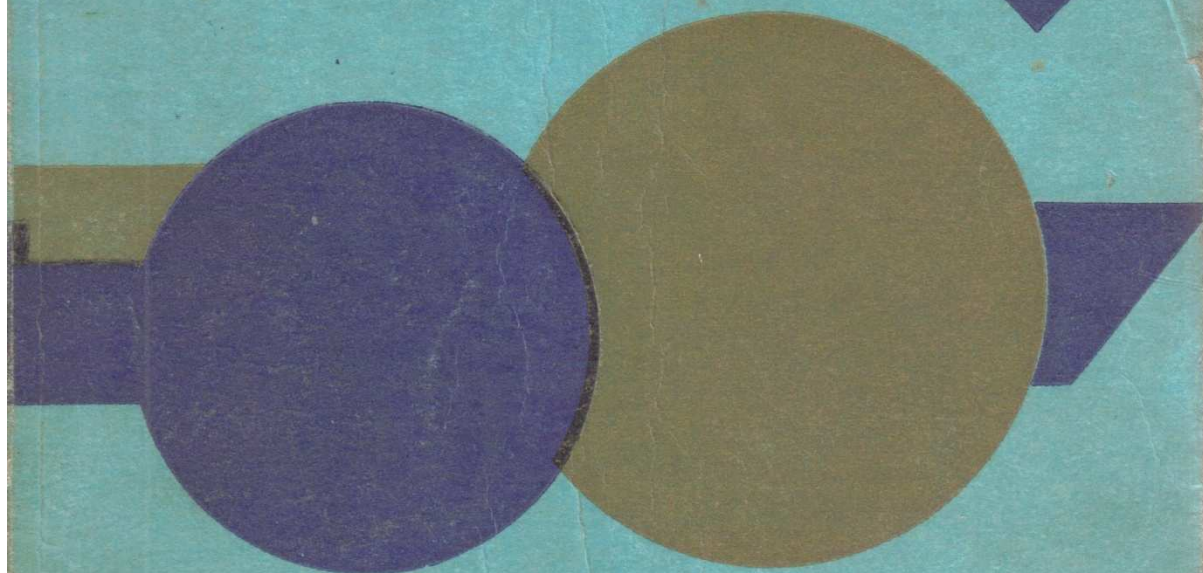


A. Krzemieniecki



**TABOR
KOLEJOWY**



Rozdział I

WIADOMOŚCI OGÓLNE

1. Przeznaczenie i podział wagonów

Stosownie do zadań przewozowych kolei, tj. przemieszczania osób i towarów, wagony dzielą się na osobowe i towarowe.

Do osobowych są zaliczane wagony:

- 1) do przewozu podróżnych;
- 2) bagażowe;
- 3) pocztowe;
- 4) bagażowo-pocztowe;
- 5) specjalnego przeznaczenia.

Do grupy wagonów do przewozu podróżnych zalicza się wagony z miejscami do siedzenia (zwane zwykle osobowymi), wagony sypialne i wagony z miejscami do leżenia (popularnie zwane z francuskiego kuzetkami) oraz wagony restauracyjne i bufetowe. Do grupy tej nie wchodzi wagony i zespoły wagonów o własnym napędzie, jak wagony i zespoły o napędzie spalinowym lub elektrycznym, które jakkolwiek służą również do przewozu podróżnych, są jednak pojazdami odrębnego typu.

Wagony bagażowe służą do przewozu bagażu i drobnych przesyłek ekspresowych, a wagony pocztowe — do przewozu przesyłek pocztowych. W pociągach przewożących mniejsze ilości przesyłek bagażowych i pocztowych są stosowane wagony bagażowo-pocztowe, służące jednocześnie do przewozu i bagażu, i poczty.

Do grupy wagonów specjalnego przeznaczenia należą wagony salonowe i służbowe oraz wagony ogrzewcze, doświadczalne i pomiarowe, do przewozu chorych itp.

Tak więc obsługa ruchu pasażerskiego wymaga stosowania różnych rodzajów wagonów.

Niektóre rodzaje wagonów nie stanowią własności PKP, np. wagony sypialne, restauracyjne i kuzetki należą do Przedsiębiorstwa Wagonów Restauracyjnych i Sypialnych „Wars”, a wagony pocztowe należą do Ministerstwa Łączności.

Jeszcze większa różnorodność wagonów występuje w ruchu towarowym z uwagi na dużą różnorodność przewożonych przesyłek towarowych.

Zależnie od przeznaczenia i cech konstrukcyjnych wagony towarowe dzielimy na następujące zasadnicze grupy:

- 1) wagony kryte;
- 2) wagony niekryte;
- 3) wagony do przewozu cieczy, gazów i materiałów sypkich lub sproszkowanych;
- 4) wagony specjalne;
- 5) wagony techniczno-gospodarcze.

Oprócz wagonów krytych, w każdej z wymienionych grup wagonów można wyodrębnić wyraźne rodzaje wagonów, mianowicie:

wagony niekryte dzielą się na

- węglarki;
- platformy (w tym także platformy do przewozu samochodów, kontenerów itd.);
- węglarko-platformy;

wagony do przewozu cieczy, gazów i materiałów sypkich lub sproszkowanych dzielą się na

- wagony cysterny;
- wagony garnkowe;
- wagony zbiornikowe;

wagony specjalne dzielą się na

- wagony chłodnie do przewozu produktów łatwo psujących się;
- wagony do przewozu owoców;
- wagony do przewozu nierogacizny i drobiu;

wagony techniczno-gospodarcze dzielą się na

- wagony gospodarcze, tj. wagony wycofane z ruchu i przeznaczone do wewnętrznego użytku kolei;
- wagony w składzie pociągów ratunkowych i pogotowi;
- wagony tarowe, wagony-skrajnie itp.

Osobną grupę pojazdów stanowią żurawie kolejowe na podwoziach wagonowych i pługi odśnieżne.

Wagony towarowe poszczególnych rodzajów dzielą się na serie o różnych rozwiązaniach konstrukcyjnych odpowiednio do rodzajów przewożonych ładunków i potrzeb eksploatacyjno-przewozowych.

2. Ogólne warunki budowy wagonów

Wagony powinny być tak zbudowane, aby w pełni odpowiadały technicznym i ekonomicznym warunkom eksploatacji.

Powinny one przede wszystkim odpowiadać wymaganiom bezpieczeństwa ruchu kolejowego. W tym celu wagony są wykonywane z odpowied-

nich materiałów i mają dostatecznie silną konstrukcję, a budowa podwozia zapewnia spokojną jazdę po torze i rozjazdach, uniemożliwiając zejście kół wagonu z szyn. Aby wagony i zestawiane z nich pociągi mogły zatrzymywać się w określonych miejscach i dostatecznie krótkim czasie, są one wyposażone w skutecznie działające urządzenia hamulcowe.

Wagony powinny być niezawodne i ekonomiczne w eksploatacji. Budowa wagonów powinna więc w normalnych warunkach eksploatacyjnych zapewniać ciągłość ich użytkowania bez konieczności dokonywania napraw innych niż określone cyklem naprawczym, gdyż każde zepsucie się wagonu, i wyłączenie go z ruchu w celu dokonania naprawy zmniejsza liczbę czynnych wagonów, a tym samym ogranicza zdolność przewozową kolei. Konstrukcja wagonów powinna również ułatwiać szybkie wykonywanie niezbędnych napraw.

Przy zapewnieniu bezpieczeństwa ruchu, niezawodności w użytkowaniu i łatwości naprawy, konstrukcja wagonów powinna umożliwiać także ich ekonomiczną eksploatację. W tym celu wagony powinny mieć możliwie małą masę własną i dużą nośność, a opory ruchu wagonów muszą być niewielkie, aby zużycie energii na przewożenie samych wagonów było jak najmniejsze. Ponadto konstrukcja wagonów towarowych powinna umożliwiać sprawne ich naładowywanie i wyładowywanie, a wagonów osobowych — szybkie wsiadanie i wysiadanie podróżnych.

Konstrukcja wagonów osobowych powinna zapewniać bezpieczeństwo i wygodę podróżowania pasażerów, a konstrukcja wagonów towarowych — przewóz przesyłek w stanie nie uszkodzonym. Wagony do przewozu osób mają więc odpowiednią budowę oraz wygodne siedzenia, urządzenia sanitarne, oświetlenie, ogrzewanie, przewietrzanie, a wagony najnowszej budowy — klimatyzację. Wagony towarowe kryte muszą być szczelne, aby podczas przewozu przesyłki nie uległy zamoczeniu bądź zawilgoceniu, oraz powinny mieć właściwe usprężynowanie, aby wskutek zbyt dużych wstrząsów przesyłki nie uległy połamaniu lub potłuczeniu. Ponadto w celu ułatwienia naładunku i wyładunku przesyłek niektóre serie wagonów towarowych mają specjalne rozwiązania konstrukcyjne, np. dachy lub ściany suwane, urządzenia wyładunkowe grawitacyjne bądź pneumatyczne itp.

Ważną cechą tak wagonów osobowych jak i towarowych jest ich wysoka spokojność biegu.

3. Międzynarodowe organizacje kolejowe

Koleje odgrywają ważną rolę w międzynarodowych przewozach pasażerów i ładunków, dlatego też zarówno wagony osobowe jak i towarowe wysyłane na sieć innych zarządów kolejowych muszą odpowiadać wspól-

nie uzgodnionym warunkom technicznym. Warunki i odpowiednie przepisy są ustalane przez organizacje międzynarodowe. Organizacje te można podzielić na dwie zasadnicze grupy: organizacje, do których należą państwa, i związki, do których należą zarządy kolejowe.

Pierwsza umowa międzynarodowa dotycząca norm technicznych, jakim powinny odpowiadać wagony w ruchu międzynarodowym, została zawarta w Bernie w 1886 r. Uzgodnione wówczas normy znane są pod nazwą Jedność Techniczna w Kolejnictwie (w skrócie JT). Dotyczą one szerokości toru oraz konstrukcji, utrzymania i ładowania wagonów towarowych.

Po powstaniu Organizacji Narodów Zjednoczonych powołano do życia Europejską Komisję Gospodarczą (zwaną w skrócie ECE — The Economic Commission for Europe), w skład której wchodzi Komitet Transportów Śródlądowych. Zadaniem tego Komitetu jest rozpatrywanie zagadnień taryfowych, kosztów własnych, przewozów ładunków niebezpiecznych i łatwo psujących się itp. oraz ważniejszych zagadnień technicznych i ekonomicznych.

Podobny charakter mają Konwencja międzynarodowa o przewozie osób i bagażu kolejami (CIV) oraz Konwencja międzynarodowa o przewozie towarów kolejami (CIM).

Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać wagony towarowe w ruchu międzynarodowym, oraz zasady użytkowania wagonów w tym ruchu określają postanowienia Umowy o wzajemnym użytkowaniu wagonów towarowych w komunikacji międzynarodowej (w skrócie RIV — Regolamento Internazionale Veicoli), zawartej w 1924 r. między wszystkimi państwami Europy, z wyjątkiem Związku Radzieckiego, Hiszpanii i Portugalii — z uwagi na odmienną szerokość torów. Warunki techniczne wagonów określone w umowie RIV są oparte na postanowieniach JT i na ustaleniach zawartych w kartach UIC (zwanym często z języka francuskiego „fiskami”), które są bardziej szczegółowe niż JT. Wagony odpowiadające wszystkim warunkom RIV, dopuszczone do komunikacji międzynarodowej, mają począwszy od 1951 r. znak RIV.

Podobnie jak dla wagonów towarowych, istnieją również począwszy od 1889 r. międzynarodowe przepisy dotyczące wagonów osobowych i bagażowych. Są one obecnie ujęte w Umowie o wzajemnym użytkowaniu wagonów osobowych i bagażowych w ruchu międzynarodowym (w skrócie RIC — Regolamento Internazionale Carozze). Także i postanowienia tej umowy dotyczące warunków technicznych wagonów są oparte na postanowieniach JT, wagony zaś są oznaczane literami RIC.

Użytkowanie wagonów w ruchu międzynarodowym wymaga stałego uzupełniania obowiązujących przepisów i uzgadniania problemów wyni-

kających z nowych warunków eksploatacji, konstrukcji wagonów itp. Bardzo ważne zadania spełnia w tym zakresie utworzony w 1922 r. z siedzibą w Paryżu Międzynarodowy Związek Kolejowy (w skrócie UIC — Union Internationale des Chemins de Fer). Należą do niego zarządy kolejowe Europy, m.in. PKP i wszystkie zarządy kolejowe państw socjalistycznych mających tor szerokości 1435 mm oraz niektóre zarządy kolejowe pozaeuropejskie. Zagadnienia opracowywane są w różnych komisjach, przy czym zagadnienia taborowe są opracowywane przez Komisję V. W skład tej Komisji wchodzi m.in. sekcja taboru z podkomisjami wagonów towarowych, wagonów osobowych, taboru trakcyjnego i hamulców.

Uchwały podejmowane przez UIC dzielą się na obowiązujące i uchwały zalecane. Niezastosowanie się do uchwał UIC np. w zakresie rozwiązań konstrukcyjnych, użytych materiałów, ustalonych wymiarów itp. w taborze powoduje, iż pojazdy takie nie mogą kursować w ruchu międzynarodowym.

Warunki techniczne ustalane przez UIC wymagają często bardzo złożonych badań teoretycznych i doświadczalnych. Prace te są wykonywane przez samodzielną jednostkę badawczą UIC, mianowicie Urząd Badań i Prób (w skrócie ORE — Office de Recherches et d'Essais), z siedzibą w Utrechcie (Holandia). PKP są również członkiem ORE.

Warunki kursowania wagonów na liniach kolejowych państw socjalistycznych regulują osobne umowy zawarte przez te państwa w 1951 r.

W zakresie komunikacji pasażerskiej obowiązuje Umowa o międzynarodowej komunikacji osobowej (w skrócie SMPS — Soglaszenije o Miedzunarodnom Pasażirskom Soobszczenii), a w zakresie ruchu towarowego — Umowa o międzynarodowej kolejowej komunikacji towarowej (w skrócie SMGS — Soglaszenije o Miedzunarodnom Gruzowom Żeleznodorożnom Soobszczenii).

W związku z tymi umowami wydano Przepisy o użytkowaniu wagonów w międzynarodowej komunikacji osobowej i towarowej (w skrócie PPW — Prawila Polzowanija Wagonami), znane na PKP jako Instrukcja R38. Wagony odpowiadające warunkom PPW mają z obu stron wagonów znak MC (w kółku), będący zestawieniem pierwszych liter „Miedzunorodnoje Soobszczenije”.

W celu rozszerzenia współpracy naukowej i technicznej między zarządami kolejowymi państw socjalistycznych utworzono w 1957 r. Organizację Współpracy Kolei (w skrócie OSZD — Organizacija Sotrudnicestwa Żeleznych Dorog). Organem kierującym OSZD jest Narada Ministrów, a jej organem wykonawczym jest Komitet OSZD, którego siedzibą począwszy od 1957 r. jest Warszawa.

W celu zwiększenia wykorzystania wagonów towarowych zarządów kolejowych członków OSZD w komunikacji międzynarodowej utworzono Wspólny Park Wagonów (OPW). Każdy zarząd kolejowy ucze-

stniczący w tej umowie przekazuje do wspólnego parku określoną liczbę wagonów towarowych (krytych i węglarek) odpowiednio do swoich potrzeb przewozowych w ruchu międzynarodowym. Umożliwia to wyeliminowanie przebiegów próżnych wagonów w kierunku kolei — właścicielki, a więc lepsze wykorzystanie wagonów, a tym samym zwiększenie zdolności przewozowej zarządów kolejowych uczestniczących w umowie.

Rolę koordynacyjną w zakresie transportu w ramach RWPG spełnia Stała Komisja Transportowa Rady Wzajemnej Pomocy Gospodarczej.

Oprócz wymienionych zawierane są inne jeszcze umowy między dwoma lub kilkoma zarządami kolejowymi, jak np. umowy graniczne, umowy o bezpośredniej komunikacji przestawczej, umowy o bezpośredniej komunikacji promowej itp.

4. Podstawowe dane eksploatacyjne wagonów

Masa próżnego wagonu wraz z wszelkimi jego urządzeniami i masą zestawów kołowych lub wózków wagonowych wyrażona w kilogramach bądź tonach stanowi masę własną wagonu, zwaną również tarą.

Każdy wagon, odpowiednio do wytrzymałości elementów konstrukcyjnych, ma określoną nośność, oznaczającą największą dopuszczalną masę ładunku, jaka może być stale przewożona w tym wagonie bez niebezpieczeństwa uszkodzenia lub trwałych odkształceń jego części. Nośność wagonu jest więc pojęciem wiążącym się ściśle z konstrukcją wagonu, przede wszystkim zaś z jej wytrzymałością. W komunikacji RIV stosowane jest pojęcie granica obciążenia, do której wagon może być załadowany w zależności od dopuszczalnego nacisku osi na szyny. Natomiast w komunikacji PPW obowiązuje pojęcie ładowność.

Masa własna wagonu wraz z największą dopuszczalną masą ładunku jest przenoszona przez osie wagonu na szyny i powoduje ich obciążenie, nazywane naciskiem osi na szyny. W zależności od konstrukcji i stanu toru nacisk ten nie może przekraczać określonej największej dopuszczalnej wartości. Według OSZD nacisk ten nie powinien przekraczać 205 kN, a według UIC — 200 kN. Wagony PKP nowszej budowy, podobnie jak lokomotywy, mają nacisk osi na szyny wynoszący 200 kN. Nacisk taki jest już obecnie dopuszczalny na znacznej części głównych linii PKP.

Dopuszczalny nacisk osi na szyny jest bardzo ważnym warunkiem, który należy uwzględniać przy budowie nowych wagonów. Drugim bardzo ważnym warunkiem jest dopuszczalne obciążenie na metr długości wagonu, wynikające z podzielenia sumy jego masy własnej i nośności w tonach przez długość wagonu wraz ze zderzakami, mierzoną w metrach. Warunek ten wynika z dopuszczalnego obciążenia linii

i mostów kolejowych. Największe dopuszczalne naciski osi na szyny i obciążenia na metr długości wagonu podaje tablica 1.

Iloraz masy własnej wagonu, a więc tary, przez nośność wagonu nazywamy współczynnikiem tary. Wskaźnik ten, którego wartość jest mniejsza od jedności, charakteryzuje wykorzystanie masy własnej wagonu pod względem nośności. Im mniejsza jest wartość tego wskaźnika, tym bardziej ekonomiczny jest wagon w eksploatacji pod względem zużycia energii na przewóz samego wagonu.

Tablica 1

Największy dopuszczalny nacisk osi na szyny i dopuszczalne obciążenia na metr długości wagonu dla poszczególnych klas linii

Klasa linii		Największy dopuszczalny nacisk osi na szyny [kN (ton)]	Dopuszczalne obciążenie na 1 m wagonu [kN (ton)]
A		160 (16)	48 (4,8)
B	B ₁	180 (18)	50 (5,0)
	B ₂	180 (18)	64 (6,4)
C	C ₂	200 (20)	64 (6,4)
	C ₃	200 (20)	72 (7,2)
	C ₄	200 (20)	80 (8,0)

Wskaźnikami charakteryzującymi wagony osobowe są analogicznie jak w wagonach towarowych: masa własna, nacisk osi na szyny i obciążenie na metr długości wagonu. Natomiast pojęcie nośności nie ma zastosowania do wagonów osobowych — zamiast niego występuje liczba miejsc do siedzenia. Wskaźnikiem tary w wagonach osobowych jest iloraz masy własnej wagonu przez liczbę miejsc do siedzenia; określa on, jaka masa własna wagonu przypada na 1 miejsce do siedzenia. Używany jest także wskaźnik wynikający z podzielenia masy własnej wagonu przez powierzchnię użytkową, przeznaczoną do przewozu podróżnych, z uwagi na to, że nie zawsze decyduje liczba miejsc do siedzenia, jak np. w wagonach do ruchu podmiejskiego, w których część powierzchni jest przeznaczona dla pasażerów stojących. Im mniejsze są liczbowe wartości tych wskaźników, tym ekonomiczniejsze jest zużycie materiałów na budowę wagonu oraz tym mniejsze jest zużycie energii na cele trakcyjne.

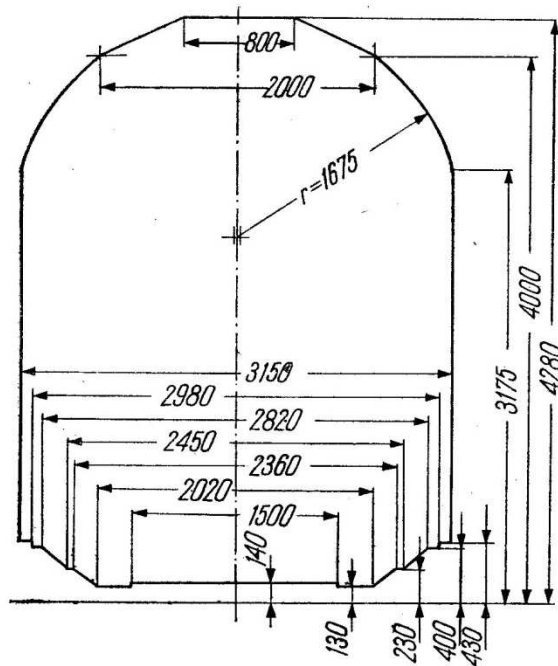
5. Skrajnie kolejowe

W celu zachowania bezpieczeństwa ruchu wagony powinny mieć w każdym przekroju poprzecznym takie wymiary, aby zarówno na torach prostych jak i w łukach przechodziły swobodnie, z określonym lu-



zem obok budowli stałych lub też obok siebie — podczas mijania się na linii dwutorowej.

Z tego względu obiekty stałe umieszczone obok toru, takie jak budynki, części mostów, tuneli itp., nie powinny wystawać poza ustaloną przepisami skrajnię budowli w kierunku do wewnątrz toru, a wagony lub ich części — poza ustaloną skrajnię wagonów na zewnątrz toru.



Rys. 1. Skrajnia międzynarodowa UIC

Skrajnia jest to linia zamknięta, tworząca figurę prostopadłą do toru, której oś symetrii przecina się z osią toru. Skrajnia budowli ogranicza przestrzeń, która musi być wolna od wszelkich obiektów i urządzeń stałych, skrajnia zaś taboru ogranicza przestrzeń, w której muszą się mieścić wszystkie części taboru.

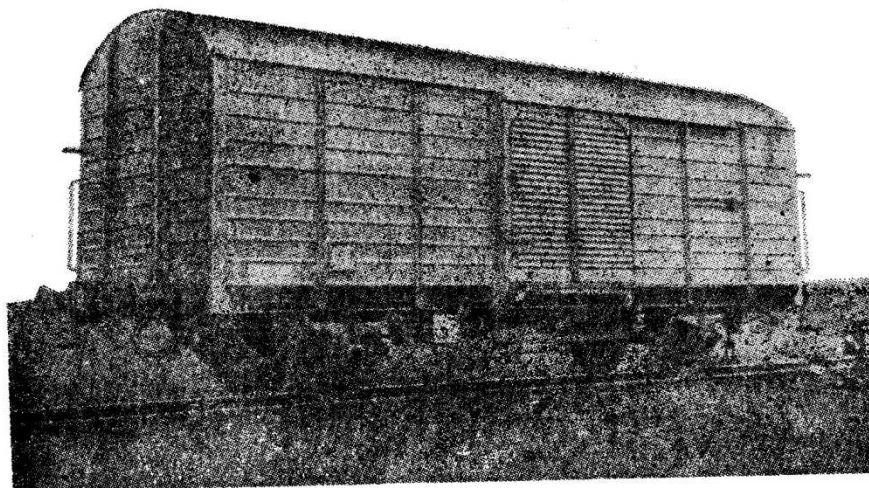
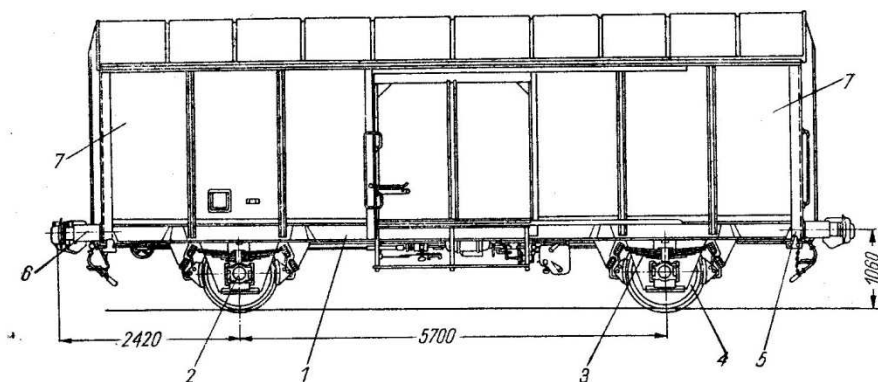
Na rysunku 1 przedstawiono skrajnię wagonów normalnotorowych według RIV (skrajnia międzynarodowa UIC). Żadna część wagonu próżnego lub ładownego, z nowymi bądź zużytymi w dopuszczalnych granicach obręczami, gdy wagon stoi nieruchomo na torze prostym, w położeniu środkowym, nie może wystawać poza linię określoną wymiarami.

Dla toru szerokiego (ZSRR — 1524 mm, Hiszpania — 1676 mm) obowiązują inne skrajnie.

6. Ogólny opis wagonu

Każdy wagon składa się z dwóch zasadniczych części: podwozia i nadwozia.

Podwozie (rys. 2) stanowią ostoja 1 i części biegowe, a więc zestawy kołowe 4, łożyska osiowe 2 i sprężyny nośne 3. Ostoja wagonu lub ostoja wózka opiera się poprzez sprężyny nośne na łożyskach osadzonych na czopach zestawów kołowych. Na czołownicach 5 ostoji umieszczo-

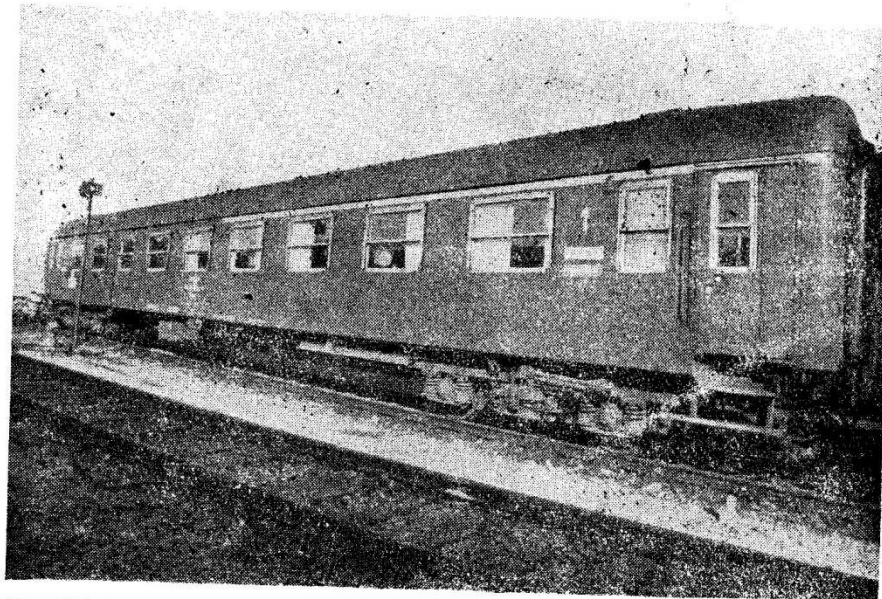
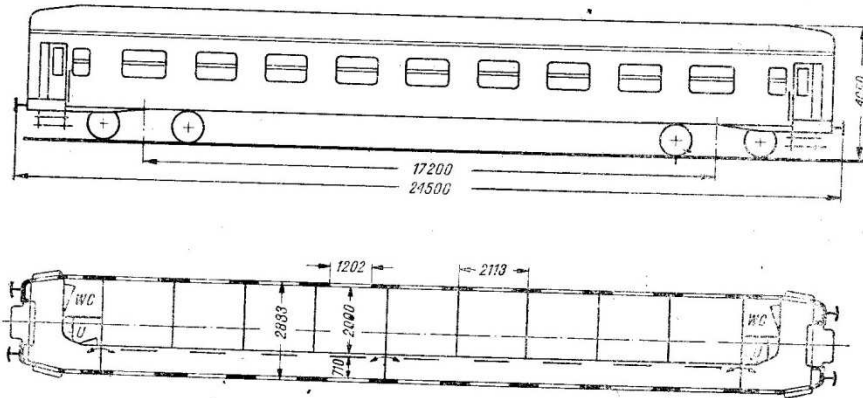


Rys. 2. Dwuosiowy wagon towarowy kryty

ne są zderzaki 6, między którymi znajduje się hak ciągowy i sprzęg wagonu.

Nadwozie wagonów towarowych 7 stanowi pudło składające się z podłogi, ścian bocznych i czołowych. Pudło może być od góry

otwarte, jeżeli przewożony ładunek nie jest wrażliwy na wpływy atmosferyczne, np. węgiel, kamień, ruda, drewno itp. Takie wagony nazywamy niekrytymi, a należą do nich węglarki i platformy. Ładunki wrażliwe na wpływy atmosferyczne wymagają przewozu w wagonach z pudłem całkowicie zamkniętym, a więc krytym dachem — stąd też wywodzi się nazwa wagonu krytego. Odpowiednio do konsystencji przewożonych ładunków nadwozie może mieć także inny kształt, np. zbiornika; należą do nich wagony cysterny, garnkowe i zbiornikowe.



Rys. 3. Nowoczesny wagon osobowy dalekobieżny (typ 104Aa, budowy H. Cegielski, Poznań)

Nadwozie wagonów osobowych (rys. 3) stanowi pudło, w którego ścianach bocznych umieszczone są drzwi i okna. Pudło to może zawierać przedziały — wagony takie nazywamy wagonami przedziałowymi lub też może być wewnątrz nie dzielone — są to wagony bezprzedziałowe.

Rozróżniamy wagony bezwózkowe i wózkowe.

Wagony bezwózkowe mają 2 lub 3 zestawy kołowe (wyjątkowo 4 zestawy kołowe), na których ostoja opiera się bezpośrednio poprzez sprężyny nośne. W wagonach wózkowych zestawy kołowe są grupowane po kilka w osobnych ostojach wózków, a ostoja wagonu opiera się na ostojach wózków za pomocą gniazda i czopa skreću, ostoje zaś wózków opierają się na zestawach kołowych poprzez sprężyny nośne.

Wagony towarowe o mniejszej ładowności mają zwykle 2 zestawy kołowe, wagony o ładowności ponad 40 ton — mają zazwyczaj 2 wózki dwu-, trzy-, a nawet czteroosiowe. Wagony osobowe budowane są obecnie z reguły jako wagony czteroosiowe wózkowe, przy czym wózki mają po 2 osie. Wagony platformy do przewozu ładunków bardzo ciężkich (100 ton i więcej) mają 4 lub 6 wózków dwu- albo trzyosiowych.

PODWOZIE WAGONÓW

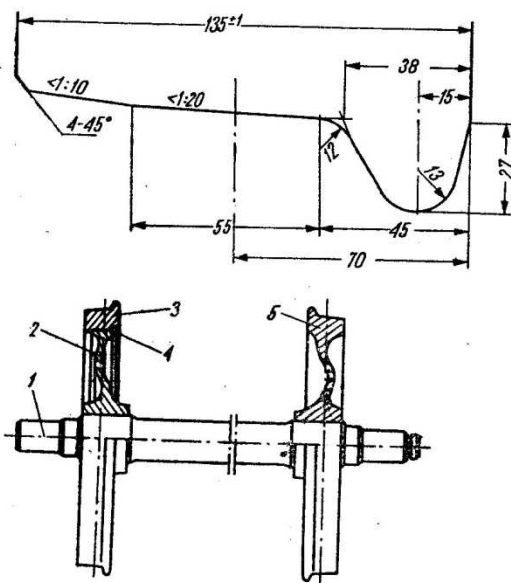
1. Zestawy kołowe

Zestaw kołowy (rys. 4) składa się z osi i dwu umocowanych na niej na stałe kół. Koło składa się z koła bosego, obręczy i pierścienia zaciskowego. W kole bosym rozróżniamy piastę, tarczę i wieniec.

Koło bose jest umocowane na podpiąściu osi na stałe za pomocą wprasowania na zimno, natomiast obręcz nasadzona jest na koło bose na gorąco i dodatkowo zabezpieczona pierścieniem zaciskowym.

Koła bose wykonywane są za pomocą walcowania, przy czym tarcza jest pełna.

Ostatnio powszechnie stosowane są koła tzw. bezobreczowe,



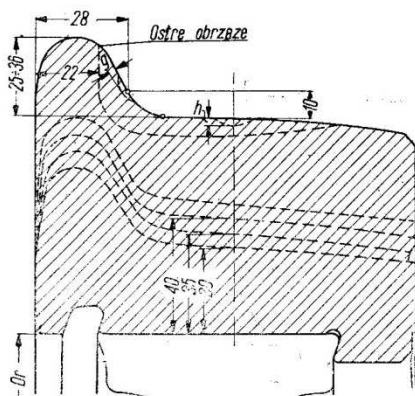
Rys. 4. Zestaw kołowy
1 — oś zestawu kołowego, 2 — koło bose, 3 — obręcz, 4 — pierścień zaciskowy, 5 — koło bezobreczowe

Kształt obrzeża i powierzchni toczonej obręczy jest dobrany w sposób zapewniający jak najmniejsze opory koła podczas biegu po torze i jak największą spokojność jazdy.

Profil toczonej obręczy zalecany przez UIC, tzw. samośrodkujący, charakteryzuje się małym zużyciem w czasie eksploatacji i zwiększeniem bezpieczeństwa ruchu (rys. 5). Profil ten jest sukcesywnie wprowadzany w taborze PKP.

Grubość nowej obręczy mierzona w płaszczyźnie kręgu toczonego, znajdującej się w odległości 70 mm od wewnętrznej powierzchni obręczy, wynosi 75 mm. Średnica kręgu toczonego jest średnicą nominalną obręczy. Na PKP stosowane są w wagonach dwuosioowych towarowych i osobowych zestawy kołowe o średnicy kół 1000 mm (według UIC). Dla wagonów czterosioowych przyjęto obecnie średnicę koła 920 mm.

W czasie eksploatacji wskutek ścierania następuje zużycie obręczy na powierzchni toczonej oraz zużycie obrzeża. Odpowiednie normy kolejowe ustalają wielkości dopuszczalnych zużyć (np. grubość obrzeża, wytarcia obręczy itp.), których nie wolno przekroczyć z uwagi na bezpieczeństwo ruchu (rys. 6). Wagony z zestawami kołowymi, w których stwierdzono nadmierne zużycie, są wycofywane z ruchu do naprawy.



Rys. 6. Graniczne wymiary obręczy

Wagony przeznaczone do ruchu na kolejach normalnotorowych nie mogą kursować na kolejach szerokotorowych. Ładunek przeznaczony do kraju, który ma odmienną szerokość toru, musi być na stacjach granicznych, gdzie ułożono obok siebie tory normalne i szerokie, przeładowany do wagonów kolei przeznaczenia (np. na granicznych stacjach przeładunkowych między Polską i Związkiem Radzieckim). Przeładunek taki jest kosztowny i opóźnia dostarczenie przesyłki do miejsca przeznaczenia. Dlatego też często stosowana jest komunikacja bezprzeładunkowa, zwana także przestawczą, polegająca na tym, że na stacji granicz-

nej wagon jest przestawiany na zestawy kołowe tego zarządu kolejowego, do którego wagon jest przesyłany.

Przestawianie wagonów na zestawy przestawcze kolei radzieckich odbywa się w sposób następujący. Tor o szerokości 1435 mm rozszerza się do 1508 mm na odcinku odpowiadającym długości jednego wagonu. Następnie tor ten rozszerza się i przechodzi w tor o szerokości 1524 mm. Na odcinku poszerzonym wagon zostaje podniesiony za pomocą podnośników (np. Beckera), a zestawy kołowe normalnotorowe wraz z łożyskami zostają spod niego wytoczone i przez zwrotnicę kierowane na tor odstawczy. Z innego toru o szerokości 1524 mm są wtaczane pod wagon zestawy kołowe przestawcze wraz z łożyskami, na które opuszcza się wagon i następnie przesuwa na tor szeroki.

Wymiana zestawów kołowych może być również dokonywana za pomocą żurawia, przy czym wagon zostaje zdjęty z własnych zestawów kołowych i przeniesiony na sąsiedni tor szeroki, na którym stoją zestawy kołowe przestawcze ze zmontowanymi na nich łożyskami.

W komunikacji bezprzeladunkowej stosowane są specjalne wózki przestawcze.

Od jakości materiału i wykonania oraz od prawidłowości wymiarów zestawów kołowych zależy w dużym stopniu bezpieczeństwo ruchu. Dlatego też jakość materiałów i wykonanie zestawów jest kontrolowane przez komisarzy odbiorczych PKP w hutach i wytwórniach. W czasie eksploatacji stan techniczny zestawów kołowych kontrolują bieżąco rewidenci wagonów. W przypadku dokonania naprawy zestawu podlegają odbiorowi przez komisarza odbiorczego lub upoważnionych do tego pracowników.

Zestawy kołowe podlegają rewizjom bieżącym i rewizjom obostrzonym. Rewizje bieżące są dokonywane przy każdej naprawie bieżącej i rewizyjnej, a rewizje obostrzone — przy każdej naprawie średniej i głównej, nie później jednak niż po 9 latach (dotyczy to wagonów towarowych) albo po 6 latach (w przypadku wagonów osobowych) od daty ostatniej rewizji obostrzonej.

Na nowych zestawach kołowych odebranych przez komisarza odbiorczego PKP wybija się znaki umożliwiające w czasie eksploatacji stwierdzenie pochodzenia zestawu i jakości materiału. W tym celu wybija się znak wytwórni, numer fabryczny, numer wytopu, znak komisarza odbiorczego i datę dostawy. Po dokonaniu rewizji obostrzonej na zestawach kołowych wybija się znak zakładu naprawczego, który dokonał rewizji, oraz datę jej wykonania. Oprócz tych znaków wybija się na osi numer inwentarzowy zestawu kołowego.

W czasie eksploatacji wagonów mogą powstać różne usterki zestawów kołowych (w wyniku zużycia, wadliwego wykonania lub niedostatecznej jakości materiału), które zagrażają bezpieczeństwu ruchu i wskutek których wagon musi być wycofany z ruchu do naprawy.

Poważną taką usterką zestawu kołowego jest obluzowanie się obręczy na kole lub koła na osi.

Bardzo niebezpieczne są wszelkie pęknięcia lub ubytki materiału. Dlatego też nie wolno włączać do pociągów wagonów, których osie mają pęknięcia poprzeczne lub podłużne albo też głębsze wytarcia. Również pęknięcia obręczy, piasty lub tarczy koła albo wieńca powodują konieczność wyłączenia wagonu z ruchu. Pęknięcia i wady niewidoczne powinny być wykrywane za pomocą badań nie niszczących, np. ultradźwiękowych.

W miarę zużywania się może także nastąpić zwięźnienie obrzeża i wytarcie powierzchni tocznej obręczy kół powodując nie tylko niespokojny bieg wagonu, ale również możliwość zejścia koła z szyn. Jeżeli zużycie przekracza wymiary graniczne, wagon należy wyłączyć z ruchu.

Czasem na obręczy występują miejscowe wytarcia, zwane również płaskimi miejscami, spowodowane ślizganiem się koła po szynie wskutek zbyt gwałtownego hamowania bądź nieumiejętnego podkładania płozów hamulcowych. Usterki takie powodują silne uderzenia koła o szynę, niszczące zarówno szyny, jak i wagon. Szczególnie szkodliwe są płaskie miejsca na obręczy koła w okresie zimy, gdyż przy obniżonej przez mrozy wytrzymałości stali szynowej powodują groźne dla bezpieczeństwa ruchu pęknięcia szyn. Jeśli strzałka wytarcia mierzona w płaszczyźnie kręgu tocznego przekracza 2 mm, wagon należy wyłączyć z ruchu.

2. Łożyska osiowe

W wagonach dwuosioowych nacisk pudła i ostoi jest przenoszony na czopy zestawów kołowych (rys. 7) za pomocą sprężyn nośnych piórowych, opierających się na łożyskach osiowych osadzonych na czopach osi. Na końcach sprężyn nośnych znajdują się wieszaki przymocowane do koziółków resorowych. Łożyska osiowe prowadzone są w prowadnicach za pomocą wykładów prowadnic.

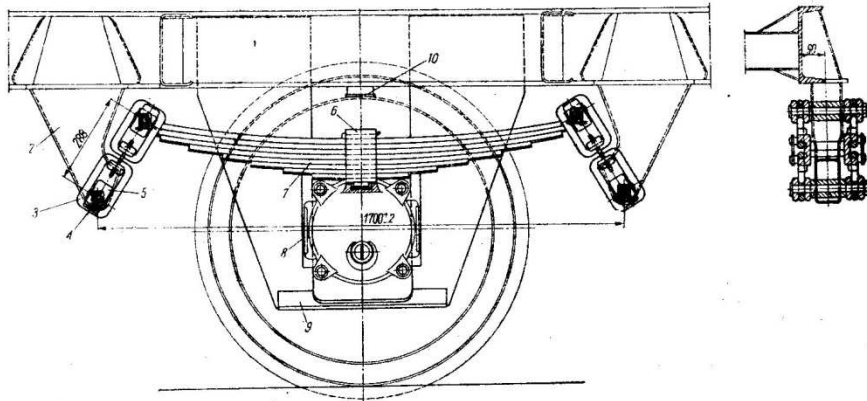
Rozróżniamy dwa rodzaje łożysk osiowych: ślizgowe, w których na czopie opiera się panewka wylana stopem łożyskowym, oraz toczne, w których elementem pośrednim między kadłubem a czopem są wałki.

Łożysko osiowe ślizgowe (rys. 8) składa się z kadłuba łożyska z pokrywą, panewki wylanej stopem łożyskowym oraz przyrządu smarującego.

Kadłub stanowi nie dzielony odlew staliwny, z przodu zamknięty przyśrubowaną pokrywą. W pokrywie kadłuba znajduje się otwór wlewowy, zamknięty pokrywą przyciskaną sprężyną. Otwór ten służy do kontrolowania poziomu oleju i jego uzupełniania w naczyniu blaszanym, umieszczonym na dnie kadłuba. Naczynie to chroni przed wylaniem się oleju w przypadku zdjęcia pokrywy.

W naczyniu znajduje się przyrząd smarujący, z barankiem wykona-

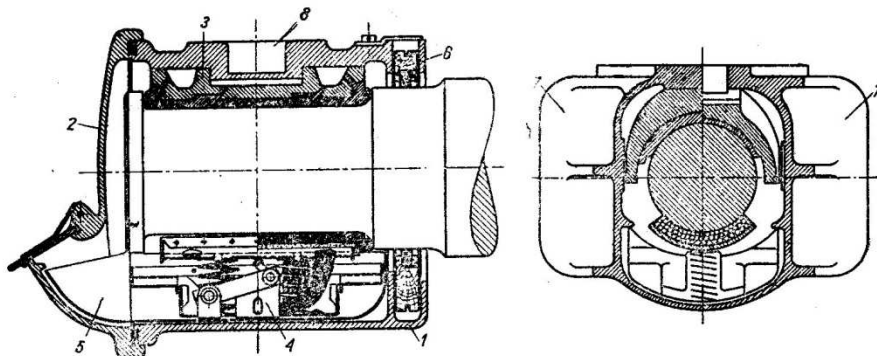
nym z nitki bawełniano-wielniane. Przedłużenie nitki baranka tworzą knoty zanurzone w oleju, które dzięki włoskowatości zasysają olej i podają go do nitki i dalej pod czop.



Rys. 7. Sposób podparcia pudła dwuosowego wagonu towarowego

1 — ostojnica, 2 — koziołek resorowy, 3 — wieszak resorowy, 4 — sworzeń resorowy, 5 — kamień, 6 — opaska resorowa, 7 — sprężyna nośna piórowa, 8 — wykładki prowadnic, 9 — zwora, 10 — odbijak

Kadłub łożyska z tyłu jest uszczelniony pierścieniem z drewna z wkładką filcową lub skórzaną, umieszczonym w osobnej kieszeni kadłuba łożyska. Ostatnio wprowadza się znacznie szczelniejsze pierścienie



Rys. 8. Łożysko osiowe ślizgowe

1 — kadłub łożyska, 2 — pokrywa, 3 — panewka, 4 — przyrząd smarujący, 5 — naczynie blaszane, 6 — pierścień uszczelniający, 7 — występy prowadnic, 8 — gniazdo czopa opaski

gumowe. Zadaniem pierścienia jest zapobieganie wylewaniu się oleju z łożyska oraz przedostawaniu się do jego wnętrza kurzu, piasku itp. zanieczyszczeń. Kadłub łożyska ma po obu stronach z boku płaszczyzny i występy prowadnic, którymi jest prowadzony w prowadnicach.

Na górze kadłuba łożyska znajduje się gniazdo dla czopa opaski resorowej. Częścią łożyska opierającą się bezpośrednio na czopie osi jest panewka stalowna.

Panewka jest wylana stopem łożyskowym w celu zmniejszenia tarcia, a tym samym oporów ruchu wagonu, oraz zmniejszenia zużycia czopów. W czasie normalnej pracy czop nagrzewa się do temperatury 35 do 65°C. W przypadku niedostatecznego smarowania, zanieczyszczeń mechanicznych, wyłamania stopu itp. znacznie wzrasta temperatura czopa oraz panewki i przy 180 do 200°C następuje wytopienie stopu panewki, wskutek czego wagon musi być wyłączony z ruchu.

Do smarowania czopów w wagonach z łożyskami ślizgowymi używa się olejów mineralnych. Olej powinien mieć odpowiednią lepkość, aby w okresie letnim było zapewnione utrzymywanie się warstwy smarnej między panewką a czopem; ponadto nie powinien on zbyt mocno gęstnieć w okresie zimy, czyli temperatura krzepnięcia oleju powinna być dostatecznie niska, aby nie pogarszał warunków smarowania i nie zwiększał oporów. Olej powinien mieć również dostatecznie wysoką temperaturę zapłonu. W czasie pracy olej nagrzewa się i paruje, a więc pary oleju nie powinny się zbyt łatwo zapalać. W celu zapewnienia dobrego smarowania czopów olej nie powinien zawierać wody oraz domieszek i zanieczyszczeń, jak pył, piasek itp., powodujących grzanie się czopów.

Na PKP stosowany jest zimą i latem jeden rodzaj oleju, mianowicie olej osiowy uniwersalny (zimą z domieszką oleju wrzecionowego).

Oprócz opisanych łożysk ślizgowych stosowane są również łożyska ślizgowe samosmarne, które mają urządzenia mechaniczne doprowadzające olej do czopa.

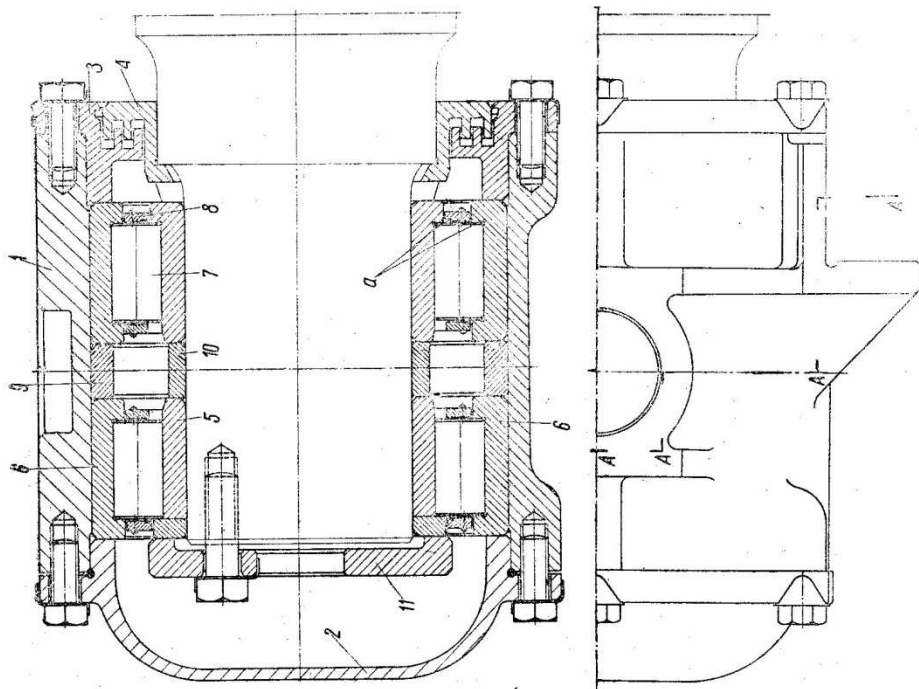
Łożyska osiowe ślizgowe są zastępowane łożyskami tocznymi, bardziej niezawodnymi w pracy i o mniejszych oporach tarcia.

W taborze PKP od 1959 r. wagony osobowe i towarowe są wyposażane w łożyska osiowe toczne NJ+NJP (rys. 9) typu międzynarodowego ujednoliconego (według UIC).

Łożysko osiowe toczne składa się z nie dzielonego kadłuba i pokrywy przedniej, labiryntowej pokrywy tylnej oraz pierścienia labiryntowego. Na czopie osi umieszczone są dwa łożyska toczne — tylne NJ i przednie NJP, z których każde składa się z tulei wewnętrznej i zewnętrznej oraz rzędu wałków cylindrycznych, ujętych w kosz. Pierścienie odstępowe oddzielają obydwa łożyska toczne, przyciśnięte do tylnej pokrywy labiryntowej za pomocą pokrywy przedniej oraz płyty dociskającej. Pierścienie i rolki, wykonane z wysokogatunkowej stali, są hartowane i szlifowane.

Do smarowania łożysk tocznych jest stosowany gęsty smar pochodzenia mineralnego.

Od należytej pracy łożysk osiowych zależy w dużym stopniu niezawodność pracy wagonu. Każde zagrzanie czopa osi wymaga wyłączenia



Rys. 9. Łożysko osiowe łożne NJ+NJP (znormalizowane)
 1 — kadłub łożyska, 2 — pokrywa przednia, 3 — pokrywa tylna
 labiryntowa, 4 — pierścień labiryntowy, 5 — tuleja wewnętrzna,
 6 — tuleja zewnętrzna, 7 — wałki cylindryczne, 8 — kosz wałków,
 9 i 10 — pierścienie odstępowe, 11 — płytka dociskająca
 a — występy tulei wewnętrznej i zewnętrznej

wagonu z pociągu, co zawsze powoduje opóźnienie pociągu, a często konieczność przeładunku ładunku do innego wagonu. Niewyłączenie w porę wagonu z nagrzanym czopem może spowodować ukłucie się czopa osi i stać się przyczyną wypadku kolejowego. Dlatego też łożyska osiowe są skrupulatnie badane przez rewidentów wagonów na wyznaczonych posterunkach rewizyjnych oraz w czasie biegu pociągu obserwowane przez drużynę pociągową i dróżników przejazdowych. W czasie postoju pociągu rewidenci wagonów powinni sprawdzać przez dotknięcie ręką temperatury łożyska, skontrolować stan i ilość oleju, stan przyrządu smarującego itp. oraz w miarę potrzeby usuwać zauważone usterki i uzupełniać olej.

Ostatnio w coraz szerszym zakresie są stosowane do wykrywania nagranych czopów osi urządzenia samoczynnego wykrywania i rejestrowania nagranych łożysk, reagujące na fale cieplne. Urządzenia te są montowane obok torów na drodze przebiegu pociągów oraz przed stacjami rozrządowymi i w przypadku stwierdzenia nagrzanego łożyska rejestrują numer wagonu w celu wyłączenia go z pociągu. Urządzenia te są stosowane również na PKP.

Grzanie się czopa osi w początkowym okresie wskazuje wzrost temperatury czopa i łożyska, później zaś, przy dalszym wzroście temperatury, występuje charakterystyczny świst. Jeżeli wagon nie zostanie dość wcześnie wyłączony, następuje wytopienie stopu łożyskowego oraz zapalenie się oleju i poduszki przyrządu smarującego, co powoduje silne wydobywanie się dymu z łożyska.

W łożyskach tocznych, w których nagrzanie łożyska następuje na ogół rzadko, może wystąpić uszkodzenie wałków cylindrycznych, tulei zewnętrznej lub wewnętrznej. W przypadkach nagrzania łożysk może nastąpić groźne dla bezpieczeństwa ruchu ukłucie się czopa osi.

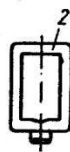
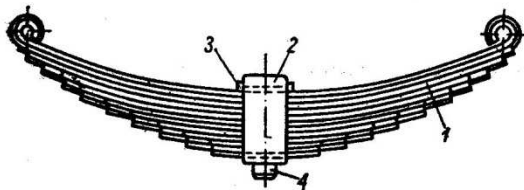
3. Sprężyny nośne i ich zawieszenie

Zadaniem sprężyn nośnych (resorów) jest łagodzenie wstrząsów powstających wskutek nierówności toru. Dzięki zastosowaniu sprężyn nośnych bieg wagonu jest spokojniejszy. Mniejsze jest również oddziaływanie na tor i na wagon sił powstałych wskutek wstrząsów. Jazda staje się przyjemniejsza dla pasażerów, a w wagonach towarowych ładunek jest chroniony od uszkodzeń. Prawidłowe usprężynowanie wagonu ma również duży wpływ na bezpieczeństwo ruchu, gdyż zmniejsza możliwości zejścia kół z szyn.

Istnieją dwa zasadnicze rodzaje sprężyn nośnych: piórowe i śrubowe. Te ostatnie mogą mieć przekrój pręta kołowy lub prostokątny.

Sprężyna piórowa, zwana także resorem (rys. 10), składa się z kilku piór ściśniętych opaską resorową i klina. Pióra, wykonywane z wysokogatunkowej stali sprężynowej, mają wzdłuż górnej powierzchni

rowek, a w środku wgłębienie, wzdłuż dolnej zaś powierzchni grzebień, a w środku występ. Pióra układane są jedno na drugie w taki sposób, że grzebień i występ górnego pióra wchodzi w rowek i we wgłębienie dolnego pióra, dzięki czemu pióra są zabezpieczone przed wzajemnym przesunięciem. Pióra są ściśnięte opaską nakładaną na gorąco pod ciśnieniem. Sprężyna piórowa zabezpieczona jest od góry dodatkowo klinem, którego cieńszy, rozcięty koniec jest rozgięty. W przypadku obłuzowania się opaski można przez głębsze wbicie klina ścisnąć pióra, natomiast wybicie klina ułatwia rozebranie sprężyny nośnej podczas jej naprawy.



Rys. 10
Sprężyna piórowa
1 — pióro,
2 — opaska resorowa,
3 — klin,
4 — czop opaski

Czop opaski spoczywa w gnieździe łożyska. Takie połączenie umożliwia ruch obrotowy sprężyny nośnej względem łożyska. Kształt sprężyny nośnej i sposób jej zawieszenia powinny być takie, aby w czasie biegu naładowanego wagonu przy ugięciu piór nie nastąpiło uderzenie opaski o ostojnicę wagonu.

W sprężynach nośnych piórowych podczas ich ugięcia powstaje wewnętrzne tarcie między piórami wskutek ich przesuwania się względem siebie, dzięki czemu część energii uderzenia powodującego ugięcie zostaje pochłonięta.

Właściwości tej nie mają sprężyny nośne śrubowe, stosowane przede wszystkim w wózkach wagonowych, często w połączeniu ze sprężynami nośnymi piórowymi.

Wielkość ugięcia sprężyn nośnych piórowych lub zespołów sprężyn nie może przekraczać tolerancji ustalonej dla wysokości zderzaków wagonowych nad główką szyny.

Sprężyny nośne piórowe wagonów towarowych oraz dwu- i trzyosio- wych wagonów osobowych są połączone z ostojnicą (rys. 7) za pomocą przynitowanych lub przyspawanych do niej koziółków 2 i wieszaków resorowych 3 w sposób przegubowy, umożliwiającą niezbędną swobodę ruchu sprężyn nośnych przy uginaniu się.

Wieszaki mogą być łukowe, ogniwkowe eliptyczne lub ogniwkowe prostokątne. W nowych wagonach towarowych, zgodnie z postanowieniami międzynarodowymi, stosowane są wieszaki podwójne (rys. 7), tzw. ponadkrytyczne, zapewniające spokojny bieg wagonu przy prędkościach powyżej 100 km/h.

Jeżeli tłumienie drgań przez sprężyny nośne nie jest wystarczające,

stosuje się tłumiki (amortyzatory). Dotyczy to przede wszystkim nowoczesnych konstrukcji wózków wagonów osobowych, w których stosowane są w zasadzie sprężyny nośne śrubowe. Tłumiki zapobiegają powstawaniu zjawiska rezonansu i wydatnie poprawiają spokojność biegu wagonów, a więc wygodę podróżowania.

Tłumiki mogą być cierne, gumowe lub hydrauliczne. W nowszych wózkach wagonów osobowych polskiej konstrukcji stosowane są tłumiki hydrauliczne, działające na zasadzie przepływu oleju pod działaniem tłoka przy ściskaniu tłumika z komory podtłokowej do komory nadtłokowej oraz komory zasobnikowej. Przy rozciąganiu tłumika występuje przebieg odwrotny. W komorach tych panuje ciśnienie do 16 MPa.

W nowoczesnym taborze bywa stosowane także usprężynowanie za pomocą elementów gumowych, drążków skrętnych lub elementów pneumatycznych. Elementy te stosuje się przeważnie w wagonach osobowych, w drugim stopniu usprężynowania.

W wagonach o dużej sztywności skrętnej (głównie w wagonach krytych, cysternach itp. typach o zamkniętej konstrukcji pudła) stosuje się usprężynowanie progresywne. Usprężynowanie to ma mniejszą sztywność w zakresie małych obciążeń wagonu (odpowiadających wagonowi próżnemu) i zwiększoną przy większych jego obciążeniach. Usprężynowanie to stosuje się w celu spełnienia kryterium bezpieczeństwa jazdy (zejścia kół z szyn), wyrażonego stosunkiem siły prowadzącej zestaw kołowy po torze (siły poprzecznej działającej na obrzeże koła) do chwilowego nacisku pionowego koła na szynę. Stosunek ten nie powinien przekroczyć ustalonej wartości. Ma to szczególne znaczenie przy jeździe po torze zwichrowanym (dopuszczalna wichrowatość wynosi 7‰ na długości 5 m).

Sprężyny nośne mają duży wpływ na własności biegowe wagonu, a od należytego ich stanu w znacznym stopniu zależy bezpieczeństwo ruchu. Najczęściej spotykanymi uszkodzeniami sprężyn nośnych są obluźwienia opaski, pęknięcia piór i osiadanie sprężyn.

Niemalże wpływ na stan sprężyn nośnych ma również właściwy sposób eksploatacji wagonów. Ładowanie wagonów powyżej granicy obciążenia, nierównomierne, jednostronne obciążenie wagonów oraz silne uderzenia w czasie przetaczania wagonów często powodują uszkodzenia lub przesunięcia się sprężyn nośnych, zagrażające bezpieczeństwu ruchu.

Uszkodzenia sprężyn nośnych powstają również często wskutek złego stanu torów.

Wagony z uszkodzonymi sprężynami nośnymi nie mogą być włączane do pociągów, gdyż uszkodzenia te mogą spowodować wykolejenie wagonu. Wagony takie wymagają naprawy, która w pewnych warunkach technicznych stacji może być wykonana na torach stacyjnych. Najprostszym sposobem naprawy jest w tym przypadku wymiana całej sprężyny nośnej.

4. Ustawność osi wagonów na torze

W celu zapewnienia możliwości przechodzenia wagonów przez łuki o małych promieniach muszą być zachowane określone warunki dotyczące rozstawu osi pod wagonem (lub w wózku w wagonach wózkowych) oraz luzów między łożyskiem osiowym (maźnicą) a prowadnicami łożyska. Warunki te są ustalone w przepisach poszczególnych zarządów kolejowych oraz w przepisach międzynarodowych.

Zgodnie z postanowieniami JT rozstaw osi skrajnych w wagonach towarowych nie powinien być mniejszy niż 4,5 m. Zależnie od wielkości luzów między łożyskiem osiowym a prowadnicami rozróżniamy osie sztywne i osie swobodne.

W osiach sztywnych łożysko umieszczone jest stosunkowo ciasno w prowadnicach, przy czym luz podłużny (wzdłuż osi wagonu) i luz poprzeczny (prostopadły do osi podłużnej wagonu) są bardzo małe. Wystarczy to jednak, aby uniknąć zakleszczenia łożyska i ułatwić montaż.

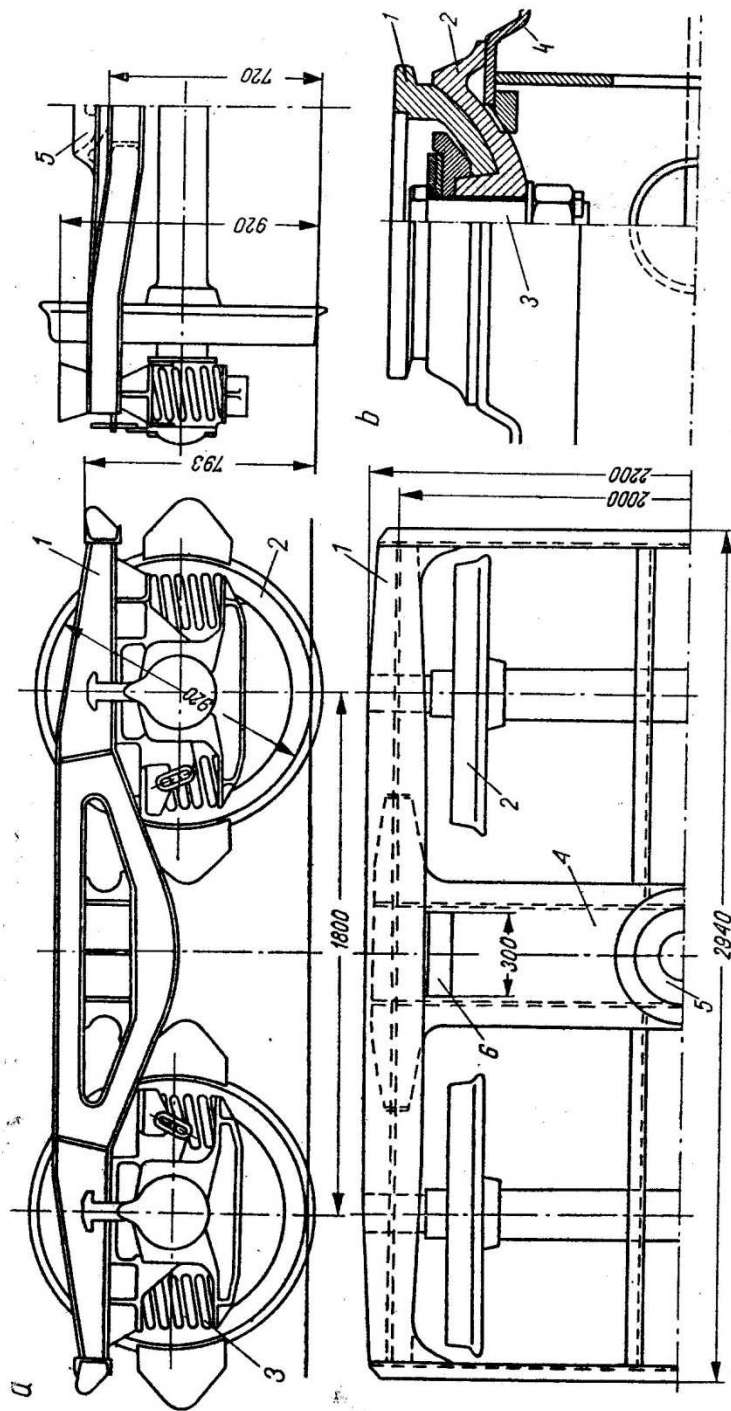
Zawieszenie sprężyn nośnych nie może ograniczać pełnego wykorzystania tych luzów ani też odpowiedniego przesuwania się osi. Dlatego występy prowadne powinny być dostatecznie szerokie, tak aby w skrajnych położeniach osi nadal opierały się o prowadnice.

Po przejściu wagonu przez łuk, na prostej, oś swobodna powinna powrócić do swego normalnego położenia środkowego. Niezbędne jest więc urządzenie, dzięki któremu powstałaby siła pozioma, pod której działaniem oś zostanie przesunięta w położenie środkowe. Urządzenie takie nazywa się urządzeniem powrotnym, a w normalnych konstrukcjach wagonów rolę jego przejmuje zawieszenie sprężyn nośnych. Przy ustawieniu się osi odpowiednio do promienia łuku, a więc gdy oś przesunie się o istniejący luz między łożyskiem a prowadnicą, sprężyna nośna oraz łuki lub ogniwa wychylają się ze swego normalnego położenia. Wskutek tego składowe siły poziome działające w punktach zawieszenia sprężyny nośnej w ogniwach będą miały różną wartość. Różnica tych sił, z chwilą przejścia wagonu przez łuk, jako siła powrotna urządzenia powoduje ustawienie się osi w normalnym położeniu.

Wagony towarowe z osiami swobodnymi tak ustawionymi, że mogą przechodzić przez łuki o promieniu 150 m, mają na ostojnicy znak $\leftarrow (-) \rightarrow$. Wagony tak oznaczone są dopuszczone do ruchu międzynarodowego.

5. Wózki wagonowe

Wagony o dużej nośności oraz wagony do przewozu długich ładunków z uwagi na to, aby nie przekroczyć dopuszczalnego nacisku osi na szyny, budowane są jako wagony cztero-, sześć- lub ósmioosiowe, przy czym w celu uzyskania lepszych warunków biegowych i ułatwienia przecho-



Rys. 11. Schemat dwuosiowego wózka standardowego typu 25TN wagonu łowarowego PKP

a — wózek

1 — ostoja

2 — zestaw kołowy

3 — sprężyna nośna

4 — dźwigar poprzeczny

5 — gniazdo

6 — połączenie nadwozia z wózkiem

1 — czop skrzętu

2 — gniazdo skrzętu

3 — sworzeń

4 — dźwigar poprzeczny

dzenia wagonów przez łuki osie są grupowane po dwie, trzy lub dwukrotnie po dwie osie w oddzielnych wózkach. Wózki o większej liczbie osi niż cztery używane są w wagonach specjalnych, przeznaczonych do przewozu ciężkich ładunków.

Wagony osobowe mają wózki dwuosiove.

Wózki wagonów towarowych mają konstrukcję prostszą niż wózki wagonów osobowych, które powinny zapewniać większą spokojność biegu przy większych prędkościach jazdy.

Wózek dwuosiovy wagonu towarowego jest pokazany na rysunku 11a. Składa się on z ostoi, dwu zestawów kołowych z łożyskami osiowymi, na których oparte są sprężyny nośne piórowe. Ponadto ostojnice są połączone dźwigarem poprzecznym, pośrodku którego jest umocowane gniazdo skrzętu. Po bokach dźwigara poprzecznego umieszczone są ślizgi boczne.

Połączenie nadwozia z wózkiem przedstawia rysunek 11b. Przymocowany do nadwozia czop skrzętu jest ułożyskowany w gnieździe skrzętu. Dodatkowe zabezpieczenie stanowi sworzeń skrzętu. Kulisty kształt gniazda i czopa umożliwia ruch obrotowy wózka zarówno w płaszczyźnie poziomej — podczas przechodzenia wagonu przez łuki, jak i w płaszczyźnie pionowej — podczas przechodzenia wagonu przez grzbiety górrek rozrządowych.

Nacisk nadwozia jest przenoszony poprzez czop skrzętu na dźwigar poprzeczny ostoi i następnie — poprzez ostojnice i umocowane na nich sprężyny nośne — na zestawy kołowe.

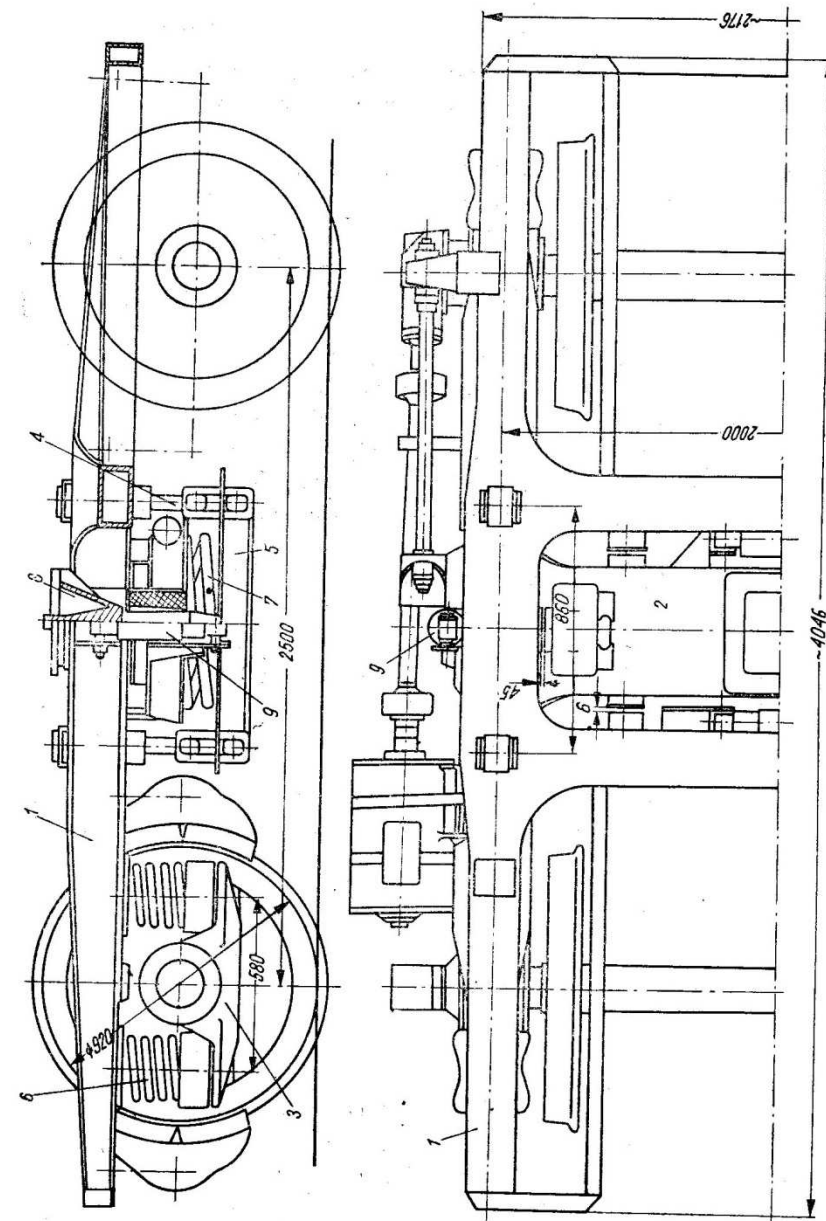
Od wózków wagonów osobowych wymaga się lepszych własności biegowych i większej amortyzacji sił pionowych i poprzecznych niż od wózków towarowych, z uwagi zarówno na większe prędkości jazdy pociągów osobowych, jak i na wygodę podróżowania. Uzyskuje się to przez odpowiednie odsprężynowanie i zastosowanie belki bujakowej.

Schemat nowoczesnego wózka wagonów osobowych konstrukcji polskiej typu 4ANc, przeznaczonego dla prędkości do 160 km/h, przedstawia rysunek 12.

Ostojnice wózka spoczywają na sprężynach śrubowych, opierających się na łapach kadłuba łożyska osadzonego na czopie osi. Do ostojnic na wieszakach podwieszane są kołyski podbujakowe, na których opierają się sprężyny śrubowe drugiego stopnia odsprężynowania. Na sprężynach tych opiera się belka bujakowa z czopem skrzętu. Tłumik zapewnia tłumienie ruchów poprzecznych.

Oprócz wózków dwuosiovych bywają stosowane także wózki trzyosiove, np. w czteroczęściowych zespołach wagonów piętrowych. W zespole takim pierwszy i ostatni wagon mają skrajne wózki dwuosiove, natomiast wewnętrzne końce tych wagonów oraz wagony drugi i trzeci opierają się na wspólnych dla dwu wagonów wózkach trzyosiovych.

Najbardziej nowoczesnym rozwiązaniem konstrukcyjnym wózków do



Rys. 12. Wózek wagonów osobowych (typ 4ANc)
 1 — ostojnica, 2 — belka bujakowa, 3 — łożysko, 4 — wieszaki, 5 — kołyski podbujakowe,
 6 — sprężyny śrubowe pierwszego stopnia odsprężynowania, 7 — sprężyny śrubowe drugiego
 stopnia odsprężynowania, 8 — czop skrętu, 9 — tłumik

wagonów osobowych szybkobieżnych jest usprężynowanie powietrzne. Rolę sprężyn spełniają elastyczne zbiorniki powietrzne umieszczone na belce bujkowej, na których to sprężynach powietrznych opiera się pudło wagonu.

Sprężyny powietrzne umożliwiają wychylanie się pudła wagonu podczas przechodzenia przez łuki torów odpowiednio do prędkości, co przy obecnych łukach i przechyłkach umożliwia stosowanie większych o 20 do 30% prędkości aniżeli w dotychczasowych rozwiązaniach konstrukcyjnych wózków.

Celowe jest także stosowanie wózków z usprężynowaniem powietrznym w pociągach podmiejskich, gdyż możliwe jest regulowanie — odpowiednio do wielkości zmiennego obciążenia wagonu pasażerami — wysokości podłogi odpowiednio do poziomu krawędzi peronów, co znacznie ułatwia i usprawnia wsiadanie i wysiadanie podróżnych.

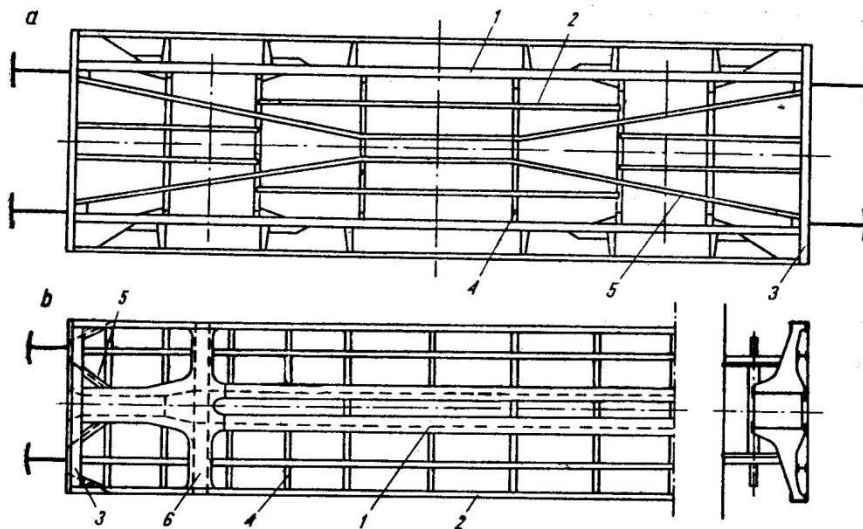
6. Ostoja wagonu

Ostoja łączy nadwozie wagonu z jego częściami biegowymi i jednocześnie przenosi nacisk nadwozia na zestawy kołowe. Zadaniem ostoi jest także przejmowanie za pomocą urządzeń ciągowych sił ciągnących oraz — za pomocą urządzeń zderznych — sił pochodzących od uderzeń nabiegających na siebie wagonów. Aby więc zapewnić niezawodność pracy wagonu, konstrukcja ostoi musi być dostatecznie mocna. Siły działające na ostoję są szczególnie duże w przypadkach niespodziewanych zderzeń i wówczas wytrzymałość ostoi odgrywa ważną rolę w zmniejszeniu skutków awarii. W celu zwiększenia bezpieczeństwa podróżnych ostoje wagonów osobowych powinny być tak zbudowane, aby zgodnie z przepisami międzynarodowymi wytrzymały siłę 2 MN działającą na zderzaki, bez trwałych odkształceń.

Ostoja wagonu (rys. 13) składa się z dwu belek 1, zwanych ostojnicami, i łączących je dwu belek czołowych 3, zwanych czołownicami, oraz kilku belek poprzecznych 4, zwanych poprzecznicami. W wagonach wózkowych poprzecznicę o silniejszej konstrukcji, na której opiera się pudło, nazywają się belkami skrętowymi 6. Ostoja jest wzmocniona podłużnicami 2 oraz usztywniona ukośnicami 5.

Wagony budowane po 1969 r. mają ostojnicę dostosowaną do sprzęgu samoczynnego, a więc mają odpowiednie wycięcie w czołownicy oraz wolną przestrzeń na wmontowanie amortyzatora.

Należyty stan techniczny ostoi ma ważne znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu i niezawodności pracy taboru. Wskutek silnych uderzeń podczas manewrów ostoje mogą ulec zwichrowaniu lub pęknięciu, a prowadnice kadłubów łożysk — wygięciu bądź złamaniu. Usterki te są nie-



Rys. 13. Ostoje wagonów
 a — wagonu dwuosiowego, b — wagonu wózkowego

bezpieczne, gdyż mogą spowodować wykolejenie taboru. Również wskutek silnych uderzeń w czasie manewrów lub silnego uderzenia dojeżdżającej lokomotywy sprężyny zderzakowe osiadają lub ulegają pęknięciu. Zderzaki ze sprężynami osiadłymi lub pękniętymi przenoszą siły zderzne bez ich amortyzowania na ostoję, powodując jej uszkodzenie.

7. Urządzenia ciąglowe i sprzęgowe

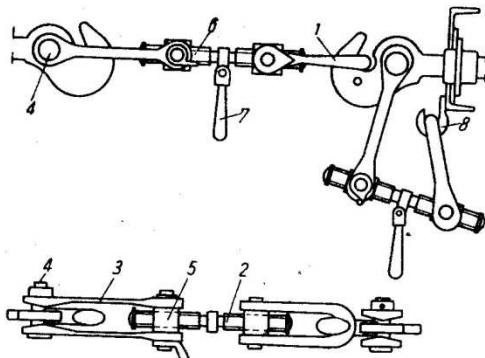
Do łączenia wagonów w grupy lub składy wagonów oraz do przeniesienia sił pociagowych lokomotyw na wagony służą urządzenia ciąglowe wraz ze sprzęgami.

Wagony nowszej budowy mają urządzenia ciąglowe typu nienawskrośnego. Urządzenia te umieszczone są na obydwu końcach wagonów i przenoszą elastycznie siły pociagowe lokomotywy na wagony. Ostoja wagonu przenosi w tym przypadku całą siłę pociagową, niezbędną dla przemieszczenia pociągu.

Łączenie wagonów umożliwia sprzęg śrubowy (rys. 14) składający się z pałaka 1, nakrętki 2 osadzonej czopami w ramionach pałaka, łubków sprzęgu 3 zawieszonych na haku za pomocą sworznia 4, nakrętki 5 łączącej końce łubków oraz śruby 6 z rękojeścią 7. Śruba 6 ma gwint lewy i prawy. Na każdą część śruby nakręcone są nakrętki 2 i 5.

Połączenia wagonów dokonuje się w ten sposób, że pałak sprzęgu jednego wagonu zakłada się na hak sąsiedniego wagonu i następnie, przez

obracanie śruby w prawo, skraca się długość sprzęgu aż do uzyskania prawidłowego odstępu między zderzakami wagonów. Przy rozłączaniu wagonów śrubę obraca się w lewo, wskutek czego sprzęg się wydłuża, co umożliwia zdjęcie pałaka z haka.



Rys. 14. Sprzęg śrubowy

Każdy wagon ma na obu końcach po jednym sprzęgu. Pomędzy dwoma wagonami są więc dwa sprzęgi, przy czym jeden z nich wystarczy do uzyskania połączenia. Drugi sprzęg stanowi zabezpieczenie w przypadku zerwania jednego z nich. Sprzęg, którego nie użyto do połączenia, powinien być zawieszony na haku 8 przewidzianym specjalnie do tego celu.

Urządzenia ciąglowe i sprzęgi muszą mieć konstrukcję odpowiadającą warunkom ustalonym w umowach międzynarodowych. W myśl tych postanowień odległość punktu zaczepienia nie wyciągniętego haka od powierzchni nie ściśniętych zderzaków powinna wynosić najwyżej 400, a co najmniej 335 mm. Umowa o wzajemnym użytkowaniu wagonów osobowych i bagażowych w ruchu międzynarodowym (RIC) w celu zapewnienia bezpieczeństwa pracowników sprzęgających wagony ustala także przestrzenie, które powinny pozostać wolne u czołowych ścian wagonów z każdej strony osi podłużnej wagonu pomiędzy sprzęgiem, tarczą zderzakową i stałymi częściami wystającymi przed czołownicą (tzw. przestrzeń berneńska).

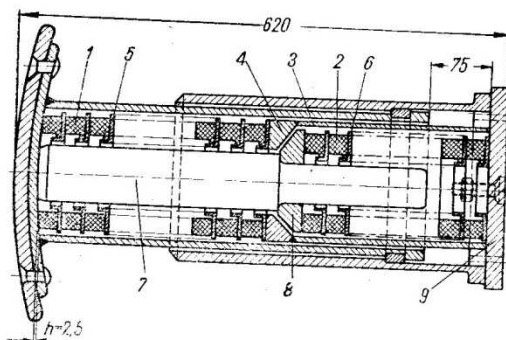
W celu zapobieżenia rozerwaniu się składu wagonów w momencie występowania dużych sił pociagowych, zwłaszcza przy ruszaniu pociągów oraz jazdy na wzniesieniu, a także podczas niespodziewanych szarpnięć, sprzęgi muszą mieć określoną wytrzymałość. W wagonach starszej budowy wytrzymałość sprzęgu śrubowego wynosiła 0,65 MN. Obecnie jest wymagana wytrzymałość sprzęgu 0,85 MN, a haka — 1 MN, którą mają wszystkie nowe wagony budowane w kraju. W wagonach starszej budowy urządzenia ciąglowe i sprzęgowe o wytrzymałości 0,65 MN są wzmocniane na urządzenia wzmacnione.

Najslabszym elementem urządzenia cięglowego i sprzęgowego są łuki sprzęgu. Zrobione to jest celowo, aby w przypadku przeciążenia uległa zniszczeniu przez zerwanie część najprostsza pod względem budowy i najłatwiejsza do wymiany.

Najczęściej spotykanymi uszkodzeniami urządzenia cięglowego są: osiadanie lub pęknięcie sprężyny, zerwanie cięgła, złamanie haka, zerwanie sprzęgu. Uszkodzenia te powstają przeważnie wskutek gwałtownego ruszania z miejsca lub wadliwego hamowania. Przyczyną tych usterek jest również często niewłaściwe sprzęgnięcie wagonów w pociągu, a mianowicie zbyt duże odstępy między zderzakami.

8. Urządzenia zderzne

Poziome siły ściskające, działające na wagon podczas nabiegania, spychania oraz hamowania wagonów, występujące podczas ruszania pociągu, w czasie jazdy oraz przy rozrządaniu i zestawianiu składu wagonów, są przejmowane przez zderzaki. W celu łagodzenia działania tych sił na ostoję wagonu zderzaki mają sprężyny lub urządzenia amortyzujące.



Rys. 15
Zderzak z pierścieniami gumowymi

Wysokość osi zderzaków od główki szyny w wagonie nie obciążonym nie może być większa od 1065 mm, a w wagonie obciążonym do granicy nośności — nie mniejsza niż 940 mm. Skok zderzaków wynosi 75 lub 105 mm, a ich długość — od 620 do 650 mm. Tarcze zderzakowe powinny mieć taką średnicę (wymiary), aby podczas przejazdu wagonu przez łuk toru o promieniu 150 mm tarcze się nie miały. Minimalna średnica tarcz powinna wynosić 370 mm.

Podstawowe parametry zderzaków, jak siła końcowa, wartość przejmowanej energii i współczynnik pochłaniania energii, są ujęte w odpowiedniej karcie UIC.

Elementem elastycznym w zderzaku może być sprężyna ślimakowa,

zespół sprężyn pierścieniowych, zespół wkładek gumowych lub poliuretanowych. Stosowane bywają także zderzaki hydrauliczne. W najnowszych typach zderzaków o bardzo dużej zdolności przejmowania energii jako czynnik elastyczny jest stosowany elastomer (w zderzakach wytwórni Domange-Jarret).

Na PKP (podobnie jak w innych zarządach kolejowych) są stosowane przede wszystkim zderzaki ze sprężynami pierścieniowymi i pierścieniami gumowymi.

Zderzak z pierścieniami gumowymi przedstawia rysunek 15.

W zderzaku takim umieszczone są dwa zespoły pierścieni większych 1 i mniejszych 2, przedzielonych podkładkami stalowymi 5 i 6. Zespół pierścieni większych opiera się na pierścieniu oporowym 4, przyspawanym do tulei 3 opierającej się o płytę zderzakową 9. Na zespół ten działa część siły zderznej przenoszanej bezpośrednio przez talerz zderzaka i kołnierz tulei. Część siły przenoszona jest przez trzon zderzaka 7 na opierającą się na nim podkładkę 8 i stos pierścieni mniejszych 2, który opiera się bezpośrednio na płycie zderzakowej 9.

Wskutek stosunkowo małej zdolności przejmowania energii (25 000 do 35 000 J) zderzaki ze sprężynami pierścieniowymi i pierścieniami gumowymi chronią konstrukcję wagonu (i ładunek) przy prędkościach nabiegania nie większych niż 6—7 km/h. Ponieważ manewry wagonów są wykonywane z prędkością przeważnie 15 km/h, dlatego też powstają liczne uszkodzenia samych zderzaków, wagonów, a także ładunków. Z tych względów UIC opracowuje nowe warunki techniczne dla zderzaków, przewidując 3 grupy zderzaków, przy czym zderzaki najwyższej grupy powinny mieć zdolność przejmowania energii około 70 000 J.

Zapewnienie w czasie eksploatacji właściwego stanu technicznego zderzaków ma bardzo ważne znaczenie dla całości konstrukcji wagonów i ładunków oraz dla bezpieczeństwa ruchu.

Obniżenie zdolności przejmowania energii zderzaków w wyniku pęknięcia sprężyn lub zniszczenia pierścieni gumowych powoduje tzw. „twarde” przenoszenie sił zderznych na wagon i jego uszkodzenie. Obluzowanie się nakrętek śrub, którymi zderzaki są przymocowane do czołownicy wagonu, może spowodować opadnięcie całego zderzaka w czasie jazdy pociągu, a w następstwie — wykolejenie się wagonu wskutek najechania koła na zderzak. Jeśli pierścień zabezpieczający tuleję zderzaka przed wysunięciem się z pochwy jest zużyty, może nastąpić wypadnięcie tulei, co również zagraża bezpieczeństwu ruchu.

9. Sprzęgi samoczynne

Łączenie wagonów za pomocą sprzęgu śrubowego, jak również ich rozłączanie, wymaga dużego nakładu pracy, a przede wszystkim jest nie-

bezpieczne, gdyż wymaga wejścia między wagony pracownika spinającego. Aby zautomatyzować czynność sprzęgania i rozsprzęgania wagonów, konstruktorzy szukali nowych rozwiązań urządzeń sprzęgających, które zastąpiłyby urządzenia sprzęgające śrubowe. Urządzeniem takim jest sprzęg samoczynny, przejmujący zwykle także zadania zderzaków. Sprzęgi samoczynne stosowane są powszechnie w Związku Radzieckim, USA, Kanadzie, Japonii oraz wielu innych państwach. Natomiast na kolejach europejskich sprzęgi samoczynne są dotychczas stosowane w małym zakresie, i to wyłącznie w wagonach kursujących w zwartych składach pociągów w ruchu wewnętrznym.

W ramach UIC i OSŻD są prowadzone od kilku lat prace przygotowawcze, mające na celu wprowadzenie sprzęgu samoczynnego do taboru kolei europejskich.

Z uwagi na ruch międzynarodowy sprzęg samoczynny i jego zespoły muszą odpowiadać wspólnym warunkom technicznym OSŻD i UIC.

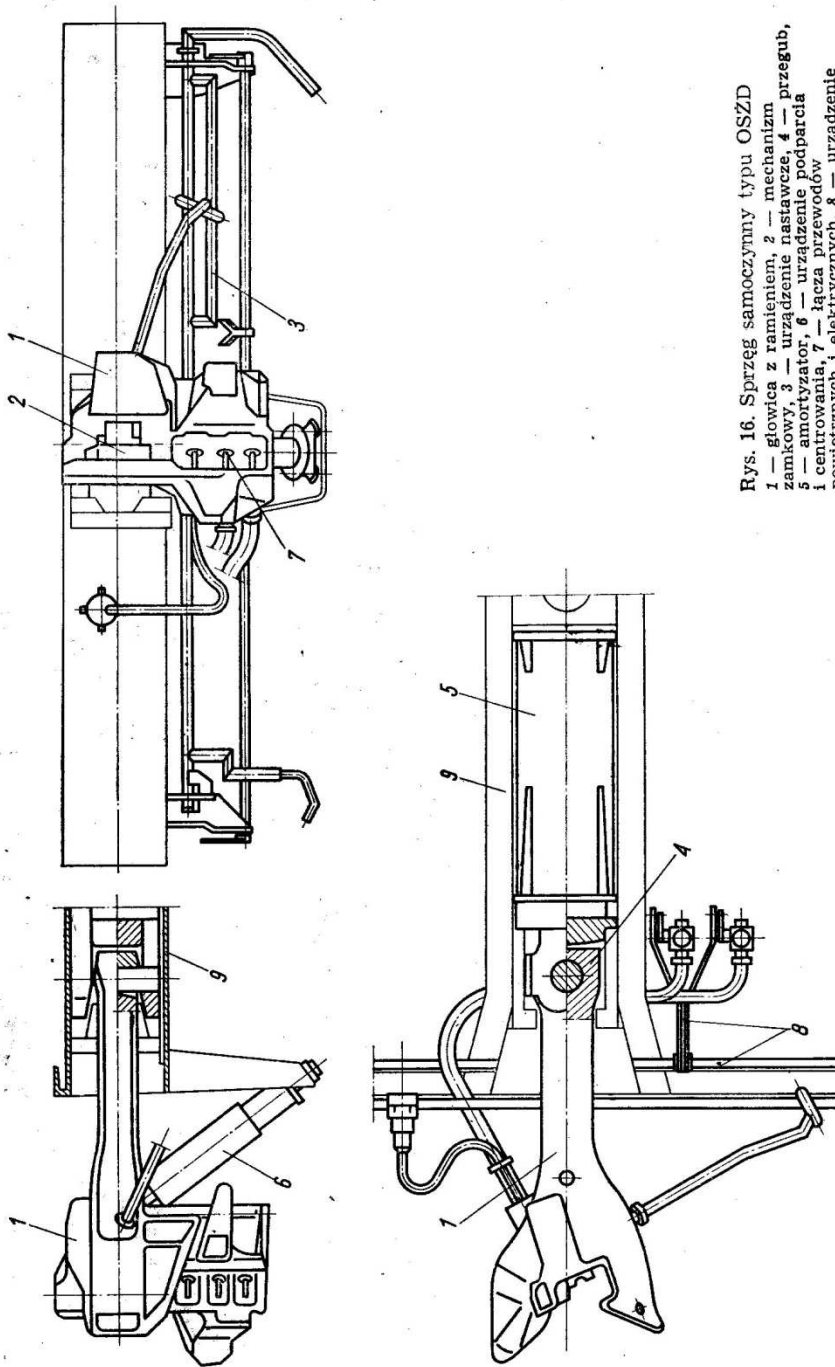
Ważniejsze z nich są następujące:

- bezpośrednia sprzęgalność ze sprzęgiem SA3 kolei radzieckich;
- samoczynne łączenie przewodów powietrznych i elektrycznych;
- zasięg sprzęgania poziomy — 220 mm (w obie strony od podłużnej płaszczyzny symetrii pojazdu), pionowy — 140 mm;
- wytrzymałość na rozerwanie 1,5 MN i na ściskanie 2 MN;
- niezawodność sprzęgania przy nabieganiu pojazdu na pojazd w zakresie prędkości 1,5 do 15 km/h;
- położenie środka głowicy w granicach od 950 mm (pojazd załadowany) do 1045 mm (pojazd nie załadowany).

Sprzęg samoczynny odpowiadający tym warunkom pokazano na rysunku 16. Składa się on z głowicy z ramieniem 1, mechanizmu zamkowego 2, urządzenia nastawczego 3, przegubu sprzęgu 4, amortyzatora 5, urządzenia podparcia i centrowania 6, łączy przewodów 7 i urządzenia nastawczego kurków powietrznych 8.

Amortyzator 5 umieszczony w ramie pojazdu 9 pomiędzy przymocowanymi do niej oporami, przejmujący sprężyste siły zderzne, połączony jest przegubowo z ramieniem głowicy sprzęgu, w której mieści się mechanizm zamkowy, uruchamiany urządzeniem nastawczym. Urządzenie podparcia i centrowania ma za zadanie ustawianie głowicy sprzęgu w określone położenie środkowe.

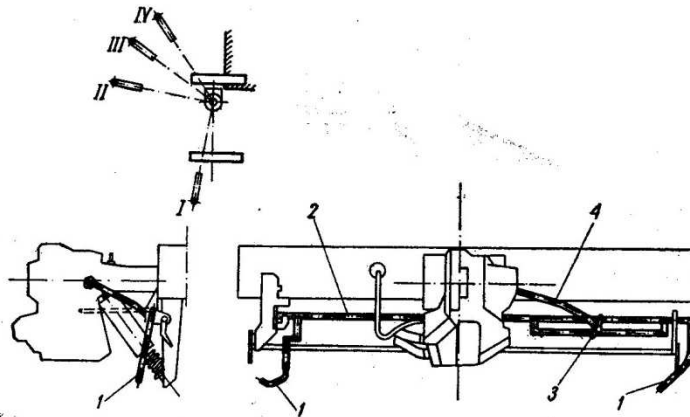
Łącze przewodów obejmuje łącze przewodów elektrycznych (prądów słabych służących do sterowania niektórymi przebiegami, np. sterowanie hamulcem elektropneumatycznym, zamykanie i otwieranie drzwi, włączanie i wyłączanie świateł końcowych pociągu lub przekazywanie informacji np. o całości składu pociągu, grzaniu się czopa osi, powstaniu płaskiego miejsca na obręczy itp.) i dwa łącza przewodów powietrznych — przewód zbiorników głównych i przewód główny hamulca.



Rys. 16. Sprzęg samoczynny typu OSZD
 1 — głowica z ramieniem, 2 — mechanizm
 zamkowy, 3 — urządzenie nastawcze, 4 — przegub,
 5 — amortyzator, 6 — urządzenie podparcia
 i centrowania, 7 — łącza przewodów
 powietrznych i elektrycznych, 8 — urządzenie
 nastawcze kurków powietrznych, 9 — rama pojazdu

Połączenie głowic następuje samoczynnie przy dobieganiu jednego wagonu do drugiego.

Mechanizmem zamkowym steruje urządzenie nastawcze (rys. 17) przez odpowiednie ustawienie rękojeści dźwigni sterującej 1. Ruch dźwigni przenoszony jest — poprzez wałek poprzeczny 2, przegub obrotowo-suwliwy 4, wałek przegubowy 3 — na zamek.



Rys. 17. Urządzenie nastawcze

Tak więc manewrowy przez odpowiednie ustawienie rękojeści dźwigni uzyskuje wymagane położenie mechanizmu zamkowego, a mianowicie zależnie od potrzeby:

w położeniu I — łączenie pojazdów;

w położeniu II — rozłączenie pojazdów;

w położeniu III — niełączenie pojazdów (np. przy manewrach odrzutem);

w położeniu IV — anulowanie omyłkowego rozłączenia pojazdów.

W sprzęgu samoczynnym ważną rolę odgrywa amortyzator. Stosowane są różne typy amortyzatorów, np. pierścieniowe, cierno-elastyczne, hydrauliczne, gumowe, elastomerowe itd., które muszą odpowiadać warunkom UIC oraz OSZD.

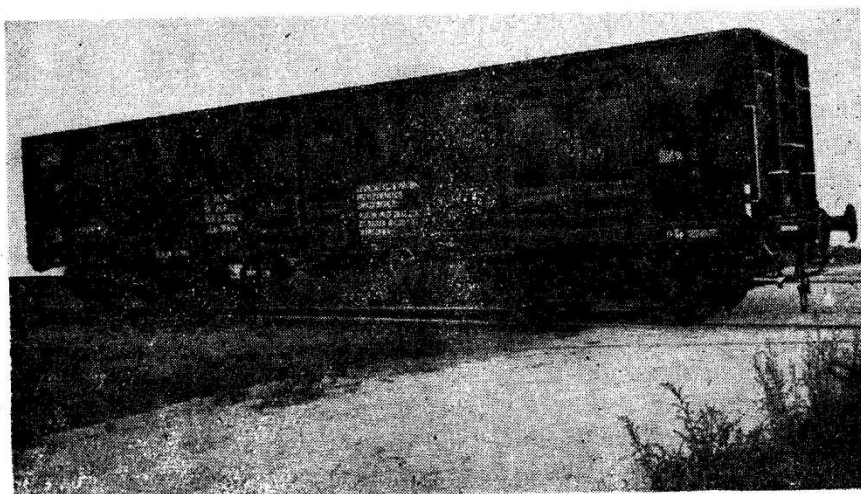
Wprowadzenie sprzęgu samoczynnego wydatnie usprawni pracę eksploatacyjną kolei, gdyż nie tylko poprawi warunki i bezpieczeństwo pracy manewrowych, ale również umożliwi prowadzenie pociągów o masie do 5000 ton (obecnie przy stosowaniu wzmocnionego sprzęgu śrubowego powyżej 2700 ton), przyczyni się do zmniejszenia liczby rozerwań pociągów oraz umożliwi zautomatyzowanie pracy manewrowej.

NADWOZIA I WYPOSAŻENIE WAGONÓW TOWAROWYCH

1. Węglarki

Węglarki służą do przewozu ładunków sypkich, odpornych na wpływy atmosferyczne, jak węgiel, koks, ruda, żwir, piasek, cegła, drewno (okrągłaki, papierówka) oraz ładunków opakowanych (np. w skrzyniach) i odpowiednio zabezpieczonych. Z uwagi na duży udział wymienionych ładunków w ogólnej masie przewożonej koleją, węglarki stanowią przeważającą część wagonów.

Węglarka (rys. 18) składa się z dwu- lub czteroosiowego podwozia, na którym osadzone jest pudło. Pudło składa się ze ścian bocznych i czołowych oraz podłogi. Podłoga z desek jest ułożona na belkach ostoi. Poszycie ścian bocznych jest przymocowane do szkieletu, składającego się ze słupków narożnych, pośrednich i przydrzwiowych, przymocowanych



Rys. 18. Węglarka 4-osiowa typu 401Wb, dostosowana do wyladunku na wywrotnicach wagonowych bocznych i czołowych

do wsporników. W ścianach bocznych, po obu stronach wagonu znajdują się drzwi umożliwiające wyładunek. Ściany czołowe wykonywane były dotychczas zwykle jako odchylnie klapy, zawieszane przegubowo na słupkach narożnych i ryglowane na dole wałem kułakowym.

Nowoczesne węglarki mają konstrukcję całkowicie spawaną. Ostatnio na poszycie pudła i na ostoje stosuje się stal odporną na korozję.

Ze względów eksploatacyjnych część węglarek wykonana jest z budką hamulcową jako pomieszczeniem dla konduktora końcowego pociągu. W budce powinien znajdować się kurek hamulcowy, umożliwiający zahamowanie pociągu w przypadku grożącego niebezpieczeństwa.

W coraz szerszym zakresie są stosowane węglarki czteroosiowe, których zasadniczą zaletą w porównaniu z węglarkami dwuosiowymi jest fakt, że pociąg o tej samej masie zestawiony z wagonów czteroosiowych jest znacznie krótszy niż zestawiony z wagonów dwuosiowych. Pociąg długości 630 m zestawiony z wagonów dwuosiowych może mieć masę 2500 ton, natomiast pociąg takiej samej długości złożony z wagonów czteroosiowych może mieć masę 3680 ton.

W ten sposób można po istniejących torach kolejowych, bez potrzeby ich rozbudowy, przewieźć znacznie więcej ładunków, przy czym prowadzenie ciężkich pociągów daje duże oszczędności eksploatacyjne.

Inną zaletą wagonów czteroosiowych jest zmniejszenie pracy rozrządowej i w wyniku tego zwiększenie zdolności przerobczej stacji rozrządowych.

Najlepsze wyniki eksploatacyjne zapewniają wagony czteroosiowe w zwartych składach kursujących na określonych liniach kolejowych, przewożące ładunki masowe dla dużych zakładów, takich jak elektrownie, huty, porty itp. Jeszcze większe korzyści przynoszą wagony sześciuosiowe, wprowadzane ostatnio do przewozów węgla na PKP.

W tablicy 2 podano zasadnicze parametry węglarek PKP, określające ich cechy charakterystyczne.

W przewozie ładunków masowych nadzwyczaj ważną rolę odgrywa mechanizacja czynności ładunkowych. Stosowane są w tym celu różnego rodzaju urządzenia ładunkowe (wywrotnice, żurawie, suwnice, przenośniki taśmowe itp.), znajdujące się zazwyczaj na bocznicach dużych składów.

Niezależnie od tych urządzeń, sama konstrukcja niektórych typów wagonów towarowych wydatnie przyspiesza wyładunek materiałów sypkich. Są to wagony samowyładowcze. Typowym przykładem wagonu samowyładowczego jest talbot (rys. 19). Jest to wagon czteroosiowy o podłodze dwustronnie pochyłej pod kątem zsypu i bocznych odchylnych klapach, które mogą być otwierane ręcznie za pomocą odpowiedniej przekładni uruchamianej śrubą i kołem ręcznym lub też jednocześnie w całym pociągu pneumatycznie za pomocą odpowiedniego zaworu. Wyładun-

Tablica 2

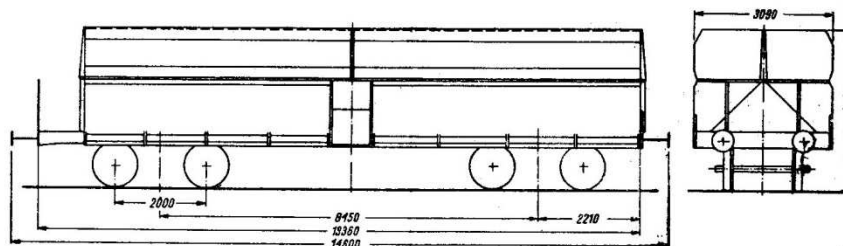
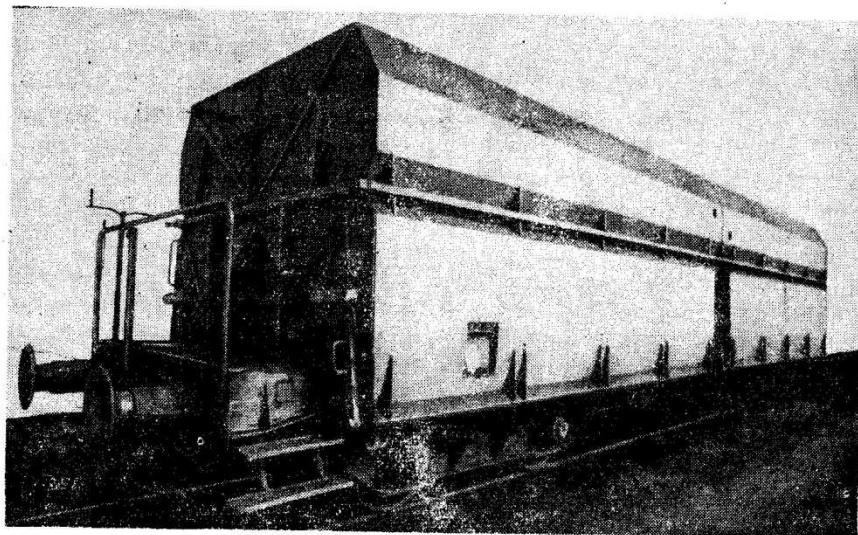
Charakterystyka węglarek PKP

Węglarki	Typ	Seria	Długość ze zderzakiem [mm]	Największa szerokość wagonu [mm]	Rozstaw osi lub czopów skrętów [mm]	Rozstaw osi wózka [mm]	Długość ładunkowa [mm]	Szerokość ładunkowa [mm]	Powierzchnia ładunkowa [m ²]	Pojemność [m ³]	Masa własna wagonu [kg]	Największa dozwolona prędkość [km/h]	Granica obciążenia [ton]**				Rok budowy			
													S*	A	B	C				
Dwusłowe	1W	E	9 100	2 840	4 500	—	7 720	2 754	21,3	31,95	9 320	80	S	20,5	21,0	—	—	1947		
	2W	E	10 000	2 984	6 000	—	8 600	2 756	23,6	36,6	9 080	80	S	23,0	24,0	—	—	1946		
	10W	E	9 940	3 020	5 000	—	7 920	2 756	21,8	34,0	10 700	80	S	22,5	24,0	—	—	1953 1954		
	11W	E	9 240	3 020	5 000	—	7 920	2 756	21,8	33,8	9 980	80	S	22,5	24,0	—	—	1954 1955		
	9W	Es	10 000	3 008	5 400	—	8 760	2 760	24,0	36,0	10 500	100	S	21,5	25,5	29,5	—	—	1961 1967	
	17W	Eao	13 740	3 080	8 500	1 800	12 420	2 770	34,4	68,8	25 600	80	S	40,0	48,0	56,0	—	—	1952 1958	
	401Wb	Eas	14 040	3 060	8 500	2 000	12 800	2 800	36,0	72,0	20 300	100	S	44,0	52,0	60,0	—	—	od 1964	
	401Za	Eamos	12 240	3 100	7 000	2 000	10 828	2 900	31,0	30,0	19 500	100	S	44,0	52,0	60,0	—	—	1962	
	401Zb			16 800	3 028	9 800	2×1600	15 412	2 780	42,8	102,5	29 000	100	S	67,0	79,0	91,0	—	—	1975
	zestio- słowe													S	67,0	79,0	91,0	—	—	

* Wagon dostosowany do jazdy z prędkością 100 km/h. ** Na wagonach podaje się dotychczas granicę obciążenia w tonach, jakkolwiek należałoby ją podawać w niutonach, np. granica obciążenia 21,0 ton powinna być oznaczona jako równa 210 kN.

nek z omawianych wagonów odbywa się na obie strony wagonu, zwykle z pomostów do dolów zsypanych.

Stosowane są również wagony samowyladowcze do celów specjalnych, np. do wyladunku żwiru lub tłucznia między szyny albo obok toru. Wyladunek z nich następuje również samoczynnie przez otwarcie klap w podłodze wagonu.



Rys. 19. Wagon samowyladowczy do przewożenia węgla

Przykładem tego typu wagonu jest czteroosiowy wagon samowyladowczy serii Fads (rys. 20). Wagon ten służy do przewożenia tłucznia i jego dozowania podczas wyladunku przy budowie i naprawie linii kolejowych.

Charakterystykę wagonów samowyladowczych eksploatowanych na PKP podano w tabeli 3.

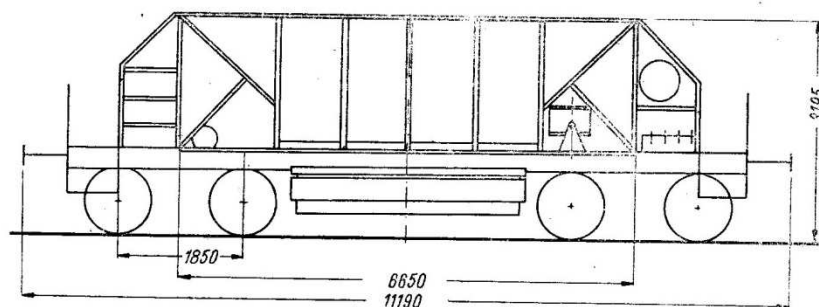
Niektóre zarządy kolejowe stosują w coraz szerszym zakresie wagony samowyladowcze z lejami zsypanymi, umożliwiającymi — poprzez przenośniki taśmowe — wyladunek z wagonu na samochody ciężarowe.

Tablica 3

Charakterystyka wagonów samowyładowczych PKP

Wagon	Typ	Seria	Rodzaj przewożonego ładunku	Długość ze zderzakami [mm]	Największa szerokość torkości [mm]	Rozstaw osi lub czopów skrętów [mm]	Rozstaw osi wózka [mm]	Pojemność [m ³]	Masa własna wagonu [kg]	Największa dozwolona prędkość [km/h]	Granica obciążenia [ton]**			Rok budowy
											S*	A	B	
Dwuosłowe	41WS bez dachu lub z dachem	Fd	Węgiel piasek	8 240	2 976	4 200	—	12,6	12 500	80	19,5	21,0		1960
												23,0		
	41/2WS 59WS	Fd	Tłuczeń kamień	7 240 8 240	2 816 3 016	4 200	—	13,2	10 000 12 300	80	22,0	23,0		1965
												21,0		
Czterosłowe	202V 20W	Fds Fad	Węgiel kamień Węgiel koks	9 640 14 600	3 030 3 090	6 000 8 450	— 1 800	40,0 70,0 99,0	12 400 21 500*** 23 000	100 80	19,5	23,5		1970
												23,5		
	24Ve 402V	Fads Fads	Węgiel Ruda tłuczeń	14 600 12 840	3 090 3 050	8 450 7 500	2 000 2 000	69,0 25,6	24 000 26 000	100 100	40,0	48,0		1965
												54,0		
411Vb Gondola	Fads Fads	Tłuczeń Węgiel tłuczeń	11 190 14 040	3 114 3 125	6 650 8 750	1 850 2 000	38,0 67,0	21 900 22 000	100 100	41,5	49,5		1969	
											50,0			
											42,0	50,0		1964

* Wagon dostosowany do jazdy z prędkością 100 km/h. ** Na wagonach podaje się dołyliczacz granicę obciążenia w tonach zamiast kilonutonach.
*** Bez i z nadbudówką.



Rys. 20. Wagon samowyladowczy do przewozu tucznia

Wszystkie wagony węglarki (również samowyladowcze) mają drzwi lub klapy, które nie zawsze są szczelne — powoduje to wysypywanie się ładunku na tor i jego zanieczyszczenie. Dlatego też szczelności pudeł i drzwi należy poświęcać jak największą uwagę podczas oględzin technicznych wagonów w pociągach oraz napraw okresowych wagonów.

Ostatnio budowane węglarki mają przeważnie pudło stalowe całkowicie spawane i są przystosowane do wyladunku na wywrotnicach bocznych. Wagony takie kursują zazwyczaj w zwartych składach do określonych odbiorców.

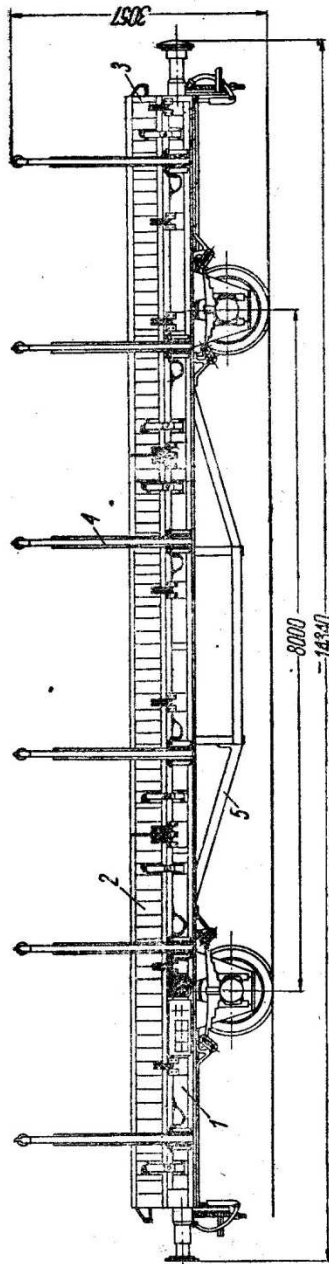
2. Platformy

Platformy są wagonami niekrytymi, mającymi niskie ściany (do 400 mm) lub nie mającymi ich w ogóle. W celu zabezpieczenia ładunku na wagonie przed zsunięciem się w czasie przewozu platformy mają zwykle z boków i czoła kłonicę. Kłonicę i ściany boczne (zwane także burtami) mogą być zdejmowane lub odchylane, co ułatwia ładowanie dużych przedmiotów od czoła wagonu lub z jego boku.

Platformy służą do przewozu ładunków przestrzennych, których nie można załadować przez drzwi do wagonów krytych, niewrażliwych na wpływy atmosferyczne lub odpowiednio przed nimi zabezpieczonych, jak maszyny rolnicze, pojazdy drogowe, skrzynie z obrabiarkami, konstrukcje stalowe, przestrzenne wyroby przemysłowe, siano i słoma. Platformy służą także do przewozu ładunków długich, jak dłużyce drewna, szyny itp., oraz do przewozu ładunków ciężkich, jak blachy stalowe, zwoje drutu, pręty i kęsy stalowe. Platformy ze ścianami bocznymi są używane także do przewozów cegły, żwiru, piasku, kamienia, tucznia, żużla itp.

Platformy można podzielić na następujące grupy:

- a) platformy do przewozu ładunków przestrzennych;
- b) platformy do przewozu szyn;
- c) platformy z ławami pokretnymi do przewozu ładunków długich;



Rys. 21. Platforma 2-osiowa z kłonicami stalowymi
 1 — ostoja, 2 — ściana boczna zdejmowana (burta), 3 — ściana czołowa zdejmowana lub odchylna, 4 — kłonicca, 5 — podciąg

d) platformy z podłogą płaską lub zagłębioną do przewozu ładunków ciężkich i bardzo dużych.

Rysunek 21 przedstawia platformę dwuosiową, której ściany mogą być zdejmowane. W tym celu słupki pośrednie ścian nie są przynitowane na stałe do wspornika ostoi, lecz są osadzone w gniazdach przymocowanych do obwodziny podłogowej i belki wspornikowej umieszczonej pod obwodziną. W celu łatwiejszego zdejmowania ścian mają one od strony podłogi wycięcie, w które mogą być założone drażki. Do podłogi przytwierdzone są w tym miejscu kółka, umożliwiające przymocowanie ładunku linami lub drutem.

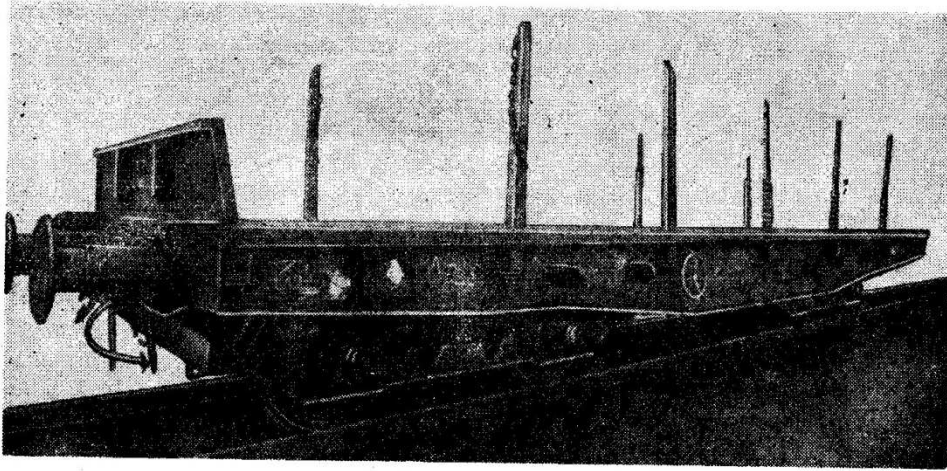
W gniazdach przymocowanych do obwodzin ścian oraz do obwodziny podłogowej i belki wspornikowej osadzone są kłonicce stalowe. Ściany boczne mają 6 kłonic, a ściany czołowe — po 2 kłonicce wykonane z kształtowników stalowych. Z uwagi na większy niż w węglarkach zestaw zestawów kołowych, ostojnice w platformach są wzmocnione podciągami.

Niektóre typy platform mają ściany odchylne. Kłonicce są zdjęte i umieszczone w skrzyniach pod podłogą wagonów. Odchylone ściany czołowe opierając się na zderzakach tworzą pomost między wagonami, co umożliwia przejazd ładowanych na platformy pojazdów z wagonu na wagon. Odchylone i oparte o ramę ściany boczne — po zdjęciu kłonic — umożliwiają wjazd pojazdów z boku wagonu.

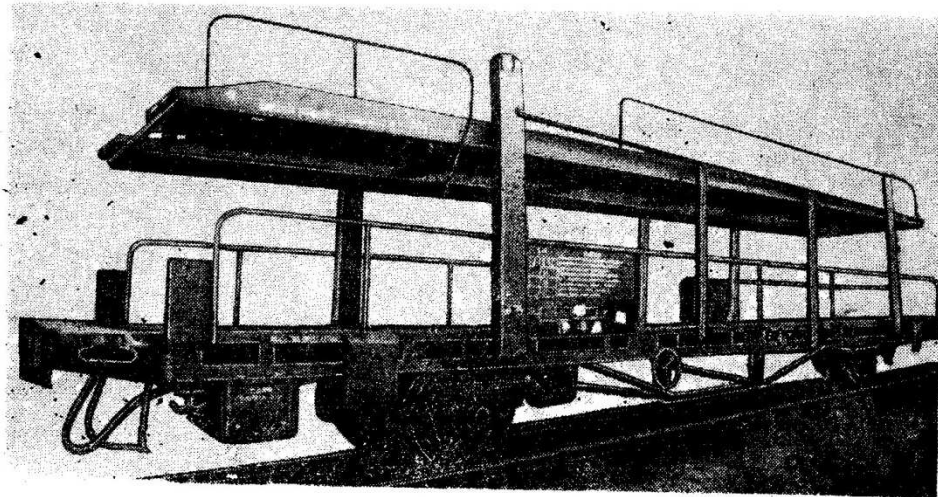
Platformy do przewozu szyn (rys. 22) oraz innych długich ładunków nie mają ścian bocznych i kłonic na

ścianach czołowych. Ściany czołowe są odemowane lub odchylne, a kłonicie stalowe umocowane na sworzniach mogą być również odchylne. Na końcach kłonic umocowane są ogniwa umożliwiające łączenie górnych końców kłonic łańcuchami lub wiązaniem z drutu. Do podłogi przymocowane są podkłady drewniane, na których spoczywa ładunek; łatwo może on być opasany linami lub łańcuchami. Platformy te służą również do przewozu szyn i wyrobów walcowanych długości do 40 m, ładowanych na dwu wagonach — po odchyleniu ścian czołowych i poręczy pomostu hamulcowego.

Opisane platformy służą również do przewozu dłużyc drewna (pni i bali), jeżeli długość drewna nie przekracza długości ładunkowej platformy.



Rys. 22. Platforma 4-osiowa do przewozu długich ładunków



Rys. 23. Platforma dwupoziomowa do przewozu samochodów

Wagony typu 401Z są budowane także jako węglarki lub jako platformy z niskimi ścianami.

Jeśli długość pni i bali przekracza długość ładunkową platform czterosiowych, stosowane są platformy dwuosiove z ławami pokrętnymi.

Platformy z ławami pokrętnymi używane są parami, przy czym pnie drewniane ładowane są na ławy pokrętne obu platform. Jeżeli długość ładunku przekracza długość obu platform, wstawia się między platformy z ławami pokrętnymi zwykłą platformę.

Do przewozu ciężkich pojazdów drogowych, jak koparki, walce drogowe, spychacze, oraz ciężkich odlewów o małej powierzchni podstawy i ładunków o ciężarze skupionym — stosowane są platformy cztero- i sześciosiowe o stosunkowo niewielkiej długości ładunkowej i mocnej ostoi. Wagony te nie mają ścian bocznych i czołowych. Po bokach platform umieszczone są kłonicy.

Do przewozu samochodów osobowych służą platformy mające 2 pomosty — dolny i górny (rys. 23), na których można umieścić 6 do 8 samochodów, zależnie od ich długości.

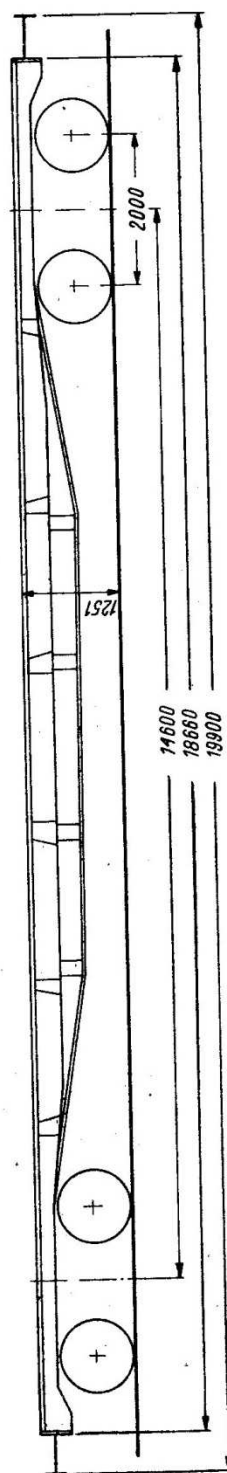
Do przewozu kontenerów stosuje się platformy specjalnej konstrukcji, bez ścian i podłóg, wyposażone w trzpienie mocujące kontener (rys. 24).

Wagony kontenerowe mogą być dwu- i czterosiove.

Charakterystyki platform używanych na PKP podaje tablica 4.

Do przewozu ładunków o bardzo dużych wymiarach lub bardzo ciężkich, jak transformatory, walczaki kotłów, duże zbiorniki, ciężkie maszyny itp., służą platformy o podłodze obniżonej poniżej wysokości zderzaków (rys. 25). Wagony te, zależnie od nośności i dopuszczalnego nacisku osi na szynę, mają odpowiednią liczbę osi umieszczonych w wózkach.

Urządzenie ciąglowe i zderzne w platformach mających więcej niż 8 osi są umieszczone na wózkach. Siły pociągowe i zderzne w tych wagonach są przenoszone przez czop skreću wózka i dlatego wagonów tych nie wolno odrzucać ani staczać z górtek rozrządowych.



Rys. 24. Platforma 4-osiowa do przewozu kontenerów

Charakterystyka platform PKP

Tablica 4

Platformy	Typ	Seria	Długość zderzakami [mm]	Największa szerokość wagonu [mm]	Rozstaw osi lub czopów skrzętów [mm]	Długość ładunkowa [mm]	Szerokość ładunkowa [mm]	Powierzchnia [m ²]	Masa własna wagonu [kg]	Największa dopuszczalna prędkość [km/h]	Granica obciążenia [ton]**				Liczba kłonic	Rok budowy
											S*	A	B	C		
Dwuosiołowe	2Z	K	14 340	2 884	8 000	12 960	2 640	34,2	11 500	80	20,0	24,0	24,0	24,0	2 · 6 ¹⁾ 2 · 2 ²⁾	1950
	4Z	K	14 340	3 030	8 000	12 960	2 640	34,2	12 440	80	20,0	24,0	24,0	2 · 6 ¹⁾ 2 · 2 ²⁾	1958	
	201Z	Ks	14 340	3 030	8 000	12 960	2 640	34,2	12 500	80	20,0	24,0	24,0	2 · 6 ¹⁾ 2 · 2 ²⁾	1961	
	203Z	Lekqs	14 340	—	8 000	13 100 12 960	2 260 ³⁾ 2 640 ⁴⁾	—	16 000	120	7,0 do przewozu samochodów				—	1967
Czterosiołowe	PPukh 511	R	19 600	2 960	12 800	18 080	2 580	46,6	24 350	80	39,5	40,0	40,0	2 · 8 ¹⁾ 2 · 2 ²⁾	1950	
	PPukhs	Rkmp	20 100	2 950	12 800	18 000	2 740	49,3	21 030	80	41,5	42,0	42,0	2 · 8	1943	
	PPyk- -203	Sp	10 740	3 100	6 150	9 500	3 150	29,0	16 000	80	48,0	52,0	52,0	2 · 4	1943	
	401Ze	Rumss	12 240	3 100	7 000	10 857	2 828	31,0	19 300	100	44,0	52,0	60,0	2 · 5	1968	
	412Z	Sqs	19 900	2 740	14 600	do przewozu kontenerów		—	22 000	100	S	44,0	52,0	58,0	—	1971
	48W	Sap	13 200	3 100	7 200	11 900	2 685 3 100	32,0 36,8	25 500	80	S	42,0	50,0	50,0	2 · 4	1949

* Wagon dostosowany do jazdy z prędkością 100 km/h. ** Na wagonach podaje się dotychczas granicę obciążenia w tonach zamiast w kilonutonach.
¹⁾ kłonic boczne; ²⁾ kłonic czolowe; ³⁾ pomost górny; ⁴⁾ pomost dolny.

Tablica 5

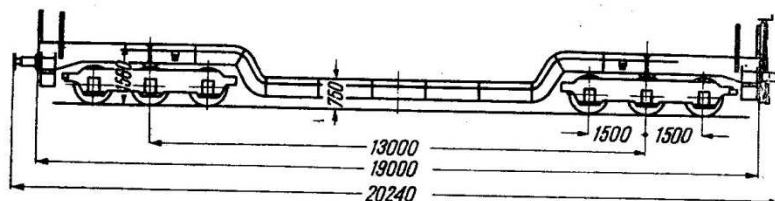
Charakterystyka platform z zagłębioną podlogą

Typ	Seria	Liczba osi	Liczba wózków	Długość zezderzakami [mm]	Największa szerokość zewnątrzna wagonu [mm]	Rozstaw osi lub czopów skrzętów [mm]	Rozstaw osi wózków [mm]	Długość ładunkowa [mm]	Szerokość ładunkowa [mm]	Powierzchnia ładunkowa [m ²]	Masa własna wagonu [kg]	Największa dopuszczalna prędkość [km/h]	Granica obciążenia [ton]**			Rok budowy	
													S*	A	B		C
404Z	Uais	4	2	20 260	2 850	14 000	—	9 000	2 830	—	28 500	100	S	35,5	40,0	—	1973
405Z	Uais	4	2	27 420	2 820	21 160	—	16 000	2 700	—	42 000	100	S	22,0	30,0	38,0	1973
16Z	Uai	6	2	20 240	3 000	13 000	—	7 000	3 000	21,0	41 000	80		54,0	66,0	70,0	1955
601Za	Uaai	8	4	24 930	2 420	17 000	3 250	9 040	2 420	21,9	69 500	80		58,5	74,5	93,0	1967
602Z	Uaai	8	4	23 240	2 900	15 410	3 250	7 500	2 900	21,75	47 500	80		82,0	98,0	114,0	1962
604Z	Uaai	8	4	23 258	2 970	14 370	3 250	7 000	2 970	21,0	57 500	80		71,0	87,0	90,0	1960
605Z	Uaais	8	2	24 780	2 800	15 900	—	8 500	2 700	23,4	54 000	100	S	74,0	90,0	106,0	1965
609Z	Uaais	8	2	24 860	2 750	13 200	—	8 500	2 750	23,4	60 000	100	S	68,0	84,0	100,0	1967
603Z	Uaai	16	4	37 010	—	22 000	6 126	9 000	2 140 do 3 100	—	110 000	80		148,0	178,0	210,0	1963
606Z	Uaai	16	4	28 510	3 070	13 500	6 126	—	—	—	93 000	80		166,0	198,0	230,0	1962

* Wagon dostosowany do jazdy z prędkością 100 km/h. ** Na wagonach podaje się dotychczas granicę obciążenia w tonach zamiast w kilotonach.

Charakterystyki platform z obniżoną podłogą konstrukcji i budowy polskiej podaje tablica 5.

Ładunki przewożone na platformach z obniżoną podłogą zazwyczaj przekraczają skrajnię taboru i dlatego wymagają przedsięwzięcia szczególnych środków ostrożności, jak np. uprzedniego sprawdzenia, czy mieszczą się w skrajni budowli na drodze przewozu, wstrzymania ruchu na sąsiednich torach, zmniejszenia prędkości jazdy pociągu, w składzie którego się znajdują, i innych.



Rys. 25. Platforma 6-osiowa z zagłębioną podłogą

3. Wagony zbiornikowe

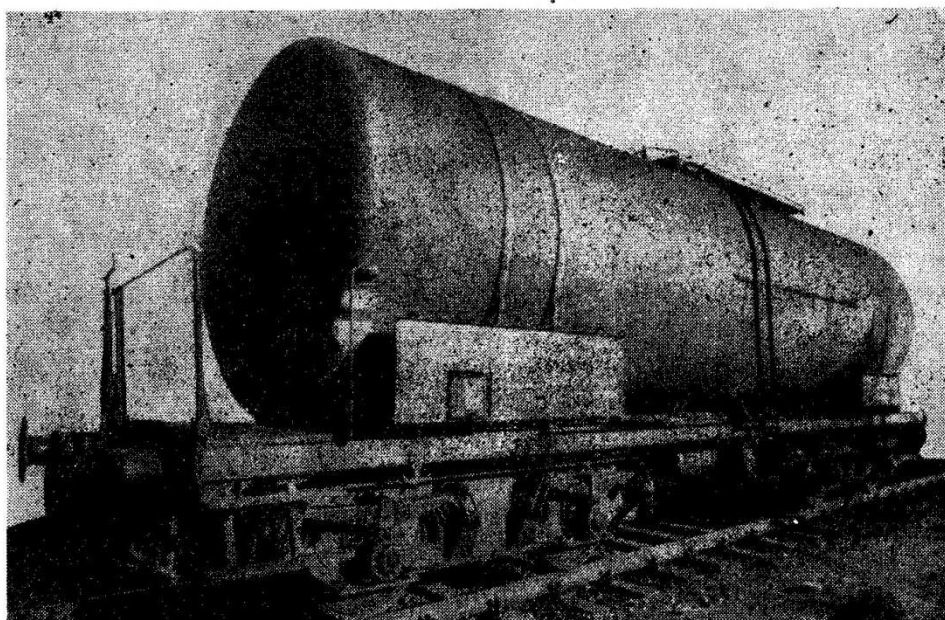
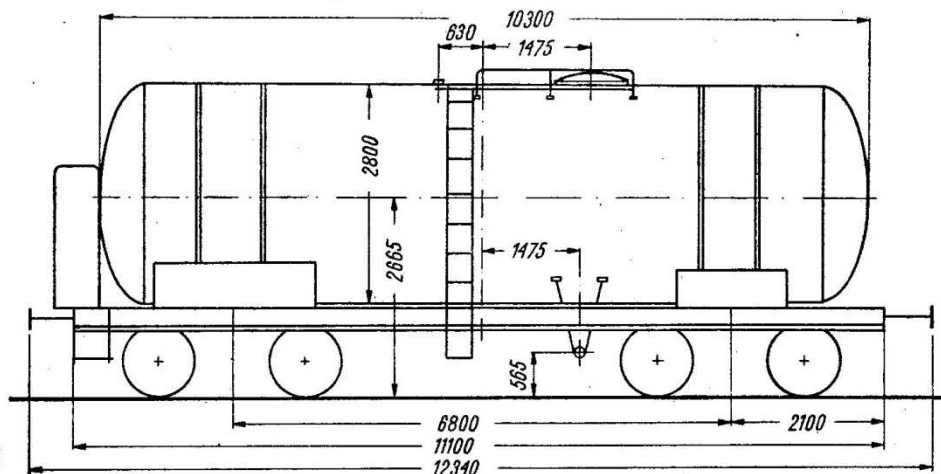
Wagony zbiornikowe są przeznaczone do przewozu cieczy, gazów i materiałów płynnych. Najliczniejszą grupę stanowią cysterny do przewozu benzyny, benzolu, ropy, melasy, smoły, kwasów itp. Do grupy tej należą również cysterny do przewozu gazu pod ciśnieniem. Do przewozu kwasów i cieczy żrących stosowane są także wagony garnkowe. Ładunki pyłowe, jak cement, pył węglowy, sadza, karbid, tlenek glinu, siarka itp., przewożone są wagonami ze zbiornikami lub wagonami specjalnie zbudowanymi do przewozu tego rodzaju ładunków.

Cysterna składa się z podwozia i nadwozia, którym jest nitowany lub spawany zbiornik w kształcie walczaka. Zbiornik umieszczony jest na siodłach przymocowanych do ostoi lub też na siodłach przynitowanych wprost do wózków (rys. 26). Zbiornik jest przymocowany do siodła śrubami lub opaskami taśmowymi.

Na zbiorniku umocowany jest właz i kołpak zamykany pokrywą, na której znajduje się zawór bezpieczeństwa i zawór odpowietrzający. Dojście obsługi do kołpaka umożliwiają drabinki i pomosty z poręczami ochronnymi. W dolnej części zbiornika znajduje się zawór spustowy. W celu zmniejszenia sił uderzeń masy cieczy przy nagłych zmianach prędkości zbiornik wewnątrz jest przegrodzony falochronami.

Napełnianie zbiornika odbywa się przez kołpak, a opróżnianie — przez wypompowanie górą albo otwarcie zaworu spustowego. W cysternach do przewozu cieczy krzepnących w niższych temperaturach (np. smoły pogazowej, olejów) umieszczone są węzownice ogrzewane parą, które podgrzewają ciecz i ułatwiają opróżnienie zbiornika.

W cysternach do przewozu cieczy łatwo zapalnych są stosowane urzą-



Rys. 26. Cysterna 4-osłowa do przewozu produktów ropy naftowej

dzenia zapobiegające powstawaniu pożaru, a więc siatki ogniochronne zapobiegające przedostawaniu się płomienia do wnętrza zbiornika i uziemienie cysterny jako zabezpieczenie przed wyładowaniami elektrycznymi.

Jako zabezpieczenie przed powstawaniem w cysternie nadmiernych ciśnień gazów wskutek parowania cieczy przy wyższych temperaturach stosuje się zawór bezpieczeństwa oraz izolowanie zbiorników lub też osłony z blachy malowane na biało, odbijające promienie słońca.

Charakterystyka cystern i wagonów garnkowych PKP

Tablica 6

Cysterny	Typ	Seria	Rodzaj ładunku	Długość ze zde- rzakami [mm]	Naj- większa szerokość kość wagonu [mm]	Rozstaw czopów skrzepów wózków [mm]	Rozstaw osi [mm]	Pojem- ność [m ³]	Masa własna [kg]	Naj- więk- sza do- pusz- czalna prę- kość [km/h]	Granica obciążenia [ton]			Rok bu- dowy
											S*	A	B	
Cysterny	4R/1	Uh	Ciekły chlor	8 540	3 122	—	4 500	13,0	14 100	80	15,0	15,0	1950	
	5R	Uh	Kwas siarkowy	8 540	2 700	—	4 500	12,4	9 800	80	22,0	22,0	1951	
	32R	Uhs	Stężony kwas azotowy	9 175	3 040	—	4 500	15,4	12 000	100	20,0	24,0 27,5	1959	
	201Ra	Uhs	Dwutlenek węgla w stanie ciekłym	10 100	2 950	—	5 400	23,2	16 500	100	15,5	19,5 23,0	1962	
	201Rb	Uh	Skroplony tlenek etylenu	10 100	2 950	—	5 400	23,2	15 200	80	15,5	18,0	1970	
	202Rb	Uhs	Dwutlenek siarki	10 100	2 850	—	5 400	19,5	13 700	100	13,5	22,5 23,0	1957	
	203R	Uhs	Fenol	10 100	3 050	—	5 400	21,7	13 500	100	17,8	21,5	1962	
	203Rb	Uhs	Stężony kwas azotowy	10 100	2 880	—	5 400	20,4	10 800	100	21,0	25,0 29,0	1966	
	203Rc	Uh	Kwasy tłuszczowe	10 100	2 880	—	5 400	20,4	13 000	100	21,0	25,0	1970	
	209R	Uhs	Chlorek siarki oraz trójchlorek fosforu	10 100	2 850	—	5 400	18,0	9 500	100	22,5	26,5 27,5	1970	
Cysterny osłowe	230 R	Uh	Produkty naftowe	10 000	3 050	—	5 400	27,0	13 000	80	19,0	23,0	1962	
	20R	Uah	Benzyna	12 025	3 000	6 450	1 800	63,4	20 000	80	44,0	45,5	1952	
	24R	Uah	Stężony kwas siarkowy	11 700	2 986	6 300	1 800	31,0	23 400	80	40,0	48,0 56,0	1957	
	25R	Uah	Stężony kwas azotowy	11 850	3 062	6 300	2 000	39,0	20 000	80	43,0	51,0 59,0	1956	
							do 2 210							

Dwuosiowe

Ciąg dalszy tablicy 6

28R	Uahs	Produkty naftowe	12 800	2 970	7 200	2 000	48,0	23 500	100	S	40,5	43,0	1957
29R	Uahs	Ropa	12 800	2 970	7 200	2 000	48,0	23 500	100	S	40,5	43,0	1957
401R	Uahs	Smolea	12 300	3 070	6 800	2 000	42,6	25 000	100	S	39,0	47,0 55,0	1962
401Ra	Uahs	Smolea, asfalt, pak	12 340	3 040	6 800	2 000	45,6	23 000	100	S	41,0	49,0 52,0	1965
402R	Uahs	Płynna siarka	12 340	3 040	6 800	2 000	28,7	26 000	100	S	38,0	46,0 54,0	1965
405R	Uahs	Butan, propan i inne węglowodory skroplone	12 340	2 950	6 800	2 000	47,9	33 900	100	S	24,5	24,5	1964
406Ra	Uahs	Produkty naftowe	12 340	3 040	6 800	2 000	61,2	22 800	100	S	41,0	49,0 57,0	1963
408R	Uahs	Stężony kwas siarkowy	12 340	3 040	6 800	2 000	34,8	21 400	100	S	42,6	50,6 58,6	1963
417Ra	Uahs	Skroplone węglowodory	18 040	3 058	11 200	2 000	108,0	38 000	100	S	26,0	34,0 42,0	1971
13S	Uh	Kwas solny	9 240	3 010	—	5 000	12,0	16 500	80		16,0	16,0	1958
207S	Uhs	Kwas solny	10 100	2 870	—	5 400	14,0	17 500	100	S	14,5	16,5	1968

Czterosiłowe

Dwusiłowe

• Wagon dostosowany do jazdy z prędkością 100 km/h. ** Na wagonach podaje się dotychczas granicę obciążenia w tonach zamiast w kilonutonach.

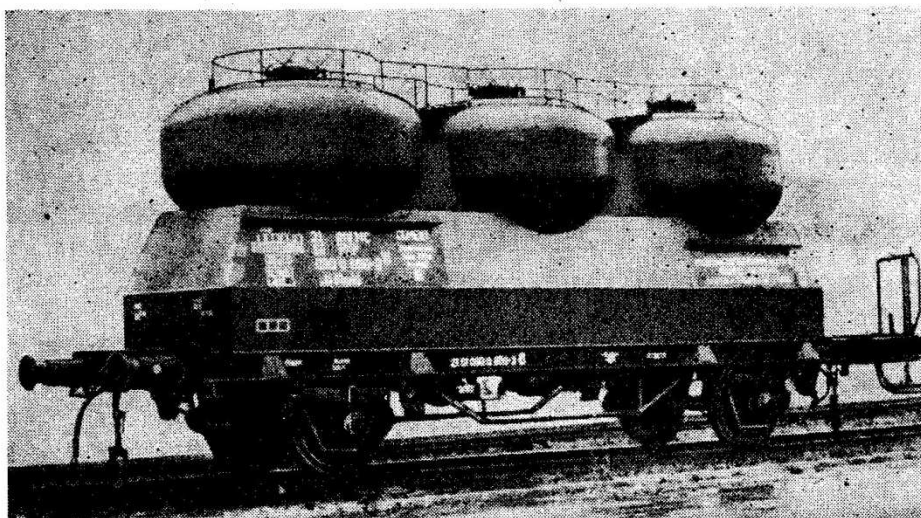
Obsługa cystern podczas przewozu, napełniania lub opróżniania musi zachować jak największą ostrożność przeciwpożarową. Po opróżnieniu zbiornika nie wolno oświetlać jego wnętrza otwartym płomieniem, gdyż grozi to wybuchem gazów, ani też nie wolno wchodzić do zbiornika — grozi to zatruciem.

Zbiorniki są wykonywane ze stali. Dla zwiększenia odporności na korozję stosuje się różne powłoki ochronne, a na działanie kwasów — stale kwasoodporne.

Nadwozie cysterny może stanowić jeden duży zbiornik lub też kilka mniejszych zbiorników albo butli połączonych przewodami.

Do przewozu niektórych cieczy żrących i kwasów używa się wagonów garnkowych. Garnki kamionkowe ustawiane są na podwoziu i odpowiednio zabezpieczone przed przesuwaniem się. Z uwagi na to, że garnki łatwo ulegają uszkodzeniu, przy przetaczaniu tych wagonów muszą być zachowane szczególne środki ostrożności. Wagony te są wyposażone w hamulec ręczny.

Rysunek 27 przedstawia wagon dwuosiowy do przewozu cementu luzem lub innych materiałów sproszkowanych. Zbiorniki opróżniane są za pomocą powietrza sprężonego, przy czym nie wolno przekroczyć ciśnienia podanego na zbiorniku.



Rys. 27. Wagon zbiornikowy do przewozu cementu luzem (typ CWL24)

Stosowane są ponadto inne specjalne wagony zbiornikowe, przystosowane do przewożonego materiału, jak wagony do przewozu sadzy, karbidu luzem, tlenku glinu, siarki kruszonej itp.

Charakterystyka cystern PKP jest podana w tabelicy 6, a wagonów do przewozu materiałów pyłowych i sproszkowanych — w tabelicy 7.

Tablica 7

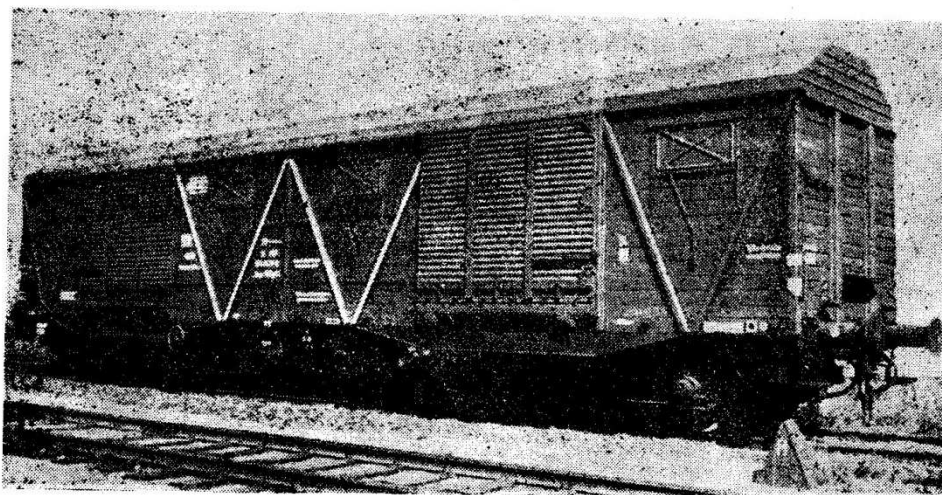
Charakterystyka wagonów PKP do przewozu ładunków pyłowych i sproszkowanych

Wagony	Typ	Seria	Rodzaj ładunku	Długość ze zde- rza- kami [mm]	Naj- większa szero- kość wago- nu [mm]	Rozstaw czopów skrę- tów [mm]	Rozstaw osi [mm]	Liczba zbiór- ników lub za- sobni- ków [m ³]	Pojem- ność zbiór- ników lub za- sobni- ków [m ³]	Masa wiasna wago- nu [kg]	Naj- większa dopu- szczalna przed- kość [km/h]	Granica obciążenia [ton] **			Rok bu- dowy
												S *	A	B	
Dwuosiowe	CWL-20	U	Cement luzem	11 080	2 900	—	5 700	3	16,5	14 000	80	18,0	22,0	26,0	1961
	CWL-24	U	Cement luzem	10 500	2 900	—	5 400	3	18,9	14 100	80	17,5	21,5	25,5	1962
	CWL-26	Us	Cement luzem	10 500	2 900	—	5 400	3	20,7	13 500	100	18,5	22,5	26,5	1965
	206S	Us	Soda luzem	12 340	3 100	—	8 200	3	42,0	16 000	100	16,0	20,0	24,0	1969
	216S	Us	Sadza luzem	10 580	2 960	—	6 800	2	49,0	12 600	100	19,4	23,4	27,3	1962
	401S	Uas	Karbid luzem	12 140	3 050	6 300	2 000	3	57,0	30 000	100	34,0	42,0	49,0	1964
	405S	Uas	Tlenek glinu	14 540	3 080	9 100	2 000	1	58,6	24 000	100	34,0	42,0	49,0	1967
	408S	Uas	Materiały sproszkowane	14 040	3 100	8 500	2 000	4	50,0	24 500	100	40,5	48,5	52,5	1968
	405Sa	Uas	Siaraka kruszona lub granulowana	12 040	3 120	6 600	2 000	1	51,0	19 000	100	40,5	48,5	52,5	1971
												S	45,0	53,0	61,0
											S	45,0	53,0	53,0	

* Wagon dostosowany do jazdy z prędkością 100 km/h. ** Na wagonach podaje się dotychczas granicę obciążenia w tonach zamiast w kilometrach

4. Wagony kryte

Wagony kryte (rys. 28) służą do przewozu ładunków wymagających ochrony przed deszczem, śniegiem i wiatrem, jak żywność (cukier, mąka, zboże), cement w workach, przesyłki w opakowaniu nietrwałym, przesyłki o dużej wartości itp. Wagon kryty składa się z podwozia i umieszczonego na nim pudła, w którego obu ścianach bocznych są otwory zamykane drzwiami suwanymi.



Rys. 28. Czteroosiowy wagon kryty (typ 401Ka, seria Gags)

Z uwagi na przeznaczenie wagony dzielą się na:

- a) wagony do przewozu ładunków ogólnych;
- b) wagony specjalne, jak izotermiczne, do przewozu nierogacizny, drobiu, z dachem odchylnym lub przesuwным, ścianami bocznymi przesuwnymi itp.

a. Wagony kryte typu normalnego

Konstrukcja podwozia wagonów krytych jest podobna do opisanej poprzednio konstrukcji podwozia wagonów węglarek. Natomiast konstrukcja nadwozia, czyli pudła, różni się znacznie.

Do ostojnic i czołownic wagonu przymocowane są słupki. Słupki boczne łączone są obwodzinami górnymi i dolnymi. W celu usztywnienia konstrukcji dwie pary słupków z każdej strony wagonu połączone są zastrzałami. Słupki, obwodziny, zastrzały i krokwie tworzą szkielet pudła, do którego przymocowane są deski tworzące poszycie pudła.

Deski ścian łączone są na wpust, co zapewnia szczelność pudła. Jest to ważny warunek eksploatacyjny, gdyż kolej odpowiada za uszkodzenia ładunków wskutek zamoczenia. Jako poszycie pudła stosowane są także

Tablica 8

Charakterystyka wagonów krytych PKP

Typ	Seria	Długość ze zderzakami [mm]	Największa szerokość [mm]	Rozstaw osi lub czopów skrzydeł [mm]	Długość ładunkowa [mm]	Szerokość ładunkowa [mm]	Powierzchnia ładunkowa [m ²]	Pojemność [m ³]	Masa własna wagonu [t]	Największa dopuszczalna prędkość [km/h]	Granica obciążenia [ton] ***				Rok budowy
											S* lub SS**	A	B	C	
75W	G	10 580	3 100	6 000	9 260	2 700	25,0	60	12 000	80	19,5	21,0			1950
14K	G	10 580	3 100	5 700	9 260	2 700	25,0	60	13 000	80	19,5	21,0			1955
23K	Ggs	10 580	3 100	5 700	9 260	2 710	25,0	63	12 200	100	20,0	24,0			1958
23K/1	Ggs	11 080	3 100	5 700	9 260	2 710	25,0	63	12 350	100	20,0	24,0			1969
23K-Rum	Ggs	10 580	3 100	5 700	9 260	2 710	25,0	63	12 200	100	20,0	24,0			1959
206K	Gs	10 540	2 980	5 700	9 334	2 710	25,0	63	12 800	100	19,0	23,0	27,0		1968
401Ka	Gagqr*	16 520	2 995	2 000 10 500	15 200	2 600	39,5	89,5	23 300	100	41,0	43,0	57,0		1964
201S/1	Hes ¹⁾	10 040	3 130	6 000	—	2 700	43,5	—	15 500	100	16,5	20,5			1959
6S	Hhrs ²⁾	10 580	3 100	5 700	9 260	2 710	25,0	63	12 900	100	19,0	23,9			1960
208S	Hhqrss ²⁾ Hhqr	10 580	2 980	5 700	9 260	2 710	25,0	63	14 000	100	18,0	22,0			1967
											SS**	18,0			

* Wagon dostosowany do jazdy z prędkością 100 km/h. ** Wagon dostosowany do jazdy z prędkością 120 km/h. *** Na wagonach podaje się dotychczas granicę obciążenia w tonach zamiast w kilotonach. 1) Wagon do przewozu nierogacizny; 2) Wagon do przewozu owoców i jarzyn.

płyty spilśnione lub z tworzyw sztucznych, a w nowszych typach wagonów poszycie szkieletu pudła stanowi blacha stalowa, pokryta od wewnątrz wykładziną drewnianą.

Podłoga wagonu jest wykonana z bali grubości 50 do 56 mm. Dach wagonu stanowi blacha stalowa ocynkowana grubości do 1 mm, przyspawana do krokwi stalowych.

W ścianach bocznych wagonu znajdują się drzwi suwane opierające się na rolkach, które toczą się po prowadnicy przymocowanej do obwodziny dolnej szkieletu. W wagonach czteroosiowych są po dwoje drzwi w każdej ścianie bocznej, a ich wymiary umożliwiają załadunek przesyłek wózkami widłowymi. Zabezpieczenie drzwi po zamknięciu uzyskuje się za pomocą obrotowego haka, wchodzącego w odpowiednio duże ucho zamka, oraz zaplombowanie. Hak ten umożliwia również umocowanie drzwi w stanie uchylonym. Drzwi mają urządzenie zabezpieczające przed nieumyślnym ich zamknięciem, np. wskutek najechania.

W każdej ścianie bocznej wagonu krytego znajdują się dwa otwory ładunkowe zamykane klapami, umożliwiające załadunek towarów sypkich (np. zboża), oraz dwa otwory wentylacyjne, zamykane żaluzjami.

Przy przewozie wagonami krytymi ładunków sypkich stosowane są specjalne zastawy, uszczelniające dodatkowo otwory drzwiowe, lub też drzwi innej konstrukcji, których szczelne przyleganie do ścian uzyskuje się za pomocą odpowiednich zamknięć dźwigniowych.

Wagony czteroosiowe o dużej powierzchni ładunkowej mogą mieć dodatkowe drzwi w ścianach czołowych, umożliwiające załadunek pojazdów lub większych ładunków na rampach czołowych.

Charakterystyki niektórych wagonów krytych PKP podane są w tabelicy 8.

b. Wagony kryte specjalne

Do wagonów krytych specjalnych zalicza się wagony do przewozu nierogaczyny oraz wagony do przewozu owoców i jarzyn.

Wagon do przewozu nierogaczyny ma dwa poziomy (dwie podłogi) i na każdym poziomie po dwoje drzwi. W ścianach bocznych wagonu umieszczone są otwory wentylacyjne oraz pojemniki na karmę, a pod wagonem — dwa zbiorniki ściekowe. W górnej części wagonu jest zbiornik na wodę do picia o pojemności około 450 l.

Wagony do przewozu owoców i jarzyn mogą kursować z prędkością 100 i 120 km/h. W każdej ścianie bocznej wagonu znajdują się drzwi. W celu zapewnienia odpowiedniej wentylacji w dolnej i górnej części ścian bocznych i czołowych znajdują się otwory wentylacyjne, a w dachu — wentylatory obrotowe. W górnej części ścian bocznych wagonu znajdują się otwory załadowcze. Wagon jest wyłożony dodatkowo podłogą ażurową. Ponadto ma on stałe zastawy drzwiowe z blachy.

Wagony tego typu kursują przeważnie w pociągach pasażerskich, dlatego też wyposażone są w przewody ogrzewcze parowe lub parowe i elektryczne.

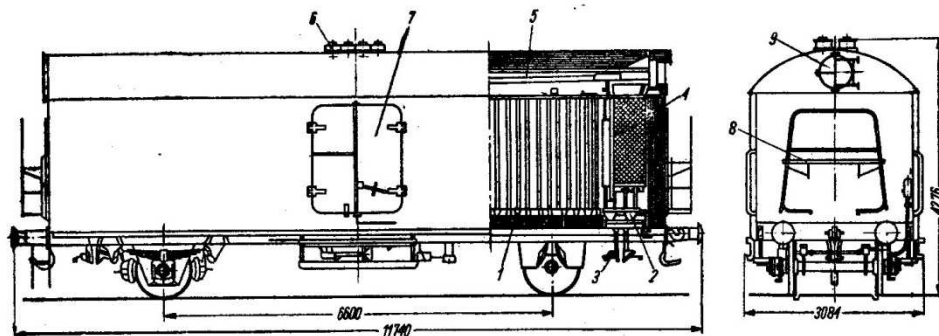
c. Wagony chłodnie i izotermiczne

Wagony chłodnie i izotermiczne służą do przewozu ładunków łatwo psujących się, jak mleko, piwo, ryby, owoce południowe itp., które dla zachowania świeżości powinny być przewożone w temperaturze obniżonej lub niezmiennej. Wagony chłodnie (rys. 29) służą również do przewozu owoców, mięsa, drobiu itp. w stanie zamrożonym.

W zależności od temperatury, jaką można uzyskać w wagonach chłodniach, dzielą się one na:

- a) wagony chłodnie zapewniające temperaturę obniżoną ($+4^{\circ}\text{C}$);
- b) wagony chłodnie zapewniające temperaturę niską (od 0°C do -20°C).

Obniżoną temperaturę w wagonie uzyskuje się za pomocą lodu naturalnego, lodu naturalnego z solą lub lodu suchego (bezwodnika kwasu węglowego w stanie stałym), a także za pomocą maszyn chłodniczych.



Rys. 29. Dwuosiowy wagon chłodnia (typ 202Lc)

1 — podłoga, 2 — wanna na wodę, 3 — rura do odprowadzania wody, 4 — zbiornik lodu wodnego, 5 — zbiornik lodu suchego, 6 — wentylator Flettnera, 7 — drzwi, 8 — pomost, 9 — otwór do ładowania lodu suchego

Obniżona temperatura utrzymuje się w wagonie dzięki dobrej izolacji ścian, dachu i podłogi oraz dokładnemu uszczelnieniu wszystkich drzwi i otworów, co utrudnia przenikanie ciepła z zewnątrz. Wagony chłodnie są z zewnątrz malowane na kolor biały.

Ładunek jest układany wprost na podłodze wagonu lub na półkach. Wagony do przewozu mięsa mają pod sufitem poprzeczki z hakami, na których zawieszają tusze mięsa, a na ścianach półki, na których układa się mięso. Taki sposób ładowania polepsza wykorzystanie wagonu, a ponadto przyspiesza obieg powietrza i tym samym polepsza proces chłodzenia mięsa w wagonie.

Wagony chłodnie utrzymujące temperaturę $+4^{\circ}\text{C}$ mają ściany gru-

bości około 150 mm. Zewnątrz i wewnątrz ściany mają poszycie z desek, między którymi znajdują się materiały izolacyjne. Wewnątrz wagony są wyłożone blachą ocynkowaną chroniącą ściany i podłogę przed przenikaniem wilgoci, która pogarsza właściwości izolacyjne wagonu.

Na ścianach czołowych wagonu są umocowane zbiorniki na lód. Zapas lodu wynosi 1400 do 2600 kg (wagony chłodnie odpowiadające przepisom UIC powinny mieć dwa zbiorniki lodu po 1250 kg, a więc zapas lodu powinien wynosić co najmniej 2500 kg). Jest on w drodze, w miarę topnienia, uzupełniany przez szczelnie zamykane otwory, znajdujące się w ścianach czołowych wagonu nad zbiornikami. Do odprowadzania wody z topniejącego lodu służą odwadniacze w podłodze wagonu.

Utrzymanie ładunków w stanie świeżym zapewniają wentylatoriki Flettnera umieszczone w dachu wagonu, uruchamiane przez pęd powietrza, bądź specjalne wentylatory elektryczne w wagonach z urządzeniami chłodzącymi. Wentylatory zasysają powietrze ze środka wagonu i doprowadzają je kanałami umieszczonymi pod sufitem do zbiorników z lodem. Powietrze po ochłodzeniu się wypływa ze zbiorników tuż nad podłogą i przepływa do środka wagonu. W ten sposób uzyskuje się stały obieg powietrza i obniżenie jego temperatury.

W opisanych wagonach można utrzymać temperaturę $+4^{\circ}\text{C}$ przy temperaturze zewnętrznej $+20^{\circ}\text{C}$ w ciągu 7 dni.

Wagony o niskiej temperaturze chłodzenia (od 0 do -20°C) do przewozu ładunków w stanie zamrożonym mają grubszą warstwę izolacji ścian niż wagony opisane poprzednio, wynoszącą do 300 mm. Dla ochrony wnętrza wagonu przed dopływem ciepłego powietrza w czasie naładunku i wyładunku wnętrza wagonu jest przedzielone na dwie części ścianą izolowaną; ponadto wagon ma przedsionek.

W wagonach tych stosuje się lód naturalny mieszany z solanką oraz lód suchy, który ma temperaturę własną -79°C , co umożliwia uzyskanie temperatury do -20°C i utrzymywanie jej przez okres 6 dni. Obniżenie temperatury następuje wskutek parowania lodu. Lód suchy ma nad lodem naturalnym tę przewagę, że ze stanu stałego przechodzi bezpośrednio w stan gazowy, nie pozostawia więc po wyparowaniu żadnych pozostałości, oraz że dwutlenek węgla zapobiega rozmnażaniu się bakterii.

Zamiast lodu naturalnego lub suchego do obniżania temperatury stosowane są maszyny chłodzące napędzane silnikami spalinowymi. Powietrze obiegające wagon jest kierowane wzdłuż elementów chłodzących. Urządzenia chłodzące są w osobnym przedziale na końcu wagonu.

Do przewożenia większych ilości ładunków w obniżonych temperaturach bywają stosowane także zespoły wagonów chłodni, w których jeden wagon, umieszczany zwykle w środku zespołu wagonów, jest wagonem maszynowym z urządzeniami chłodzącymi, obsługującymi cały zespół wagonów.

Charakterystykę niektórych typów wagonów chłodni PKP podaje tabela 9.

Wagony izotermiczne mają tylko ściany pudła izolowane, natomiast nie mają urządzeń chłodzących, wskutek czego jest w nich utrzymywana temperatura panująca w wagonie podczas ładowania przesyłek.

Wagony izotermiczne mogą być wyposażone także w urządzenia do ogrzewania. Wagony te, w odróżnieniu od zwykłych wagonów izotermicznych, wymagają dodatkowej obsługi w czasie przewozu.

Do przewozu ryb śniętych stosowane są wagony chłodnie uproszczonej budowy. Podobnie jak w normalnych chłodniach, ściany, podłoga i dach mają grubą izolację, natomiast nie ma w tych wagonach zbiorników z lodem. Lód znajduje się w koszach i skrzyniach, w których ładowane i przewożone są ryby. W celu zwiększenia efektu chłodzenia, zwłaszcza w czasie przewozu na duże odległości, wieszka się u sufitu na specjalnych hakach pakiety lodu suchego. Do przewozu ryb żywych służą wagony ze zbiornikami wody (basenami). Wagony te mają specjalne urządzenia do przewietrzania i butle z tlenem, który jest wprowadzany do wody.

Przewozy w wagonach chłodniach mają ważne znaczenie gospodarcze, gdyż chronią przed marnotrawstwem żywności. Dlatego przewozy te zasługują na szczególną uwagę. Trzeba przede wszystkim zapewnić należyty stan wagonów chłodni, zwłaszcza izolacji i części biegowych (aby wagony nie były wyłączane z ruchu), oraz prawidłowy załadunek przesyłek i uzupełnianie zapasu lodu w drodze. Bardzo ważne jest również, aby przed rozpoczęciem ładowania wewnątrz wagonu i ładunek były należycie ochłodzone.

Uzupełnianie lodu w wagonach powinno odbywać się sprawnie, aby maksymalnie ograniczyć dopływ ciepłego powietrza do wnętrza chłodni przez otwory ładunkowe. Ponadto wagony te powinny być włączane przede wszystkim do pociągów bezpośrednich, ze skróceniem do minimum postojów na stacjach, zwłaszcza w porze dziennej (na słońcu).

d. Wagony do przewozu wapna i kredy

Są to wagony o specjalnej konstrukcji, służące do przewozu ładunków wymagających ochrony przed wilgocią, jak wapno, kreda i soda. Na podwoziu umieszczone jest pudło z blachy stalowej z dachem dwuspadkowym; część dachu stanowią odchylny kłapy, ułatwiające wykonywanie czynności ładunkowych.

W celu zmniejszenia prac ładunkowych stosowane bywają także wapiarki, mające zamiast pudła dwa pojemniki — kubły (rys. 30), które mogą być wraz z zawartością przeładowane żurawiem na samochód ciężarowy.

Charakterystyka wagonów chłodni PKP

Tablica 9

Typ	Seria	Długość ze zdzierkami [mm]	Największa szerokość wagonu [mm]	Rozstaw osi [mm]	Powierzchnia ładunkowa przy chłodzeniu lodem		Pojemność ładunku przy chłodzeniu lodem		Masa własna wagonu [kg]	Największa dopuszczalna prędkość [km/h]	Granica obciążenia [ton] ***			Rok budowy
					wodnym [m ²]	suchym [m ²]	wodnym [m ³]	suchym [m ³]			A	B	C	
4L	Iqrs	11 740	6 863	6 600	21,7	24,3	41,0	45,9	18 500	100	S	13,5	16,5	1957
202Lc	Ibchqrs Ibchqrs	11 740	3 084	6 600	19,6	22,2	37,4	42,4	16 500	100 120	S	15,5	19,5	1966
											SS**	15,5		

* Wagon dostosowany do jazdy z prędkością 100 km/h. ** Wagon dostosowany do jazdy z prędkością 120 km/h. *** Na wagonach podaje się dotychczas granicę obciążenia w tonach zamiast w kilotonach.

Charakterystyka wagonów wapiarek PKP

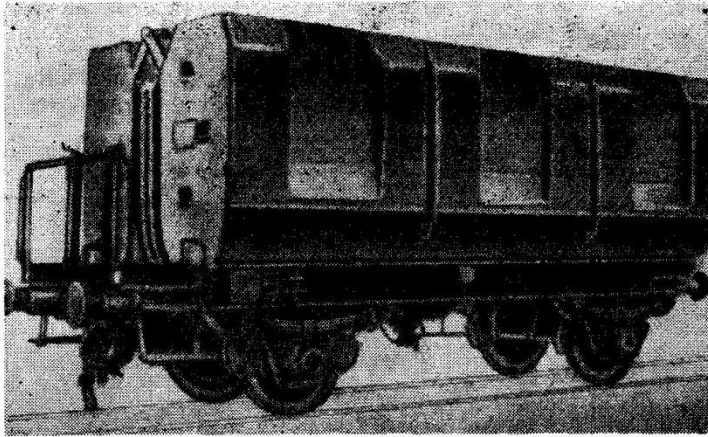
Tablica 10

Typ	Seria	Długość ze zdzierkami [mm]	Największa szerokość wagonu [mm]	Rozstaw osi [mm]	Długość ładunkowa [mm]	Szerokość ładunkowa [mm]	Powierzchnia [m ²]	Pojemność [m ³]	Masa własna [kg]	Największa dopuszczalna prędkość [km/h]	Granica obciążenia [ton] *			Rok budowy
											A	B	C	
10S	T	9 300	3 040	5 000	7 990	2 810	22	27,5	12 200	80	A	20,0	21,0	1956
205S	T	9 240	3 040	5 000	7 990	2 810	22,45	32,9	11 500	80	A	20,5	24,5	1966
42WP/ /1	F	8 000	2 910	4 000	wagon kubiowy			2-9 18	12 800	70		15,0		1965
43WP	F	7 990	2 912	4 000	wagon kubiowy			2-9 18	12 800	50		15,0		1961
42WP	F	8 000	2 912	4 000	wagon kubiowy			2-11,1 22,2	11 400	70	A	20,6	24,6	1961

* Na wagonach podaje się dotychczas granicę obciążenia w tonach zamiast w kilotonach.

żarowy, a na miejscu wyładunku opróżnione przez wywrócenie. W tym celu kubły mają ucha umożliwiające łatwe zaczepienie haków żurawia.

Charakterystyki wagonów wapiarek na PKP zawiera tablica 10.



Rys. 30. Dwuosiowy wagon kubłowy do przewozu wapna

e. Wagony z przesuwными dachami lub ścianami bocznymi

Wagonem mającym zalety wagonów krytych i wagonów niekrytych jest wagon z dachem przesuwным, złożonym z dwu części, które mogą być przesuwane jedna na drugą. Po odsunięciu połowy dachu można do odkrytej części wagonu w sposób łatwy załadować żurawiem takie ładunki, których nie można załadować do wagonu krytego. Po przesunięciu obu połówek na drugą stronę wagonu, można uczynić to samo w drugiej części wagonu.

Spotykane są także inne rozwiązania, np. wagony z dachem składanym lub zwijanym.

Temu samemu celowi służą wagony kryte ze ścianami przesuwными, w których przesunięcie połowy ściany bocznej na drugą ułatwia załadowanie przesyłek długich lub przestrzennych za pomocą widłowych wózków podnośnikowych.

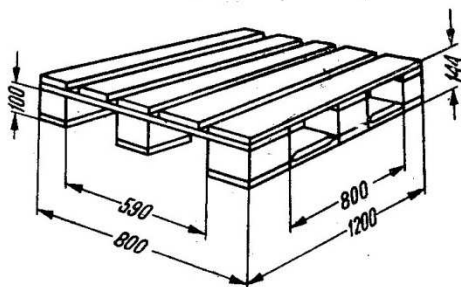
5. Palety i kontenery

W celu ułatwienia prac ładunkowych oraz przyspieszenia dostawy ładunków od dostawcy wprost do odbiorcy stosuje się w coraz szerszym zakresie palety oraz kontenery.

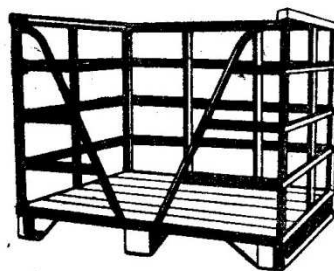
Palety dzielą się na płaskie (rys. 31) i skrzyniowe (rys. 32). Palety płaskie używane są do ładunków umożliwiających ich układanie, jak kartony, worki, skrzynki, a więc do ładunków w jednorodnym

opakowaniu, natomiast palety skrzynkowe używane są do przesyłek w różnym opakowaniu.

Kontenery (nazywane także pojemnikami) są to skrzynie różnej konstrukcji i wymiarów, służące do przewozu większej liczby sztuk przesyłek przeważnie jednorodnych (rys. 33). Stosowanie kontenerów ma na celu usprawnienie przewozu i przeładunku oraz ochronę przesyłek w czasie transportu różnymi środkami przewozowymi, jak wagon, samochód, statek żeglugi rzecznej lub morskiej.



Rys. 31. Paleta ładunkowa płaska

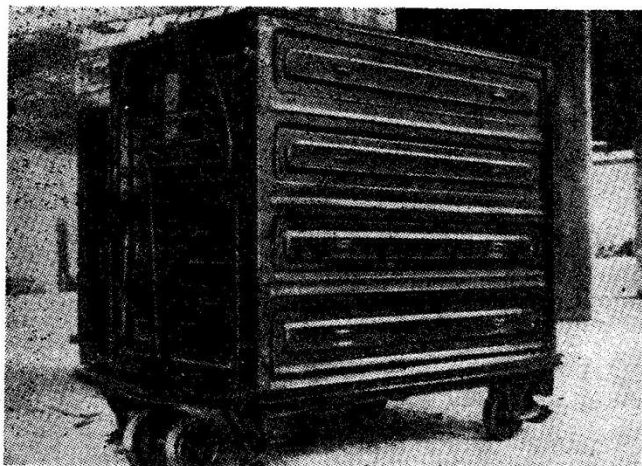


Rys. 32. Paleta ładunkowa skrzyniowa

Kontenery małe są przewożone zazwyczaj w wagonach krytych, mogą jednak być przewożone także w węglarkach lub na platformach.

W ostatnich latach stosowane są w coraz szerszym zakresie kontenery duże, o masie 10, 20 i więcej ton (rys. 34), wymagające odpowiednich urządzeń przeładunkowych i innego niż dotychczas procesu technologicznego przewozu.

Ponieważ wymiary i masy własne kontenerów rzutują na charakterystykę techniczną pojazdów (wagonów, samochodów, statków), kontenery



Rys. 33
Kontener mały

zostały znormalizowane w skali międzynarodowej. Wymiary kontenerów znormalizowanych przez ISO i RWPG podaje tablica 11.

Kontenery o masie brutto 2,5 i 5 ton należą do grupy kontenerów średnich, a o masie 10 do 40 tón — do grupy kontenerów wielkich.

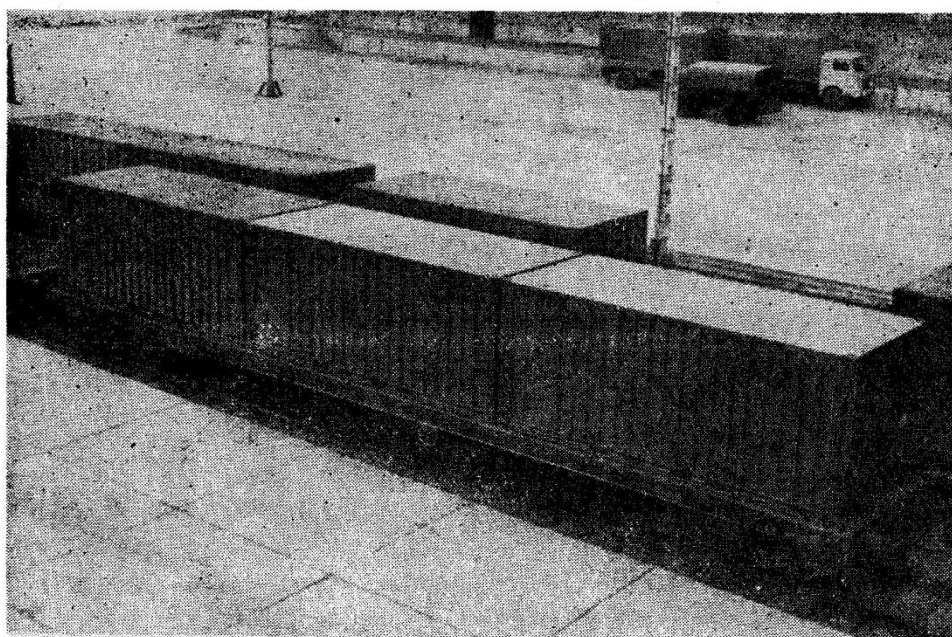
Oprócz wymiarów kontenerów znormalizowane zostały również ich naroża, umożliwiające w sposób jednolity umocowywanie kontenerów na wagonach oraz zawieszanie na urządzeniach dźwigowych.

Kontenery mogą mieć różne rozwiązania konstrukcyjne, ułatwiające ich za- i wyladowywanie. Mają więc drzwi czołowe lub boczne, mogą

Tablica 11

Wymiary kontenerów znormalizowanych

Typ kontenera	Masa brutto [ton]	Pojemność ładunkowa [m ³]	Wymiary zewnętrzne [mm]			Uwagi
			długość	szerokość	wysokość	
UUK-2,5	2,5	—	2100	1350	2400	Według RWPG
UUK-5	5,0	—	2650	2100	2400	
5	5,0	—	1460	2435	2435	Według ISO
7	7,0	—	1965	2435	2435	
10	10,0	14,0	2990	2435	2435	
20	20,0	30,0	6055	2435	2435	
30	30,0	48,7	9125	2435	2435	
40	40,0	63,0	12190	2435	2435	

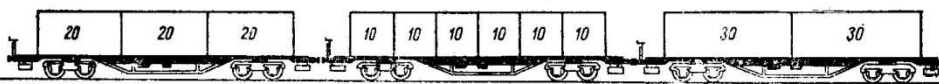


Rys. 34. Kontenery duże

mieć otwierany dach i drzwi czołowe, mogą też być wykonane jako kontenery do przewozu cieczy lub ładunków sypkich oraz jako kontenery chłodnie.

Rozwój kontenerów doprowadził do oddzielenia pudła wagonu od podwozia. Zmienne — odpowiednio do rodzaju ładunku — stają się kontenery, tj. same pudła, a nie całe wagony wraz z podwoziami. Przy bardzo krótkim czasie załadunku kontenerów na wagon lub wyładunku kontenerów (skrzyni z ładunkiem) z wagonu platforma-podwozie może być natychmiast wykorzystana do wykonania pracy przewozowej, a czas niezbędny na załadunek ładunków do kontenera lub wyładunek ładunku z kontenera odnosi się tylko do pudła, tj. kontenera.

Na rysunku 35 pokazano jeden ze sposobów rozmieszczenia kontenerów na platformach kolejowych.



Rys. 35. Schemat rozmieszczenia kontenerów na platformach

6. Wagony techniczno-gospodarcze

Wagony techniczno-gospodarcze stanowią osobną grupę wagonów dostosowanych do wykonywania najróżniejszych zadań związanych z utrzymaniem toru i urządzeń kolejowych. Do grupy tej należą m.in. wagony pociągów ratunkowych, przeciwpożarowych, do przewozu szyn spawanych długości ponad 200 m, do przewozu kompletnych rozjazdów, wagony pociągów zmechanizowanych robót torowych, wagony tarowe, pogotowi wodociągowych, wagony do rewizji sieci trakcyjnej na liniach zelektryfikowanych i inne.

Osobną grupę stanowią pojazdy nie będące wagonami, jak pługi odśnieżne i różne żurawie jezdne.

W celu usuwania skutków wypadków kolejowych, na określonych stacjach (w lokomotywniach) stacjonowane są pociągi ratunkowe, w skład których przeważnie wchodzi: wagon dla drużyny ratunkowej, jeden lub dwa wagony narzędziowe i żuraw techniczny. Dla szybkiego dojazdu do miejsc wypadku i niesienia pierwszej pomocy stosowane są również samochody ciężarowe z niezbędnym wyposażeniem ratunkowym do jazdy po drogach kołowych, terenie i po torach kolejowych.

Wagon przeznaczony dla drużyny ratunkowej jest zwykle przystosowanym do tego celu wagonem osobowym, w którym mieści się magazyn odzieży specjalnej (płaszczki nieprzemakalne, kożuchy, buty filcowe itp.), kuchnia oraz pomieszczenia dla pracowników i spożywania posiłków.

Wagon narzędziowy jest zwykle czteroosiowym wagonem krytym, w którym mieszczą się narzędzia i urządzenia służące do podnoszenia

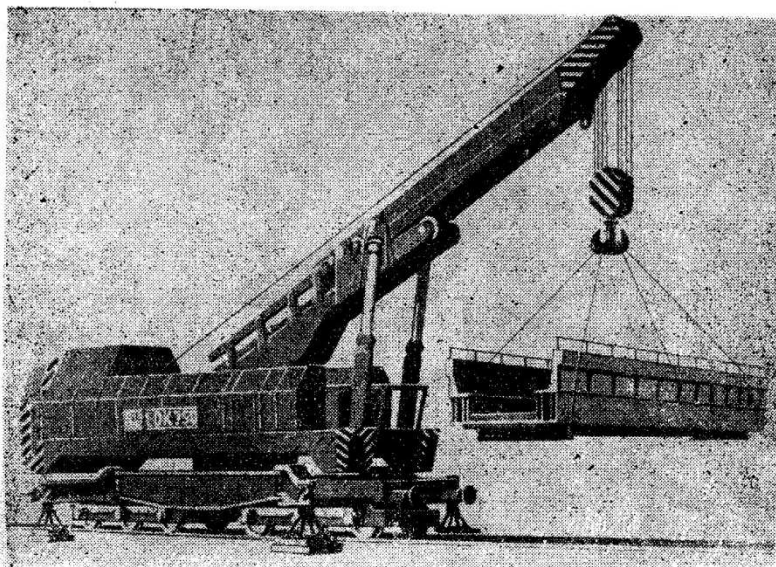
taboru, jak narzędzia ślusarskie, butle z tlenem i acetylenem do cięcia, łomy, topory, łopaty, kilofy, lampy ręczne, liny, łańcuchy, klocki i bale drewniane, podnośniki ręczne i hydrauliczne, części zapasowe taboru. Do oświetlenia miejsca wypadku w nocy wagon ma zwykle własny spalinowy agregat oświetleniowy z odpowiednią liczbą lamp elektrycznych i dostateczną długością kabla bądź też lampy karbidowe (tzw. „słońca”).

Drugi wagon narzędziowy zawiera zwykle sprzęt służby drogowej, a więc młoty, kilofy, łopaty, piły do szyn, podkłady, szyny, złączki, śruby itp.

W skład pociągu ratunkowego wchodzi zwykle żuraw ratunkowy na platformie (rys. 36) z napędem spalinowym lub parowym. Udźwig tych żurawi wynosi 130 ton, a wysięg — do 18 m. Żuraw taki może podnieść lokomotywę lub ciężki wagon towarowy i ustawić na torze. Żurawie te mają przeważnie ograniczoną prędkość jazdy (do 50 km/h) i dlatego zwykle są wysyłane na miejsce wypadku w drugiej kolejności, po pociągu ratunkowym.

Na sieci kolejowej zainstalowana jest znaczna liczba urządzeń do ważenia wagonów. Urządzenia te podlegają okresowemu sprawdzeniu pod względem prawidłowości działania i wskazań. Do tego celu służą wagony tarowe, połączone zwykle z wagonami pomocniczymi.

Do oczyszczania linii kolejowych ze śniegu i zasp służą pługi odśnieżne. Najprostsze pługi powstały z przebudowanych tendrów, do których z przodu dobudowano lemieszce zgarniające śnieg na obie strony toru. Pług te mogą jednak być wykorzystane do lżejszej pracy, gdy po-



Rys. 36. Żuraw ratunkowy przystosowany do pracy pod siecią trakcyjną

krywa śnieżna nie jest zbyt gruba. Na liniach, na których opady śnieżne są duże lub też powstają wielkie zasypy śnieżne, używane są pługi wirowe o dużej wydajności lub inny sprzęt specjalny.

7. Wyposażenie wagonów towarowych

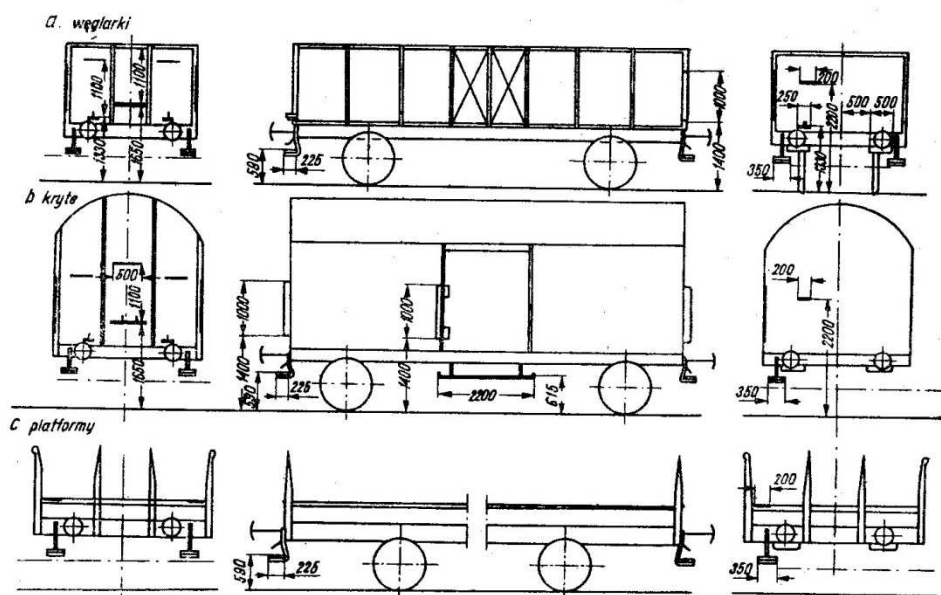
Wyposażenie wagonów dzielimy na wewnętrzne i zewnętrzne.

Wyposażenie wewnętrzne wagonów krytych stanowią zastawy i ich prowadnice, kółka na ścianach bocznych służące do wiązania przewożonych dużych zwierząt (koni, bydła) oraz listwy na ścianach bocznych do mocowania wyposażenia wagonu przy przewozach specjalnych.

Wagony chłodnie są wyposażone w haki do zawieszania tuszy mięsa, kraty układane na podłodze, wentylatory, a wagony specjalne — jak owocarki lub świniarki — są wyposażone w koryta, poidła, dodatkowe otwory wentylacyjne i inne.

Bardzo ważne znaczenie dla prawidłowej eksploatacji wagonów mają urządzenia zewnętrzne. Każdy wagon towarowy zgodnie z warunkami technicznymi UIC powinien być wyposażony w:

- wsporniki do umieszczenia sygnałów końcowych pociągu;
- uchwyty dla spinaczy, znajdujące się pod czołownicą;
- stopnie i uchwyty dla manewrowych (rys. 37);
- ramkę do nalepek;
- haki holownicze na ostojnicach w pobliżu czołownic;
- blachy odiskierne nad kołami, na które działają klocki hamulcowe.



Rys. 37. Rozmieszczenie stopni i uchwytów na wagonach
a — węglarkach, b — krytych, c — platformach

Wagony kryte z otworami ładunkowymi na dachu, wagony z otwieranym dachem oraz cysterny z urządzeniami na zbiorniku są wyposażone w drabinki umożliwiające wejście na dach oraz odpowiednie pomosty. Wagony węglarki z wysokimi ścianami powinny mieć na ścianie czołowej stopnie i uchwyty, aby można było zajrzeć do skrzyni ładunkowej. Ponadto wagony węglarki i platformy powinny mieć na zewnętrznych podłużnicach ostoi specjalne oczka do mocowania opon i plandek.

8. Numeracja, oznaczenia i napisy na wagonach towarowych

Warunkiem prowadzenia gospodarki taborem wagonów towarowych jest zapewnienie ich identyfikowania przez odpowiednie oznakowanie, tzn. umieszczenie na wagonach symboli i liczb, które oznaczają: zarząd będący właścicielem wagonu, rodzaj oraz cechy konstrukcyjne i eksploatacyjne wagonu, numer inwentarzowy, dane o terminach napraw okresowych itp.

Na kolejach europejskich obowiązuje jednolity sposób oznaczania cyfrowego i literowego wagonów, ustalony przez obie europejskie międzynarodowe organizacje kolejowe UIC i OSZD. Przyjęcie sposobu cyfrowego znakowania wynikało z konieczności usprawnienia rozrachunku ilościowego wagonów i rozliczeń finansowych za ich użytkowanie w ruchu międzynarodowym, co jest możliwe tylko za pomocą matematycznych maszyn cyfrowych. Ponadto oznaczenia cyfrowe przyjęto z uwagi na zamierzone w najbliższej przyszłości stosowanie urządzeń do samoczynnego odczytywania i rejestrowania numerów wagonów w jadących pociągach, tzw. automatycznej identyfikacji wagonów (AIW). System AIW ma także na celu umożliwienie zastosowania elektronicznej techniki obliczeniowej do operatywnego kierowania procesami przewozowymi i prowadzenia prawidłowej gospodarki wagonami.

Jak wspomniano, oznaczenie wagonów jest dwojakie — cyfrowe i literowe, przy czym w obu sposobach oznaczenia są ujęte:

- a) system wymiany w ruchu międzynarodowym;
- b) zarząd kolejowy będący właścicielem;
- c) rodzaj, typ i seria wagonu;
- d) kolejny numer wagonu w danej serii.

Przewidziane są następujące dwa schematy oznaczania:

- 1) w razie gdy istnieje dostatecznie duża płaszczyzna, na której można umieścić napis na ścianach wagonu

02 RIV OPW

51 PKP

147 5006—7

Ggs (Kddet)

- 2) w razie gdy brak jest miejsca na napis według pierwszego schematu, np. na ostojnicach

21 51 384 6029—4
RIV MC PKP Rkmp (PPuks)

Oznaczenie wagonu stanowi 12-cyfrowy numer inwentarzowy oraz oznaczenie literowe. W okresie przejściowym stosowano również — oprócz oznaczenia literowego nowego — w nawiasach oznaczenie literowe stare.

Numer inwentarzowy składa się z pięciu grup cyfrowych, przy czym:

- pierwsza grupa dwucyfrowa (1 i 2 cyfra numeru) określa system wymiany w ruchu międzynarodowym;
 - druga grupa dwucyfrowa (3 i 4 cyfra numeru) oznacza zarząd kolejowy będący właścicielem wagonu lub zarząd, który włączył dany wagon do taboru;
 - trzecia grupa trzycyfrowa (5, 6 i 7 cyfra numeru) oznacza rodzaj, typ i serię wagonu, przy czym 5 cyfra określa rodzaj i typ wagonu, a 6 i 7 cyfra — jego cechy eksploatacyjne;
 - czwarta grupa czterocyfrowa (8, 9, 10 i 11 cyfra numeru) oznacza kolejny numer wagonu w danej serii;
 - piąta grupa jednocyfrowa, oddzielona od poprzednich grup kreską, jest cyfrą samokontroli przy obliczeniach na maszynach matematycznych. Pierwsza grupa cyfr może występować w następujących układach i znaczeniach:
- 01 — wagon przeznaczony do komunikacji międzynarodowej w systemie RIV i OPW po torach szerokości 1435 mm;
 - 02 — wagon przeznaczony do komunikacji międzynarodowej w systemie RIV i OPW oraz przystosowany do wymiany zestawów kołowych z toru szerokości 1435 mm na tor szerokości 1524 mm;
 - 11 — wagon na wózkach, o ładowności 40 ton i większej, przeznaczony do komunikacji międzynarodowej w systemie RIV i OPW według stawek specjalnych, po torze szerokości 1435 mm;
 - 20 — wagon przeznaczony wyłącznie do komunikacji wewnętrznej;
 - 21 — wagon przeznaczony do komunikacji międzynarodowej w systemie RIV i MC według stawek normalnych, po torze szerokości 1435 mm;
 - 22 — wagon przeznaczony do komunikacji międzynarodowej w systemie RIV i MC według stawek normalnych, przystosowany do wymiany zestawów kołowych z toru szerokości 1435 mm na tor szerokości 1524 mm i odwrotnie;
 - 30 — wagon przeznaczony do potrzeb wewnętrznych kolei;
 - 31 — wagon na wózkach, o ładowności 40 ton i większej, przeznaczony do komunikacji międzynarodowej w systemie RIV i MC według stawek specjalnych, po torze szerokości 1435 mm.

Druga grupa cyfr oznacza zarząd kolejowy, który jest właścicielem wagonu lub który włączył wagon do swego taboru. Ogółem ustalono 42 grupy cyfr oznaczające zarządy kolejowe. W tablicy 12 podano symbole literowe i cyfrowe zarządów kolejowych, których wagony najczęściej spotyka się na sieci PKP.

Tablica 12

Symbole literowe i cyfrowe niektórych kolei

Koleje	Symbol literowy	Symbol cyfrowy	Koleje	Symbol literowy	Symbol cyfrowy
Koleje ZSRR	SZD	20	Koleje szwedzkie	SJ	74
Koleje NRD	DR	50	Koleje norweskie	NSB	76
Polskie Koleje Państwowe	PKP	51	Koleje RFN	DB	80
Koleje bułgarskie	BDŽ	52	Koleje austriackie	ÖBB	81
Koleje rumuńskie	CFR	53	Koleje włoskie	FS	83
Koleje czechosłowackie	ČSD	54	Koleje holenderskie	NS	84
Koleje węgierskie	MAV	55	Koleje szwajcarskie	CFF/SBB	85
Koleje brytyjskie	BR	70	Koleje duńskie	DSB	86
Koleje hiszpańskie	RENFE	71	Koleje francuskie	SNCF	87
Koleje jugosłowiańskie	JŽ	72	Koleje belgijskie	SNCB	89

W trzeciej grupie cyfr (obejmującej 5, 6 i 7 cyfrę numeru inwentarzowego) piąta cyfra numeru (pierwsza w tej grupie) oznacza rodzaj i typ wagonu, a następne dwie (6 i 7 cyfra numeru) oznaczają jego cechy eksploatacyjne.

Oznaczeniu cyfrowemu tej grupy cyfr odpowiada oznaczenie literowe, przy czym pierwszym cyfrowym tej grupy (a więc piątym cyfrowym numeru) odpowiadają litery duże, a drugim i trzecim cyfrowym grupy (szóstym i siódmym cyfrowym numerów inwentarzowych) odpowiadają litery małe alfabetu łacińskiego. Znaczenie pierwszych cyfr grupy i dużych liter podaje tablica 13.

Wagony niekolejowe włączone do taboru oznacza się zerem jako piątą cyfrę numeru (pierwsza cyfra trzeciej grupy) i przez dodanie litery P (w ramce) za cyfrą samokontroli. Przy tym oznaczeniu dopiero 6 i 7 cyfra oznaczają rodzaj lub typ wagonu. Oznaczenie wagonu niekolejowego, włączonego do taboru PKP, może być następujące:

20—

51

066 1925—2 [P]

Fad

Jest to węglarka typu specjalnego, niekolejowa, włączona do taboru PKP, przeznaczona tylko do ruchu wewnętrznego, o kolejnym numerze w tej serii 1925 i cyfrze samokontroli —2.

Tablica 13

**Znaczenie pierwszych cyfr trzeciej grupy i dużych liter
w oznaczeniu wagonów towarowych**

Oznaczenie cyfrowe	Oznaczenie literowe	Rodzaj wagonu
1	G	Wagon kryty typu normalnego
2	H	Wagon kryty typu specjalnego
3	K	Wagon platforma typu normalnego
	O	Wagon węglarko-platforma
	R	Wagon platforma typu normalnego na wózkach
4	L	Wagon platforma typu specjalnego na osiach
	S	Wagon platforma typu specjalnego na wózkach
5	E	Węglarka typu normalnego
	T	Jak wyżej — z odchylnym dachem
6	F	Węglarka typu specjalnego
7	Uh	Wagon cysterna
8	I	Wagon chłodnia
9	U	Wagon specjalny

Do oznaczenia danych eksploatacyjnych i technicznych używa się małych liter alfabetu od a do s, bez liter mogących powodować pomyłki, a więc bez litery j (którą mogłaby być odczytywana jako litera i) oraz litery n zastąpionej przez litery mm. Znaczenie niektórych małych liter podano przykładowo w tablicy 14.

Znając znaczenie liter małych i dużych można odczytać, że wagon serii Ibcqrss oznacza wagon chłodnię (duża litera I) o powierzchni ładunkowej powyżej 20 m² (litera b), mający haki na mięso (litera c), przewód ogrzewania elektrycznego (litera q) oraz przewód ogrzewania parowego (litera r) i mogący kursować z prędkością 120 km/h (litery ss).

**Znaczenie niektórych małych liter
umieszczanych na wagonach towarowych PKP**

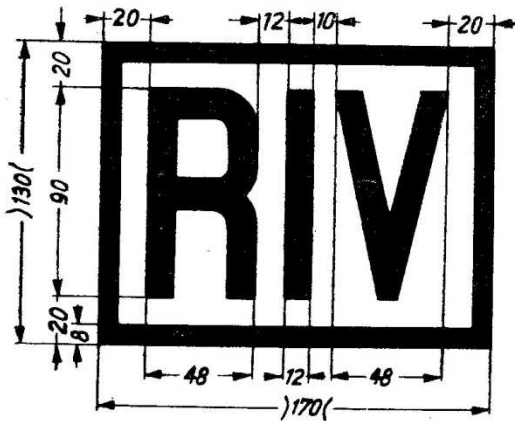
Symbol literowy	Znaczenie symbolu	Stosuje się na wagonach
a	Wagon na wózkach	Wszystkie serie oprócz S i U
	wagon 4-, 6-, 8-, i więcejosiowy	S i U
b	pojemność 70 m ³ i większa	H
	długie kłonicie	K, R
	powierzchnia ładunkowa 22 m ² i większa	I
c	drzwi w ścianach szczytowych	H
	ławy skrajne	L, S
	haki na mięso	I
d	wyładunek samoczynny	F
	do przewozu ryb	I
k	granica obciążenia < 20 ton w wagonach na osiach i < 40 ton w wagonach na wózkach	wszystkie serie oprócz I
	granica obciążenia 15 ton	I
p	bez ścian	K, R, L, S
r	przewód ogrzewania parowego	wszystkie serie
q	przewód ogrzewania elektrycznego	wszystkie serie
s	prędkość do 100 km/h	wszystkie serie
ss	prędkość do 120 km/h	wszystkie serie

Są to ogólne zasady oznaczania wagonów towarowych — szczegółowe objaśnienia oznaczeń cyfrowych i literowych są ujęte w przepisach o znakowaniu wagonów.

Oprócz cech, oznaczenia serii i numeru inwentarzowego, na wagonach towarowych są umieszczone napisy i znaki umowne, wynikające z obowiązujących przepisów PKP i postanowień międzynarodowych (RIV i OSZD). Są to m.in. następujące napisy lub znaki:

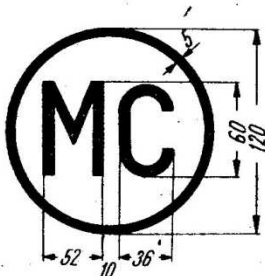
- 1) masa własna;
- 2) rozstaw osi w wagonach dwuosiowych i rozstaw sworzni wózków w wagonach wózkowych;
- 3) znak RIV (w ramce) na wagonach odpowiadających warunkom ustalonym w przepisach RIV i dopuszczonych do ruchu międzynarodowego (rys. 38);
- 4) znak MC (w kółku) w wagonach odpowiadających przepisom PPW (rys. 39);

- 5) rodzaj hamulca i masa hamująca wagonu próżnego i wagonu ładowanego oraz masa przestawcza;
- 6) data i miejsce dokonania ostatniej rewizji okresowej wagonu;



Rys. 38
Znak zgodności
z wymaganiami RIV

- 7) granica obciążenia w tonach dla dozwolonych nacisków osi na szyny 160, 180 i 200 kN w komunikacji wewnętrznej i RIV oraz ładowność w tonach w komunikacji MC;
- 8) powierzchnia ładowna (na wagonach do przewozu zwierząt);

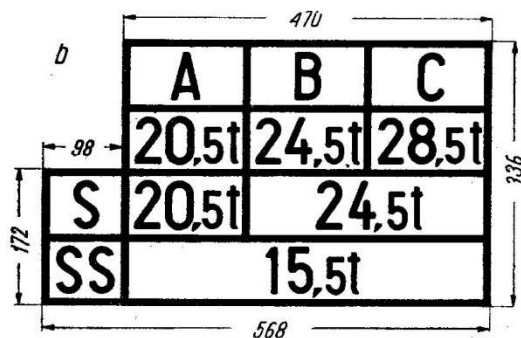


Rys. 39
Znak dopuszczenia
wagonu do ruchu
w komunikacji SMPS i SMGS

- 9) długość ładunkowa (na wagonach otwartych długości ładunkowej ponad 10 m);
- 10) pojemność zbiorników w m³ (na cysternach);
- 11) na narożach znaki umownie charakteryzujące rodzaj urządzeń hamulcowych;
- 12) litera S na wagonach odpowiadających warunkom wymaganym dla prędkości do 100 km/h;

- 13) litery SS na wagonach, które mogą kursować w pociągach z prędkością 120 km/h;
- 14) znak St obok znaku RIV (w ramce) na wagonach odpowiadających międzynarodowym ujednoliconym warunkom technicznym (np. wagony odpowiadające standardom ORE).

Wymienione napisy lub oznaczenia nie obejmują wszystkich oznaczeń, jakie wynikają z obowiązujących przepisów. Napisy te umieszczone są w ściśle określonych miejscach i w ściśle ustalony sposób. Na przykład napis określający granice obciążenia w tonach według punktu 7 podany jest na ścianach bocznych i ostojnicach wagonu lub tylko na ostojnicach z lewej strony w sposób następujący (rys. 40):



Rys. 40
Przykład oznaczania granicy obciążenia wagonów towarowych

- 1) granica obciążenia dla wagonów nie kursujących w pociągach szybkich,
- 2) kursujących w pociągach szybkich — do 100 km/h,
- 3) do 120 km/h, przy czym granica ta podana jest dla nacisków osi na szyny:

A — 160 kN, B — 180 kN, C — 200 kN.

Niektóre z napisów lub oznaczeń podanych w RIV są obowiązujące i brak tych napisów lub niedostateczna ich widoczność stanowią podstawę do nieprzyjęcia wagonu.

NADWOZIA I WYPOSAŻENIE WAGONÓW OSOBOWYCH

1. Charakterystyka wagonów osobowych

Jak już podano w rozdziale I, wagony osobowe dzielą się na wagony do przewozu podróżnych, wagony bagażowe, pocztowe, bagażowo-pocztowe i wagony specjalnego przeznaczenia.

W grupie wagonów do przewozu podróżnych rozróżniamy:

- a) wagony z miejscami do siedzenia klasy 1 i 2 lub też mieszane, zwane powszechnie wagonami osobowymi;
- b) wagony z miejscami do leżenia klasy 2, zwane kuszetkami.

Wagony z miejscami do leżenia służą w porze daytimej jako zwykłe wagony z miejscami do siedzenia, na noc zaś są dostosowywane do leżenia dla 6 osób, przy czym pasażerowie otrzymują za opłatą bieliznę pościelową.

Wagony bagażowe służą do przewozu bagażu i drobnych przesyłek ekspresowych. Wagony pocztowe, będące własnością poczty, służą do przewozu przesyłek pocztowych (gazet, listów, paczek itp.). Wagony bagażowo-pocztowe są w zasadzie wagonami bagażowymi, w których wydzielono osobny przedział do przewozu przesyłek pocztowych.

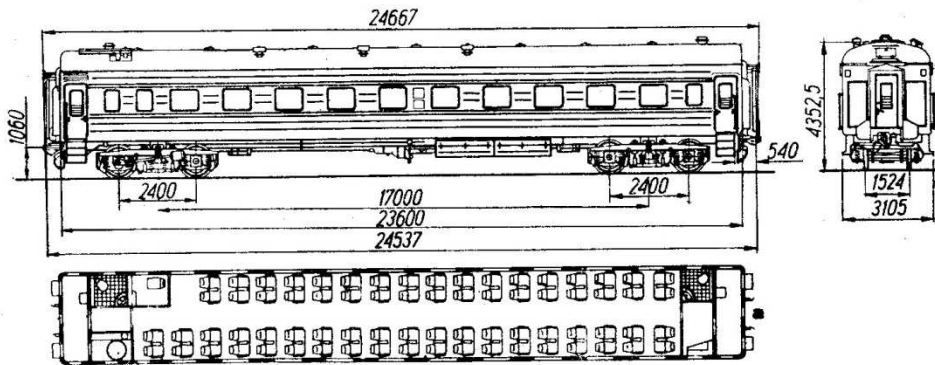
Do grupy wagonów specjalnego przeznaczenia należą wagony do przewozu podróżnych zapewniające duży komfort podróżowania, a więc wagony sypialne i restauracyjne, wagony salonowe, panoramiczne, służbowe, oraz wagony pomiarowe, doświadczalne i inne wagony służące do celów techniczno-gospodarczych kolei (np. wagony ogrzewcze).

Oprócz podziału wagonów osobowych pod względem ich przeznaczenia, dzielimy także wagony osobowe pod względem niektórych cech konstrukcyjnych, jak np. liczby osi, rodzaju budowy nadwozia czy rozmieszczenia wnętrza wagonu.

Wagony starszej konstrukcji budowane były jako wagony dwu- lub trzyosiowe i stosowane w pociągach o mniejszych prędkościach, przeważnie na liniach bocznych. Obecnie są one zastępowane wagonami spaliniowymi z wagonami doczepnymi lub tzw. autobusami szynowymi, tj. lekki-

mi wagonami spalinowymi (również dwuosioowymi) z jednym lub dwoma wagonami doczepnymi.

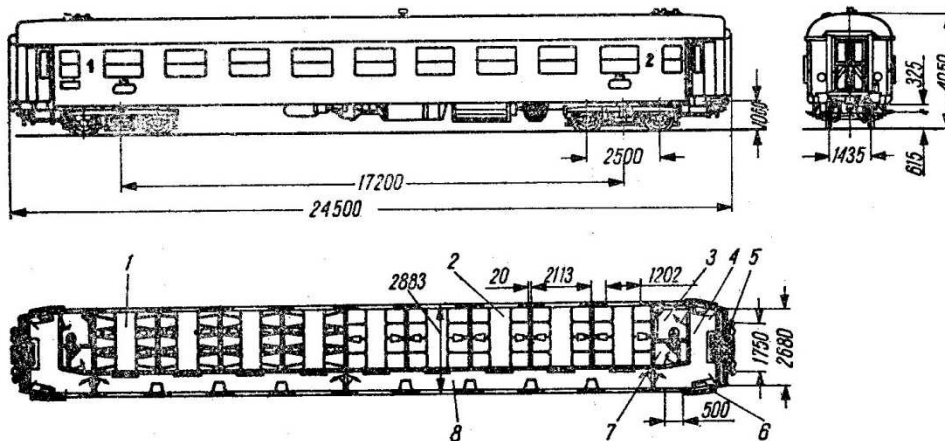
Wagony nowe są budowane jako wagony czterosioowe. Dzięki dobrym własnościom biegowym, jakie zapewniają nowoczesne wózki wagonowe, wagony te kursują w pociągach o dużych prędkościach, na niektórych kolejach nawet do 200 km/h.



Rys. 41. Wagon osobowy bezprzedziałowy z przejściem pośrodku

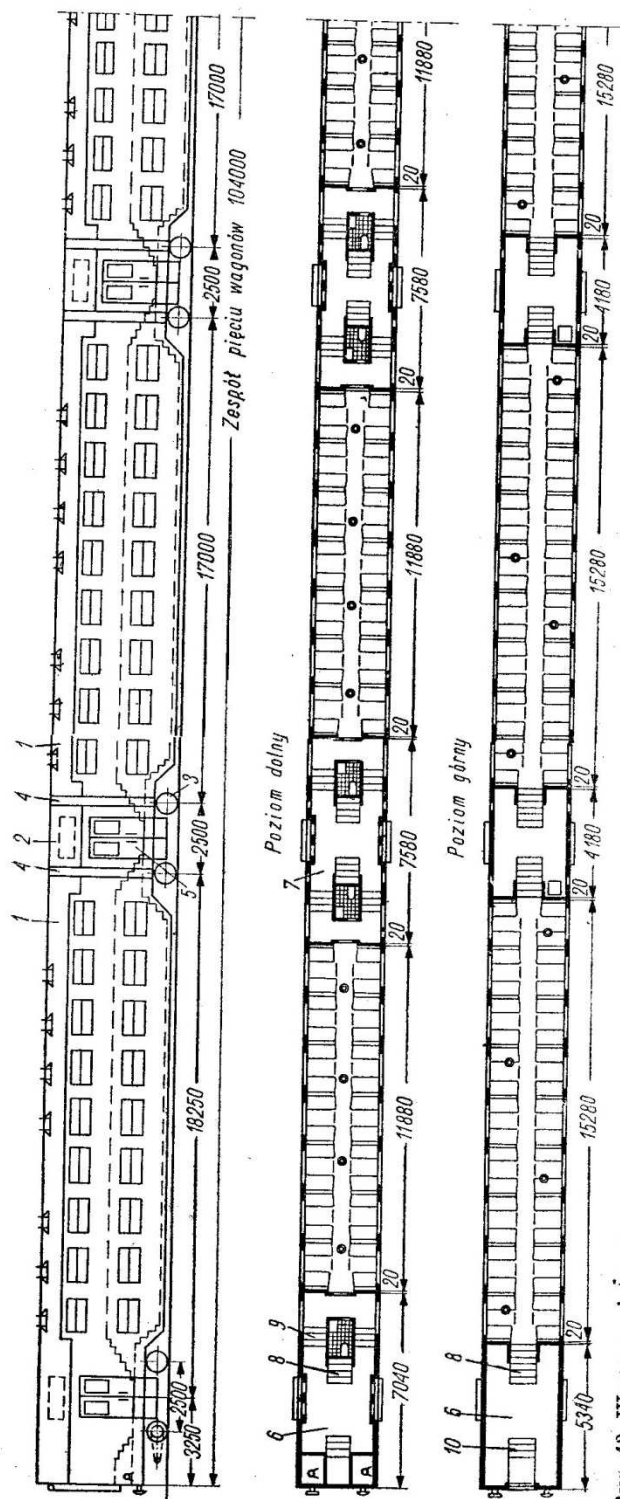
Pod względem układu wewnętrznego wagony osobowe dzielą się na wagony bezprzedziałowe z przejściem pośrodku wagonu (rys. 41) i wagony przedziałowe (rys. 42) z korytarzem przejściowym z boku wagonu.

Z uwagi na odmienny układ wnętrza osobną grupę stanowią wagony



Rys. 42. Wagon osobowy przedziałowy (typ 104A)

1 — przedziały 1 klasy, 2 — przedziały 2 klasy, 3 — przedział ustępowy, 4 — przedsionek, 5 — drzwi przejściowe w ścianach czołowych, 6 — drzwi wejściowe, 7 — przedział umywalni, 8 — korytarz



Rys. 43. Wagony piętrowe
 1 — wagony, 2 — części międzywagonowe, 3 — wózek wspólny (Jakobsa), 4 — fartyuchy gumowe, 5 — drzwi suwane, 6 i 7 — przedstonki, 8 — schodki na górny poziom, 9 — schodki na dolny poziom, 10 — schodki do sąsiedniego zespołu

piętrowe (rys. 43), w których miejsca do siedzenia rozmieszczone są na dwóch poziomach. Wagony te mają większą pojemność niż wagony zwykle i dlatego są nadzwyczaj przydatne w tych przypadkach, gdy nie można zestawiać zbyt długich pociągów z uwagi na ograniczoną długość peronów.

Nowoczesne wagony osobowe obsługujące ruch dalekobieżny, miejscowy czy też podmiejski budowane są jako wagony czteroosiowe o konstrukcji stalowej całkowicie spawanej. Pudła tych wagonów stanowią konstrukcję nośną, w której cały szkielet oraz poszycie ścian, dachu i podłoga stanowią jedną całość przenoszącą siły, jakie działają na wagon.

W celu zwiększenia sztywności podłogi, a czasem także ścian bocznych stosuje się blachę falistą.

Bardzo ważny ze względów eksploatacyjnych jest układ wewnętrzny wagonu i rozmieszczenie drzwi w wagonie. Rozróżnia się trzy zasadnicze układy.

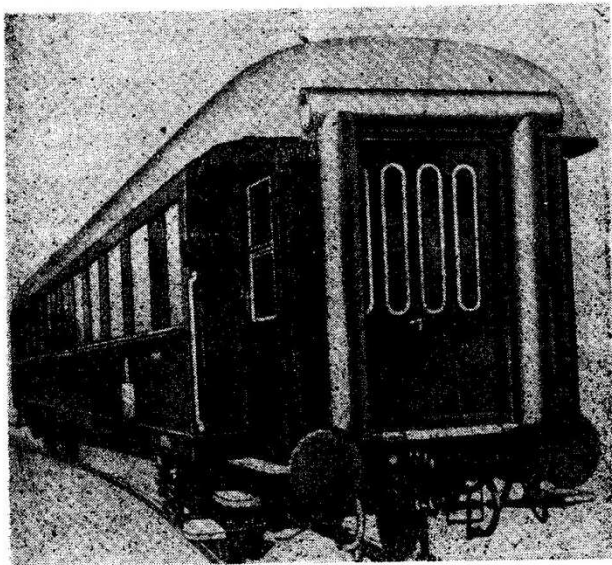
Na rysunku 41 pokazano wagon bezprzedziałowy z przejściem pośrodku. W obu końcach wagonu znajdują się przedsionki i drzwi wejściowe odchylnie, po dwoje drzwi w każdym końcu wagonu, jak również przedziały ustępowe z wejściem z przedsionka. W ścianach czołowych znajdują się drzwi umożliwiające przejście po pomoście z wagonu do wagonu. Wnętrze wagonu może być podzielone na jak gdyby dwa duże przedziały ścianką poprzeczną, w której znajdują się drzwi odchylnie lub suwane. Siedzenia umieszczone są po obu stronach przejścia, przy czym w wagonie klasy 1 po jednej stronie znajdują się dwa miejsca, a po drugiej — jedno miejsce, natomiast w wagonie klasy 2 są po dwa miejsca z każdej strony.

Rysunek 42 przedstawia wnętrze wagonu przedziałowego z korytarzem z boku. W wagonie tym wnętrze jest podzielone ściankami na przedziały zamykane od strony korytarza drzwiami suwanymi. Również w tym układzie po obu końcach wagonu znajdują się przedsionki z drzwiami odchylnymi, po dwoje drzwi w każdym przedsionku.

W opisanych wagonach wejście pasażerów do wagonu i wyjście z wagonu jest możliwe jedynie przez dwoje drzwi znajdujących się w każdym końcu wagonu, co przy dużej liczbie pasażerów wysiadających i wsiadających wymaga dość długiego czasu postoju pociągu na stacjach pośrednich. Nie odgrywa to większej roli w pociągach dalekobieżnych, o długich przebiegach między stacjami, gdzie czas postoju pociągu zależy także często od innych jeszcze czynników.

Natomiast w ruchu podmiejskim i miejscowym skrócenie czasu wysiadania i wsiadania podróźnych jest wyjątkowo ważne, ponieważ odległość między przystankami jest niewielka, a liczba pasażerów wysiadających i wsiadających duża. Aby przyspieszyć wymianę pasażerów, stosowane są wagony o układzie pokazanym na rysunku 44. Układ ten różni się od układów poprzednich tym, że oprócz przedsionków i drzwi w koń-

układu wewnętrznego wagonu. Stosowane są okna opuszczane całkowicie oraz okna, w których dolna część jest stała, a górna część opuszczana lub odchylana. Do otwierania i zamykania okien służą mechanizmy sprężynowe lub napędy umożliwiające poruszanie okna za pomocą korby



Rys. 45
Osłona z wałków gumowych pomostu służącego do przejścia między wagonami

i przekładni łańcuchowej. Duże znaczenie w eksploatacji ma szczelność okien, gdyż okna nieszczelne powodują nieprzyjemne dla pasażerów, szczególnie zimą, przeciągi, zacieki deszczu i przedostawanie się kurzu. Dlatego też niektóre zarządy stosują okna dzielone, których dolna część jest nieruchoma i odpowiednio uszczelniona, natomiast górna część jest odchylna lub opuszczana.

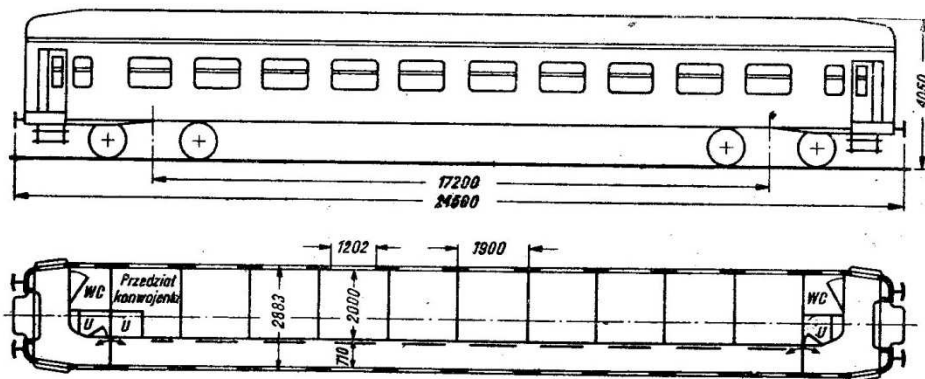
W wagonach wyposażonych w urządzenia klimatyzacyjne okna są stałe (nie otwierane).

Najważniejszym elementem wyposażenia wagonów osobowych są miejsca do siedzenia. Ich liczba zależy od długości wagonu, a więc od liczby przedziałów oraz szerokości wagonu. Zależnie od długości i klasy wagon może mieć 8 do 12 przedziałów.

Wagony przeznaczone do ruchu podmiejskiego mają mniejszą liczbę miejsc do siedzenia niż wagony do ruchu dalekobieżnego, natomiast większą wolną powierzchnię (duże przedsionki, szersze przejścia między ławkami), przeznaczoną na miejsca do stania; przy przejazdach na małe odległości tylko nieznacznie pogarsza to wygodę podróżowania, natomiast zdecydowanie zwiększa pojemność wagonu pod względem liczby pasażerów.

W wagonach klasy 1 siedzenia są miękkie (6 miejsc w przedziale), a klasy 2 — półmiękkie (8 miejsc w przedziale). Kanapy w wagonach

klasy 1 mają odchylny poręcz, oddzielające poszczególne miejsca, lub też są bez poręczy, z oparciami podnoszonymi, umożliwiającymi przejazd podróżnych w pozycji leżącej. Do tego rodzaju wagonów należą wagony z miejscami do leżenia, tj. kuszetki (rys. 46).



Rys. 46. Wagon z miejscami do leżenia (kuszetka — typ 110Aa)

Nad siedzeniami znajdują się półki na bagaż podręczny. Półki te wykonywane są w postaci prętów aluminiowych lub ramy stalowej z siatką z włókna naturalnego albo sztucznego (sznura nylonowego). Pod półkami dużymi znajdują się mniejsze półeczki na drobne pakunki, czasopisma itp.

Na ścianach bocznych wagonu lub poręczach foteli umieszczone są popielniczki, a pod stolikiem okiennym — śmietniczka.

Wagony osobowe mają na obu końcach przedziały ustępowe lub też przedziały ustępowe i oddzielne przedziały-umywalnie. Z uwagi na ograniczoną pojemność zbiorników niezbędne jest uzupełnianie zapasu wody na stacjach pośrednich. Uzupełnianie następuje za pomocą węży wodociągowego podłączonego do zaworów przewodów wodnych, umieszczonych po obu stronach wagonów.

Ściany boczne, podłoga i dach pudła wagonu są od zewnątrz wykładane płytą izolacyjną tłumiącą hałas i ocieplającą wagon. Ściany boczne i działowe oraz sufit pokrywane są foliami z mas plastycznych lub tworzywami sztucznymi. Coraz rzadziej w wagonach osobowych ściany są pokrywane fornierami ze szlachetnych gatunków drewna.

Aby uprzyjemnić pasażerom warunki podróży, coraz więcej uwagi poświęca się estetyce wnętrza wagonów. Uzyskuje się to przez właściwe rozwiązanie konstrukcyjne, dobór odpowiednich tworzyw i materiałów, dobór kolorów, zawieszenie w przedziałach lusterek i obrazów, jasne oświetlenie, dobre ogrzewanie i przewietrzanie.

Postęp techniczny w budowie wagonów osobowych pozwolił znacznie zmniejszyć masę własną wagonu, przy jednoczesnym zachowaniu, a nie-

jednokrotnie i zwiększeniu sztywności wagonu, co ma bardzo ważne znaczenie dla bezpieczeństwa podróżnych.

Nowoczesne wózki o dobrych własnościach biegowych zapewniają spokojną jazdę wagonów. Stosowanie wyłącznie łożysk tocznych umożliwia pokonywanie bardzo dużych odległości bez obawy zagrzenia czopów osi i konieczności wyłączania wagonu z pociągu. Z tych względów utrzymanie wagonów i ich naprawa są tańsze, a eksploatacja bardziej ekonomiczna niż wagonów starszych konstrukcji, przy czym wygoda i bezpieczeństwo podróżowania, mimo poważnego zwiększenia prędkości pociągów, znacznie wzrosły.

Największe znaczenie ekonomiczne ma jednak obniżenie masy własnej wagonu, gdyż zużywa się do jego budowy mniej stali, a przede wszystkim zużywa się mniej energii na jego przewóz. Do oceny ekonomicznej wagonu pod względem eksploatacyjnym służy wskaźnik określający masę własną wagonu przypadającą na 1 miejsce do siedzenia, czyli:

$$a = \frac{\text{masa własna wagonu}}{\text{liczba miejsc do siedzenia}} \left[\frac{\text{kg}}{1 \text{ miejsce do siedzenia}} \right]$$

Na przykład dla wagonu klasy 2 typu 44A/2 (80 miejsc do siedzenia) wskaźnik ten wynosi 505 kg/miejsce, dla wagonów starszej budowy klasy 2 — około 590 kg/miejsce, a więc około 90 kg więcej aniżeli w nowoczesnym wagonie, o znacznie większym komforcie podróżowania.

Charakterystykę podstawowych serii wagonów osobowych PKP podaje tablica 15.

2. Wagony sypialne i restauracyjne

W celu zapewnienia większej wygody podczas dłuższych podróży w pociągach nocnych stosowane są wagony sypialne, a w pociągach dziennych — wagony restauracyjne i bufetowe.

Wagony sypialne na ogół nie różnią się zewnętrzną budową od wagonów osobowych — wewnątrz wagonu jest podzielone na przedziały, a korytarz znajduje się z boku wagonu. Przedziały klasy 1 mają dwa miejsca do leżenia, a przedziały klasy 2 (zwanej także turystyczną) — trzy miejsca. Wagony sypialne klasy 1/2 mają zwykle w końcach kilka przedziałów klasy 2, pośrodku zaś wagonu są przedziały klasy 1. W przedziałach klasy 1 łóżko dolne stanowi kanapa, natomiast łóżko górne uzyskuje się przez podniesienie oparcia. W przedziałach klasy 2 dolne i środkowe łóżko, podobnie jak w przedziale klasy 1, powstaje z dolnego siedzenia i oparcia, natomiast łóżko górne, przylegające w porze dziennej do ściany, zostaje na noc odchylone w położenie poziome.

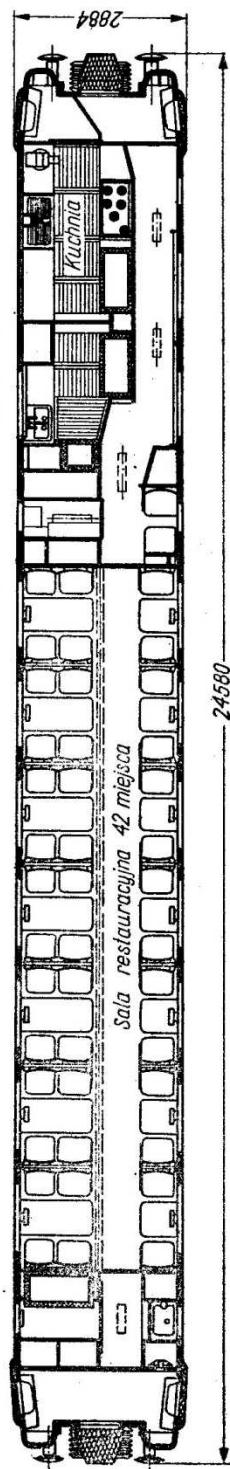
Nowsze wagony sypialne mają niejednokrotnie w każdym przedziale trzy miejsca sypialne, przy czym liczba miejsc sypialnych w przedziale jest każdorazowo dostosowana do potrzeb (jedno łóżko, tzw. syngiel, dwa

Charakterystyka podstawowych serii wagonów osobowych PKP

Tablica 15

Typ	Seria	Długość wagonu ze zderzakami [mm]	Największa sze- rokość wagonu [mm]	Rozstaw czopów skrzepów [mm]	Rozstaw osi w wózku [mm]	Masa wagonu [kg]	Największa do- puszczalna pręd- kość [km/h]	Dopuszczony do komunikacji		Liczba przedzia- łów dla pasażerów	Liczba miejsc do siedzenia w wagonie		Liczba drzwi wejściowych	Ogrzewanie	Oświetlenie	Moc prądu [kW]	Rok budowy
								RIC	MC		1	2					
112Af	Awxs	24 500	2 983	17 200	2 500	39 200	160	RIC	MC	9	54	—	4	p+e	żar. + jarz.	4,5	1968
111A	Bwxz	24 500	2 983	17 200	2 500	39 500	160	RIC	MC	10	—	80	4	p+e	jarz. + żar.	4,5	1968
104Ac	ABwxz	24 500	2 883	17 200	2 500	36 500	160	RIC	MC	4 5	24 —	— 40	4	n+p+e	jarz.	6,0	1967
102Ab	DBhxt	24 210	2 932	16 000	2 500	36 500	120	—	—	2	—	76	6	n+r	żar.	4,5	1967
4AM	Ahix	19 620	3 070	12 250	2 150	32 000	100	—	—	2	—	68	4	p	żar.	2,0	1964
21A	Bhix	18 380	2 910	11 000	2 150	37 000	100	—	—	2	—	60	6	p	żar.	2,0	1961
120A	Bwixt	24 500	2 883	17 200	2 500	38 000	140/160	RIC	MC	3	—	82	4	p+r	jarz.	4,5	1973
13A	WLxz	24 580	2 900	17 200	2 500	48 380	140	RIC	MC	10	20 lub 30		4	w	jarz. + żar.	4,5	1967
	WLABhxxz	22 420	2 941	15 400	2 800	38 000	120	RIC	MC	6 5	12 —	— 15	4	w	żar.	2,0	1954
113A	Jhix	24 900	2 833	17 000	2 500	46 000	140	RIC	MC	2	42		4	w+e	jarz.	2 · 4,9	1960
	BJxz	24 500	2 883	17 200	2 500	39 500	160	RIC	MC	3	—	24	4	p+e	jarz.	4,5	
201C	Dhxzt	22 420	2 758	15 400	2 800	24 800	140	RIC	MC	—	—	—	—	p+e	żar.	4,5	1964
101C	Pmx	24 500	2 884	17 200	2 500	37 000	140	RIC	MC	—	—	—	—	n-r	żar. + jarz.	4,5	1965

Ogrzewanie: p — parowe niskoprężne, e — elektryczne (3000, 1500 i 1000 V), n — nawiewne, w — indywidualne wodne, r — indywidualne na ropę.



Rys. 47. Wagon restauracyjny (typ 401A)

łóżka w klasie 1 i trzy łóżka w klasie turystycznej). Na noc łóżka są zaopatrywane w białą pościelową, poduszki i koce lub kołdry.

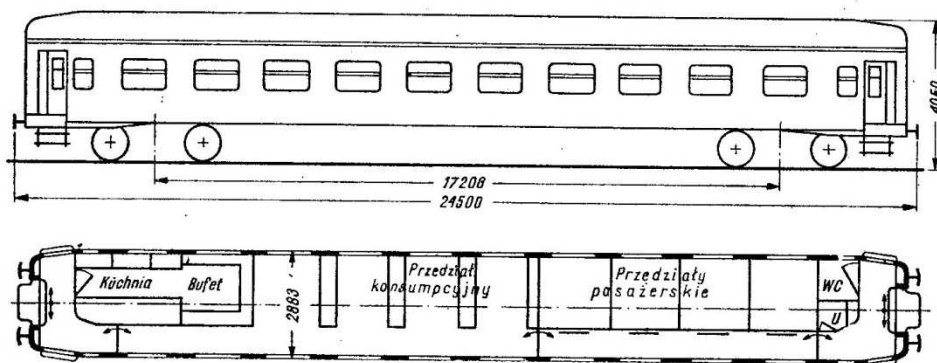
W każdym przedziale sypialnym znajduje się umywalnia z wodą bieżącą oraz szafka z lustrem, karafka z wodą i szklanki. Jeden z przedziałów jest przeznaczony dla konduktora. Niekiedy w przedziale tym znajdują się małe kuchenki, umożliwiające parzenie herbaty i kawy.

W porównaniu z normalnymi wagonami osobowymi klasy 1, mającymi zwykle 54 miejsca do siedzenia, liczba miejsc w wagonach sypialnych klasy 1 jest niewspółmiernie mała, gdyż wynosi tylko 20 miejsc.

Koszty eksploatacyjne wagonów sypialnych, wynikające z dodatkowego wyposażenia (umywalki, własne ogrzewanie, pościel itp.), małej liczby miejsc oraz konieczności zatrudnienia w każdym wagonie oddzielnego konduktora, są bardzo wysokie. Dlatego też wagony sypialne kursują wyłącznie w pociągach dalekobieżnych, których dostatecznie długi czas jazdy uzasadnia celowość włączenia takich wagonów.

Eksploatację wagonów sypialnych, podobnie jak wagonów restauracyjnych, prowadzą zwykle odrębne przedsiębiorstwa, a nie zarządy kolejowe. W Polsce wagony sypialne i restauracyjne eksploatuje Przedsiębiorstwo Wagonów Sypialnych i Restauracyjnych „Wars”, w Czechosłowacji „Čedok”, w Niemieckiej Republice Demokratycznej — „Mitropa”, w Republice Federalnej Niemiec — DSG (skrót od „Deutsche Schlafwagen Gesellschaft”). Na niektórych kolejach wagony sypialne eksploatuje Towarzystwo Wagonów Sypialnych — Wagons Lits.

Wagony restauracyjne kursują w dalekobieżnych pociągach dziennych i umożliwiają pasażerom spożycie posiłków podczas długich podróży. Wnętrze wagonu restauracyjnego (rys. 47) podzielone jest na część służącą do przygotowywania posiłków,



Rys. 48. Wagon bufetowy (typ 113A, seria BJwvx)

pomieszczenie dla obsługi oraz część restauracyjną na 40 do 42 miejsc do siedzenia. W części restauracyjnej przejście znajduje się pośrodku wagonu, w części kuchennej — z boku wagonu. Stoliki rozmieszczone są po obu stronach przejścia, po jednej stronie znajdują się stoliki dwuosobowe, a po drugiej — czterosobowe.

W pociągach, w których normalny wagon restauracyjny nie byłby w pełni wykorzystany, kursują wagony, w których tylko połowa jest przeznaczona na restaurację, natomiast druga połowa ma normalne wyposażenie wagonu osobowego.

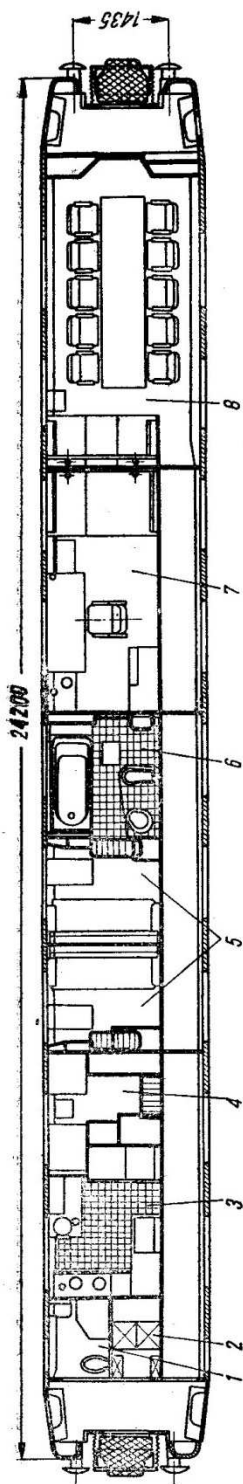
Stosowane bywają także wagony bufetowe (rys. 48), w których połowa wagonu przeznaczona jest na kuchnię i bufet oraz przedział konsumpcyjny. W wagonach tych podawane są potrawy typu barowego, a posiłki spożywane są na stojąco.

Wagony restauracyjne są zastępowane wagonami samoobsługowymi (napoje, kanapki, dania barowe itp.) lub wagonami barowymi, w których wydawane są posiłki typowe, podobnie jak w samolotach, przy czym same posiłki przygotowywane są w nowoczesnych kuchniach-bazach na stacjach początkowych i końcowych biegu wagonów restauracyjnych i w odpowiednich pojemnikach (termosach) przenoszone do wagonu.

3. Wagony specjalnego przeznaczenia

Jak wspomniano poprzednio, do grupy wagonów specjalnego przeznaczenia należą wagony zapewniające duży komfort podróżowania, wagony doświadczalne oraz wagony specjalne, służące do różnych potrzeb techniczno-gospodarczych kolei.

W wagonach salonowych (rys. 49) wewnątrz jest zwykle podzielone na dwie części, a mianowicie na część konferencyjną oraz część sypialną i gospodarczą. W części sypialnej mieści się zwykle jeden większy przedział służący do pracy i za przedział sypialny oraz dwa — trzy



Rys. 49. Wagon salonowy (typ 501A)
 1 — przedział ustępowy, 2 — kocioł ogrzewczy, 3 — kuchnia, 4 — przedział służbowy, 5 — przedziały sypialne, 6 — łazienka, 7 — przedział mieszkalny, 8 — przedział konferencyjny

przedziały o normalnym wyposażeniu przedziałów sypialnych. W części gospodarczej mieści się kuchnia, przedział dla obsługi (np. kancelaria, łączność radiowa itp.) oraz kocioł ogrzewania wodnego.

Czasem z kilku wagonów zestawia się cały pociąg specjalny, np. dla przejazdu członków rządu. Nowsze pociągi tego rodzaju stanowi zespół wagonów z własnym napędem spalinowym, przy czym w pociągu takim znajduje się zwykle wagon konferencyjny, wagon restauracyjny, kilka wagonów salonowych, wagon techniczny, wagon z urządzeniami łączności itp.

Dużą grupę wagonów służbowych stanowią wagony doświadczalne używane do dokonywania badań i pomiarów na liniach kolejowych, jak np. wagony do badań trakcyjnych, dynamicznych, mostowych, radiograficznych, oraz wagony szkoleniowe, jak np. wagony do szkolenia personelu w zakresie hamulców, wagony-kina itp.

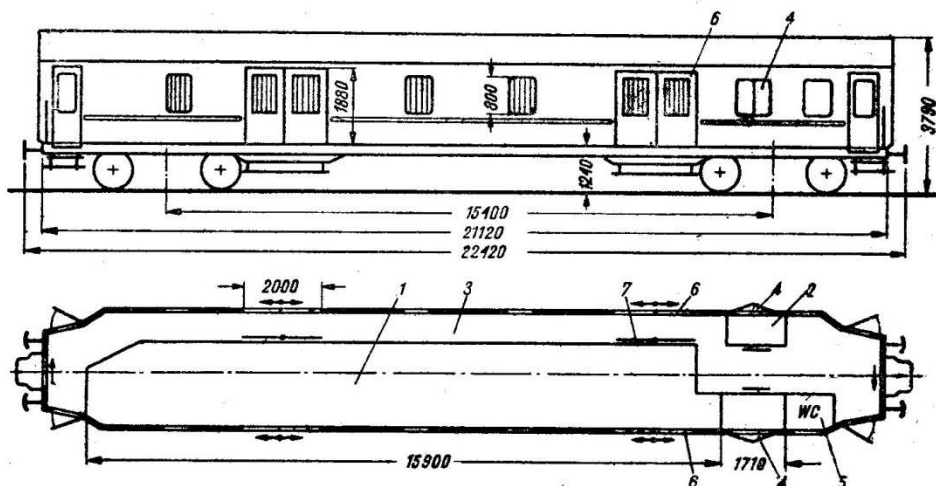
Inną grupę wagonów specjalnego przeznaczenia stanowią wagony kolejowej służby zdrowia, umożliwiające przeprowadzanie okresowych badań lekarskich na stacjach, lub też dokonywanie specjalnych badań stanu zdrowia pracowników. Do tej grupy należą także wagony-wystawy propagandowe służby zdrowia.

Do ogrzewania części składów pociągów osobowych z ogrzewaniem parowym służą wagony grzewcze włączone pośrodku długich pociągów pasażerskich w czasie silniejszych mrozów, gdy ogrzewanie tylko przez parowóz jest niewystarczające. Wagony te używane są także jako źródło ciepła do ogrzewania wagonów osobowych prowadzonych loko-

motywy elektrycznymi, gdy wagony te nie mają elektrycznych urządzeń ogrzewczych lub też wagonów pociągów prowadzonych lokomotywami spalinowymi, gdy lokomotywa nie ma kotła ogrzewczego. W wagonie ogrzewczym umieszczony jest kocioł parowy, zbiorniki na wodę do zasilania kotła oraz zapas węgla. Kocioł obsługuje kwalifikowany palacz.

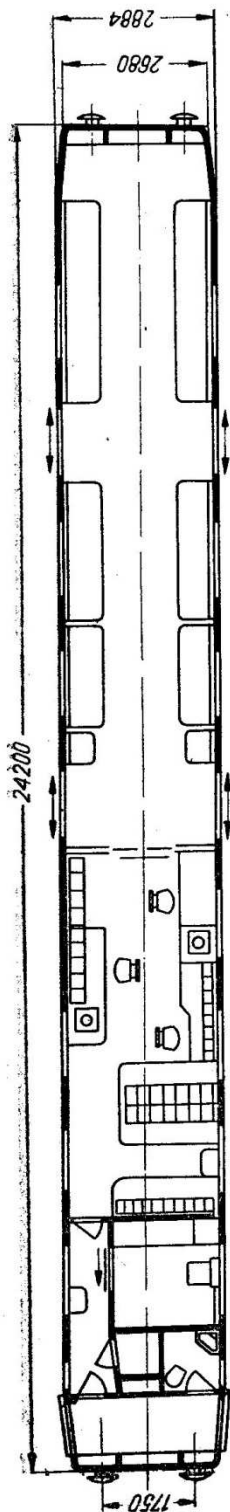
4. Wagony bagażowe i pocztowe

Wagony bagażowe służą do przewozu bagażu i przesyłek ekspresowych. W jednym z końców wagonu znajduje się przedział dla kierownika pociągu, wyposażony w sprzęt umożliwiający mu wykonywanie pracy. W przedziale kierownika pociągu znajduje się także manometr wskazujący ciśnienie w przewodzie głównym hamulca zespolonego oraz zawór nagłego hamowania. Wszystkie nowe wagony bagażowe, zwłaszcza przeznaczone do pociągów dalekobieżnych, są wagonami czteroosiowymi wózkowymi.



Rys. 50. Czteroosiowy wagon bagażowy (typ 201C, seria Dhxzt)
 1 — przedział bagażowy, 2 — przedział kierownika pociągu, 3 — korytarz wzdłuż wagonu,
 4 — okna kątowe, 5 — ustęp, 6 — drzwi załadunkowe w ścianie wagonu, 7 — drzwi
 załadunkowe do przedziału bagażowego

Wagon bagażowy polskiej budowy jest pokazany na rysunku 50. Zawiera on pomieszczenie dla obsługi i na bagaż. Aby ułatwić szybki załadunek i wyładunek, w ścianach bocznych umieszczono dwoje drzwi suwanych. Mostki przejściowe oraz poręcze na ścianach czołowych umożliwiają połączenie wagonu bagażowego ze składem pociągu, jak również przejście poprzez drzwi czołowe kierownika pociągu do innych wagonów



Rys. 51. Wnętrze 4-osioowego wagonu pocztowego (typ 101C, seria Pmx)

oraz konduktorów do wagonu bagażowego. Wagon ten ma ładowność 12 ton i może kursować z prędkością 120 km/h.

Do przewozu przesyłek pocztowych służą wagony pocztowe, stanowiące własność poczty.

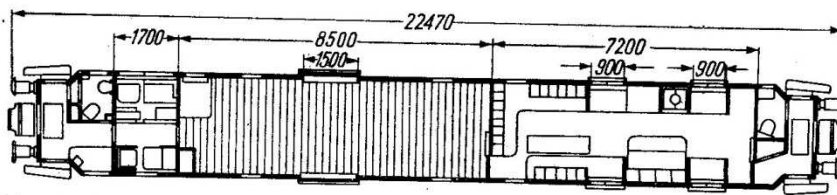
Wagon pocztowy polskiej budowy typu 101C (rys. 51) ma przedział o ładowności 17,5 tony na paczki i przedział na listy. Dwoje drzwi w ścianach bocznych ułatwia załadunek i wyładunek przesyłek. Wyposażenie wnętrza wagonu, dostosowane całkowicie do potrzeb poczty, umożliwia segregowanie przesyłek według miejsca przeznaczenia. Okna i drzwi wagonu są odpowiednio zabezpieczone. W jednym z końców wagonu znajduje się zwykle pomieszczenie dla obsługi wagonu.

W pociągach kursujących na liniach o mniejszym nasileniu przewozu bagażu i poczty używane są wagony bagażowo-pocztowe. Wnętrze wagonu (rys. 52) podzielone jest na dwie części: lewą — służącą do przewozu bagażu i dla kierownika pociągu oraz prawą — służącą do przewozu paczek i listów. Wnętrze tych wagonów ma więc cechy wagonu i bagażowego, i pocztowego.

Wszystkie wagony bagażowe i pocztowe nowszej budowy są czteroosiowe. Konstrukcja podwozia i nadwozia tych wagonów jest podobna, z wyjątkiem rozmieszczenia okien i drzwi, do konstrukcji wagonów osobowych do przewozu podróżnych.

5. Ogrzewanie i przewietrzanie wagonów osobowych

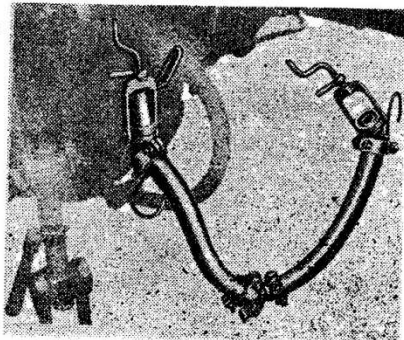
Wagony osobowe wyposażone są w urządzenia ogrzewcze, zapewniające w okresie chłódów odpowiednią temperaturę. Rozróżniamy ogrzewanie parowe, wodne i elektryczne. Ogrzewanie dostosowane do zasilania centralnie z jednego źródła energii nazywamy centralnym; natomiast jeśli wagon jest wyposażony we własne, niezależne źródło energii cieplnej, ogrzewanie takie nazywamy indywidualnym.



Rys. 52. Wnętrze 4-osiowego wagonu bagażowo-pocztowego

Powszechnie stosowanym sposobem ogrzewania wagonów osobowych jest ogrzewanie parowe i elektryczne. Część wagonów (wagony służbowe, sypialne) ma ogrzewanie własne, indywidualne, którym jest przeważnie ogrzewanie wodne. Źródłem energii ogrzewania parowego jest para wodna, źródłem energii ogrzewania elektrycznego — prąd elektryczny.

Według ustaleń międzynarodowych w przyszłości stosowane będzie wyłącznie ogrzewanie elektryczne.

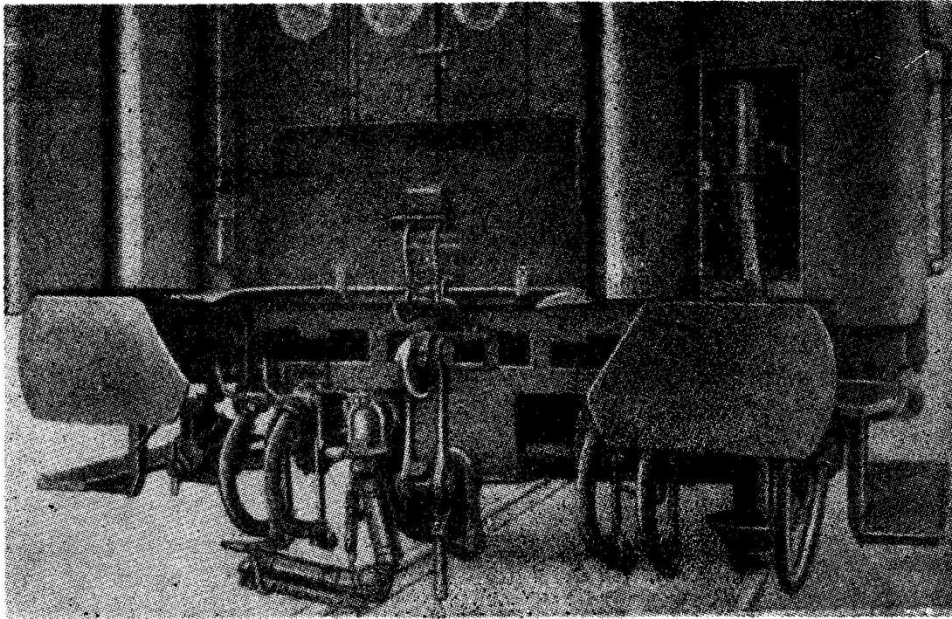


Rys. 53. Sprzęg ogrzewczy gumowy

Ogrzewanie parowe jest jeszcze nadal stosowane, gdyż pewna liczba wagonów starszej budowy ma urządzenia do ogrzewania parowego. Wszystkie wagony nowszej budowy mają ogrzewanie parowe i elektryczne lub wyłącznie elektryczne.

Dla wagonów polskiej budowy przyjęto ogrzewanie parowe niskoprężne. Od ułożonego pod wagonem izolowanego przewodu głównego prowadzą dwa przewody: przewód do grzejnika korytarzowego oraz przewód do przewodów zasilających grzejniki przedziałowe, ustępowe i przed-sionkowe. Para po skropleniu się w grzejnikach odprowadzana jest na zewnątrz przewodami odwadniającymi. Na końcach przewodu głównego znajdują się kurki odcinające. Połączenie przewodów głównych między dwoma wagonami stanowi jeszcze bardzo rozpowszechniony sprzęg ogrzewczy gumowy (rys. 53) lub obowiązujący w wagonach do ruchu międzynarodowego sprzęg metalowy (rys. 54).

Grzejniki umieszczone w przedziałach pod siedzeniami stanowią rurę ożebrowaną. Na jednym końcu rury znajduje się zawór wlotowy, na drugim — regulator połączony z nastawnicą w przedziale. Przez ustawianie



Rys. 54. Sprzęg ogrzewczy metalowy

nastawnicy w położeniu „ciepło”, „1/2” lub „zimno” regulowany jest dopływ pary świeżej do grzejnika. Oprócz regulacji w przedziałach, temperaturę, zależnie od temperatury zewnętrznej, reguluje się za pomocą nastawnicy głównej, umieszczonej w korytarzu wagonu.

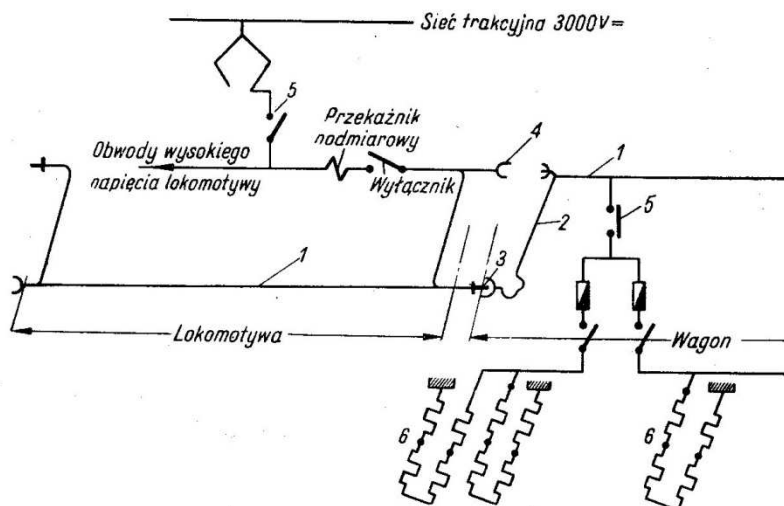
W ogrzewaniu wodnym czynnikiem przenoszącym i przekazującym ciepło jest gorąca woda, podgrzewana w kotle (umieszczonym na jednym z końców wagonu) opalanym węglem lub ropą; źródłem energii cieplnej może być także para lub energia elektryczna. Gorąca woda przepływa przewodami rozprowadzającymi, umieszczonymi pod sufitem wagonu, i spływa do grzejników w przedziałach. Po przekazaniu ciepła do wnętrza wagonu, woda spływa przewodami odprowadzającymi ponownie do kotła. Uzyskuje się więc zamknięty obieg wody.

Ogrzewanie wodne stosuje się w wagonach wymagających ogrzewania nie tylko w czasie jazdy w pociągu, lecz również w czasie postoju, gdy nie ma do dyspozycji parowozu ani kotła stałego. Do takich wagonów należą przede wszystkim wagony służbowe, sypialne, pomiarowe, badawcze itp.

Bardziej nowoczesnym rodzajem ogrzewania jest ogrzewanie elektryczne, dla którego źródłem energii cieplnej jest prąd czerpany z lokomotywy elektrycznej (rys. 55).

Prąd ogrzewczy przepływa wzdłuż całego pociągu przewodem głównym 1 umieszczonym wzdłuż wagonów. Połączenie między wagonami stanowią sprzęgi elektryczne, składające się z kabla 2 zakończonego

wtyczką oraz z gniazda łącznikowego 3. Z przewodu głównego prąd dopływa do grzejników 6 przewodem odgałęźnym poprzez odłącznik główny 5 i przewodem rozprzewadzającym. Przewodem powrotnym prądu ogrzewczego są szyny i ziemia. Jeśli sprzęg elektryczny jest rozłączony, wtyczkę sprzęgu umieszcza się w gnieździe ślepych 4.



Rys. 55. Schemat ogrzewania prądem stałym 3000 V

Odłącznik główny umieszczony jest na zewnątrz, pod wagonem. Umożliwia on odłączenie ogrzewania w całym wagonie bez przerwania dopływu prądu przewodem głównym do następnych wagonów. W przedziałach wagonu znajdują się wyłączniki przedziałowe, umożliwiające odłączenie lub włączenie poszczególnych grzejników.

Wagony przeznaczone do ruchu międzynarodowego muszą być wyposażone w ogrzewanie umożliwiające zasilanie prądem różnego rodzaju (stałym, przemiennym i o różnym napięciu); zależnie więc od rodzaju stosowanego prądu muszą być one dostosowane do ogrzewania prądem o napięciu 3000, 1500 i 1000 V. Uzyskuje się to przez zastosowanie urządzenia wybierającego, które samoczynnie dokonuje odpowiedniego łączenia obwodów grzewczych w wagonie.

Nowoczesnym rodzajem ogrzewania jest ogrzewanie nawiewne, polegające na tym, że świeże powietrze zassane przez wentylator jest ogrzewane w nagrzewnicy parowej lub elektrycznej i wtłaczane do przedziałów.

Wszystkie nowe polskie wagony osobowe do ruchu międzynarodowego i krajowego ruchu dalekobieżnego mają ogrzewanie nawiewne, odpowiadające najwyższemu standardom europejskim. Powietrze świeże zasypane z boku wagonu przechodzi przez filtr i jest doprowadzane kanałem

do nagrzewnicy umieszczonej pod wagonem. Nagrzewnica parowo-elektryczna może odpowiednio do źródła energii być zasilana parą (z kotła) lub prądem elektrycznym (z lokomotywy), przy czym moc grzejnika elektrycznego wynosi 36 kW.

Powietrze ogrzane w nagrzewnicy jest przez wentylator włączane do kanału głównego przebiegającego wzdłuż bocznej ściany wagonu pod oknami przedziałów. Z kanału głównego powietrze doprowadzane jest kanałami odgałęzycznymi pod okna oraz fotele jednej strony przedziałów. Zużyte powietrze przechodzi szczelinami w drzwiach z przedziałów do korytarza i przedsionków, a stąd — przez szczeliny i wywietrzniki na zewnątrz.

Regulacja temperatury w przedziałach odbywa się samoczynnie za pomocą termostatów umieszczonych w poszczególnych przedziałach i impulsatora znajdującego się na wagonie. Istnieje możliwość wyboru w przedziale jednej z trzech temperatur — 18, 20 lub 24°C. Zadaniem impulsatora jest regulowanie impulsów ogrzewczych, tzn. czasu włączania i wyłączania ogrzewania zależnie od warunków zewnętrznych (wiatru, nasłonecznienia, prędkości jazdy, temperatury zewnętrznej) i warunków wewnętrznych (temperatury, liczby osób).

Ogrzewanie nawiewne stwarza odpowiednie warunki higieniczne oraz zapewnia właściwy rozkład temperatur w pomieszczeniach wagonu. Dużą jego zaletą jest również to, iż powodując obieg powietrza i dopływ powietrza świeżego zapewnia ono odpowiednią wentylację. W okresach gdy wagon nie wymaga ogrzewania, urządzenie nawiewne może być wykorzystywane do przewietrzania wagonu.

Zgodnie z wymaganiami RIC wagony osobowe powinny mieć ogrzewanie parowe lub elektryczne lub też obydwaj rodzaje ogrzewania. Dopuszczalne są następujące rodzaje i napięcia prądu ogrzewania elektrycznego: prąd jednofazowy przemienny 16 2/3 Hz, 1000 V; prąd jednofazowy przemienny 50 Hz, 1000 V; prąd jednofazowy przemienny 50 Hz, 1500 V; prąd stały 3000 V i prąd stały 1500 V. Wagon powinien mieć urządzenie przełącznikowe, umożliwiające zmianę rodzaju prądu.

Uwzględniając fakt, że na ogół w małej przestrzeni przedziału znajduje się 6 lub 8 osób, niezbędne jest przewietrzanie wagonu, polegające na wymianie zużytego powietrza w przedziałach.

Najprostszym sposobem wietrzenia wagonów jest otwarcie okien. Nie zawsze jednak jest to możliwe i dlatego konieczne jest stosowanie specjalnych urządzeń, służących do przewietrzania.

Stosowany bywa także sposób wentylacji polegający na wyciąganiu zużytego powietrza przez kominy wyciągowe. W suficie przedziału znajduje się otwór wentylacyjny (często jako szczelina pierścieniowa w oprawie lampy), łączący przedział z komorą wentylacyjną. Kominek wyciągowy, łączący komorę z atmosferą, wskutek działania ssącego zasysa powietrze z przedziału na zewnątrz.

Oprócz urządzeń wentylacji naturalnej stosowane są także urządzenia służące do wentylacji wymuszonej, a mianowicie wentylatory zasysające świeże powietrze i włączające je do wagonu. Powietrze rozprowadzane jest wzdłuż wagonu specjalnym kanałem wentylacyjnym (nad korytarzem), od którego prowadzą kanały odgałęźne do przedziałów. Kanały te są zamknięte klapami regulującymi, uruchamianymi z przedziału. Urządzenia tego typu łączy się często z urządzeniami ogrzewania nawiewnego. W ten sposób zużyte powietrze jest wytłaczane z przedziałów. Panujące w wagonie małe nadciśnienie zapobiega także przedostawaniu się do wnętrza wagonu kurzu. Urządzenie ma jeszcze tę zaletę, że w okresie lata może być do przedziałów doprowadzane powietrze świeże, ochłodzone w specjalnym urządzeniu chłodzącym (lód naturalny lub sztuczny).

Wentylacja nawiewna, połączona z podgrzewaniem powietrza w okresie zimy (ogrzewanie nawiewne) lub z chłodzeniem powietrza w okresie lata daje znacznie lepszy efekt przewietrzania. Wszystkie nowe wagony są wyposażane w ten rodzaj ogrzewania i wentylacji.

Największy komfort w zakresie przewietrzania uzyskuje się przy zastosowaniu klimatyzacji. Urządzenia klimatyzacyjne w wagonach umożliwiają doprowadzenie do przedziałów powietrza nie tylko świeżego lub chłodnego, ale także odpowiednio wilgotnego, co ma istotne znaczenie dla dobrego samopoczucia podróżnego.

Urządzenia klimatyzacyjne są wprawdzie kosztowniejsze od urządzeń wentylacji nawiewnej, znacznie jednak podwyższają komfort podróżowania i dlatego w nowych wagonach kursujących w pociągach dalekobieżnych i międzynarodowych są z zasady stosowane.

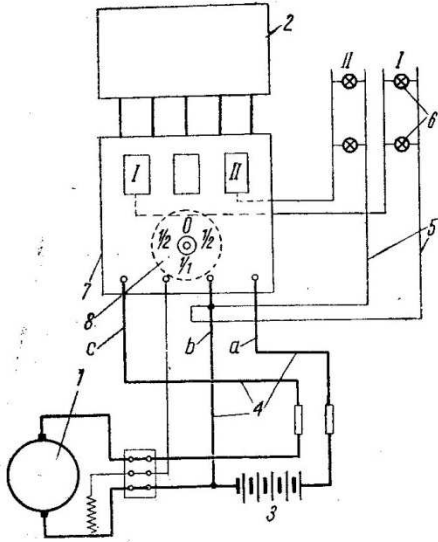
6. Oświetlenie wagonów

Oświetlenie elektryczne wagonów (rys. 56) składa się z prądnicy z napędem, samoczynnego regulatora napięcia, baterii akumulatorów, sieci elektrycznej, lamp i wyłączników oraz bezpieczników. Do oświetlenia wagonów stosuje się ze względów bezpieczeństwa niskie napięcie, mianowicie 24 V.

Prądnica wytwarzająca prąd do oświetlenia jest zawieszona pod wagonem i napędzana przez jedną z osi wózka.

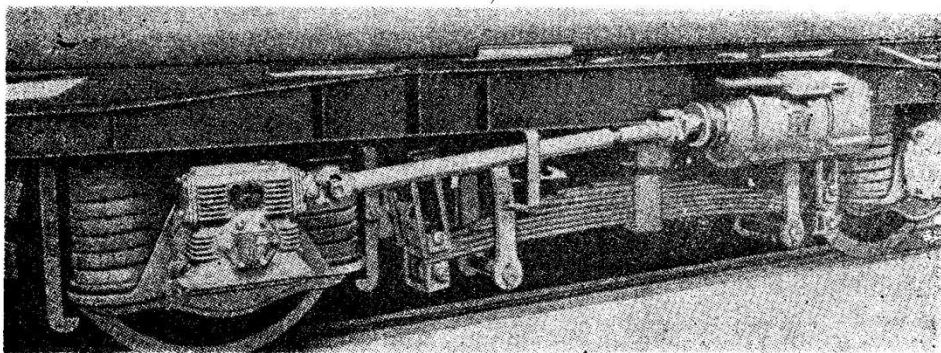
W wagonach starszej budowy stosowany jest napęd pasowy, mający tę wadę, że w przypadku wystąpienia ślizgania się pasa pogarsza się praca prądnicy, a tym samym oświetlenie wagonu. Jeżeli zaś pas spadnie, to ustaje zasilanie z prądnicy i zachodzi konieczność oświetlenia wagonu z baterii, która przy włączeniu wszystkich żarówek po około 5 godzinach wyczerpuje się. Dlatego też ostatnio stosuje się kosztowniejszy, ale niezawodny w pracy napęd za pomocą wału przegubowego, napędzanego przez jeden z czopów osi (rys. 57).

Prąd stały o napięciu 24/30 V, wytworzony w prądnicą 1 (rys. 56), przepływa do regulatora 2, który samoczynnie reguluje napięcie prądnicą zależnie od jej prędkości obrotowej (prędkości jazdy pociągu), włącza i wyłącza prąd ładowania baterii akumulatorów 3 oraz łączy sieć odbior-



Rys. 56. Schemat oświetlenia elektrycznego wagonów osobowych
 1 — prądnicą, 2 — regulator napięcia, 3 — bateria akumulatorów, 4 — przewody główne, 5 — przewody rozprowadzające, 6 — lampy, 7 — tablica rozdzielcza, 8 — przełącznik główny; a, b i c — przewody

czą z prądnicą lub z baterią akumulatorów, która jest drugim źródłem prądu oświetlenia wagonu. Ładowanie jej odbywa się w czasie biegu wagonu. Podczas postoju wagonu i przy prędkościach jazdy do około 17 do 20 km/h regulator samoczynnie przestawia układ na zasilanie sieci oświetleniowej z baterii akumulatorów przewodami a i b. Po zwiększeniu prędkości jazdy, gdy prędkość obrotowa prądnicą zapewnia wytwarzanie prądu o napięciu 24 V, regulator samoczynnie przełącza układ na zasilanie bezpośrednie z prądnicą przewodami b i c.



Rys. 57. Napęd przegubowy prądnicą oświetlenia elektrycznego

Przełącznik główny 8, który ma trzy położenia: 0, 1/2 i 1/1, umożliwia włączanie odpowiednich obwodów oświetleniowych w wagonie. W położeniu 0 połączenie prądnicy i baterii z siecią jest przerwane i pozostaje tylko ładowanie baterii w miarę potrzeby. W położeniu 1/2 następuje włączenie pierwszego obwodu sieci oraz połączenie prądnicy z baterią akumulatorów. W tym położeniu mogą świecić się tylko niektóre żarówki (w przedziałach po jednej, w korytarzu — co druga, w przedsiionkach i w ustępach) oraz może być, jak i poprzednio, ładowana bateria. W połączeniu 1/1 przełącznika głównego następuje włączenie obu obwodów, tak że mogą świecić się wszystkie żarówki w wagonie; połączenie prądnicy z baterią jest nadal czynne. Bateria po naładowaniu samoczynnie odłącza się od prądnicy. Włączanie i wyłączanie oświetlenia w przedziałach odbywa się za pomocą przełączników przedziałowych.

Zgodnie z postanowieniami międzynarodowymi natężenie oświetlenia w wagonie na wysokości 80 cm od podłogi i w odległości 60 cm od oparcia powinno wynosić 180 luksów. Dla zapewnienia takiego natężenia stosowane są obecnie prądnice o mocy 4,5 kW i odpowiednie baterie akumulatorów.

Wszystkie wagony osobowe nowszej budowy mają oświetlenie jarzeniowe, które zużywa mniej prądu niż oświetlenie żarówkowe i daje jaśniejsze światło. Umożliwia ono także oświetlenie wnętrza wagonu w sposób nowoczesny. W wagonach nowych konstrukcji stosowane są także lampki oświetlenia indywidualnego, umieszczone nad każdym siedzeniem, pod półką bagażową. Umożliwiają one poszczególnym pasażerom czytanie przy wyłączonym oświetleniu przedziału, przy czym oświetlenie to nie przeszkadza innym pasażerom.

7. Urządzenia sanitarne

Każdy wagon osobowy ma urządzenia sanitarne, składające się z ustępu i umywalki, umieszczonych w przedziale ustępowym. Dopływ wody do miski klozetowej i do umywalki jest regulowany przyciskami nożnymi. W przedziale ustępowym nad umywalką znajduje się lustro, a obok niej zbiornik na mydło płynne lub mydelniczka na mydło stałe z pokrętelem proszkującym mydło. Na ścianie obok umywalki jest przymocowany zasobnik na ręczniki papierowe. Urządzenie sygnalizujące, uruchamiane rygłem zamka drzwi prowadzących do WC, wskazuje w okienku nad drzwiami korytarzowymi zajętość WC czerwonym światłem. W każdym wagonie są w zasadzie dwa przedziały ustępowe, po jednym w każdym końcu wagonu.

W nowych wagonach oprócz przedziałów ustępowych są również osobne przedziały umywalnie, w których znajdują się tylko umywalka, lustro, pojemnik na mydło i zasobnik na ręczniki. Z reguły w umywal-

niach umieszczone są gniazdka wtykowe do elektrycznych maszynek do golenia. Zbiorniki na wodę zabezpieczone są przed zamarzaniem, w wagonach zaś nowszej budowy woda jest podgrzewana.

8. Urządzenia radiowe

W nowoczesnych wagonach są instalowane urządzenia rozgłoszeniowe (radiowe), przez które mogą być podawane informacje o biegu pociągu lub programy rozrywkowe.

W skład takiego urządzenia wchodzi głośniki umieszczone w przedziałach i korytarzach połączone ze wzmacniaczem mocy, mikrofon ze wzmacniaczem przeznaczony do przekazywania komunikatów i informacji oraz przewody połączeniowe międzywagonowe. Niektóre wagony mają specjalną kabinę wyposażoną w urządzenia do podłączenia stanowiska rozgłoszeniowego, umożliwiające transmisję programów z magnetofonu lub odbiornika radiowego. Na kolejach, na których stosowana jest łączność radiowa z pociągiem, niektóre wagony w pociągach wyższych kategorii (ekspresowe, międzynarodowe) mają kabiny łączności radiowej, umożliwiające pasażerom prowadzenie rozmów telefonicznych z dowolnym abonentem.

9. Numeracja, oznaczenia i napisy na wagonach osobowych

Każdy wagon osobowy musi mieć po obu stronach, w ustalonych miejscach, napisy i znaki określające właściciela (zarząd kolei) lub towarzystwa, numer inwentarzowy, niektóre zasadnicze cechy eksploatacyjne oraz dane dotyczące utrzymania i rewizji okresowych. Napisy te ustalone są w umowie RIC, a ich brak upoważnia do odmówienia przyjęcia takiego wagonu.

Między innymi na wagonach są podane: oznaczenia zarządu właściciela, numer wagonu, oznaczenie serii, masa własna w tonach i liczba miejsc siedzących, znaki RIC (w ramce) i elektrycznego ogrzewania, termin ostatniej rewizji wagonu, długość wagonu ze zderzakami, rozstaw czopów skrzytła, a na wózkach — rozstaw osi wózka, skrócone oznaczenie hamulca i dane o masie hamującej, oznaczenie klasy wagonu (pas żółty na ścianie bocznej tuż pod dachem oznacza klasę 1 na długości wagonu, w której znajdują się przedziały klasy 1) i znak MC (w kółku) na wagonach należących do kolei — OSZD.

Obok znaku RIC (w ramce) oznaczającego, że wagon odpowiada warunkom RIC, wymaganiom JT oraz UIC, stawiane są oznaczenia zarządów kolejowych, jeśli wagon odpowiada warunkom szczególnym stawianym przez te zarządy, np.

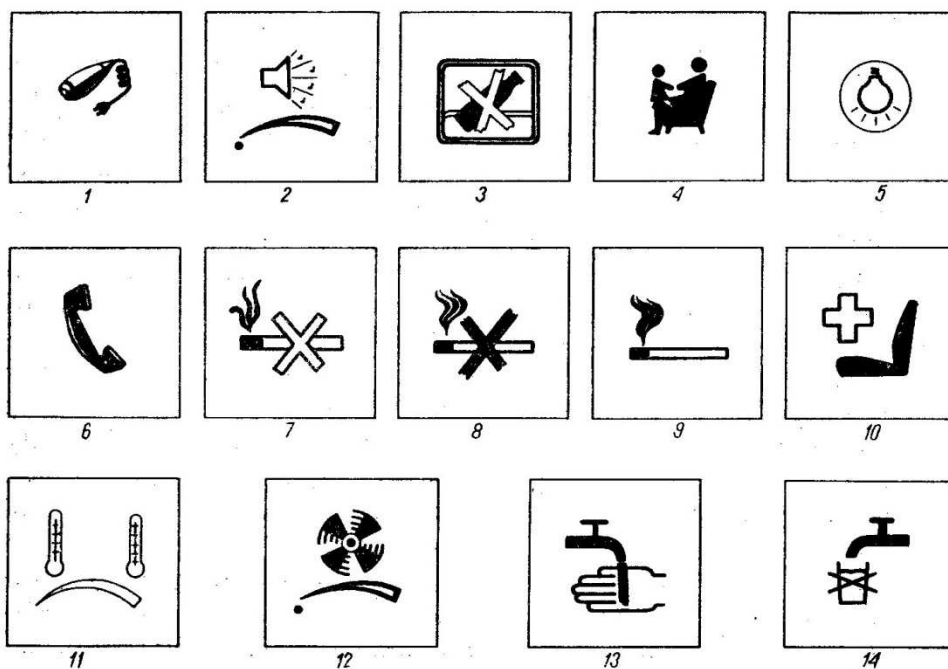
RIC	D
	F

. Symbole niektórych zarządów kolei podano w tablicy 16.

Koleje	Symbol	Koleje	Symbol
Koleje austriackie	A	Koleje NRD	D
Koleje belgijskie	B	Koleje RFN	D
Koleje bułgarskie	BG	Koleje norweskie	N
Koleje czeskosłowackie	CS	Polskie Koleje Państwowe	PL
Koleje duńskie	DK	Koleje rumuńskie	R
Koleje francuskie	F	Koleje szwajcarskie	CH
Koleje greckie	GR	Koleje szwedzkie	S
Koleje holenderskie	NS	Koleje węgierskie	H
Koleje jugosłowiańskie	J	Koleje włoskie	It

Każdy wagon kursujący regularnie w określonych relacjach powinien być ponadto zaopatrzony w tablice kierunkowe (umieszczone na bocznych ścianach zewnętrznych).

Oprócz zewnętrznych stosowane są także napisy i oznaczenia wewnętrzne. Niektóre napisy o charakterze zakazu mają na celu zapewnienie bezpieczeństwa podróżnym lub porządku, natomiast inne służą do informowania podróżnych. Zamiast niektórych napisów stosowane są znaki umowne, tzw. piktogramy (rys. 58).



Rys. 58. Przykłady piktogramów w wagonach osobowych

1 — gniazdo maszynki do golenia, 2 — regulator instalacji głośnikowej, 3 — zakaz wyrzucania przedmiotów przez okno, 4 — przedział dla matek z dziećmi, 5 — włącznik oświetlenia, 6 — telefon w pociągu, 7 i 8 — dla niepalących, 9 — dla palących, 10 — miejsce dla inwalidów, 11 — regulator ogrzewania, 12 — regulator wentylacji, 13 — umywalnia, 14 — woda nie nadaje się do picia

Między innymi w wagonie powinny być umieszczone następujące napisy: w bocznym korytarzu na drzwiach lub obok drzwi — oznaczenie klasy wagonu, zakaz otwierania drzwi bocznych wagonu podczas biegu pociągu, oznaczenie skrajnych położenia klamek w drzwiach bocznych „otwarte — zamknięte”, oznaczenie hamulca bezpieczeństwa i ostrzeżenie o odpowiedzialności za nieuzasadnione jego użycie, oznaczenie dźwigni lub przełącznika ogrzewania oraz zakaz używania ustępu podczas postoju na stacji itp.

Za pomocą piktogramów są także oznaczane: przełącznik oświetlenia, regulator instalacji oświetleniowej, gniazdko do maszyny do golenia i dźwignia obrotowa wywietrznika. Napisy umieszcza się w językach polskim, francuskim i niemieckim, a w wagonach kursujących do Włoch — również w języku włoskim. W wagonach kursujących na sieciach zarządów kolejowych należących do OSŻD umieszczane są ponadto napisy w języku rosyjskim.

Oprócz napisów wynikających z międzynarodowych przepisów kolejowych i przepisów państwowych, mogą być umieszczane informacje dotyczące odprawy celnej, mapy sieci kolejowej właściciela wagonu i dekoracyjne reprodukcje. Umieszczanie reklam handlowych wewnątrz przedziałów wagonów kursujących w ruchu międzynarodowym nie jest dozwolone, mogą one natomiast być umieszczone w korytarzach bocznych, przedsionkach, umywalniach i ustępach. Nie mogą one naruszać interesów kraju i kolei, nie mogą też mieć charakteru religijnego ani politycznego.

Do oznaczania rezerwowanych miejsc do siedzenia służą umieszczone w przedziałach tabliczki z przestawną numeracją, połączone ze słowem „zarezerwowane” (niewidocznym, gdy miejsce nie jest zarezerwowane). Numerami nieparzystymi oznacza się miejsca w kierunku biegu, numerami zaś parzystymi miejsca w kierunku przeciwnym do biegu pociągu.

Miejsca w przedziale pierwszym (patrząc od strony korytarza pierwszy od lewego końca wagonu) oznaczone są w wagonach klasy 1 numerami od 1 do 6, klasy 2 — od 1 do 8, przy czym miejsca 1 i 2 znajdują się od strony korytarza, a miejsca 5 i 6 oraz 7 i 8 przy oknie. Miejsca w kolejnych przedziałach oznaczone są numerami kolejnych dziesiątek, tak więc np. w wagonie klasy 1 miejsce środkowe w piątym przedziale w kierunku biegu pociągu oznaczone jest numerem 53, a w przedziale 7 wagonu klasy 2 miejsce przy oknie w kierunku przeciwnym do biegu pociągu — numerem 78.

Wagony osobowe, podobnie jak towarowe, mają oznaczenia cyfrowe i literowe, przy czym oznaczenie cyfrowe stanowi numer inwentarzowy danego wagonu, składający się z 12 cyfr. Przewidziane są dwa schematy oznaczania wagonów osobowych:

— na wagonach czteroosiowych w jednym rzędzie, na przykład
51 51 18—18 031—1

PKP

Ahuzzt

— na wagonach dwu- i trzyosiowych w trzech rzędach, na przykład

PKP

50 51

23—20

121—6

By

Numer inwentarzowy składa się z sześciu grup cyfr, przy czym:

- pierwsza grupa dwucyfrowa (1 i 2 cyfra numeru) określa system wymiany w ruchu międzynarodowym, z uwzględnieniem możliwości jazdy po torach o różnej szerokości;
- druga grupa dwucyfrowa (3 i 4 cyfra numeru) oznacza zarząd kolejowy będący właścicielem lub zarząd, który włączył wagon do taboru (PKP oznaczono cyframi 51, tak jak w wagonach towarowych);
- trzecia grupa dwucyfrowa (5 i 6 cyfra numeru) określa rodzaj wagonu lub jego klasę oraz charakterystykę eksploatacyjną;
- czwarta grupa dwucyfrowa (7 i 8 cyfra numeru) określa maksymalną prędkość konstrukcyjną oraz rodzaj urządzeń do ogrzewania wagonów;
- piąta grupa trzycyfrowa (9, 10 i 11 cyfra) oznacza kolejny numer wagonu w danej serii lub rodzaju;
- szósta grupa jednocyfrowa (12 cyfra) jest cyfrą samokontroli przy obliczeniach na maszynach matematycznych.

Cyfry trzeciej, czwartej i piątej grupy są podkreślone.

Znaczenie cyfr pierwszej grupy jest następujące:

a) cyfra pierwsza

5 — oznacza wagon do ruchu międzynarodowego (tzw. rozliczenie normalne),

6 — oznacza wagon do ruchu wewnętrznego,

7 — cyfra rezerwowa;

b) cyfra druga

0 — oznacza wagon przystosowany do jazdy po torze szerokości 1435 mm w ruchu wewnętrznym,

1 — oznacza wagon przystosowany do jazdy po torze szerokości 1435 mm w ruchu międzynarodowym,

2 — oznacza wagon przystosowany do jazdy po torach szerokości 1435 i 1524 mm, ze zmianą zestawów kołowych,

3 — oznacza wagon przystosowany do jazdy po torze szerokości 1435 mm, przy czym koła przesuwają się na osiach przy przechodzeniu na tor o innej szerokości.

Pierwsza grupa cyfr w numeracji PKP może występować w następujących układach i znaczeniach:

- 50 — wagony przeznaczone wyłącznie do ruchu wewnętrznego;
- 51 — wagony do ruchu międzynarodowego po torach szerokości 1435 mm;
- 52 — wagony do ruchu międzynarodowego, przystosowane do wymiany zestawów kołowych lub wózków z toru normalnego na tor szeroki;
- 60 — wagony dla potrzeb wewnętrznych kolei (wagony techniczno-gospodarcze, specjalne itp.);
- 61 — wagony do celów własnych zarządów kolejowych (np. wagony salonowe, doświadczalne itp.), mogące kursować w ruchu międzynarodowym po torze normalnym;
- 62 — wagony jak wyżej, lecz przystosowane do wymiany zestawów kołowych lub wózków z toru normalnego na tor szeroki.

Znaczenie drugiej grupy cyfr (niektórych zarządów kolejowych) podaje tablica 12.

Znaczenie cyfr trzeciej grupy jest następujące:

- a) w wagonach kolejowych
 - 13 — wagony trzyosiowe klasy 1,
 - 18 — wagony czteroosiowe ośmioprzędziałowe klasy 1,
 - 23 — wagony trzyosiowe klasy 2,
 - 26 — wagony piętrowe klasy 2,
 - 29 — wagony czteroosiowe dziewięcioprzędziałowe klasy 2,
 - 30 — wagony czteroosiowe dziesięcioprzędziałowe klasy 1/2,
 - 91 — wagony bagażowo-pocztowe czteroosiowe,
 - 92 — wagony bagażowe czteroosiowe,
 - 99 — wagony służbowe, techniczne, gospodarcze i inne (ogółem przyjęto 27 układów cyfrowych tej grupy);
- b) w wagonach niekolejowych
 - 00 — wagony pocztowe dwu-, trzy- i czteroosiowe,
 - 06 — wagony sypialne klasy 1 lub 1/2,
 - 08 — wagony restauracyjne.

Pod względem osiągniętej prędkości konstrukcyjnej wagony osobowe podzielone zostały na 3 grupy: o prędkości do 120 km/h, o prędkości od 121 do 140 km/h i o prędkości powyżej 140 km/h. Grupom tym odpowiadają układy cyfr oznaczające jednocześnie rodzaj ogrzewania.

Wagony o prędkości poniżej 120 km/h oznaczone są układami cyfr do 30, np. grupa cyfr 08 oznacza, że wagon ma ogrzewanie elektryczne 3000 V i przewód ogrzewania parowego, grupa cyfr 10 oznacza, że wagon ma ogrzewanie elektryczne na 1000, 1500 i 3000 V oraz ogrzewanie pa-

rowe albo ogrzewanie indywidualne z przewodem ogrzewania parowego i elektrycznego na wszystkie napięcia, grupy zaś cyfr 20 do 25 oznaczają wagony wyłącznie z ogrzewaniem i przewodem parowym.

Wagony o prędkości konstrukcyjnej od 121 do 140 km/h oznaczone są grupami cyfr od 40 do 69, a wagony o prędkości ponad 140 km/h — grupami cyfr od 80 do 89. Na przykład grupa cyfr 40 oznacza wagon o prędkości konstrukcyjnej od 121 do 140 km/h, z ogrzewaniem takim samym, jak wagon oznaczony grupą cyfr 10, a grupa cyfr 80 — wagon z takim samym ogrzewaniem, lecz o prędkości ponad 140 km/h.

Z numerem cyfrowym powiązane jest oznaczenie literowe, składające się z dużych i małych liter alfabetu łacińskiego. Duże litery oznaczają rodzaj wagonu, a litery małe — dane eksploatacyjne i techniczne.

Przyjęto m.in. następujące duże litery do oznaczenia rodzaju wagonów osobowych:

A — wagon klasy 1, BJ — wagon klasy 2 z barem,
B — wagon klasy 2, As — wagon salonowy,

Tablica 17

**Znaczenie niektórych małych liter (znaków)
umieszczanych na wagonach osobowych PKP**

Litera	Znaczenie i zastosowanie
a	Układ osi wózków 2-3-3-2 w czterowagonowym zespole piętrowym
c	wagon ma miejsca do leżenia
g	wagon ma pomieszczenie przeznaczone do przewozu poczty
h	wagon ma z obydwu końców harmonie przechodnie
i	w wagonach, które mają drzwi w ścianach czołowych i mostki przejściowe, oznacza, że wagon ma przejście pośrodku i miejsca do siedzenia po obu stronach przejścia
o	w wagonach jak wyżej oznacza, że wagon ma przejście z boku wzdłuż całego wagonu i przedziały otwarte
r	w wagonach jak wyżej oznacza, że wagon ma przejście boczne wzdłuż całego wagonu i część przedziałów otwartych, a część zamkniętych
s	wagony salonowe lub służbowe
u	w wagonach jak wyżej oznacza, że kanapy bądź ławki mają oparcie podnoszone i przystosowane do leżenia
x	wagon czteroosiowy
xx	wagon sześćoosiowy
y	wagon trzyosiowy
z	wagon z przejściem korytarzowym bocznym i przedziałami zamkniętymi

AB — wagon mieszany, kl. 1/2, WLA — wagon sypialny klasy 1,
AJ — wagon klasy 1 z barem, WLB — wagon sypialny klasy 2,
WLAB — wagon sypialny kl. 1/2, DP — wagon bagażowo-pocztowy,
J — wagon restauracyjny, M — wagon do przewozu chorych,
D — wagon bagażowy, Z — wagon ogrzewczy.
P — wagon pocztowy,

Litery małe są umieszczone obok liter dużych, oznaczających rodzaj wagonu. Dla przykładu podano w tablicy 17 niektóre najbardziej charakterystyczne litery małe i ich znaczenie.

Litery x i y oznaczają układ osi. Jeśli litery te nie występują w oznaczeniu, to wagon jest dwuosiowy. Litery i, o, r lub z oznaczają, że wagon ma drzwi czołowe i przejście wzdłuż wagonu. Są jednak wagony, które nie mają drzwi czołowych i przejść; wówczas litery te nie występują w oznaczeniu wagonu, czyli ma on przedziały z bocznymi wejściami.

Zgodnie z podanymi znaczeniami cecha ABhuxz oznacza wagon z przedziałami klasy 1 i 2 (AB), z harmoniami (h), z oparciami kanap przystosowanymi do podnoszenia (u), czterosiowy (x), z wewnętrznym bocznym przejściem korytarzowym wzdłuż całego wagonu i wszystkimi przedziałami zamykanymi (z).

UTRZYMANIE I NAPRAWA WAGONÓW

1. Wiadomości ogólne

Niezbędnym warunkiem prawidłowej eksploatacji wagonów i zachowania bezpieczeństwa ruchu jest zapewnienie właściwego stanu technicznego wagonów. Czynności z tym związane dzielimy na bieżące utrzymanie i naprawy okresowe wagonów.

Bieżące utrzymanie wagonów polega na wykonywaniu w sposób planowy wszystkich czynności, które zapewniają właściwy stan techniczny wagonów i niezawodną ich pracę, a więc umożliwiają prawidłową eksploatację wagonów.

Jednostkami liniowymi służby wagonów, których zadaniem jest bieżące utrzymanie wagonów, są wagonownie. Jednostkami wykonującymi naprawy okresowe są zakłady naprawcze taboru kolejowego. Jedne i drugie dysponują odpowiednimi środkami technicznymi, umożliwiającymi wykonanie tych zadań, a więc mają kwalifikowany personel, tory postojowe, hale naprawcze oraz niezbędne obrabiarki i urządzenia techniczne.

Zasady eksploatacji wagonów osobowych i wagonów towarowych różnią się znacznie.

Wagony osobowe stanowią inwentarz wagonowni. Są one eksploatowane w składach pociągów osobowych według ustalonych planów obiegu.

Przygotowanie pociągu osobowego do wyprawienia w drogę wymaga uprzedniego wykonania wielu czynności, zapewniających należyłą wygodę podróżowania i odpowiedni stan techniczny wagonów, a tym samym bezpieczeństwo ruchu. Wagony osobowe muszą więc być czyste z zewnątrz i wewnątrz, zbiorniki na wodę powinny być napełnione, toalety mieć sprawnie działające urządzenia sanitarne oraz mydło, ręczniki i papier. W razie potrzeby wagon powinien być poddany dezynfekcji. Powinno być sprawdzone działanie oświetlenia i ogrzewania. Bardzo dokładnie powinien być sprawdzony stan techniczny części biegowych, hamulca, urządzeń zderznych i ciągowych, należy więc dokonać oględzin

technicznych wagonów. Oględzin tych dokonują rewidenci wagonów.

Zdarzają się uszkodzenia powstałe podczas przebiegu wagonu. Jeśli uszkodzenia są drobne, usuwają je rewidenci wagonów wraz ze swymi pomocnikami, jeśli zaś uszkodzenia są większe — niezbędne jest dokonanie naprawy w warsztacie. Są to naprawy bieżące wagonów. Mogą one być wykonywane bez wyłączenia wagonu z ruchu (przez rewidentów wagonów i ich pomocników lub na torach stacyjnych przez drużyny rzemieślników) albo z wyłączeniem wagonu z ruchu do naprawy w warsztacie wagonowni.

Naprawy te jako nieplanowe są niepożądane, dlatego też dla zapewnienia dobrego stanu technicznego wagonów dokonywane są w ustalonych terminach przeglądy okresowe ważnych części lub zespołów wagonów.

Stan techniczny wagonów w składzie pociągu powinien być kontrolowany także podczas całego przebiegu pociągu, wynoszącego kilkaset, a nieraz nawet kilka tysięcy kilometrów. Kontroli takiej dokonują posterunki rewizji wagonów, rozmieszczone na całej sieci, na większych stacjach.

Sposób eksploatacji wagonów towarowych jest inny niż wagonów osobowych — po wyładowaniu wagon jest kierowany do naładunku. Nie biegną więc, poza zwartymi składami, używanymi do stałej obsługi odbiorców masowych ładunków (jak elektrocieplownie, huty itp.), według określonych planem obiegów, ale są włączane do pociągów zależnie od stacji przeznaczenia ładunku. Wagony towarowe nie wracają zatem planowo, tak jak wagony osobowe, do wagonowni. Nie są one w inwentarzu wagonowni, lecz w inwentarzu Dyrekcji Generalnej PKP. Nie mają więc bezpośredniego gospodarza, który bez przerwy czuwałby nad ich stanem technicznym. Dlatego kontrola stanu technicznego i naprawy wagonów towarowych są organizowane inaczej niż wagonów osobowych.

Oględziny techniczne wagonów towarowych są dokonywane przez rewidentów wagonów na stacjach rozrządowych oraz stacjach przejściowych (pośrednich). Drobne naprawy części lub ich wymiana są dokonywane podczas postoju pociągu na stacji bądź na torach stacyjnych, bez wyłączenia wagonu z ruchu, natomiast większe naprawy bieżące wagonów towarowych i przeglądy okresowe są wykonywane w wagonowniach — po wyłączeniu wagonu z ruchu. Wagony po przewozie zwierząt lub określonych przesyłek wymagają dokładnego wymycia, a nawet odkażenia. Czynności te są wykonywane w odkażalniach wagonów.

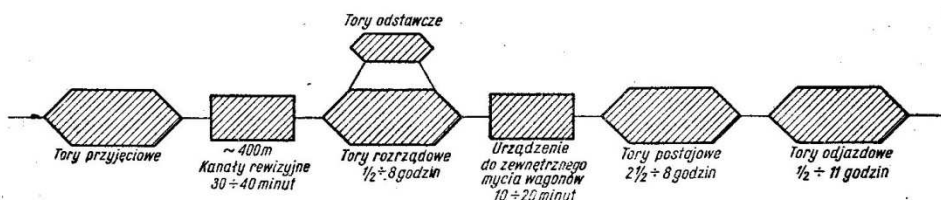
W czasie eksploatacji części wagonów ulegają zużyciu lub uszkodzeniu w stopniu przekraczającym zakres naprawy bieżącej. W takim przypadku wagony kierowane są do naprawy okresowej w zakładach naprawczych taboru kolejowego lub w wagonowniach. Zakres tych napraw jest różny odpowiednio do zakresu wynikającego z cyklu naprawczego.

2. Wagonownie

Rozróżniamy trzy rodzaje wagonowni: wagonownie osobowe, przeznaczone do utrzymywania wyłącznie wagonów osobowych, wagonownie towarowe, które zajmują się wyłącznie wagonami towarowymi, oraz wagonownie mieszane, do których zadań należy utrzymanie wagonów osobowych i towarowych.

Do zadań wagonowni osobowych należy dokonywanie przeglądu technicznego wagonów, czyszczenie zewnętrzne i wewnętrzne, usuwanie oblodzenia wagonów w okresie zimy, zaopatrywanie w wodę, ładowanie akumulatorów oświetlenia elektrycznego, podgrzewanie składów przed podstawieniem na tory odjazdowe, wykonywanie przeglądów okresowych i napraw bieżących, rewizji i próby hamulców. Do zadań wagonowni należy ponadto utrzymanie i naprawa urządzeń technicznych wagonowni. Osobnym dużym działem pracy wagonowni jest dokonywanie oględzin technicznych składów pociągów na stacjach.

Układy torów oraz rozmieszczenie hal i urządzeń technicznych wagonowni osobowej są dostosowane do procesu technologicznego utrzymania i obrządzania składów wagonów osobowych. Schemat wagonowni oraz układów torów pokazano na rysunku 59. Składy pociągów pasażerskich są przekazywane przez drużynę konduktorską na torach przyjęciowych. Następnie rewidenci wagonów dokonują oględzin technicznych wszystkich wagonów. Oględziny te odbywają się na torach z kanałami rewizyjnymi, przy czym długość tych torów powinna wynosić około 400 m, tak aby mogły one pomieścić cały skład pociągu. W przypadku konieczności dokonania większej naprawy jednego z wagonów wyłączenie takiego wagonu odbywa się na torach rozrządowych. Obok tej grupy torów znajduje się zwykle hala naprawy wagonów.



Rys. 59. Schemat stacji postojowej wagonowni osobowej

Przerobiony, w razie potrzeby, skład pociągu jest podstawiany na tory wyposażone w mechaniczne urządzenia do zewnętrznego mycia wagonów. Następnie skład pociągu jest przestawiany na grupę torów postojowych, gdzie odbywa się obrządzanie wagonów, tj. ich czyszczenie wewnętrzne, napełnianie zbiorników wodą, uzupełnianie wyposażenia wewnętrznego, ładowanie lub wymiana akumulatorów. Na torach tych dokonywane są

również niezbędne naprawy bieżące wagonów, nie wymagające ich wyłączenia ze składu pociągu.

Po obrządzeniu skład pociągu jest podstawiany na tory grupy odjazdowej, wyposażonej zwykle w urządzenia do wykonywania próby hamulca i do ogrzewania wagonów. Po dokonaniu próby hamulca oraz innych, niezbędnych prób skład jest przekazywany drużynie pociągowej.

Wagonownie osobowe mają oprócz torów i hal naprawczych warsztat mechaniczny, elektryczny, magazyny części i zespołów, sprężalnie powietrza itp. oraz budynek administracyjny i odpowiednie urządzenia socjalne dla personelu.

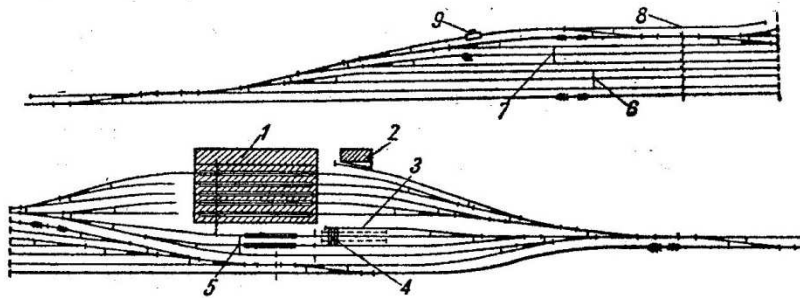
Zadaniem wagonowni towarowych jest kontrola i utrzymanie stanu technicznego wagonów towarowych, a więc sprawdzanie stanu wagonów i wykonywanie drobnych napraw w pociągach na stacjach, dokonywanie prób hamulca, naprawa bieżąca wagonów na wydzielonych torach stacyjnych i naprawa bieżąca wagonów wyłączonych z ruchu. Do zadań wagonowni towarowych należy także czyszczenie i dezynfekcja wagonów towarowych.

Niektóre większe wagonownie towarowe wykonują również naprawy rewizyjne wagonów.

Wagonownie towarowe są organizowane na tych stacjach, na których skupia się najwięcej wagonów, a więc na dużych stacjach rozrządowych. Wagonownia powinna być usytuowana na stacji jak najdogodniej, z uwzględnieniem procesu technologicznego pracy stacji.

Posterunki pracy wagonowni mogą być rozmieszczone w różnych punktach stacji, a nawet na sąsiednich stacjach, bocznicach itp. Podstawową część wagonowni stanowi zwykle hala napraw, do której przylegają magazyny i pomieszczenia administracyjne.

Schematyczny układ hali naprawczej wagonowni towarowej wraz z grupą torów pokazano na rysunku 60. Część torów naprawczych 5 oraz tory do załadunku zestawów kołowych 3, wysyłanych do obtaczania do zakładów naprawczych, znajdują się poza halą. W hali naprawczej znaj-



Rys. 60. Schemat hali naprawczej i układu torów wagonowni towarowej
1 - hala warsztatowa, 2 - magazyn, 3 - tory do załadunku zestawów kołowych, 4 - dźwig do załadunku zestawów kołowych, 5 - tory naprawcze, 6 - tory odbiorcze i zapasowe, 7 - tory zdawcze, 8 - tor dla wagonów oczekujących na części zamienne, 9 - waga wagonowa

dują się tory, z których jeden jest wyposażony w zapadnie zestawów kołowych, tj. w urządzenia umożliwiające opuszczenie zestawu kołowego lub wózka pod wagonem (bez uniesienia wagonu), przesunięcie go w poprzek osi toru w kanale pod powierzchnią podłogi i wyniesienie na powierzchnię z ustawieniem na sąsiednim torze. Do hali przylegają pomieszczenia warsztatowe. Pomieszczenia socjalne znajdują się zwykle na piętrze, nad pomieszczeniami warsztatowymi.

W hali napraw są wykonywane naprawy bieżące wagonów, wymagające wyłączenia wagonu z ruchu. Drobniejsze naprawy wagonów, które mogą być wykonane w ciągu kilku godzin i nie wymagają podnoszenia wagonu, wymiany zespołów lub użycia obrabiarek, dokonywane są przez drużyny rzemieślnicze wagonowni na wydzielonych w tym celu torach stacyjnych. Wzdłuż torów rozmieszczone są stojaki z częściami zamiennymi oraz urządzenia niezbędne przy naprawach wagonów.

3. Czyszczenie wagonów osobowych

Ważnym zadaniem służby wagonów jest zapewnienie należytej czystości wagonów i odpowiedniego ich stanu sanitarnego. Czyszczenie wagonów odbywa się w zasadzie na stacjach początkowych i końcowych biegu pociągu. Jeśli skład pociągu przebiega duże odległości, na jednej ze stacji pośrednich, na której jest przewidziany dłuższy postój pociągu, może być dokonywane czyszczenie pobieżne. W pociągach ekspresowych i międzynarodowych obsługa pociągu jest często zwiększona o sprzątaczkę, która utrzymuje czystość w wagonach na trasie przebiegu pociągu.

Czyszczenie wagonów jest zwykle regulowane przepisami służbowymi, które ustalają rodzaje czyszczenia i okresy wykonywania poszczególnych rodzajów czyszczenia. Przewidziane są zazwyczaj następujące rodzaje czyszczenia wagonów: czyszczenie pobieżne, czyszczenie gruntowne codzienne i czyszczenie gruntowne okresowe; czasami przewiduje się jeszcze czwarty, bardziej dokładny rodzaj czyszczenia.

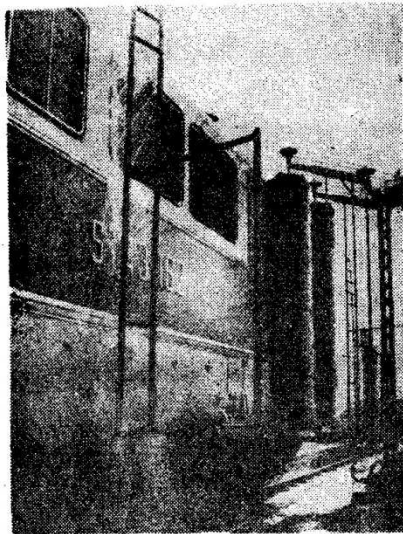
W planach obiegów składów osobowych ujęte są stacje, na których dokonuje się czyszczenia, i rodzaje czyszczenia, które powinny być dokonane.

Czyszczenie pobieżne polega na zamieceniu podłogi, wytarciu kurzu z kanap, oparc, ławek, ram okiennych, opróżnieniu śmietniczek i popielniczek, wyczyszczeniu ustępów oraz oczyszczeniu stopni i uchwytów. Ten rodzaj czyszczenia jest stosowany przeważnie w pociągach podmiejskich na stacjach końcowych.

Rodzaje czyszczenia o większym zakresie przewidują takie prace, jak odkurzanie kanap, dywaników, wytarcie z kurzu ścian, półek, grzejników, mycie okien, dokładne czyszczenie klamek i części niklowanych, dezynfekcję muszli klozetowych itp., a także czyszczenie ścian zewnętrznych

wagonu, polegające nie tylko na usunięciu brudu i kurzu, ale także na konserwowaniu powłoki malarskiej i lakieru.

Czyszczenie składów pociągów odbywa się na wydzielonych torach wagonowni lub w hali do obrządzania. W coraz szerszym zakresie używane są do czyszczenia wagonów urządzenia mechaniczne, jak odkurzacze, trzepaczki mechaniczne, szczotki z dopływem wody i inne, a do czyszczenia ścian zewnętrznych — urządzenia stałe z natryskiem emulsji i wody splukującej oraz ze szczotkami wirującymi, czyszczącymi całe ściany boczne powoli przesuwającego się pociągu (rys. 61). Czyszczenie podwozia polega na zmyciu brudu silnym strumieniem wody.



Rys. 61
Urządzenie do mechanicznego
zewnętrznego czyszczenia
wagonów osobowych

Wagonownie wyposażone są zwykle w pralnie mechaniczne do prania ręczników i bielizny pościelowej używanej w wagonach sypialnych.

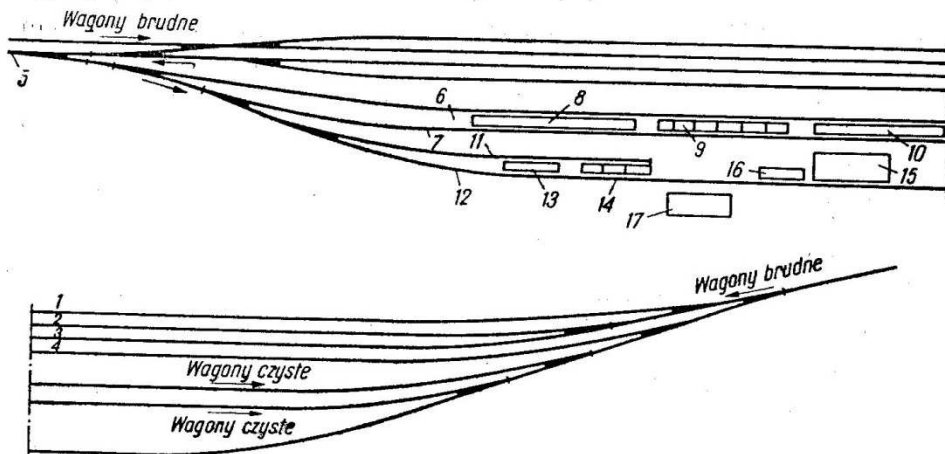
Bardzo ważne dla utrzymania stanu sanitarnego wagonów są — oprócz czyszczenia — dezynfekcja i dezynsekcja wagonów, tj. poddawanie wnętrza wagonów działaniu środków chemicznych i wysokiej temperatury w celu zniszczenia bakterii chorobowych i insektów.

4. Mycie i odkażanie wagonów towarowych

Po przewozie zwierząt oraz materiałów cuchnących lub gnilnych wagony podlegają obowiązkowemu myciu i odkażaniu. W zależności od stopnia zanieczyszczenia stosowane jest mycie wagonu (np. po przewozie przesyłki, której pozostałości mogłyby spowodować zanieczyszczenie następnej przesyłki), odkażanie (po przewozie przesyłek cuchnących i zwierząt) lub odkażanie obostrzone (np. po przewozie chorego bydła lub zboża z wołkiem zbożowym).

Mycie wagonów jest dokonywane na stacjach odpowiednio do tego wyposażonych. Wagony podstawiane są na tor o pochyleniu bocznym (co ułatwia spływ wody z podłogi wagonu), wzdłuż toru znajduje się pomost, z którego obsługa ma łatwy dostęp do wagonów. Teren, na którym odbywa się mycie, jest wybetonowany, z odpływami wody.

Zwykle większe stacje towarowe mają odkaźalnie wagonów (rys. 62), w których odbywa się mycie i odkażanie.



Rys. 62. Układ odkaźalni wagonów towarowych

Wagony wymagające mycia lub odkażania podstawiane są na tory 1, 2, 3 i 4, skąd zabierane są na tor wyciągowy 5 i spychane na tory 6 i 7, na których odbywa się mycie lub odkażanie, bądź na tory 11 i 12 do odkażania obostrzonego. Między tymi torami znajdują się pomosty 8 i 13 wysokości około 80 cm, z których pracownicy dokonują mycia i odkażania. Nawóz z wagonów usuwany jest do silosów 9 lub 14. Po wymyciu lub odkażeniu wagony są suszone, zwykle ogrzonym powietrzem o temperaturze 30 do 200°C, na stanowisku 10. Do odkaźalni należy także budynek główny 15 z kotłownią i maszynownią oraz skład opału 16.

Kotłownia wraz z maszynownią służy do wytwarzania gorącej wody i roztworu chemicznego oraz ich tłoczenia za pomocą pomp do sieci rozprowadzających, których kolumnienki rozmieszczone są na pomoście obsługi. Z uwagi na używanie przy myciu i odkażaniu różnych chemikaliów, odkaźalnia powinna mieć osadnik 17 i urządzenia do oczyszczania ścieków.

5. Kontrola stanu technicznego wagonów

Bezpieczeństwo ruchu wymaga stałego nadzoru i kontroli technicznej wagonów. Kontrolę tę wykonują rewidenty wagonów, pracownicy służby wagonów, o wysokich kwalifikacjach zawodowych. Do pomocy

rewidentom wagonów są przydzieleni smarownicy, a czasem — także rzemieślnicy — specjaliści w naprawie wagonów. Oględziny techniczne dzielą się na oględziny wagonów i oględziny hamulców.

Oględziny techniczne wagonów i hamulców w pociągach towarowych są dokonywane:

- a) na stacjach rozrządowych — podczas wjazdu pociągu na stację, po jego zatrzymaniu się oraz przed wyjazdem pociągu ze stacji;
- b) na stacjach pośrednich.

Oględziny techniczne wagonów w pociągach osobowych są dokonywane:

- a) na stacjach początkowych biegu pociągu;
- b) na stacjach pośrednich biegu pociągu;
- c) na stacjach końcowych biegu pociągu.

Oględziny techniczne na stacjach rozrządowych przed odjazdem pociągu obejmują dokładne sprawdzenie stanu technicznego wagonów i hamulców; w szczególności rewident wagonów powinien sprawdzić:

- stan łożysk (w razie potrzeby uzupełnić zapas oleju w łożyskach);
- zamknięcie wagonów, prawidłowość załadowania i umocowania ładunku na wagonach (patrz podrozdział 6);
- czystość wagonów;
- prawidłowość połączenia wagonów (odstępów między zderzakami);
- liczbę ruchomych części wagonów (np. kłonic).

Ponadto rewident powinien dokładnie obejrzeć wagony wewnątrz i z zewnątrz, ze szczególnym uwzględnieniem części biegowych i urządzeń hamulcowych.

Ostatnią czynnością rewidenta jest dokonanie wspólnie z drużyną pociągową próby hamulca.

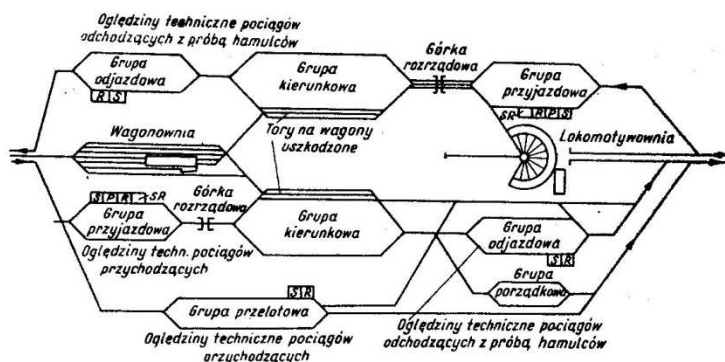
Na stacjach pośrednich oględziny dotyczą przede wszystkim stanu podwozia, łożysk, urządzeń sprzęgowych i zderznych oraz stanu umocowania ładunku, a więc uwaga jest zwrócona przede wszystkim na te części, które podczas biegu pociągu mogą ulec uszkodzeniu i spowodować trudności ruchowe.

Do kontroli stanu łożysk używa się coraz częściej urządzeń samoczynnych, sygnalizujących zagrzaną czopę osi.

W pociągach osobowych bardzo ważna jest ponadto kontrola ogrzewania, oświetlenia i wyposażenia wnętrza wagonów, wykonywana na stacjach początkowych i końcowych.

Drobne usterki, stwierdzone podczas oględzin technicznych wagonów, rewident usuwa we własnym zakresie wspólnie ze smarownikiem lub z przydzielonymi mu do pomocy rzemieślnikami. W razie konieczności rewident kieruje wagon do naprawy bieżącej, mycia, przeładunku itp., nalepiając na nim odpowiednią kartkę.

Organizację oględzin technicznych wagonów na dużej stacji rozrządowej pokazano na rysunku 63. Stacja ta jest dwukierunkowa. Pociągi przychodzące ze wschodu przyjmowane są na północnej grupie przyjazdowej, przerabiane na górcie rozrządowej i zestawiane na północnej grupie torów kierunkowych. Stąd pociągi kierowane są na tory grupy odjazdowej. Pociągi przychodzące z zachodu przyjmowane są na południowej grupie przyjazdowej, przechodzą przez górkę rozrządową drugiego kierunku i dalej — przez grupę kierunkową — do grupy odjazdowej kierunku przeciwnego. Pociągi przechodzące przez stację bez przerabiania przyjmowane są na torach grupy przelotowej.



Rys. 63. Organizacja kontroli technicznej wagonów towarowych na dużej stacji rozrządowej
 stanowiska: SR — starszego rewidenta, R — rewidenta wagonów, P — pomocnika rewidenta, S — smarownika

Odpowiednio do układu stacji i procesu technologicznego pracy stacji rozmieszczone są na niej posterunki rewizji wagonów i zorganizowane oględziny techniczne pociągów.

Istotnym zadaniem rewidentów wagonów jest wykrycie wszelkich usterek w wagonach na torach grupy przyjazdowej, aby nie dopuścić do włączenia wagonów z usterkami do pociągów na torach grupy odjazdowej, skąd musiałyby być wyłączone. Spowodowałoby to w konsekwencji trudności ruchowe i opóźnienie wyprawienia pociągu. Dlatego też posterunek rewizji wagonów na torach grupy przyjazdowej ma przydzieloną odpowiednią liczbę rewidentów wagonów, smarowników i pomocników rewidentów — rzemieślników. Praca na posterunku jest nadzorowana przez starszego rewidenta wagonów.

Nie wszystkie usterki wagonów można wykryć w czasie ich postoju na torach. Dlatego też rewidentów wagonów rozpoczynają przegląd już podczas wjazdu pociągu na grupę przyjazdową, tzn. wtedy, gdy pociąg jest jeszcze w ruchu. Łatwiej jest wtedy wykryć takie usterki, jak pła-

skie miejsca na obręczach kół czy tarcie klocków o obręcz. Dokładny przegląd odbywa się następnie na torach grupy przyjazdowej.

Osobny posterunek rewidentów znajduje się w grupie odjazdowej torów. Przed odjazdem pociągi powinny być poddane dokładnej kontroli w celu usunięcia usterek, które powstały podczas manewrów; ponadto konieczne jest dokonanie próby hamulców. Podobny układ posterunków rewizji wagonów znajduje się w południowym rejonie stacji.

Ogłędziny techniczne pociągów przechodzących przez stacje bez prze-rabiania („przelotem”) dokonywane są przez posterunek rewizji wago-nów na torach grupy przelotowej. Dokonywana jest tam również — w przypadku zmiany lokomotywy pociągowej — próba hamulca.

Ogółem więc w danym przypadku na stacji znajduje się pięć poste-runków rewizji wagonów: dwa na grupach przyjazdowych, dwa na gru-pach odjazdowych i jeden na grupie przelotowej.

Opisany przykład organizacji i rozmieszczenia posterunków rewizji wagonów nie jest regułą; zależnie od układu stacji, grup torów i nasile-nia ruchu może okazać się celowa inna organizacja pracy.

Podczas oględzin stanu technicznego wagonu rewident i smarownik obowiązani są sprawdzić poziom smaru w maźnicy oraz — przez dotknię-cie ręką — zbadać temperaturę łożyska. W przypadku niezbędnym sma-rownik powinien uzupełnić olej w maźnicy. Do obowiązków smarownika należy także smarowanie części wagonowych podlegających tarcia, co za-pobiega ich szybkiemu zużyciu oraz zapewnia prawidłową pracę. Ma to również ważne znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu.

Jeżeli rewident obserwując pociąg wjeżdżający na stację (w biegu) zauważy dym wydobywający się z łożyska lub gdy po zatrzymaniu się pociągu stwierdzi bardzo wysoką temperaturę łożyska, jest on obowiązany wyłączyć wagon z pociągu i skierować go do naprawy. Dalszy bieg wagonu mógłby spowodować konieczność wyłączenia go z pociągu na małej, nie przystosowanej do tego stacji, a tym samym trudności rucho-we i opóźnienie pociągu; w krańcowym przypadku może nastąpić ukre-ślenie się czopa osi i wykolejenie wagonu.

Wagony, które powinny być wyłączone z pociągu do naprawy bieżącej albo naprawy okresowej oraz do mycia lub odkażania, są przez rewiden-ta oznaczane za pomocą odpowiednich nalepek. Na przykład wagon wymagający wyłączenia z uwagi na zagrzenie czopa osi otrzymuje nalepkę „Po wyładowaniu do naprawy, czop osi grzeje się”. Wagon wymagający naprawy bieżącej oznacza się nalepką „Uszkodzony, natychmiast wsta-wić na tor naprawczy”. Wagon wyłączony do naprawy okresowej zostaje oznaczony nalepką „Do naprawy okresowej do Zakładów Naprawczych Taboru Kolejowego w ...” z podaniem stacji docelowej. Wagon kierowany do mycia lub odkażenia otrzymuje nalepkę: „Do mycia — odkażenia do stacji ...”, z podaniem nazwy stacji, do której wagon należy skie-rować.

6. Zasady ładowania wagonów towarowych

Ładowanie wagonów powinno odbywać się zgodnie z odpowiednimi przepisami kolejowymi. Najważniejsze z nich, odnoszące się do komunikacji wewnętrznej, to: dekret o przewozie przesyłek i osób kolejami, przepisy o ładowaniu i wyładowywaniu wagonów towarowych w komunikacji wewnętrznej, normy ładunkowe (branżowe, resortowe i PN), odnoszące się do konkretnych ładunków. W zakresie komunikacji międzynarodowej obowiązują: Przepisy o ładowaniu wagonów towarowych (H58 — załącznik nr 11 do umowy RIV) oraz Przepisy o ładowaniu i umocowywaniu ładunków na wagonach niekrytych (W15 — załącznik nr 6 do umowy SMGS).

Wagony powinny być ładowane przede wszystkim z uwzględnieniem dopuszczalnego obciążenia na oś wagonu oraz dopuszczalnego obciążenia na metr toru. W związku z tym linie kolejowe poszczególnych zarządów kolejowych zostały podzielone na klasy.

Klasy linii kolejowych niektórych zarządów są następujące:

zarząd kolejowy	klasa linii	zarząd kolejowy	klasa linii
PKP	C3	DR	B3
BR	B1	JŽ	B1
CFR	B2	ÖBB	B2
ČSD	B1	SNCF	C2
DB	B2	SNCB	C4

Wartości dopuszczalnych obciążeń dla wymienionych klas linii są następujące:

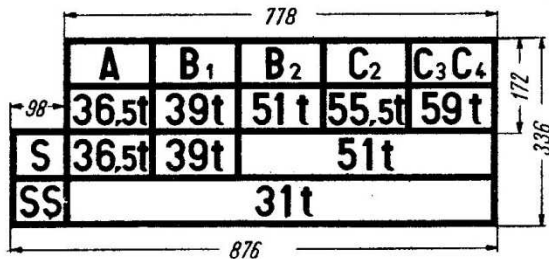
klasa linii	dopuszczalne obciążenie na oś [kN]	dopuszczalne obciążenie na metr [kN/m]
A	160	48
B1	180	50
B2	180	64
C2	200	64
C3	200	72
C4	200	80

Granice obciążeń dla poszczególnych klas linii kolejowych są podane na wagonach (rys. 64). Napisy na wagonach dotyczące granic obciążenia podanych pod literą B odnoszą się do linii klas B1 i B2, pod literą C — do linii klas C2, C3 i C4.

Przy ładowaniu wagonu należy więc uwzględniać klasy linii zarządów kolejowych na drodze przebiegu wagonu do stacji docelowej, zwłaszcza tego zarządu, którego linie mają najniższą klasę.

Istotne znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu ma właściwe rozmieszczenie i umocowanie ładunków na wagonach.

Przewożony ładunek powinien być rozłożony na jak największej po-



Rys. 64
Przykład oznaczania granicy obciążenia wagonów towarowych

wierzchni podłogi wagonu, a jego wysokość powinna być możliwie najniższa. W miarę możliwości wszystkie koła wagonu powinny być równomiernie obciążone. Warunek ten jest przeważnie spełniany przy przewozie ładunków sypkich w węglarkach oraz płynów w cysternach. Trudniej jednak jest dotrzymać tego warunku przy przewozie ładunków skupionych, np. skrzyń o różnych wymiarach i masie, maszyn, dużych odlewów o nierégularnych kształtach itp. Jeśli więc ładunek nie może być rozłożony równomiernie, należy przestrzegać następujących zasad:

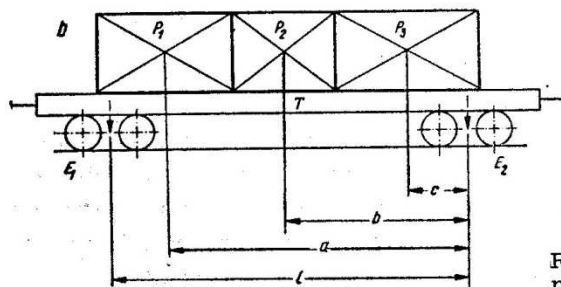
- w wagonach dwuosioowych obciążenie jednej osi może być najwyżej dwukrotnie większe aniżeli obciążenie drugiej osi;
- w wagonach wózkowych obciążenie jednego wózka może być najwyżej trzykrotnie większe aniżeli obciążenie drugiego wózka.

W obu jednak przypadkach nie wolno przekroczyć dopuszczalnego obciążenia na oś wagonu.

Warunek ten w odniesieniu do wagonu wózkowego ilustruje następujący przykład.

Jeśli na wagonie (rys. 65) rozmieszczone są trzy ładunki o masie skupionej:

- P_1 w odległości a od osi czopa skrętu wózka 2,
- P_2 w odległości b od osi czopa skrętu wózka 2,
- P_3 w odległości c od osi czopa skrętu wózka 2,



Rys. 65. Przykład obliczenia nacisków na osie wózka

a masa własna wynosi T i odległość między czopami skreśtu wynosi l , to obciążenie E_1 wózka 1 oblicza się z następującego wzoru (z równania momentów):

$$E_1 \cdot l = P_1 \cdot a + P_2 \cdot b + P_3 \cdot c + T \cdot \frac{l}{2}$$

$$E_1 = \frac{P_1 \cdot a + P_2 \cdot b + P_3 \cdot c}{l} + \frac{T}{2}$$

$$E_2 = P_1 + P_2 + P_3 + T - E_1$$

Przyjmując w tym przykładzie

$$P_1 = 16 \text{ t, } 160 \text{ kN oraz } a = 16 \text{ m,}$$

$$P_2 = 5 \text{ t, } 50 \text{ kN oraz } b = 9 \text{ m,}$$

$$P_3 = 8 \text{ t, } 80 \text{ kN oraz } c = 4 \text{ m,}$$

$$T = 24 \text{ t, } 240 \text{ kN oraz } l = 12,8 \text{ m,}$$

to obciążenie wózka 1 wyniesie:

$$E_1 = \frac{160 \cdot 16 + 50 \cdot 9 + 80 \cdot 4}{12,8} + \frac{240}{2} = 380,2 \text{ kN}$$

$$E_2 = 160 + 50 + 80 + 240 - 380,2 = 149,8 \text{ kN}$$

$$E_1 : E_2 = 380,2 : 149,8 = 2,54$$

Z obliczenia wynika, że obciążenie wózka 1 jest 2,54 razy większe aniżeli wózka 2 (dopuszczalne 3-krotnie większe), a nacisk osi wózka 1 wynosi 190,1 kN przy dopuszczalnym nacisku 200 kN. Wagon tak załadowany może więc być włączony do składu pociągu.

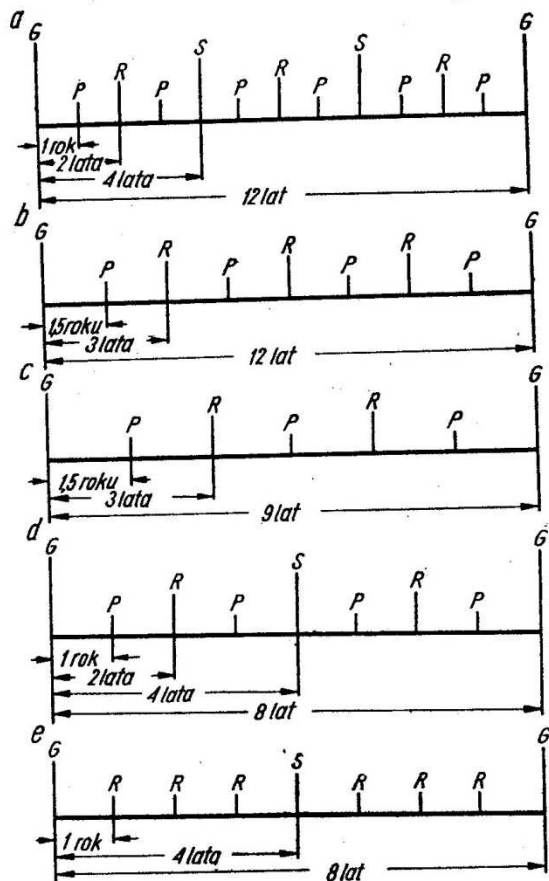
Przy przewozie ładunków, które nie mają poziomej powierzchni oparcia, stosuje się podparcia z rusztowań, a ładunków ciężkich, o zbyt małej powierzchni oparcia, stosuje się pomocnicze dźwigary, aby nacisk ładunku był rozłożony na większej powierzchni. Do przewożenia przedmiotów wrażliwych na działanie sił wzdłużnych w pociągu stosuje się sanie, na których przedmioty te się umocowuje. Sanie te umożliwiają w ograniczonym zakresie podłużne przesuwanie się ładunków na wagonie.

Bardzo ważne jest niezawodne umocowanie ładunków na wagonie. Do tego celu używa się łańcuchów, drutu o średnicy co najmniej 3 mm, klinów, klocków i belek przymocowanych do podłogi co najmniej dwoma gwoździami.

7. Naprawy okresowe wagonów

Naprawy okresowe wagonów, wykonywane planowo na podstawie ustalonego cyklu naprawczego, mają na celu zapewnienie w sposób najbardziej ekonomiczny odpowiedniego stanu technicznego wagonów w okresie od chwili zakupienia aż do skreślenia z inwentarza. Naprawy te wykonywane są przez zakłady naprawcze taboru kolejowego.

System napraw planowych obejmuje cykl przeglądów oraz cykl napraw okresowych. Cykle naprawcze ustalają kolejność i rodzaje napraw oraz okresy, w jakich powinny one być wykonywane. W niektórych przypadkach cykl naprawczy jest ustalany na podstawie przebiegu wagonu, a nie czasu eksploatacji.



Rys. 66
Przykłady schematów
cykli naprawczych
wagonów towarowych

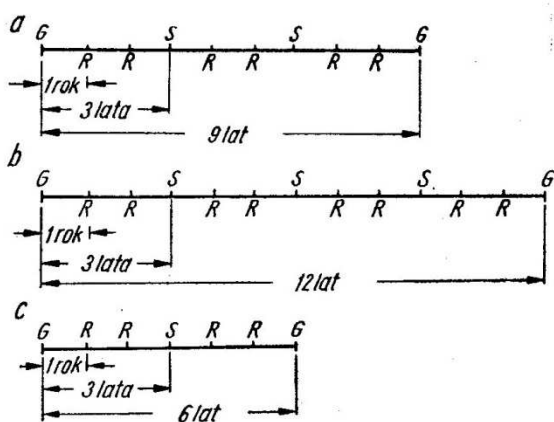
a — wagonów krytych na łożyskach ślizgowych, b — wagonów krytych na łożyskach tocznych oraz węglarek i platform do pierwszej naprawy głównej, c — węglarek i platform po pierwszej naprawie głównej, d — węglarek oraz platform z zagłębioną podłogą na łożyskach tocznych, e — wagonów chłodni i owocarek na łożyskach tocznych

Dla wagonów towarowych podstawowym rodzajem napraw okresowych, z uwagi na części bieżące wagonu, jest naprawa rewizyjna, ustalona także przepisami międzynarodowymi. Wagon z przekroczonym terminem rewizji nie może kursować po sieci i musi być wyłączony do naprawy. Oprócz tego cykl naprawczy poza przeglądami i naprawami rewizyjnymi może obejmować także naprawy o większym zakresie — średnie i główne. Przykłady cykli naprawczych wagonów towarowych pokazano na rysunku 66.

Każdy wagon towarowy ma kartę inwentaryzacyjną, w której są podane wszelkie dane o wagonie. Karty te znajdują się u komisarzy od-

biorczych PKP w zakładach naprawczych taboru kolejowego, do których poszczególne wagony towarowe są przydzielone do naprawy, przy uwzględnieniu specjalizacji, polegającej na tym, że określone zakłady wykonują naprawy przydzielonych do nich na stałe określonych serii wagonów towarowych. Po upływie ustalonych przepisami okresów eksploatacji oznaczonych na wagonie rewidenci wagonów kierują wagony do odpowiednich zakładów. Po dokonaniu naprawy odnotowuje się w kartach inwentaryzacyjnych wszelkie dane o terminie i miejscu wykonania naprawy, o przeprowadzeniu zmian konstrukcyjnych itp.

Plany roczne napraw, uzgadniane ze Zjednoczeniem Zakładów Naprawczych Taboru Kolejowego, są opracowywane przez Dyрекcję Wagonów Dyrekcji Generalnej PKP.



Rys. 67
Schemat cyklu
naprawczego
wagonów osobowych
a — budowanych do 1965 r.,
b — budowanych po 1965 r.,
c — ogrzewczych

Cykl naprawczy wagonów osobowych przewiduje na ogół następujące naprawy:

- rewizyjną, wykonywaną co rok lub — jeśli wagon ma łożyska toczne — po określonym przebiegu wagonu (według RIC wagony ruchu międzynarodowego kursujące z prędkością ponad 100 km/h podlegają rewizjom okresowym co 6 miesięcy);
- naprawę średnią;
- naprawę główną.

Przykład cyklu naprawczego wagonów osobowych pokazano na rysunku 67.

Podobnie jak wagony towarowe, również wagony osobowe mają karty inwentaryzacyjne, na podstawie których są prowadzone księgi numeryczne w wagonowniach, zarządach wagonów dyrekcji okręgowych i Dyrekcji Wagonów Dyrekcji Generalnej PKP.

Wagony osobowe są w ustalonych terminach kierowane przez rewidentów wagonów do właściwych zakładów naprawczych, przy czym wagony osobowe przydzielone są do poszczególnych zakładów również

z uwzględnieniem zasad specjalizacji. Naprawy są wykonywane zgodnie z planami rocznymi, opracowywanymi przez poszczególne dyrekcje okręgowe na podstawie danych zawartych w kartach inwentaryzacyjnych. Plany dyrekcyjne stanowią podstawę do opracowania ogólnego planu napraw przez Dyрекcję Wagonów.

8. Okres eksploatacji wagonów

Wagony towarowe i osobowe zostają po okresie ich eksploatacji skreślone z inwentarza. Skreślenie może stanowić likwidację wagonu (pocięcie wagonu na złom) lub też przekazanie do dalszego wykorzystywania przez kolej bądź zakłady przemysłowe do celów gospodarczych dla potrzeb wewnętrznych.

Okres eksploatacji wagonu, tj. od przyjęcia do inwentarza do skreślenia z inwentarza, jest zależny od różnych czynników, przede wszystkim od budowy wagonu, jego konstrukcji, jakości materiałów, intensywności eksploatacji, wyrażonej np. liczbą wykonanych w ciągu roku tonokilometrów, oraz sposobu i jakości utrzymania i napraw. Czasem o potrzebie skreślenia wagonu z inwentarza decyduje starzenie moralne, a więc gdy wagon nie odpowiada już wymaganym warunkom technicznym i eksploatacyjnym.

Okresy eksploatacji wagonów są różne i wynoszą od 20 do 32 lat.

W warunkach PKP, z uwagi na bardzo intensywne wykorzystywanie wagonów, okres eksploatacji węglarek powinien wynosić około 24 lat, wagonów krytych — 32 lata i wagonów osobowych 30—32 lata.

POJAZDY TRAKCYJNE

CZEŚĆ DRUGA

Rozdział I

WIADOMOŚCI OGÓLNE

Podstawowym zadaniem kolei jest przemieszczanie osób i towarów. Aby przemieszczanie to mogło się odbywać, pociąg osobowy lub towarowy musi wykonywać ruch postępowy po torze. Ruchowi temu przeciwdziałają jednak opory ruchu, jak np. opór tarcia (opór wskutek toczenia się kół po szynie i opór trących się części taboru w ruchu), opór powietrza, opór wzniesienia, opór łuku itp., które należy pokonać. Siłą pokonującą te opory i powodującą ruch postępowy pociągu jest siła pociągowa pojazdów trakcyjnych (od słowa łacińskiego „trahere” — ciągnąć). Stąd siła pociągowa lokomotyw nazywana jest także siłą trakcyjną.

Pojazdami trakcyjnymi nazywamy więc pojazdy, które mają urządzenia umożliwiające wytwarzanie sił pociągowych. Pojazdami takimi są na kolei lokomotywy, wagony silnikowe i zespoły trakcyjne.

Lokomotywy są to pojazdy trakcyjne, których zadaniem jest wyłącznie przemieszczanie całych składów wagonów. Wagony silnikowe, stosowane przede wszystkim w ruchu pasażerskim, służą jednocześnie do przewozu podróżnych. Mają więc one — oprócz urządzeń wytwarzających siłę pociągową — także pomieszczenia dla pasażerów i bagażu. Wagony silnikowe są zwykle dostosowane do ciągnięcia jednego lub kilku wagonów osobowych, tzw. doczepnych. Zespoły trakcyjne składają się z kilku lub kilkunastu wagonów osobowych, z których część, a niekiedy wszystkie — mają urządzenia wytwarzające siłę pociągową.

Źródłem siły pociągowej pojazdu trakcyjnego jest energia paliwa zamieniana w energię mechaniczną. Zamiana ta może być dokonywana w różny sposób i zależnie od tego rozróżniamy rodzaje pojazdów trakcyjnych, a więc rodzaje trakcji.

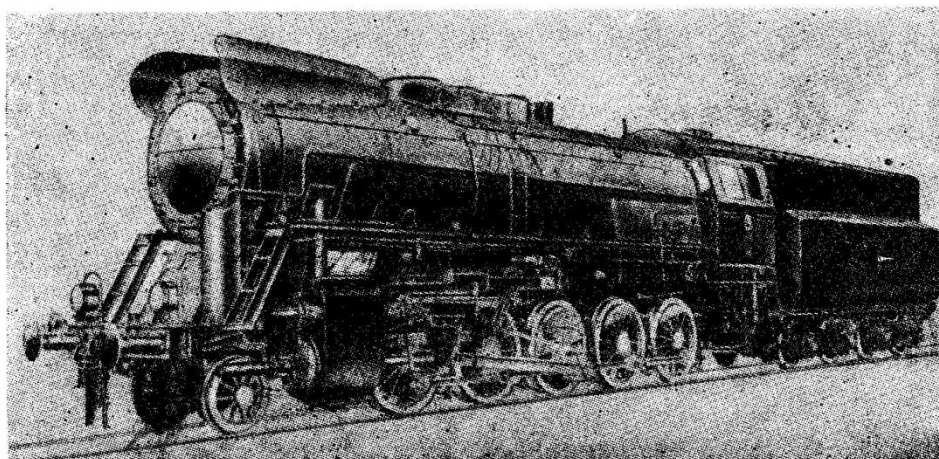
Powszechnie stosowanymi rodzajami trakcji są:

- a) parowa;
- b) spalinowa;
- c) elektryczna.

Trakcja parowa jest najstarszym rodzajem trakcji na kolei.

Od kilkudziesięciu lat trakcja parowa w szybkim tempie jest zastępowana przez nowoczesne, bardziej sprawne i ekonomiczne rodzaje trakcji, mianowicie elektryczną i spalinową.

W parowych pojazdach trakcyjnych, czyli w lokomotywach parowych, zwanych powszechnie parowozami (rys. 68), energia paliwa (węgla lub ropy) spalane w palenisku kotła zamienia się w kotle w energię cieplną pary wodnej. W silniku parowym lokomotywy energia cieplna zostaje zamieniona w pracę mechaniczną, którą mechanizm napędowy przenosi na koła napędne. Tarcie kół napędnych o szyny powoduje powstanie poziomej siły pociągowej.



Rys. 68. Ciężki parowóz towarowy serii Ty51 polskiej produkcji

W pojazdach trakcji spalinowej, a więc w spalinowych lokomotywach i wagonach silnikowych, energia paliwa, którym jest benzyna, olej napędowy lub gaz sprężony (propan, butan), zamieniana jest w pracę mechaniczną w silniku spalinowym tłokowym lub wirnikowym i za pomocą układu napędowego przenoszona na koła napędne.

W spalinowych pojazdach trakcyjnych przeważnie używany jest silnik spalinowy wysokoprężny, zwany potocznie od nazwiska jego wynalazcy silnikiem Diesla. W ostatnich latach stosowane są coraz szerzej także silniki wirnikowe, zwane silnikami turbospalinowymi lub turbinami gazowymi.

W trakcji parowej i spalinowej zapas paliwa jest zmagazynowany na samym pojeździe. W lokomotywach parowych zapas węgla i wody znajduje się na tendrze, tj. osobnym pojeździe połączonym z parowozem, lub w skrzyniach bezpośrednio na parowozie beztendrowym, a paliwo w pojazdach spalinowych — w zbiornikach wewnątrz pojazdu.

Pojazdy trakcji elektrycznej nie mają własnego źródła energii — prąd elektryczny czerpią za pomocą odbieraków prądu (panto-

grafów) z sieci trakcyjnej, zawieszanej nad torem kolejowym. Energia elektryczna jest wytwarzana w elektrowniach cieplnych, wodnych, a ostatnio — także atomowych. Z elektrowni prąd jest przesyłany liniami zasilającymi do podstacji trakcyjnych, przetwarzających go na prąd odpowiedni do przyjętego systemu trakcji elektrycznej. Elektryczne pojazdy trakcyjne wymagają więc dodatkowych stałych urządzeń zasilających.

Elektryczne pojazdy trakcyjne, tj. elektryczne lokomotywy i zespoły trakcyjne, w zależności od rodzaju prądu dzielimy na pojazdy:

- a) prądu stałego, przeważnie o napięciu 1,5 i 3 kV;
- b) prądu przemiennego jednofazowego o obniżonej częstotliwości ($25\frac{16^2}{3}$ lub 15 Hz) i napięciu w sieci trakcyjnej około 15—16 kV;
- c) prądu przemiennego jednofazowego o częstotliwości przemysłowej (50 Hz) i napięciu 20 do 25 kV.

LOKOMOTYWY PAROWE

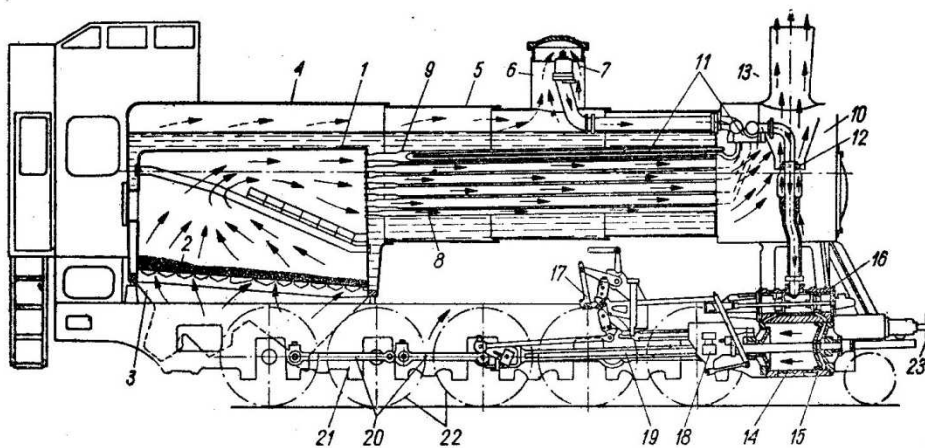
1. Budowa, rodzaje i oznaczenia lokomotyw parowych

Do 1956 r. stosowana była na PKP prawie wyłącznie trakcja parowa, która w latach późniejszych w szybkim tempie była i jest zastępowana nowoczesnymi rodzajami trakcji — elektryczną i spalinową. Z uwagi na malejące znaczenie trakcji parowej, w podręczniku lokomotywy parowe opisano w sposób skrótowy, poświęcając więcej miejsca nowoczesnym rodzajom trakcji.

Parowóz (rys. 68) składa się z części:

- mechanicznej, obejmującej podwozie i budkę maszynisty;
- ciepłej, do której należą kocioł i silnik parowy (rys. 69).

Kocioł parowy — jak już zaznaczono — służy do zamiany energii ciepłej paliwa w energię cieplną pary. Składa się on z trzech



Rys. 69. Schemat budowy parowozu

kocioł: 1 — skrzynia ogniowa, 2 — ruszt, 3 — popielnik, 4 — stojak, 5 — walczak, 6 — zbieralnik pary, 7 — przepustnica, 8 — płomieniówki, 9 — płomienice, 10 — dymnica, 11 — skrzynia i elementy przegrzewacza, 12 — dysza wylotowa, 13 — komin
silnik parowy: 14 — cylinder, 15 — tłok, 16 — skrzynia suwakowa wraz z suwakiem, 17 — układ drążków i dźwigni stawidła, 18 — krzyżulec, 19 — korbówód, 20 — wiązary
podwozie: 21 — ostoja, 22 — zestawy kołowe, 23 — zderzaki

części: stojaka, walczaka i dymnicy. W tylnej części kotła, zwanej stojakiem, mieści się skrzynia ogniowa i ruszt, pod którym znajduje się popielnik. Przednia ściana skrzyni ogniowej jest połączona z przednią ścianą walczaka płomieniówkami i płomienicami. W walczaku i przestrzeni między płaszczem stojaka a płaszczem skrzyni ogniowej znajduje się woda. Nie wypełnia ona całkowicie walczaka, którego górna część jest wolna od wody, natomiast płomienice i płomieniówki są otoczone wodą.

Węgiel podawany do skrzyni ogniowej ręcznie lub mechanicznie i spalany na ruszcie oddaje swe ciepło wodzie poprzez ściany skrzyni ogniowej oraz ścianki płomienic i płomieniówek i ogrzana woda zamienia się w parę gromadzącą się w górnej części kotła i w zbieralniku pary. Wskutek wytwarzania pary ciśnienie w kotle wzrasta ponad ciśnienie atmosferyczne (obecnie stosowane ciśnienie w parowozach wynosi 1400 do 1600 kPa).

Para ta zostaje przegrzana w przegrzewaczu pary, którego skrzynia znajduje się w przedniej części kotła — dymnicy, a elementy przegrzewacza — w płomienicach. Spaliny powstające podczas spalania węgla przechodzą przez płomienice i płomieniówki do dymnicy, skąd przez komin uchodzą na zewnątrz.

Kocioł parowozu, z uwagi na panujące w nim wysokie ciśnienie, może stać się — przy niewłaściwej obsłudze — źródłem poważnego niebezpieczeństwa wskutek niedostatecznej ilości wody i przegrzania blach paleniska lub wskutek nadmiernego wzrostu ciśnienia. W związku z tym kotły parowozowe podlegają osobnym, rygorystycznym przepisom, tzw. przepisom kotłowym, które m.in. postanawiają, że kocioł musi mieć dwa niezależne od siebie źródła zasilania wodą (inżektory lub pompy wodne) oraz dwa niezależnie od siebie działające urządzenia wskazujące poziom wody w kotle; są nimi zwykle wodowskaz i trzy kurki probiercze. Ponadto kocioł musi mieć zawory bezpieczeństwa, otwierające się samoczynnie w przypadku wzrostu ciśnienia ponad dopuszczalne ciśnienie kotłowe.

Silnik parowy, którego zadaniem jest zamiana energii cieplnej pary w energię mechaniczną, składa się z cylindrów, rozrządu pary oraz mechanizmu napędowego.

Z chwilą otwarcia przez maszynistę przepustnicy para z kotła przepływa poprzez elementy przegrzewacza do skrzyń suwakowych. Suwaki, napędzane przez układy drążków i dźwigni stawidła, kierują parę do cylindrów umieszczonych w parowozach dwucylindrowych po jednym z każdej strony parowozu. Para jest kierowana na przemian na obie strony tłoków. Z chwilą gdy para dopływa do przestrzeni cylindrowej po prawej stronie tłoka, przestrzeń cylindra znajdująca się po drugiej stronie tłoka jest poprzez suwak połączona z wylotem pary, który stanowi dysza wylotowa, znajdująca się w dymnicy. Para dopływa do przestrzeni w cylindrze przez okres czasu odpowiadający części całkowitej

drogi tłoka, ustalonej przez maszynistę w zależności od aktualnie potrzebnego natężenia pracy parowozu.

Po przerwaniu dopływu pary przez suwak, para znajdująca się w przestrzeni cylindrowej pod ciśnieniem rozpręża się i przesuwa tłok w lewo, para zaś znajdująca się po lewej stronie tłoka wypływa tymczasem do atmosfery przez dyszę i komin. Z chwilą gdy tłok dojdzie do lewego skrajnego położenia (tzw. lewego martwego punktu), następuje zmiana cyklu roboczego. Suwak kieruje parę do przestrzeni cylindrowej znajdującej się po lewej stronie tłoka i łączy przestrzeń cylindra — po prawej stronie tłoka, w której znajduje się obecnie para o znacznie niższym ciśnieniu, a po okresie rozprężania — z atmosferą przez dyszę i komin.

Tak jak poprzednio, również po lewej stronie tłoka para dopływa tylko przez okres czasu odpowiadający części całego skoku tłoka. Po zamknięciu dopływu pary przez suwak, para rozpręża się i przesuwa tłok w prawo, znowu do prawego skrajnego położenia, tzw. prawego punktu martwego.

W ten sposób, dzięki kierowaniu pary przez suwak skrzyni suwakowej do przestrzeni cylindrowej na przemian po jednej i drugiej stronie tłoka, uzyskuje się ruch tłoka w cylindrze. Energia cieplna pary została więc zamieniona na pracę mechaniczną tłoka. Pracę tę na koła napędne parowozu przenoszą krzyżulce, korbowody i wiązary, umieszczone po jednym zespole z obu stron parowozu.

Trzon tłoka jest na stałe połączony z krzyżulcem. Z krzyżulcem jest połączony także, ale przegubowo, jeden koniec korbowodu, drugi zaś koniec obejmuje czop korbowy zestawu kołowego napędnego. Gdy pod wpływem działania siły rozprężania pary tłok w cylindrze przesunie się w lewo, przesuwa się wraz z nim krzyżulec, korbowód natomiast działając na czop korbowy powoduje obrót zestawu kołowego.

W ten sposób ruch prostoliniowy tłoka i krzyżulca powoduje ruch obrotowy zestawu napędnego, zwanego zestawem silnikowym. Z zestawem tym są połączone wiązarami zestawy kołowe dowiązane. Ruch obrotowy zestawu silnikowego powoduje więc ruch obrotowy zestawów dowiązanych. Tarcie zestawów kołowych, silnikowego i dowiązanych, zwanych napędnymi, o szyny powoduje powstawanie siły pociągowej parowozu, a tym samym ruch postępowy parowozu i prowadzonego przez niego składu wagonów.

Zestawy kołowe umieszczone są w ostoi parowozu. W przedniej części parowozu umocowane są do niej cylindry. Na ostoi spoczywa kocioł podparty w tylnej swej części przesuwnie na specjalnych ślizgach, przednia zaś część kotła jest na stałe połączona z ostoją za pomocą dźwigara znajdującego się pod dymnicą. Z tyłu parowozu umieszczona jest na ostoi budka maszynisty, stanowiąca miejsce pracy drużyny parowozowej.

W budce umieszczone są wszystkie przyrządy, umożliwiające sterowanie pracą parowozu i jej kontrolowanie.

Z parowozem połączony jest sprężyscie tender, zawierający zapas węgla i wody. Od wielkości tych zapasów zależny jest zasięg pracy parowozu.

Pod względem przeznaczenia parowozów do wykonywania określonych zadań trakcyjnych rozróżniamy następujące rodzaje parowozów:

- a) pospieszne, przeznaczone do prowadzenia pociągów pasażerskich z dużymi prędkościami;
- b) osobowe, przeznaczone do prowadzenia pociągów pasażerskich ze średnimi prędkościami;
- c) towarowe, przeznaczone do prowadzenia pociągów towarowych.

Charakterystyka parowozu i jego budowa powinny być dostosowane do zadania trakcyjnego, jakie parowóz ten ma wykonać; istotne są przy tym: wielkość kotła i jego wydajność, moc silnika parowego, średnica kół, liczba kół napędnych, nacisk osi na szyny, zapas wody i węgla.

Podobnie jak wagony, także i pojazdy trakcyjne mają swoje symbole.

Do oznaczania parowozów używane są cyfry lub litery albo też zestawienia liczb i liter, przy czym parowozy oznaczają się na podstawie cechy najbardziej charakterystycznej, jaką jest układ osi.

Za pomocą cyfr oznacza się grupy rodzajów osi, licząc od czoła parowozu. Na przykład parowóz o układzie osi: dwie osie toczne z przodu, trzy osie wiązane i jedna oś toczna z tyłu będzie miał oznaczenie 2-3-1.

Inny rodzaj oznaczenia parowozów polega na określeniu liczby osi tocznych liczbą arabską (zera nie stosuje się), a liczby osi wiązanych — dużą literą, przy czym litera B oznacza 2 osie wiązane, litera C — trzy osie, D — cztery, E — pięć osi wiązanych. Tak więc parowóz o układzie osi licząc od czoła: dwie osie toczne, cztery osie wiązane i jedna oś toczna, oznaczony w układzie cyfrowym 2-4-1, w układzie mieszanym będzie oznaczony 2D1.

Do oznaczania parowozów na PKP stosowany jest układ liter i liczb, przy czym określa się rodzaj parowozu, układ osi i rok budowy lub pochodzenie parowozu. Do oznaczenia parowozu należy także numer kolejny parowozu w danej serii. Do oznaczania rodzaju parowozu służą litery duże, których znaczenie jest następujące:

P — parowozy pospieszne,

O — parowozy osobowe,

T — parowozy towarowe.

Parowozy bez tendra są oznaczane za pomocą drugiej dużej litery K, umieszczonej po literze oznaczającej rodzaj parowozu. Tak więc przykładowo OK oznacza parowóz osobowy bez tendra.

Do oznaczania układu osi parowozów służą litery małe umieszczone po literze lub literach dużych.

Przykłady stosowanych oznaczeń układów osi parowozów na PKP podaje tablica 18.

Po literach oznaczających rodzaj parowozu i układ osi dodaje się liczbę określającą serię parowozów, tj. grupę parowozów takiej samej konstrukcji. Serie parowozów budowy polskiej są oznaczane liczbami od 20 do 100; oznaczają one rok zatwierdzenia konstrukcji. W ilostanie parowozów PKP były i są jeszcze parowozy pochodzenia obcego. W celu odróżnienia ich od serii polskiej budowy parowozy pochodzenia niemieckiego oznaczone są liczbami od 1 do 10, pochodzenia austriackiego — liczbami od 11 do 19, a parowozy pochodzenia innego — liczbami powyżej 100.

Tablica 18

Oznaczenia układów osi parowozów PKP

Litera	Układ osi	Litera	Układ osi
k	2-3-0	t	1-4-1
m	2-3-1	u	2-4-1
p	0-4-0	w	0-5-0
r	1-4-0	y	1-5-0
s	2-4-0	z	1-5-1

Podaną zasadę oznaczania parowozów PKP ilustrują następujące przykłady:

Ok1 — oznacza parowóz osobowy o układzie osi 2-3-0, pochodzenia niemieckiego;

TKt48 — oznacza parowóz towarowy — tendrzak o układzie osi 1-4-1, budowy polskiej, którego konstrukcja została zatwierdzona w 1948 r.;

Ty246 — oznacza parowóz towarowy o układzie osi 1-5-0, pochodzenia innego (w tym przypadku amerykańskiego).

Tendry parowozów oznaczone są dwiema liczbami i dużą literą. Pierwsza liczba oznacza pojemność skrzyni wodnej tendra, następująca po niej litera B, C lub D oznacza układ osi (B — 2 osie, C — 3 osie, D — 4 osie), a liczba umieszczona po literze oznacza rok zatwierdzenia konstrukcji lub pochodzenie, podobnie jak w parowozach.

2. Charakterystyki lokomotyw parowych

Charakterystyki lokomotyw parowych są dostosowane do zadań trakcyjnych, jakie poszczególne serie lokomotyw mają wykonać. Istotne są przy tym wielkość, wydajność i sprawność kotła, moc silnika parowego i jego sprawność, średnica kół, liczba kół napędnych, nacisk osi na szy-

Podstawowe parametry techniczne niektórych serii lokomotyw parowych PKP Tablica 19

Seria lokomotywy parowej	Seria tendra	Układ osi	Największa dopuszczalna prędkość [km/h]	Cisnienie pary w kotle [kPa]	Całkowita powierzchnia ogrzewająca [m ²]	Zapasy wody w tenderze [m ³]	Zapasy węgla [ton]	Srednica kół napędnych [mm]	Dopuszczalny nacisk na szynę [kN]	Masa napędna [ton]	Masa z tendrem w stanie służbowym [ton]	Lata budowy
Pt31	32 D 29	1-4-1	110	1500	234,0	32,0	10,0	1850	186	73,8	174,7	1932—1940
Pt47	34 D 48	1-4-1	110	1500	239,0	34,0	10,0	1850	186	73,8	182,1	1947—1951
Ol49	25 D 49	1-3-1	100	1600	162,9	25,0	12,0	1750	170	51,0	144,9	1951—1954
Ty2	30 D 42	1-5-0	80	1600	177,6	30,0	8,0	1400	155	76,9	146,9	1942—1944
Ty37	22 D 23	1-5-0	75	1600	197,8	21,5	10,0	1450	177	86,4	152,6	1937—1941
Ty45	32 D 47	1-5-0	75	1600	196,9	30,0	10,0	1450	170	85,0	163,1	1946—1951
Ty51	27 D 51	1-5-0	80	1600	242,0	27,0	20,5	1450	206	95,1	188,9	1953—1957
Ty246	32 D 46	1-5-0	80	1600	255,0	32,0	14,0	1450	215	101,0	193,6	1947
OKz32	—	1-5-1	75	1500	184,1	10,0	6,0	1450	170	85,0	118,4	1934—1936
TKt48	—	1-4-1	80	1600	123,1	10,0	6,0	1450	168	67,3	98,0	1950—1957

ny i wynikającą stąd masa napędna, siła pociągowa na haku oraz zapas wody i węgla.

Wydażność kotła zależy od przyjętego w kotle ciśnienia pary, wielkości powierzchni ogrzewalnej odparowującej, ilości wytwarzanej pary i stopnia jej przegrzania. Z ilości ciepła dostarczonej w węglu na ruszt skrzyni ogniowej dopływa do silnika parowego tylko jej część. Stosunek ilości ciepła zawartego w parze dopływającej do silnika do ilości ciepła zawartego w spalonym na ruszcie węglu nazywamy sprawnością kotła i wynosi ona, zależnie od wielkości różnych strat, od 0,4 do 0,7.

Moc silnika parowego zależy od jego parametrów konstrukcyjnych, a więc powierzchni tłoka, jego skoku, liczby cylindrów i prędkości obrotowej silnika oraz od ciśnienia dopływającej pary. W silniku parowym wykorzystywana jest tylko część energii dopływającej w parze. Stosunek wielkości pracy mechanicznej, wykonanej przez silnik i wyrażonej w jednostkach energii cieplnej, do energii cieplnej zawartej w dopływającej parze nazywamy współczynnikiem sprawności cieplnej. Wynosi on w silniku parowym na parę przegrzaną około 0,15.

Sprawność całkowita parowozu, mierzona na haku tendra, zależna jest więc od sprawności kotła i sprawności silnika parowego oraz dodatkowo od sprawności zespołów mechanicznych. Sprawność wyrażona stosunkiem ilości energii spalonego na ruszcie węgla do energii będącej do dyspozycji na haku parowozu wynosi od 5 do 8%. W parwozie straty energii są więc bardzo duże i wynoszą od 92 do 95%. Z tego też powodu zarządy kolejowe stosują w coraz szerszym zakresie bardziej ekonomiczne lokomotywy elektryczne i spalinowe, przy czym niektóre zarządy kolejowe już od kilku lat całkowicie wyeliminowały trakcję parową.

Podstawowe parametry niektórych serii lokomotyw parowych, które częściowo jeszcze są użytkowane na PKP, podano w tabelicy 19.

SPALINOWE POJAZDY TRAKCYJNE

1. Budowa, rodzaje i oznaczenia spalinowych pojazdów trakcyjnych

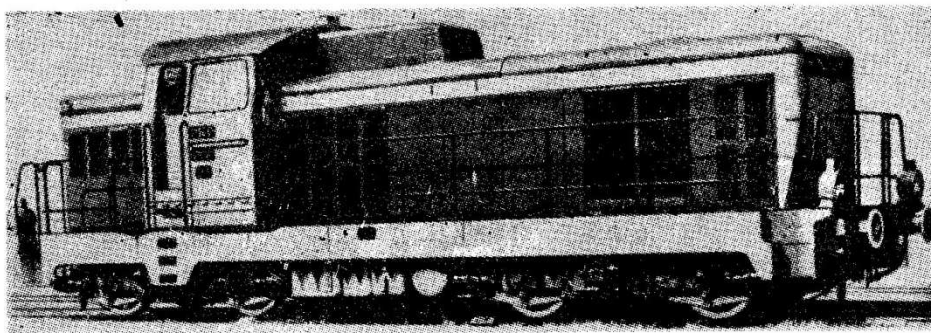
Spalinowe pojazdy trakcyjne dzielą się na lokomotywy służące do prowadzenia pociągów osobowych (rys. 70) lub towarowych i do wykonywania pracy manewrowej (rys. 71) oraz wagony spalinowe służące do przewozu osób i bagażu. Te ostatnie mogą służyć również do ciągnięcia jednego lub kilku wagonów doczepnych, tworzących łącznie z wagonem silnikowym spalinowy zespół trakcyjny.



Rys. 70. Lokomotywa spalinowa pociągowa serii SP47 o mocy 2200 kW

Każdy spalinowy pojazd trakcyjny składa się z następujących zasadniczych części: silnika, układu napędowego, podwozia i nadwozia.

Źródłem mocy jest silnik spalinowy umieszczony na ostoi lokomotywy. Moc silnika przenoszona jest na koła napędne za pomocą układu napędowego, którym może być przekładnia mechaniczna, hydrauliczna lub elektryczna.



Rys. 71. Lokomotywa spalinowa manewrowa serii SM42 o mocy 590 kW

Zestawy kołowe mogą być umieszczone w sztywnej ramie bądź też zgrupowane po dwa lub trzy w wózkach, na których spoczywa ostoja. Zestawy kołowe lub wózki z ostoją tworzą podwozie, na którym opiera się nadwozie zawierające silnik, układ chłodniczy, części układu napędowego oraz urządzenia dodatkowe, jak sprężarka powietrza, kocioł ogrzewczy do wytwarzania pary do ogrzewania wagonów itp. Częścią nadwozia jest także kabina maszynisty, umieszczona pośrodku bądź też z jednego końca lub obu końców lokomotywy. W kabinie maszynisty rozmieszczone są wszelkie urządzenia służące do sterowania przebiegiem pracy lokomotywy.

Takie same części zasadnicze, a więc silnik, układ napędowy, podwozie i nadwozie mają wagony spalinowe, w których część nadwozia jest odpowiednio dostosowana do przewozu podróżnych. W obu końcach nadwozia znajdują się przedziały sterownicze, odpowiadające kabinom maszynisty w lokomotywach. Silnik i części układu napędowego, zależnie od konstrukcji, umieszczone są bądź w przedziale maszynisty, bądź w innej, wydzielonej części.

Pojazdy spalinowe można dzielić na różne grupy w zależności od ich cech konstrukcyjnych i eksploatacyjnych. Na przykład zależnie od układu napędowego, tj. sposobu przeniesienia mocy silnika na osie napędne, pojazdy spalinowe dzielą się na:

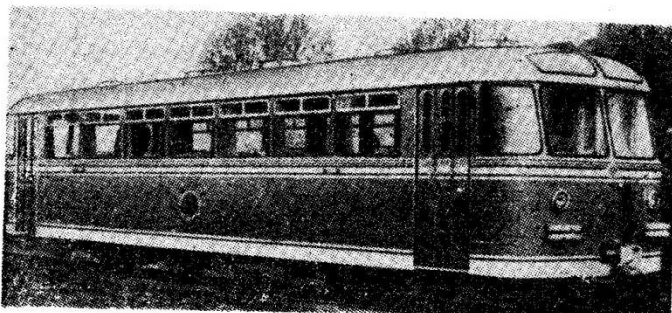
- pojazdy z przekładnią mechaniczną, w których moc jest przenoszona za pomocą układu kół zębatach w skrzyni biegów;
- pojazdy z przekładnią hydrauliczną, w których układ przeniesienia mocy ma skrzynię biegów składającą się z pomp i turbin hydraulicznych;
- pojazdy z przekładnią hydromechaniczną, tj. przekładnią łączącą elementy przekładni mechanicznej i hydraulicznej; skrzynia biegów składa się z pomp i turbin hydraulicznych oraz kół zębatach;
- pojazdy z przekładnią elektryczną, w których silnik napędza prądnicę wytwarzającą prąd elektryczny, przesyłany przewodami do silników

elektrycznych (zwanych silnikami trakcyjnymi), umieszczonych na osiach napędnych.

Zależnie od przeznaczenia eksploatacyjnego i mocy, przy czym przeważnie oba te względy występują jednocześnie, lokomotywy spalinowe dzielą się na manewrowe oraz lokomotywy służące do prowadzenia pociągów, zwane pociągowymi lub też liniowymi. W każdej z obu grup można przeprowadzić dalszy podział. Na przykład lokomotywy manewrowe dzielą się na lokomotywy przeznaczone do lekkich prac manewrowych, średnich prac manewrowych oraz lokomotywy przeznaczone do wykonywania ciężkich prac manewrowych; te ostatnie lokomotywy mają moc 440 do 880 kW.

Również lokomotywy pociągowe można w zasadzie podzielić na trzy grupy: lokomotywy do prowadzenia pojazdów lekkich (o mocy około 735 kW), pociągów średnich (o mocy około 1470 kW) oraz pociągów ciężkich (o mocy do 2940 kW).

Wagony spalinowe można pod względem eksploatacyjnym podzielić na wagony o małej mocy — do obsługi linii drugorzędnych, wagony średniej mocy — przeznaczone do pracy na liniach drugorzędnych i głównych do obsługi ruchu miejscowego oraz wagony szybkie o dużej mocy — do ruchu dalekobieżnego.

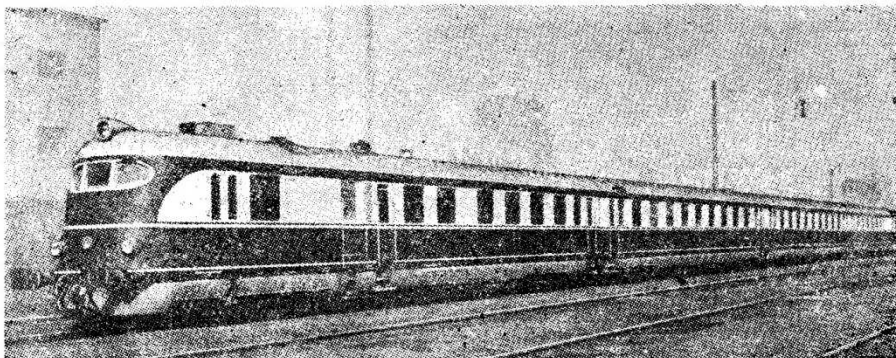


Rys. 72
Autobus szynowy

Wagony spalinowe o małej mocy, zwane także autobusami szynowymi (rys. 72), są zwykle wagonami dwuosiowymi lekkiej budowy, wyposażonymi często w silnik autobusowy. Prędkość ich nie przekracza zwykle 80 km/h.

Wagony spalinowe o średniej mocy (około 220 do 440 kW) są zwykle wagonami czterosiowymi; mogą one prowadzić, zależnie od mocy silnika, jeden lub dwa wagony doczepne.

Wagony spalinowe o dużej mocy (rys. 73) budowane są zwykle jako zespoły wagonów, o prędkości ponad 100 km/h, dochodzącej do 200 km/h. Wagony takie są przeznaczone do obsługi ruchu bardzo szybkiego między dużymi miastami, a ich wyposażenie zapewnia najwyższy komfort podróżowania.



Rys. 73. Czterowagonowy spalinowy zespół trakcyjny o mocy 2×330 kW

Lokomotywy i wagony spalinowe oznacza się na PKP za pomocą układów cyfr i liter. Dla oznaczenia układów zestawów kołowych przyjęto sposób międzynarodowy, przy czym:

- liczbę osi napędnych oznacza się dużymi literami, np. jedną oś literą A, dwie osie — B, trzy osie — C itd.;
- indywidualny napęd osi oznacza się małą literą o, dodaną przy dużej literze;
- liczbę osi tocznych oznacza się cyframi arabskimi;
- połączenie wózków oznacza się znakiem +.

Zgodnie z podaną poprzednio zasadą lokomotywa BoBo jest lokomotywą o dwu wózkach, indywidualnym napędzie osi, przy czym każdy wózek ma dwie osie. Lokomotywa Ao1Ao-Ao1Ao jest lokomotywa sześciosiową, po trzy osie w każdym wózku, przy czym środkowa oś jest osią toczną, a skrajne osie są osiami z napędem indywidualnym.

Oznaczenie lokomotywy spalinowej na PKP składa się z trzech symboli, z których:

- pierwszy oznacza rodzaj trakcji; jest nim S (spalinowa);
- drugi oznacza przeznaczenie eksploatacyjne lokomotywy;
- trzeci oznacza rodzaj przekładni i sterowania napędem.

Przeznaczenie eksploatacyjne pojazdu określa się następującymi dużymi literami:

- P — lokomotywy ruchu pasażerskiego,
- T — lokomotywy ruchu towarowego,
- U — lokomotywy uniwersalne — do ruchu pasażerskiego i towarowego,
- M — lokomotywy manewrowe.

Rodzaj przekładni i sterowania (trzeci symbol) oznacza się liczbą dwucyfrową w sposób podany w tablicy 20.

Lokomotywy tej samej serii otrzymują kolejny numer inwentarzowy, który umieszcza się po symbolu oznaczenia przekładni.

Tablica 20

Oznaczenie przekładni i sterowania lokomotyw spalinowych

Symbol	Rodzaj przekładni i sterowania napędem
01 do 09	Przekładnia mechaniczna, sterowanie jednokrotne
10 do 14	Przekładnia mechaniczna, sterowanie wielokrotne *
15 do 24	Przekładnia hydrauliczna lub hydrauliczno-mechaniczna, sterowanie jednokrotne
25 do 29	Jak wyżej, sterowanie wielokrotne
30 do 39	Przekładnia elektryczna, sterowanie jednokrotne
40 do 49	Przekładnia elektryczna, sterowanie wielokrotne

* Sposób umożliwiający sterowanie z jednego stanowiska maszynisty wszystkimi zespołami kilku lokomotyw połączonych ze sobą.

Na przykład symbol SP45-23 oznacza lokomotywę spalinową do ruchu pasażerskiego, z przekładnią elektryczną i sterowaniem wielokrotnym. Jest to szósta seria tego typu lokomotyw wprowadzonych do eksploatacji. Omawiana lokomotywa ma numer inwentarzowy 23 w danej serii.

Gdyby grupa lokomotyw o tym samym rodzaju przekładni i sterowania oraz przeznaczeniu eksploatacyjnym była wprowadzona do eksploatacji jako trzecia z rzędu, to miałyby ona oznaczenie SP42.

Takie same zasady są stosowane przy oznaczaniu wagonów spalinowych. Rodzaj trakcji oznacza się przez S, a przeznaczenie eksploatacyjne literami: D — do ruchu dalekobieżnego, N — do ruchu miejscowego i R — wagony specjalne, na przykład montażowe, pogotowia sieci trakcyjnej itp.

Rodzaj przekładni i sterowania oznacza się, podobnie jak przy lokomotywach, liczbą dwucyfrową w sposób podany w tablicy 21.

Wagony silnikowe tej samej serii otrzymują kolejne numery inwentarzowe.

Na przykład SN61 oznacza wagon spalinowy do ruchu miejscowego, z przekładnią mechaniczną i wielokrotnym sterowaniem napędem.

Tablica 21

Oznaczenie przekładni i sterowania wagonów spalinowych

Symbol	Rodzaj przekładni i sterowania napędem
50 do 59	Przekładnia mechaniczna, sterowanie pojedyncze
60 do 69	Przekładnia mechaniczna, sterowanie wielokrotne
70 do 79	Przekładnia hydrauliczna lub hydrauliczno-mechaniczna, sterowanie pojedyncze
80 do 89	Jak wyżej, sterowanie wielokrotne
90 do 94	Przekładnia elektryczna, sterowanie pojedyncze
95 do 99	Jak wyżej, sterowanie wielokrotne

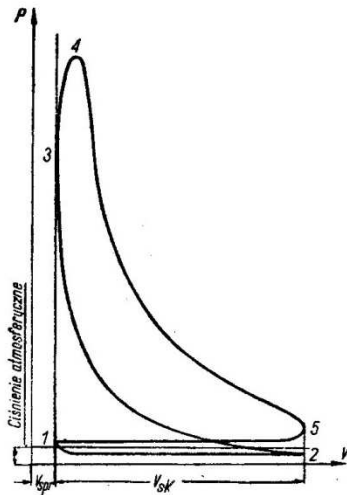
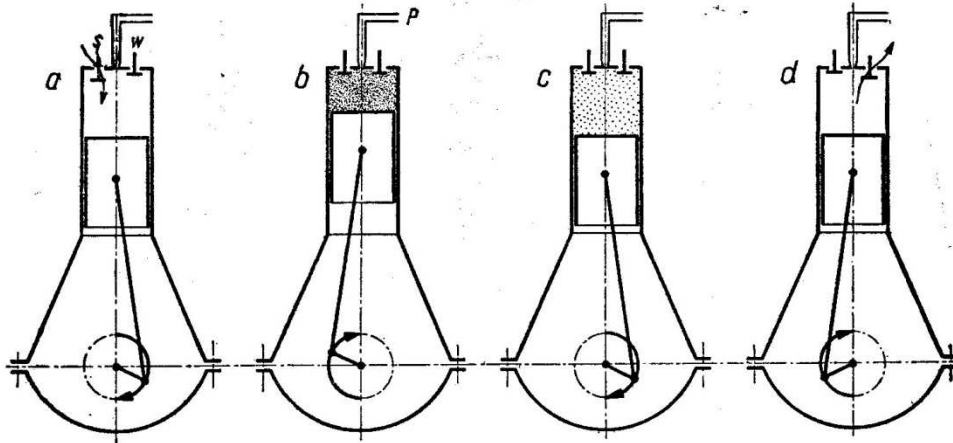
2. Silnik spalinowy

a. Zasady działania silników spalinowych

Zadaniem silnika spalinowego jest przekształcanie energii cieplnej paliwa w pracę mechaniczną, przy czym zamiana ta następuje wskutek spalania mieszanki paliwa płynnego i powietrza w cylindrze silnika i rozprężania się gazów spalinowych, działających na tłok poruszający się w cylindrze.

Wytwarzanie mieszanki i jej zapłon może nastąpić w dwojaki sposób:

- 1) mieszanka paliwa i powietrza jest wytwarzana na zewnątrz silnika — w gaźniku, a zapłon w cylindrze następuje za pomocą iskry elektrycznej; są to silniki gaźnikowe, zwane niskoprężnymi;



Rys. 74

Cztery suwy tłoka
w silniku wysokoprężnym
i jego wykres indykatorowy

a — suw ssania, *b* — suw sprężania, *c* — suw pracy, *d* — suw wydechu, *s* — zawór ssawny, *w* — zawór wydechowy, *p* — wtryskiwacz paliwa; 1-2 — ssanie, 2-3 — sprężanie, 3-4 — wtrysk paliwa i spalanie, 4-5 — rozprężanie, 5-1 — wydech

2) mieszanka jest wytwarzana bezpośrednio w cylindrze, a zapłon następuje samoczynnie wskutek wysokiej temperatury powietrza sprężonego w cylindrze; są to silniki wysokoprężne, zwane także często od nazwiska ich wynalazcy silnikami Diesla.

Silniki obu rodzajów mogą być dwusuwowe lub czterosuwowe.

Schemat pracy silnika czterosuwowego wysokoprężnego (z samoczynnym zapłonem) oraz wykres ciśnienia w cylindrze w zależności od suwu i skoku tłoka, zwany wykresem indykatorowym (od indykatora, tj. przyrządu umożliwiającego sporządzenie w odpowiedniej skali wykresu ciśnienia) pokazano na rysunku 74.

Podczas pierwszego suwu — ssania (rys. 74a) przez otwarty zawór ssawny zostaje ssane do cylindra tylko powietrze (w silniku gaźnikowym — mieszanka paliwa). Podczas drugiego suwu — sprężania (rys. 74b) powietrze zostaje sprężone przez tłok od 3430 do 3920 kPa (w zaokrągleniu 3500 do 4000 kPa). Na krótko przed dojściem tłoka do wewnętrznego zwrotnego położenia (odpowiadającego najmniejszej objętości cylindra) zostaje do komory sprężania wtrysnięte paliwo pod ciśnieniem 7000 do 40 000 kPa. Paliwo podaje pompa wtryskowa przez umieszczony w głowicy cylindra wtryskiwacz, którego dysza ma jeden lub kilka małych otworków, powodujących rozpylenie paliwa.

Drobno rozpylone paliwo zetknąwszy się z gorącym powietrzem natychmiast zapala się. Spalanie trwa przez okres czasu odpowiadający około 1/6 skoku tłoka po przejściu przez jego położenie zwrotne wewnętrzne. Rozprężające się gazy spalinowe powodują ruch tłoka w dół. Jest to suw trzeci — rozprężanie (praca, rys. 74c), podczas którego oba zawory są zamknięte. Podczas czwartego suwu — wydechu — następuje wypychanie gazów spalinowych przez zawór wydechowy (rys. 74d).

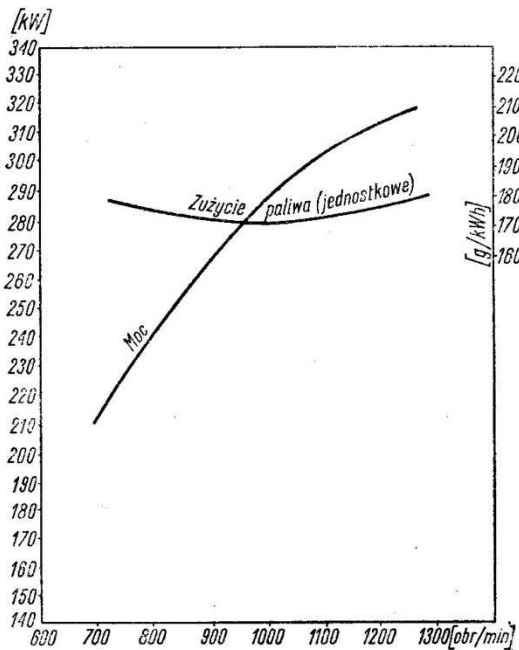
Obieg pracy (cztery suwy) następuje więc podczas dwóch obrotów wału korbowego.

Odmienne niż w silniku czterosuwowym, w silniku dwusuwowym obieg pracy silnika następuje podczas dwu suwów tłoka, a więc jednego obrotu wału korbowego. Wymaga to jednak odmiennej konstrukcji silnika, przy czym zasadnicza różnica polega na tym, że silnik dwusuwowy nie ma zazwyczaj zaworów ssawnego i wydechowego.

Moc silnika jest zależna od średnicy cylindra, skoku tłoka, średniego ciśnienia spalin w cylindrze, prędkości obrotowej silnika i liczby cylindrów. Moc silnika jest tym większa, im większe są wymienione parametry. Ponieważ moc tę określa się na podstawie wielkości ciśnienia w cylindrze, ustalonego za pomocą indykatora, przyjęto dla niej nazwę mocy indukowanej N_i . Moc przekazaną na układ napędowy lokomotywy nazywamy mocą użyteczną lub efektywną N_e . Wskutek strat w mechanizmach N_e jest zawsze mniejsza od N_i . Stosunek mocy efektywnej N_e do mocy indukowanej N_i nazywa się spraw-

nością mechaniczną silnika η_m . Wartość ta jest zawsze mniejsza od 1 (lub 100%).

Jeśli moc silnika przy pełnym obciążeniu naniesiemy na wykres w funkcji prędkości obrotowej, to otrzymamy charakterystykę silnika (rys. 75). Moc silnika zwiększa się ze wzrostem jego prędkości obrotowej i osiąga najwyższą wartość przy pewnej charakterystycznej (znamionowej) dla danego silnika prędkości obrotowej. Przy dalszym zwiększaniu prędkości obrotowej silnika jego moc zacznie się zmniejszać, gdyż pogorszą się warunki napełniania i spalania.



Rys. 75
Charakterystyka silnika

Zużycie paliwa przypadające na jednostkę mocy i na godzinę, mierzone w gramach na kilowatogodzinę, tj. w g/kWh, nazywa się jednostkowym zużyciem paliwa. Jest ono zmienne zależnie od prędkości obrotowej silnika, przy czym wartość najmniejszą osiąga przy pewnej charakterystycznej dla danego silnika prędkości obrotowej. Ta właśnie prędkość powinna być stosowana w normalnej eksploatacji, innymi słowy masa pociągu i jego prędkość powinny być tak dobrane, aby zużycie paliwa było jak najmniejsze.

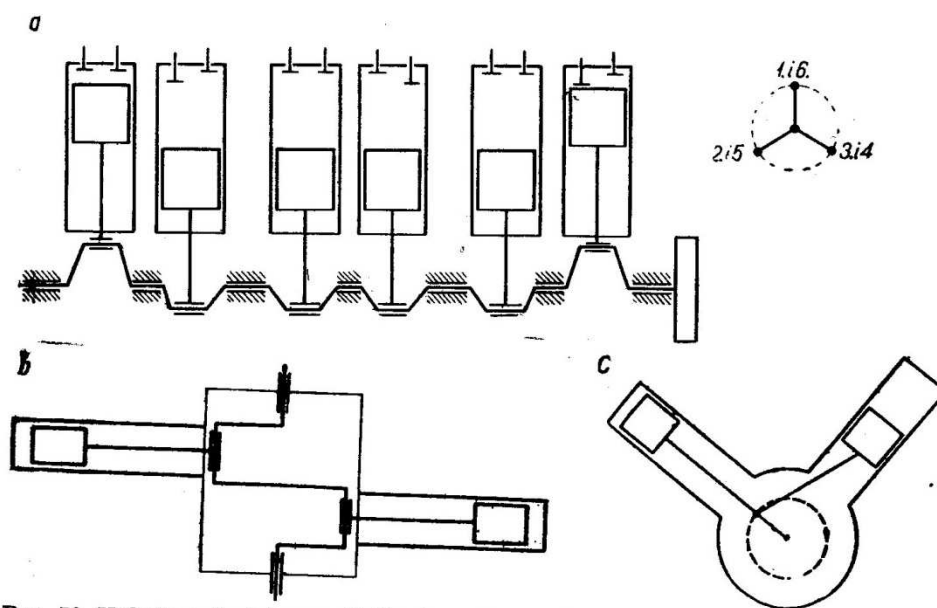
Moc określonego silnika można zwiększyć (przy tej samej średnicy, prędkości obrotowej i skoku tłoka) przez zwiększenie średniego ciśnienia indykowanego. W tym celu należy jednak w silniku spalić w jednostce czasu większą ilość paliwa, co w silnikach wysokoprężnych uzyskuje się

przez doprowadzenie większej ilości powietrza, niż to jest możliwe przez samo ssanie. Zwiększenie ilości powietrza uzyskuje się przez tzw. doładowanie za pomocą osobnej dmuchawy, najczęściej turbodmucha-
wy napędzanej turbiną spalinową na gazy odlotowe silnika.

Ciśnienie doładowania w silnikach wolnoobrotowych wynosi około 130 kPa, w silnikach zaś szybkoobrotowych jest ono większe. W ten sposób można znacznie (do około 60%) zwiększyć moc silnika, polepszając jednocześnie jego sprawność przy niewielkim (około 5%) wzroście masy silnika.

Wszystkie nowoczesne silniki trakcyjne pracują z doładowaniem. Rozszerza ono także znacznie zakres stosowania tego samego silnika przez zmianę stopnia doładowania, gdyż ten sam silnik bez doładowania lub o małym stopniu doładowania może być użyty w lokomotywie o małej mocy, a z doładowaniem średnim lub wysokim — w lokomotywie o znacznie większej mocy. Umożliwia to ujednoczenie silników w kilku seriach lokomotyw, co ma ważne znaczenie przy ich naprawach i dla gospodarki częściami zamiennymi.

W lokomotywach spalinowych i wagonach silnikowych wymagane są silniki o stosunkowo dużej mocy (do kilku tysięcy kW), lecz o małych wymiarach i masie z uwagi na ograniczenia, jakie stanowią skrajnia taboru i dopuszczalny nacisk zestawów kołowych na szyny. Wymagania te spełniają silniki wielocylindrowe, o 4 do 16 cylindrach w różnych układach i stosunkowo dużej prędkości obrotowej.



Rys. 76. Układy cylindrów w silnikach spalinowych

a — schemat silnika czterosuwowego o 6 cylindrach w układzie rzędownym, b — położenie cylindrów silnika poziomego przeciwnieległego, c — położenie cylindrów silnika w układzie widlastym

- Zależnie od układu cylindrów silniki trakcyjne są budowane przeważnie pod pewnym kątem, ustawionym w rząd jeden za drugim (rys. 76a);
- silniki rządowe, z cylindrami stojącymi pionowo lub nachylonymi pod pewnym kątem, ustawionymi w rząd jeden za drugim (rys. 76a);
 - silniki poziome przeciwległe, z cylindrami leżącymi poziomo naprzeciw siebie (rys. 76b);
 - silniki widlaste (układ V), z dwoma rzędami cylindrów ustawionymi względem siebie pod kątem, najczęściej $\pi/3$ lub $\pi/2$ rad (rys. 76c).

b. Budowa silników spalinowych

W pojazdach trakcyjnych przeważnie stosowane są silniki wtryskowe czterosurowe, odznaczające się dużą niezawodnością pracy, wysoką sprawnością, stosunkowo ekonomicznym zużyciem paliwa oraz dużym stopniem bezpieczeństwa przeciwpożarowego.

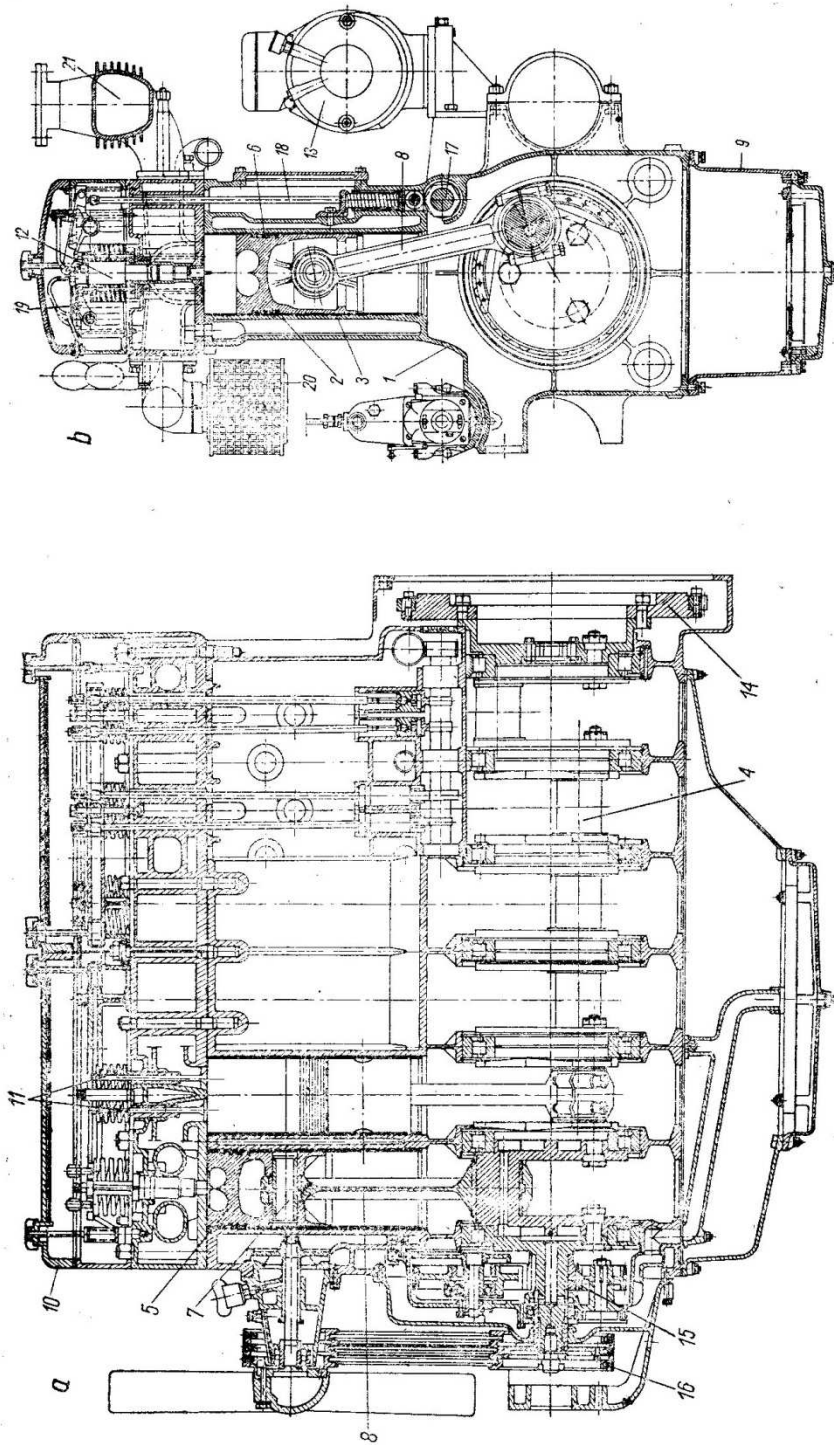
Kadłub silnika (rys. 77) składa się z bloku cylindrów i skrzyni korbowej, stanowiących zwykle jeden blok. W górnej części bloku osadzone są cylindry, w które wprasowane są wymienne żeliwne tuleje cylindrowe. Cylindry, z uwagi na panujące w nich wysokie temperatury i duże obciążenie cieplne, są chłodzone wodą przepływającą przez przestrzeń wodną, którą stanowi przestrzeń pomiędzy ściankami cylindrów i zewnętrznym płaszczem bloku silnikowego.

W cylindrze znajduje się tłok z pierścieniami tłokowymi, połączony poprzez sworzeń z łbem korbowodu, którego drugi łeb obejmuje czop wału korbowego. Wał ten łożyskowany jest w ściankach bloku w dolnej części skrzyni, tj. w skrzyni korbowej. Skrzynia, zamknięta od dołu, tworzy zbiornik oleju smarującego.

Do górnej powierzchni bloku cylindrowego jest przymocowana głowica, w której znajdują się kanały ssawne i wydechowe, a pośrodku w osi cylindra — wtryskiwacz paliwa. Paliwo jest wtryskiwane do cylindra pod wysokim ciśnieniem przez pompę wtryskową, która ma tyle cylindrów, ile ma ich silnik. Na pompie wtryskowej mieści się regulator prędkości obrotowej. Na jednym końcu wału korbowego umieszczone jest koło zamachowe, a na drugim — napęd rozrządu i pompy olejowej oraz koło napędu wentylatora, pompy wodnej i prądnicy.

Rozrząd silnika, tj. sterowanie otwarciem i zamknięciem zaworów, odbywa się za pomocą wału rozrządczego, łożyskowanego w skrzyni korbowej. Krzywki umieszczone na wale uruchamiają poprzez popychacze dźwignie zaworowe, powodujące otwarcie i zamknięcie grzybków zaworowych, regulując w ten sposób kolejność i czas ich otwarcia.

Wielkością charakterystyczną, służącą do oceny ekonomicznej silnika, jest masa silnika przypadająca na 1 kW. Wskaźnik ten zależy od rozwiązania konstrukcyjnego i stosowanego materiału (żeliwo, blacha stalowa, odlew aluminiowy), prędkości obrotowej i liczby suwów. W budo-



Rys. 77. Szesciocylinndrowy silnik spalinowy wysokoprężny, czterosurowy, w układzie rzędowym
 a — przekrój podłużny, b — przekrój poprzeczny; 1 — blok cylindrowy i skrzynia korbowy, 2 — cylinder, 3 — tuleja cylindrowa, 4 — wał korbowy, 5 — tłok, 6 — pierścienie tłokowe, 7 — sworzeń tłokowy, 8 — korbowód, 9 — pokrywa skrzyni korbowej, 10 — głowica, 11 — zawory, 12 — wtryskiwacz, 13 — pompa wtryskowa, 14 — koło zamachowe, 15 — koło zębate napędu rozrządu, 16 — koło pasowe, 17 — wał rozrządczy, 18 — popychacz, 19 — dźwignie zaworowe, 20 — filtr powietrza, 21 — rura wydechowa

wie silników trakcyjnych dąży się do zmniejszenia ich masy, gdyż umożliwiałoby to zmniejszenie masy pojazdu, a tym samym zastosowanie mniejszej liczby osi.

Pod względem prędkości obrotowej silniki dzielą się na wolnoobrotowe (około 750 obr/min), średnioobrotowe (około 1000 obr/min) oraz szybkoobrotowe (około 1500 obr/min).

3. Przenoszenie mocy silnika na osie napędne i rodzaje przekładni

a. Ogólne wiadomości o układach napędowych

Opory ruchu pociągu są pokonywane siłą wytwarzaną przez pojazd trakcyjny, zwaną siłą pociągową F , mierzoną na obwodzie kół napędnych lub na haku ciągowym pojazdu.

Między siłą pociągową na obwodzie kół napędnych F a mocą silnika przeniesioną przez układ napędowy na koła napędne pojazdu N_k istnieje ścisła zależność. Moc jest pracą wykonaną w jednostce czasu t ; ponieważ praca jest iloczynem siły F i drogi s , na której siła ta działała, to moc można wyrazić wzorem:

$$N_k = \frac{F \cdot s}{t} \left[\frac{\text{daN} \cdot \text{m}}{\text{s}} \right]$$

Ponieważ stosunek $s:t$ jest prędkością v , to po przeliczeniu km/h na m/s otrzymamy moc N'_k wyrażoną w kW ze wzoru:

$$N'_k = \frac{F \cdot v \cdot 1000}{100 \cdot 3600} = \frac{F \cdot v}{360} \text{ [kW]}$$

Z powyższego wzoru widać, że moc silnika jest proporcjonalna do iloczynu siły pociągowej i prędkości.

Właściwości silnika spalinowego nie pozwalają na stosowanie bezpośredniego przenoszenia mocy silnika na koła napędne. Niezbędny jest osobny układ napędowy, włączany między wał silnika a osie napędne, który składa się:

- ze sprzęgła, które umożliwia uruchomienie silnika w stanie nie obciążonym, a więc odłączenie wału silnika od osi napędnych podczas rozruchu silnika, gdy pojazd nie porusza się;
- z przekładni mocy, która umożliwia wykorzystywanie pełnej mocy silnika przy dowolnej prędkości pojazdu, tj. uzyskiwanie różnych sił pociągowych przy różnych prędkościach jazdy wówczas, gdy silnik przy stałej prędkości obrotowej uzyskuje pełną moc;
- z mechanizmu nawrotnego, który umożliwia zmianę kierunku jazdy, tj. zmianę obrotu kół napędnych przy stałym obracaniu się wału korbowego silnika w jednym kierunku;

— z przekładni głównej, umożliwiającej przekazywanie mocy silnika na osie napędne.

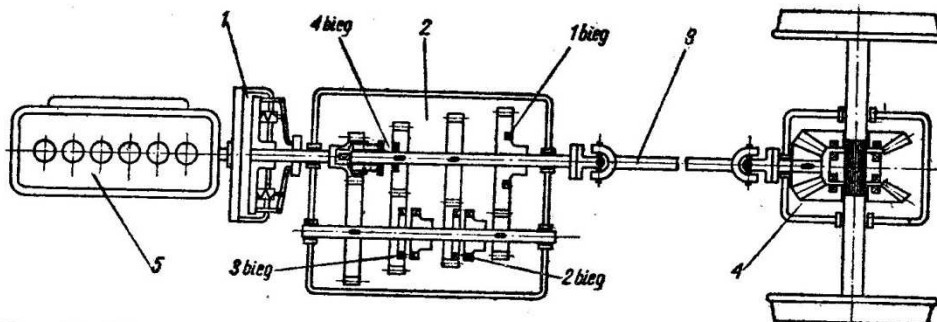
Jak już wspomniano poprzednio, w pojazdach spalinowych stosowane są układy napędowe:

- a) z przekładnią mechaniczną — sprzęgło i zębata skrzynia biegów;
- b) z przekładnią hydrauliczną — pompa i turbina hydrauliczna z kierownicą (przetwornik hydrauliczny);
- c) z przekładnią elektryczną — prądnica i elektryczne silniki trakcyjne.

Wskutek oporów tarcia i strat energii powstających w układzie napędowym tylko część mocy efektywnej N_e wału silnika zostaje przekazana na osie napędne. Stosunek mocy przeniesionej na koła napędne N_k do N_e , wyrażony w procentach, stanowi współczynnik sprawności przekładni η , charakteryzujący jej jakość.

b. Układ napędowy z przekładnią mechaniczną

Układ napędowy z przekładnią mechaniczną pokazano schematycznie na rysunku 78. Wał silnika 5 łączy się ze sprzęgłem 1, które z kolei jest połączone z wałem napędowym skrzyni biegów 2. Skrzynia biegów połączona jest wałem napędowym 3 z przekładnią główną 4 będącą jednocześnie mechanizmem nawrotnym.



Rys. 78. Schemat układu napędowego z przekładnią mechaniczną

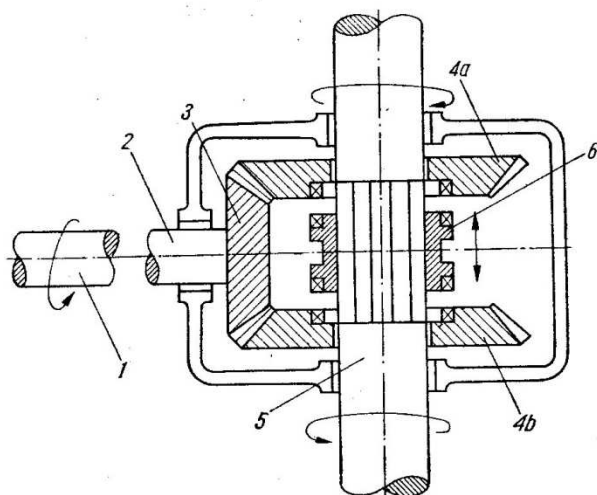
Zadaniem sprzęgła jest odłączenie silnika 5 od układu napędowego podczas rozruchu silnika i podczas zmiany biegów, a także stopniowe i równomierne przekazywanie mocy silnika na dalsze części układu napędowego. W pojazdach trakcyjnych stosowane są sprzęgła cierne, najczęściej wielotarczowe, suche lub mokre, w których moment obrotowy silnika jest przekazywany z koła zamachowego na wałek napędzany za pomocą tarcz ciernych dociskanych siłą sprężyny. Zluzowanie nacisku sprężyny za pomocą dźwigni powoduje rozłączenie sprzęgła.

Skrzynia biegów służy do zmiany stosunku prędkości obrotowej wału

korbowego silnika do prędkości obrotowej osi napędnej pojazdu lub wału ślepego (pośredniego), napędzającego osie napędne.

Wykorzystanie mocy silnika jest tym lepsze, im większa jest liczba biegów skrzyni. W praktyce stosowane są skrzynie cztero- lub pięcibiegowe.

Obroty wału napędowego 1 (głównego) skrzyni biegów przenoszone są na koła napędne pojazdu za pomocą przekładni głównej, połączonej z mechanizmem nawrotnym (rys. 79). Osadzone luźno na osi napędnej 5 dwa koła talerzowe 4a i 4b są na stałe zazębione ze stożkowym kołem zębatym napędzającym 3. Połączenie koła talerzowego z osią napędną następuje za pomocą tulei kłowej 6, osadzonej przesuwnie na wielowypuszcie osi napędnej, przez przesunięcie jej w jedną lub w drugą stronę aż do połączenia sprzęgła kłowego, którego jedna część umieszczona jest na tulei, a druga — na każdym kole talerzowym.

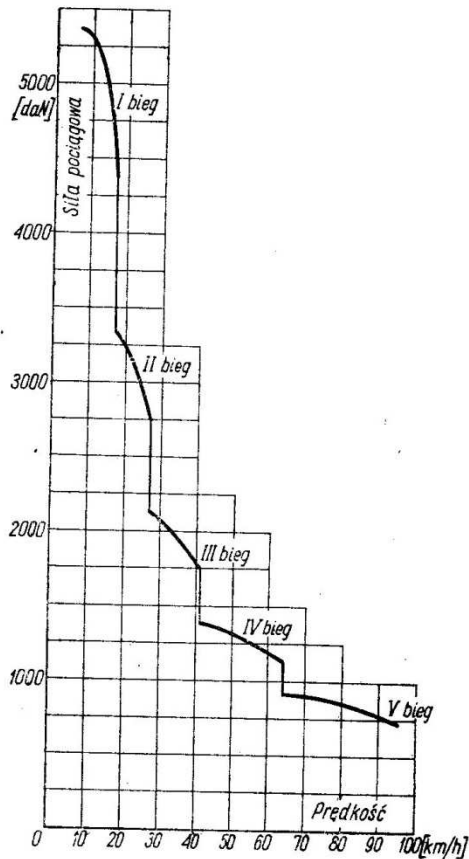


Rys. 79
Zasada działania
przekładni głównej
połączonej
z mechanizmem
nawrotnym

Przy połączeniu tulei z kołem 4b przenoszenie obrotów wałka 2 następuje przez koło stożkowe 3, koło talerzowe 4b i tuleję 6 na oś napędną 5. Przy obrocie wałka 2 w kierunku pokazanym na rysunku strzałką oś napędna obracać się będzie w lewo. Kierunek obrotu wałka 2 jest niezmienny, aby więc uzyskać ruch pojazdu w przeciwnym kierunku, należy tuleję 6 połączyć z kołem talerzowym 4a.

Jak już zaznaczono, przekładnia powinna umożliwić uzyskiwanie przy pełnej mocy silnika różnych sił pociągowych przy różnych prędkościach pojazdu. Warunek ten spełnia przekładnia mechaniczna, ponieważ przy małych prędkościach pojazdu uzyskuje się największe siły pociągowe, a przy prędkościach większych — odpowiednio mniejsze siły pociągowe (rys. 80).

Przebieg krzywej siły pociągowej w zakresie poszczególnych biegów i w funkcji prędkości jazdy — jak widać z rysunku 80 — zmienia się jednak skokami przy zmianie biegów i tylko w zakresie jednego biegu zmiana siły pociągowej następuje w sposób ciągły. Zmiany siły pociągowej skokami są dużą wadą przekładni mechanicznej. Łączy się



Rys. 80.
Wykres siły pociągowej w zależności od prędkości pojazdu przy układzie napędowym z przekładnią mechaniczną (charakterystyka pociągowa wagonu spalinowego serii SN52)

z tym inna jeszcze niedogodność, mianowicie wyłączenie sprzęgła, tzn. odłączanie silnika od układu napędowego w chwili zmiany biegów. W przypadku gdy zmiana biegu trwa długo, a opory ruchu są duże, przerwa w przenoszeniu mocy na oś napędną może spowodować, że silnik nie będzie mógł przyspieszyć biegu pojazdu po dokonaniu zmiany biegu.

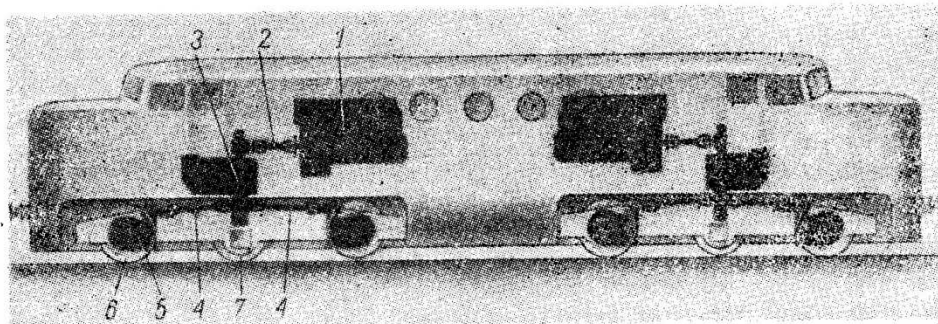
Przekładnie mechaniczne stosowane są najczęściej w pojazdach o mocy do 220 kW i w bardzo rzadkich przypadkach do 440 kW. Współczynnik sprawności przekładni mechanicznej, zależnie od jakości wykonania kół zębatych, przy biegu bezpośrednim wynosi około 0,90 do 0,92, a przy pozostałych biegach — od 0,84 do 0,97.

c. Układ napędowy z przekładnią hydrauliczną

Układ napędowy lokomotywy spalinowej z przekładnią hydrauliczną jest pokazany schematycznie na rysunku 81. Lokomotywa wózkowa o układzie osi A1A-A1A ma dwa silniki 1, z których moc jest przenoszona wałami przegubowymi 2 do przekładni hydraulicznych 3. Z przekładni moc jest przenoszona wałami przegubowymi 4 do przekładni głównych 5, napędzających bezpośrednio koła napędne 6. W każdym z trzyosiowych wózków dwie osie skrajne są osiami napędnymi, a oś środkowa 7 jest osią toczną.

Układ ten różni się od układu z przekładnią mechaniczną tym, że zamiast mechanicznej skrzyni biegów jest zastosowana przekładnia hydrauliczna (hydrauliczna skrzynia biegów) i brak jest sprzęgła, ponieważ przekładnia hydrauliczna dzięki swym właściwościom sama spełnia rolę sprzęgła. Inne części układu napędowego, jak wały przegubowe i przekładnie są podobne jak w układzie z przekładnią mechaniczną.

Zadaniem przekładni hydraulicznej jest, podobnie jak przekładni mechanicznej, zmiana momentu obrotowego silnika spalinowego oraz zmiana stosunku obrotów wału korbowego do obrotów osi napędnej pojazdu. Zmiany tej dokonuje się za pomocą cieczy, którą zwykle jest olej przekładniowy.

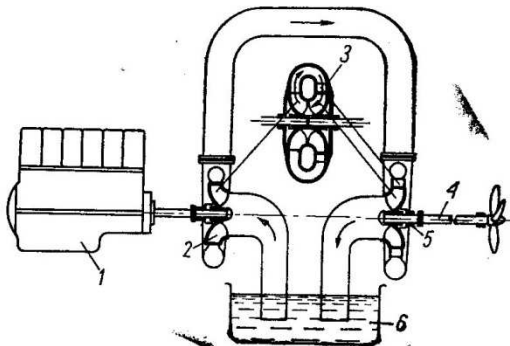


Rys. 81. Schemat układu napędowego z przekładnią hydrauliczną lokomotywy A1A-A1A

Zasadę przeniesienia mocy w przekładni hydraulicznej pokazano na rysunku 82. Z wałem silnika spalinowego 1 jest połączony wał pompy odśrodkowej 2, która zasysa olej ze zbiornika 6 i tłoczy go przewodem do turbiny 5, osadzonej na wale napędowym 4. Ciecz kierowana łopatkami kierownicy uderza o łopatki turbiny i powoduje jej obrót, a tym samym obrót wału napędzanego. Olej z turbiny spływa do zbiornika 6, skąd ponownie jest zasysany przez pompę.

W przekładniach hydraulicznych pompa odśrodkowa i turbina są po-

łączone w jeden zespół we wspólnym kadłubie 3, do którego przymocowane jest koło łopatkowe kierownicy. Cały ten układ jest nazywany przetwornikiem.



Rys. 82
Zasada działania
przekładni hydraulicznej

Jeśli przetwornik jest napełniony olejem, to ruch obrotowy wału silnika, a tym samym koła łopatkowego pompy wprawia ciecz w ruch. Ciecz uderzając w łopatki turbiny powoduje obrót turbiny i wałka napędowego, na którym turbina jest osadzona. Po wprawieniu w ruch turbiny ciecz przepływa na nieruchome łopatki kierownicy, skąd zostaje skierowana ponownie do pompy. Obieg cieczy jest więc zamknięty i odbywa się przez pompę, turbinę i kierownicę z powrotem do pompy.

Opisany przebieg występuje w przypadku, gdy przetwornik jest napełniony cieczą. Jeśli przetwornik zostanie opróżniony z cieczy, to ruch pompy napędzanej przez silnik nie przenosi się na turbinę i pozostałe części układu napędowego. Tak więc przy stale obracającym się wale silnika spalinowego napełnienie przetwornika olejem oznacza połączenie przetwornika z pozostałymi częściami układu napędowego, a opróżnienie — wyłączenie.

Przetwornik nie tylko przenosi moc, lecz także powoduje zmianę prędkości obrotowej wałka napędzanego w stosunku do prędkości obrotowej wałka napędzającego, przy czym najbardziej istotną cechą przetwornika hydraulicznego jest samoczynne dostosowanie się prędkości obrotowej turbiny do niezbędnej w danej chwili wielkości siły pociągowej na kołach napędnych. Przy tej samej prędkości obrotowej wału korbowego silnika i pompy w przypadku, gdy wzrastają opory ruchu i potrzebna jest większa siła pociągowa, turbina zmniejsza swe obroty, a tym samym maleje prędkość pojazdu, i odwrotnie — gdy opory maleją i wystarcza mniejsza siła pociągowa, obroty turbiny samoczynnie zwiększają się. Właściwość ta jest dużą zaletą przetwornika hydraulicznego, występującą jednak tylko w pewnym zakresie mocy pojazdu, odpowiadającej optymalnemu współczynnikowi sprawności silnika.

Dlatego też, aby uniknąć strat mocy, stosuje się dla różnych zakresów

prędkości obrotowej turbiny, a więc i prędkości pojazdu, różne przetworniki, które łączy się w całość jako hydrauliczną skrzynię biegów. Jeden przetwornik stanowi zatem jeden bieg hydraulicznej skrzyni biegów.

W zależności od mocy pojazdu stosuje się dwa, trzy lub cztery przetworniki, przy czym skrzynię biegów o większej liczbie przetworników stosuje się w pojazdach o dużych mocach.

W niektórych konstrukcjach hydraulicznych skrzyń biegów stosowane są — oprócz przetworników — także sprzęgła hydrauliczne. Sprzęgło składa się tylko z pompy i turbiny, nie ma natomiast kierownicy. Wskutek jej braku w sprzęgle nie następuje zmiana przełożenia między obrotami silnika i turbiny — dlatego też sprzęgło może służyć tylko do bezpośredniego przenoszenia mocy silnika na oś napędną.

W skrzyniach biegu, w których zastosowano przetworniki i sprzęgło, przetworniki stanowią odpowiednio niższe biegi, sprzęgło zaś — bieg najwyższy. Stosuje się także niekiedy układ: jeden przetwornik i dwa sprzęgła. Wówczas do pewnej prędkości pojazdu (np. 50% największej) pracuje przetwornik, a powyżej tej prędkości w jednym zakresie (np. 50 do 70% największej prędkości) jedno sprzęgło, a w drugim (np. 70 do 100%) drugie sprzęgło.

Podczas pracy ciecz w hydraulicznej skrzyni biegów znacznie się nagrzewa, dlatego też w skrzyniach tych stosuje się urządzenia do chłodzenia cieczy włączone w jej obieg.

Współczynnik całkowitej sprawności układu napędowego z przekładnią hydrauliczną jest mniejszy od współczynnika sprawności układu napędowego z przekładnią mechaniczną. Przy jeździe z włączonymi przetwornikami współczynnik sprawności wynosi od 75 do 77%, a przy jeździe z włączonym sprzęgłem hydraulicznym — 88 do 92%.

Przetworniki hydrauliczne pojedyncze są stosowane w układach napędowych pojazdów o mocy około 750 kW, natomiast złożone z kilku elementów hydraulicznych (przetworników i sprzęgieł hydraulicznych) są stosowane w lokomotywach o mocy powyżej 1500 kW.

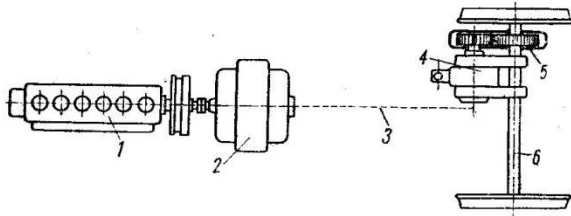
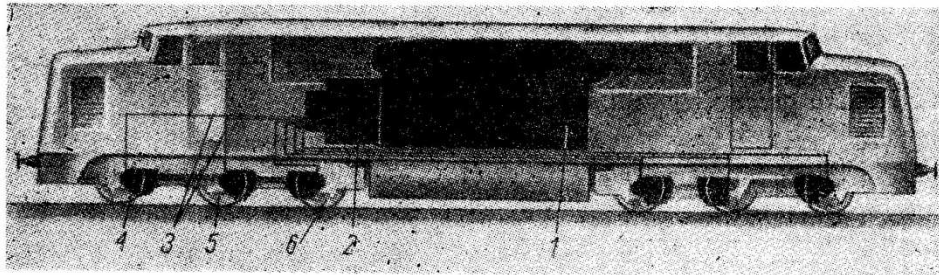
Przekładnie hydrauliczne nie znalazły jednak szerszego zastosowania na większości kolei z uwagi na złożoność produkcji oraz konieczność ujednoczenia przekładni w całym taborze spalinowym. Ze względu na zalety przekładni elektrycznej i stosowanie w szerokim zakresie trakcji elektrycznej stosowane są przeważnie przekładnie elektryczne.

Również na PKP są stosowane przekładnie elektryczne.

d. Układ napędowy z przekładnią elektryczną

Trzecim rodzajem układu napędowego w lokomotywach spalinowych, zwłaszcza w lokomotywach o dużej mocy, jest układ napędowy z przekładnią elektryczną (rys. 83). Z silnikiem spalinowym jest połączona za

pomocą sprzęgła prądnica. Prądnica napędzana przez silnik wytwarza prąd elektryczny, przesyłany przewodami do elektrycznych silników trakcyjnych, umieszczonych na osiach zestawów napędnych, które za pomocą przekładni zębatych napędzają zestawy kołowe. Jak wynika z opisu, układ ten, przejęty z trakcji elektrycznej, jest nadzwyczaj prosty.



Rys. 83
Schemat układu napędowego z przekładnią elektryczną
1 — silnik spalinowy, 2 — prądnica, 3 — przewody elektryczne, 4 — elektryczny silnik trakcyjny, 5 — przekładnia zębata, 6 — zestaw kołowy napędny

Napęd elektryczny zapewnia zmianę przełożenia między prędkościami obrotowymi silnika spalinowego i osi, a więc regulację prędkości jazdy lokomotywy i siły pociągowej w sposób ciągły — przez zmianę napięcia w prądnicach. Tak więc przekładnia elektryczna ma wiele zalet trakcyjnych, gdyż umożliwia ciągle bezstopniowe wykorzystywanie mocy silnika spalinowego oraz ruszanie pojazdu z miejsca z największą siłą pociagową. W przekładni elektrycznej nie ma układu nawrotnego, gdyż zmianę kierunku jazdy lokomotywy uzyskuje się na drodze elektrycznej — przez zmianę kierunku prądu w silnikach trakcyjnych, a tym samym zmianę kierunku obrotów silników i zestawów napędnych.

Współczynnik sprawności przekładni elektrycznej wynosi około 75 do 78%, jest więc w przybliżeniu taki sam, jak przekładni hydraulicznej, lecz mniejszy niż przekładni mechanicznej. W porównaniu z przekładnią hydrauliczną i mechaniczną przekładnia elektryczna ma jedną dużą wadę — znacznie większą masę własną. Wada ta jednak nie odgrywa na ogół większej roli w lokomotywach o dużej mocy (powyżej 1840 kW), gdzie jest wymagana duża masa napędna i większa liczba osi napędnych.

4. Podwozie oraz nadwozie lokomotyw i wagonów spalinowych

Podwozie lokomotyw i wagonów spalinowych składa się z ostoi, zestawów kołowych wraz z łożyskami, wózków, sprężyn nośnych, urządzeń ciągowych i zderznych oraz układu hamulcowego.

Podwozia wagonów spalinowych są podobne do podwozi wagonów osobowych. Stosowane są rozwiązania dwuosiowe (autobusy szynowe oraz wagony spalinowe do ruchu miejscowego) oraz czterosiowe — wózkowe, po dwie osie w wózkach (wagony do ruchu dalekobieżnego i wagony szybkobieżne). Na wózkach, za pomocą czopów skrętu, opiera się ostoja wraz z nadwoziem.

Lokomotywy spalinowe o mniejszej mocy są w zasadzie budowane jako ostojnicowe, przy czym przeważnie trzy osie (rzadziej cztery) są umieszczone w ostoi podobnie jak w lokomotywach parowych. W tym przypadku w ostoi ułożyskowany jest jeszcze tzw. ślepy wał, napędzający za pomocą wiązarów osie napędne. Lokomotywy manewrowe o większej mocy i lokomotywy pociągowe o większej prędkości (powyżej 80 km/h) mają wózki — zwykle dwa wózki dwu- lub trzyosiowe w zależności od dopuszczalnego nacisku osi na szyny i masy lokomotywy.

Nadwozie jest umocowane na ostoi pojazdu. Nadwozie lokomotywy spalinowej stanowi pudło, w którym mieści się silnik, skrzynia biegów, chłodnica i inne urządzenia maszynowe, oraz jedna lub dwie kabiny maszynisty.

Lokomotywy manewrowe i lokomotywy pociągowe o średniej mocy i mniejszej prędkości konstrukcyjnej (do pociągów miejscowych, zbiorowych i lekkich towarowych) mają jedną kabinę maszynisty umieszczoną bądź w jednym końcu, bądź też pośrodku lokomotywy.

Aby zapewnić dobrą widoczność maszyniście w obu kierunkach jazdy, część nadwozia, w której mieści się silnik i urządzenia maszynowe, jest obniżona i wykonana w postaci maski (osłony). W celu ułatwienia dostępu do urządzeń maszynowych i silnika maska ma z boków drzwiczki z otworami wentylacyjnymi. Górna część maski ma pokrywę, której zdjęcie umożliwia dostęp do głowicy silnika lub też wymontowania całego silnika albo urządzeń.

Kabina (budka) maszynisty jest wykonana z kształtowników stalowych pokrytych blachą stalową. W bocznych ścianach kabiny znajdują się drzwi wejściowe oraz okna. Również w ścianie przedniej i tylnej umieszczone są okna, umożliwiające dobrą obserwację torów i sygnałów. Kabina maszynisty powinna zapewniać jak najlepsze warunki pracy druzynie lokomotywowej, jest więc odpowiednio oświetlona, ogrzewana, wentylowana oraz izolowana od przedziału maszynowego.

W kabinach maszynisty znajduje się pulpit sterowniczy, na którym rozmieszczone są dźwignie i przyciski urządzeń sterowniczych, jak nastawnik jazdy, nawrotnik, przycisk sygnału dźwiękowego, przycisk roz-

rusznika, wyłącznik baterii akumulatorowych, wyłącznik silnika, rękojeść zaworu maszynisty. Usytuowanie pulpitu zależy od typu lokomotywy — w lokomotywach z dwiema kabinami pulpit jest umieszczony z prawej strony kabiny (patrząc w kierunku jazdy), a w lokomotywach z jedną kabiną bywają stosowane dwa pulpity, po jednym z każdej strony, lub jeden pulpit pośrodku.

Nadwozie wagonów spalinowych różni się od nadwozia lokomotyw i jest podobne do nadwozia wagonów osobowych. Odmienne są te części nadwozia, które są przeznaczone na pomieszczenie urządzeń maszynowych. Wagony spalinowe do szybkiego ruchu dalekobieżnego mają zwykle kształt opływowy, zmniejszający opory powietrza. Natomiast wagony do ruchu miejscowego nie odbiegają swym kształtem od zwykłych wagonów osobowych. Z obu końców wagonów spalinowych znajdują się bądź oddzielne kabiny sterownicze, bądź też — w wagonach dwuosioowych do ruchu miejscowego — odgródzone w przedsiódkach stanowiska maszynisty.

Część nadwozia wagonów spalinowych przeznaczona dla pasażerów jest wykonana podobnie jak wagon osobowy. Wnętrze jest zwykle bezprzedziałowe, z przejściem pośrodku. Wnętrza wagonów przeznaczonych do ruchu miejscowego nie różnią się od wnętrza innych wagonów osobowych, natomiast wnętrza wagonów do ruchu szybkiego są wyposażone komfortowo (nowoczesne wykonanie wnętrza, fotele obrotowe, przedziały barowe itp.).

Wagony spalinowe do ruchu szybkiego łączone są zwykle w zespoły, co ma tę niedogodność, że w przypadku uszkodzenia jednego wagonu należy wycofać z ruchu cały zespół. Dlatego w ostatnich latach w ruchu szybkim coraz szerzej są stosowane normalne lokomotywy i wagony o wysokim komforcie podróży.

5. Sterowanie pracą lokomotyw

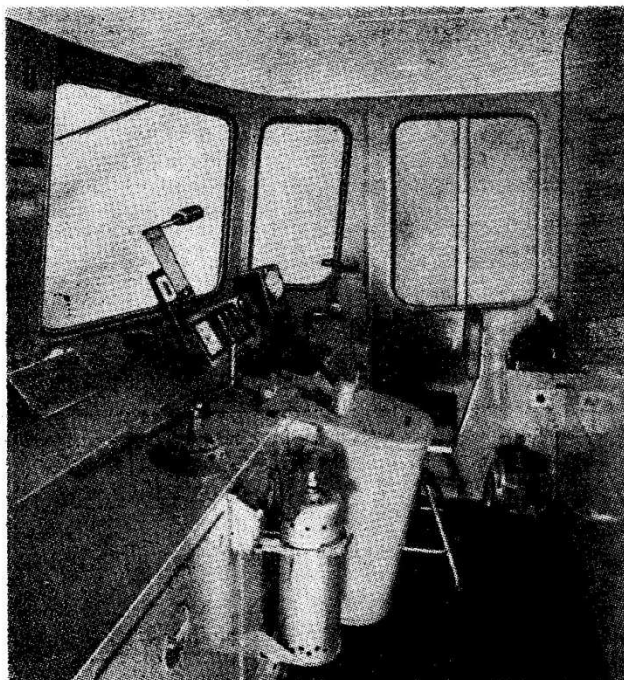
Do sterowania pracą silnika spalinowego i urządzeń układu napędowego w zależności od potrzeb ruchowych służą urządzenia sterownicze.

Sterowanie biegiem silnika polega na regulowaniu jego mocy i prędkości obrotowej za pomocą regulowania dopływu paliwa do cylindrów silnika. Do tego celu służy odpowiednie urządzenie sterownicze, uruchamiane przez maszynistę dźwignią lub pedałem, które oddziałuje na dźwignię paliwową pompy wtryskowej w przypadku silnika z zapłonem samoczynnym lub na przepustnicę gaźnika w przypadku silnika gaźnikowego. Za pomocą tego urządzenia można także zamknąć dopływ paliwa, a tym samym wyłączyć silnik.

Sterowanie urządzeniami układu napędowego polega na wyłączaniu i włączaniu sprzęgła, przełączaniu biegów w skrzyni biegów, przełącza-

niu mechanizmu nawrotnego lub — w przekładni elektrycznej — na regulowaniu napięcia prądu w prądnicach i zmianie kierunku prądu w silnikach trakcyjnych.

Do sterowania służą dźwignie lub przyciski umieszczone na pulpicie w kabinie, które maszynista uruchamia w zależności od potrzeb. Przesłanie dźwigni lub włączenie albo wyłączenie przycisku urządzenia sterownicze przenoszą na odpowiednie zespoły, powodując żądane nastawienie danego elementu. Przeniesienie to może odbywać się w różny sposób. Najczęściej jest stosowane sterowanie pneumatyczne za pomocą sprężonego powietrza, elektropneumatyczne lub elektryczne. Stosowane bywają także urządzenia do sterowania mechaniczno-pneumatycznego. Urządzenia wyłącznie mechaniczne stosowane są bardzo rzadko, i to tylko w pojazdach jednosilnikowych o małej mocy.



Rys. 84
Układ pulpitu
sterowniczego w kabinie
maszynisty lokomotywy
spalinowej ST43

Ze względów eksploatacyjnych stosowane jest często łączenie kilku pojazdów (np. dwu lub trzech wagonów spalinowych w celu zwiększenia liczby miejsc dla pasażerów lub też kilku lokomotyw w celu zwiększenia siły pociągowej). Sterowanie silnikami i urządzeniami układów napędowych w pojazdach sprzężonych umożliwia ukrotnione sterowanie zdalne, polegające na tym, że jeden maszynista z kabiny pierwszego pojazdu steruje przebiegiem wszystkich zespołów. Do tego celu najdogodniejsze jest sterowanie elektropneumatyczne lub elektryczne.

Do kontroli prawidłowości pracy silnika i zespołów służą umieszczone na stanowisku sterowniczym przyrządy i aparaty kontrolne, jak np. termometry do wskazywania temperatury wody układu chłodzenia silnika, manometry lub wskaźniki ciśnienia oleju, manometry do kontroli ciśnienia sprężonego powietrza, prędkościomierz, amperomierz, woltomierz itp. Do kontroli tej służą także lampy sygnalizacyjne, które odpowiednimi kolorami wskazują sposób działania zespołów.

Układ pulpitu sterowniczego pokazano na rysunku 84.

6. Tabor spalinowy stosowany na PKP

Trakcja spalinowa na PKP rozwija się od lat pięćdziesiątych w oparciu o pojazdy trakcyjne produkowane przez przemysł krajowy oraz o pojazdy importowane. Rozwój ten odbywa się zgodnie z programem zastępowania trakcji parowej przez nowoczesne rodzaje trakcji zakładającym, że przewozy na liniach magistralnych i pierwszorzędnych o dużym natężeniu pracy przewozowej będą wykonywane trakcją elektryczną, natomiast przewozy na liniach drugorzędnych o mniejszym znaczeniu oraz praca manewrowa będą wykonywane trakcją spalinową. Odpowiednio do tego podziału zadań są dostosowywane pojazdy trakcyjne.

Podstawowe parametry techniczne pojazdów spalinowych stosowanych na sieci PKP podano w tablicach 22 i 23.

Tablica 22

Podstawowe parametry techniczne wagonów spalinowych stosowanych na PKP

Seria	Długość wagonu ze zdierzakami [m]	Masa wagonu w stanie czynnym [ton]	Liczba miejsc do siedzenia	Liczba osi	Liczba osi napędnych	Moc silnika [kW]	Rodzaj przekładni	Największa prędkość [km/h]	Największa siła pociągowa [kN]	Największy nacisk osi na szyny [kN]	Producent
SN80	24,10	49,6	48+8	4	2	257	Hydr.	100	65	170	H. Cegielski
SN52	25,48	48,0	68+4	4	2	235	mech.	95	55	158	Ganz-Mavag
SN60	22,90	51,8	48+5	4	2	368	mech.	100	65	160	Ganz-Mavag

Oprócz wagonów spalinowych wymienionych w tablicy 22 i służących w zasadzie do przewozu podróżnych w pociągach miejscowych w połączeniu z jednym lub dwoma wagonami doczepnymi, PKP mają również wagony spalinowe techniczne służące do rewizji elektrycznej sieci trakcyjnej.

Z tablicy 22 wynika, że PKP użytkują tylko trzy serie wagonów spalinowych. Wszystkie wagony tych serii stosowane są w ruchu lokalnym, w zasadzie na liniach drugorzędnych. Na liniach magistralnych

i w ruchu podmiejskim dużych miast stosowane są elektryczne zespoły trakcyjne.

Natomiast z tablicy 23 wynika, że PKP dysponują odpowiednio do potrzeb eksploatacyjnych różnorodnymi seriami lokomotyw spalinowych. Tak więc do lekkiej pracy manewrowej są przeznaczone lokomotywy o stosunkowo małym nacisku osi na szyny i mocy do 260 kW (lokomotywy serii SM03 i SM30). Do wykonywania średnich prac manewrowych są przeznaczone lokomotywy manewrowe serii SM40 i SM41 oraz SM42 o mocy do 590 kW i nacisku osi na szyny do 180 kN. Do ciężkich prac

Tablica 23

Podstawowe parametry techniczne lokomotyw spalinowych stosowanych na PKP

Seria	Układ osi	Całkowita długość ze zdorzakami [m]	Masa lokomotywy w stanie służbowym [ton]	Największy nacisk osi na szyny [kN]	Moc silnika [kW]	Rodzaj przekładni	Największa siła pociągowa [kN]	Największa prędkość [km/h]	Producent
SM03	B	6,94	24,0	120	110	Mech.	58	46	Fablok
SM30	BoBo	10,14	36,0	90	260	elektr.	78	58	Fablok
SM31	CoCo	17,00	120,0	200	880	elektr.	360	80	Fablok
SM40	BoBo	11,29	61,8	154	440	elektr.	186	80	Ganz-Mavag
SM41									
SM42 *	BoBo	14,24	72,0	180	590	elektr.	273	90	Fablok
SM48 **	CoCo	16,97	120,0	200	880	elektr.	380	100	ZSRR
ST43	CoCo	16,94	116,2	195	1545	elektr.	320	100	Rumunia
ST44	CoCo	17,55	116,5	195	1470	elektr.	320	100	ZSRR
SP45	CoCo	18,99	102,0	170	1250	elektr.	326	120	H. Cegielski
SU46	CoCo	18,90	105,0	175	1655	elektr.	311	120	H. Cegielski
SP47	CoCo	20,20	114,0	190	2205	elektr.	381	140	H. Cegielski

* Lokomotywy tej serii z kotłem ogrzewczym do ruchu pasażerskiego mają oznaczenia SP42.
 ** Lokomotywy te mają wózki wymienne i mogą kursować po torach szerokości 1435 i 1524 mm.

manewrowych są przeznaczone lokomotywy 6-osiowe serii SM31 i SM48 o nacisku osi na szyny 200 kN i mocy 880 kW.

Pociągi towarowe prowadzą lokomotywy serii ST43 i ST44 o mocy około 1500 kW oraz lokomotywa uniwersalna SU46 o mocy około 1600 kW.

Ruch pasażerski obsługują lokomotywy serii SP45, SU46 i SP47. Lokomotywy serii SP45 o mocy 1250 kW i prędkości 120 km/h są przeznaczone do prowadzenia pociągów lekkich, natomiast lokomotywy pozostałych serii — do prowadzenia pociągów ciężkich z prędkością do 140 km/h.

ELEKTRYCZNE POJAZDY TRAKCYJNE

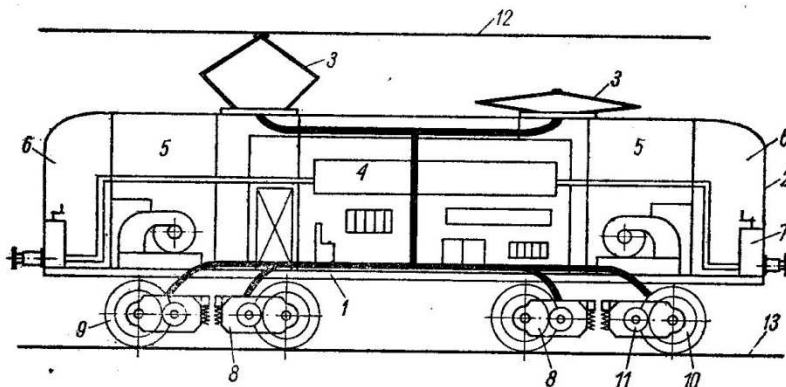
1. Budowa, rodzaje i oznaczenia elektrycznych pojazdów trakcyjnych

a. Ogólne zasady budowy pojazdów i systemy trakcji elektrycznej

Trakcja elektryczna jest stosowana na liniach magistralnych o dużym natężeniu przewozów oraz w ruchu podmiejskim dużych osiedli.

Elektryczne pojazdy trakcyjne dzielą się na lokomotywy i zespoły trakcyjne składające się z wagonu lub wagonów silnikowych i jednego bądź dwóch wagonów doczepnych.

Lokomotywa (rys. 85) składa się z podwozia i nadwozia. Podwozie stanowią wózki dwu- lub trzyosiowe z silnikami trakcyjnymi i przekładnią mechaniczną, nadwozie zaś — pudło wraz z urządzeniami elektrycznymi. Po obu końcach pudła umieszczone są kabiny maszynisty, a pośrodku urządzenia elektryczne i maszyny pomocnicze.



Rys. 85. Schemat lokomotywy elektrycznej

1 — podwozie, 2 — nadwozie, 3 — odbieraki prądu (pantografy), 4 — przedział wysokiego napięcia z urządzeniami rozrządczymi, 5 — przedziały maszynowe, 6 — kabiny maszynisty, 7 — nastawniki jazdy, 8 — silniki trakcyjne, 9 — zestawy kołowe, 10 — koło zębate osadzone na osi zestawu kołowego, 11 — koło zębate osadzone na osi silnika trakcyjnego, 12 — przewód jezdnym, 13 — szyna

Poszczególne części podwozia, a więc wózek, zestawy kołowe, osiowe łożyska toczne, urządzenia sprzęgowe i zderzne oraz urządzenia hamulcowe są takie same, jak w lokomotywach spalinowych.

- Aparaturę i urządzenia umieszczone w pudle lokomotywy stanowią:
- aparatura wysokiego napięcia umieszczona w osobnym, zamkniętym i zabezpieczonym przedziale wysokiego napięcia (WN);
 - oporniki rozruchowe;
 - przetwornica dwumaszynowa (silnik zasilany z sieci trakcyjnej i prądnicą niskiego napięcia), służąca do zasilania urządzeń rozrządowych i baterii akumulatorów;
 - wentylatory służące do chłodzenia silników trakcyjnych i oporników rozruchowych;
 - sprężarka powietrza zasilająca układ hamulcowy oraz dostarczająca sprężonego powietrza do układu rozrządowego i odbieraków prądu.

W kabinach maszynisty umieszczone są urządzenia służące do sterowania i kontrolowania pracy lokomotywy, a więc nastawnik jazdy, zawór hamulcowy, manometr, elektryczne przyrządy pomiarowe, przycisk uruchamiający syrenę, prędkościomierz, urządzenia czuwakowe, samoczynnego hamowania pociągu itp.

Kabiny maszynisty połączone są korytarzem biegnącym wzdłuż ściany bocznej lub pośrodku pudła, co umożliwia przechodzenie maszynisty z jednej kabiny do drugiej bez wychodzenia na zewnątrz. Korytarz umożliwia również dojście do kabin, w których umieszczona jest aparatura. Korytarz ma także specjalne znaczenie w przypadku zagrożenia maszynisty. Jeśli bowiem grozi zderzenie z innym pojazdem, maszynista po wykonaniu wszelkich czynności mających na celu uniknięcie wypadku lub zmniejszenie jego skutków, wycofuje się z kabiny do korytarza, który jest miejscem najmniej zagrożonym.

Aparatura i urządzenia będące pod wysokim napięciem są umieszczone w osobnych przedziałach, do których dostęp — z uwagi na niebezpieczeństwo porażenia prądem — jest zabezpieczony w taki sposób, że zamek drzwiowy jest uzależniony od stanu urządzeń, a mianowicie nie można go otworzyć, gdy urządzenia są pod napięciem. Drzwi są otwierane za pomocą rękojeści kierunkowej nastawnika jazdy. Po włożeniu jej do zamka i obróceniu następuje otwarcie wylotu sprężonego powietrza z cylindra odbieraka prądu, co powoduje jego opuszczenie. Dopiero wówczas można otworzyć drzwi i wejść do przedziału.

Wszystkie urządzenia i aparaty elektryczne są odpowiednio do ich przeznaczenia i działania połączone między sobą, tworząc obwody elektryczne.

Zasadniczym obwodem jest obwód główny złożony z silników trakcyjnych, oporników rozruchowych i odpowiedniej aparatury. Obwód ten decyduje o ruchu pojazdu elektrycznego. Zmiany prędkości uzyskuje

się przez zmianę obrotów silników trakcyjnych. Zmiany te wywołuje się przez włączenie oporników szeregowych, przełączenie silników (przegrupowanie) i bocznikowanie pola magnetycznego.

Regulację prędkości pojazdu zapewniają aparaty i przyrządy tworzące obwód rozrządczy (sterowniczy). Jest on zależny od liczby silników trakcyjnych, sposobu ich łączenia, rodzaju rozruchu, tj. samoczynnego lub ręcznego, rodzaju hamowania (elektrycznego bądź powietrznego) oraz rodzaju rozrządu (z wałem kulakowym albo elektropneumatyczny).

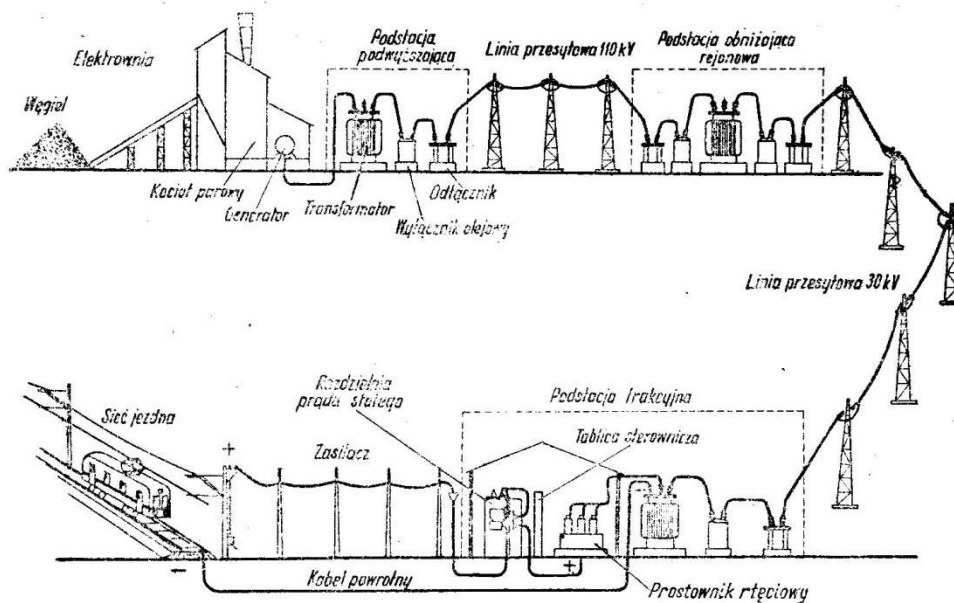
Oprócz wymienionych obwodów, na lokomotywie są także obwody pomocnicze, do których zaliczamy obwody maszyn pomocniczych oraz obwody oświetlenia, ogrzewania i sygnalizacji. W elektrycznych zespołach trakcyjnych istnieje jeszcze dodatkowo obwód zdalnego uruchamiania drzwi wejściowych.

Silniki trakcyjne zasilane energią elektryczną pobierają z przewodu jezdnego zawieszonego nad torem, za pomocą jednego z dwóch odbieraków prądu (pantografów) umieszczonych na dachu lokomotywy. Prąd przepływa przez zespół urządzeń elektrycznych (wyłączniki, oporniki itp.) do silników trakcyjnych. Wszystkie nowsze serie lokomotyw mają w zasadzie indywidualny napęd osi, tzn. że każdą napędza oddzielny silnik. Ostatnio stosuje się także napęd dwu osi wózka za pomocą jednego silnika umieszczonego na wózku.

Silniki trakcyjne jednym swym końcem, za pomocą specjalnego łożyska, osadzone są na osi zestawu, drugim zaś są zawieszane elastycznie na ramie wózka. W najnowszych rozwiązaniach konstrukcyjnych lokomotyw o dużych prędkościach stosuje się całkowicie odsprężynowane zawieszenie silnika. Moment obrotowy silnika przenosi na zestaw kołowy przekładnia zębata, której jedno koło — napędzające — umieszczone jest na wale silnika, drugie zaś — napędzane — na osi zestawu kołowego. Zmiana prędkości obrotowej i momentu obrotowego oraz zmiana kierunku obrotów silników (a więc jazda w jednym lub drugim kierunku) odbywa się w sposób ciągły przez zmianę napięcia i zmianę kierunku przepływu prądu. Zmiany te są dokonywane przez maszynistę za pomocą nastawnika i nawrotnika umieszczonych w kabinie maszynisty.

Elektryczne pojazdy trakcyjne mają prostszą konstrukcję, a więc są tańsze od pojazdów spalinowych, ale wymagają dużych nakładów inwestycyjnych na budowę dodatkowych urządzeń, jak sieć, podstacje trakcyjne i inne.

Schemat układu zasilania trakcji elektrycznej pokazano na rysunku 86. Prąd elektryczny wytwarzany w elektrowni (może nią być elektrownia cieplna, wodna, atomowa) jest przetwarzany w stacji transformatorowej elektrowni na prąd o wysokim napięciu (np. 220 kV) zależnie od tego, na jakie odległości jest przesyłany. W podstacji rejonowej jest



Rys. 86. Schemat zasilania trakcji elektrycznej

on przetwarzany na prąd o napięciu 30 kV i stąd linią przesyłową przekazywany do podstacji trakcyjnej, której zadaniem jest przetwarzanie prądu na prąd odpowiedni do bezpośredniego zasilania pojazdów trakcyjnych.

W zależności od przyjętego systemu trakcji przetwarzanie to może polegać na zmianie napięcia, częstotliwości, liczby faz lub rodzaju prądu. Z podstacji trakcyjnej, za pomocą zasilacza, prąd jest przesyłany do sieci trakcyjnej zawieszanej na słupach wzdłuż toru, skąd odbierany za pomocą odbieraka prądu pojazdu trakcyjnego przepływa do silników trakcyjnych. Poprzez zestawy kołowe pojazdu prąd przepływa następnie do szyn i wraca kablami powrotnymi do podstacji trakcyjnej. Pojazd więc styka się z urządzeniami zasilającymi za pomocą odbieraka prądu i kół; dlatego też w miejscach styku musi być zapewniony łatwy i niezawodny przepływ prądu.

Do zasilania urządzeń elektrotrakcyjnych są stosowane:

- a) prąd stały;
- b) prąd przemienny jednofazowy o obniżonej częstotliwości;
- c) prąd przemienny jednofazowy o częstotliwości przemysłowej 50 Hz oraz — bardzo rzadko — prąd przemienny trójfazowy.

System prądu stałego jest stosowany m.in. w Polsce, Czechosłowacji, Francji, Włoszech, Anglii, Hiszpanii, Belgii i Holandii. Napięcia robocze wynoszą od 500 do 3000 V. Na ogół w ruchu podmiejskim stosuje się napięcia od 500 do 1500 V, a na liniach głównych — 1500 do 3000 V. Na PKP stosowane jest napięcie 3000 V.

Prąd stały ma wiele zalet, m.in. tę, że dzięki stosowaniu w podstacjach prostowników przetwarzanie prądu przemiennego na prąd stały jest łatwe i tanie oraz że charakterystyki trakcyjne silników są bardzo dobre. Wadą natomiast jest konieczność stosowania stosunkowo dużych przekrojów sieci trakcyjnej oraz stosunkowo małych odległości między podstacjami.

Dlatego też niższe napięcia, do 1500 V, są stosowane rzadko.

Do czasu udoskonalenia systemu prądu stałego 3 kV (stosowanie prostowników rtęciowych, opanowanie konstrukcji silników prądu stałego pracujących przy wyższych napięciach) rozwinął się system prądu przemiennego jednofazowego o zmniejszonej częstotliwości: 25 lub $16 \frac{2}{3}$ Hz. Napięcie występujące w sieci trakcyjnej jest znacznie wyższe niż w systemie prądu stałego i wynosi 15 do 16 kV, dzięki czemu odległość między podstacjami może być znacznie większa (60 do 100 km).

Pojazdy trakcyjne zasilane w tym systemie prądu różnią się od pojazdów prądu stałego przede wszystkim tym, że napięcie jest obniżane w specjalnym transformatorze instalowanym bezpośrednio w tych pojazdach. Umożliwia to regulowanie w szerokich granicach napięcia na zaciskach silników trakcyjnych, a więc i ich prędkości obrotowej oraz prędkości pojazdów, przy czym regulacja ta odbywa się bez strat.

Prąd jednofazowy o obniżonej częstotliwości uzyskuje się bądź ze specjalnych elektrowni, bądź też przetwarzając prąd trójfazowy z ogólnokrajowej sieci energetycznej w podstacjach trakcyjnych.

Napięcie w sieci trakcyjnej w krajach europejskich stosujących ten system prądu, jak RFN, Austria, Szwajcaria i Szwecja, wynosi zwykle 15 do 16 kV o częstotliwości $16 \frac{2}{3}$ Hz.

Od 1950 r. jest stosowany także system prądu przemiennego jednofazowego o częstotliwości przemysłowej 50 Hz, korzystny pod względem inwestycyjnym i eksploatacyjnym. Z uwagi na ważne zalety system ten został przyjęty przez liczne koleje dopiero rozpoczynające elektryfikację swych linii, jak również te koleje, które mają już część linii zelektryfikowanych z zastosowaniem innego systemu (np. Francja, Anglia i Związek Radziecki).

Prostota systemu prądu przemiennego jednofazowego 50 Hz polega na bezpośrednim zasilaniu sieci trakcyjnej z krajowej sieci energetycznej za pomocą zwykłych stacji transformatorowych. Napięcie w sieci trakcyjnej wynosi 25 kV o częstotliwości 50 Hz.

Lokomotywy stosowane przy tym systemie prądu mogą mieć następujące rozwiązania konstrukcyjne:

- 1) silniki zasilane bezpośrednio;
- 2) silniki prądu stałego, przy czym prąd ten uzyskuje się z przetwornicy wirującej umieszczonej w lokomotywie;

3) silnik prądu stałego z przetwarzaniem prądu przemiennego na prąd stały za pomocą prostowników zainstalowanych w lokomotywie.

Największe korzyści przy zastosowaniu tego systemu prądu uzyskuje się na liniach magistralnych, na których kursują ciężkie pociągi.

b. Rodzaje i oznaczenia elektrycznych pojazdów trakcyjnych

Lokomotywy i elektryczne zespoły trakcyjne dzielą się pod względem:

- 1) przeznaczenia eksploatacyjnego;
- 2) rodzaju prądu i cech charakterystycznych układu elektrycznego.

Pojazdy elektryczne oznacza się na PKP za pomocą trzech umieszczonych obok siebie symboli, z których:

- pierwszy — w postaci litery E — oznacza rodzaj trakcji, tj. elektryczną;
- drugi — również w postaci litery — przeznaczenie eksploatacyjne;
- trzeci — w postaci liczby dwucyfrowej — oznacza konstrukcję, układ osi, rodzaj prądu i napięcie oraz kolejność wprowadzenia poszczególnych konstrukcji do eksploatacji.

Każdy pojazd oznaczony jest numerem inwentarzowym.

Przeznaczenie eksploatacyjne lokomotywy elektrycznej (drugi symbol) określa się następującymi dużymi literami:

- P — lokomotywy do ruchu pasażerskiego,
- T — lokomotywy do ruchu towarowego,
- U — lokomotywy uniwersalne — do ruchu towarowego i pasażerskiego,
- M — lokomotywy manewrowe.

Trzecim symbolem oznaczenia lokomotywy jest liczba umieszczona po obu literach, której znaczenie podaje tablica 24.

Na przykład symbol EU04 oznacza lokomotywę elektryczną uniwersalną z dwoma wózkami dwuosiowymi z indywidualnym napędem każdej osi, na prąd stały 3 kV, wprowadzoną do eksploatacji jako czwarta z kolei seria w tej grupie lokomotyw. Natomiast symbol ET30 oznaczać będzie lokomotywę elektryczną towarową z dwoma wózkami trzyosiowymi z indywidualnym napędem każdej osi, na prąd stały 3 kV, wpro-

Tablica 24

Oznaczenie cech konstrukcyjnych lokomotyw elektrycznych

Symbol	Znaczenie
01 do 19	Lokomotywa czteroosiowa B'oB'o na prąd stały 3000 V
20 do 39	Lokomotywa sześćosiowa C'oC'o na prąd stały 3000 V
40 do 49	Lokomotywa o innym układzie osi lub rodzaju prądu i napięcia

wadzoną do eksploatacji jako jedenasta z kolei seria (30-19 = 11) w tej grupie lokomotyw.

Charakterystykę lokomotyw elektrycznych podano w tabelicy 25.

Tablica 25

Charakterystyka lokomotyw elektrycznych stosowanych na PKP

Seria	Układ osi	Masa napędna [ton]	Moc ciągną [kW]	Moc godzinna [kW]	Największa siła pociągowa mocy godzinnej [kN]	Największa siła pociągowa [kN]	Największa prędkość [km/h]
EU04	BoBo	86	1800	2120	167	235	120
EU05	BoBo	82	2032	2344	138	255	125
EP05 *	BoBo	82	2032	2344	138	255	140
EU06	BoBo	80	2000	2080	154	280	125
EU07	BoBo	80	2000	2080	154	280	125
EP08 **	BoBo	80	2000	2080	154	280	140
EU20	CoCo	120	2700	3180	243	320	110
ET21	CoCo	114	2070	2400	188	320	100
ET22	CoCo	120	3000	3120	174	350	120
	BoBo+						
ET41 ***	BoBo	160	4000	4160	309	560	125

* Lokomotywa powstała z lokomotywy EU05 przez zmianę przekładni. ** Lokomotywa powstała z lokomotywy EU07 przez zmianę przekładni. *** Zdwojona lokomotywa EU07.

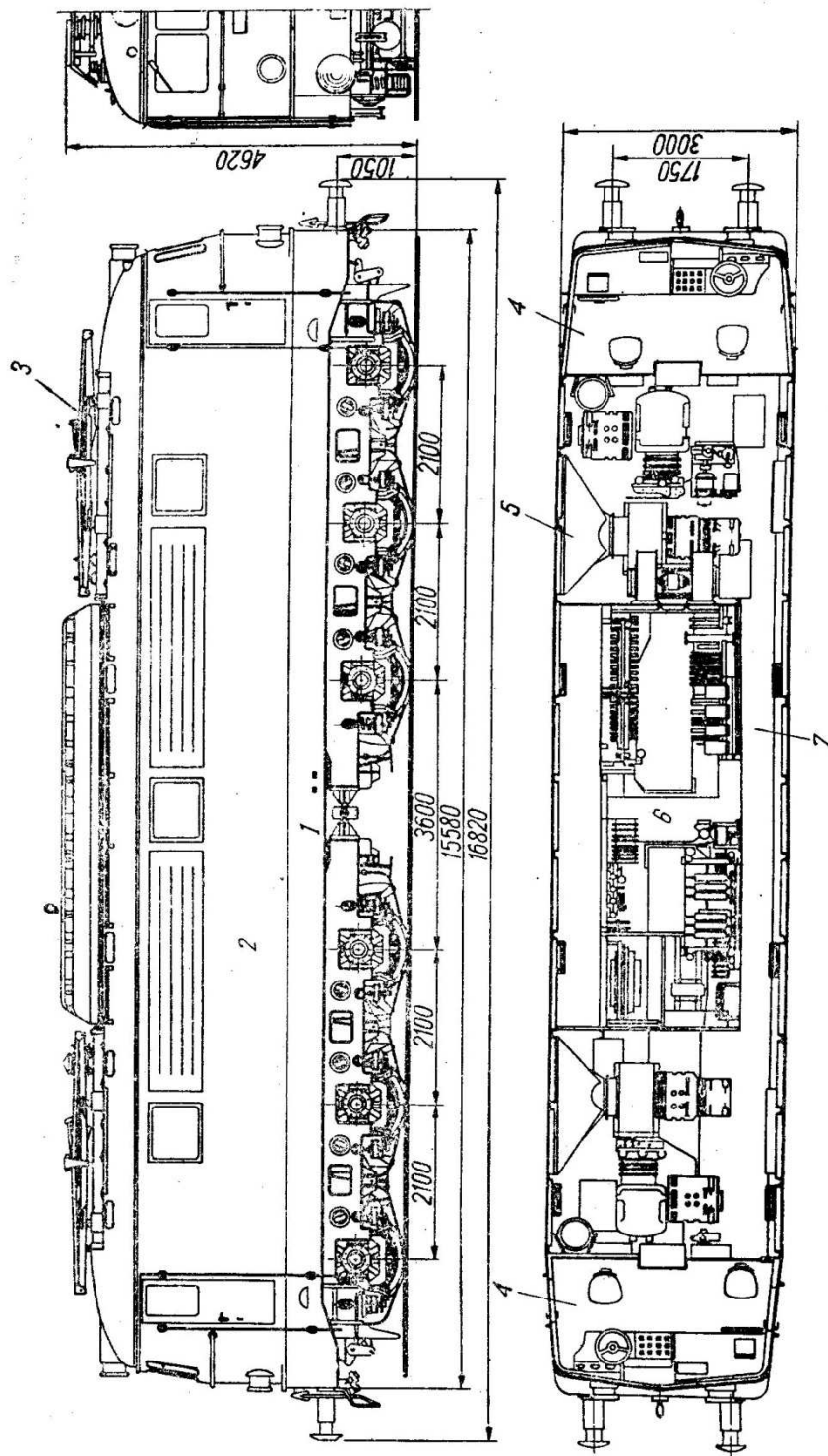
Podstawowymi seriami lokomotyw elektrycznych eksploatowanych na PKP są: lokomotywa czteroosiowa o mocy 2000 kW i prędkości 125 km/h przeznaczona do ruchu pasażerskiego i towarowego oraz lokomotywy sześciosiowe o mocy 2070 i 3000 kW, dużej masie napędnej 114 i 120 ton oraz prędkości 100 i 120 km/h, przeznaczone do ciężkich pociągów towarowych (rys. 87). Do obsługi pociągów o prędkości 125 do 140 km/h jest przeznaczona część lokomotyw serii EU07, ET22 i EU05 ze zmienionym przełożeniem, które mają oznaczenia EP08, EP23 i EP05.

Do obsługi bardzo ciężkich pociągów towarowych, o masie 4000 do 5000 ton, służy lokomotywa dwuczłonowa serii ET41, o mocy ciągnącej 4000 kW.

Elektryczne zespoły trakcyjne pod względem przeznaczenia eksploatacyjnego dzielą się na:

- zespoły do ruchu dalekobieżnego na liniach z niskimi i wysokimi peronami, oznaczone literą D;
- zespoły do ruchu miejskiego lub podmiejskiego na liniach z niskimi i wysokimi peronami, oznaczone literą N;
- zespoły do ruchu podmiejskiego na węzłach z wysokimi peronami, oznaczone literą W.

Liczbę wagonów w zespole, rodzaj prądu i kolejność wprowadzenia



Rys. 87. Lokomotywa elektryczna serii ET21 na prąd stały 3000 V
 1 — podwozie, 2 — nadwozie, 3 — odbierak prądu, 4 — kabina maszynisty, 5 — wentylatory,
 6 — przedział wysokiego napięcia, 7 — korytarz

do eksploatacji oznacza liczba (trzeci symbol) umieszczona po obu symbolach literowych, której znaczenie podaje tablica 26.

Poszczególne konstrukcje w wymienionych grupach oznacza się kolejnymi liczbami.

Tablica 26

Oznaczenie cech konstrukcyjnych elektrycznych zespołów trakcyjnych

Symbol	Znaczenie
51 do 69	Zespoły trzywagonowe na prąd stały 3000 V
70 do 79	Zespoły czterowagonowe na prąd stały 3000 V
80 do 89	Samodzielne wagony silnikowe na dowolny rodzaj prądu
90 do 93	Zespoły dwuwagonowe na prąd stały 800 V
94 do 99	Zespoły o dowolnej liczbie wagonów, lecz na inne napięcie niż poprzednio wymienione

Na przykład symbol EW52 oznacza elektryczny zespół trakcyjny na prąd stały 3000 V, przeznaczony do ruchu podmiejskiego na węzłach z wysokimi peronami, wprowadzony w drugiej kolejności do eksploatacji na PKP.

Zespoły składają się z wagonów silnikowych, rozrządowych (sterowniczych) i doczepnych, przy czym w jednym zespole może być kilka wagonów danego rodzaju. Rodzaj wagonów i ich liczbę oznacza się literami małymi, umieszczonymi po numerze inwentarzowym zespołu, przy czym:

- wagon silnikowy napędny oznacza się literą s;
- wagon rozrządowy oznacza się literą r;
- wagon doczepny oznacza się literą d.

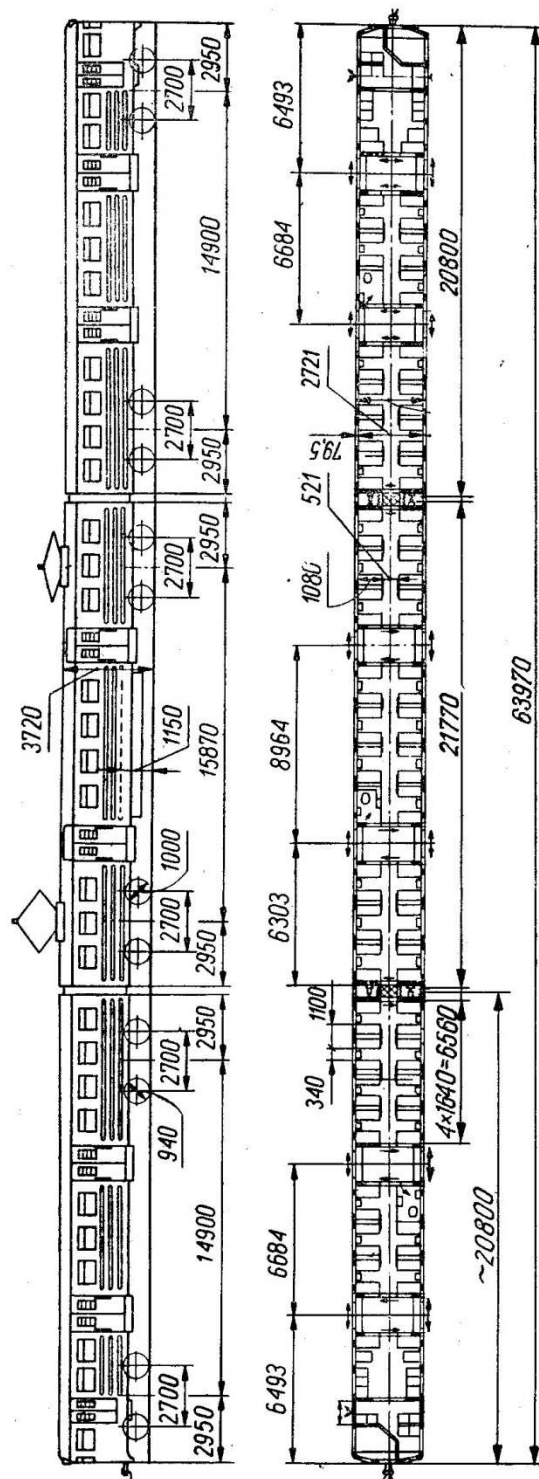
Kolejność wagonów danego rodzaju w zespole oznacza się literą a, b i c, a mianowicie wagon pierwszy literą a, drugi — literą b i trzeci — literą c.

Na przykład jeśli elektryczny zespół trakcyjny czterowagonowy na prąd stały 3000 V będzie miał oznaczenie ED71 i numer inwentarzowy 15 oraz będzie składał się z dwóch wagonów silnikowych i dwóch doczepnych, to poszczególne wagony będą miały następujące oznaczenia:

- pierwszy wagon silnikowy (napędny) ED71-15sa,
- drugi wagon silnikowy (napędny) ED71-15sb,
- pierwszy wagon doczepny ED71-15da,
- drugi wagon doczepny ED71-15db.

Charakterystykę elektrycznych zespołów trakcyjnych podaje tablica 27.

Zasadniczym elektrycznym zespołem trakcyjnym jest trzywagonowy zespół przeznaczony do obsługi ruchu na liniach z wysokimi peronami (rys. 88).



Rys. 88. Elektryczny zespół trakcyjny trzywagony do obsługi ruchu na liniach z wysokimi peronami

Charakterystyka niektórych serii elektrycznych zespołów trakcyjnych stosowanych na PKP

Seria	Układ wagonów	Moc ciąгла	Największa prędkość	Liczba miejsc do siedzenia (całkowita)	Masa bez pasażerów	Masa na 1 miejsce do siedzenia	Moc na 1 tonę masy zespołu
		[kW]	[km/h]		[ton]	[kg]	[kW]
EW53	r+s+r	429	100	209 (539)	130	622	3,30
EW54	r+s+r	480	100	240 (538)	118	492	4,06
EW55	r+s+r	580	110	208 (623)	120	576	4,90
EW57	r+s+r	608	110	212 (600)	123	580	4,90
EW90	s+d	260	75	108 (300)	67	620	3,60
EW58	s+r+s	8×206	120	212 (564)	147	693	11,21

Stosowane dotychczas podstawowe typy lokomotyw i zespołów trakcyjnych nie zaspokajają jednak potrzeb eksploatacyjnych, dlatego też planuje się budowę nowych lokomotyw o mocy do 6000 kW oraz wprowadza do ruchu zespoły trakcyjne o wyższych parametrach trakcyjnych w układzie s-r-s.

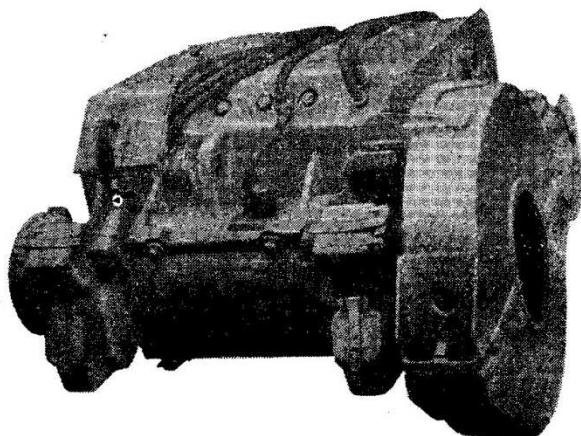
2. Silniki trakcyjne lokomotyw prądu stałego

Jak już wspomniano, napęd lokomotywy uzyskuje się za pomocą elektrycznych silników trakcyjnych i przekładni zębatej. Jednym ze starszych rozwiązań konstrukcyjnych umieszczenia silnika trakcyjnego na wózku jest tzw. zawieszenie „za nos”. Silnik jest w tym rozwiązaniu zawieszony z jednej strony sprężysto na ostoi wózka, z drugiej zaś oparty na osi napędnej za pośrednictwem łożysk znajdujących się w kadłubie silnika. Na wale silnika umieszczone jest małe koło zazębiające się z dużym kołem osadzonym na osi zestawu kołowego. Przy takim rozwiązaniu połowa masy silnika razem z zestawem kołowym jest nie odsprężynowana, wskutek czego wzrastają siły oddziałujące na tor.

W nowszych rozwiązaniach konstrukcyjnych silnik umieszczony jest całkowicie na wózku, a więc masa jego jest wraz z ostoją wózka odsprężynowana, natomiast napęd na oś lokomotywy uzyskuje się za pomocą przekładni elastycznej. Nowe lokomotywy budowy polskiej mają także właśnie rozwiązanie napędu, które łagodzi oddziaływanie lokomotywy na tor.

Silnik trakcyjny (rys. 89) składa się ze stojana, wykonanego jako odlew stalowy, oraz wirnika. W stojanie rozmieszczono promiennie bieguny główne i pomocnicze (elektromagnesy) wytwarzające pole magnetyczne. Wewnątrz stojana znajduje się wirnik, wykonany z pa-

kietu blach izolowanych od siebie lakierem, wraz z uzwojeniem. Z jednego końca wirnika znajduje się komutator, służący do doprowadzania ze szczotkotrzymaczy prądu do prętów uzwojenia wirnika, z drugiego zaś końca znajduje się wentylator, którego zadaniem jest chłodzenie silnika strumieniem powietrza.



Rys. 89
Silnik trakcyjny
lokomotywy elektrycznej
na prąd stały

W związku z istniejącą możliwością przeciążania silników zależnie od stopnia dopuszczalnego ich nagrzewania się, określając moc silnika różni się moc ciągłą, tj. moc, którą silnik może rozwijać trwale, oraz moc godzinną, tj. moc, jaką silnik może rozwijać w ciągu godziny bez przekroczenia dopuszczalnej temperatury nagrzania, oraz moc chwilową, tj. moc, jaką silnik może rozwijać tylko w ciągu kilku minut. Jest oczywiste, że największą wartość ma moc chwilowa, a najmniejszą — moc ciągła. Najbardziej charakterystyczna dla silnika jest moc godzinna, gdyż praktycznie może ona być wykorzystywana stale.

Z tego względu moc godzinna ma największe znaczenie dla prowadzenia pociągów. Masy i prędkości pociągów, a przede wszystkim profil podłużny linii, stwarzają takie warunki pracy, że rzadko silniki trakcyjne pracują bez przerwy przy określonej mocy dłużej niż 1 godzinę.

Moc godzinna w nowoczesnych rozwiązaniach silników dochodzi do 900 kW.

W silnikach trakcyjnych występują następujące zależności od prędkości obrotowej silnika n i wielkości momentu obrotowego M :

$$n = \frac{U - I_t \cdot R}{c \cdot \Phi} \text{ [obr/min]} \quad M = k \cdot \Phi I \text{ [daNm]}$$

gdzie:

U — napięcie na zaciskach silnika w V,

I_t — prąd w wirniku w A,

- R — opór silnika w Ω ,
- Φ — strumień magnetyczny,
- I — prąd całkowity pobierany przez silnik w A,
- c — stała dla danego silnika,
- k — współczynnik proporcjonalności.

Prędkość obrotowa i moment obrotowy, a więc podstawowe parametry silnika (odpowiadające prędkości i sile pociągowej lokomotywy) zmieniają się odmiennie, jednak w określony sposób, zależnie od rodzaju silnika.

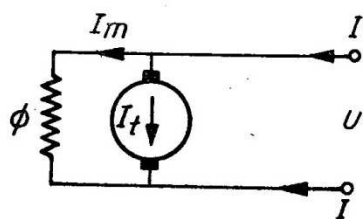
Zmiany prędkości obrotowej, momentu obrotowego i tzw. współczynnika sprawności η zależnie od wielkości prądu nazywamy charakterystyką silnika. Od charakterystyki tej zależne są własności trakcyjne lokomotywy.

Silniki elektryczne prądu stałego dzielimy na silniki o charakterystyce:

- bocznikowej;
- szeregowej;
- szeregowo-bocznikowej.

Podział ten dokonany jest na podstawie sposobu połączenia uzwojeń magnesów i uzwojeń wirnika.

W silniku bocznikowym uzwojenie elektromagnesów włączone jest równolegle do uzwojenia wirnika (rys. 90). Prąd I_m przepływający przez uzwojenie magnesu zależy od napięcia U na zaciskach. Ponieważ napięcie jest praktycznie wielkością stałą, przeto także stała jest wartość prądu I_m i zależny od niego strumień Φ , co wpływa w sposób określony w poprzednim wzorze na wartość prędkości obrotowej i momentu obrotowego w zależności od prądu I pobieranego przez silnik, a więc wielkości obciążenia.

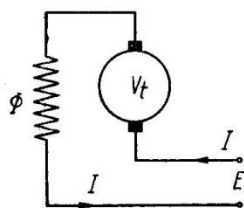


Rys. 90
Schemat połączeń
silnika bocznikowego

Zaletami silnika bocznikowego są: praktycznie stała prędkość obrotowa niezależnie od obciążenia, np. podczas jazdy na dużych wzniesieniach, natomiast wadą jest duża zależność momentu rozruchowego od napięcia w sieci.

W silniku szeregowym (stosowanym w lokomotywach PKP) uzwojenie wirnika i uzwojenie elektromagnesu połączone są jedno za

drugim (rys. 91), a zatem przez obydwie uzwojenia przepływa prąd o tym samym natężeniu. Przy wzroście natężenia prądu wzrasta jednocześnie natężenie prądu wirnika i prądu wzbudzenia. Jeśli więc dwukrotnie wzrośnie natężenie prądu, to wzrośnie dwukrotnie nie tylko natężenie prądu wirnika, lecz także dwukrotnie wzrośnie wielkość strumienia magnetycznego. Ponieważ moment obrotowy wzrasta proporcjonalnie do prądu i do strumienia, a więc jeśli prąd wzrośnie dwukrotnie, to moment wzrośnie czterokrotnie.



Rys. 91
Schemat połączeń
silnika szeregowego

Zmianę prędkości obrotowej w zależności od zmiany napięcia prądu ustalamy na podstawie już podanego wzoru dla n , przy czym po pewnych przekształceniach i uproszczeniach otrzymamy:

$$n = \frac{U}{c \cdot k \cdot J} = k_1 \cdot \frac{U}{J} \text{ [obr/min]} .$$

Ze wzoru tego wynika, że przy stałej wartości napięcia U prędkość obrotowa zmienia się odwrotnie proporcjonalnie do natężenia prądu, a więc do obciążenia. Jeśli obciążenie silnika maleje, to wzrasta prędkość obrotowa, przy czym przy bardzo małych obciążeniach następuje zjawisko „rozbiegania się” silnika.

Zależność prędkości obrotowej, momentu i współczynnika sprawności silnika szeregowego od zmiany natężenia prądu ilustruje rysunek 92.

Zaletą silnika szeregowego jest duży moment obrotowy podczas rozruchu, niezależny zresztą od napięcia w sieci, co umożliwia ruszenie pociągu nawet przy dużych spadkach napięć.

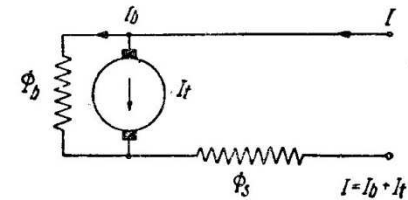
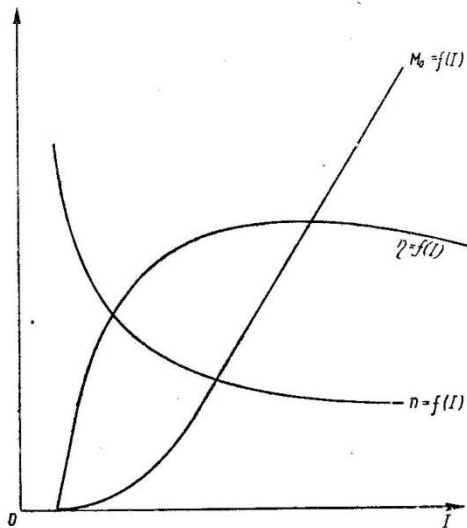
Silnik szeregowo-bocznikowy ma uzwojenie szeregowe i bocznikowe (rys. 93), dzięki czemu jego charakterystyka jest pośrednia między charakterystykami silnika bocznikowego i szeregowego.

Jak wiemy, prędkość obrotowa silnika prądu stałego zależy od wielkości napięcia i strumienia magnetycznego. Prędkość obrotową można więc regulować zmieniając napięcie lub strumień magnetyczny. W związku z tym rozróżniamy regulację oporową i regulację za pomocą zmiany strumienia magnetycznego, tzw. bocznikowania silnika.

Regulacja oporowa polega na włączeniu szeregowo do obwodu silnika opornika powodującego zmniejszenie napięcia, a więc także

zmniejszenie prędkości obrotowej w stosunku do prędkości znamionowych.

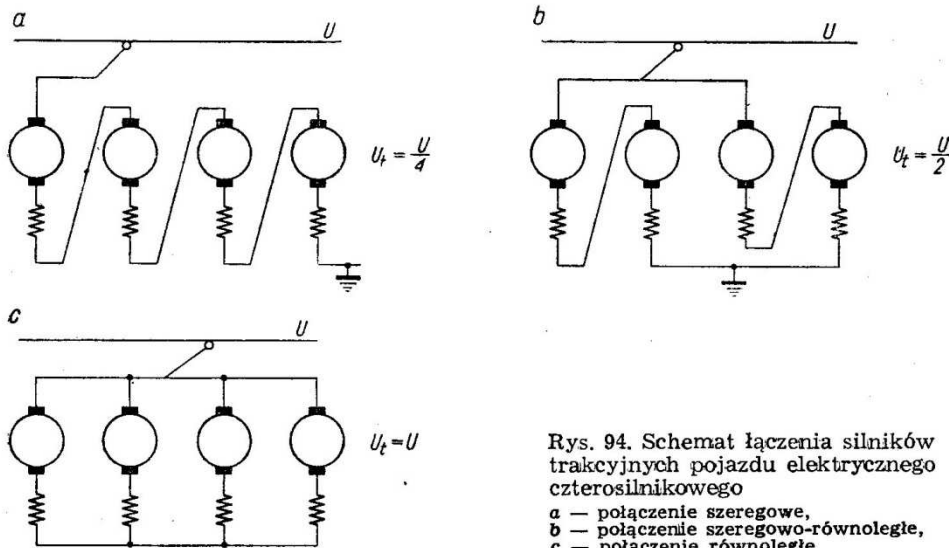
Sposób ten jest jednak nieekonomiczny, gdyż w opornikach powstaje strata energii elektrycznej. Dlatego też stosuje się łączenie silników w szereg lub w grupy szeregowo-równoległe.



Rys. 93
Schemat połączeń silnika szeregowo-bocznikowego

Rys. 92
Charakterystyka silnika szeregowego

Przy jednakowych silnikach napięcie na zaciskach silników przy połączeniu ich w szereg dzieli się proporcjonalnie do liczby łączonych silników (rys. 94a). Powoduje to także zmianę prędkości obrotowej, gdyż



Rys. 94. Schemat łączenia silników trakcyjnych pojazdu elektrycznego czterosilnikowego
 a – połączenie szeregowe,
 b – połączenie szeregowo-równoległe,
 c – połączenie równoległe

napięcie na zaciskach poszczególnych silników wynosi $1/4$ napięcia sieciowego.

Po połączeniu silników w dwie grupy w układzie szeregowo-równoległym napięcie na zaciskach silników będzie równe $1/2$ napięcia sieciowego (rys. 94b). W ten sposób prędkość obrotowa silników zwiększa się dwukrotnie w stosunku do prędkości obrotowej uzyskanej przy szeregowym połączeniu silników. Największe napięcie, mianowicie równe napięciu sieci, a tym samym największą prędkość obrotową uzyska się przy równoległym połączeniu silników (rys. 94c).

Innym sposobem regulowania prędkości obrotowej jest bocznikowanie silnika, polegające na zmniejszaniu strumienia magnetycznego. Bocznikowanie uzyskuje się w dwojaki sposób:

- a) przez włączenie równoległe do uzwojeń magnesów bocznika o pewnym oporze;
- b) przez zmniejszenie liczby uzwojeń magnesów.

Odpowiednio do wzrostu obciążenia wzrasta prąd pobierany przez silnik trakcyjny. Wzrastają również straty elektryczne i mechaniczne, które zamieniając się w ciepło powodują nagrzewanie się i wzrost temperatury uzwojeń i całego silnika. Nadmierne nagrzanie się elementów silnika spowodowałoby zniszczenie izolacji oraz przegrzanie uzwojeń i komutatora, a więc całkowite zniszczenie silnika. Tak więc dopuszczalne nagrzanie się elementów silnika, zależnie od wytrzymałości cieplnej stosowanych materiałów izolacyjnych, stanowi ograniczenie mocy silnika. Moc tę wyraża się mocą ciągłą, tj. wielkością mocy, przy rozwijaniu której nie przekracza się dopuszczalnych temperatur ustalonych normami.

W celu obniżenia temperatury silników podczas eksploatacji stosuje się, niezależnie od naturalnego chłodzenia zewnętrznego silników strumieniem powietrza podczas jazdy — chłodzenie za pomocą wentylatorów ssących lub tłoczących. Stosowane bywa przewietrzanie własne za pomocą wentylatorów umieszczonych na wale silnika lub też przewietrzanie obce za pomocą wentylatorów niezależnych od silnika. Przewietrzanie własne stosuje się zwykle w silnikach mniejszej mocy (w wagonach silnikowych), natomiast przewietrzanie obce — w silnikach o większej mocy, a więc w lokomotywach.

3. Maszyny pomocnicze i urządzenia sterownicze

Do maszyn pomocniczych zainstalowanych w lokomotywach elektrycznych prądu stałego należą: przetwornica, sprężarki powietrza, wentylatory oraz — w lokomotywach z elektrycznym hamowaniem odzyskowym — maszyny pomocnicze do zasilania wzbudzenia, a w wagonach silnikowych z oświetleniem jarzeniowym na prąd przemienny — małe przetwornice pomocnicze.

Przetwornica dwumaszynowa składa się z silnika zasilanego prądem stałym z sieci trakcyjnej 3 kV i prądnicy niskiego napięcia, zasilającej urządzenia rozrządowe. Obwody te pracują zwykle na napięcie 50 do 120 V. Do oświetlania wagonów świetłówkami stosowana jest osobna prądnica oświetleniowa o napięciu 110 V i częstotliwości 400 do 900 Hz, napędzana osobnym silnikiem lub też osadzona na wspólnym wale przetwornicy głównej.

Sprężarki służą do zasilania sprężonym powietrzem urządzeń hamulcowych, piasecznicy, odbieraków prądu, rozrządu i urządzeń do automatycznego otwierania i zamykania drzwi. Wydajność sprężarek wynosi 700 do 900 l/min przy ciśnieniu 686 do 784 kPa w wagonach silnikowych i do 2000 l/min przy ciśnieniu 784 do 980 kPa w lokomotywach. Sprężarki są przeważnie dwustopniowe oraz dwu- lub trzycylindrowe. Na lokomotywach zainstalowane są zwykle dwie sprężarki, z których jedna stanowi rezerwę; natomiast w wagonach silnikowych stosuje się jedną sprężarkę, gdyż przy łączeniu kilku wagonów w pociąg rezerwę stanowią sprężarki dalszych wagonów silnikowych.

Regulowanie wielkości siły pociągowej i prędkości jazdy lokomotywy odpowiednio do potrzeb ruchowych, sterowanie maszynami pomocniczymi, hamowanie elektryczne, oświetlenie pojazdów oraz ich ogrzewanie wymaga licznych urządzeń i aparatury, włączonej w obwody elektryczne lokomotywy lub wagonu silnikowego. Zależnie od przeznaczenia aparaturę i urządzenia można podzielić na następujące grupy:

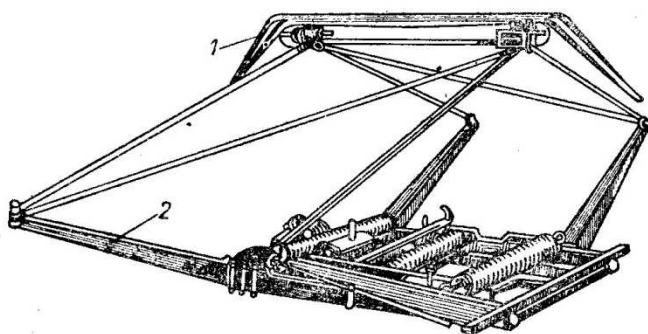
- 1) aparatura zabezpieczająca obwód główny;
- 2) aparatura rozrządowa w obwodzie głównym;
- 3) aparatura zabezpieczająca obwody pomocnicze zasilane z sieci trakcyjnej;
- 4) aparatura rozrządowa w obwodach pomocniczych (silników sprężarek, wentylatorów, przetwornic, silników pomocniczych itp.);
- 5) aparatura rozrządowa obwodów oświetlenia i ogrzewania;
- 6) zespoły łączników elektrycznych.

W lokomotywach elektrycznych cała aparatura umieszczona jest w pudle nadwozia, a w wagonach silnikowych — w osobnych przedziałach wagonu lub w skrzyniach zawieszonych pod pudłem (w podwoziu).

Do ważniejszych urządzeń pojazdów elektrycznych należą odbieraki prądu, urządzenia uziemiające, styczniki, wyłączniki, odłączniki, nawrotniki, oporniki, nastawnik jazdy, przekaźniki, wyłączniki szybkie zabezpieczenia głównego, odgromniki, regulatory napięcia i aparaty pomocnicze, jak np. przyrządy pomiarowe i kontrolne.

Odbierak prądu, zwany także pantografem, służy do pobierania prądu z sieci trakcyjnej i zasilania obwodu głównego (silniki trakcyjne i oporniki rozruchowe wraz z odpowiednią aparaturą), a także do zasilania przetwornicy i obwodu ogrzewania.

Odbierak prądu (rys. 95) składa się z ruchomej ramy 2, na której umieszczony jest ślizgacz 1 z przymocowanymi do niego wymiennymi płytkami miedzianymi. Rama jest oparta za pomocą czterech izolatorów porcelanowych na płycie blaszanej, izolowanej od dachu również czterema izolatorami. Układ sprężyn umożliwia ruch odbieraka — dwie sprężyny zewnętrzne powodują uniesienie się odbieraka i stały docisk ślizgacza do przewodu jezdnego (średni nacisk wynosi około 7 daN), a sprężyna środkowa — po wypuszczeniu sprężonego powietrza z cylindra odbieraka — powoduje jego opuszczenie.



Rys. 95
Odbierak prądu
lokomotywy

W celu podniesienia odbieraka prądu maszynista uruchamia zawory sterujące cylindrem powietrza, którego tłok równoważy siłę sprężyny środkowej i wówczas sprężyny zewnętrzne podnoszą odbierak. Osobna pompka ręczna, a w nowszych lokomotywach — oddzielna sprężarka zasilana z baterii akumulatorów, służy do podnoszenia odbieraka w przypadku braku sprężonego powietrza w cylindrze.

Bardzo ważne jest, aby podczas biegu lokomotywy ślizgacz nie odrywał się od przewodu jezdnego, np. wskutek drgań sieci i odbieraka. Dlatego jest on dociskany do przewodu siłą sprężyn, co zapewnia właściwy kontakt elektryczny.

W celu równomiernego zużycia nakładek na całej szerokości ślizgacza przewód jezdný jest w stosunku do osi toru zawieszony w zygzak. Stosowane jest także, w celu zmniejszenia tarcia, smarowanie powierzchni ślizgacza pastą z towotu i grafitu lub też używane są ślizgacze grafitowe.

Opisany odbierak prądu jest stosowany w pojazdach zasilanych z górnej sieci trakcyjnej. W przypadku zasilania z tzw. trzeciej szyny (system ten nie jest stosowany na PKP) odbierak prądu ma inną konstrukcję, ale charakter pracy jest taki sam.

Oporniki są stosowane w różnych obwodach pojazdów elektrycznych, np. do ograniczenia prądu w okresie rozruchu używane są w obwodzie głównym oporniki rozruchowe. Oporniki używane są także w obwodach przetwornic i silników, do hamowania elektrycznego, bocznikowania i uruchamiania maszyn pomocniczych. Pod wpływem obciążenia prą-

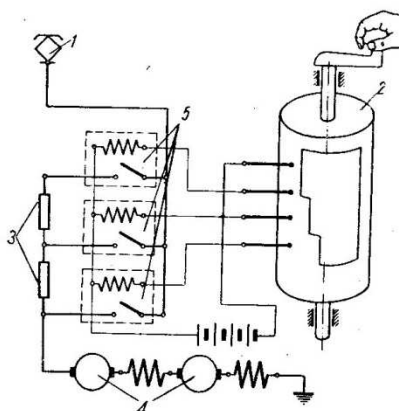
dowego oporniki się nagzewają, dlatego też są one wykonywane z materiału odpornego na wysokie temperatury i odznaczającego się dużym oporem właściwym.

W lokomotywach oporniki umieszczone są w osobnych przedziałach, a w wagonach silnikowych — pod pudłem lub na dachu. W celu odprowadzenia wytwarzanego ciepła, w lokomotywach są stosowane dodatkowe wentylatory, a w wagonach silnikowych wentylacja odbywa się poprzez ciąg naturalny, uzupełniany chłodzącym działaniem pędu powietrza.

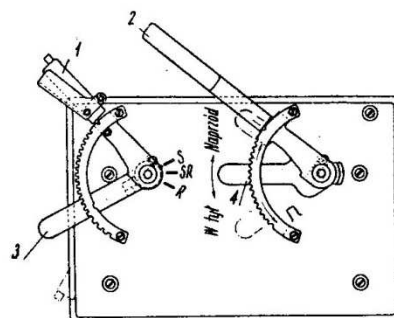
Jednym z najważniejszych elementów obwodu rozrządczego jest nastawnik jazdy, służący maszyniście do sterowania pojazdem, tj. do uruchamiania lokomotywy lub wagonu silnikowego i regulowania prędkości, a także siły pociągowej.

Nastawnik jazdy (rys. 96) umożliwia dokonywanie przełączeń w obwodzie głównym (włączanie i wyłączanie oporników, przełączanie silników) za pomocą styczników uruchamianych poprzez przekaźniki zasilane niskim napięciem. Taki sposób dokonywania rozrządu nazywa się pośredni — w odróżnieniu od systemu sterowania bezpośredniego, przy którym całkowity prąd obwodu głównego płynie przez nastawnik. Pośredni system sterowania umożliwia stosowanie układu ukrotnionego, tj. połączenia przewodów sterowniczych kilku wagonów silnikowych lub dwu lokomotyw i kierowanie zespołem z jednego miejsca przez jednego maszynistę.

Nastawnik (rys. 97) składa się z dwu wałków: wałka głównego, uruchamianego za pomocą korby głównej 1, i wałka pomocniczego, uruchamianego za pomocą odejmowanej rękojeści kierunkowej 4. Wałek główny służy do rozdzielania prądu na poszczególne części obwodu, wałek pomocniczy zaś — do zmiany kierunku jazdy. Pokazane na rysunku 97



Rys. 96. Schemat nastawnika jazdy (rozrząd pośredni)
1 — odbierak prądu, 2 — nastawnik jazdy,
3 — oporniki rozruchowe, 4 — silniki trakcyjne, 5 — styczniki



Rys. 97. Układ korb nastawnika jazdy lokomotywy
1 — korb główna, 2 — rękojeść hamowania elektrycznego, 3 — rękojeść przełącznika, 4 — rękojeść kierunkowa

dwie pozostałe rękojeści służą do hamowania elektrycznego (rękojeść 2) i przełączania silników w układ szeregowy lub szeregowo-równoległy (rękojeść 3).

Korba nastawnika ma — zależnie od liczby oporników rozruchowych — kilka położeń, dzielących się na położenia pośrednie i położenia jezdne. Położenia pośrednie służą do rozruchu i nie wolno w tych położeniach przytrzymywać korby zbyt długo, gdyż nastąpi nadmierne nagrzanie się opornika, co może spowodować jego przepalenie. Jazda może odbywać się wyłącznie przy ustawieniu korby w położenie jezdne.

Rękojeść wałka nawrotnika może być ustawiona wyłącznie w trzy położenia: naprzód, w tył i zerowe. Położenie korby nastawnika jazdy i rękojeści nawrotnika są tak uzależnione wzajemnie, że korba nastawnika może być uruchamiana tylko wówczas, gdy rękojeść kierunkowa jest ustawiona w położeniu „Naprzód” lub „W tył”, a rękojeść kierunkowa może być przestawiana tylko wówczas, gdy korba nastawnika ustawiona jest w położeniu zerowym. Ponadto rękojeść kierunkowa może być zdjęta tylko przy ustawieniu wałka pomocniczego (nawrotnika) w położeniu zerowym. W nowych lokomotywach, mających dużą liczbę położeń nastawnika jazdy, stosuje się koła zamiast korby lub rękojeści.

W pewnych rozwiązaniach konstrukcyjnych nastawnik jest połączony z urządzeniem czuwakowym, kontrolującym reagowanie maszynisty.

4. Urządzenia zasilające i sieć trakcyjna

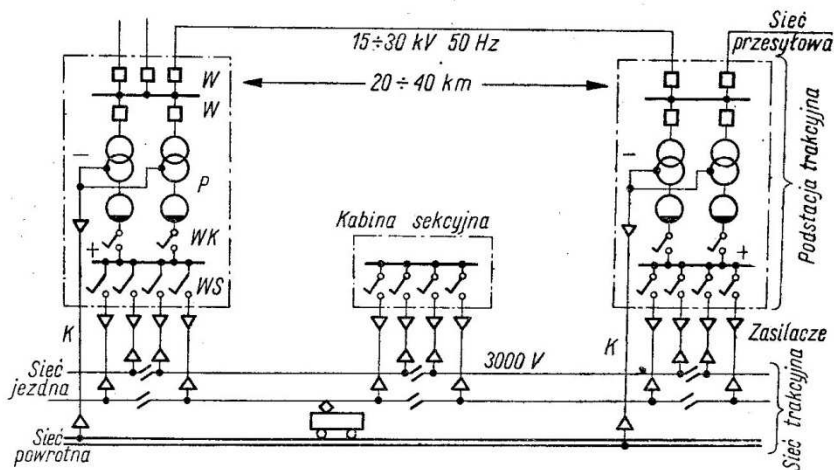
Urządzenia zasilające zelektryfikowaną linię kolejową można podzielić na następujące części składowe:

- 1) sieć przesyłową, doprowadzającą prąd o wysokim napięciu do podstacji trakcyjnej;
- 2) podstacje trakcyjne, przetwarzające prąd przemienny na stały 3 kV;
- 3) sieć trakcyjną, zasilającą tabor elektryczny.

Sieć przesyłową stanowią linie wysokiego napięcia łączące elektrownie lub stacje transformatorowe ogólnokrajowej sieci energetycznej z podstacjami trakcyjnymi rozmieszczonymi wzdłuż linii zelektryfikowanych. Zasilanie z sieci ogólnokrajowej jest ważną zaletą, gdyż dzięki powiązaniu jej z licznymi źródłami energii uzyskuje się niezawodność w dostawie energii elektrycznej, co ma istotne znaczenie dla ciągłości i niezawodności pracy kolei.

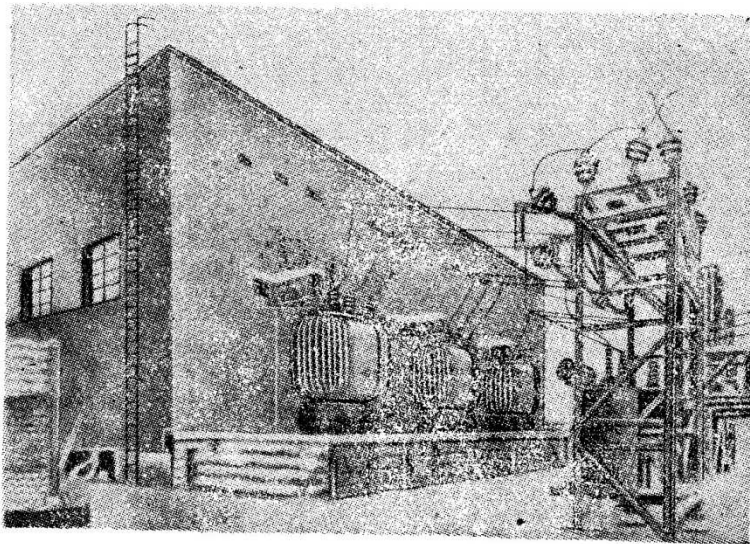
Niezawodność zasilania jest wymagana także od urządzeń kolejowych, a więc podstacji i sieci trakcyjnej, dlatego też rozwiązania konstrukcyjne tych urządzeń przewidują odpowiednie środki zabezpieczające.

Zadaniem podstacji trakcyjnej jest przetwarzanie prądu przemiennego, zwykle o napięciu 15 do 30 kV, na prąd stały o napięciu 3 kV. Obniżenia napięcia dokonują transformatory, przetwarzania zaś (prostowania) prądu — prostowniki krzemowe.

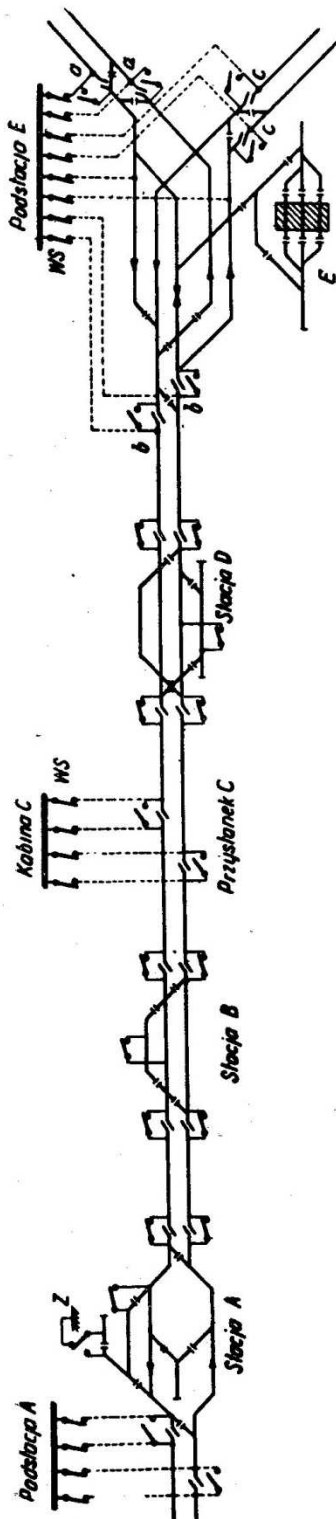


Rys. 98. Układ schematyczny podstacji trakcyjnej prądu stałego 3 kV
 W — wyłącznik mocy wysokiego napięcia, P — zespół transformatorów i prostowników,
 WK — wyłącznik szybki katodowy zespołu, WS — wyłącznik szybki zasilacza, K — kabel powrotny

Układ podstacji, rozmieszczonych co 20 do 40 km, przedstawia rysunek 98. Linie przesyłowe wprowadza się do rozdzielni podstacji poprzez wyłączniki mocy wysokiego napięcia — do szyn zbiorczych. Z szyn zbiorczych rozdzielni prąd trójfazowy płynie do pierwotnych uzwojeń transformatorów. Transformatory tak obniżają napięcie, aby po wyprostowaniu prądu w prostownikach wynosiło 3,3 kV, a to w celu stworzenia rezerwy na wyrównanie spadków napięcia w sieci jezdnej (trakcyjnej).



Rys. 99. Podstacja trakcyjna prostownika



Rys. 100. Schemat zasilania i sekcjonowania linii zelektryfikowanej

Rozdzielnie i transformatory umieszczone są zwykle poza budynkiem podstacji na otwartym powietrzu (rys. 99). Dla ochrony tych urządzeń od przepięć wskutek wyładowań atmosferycznych stosowane są ochronniki działające na zasadzie doboru izolacji, mianowicie izolacja linii przesyłowej jest słabsza niż izolacja urządzeń podstacyjnych. Tak więc w przypadku powstania przepięć przebicie następuje raczej na izolatorze linii napowietrznej niż w urządzeniu podstacyjnym.

Ochronę od zwarć i przeciążeń, mogących powodować uszkodzenie urządzeń, przejmują urządzenia ochronne nadmiarowe, tj. wyłączniki samoczynne lub bezpieczniki topikowe.

Z transformatora prąd o obniżonym napięciu przepływa do prostownika, w którym jest przekształcany w prąd stały. Prostowniki są umieszczone w budynku podstacji za ogrodzeniami z siatki, chroniącymi obsługę przed niebezpieczeństwem dotknięcia części pozostających pod napięciem. Drzwi do kabin z prostownikami można otworzyć dopiero po odłączeniu wysokiego napięcia od wszystkich części znajdujących się wewnątrz ogrodzenia.

Z prostownika prąd przepływa zasilaczem do sieci trakcyjnej, składającej się z sieci jezdnej i sieci powrotnej, którą są szyny toru. Obwód prądu zostaje zamknięty za pomocą kabla powrotnego, łączącego szyny z transformatorami.

Niezawodność i regularność ruchu pociągów na liniach zelektryfikowanych wymaga ciągłości zasilania sieci trakcyjnej. Dlatego w budowie sieci stosowane są rozwiązania konstrukcyjne i środki mające na celu zapewnienie w jak większym stopniu ciągłości

zasilania, a w przypadku uszkodzenia jednego z elementów zasilania — umożliwienie zasilania odcinka sieci trakcyjnej z podstacji sąsiedniej.

Naturalnym podziałem sieci jezdnej jest podział na odcinki między podstacjami. Przy większych jednak odległościach między podstacjami stosuje się na liniach zelektryfikowanych prądem stałym 3 kV dodatkowy podział odcinka sieci, nazywamy sekcjonowaniem sieci, przy czym sekcjonowanie sieci jezdnej nad jednym torem nazywa się sekcjonowaniem podłużnym, a sekcjonowanie rozdzielające sieć jezdną nad torami równoległymi nazywa się sekcjonowaniem poprzecznym.

Do podziału odcinka sieci trakcyjnej między podstacjami służy kabina sekcyjna. Jest to mały budynek, w którym umieszcza się cztery wyłączniki szybkie WS i szyny zbiorcze (kabina C na rys. 100). Uzyskuje się w ten sposób wzajemne połączenie wszystkich czterech odcinków sieci przyległej do kabiny, co umożliwia ich współpracę na obu torach. W razie powstania zwarcia zostaje ono zlokalizowane na jednym z odcinków sieci, który zostaje samoczynnie odłączony przez otwarcie się wyłączników szybkich na zasilaczach w podstacji i w kabine sekcyjnej.

Na pozostałych, nie odłączonych odcinkach sieci może odbywać się ruch pociągów, a odcinek odłączony może być ominięty przez wprowadzenie ruchu po jednym torze. Po usunięciu uszkodzenia i włączeniu wyłącznika na podstacji, włącza się samoczynnie wyłącznik w kabine sekcyjnej i ruch pociągów może odbywać się normalnie.

Niezależnie od podziału odcinka między podstacjami przez kabiny sekcyjne, stosowane jest sekcjonowanie podłużne torów szlakowych i stacyjnych oraz sekcjonowanie poprzeczne torów równoległych. W miejscach sekcjonowania umieszcza się odłączniki sekcyjne, które w normalnych warunkach ruchowych łączą poszczególne sekcje, a w przypadku awarii rozłączają je. Odizolowanie sekcji sieci jezdnej od siebie w tych miejscach, w których pociągi przebiegają z dużą prędkością, wykonuje się przez odizolowanie odcinków naprężenia, a w torach bocznych i w drogach zwrotnicowych, a więc tam, gdzie prędkości pociągów są stosunkowo małe — za pomocą izolatorów sekcyjnych.

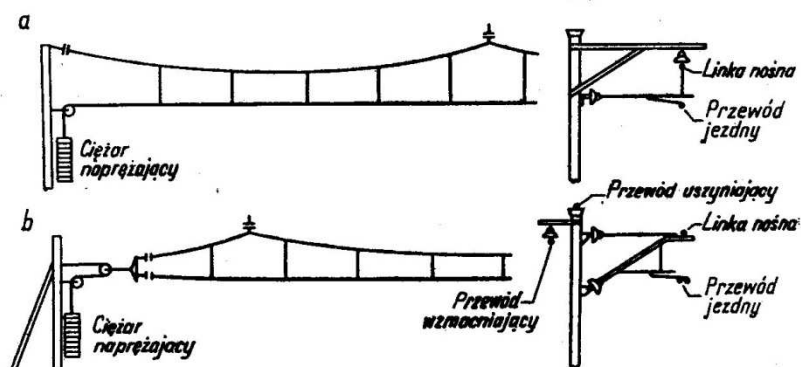
Przykład sekcjonowania sieci między dwiema podstacjami trakcyjnymi pokazano na rysunku 100.

Jeśli dwie sąsiednie stacje są zasilane z dwu różnych zasilaczy, to przez miejsce sekcjonowania pociąg powinien przejechać z rozpędu z wyłączonymi silnikami, w przeciwnym bowiem razie podczas wjazdu na sekcję, która przypadkiem jest bez prądu, powstałby łuk elektryczny mogący uszkodzić sieć jezdną. Miejsca te są oznaczone wskaźnikami, z których pierwszy nakazuje wyłączenie silników, a drugi wskazuje, kiedy silniki można ponownie włączyć. Odcinki, które powinny być przejeżdżane z wyłączonymi silnikami, należy rozmieścić z uwzględnie-

niem istniejących warunków ruchowych. Nie mogą być one umieszczone np. przed semaforami ani tuż za nimi, gdyż pociągi zatrzymane na sygnal „Stój” nie mogłyby ruszyć z miejsca.

Odbiór prądu z sieci trakcyjnej powinien być ciągły oraz odbywać się bez iskrzenia, szkodliwego zarówno dla przewodu jezdny, jak i dla ślizgacza, dociskanego z określoną siłą do tego przewodu. Dlatego też sieć trakcyjna nie może mieć ostrych załamań i zbyt dużych różnic w wysokości i zwisach. W celu wyeliminowania wpływu różnicy temperatur (wydłużanie i kurczenie się sieci) stosuje się dzielenie sieci na tzw. odcinki naprężania.

Na końcach sieć jest naprężana za pomocą ciężarów, które wyrównują, czyli kompensują ruchy cieplne sieci (rys. 101). Sposób ten nazywa się kompensowaniem sieci, przy czym rozróżnia się sieć półkompensowaną, jeśli naprężany jest tylko przewód jezdny, oraz sieć skompensowaną, jeśli naprężane są i przewód jezdny, i linka nośna. Na rysunku 101b pokazano na osobnych izolatorach przewód wzmacniający, który montuje się tylko wówczas, gdy niezbędne jest zwiększenie przewodności sieci trakcyjnej.

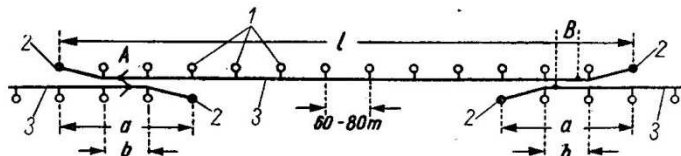


Rys. 101. Schemat naprężania sieci
a — sieć półkompensowana; b — sieć skompensowana

Odcinek naprężania sieci i sposób zachodzenia na siebie sąsiadnych odcinków pokazano schematycznie na rysunku 102. Jak wynika z tego rysunku, końce sieci jezdnej są odchylone od osi toru do słupów kotwowych z blokami, przez które jest przerzucona lina z ciężarem naprężającym sieć. Dwa sąsiadujące ze sobą odcinki naprężania zachodzą na siebie na długości tzw. przeszła naprężania b. Odcinki naprężania należące do jednej sekcji sieci są łączone za pomocą łączników (A na rys. 102). Na końcach sekcji izolowane przeszła naprężane mogą być zwarte odłącznikami sekcyjnymi (B na rys. 102).

Linka nośna i przewód jezdny są zawieszony na słupach trakcyjnych ustawionych wzdłuż obu torów lub na konstrukcjach bramowych, gdy sieć jest zawieszona nad kilkoma torami. Odległość między słupami wy-

nosi 60 do 80 m. Do słupów przymocowane są ruchome (w sieci skompensowanej) wysięgniki, izolowane od słupów izolatorami. Do wysięgników jest przymocowana linka nośna oraz odciażki poziome z ramiączkami ustalającymi, do których podwieszane są przewody jezdne.



Rys. 102. Schemat układu odcinka naprężania sieci jezdnej
1 — słupy wsporcze, 2 — słupy kotwowe, 3 — sieć jezdna

Zmienna długość wysięgników i odciażków (na przemian dłuższe i krótsze) zapewnia „zygzakowate” prowadzenie sieci jezdnej nad osią toru, aby w ten sposób osiągnąć równomierne zużywanie się ślizgaczy odbieraków prądu. Normalna wysokość zawieszenia przewodu jezdnego nad główkami szyny wynosi 5600 mm. Pod budowłami i w tunelach wysokość ta może być obniżona do 4850 mm. W niektórych przypadkach, np. na torach ładunkowych, wysokość zawieszenia może być podwyższona do 6100 mm.

Linka nośna jest wykonywana w zasadzie z miedzi lub ze stopu miedzi, a przewód jezdny — z miedzi. Na szlaku sieć składa się z jednej linki nośnej i dwu przewodów jezdnych.

Wszystkie stalowe konstrukcje wsporcze powinny być w sposób niezawodny połączone z szynami torów zelektryfikowanych, tzn. uszynione. Przebite izolatora powoduje w tym przypadku zwarcie, wskutek czego wyłącznik szybki zasilacza na podstacji wyłącza uszkodzony odcinek sieci. Gdyby natomiast konstrukcja nie była uszyniona, to w razie przebicia izolatora znalazłaby się ona pod napięciem i dotknięcie jej groziłoby śmiercią. Na tych liniach, na których szyny toru wykorzystywane są jako odcinki izolowane dla urządzeń zabezpieczenia ruchu kolejowego, łączy się słupy sieci trakcyjnej linką uziemiającą, a te następnie łączy się z szynami w takim miejscu, gdzie nie zagraża to działaniu urządzeń zrk.

Jak już zaznaczono, sieć powrotną dla prądu stanowią szyny toru. W celu ułatwienia przepływu prądu i uzyskania możliwie małego oporu szyny w stykach łączy się osobnymi łącznikami szynowymi. Ponadto łączy się także oba toki szyn i tory między sobą. Zapewnienie jak najmniejszego oporu przepływu prądów powrotnych jest bardzo ważne, gdyż prądy te w przypadku napotkania dużego oporu szukają innych dróg przepływu poprzez ziemię i znajdujące się w niej rury, kable itp., jako tzw. prądy błędzące. Wskutek działania elektrochemicznego prądy te wywołują korozję przedmiotów metalowych znajdujących się w ziemi, powodując duże straty.

EKSPLOATACJA POJAZDÓW TRAKCYJNYCH

1. Lokomotywownie i urządzenia do obrządzania pojazdów trakcyjnych

Jednostki organizacyjne służby trakcji, wyposażone w niezbędne urządzenia techniczne, których zadaniem jest obrządzanie, bieżące utrzymanie i eksploatacja taboru trakcyjnego, nazywamy lokomotywowniami.

Obrządzanie pojazdów obejmuje zaopatrzenie ich w paliwo, smary, piasek, wodę, czyszczenie zewnętrzne i wewnętrzne, a w odniesieniu do elektrycznych i spalinowych zespołów trakcyjnych — także utrzymywanie w czystości urządzeń sanitarnych i zaopatrywanie w niezbędne materiały (mydło, ręczniki, papier toaletowy itp.).

Bieżące utrzymanie pojazdów polega na dokonywaniu codziennych przeglądów przez drużyny lokomotywowe, sprawdzaniu działania urządzeń, dokonywaniu przeglądów okresowych i wykonywaniu niezbędnych napraw.

Przez eksploatację pojazdów rozumiemy jak najbardziej racjonalne wykonywanie przez pojazdy trakcyjne pracy wyrażonej w lokomotywogodzinach, lokomotywokilometrach lub bruttotonokilometrach, wykonywanych w pewnym okresie (miesiącu, roku).

Z gospodarką pojazdami trakcyjnymi łączy się także gospodarka drużynami lokomotywowymi.

Odpowiednio do zadań, jakie wykonują lokomotywownie, dostosowana jest ich organizacja wewnętrzna. Zasadniczymi działami pracy lokomotywowni są eksploatacja i obrządzanie oraz przeglądy okresowe i naprawy lokomotyw. Dlatego też podstawowymi oddziałami w lokomotywowni są: oddział trakcji i oddział napraw. Działami pomocniczymi są: dział urządzeń technicznych, którego zadaniem jest utrzymanie i naprawa urządzeń technicznych lokomotywowni, i magazyn. Pracą lokomotywowni kieruje naczelnik wraz z kierownikami poszczególnych komórek organizacyjnych oraz przy pomocy komórek administracyjnych, zajmu-

jących się sprawami technicznymi, zaopatrzeniowymi, kadrowymi, finansowymi itp.

Oddział trakcji opracowuje plany pracy lokomotyw i drużyn lokomotywowych oraz kontroluje i analizuje ich wykonanie. Dyspozytura (wraz z dyspozytorami) ma za zadanie bezpośrednio kierowanie przydziałem lokomotyw do pociągów oraz obsadzanie lokomotyw drużynami lokomotywowymi, a także nadzorowanie obrządzania lokomotyw. Zadaniem dyspozytorów jest również wycofywanie w określonych terminach lokomotyw i zespołów trakcyjnych z eksploatacji i kierowanie ich do oddziału napraw w celu dokonania przeglądu lub naprawy albo do zakładów naprawczych dla dokonania napraw okresowych.

Oddział napraw wykonuje przeglądy okresowe i naprawy. Służy do tego celu hala warsztatowa wyposażona w odpowiednie maszyny i stanowiska sprawdzające działanie poszczególnych zespołów. Przeglądy pojazdów są dokonywane na torach kanałów rewizyjnych w hali postojowej lokomotywowni bądź też — w lokomotywowniach dużych — w oddzielnych halach napraw. Oddział napraw dysponuje odpowiednią liczbą wykwalifikowanych rzemieślników i robotników oraz personelu technicznego.

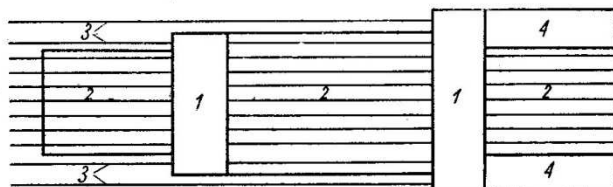
Do lokomotywowni jest przydzielona określona liczba pojazdów trakcyjnych, niezbędna do wykonania zadań przewozowych, oraz odpowiednia rezerwa pojazdów, uruchamiana w okresie zwiększonych przewozów, np. szczytu przewozowego w ruchu pasażerskim w okresie lata oraz szczytu w ruchu towarowym w okresie przewozów jesiennych.

Do lokomotywowni są przydzielone określone odcinki linii kolejowych, na których to odcinkach lokomotywownia naprawia i utrzymuje wszelkie urządzenia mechaniczne, jak np. dźwigi, żurawie, stacje wodne itp. Odcinki te przydzielone są również pod względem obsługi pociągami ratunkowymi w przypadku konieczności usuwania skutków awarii.

Lokomotywownie są w zasadzie usytuowane w dużych węzłach lub stacjach kolejowych. W celu zapewnienia racjonalnej gospodarki pojazdami, urządzeniami i kadrą dąży się do tworzenia dużych jednostek, mających w swym inwentarzu 200 do 300 lokomotyw (lub odpowiednią liczbę zespołów trakcyjnych) oraz zatrudniających potrzebną liczbę drużyn lokomotywowych, personelu naprawczego i pomocniczego.

Z uwagi na stosowane powszechnie rodzaje trakcji lokomotywownie dzielą się na lokomotywownie trakcji elektrycznej i spalinowej (nie wyodrębnia się już lokomotywownie trakcji parowej). W niektórych węzłach o dużym ruchu podmiejskim lokomotywownia ma w swym inwentarzu wyłącznie elektryczne zespoły trakcyjne (lokomotywownie te potocznie nazywane są elektrowozowniami). W przypadkach uzasadnionych warunkami obsługi trakcyjnej (linii zelektryfikowanych i nie zelektryfikowanych) mogą być także tworzone lokomotywownie mieszane trakcji elektrycznej i spalinowej.

Najbardziej rozpowszechniony do połowy okresu międzywojennego był wachlarzowy typ lokomotywni, której hala z kanałami rewizyjnymi ma kształt wycinka kołistego pierścienia. Wjazd do lokomotywni i wyjazd z niej odbywa się przez obrotnicę, co jednocześnie umożliwia prawidłowe obrócenie lokomotywy w kierunku jazdy.



Rys. 103
Schemat lokomotywni prostokątnej z dwiema przesuwnicami
1 — przesuwnice, 2 — torry postojowe, 3 — torry wjazdowe i wyjazdowe, 4 — pomieszczenia warsztatowe

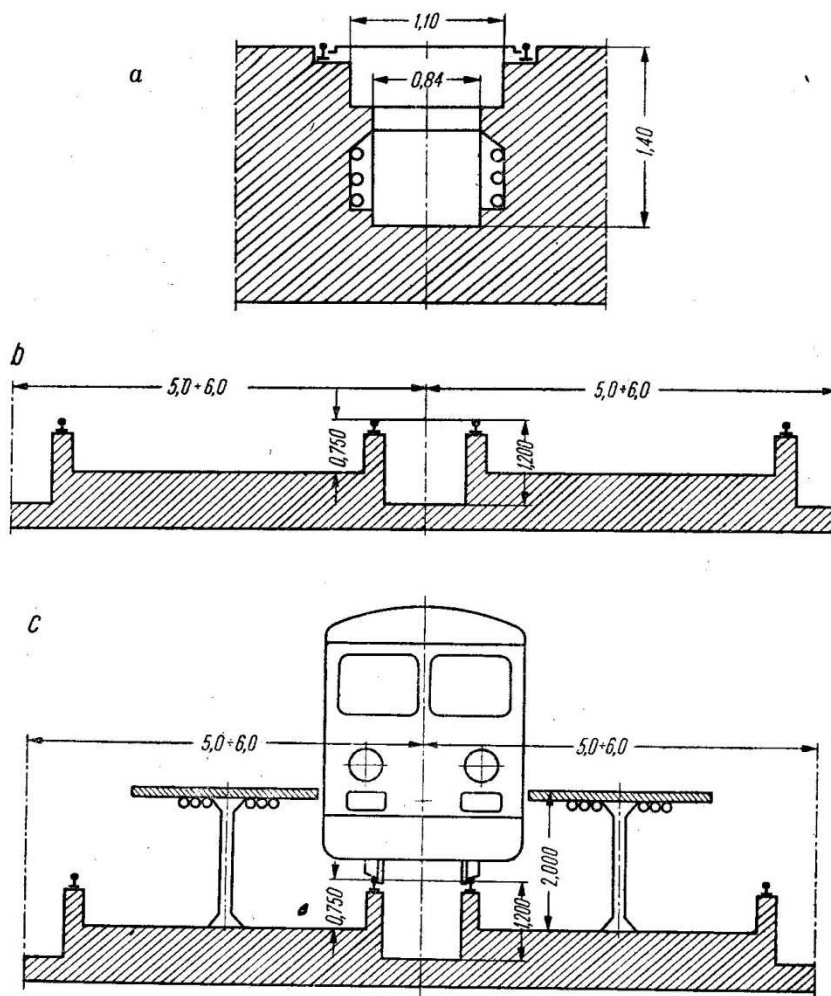
Ze względu na duże niedogodności, jakie wynikają z układu wachlarzowego (wjazd i wyjazd przez obrotnicę, duże nieszczelne bramy trudne do otwierania i zamykania, przewiewy w hali, trudność ocieplenia itp.), stosowane są obecnie lokomotywnie prostokątne, czołowe lub przelotowe, z jedną bądź dwiema przesuwnicami wewnątrz hali (rys. 103). Umożliwiają one poprzeczne przesuwanie lokomotywy na odpowiednie torry postojowe lub naprawcze. W lokomotywniach tego typu obrotnica umieszczona jest na drodze przebiegu lokomotyw, na torach trakcyjnych.

Nowe lokomotywnie trakcji elektrycznej i spalinowej budowane są wyłącznie jako prostokątne. W przypadkach, w których to jest możliwe, wykorzystywane są po odpowiedniej adaptacji również istniejące jeszcze parowozownie, zwłaszcza prostokątne.

Torry, stanowiska postojowe i naprawcze są odpowiednio przystosowane w celu umożliwienia dokonywania oględzin technicznych, rewizji i naprawy. Mają więc zwykle kanały rewizyjne (rys. 104a) lub kanały rewizyjne z obniżoną podłogą międzytorza (rys. 104b) albo też nad obniżoną podłogą umieszczone są pomosty rewizyjne (rys. 104c). Rozwiązania te umożliwiają dogodny dostęp do wszystkich części podwozia, a pomosty umożliwiają dostęp do urządzeń umieszczonych w nadwoziu (pudle).

Najbardziej rozbudowany układ torów trakcyjnych i urządzeń technicznych mają lokomotywnie trakcji parowej — z uwagi na liczne zabiegi związane z obrządzaniem, jak nawęglanie, zaopatrzenie w wodę, smar, piasek, czyszczenie popielnika, dymnic, mycie kotła. Niezbędne są także składnica węgla z odpowiednim jego zapasem oraz stacja wodna z wieżą ciśnień, siecią rozprowadzającą i żurawiami wodnymi.

Schemat układu lokomotywni trakcji spalinowej pokazano na rysunku 105; jest on — w porównaniu ze schematem parowozowni — znacznie uproszczony, ponieważ czynności obrządzania lokomotyw spali-

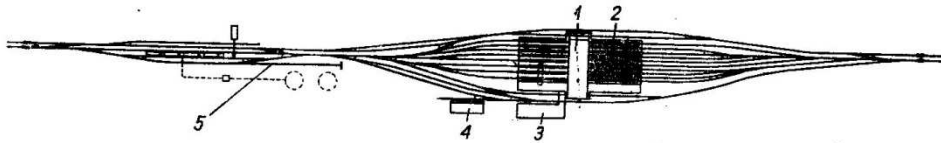


Rys. 104. Stanowiska postojowe i naprawcze
a — kanał rewizyjny zwykły, *b* — stanowisko z obniżoną podłogą międzytorza, *c* — stanowisko z kanałem rewizyjnym, obniżoną podłogą i pomostem rewizyjnym

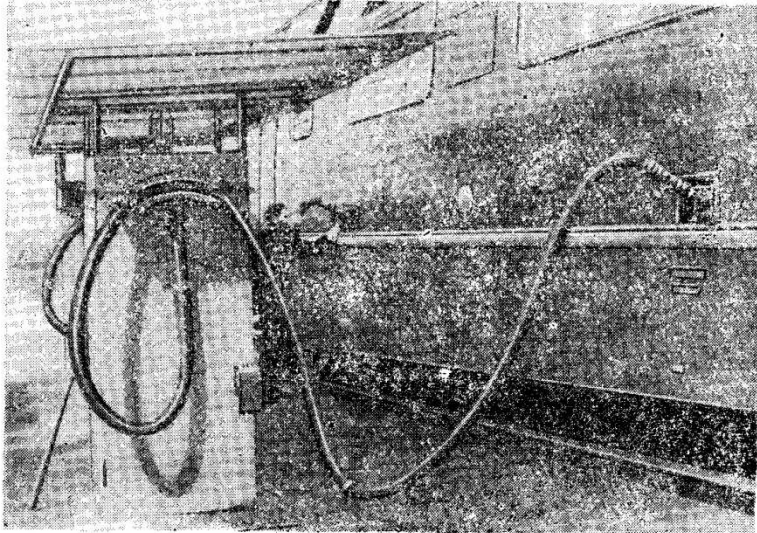
nowych ograniczają się do podawania paliwa i piasku, przy czym skład paliwa stanowią zbiorniki podziemne lub naziemne.

Zaopatrzenie lokomotyw w paliwo odbywa się z paliwowej kolumny rozdzielczej, połączonej rurami ze zbiornikami (rys. 106). Do podawania piasku na lokomotywy służy osobne urządzenie, składające się z pieca do suszenia piasku, zbiornika piasku oraz maszty, przewodów i instalacji sprężonego powietrza, służącej do przenoszenia piasku.

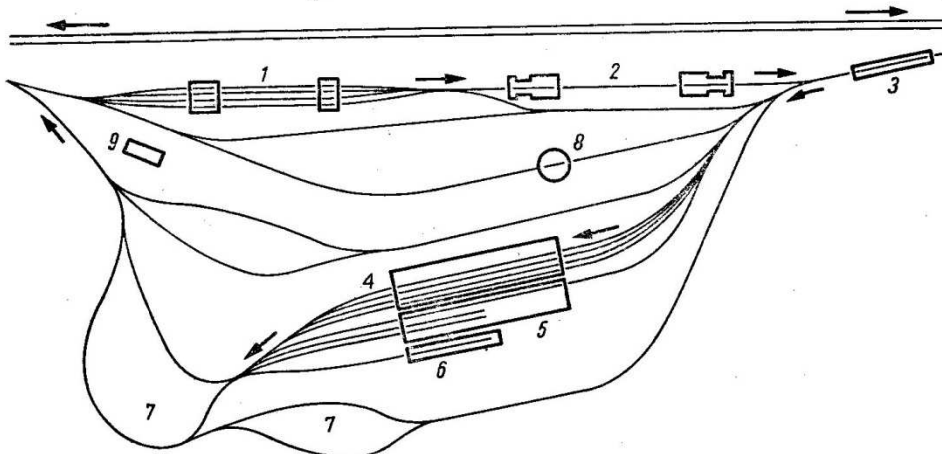
Lokomotywnie trakcji elektrycznej mają układ podobny do lokomotywnie trakcji spalinowej z tym, że tory i stanowiska mają dodatkowo przewody trakcyjne. Natomiast zbędne są urządzenia do magazynowania i podawania paliwa, gdyż energia jest pobierana z sieci trakcyjnej.



Rys. 105. Schemat układu lokomotywowni trakcji spalinowej
 1 — przesuwnica, 2 — hala wraz z torami postojowymi, 3 — warsztat, 4 — budynek administracji, 5 — skład paliwa i urządzenia do napełniania zbiorników paliwa lokomotyw i podawania piasku



Rys. 106. Paliwowa kolumna rozdzielcza



Rys. 107. Lokomotywownia elektrycznych zespołów trakcyjnych
 1 — stanowisko zaopatrywania w oleje i wodę, 2 — urządzenia do mycia zewnętrznego zespołów, 3 — stanowisko czyszczenia ustępów, 4 — hala przeglądów i obrządzania, 5 — hala napraw, 6 — hala naprawy wózków (zapadnia), 7 — tory postojowe, 8 — obrotnica, 9 — posterunek dyspozytora

Układ hal i torów lokomotywowni trakcji elektrycznej eksploatującej zespoły trakcyjne pokazano na rysunku 107.

W celu dokonywania przeglądów okresowych i napraw bieżących pojazdów lokomotywownia ma warsztat naprawczy, wyposażony w stanowiska naprawcze, techniczne urządzenia warsztatowe i stanowiska do badania pracy części i zespołów. Jednym z podstawowych urządzeń, umożliwiających wyjęcie spod lokomotywy zestawu kołowego w celu dokonania naprawy, np. zagrzanego czopa, jest tzw. zapadnia. Umieszczony w kanale poprzecznym do torów wózek z dźwignikiem hydraulicznym lub śrubowym umożliwia opuszczenie zestawu spod lokomotywy do kanału, przesunięcie wózka wraz z zestawem pod tor sąsiedni, podniesienie zestawu i umieszczenie go na tym torze.

Do sprawdzania prawidłowości działania części i zespołów służą odpowiednie stanowiska probiercze. Stanowiska te odgrywają szczególnie ważną rolę w sprawdzaniu działania zespołów i części lokomotyw elektrycznych i spalinowych, jak np. wtryskiwaczy, pomp olejowych, filtrów powietrznych, zaworów powietrznych, części sterowania itp.

2. Rodzaje pracy i zasady eksploatacji pojazdów trakcyjnych

a. Ilostan lokomotyw i zespołów trakcyjnych

Lokomotywy i wagony silnikowe przydzielane są na stałe do określonej lokomotywowni i stanowią jej inwentarz. Mogą one być przydzielone do innej lokomotywowni w obrębie tej samej dyrekcji kolejowej na zarządzenie kierownictwa tej dyrekcji. Przydziału taboru do poszczególnych dyrekcji kolejowych dokonuje Dyrekcja Trakcji Dyrekcji Generalnej PKP. Lokomotywownia jest gospodarzem przydzielonych jej pojazdów, ma więc obowiązek czuwać nad ich stanem technicznym i prawidłowym wykorzystaniem, kierować je do napraw okresowych, prowadzić zapisy w książkach inwentarzowych itp.

Liczba lokomotyw przydzielona na stałe lokomotywowni stanowi jej *ilostan inwentarzowy*.

Ze względu na potrzeby eksploatacyjne może okazać się niezbędne czasowe przydzielenie lokomotywowni pewnej liczby dodatkowych lokomotyw, np. na pokrycie przejściowego zwiększenia przewozów. Wówczas do lokomotywowni tej deleguje się niezbędną liczbę lokomotyw, które stanowią *ilostan lokomotyw przydelegowanych*, a dla lokomotywowni delegujących — *ilostan lokomotyw oddelegowanych*. Często również lokomotywownia wydierżawia pewną liczbę lokomotyw jednostkom pozakolejowym, np. hutom czy kopalniom — jest to *ilostan lokomotyw wydierżawionych*.

Jeśli od ilo stanu inwentarzowego danej lokomotywowni odejmiemy lokomotywy oddelegowane i wdzierżawione oraz dodamy lokomotywy przydelegowane, to otrzymany ilo stan rozporządzalny, tj. liczbę lokomotyw, którą lokomotywownia rozporządza do wykonania swych zadań przewozowych.

Część lokomotyw ilo stanu rozporzadzalnego zazwyczaj znajduje się w przeglądach, w naprawie bądź też w oczekiwaniu naprawy, tworząc ilo stan lokomotyw w naprawie (lokomotywy te potocznie zwane są lokomotywami chorymi). Jeśli od ilo stanu rozporzadzalnego zostanie odjęty ilo stan lokomotyw w naprawie, otrzymamy ilo stan lokomotyw zdatnych do pracy (ilo stan ten potocznie nazywa się ilo stanem lokomotyw zdrowych).

Miernikiem oceny stanu technicznego pojazdów, jakości ich utrzymania oraz stopnia wykorzystania ilo stanu rozporzadzalnego lokomotyw jest tzw. procent lokomotyw w naprawie (zwany też procentem lokomotyw chorych), obliczany jako stosunek lokomotywowni ilo stanu lokomotyw chorych do lokomotywowni ilo stanu rozrządzalnego. Procent ten nie powinien przekraczać pewnej liczby wynikającej z planu i cykli napraw oraz dni postoju w naprawie. Procent ten kształtuje się różnie w poszczególnych rodzajach trakcji, seriach lokomotyw, a także w poszczególnych lokomotywowniach. Wpływają na to różne czynniki, jak budowa, sposób utrzymywania i napraw, intensywność eksploatacji, wyszkolenie personelu lokomotywowego i naprawczego itp.

Nie wszystkie lokomotywy ilo stanu zdrowego powinny być w normalnych warunkach eksploatacyjnych użyte do ruchu. Zawsze niezbędna jest pewna liczba lokomotyw jako rezerwa na pokrycie przejściowo zwiększonych przewozów, na zastąpienie lokomotyw wymagających pozaplanowej naprawy albo też na pokrycie ewentualnego braku lokomotyw powstałego w wyniku nieprawidłowości ruchowych. Lokomotywownia powinna więc mieć pewną liczbę lokomotyw w rezerwie. Odejmując ilo stan lokomotyw w rezerwie od ilo stanu lokomotyw zdatnych do pracy otrzymamy ilo stan lokomotyw czynnych.

Zasadą racjonalnego gospodarowania pojazdami trakcyjnymi jest wykonywanie przewozów jak najmniejszą liczbą lokomotyw czynnych. Jednakże ilo stan lokomotyw w rezerwie nie może być zbyt duży, gdyż zwiększa to niepotrzebnie nakłady inwestycyjne na zakup nowego taboru. Dlatego też na ogół pozostawia się niedużą rezerwę w poszczególnych lokomotywowniach, a dykcja kolejowa tworzy własną rezerwę dykcyjną w jednej z podległych lokomotywowni, dogodnie usytuowanej na sieci okręgowej. Analogicznie można w kilku punktach na sieci PKP stworzyć rezerwę centralną, będącą w dyspozycji Dykcji Generalnej PKP.

b. Rodzaje pracy pojazdów trakcyjnych

Do wykonania różnych rodzajów pracy przewozowej w ruchu pasażerskim i towarowym oraz pracy manewrowej niezbędne są różne rodzaje i typy lokomotyw, wagonów silnikowych i elektrycznych zespołów trakcyjnych, których właściwości trakcyjne i eksploatacyjne najlepiej odpowiadają potrzebom danego rodzaju ruchu.

Na przykład do obsługi ruchu podmiejskiego o dużym natężeniu (np. w węźle warszawskim, katowickim, gdańskim) najbardziej odpowiednie są elektryczne zespoły trakcyjne, gdyż charakteryzuje je szybki rozruch, co jest szczególnie ważne ze względu na liczne przystanki. Ponadto przystosowanie elektrycznych zespołów trakcyjnych do wysokich peronów i liczne drzwi sterowane centralnie umożliwiają szybkie wsiadanie i wysiadanie pasażerów.

Do obsługi ruchu miejscowego przydatne są lokomotywy spalinowe średniej mocy, np. 880 do 1100 kW i prędkości 100 do 110 km/h. Do obsługi tego ruchu mogą być również używane spalinowe wagony silnikowe z wagonami doczepnymi, o mocy około 370 kW. Na liniach bocznych o niewielkim ruchu mogą być racjonalnie wykorzystane autobusy szynowe z jednym lub dwoma wagonami doczepnymi.

Ruch dalekobieżny wymaga — z uwagi na dużą masę i prędkość pociągów — stosowania lokomotyw elektrycznych lub spalinowych o dużej mocy, mianowicie 1470 do 2200 kW i prędkości 125 do 160 km/h. Do obsługi ruchu ekspresowego używane są komfortowe szybkobieżne elektryczne lub spalinowe zespoły trakcyjne.

Natomiast do obsługi dalekobieżnego i odcinkowego ruchu towarowego używane są ciężkie lokomotywy elektryczne, przeważnie o układzie osi CoCo lub jeszcze większej mocy o układzie BoBo+BoBo i nacisku osi na szyny 200 kN. Prędkość tych lokomotyw wynosi 100 km/h. Na liniach nie zelektryfikowanych używane są lokomotywy spalinowe o mocy do 1840 kW.

Do obsługi pociągów zdawczych mogą być używane lokomotywy ciężkie lub średnie, zależnie od masy tych pociągów.

W pracy manewrowej używane są przeważnie lokomotywy spalinowe trzech typów. Do pracy manewrowej lekkiej używa się lokomotyw dwuosiowych o mocy 110 do 185 kW i prędkości do 45 km/h. Do prac manewrowych średnich używa się lokomotyw trzyosiowych o mocy 195 do 220 kW i prędkości 50 do 60 km/h, a do pracy manewrowej ciężkiej na górkach rozrządowych — lokomotyw o mocy 440 do 880 kW i prędkości 60 do 80 km/h.

W celu zmniejszenia liczby typów lokomotyw w eksploatacji dąży się do tego, aby tam, gdzie to jest możliwe, używać lokomotyw jednego typu do różnych rodzajów pracy. Na przykład ciężkie lokomotywy elektryczne o dużej prędkości mogą być użyte do obsługi ruchu towarowego i pasa-

żerskiego, lokomotywy spalinowe o średniej mocy — do ciężkiej pracy manewrowej, pociągów zbiorowych i lekkich pociągów pasażerskich. Zapewnia to lepsze wykorzystanie lokomotyw w eksploatacji i ułatwia gospodarkę częściami zamiennymi.

Podstawową zasadą racjonalnej gospodarki lokomotywami jest pełne wykorzystywanie pojazdów trakcyjnych odpowiednio do ich przeznaczenia. Niezbędne jest więc określenie, jakiego rodzaju pracę mogą wykonywać pojazdy trakcyjne.

Praca pojazdów trakcyjnych może być pracą właściwą lub zastępczą,

Praca zastępcza wykonywana jest wyjątkowo, jako zło konieczne, gdy pojazd jest użytkowany w zastępstwie innych urządzeń, np. parowozy były użytkowane jako kotły stałe.

Praca właściwa pojazdów trakcyjnych dzieli się na pracę pociągową i pracę pozapociągową.

Praca pociągowa dzieli się na pracę zasadniczą i dodatkową.

Pracą pociągową zasadniczą jest prowadzenie pociągu trakcją pojedynczą lub podwójną oraz — jeśli to jest niezbędne — popychanie pociągu. Do pracy pociągowej dodatkowej zalicza się manewry pociągowe, postój w pogotowiu w celu podjęcia pracy pociągowej zasadniczej oraz jazdę luzem na szlaku do albo od pociągu i do pilotowania pociągu.

Pracą pozapociągową zasadniczą są manewry stacyjne oraz ogrzewanie składów wagonów. Pracą pozapociągową dodatkową jest postój w pogotowiu w celu podjęcia pracy pozapociągowej zasadniczej, jazda luzem do i z pracy zasadniczej pozapociągowej oraz do i z naprawy.

Praca pociągowa zasadnicza jest określana liczbą wykonanych lokomotywokilometrów i bruttotonokilometrów, a jazda luzem — liczbą wykonanych lokomotywokilometrów. Pozostałe rodzaje pracy są wyrażane w lokomotywogodzinach, przeliczanych na lokomotywokilometry według mierników przeliczeniowych (np. 1 godzina pracy manewrowej jest zaliczana jako 5 lokomotywokilometrów).

Udział poszczególnych rodzajów pracy w całkowitej pracy pojazdów trakcyjnych danej lokomotywowni jest miernikiem charakteryzującym warunki jej pracy i w dużym stopniu określającym ekonomikę gospodarki lokomotywowni. W związku z tym konieczne jest stałe analizowanie struktury pracy pojazdów trakcyjnych oraz ustalanie przyczyn ewentualnego zwiększania się udziału mniej ekonomicznych rodzajów pracy.

c. Zasady eksploatacji pojazdów trakcyjnych

Racjonalna i ekonomiczna eksploatacja pojazdów trakcyjnych wymaga nie tylko doboru odpowiednich typów lokomotyw do rodzaju pracy

pociągowej, określonej masą i prędkością pociągu, profilem linii, dopuszczalnym naciskiem osi na szyny itp., lecz także właściwej organizacji pracy pojazdów, aby ich praca efektywna, wyrażona np. w wykonywanych w ciągu doby lokomotywokilometrach, była jak największa.

W tym celu opracowywane są plany pracy pojazdów trakcyjnych, zwane także turnusami, określające najkorzystniejszy sposób obsługi pociągów ujętych w rozkładzie jazdy. Plan pracy lokomotyw obejmuje w zasadzie pociągi stale kursujące, pociągi zaś dodatkowe obsługiwane są przez poszczególne lokomotywownie według ustalonego podziału odcinków obsługi trakcyjnej lub na podstawie decyzji dyspozytury.

Odcinki linii kolejowej, na których lokomotywownia obsługuje pociągi własnymi pojazdami trakcyjnymi, nazywamy odcinkami obsługi trakcyjnej. Przy ustalaniu długości i przydziału odcinka obsługi trakcyjnej bierze się pod uwagę jak najlepsze wykorzystanie pojazdów trakcyjnych, którymi dysponuje dana lokomotywownia. Podział ten ma zasadnicze znaczenie dla obsługi pociągów nie ujętych w planach pracy pojazdów trakcyjnych, gdyż wynika z niego, która lokomotywownia ma obowiązek dostarczenia lokomotyw do tych pociągów. Mniejsze znaczenie ma ten podział dla obsługi pociągów ujętych w planach pracy pojazdów trakcyjnych. W tym zresztą przypadku ten sam odcinek pod względem obsługi różnych pociągów może być przydzielony do kilku lokomotywowni. Stosowany bywa obecnie coraz częściej sposób obsługi dowolnych odcinków na podstawie decyzji dyspozytorów trakcji.

d. Obrót pojazdu trakcyjnego

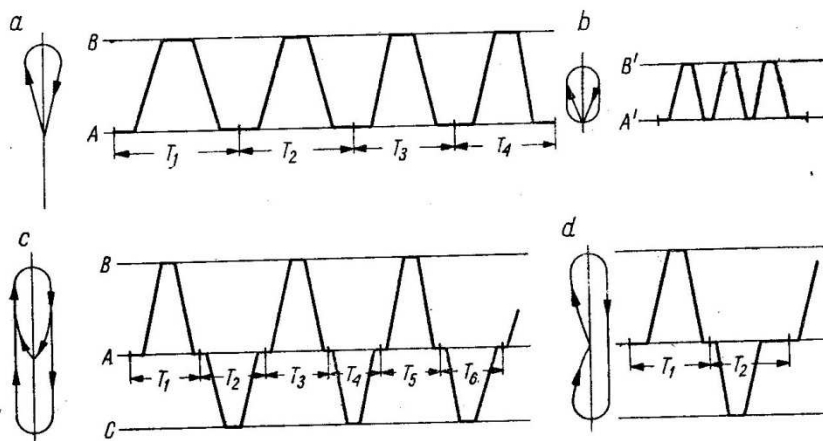
Obrotem pojazdu trakcyjnego nazywamy okres czasu od chwili zgłoszenia się pojazdu na punkcie kontrolnym lokomotywowni macierzystej w celu wykonania obsługi określonej pary pociągów do chwili ponownego zgłoszenia się tego pojazdu na tym samym punkcie kontrolnym w celu obsługi następnej pary pociągów. Obrót pojazdu trakcyjnego jest więc sumą czasów niezbędnych do wykonania wszystkich czynności związanych z prowadzeniem i obsługą jednej pary pociągów oraz przygotowaniem i obrządzeniem pojazdu trakcyjnego do następnej obsługi.

Czasem efektywnej pracy lokomotywy jest czas prowadzenia pociągów, wszystkie zaś pozostałe czasy, jak dojazd do pociągów, napełnianie zbiorników powietrznych wagonów, próba hamulców, czas obrządzania, jakkolwiek niezbędne, są czasami nieproduktywnymi i powinny być skrócone do minimum, np. przez napełnianie zbiorników powietrznych wagonów i dokonywanie próby hamulców za pomocą urządzeń stałych.

e. Sposoby obsługi pociągów przez pojazdy trakcyjne

Rozróżniamy dwa zasadnicze sposoby obsługi, a mianowicie sposób obsługi odcinkowej z odmianą obsługi okrężnej i sposób obsługi pierścieniowej z odmianą obsługi pętlicowej.

Obsługa odcinkowa (rys. 108a) polega na tym, że po każdym obsłużeniu pociągu pojazd trakcyjny zajeżdża do lokomotywowni zwrotnej i macierzystej na obrządzenie, przy czym drużyna odpoczywa również w lokomotywowni zwrotnej. Zmiana drużyny następuje w lokomotywowni macierzystej. Ten sposób obsługi jest nieekonomiczny i stosowany tylko wówczas, gdy nie może być zastosowany inny sposób (pociągi zbiorowe, bardzo długie odcinki obsługi).



Rys. 108. Sposoby obsługi trakcyjnej
a — odcinkowa, b — okrężna, c — pierścieniowa, d — pętlicowa
A i A' — lokomotywownie macierzyste, B, B' i C — lokomotywownie zwrotne

W celu uzyskania większego przebiegu dobowego stosuje się obsługę okrężną, polegającą na tym, że pojazd trakcyjny wykonuje kilka obrotów bez zajeżdżania do lokomotywowni zwrotnej lub macierzystej (rys. 108b). Zmiana drużyny następuje na stacji lokomotywowni macierzystej. Sposób ten może być stosowany przy dogodnej długości odcinka obsługi.

Obsługa pierścieniowa (rys. 108c) charakteryzuje się tym, że pojazd trakcyjny obsługuje pociągi na dwu odcinkach obsługi, przechodząc przez stację lokomotywowni macierzystej bez zajazdu do lokomotywowni, przy czym w czasie krótkiego postoju na stacji zmienia się drużyna. Odcinki obsługi powinny być tak dobrane, aby czas jazdy w obie strony i czas obrządzenia w lokomotywowni zwrotnej nie przekraczał dopuszczalnego czasu pracy drużyny, tj. 12 godzin (licząc na przyjęcie i zdanie lokomotywy na stacji macierzystej po 15 minut, czas jazdy w obie strony i pobyt na stacji zwrotnej nie powinien przekraczać 11 godzin i 30 minut).

Czynnikami wyznaczającymi długości odcinków są: prędkość pociągów i czas obrządzenia w lokomotywni zwrotnej. Ponieważ lokomotywy elektryczne i spalinowe nie są obrządzane w lokomotywni zwrotnej i w trakcji elektrycznej i spalinowej stosowane są znaczne prędkości pociągów, przeto odcinki obsługi trakcyjnej mogą być stosunkowo długie.

Odmianą obsługi pierścieniowej jest obsługa pętlicowa (rys. 108d). Przy tym sposobie obsługi pojazd trakcyjny zajeżdża do lokomotywni macierzystej po dokonaniu dwu obrotów, przy czym w jednym kierunku przechodzi przez stację macierzystą tranzytem.

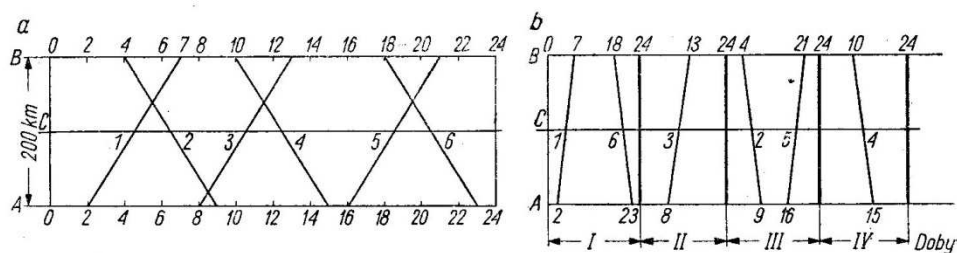
f. Plan pracy pojazdu trakcyjnego

Plan pracy pojazdów trakcyjnych opracowuje się dla poszczególnych lokomotywni. Plany te określają powiązanie obrotów pojazdów i drużyn trakcyjnych z wyznaczonymi w wykresie ruchu pociągami, które mają być prowadzone pojazdami danej lokomotywni. Plany opracowuje się w sposób zapewniający jak najlepsze wykorzystanie pojazdów trakcyjnych, przy jednoczesnym przestrzeganiu nieprzekraczalnego czasu pracy drużyn i czasu ich odpoczynku, czasu niezbędnego na obrządzenie oraz czasu na przeglądy techniczne.

W przypadkach niezbędnych, aby umożliwić odpoczynek drużynom nie powodując przestoju pojazdów trakcyjnych, stosuje się drużyny podmiennne, które zastępują drużyny odpoczywające.

Zasady opracowywania planów pracy pojazdów trakcyjnych rozpatrzmy na następującym przykładzie.

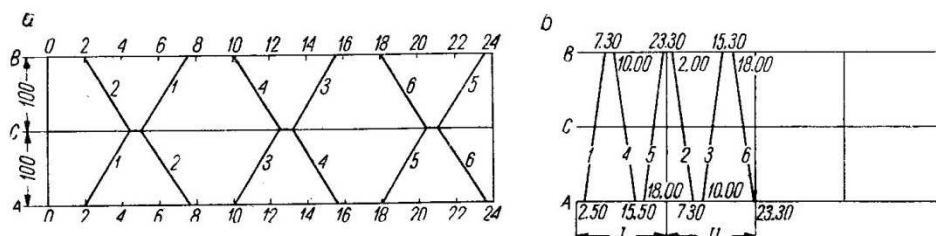
Załóżmy, że na odcinku linii między stacjami A i B rozkład jazdy przewiduje w ciągu doby 3 pary pociągów, mianowicie w kierunku nieparzystym pociągi nr 1, 3 i 5, a w kierunku parzystym — pociągi nr 2, 4 i 6. Wykres jazdy tych pociągów podano na rysunku 109a. Pociągi te są obsługiwane pojazdami trakcyjnymi, których lokomotywnia macierzysta znajduje się na stacji A, natomiast lokomotywnia zwrotna na stacji B. Na rysunku 109b podano plan pracy pojazdów trakcyjnych



Rys. 109. Plan pracy pojazdów trakcyjnych (obsługa odcinkowa)
a — wykres jazdy pociągów, b — wykres pracy pojazdów trakcyjnych

obsługujących te pociągi, opracowany na podstawie powiązania kolejno obsługiwanych pociągów.

Opracowując plan przyjmujemy wstępnie, że wszystkie pociągi obsługujemy jednym pojazdem trakcyjnym. Jako pierwszy lokomotywa prowadzi ze stacji *A* do stacji *B* pociąg nr 1. Pierwszym kolejnym pociągiem



Rys. 110. Plan pracy pojazdów trakcyjnych przy zmodyfikowanym rozkładzie jazdy z rysunku 109 i obsłudze pociągów ze stacji *C* (obsługa pierścieniowa)
a – wykres jazdy pociągów, *b* – wykres pracy pojazdów trakcyjnych

powrotnym jest o godzinie 10.00 pociąg nr 4, a zatem na stacji *B* mamy 3 godziny czasu od przyjazdu do odjazdu. Gdyby lokomotywa przeszła z pociągu nr 1 do pociągu nr 4 (przyjazd do stacji macierzystej *A* o godzinie 15.00), to łączny czas pracy drużyny w obie strony (licząc w tym czas na dojazdy do pociągów, próby hamulca itp.) przekroczyłby dopuszczalny czas pracy drużyny. Lokomotywa musi więc czekać na stacji *B* na pociąg nr 6 odjeżdżający o godzinie 18.00.

Następnym pociągiem z *A* do *B*, który powinna prowadzić ta lokomotywa, jest pociąg nr 3, odjeżdżający o godzinie 8.00 dnia następnego. Ze stacji *B* lokomotywa może zabrać jako kolejny pociąg nr 2 o godzinie 4.00 następnego dnia rano, gdyż wcześniejszy pociąg o godzinie 18.00 został już ujęty w planie. Jeśli w podobny sposób powiązemy wszystkie pociągi, uzyskamy kolejność obsługi pociągów 1-6-3-2-5-4. Z wykresu na rysunku 109b wynika, że jeden pojazd trakcyjny obsłużyłby wszystkie pociągi w ciągu 4 dni. Ponieważ jednak wszystkie pociągi kursują codziennie, potrzeba jednocześnie 4 pojazdów trakcyjnych, przy czym każdy z nich obsługuje wszystkie pociągi w podanej poprzednio kolejności. W ciągu 4 dni każdy pojazd wykona 3 obroty, a łączny przebieg wyniesie $6 \cdot 200 = 1200$ km. Przebieg dobowy pojazdu trakcyjnego wyniesie więc $1200 : 4 = 300$ km/dobę.

Zalóżmy z kolei, że do rozkładu jazdy wprowadzamy pewne zmiany w czasach odjazdu i przyjazdu, zachowując tę samą prędkość techniczną pociągów i tę samą liczbę par pociągów (rys. 110a). Przyjmijmy także, że obsługę pociągów rozpoczynamy na stacji *C* wprowadzając pierścieniowy sposób obsługi i z uwagi na trakcję elektryczną nie ma potrzeby obrządzania lokomotyw na stacjach lokomotywowni zwrotnych.

Jeśli teraz powiązemy obsługę pociągów na stacji *B* i stacji *A*, to

uzyskamy następującą kolejność obsługi pociągów: 1-4-5-2-3-6. Czas pracy drużyn zmieniających się na stacji C, na której nie ma zajazdu do lokomotywowni, nie przekracza w żadnym przypadku czasu dozwolonego, a stosunkowo krótkie przejścia na stacjach A i B od pociągu do pociągu są dla lokomotyw elektrycznych wystarczające, gdyż nie muszą one zjeżdżać do lokomotywowni na obrządzenie.

Z wykresu na rysunku 110b wynika, że do obsługi wymienionych 3 par pociągów wystarczą tylko 2 lokomotywy o przebiegu $6 \cdot 200 : 2 = 600$ km/dobę.

Z rozpatrzonych wariantów obsługi pociągów wynika, że racjonalne ułożenie rozkładu jazdy, uwzględniające wykorzystanie lokomotyw i właściwy sposób obsługi, oraz stosowanie trakcji elektrycznej umożliwiły dwukrotne zwiększenie wykorzystania lokomotyw, a więc bardziej ekonomiczne wykonywanie przewozów.

Plan pracy lokomotyw wiąże się ściśle z planem pracy drużyn lokomotywowych. W związku z tym niejednokrotnie postój lokomotywy w lokomotywowni zwrotnej jest uzależniony od przewidzianego przepisami kolejowymi niezbędnego czasu odpoczynku drużyny na stacji zwrotnej, zależnego od poprzedniego czasu pracy. Powiązanie planów pracy lokomotyw i drużyn wynika z zasady obsługi lokomotywy przez stałe dwie lub trzy drużyny lokomotywowe. Ma to tę zaletę, że lokomotywy znajdują się pod ich stałą opieką, co wpływa dodatnio na stan techniczny pojazdu. Zasada ta może jednak powodować w niektórych przypadkach (długi czas pracy drużyny) zmniejszenie wykorzystania lokomotywy, gdy na stacji zwrotnej lokomotywa (elektryczna lub spalinowa) nie wymagająca obrządzenia czy naprawy i mogąca natychmiast po przyjeździe do stacji zwrotnej zabrać pociąg powrotny musi oczekiwać na swą drużynę, która odpoczywa.

Dlatego coraz częściej, zwłaszcza na długich odcinkach obsługi trakcyjnej, wymagających odpoczynku drużyny na stacji zwrotnej, odstępuje się od zasady stałej obsługi. Lokomotywa zabiera najbliższy pociąg powrotny, a prowadzi ją drużyna innej lokomotywy, która przybyła wcześniej na stację zwrotną i już odpoczęła. Obsadę tej lokomotywy może również stanowić drużyna podmienna z lokomotywowni zwrotnej.

Odstąpienie od zasady stałych drużyn trakcyjnych w warunkach eksploatacyjnych, w których to jest celowe, przyczynia się do lepszego wykorzystania lokomotyw. Wymaga to jednak sprawnie działających dyspozytur trakcyjnych i ruchowych oraz ich wzajemnej współpracy, a ponadto konieczne jest zapewnienie dobrego stanu technicznego lokomotyw przez staranne wykonywanie ich przeglądów i napraw okresowych.

Miernikiem wykorzystania pojazdów trakcyjnych jest przebieg dobowy pojazdu czynnego, tj. pojazdu, który w ciągu doby pracował co najmniej jedną godzinę. Przebieg ten jest rejestrowany

i obliczany na podstawie wykazu pracy pojazdu prowadzonego dla każdego pojazdu z osobna oraz jego wielkość przeciętna za pewien okres czasu dla wszystkich pojazdów danej jednostki organizacyjnej. Jest to iloraz sumy wykonanych lokomotywo-kilometrów przez liczbę dni pracy lokomotyw w tym okresie. Osiągnięte wyniki są co miesiąc analizowane i porównywane z planem.

Wielkość przebiegu dobowego lokomotyw jest zależna od wielu czynników, z których najważniejsze są:

- 1) układ tras i gęstość ruchu na linii (rozkład jazdy);
- 2) sposób obsługi;
- 3) rodzaj trakcji;
- 4) rodzaj pociągów ujętych w planie pracy;
- 5) system zabezpieczenia ruchu kolejowego;
- 6) regularność ruchu.

Najmniejsze przebiegi dobowe pojazdów trakcyjnych uzyskuje się w pracy manewrowej oraz przy obsłudze pociągów gospodarczych i zbiorowych, największe zaś — w ruchu pasażerskim dalekobieżnym, obsługiwanym trakcją elektryczną. Przy dostatecznej gęstości ruchu i właściwym opracowaniu planów pracy uzyskuje się przebiegi 600 do 700 km/dobę, a w szczególnych przypadkach można uzyskać nawet 1000 km/dobę.

Przebieg dobowy jest najczęściej używanym, ale nie jedynym miernikiem wykorzystania lokomotyw. Wykorzystanie to może być mierzone również liczbą godzin pracy przypadającą na 1 lokomotywę lub też liczbą brutotonokilometrów wykonanych w ciągu miesiąca przez lokomotywę czynną lub inwentarzową. Ostatni wymieniony wskaźnik jest nawet bardziej syntetyczny niż przebieg dobowy, gdyż określa pracę efektywną.

Plany pracy pojazdów trakcyjnych są podstawą prawidłowej organizacji pracy lokomotywowni, a w pewnym zakresie — także i stacji. Dlatego też obowiązkiem służby trakcji jest przestrzeganie tych planów w pełni oraz przekazywanie lokomotyw zgodnie z planem służbie ruchu, która tylko wówczas może prawidłowo wyprawiać pociągi i wykonywać przewozy, gdy na czas otrzyma właściwe pojazdy trakcyjne.

Jak wynika z poprzednio omówionych elementów obrotu pojazdu trakcyjnego, na obrót składają się elementy zależne od służby trakcji i elementy zależne od służby ruchu. Dlatego obie służby, każda w swoim zakresie, mają obowiązek śledzić i pilnować, aby poszczególne elementy obrotu nie były wydłużane. Służba trakcji jest obowiązana dostarczać na czas lokomotywy niezawodne w pracy i z dobrze wyszkolonymi drużynami oraz zapewnić sprawne obrządzanie i należyty stan techniczny lokomotyw. Służba ruchu natomiast powinna pilnować, aby pociągi miały właściwą masę i nie były przetrzymywane pod semaforami i na stacjach pośrednich.

Oprócz pociągów ujętych w planach pracy kursują także — w przypadku zwiększenia się ruchu — pociągi dodatkowe, do których obsługi lokomotywownia obowiązana jest także dostarczyć pojazdy trakcyjne. W tym celu dyspozytorzy ruchu powinni dostatecznie wcześniej zgłosić swoje żądania, a lokomotywownia powinna pojazdy dostarczyć w żądanym terminie, najpóźniej jednak w czasie ustalonym w przepisach o gospodarce pojazdami trakcyjnymi.

Nakłady na tabor trakcyjny i energię stanowią największy udział w wydatkach kolei, dlatego gospodarce pojazdami trakcyjnymi należy poświęcić szczególnie dużą uwagę.

3. Utrzymanie i naprawa pojazdów trakcyjnych

Bieżące utrzymanie i naprawy pojazdów trakcyjnych mają na celu zapewnienie należytego stanu technicznego i niezawodności w pracy przez zapobieganie przedwczesnemu zużyciu oraz usuwanie skutków normalnego zużycia.

Bieżące utrzymanie obejmuje drobne naprawy wykonywane przez drużyny lokomotywowe, smarowanie części, czyszczenie i obrządzanie, czyli zaopatrywanie w paliwo, smary i wodę.

Naprawy dzielą się na planowe i pozaplanowe.

Naprawy planowe dzielą się następnie na przeglądy okresowe i naprawy okresowe, ujęte w określony system naprawczy. Naprawy pozaplanowe natomiast dzielą się na naprawy bieżące, wykonywane w miarę możliwości w przerwie między prowadzeniem dwóch pociągów, lub też — gdy naprawa trwa dłużej — w okresie wycofania pojazdu z ruchu, oraz naprawy awaryjne, tj. naprawy o większym zakresie, powstałe wskutek wypadku czy też uszkodzenia części.

Przeglądy są wykonywane okresowo w terminach ustalonych cyklem naprawczym i obejmują czynności mające na celu ustalenie stopnia zużycia lub uszkodzenia poszczególnych części i zespołów oraz naprawę bądź wymianę części nie gwarantujących należytej pracy pojazdu trakcyjnego.

Naprawy okresowe obejmują czynności, które mają na celu doprowadzenie do należytego stanu części i zespołów zużytych w czasie eksploatacji. Zarówno przeglądy, jak i naprawy okresowe dzielą się na kategorie o różnym zakresie robót. Rodzaje przeglądów uzależnione są zwykle od czasu pracy, kategorie zaś napraw okresowych — bądź od wielkości przebiegu, bądź od czasu pracy.

Przeglądy i naprawy bieżące pojazdów wykonują lokomotywownie, a naprawy okresowe i naprawy awaryjne o większym zakresie — zakłady naprawcze taboru kolejowego.

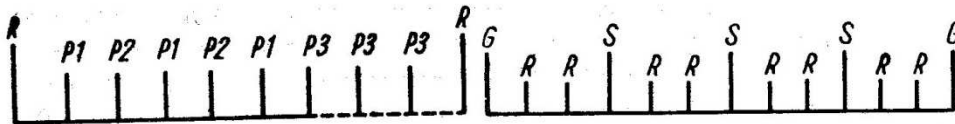
a. Cykl naprawczy lokomotyw i wagonów spalinowych

Przeglądy okresowe lokomotyw i wagonów spalinowych uzależnione są od czasu pracy pojazdów i wielkości przebiegu, od której w zasadzie zależy zużycie części i zespołów. Rozróżnia się następujące przeglądy:

- przegląd codzienny (PC);
- przegląd mały (P1);
- przegląd średni (P2);
- przegląd duży (P3).

Przegląd codzienny dokonywany jest codziennie, a przeglądy P1, P2 i P3 — w zależności od ustalonych dla poszczególnych serii pojazdów cykli i przebiegów międzynaaprawczych.

Przykład cyklu przeglądów spalinowych pojazdów trakcyjnych pokazano na rysunku 111.



Rys. 111. Przykład cyklu przeglądów spalinowych pojazdów trakcyjnych

Rys. 112. Przykład cyklu naprawczego spalinowego pojazdu trakcyjnego
G — naprawy główne, R — naprawy rewizyjne, S — naprawy średnie

Jeśli na przykład przebieg między przeglądami wynosi dla lokomotywy określonej serii 15 tys. km, to przeglądy P1 wykonywane są co 15 tys. km, P2 — co 30 tys. km i P3 — co 90 tys. km.

Naprawy okresowe dzielą się na rewizyjne, średnie i główne, ujęte w cykl naprawczy zależnie od serii pojazdów, ustalony — podobnie jak przeglądy — na podstawie przebiegów międzynaaprawczych.

Stosowane są również cykle naprawcze przewidujące między naprawami głównymi naprawy średnie, a między naprawami średnimi — dwie naprawy rewizyjne. Przykładowy cykl naprawczy pokazano na rysunku 112.

b. Cykl naprawczy lokomotyw elektrycznych i zespołów trakcyjnych

Również lokomotywy elektryczne i zespoły trakcyjne podlegają przeglądom i naprawom okresowym.

Cykl naprawczy obejmuje:

- przeglądy codzienne, wykonywane po przebiegu 450 do 700 km;
- przeglądy okresowe; przebieg między przeglądami dla elektrycznych zespołów trakcyjnych wynosi 5 do 8 tys. km, a dla lokomotyw elektrycznych — 9 do 16 tys. km;

- naprawy rewizyjne; przebieg międzynaprawczy zależy od typu pojazdu wynosi 120 do 300 tys. km;
- naprawy średnie; przebieg międzynaprawczy wynosi 300 do 900 tys. km;
- naprawy główne; przebieg międzynaprawczy wynosi 1440 do 3600 tys. km.

Cykl napraw okresowych może na przykład przewidywać — podobnie jak przedstawiony na rysunku 112 — między dwiema naprawami głównymi trzy naprawy średnie, a między naprawami średnimi — dwie rewizje.

c. Naprawa pojazdów w zakładach naprawczych

Na podstawie cykli naprawczych są opracowywane plany napraw okresowych pojazdów trakcyjnych. Plany te obejmują numery pojazdów i przypadające rodzaje napraw, terminy wycofania z ruchu i przekazania do naprawy określonym zakładom naprawczym taboru kolejowego. Plany te, uzgodnione z zakładami naprawczymi, powinny być przez lokomotywownie dokładnie przestrzegane, gdyż od tego zależy ciągłość i rytmiczność pracy zakładów naprawczych.

Postoje w naprawach są różne i zależą od rodzaju taboru i zakresu naprawy. Na podstawie procesów technologicznych napraw, przy uwzględnieniu postojów w poprzednich okresach, planuje się przeciętne postoje w naprawie, określone w dniach, dążąc do ich skrócenia. Mając plan napraw i postoje w naprawie można szczegółowo określić procent taboru w naprawie i w oczekiwaniu naprawy. Porównując wartość tego wskaźnika wynikającą z wykonania z wartością planowaną możemy ocenić przebieg wykonywania napraw taboru kolejowego.

Tak jak lokomotywownie są wyposażone w niezbędne urządzenia techniczne (kanały rewizyjne, maszyny, stanowiska próbne) do wykonywania przeglądów okresowych, napraw bieżących i ewentualnie napraw rewizyjnych, podobnie zakłady naprawcze taboru kolejowego są pod względem organizacyjnym i technicznym przystosowane do wykonania napraw okresowych — rewizyjnych, średnich i głównych. Zakłady naprawcze są z reguły jednostkami dużymi, zatrudniającymi po kilka tysięcy pracowników, przystosowanymi do wykonywania napraw określonego rodzaju taboru; są więc zakłady naprawcze taboru spalinowego lub taboru elektrycznego.

Specjalizacja zakładów naprawczych sprzyja mechanizacji czynności naprawczych, wprowadzaniu nowych metod napraw i technologii, lepszemu wykorzystaniu zdolności naprawczej zakładów, usprawnieniu organizacji pracy, lepszemu gospodarowaniu częściami zamiennymi — jest więc jednym z podstawowych czynników poprawy jakości napraw i skrócenia postojów w naprawie.

HAMULCE KOLEJOWE

1. Wiadomości ogólne

W celu zatrzymania pociągu na stacjach, przed semaforami wskazującymi sygnał „Stój” lub też na szlaku wskutek nieprzewidzianych przeszkód, pojazdy szynowe są wyposażone w hamulce, tj. w urządzenia, które przez zwiększenie oporów ruchu wytwarzają siły hamowania, przeciwdziałające ruchowi pociągu.

Urządzenia hamulcowe były na ogół proste w okresie, gdy masy pociągów i ich prędkości były nieduże; wystarczyły wtedy hamulce uruchamiane przeważnie ręcznie, przy czym hamowanie następowało wskutek tarcia klocków dociskanych do obręczy kół za pomocą układu dźwigni. Wymagało to znacznej liczby pracowników, tzw. hamulcowych, rozmieszczonych wzdłuż całego pociągu, przy czym efekt hamowania — wskutek trudności w porozumiewaniu się maszynisty z tymi pracownikami (określone przepisami sygnały dźwiękowe podawane były gwizdkiem parowozu) i niejednoczesności działania — nie zawsze był najlepszy.

Zwiększenie masy i prędkości pociągów spowodowało konieczność stosowania hamulców działających szybko, niezawodnie i uruchamianych przez jednego tylko człowieka — maszynistę prowadzącego pociąg. Ruch międzynarodowy stworzył dodatkowe wymagania, a mianowicie, ażeby istniała możliwość współpracy różnych rodzajów hamulców zastosowanych przez poszczególne zarządy kolejowe. Wymagania te, ustalone w przepisach międzynarodowych zarówno przez UIC, jak i OSŽD, określają podstawowe warunki, jakim powinny odpowiadać hamulce, jeśli wagon ma być dopuszczony do ruchu międzynarodowego.

Hamulec jest jednym z podstawowych urządzeń taboru przede wszystkim z uwagi na bezpieczeństwo ruchu i konieczność niezawodności w pracy. Różnorodność warunków eksploatacyjnych, duże masy pociągów i duże prędkości jazdy spowodowały, że nowoczesne hamulce są urządzeniami złożonymi. Niezawodność hamulców zależy w dużym stop-

niu od prawidłowej obsługi i utrzymania, a to wymaga dobrej znajomości zasad ich działania.

Jak wspomniano, hamowanie następuje w wyniku zwiększonego tarcia. W taborze kolejowym stosowane są w większości hamulce, w których klocki hamulcowe działają na obręcz kół. Ostatnio stosowane bywają także hamulce typu tarczowego, których szczęki działają na tarczę przymocowaną do koła pojazdu. Dla zwiększenia skuteczności hamowania pojazdów trakcyjnych o dużych prędkościach mogą być one wyposażone w elektromagnetyczne hamulce szynowe, składające się z kilku elektromagnesów, które w chwili włączenia prądu elektrycznego przywierają z dużą siłą do szyny i w wyniku powstałego tarcia zmniejszają prędkość pojazdu trakcyjnego.

W pojazdach trakcji elektrycznej bywa także stosowane hamowanie elektryczne oporowe lub odzyskowe, gdy silnik trakcyjny pracuje jako prądnica.

Zasadniczym typem hamulca używanego obecnie jest hamulec powietrzny, w którym siłą działającą na klocki hamulcowe wytwarza sprężone powietrze. W hamulcu tym powietrze służy także do uruchamiania procesu hamowania i sterowania jego przebiegiem.

Duże znaczenie dla prawidłowego przebiegu procesu hamowania ma także rozwiązanie konstrukcyjne hamulców, aby wszystkie hamulce w pociągu były uruchamiane z jednego miejsca. Hamulce takie nazywamy zespolonymi.

Jednym z warunków wymaganych od nowoczesnego hamulca jest jego samoczynne działanie w przypadku rozerwania się pociągu. Rodzaje hamulców, które powodują samoczynne hamowanie w razie rozerwania się pociągu, nazywamy hamulcami samoczynnymi — w odróżnieniu od hamulców niesamoczynnych.

Obecnie stosowane hamulce są hamulcami zespolonymi i samoczynnymi.

2. Zasada hamowania

Biegnący pociąg ma po wyłączeniu silników lokomotywy, tj. odcięciu dopływu energii do silników (w parowozach — dopływu pary do silników parowych, w lokomotywach elektrycznych — dopływu prądu do silników trakcyjnych, a w lokomotywach spalinowych — dopływu paliwa do silnika spalinowego) pewien zasób energii kinetycznej, zależny od masy i prędkości pociągu.

Wartość tej energii wynosi:

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2} \text{ [J]}$$

gdzie:

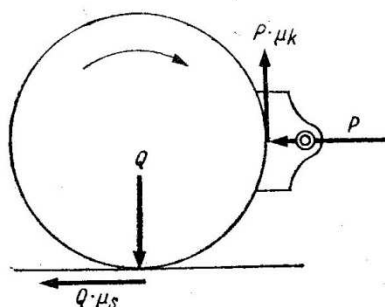
m — masa pociągu w kg,

v — prędkość pociągu w m/s.

Wartość ta zostaje zwiększona o około 6% wskutek ruchu obrotowego zestawów kołowych. Tak więc całkowita energia kinetyczna pociągu wynosi:

$$E_k = 1,06 \cdot \frac{m \cdot v^2}{2} \text{ [J]}$$

Dla zatrzymania pociągu poruszającego się z taką energią kinetyczną należy przeciwstawić siłę działającą w kierunku przeciwnym do ruchu pociągu i o takiej wartości, aby praca wykonana przez tę siłę była równa energii kinetycznej pociągu. Gdyby nie zastosowano hamowania, siłą tą byłyby opory ruchu pociągu. Jednak droga, na której zatrzymałby się pociąg, byłaby długa, a przy jeździe po spadku pociąg mógłby w ogóle nie zatrzymać się. Potrzebna jest więc dodatkowa siła wytwarzana przez hamulce, zwana siłą hamowania, którą można regulować odpo-



Rys. 113. Siły działające na koło zestawu podczas hamowania

P — siła dociskająca klocek do koła,

$P \cdot \mu_k$ — siła hamowania,

Q — nacisk koła na szynę,

$Q \cdot \mu_s$ — siła tarcia między kołem a szyną

wiednio do potrzeb (masy pociągu, jego prędkości) tak, aby pociąg zatrzymać na drodze hamowania. Długość drogi hamowania jest ściśle określona i na sieci PKP wynosi ona 500 m na liniach miejscowego znaczenia oraz 700 lub 1000 m na liniach głównych.

Hamowanie jest pracą wykonaną przez siłę hamowania na drodze hamowania, a zatem chcąc zatrzymać pociąg na krótszej drodze hamowania należy zwiększyć siłę hamowania i — odwrotnie — przy dłuższej drodze hamowania siła hamowania może być mniejsza.

Do wytwarzania siły hamowania służą, jak już wspomniano, klocki hamulcowe dociskane do koła toczącego się po szynie.

Siły działające na zestaw kołowy w czasie hamowania pokazane są na rysunku 113.

Założmy, że klocek jest dociskany do koła siłą P , a koło ciśnie na szynę siłą Q , która jest równa sumie połowy części masy wagonu przypadającego na daną oś i połowy masy danego zestawu kołowego. Siła

tarcia powstająca między klockiem a kołem będzie równa $P \cdot \mu_k$ (gdzie μ_k oznacza współczynnik tarcia między klockiem a kołem). Siła ta jest równa sile hamowania danego koła. Między kołem a szyną powstaje siła tarcia równa $Q \cdot \mu_s$ (gdzie μ_s oznacza współczynnik tarcia szepnego między kołem a szyną).

Hamowane koło będzie się toczyło po szynie dopóty, dopóki siła tarcia między kołem a szyną będzie większa od siły hamowania. Jeśli natomiast siła hamowania przewyższy siłę szepną między kołem a szyną, to koło zostanie zakleszczone, wskutek czego efekt hamowania znacznie zmaleje, gdyż koło przestanie się toczyć i zacznie się ślizgać po szynie. Między kołem a szyną powstaje bowiem znacznie mniejsza siła tarcia, gdyż zamiast tarcia szepnego, zależnego od współczynnika tarcia μ_s , powstaje tarcie ślizgowe, proporcjonalne do współczynnika tarcia ślizgowego μ_g , który jest znacznie mniejszy od współczynnika μ_s . Ażeby więc koło nie uległo zakleszczeniu, musi być zachowany warunek:

$$P \cdot \mu_k \leq Q \cdot \mu_s$$

Warunek ten jest zachowany, jeśli stosunek nacisku klocków hamulcowych na koło do nacisku koła na szynę nie przekracza pewnej określonej wartości, wyrażonej w procentach, zwanej intensywnością hamowania δ . Warunek ten można wyrazić za pomocą wzoru:

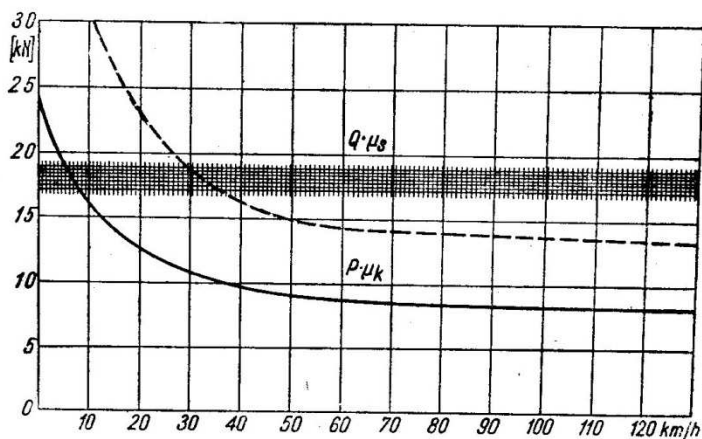
$$\delta = \frac{P}{Q} \cdot 100\% = \frac{N}{4Q} \cdot 100\% = \frac{N}{G} \cdot 100\%$$

gdzie:

N — suma nacisków klocków hamulcowych na koła,

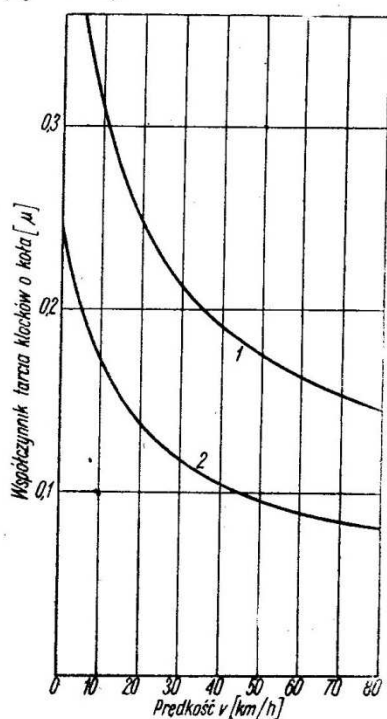
$G = 4Q$ — masa wagonu wraz z zestawami.

Dopuszczalna intensywność hamowania zależy od materiału i konstrukcji użytych klocków hamulcowych. Dla klocków żeliwnych wynosi ona 65 do 80%.



Rys. 114. Zależność siły hamowania i siły tarcia szepnego zestawu kołowego o nacisku koła na szynę 100 kN (zwykły hamulec zespolony samoczynny)
 $P \cdot \mu_k$ — siła hamowania, $Q \cdot \mu_s$ — graniczna wartość siły tarcia szepnego

Wartości siły hamowania i tarcia szepnego między kołem a szyną zależnie od prędkości dla zestawu kołowego o nacisku na szynę 100 kN pokazano na rysunku 114. Siła hamowania, jak widać z przebiegu krzywej, zmienia się, a mianowicie wzrasta przy malejącej prędkości. W zakresie prędkości 120 do 50 km/h wzrost siły hamowania jest niewielki, natomiast w zakresie prędkości pociągu 50 do 0 km/h siła hamowania wzrasta ponad dwukrotnie. Wartość siły hamowania zależy od współczynnika tarcia między klockiem a kołem. Wartość jego jest zmienna i zależy od prędkości oraz nacisku klocków na koła. Dlatego też, mimo że nacisk klocków hamulcowych na koła jest wartością stałą, siła hamowania wzrasta przy malejącej prędkości. Ponadto wartość współczynnika tarcia zależy od tego, czy powierzchnie trące są suche, czy wilgotne (rys. 115).

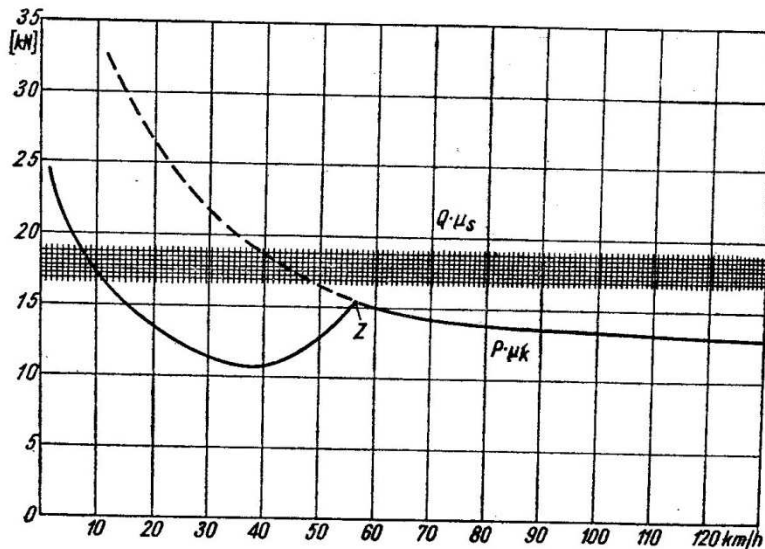


Rys. 115
Zmiana współczynnika tarcia pomiędzy klockiem hamulcowym a kołem w zależności od prędkości jazdy
1 — przy powierzchniach trących suchych,
2 — przy powierzchniach trących wilgotnych

Siła tarcia szepnego dla przeciętnych warunków mieści się w pasmie kreskowym (rys. 114), przebiegającym równolegle do osi odciętych. Wartość jej, jak zaznaczono, jest proporcjonalna do współczynnika tarcia między kołem a szyną μ_s , którego wartość jest niezależna od prędkości i dla określonych warunków, w jakich znajduje się szyna, jest wartością stałą. Wartość μ_s jest największa dla szyn suchych lub też szyn obficie zroszonych deszczem, a najmniejsza dla szyn śliskich, np. oszronionych, oblodzonych bądź przysypanych mokrymi liśćmi.

Krzywa siły hamowania przecina pasmo charakteryzujące siłę tarcia

szepnego przy prędkości około 8 km/h. Poniżej więc prędkości 8 km/h, przy maksymalnej wartości siły dociskającej klocki hamulcowe, może nastąpić zakleszczenie koła ze wszystkimi ujemnymi skutkami (ślizganie się, wytarcie szyny, płaskie miejsca na obręczy koła). Jeżeli szyny są śliskie, to przecięcie obu krzywych może nastąpić nawet już przy prędkościach jazdy 40 do 30 km/h; w takim przypadku zakleszczenie kół



Rys. 116. Przebieg krzywej siły hamowania w hamulcu wysokosprawnym $P \cdot \mu_k$ — siła hamowania, $Q \cdot \mu_s$ — graniczna wartość siły tarcia szepnego, Z — zmiana nacisku klocków na koło

może być wyjątkowo niebezpieczne z uwagi na znaczne zmniejszenie skuteczności hamowania.

Z wykresu na rysunku 114 widać także inną, dużą wadę, jaką mają hamulce działające na zasadzie tarcia między klockiem hamulcowym a kołem przy wspomnianej poprzednio intensywności hamowania 80%, a mianowicie małą skuteczność hamowania w zakresie większych prędkości oraz niewykorzystanie przy tych prędkościach będącej do dyspozycji siły tarcia szepnego. Gdyby bowiem przesunąć krzywą $P \cdot \mu_k$ wyżej, jak to zaznaczono linią kreskowaną (przerwaną), skuteczność hamowania w zakresie dużych prędkości byłaby większa. Wynikiem takiego przesunięcia byłoby jednak przecięcie się krzywej siły hamowania z linią charakteryzującą siłę tarcia szepnego już przy 40 km/h, a więc zakleszczenie kół w zakresie dużych jeszcze prędkości jazdy.

Przy stosowanych dużych prędkościach pociągów i ograniczonych długościach dróg hamowania należało zastosować hamulce, które nie miałyby poprzednio opisanej wady. Wprowadzono więc hamulce wysokosprawne, z intensywnością hamowania nawet do 200% i ze zmianą nacisku klocków na koła w czasie hamowania. Odpowiednie regulatory,

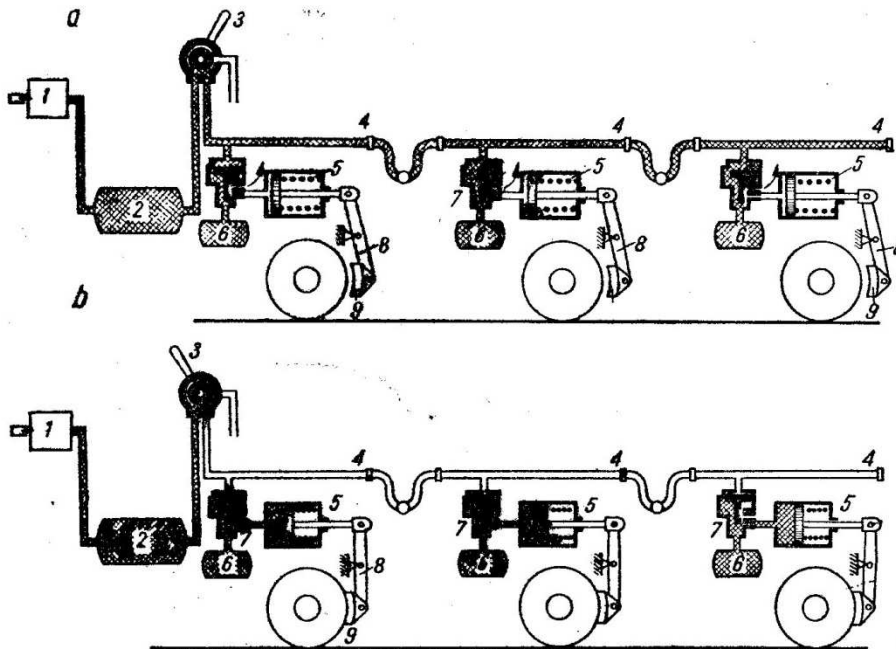
których działanie uzależnione jest od prędkości pociągu bądź od zmiany siły tarcia, samoczynnie zmieniają, przy osiągnięciu określonej prędkości jazdy, wielkość nacisku klocków na koła.

Uzyskany w ten sposób przebieg krzywej siły hamowania pokazany jest na rysunku 116. Krzywa siły hamowania przebiega w zakresie prędkości jazdy 120 do 55 km/h znacznie wyżej aniżeli na rysunku 114. Przy prędkości 55 km/h jednak krzywa ta zbliża się do linii oznaczającej siłę tarcia szepnego i normalny jej przebieg nastąpiłby według linii przerywanej. Groziłoby to zakleszczeniem kół. Aby temu zapobiec, zmienia się przy tej prędkości (punkt Z na rysunku 116) samoczynnie wartość nacisku klocków na koło i dalszy przebieg krzywej siły hamowania zostaje przesunięty w dół. Przecięcie krzywej siły hamowania z linią charakteryzującą siłę tarcia szepnego następuje znowu, jak poprzednio, w zakresie małych prędkości, niegroźnych dla przebiegu hamowania.

3. Ogólny opis działania samoczynnego hamulca zespolonego

a. Zasada działania hamulca

Schemat samoczynnego hamulca zespolonego przedstawia rysunek 117. Wzdłuż całego pociągu biegnie przewód powietrzny 4, zwany przewo-



Rys. 117. Schemat samoczynnego hamulca zespolonego
a — położenie odhamowania, b — położenie hamowania

dem głównym. Składa się on z rur stalowych umocowanych pod pudłem wagonów, łączonych między wagonami sprzęgami gumowymi, oraz kurków końcowych. Przewód główny jest połączony ze zbiornikiem głównym powietrza 2 poprzez zawór maszynisty 3. Źródło sprężonego powietrza układu hamulcowego stanowi sprężarka 1. Z przewodem głównym połączone są zawory rozrządzące 7. Są one także połączone z pomocniczymi zbiornikami powietrza 6 i cylindrami hamulcowymi 5. Trzony tłoków cylindrów hamulcowych łączą się z układem dźwigni 8, zwanym przekładnią hamulcową, i z klockami hamulcowymi 9.

W układzie hamulcowym można wyodrębnić następujące zasadnicze części:

- 1) część powietrzną — przewód główny, zawory rozrządzące, zbiorniki powietrza i cylindry hamulcowe;
- 2) część mechaniczną — przekładnię hamulcową i klocki;
- 3) urządzenie służące do wytwarzania sprężonego powietrza;
- 4) urządzenia służące do sterowania i kontrolowania — zawór maszynisty i manometry.

Wszystkie wymienione części hamulca są instalowane w pojazdach trakcyjnych, natomiast w wagonach występują tylko części powietrzna i mechaniczna.

Zapas powietrza układu hamulcowego znajduje się w zbiorniku głównym lokomotywy, w którym panuje ciśnienie 800 kPa. Przy ustawieniu zaworu maszynisty w położenie odpowiadające odhamowaniu, powietrze sprężone przepływa ze zbiornika głównego do przewodu głównego, w którym następuje spadek ciśnienia powietrza do 500 kPa. Przy tym ciśnieniu zawory rozrządzące łączą zbiorniki pomocnicze z przewodem głównym, a cylindry hamulcowe z atmosferą.

Wskutek tego powietrze z przewodu głównego przepływa do zbiorników pomocniczych, umieszczonych pod wagonami, a sprężyna w cylindrze hamulcowym przesuwają tłok w skrajne położenie, co powoduje takie ustawienie układu dźwigni, że klocki hamulcowe są odsunięte od kół pojazdu. W położeniu odhamowania zatem przewód główny i zbiorniki pomocnicze napełnione są powietrzem sprężonym o ciśnieniu obniżonym do 500 kPa, a tłoki cylindrów hamulcowych, znajdujące się w skrajnych położeniach, zwalniają hamulec.

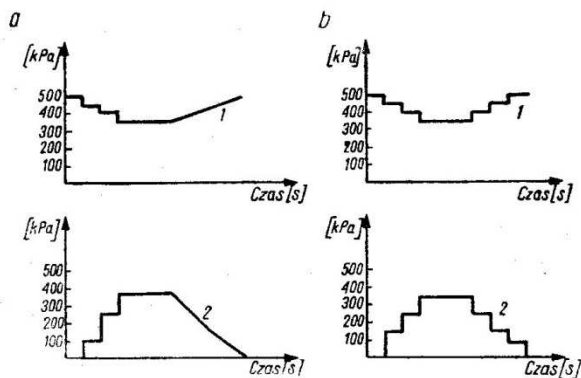
Hamowanie następuje wskutek obniżenia ciśnienia powietrza w przewodzie głównym, przy czym dla uzyskania pełnego efektu hamowania wystarczy obniżenie ciśnienia w przewodzie głównym o 150 kPa. Osiąga się to przestawiając zawór maszynisty w takie położenie, przy którym suwak zaworu łączy przewód główny z atmosferą. Wskutek spadku ciśnienia w przewodzie głównym zawory rozrządzące samoczynnie odcinają połączenia zbiorników pomocniczych z przewodem głównym i łączą zbiorniki pomocnicze z cylindrami hamulcowymi.

Powietrze sprężone przepływa więc ze zbiorników pomocniczych do

cyldrów hamulcowych i powoduje przesunięcie tłoków. Trzony tłoków połączone z układami dźwigni ustawiają je w taki sposób, że klocki hamulcowe zostają przyciśnięte do kół pojazdu. Wartość ciśnienia w cylindrach hamulcowych zależy od stopnia obniżenia ciśnienia w przewodzie głównym. Przy obniżeniu ciśnienia w przewodzie głównym o 150 kPa uzyskuje się w cylindrach hamulcowych ciśnienia największe, wynoszące 350 do 400 kPa, zależnie od typu hamulca.

W celu odhamowania należy zwiększyć ciśnienie w przewodzie głównym ponownie do 500 kPa, przestawiając zawór maszynisty w położenie, przy którym nastąpi połączenie zbiornika głównego z przewodem głównym. W ten sposób otrzymuje się poprzednio opisane położenie odhamowania (rys. 117a).

Spadek ciśnienia w przewodzie głównym może nastąpić nie tylko przez odpowiednie ustawienie zaworu maszynisty. Może on powstać także z innych przyczyn, np. wskutek rozerwania się pociągu, otwarcia kurka końcowego lub uruchomienia hamulca bezpieczeństwa przez pasażera bądź konduktora. Rozerwanie bowiem pociągu powoduje rozerwanie sprzęgów powietrznych między wagonami, a więc całkowitą ucieczkę powietrza z przewodu głównego. I w tym przypadku zawory rozrządzące spowodują przepływ powietrza ze zbiorników pomocniczych do cylindrów hamulcowych i zahamowanie obu części pociągu. Uruchomienie hamulca bezpieczeństwa w przedziale wagonu lub otwarcie kurka końcowego również powoduje szybkie połączenie przewodu głównego z atmosferą, a więc całkowity spadek ciśnienia i natychmiastowe hamowanie.



Rys. 118
Schemat stopniowania siły hamowania w hamulcu jednostopniowym i wielostopniowym
a — hamowanie stopniowe, odhamowanie jednostopniowe,
b — hamowanie i odhamowanie wielostopniowe,
1 — przebieg ciśnienia w przewodzie głównym,
2 — przebieg ciśnienia w cylindrze hamulcowym

Wszystkie typy hamulców zespolonych, działających za pomocą sprężonego powietrza, umożliwiają hamowanie wielostopniowe. Polega ono na kolejnym, kilkakrotnym uruchomieniu zaworu maszynisty i wskutek tego kilkakrotnym obniżaniu ciśnienia w przewodzie głównym, co powoduje stopniowe zwiększanie siły hamowania. Natomiast odhamowanie może być jedno- lub wielostopniowe. Zależy to od budowy zaworu

rozrządczego i związanego z tym sposobu jego działania w czasie odhamowywania.

W hamulcu jednostopniowym nie można regulować ciśnienia w cylindrze hamulcowym w okresie odhamowywania. Po odhamowaniu ciśnienie w cylindrze spada do zera i hamowanie zostaje przerwane (rys. 118a). W hamulcu wielostopniowym można stopniować siłę hamowania przez wielokrotne przerywanie odhamowywania (rys. 118b). Jak widać z rysunku, oba rodzaje hamulców umożliwiają stopniowe hamowanie (schodkowe linie przedstawiające przebieg ciśnienia w cylindrach hamulcowych), natomiast stopniowe odhamowywanie umożliwia tylko hamulec wielostopniowy.

Jeśli po kilkakrotnym zahamowaniu i odhamowaniu nie osiąga się siły hamowania, jaką uzyskano przy pierwszym hamowaniu, to hamulec jest wyczerpalny. Hamulec niewyczerpalny umożliwia wielokrotne powtórzenie hamowania z tą samą siłą hamowania. Ma to ważne znaczenie przy kilkakrotnym hamowaniu i odhamowywaniu podczas jazdy na długich spadkach. W pierwszym przypadku podczas jazdy na dłuższym spadku po wyczerpaniu hamulca nie ma możliwości zatrzymania pociągu, natomiast w drugim przypadku istnieje możliwość — przez wielokrotne hamowanie i odhamowywanie — regulowania prędkości pociągu i jego zatrzymania.

b. Hamulce w pociągach pasażerskich i towarowych

Nowoczesne hamulce są hamulcami jednokomorowymi, tzn. w cylindrze hamulcowym ciśnienie powietrza działa tylko z jednej strony tłoka (w jednej komorze cylindra), wielostopniowymi i niewyczerpalnymi. Jak wiadomo, hamowanie następuje wskutek obniżenia ciśnienia powietrza w przewodzie głównym w wyniku połączenia go z atmosferą. Połączenie to powstaje poprzez zawór maszynisty w lokomotywie, a więc na początku pociągu. Zmniejszenie ciśnienia następuje najpierw w pierwszym wagonie, następnie w drugim, trzecim itd. — aż do końca pociągu.

Zmniejszenie ciśnienia w przewodzie głównym nie jest więc jednocześnie w całym przewodzie, następuje ono stopniowo, wskutek czego lokomotywa i pierwsze wagony zostają zahamowane wcześniej niż końcowe. Różnica w rozpoczęciu hamowania wagonu pierwszego i ostatniego zależy od długości przewodu głównego, a więc długości pociągu, oraz prędkości rozchodzenia się obniżenia ciśnienia, tj. *f a l i h a m o w a n i a*, wzdłuż przewodu głównego.

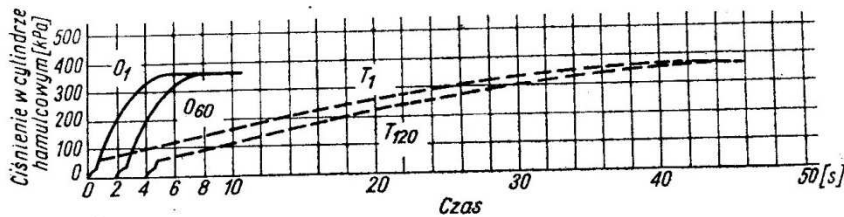
Wskutek różnicy w czasie rozpoczęcia hamowania poszczególnych wagonów występują szarpnięcia w pociągu, spowodowane nabieganiem tylnych wagonów, jeszcze nie hamowanych, na już zahamowane przednie wagony, od których są odrzucane siłą zderzaków. Wielkość sił wzdłużnych w pociągu jest znaczna i może spowodować rozerwanie pociągu lub

też, przy niekorzystnym rozmieszczeniu wagonów (np. wagon dwuosiowy próżny pomiędzy wagonami ładownymi), wykolejenie pociągu.

Dlatego też w budowie hamulców pociągowych dąży się do zwiększenia prędkości fali hamowania, która w starszych typach hamulców wynosi 115 do 180 m/s, a w nowszych — 260 do 280 m/s. Nawet przy stosunkowo dużych prędkościach fali hamowania w pociągach pasażerskich, długości np. 300 m, ostatni wagon zostanie zahamowany o 1—2 s później niż pierwszy wagon, a w pociągu towarowym długości 750 m — o 3—4 s.

Nabieganie wagonów i szarpnięcia w pociągu wystąpiłyby także, i to w bardzo dużym stopniu, gdyby całkowite zahamowanie nastąpiło natychmiast po uruchomieniu hamulca. Aby temu zapobiec, hamulce są tak konstruowane, że wzrost ciśnienia w cylindrze hamulcowym następuje stopniowo, i to zależnie od długości pociągu. W pociągach pasażerskich czas ten jest krótszy, a w pociągach towarowych — dłuższy.

Przebieg hamowania w pociągu pasażerskim i towarowym przedstawiony jest przykładowo na rysunku 119. Z przebiegu krzywych widać, że pełne ciśnienie 360 kPa w cylindrze hamulcowym pierwszego wagonu pociągu pasażerskiego uzyskuje się w przeciągu 4 s od chwili zahamowania, tj. przestawienia zaworu maszynisty w położenie hamowania. Rozpoczęcie hamowania w ostatnim wagonie (zależne od prędkości fali hamowania w przewodzie głównym) następuje po 2 s od roz-



Rys. 119. Przebieg ciśnienia w cylindrze hamulcowym w pociągu osobowym o 60 osiach i towarowym o 120 osiach

O₁ — przebieg ciśnienia w pierwszym wagonie pociągu pasażerskiego, O₆₀ — przebieg ciśnienia w ostatnim wagonie pociągu pasażerskiego, T₁ — przebieg ciśnienia w pierwszym wagonie pociągu towarowego, T₁₂₀ — przebieg ciśnienia w ostatnim wagonie pociągu towarowego

poczęcia hamowania pociągu. W tym momencie ciśnienie w cylindrze hamulcowym pierwszego wagonu wynosi 200 kPa, tzn. że pierwszy wagon jest hamowany tylko nieco więcej niż połową całkowitej siły hamowania.

Analogicznie, choć nieco dłużej, trwa proces hamowania w pociągu towarowym. Czas napełnienia cylindra hamulcowego pierwszego wagonu trwa około 40 s, a rozpoczęcie hamowania ostatniego wagonu następuje po upływie 4 s. W chwili rozpoczęcia hamowania ostatniego wagonu w pociągu pierwszy wagon jest hamowany tylko mniej niż jedną trzecią

całkowitej siły hamowania (ciśnienie w cylindrze hamulcowym wynosi około 100 kPa).

Dzięki wydłużeniu w czasie przebiegu napełniania cylindrów hamulcowych w pociągach pasażerskich i towarowych, w chwili rozpoczęcia hamowania ostatniego wagonu pierwszy wagon nie jest jeszcze hamowany całkowitą siłą. Zmniejsza to znacznie siły powstające wskutek nabiegania ostatnich wagonów pociągu na pierwsze wagony, co ma szczególnie ważne znaczenie w pociągach towarowych z uwagi na dużą ich masę i inny niż w pociągach pasażerskich sposób sprzęgnięcia wagonów. Występujące jeszcze siły (szarpnięcia) w pociągu przejmowane są przez urządzenia ciąglowe i zderzne.

Od prędkości fali hamowania w przewodzie głównym zależy nie tylko proces hamowania, lecz także proces odhamowania. W chwili gdy pierwszy wagon jest już odhamowany, ostatni wagon jest jeszcze całkowicie zahamowany, co powoduje również szarpnięcia w pociągu, wywołane tym razem zbyt gwałtownym spadkiem ciśnienia w cylindrach hamulcowych. Aby temu zapobiec, hamulec jest tak zbudowany, że spadek ciśnienia w cylindrach hamulcowych następuje stopniowo, a nie nagle.

Tak więc pod względem hamowania stawiane są hamulcom w pociągach pasażerskich i towarowych inne wymagania. Wymagania te, ustalone w warunkach UIC i OSZD, są następujące:

- czas napełniania cylindra hamulcowego przy hamowaniu pełnym do ciśnienia 400 kPa w pociągach pasażerskich wynosi 3 do 5 s, a w pociągach towarowych — 20 do 28 s;
- czas odhamowania pełnego — odpowiednio 15 do 20 s oraz 45 do 60 s.

c. Zmiana hamowności

W podrozdziale 2 podano, że w celu uniknięcia zakleszczenia kół największa intensywność hamowania δ może wynosić 65 do 80%. Intensywność hamowania, jak wiemy, jest zależna od nacisku klocków hamulcowych na koła i masy wagonu wraz z zestawami. Siła dociskająca klocki do kół pojazdu przy pełnym ciśnieniu powietrza w cylindrze i określonym przelozieniu przekładni danego hamulca ma wartość stałą, zmienna jest natomiast masa wagonu. Jeśli np. masa próżnego wagonu towarowego wynosi 10 ton, a nacisk na szyny 100 kN, to masa wagonu ładownego może wynieść np. $10 + 20 = 30$ ton, czyli nacisk kół na szyny wyniesie 300 kN. Intensywność hamowania wagonu próżnego i ładownego przy stałej sile hamowania równej np. 80 kN będzie także różna i wyniesie w przypadku:

$$\text{wagonu próżnego } \delta = \frac{80}{100} \cdot 100 = 80\%,$$

$$\text{wagonu ładownego } \delta = \frac{80}{300} \cdot 100 = 26,7\%$$

Efekt hamowania wagonu ładownego byłby więc niewielki w stosunku do jego masy.

Zmiana masy występuje także w wagonach osobowych (np. masa wagonu pustego wynosi 36 ton, a wraz z podróżnymi — około 40 ton), jednak zmiana ta nie ma tak dużego wpływu na intensywność hamowania, jak w wagonach towarowych.

W celu zwiększenia intensywności hamowania wagonów towarowych stosuje się zmieniacz hamowności SAB „Podróżny—Ładowny”. Urządzenie to, nastawiane ręcznie, pozwala zmienić stosunek przekładni hamulcowej i tym samym zwiększyć siłę nacisku klocków hamulcowych na koła w zależności od masy wagonu. Jeżeli wagon jest załadowany i jego masa brutto przekracza pewną określoną masę, tzw. masę przestawczą, to korbę zmieniacza hamowności ustawia się w położenie „Ładowny”, natomiast gdy nie ma takiego przekroczenia — korbę ustawia się w położenie „Próżny”.

W wagonach o dużej ładowności, np. w wagonach czteroosiowych, zmieniacz hamowności SAB „Próżny—Ładowny” umożliwia dwu-, a nawet trzykrotną zmianę hamowności, zależnie od stopnia załadowania wagonu. Wagony te mają więc dwie lub trzy masy przestawcze.

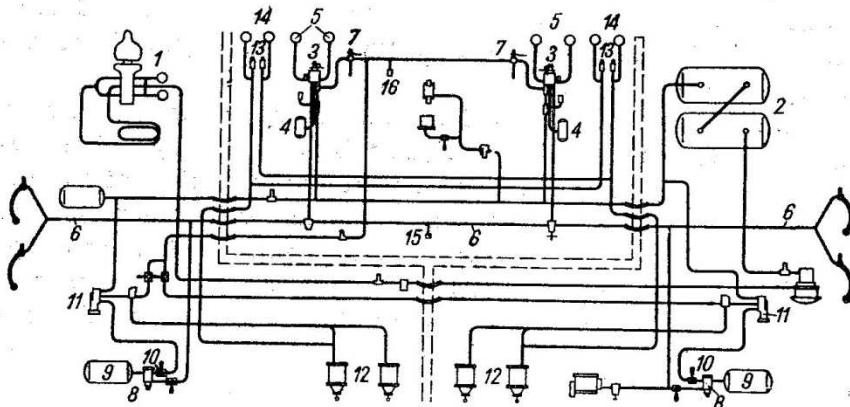
Istnieją także rozwiązania konstrukcyjne hamulców, w których intensywność hamowania jest regulowana samoczynnie, zależnie od masy brutto wagonu ładownego. Rozwiązania takie obowiązują w wagonach towarowych, które mają kursować z prędkością do 120 km/h (wagony oznaczone SS).

4. Urządzenia hamulcowe w pojazdach trakcyjnych

Do urządzeń hamulca powietrznego w pojazdach trakcyjnych (rys. 120) należą następujące zasadnicze części:

- 1) sprężarka dostarczająca do całego układu hamulca powietrza sprężonego o ciśnieniu do 800 kPa, której pracą steruje samoczynnie regulator biegu sprężarki;
- 2) zbiornik główny zawierający zapas powietrza do zasilania układu powietrznego hamulca całego pociągu;
- 3) zawór maszynisty służący do sterowania przebiegiem hamowania i odhamowania oraz urządzenia czuwakowe samoczynnego hamowania;
- 4) regulator ciśnienia, którego zadaniem jest zmniejszanie ciśnienia powietrza dopływającego ze zbiornika głównego do przewodu głównego z 800 do 500 kPa;
- 5) zbiornik wyrównawczy;

- 6) zespół manometrów wskazujących ciśnienie w zbiorniku głównym, przewodzie głównym i cylindrze hamulcowym;
- 7) odłączniacze połączone z cylindrem hamulcowym, służące do zluźniania hamulca;



Rys. 120. Schematyczny układ urządzeń hamulca powietrznego lokomotywy elektrycznej

1 — sprężarka powietrza, 2 — zbiorniki główne powietrza, 3 — zawory maszynisty, 4 — zbiorniki wyrównawcze, 5 — manometry ciśnienia w zbiorniku głównym i przewodzie głównym, 6 — przewód główny z kurkami końcowymi i sprzęgami powietrznymi, 7 — zawory hamulca dodatkowego, 8 — zawory rozrządzące, 9 — zbiorniki pomocnicze, 10 — kurki przestawcze „Osobowy—Towarowy”, 11 — zawory elektropneumatyczne do odłączania cylindra hamulcowego przy użyciu hamulca elektrycznego, 12 — cylindry hamulcowe, 13 — odłączniacze, 14 — manometry ciśnienia w cylindrze hamulcowym, 15 — wyłącznik ciśnienia do odłączania hamulca elektrycznego przy użyciu powietrznego hamulca bezpieczeństwa, 16 — wyłącznik ciśnienia do odłączania hamulca elektrycznego przy użyciu hamulca powietrznego dodatkowego

- 8) zawór rozrządzący;
- 9) zbiornik pomocniczy;
- 10) cylinder hamulcowy, którego tłok jest połączony z przekładnią hamulcową;
- 11) przewód główny z kurkami końcowymi i sprzęgami hamulcowymi.

Lokomotywy wyposażone są w dodatkowy hamulec niesamoczynny, nie łączący się z układem hamulcowym pociągu, umożliwiający hamowanie tylko lokomotywy przez wpuszczenie powietrza sprężonego bezpośrednio ze zbiornika głównego do cylindrów hamulcowych.

W lokomotywach wózkowych i w lokomotywach z dwiema kabinami niektóre urządzenia są podwójne (na obu wózkach lub w obu kabinach).

W lokomotywach elektrycznych znajdują się ponadto odpowiednie urządzenia sterowania hamulcami elektrycznymi.

a. Sprężarka powietrza

Do wytwarzania sprężonego powietrza układu hamulcowego służą sprężarki powietrza.

Wydajność sprężarki powinna zapewniać niezbędną dla hamowania

ilość powietrza oraz napełnianie zbiornika głównego w ciągu 90 s. Stosowane obecnie na lokomotywach sprężarki mają wydajność 1 do 3 m³/min.

W wagonach silnikowych stosuje się sprężarki o mniejszej wydajności, a mianowicie 0,3 do 0,8 m³/min. Sprężarki te — z uwagi na ograniczoną ilość miejsca — mają zwykle bardzo zwartą budowę.

Rozchód powietrza na hamowanie lub nieszczelność przewodu głównego jest pokrywany ze zbiornika głównego, w którym stale powinno panować ciśnienie 800 kPa. Tak więc w przypadku obniżenia się ciśnienia powietrza w zbiorniku głównym sprężarka powinna uzupełnić zapas powietrza, a z chwilą jego uzupełnienia i osiągnięcia wymaganego ciśnienia powinna przestać działać.

Sprężarki powietrza lokomotyw elektrycznych, spalinowych i wagonów silnikowych są zwykle wielocylindrowe dwustopniowe, napędzane oddzielnym silnikiem elektrycznym lub za pomocą przekładni zębatej albo pasowej od wału silnika spalinowego.

Sprężarki powietrza napędzane oddzielnymi silnikami elektrycznymi są sterowane regulatorami biegu, działającymi zależnie od wartości ciśnienia w zbiorniku głównym. Przy spadku ciśnienia silnik zostanie włączony, a po osiągnięciu w zbiorniku głównym ciśnienia 800 kPa silnik zostaje wyłączony. Sprężarki powietrza połączone na stałe z silnikiem spalinowym, pracujące więc stale w czasie biegu silnika, wymagają innego sposobu regulowania, gdyż nie można ich zatrzymać ani odłączyć, gdy ciśnienie w zbiorniku głównym osiągnęło 800 kPa. Do tego służy regulator jałowego biegu, który w zależności od ciśnienia w zbiorniku głównym otwiera lub zamyka zawór biegu jałowego.

Podczas sprężania powietrza, w dolnej części zbiornika głównego skrapla się woda. Aby woda ta nie przedostawała się do przewodu głównego, u dołu zbiornika umieszczone są kurki odwadniające, za pomocą których maszynista powinien przed każdą jazdą lub po dłuższym postoju odwodnić zbiornik. Drugim środkiem zabezpieczającym jest umieszczenie wlotu i wylotu powietrza w górnej części zbiornika.

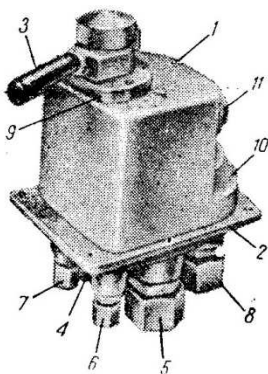
Skrupulatne przestrzeganie tej zasady ma podstawowe znaczenie dla sprawnego działania hamulców, zwłaszcza w okresie zimy, chroni bowiem przed zamarzaniem układu hamulcowego pociągu.

b. Zawór maszynisty

Prowadzenie pociągu, a więc regulowanie jego prędkości, jest podstawowym zadaniem maszynisty, do niego też należy sterowanie przebiegiem hamowania i odhamowania. Do tego celu służy mu **zawór maszynisty**, umieszczony na stanowisku maszynisty w lokomotywie lub w kabinie sterowniczej wagonów silnikowych.

Na pojazdach trakcyjnych PKP stosowane są przede wszystkim zawory maszynisty systemu Oerlikona, na starszych pojazdach używa się również zaworów systemu Knorra i Westinghouse'a.

Zawór maszynisty Oerlikona (rys. 121) składa się z kadłuba zaworu, połączonego przewodami z odpowiednimi urządzeniami hamulcowymi, zawierające urządzenia sterujące oraz rękojeść, którą maszynista w zależności od zamierzonego przebiegu hamowania lub odhamowania ustawia w jedno z następujących położeń: podwójna trakcja, napełnianie, jazda, hamowanie pełne lub hamowanie nagłe.



Rys. 121

Ogólny widok zaworu maszynisty Oerlikona (FV4a)

1 — zawór maszynisty, 2 — podstawa, 3 — rękojeść zaworu;
połączenia: 4 — z przewodem głównym, 5 — ze zbiornikiem
głównym, 6 — ze zbiornikiem czasowym, 7 — ze zbiornikiem
rozrządczym, 8 — ze zbiornikiem redukcyjnym,
9 — regulator ciśnienia, 10 — przyrząd przekąźnikowy,
11 — przyrząd nagłego hamowania

W położeniu „podwójna trakcja” należy ustawić rękojeść zaworu podczas jazdy podwójną trakcją. W tym przypadku obsługę hamulca w całym pociągu (łącznie z drugą lokomotywą) przejmuje maszynista pierwszej lokomotywy. Odhamowanie następuje w położeniach „napełnianie” i „jazda”, przy czym w położeniu „napełnianie” następuje uderzeniowe napełnianie przewodu głównego powietrzem o ciśnieniu znacznie przekraczającym 500 kPa (około 700 kPa), aby w ten sposób przyspieszyć napełnianie przewodu głównego długiego pociągu oraz spowodować szybkie odhamowanie. Konstrukcja zaworu zapobiega samoczynnie przeładowaniu przewodu. W położeniu „jazda” napełnianie przewodu głównego jest powolniejsze, przy czym ciśnienie w przewodzie głównym wzrasta tylko nieznacznie ponad ciśnienie normalne.

Hamowanie pociągu następuje przez posunięcie rękojeści zaworu z położenia „jazda” w kierunku położenia „hamowanie pełne”. Pozostawienie rękojeści w pozycji między położeniami „jazda” a „hamowanie pełne” daje odpowiadający tej pozycji stopień hamowania. Przesunięcie rękojeści w kierunku położenia „hamowanie pełne” zwiększa stopień hamowania aż do osiągnięcia hamowania pełnego, odpowiadającego temu położeniu. Przesunięcie rękojeści w przeciwnym kierunku zmniejsza stopień hamowania, oznacza więc stopniowe odhamowywanie. Przełożenie rękojeści i ustawienie jej w odpowiednim położeniu hamowania daje więc

żądany wynik hamowania, który zmienia się dopiero po przestawieniu rękojeści w inne położenie.

Odhamowanie stopniowe, jak już wspomniano, otrzymuje się przez przestawienie rękojeści zaworu maszynisty w położenie odpowiadające mniejszemu stopniowi hamowania, dzięki czemu stopniowe odhamowywanie następuje samoczynnie. Przesławienie rękojeści zaworu w położenie „hamowanie nagłe” wdraża bardzo szybko przebieg hamowania, powodując jednocześnie największą siłę hamowania.

W podobny sposób działa nowoczesny zawór maszynisty Knorra D2.

W porównaniu z zaworami maszynisty starszej budowy nowoczesny zawór maszynisty Oerlikona (a także Knorra D2) znacznie ułatwia sterowanie przebiegami hamowania i odhamowania, gdyż wiele czynności odbywa się samoczynnie.

Zawory maszynisty hamulca dodatkowego mają znacznie prostszą budowę. Położenia rękojeści mogą być następujące: odhamowanie, odcięcie, hamowanie.

c. Urządzenia czuwakowe i samoczynnego hamowania pociągów

Urządzenia te mają na celu samoczynne zatrzymanie pociągu wówczas, gdy maszynista prowadzący pociąg nie zareaguje w porę na sygnały ostrzegawcze dawane przez te urządzenia lub minie semafor wskazujący sygnał „Stój”. Do pierwszego celu służą urządzenia czuwakowe, do drugiego zaś — urządzenia samoczynnego hamowania pociągu.

Urządzenia czuwakowe pracują w zależności od czasu lub przebytej drogi.

W urządzeniu czuwakowym pracującym w zależności od czasu maszynista kontrolowany jest w ten sposób, że musi on naciskać stale lub w krótkich odstępach czasu przycisk kontrolny elektrycznego obwodu sterowniczego urządzenia czuwakowego. Przycisk ten może być oddzielny lub też wbudowany w nastawnik jazdy. Dopóki maszynista naciska przycisk kontrolny, dopóty obwód elektryczny pozostaje bez prądu i urządzenie samoczynnego hamowania jest wyłączone. W przypadku zasłabnięcia lub nieuwagi, kiedy przycisk zostaje zwolniony, następuje zamknięcie obwodu elektrycznego i specjalny elektromagnes zaworu urządzenia czuwakowego powoduje połączenie przewodu głównego hamulca z atmosferą, a więc spadek ciśnienia w przewodzie głównym i zahamowanie pociągu. Jednocześnie odłączony zostaje napęd pojazdu trakcyjnego.

Rozpoczęcie hamowania następuje jednak dopiero po upływie 4 do 6 s od chwili zwolnienia przycisku kontrolnego. Jeśli przed upływem tego czasu maszynista ponownie naciśnie przycisk kontrolny, to przebieg hamowania nie zostanie wdrożony. Jeśli zaś hamowanie zostało już

rozpoczęte, to naciśnięcie przycisku powoduje przerwanie przebiegu hamowania i odhamowanie pociągu.

Urządzenie czuwakowe pracujące w zależności od przebytej drogi działa na tej zasadzie, że mechanizm specjalnej skrzynki umieszczonej na podwoziu lokomotywy, napędzany za pomocą wału przegubowego od osi lokomotywy, uruchamia ostrzegawczy sygnał dźwiękowy, a następnie wdraża hamowanie, jeśli maszynista podczas jazdy na pewnym ustalonym odcinku drogi przebiegu nie reagował, to znaczy nie nacisnął przycisku kontrolnego. Nowsze urządzenia tego typu (np. Oerlikona) są tak zbudowane, że urządzenie reaguje nie tylko na działanie przycisku kontrolnego, lecz także nastawnika jazdy lub zaworu maszynisty. Jeśli więc w czasie jazdy na określonej długości drogi przebiegu maszynista przedstawiał nastawnik jazdy, uruchomił zawór maszynisty lub nacisnął przycisk kontrolny, to mechanizm zostaje wprowadzony w położenie początkowe.

Opisane urządzenia samoczynnie kontrolują maszynistę i są nieodzowne w przypadku, gdy obsługę lokomotywy stanowi tylko sam maszynista (bez młodszego maszynisty). Urządzenia te jednak nie zapobiegają przeoczeniu przez maszynistę sygnału „Stój” i przejechaniu pociągu poza ten semafor, co może spowodować wypadek kolejowy (np. najechanie na koniec pociągu osłanianego przez semafor wskazujący sygnał „Stój”). Do tego celu służą urządzenia samoczynnego hamowania pociągów, działające na zasadzie indukcji.

Urządzenie składa się z elektromagnesu umieszczonego na lokomotywie, wytwarzającego pole magnetyczne, i elektromagnesów zainstalowanych obok torów w określonych miejscach, przede wszystkim obok tarcz ostrzegawczych. Elektromagnesy te mogą być sprzężone z tarczą ostrzegawczą bądź też działają bez takiego uzależnienia. Wskutek oddziaływania na siebie elektromagnesu na lokomotywie i elektromagnesu torowego zaczyna działać urządzenie w kabinie maszynisty, informujące go o zbliżaniu się do semafora. Jeśli maszynista w ciągu 6 s nie nacisnie dźwigni czujności, to zostaje włączone samoczynnie hamowanie nagłe pociągu. Jeśli maszynista uruchomi odpowiedni przycisk, to samoczynne zahamowanie nie nastąpi i maszynista może sam sterować przebiegiem hamowania.

Urządzenia te połączone są zwykle z urządzeniami kontroli prędkości, które mają na celu sprawdzenie, czy między sygnałem ostrzegawczym a określonym miejscem przed semaforem nastąpiło dostatecznie duże zmniejszenie prędkości pociągu, zapewniające jego zatrzymanie przed semaforem. Jeśli zmniejszenie prędkości jest zbyt małe, następuje samoczynne wdrożenie hamowania nagłego.

Omówione urządzenia stosowane są przeważnie na liniach głównych, na których pociągi kursują z dużą prędkością. Przepisy niektórych zarządów kolejowych nakazują np. stosowanie urządzeń samoczynnego ha-

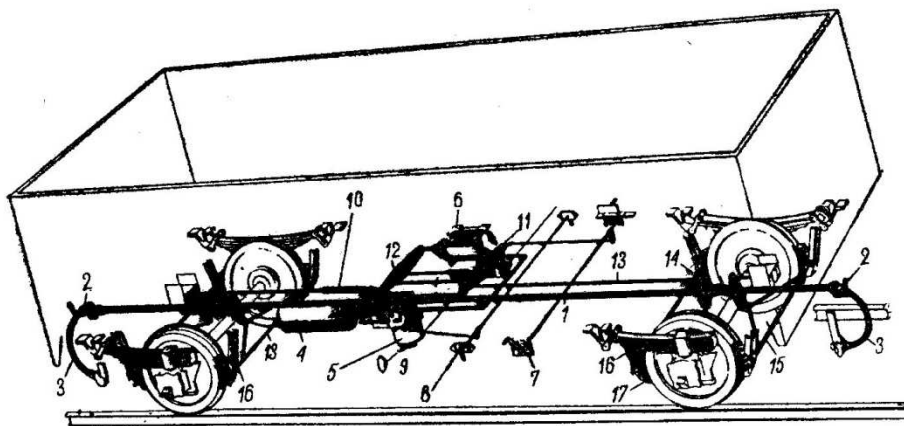
mowania pociągów na wszystkich liniach, na których prędkość pociągów przekracza 100 km/h.

Wymienione poprzednio urządzenia (sprężarka, zawór maszynisty, urządzenia czuwakowe i samoczynnego hamowania) są urządzeniami znajdującymi się wyłącznie w pojazdach trakcyjnych. Pozostałe urządzenia hamulcowe w lokomotywach są podobne do urządzeń na wagonach.

5. Urządzenia hamulcowe na wagonach

Układ urządzeń hamulca na przykładzie hamulca Knorra—KE na wagonie towarowym pokazano schematycznie na rysunku 122. Na urządzenie to — podobnie jak w innych nowoczesnych hamulcach, np. Oerlikona, Westinghouse'a E2 i Dako, odpowiadających warunkom międzynarodowym — składają się:

- 1) przewód główny 1 wraz z kurkami końcowymi 2 i sprzęgami hamulcowymi 3;
- 2) zbiornik pomocniczy 4;
- 3) zawór rozrządczy 5 i inne urządzenia sterujące procesem hamowania;
- 4) cylinder hamulcowy 6, którego trzon tłoka jest połączony z przekładnią hamulcową;
- 5) zmieniacz hamowności „Próżny—Ładowny” 7, umożliwiający zmianę stosunku przełożenia przekładni w zależności od masy brutto wagonu ładownego;
- 6) kurek wyłączający 8, umożliwiający wyłączenie całego urządzenia hamulcowego wagonu z układu hamulcowego pociągu; wagon staje się w tym przypadku wagonem bez czynnego hamulca;



Rys. 122. Układ schematyczny urządzeń hamulcowych na wagonie towarowym (na przykładzie hamulca Knorra—KE)

- 7) odłużniacz 9;
- 8) samoczynny nastawiacz klocków 10, regulujący luz między klockiem hamulcowym a kołem wagonu;
- 9) przekładnia składająca się z dźwigni przycylindrowych 11 i 12, ciągła 13, dźwigni 14 i trójkątów hamulcowych 15;
- 10) wieszaki 16 wraz z klockami hamulcowymi 17;
- 11) hamulec bezpieczeństwa.

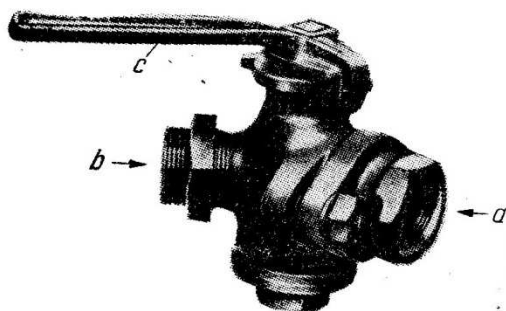
Układ urządzeń hamulcowych wagonów z własnym napędem (spalinowych wagonów silnikowych) jest zbliżony do układu urządzeń hamulcowych lokomotyw spalinowych lub elektrycznych, gdyż wagony te mają sprężarkę powietrza oraz — oprócz przewodu głównego o ciśnieniu powietrza 500 kPa — drugi jeszcze przewód główny o ciśnieniu powietrza 800 kPa, połączony ze zbiornikiem głównym. Przewód ten biegnie aż do kabiny maszynisty wagonu sterowniczego (nie silnikowego) i umożliwia sterowane hamulcem z tej kabiny. Przewód ten łączony jest pomiędzy wagonami oddzielnymi sprzęgami lub — w wagonach ze sprzęgiem samoczynnym — połączenie następuje samoczynnie w głowicy sprzęgu.

Wagony silnikowe mają jeszcze dodatkowy przewód o ciśnieniu powietrza 800 kPa, służący do uruchomienia piasecznicy i sygnałów dźwiękowych.

a. Przewód główny

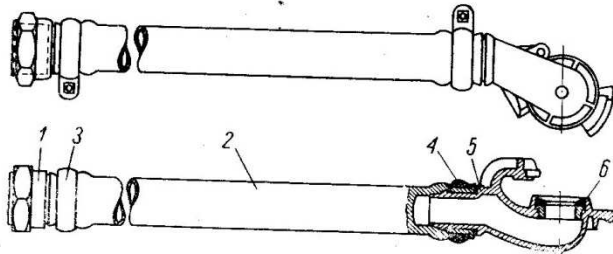
Przewód główny stanowi rura stalowa umieszczona pod wagonem. Na końcach wagonu przewód jest zakończony kurkiem końcowym (rys. 123) i sprzęgiem hamulcowym (rys. 124). Połączenie przewodów głównych między wagonami pokazano na rysunku 125.

Kurki końcowe (rys. 123) umożliwiają odcięcie lub otwarcie przewodu głównego. W czasie zamknięcia kurka (rękojeść kurka w położeniu pionowym) następuje otwarcie zaworów odpowietrzających kurków i odpowietrzenie sprzęgów hamulcowych. Gdy więc kurki końcowe są za-

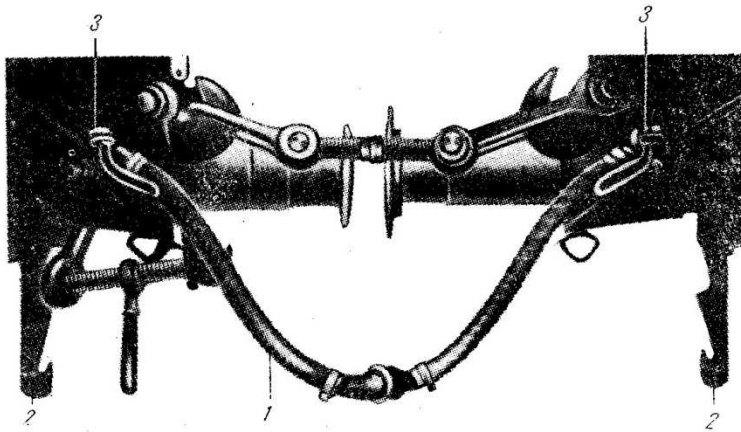


Rys. 123. Kurek końcowy
 a — przewód główny,
 b — sprzęg hamulcowy,
 c — rękojeść kurka

mknięte, sprzęgi hamulcowe mogą być bez trudności i bez niebezpieczeństwa dla obsługi rozłączone, gdyż nie znajdują się pod ciśnieniem. Otwarcie kurka końcowego następuje przez przełożenie rękojeści kurka z czopem stożkowym w położenie poziome, a kurka z czopem kulistym — w położenie skośne w dół.



Rys. 124
Sprzęg hamulcowy



Rys. 125. Połączenie przewodów głównych między wagonami
1 — sprzęg hamulcowy, 2 — wspornik sprzęgu, 3 — kurki końcowe (w położeniu otwarcia)

Sprzęg hamulcowy (rys. 124) składa się z króćca 1 nakręconego na kurek końcowy, z węża gumowego 2 i główki sprzęgu 5. Wąż, nałożony jednym końcem na króciec, drugim — na główkę sprzęgu, jest umocowany opaskami 3 i 4. Uszczelnienie stanowią pierścienie gumowe 6 znajdujące się w główkach. Połączenie sprzęgów hamulcowych polega na nałożeniu obu główek na siebie (pierścieniami uszczelniającymi do siebie) i obróceniu ich w położenie poziome. Odpowiednie ukształtowanie główek powoduje wskutek obrotu dociśnięcie główek i uszczelek. Pierścienie gumowe są tak ukształtowane, że ciśnienie powietrza w sprzęgu powoduje dodatkowe ich uszczelnienie.

W miejscach odgałęzienia od przewodu głównego do zaworu rozrządczego znajdują się odpylacze, których zadaniem jest oczyszczanie powietrza dopływającego do zaworu rozrządczego.

Łączenia i rozłączania sprzęgów hamulcowych oraz otwierania lub zamykania kurków powietrznych dokonują pracownicy stacji łączących sprzęgi śrubowe, przy czym do wykonywania tych czynności niezbędne jest wejście pracownika pomiędzy wagony i ich zderzaki. Praca ta jest uciążliwa i niebezpieczna. Dlatego nowoczesny sprzęg samoczynny, który będzie wprowadzony na kolejach europejskich, ma urządzenie łączące i ryglujące samoczynnie łączy przewody powietrznych, przy czym rękojeści kurków powietrznych umieszczone są z boku wagonu.

Przewód główny, kurki końcowe, sprzęgi hamulcowe, łączy powietrzne w głowicach sprzęgów samoczynnych i odpylacze stanowią ważną część urządzenia hamulcowego i od należytego ich stanu i utrzymania zależy w dużym stopniu prawidłowe działanie hamulców w całym pociągu. Urządzenia te powinny przede wszystkim zapewniać należyty przepływ powietrza i szczelność. Bardzo ważne jest więc zapobiegnięcie przedostawaniu się do przewodu głównego jakichkolwiek zanieczyszczeń, jak wody, wilgoci, śniegu, piasku itp. Rozłączone sprzęgi hamulcowe nie mogą więc zwisać nie zabezpieczone, lecz powinny być zawieszane na wspornikach.

Wilgoć w przewodzie głównym oraz śnieg dostający się do przewodu wskutek niezawieszenia sprzęgu na wsporniku są przyczynami zamarzania przewodu głównego, w wyniku czego zawodzi hamulec i może nastąpić wypadek. Wilgoć gromadzącą się w przewodzie należy zatem usuwać przez przedmuchiwanie przewodu powietrzem.

Dużą uwagę należy zwracać na stan kurków końcowych, a zwłaszcza, czy w czasie ich otwarcia następuje swobodny przepływ powietrza, oraz na stan uszczelek w główkach sprzęgów. Uszkodzone uszczelki nie zapewniają szczelności przewodu głównego, powodują duże straty powietrza i mogą być przyczyną samoczynnego hamowania pociągu lub braku powietrza w zbiornikach pomocniczych, a więc nieprawidłowego działania hamulca. Uszczelki uszkodzone lub ich części mogą być porwane przez powietrze do przewodu głównego bądź kurka końcowego i spowodować zatkanie przepływu powietrza, a więc także niedziałanie hamulca.

b. Zawór rozrządczy i inne urządzenia na wagonie sterujące procesem hamowania

Zawór rozrządczy jest podstawowym urządzeniem sterującym przebiegiem hamowania i odhamowywania wagonów. Stanowi on element łączący przewód główny, zbiornik pomocniczy, cylinder hamulcowy i atmosferę.

Na PKP wprowadzony jest od 1960 r. nowoczesny hamulec systemu Oerlikona o dużej prędkości fali hamowania, wynoszącej około 280 m/s, umożliwiający stopniowe hamowanie i odhamowywanie. W ha-

mulec ten wyposażone jest około trzy czwarte taboru PKP. Pozostały tabor jest wyposażony w hamulec Westinghose'a i starsze systemy Knorra.

W hamulcu Oerlikona stosowane są następujące typy zaworów rozrządnych:

- 1) zawór ESt4d przeznaczony wyłącznie do pociągów pasażerskich o prędkości 100 do 110 km/h;
- 2) zawór ESt4d(R) do pociągów pośpiesznych o dużej prędkości, różniący się od zaworu ESt4d tym, że dodano przystawkę R zmieniającą samoczynnie siłę hamowania zależnie od prędkości pociągu; przy prędkości powyżej 60 km/h intensywność hamowania wynosi około 160%, przy prędkościach poniżej 60 km/h — około 85%;
- 3) zawór z dodatkowym kurkiem przestawczym „Towarowy—Osobowy”, przeznaczony do wagonów kursujących w pociągach towarowych i pasażerskich (typ ESt3e oraz ESt3d); kurek przestawczy „Towarowy—Osobowy” w zależności od jego nastawienia przedłuża lub skracza przebieg hamowania i odhamowywania;
- 4) typ zaworu, jak wymieniony w punkcie 3), z dodaniem zmieniacza hamowności AL2, regulującego samoczynnie siłę hamowania wagonu towarowego odpowiednio do stopnia załadowania (masy) wagonu.

Przepisy międzynarodowe wymagają, aby wagony towarowe włączane do pociągów o prędkości 100 do 120 km/h i oznaczone znakiem SS miały urządzenia dostosowujące samoczynnie intensywność hamowania do rzeczywistej masy wagonu; warunek ten spełnia zmieniacz hamowności AL2.

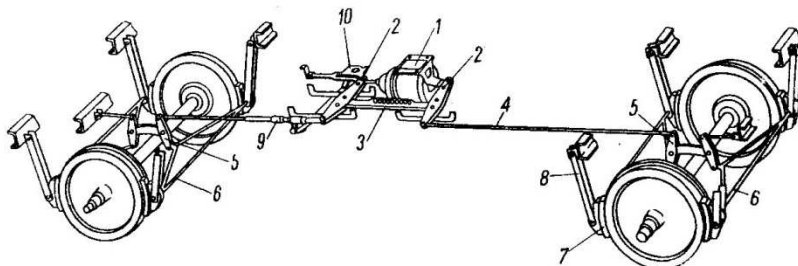
W wagonie całkowicie załadowanym uzyskuje się największe ciśnienie powietrza w cylindrze hamulcowym. Jeśli wagon jest mniej załadowany, mniejszy jest dopływ powietrza i mniejsze jest ciśnienie w cylindrze hamulcowym, wskutek czego zmniejsza się także intensywność hamowania.

Oprócz zaworów rozrządnych i wymienionych urządzeń sterujących, nowoczesne hamulce mają także inne jeszcze urządzenia, usprawniające proces hamowania i odhamowywania. Należą do nich urządzenia przeciwoślizgowe, zapobiegające zakleszczaniu się kół podczas hamowania, urządzenia samoczynnego luzowania hamulca, urządzenia przyspieszające działanie hamulca (przestawianie w położenie „Towarowy—Osobowy—Pospieszny”).

c. Przekładnia

Hamowanie wagonów następuje wskutek obniżenia ciśnienia w przewodzie głównym, co powoduje zadziałanie zaworów rozrządnych i dopływ sprężonego powietrza ze zbiorników pomocniczych do cylindrów hamulcowych. Siła działająca na tłok cylindra hamulcowego 1, wynika-

- jąca ze średnicy cylindra i ciśnienia w cylindrze (największe ciśnienie 380 kPa), jest przenoszona poprzez przekładnię i klocki hamulcowe na obręcze kół (rys. 126).

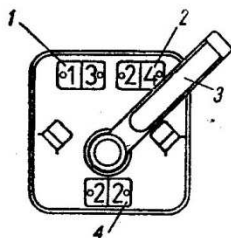


Rys. 126. Przekładnia hamulcowa w wagonie dwuosiowym

Siła tłoka działa na dźwignie przycylindrowe 2 połączone łącznikiem 3, skąd przenoszona jest na cięgło 4 i dźwignie pionowe 5; dźwignie te i ich łączniki rozdzielają siły na pręty poprzeczne 6, które przenoszą je na klocki hamulcowe 7, przymocowane do wieszaków 8. Jak wspomniano poprzednio, do przekładni hamulcowej dołączony jest mechaniczny zmieniacz hamowności „Próżny—Ładowny”. W jedno cięgło przekładni wbudowany jest nastawiacz klocków hamulcowych 9, sterowany mechanizmem 10.

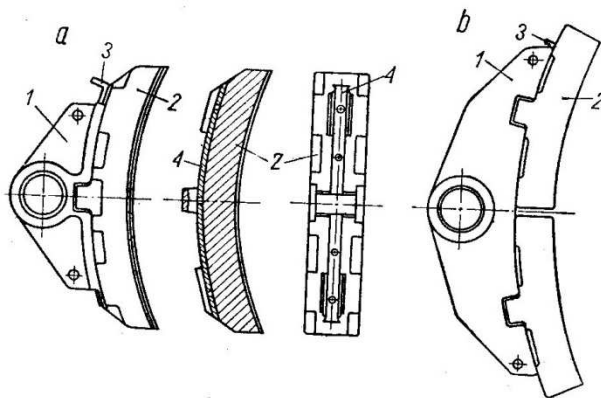
W poprzednim podrozdziale wspomnieliśmy o samoczynnym zmieniaczu intensywności hamowania, działającym na zasadzie zmiany ciśnienia powietrza w cylindrze hamulcowym zależnie od stopnia załadowania wagonu, w który to zmieniacz muszą być wyposażone wagony kursujące w pociągach o prędkości ponad 100 km/h. Wagony towarowe, które nie mają zmieniacza hamowności, muszą być wyposażone w urządzenia przestawcze „Próżny—Ładowny”, obsługiwane ręcznie. Urządzenia te działają na zasadzie zmiany położenia przekładni przycylindrowej i są uruchamiane z boku wagonu odpowiednią dźwignią (rys. 127), przy czym intensywność hamowania zmienia się zależnie od obciążenia wagonu.

Na tablicy podano trzy liczby, z których dolna, u nasady dźwigni, oznacza masę przestawczą (w naszym przykładzie 22 tony). Jeśli masa wagonu ładownego równa się masie przestawczej, to dźwignię ustawia



Rys. 127
Urządzenie do przestawiania
korby zmieniacza hamowności

się w prawo (położenie „Ładowny”) i masa hamująca wagonu jest równa liczbie ton podanej w górnym prawym rogu tablicy (w naszym przykładzie 24 tony). Jeśli masa wagonu jest mniejsza od masy przestawczej, dźwignię ustawia się w lewo (położenie „Próżny”) i masa hamująca wagonu jest równa liczbie w górnym lewym rogu tablicy (w naszym przykładzie 13 ton). Wartości mas hamujących wagonów są niezbędne do obliczania masy hamującej pociągu.



Rys. 128

Kłoczek hamulcowy

a — klocek jednowstawkowy,

b — klocek dwuwstawkowy

1 — obsada, 2 — wstawka,

3 — klin, 4 — wtopka

Kłocki hamulcowe (rys. 128) wykonywane są jako dwudzielne i składają się z obsady klocka i wstawki, połączonych klinem. Obsady klocka wykonywane są ze stali, a wstawki klocka — z żeliwa odpornego na ścieranie. W wyniku wielokrotnego hamowania wstawki ścierają się i po dojściu do określonej, najmniejszej dopuszczalnej grubości podlegają wymianie na nowe. Wstawki z klocków powinny być możliwie długie, gdyż mniejsze jest wtedy ich zużycie i lepszy uzyskuje się współczynnik tarcia między klockiem a kołem.

Kłocki hamulcowe zawieszane są na sworzniach wieszaków i ustawiane w wymagane położenie odpowiednimi sprężynami.

Ostatnio stosowane są w coraz szerszym zakresie kłocki hamulcowe z tworzyw sztucznych, które mają tę zaletę, że współczynnik tarcia pomiędzy klockiem a kołem przebiega znacznie korzystniej aniżeli współczynnik tarcia przy zastosowaniu klocków żeliwnych, a ponadto kłocki te są bardziej odporne na ścieranie.

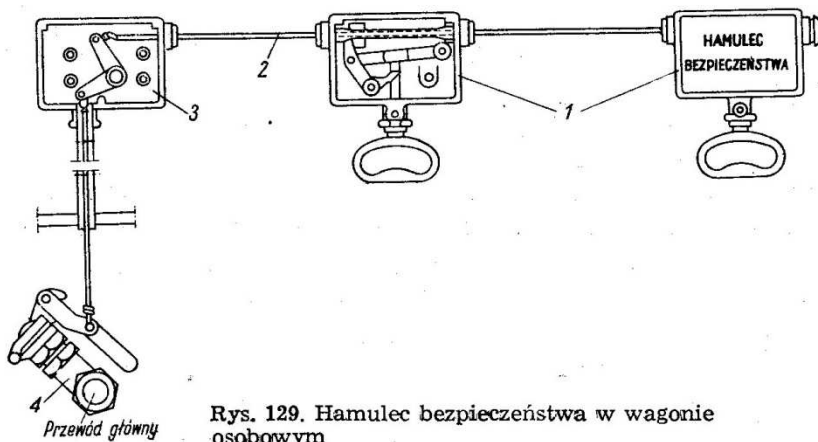
W miarę zużywania się klocków hamulcowych powstają luzy między nimi a obręczami kół, co zmniejsza intensywność hamowania. Luzy te powiększają się wskutek ścierania się wstawek klocków i samej obręczy, a stają się zbyt małe po wymianie wstawki zużytej na nową. Do samoczynnego regulowania tych luzów służy wbudowany w przekładnię hamulcową nastawiacz klocków hamulcowych, sterowany specjalnym mechanizmem. Mechanizm ten jednym końcem jest zawie-

szony na poprzecznicy ostoi wagonu, a drugim łączy się z trzonem tłoka cylindra hamulcowego.

Na PKP stosuje się wyłącznie nastawiacz klocków hamulcowych typu SAB. Reguluje on samoczynnie nie tylko luz między klockami hamulcowymi i kołami, ale także część skoku tłoka hamulcowego, odpowiadającą luzom w przekładni hamulcowej. Nastawiacz klocków SAB składa się w zasadzie z wrzeciona, nakrętki regulacyjnej, sprzęgła ciernego oraz korby i czopa nastawiacza.

d. Hamulec bezpieczeństwa w wagonach osobowych i towarowych

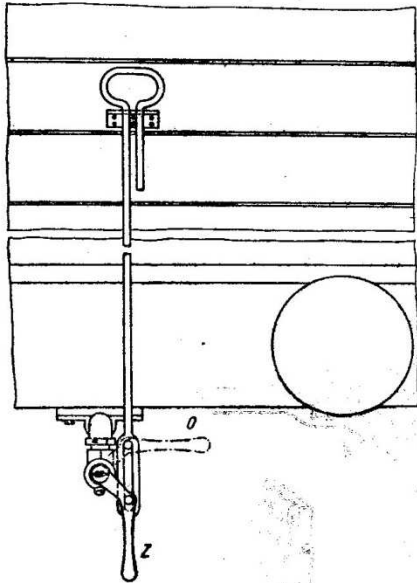
Wiemy, że zahamowanie pociągu uzyskuje się przez obniżenie ciśnienia w przewodzie głównym. Tę właściwość hamulca powietrznego wykorzystuje się w hamulcu bezpieczeństwa. W wagonach osobowych składa się on ze skrzynek hamulca bezpieczeństwa 1 znajdujących się w każdym przedziale wagonu oraz na korytarzach, linki 2 przebiegającej wzdłuż całego wagonu i zaworu 4 umieszczonego na przewodzie głównym. Dźwignia kątowna 3 umożliwia zmianę kierunku linki (rys. 129). W przypadku niebezpieczeństwa pasażer lub konduktor przez pociągnięcie w dół rękojeści powoduje otwarcie zaworu, a tym samym nagłe zahamowanie pociągu, gdyż ciśnienie w przewodzie głównym hamulca momentalnie spada.



Rys. 129. Hamulec bezpieczeństwa w wagonie osobowym

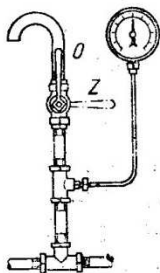
Rękojeść hamulca jest zabezpieczona sznurkiem lub drucikiem i plombą. Zerwanie plombi umożliwia konduktorowi sprawdzenie, w którym przedziale nastąpiło zerwanie hamulca bezpieczeństwa. Zamknięcie zaworu bezpieczeństwa może być dokonane jedynie przez obsługę pociągu po otwarciu szafki, znajdującej się w jednym z końców wagonu.

Kurek bezpieczeństwa w wagonach towarowych mających budkę hamulcową pokazano na rysunku 130. Kurek uruchamiany jest za pomocą dźwigni przez pociągnięcie go w górę. Rękojeść kurka może być przestawiona w położenie zamknięcia wyłącznie z ziemi, gdyż wycięcie podłużne w dźwigni uniemożliwia przestawienie rękojeści z pomostu budki hamulcowej.



Rys. 130
Kurek hamulcowy w wagonie towarowym z budką hamulcową
O — otwarty, Z — zamknięty

W wagonie bagażowym kierownik pociągu może także zahamować pociąg przez otwarcie kurka hamulcowego (rys. 131) umieszczonego na odgałęzieniu przewodu głównego. Do odgałęzienia włączony jest manometr wskazujący ciśnienie w przewodzie głównym, co umożliwia kierownikowi pociągu obserwowanie przebiegu sterowania hamulcami przez maszynistę.

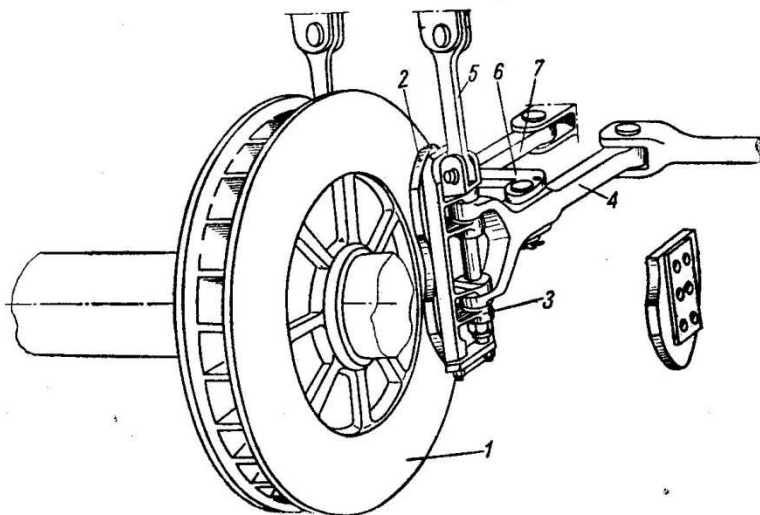


Rys. 131
Kurek hamulcowy w wagonie bagażowym
O — otwarty, Z — zamknięty

6. Inne rodzaje hamulców

a. Hamulec tarczowy

Hamulec klockowy, jak wiemy, ma tę wadę, że bez dodatkowych urządzeń uniemożliwia pełne wykorzystanie siły tarcia z uwagi na zmienną wartość współczynnika tarcia między klockiem hamulcowym a obręczą koła i obawę zakleszczenia kół przy mniejszych prędkościach pociągów. Lepsze wykorzystanie siły tarcia umożliwiają hamulce tarczowe, w których zamiast klocków żeliwnych używa się okładzin ciernych o współczynniku tarcia niezależnym od prędkości jazdy. Współczynnik tarcia okładzin ciernych jest wyższy niż współczynnik tarcia klocków żeliwnych; dlatego też intensywność hamowania może być mniejsza i wynosi około 30 do 35%. Hamulców tych używa się w pojazdach o bardzo dużych prędkościach.



Rys. 132. Hamulec tarczowy (tarcza hamulca umieszczona na osi zestawu między kołami)

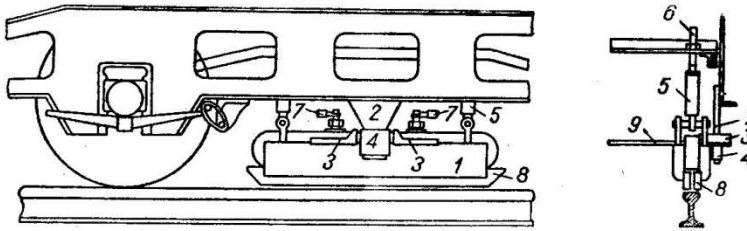
Z uwagi na miejsce umieszczenia tarczy hamulcowej stosowane bywają dwa rodzaje rozwiązań konstrukcyjnych, a mianowicie tarcze umieszczone na kołach zestawu kołowego lub tarcza umieszczona na osi między kołami. Używa się również hamulca, w którym tarcza zastąpiona jest bębniem umieszczonym między czopem a kołem.

Hamulec tarczowy, w którym tarcza umieszczona jest na osi zestawu między kołami, pokazano na rysunku 132. Tarcza hamulcowa 1 jest wykonana z dwu pierścieni stalowych połączonych z piastą ramionami, a między sobą żebrami — w celu polepszenia przepływu powietrza i chłodzenia tarczy. Okładziny cierne 2 umieszczone są w oprawach 3

zawieszonych na wieszakach 5. Siła hamująca przenoszona jest za pomocą dźwigni hamulcowej 4 i łącznika 6 oraz dźwigni pomocniczej 7, przymocowanej jednym końcem do ostoi pojazdu.

b. Hamulec szynowy

W celu uzyskania bardzo krótkich dróg hamowania stosowane są elektromagnetyczne hamulce szynowe (rys. 133). Mogą one być uruchomione bądź same, bądź też wspólnie z hamulcem powietrznym. Dzięki możliwości uzyskania dużych sił hamowania hamulce te stosowane są w pojazdach o bardzo dużych prędkościach lub też w lekkich pojazdach



Rys. 133. Elektromagnetyczny hamulec szynowy

1 — elektromagnes, 2 i 3 — ramiona do pionowego prowadzenia elektromagnesów, 4 — tuleja antymagnetyczna, 5 — sprężyny podwieszenia, 6 — sworznie nastawcze, 7 — zaciski prądowe, 8 — łożyski wymienne, 9 — drążek

trakcyjnych (np. autobusach szynowych), kursujących na drugorzędnych liniach kolejowych, o dużej liczbie przejazdów nie strzeżonych.

Siłę hamowania w hamulcach szynowych uzyskuje się za pomocą elektromagnesów długości 0,8 do 1,35 m, umieszczonych w wózkach między zestawami kołowymi.

Podczas hamowania nagłego za pomocą zaworu maszynisty zostaje zamknięty elektryczny obwód sterowniczy, powodujący odryglowanie urządzenia podnośnego, opadnięcie elektromagnesów na szyny i zasilanie ich prądem z baterii akumulatorów. Wskutek tego elektromagnes, przyciągany do szyny, powoduje tarcie, a tym samym hamowanie. Podczas odhamowania zostaje przerwany dopływ prądu, a elektromagnesy zostają uniesione sprężonym powietrzem i w tym położeniu zaryglowane.

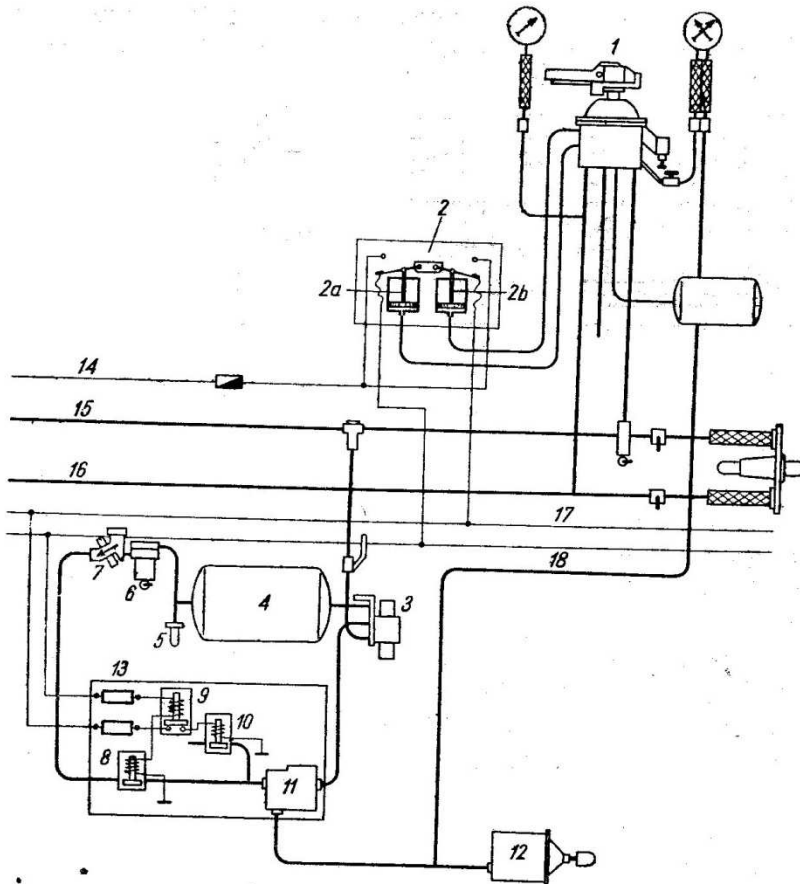
Uruchomienie hamulca szynowego następuje także samoczynnie za pomocą zaworu elektropneumatycznego wówczas, gdy ciśnienie w przewodzie głównym spadnie poniżej 350 kPa, tzn. gdy nastąpiło hamowanie za pomocą hamulca bezpieczeństwa.

c. Hamulec elektropneumatyczny

Sterowanie przebiegiem hamowania może odbywać się nie tylko pneumatycznie, ale również elektrycznie. Niezbędne są jednak w tym

celu urządzenia łączące przewody elektryczne umieszczone pod pudłami wagonów (np. łącza elektryczne w sprzęgach samoczynnych).

Ogólny układ hamulca elektropneumatycznego przedstawia rysunek 134. Hamulec ma wszystkie części hamulca powietrznego, a więc zawór maszynisty 1, zawór rozrządczy 3, zbiornik pomocniczy 4, odłużniacz 5, filtr powietrzny 6, podwójny zawór zwrotny 11, cylinder hamulcowy 12, przewód hamulcowy 15 i przewód główny 16. Możliwe jest więc normalne sterowanie hamowania i odhamowania powietrzem.



Rys. 134. Układ hamulca elektropneumatycznego

Uzupełnienie części pneumatycznej stanowią obwody i urządzenia elektryczne: elektropneumatyczny zawór hamowania 8, przełącznik elektropneumatyczny 9, elektropneumatyczny zawór odhamowania 10, oporniki 13, elektryczny przewód zasilający 14, elektryczny przewód odhamowania 17 i hamowania 18. Uzupełnieniem zaworu maszynisty są cylinderki powietrzne 2, zawierające dwa przekaźniki, a mianowicie przekaźnik hamowania 2a i przekaźnik odhamowania 2b. W rękojeść za-

woru maszynisty wbudowana jest dodatkowo dźwignia, po uruchomieniu której, w odpowiednim położeniu rękojeści zaworu, doprowadzone zostaje powietrze sprężone do jednego z cylindrów 2, co powoduje połączenie odpowiedniego obwodu elektrycznego.

Przebieg hamowania sterowany jest elektropneumatycznym zaworem hamowania 8, włączonym w przewód od zbiornika pomocniczego 4 do cylindra hamulcowego 12, a przebieg odhamowania — elektropneumatycznym zaworem odhamowania 10, umieszczonym na odgałęzieniu tego przewodu.

Zabezpieczenie przed przypadkowym zadziałaniem w czasie hamowania zaworu odhamowania jednocześnie z zaworem hamowania wskutek prądów błędzących lub w przypadku zwarcia, co spowodowałoby wyzerpanie hamulca, stanowi przełącznik elektropneumatyczny 9. Zadaniem tego przełącznika jest przerwanie obwodu odhamowania 17 podczas uruchomienia zaworu hamowania.

Niejednokrotnie włącza się pomiędzy zbiornik pomocniczy i zawór hamowania osobny zawór redukcyjny 7, uniemożliwiający wzrost ciśnienia powietrza w cylindrze hamulcowym ponad 320 kPa.

Hamulec elektropneumatyczny umożliwia sterowanie przebiegiem hamowania zarówno elektrycznie, jak i pneumatycznie. Niezbędne więc jest, aby w przypadku sterowania powietrzem zostało zapewnione połączenie między powietrznym zaworem rozrządczym a cylindrem hamulcowym. Zadanie to spełnia podwójny zawór zwrotny 11, który w przypadku sterowania powietrzem otwiera połączenie między zaworem rozrządczym a cylindrem hamulcowym, łącząc jednocześnie przewód powietrzny z elektrycznym zaworem hamowania z atmosferą, w przypadku zaś sterowania elektrycznego odcina połączenie między zaworem rozrządczym a cylindrem hamulcowym, umożliwiając jednocześnie przepływ powietrza do cylindra hamulcowego z przewodu powietrznego, na którym umieszczony jest elektropneumatyczny zawór hamowania.

Sterowanie elektryczne hamulcami zapewnia dużą prędkość oraz czułość hamowania i odhamowania. Hamowanie i odhamowanie długich pociągów przebiega nadzwyczaj spokojnie, bez szarpnięć w pociągu, tzn. bez nabiegania i odrzucania wagonów wskutek niejednoczesności hamowania, występującej w hamulcach pneumatycznych, zwłaszcza starszej budowy.

7. Obsługa hamulców

a. Obliczanie potrzebnej liczby hamulców w pociągu

Aby pociąg mógł być w porę zatrzymany, musi znajdować się w nim określona liczba czynnych hamulców. Liczbę hamulców w pociągu ustala

się na podstawie masy hamującej pociągu, którą stanowi suma mas hamujących wszystkich wagonów z czynnym hamulcem, znajdujących się w danym pociągu. Masa ta powinna być dostatecznie duża, aby pociąg mógł być zatrzymany na obowiązującej drodze hamowania.

Masa hamująca, zależna od właściwości technicznych hamulca, jest określana w tonach i podawana na wagonie. Wagony ze zmieniającym hamownością mają dwie masy hamujące zależnie od tego, czy są próżne, czy załadowane ponad określoną masę (niektóre rodzaje wagonów o dużej nośności mają nawet trzy masy hamujące).

Zdolność hamowania nie zależy jednak od wielkości masy hamującej, lecz od stosunku tej masy do masy całkowitej wagonu.
Stosunek

$$\frac{\text{masa hamująca}}{\text{masa całkowita wagonu}} \times 100\%$$

nazywa się procentem hamowania. Procent ten dla całego pociągu oblicza się dzieląc sumę mas hamujących (wagonów z czynnymi hamulcami), podanych na poszczególnych wagonach, przez sumę mas wszystkich wagonów wraz z ładunkiem oraz mnożąc iloraz przez 100. Jeśli np. procent ten dla pewnych warunków wynosi 35, oznacza to, że na każde 100 ton masy pociągu powinno przypaść 35 ton masy hamującej. W obliczeniu tym nie uwzględnia się czynnych lokomotyw.

Współzależność między procentem hamowania, prędkością pociągu, drogą hamowania i pochyleniem linii jest ujęta w tzw. tablicach hamowności. Są trzy rodzaje tablic: tablica A dla drogi hamowania 1000 m, tablica B dla drogi hamowania 700 m oraz tablica C dla drogi hamowania 500 m. Jeśli więc dla określonej linii znana jest rozkładowa masa pociągu, prędkość i miarodajne pochylenie linii, to procent hamowania pociągu musi być większy, a co najmniej równy wartości podanej w tablicy, odpowiadającej wymienionym parametrom.

Wynika z tego niezbędna liczba wagonów z czynnymi hamulcami, która powinna znajdować się w danym pociągu. Spełnienie tego warunku jest nieodzowne, gdyż decyduje on o bezpieczeństwie ruchu. Jeśli pociąg nie ma wymaganego procentu hamowania, to należy do istniejącego procentu hamowania zmniejszyć prędkość rozkładową pociągu do wartości wynikającej z tablicy hamowności dla danej masy pociągu, pochylenia linii i procentu hamowania lub zmniejszyć masę pociągu albo też dodać do składu odpowiednią liczbę wagonów z czynnymi hamulcami (jeśli to jest możliwe z uwagi na największą dopuszczalną liczbę osi i siłę pociągową lokomotywy).

Podane poprzednio zależności ilustruje następujący przykład obliczenia masy hamującej pociągu towarowego. Załóżmy, że pociąg towarowy o masie 1900 ton ma być wyprawiony ze stacji A do stacji B z pręd-

kością rozkładową 60 km/h. Największe pochylenie na linii między stacjami A i B wynosi 8‰. Drogą hamowania na tej linii wynosi 1000 m.

Skład pociągu jest następujący:

40 wagonów krytych ładownych o masie	32 tony · 40 = 1280 ton
20 wagonów krytych próżnych o masie	12 ton · 20 = 240 ton
10 węglarek ładownych o masie	33 tony · 10 = 330 ton
5 węglarek próżnych o masie	10 ton · 5 = 50 ton

razem 75 wagonów o łącznej masie 1900 ton

Dla drogi hamowania 1000 m obowiązuje tablica A. Z tablicy tej wynika, że dla prędkości 60 km/h i pochylenia 8‰ procent hamowania powinien wynosić 29 (wymagany procent hamowania podany jest także w służbowym rozkładzie jazdy, część II).

Wymagana masa hamująca dla omawianego pociągu powinna więc wynosić:

$$\frac{29 \cdot 1900}{100} = 551 \text{ ton}$$

Należy teraz sprawdzić, jaka jest rzeczywista masa hamująca pociągu, i wartość tę porównać z masą obliczoną.

Rzeczywistą masę hamującą ustala się po dokonaniu próby hamulca przyjmując do obliczenia wyłącznie czynne hamulce.

Załóżmy, że rzeczywista masa hamująca pociągu wynosi 643 tony. Jest ona zatem większa od masy wymaganej w danym przypadku 551 ton. Pociąg spełnia zatem pod względem masy hamującej wymagania ustalone przepisami i może być wyprawiony.

W rozpatrywanym przykładzie procent hamowania wynosi:

$$\frac{643 \cdot 100}{1900} = 33,8\%$$

jest więc większy od procentu wymaganego 29%.

Gdyby natomiast w pociągu liczba wagonów z czynnymi hamulcami była mniejsza i masa hamująca wyniosła tylko 467 ton, a procent hamowania

$$\frac{467 \cdot 100}{1900} = 24,6\%$$

to pociąg taki mógłby być wyprawiony z prędkością mniejszą, odpowiadającą 24,6% hamowania, albo też musiałby być przerobiony, tzn. należałoby wyłączyć część wagonów bez czynnego hamulca i w ich miejsce włączyć wagony z czynnym hamulcem, tak aby uzyskać procent hamowania równy 29%.

Dane o liczbie czynnych hamulców w pociągu, rodzaju hamulców i procencie hamowania powinny być podane do wiadomości maszyniście lokomotywy przed odjazdem pociągu, aby mógł właściwie sterować przebiegiem hamowania.

b. Próby sprawności hamulców

Maszynista obowiązany jest sprawdzić przed odjazdem pociągu należyte działanie urządzeń hamulcowych. W tym celu dokonywana jest próba sprawności hamulca.

Na próbę sprawności hamulca pociągu składają się:

- a) próba działania urządzeń hamulcowych lokomotywy wraz z próbą ich szczelności;
- b) próba szczelności składu pociągu;
- c) próba działania hamulców pociągu.

Próbie działania urządzeń hamulcowych lokomotyw wykonuje drużyna lokomotywowa. Próba polega na sprawdzeniu działania sprężarki powietrza, regulatora biegu i regulatora ciśnienia w przewodzie głównym, sprawdzeniu prawidłowości wskazań manometrów i dokonaniu próby szczelności urządzeń hamulcowych lokomotywy. Szczelność ta jest dostateczna, jeśli spadek ciśnienia, po przestawieniu rękojeści zaworu maszynisty w położenie odcięcia, nie przekroczy 20 kPa w ciągu 5 minut. Jeśli spadek ciśnienia jest większy, konieczne jest dokładne sprawdzenie wszystkich urządzeń i usunięcie nieszczelności.

Przed połączeniem lokomotywy ze składem wagonów drużyna lokomotywowa powinna przedmuchać przewód główny przez kilkakrotne otwarcie kurka końcowego, aby usunąć z przewodu wilgoć, która mogłaby się później dostać do urządzeń hamulcowych pociągu.

Po połączeniu lokomotywy ze składem wagonów i napełnieniu przewodu głównego do ciśnienia 500 kPa wykonuje się próbę szczelności urządzeń hamulcowych całego pociągu.

Jeśli spadek ciśnienia w ciągu 5 minut nie przekracza określonej przez dany zarząd kolejowy wartości (np. 100 kPa), to urządzenie hamulcowe można uznać za szczelne. Jeśli natomiast spadek ciśnienia będzie większy, to należy dokładnie sprawdzić wzdłuż całego pociągu źródła nieszczelności i usunąć je. W celu sprawdzenia, czy ciśnienie w przewodzie głównym ostatniego wagonu pociągu odpowiada wymaganemu ciśnieniu (480 do 500 kPa), rewident wagonów podłącza do sprzęgu hamulcowego tego wagonu manometr kontrolny, na którym odczytuje ciśnienie. W ten sposób uzyskuje się pewność, że wszystkie kurki końcowe w pociągu są otwarte oraz że istniejący spadek ciśnienia w ostatnim wagonie mieści się w granicach dopuszczalnych i zapewnia prawidłowe działanie hamulców końca pociągu.

Próby hamulców pociągu dokonuje maszynista lokomotywy wspólnie z rewidentem wagonów lub kierownikiem pociągu. Na sygnał rewidenta, a jeśli nie ma rewidenta — to kierownika pociągu, maszynista zmniejsza ciśnienie w przewodzie głównym o 50 do 100 kPa. Hamulce powinny zadziałać w całym pociągu i nie mogą się samoczynnie zwalniać w ciągu 5 minut. W celu sprawdzenia dokładnego przylegania klocków hamulco-

wych do kół rewident wagonu (ewentualnie z pomocnikiem) przechodzi wzdłuż całego pociągu. Hamulce uszkodzone rewident wyłącza, opróżniając jednocześnie ich zbiorniki pomocnicze za pomocą odluźniaczy.

Po odhamowaniu pociągu przez maszynistę na sygnał „Odhamować” dany przez rewidenta z końca pociągu, rewident przechodzi wzdłuż pociągu do jego czoła i sprawdza, czy wszystkie wagony zostały odhamowane.

Dokonanie próby hamulca stwierdza się przez wypełnienie i podpisanie „Karty próby hamulca”, w której wpisuje się nazwę stacji, na której dokonano próby, datę, numer pociągu, rodzaj próby (szczegółowa z użyciem lokomotywy pociągowej, manewrowej, ze stałej sieci sprężonego powietrza lub uproszczona), masę pociągu, masę hamującą wymaganą i rzeczywistą, numery wagonów z hamulcem wyłączonym, numer ostatniego wagonu i ciśnienie powietrza w przewodzie tego wagonu. Kartę podpisuje rewident dokonujący próby, kierownik pociągu i maszynista, który kartę próby dołącza do wykazu pracy drużyny lokomotywowej. Kierownik pociągu wpisuje obliczoną masę hamującą do raportu z jazdy.

Opisaną próbę hamulca, zwaną szczegółową w odróżnieniu od próby uproszczonej, wykonuje się za pomocą lokomotywy, a na stacjach wyposażonych w odpowiednie urządzenia stałe — za pomocą tych urządzeń, co pozwala na skrócenie czasu pracy lokomotyw. Przy użyciu do wykonywania próby urządzeń stałych, należy jednak po połączeniu lokomotywy pociągowej ze składem wagonów dokonać dodatkowo próby uproszczonej.

Uproszczona próba hamulców polega na sprawdzeniu przez rewidenta wagonów lub kierownika pociągu, czy powietrze dochodzi do ostatniego wagonu z czynnym hamulcem i czy hamulec ten działa prawidłowo (sprawdzenie przez otwarcie kurka końcowego dopływu powietrza do ostatniego wagonu, sprawdzenie przylegania klocków hamulcowych do obręczy kół oraz ich luzowanie). Maszynista wykonuje podczas tej próby te same czynności, co przy próbie szczegółowej. Próba uproszczona trwa znacznie krócej niż próba szczegółowa, jest jednak znacznie mniej dokładna i dlatego wolno ją stosować tylko w określonych przypadkach, a mianowicie wtedy, gdy próba szczegółowa całego składu została już uprzednio dokonana, jednakże wskutek rozłączenia przewodu głównego zachodzi konieczność ponownego sprawdzenia działania hamulca.

Próbie uproszczoną wykonuje się więc w przypadku odczepienia lub doczepienia tej samej lokomotywy pociągowej, zmiany sprzęgu hamulcowego, zmiany lokomotywy pociągowej, wyłączenia lub dodania wagonu do pociągu, zmiany drużyny lokomotywowej, postoju pociągu ponad 1 godzinę, doczepienia lokomotywy pociągowej do składu, po uprzednim do-

konaniu próby szczegółowej za pomocą innej lokomotywy lub urządzeń stałych.

Dokonanie dokładnej próby sprawności hamulca jest podstawowym warunkiem bezpieczeństwa ruchu i dlatego próby te należy wykonywać jak najbardziej sumiennie i starannie. Odpowiedzialność za wykonanie próby ponosi zarówno maszynista, jak i rewident wagonów lub kierownik pociągu, gdy nie ma rewidenta. Wykonanie próby szczegółowej pociągu towarowego wymaga odpowiedniego czasu (około 30 do 40 minut) i często spotyka się przypadki, że z powodu zbyt późnego przygotowania składu pociągu lub późnego dojazdu lokomotywy próba dokonywana jest w pośpiechu. Pośpiech ten zawiera zawsze element niebezpieczeństwa i dlatego w tych przypadkach lepiej opóźnić pociąg niż spowodować katastrofę.

Poważna odpowiedzialność za stan hamulców ciąży na rewidentach wagonów. Dotyczy to zwłaszcza wagonów towarowych, dlatego też rewidenti wagonów powinni badać stan hamulców nie tylko podczas próby hamulca, lecz i przy każdej sposobności, a więc i podczas oględzin pociągów w czasie przyjazdów i odjazdów. Wszelkie stwierdzone usterki rewidenti powinni natychmiast usunąć, a jeśli to nie jest możliwe — wyłączyć hamulec i nakleić odpowiednie nalepki na tym wagonie, aby było wiadomo, że nie może on być doliczany do masy hamującej pociągu.

SPIS TREŚCI

Część pierwsza **WAGONY**

Rozdział I. Wiadomości ogólne	3
1. Przeznaczenie i podział wagonów	3
2. Ogólne warunki budowy wagonów	4
3. Międzynarodowe organizacje kolejowe	5
4. Podstawowe dane eksploatacyjne wagonów	8
5. Skrajnie kolejowe	9
6. Ogólny opis wagonów	11
Rozdział II. Podwozie wagonów	14
1. Zestawy kołowe	14
2. Łożyska osiowe	18
3. Sprężyny nośne i ich zawieszenie	22
4. Ustawność osi wagonów na torze	25
5. Wózki wagonowe	25
6. Ostoja wagonu	29
7. Urządzenia ciągłowe i sprzęgłowe	30
8. Urządzenia zderzne	32
9. Sprzęgi samoczynne	33
Rozdział III. Nadwozia i wyposażenie wagonów towarowych	37
1. Węglarki	37
3. Wagony zbiornikowe	48
4. Wagony kryte	54
5. Palety i kontenery	61
6. Wagony techniczno-gospodarcze	64
8. Numeracja, oznaczenia i napisy na wagonach towarowych	67
Rozdział IV. Nadwozia i wyposażenie wagonów osobowych	74
1. Charakterystyka wagonów osobowych	74
2. Wagony sypialne i restauracyjne	81
3. Wagony specjalnego przeznaczenia	84
4. Wagony bagażowe i pocztowe	86
5. Ogrzewanie i przewietrzanie wagonów osobowych	87
6. Oświetlenie wagonów	92
7. Urządzenia sanitarne	94
8. Urządzenia radiowe	95
9. Numeracja, oznaczenia i napisy na wagonach osobowych	95
Rozdział V. Utrzymanie i naprawa wagonów	102
1. Wiadomości ogólne	102
2. Wagonowie	104

3. Czyszczenie wagonów osobowych	106
4. Mycie i odkazanie wagonów towarowych	107
5. Kontrola stanu technicznego wagonów	108
6. Zasady ładowania wagonów towarowych	112
7. Naprawy okresowe wagonów	114
8. Okres eksploatacji wagonów	117
Część druga POJAZDY TRAKCYJNE	
Rozdział I. Wiadomości ogólne	118
Rozdział II. Lokomotywy parowe	121
1. Budowa, rodzaje i oznaczenia lokomotyw parowych	121
2. Charakterystyki lokomotyw parowych	125
Rozdział III. Spalinowe pojazdy trakcyjne	128
1. Budowa, rodzaje i oznaczenia spalinowych pojazdów trakcyjnych	128
2. Silnik spalinowy	133
3. Przenoszenie mocy silnika na osie napędowe i rodzaje przekładni	139
4. Podwozie oraz nadwozie lokomotyw i wagonów spalinowych	147
5. Sterowanie pracą lokomotyw	148
6. Tabor spalinowy stosowany na PKP	150
Rozdział IV. Elektryczne pojazdy trakcyjne	152
1. Budowa, rodzaje i oznaczenia elektrycznych pojazdów trakcyjnych	152
2. Silniki trakcyjne lokomotyw prądu stałego	162
3. Maszyny pomocnicze i urządzenia sterownicze	167
4. Urządzenia zasilające i sieć trakcyjna	171
Rozdział V. Eksploatacja pojazdów trakcyjnych	177
1. Lokomotywownie i urządzenia do obrządzania pojazdów trakcyjnych	177
2. Rodzaje pracy i zasady eksploatacji pojazdów trakcyjnych	182
3. Utrzymanie i naprawa pojazdów trakcyjnych	192
Rozdział VI. Hamulce kolejowe	195
1. Wiadomości ogólne	195
2. Zasada hamowania	196
3. Ogólny opis działania samoczynnego hamulca zespolonego	201
4. Urządzenia hamulcowe w pojazdach trakcyjnych	207
5. Urządzenia hamulcowe na wagonach	213
6. Inne rodzaje hamulców	222
7. Obsługa hamulców	225