małe rozmiary włókna,
- b) odporność na wstrząsy,
- c) małe zużycie energii.

Małe wymiary włókna pozwalają na większe zbliżenie się masy świecącej włókna do punktu ogniskowego, co pozwala na umieszczenie go dokładniej w ognisku soczewki. Odporność na wstrząsy wymaga również, aby włókno było grube i krótkie. Małe zużycie energii natomiast zmniejsza koszty utrzymania semaforów świetlnych.

W celu zwiększenia bezpieczeństwa, stosowane są dla światła czerwonego żarówki podwójne, a mianowicie: żarówka główna i zapasowa.

Rys. 4.

Zarówka główna o mocy 24 watów, umieszczona w ognisku soczewki, świeci się normalnie na pełne napięcie 12 V, a żarówka zapasowa o mocy 12 watów, umieszczona za nią z ty-

łu, włączona jest równolegle z żarówką główną i świeci się na napięcie niższe, ponieważ szeregowo z nią włączony jest opór około 2Ω . W normalnym więc stanie zużywa się przede wszystkim żarówka główna, załączona na pełne napięcie, podczas gdy żarówka zapasowa świeci się słabiej, a więc i trwałość jej jest większa niż żarówki głównej. Jeżeli żarówka główna przepali się, wówczas świeci żarówka zapasowa, co daje się zauważyć na powtarzaczach w nastawni, który będzie świecić wtedy słabiej.

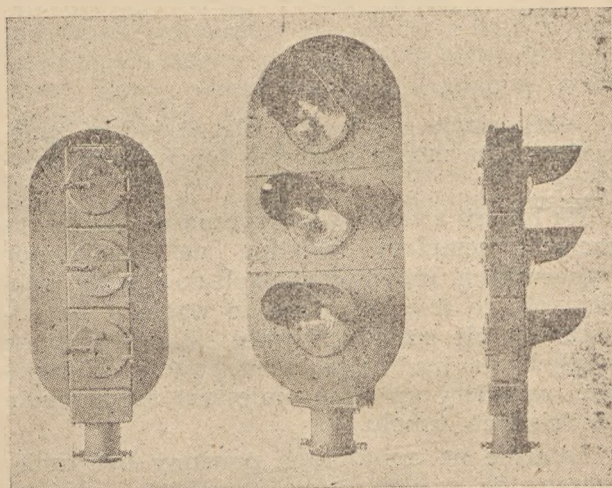
Filtry świetlne

Filtr świetlny ma za zadanie nadać sygnałowi odpowiednią barwę. W układzie dwóch soczewek używanych w semaforach świetlnych na PKP uzyskuje się to przez zastosowanie barwionych soczewek. Przy tym z zasady barwiona jest na odpowiedni kolor soczewka wewnętrzna. Soczewka zewnętrzna jest bezbarwna.

Komora świetlna głowicy semafora, oddzielona dla każdej latarni sygnałowej, zbudowana jest w kształcie skrzynki metalowej i ma za zadanie:

- a) chronić układ optyczny od uszkodzeń mechanicznych i szkodliwych wpływów atmosferycznych;
- b) utworzyć ciemną komorę, która by pochłaniała światło padające z zewnątrz;
- c) połączyć z sobą poszczególne elementy głowicy i całość z masztem.

Skrzynki metalowe latarni są złączone razem i nasadzone bezpośrednio na maszt semafora, stanowiąc obudowę głowicy semafora świetlnego. Do skrzynek metalowych, w których umieszczony jest układ optyczny, przymocowana jest ciemna tarcza z cienkiej blachy. Ciemna tarcza w semaforach świetlnych służy podczas dnia jako tło do sygnału świetlnego. Światło bowiem sygnału jest znacznie lepiej widoczne na ciemnym tle, stanowiącym większy kontrast niż jakiegokolwiek inne tło przypadkowe.



Rys. 5

Nad każdym światłem sygnałowym znajdują się specjalne daszki ochronne. Daszki te mają za zadanie osłonić układ optyczny od bezpośred-

nie padających promieni słonecznych lub innych z zewnątrz, w celu uniknięcia powstania fałszywego sygnału oraz ochronić go przed wpływami atmosferycznymi, jak opady śnieżne itp.

Na rysunku 5 przedstawiona jest głowica semafora świetlnego, posiadająca 3 latarnie sygnałowe oraz ciemne tło z blachy i daszki ochronne.

Maszt semafora świetlnego z podstawą

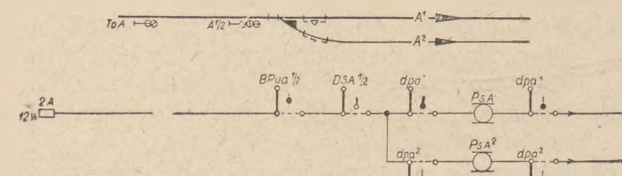
Semafor świetlny posiada własny oddzielny maszt semaforowy, albo też umieszczone są na słupach trakcyjnych, ścianach tuneli, wyciągach itp. Maszt semafora świetlnego składa się z rury żelaznej o średnicy zewnętrznej nie większej od 100 mm, aby można go było umieścić jeszcze na międzytorzu 4,50 m. Maszt semafora, na którym osadzona jest głowica, umieszcza się zazwyczaj na fundamencie betonowym lub żelaznym. Fundament żelazny okazuje się praktyczny, w razie potrzeby zmiany miejsca ustawienia semafora.

Również ze względu na małe rozproszenie światła na boki, semafor te powinny stać możliwie blisko osi toru.

Taką samą konstrukcję i układ optyczny, jak semafor, posiadają również tarcze ostrzegawcze świetlne.

OBWODY ELEKTRYCZNE SEMAFORÓW ŚWIETLNYCH

Ze względu na duże zalety sygnalizacji świetlnej, PKP przystąpiły po zakończeniu wojny do unowocześnienia swojej sygnalizacji na ważniejszych stacjach. W tym dążeniu do unowocześnienia sygnalizacji prawie wszystkie obecnie projekty nowych elektrycznych urządzeń bezpieczeństwa przewidują już tylko sygnalizację świetlną, opierając się na słusznej zasadzie, że budowa sygnalizacji ramiennych na stacjach posiadających już elektryczne zasilanie do nastawiania zwrotnic byłaby droższa i gorsza. Poza tym PKP przystępują obecnie do ulepszania mechanicznych urządzeń bezpieczeństwa ruchu pociągów przez ich częściową elektryfikację. Mechaniczne nastawienie zwrotnic posiada szczególnie na stacjach pośrednich o stosunkowo niewielkim ruchu pociągów szereg zalet. Jedną z ujemnych stron mechanicznej centralizacji są długie pędnie do semaforów i tarcz ostrzegawczych i dlatego zastąpienie sygnalizacji ramiennej w urządzeniach mechanicznych przez sygnalizację świetlną, poza korzyściami już wymienionymi, ułatwi i usprawni w znacznym stopniu obsługę tych urządzeń. Dlatego też PKP w Planie 6-letnim zakreśliły sobie również szeroki program budowy semaforów świetlnych na stacjach z urządzeniami mechanicznymi. Dostosowanie mechanicznych urządzeń nastawczych typu stosowanego na PKP do sygnalizacji świetlnej nie przedstawiało wielkich trudności. Do nastawiania sygnałów na semaforach świetlnych użyta jest specjalna mechaniczna dźwignia sygnałowa. Dźwignia ta uzależniona jest od dźwigni zwrotnic, rygli i



Schemat połączeń przekaźników sygnałowych A¹ i A² w urządzeniach mechanicznych

OZNACZENIA

BPa^{1/2}



Kontakt ryglowy bloku przebiegowego utwierdzającego



Kontakt drążka przebiegowego „a1”

DSA^{1/2}



Kontakt dźwigni sygnałowej „A^{1/2}”



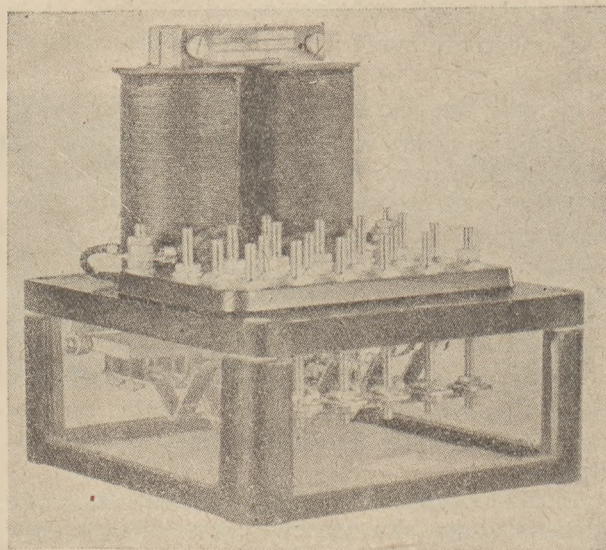
Przekaźnik sygnałowy

Rys. 6

Jeżeli stacja nie będzie ulegać żadnej przebudowie, to można stosować fundamenty betonowe.

Na liniach z trakcją elektryczną umieszcza się czasami semafor świetlny na specjalnych wspornikach, przymocowanych do słupów trakcyjnych, co jest korzystne ze względu na widoczność, ale posiada również i swoje wady ze względu na trudniejszą konserwację. W tunelach semafor świetlny umieszcza się z reguły na ścianach tunelu.

Latarnie na semaforach powinny być umieszczane na poziomie oka maszynisty, gdyż na tej wysokości, ze względu na małe rozproszenie, są one najlepiej widoczne dla drużyny pociągowej. Jednak ze względu na skrajnię, głowice semaforów bywają umieszczane trochę wyżej, tak że najniższe światło sygnałowe znajduje się na wysokości około 3,5 m.

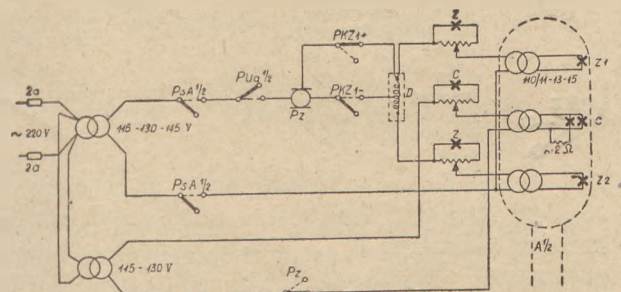


Rys. 7

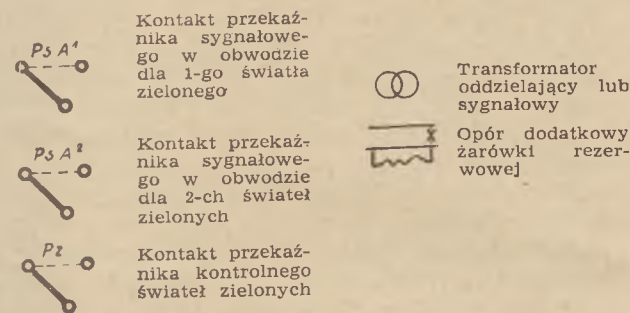
wykolejnic, wchodzących w drogę przebiegu, jak również od blokady stacyjnej i liniowej w taki sam sposób, jak normalna dźwignia sygnałowa w sygnalizacji ramiennej, z tą tylko różnicą, że zamiast przesuwania pędni drutowej powoduje ona włączanie przekaźnika zwanego „przekaźnikiem sygnałowym Ps”. Typowy obwód zasilania tych przekaźników w nastawniach mechanicznych przedstawiony jest na rys. 6.

Jak widać z tego schematu, semafor dwukierunkowy wymaga dwóch przekaźników sygnałowych: jednego dla jednego światła zielonego i drugiego dla dwóch światel zielonych. Przekaźniki te włączane są kontaktami wspólnej dźwigni sygnałowej i rozdział obwodów następuje dopiero kontaktami drążków przebiegowych. Przekaźnik sygnałowy Ps typu PB przedstawiony jest na rys. 7.

Przekaźnik ten zasilany jest prądem stałym o napięciu zazwyczaj 12 V lub też 24 V. Kontakty przekaźnika sygnałowego sterują światłami sygnałowymi w semaforach. Typowy schemat światel sygnałowych dla semafora dwukierunkowego A 1/2 w nastawni mechanicznej przedstawiony jest na rys. 8.



Schemat połączeń obwodu światel sygnałowych semafora świetlnego „A 1/2” w urządzeniach mechanicznych

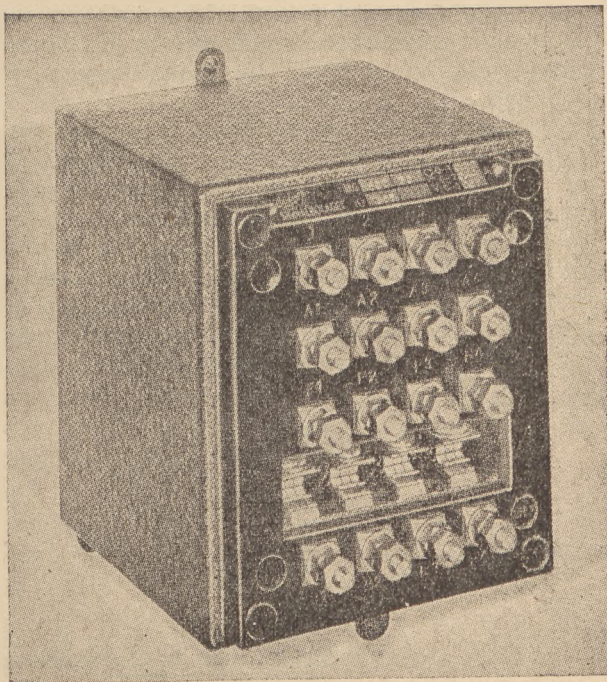


Rys. 8

Semafony świetlne zasilane są energią elektryczną nieraz z dużej odległości. Aby uniknąć większych spadków napięcia lub też stosowania grubych przewodów, doprowadza się do semafora prąd zmienny zazwyczaj o napięciu 110 voltów, a dopiero w samej głowicy semafora napięcie to zostaje niższone do 12 voltów. W tym celu w każdej komorze świetlnej umieszczony jest transformator sygnałowy, oddzielny dla każdego światła sygnałowego o przekładni napięć 110/11-13-15 V i o mocy 45 VA. Transformator ten posiada dla umożliwienia regulacji odpowiednie zaczepty. W obwodzie światła zielonego z reguły, a w razie potrzeby i w obwodzie światła czerwonego znajduje się przekaź-

nik kontrolny. Przekaźnik kontrolny typu PG przedstawiony jest na rys. 9.

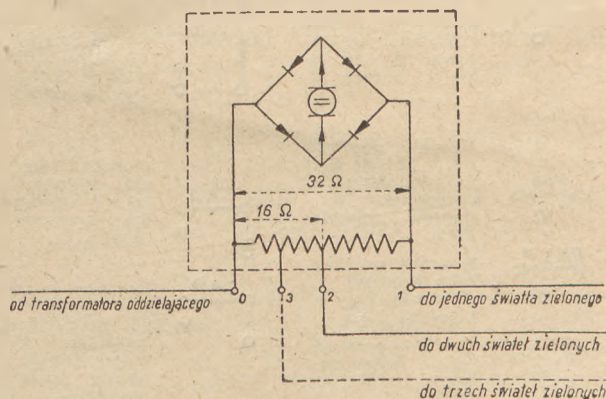
Przekaźnik kontrolny w obwodzie światel zielonych stanowi typowe rozwiązanie dla przyjętego systemu, sterując za pomocą swoich kontaktów światłem czerwonym. Gdy przekaźnik



Rys. 9

ten zwolni, to jego kontakty zwierają obwód światła czerwonego, które wówczas świeci się na semaforze. Po przełożeniu odpowiedniego drążka przebiegowego i dźwigni sygnałowej zostaje wzbudzony przekaźnik sygnałowy Ps A' lub Ps A2, który kontaktami załącza obwody do jednego lub dwóch światel zielonych i jednocześnie zostaje przyciągnięty przekaźnik kontrolny światła zielonego, przerywając obwód do światła czerwonego. Na semaforze wówczas zaświeci się jedno lub dwa światła zielone, a zgaśnie światło czerwone. Przekaźnik kontrolny włączony jest w obwód światel zielonych w sposób podany na rys. 10.

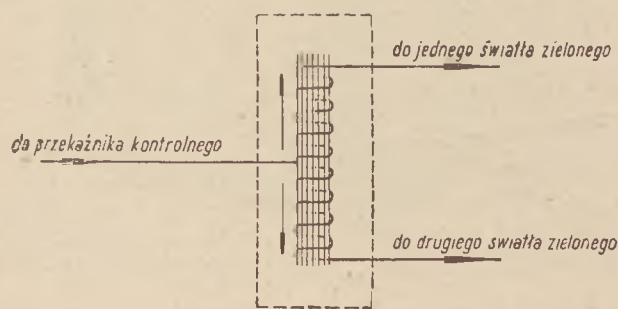
W obudowie przekaźnika znajduje się opornik, przez który przepływa prąd obwodu zielonego światła, wytwarzając spadek napięcia.



Rys. 10

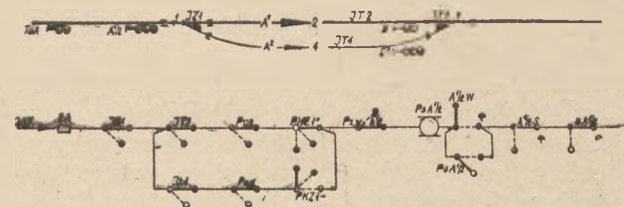
Równolegle do opornika włączony jest układ prostownikowy, zasilający uzwojenie przekątnika prądem stałym. Gdy obwód sygnałowy zasilają jedno światło zielone, wtedy przekątnik jest włączony na zaciski 0—1. Dla dwóch światel zielonych przekątnik załączany jest na zaciski 0—2. W obu przypadkach spadek napięcia na oporze jest jednakowy, gdyż zmniejszonemu oporowi odpowiada zwiększone natężenie prądu i układ prostownikowy pracuje w jednakowych warunkach.

W obwodzie światel zielonych semafora dwukierunkowego znajduje się jeszcze dławik wyrównawczy, który ma za zadanie nie dopuścić do powstania fałszywego i niebezpiecznego sygnału, w przypadku przepalenia się żarówki jednego z dwóch światel zielonych, danego na semaforze. Cewka tego dławika załączona jest jednym końcem do jednego światła zielonego, a drugim końcem do drugiego światła zielonego. Rys. 11.



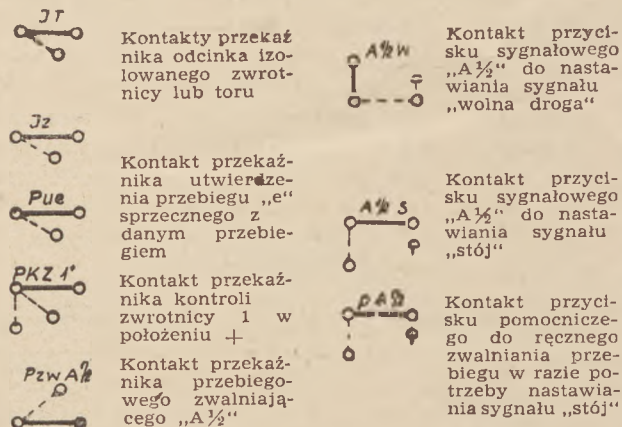
Rys. 11

Jeżeli świecą się obie żarówki, to jednakowy prąd płynie w obu połówkach uzwojenia cewki, a powstające wskutek tego strumienie magnetyczne znoszą się wzajemnie i dławik przedstawia tylko niewielką oporność omową. W przy-



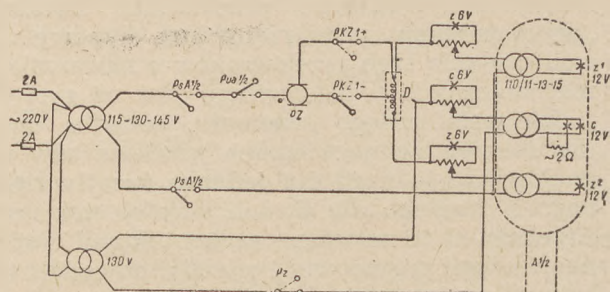
Schemat połączeń przekątnika sygnałowego „A 1/2” w urządzeniach przekątnikowych

OZNACZENIA



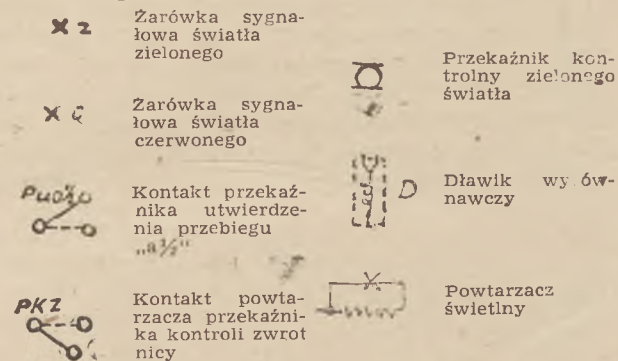
Rys. 12

padku przepalenia się którejkolwiek żarówki światła zielonego prąd, płynąc tylko w jednej połowie cewki dławika, powoduje powstanie w dławiku dużego oporu, wskutek czego natężenie prądu znacznie maleje.



Schemat połączeń obwodu światel sygnałowych semafora świetlnego A 1/2 w urządzeniach przekątnikowych

OZNACZENIA



Rys. 13

W wyniku tego gaśnie na semaforze również żarówka drugiego światła zielonego oraz opada przekątnik kontrolny światła zielonego, powodując zapalenie żarówki światła czerwonego.

W nastawniach elektrycznych schematy połączeń przekątnika sygnałowego i światel sygnałowych są podobne do schematów w urządzeniach mechanicznych. Wchodzą tu jednak inne jeszcze elementy zależnościowe. Typowy schemat do zasilania przekątnika sygnałowego w nastawnicach przekątnikowych przedstawiony jest na rys. 12.

W obwodzie połączeń tego przekątnika znajdują się zamiast kontaktów drążka przebiegowego i dźwigni sygnałowej kontakty przecisków sygnałowych do nastawiania sygnału: „Wolna droga” i sygnału: „Stój”. Poza tym w obwodzie tym, odmiennie niż w urządzeniach mechanicznych, znajdują się wszystkie potrzebne zależności w danym przebiegu, jak: kontakty przekątników kontrolnych zwrotnic wchodzących w przebieg, kontakty przekątników przebiegowych, utwierdzających wyłączających przebiegi sprzeczne, kontakty przekątników odcinków izolowanych torowych i zwrotnicowych, kontakt przekątnika przebiegowego zwalniającego, kontrolujący jego opadanie, kontakt przycisku pomocniczego do ręcznego zwolnienia przebiegu itp. W nastawnicach przekątnikowych dla każdego semafora stosuje się jeden tylko przekątnik sygnałowy. Typowy obwód do światel sygnałowych w nastawnicach przekątnikowych podany jest na rys. 13.

Prąd do jednego czy też do dwóch świateł zielonych sterowany jest w nastawnicach przekąźnikowych kontaktami przekąźnika kontrolnego zwrotnicy rozgałęziającej przebiegi w kierunku bocznym lub prostym.

W obwodzie świateł zielonych jest ponadto kontakt przekąźnika przebiegowego utwierdzającego, kontrolujący przed daniem sygnału: „Wolna droga“, że przebieg został utwierdzony. Po naciśnięciu przycisku sygnałowego do nastawiania sygnału „Wolna droga“, w przypadku gdy spełnione są wszystkie zależności w nastawianym przebiegu, zostaje wzbudzony przekąźnik sygnałowy P_1 , załączając obwody jednego lub dwóch świateł zielonych, w zależności od położenia zwrotnicy rozgałęziającej. Jednocześnie zostaje przyciągnięty przekąźnik kontrolny światła zielonego P_2 . Na semaforze zaświeci się jedno lub dwa światła zielone, a zgaśnie światło czerwone.

Semafony świetlne zasilane są z odpowiedniego źródła prądu znajdującego się w nastawni. Światła sygnałowe semaforów świetlnych zasilane są z szyn zbiorczych o napięciu 220 Voltów przez transformatory zasilające oddzielne dla każdego semafora o przekładni 220/115 — 130 — 145 V i mocy 109 VA. Oddzielne transformatory dla semaforów świetlnych, tzw. transformatory oddzielające, mają między innymi na celu możliwość regulowania napięcia dla każdego semafora, znajdującego się w różnych odległościach od nastawni. W nowszych urządzeniach stosuje się dla każdego semafora dwa transformatory oddzielające, a mianowicie jeden dla świateł zielonych i drugi tylko dla światła czerwonego. Transformator oddzielający, stosowany tylko dla światła czerwonego, posiada przekładnię 220/130 V i moc 45 VA. Transformator ten ma za zadanie zabezpieczyć przed powstaniem fałszywego sygnału w przypadku uszkodzenia izolacji pomiędzy przewodami, łączącymi światło czerwone i zielone.

Mgr inż. HENRYK ŚMIGIELSKI

Ruchowa sieć łączności

Jednym z elementów, umożliwiających właściwą pracę kolei oraz warunkujących wykonanie jej zadań przewozowych, zaplanowanych w określonym czasie, jest posiadanie przez kolej należycie zorganizowanego systemu łączności. Przedsiębiorstwa kolejowe prawie we wszystkich krajach na świecie posiadają własną, niezależną od sieci publicznej sieć telekomunikacyjną, służącą wyłącznie potrzebom kolei. Sieć telekomunikacyjna kolejowa składa się w zasadzie z dwóch dużych członów którymi są: sieć ogólnoeksploatacyjna oraz sieć ruchowa.

Sieć ogólnoeksploatacyjna stanowi zespół linii i urządzeń telekomunikacyjnych, z których korzystają wszystkie zakłady pracy, wszystkie służby techniczne i administracyjne kolei. Sieć ta daje możliwość operatywnego prowadzenia pracy wszystkich działów kolejnictwa, umożliwia i usprawnia kierowanie całym aparatem kolejowym, koordynuje i przyspiesza wykonawstwo poszczególnych służb kolejowych. Z sieci ogólnoeksploatacyjnej korzysta oczywiście również w szerokim zakresie i służba ruchu kolejowego przy wydawaniu generalnych dyspozycji przewozowych, kontroli wykonywania planów pracy oraz zbieraniu danych w zakresie ogólnej sprawozdawczości i statystyki. Sieć ogólnoeksploatacyjna zasięgiem swoim obejmuje cały obszar operacyjny przedsiębiorstwa kolejowego i stanowi jedną całość, jeden system łączności, w którego ramach każdy abonent może uzyskać połączenie z dowolnym innym abonentem przyłączonym do tej sieci. Ze względu na rodzaj środków łączności rozróżnia

się sieć ogólnoeksploatacyjną telefoniczną i telegraficzną.

Ruchowa sieć łączności kolei ma specjalne, odrębne i bardziej jednokierunkowe zadanie. Składa się ona z fragmentów linii i urządzeń telekomunikacyjnych, z których każdy zespół posiada określone przeznaczenie. Ogólnie określając, przeznaczeniem sieci ruchowej jest umożliwienie wymiany wiadomości, dyspozycji i meldunków, bezpośrednio związanych z ruchem pociągów. Praca urządzeń telekomunikacyjnych wchodzących w skład sieci ruchowej ma na celu:

- a) zapewnienie bezpieczeństwa ruchu pociągów na stacjach i szlakach w przypadku braku urządzeń blokady stacyjnej i liniowej;
- b) powiększenie bezpieczeństwa ruchu pociągów na szlaku i na stacjach, nawet jeżeli istnieją urządzenia blokady stacyjnej i liniowej oraz stworzenie stałej rezerwy w przypadku uszkodzenia tych urządzeń;
- c) umożliwienie porozumiewania się dyżurnego ruchu z nastawniami wykonawczymi odnośnie pracy manewrowej i zmiany dyspozycji w zakresie prac ruchowych w okręgu stacyjnym;
- d) usprawnienie ruchu pociągów, a więc poprawienie różnorodnych współczynników ekonomicznego wyzyskania środków transportu; usprawnienia te mogą być uzyskane przez ogólną koordynację ruchu na liniach kolejowych lub też przez koordynację pracy

stacyjnej. W obu przypadkach posiadanie właściwych środków łączności ma na celu wyeliminowanie wszelkich strat czasowych, związanych ze zbyt długimi postojami na stacjach, niedostatecznie sprawnym wykonywaniem pracy manewrowej, rozrządowej itp.

Ze względu na rodzaj rodków łączności sieć ruchowa, podobnie jak sieć ogólnieeksploatacyjna wykorzystuje oba podstawowe rodzaje telekomunikacji, tj. telefonię i telegrafię. Z punktu widzenia przeznaczenia eksploatacyjnego urządzenia telekomunikacyjne, wchodzące w skład sieci ruchowej, podzielić można na trzy grupy:

- 1) urządzenia obsługi ruchu na szlaku,
- 2) „ obsługi ruchu na stacjach,
- 3) „ specjalne.

Systematykę eksploatacyjno-techniczną urządzeń telekomunikacyjnych sieci ruchowej podaje tablica.

URZĄDZENIA ŁĄCZNOŚCI DLA OBSŁUGI RUCHU NA LINIACH KOLEJOWYCH

Telefoniczna sieć pociągowa prowadzona jest wzdłuż wszystkich linii kolejowych. Składa się ona z krótkich odcinków torów telekomunikacyjnych, przebiegających pomiędzy poszczególnymi punktami zapowiadawczymi. Odcinki te zakończone są najczęściej obustronnie aparatami telefonicznymi u dyżurnych ruchu na posterunkach zapowiadawczych. Fragment układu telefonicznej sieci pociągowej przedstawiony jest na rys. 1. Z rysunku wynika, że na stacji węzłowej E zachodzi konieczność ustawienia 3 aparatów dla trzech kierunków ruchu. Jeśli kierunków ruchu jest więcej, to połączenia pociągowe wprowadza się na specjalnej konstrukcji — centrali odzewowej, jak to wskazano na rys. 1 na stacji B.

Centrala odzewowa powinna mieć jednak taki układ elektryczny, który uniemożliwia

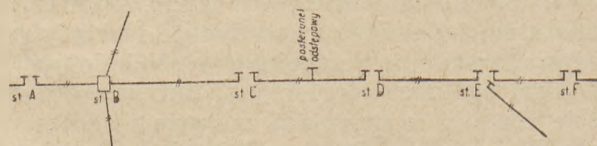
Ruchowa sieć łączności

urządzenia łączności dla obsługi ruchu na liniach kolejowych		urządzenia łączności dla obsługi ruchu na stacjach		urządzenia łączności specjalne	
1		2		3	
1.1.	Telefoniczna sieć pociągowa	2.1.	Telefoniczna sieć posterunkowa	3.1.	Telefoniczna sieć dyspozycji taborowej
1.3.	Telefoniczna sieć strażnicza	2.2.	Telefoniczna sieć dyspozytorska węzłowa	3.2.	Telegraficzne połączenia operacyjne
1.2.	Telegraficzna sieć pociągowa	2.3.	Megafonowa sieć dyspozytorska	3.3.	Urządzenia megafonowe informacyjne dla podróźnych
1.4.	Telefoniczna sieć dyspozytorska pociągowa	2.4.	Sieć radiodyspozytorska		
1.5.	Radiotelefoniczna sieć szlakowa				

Podana wyżej tablica obejmuje te urządzenia telekomunikacyjne ruchowej sieci łączności, które stosowane są (nie zawsze jednocześnie wszystkie) na sieciach kolejowych różnych krajów. Zadaniem tego artykułu jest scharakteryzowanie poszczególnych urządzeń od strony technicznej, przedyskutowanie ich celowości z punktu widzenia potrzeb eksploatacyjnych oraz korzyści, jakie wynikają z ich stosowania. Nadmienić należy, że wspólną cechą charakterystyczną wszystkich urządzeń telekomunikacyjnych ruchowej sieci łączności jest okoliczność, że mogą one być użytkowane tylko przez personel służby ruchu i to tylko ten, któremu poruczono wykonywanie określonych czynności. Wyjątek stanowią tylko telefoniczne połączenia strażnicze, które są użytkowane przez personel służby ruchu i służby drogowej.

Ta cecha wyłączności użytkowania określonych urządzeń ma na celu zapewnienie możliwości natychmiastowego uzyskiwania potrzebnych połączeń telekomunikacyjnych, co dla prowadzenia ruchu kolejowego przy ciągłej zmianie aktualnej sytuacji ruchowej i konieczności utrzymania operatywnej zdolności działania jest sprawą podstawowego znaczenia.

wzajemne łączenie poszczególnych obwodów. Z centrali odzewowej możliwe jest więc prowadzenie jednoczesne tylko jednej rozmowy. Jak wynika z rysunku, obwód telefoniczny pociągowy zaczyna się u dyżurnego ruchu na jednym posterunku zapowiadawczym i kończy u dyżurnego ruchu sąsiedniego posterunku zapowiadawczego. W zasadzie więc w obwód pociągowy mogą być włączeni tylko dyżurni ruchu sąsiednich



Rys. 1

posterunków zapowiadawczych. Wyjątkowo mogą być jeszcze włączeni równolegle blokowi czynnych posterunków odstępowych, położonych pomiędzy posterunkami zapowiadawczymi.

Zasady te przestrzegane są powszechnie przez wszystkie zarządy kolei. Połączenie pociągowe jest bowiem narzędziem pracy dyżurnego ruchu. Wywołując, musi on mieć pewność, że bę-

dzie rozmawiał również z pracownikiem, który ponosi pełną odpowiedzialność za prawidłowy ruch pociągów. Połączenie telefoniczne pociągowe jest najprostszym urządzeniem, które umożliwia otworzenie ruchu kolejowego na przejmowanej do eksploatacji linii kolejowej, ponieważ umożliwia zapowiadanie pociągów.

Połączenie telefoniczne pociągowe jest jednak potrzebne i w tych przypadkach, w których linia kolejowa posiada najnowocześniejsze nawet urządzenia blokady liniowej. Wprawdzie traci ono wtedy swoje znaczenie zapowiadawcze, stanowi jednak rezerwę, która może być potrzebna podczas uszkodzenia urządzeń blokady. Ponadto zawsze mogą wystąpić różne nieprawidłowości ruchu pociągów i dyżurny ruchu musi mieć możliwość porozumienia się z sąsiednią stacją w celu otrzymania uzupełniających danych, które ułatwiają mu rozwiązywanie sytuacji ruchowych na jego obszarze pracy. Likwidacja połączeń telefonicznych pociągowych mogłaby nastąpić dopiero po zainstalowaniu na linii kolejowej urządzeń do zdalnego sterowania zwrotnicami i sygnałami na szeregu stacji, obsługiwanych centralnie z jednego miejsca. Rezerwę w przypadku uszkodzenia tych urządzeń stanowiłoby połączenie dyspozytorskie.

Połączenia pociągowe telefoniczne pracują w systemie telefonii miejscowej baterii z wywołaniem indukcyjnym. Nie jest to bynajmniej zacofanie techniczne. System ten bowiem jest w tym przypadku — prostego połączenia bezpośredniego dwóch stacji abonentowych — najtańszy inwestycyjnie, a ponadto mniej kłopotliwy w eksploatacji od systemu centralnej baterii.

Telegraficzna sieć pociągowa (rys. 2) posiada konfigurację podobną do sieci pociągowej telefonicznej. Połączenia telegraficzne pociągowe składają się z krótkich odcinków torów telegraficznych przebiegających pomiędzy sąsiednimi stacjami, zakończonych na każdej stacji aparatem telegraficznym.

Ze względów oszczędnościowych na stacjach przelotowych ustawia się czasem pojedyncze aparaty telegraficzne, obsługujące oba kierunki ruchu przy użyciu przełącznika. W czasie pracy aparatu na jednym kierunku powinna być włączona na drugi kierunek słuchawka telegraficzna, umożliwiająca nadejście ewentualnego wywołania z kierunku przeciwnego. Nie jest to jednak dogodne rozwiązanie.

Połączenie telegraficzne pociągowe używane jest do zapowiadania pociągów. System zapowiadania telegraficznego stosowany jest na tych liniach kolejowych, gdzie nie istnieje jeszcze blokada liniowa. Jest on więc w zasadzie urządzeniem, zastępującym urządzenie wyższej klasy — bezpieczeństwa ruchu pociągów. Zagadnienie celowości zapowiadania przy pomocy aparatu telegraficznego Morse'a było już wielokrotnie dyskutowane i przeważa opinia, że należałoby je całkowicie zlikwidować, przechodząc na zapowiadanie tylko telefoniczne. Je-

dynym argumentem, przemawiającym za pozostawieniem sieci telegraficznej pociągowej, jest okoliczność, że w systemie tym pozostaje dokument pisany — taśma telegraficzna. Jest to jednak argument słuszny tylko z punktu widzenia kontroli pracy, natomiast nie ma zasadniczego znaczenia ze względów ruchowo-technicznych.

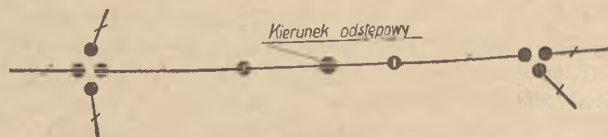
Po wprowadzeniu na określonej linii kolejowej urządzeń blokady liniowej połączenia pociągowe telegraficzne przechodzą do rezerwy. Uwzględniając istnienie obwodu pociągowego telefonicznego, stan taki przedstawiałby podwójną rezerwę, co nie wydaje się potrzebne, a ponadto utrzymywanie urządzeń, które normalnie nie pracowałyby, stanowiłoby przykład nieekonomicznego wyzyskania sprzętu. Należy podkreślić, że w większości innych krajów zapowiadanie telegraficzne dawno już zarzucono. Uwzględniając jednak warunki na sieci kolejowej polskiej wydaje się, że słuszne są tezy następujące:

1. Po wprowadzeniu na linii kolejowej urządzeń blokady liniowej należy całkowicie likwidować sieć telegraficzną pociągową, zadawając się posiadaniem połączenia pociągowego telefonicznego, jako rezerwy na wypadek uszkodzenia blokady liniowej oraz jako urządzenia pomocniczego przy prowadzeniu ruchu;

2. Przy braku urządzeń blokady liniowej i przy małym natężeniu ruchu pociągów do około 12 par pociągów na dobę nie stosować zapowiadania telegraficznego, a wyłącznie telefoniczne.

3. Przy braku urządzeń blokady liniowej i ilości par pociągów na dobę większej od 12 stosować jeszcze zapowiadanie telegraficzne.

Odzyskane przy kasowaniu aparaty telegraficzne należałoby wykorzystać do czasu ich całkowitej amortyzacji na telegraficznej sieci kolejowej korespondencyjnej.



Rys. 2

Inne jeszcze rozwiązanie techniczne polegałoby na całkowitym wyeliminowaniu zapowiadania telegraficznego nawet przy braku blokady liniowej o dużym nasileniu. Z punktu widzenia pracy dyżurnego ruchu byłoby to również korzystne, ponieważ na zapowiadanie telegraficzne zużywa on jednak więcej czasu niż przy zapowiadaniu telefonicznym. Ponadto umiejętność telegrafowania wymaga dość długiego szkolenia personelu. Argument „dokumentu pisemnego” można by również całkowicie osłabić, instalując przy aparatach telefonicznych pociągowych na ważniejszych stacjach isopsofony tj. urządzenia rejestrujące (nagrywające) mowę. Jest to jednak dość kosztowne. Przy bra-

ku jednak blokady liniowej i zapowiadaniu tylko telefonicznym nie istniałaby rezerwa w przypadku uszkodzenia telefonicznego obwodu pociągowego. Dlatego wydaje się, że teza pozostawienia aparatów telegraficznych pociągowych na niektórych liniach „na wymarcie” jest najprostszym rozwiązaniem.

Telefoniczna sieć strażnicza pokrywa swoim zasięgiem również wszystkie linie kolejowe. Składa się ona także z krótkich odcinków torów telefonicznych, przebiegających pomiędzy sąsiednimi stacjami i zakończonych u dyżurnych ruchu aparatami telefonicznymi lub też wprowadzonych na wspomnianą już centralkę odezwową.

Na szlaku u drózników przejazdowych instalowane są aparaty telefoniczne, które włącza się równolegle do obwodu strażniczego. Dyżurni ruchu mają możliwość wywołania wszystkich drózników lub też jednego z nich przez nadanie inductorem umówionych znaków wywoławczych. Po obwodzie strażniczym dyżurny ruchu ma możliwość powiadomić obsługę strzeżonych zapór drogowych o aktualnym stanie ruchowym dozorowanego przez nich szlaku. Praca obwodów strażniczych stanowi więc element związany zasadniczo z bezpieczeństwem ruchu na drogach publicznych, poza tym może odgrywać poważną rolę w nagłych przypadkach stwierdzenia przez dróznika bezpośrednio lub pośrednio okoliczności, wymagających ograniczenia ruchu.

Z tego też względu połączenia strażnicze są niezbędne jako jedno z ogniw pracy kolei. Połączenia strażnicze mogą stracić swoje znaczenie, jeśli:

- a) skrzyżowania linii kolejowych z drogami publicznymi wykonywane będą w układzie dwupoziomym;
- b) zapory drogowe obsługiwane ręcznie zastąpione zostaną przez rogatki samoczynne.

Nadmienić należy, że istnienie połączeń strażniczych, umożliwiając zabezpieczenie we właściwym czasie skrzyżowań linii kolejowej z drogami publicznymi, stanowi również przyczynę, stwarzającą możliwość podwyższenia dopuszczalnej szybkości biegu pociągu na szlaku.

Telefoniczna sieć dyspozytorska pociągowa stanowi środek łączności, przy pomocy którego dyspozytornie oddziałów ruchu są w stanie posiadać aktualny obraz ruchowy na swoim obszarze pracy. Posiadanie obrazu ruchowego określonego odcinka lub obszaru umożliwia z kolei centralizację dyspozycji ruchowej. Ze względu na szybko zmieniającą się na poszczególnych odcinkach sytuację ruchową dyspozytornie otrzymują wyodrębnioną własną sieć, z której mogą korzystać tylko dyspozytorzy i dyżurni ruchu na stacjach odnośnego odcinka.

Sieć dyspozytorska może być z punktu widzenia eksploatacyjnego wykorzystana w dwóch wariantach operacyjno-ruchowych. Jednym z nich jest system **centralnego prowadzenia ruchu** (scentralizowannoje диспетчерское упра-

вление, train dispatching, Zugbefehlsgabe) na określonym odcinku. Całkowitą odpowiedzialność i dyspozycje posiada w tym przypadku dyspozytor takiego odcinka. Na stacjach przynależnych temu odcinkowi linii kolejowej znajduje się tylko personel wykonawczy, który odbiera i wykonuje polecenia dyspozytora oraz informuje go o zmianach sytuacji ruchowej. Dyżurni ruchu nie są więc potrzebni.

Drugą alternatywą operacyjno-ruchową jest nadzorowanie ruchu pociągów (диспетчерский надзор, train traffic control, Zugüberwachung) przez dyspozytornie. Teren oddziału jest podzielony na odcinki operacyjne, podobnie jak w systemie poprzednim. Każdy odcinek otrzymuje swój obwód dyspozytorski telefoniczny i odpowiednie wyposażenie w aparaturę. Odcinek taki obsługuje operator, zwany również sytuatorem lub dyspozytorem odcinkowym.

Zadaniem operatora jest tylko zbieranie z linii meldunków o przybyciu i odejściu pociągów i otrzymywanie w ten sposób aktualnej sytuacji ruchowej swojego odcinka. Dyspozytor oddziałowy ma w ten sposób w każdej chwili stan ruchowy swojego obszaru. Nadzoruje on prawidłowość pracy dyżurnych ruchu, a mając obraz ruchowy znacznie szerszy od pojedynczego dyżurnego ruchu, ma możliwość usprawnienia sytuacji ruchowych, interweniując na ogół tylko w przypadkach zakłóceń i nieregularności ruchu pociągów; zadaniem dyspozytora w tym systemie jest więc upłynnienie potoków ruchu.

Jak wynika z powyższego opisu obu systemów pracy, w obu przypadkach dyspozytornia musi posiadać aktualną sytuację ruchową. Stosowane są tu również dwie metody: zapisowolicebowa i wykreslna. Metoda zapisowolicebowa polega na notowaniu godzin przybycia i odejścia pociągów ze stacji danego odcinka operacyjnego. Porównanie z tabelą rozkładową daje aktualny obraz ruchowy.

W metodzie wykreslnej dyspozytornia prowadzi aktualne wykresy jazdy. Często stosuje się arkusze z naniesionymi rozkładowymi wykresami jazdy, wykonanymi jasnym kolorem. Kreśląc na tym wzorze rzeczywisty wykres jazdy, otrzymuje się jednocześnie dogodne porównanie z planowym rozkładem.

Na ogół we wszystkich kolejach zagranicznych przeważa opinia, że metoda wykreslna jest znacznie dogodniejsza od liczbowej. Aby operator mógł odebrać wszystkie meldunki, dotyczące ruchu pociągów i zarejestrować je, długość odcinka operacyjnego musi być dostosowana do jego możliwości czasowych.

W zasadzie przy ocenianiu możliwości czasowych operatora należy się opierać na wyliczeniu przeprowadzonym dla ruchu w ciągu doby. Dodatkowo wyliczenie to można skontrolować dla godziny największego ruchu, ponieważ w tym czasie dyspozytor będzie najbardziej obciążony.

Maksymalna długość odcinka, którą może obsługiwać jeden operator, aby mieć dość czasu

na prowadzenie wykresu aktualnej sytuacji ruchowej, może być określana najdogodniej ilością obsługiwanych punktów zapowiadawczych (stacji i posterunków odgałęźnych). Maksymalna ilość stacji, które mogą być obsługiwane przez jednego operatora, może być wyliczona z zależności

$$86400 = 4n \cdot t_m S_{\max} \Sigma t_o$$

gdzie:

86400 — czas trwania jednej doby, wyrażony w sekundach.

n — ilość par pociągów przeprowadzana przez odcinek operatora w ciągu doby.

t_m — czas trwania jednego meldunku o przybyciu lub odejściu pociągu, wyrażony w sekundach.

$S_{\max}$ — maksymalna ilość stacji, możliwa do obsłużenia.

Σt_o — suma czasu wolnego (odpoczynku) zarezerwowana dla operatora, składająca się z szeregu przerw między meldunkami, chwilowych dłuższych odpoczynków itp., wyrażona w sekundach.

Z zależności tej wyliczyć można

$$S_{\max} = \frac{86400 - \Sigma t_o}{4n \times t_m}$$

Z powyższego wyliczenia wynika, że przy określonym zadaniach przewozowych ruchu pociągów na danym odcinku, dopuszczalna jego długość zależy głównie od czasu t_m , zużywanego na otrzymanie jednego meldunku ruchowego. Kolejowa telefoniczna sieć łączności dyspozytorskiej musi więc być wybudowana w oparciu o możliwie najdogodniejsze urządzenia telekomunikacyjne, które powinny zapewnić dyspozytorom jak najszybsze uzyskiwanie połączeń ze stacjami, a więc wyeliminować wszelkie straty na oczekiwanie w uzyskiwaniu połączenia, spotykane normalnie w ruchu telefonicznym, np. oczekiwanie na zgłoszenie centrali, trafiające na zajętego abonenta itp.

W tym celu, jak już wspomniano, telefoniczna sieć dyspozytorska została wyodrębniona. Każdy odcinek operacyjny posiada własny zespół urządzeń.

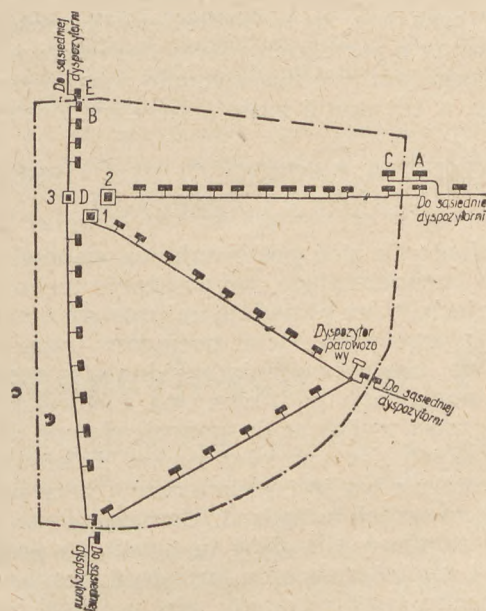
Ze względu na to, że ruch telefoniczny na obwodzie dyspozytorskim odbywa się tylko pomiędzy operatorem i poszczególnymi stacjami, okazało się możliwe wszystkie stacje jednego odcinka dyspozytorskiego przyłączyć do jednego przewodu równolegle. Daje to duże oszczędności na sieci.

Najprostsze rozwiązanie techniczne stosowane jeszcze dotychczas to wyposażenie obwodu dyspozytorskiego w aparaty telefoniczne MB i wywoływanie stacji przez dyspozytora za pomocą umownych sygnałów alfabetem Morse'a. Jest to jednak sposób pracy powolny i niedoskonały, ponieważ w czasie wywoływania alarmowane są i inne stacje. Istnieją często fałszy-

we wywołania i pomyłki, które wpływają na przedłużenie czasu meldunku t_m .

Nowoczesne urządzenia dyspozytorskie wykonywane są jako urządzenia selektorowe. Operator otrzymuje pulpit operacyjny, z którego przy pomocy prostej manipulacji przełącznikami wciskowymi lub tarczą numerową wywołuje żadaną stację. Dalszy przebieg wywołania następuje samoczynnie w centralce selektorowej. Dzięki zastosowaniu na stacjach abonentowych specjalnych mechanizmów, zwanych selektorami (rodzaj wybieraka), uzyskuje się selektywne przywołanie jednej ze stacji, pomimo że wszystkie stacje abonentowe włączone są równolegle w jeden obwód. W celu zapewnienia operatorowi możliwie dogodnych warunków pracy, jako wyposażenie rozmowne, otrzymuje on urządzenie głośnomówiące (głośniki i mikrofon). Wywołania operatora ze stacji są wprost głosowe. Operator słyszy mianowicie meldunek z głośnika. Przyspiesza to podawanie meldunków i pozostawia swobodę ruchów operatorowi, tak potrzebną mu w związku z prowadzeniem wykresu ruchu.

Fragment układu telefonicznej sieci dyspozytorskiej szlakowej przedstawiony jest na rys. 3.



Rys. 3

Dyspozytornia Oddziału Ruchu D posiada 3 odcinki operacyjne, a w związku z tym trzy oddzielne obwody dyspozytorskie. Każdy obwód dyspozytorski posiada własną centralkę selektorową. Sposób włączenia ostatniej stacji odcinka dyspozytorskiego może być różny. Na stacji A — C, stanowiących granice odcinków dyspozytorskich, mogą być instalowane po 2 aparaty lub też stacje graniczne mogą być wyposażone tylko w jeden aparat, jak to wskazano na stacjach B i E. Można stosować również translacje, sprzęgające sąsiednie odcinki dyspozytorskie.

Do obwodu selektorowego włącza się również dyspozytorów parowozowych na stacjach, należących do tego odcinka operacyjnego. Aby zapewnić pełną operatywność pracy dyspozytorskiej służby ruchu kolejowego, stosuje się również sieci dyspozytorskie wyższego rzędu. Dyspozytor okręgu dyrekcyjnego może posiadać wyodrębnioną sieć, na którą włączone są tylko dyspozytornie oddziałów ruchu tego okręgu. Wreszcie dyspozytor Centralnego Zarządu Kolei (Dyrekcji Generalnej) może posiadać wydzieloną sieć dyspozytorską, do której włączeni będą wszyscy dyspozytorzy dyrekcyjni.

Radiotelegraficzna sieć szlakowa¹⁾ ma na celu utrzymanie łączności pomiędzy pociągami znajdującymi się w ruchu, a aktualnie mijanymi przez nie stacjami. Ponadto stanowi ona jednocześnie rezerwę w przypadku uszkodzenia sieci łączności przewodowej. Sieć radiotelefoniczna może więc w tym przypadku być wykorzystana jako połączenie pociągowe.

Posiadanie stałej łączności pociągów znajdujących się w ruchu ze stacjami ogromnie podnosi sprawność ruchu, a nawet stopień jego bezpieczeństwa. Nie bez znaczenia jest tu samopoczucie maszynisty, który ma możliwość w każdej chwili uzyskania słownych informacji, dotyczących stanu aktualnie najeżdżanych części szlaku oraz wie, że w każdej chwili może być uprzedzony o wszelkich nieregularnościach. Tego rodzaju łączność ma ogromne znaczenie psychiczne, w tej chwili może jeszcze niedoceniane.

URZĄDZENIA ŁĄCZNOŚCI DLA OBSŁUGI RUCHU NA STACJACH

Telefoniczna sieć posterunkowa stanowi niezbędne uzupełniające wyposażenie techniczne na stacjach, które posiadają najprostsze urządzenia bezpieczeństwa ruchu pociągów, urządzenia kluczowe, obsługiwane indywidualnie, ręcznie. Okręg nastawczy, podzielony na posterunki ruchowe, musi wydawać dyspozycje słowne do poszczególnych posterunków ruchu. Telefoniczna sieć posterunkowa jest wykonywana przy pomocy najprostszycch urządzeń. Zainstalowane są z zasady telefony MB. Sieć ta nawet po przebudowie i unowocześnieniu urządzeń bezpieczeństwa ruchu (centralizacja) nie podlega likwidacji, ponieważ stanowi rezerwę w przypadku uszkodzenia urządzeń blokady stacyjnej i umożliwia wykonywanie czynności manewrowych na stacji.

Telefoniczna sieć dyspozytorska węzłowa (uzłowyj dispietcerskij nadzor, Betriebsüberwachung) stosowana jest na większych węzłach, które stanowią zespół kilku samodzielnych stacji i do właściwego wykonywania zadań ruchowych węzła potrzebna jest koordynacja pracy tych stacji, a więc scentralizowanie dyspozycji. Sieć taką spotyka się również na bardzo dużych stacjach rozrządowych posiadających np. kilka lub więcej parków pracujących samodzielnie, ale wymagających ogólnego kierownictwa i koordynacji. Najczęściej stosuje się w tym celu

zespół urządzeń selektorowych. Centralkę selektorową instaluje się u dyspozytora węzła.

Sieć dyspozytorska megafonowa znajduje zastosowanie na stacjach rozrządowych w okręgach manewrowych.

Brak takiej sieci dyspozytorskiej powoduje, że kierownik manewrów musi biegać wzdłuż torów, aby wydawać dyspozycje poszczególnym drużynom przetokowym. Posiadając urządzenia megafonowe, może on siedzieć w jednym miejscu, najczęściej w wieży oszklonej tak, aby panował wzrokowo nad swoim obszarem pracy. Teren całej stacji pokryty jest głośnikami zainstalowanymi na masztach. Kierownik posiada urządzenie centralne, do którego doprowadzone są wszystkie obwody głośnikowe. Może on włączyć dowolny głośnik lub całą ich grupę do pracy. Głośniki mają wbudowane mikrofony do rozmów zwrotnych. W ten sposób personel wykonawczy może również mówić do dyspozytora i zapewniona jest łączność dwukierunkowa. Instalacja megafonowa jest dość kosztowna inwestycyjnie, jednak amortyzuje się szybko, ponieważ stosowanie jej przyspiesza znacznie pracę rozrządczą, dając duże oszczędności zarówno w pracy personelu jak i na obrocie taboru.

Podobne zadanie spełnia sieć radiodyspozytorska stacyjna, która w dotychczasowej praktyce znalazła najszerze zastosowanie również na stacjach rozrządowych, realizując stałą łączność telefoniczną między dyżurnym nadzorczym stacji, lokomotywami przetokowymi i personelem przetokowym, pracującym w terenie. Dyżurny nadzorczy otrzymuje stałą radiostację nadawczo-odbiorczą małej mocy, pracującą na wysokiej częstotliwości o zasięgu pokrywającym cały teren operacyjny.

Na lokomotywach instaluje się podobne radiostacje, zwane stacjami ruchowymi. Personel, operujący w terenie (przetokowi), otrzymują małe radiostacje nadawczo-odbiorcze, noszone w torbie, podobnie jak telefon polowy (tzw. chodu-gadu). Wszystkie radiostacje pracują na jednej częstotliwości, rozmowa więc jest jawna i słyszą ją wszyscy posiadacze radiotelefonu. Zalety tego urządzenia łącznościowego są tak duże, że po wprowadzeniu go do codziennej eksploatacji personel ruchowy stacji rozrządowych posiadających radiotelefon stwierdza, że nie potrafiłby już bez niego pracować, a w każdym razie wydajność pracy stacji musiałaby się znacznie obniżyć.

URZĄDZENIA ŁĄCZNOŚCI SPECJALNE

Telefoniczna sieć dyspozytury taborowej stanowi również samodzielny fragment sieci ruchowej.

W okręgach przemysłowych, kopalnianych, portowych, gdzie odbywają się masowe załadunki lub wyładunki, a w związku z tym i poddawanie oraz operatywny rozdział wagonów

1) Patrz artykuł tegoż autora w nrze 11/1949 pt. „Radiotelefon w Służbie Kolei”.

towarowych, zachodzi konieczność tworzenia w dyspozytorniach ruchu specjalnych dyspozytorów taborowych, którzy do wykonania swych zadań muszą posiadać własne, szybkie środki łączności. Sieć taką wyposaża się najczęściej również w urządzenia selektorowe, umożliwiające łatwe i szybkie uzyskiwanie połączeń z punktami załadowniczymi i wyładowniczymi, zbiorczymi stacjami próżnych wagonów określonego okręgu itp.

Nadmienić należy, że w rejonach o słabszym natężeniu ruchu pociągów czynności dyspozytorskie w odniesieniu do operatywnego dysponowania taborem sprawować mogą dyspozytor nie oddziałów ruchu przy pomocy sieci dyspozytorskiej pociągowej, służącej do nadzorowania ruchu pociągów na szlaku.

Telegraficzne połączenia operacyjne stosuje się na liniach głównego potoku ruchu w celu bezpośredniego połączenia telegraficznego kolejno rozmieszczonych na nich stacji rozrządowych lub klasyfikacyjnych.

Jeśli np. stacja rozrządowa obsługująca rejon przemysłowo-kopalniany wysyła szereg pociągów węglowych w kierunku portu, to niejednokrotnie zachodzi potrzeba posiadania na tej linii kolejowej po drodze dodatkowej stacji klasyfikacyjnej, której zadaniem jest przeróbka składów w tym kierunku, aby różne gatunki węgla rozsortować przed dostarczeniem ich do portu. Szczegółowy skład pociągu nadawany jest ze stacji rozrządowej do stacji klasyfikacyjnej telegraficznie i otrzymywany tam przed przybyciem pociągu. Dyspozytor stacji klasyfikacyjnej ma wówczas dość czasu, aby przygotować plan operacyjny przeróbki składu. Skład nadchodzący

pociągu jest już znany wtedy wcześniej. Załoga stacji otrzymuje szczegółowe dyspozycje i oczekuje na pociąg przygotowaną tak, jak chirurg, który już przed operacją zbadał szczegółowo pacjenta. Unika się w tym systemie straty cennego czasu obrotu wagonu, a największe straty, wpływające na obrót wagonu, mają miejsce nie na szlaku, a na stacjach, które muszą wykonać określone czynności techniczne. Im wcześniej te czynności mogą być zanalizowane i przygotowane, tym sprawniej przebiega praca zatrudnionego personelu. Ze względu na tabelaryczną formę przekazywania telegramów, podających skład pociągów, najdogodniejszym środkiem technicznym przy omawianych połączeniach telegraficznych jest dalekopis arkuszowy.

Urządzenia megafonowe informacyjne dla podróżnych stanowią również specjalne urządzenie, związane z ruchem pociągów, a bardziej jeszcze z ruchem podróżnych. Wpływają one ogólnie na usprawnienie pracy stacji osobowych, umożliwiają bowiem sprawne kierowanie potokiem podróżnych. Niejednokrotnie również zapobiegają powstawaniu nieszczęśliwych wypadków na stacjach.

Należy podkreślić, że urządzenia telekomunikacyjne są podstawowym elementem usprawniającym pracę ruchową kolei i stosownie do wymagań eksploatacyjnych służby ruchu mogą jej zaoferować szereg najróżnorodniejszych korzystnych rozwiązań.

Efekty usprawniające i polepszające wskaźniki pracy kolei są bardzo szybkie, chociaż nie raz trudne do ujęcia liczbowego. Potwierdziła to już niejednokrotnie statystyka.

Mgr inż. WŁODZIMIERZ STĘPOWSKI

Zastosowanie lamp fluorescencyjnych na PKP

Jesteśmy świadkami prawdziwego przewrotu w dziedzinie oświetlenia, spowodowanego wprowadzeniem do techniki oświetleniowej rur fluorescencyjnych. Wszelkie dane wskazują na to, że nowy ten rodzaj oświetlenia, zresztą szeroko już stosowany zagranicą i budzący daleko idące nadzieje nowych osiągnięć na tym polu, będzie się nadal rozwijać i szybko wypierać wszechwładnie do niedawna panującą żarówkę.

Rozpoczęcie produkcji w kraju lamp fluorescencyjnych umożliwia szerokie stosowanie ich i u nas, przed kolejowym przeto personelem elektroenergetycznym stoi zadanie wykorzystania tych możliwości dla urządzeń kolejowych.

Akcję w tym kierunku należy prowadzić energicznie, gdyż stanowi ona bezsprzeczny postęp w dziedzinie oświetleniowej i z tego względu powinno być osobistą ambicją elektryków kolejowych nie pozostać w tyle za innymi gałęziami gospodarki narodowej i postawić swe urządzenia na poziomie współczesnych wymagań techniki.

Nadmienić należy, że istnieje obawa, że przez dłuższy czas zapotrzebowanie na lampy fluorescencyjne będzie przekraczało produkcję, opieszałość więc może spowodować odsunięcie potrzeb kolejowych na szary koniec.

Akcję rozpocząć należy od zapoznania się z danymi technicznymi tych lamp i ich właściwościami w celu racjonalnego wykorzystania ich i wyboru pierwszej kolejności pomieszczeń, w których najkorzystniej jest je zastosować.

Na temat oświetlenia fluorescencyjnego istnieje już bogata literatura techniczna. Ostatnio „Przegląd Elektrotechniczny“ nr 10/11/12 z dn.

21.12. 1949 r. w szeregu artykułów z różnych punktów widzenia oświetla to zagadnienie, węższe przeto grono fachowców będzie czerpało wiadomości z tych źródeł. Celem zaś niniejszego artykułu jest podanie potrzebnych dla instalatora ogólnych danych technicznych o budowie lamp fluorescencyjnych produkowanych w kraju i krótkie przeanalizowanie niektórych ich właściwości w celu dania założeń do pierwszego etapu stosowania ich na PKP.

BUDOWA I DZIAŁANIE LAMPY FLUORESCENCYJNEJ

Nazwa. Zgodnie z kształtem i zasadą działania tych lamp używane są nazwy: rury fluoro-scencyjne, fluoryzujące, luminescencyjne, świetlące, ostatnio zaś szereg zainteresowanych instytucji na wspólnym posiedzeniu wysunęło nazwę „świetlówka”. Nazwa ta do czasu oswojenia się z nią brzmi nieco dziwnie, ze względu na duże rozmiary rury świetlającej, ma ona jednak tę zaletę, że jest polska, krótka i analogiczna do słowa „żarówka”. Zresztą nazwę tę przyjęła już Centrala Handlowa Przem. Elektrotechnicznego, należy ją więc stosować. Nazwa ta jednak odnosi się tylko do samej rury świetlającej, nie ustalono zaś nazwy dla całej lampy, to znaczy się dla rury wraz z wyposażeniem (starterem, stabilizatorem, kondensatorem), wobec czego należałoby w odniesieniu do całego kompletu stosować nazwę — lampa świetlówkowa lub nadal fluorescencyjna.

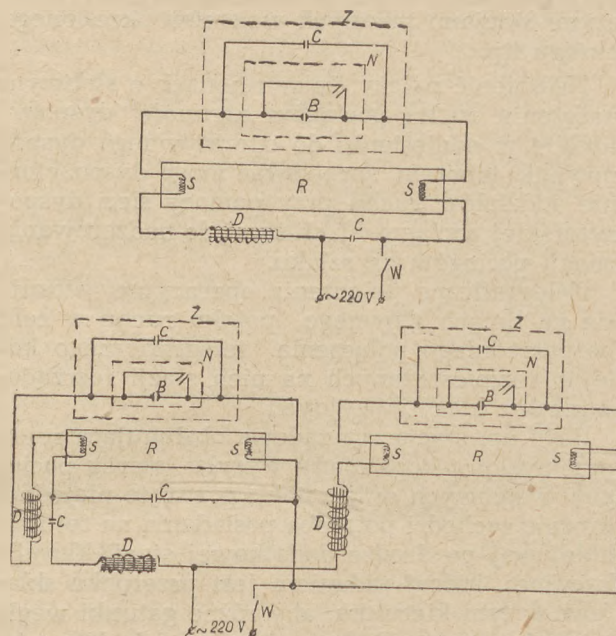
Zasada działania. Świetlówka jest w zasadzie lampą rtęciową. Prąd elektryczny, przepływając przez pary rtęci i pomocniczy gaz argon, powoduje emisję promieni, głównie pozafioletkowych, które są niewidzialne. Promienie te pobudzają do świecenia ciała fluoryzujące, pokrywające w postaci proszku, tak zwanego luminoforu, wewnętrzną ściankę rury.

Luminofor wysyła promienie o fali dłuższej, widzialne, jest więc jak gdyby transformatorem długości fal i stanowi właściwe źródło światła, promienie zaś pozafioletkowe nie wychodzą na zewnątrz rury, gdyż jest ona dla nich nieprzenikliwa i wobec tego nie mają szkodliwego wpływu fizjologicznego.

Budowa. W kraju budowane są obecnie świetlówki z podgrzewaną przed zapłonem katodą, na prąd zmienny o napięciu sieci 220 V, z tolerancją ok. 15 proc. (przy zastosowaniu zaś transformatora zamiast dławika można je stosować na napięcie sieci 110 — 130 V) w dwóch wielkościach 25 W i 40 W oznaczonych jako TL 25 i TL 40 i trzech barwach światła. Średnica rur obu wielkości wynosi 38 mm. Długość rur i strumień świetlny dla różnych barw światła podany jest w poniższej tabeli.

Barwa światła	Strumień świetlny w lumenach		Długość rury w milimetrach	
	TL 25	TL 40	TL 25	TL 40
Ciepło-biała	1150	2000	970	1199,40
Biała	1200	2100	970	1199,40
Białoniebieska (dzienna)	1100	1900	970	1199,40

Zwraca się uwagę, że podana moc 25 i 40 W odnosi się do samych rur świetlających, całe zaś lampy, to znaczy rury, wraz z wyposażeniem pobierają — TL 25 około 33 W, a TL 40 około 48 W. Schemat połączeń lampy pojedynczej oraz podwójnej w układzie antystroboskopowym podany jest na rysunku.



Schemat połączeń lamp fluorescencyjnych —
a) lampa pojedyncza,
b) lampa podwójna w układzie antystroboskopowym.

Objaśnienie symboli — R — rura (świetlówka), S — skrętki (spiralki), D — dławik działający jako stabilizator prądu, Z — zapłonnik (starter), N — lampka neonowa, P — wyłącznik dwumetalowy (bimetaliczny), C — kondensator, W — wyłącznik.

Opis działania. Po włączeniu wyłącznika W popłynie prąd przez jedną ze skrętek w rurze, przez lampkę neonową N zapłonnik, przez drugą skrętkę rury i dławik do sieci. Prąd jest bardzo mały, ze względu na dużą oporność neonówki, nagrzewają się jednak lekko skrętki w rurze i nagrzewa się od lampki neonowej otwarty jeszcze wyłącznik bimetaliczny B. Wskutek nagrzania wyłącznik ten zwiera się, prąd wzrasta i rozżarza skrętki, napięcie jednak nie wystarcza do wyładowań w rurze. Po zwarcu wyłącznika B neonówka gaśnie, a wskutek tego wyłącznik B stygnie i wreszcie rozwiera się. Następuje wówczas gwałtowny chwilowy wzrost napięcia do około 750 V, a później wyładowanie w rurze, które dalej trwa już przy napięciu normalnym sieci 220 V, gdyż rura jest już nagrzana i kropelka rtęci, znajdująca się w rurze, zamieniona jest w parę. Od tej chwili zapłonnik jest już wyłączony (może być nawet wyjęty z lampy, jeżeli stanowi niezależną całość), gdyż lampka neonowa otrzymuje połowę napięcia, niewystarczającą do jej za-

płonu, a wyłącznik bimetalowy — nie podgrzany przez neonówkę — pozostaje rozwarthy.

W czasie normalnej pracy świetlóвки połówę napięcia zabiera dławik, zwany stabilizatorem, wobec czego napięcie na świetlóвке wynosi 110 V. Czas wyżej opisanego zapłonu trwa około 3 sekund.

WAŻNIEJSZE WŁASNOŚCI LAMP FLUORESCENCYJNYCH

Zależność od temperatury. Strumień świetlny świetlówek zależny jest w znacznym stopniu od temperatury, największy jest przy temp. $+20^{\circ}\text{C}$, szybko maleje przy temperaturze ponad $+30^{\circ}\text{C}$, maleje również przy obniżaniu temperatury. Najważniejszą jednak jest rzeczą, że przy temperaturze poniżej $+5^{\circ}\text{C}$ może w ogóle nie nastąpić zapłon. Należy zaznaczyć, że wpływ ma tu chłodzenie, temperatura zaś jest tylko jednym z czynników chłodzenia, ruch zaś powietrza jest również poważnym czynnikiem chłodzenia, przy wietrze przeto i przy wyższej temperaturze od $+5^{\circ}\text{C}$ może nie nastąpić zapłon. Zależność ta wyklucza przeto świetlóвки od stosowania ich w Polsce do oświetlenia zewnętrznego i nakazuje ostrożność przy stosowaniu ich w pomieszczeniach, gdzie chłodzenie może być duże np. w przedsionkach, klatkach schodowych, ustępach itp.

Wydajność świetlna i trwałość. Wydajność świetlna (w lumenach na Wat) lamp fluorescencyjnych kompletnych w stosunku do żarówek o podobnej wielkości strumienia świetlnego jest około trzykrotnie większa, jest jednak nadzieja, że będzie ona jeszcze podniesiona (teoretycznie może być podniesiona jeszcze dwukrotnie). Stanowi to jedną z głównych zalet tych lamp, decydujących o ich rozpowszechnieniu. Stąd wniosek dla stosunków kolejowych, że można by obecnie już podnieść jasność, przy stosowaniu tych lamp, trzy a nawet czterokrotnie (gdyż współczynnik sprawności dla oświetlenia ogólnego wewnątrz przy stosowaniu tych lamp bez osłon jest większy niż przy żarówkach w powszechnie używanych oprawach z kulami mlecznymi), bez zwiększenia zużycia energii, a więc i przekroczenia obecnie obowiązujących norm energetycznych.

Trwałość świetlówek wynosi średnio 2.500 godzin świecenia, czyli jest dwa i pół raza większa od trwałości żarówek, zależy jednak od ilości włączeń, a mianowicie wzrasta przy mniejszej ilości i maleje przy większej ilości włączeń.

Barwa światła i jaskrawość. W zależności od składu chemicznego luminoforu można otrzymać różne barwy światła, na ogół jednak w stosunku do światła żarówek światło świetlówek zawiera więcej promieni fioletowych. Ma to dodatnie znaczenie fizjologiczne bardzo zresztą słabe, powoduje jednak, że przy mniejszych jasnościach (poniżej 80 luksów) światło świetlówek jest nieprzyjemne. Przy małych jasnościach przyjemniejsze jest światło żarówek, przy jasnościach zaś od 100 luksów wzwyż.

przyjemniejsze staje się światło świetlówek. Przy projektowaniu oświetlenia fluorescencyjnego należy przeto stosować większe jasności od dotychczasowych norm i to nie tylko dlatego, że są one zbyt niskie, lecz i ze względów fizjologicznych oraz higieny pracy.

Należy podkreślić, że promieni pozafioletowych krótko-falowych lampy te nie wysyłają, nie ma więc podstaw do obawy szkodliwego ich oddziaływania.

Jaskrawość świetlówek jest bardzo mała, rozproszenie światła bardzo dobre tak, że można je stosować bez jakichkolwiek opraw do światła bezpośredniego.

Zjawisko stroboskopowe i przesunięcie fazy. W stosunku do żarówki świetlóвка ma małą bezwładność świetlną, wskutek czego przy prądzie o częstotliwości 50 okr./sek. wyładowania zanikające 100 razy na sekundę powodują „mruganie” światła, niewidzialne wprowadzie przy obserwacji przedmiotów nieruchomych. zniekształcające natomiast szybki ruch przedmiotów. Np.: jednostajny ruch przedmiotów robi złudzenie drgań, przy ruchu zaś obrotowym o dużej częstotliwości np. 25 obr./sek. punkt ciała obracanego, obserwowany w pewnym położeniu, niknie z oczu. Zjawisko to można usunąć przez włączenie pojedynczych lamp w różne fazy prądu elektrycznego lub przez zastosowanie 2 świetlówek z układem dławików i kondensatorów, powodujących przesunięcie fazy prądu elektrycznego dla jednej ze świetlówek względem drugiej, jest to tak zwany „układ duo-antystroboskopowy”.

Zastosowanie jako stabilizatorów prądu dławików powoduje przesunięcie fazy prądu i zmniejszenie współczynnika mocy Cos. fi. do 0,5, przez zastosowanie jednak kondensatora podnosi się go do 0,9, a w układzie duo-antystroboskopowym do 0,97.

WNIOSKI I WSKAZANIA DLA ZASTOSOWANIA LAMP FLUORESCENCYJNYCH NA PKP

Z wyżej przedstawionych najważniejszych cech budowy i własności lamp fluorescencyjnych wynika, że aparatura tych lamp jest dość skomplikowana, co stanowi pewne utrudnienie przy ich instalowaniu. Ponadto koszt aparatury i samych świetlówek jest znacznie wyższy od opraw żarówkowych i żarówek, koszty inwestycyjne będą więc znaczne.

Wydajność świetlna jest wprowadzie kilkakrotnie wyższa od oświetlenia żarówkowego, lecz wobec wskazanego tyłokrotnie podniesienia jasności, zużycie energii elektrycznej dla celów oświetleniowych przy zastosowaniu tych lamp nie zmniejszy się. Z powyższego wynika, że oświetlenie fluorescencyjne nie spowoduje oszczędności energetycznych, zwiększy zaś i to dość znacznie koszty inwestycyjne.

Wprowadzenie więc oświetlenia fluorescencyjnego podyktowane jest nie względami oszczędnościowymi, lecz raczej ulepszeniem oświetlenia przez osiągnięcie zwiększenia jasności

i równomierności oświetlenia oraz przyjemniejszej barwy światła, zbliżonej do światła dziennego i pozwalającej oglądać przedmioty w naturalnym, to znaczy w ich dziennym wyglądzie.

Co do równomierności oświetlenia, to warto zaznaczyć, że mała jasność i swoisty kształt świetlówek predysponuje je do stosowania pasów świetlnych, a nie punktów świetlnych. Stanowi to w pewnym sensie przewrót, wymaga bowiem zmiany przyzwyczajeń elektryków. Pasy świetlne dla stołów ustawionych rzędami, jak to zazwyczaj bywa w większych salach, zapewniają doskonałą równomierność oświetlenia. Ponadto dają one możliwość osiągnięcia lub podkreślenia efektów architektonicznych, a z reguły dają większą równomierność oświetlenia ogólnego.

Przechodząc do konkretnych wskazań w odniesieniu do urządzeń kolejowych oraz biorąc pod uwagę, że oświetlenie fluorescencyjne, ze względu na jego wrażliwość przy znacznym chłodzeniu, odpada chwilowo przynajmniej jako oświetlenie zewnętrzne. Nie nadaje się ono też (również chwilowo) do oświetlenia wagonów, ze względu na stosowany tam prąd stały, pozostają więc do rozpatrzenia jeszcze pomiesz-

czenia wewnętrzne budynków. Długo można by oczywiście analizować, gdzie i z jakich względów oświetlenie to jest bardziej lub mniej wskazane. Wobec tego jednak, że chodzi tu w pierwszym etapie o stosunkowo mały zakres, wydaje się bez bliższej analizy, że przede wszystkim najbardziej wskazane będzie oświetlenie lampami fluorescencyjnymi dworców ważniejszych stacji węzłowych. O wyborze tym decyduje reprezentacyjny charakter tych pomieszczeń, intensywna praca służby stacyjnej i całonocny czas świecenia. W następnej kolejności należałoby postawić wytwórnie i warsztaty o charakterze precyzyjnym, wymagające dużych jasności oświetlenia ogólnego i stosujące pracę na dwie lub trzy zmiany oraz dworce mniej ważnych stacji. Natomiast na dalszym planie pozostałyby biura, ze względu na krótki ich czas pracy przy sztucznym świetle.

Na zakończenie należy jeszcze raz podkreślić, że kolej nie powinna pozostać w tyle w wysiłkach udoskonalenia techniki oświetleniowej. Elektrycy kolejowi powinni więc podjąć intensywne wysiłki i starania o wprowadzenie oświetlenia fluorescencyjnego na PKP, doświadczeniami swymi dzieląc się z kolegami.

Prof. S. I. TETELBAUM

O współczynniku sprawności bezstykowej trakcji elektrycznej z podziemnymi przewodami trakcyjnymi

W artykule niniejszym rozpatrywane jest zagadnienie współczynnika sprawności przy przekazywaniu energii elektrycznej drogą indukcji z podziemnej sieci trakcyjnej najprostszej konfiguracji do prądoodbiorczej ramki pojazdu (łącznie ze stratami w ziemi).

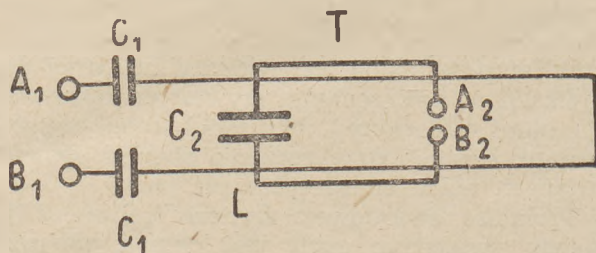
Wstępne techniczno-ekonomiczne badanie tego problemu zostało wykonane w 1938 r. w ZSRR przez A. A. Pistolkorsa i jego współpracowników. Pistolkors rozpatrywał to zagadnienie w zastosowaniu do miejskiej bezszynowej komunikacji z napowietrzną siecią trakcyjną. Pierwsze eksperymentalne urządzenie bezstykowej trakcji elektrycznej było wykonane na terenie zakładu przemysłowego w Moskwie w 1944 r. przez G. I. Babata przy wykorzystaniu podziemnej sieci prądowej.

W 1945 r. na zlecenie NKKG USSR autor razem z W. G. Chołmskim i A. B. Budnickim wykonał pomiary strat w glinowatym gruncie, które pozwoliły na orientacyjną ocenę współczynnika sprawności podziemnej sieci trakcyjnej.

WSPÓŁCZYNNIK SPRAWNOŚCI UKŁADU: SIEĆ PODZIEMNA — ODBIORNIK PRĄDU

Rozpatrzmy wydłużoną, ale krótką w porównaniu z długością fali sekcję L podziemnej sieci trakcyjnej (rys. 1) najprostszej konfiguracji w postaci symetrycznej, zamkniętej na końcu

dwuprzewodowej linii, z którą związana jest prądoodbiorcza ramka T pojazdu.



Rys. 1

Do punktów A₁, B₁ doprowadza się siłę elektromotoryczną wysokiej częstotliwości. W punktach A₂ i B₂ podłączamy prostownik. Dla skompensowania reakcji sekcji i ramki przewidziane są kondensatory C₁ i C₂.

Sekcja wyobraża odcinek długiej linii, której skracanie zależy także i od strat energii w ziemi. Przy rozpatrywaniu zagadnienia jest celowe rozdzielić straty, wywołane ziemią, na straty z powodu prądów wirowych (Foucault) i straty dielektryczne. Pierwszy rodzaj strat, których wielkość zależy od prądu w linii i nie zależy od

napięcia między przewodami, można przedstawić w postaci pewnego dodatkowego oporu R_z włączonego do linii szeregowo.

Straty dielektryczne, których wielkość nie zależy od prądu, lecz od napięcia linii, można przedstawić w postaci pewnej dodatkowej liniowej czynnej przewodności pomiędzy przewodami.

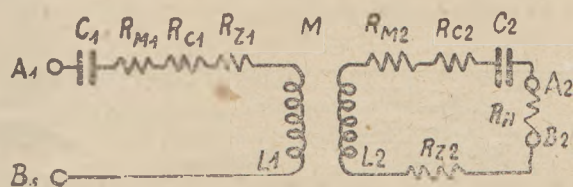
Należy mieć na uwadze, że wpływ ziemi powinien być uwzględniony i w prądoodbiorczej ramce, która może mieć długość daleko mniejszą niż sekcja sieci trakcyjnej, natomiast przenosi daleko większe prądy.

Sumaryczna wielkość strat dielektrycznych zależy od miejsca włączenia i ilości kompensujących kondensatorów C oraz od punktu, w jakim znajduje się pojazd na linii.

Dielektryczne straty biegu luzem sekcji można poważnie obniżyć drogą włączenia szeregu kompensujących kondensatorów C na odpowiednio małych odległościach jeden od drugiego, jak to zaproponował jeszcze Leblanc w celu zmniejszenia napięcia. W stosunkowo długich sekcjach też może być zastosowana kompensacja liniowej pojemności linii równoległe z dodatkowo włączonymi indukcyjnościami.

Dielektryczne straty można praktycznie kompletnie usunąć, jeśli sztucznie powiększymy poprzeczną przewodność gruntu, na przykład drogą metalizacji odcinków ścianek rowków, w których ułożone są przewody i przez połączenie tych odcinków poprzecznymi metalowymi złączami.

W rozpatrywanych w tej pracy przypadkach straty dielektryczne są stosunkowo małe i można je na razie pominąć. Wówczas równoważny schemat sztucznego układu można przedstawić w postaci rys. 2.



Rys. 2

Sekcja sieci trakcyjnej posiada indukcyjność L_1 , sumaryczną kompensacyjną pojemność C_1 , opór omowy przewodów R_{M1} . Prócz tego w linię włączony jest równoważny opór omowy R_{C1} strat w kompensujących kondensatorach i równoważny opór omowy strat w ziemi R_{Z1} . Odbiornik prądu posiada indukcyjność L_2 , kompensacyjną pojemność C_2 , opór omowy miedzi R_M i równoważący straty w kondensatorze opór R_{C2} i w ziemi R_{Z1} . Ponadto w ramce znajduje się opór R_{H1} równoważący użyteczne obciążenie. Pomiędzy sekcją sieci trakcyjnej i ramką odbiornika prądu istnieje indukcyjność wzajemna M .

Oznaczamy prądy efektywne w linii i ramce przez I_1 i I_2 , a napięcie na zaciskach linii i siłę elektromotoryczną ramki przez E_1 i E_2 .

P_0 oznacza moc doprowadzoną, a P_H — moc użyteczną, jaka wywiązuje się na oporze obciążenia.

Przyjmujemy, że sekcja i prądoodbiorcza ramka są nastrojone na rezonans częstotliwości roboczej.

$$f = \frac{\omega}{2\pi} \quad \text{wówczas}$$

$$E_2 = J_1 \omega M \quad J_2 = \frac{J_1 \omega M}{R_H + R_{M2} + R_{C2} + R_{Z2}}$$

$$P_H = J_2^2 R_H = \frac{J_1^2 \omega^2 M^2 R_H}{(R_H + R_{M2} + R_{C2} + R_{Z2})^2}$$

$$P_0 = J_1 E_1 = J_1^2 \left(R_{C1} + R_{Z1} + \frac{\omega^2 M^2}{R_H + R_{M2} + R_{C2} + R_{Z2}} \right)$$

Współczynnik sprawności

$$\eta = \frac{P_H}{P_0} = \frac{\omega^2 M^2 R_H}{(R_{M2} + R_{C2} + R_{Z2} + R_H) \left[\omega^2 M^2 + (R_{M1} + R_{C1} + R_{Z1}) (R_{M2} + R_{C2} + R_{Z2} + R_H) \right]} \quad (a)$$

Najwyższa wielkość obciążenia, odpowiadająca największemu współczynnikowi

$$R_{H0} = \sqrt{\omega^2 M^2 \left(\frac{R_{M2} + R_{C2} + R_{Z2}}{R_{M1} + R_{C1} + R_{Z1}} \right) + (R_{M2} + R_{C2} + R_{Z2})^2}$$

Z równań (2) i (3) znajdujemy największy współczynnik sprawności przy największym obciążeniu:

$$\eta_{\max} = \frac{\omega^2 M^2 \sqrt{\omega^2 M^2 \frac{R_2}{R_1} + R_2^2}}{(R_1 + \sqrt{\omega^2 M^2 \frac{R_2}{R_1} + R_2^2}) [\omega^2 M^2 + R_1 (R_2 + \sqrt{\omega^2 M^2 \frac{R_2}{R_1} + R_2^2})]}$$

Do obliczenia współczynnika sprawności należy określić wielkości

$$R_1 = R_{M1} + R_{C1} + R_{Z1} \quad \text{i} \quad R_2 = R_{M2} + R_{C2} + R_{Z2}$$

wchodzące do wzoru (4).

Opory, wywołujące straty w miedzi linii i ramki przy racjonalnej konstrukcji przewodów w interesujących nas granicach częstotliwości, mogą mieć praktycznie taką samą wielkość jak i przy prądzie stałym.

Jeśli na przykład wybraliśmy przewody cylindryczne, rurowe, to wystarczyłoby, aby grubość ścianki (lub miedzianej powłoki przy nieprzewodzącym nawet rdzeniu) była nieco mniejsza od głębokości przenikania prądu w pełnym przewodzie miedzianym dla danej częstotliwości. Naturalnie przy dużych przekrojach przewodów miedzianych, a w tym przypadku w ramce prądoodbiorczej, w celu zmniejszenia poprzecznego obrysu ramki jest wskazane zastosować nie zwykłe rurowe przewody, lecz kable z odpowiednio rozmieszczonymi izolowanymi żyłami.

Przy racjonalnej konstrukcji opór miedzi sekcji dwuprzewodowej linii długości l_1 metrów przy wadze jednego biejącego kilometra dwóch przewodów G_1 kilogramów — stanowi (w Ω)

$$R_{M1} \approx \frac{0,63}{G_1} l_1$$

Wielkość oporu strat w ziemi zależy od formy sieci trakcyjnej, sposobu jej wykonania i właściwości gruntu.

Pomiary strat w ziemi były wykonane z wydłużonymi prostokątnymi ramkami przy odległości między długimi bokami prostokąta 2 m i ułożonymi na głębokości 0,15 — 0,2 m w powietrznej szczelinie o prostokątnym przekroju 45 × 45 i 15 × 20 cm w glinowatym gruncie.

Dlatego też w dalszych obliczeniach będziemy przyjmować odlegość między przewodami sieci trakcyjnej 2 m oraz szerokość i długość ramki prądo odbiorczej 2 m × 10 m, co odpowiada pojazdowi takich wymiarów, jak np. trolejbus.

Dla takiej sekcji w pierwszym przybliżeniu można przyjąć R_z , proporcjonalne do jej długości, przy czym eksperymentalnie zmierzony opór ziemi nie był wyższy niż

$$R_{z1} \approx 2 \cdot 10^{-14} \omega^2 \sqrt{l}$$

Dla prądo odbiorczej ramki o wymiarach 2 m × 10 m, umieszczonej poziomo w odległości 20 — 25 cm nad powierzchnią ziemi:

$$R_z \approx 1,4 \cdot 10^{-13} \omega^2$$

Przy położeniu ramki w pionowej płaszczyźnie tak, że jeden dłuższy jej bok znajduje się w odległości 20 — 25 cm od powierzchni ziemi:

$$R_{z2} \approx 0,2 \cdot 10^{-13} \omega^2$$

Wariant z ramką pionową może być interesujący w związku z problemem zwiększenia odchylenia się pojazdu od osi trasy.

Oporność miedzi ramki 2 m × 10 m przy sumarycznej wadze miedzi G_2 jest:

$$R_{M2} \approx \frac{0,9}{G_2}$$

Indukcyjność sekcji (H) sieci trakcyjnej przy średnicy przewodu rzędu 25 mm

$$L_1 \approx 2,5 \cdot 10^{-6} l_1$$

Indukcyjność prądo odbiorczej ramki przy średnicy przewodu rzędu 100 mm

$$L_2 \approx 2,5 \cdot 10^{-5}$$

Odpowiednio:

$$C_1 \approx \frac{4 \cdot 10^5}{\omega^2 \cdot l_1} F; \quad C_2 \approx \frac{4 \cdot 10^4}{\omega^2} F$$

Dla dobrych niklowych kondensatorów można przyjąć w interesujących nas granicach częstotliwości — kąt strat stałym i równym $\text{tg} \delta = 0.0004$.

Odpowiednio

$$R_{C1} \approx \frac{\text{tg} \delta}{\omega C_1} = \text{tg} \delta \cdot \omega L_1 \approx 10^{-9} l_1$$

$$R_2 \approx 10^{-8}$$

W rozpatrywanym przypadku przy najbardziej dogodnym położeniu prądo odbiorczej ramki w stosunku do przewodów sieci trakcyjnej:

$$\text{dla poziomej } M \approx 6 \cdot 10^{-6} H$$

$$\text{dla pionowej } M \approx 3 \cdot 10^{-6} H$$

Przykłady:

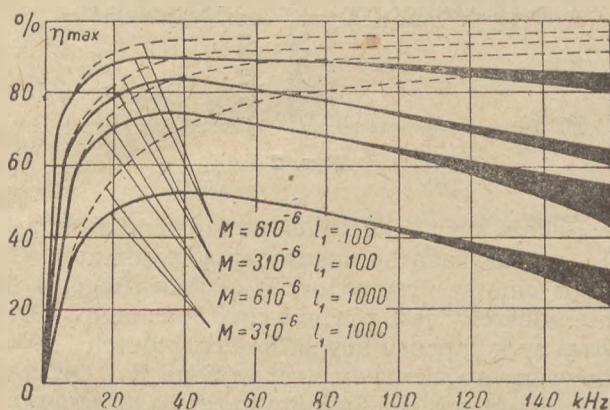
Przy pomocy wzorów (1) do (15) wykonano przykładowo obliczenia współczynnika sprawności układu: podziemna sieć trakcyjna — prądo odbiorcza ramka.

Przyjęto $G_1 = 225 \text{ kg/km}$ (przekrój miedzi ramki rzędu 150 mm²).

Obliczenie zrobione dla sekcji długości 100 i 1000 m (oczywiście przy długiej sekcji i wysokiej częstotliwości przypuszczać należy, że linia zaopatrzona jest w odpowiednie kompensacyjne urządzenia).

Moc użyteczna przy określeniu absolutnych wielkości przyjęta dla dużego miejskiego pojazdu $P_H = 100 \text{ kW}$.

Rozpatrywany jest przypadek, gdy na jednym odcinku sieci trakcyjnej znajduje się jeden pojazd. Poza tym przyjęto, że kondensatory kompensujące C_1 włączone są w równych odległościach tak, że napięcie między okładzinami tych kondensatorów nie przewyższa 2 kV.



Na rys. 3 nakreślono rodzinę krzywych (linie ciągłe) $\eta_{\max} = \varphi(f)$ dla poziomego odbiornika prądu przy:

$$M = 6 \cdot 10^{-6} H \text{ i } M = 3 \cdot 10^{-6} H$$

Wartość mniejsza odpowiada pewnemu ołchyleniu pojazdu od osi trasy, przy czym przypuszcza się, że obciążenie wybrano najwyższe. Jak widać z rysunku 3, najbardziej dogodne w stosunku do współczynnika sprawności czę-

stotliwości znajdują się w granicach 20 ÷ 60 kHz.

Przy założonym w obliczeniach dość oszczędnym rozchodowaniu miedzi — podział sieci trakcyjnej na sekcje na 100 m (z automatycznym kolejnym włączeniem na czas, gdy pojazd znajduje się nad nimi) pozwala w tym układzie, pomimo obecności ziemi, uzyskać maksymalny współczynnik sprawności rzędu około 90%. Stosunkowo długie sekcje po 1000 m dają maksymalny współczynnik sprawności rzędu 70%.

W razie, gdy nad sekcją znajduje się nie jeden, lecz kilka pojazdów, wypadkowy współczynnik sprawności może być odpowiednio większy.

W zakresie większych częstotliwości rys. 3 krzywe są zgrubione. Zgrubienia te wskazują na możliwy wpływ strat dielektrycznych. W zależności od położenia pojazdu na trasie (na jej początku czy też końcu), a także od odległości między kondensatorami kompensującymi (największa przyjęta do obliczeń odległość była omówiona wyżej) maksymalny współczynnik sprawności może wahać się w granicach zgrubienia odpowiedniej krzywej.

W zakresie częstotliwości do 100 kHz — strat dielektrycznych w tym przykładzie można nie uwzględniać. Przy zastosowaniu pionowego odbiornika prądu,

$$M = 3 \cdot 10^{-6} \text{ H i } M = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ H}$$

Mimo dwukrotnie mniejszej wzajemnej indukcji, maksymalny współczynnik sprawności, zgodnie z obliczeniami, wypada tego samego rzędu co i dla ramki poziomej. Tłumaczy się to daleko mniejszym wpływem ziemi na straty w pionowym odbiorniku prądu. Najkorzystniejsza częstotliwość znajduje się w granicach 40 — 70 kHz.

Wydaje się, że przy sieci napowietrznej należy przyjąć odległość ramki prądo odbiorczej od sieci trakcyjnej — 0,8 — 1 m.

Poza tym wielkość wzajemnej indukcji powinna być zmniejszona przykładowo dwukrotnie w stosunku do wariantu z siecią podziemną.

Przy uwzględnieniu tego warunku z krzywych na rys. 3 widać, że w granicach niższych częstotliwości przy sieci podziemnej — współczynnik sprawności nie jest mniejszy niż przy sieci napowietrznej.

Przy wyższych częstotliwościach — sieć napowietrzna daje wyższy współczynnik sprawności. Zwiększenie roboczej częstotliwości związane jest z dodatkowymi trudnościami — przy stosowaniu niektórych typów prostowników — i z możliwymi zakłóceniami w radiołączności.

BILANS STRAT ENERGETYCZNYCH

Wykonamy obliczenia kilku charakterystycznych przypadków przy ramce poziomej:

Przykład 1.

$$\text{Niech: } l_1 = 1000 \text{ m} \cdot M = 6 \cdot 10^{-6} \text{ H; } f = 50 \text{ kHz;}$$

$$G_1 = 225 \text{ kg/km; } G_2 = 32 \text{ kg; } P_H = 100 \text{ kW}$$

$$\text{Wówczas: } R_{M_1} \approx 2,8 \Omega; R_{C_1} \approx 0,32 \Omega; R_{Z_1} \approx 2 \Omega;$$

$$R_{M_2} \approx 2,8 \cdot 10^{-3} \Omega;$$

$$R_{C_2} \approx 3,2 \cdot 10^{-3} \Omega; R_{Z_2} \approx 13,8 \cdot 10^{-3} \Omega; R_{H_0} \approx 0,12 \Omega;$$

Współczynnik sprawności prądo odbiorczej ramki

$$\eta_p = \frac{P_H}{R_H + R_{M_2} + R_{C_2} + R_{Z_2}} \approx 0,86$$

$$I_2 = \sqrt{\frac{P_H}{R_{H_0}}} \approx 930 \text{ A; } E_2 = \sqrt{P_2 \cdot R_{H_0}} \approx 110 \text{ V;}$$

Oczywiście, w razie konieczności szeregowego włączenia obciążenia, obliczonego na większe napięcie, możliwe jest zastosowanie wielozwojowego odbiornika prądu:

$$I_1 = \frac{E_1}{\omega \cdot M} \approx 59 \text{ A}$$

Straty (kW)

$$\text{w linii z powodu ziemi} \quad I_1^2 R_{Z_1} \approx 7,0 \text{ kW}$$

$$\text{w miedzi linii} \quad I_1^2 R_{M_1} \approx 9,8 \text{ "}$$

$$\text{w kondensatorach linii} \quad I_1^2 R_{C_1} \approx 1,1 \text{ "}$$

$$\text{w ramce z powodu ziemi} \quad I_2^2 R_{Z_2} \approx 11,9 \text{ "}$$

$$\text{w miedzi ramki} \quad I_2^2 R_{M_2} \approx 2,4 \text{ "}$$

$$\text{w kondensatorach ramki} \quad I_2^2 R_{C_2} \approx 2,8 \text{ "}$$

$$\text{Straty sumaryczne} \quad P_n \approx 35,0 \text{ kW}$$

Współczynnik sprawności urządzenia sekcja — ramka

$$\eta_{\max} = \frac{P_H}{P_H + P_n} \approx 0,74$$

$$\text{Moc doprowadzona} \quad P_0 = P_H + P_n \approx 135 \text{ kW}$$

$$\text{Napięcie na zaciskach sekcji} \quad E_1 = \frac{P_0}{I_1} = 2300 \text{ V}$$

Przykład II

Jeśli przy pozostałych niezmiennych warunkach

$$f = 20 \text{ kHz},$$

$$\text{wówczas } R_{H_0} \approx 0,034 \Omega; I_2 \approx 1720 \text{ A}; E_2 \approx 58 \text{ V};$$

$$I_1 \approx 77 \text{ A}; E_1 \approx 1800 \text{ V};$$

$$I_1^2 R_{Z_1} \approx 1,9 \text{ kW}$$

$$I_1^2 R_{M_1} \approx 16,8 \text{ ''}$$

$$I_1^2 R_{C_1} \approx 0,8 \text{ ''}$$

$$I_2^2 R_{Z_2} \approx 6,5 \text{ ''}$$

$$I_2^2 R_{M_2} \approx 8,3 \text{ ''}$$

$$I_2^2 R_{C_2} \approx 3,8 \text{ ''}$$

$$P_n \approx 38,1 \text{ kW}$$

$$\eta_{\max} \approx 0,72$$

Przykład III

Jeśli przy pozostałych niezmiennych warunkach

$$l_1 = 100 \text{ m}; f = 30 \text{ kHz};$$

wówczas otrzymamy

$$R_{H_0} \approx 0,134 \Omega; I_2 \approx 735 \text{ A}; E_2 \approx 132 \text{ V};$$

$$I_1 \approx 116 \text{ A}; E_1 \approx 950 \text{ V};$$

$$I_1^2 R_{Z_1} \approx 1,0 \text{ kW}$$

$$I_1^2 R_{M_1} \approx 3,7 \text{ ''}$$

$$I_1^2 R_{C_1} \approx 0,3 \text{ ''}$$

$$I_2^2 R_{Z_2} \approx 2,6 \text{ ''}$$

$$I_2^2 R_{M_2} \approx 1,5 \text{ ''}$$

$$I_2^2 R_{C_2} \approx 1,0 \text{ ''}$$

$$P_n \approx 10,1 \text{ kW}$$

$$\eta_{\max} \approx 0,91$$

Przedstawione wyżej przykłady wskazują, że przy częstotliwościach niższych (20 — 30 kHz) straty w linii, wywołane wpływem ziemi, przy dobranych przekrojach miedzi, są stosunkowo nieduże.

Powiększenie ilości miedzi w tym urządzeniu oczywiście jest celowe. Tym niemniej, urządzenie to, jako całość, może dać większe oszczędności na miedzi, niż trolleybus, nawet przy zastosowaniu w linii wyższych napięć.

Duży prąd w ramce odbiornika stawia dodatkowe wymagania konstrukcyjne dla pojazdu, w materiale którego możliwe są także straty energii. Z tego względu sieć napowietrzna, przy której odbiornik prądu może być umieszczony nad pudłem wozu, daje mniejsze obawy. Niestety, dotychczas nie można było dokonać pomiarów dodatkowych strat energii w odbiorniku prądu, wywołanych wpływem pudła trolejbusu jak również i dodatkowych strat (przypuszczalnie dużych) w podziemnej sieci, uwarunkowanych znajdowaniem się pudeł pojazdów komunikacji wysokiej częstotliwości nad sekcją sieci.

Przy rozpatrywaniu zagadnienia strat energii w pudle i ramie pojazdu należy pamiętać, że ten rodzaj strat może być usunięty przez zastosowanie racjonalnej konstrukcji wozu.

Może natomiast powstać obawa, czy duża ilość energii nie będzie pochłaniana przez samych pasażerów, znajdujących się wewnątrz obwodu odbiornika prądu, pobierającego prądy setek amperów przy wysokiej częstotliwości. Doświadczenie wykazało, że „strata mocy w pasażerach” przy częstotliwości do 200 kHz jest wyjątkowo mała. Oczywiście straty te są istotne, lecz tylko w założeniu ich możliwego szkodliwego oddziaływania na ludzi.

Poniżej przytacza się orientacyjny maksymalny współczynnik sprawności urządzeń komunikacji wysokiej częstotliwości (dla całości) przy podziemnej sieci trakcyjnej:

w ę z e ł	przypuszczalny współczynnik sprawności w %
Podstacja trakcyjna	60 — 70
Zasilacz (fider), zasilający sekcję sieci trakcyjnej	90 — 95
Sekcja sieci trakcyjnej — od- biornik prądu wozu	80 — 90
Prostownik na wozie	70 — 85

Ogólny współczynnik sprawności przy racjonalnej konstrukcji i dostatecznym zapewnieniu wozu można osiągnąć od 30 do 50%.

Na skutek strat w ziemi, których wpływ szybko wzrasta w miarę podwyższenia częstotliwości, górne robocze częstotliwości prądu przy podziemnej sieci trakcyjnej obniżają się w porównaniu z tymi stratami dla napowietrznej sieci i znajdują się w granicach dziesiątków kiloherców.

Przy projektowaniu i porównaniu prądoodbiorczych ramek różnych typów należy uwzględnić straty, wywołane wpływem ziemi i pojazdu. Jeśli przewody sieci trakcyjnej znajdują się w glinowatym gruncie, podobnym do tego, w którym przeprowadzono badania, w szczególności więcej 20 × 20 cm wypełnionej powietrzem lub innym dobrym dielektrykiem i podziale na sekcje długości rzędu 100 m, można uzyskać maksymalny współczynnik sprawności urządzenia, sekcja — ramka prądoodbiorcza — 0,8 do 0,9.

O s t a t n i e N o w o ś c i

„WYDAWNICTW KOMUNIKACYJNYCH”

Inż. Wincenty Grobicki „Wskazówki do projektowania stacji kolejowych“.
Stron 128, rys. 85.

Książka przeznaczona jest dla inżynierów i techników projektujących budowę i przebudowę stacji, jak również dla słuchaczy wyższych uczelni technicznych. W książce omówiono projektowanie elementów stacji towarowych i stacje rozrządowe, parowozowe, ładunkowe i graniczne — w zakresie zaś urządzeń dla ruchu osobowego — stacje postojowe i urządzenia na stacjach granicznych. Objąsnilo teŹ w książce, w sposób dość obszerny, pracę i sposób projektowania górkę rozrządowej oraz stacji sortowniczych.

Inż. Tadeusz Kuliszewski „Podręcznik teletechnika kolejowego“. Stron 660, rys. 346.

Książka zawiera opisy zasadniczych urządzeń telekomunikacyjnych, zasady ich budowy i konserwacji oraz podstawowe wiadomości teoretyczne potrzebne do zrozumienia działania tych urządzeń. Książka jest przeznaczona przede wszystkim dla teletechników kolejowych i monterów teletechniki; może również słuŹyć jako podręcznik dla innych pracowników, mających styczność z urządzeniami telekomunikacyjnymi oraz dla słuchaczy szkół zawodowych.

Inż. Michał Krajewski „Obliczenia sieci wodociągowej i urządzeń pompowni na kolejach“. Stron 248, rys. 53.

Książka zawiera szczegółowe dane do projektowania sieci wodociągów kolejowych i do obliczania poszczególnych urządzeń tej sieci, do zaopatrzenia parowozów, do różnych celów technicznych i gospodarczych, do obrony przeciw pożarom itp.

Oprócz sposobów obliczania różnych urządzeń sieci wodociągowej, zasilanej z wieŹy ciśnień czy z hydroforów, książka zawiera również obliczenia pomp różnych systemów i urządzeń pompowni, jak sprężarek, silników, kotłów, kominów, powietrzników.

Treść książki uzupełniona jest przykładami obliczania wodociągu przeciwpoŹarowego oraz obliczenia wydajności Źurawia z dwukierunkowym doprowadzeniem wody jak również zestawieniem wzorów i oznaczeń przyjętych w książce.

Książka może słuŹyć jako podręcznik dla studentów wyższych uczelni oraz inżynierów, projektujących i budujących urządzenia wodociągowe na kolejach.

WYDAWNICTWA KOMUNIKACYJNE

Podaje się do wiadomości, że w porozumieniu z „Domem Książki” ustalona została sieć księgarń w kraju, specjalizująca się w sprzedaży książek i prasy technicznej.

Stanowi to wielkie ułatwienie dla czytelników, bibliotek i zakładów pracy, które dotąd niejednokrotnie nie mogły dotrzeć do źródła zakupu literatury i piśmiennictwa technicznego.

Wszystkich zainteresowanych prosimy o korzystanie z usług wymienionych poniżej księgarń, które staną się cenną komórką upowszechnienia książek i czasopism technicznych.

1. Białystok	Rynek Kościuszki 12/14
2. Białystok	ul. Kilińskiego 10
3. Bielsko	ul. Jagiellońska 10
4. Bydgoszcz	ul. Czerwonej Armii 2
5. Bydgoszcz	ul. Dworcowa 14
6. Bytom	ul. Stalina 10
7. Chorzów	ul. Wolności 22
8. Cieszyn	Pl. Stalina 6
9. Częstochowa	Al. N. M. P. 14
10. Elbląg	ul. 1-go Maja 9
11. Gdańsk -- Wrzeszcz	ul. Grunwaldzka 76/78
12. Gdańsk -- Wrzeszcz	ul. Grunwaldzka 8
13. Gdynia	ul. 10 lutego 9
14. Gliwice	ul. Zwycięstwa 31
15. Jelenia Góra	ul. 1-go Maja 10
16. Katowice	ul. Młyńska 2
17. Kielce	ul. Kilińskiego 10
18. Kraków	ul. Podwale 5
19. Kraków	ul. Pijarska 17
20. Kutno	ul. 19-go Stycznia 1
21. Leszno	ul. Rynek 28
22. Lublin	ul. Krakowskie Przedmieście 36
23. Lublin	ul. Krak. Przedmieście 29
24. Łomża	ul. Giełczyńska 8
25. Łódź	ul. Piotrkowska 45
26. Łódź	ul. Narutowicza 34
27. Olsztyn	ul. Pieniężnego 12
28. Olsztyn	ul. Mickiewicza 9
29. Opole	ul. Ozimska 8
30. Ostrów-Wielkopolski	ul. Rynek 9
31. Poznań	ul. Paderewskiego 6
32. Poznań	ul. 27-go Grudnia 23
33. Przemysł	ul. Franciszkańska 19
34. Radom	ul. Żeromskiego 24
35. Rybnik	ul. Zamkowa 8
36. Rzeszów	ul. 3-go Maja 42
37. Sandomierz	ul. Opatowska 4
38. Sosnowiec	ul. 3-go Maja 26
39. Starogard	ul. Świerczewskiego 25
40. Suwałki	Pl. Wolności 10
41. Szczecin	Pl. W. Polskiego 14
42. Szczecin	ul. Sikorskiego 7
43. Tczew	ul. Dworcowa 29
44. Tomaszów Mazowiecki	ul. Św. Antoniego 16
45. Toruń	ul. Stalingradzka 10/12
46. Wałbrzych	ul. Gdańska 9
47. Warszawa	ul. Czackiego 3/5
48. Warszawa	ul. Marszałkowska 62
49. Warszawa	ul. Targowa 15
50. Warszawa	ul. Poznańska 12
51. Warszawa	ul. Krak. Przedmieście 7
52. Wrocław	ul. Rynek 14
53. Wrocław	ul. Kuźnicza 29
54. Zabrze	ul. Wolności 288
55. Zamość	ul. Żeromskiego 3

