OGÓLNE WIADOMOŚCI O POJAZDACH TRAKCYJNYCH

1. Rodzaje pojazdów trakcyjnych

Przez pojazd trakcyjny rozumiemy taki mechaniczny pojazd szynowy który ma urządzenie umożliwiające wytwarzanie siły pociągowej i przeznaczony jest do ciągnięcia lub popychania wagonów albo do bezpośredniego przewozu pasażerów i ładunków.

Podstawowym zadaniem transportu kolejowego jest przemieszczanie osób i towarów. Przemieszczanie to odbywa się w wagonach zestawionych w pociągi pasażerskie lub towarowe, które w tym celu wykonują ruch postępowy po torze kolejowym. Temu ruchowi przeciwdziałają opory ruchu (opór tarcia, powietrza, wzniesienia, łuków itp.). Aby uzyskać ruch postępowy pociągu po torze, trzeba pokonać opory ruchu. Dokonuje tego siła pociągowa pojazdów trakcyjnych.

Pojazdy trakcyjne są więc mechanicznymi pojazdami szynowymi, które umożliwiają wykonywanie przez transport kolejowy jego zasadniczego zadania, jakim jest przemieszczanie osób i towarów.

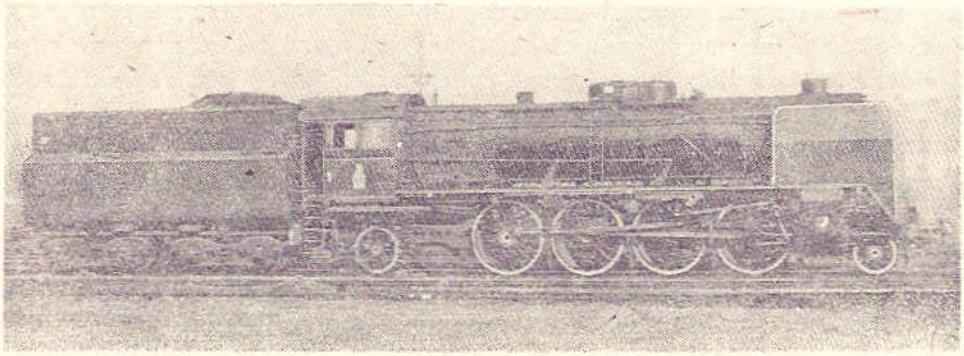
Pojazdami trakcyjnymi mogą być lokomotywy, zespoły trakcyjne i wagony silnikowe. Lokomotywy przeznaczone są wyłącznie do ciągnięcia lub popychania wagonów bądź innych pojazdów szynowych. W przeciwieństwie do tego wagony silnikowe, przystosowane zwykle do ciągnięcia jednego lub kilku wagonów osobowych, tzw. wagonów doczepnych, służą jednocześnie do przewozu pasażerów lub ładunków albo i pasażerów, i ładunków. Wagony silnikowe mają więc — oprócz urządzeń wytwarzających siłę pociągową — także pomieszczenia dla pasażerów i ładunków. W skład zespołu trakcyjnego wchodzą wagony silnikowe, sterownicze i doczepne, przystosowane tylko do pracy w zespole i przeznaczone do przewozu pasażerów i ładunków. Zespół trakcyjny składa się co najmniej z dwóch wagonów. Zespoły trakcyjne mogą być następnie łączone w całe składy pociągów.

Zależnie od przeznaczenia eksploatacyjnego pojazdy trakcyjne dzielimy na sześć grup:

1) pojazdy pasażerskie (lokomotywy, wagony silnikowe, zespoły trakcyjne), przystosowane do prowadzenia pociągów pasażerskich;
2) pojazdy towarowe (lokomotywy), przystosowane do prowadzenia pociągów towarowych;
3) pojazdy uniwersalne (lokomotywy), przystosowane do prowadzenia pociągów pasażerskich i towarowych;
4) pojazdy manewrowe (lokomotywy), przeznaczone do ciągnięcia lub popychania wagonów po torach stacyjnych i bocznicach;
5) pojazdy przemysłowe (lokomotywy, wagony silnikowe), przeznaczone w zasadzie do ruchu po torach wewnątrz zakładów przemysłowych;
6) pojazdy specjalne (wagony silnikowe), przystosowane do wykonywania ściśle określonych zadań, jak np. wagony salonowe, wagony montażowe, wagony do utrzymania sieci trakcyjnej itp.

Źródłem siły pociągowej pojazdu trakcyjnego jest energia paliwa zamieniana w energię mechaniczną. W zależności od sposobu zamiany energii rozróżniamy trzy rodzaje trakcji, stosowane powszechnie w transporcie kolejowym, a mianowicie: parową, elektryczną i spalinową. Każdy z tych rodzajów trakcji dysponuje własnymi, odrębnymi pojazdami trakcyjnymi i dlatego rozróżniamy pojazdy trakcyjne parowe, elektryczne i spalinowe.

Spośród parowych pojazdów trakcyjnych używane są obecnie tylko lokomotywy, zwane również parowozami (rys. 1).



Rys. 1. Lokomotywa parowa PKP serii Pt47 przeznaczona do pociągów pośpiesznych

Użytkowane przed kilkudziesięciu laty wagony silnikowe z napędem parowym nie znajdują już zastosowania. W lokomotywie parowej paliwo (węgiel, ropa, mazut) spala się w palenisku kotła parowego. Wywiązujące się przy spalaniu ciepło ogrzewa wodę znajdującą się w kotle, z której wytwarza się para wodna o określonym ciśnieniu. Para ta, doprowadzona

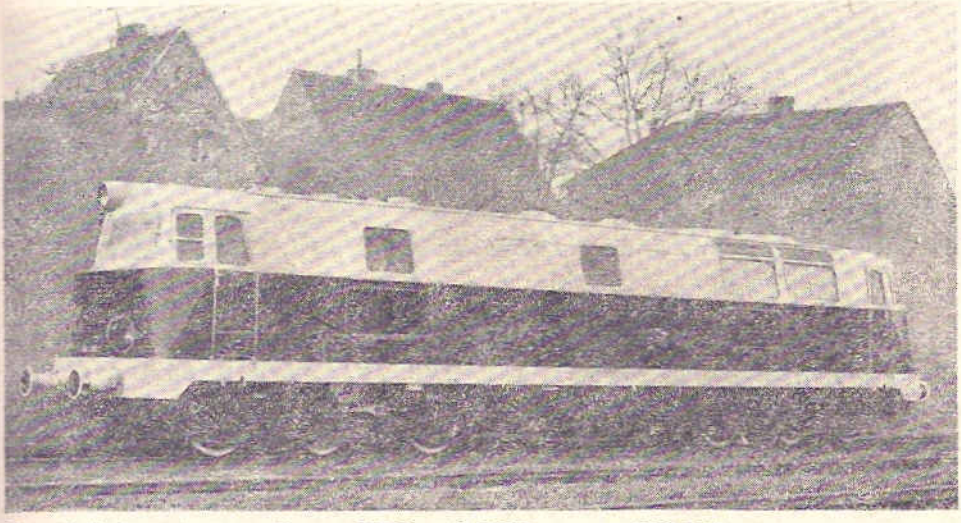
do cylindrów silnika parowego, rozpręża się i wykonuje pracę mechaniczną, którą mechanizm napędowy przenosi na koła napędne. Tarcie kół napędnych o szyny powoduje powstanie poziomej siły pociągowej, która pokonuje opory ruchu samej lokomotywy parowej oraz doczepionych do niej wagonów i wprawia pociąg w ruch postępowy po torze.

Do przetwarzania energii w lokomotywie parowej służą więc kocioł, silnik parowy i mechanizm napędowy. W powstawaniu siły pociągowej biorą udział zestawy kół napędnych, tzn. te zestawy, które są napędzane przez silnik.

W spalinowych pojazdach trakcyjnych paliwo (olej napędowy, benzyna, gaz sprężony) zmieszane z powietrzem spala się w silniku spalinowym, w cylindrach, bezpośrednio nad tłokami silnika. Wywiązujące się przy tym ciepło nagrzewa silnie gazy spalinowe, które powstają w wyniku spalania mieszanki, i powoduje wzrost ich ciśnienia.

Gazy spalinowe o wysokim ciśnieniu rozprężając się wykonują pracę mechaniczną, przenoszoną następnie przez tłok i korbowód na wał korbowy silnika. Z wału korbowego układ napędowy pojazdu przenosi pracę mechaniczną na koła napędne. W zależności od sposobu przenoszenia rozróżniamy pojazdy spalinowe z przekładnią mechaniczną, hydrauliczną bądź elektryczną.

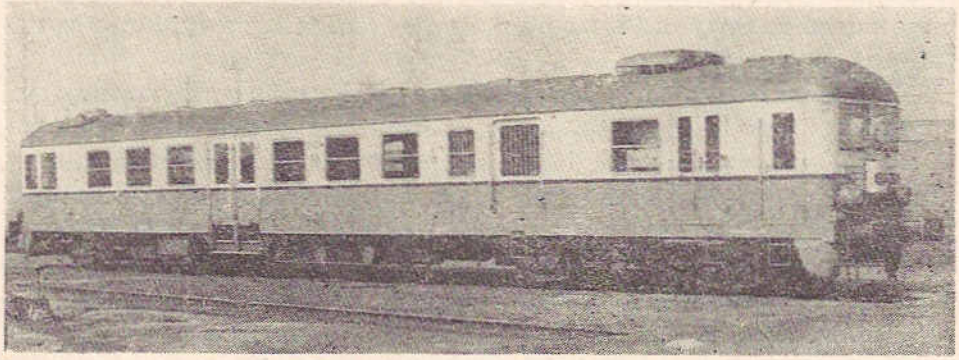
Przy przekładni mechanicznej energia mechaniczna obrotu wału korbowego silnika przenoszona jest na koła napędne pojazdu za pomocą układu kół zębatych i innych elementów mechanicznych. W przekładni hydraulicznej przenoszenie to dokonuje się za pośrednictwem układu pomp i turbin hydraulicznych (olejowych) przy współudziale elementów mechanicznych. W pojazdach z przekładnią elektryczną przeniesienie odbywa się na drodze elektrycznej. Prądnica napędza-



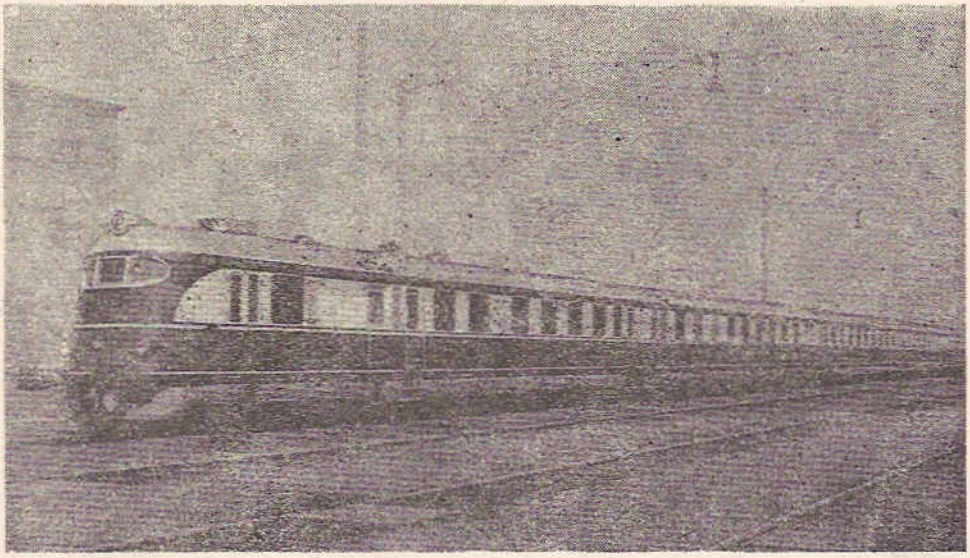
Rys. 2. Lokomotywa spalinowa PKP serii SP45 o mocy 1250 kW

na przez silnik spalinowy wytwarza prąd elektryczny, przesyłany następnie przewodami do elektrycznych silników trakcyjnych, umieszczonych na osiach napędnych i napędzających te osie za pośrednictwem przekładni zębatych.

Przy trakcji spalinowej użytkowane są zarówno lokomotywy (rys. 2), jak i wagony silnikowe (rys. 3) oraz zespoły trakcyjne (rys. 4).



Rys. 3. Wagon spalinowy PKP serii SN61 o mocy 370 kW



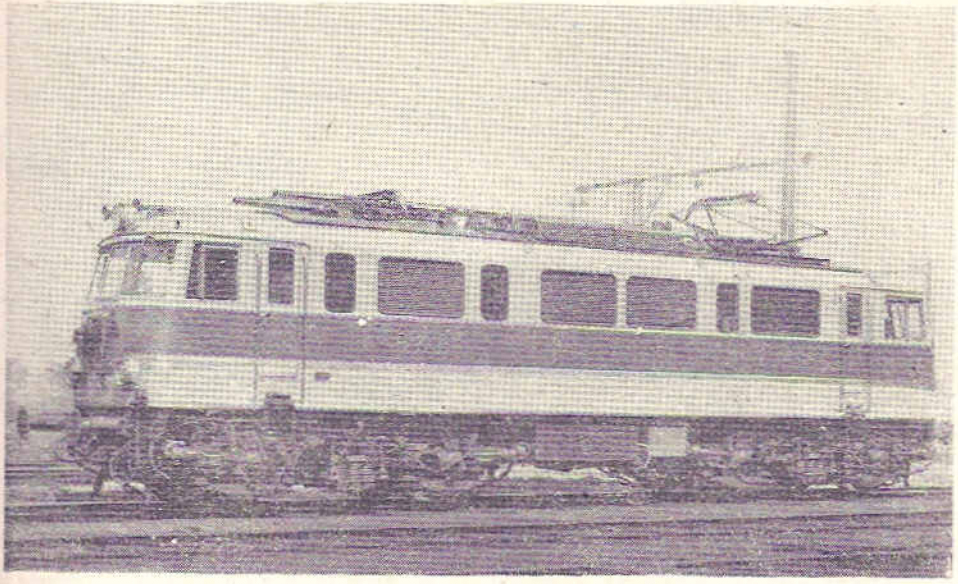
Rys. 4. Czterowagonowy spalinowy zespół trakcyjny kolei NRD o mocy 2×330 kW

Parowe i spalinowe pojazdy trakcyjne mają własne źródło energii, a zapasy paliwa magazynowane są na samych pojazdach. W lokomotywach parowych zapas węgla i wody umieszczony jest na tendrze, tj. osobnym pojeździe połączonym z lokomotywą, lub w odpowiednich skrzyniach bezpośrednio na lokomotywie beztendrowej, a paliwo w pojazdach spalinowych — w zbiornikach wewnątrz pojazdu.

Pojazdy trakcji elektrycznej nie mają własnego źródła energii, lecz korzystają z obcego źródła znajdującego się poza pojazdem.

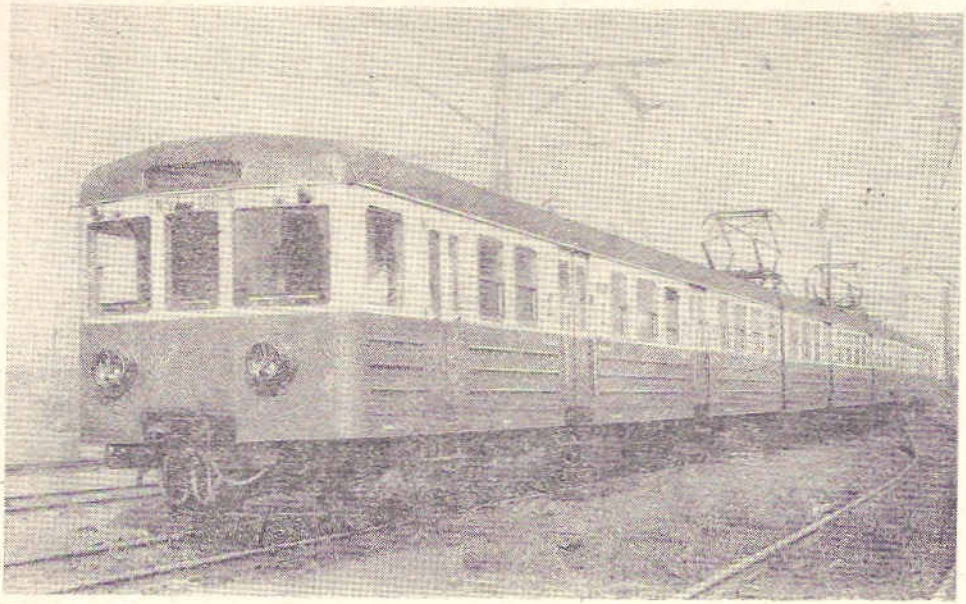
Energia elektryczna potrzebna do napędu pojazdu elektrycznego wytwarzana jest w elektrowniach stałych (cieplnych, wodnych a ostatnio — i w atomowych). Z elektrowni prąd elektryczny przesyłany jest liniami zasilającymi do podstacji trakcyjnych, przetwarzających prąd o częstotliwości przemysłowej na odpowiedni prąd zależnie od systemu trakcji elektrycznej. Z szyn zbiorczych podstacji trakcyjnych prąd przepływa do sieci trakcyjnej, zawieszonej nad torem kolejowym, skąd pobierany jest do pojazdu za pomocą odbieraków prądu (pantografów). W pojeździe prąd przepływa do elektrycznych silników trakcyjnych umieszczonych na osiach napędnych i napędzających te osie za pośrednictwem przekładni zębatych, podobnie jak w pojazdach spalinowych z przekładnią elektryczną. Następnie prąd powraca do podstacji trakcyjnej szynami kolejowymi, które wykorzystywane są jako przewód powrotny. Szyny kolejowe są połączone z szynami zbiorczymi podstacji za pomocą kabli powrotnych.

Jak wynika z opisu, elektryczne pojazdy trakcyjne wymagają wielu stałych urządzeń zasilających, które nie są potrzebne przy trakcji parowej i spalinowej.

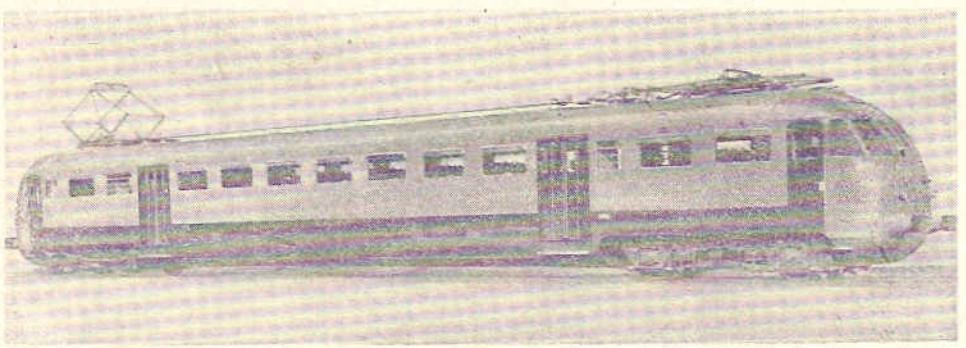


Rys. 5. Lokomotywa elektryczna uniwersalna PKP serii EU06

W zależności od systemu trakcji elektrycznej rozróżniamy pojazdy elektryczne prądu stałego o napięciu 750 V, 1500 V lub 3000 V, prądu przemiennego jednofazowego o częstotliwości obniżonej ($16^2/_3$ Hz) i napięciu 15 000 V oraz pojazdy prądu jednofazowego o częstotliwości przemysłowej (50 Hz) i napięciu 25 000 V. Na PKP stosowany jest system prądu stałego o napięciu 3000 V.



Rys. 6. Trójwagonowy elektryczny zespół trakcyjny PKP serii EN57, przystosowany do stacji z niskimi peronami



Rys. 7. Wagon elektryczny kolei włoskich

Trakcja elektryczna stosuje lokomotywy (rys. 5), zespoły trakcyjne (rys. 6) oraz wagony silnikowe (rys. 7).

Najstarszym rodzajem trakcji na kolei jest trakcja parowa. Kilkanaście lat temu wszystkie zarządy kolejowe ograniczyły, a następnie wstrzymały całkowicie zakup parowozów, opracowując jednocześnie długofalowe plany modernizacji trakcji, które przewidują stopniowe zastępowanie trakcji parowej przez nowoczesne, bardziej sprawne i ekonomiczne rodzaje trakcji, a mianowicie trakcję elektryczną i spalinową. Plany te są od kilkunastu lat realizowane w szybkim tempie.

2. Główne parametry techniczno-eksploatacyjne pojazdów trakcyjnych

Konstrukcja pojazdu trakcyjnego i jego charakterystyka powinny być dostosowane do przeznaczenia pojazdu, tzn. do zadania trakcyjnego, jakie pojazd ma wykonać. Z przeznaczenia pojazdu wynikają trzy główne parametry: moc, masa napędna i największa prędkość konstrukcyjna pojazdu.

Przez moc pojazdu trakcyjnego rozumie się moc silnika napędowego albo też sumę mocy silników napędowych, zainstalowanych w pojeździe. W elektrycznych pojazdach trakcyjnych rozróżnia się moc ciągłą i moc godzinną. Moc elektrycznych silników trakcyjnych, którą mogą one oddawać dla celów trakcyjnych nieskończenie długo bez przekroczenia dopuszczalnej temperatury uzwojeń silników, nazywa się mocą ciągłą. Moc większa od ciągłej o 5 do 10% może być oddawana w ciągu tylko jednej godziny i dlatego nazywa się mocą godzinną.

Masa pojazdu przenosi się na szyny za pośrednictwem zestawów kołowych. W pojazdach wózkowych zestawy kołowe ujęte są w wózkach, a w pojazdach bezwózkowych — w ostoi pojazdu. Zestawy kołowe wprawiane w ruch obrotowy przez silnik napędowy nazywają się zestawami kołowymi napędnymi. Wszystkie inne zestawy, służące jedynie do przejęcia części masy pojazdu i prowadzenia go po łukach toru, nazywają się zestawami kołowymi tocznymi. Każdy zestaw kołowy, zarówno napędny jak i toczny, przenosi na szyny tylko pewną część masy pojazdu, wywierając pewien nacisk na szyny, zwany naciskiem osi na szyny. Ponieważ masa pojazdu nie rozkłada się zazwyczaj równomiernie na wszystkie zestawy kołowe, nacisk na szyny osi najbardziej obciążonej przy całkowitej masie pojazdu nazywa się największym naciskiem osi na szyny.

Tę część masy pojazdu, która przenoszona jest na szyny za pośrednictwem zestawów kołowych napędnych, nazywamy masą napędną pojazdu trakcyjnego. Przy obliczaniu masy napędnej bierze się pod uwagę tzw. masę służbową pojazdu, na którą składa się masa własna pojazdu (netto) wraz z pełnym zapasem materiałów do pracy (paliwo, woda, olej, piasek) i obsługą. Oprócz masy służbowej rozróżnia się jeszcze masę całkowitą pojazdu, która stanowi sumę masy służbowej i masy przewożonych pasażerów i ładunków. Dotyczy to tylko wagonów silnikowych i zespołów trakcyjnych, gdyż masa służbowa lokomotyw jest jednoznaczna z masą całkowitą.

Największa prędkość dozwolona w eksploatacji ze względu na konstrukcję pojazdu nazywa się największą prędkością konstrukcyjną pojazdu.

Do głównych parametrów techniczno-eksploatacyjnych pojazdów trakcyjnych należy także wartość siły pociągowej w określonych

warunkach jazdy, będąca miernikiem zdolności pojazdu do wykonywania zadań trakcyjnych. Najczęściej operuje się wartością siły pociągowej rozruchowej (przy rozruchu pojazdu) i siły pociągowej przy największej prędkości eksploatacyjnej.

Liczbę, rodzaj i rozmieszczenie zestawów kołowych nazywa się u k ł a d e m o s i pojazdu. Układ osi oznacza się pewnymi przyjętymi umownie symbolami cyfrowymi i literowymi. Liczbę następujących po sobie osi tocznych oznaczamy cyframi arabskimi: 1 — jedna oś toczna, 2 — dwie osie toczne itd. Liczbę osi napędnych oznacza się dużymi literami: A — jedna oś napędna, B — dwie osie napędne, C — trzy osie napędne itd. W pojazdach wózkowych przy symbolu oznaczającym liczbę osi umieszcza się w górze przecinek (apostrof). Cyfra zero umieszczona u dołu symbolu oznaczającego liczbę osi napędnych wskazuje, że każda oś napędzana jest indywidualnie, tj. oddzielnym silnikiem. Na przykład następujące symbole oznaczają:

C — trzy osie napędne połączone ostoją pojazdu i napędzane grupowo;
Co′ — trzy osie napędne ujęte w jednym wózku i napędzane indywidualnie;
B′ — dwie osie napędne ujęte w jednym wózku i napędzane grupowo;
Bo′ — dwie osie napędne ujęte w jednym wózku i napędzane indywidualnie;
2′ — dwie osie toczne ujęte w jednym wózku;
2 — dwie osie toczne połączone ostoją pojazdu.

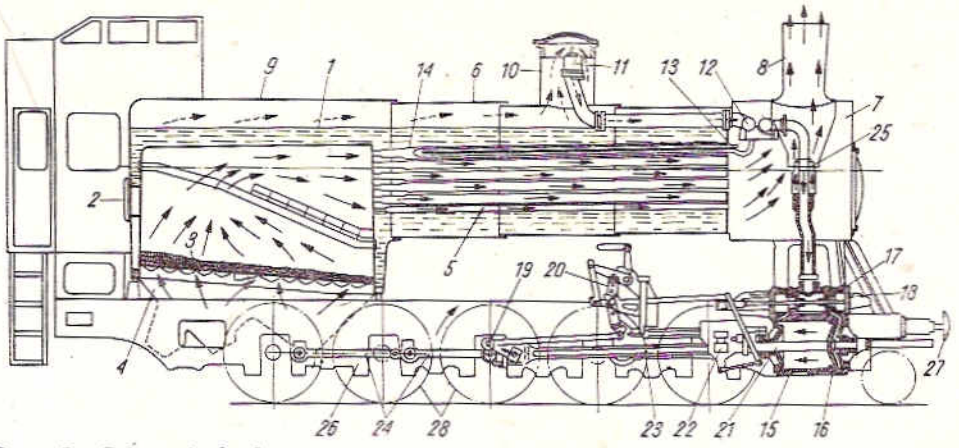
Dla lokomotyw parowych przyjęto na PKP inny sposób oznaczania układu osi, polegający na określaniu cyframi grupy rodzajów osi, licząc od czoła lokomotywy. Na przykład parowóz o układzie osi: dwie osie toczne z przodu, trzy osie napędne połączone ostoją i napędzane grupowo (wiązane) oraz dwie osie toczne z tyłu będzie miał oznaczenie 2 — 3 — 2. Oznaczenie 1 — 4 — 0 wskazuje, że parowóz ma jedną oś toczną z przodu i cztery osie napędne wiązane. Ten sam parowóz w układzie mieszanym liczbowo-literowym miałby oznaczenie: 1 D, a na przykład oznaczenie w układzie liczbowym 2 — 4 — 1 w układzie mieszanym napisano by 2 D 1.

3. Ogólny opis lokomotyw parowych

a. Budowa parowozu

Lokomotywę parową (rys. 8), zwaną powszechnie p a r o w o z e m, można podzielić na dwie zasadnicze części:

1) m e c h a n i c z n ą, składającą się z podwozia i budki maszynisty;
2) c i e p l n ą, do której należy kocioł i silnik parowy.



Rys. 8. Schemat budowy parowozu

Kocioł jest główną częścią parowozu, w nim bowiem spala się węgiel wytwarzając energię cieplną, która zamieniana jest następnie na energię cieplną pary, napędzającą silnik parowozu.

Kocioł składa się z trzech głównych części: stojaka, walczaka i dymnicy.

Stojak *9*, który jest tylną częścią kotła, ma kształt skrzyni. Skrzynia ta jest od dołu otwarta, a z przodu ma okrągły otwór, odpowiadający dolnej cylindrycznej części kotła, tzw. walczaka *6*. Wewnątrz stojaka znajduje się mniejsza skrzynia ogniowa *1*, zamknięta od dołu rusztem *3*. Ruszt składa się z żeliwnych belek — rusztowin, między którymi znajdują się szczeliny dla przepływu powietrza niezbędnego do spalania węgla.

W przedniej ścianie skrzyni ogniowej, zwanej ścianą sitową, znajdują się otwory, w których umocowane są rury ogniowe — płomieniówki *5* i płomienice *14*, łączące wnętrze skrzyni ogniowej z dymnicą *7*. W tylnej ścianie skrzyni ogniowej i w skrzyni stojaka znajduje się otwór, przez który wrzuca się węgiel na ruszt. Otwór ten zamykany jest drzwiczkami *2*. Skrzynia stojaka i skrzynia ogniowa połączone są z sobą u dołu stalowym wieńcem, a powyżej — licznymi zespórkami, usztywniającymi płaskie ściany obu skrzyń.

Wnętrze skrzyni ogniowej oraz miejsce na ruszcie, na którym spala się węgiel, stanowią palenisko parowozu. W palenisku umieszczone jest sklepienie szamotowe, mające na celu poprawę procesu spalania węgla. Pod rusztem paleniska zawieszony jest popielnik *4*. Popielnik jest skrzynią z blach z ruchomymi klapami, które umożliwiają oczyszczanie popielnika z popiołu oraz regulowanie ilości powietrza dopływającego pod ruszt.

Drugą częścią kotła jest walczak *6*, mający kształt poziomego walca. Na walczaku znajduje się zbieralnik pary *10*, w którym

umieszczony jest początek rury doprowadzającej parę do silnika. Wlot pary do tej rury sterowany jest zaworowym lub suwakowym urządzeniem, zwanym przepustnicą *11*. Przepustnica uruchamiana jest za pomocą specjalnego mechanizmu dźwigniowego ze stanowiska maszynisty.

Przez wnętrze walczaka przechodzą rury ogniowe. Rury te osadzone są jednymi końcami w ścianie sitowej skrzyni ogniowej, a drugimi — w przedniej ścianie sitowej, zamykającej walczak i oddzielającej go od dymnicy. Rury ogniowe o większej średnicy, zwane płomienicami *14*, mieszczą w sobie elementy przegrzewacza *13*. Elementy przegrzewacza składają się z wiązek rur, których końce osadzone są w dwukomorowej skrzyni przegrzewacza *12*, znajdującej się w dymnicy.

Dymnica *7* jest przedłużeniem walczaka i ma również kształt walca. Z przodu dymnica jest zamknięta szczelnymi drzwiami, a u góry, na dymnicy, umieszczony jest komin *8*, przez który uchodzą na zewnątrz spaliny oraz para po wykonaniu pracy w silniku.

Poniżej komina znajdują się dysza wylotowa *25* i dmuchawka parowa oraz urządzenia odiskierne. Dysza wylotowa i komin stanowią urządzenie ciągowe, wytwarzające w dymnicy odpowiednie rozrzedzenie, potrzebne do zasysania powietrza do skrzyni ogniowej i spalin do dymnicy. W dymnicy znajdują się również rury doprowadzające parę do poszczególnych cylindrów.

Kocioł umieszczony jest na ostoi parowozu *26*, która opiera się za pomocą sprężyn nośnych na łożyskach osiowych zestawów kołowych *28*.

W przedniej części przymocowane są do ostoi urządzenia cięgłowe i zderzaki *27* oraz cylindry silnika parowego *15*. W każdym cylindrze znajduje się tłok *16* osadzony na trzonie tłokowym *21*. Ruch posuwisty tłoków przenoszony jest na zestawy napędne przez mechanizm napędowy, składający się z krzyżulca *22*, z korbowodu *23* łączącego krzyżulec z czopem korbowym jednego z kół napędnych oraz z wiązarów *24*, łączących ze sobą czopy korbowe wszystkich zestawów napędnych. Dlatego zestawy te nazywa się zestawami wiązanymi.

Rozrządu pary dokonują suwaki *18* umieszczone w skrzyni suwakowej *17*. Uruchamianie suwaków odbywa się za pomocą mechanizmu stawidłowego *19* i *20*, który zawieszony jest na ostoi parowozu i nastawiany nastawnicą znajdującą się w budce maszynisty.

Budka maszynisty, stanowiąca pomieszczenie dla drużyny obsługującej parowóz, przymocowana jest do ostoi parowozu i osłania tylną część stojaka kotła, na której umieszczony jest osprzęt kotła. Do osprzętu tego należą urządzenia do wskazywania poziomu wody w kotle, manometry

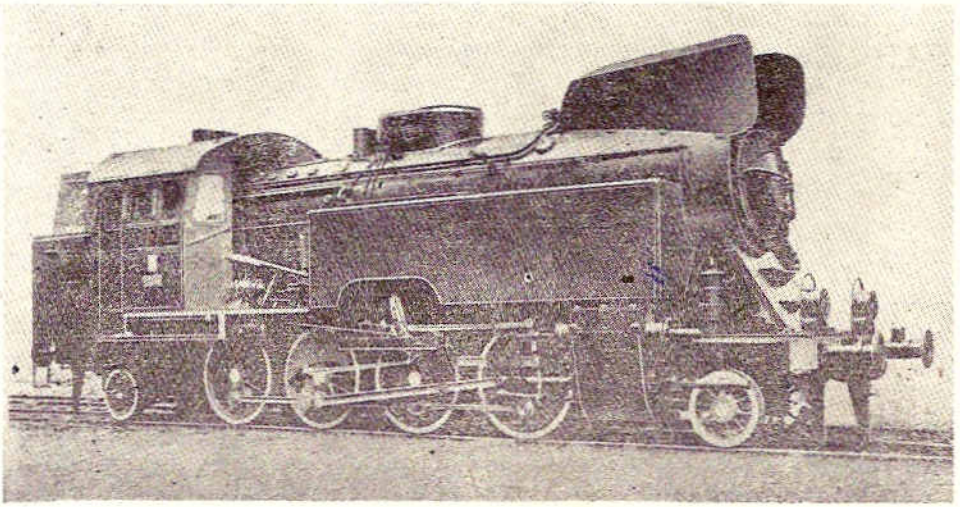
ciśnienia pary, przyrządy zasilające kocioł wodą oraz różne kurki i zawory wodne i parowe.

W budce maszynisty znajdują się także inne urządzenia i przyrządy niezbędne do obsługi parowozu i kierowania jego pracą. Są to między innymi drzwiczki ogniowe, przez które wrzuca się węgiel do paleniska, korba do otwierania i zamykania przepustnicy, nastawnica do uruchamiania mechanizmu stawidłowego, zawór hamulca maszynisty, manometry hamulcowe, dźwignia do uruchamiania gwizdawki parowozowej, dźwignia do nastawiania ruchomych klap popielnika itp.

Poza budką na kotle umieszczone są dwa zawory bezpieczeństwa, wypuszczające parę z kotła na zewnątrz, gdy ciśnienie w kotle przekroczy dozwoloną granicę.

Oprócz wymienionych, każdy parowóz ma jeszcze wiele innych urządzeń dodatkowych; do najważniejszych z nich należą: urządzenia hamulcowe, piasecznica, gwizdawka parowozowa, pompy olejowe do centralnego smarowania tłoków i suwaków, urządzenia do oświetlenia parowozu oraz prędkościomierz.

Zapasy paliwa i wody potrzebne do pracy parowozu umieszczone są w oddzielnym pojeździe, zwanym tendrem (rys. 1), który połączony jest z parowozem specjalnym sprzęgiem. Jest to specjalnie skonstruowany wagon, którego blaszane nadwozie podzielone jest na dwie części: w dolnej znajduje się woda, a górna, oddzielona od dolnej i z wierzchu otwarta, przeznaczona jest na węgiel. Niektóre parowozy nie mają tendra — wówczas zapas wody umieszczony jest po obu bokach kotła w specjalnych zbiornikach, a skrzynia węglowa znajduje się na ostoi parowozu za budką maszynisty. Parowozy bez osobnego tendra nazywają się tendrzakami (rys. 9).



Rys. 9. Lokomotywa parowa PKP beztendrowa serii TKt48

b. Zasada działania parowozu

Praca parowozu przebiega w sposób następujący (rys. 8).

Węgiel zarzuca się do skrzyni ogniowej *1* przez drzwiczki *2* na ruszt *3*. Powietrze potrzebne do spalania węgla przepływa od zewnątrz do popielnika *4*, a stąd — przez szczeliny między rusztowinami — dostaje się do skrzyni ogniowej. Ilość powietrza dopływająca do popielnika może być regulowana za pomocą ruchomych klap.

Wskutek spalania węgla powstają gorące spaliny, które przechodzą następnie przez płomieniówki *5* i płomienice *14* do dymnicy *7* i przez komin *8* uchodzą na zewnątrz. Poprzez ściany skrzyni ogniowej oraz płomieniówek i płomienic spaliny oddają większą część swojego ciepła wodzie znajdującej się w stojaku *9* i walczaku *6*. Reszta ciepła uchodzi wraz ze spalinami przez komin na zewnątrz. Woda nie wypełnia całkowicie walczaka, którego górna część jest wolna od wody. Natomiast płomienice i płomieniówki są otoczone wodą.

Dzięki ciepłu otrzymanemu od spalin woda zamienia się w parę, która zbiera się w górnej części kotła oraz w zbieralniku pary *10*. Ciśnienie pary wzrasta ponad ciśnienie atmosferyczne od wartości 1,4 do 1,6 MPa.

Wytworzona para jest parą nasyconą, która ma tę właściwość, że skrapla się przy najmniejszym nawet spadku temperatury lub ciśnienia. Z tego względu do napędu silników parowych w parowozach stosuje się obecnie prawie wyłącznie parę przegrzaną. Otrzymuje się ją w ten sposób, że po otwarciu przepustnicy *11* para nasycona przechodzi ze zbieralnika *10* do jednej z komór skrzyni przegrzewacza *12*, a następnie przepływa przez elementy przegrzewacza *13* mieszczące się w płomienicach, gdzie ulega przegrzaniu, po czym wpływa do drugiej komory skrzyni przegrzewacza, a stąd rurami wlotowymi do skrzyń suwakowych *17*. Spaliny przechodzące przez płomienice ogrzewają więc jednocześnie elementy przegrzewacza oraz przepływającą przez te elementy parę, która w ten sposób staje się parą przegrzaną.

Para napływająca do skrzyń suwakowych kierowana jest do cylindrów *15*, umieszczonych w parowozach dwucylindrowych po jednym z każdej strony parowozu. Niektóre parowozy mają również silniki trzy- i czterocylindrowe. Odpowiedniego rozrządu pary do cylindrów dokonują suwaki *18* przesuwające się w skrzyniach suwakowych, napędzane przez układy drążków i dźwigni stawidła *19*. Para kierowana jest na przemian na obie strony tłoków *16*. Z chwilą gdy para dopływa do przestrzeni po prawej stronie tłoka, lewa przestrzeń cylindrowa połączona jest poprzez suwak z dyszą wylotową *25*. Para dopływa do prawej przestrzeni cylindrowej przez okres czasu odpowiadający części całkowitej drogi tłoka, ustalonej przez maszynistę w zależności od chwilowo potrzebnej wielkości mocy parowozu.

Z chwilą przerwania przez suwak dopływu pary, znajdująca się pod ciśnieniem w prawej przestrzeni cylindrowej para rozpręża się i przesuwa tłok w cylindrze w lewo do skrajnego położenia. Jednocześnie para znajdująca się po lewej stronie tłoka wypływa z cylindra do atmosfery przez dyszę wylotową i komin. W tym momencie następuje zmiana cyklu roboczego. Suwak kieruje świeżą parę do lewej przestrzeni cylindrowej i jednocześnie łączy prawą przestrzeń cylindrową z atmosferą. Po zamknięciu dopływu pary przez suwak rozprężająca się para w lewej przestrzeni cylindrowej przesuwa tłok w prawo do skrajnego położenia. W dalszym ciągu cykl roboczy powtarza się.

Ruch posuwisty tłoka przenoszony jest przez trzon tłokowy *21* na połączony z nim na stałe krzyżulec *22*. Drugi koniec krzyżulca połączony jest przegubowo z korbowodem *23*, którego drugi koniec z kolei obejmuje czop korbowy zestawu kołowego napędnego, zwanego zestawem silnikowym. W ten sposób ruch prostoliniowy tłoka i krzyżulca powoduje ruch obrotowy zestawu silnikowego. Z zestawem silnikowym połączone są za pomocą wiązarów *24* wszystkie pozostałe zestawy napędne, tzw. dowiązane, które w wyniku tego otrzymują również ruch obrotowy. Tarcie obracających się po szynie kół zestawów wiązanych powoduje powstawanie siły pociągowej, dzięki której następuje ruch parowozu i prowadzonego przez niego składu wagonów.

c. Rodzaje i parametry techniczno-eksploatacyjne parowozów

Konstrukcja parowozów, podobnie jak i innych pojazdów trakcyjnych, musi być przystosowana do wyznaczonych im zadań trakcyjnych. Różnorodność zadań trakcyjnych i wymogi eksploatacyjne z tym związane wpływają na dużą różnorodność konstrukcyjną parowozów.

Parowozy przeznaczone do prowadzenia pociągów pasażerskich pospiesznych mają koła napędne o dużych średnicach, w granicach od 1850 do 2000 mm, i największą prędkość konstrukcyjną — od 100 do 130 km/h. Parowozy te wymagają dużego kotła. Ze względu na niezbyt duże masy pociągów pospiesznych nie jest wymagana duża siła pociągowa i dlatego parowozy pospieszne mają trzy lub cztery zestawy napędne. Ponadto są stosowane osie lub wózki toczne, zapewniające dobre własności biegowe przy dużych prędkościach jazdy i przenoszące część masy dużego kotła. Z uwagi na znaczne odległości między postojami pociągu pospiesznego, zapasy węgla i wody na tendrze są duże i wynoszą do 34 m^3 wody oraz do 17 ton (17 Mg) węgla.

Do pociągów osobowych dalekobieżnych używane są najczęściej parowozy pospieszne. Parowozy do pociągów osobowych lokalnych mają mniejszy niż parowozy pośpieszne kocioł, mniejszą prędkość konstrukcyjną (75 do 100 km/h) oraz mniejsze zapasy wody (16 do 25 m^3) i węgla (7 do 12 ton). Najczęściej są trzy, rzadziej cztery zestawy napędne, któ-

rych koła mają średnice w granicach 1600 do 1750 mm. Stosuje się również osie lub wózki toczne w celu zmniejszenia nacisku osi na szyny.

Od parowozów przeznaczonych do obsługi pociągów osobowych podmiejskich wymaga się szybkiego rozruchu oraz stosunkowo dużych prędkości i sił pociągowych. Dlatego parowozy do tych pociągów mają dość duży kocioł i silnik parowy odpowiedniej mocy. Największa prędkość konstrukcyjna tych parowozów dochodzi do 100 km/h, a średnica kół napędnych — do 1650 mm. Najczęściej mają one trzy zestawy kołowe, a zastosowanie osi tocznych z przodu i z tyłu umożliwia jazdę ze stosunkowo dużymi prędkościami w obu kierunkach. Parowozy do pociągów podmiejskich nie mają tendrów (tendrzaki), co pozwala na szybkie prowadzenie pociągów powrotnych bez konieczności zajazdu do lokomotywowni w celu obrócenia.

Istnieją dwie podstawowe odmiany parowozów towarowych: parowozy do ciężkiego ruchu towarowego dalekobieżnego, mające duże kotły i znaczne naciski osi na szyny (200 kN), oraz parowozy do ruchu lokalnego i do pociągów zbiorowych, mające mniejszą moc i mniejsze naciski osi na szyny (około 150 kN).

Wszystkie parowozy towarowe mają duży kocioł i dużą liczbę zestawów kół napędnych — od czterech do pięciu. Średnica kół napędnych jest mniejsza niż przy innych parowozach i wynosi od 1100 do 1450 mm, największa zaś prędkość konstrukcyjna — od 45 do 80 km/h. Zapasy wody zawierają się w granicach od 12 do 34 m^3, a węgla — od 7 do 20 ton.

Do pracy manewrowej na ogół nie buduje się specjalnych parowozów — wykorzystuje się do niej najczęściej odpowiednie parowozy towarowe, rzadziej — pasażerskie.

Oprócz wymienionych, istnieją parowozy o odrębnej niż normalna konstrukcji. Do bardziej charakterystycznych parowozów tego rodzaju można zaliczyć:

— parowozy bezogniowe, które nie mają skrzyni ogniowej, a zamiast normalnego kotła parowozowego mają zbiornik w kształcie walca, napełniony gorącą wodą i parą; para jest wtłaczana do zbiornika z innego kotła i zużywana przy pracy silnika parowozu bezogniowego, podobnie jak w zwykłych parowozach;

— parowozy z kołami zębatymi, w których cylindry napędzają — oprócz kół toczących się po szynach — także koła zębate współpracujące z zębatką ułożoną między szynami; parowozy z kołami zębatymi są przeznaczone do pracy na liniach w terenie górzystym o tak dużym wzniesieniu, że normalne tarcie kół toczących się po szynach nie wystarcza do pokonania oporów ruchu;

— parowozy kondensacyjne, których silniki pracują z kondensacją pary; para z cylindrów nie przechodzi do dyszy wylotowej, lecz do skraplacza (kondensatora) umieszczonego na tendrze, gdzie

skrapla się; parowozy kondensacyjne zużywają znacznie mniej pary niż parowozy zwykłe, lecz konstrukcja tendra tych parowozów jest bardzo skomplikowana i kosztowna;

— parowozy turbinowe, w których zamiast parowego silnika tłokowego zastosowano turbinę o prędkości obrotowej kilku tysięcy obrotów na minutę; parowozy te pracują przeważnie z kondensacją;

— parowozy wieloczłonowe (systemu Malleta lub Garrata), w których podwozie parowozu jest podzielone na dwa lub trzy samodzielne człony, a każdy człon zawiera w osobnej ostoi kilka zestawów kół napędnych oraz własny silnik parowy; konstrukcja ta umożliwiała budowę parowozów towarowych o wyjątkowo dużej mocy i dużej liczbie zestawów kołowych, przy zachowaniu możliwości odpowiedniego przechodzenia parowozu przez łuki torów.

Wymienione rodzaje parowozów należą do konstrukcji rzadko stosowanych i użytkowanych (z wyjątkiem parowozów bezogniowych), dlatego w dalszej części podręcznika zostaną opisane głównie parowozy zwykłe, praktycznie stosowane na kolejach.

4. Ogólny opis spalinowych pojazdów trakcyjnych

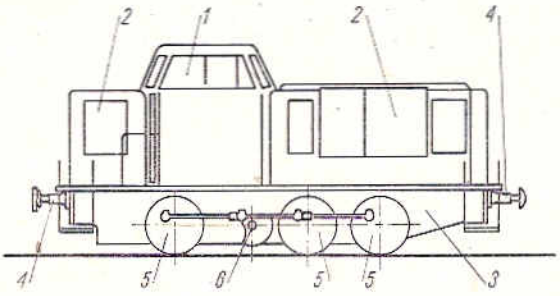
Wszystkie elementy i zespoły składowe każdego spalinowego pojazdu trakcyjnego zgrupować można w trzy zasadnicze części:

1) część mechaniczną, do której należą nadwozie wraz z wyposażeniem oraz podwozie, umożliwiające poruszanie się pojazdu po torze kolejowym;
2) część cieplną, w skład której wchodzą silnik spalinowy oraz urządzenia niezbędne do pracy silnika (chłodnice, wentylatory itp.);
3) układ napędowy, służący do przenoszenia momentu obrotowego silnika na koła napędne pojazdu; w przypadku pojazdów z przekładnią elektryczną układ napędowy nazywa się często częścią elektryczną spalinowego pojazdu trakcyjnego.

a. Lokomotywy spalinowe

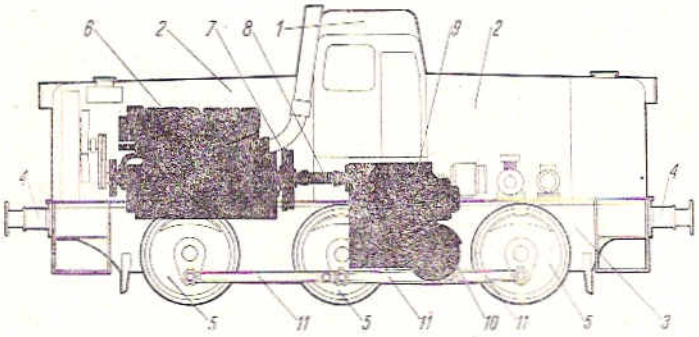
Rysunek 10 przedstawia szkic trzyosiowej lokomotywy spalinowej manewrowej. Nadwozie lokomotywy składa się z kabiny maszynisty *1*, w której znajdują się urządzenia i przyrządy potrzebne do obsługi lokomotywy i kontrolowania pracy jej zespołów, oraz z dwu przedziałów maszynowych *2*, stanowiących pomieszczenie dla silnika spalinowego i innych urządzeń maszynowych. Nadwozie przymocowane jest do ostoi *3* lokomotywy. Do belek czołowych ostoi lokomotywy przymocowane są zderzaki *4*. Nadwozie lokomotywy wraz

z ostoją spoczywa na trzech zestawach kołowych 5. Osie zestawów kołowych osadzone są w łożyskach znajdujących się bezpośrednio w podłużnych, zewnętrznych belkach (ostojnicach) ostoi 3 lokomotywy.



Rys. 10. Szkic trzyosiowej lokomotywy spalinowej manewrowej z napędem wiązarowym

Lokomotywa, której szkic przedstawiono na rysunku 10, ma grupowy napęd zestawów kołowych, tzw. napęd wiązarowy, podobny do napędu parowozu. Rozmieszczenie silnika i układu napędowego takiej lokomotywy przedstawia rysunek 11. Silnik spalinowy 6, umieszczony

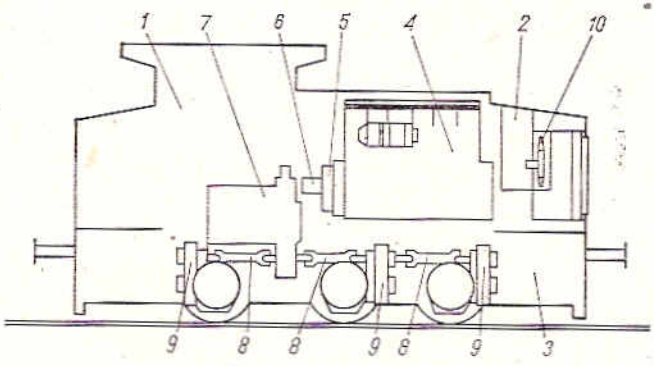


Rys. 11. Rozmieszczenie silnika i układu napędowego trzyosiowej lokomotywy spalinowej z napędem wiązarowym
1 — kabina maszynisty, *2* — przedziały maszynowe, *3* — ostoja, *4* — zderzaki, *5* — zestawy kołowe, *6* — silnik spalinowy, *7* — sprzęgło, *8* — wał przegubowy, *9* — skrzynia biegów, *10* — korba ślepego wału, *11* — wiązary

w jednym z przedziałów maszynowych, połączony jest ze skrzynią biegów *9* za pośrednictwem sprzęgła *7* i wału przegubowego *8*. Koła zębate skrzyni biegów napędzają tzw. ślepy wał (*6* na rys. 10), ułożyskowany w ostoi lokomotywy, który z kolei za pośrednictwem korby *10* i wiązarów *11* napędza osie zestawów kołowych lokomotywy. W skrzyni biegów *9* znajduje się dodatkowo mechanizm nawrotny, służący do zmiany kierunku jazdy lokomotywy.

Oprócz napędu wiązarowego w lokomotywach spalinowych stosuje się również inny rodzaj napędu grupowego, tzw. napęd przegubowy.

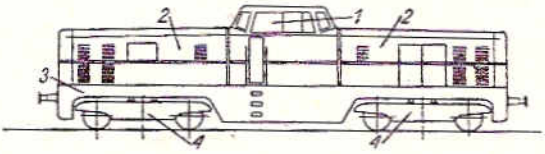
Szkic trzyosiowej lokomotywy manewrowej z napędem przegubowym pokazany jest na rysunku 12. Moment obrotowy wytworzony na wale korbowym silnika spalinowego *4* przekazywany jest za pośrednictwem sprzęgła *5* i krótkiego wału przegubowego *6* do skrzyni biegów *7*. Ze skrzyni biegów trzy wały przegubowe *8* przekazują moment obrotowymi do zębatych przekładni głównych *9*, które napędzają już bezpośrednio osie zestawów kołowych lokomotywy. Mechanizm nawrotny, podobnie jak w poprzednim przypadku, znajduje się w skrzyni biegów. Przed silnikiem *4* znajduje się chłodnica *10*.



Rys. 12. Szkic trzyosiowej lokomotywy manewrowej z napędem przegubowym

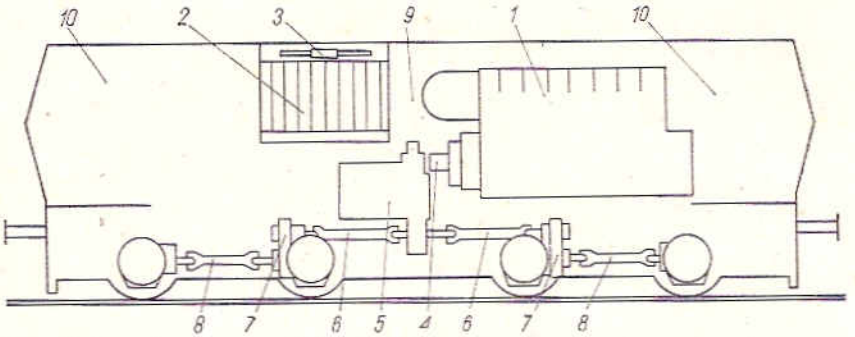
1 — kabina maszynisty, *2* — przedział maszynowy, *3* — ostoja, *4* — silnik spalinowy, *5* — sprzęgło, *6* — wał przegubowy, *7* — skrzynia biegów, *8* — wały przegubowe, *9* — przekładnie główne, *10* — chłodnica silnika spalinowego

Wszystkie podane układy lokomotyw spalinowych należą do lokomotyw o ostojnicowym układzie podwozia. W układach takich osie zestawów kołowych lokomotywy osadzone są w łożyskach, których kadłuby znajdują się bezpośrednio w ostoi pojazdu. Układy ostojnicowe stosowane są w lokomotywach o prędkości 60 do 80 km/h, głównie w lokomotywach manewrowych. Lokomotywy spalinowe przeznaczone do pracy pociągowej mają z reguły wózkowy układ podwozia. Lokomotywę o takim układzie podwozia przedstawia szkicowo rysunek 13. Nadwozie lokomotywy, składające się z kabiny maszynisty *1* umieszczonej pośrodku lokomotywy i z dwu przedziałów maszynowych *2*, połączone z ostoją *3* lokomotywy, spoczywa na dwu wózkach *4*. Każdy wózek ujmuje we wspólnej ostoi dwa zestawy kołowe.



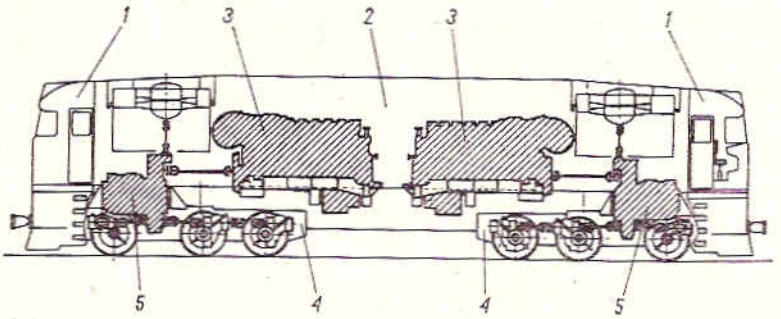
Rys. 13. Szkic czteroosiowej lokomotywy spalinowej pociągowej o wózkowym układzie podwozia

Na rysunku 14 uwidoczniono rozmieszczenie silnika spalinowego i układu napędowego czteroosiowej lokomotywy wózkowej. Silnik spalinowy *1* umieszczony jest w przedziale maszynowym. W tym samym przedziale znajduje się chłodnica *2* silnika wraz z wentylatorem *3*. Lokomotywa ma jeden duży przedział maszynowy *9* oraz dwie kabiny maszynisty *10*, umieszczone na obu końcach nadwozia.



Rys. 14. Rozmieszczenie silnika i układu napędowego czteroosiowej lokomotywy spalinowej pociągowej o wózkowym układzie podwozia

Wszystkie osie lokomotywy są osiami napędnymi, z napędem grupowym przegubowym. Moc silnika przenoszona jest za pośrednictwem wału przegubowego *4* do skrzyni biegów *5* i do połączonego z nią mechanizmu nawrotnego, a stąd — za pomocą dwu wałów przegubowych *6* — do dwu zębatych skrzynek rozdzielczych *7*, umieszczonych na obu wózkach lokomotywy. Napęd obu osi każdego wózka następuje ze skrzynek rozdzielczych, umieszczonych bezpośrednio na osiach.

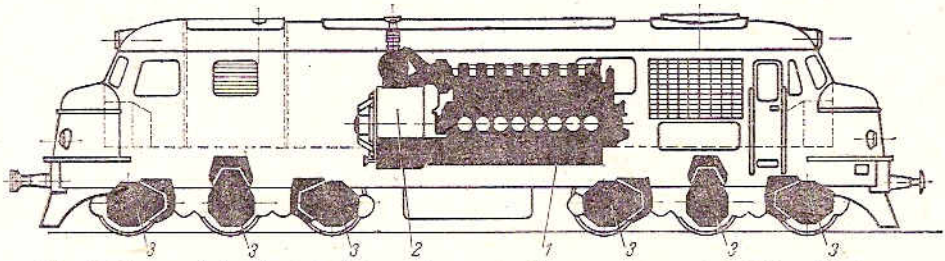


Rys. 15. Schemat sześcioosiowej lokomotywy spalinowej z dwoma silnikami i z napędem przegubowym

Na rysunku 15 przedstawiono schematycznie sześcioosiową lokomotywę spalinową pociągową. Lokomotywa ma także dwie kabiny maszynisty *1* umieszczone na obu końcach nadwozia oraz jeden duży przedział maszynowy *2*. Nadwozie lokomotywy spoczywa na dwu trzyosiowych

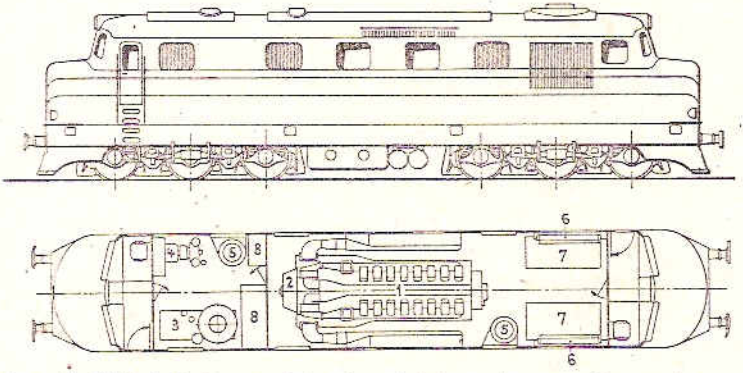
wózkach 4. Wszystkie osie każdego wózka są osiami napędnymi. Źródłem energii napędowej są dwa silniki spalinowe 3, przy czym jeden silnik napędza osie jednego wózka za pośrednictwem skrzyni biegów 5 i wałów przegubowych.

Napęd grupowy zestawów kołowych lokomotyw spalinowych stosowany jest w lokomotywach z przekładnią mechaniczną bądź hydrauliczną. Lokomotywy z przekładnią elektryczną mają z reguły napęd indywidualny. Tylko w nielicznych przypadkach lokomotywy z przekładnią elektryczną mają napęd grupowy, najczęściej wiązarowy. Szkic lokomotywy spalinowej sześcioosiowej dwuwózkowej z przekładnią elektryczną i z napędem indywidualnym przedstawia rysunek 16. Źródłem energii napędowej jest silnik spalinowy 1 sprzęgnięty z prądnicą prądu stałego 2. Każdy zestaw kołowy lokomotywy napędzany jest własnym silnikiem elektrycznym 3, zwanym silnikiem trakcyjnym, za pośrednictwem czołowych kół zębatych.

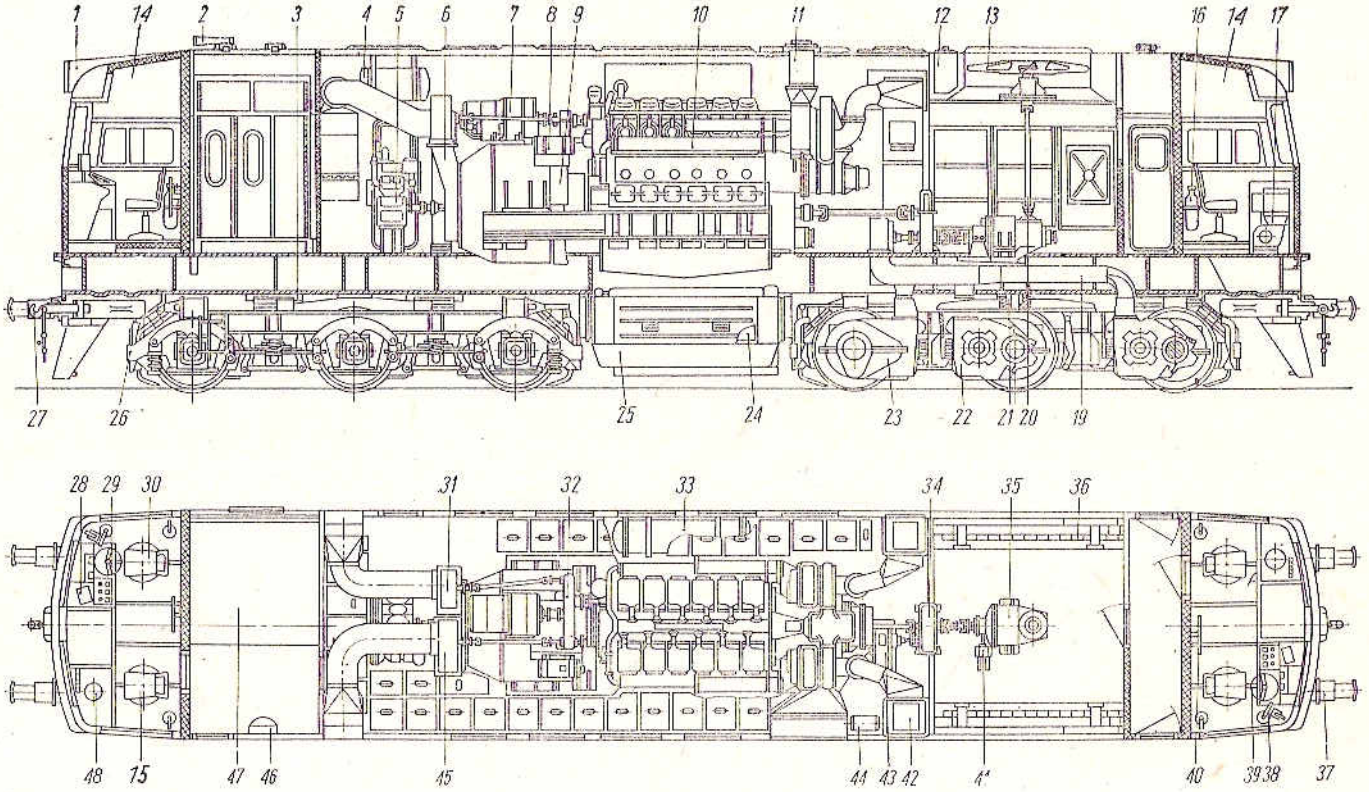


Rys. 16. Szkic sześcioosiowej lokomotywy spalinowej z przekładnią elektryczną i napędem indywidualnym

Widok lokomotywy spalinowej sześcioosiowej z przekładnią elektryczną i plan rozmieszczenia niektórych urządzeń lokomotywy pokazano na rysunku 17. Lokomotywa ma dwie kabiny maszynisty. Silnik spalinowy 1 wraz z prądnicą 2 umieszczony jest w przedziale maszynowym pośrodku lokomotywy. Z lewej strony silnika (na rysunku) w wydzie-



Rys. 17. Widok i plan sześcioosiowej lokomotywy spalinowej z przekładnią elektryczną



Rys. 18. Szkic sześcioosiowej lokomotywy spalinowej PKP serii ST44 z przekładnią elektryczną

lonym pomieszczeniu znajdują się: kocioł parowy *3* do ogrzewania wagonów osobowych, zbiorniki *8* na wodę oraz sprężarka *4* dostarczająca sprężonego powietrza do urządzeń hamulcowych i sterowniczych lokomotywy. Z drugiej strony silnika spalinowego w ścianach bocznych lokomotywy umieszczone są chłodnice *6* silnika spalinowego, a na podłodze — baterie akumulatorów *7*. W ścianach bocznych lokomotywy znajdują się również wentylatory *5* do chłodzenia elektrycznych silników trakcyjnych.

Rysunek 18 przedstawia sześcioosiową lokomotywę spalinową PKP serii ST44 z przekładnią elektryczną. Nadwozie lokomotywy składa się z dwu kabin maszynisty *14* oraz z przedziału maszynowego. W każdej kabinie maszynisty znajdują się pulpit sterowniczy *29*, dwa krzesła — dla maszynisty *30* i pomocnika *15*, prędkościomierz *28*, zawór *38* hamulca pneumatycznego, nastawnik jazdy *39*, koło hamulca ręcznego *40*, gaśnica *16* oraz urządzenie ogrzewczo-wentylacyjne *17* i grzejnik elektryczny *48* do wentylacji i ogrzewania kabiny maszynisty. Do belek czołowych ostoi lokomotywy przymocowane są zderzaki *37* oraz urządzenie cięgłowe *27* ze sprzęgiem śrubowym. Na ścianach czołowych nadwozia, w górze, znajdują się reflektory *1*, a na dachu umieszczono syrenę powietrzną *2*.

Przedział maszynowy podzielony jest na trzy części. Część oznaczona na rysunku liczbą *47* przeznaczona jest na umieszczenie w niej szafy z aparaturą elektryczną. W części tej znajduje się również umywalka *46* dla maszynisty. Część środkowa przedziału maszynowego zawiera główne urządzenia maszynowe lokomotywy, a wśród nich silnik spalinowy *10*, prądnicę główną *9* oraz prądnice pomocnicze *7* i *8*. Prądnice pomocnicze napędzane są przez silnik spalinowy za pośrednictwem zębatej przekładni rozdzielczej *32*. Ta sama przekładnia rozdzielcza oraz wały przegubowe pośredniczą również w napędzie sprężarki *5*, wentylatora *31* silników trakcyjnych przedniego wózka oraz wentylatora *45* prądnicy głównej, który kanałem *6* doprowadza powietrze chłodzące do prądnicy głównej. Rura wydechowa *11* silnika spalinowego umieszczona jest w dachu lokomotywy, a nad sprężarką *5* znajduje się dodatkowy zbiornik przeciwpożarowy *4*.

Obok silnika spalinowego, wzdłuż jednej ze ścian bocznych nadwozia, umieszczony jest wymiennik ciepła *33* silnika spalinowego. Chłodnice *36* silnika umieszczone są w trzeciej części przedziału maszynowego, w ścianach bocznych nadwozia. W tej samej części przedziału, w dachu lokomotywy, znajduje się zbiornik wody *12* oraz wentylator *13* chłodnic, który napędzany jest przez silnik spalinowy za pośrednictwem zębatej przekładni rozdzielczej *34*, sprzęgła hydraulicznego *35* i wału przegubowego *20*. Sprzęgło hydrauliczne *35* włączane jest samoczynnie za pomocą automatu *41*. W środkowej części przedziału maszynowego znajdują się jeszcze filtry powietrza *42* silnika spalinowego, wentylator *43* silników

trakcyjnych tylnego wózka oraz podgrzewacz paliwa 44. Powietrze zassane przez wentylator 43 doprowadzane jest do silników trakcyjnych kanałem 19.

Nadwozie lokomotywy opiera się na dwóch trzyosiowych wózkach 26 za pośrednictwem środkowych czopów skrętu 21 i bocznych podpór 3. Każdy zestaw kołowy obu wózków napędzany jest własnym elektrycznym silnikiem trakcyjnym 22 za pośrednictwem przekładni zębatej 23. W środku lokomotywy podwieszone są do ostoi skrzynia akumulatorowa 24 oraz zbiornik paliwa 25.

Lokomotywa spalinowa serii ST44 przeznaczona jest do obsługi pociągów towarowych, a jej moc wynosi 1470 kW.

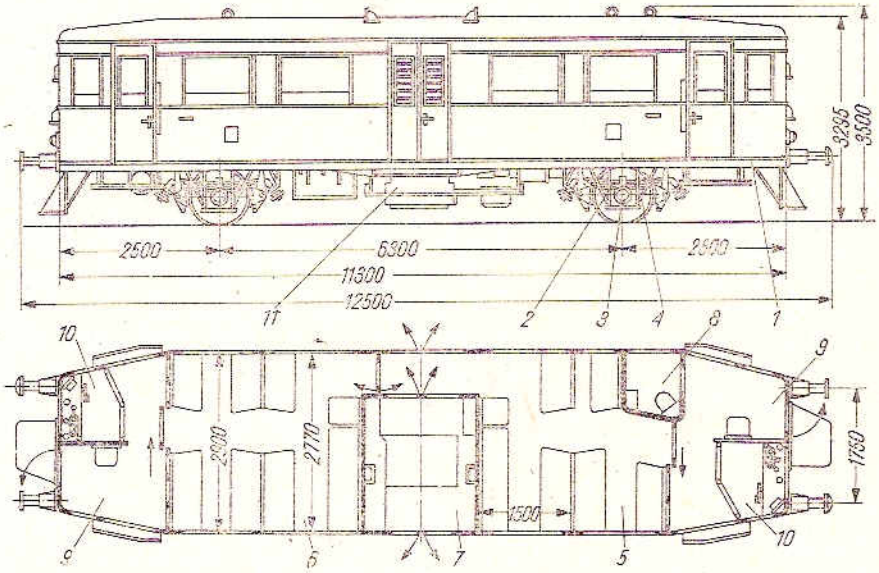
Na podstawie dokonanego w tym rozdziale przeglądu różnych rodzajów lokomotyw spalinowych można ustalić pewne typowe rozwiązania konstrukcyjne, biorąc pod uwagę zasadnicze części lokomotyw spalinowych. Tak więc w konstrukcji nadwozi rozróżniamy układy jednokabinowe i dwukabinowe. W nadwoziu jednokabinowym kabina maszynisty może być umieszczona skrajnie, na jednym końcu lokomotywy, bądź w środku, dzieląc przedział maszynowy na dwie części. Konstrukcje podwozi bywają ostojnicowe i wózkowe. Napęd zestawów kołowych może odbywać się grupowo, głównie za pomocą wiązarów lub wałów przegubowych, bądź indywidualnie, głównie za pomocą kół zębatych. Źródłem energii napędowej lokomotywy może być jeden silnik spalinowy (układ jednosilnikowy) lub kilka silników spalinowych (układ wielosilnikowy). W praktyce w lokomotywach stosuje się nie więcej niż dwa silniki spalinowe.

Nadwozia jednokabinowe stosuje się przede wszystkim w lokomotywach manewrowych, dwukabinowe — w lokomotywach pociągowych. Spotyka się jednak również lokomotywy pociągowe o nadwoziu jednokabinowym. Ostojnicowy układ podwozia stosowany jest głównie w lokomotywach manewrowych o mocy do około 600 kW i prędkości 60 do 80 km/h przy liczbie zestawów kołowych nie większej niż cztery. Lokomotywy pociągowe mają niemal wyłącznie układ wózkowy. Rodzaj napędu zależy głównie od rodzaju przekładni. Lokomotywy z przekładnią elektryczną mają z reguły napęd indywidualny, lokomotywy zaś z przekładnią mechaniczną lub hydrauliczną — grupowy. Napęd wiązarowy stosowany jest zazwyczaj przy ostojnicowym układzie podwozia. Układy wielosilnikowe, w praktyce dwusilnikowe, spotyka się w lokomotywach wyższych mocy, powyżej 1470 kW.

b. Wagony i zespoły spalinowe

Podobne rozwiązania konstrukcyjne jak w lokomotywach spalinowych stosowane są również w wagonach spalinowych. Spalinowe

wagony silnikowe budowane jako niezależne, mogące jednak służyć także do ciągnięcia wagonów doczepnych, wyposażone są z reguły w dwie kabiny maszynisty. Wagony silnikowe spalinowych zespołów trakcyjnych mają tylko jedną kabinę umieszczoną na jednym z końców wagonu. Ostojnicowy układ podwozia używany jest tylko w lekkich dwuosiowych wagonach spalinowych, tzw. autobusach szynowych. Inne typy wagonów spalinowych mają układ wózkowy. Nie stosuje się w wagonach spalinowych prawie całkowicie napędu wiązarowego, w przeciwieństwie do napędu przegubowego, który jest najbardziej rozpowszechnionym rodzajem napędu w wagonach. W większym zaś stopniu niż w lokomotywach spalinowych stosowane są w wagonach układy dwusilnikowe, a spotyka się również niekiedy układy więcej niż dwusilnikowe.



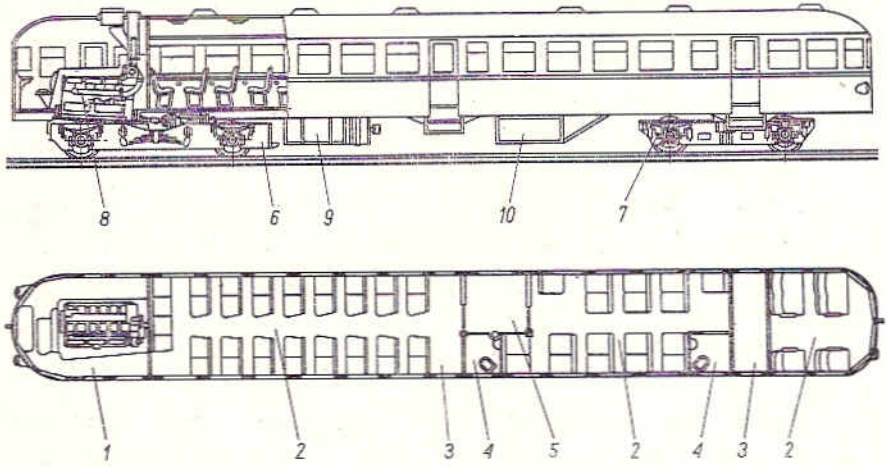
Rys. 19. Szkic dwuosiowego wagonu spalinowego o ostojnicowym układzie podwozia

Na rysunku 19 przedstawiono szkic dwuosiowego wagonu spalinowego o ostojnicowym układzie podwozia. Nadwozie wagonu, składające się z ostoi *1* i pudła, przystosowane jest do przewozu podróżnych. Wnętrze pudła wagonu ma dwa przedziały dla podróżnych *5* i *6*, przedział bagażowy *7*, ustępowy *8* oraz dwa przedsionki wejściowe *9*, które służą jednocześnie za kabiny maszynisty. W przedsionkach tych znajdują się pulpity sterownicze *10*.

Za pośrednictwem przegubowo umocowanych piórowych sprężyn nośnych *2*, służących do łagodzenia i tłumienia wstrząsów wywoływanych jazdą, nadwozie wagonu spoczywa na zestawach kołowych. Oś zestawu kołowego obraca się w dwu umieszczonych na jej końcach łożyskach.

Łożyska osiowe ujęte są w kadłuby (maźnice) *3*, które umieszczone są między dwiema prowadnicami (widłami maźnicznymi) *4*. Prowadnice są przypawane do ostoi wagonu.

Silnik spalinowy *11*, umieszczony w specjalnej ramie przymocowanej do ostoi wagonu, napędza tylny zestaw kołowy za pośrednictwem układu napędowego z wałem przegubowym.



Rys. 20. Szkic czteroosiowego wózkowego wagonu spalinowego

Rysunek 20 przedstawia szkic wózkowego, czteroosiowego wagonu spalinowego. Wagon ma tylko jedną kabinę maszynisty *1*, która stanowi jednocześnie przedział maszynowy. Wnętrze wagonu oprócz trzech przedziałów dla podróżnych *2* zawiera dwa przedsionki *3*, dwa przedziały ustępowe *4* oraz przedział bagażowy *5*. Wózek przedni *6* jest wózkiem napędnym, a tylny *7* — wózkiem tocznym, tzn. że osie tego wózka nie są napędzane. Silnik spalinowy *8* umieszczony jest na ostoi wózka napędnego i za pośrednictwem skrzyni biegów, wałów przegubowych i przekładni głównych napędza obie osie wózka. Pod pudłem wagonu, przymocowane do ostoi, znajdują się zbiorniki paliwa *9* i skrzynia akumulatorowa *10*.

W wagonach silniki spalinowe umieszczane są często pod pudłem wagonu. Ma to miejsce wtedy, gdy do napędu wagonu zastosowany jest silnik o cylindrach poziomych.

Szkic spalinowego zespołu trakcyjnego przedstawia rysunek 21. Zespół składa się z dwu wagonów silnikowych *1* i *2* oraz z wagonu doczepnego *3*. Wszystkie wagony są czteroosiowe dwuwózkowe. Zespół wyposażony jest w dwa silniki spalinowe *4*, umieszczone po jednym w każdym wagonie silnikowym. Wózkami napędnymi są oba wózki skrajne *5* wagonów silnikowych, pozostałe zaś — wózkami tocznymi. Kabiny ma-

szynisty 6 znajdują się w częściach czołowych wagonów silnikowych. Oprócz zwykłych przedziałów dla podróżnych, zespół ma przedział restauracyjny 7, kuchnię 8 i dwa przedziały pocztowo-bagażowe 9.

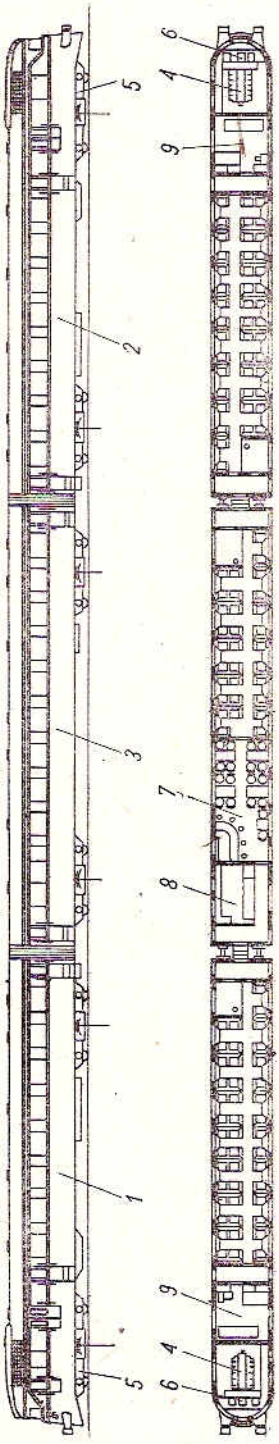
c. Rodzaje i parametry techniczno-eksploatacyjne pojazdów spalinowych

Jak widać z dokonanego przeglądu rozwiązań konstrukcyjnych spalinowych pojazdów trakcyjnych, trakcja spalinowa dysponować może dość dużą różnorodnością rodzajów i typów pojazdów. Różnią się one między sobą nie tylko konstrukcją, lecz przede wszystkim głównymi parametrami techniczno-eksploatacyjnymi, które decydują o przeznaczeniu eksploatacyjnym pojazdu.

Lokomotywy spalinowe przeznaczone do lekkich prac manewrowych mają moc w granicach 220 do 260 kW, ich masa napędna nie przekracza 36 ton, a prędkość 25 do 30 km/h. Niektóre z tych lokomotyw mają dwa zakresy prędkości: do pracy manewrowej do 25 km/h i do pracy liniowej do 45 km/h. Wszystkie osie lokomotyw są z reguły osiami napędnymi, przy czym ich liczba nie przekracza trzech.

Moc lokomotyw spalinowych przeznaczonych do średniej pracy manewrowej wynosi 440 do 510 kW, największa prędkość — do 60 km/h, a masa napędna — do 54 ton. Lokomotywy te mają najczęściej trzy osie w układzie ostojnicowym, rzadziej — cztery osie w tym samym układzie lub cztery osie w układzie wózkowym. Wszystkie osie są osiami napędnymi.

Zakres mocy lokomotyw przeznaczonych do ciężkich prac manewrowych łącznie z pracą na górkach rozrządowych waha się w granicach od 590 do 880 kW, masa napędna — od 72 do 120 ton, a największa prędkość — od 60 do 90 km/h. Wszystkie



Rys. 21. Szkic trzywagonowego spalinowego zespołu trakcyjnego

osie są osiami napędnymi w układzie czteroosiowym ostojnicowym lub wózkowym.

Lokomotywy spalinowe pociągowe mają zazwyczaj moc powyżej 880 kW. Największe moce osiągnięte dotychczas w rozwiązaniach konstrukcyjnych lokomotywy jednoczłonowej dochodzą do 3520 kW. Masa napędna lokomotyw pociągowych zawiera się w granicach od 64 do 126 ton. Największa prędkość lokomotyw przeznaczonych do ruchu towarowego dochodzi do 100 km/h, a do ruchu pasażerskiego — 140 do 160 km/h. Niektóre lokomotywy pociągowe budowane są jako uniwersalne i wtedy ich prędkość największa zawiera się w granicach od 100 do 120 km/h. W lokomotywach pociągowych stosowane są najczęściej układy osi: Bo'Bo' lub B'B', Co'Co' bądź C'C' i A1A-A1A (dwa wózki trzyosiowe, w których osie skrajne są napędne, a środkowa jest osią toczną).

Lekkie wagony spalinowe i autobusy szynowe, przeznaczone do obsługi linii drugorzędnych o niewielkiej frekwencji podróżnych oraz do obsługi linii o znaczeniu turystycznym, mają zazwyczaj dwie osie, z których jedna jest osią napędną, a druga — toczną. Masa napędna wagonów tego rodzaju nie przewyższa 12 ton, moc — 150 kW, a prędkość największa — 90 km/h.

Do obsługi pasażerskiego ruchu podmiejskiego, ruchu lokalnego i ruchu dalekobieżnego na liniach drugorzędnych używane są wagony o mocy do 440 kW. Największa prędkość tych wagonów wynosi 100 do 120 km/h, a masa napędna nie przekracza 35 ton. Wagony te mają wyłącznie układ wózkowy, najczęściej czteroosiowy, przy czym zazwyczaj jeden wózek jest napędny, a drugi — toczny.

Do obsługi szybkich pociągów pasażerskich stosowane są spalinowe zespoły trakcyjne, których moc dochodzi do 1620 kW, a prędkość największa osiąga 140 do 160 km/h. Masa napędna spalinowych zespołów trakcyjnych często przekracza 70 ton.

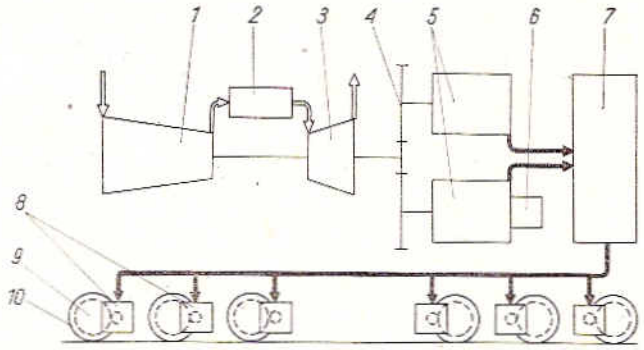
d. Pojazdy z silnikiem turbospalinowym

W ostatnich latach do napędu pojazdów spalinowych stosowane są oprócz silników tłokowych również silniki spalinowe wirnikowe, zwane silnikami t u r b o s p a l i n o w y m i lub wprost turbinami spalinowymi albo gazowymi. Liczba pojazdów z takimi silnikami jest jeszcze niewielka, ale — być może — w przyszłości znajdą one szersze zastosowanie.

Schemat napędu lokomotywy spalinowej z przekładnią elektryczną za pomocą silnika turbospalinowego przedstawiono na rysunku 22.

Sprężarka *1* osadzona na wspólnym wale z turbiną spalinową *3* zasysa przez odpowiednie kanały wlotowe powietrze z atmosfery, spręża je do ciśnienia kilkuset kilopaskali i tłoczy do komory spalania *2*. Do komory spalania jest wtryskiwane jednocześnie paliwo, które miesza się

z częścią dostarczonego przez sprężarkę powietrza (tzw. „powietrza pierwotnego") i ulega spaleniu. Produkty spalania mieszają się następnie z pozostałością powietrza, czyli z tzw. „powietrzem wtórnym", które nie bierze udziału w spalaniu, lecz ma za zadanie chłodzenie komory spalania. Powstała w ten sposób mieszanina gazów spalinowych i powietrza o temperaturze od 650 do 850°C przechodzi do właściwej tur-



Rys. 22. Schemat napędu lokomotywy spalinowej z przekładnią elektryczną za pomocą silnika turbospalinowego

biny *3*, gdzie przepływając przez łopatki wirnika turbiny rozpręża się i powoduje obrót wirnika oraz związanego z nim wału. W ten sposób energia gazów zostaje zamieniona w energię mechaniczną obracającą wał turbiny, który za pośrednictwem przekładni zębatej *4* napędza prądnice główne *5*, zasilające prądem elektrycznym silniki elektryczne *8*, napędzające za pośrednictwem przekładni zębatych *9* zestawy kołowe *10*. Na rysunku 22 zaznaczono dodatkowo wzbudnicę *6* prądnic głównych oraz aparaturę elektryczną *7* sterującą pracą przekładni elektrycznej.

Należy zwrócić uwagę, że sprężarka *1* jest napędzana przez turbinę *3* i zużywa znaczną ilość energii. Dlatego też tylko część mocy osiąganej przez turbinę może być wykorzystana do napędu prądnic głównych i zestawów kołowych.

Gazy spalinowe opuszczając turbinę *3* kierowane są bądź bezpośrednio do atmosfery, bądź do tzw. wymiennika ciepła, gdzie część ciepła spalin — przed ich wypływem do atmosfery — może być wykorzystana do ogrzania powietrza tłoczonego przez sprężarkę do komory spalania. Ma to na celu podwyższenie sprawności turbiny, która w znacznym stopniu zależy od temperatury spalin wpływających do turbiny.

Turbiny spalinowe stosowane do napędu pojazdów trakcyjnych wykonuje się jako jedno- lub wielostopniowe. W tych ostatnich rozprężanie gazów jest podzielone między kilka stopni turbiny. Jako paliwo używane są w silnikach turbospalinowych olej napędowy, mazut lub pył węgla kamiennego. Do rozruchu silników turbospalinowych stosuje się rozruszniki elektryczne bądź pomocnicze spalinowe silniki tłokowe.

Sprężarki silników turbospalinowych mogą być odśrodkowe, jedno-

lub wielostopniowe, bądź osiowe, wykonywane wyłącznie jako wielostopniowe.

W pojazdach turbospalinowych są stosowane najczęściej przekładnie elektryczne, jakkolwiek zdarzają się również przekładnie mechaniczne i hydrauliczne.

W porównaniu z silnikiem spalinowym tłokowym silnik turbospalinowy ma następujące zalety:

— znacznie mniej skomplikowana konstrukcja;
— brak układu tłokowo-korbowego i dzięki temu spokojniejsza praca, bez drgań i wstrząsów;
— mniejsza masa jednostkowa i mniejsze wymiary, zwłaszcza silników o dużych mocach;
— mniejsza czułość na rodzaj stosowanego paliwa;
— mała liczba miejsc smarowanych wskutek braku części trących i szybko zużywających się.

Poważną wadą silnika turbospalinowego jest znaczny spadek sprawności i duże, w porównaniu z silnikiem tłokowym, zużycie paliwa przy częściowym obciążeniu. Dlatego też rozwój konstrukcji tego silnika zmierza w kierunku podwyższenia sprawności i zmniejszenia zużycia paliwa, co może mieć wpływ na rozszerzenie stosowania silników turbospalinowych do napędu pojazdów szynowych.

5. Ogólny opis elektrycznych pojazdów trakcyjnych

a. Systemy trakcji elektrycznej

W przeciwieństwie do parowych i spalinowych pojazdów trakcyjnych, elektryczne pojazdy trakcyjne nie mają własnego źródła napędu. Silniki elektryczne tych pojazdów zasilane są prądem elektrycznym wytwarzanym w elektrowniach stałych i przesyłanym liniami zasilającymi do podstacji trakcyjnych, skąd po odpowiednim przetworzeniu prąd przepływa do sieci trakcyjnej, a następnie do pojazdu.

W zależności od przyjętego systemu trakcji elektrycznej przetwarzanie to może polegać na zmianie rodzaju prądu, napięcia, częstotliwości lub liczby faz. Obecnie najbardziej rozpowszechnione są trzy następujące systemy trakcji elektrycznej.

1) System prądu stałego, który jest stosowany w wielu krajach europejskich, między innymi w Polsce, Czechosłowacji, Francji, Włoszech, Anglii, Związku Radzieckim i w innych. Napięcia robocze w tym systemie wynoszą od 500 do 3000 V, przy czym niższe napięcia stosuje się przy elektryfikacji krótkich odcinków linii kolejowych.

Zaletą systemu prądu stałego jest łatwość przetwarzania w podstacjach trakcyjnych prądu przemiennego na prąd stały oraz bardzo dogod-

ne dla trakcji kolejowej charakterystyki trakcyjne silników prądu stałego. Wadą natomiast jest konieczność stosowania stosunkowo dużych przekrojów sieci trakcyjnej oraz małych odległości między podstacjami trakcyjnymi.

2) System prądu przemiennego jednofazowego o obniżonej częstotliwości który zastosowany został z chwilą pojawienia się silnika komutatorowego o charakterystyce podobnej do charakterystyki silnika szeregowego prądu stałego. Ze względu na złą komutację tych silników w czasie rozruchu zasilanie bezpośrednie z ogólnej sieci przemysłowej o normalnej częstotliwości 50 Hz jest niemożliwe, co powoduje konieczność obniżenia częstotliwości do 16 2/3 Hz. Komplikuje to poważnie zagadnienie elektryfikacji tym systemem, gdyż konieczne jest bądź posiadanie oddzielnych specjalnych elektrowni, wytwarzających bezpośrednio prąd o obniżonej częstotliwości, bądź budowa podstacji z przetwornicami częstotliwości.

Zaletą omawianego systemu jest możliwość stosowania niemal dowolnie wysokiego napięcia w sieci jezdnej (zwykle około 15 000 V), dzięki czemu sieć jest znacznie lżejsza i tańsza, a odległości między podstacjami mogą być o wiele większe niż przy systemie prądu stałego. W pojazdach tego systemu znajduje się specjalny transformator, który zmniejsza doprowadzane napięcie, co pozwala na szeroką regulację napięcia na zaciskach silników trakcyjnych, a tym samym na stopniowy rozruch silników bez strat.

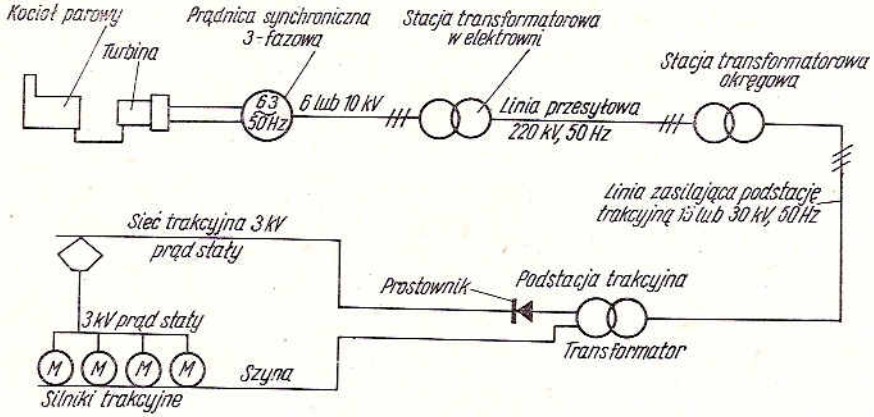
3) System prądu przemiennego jednofazowego o częstotliwości przemysłowej, który jest najnowszym systemem elektryfikacji kolei. Sieć trakcyjna zasilana jest bezpośrednio z krajowej sieci energetycznej za pomocą zwykłych stacji transformatorowych. Napięcie w sieci trakcyjnej wynosi 25 kV o częstotliwości 50 Hz. Dzięki wysokiemu napięciu możliwe jest doprowadzanie i odbieranie na pantografie lokomotywy bardzo dużych mocy przy stosunkowo małym przekroju sieci trakcyjnej i rzadko rozmieszczonych podstacjach. Urządzenia zasilające są więc stosunkowo tanie, lecz sama lokomotywa tego systemu jest kosztowna ze względu na znajdujące się w niej transformatory i prostowniki.

Wadą tego systemu są również silne oddziaływania zakłócające na urządzenia telekomunikacyjne i urządzenia zabezpieczenia ruchu kolejowego, co zmusza do stosowania specjalnych urządzeń ochronnych.

Większość zarządów kolejowych elektryfikuje swoją sieć jednym wybranym systemem trakcji; są jednak zarządy, gdzie stosowane są dwa systemy. W celu zabezpieczenia pracy pojazdów na styku różnych systemów budowane są bądź tzw. stacje stykowe, na których napięcie w sieci jezdnej może być dowolnie zmieniane, bądź pojazdy dwusystemowe, mogące pracować przy dwu różnych rodzajach prądu. Do ruchu międzynarodowego budowane są również pojazdy więcej niż dwusyste-

mowe, na przykład lokomotywy czterosystemowe kolei szwajcarskich i francuskich.

Na PKP stosowany jest system prądu stałego o napięciu 3000 V (z wyjątkiem Warszawskiej Kolei Dojazdowej, gdzie napięcie wynosi 600 V). Schemat zasilania trakcji elektrycznej prądem stałym o napięciu 3 kV podano na rysunku 23. Wytworzony w elektrowni (kocioł parowy,



Rys. 23. Schemat zasilania trakcji elektrycznej przy systemie prądu stałego o napięciu 3 kV

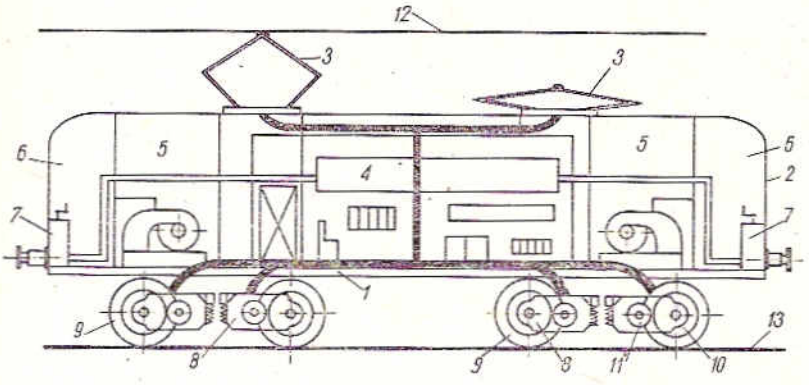
turbina, prądnica synchroniczna trójfazowa) prąd przemienny trójfazowy o częstotliwości 50 Hz i napięciu 6 lub 10 kV przetwarzany jest w stacji transformatorowej elektrowni na prąd o wysokim napięciu (np. 220 kV). W stacji transformatorowej okręgowej prąd ten przetwarzany jest następnie na prąd o napięciu 15 lub 30 kV i stąd linią zasilającą przekazywany jest do podstacji trakcyjnej. Podstacje trakcyjne wyposażone są w urządzenia przetwórcze (transformator, prostownik), przetwarzające prąd przemienny na prąd stały o napięciu 3 kV, odpowiedni do bezpośredniego zasilania pojazdów trakcyjnych. Z podstacji trakcyjnej prąd przesyłany jest do sieci trakcyjnej zawieszonej na słupach wzdłuż toru, skąd odbierany jest za pomocą odbieraka prądu i przesyłany do silników trakcyjnych. Poprzez zestawy kołowe i szyny prąd powraca kablami powrotnymi do podstacji trakcyjnej.

Podobnie jak w innych pojazdach trakcyjnych, również i w elektrycznych pojazdach trakcyjnych wszystkie elementy i zespoły składowe pojazdu można podzielić na zasadnicze części. W pojazdach elektrycznych można wydzielić dwie takie części, mianowicie:

1) część mechaniczną, składającą się z nadwozia wraz z wyposażeniem oraz z podwozia;
2) część elektryczną, w skład której wchodzą maszyny elektryczne oraz aparatura elektryczna.

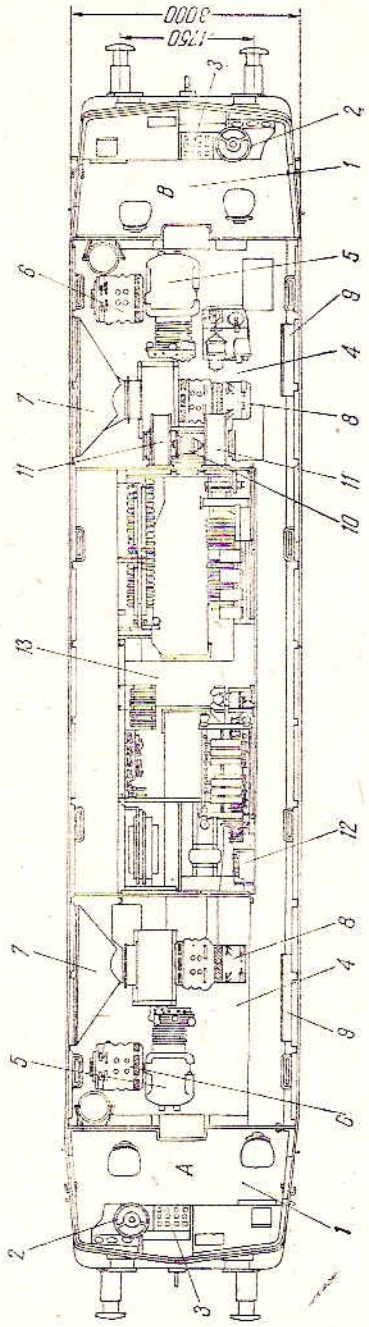
b. Lokomotywy elektryczne

Schemat lokomotywy elektrycznej przedstawiono na rysunku 24. Nadwozie lokomotywy *2* przymocowane do ostoi *1* spoczywa na dwu dwuosiowych wózkach. Na obu końcach nadwozia znajdują się dwie kabiny maszynisty *6*, z których uruchamia się wszystkie urządzenia lokomotywy za pośrednictwem urządzeń rozrządczych i sterujących. Do tego celu służą między innymi nastawniki jazdy *7* umieszczone na pulpitach sterowniczych. Między kabinami maszynisty znajdują się przedziały maszynowe *4* i *5*. W przedziale *4* znajdują się aparaty zasilane wysokim napięciem, a w przedziale *5* — maszyny pomocnicze. Ze względu na bezpieczeństwo pracy personelu obsługującego, urządzenia elektryczne są tak pogrupowane, że aparaty zasilane wysokim napięciem znajdują się w osobnych ryglowanych pomieszczeniach, do których dostęp możliwy jest dopiero po uprzednim opuszczeniu odbieraka prądu i uziemieniu obwodów WN (wysokiego napięcia).



Rys. 24. Schemat lokomotywy elektrycznej
1 — ostoja, *2* — nadwozie, *3* — odbieraki prądu, *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 jezdny, *13* — szyna

Na dachu lokomotywy umieszczone są dwa odbieraki prądu *3*. Lokomotywa czerpie prąd z przewodu jezdnego *12* normalnie za pomocą jednego z odbieraków, tylnego w kierunku jazdy. W niektórych przypadkach, np. przy dojeździe do składu pociągu, prąd czerpie się jednocześnie obydwoma odbierakami. Z odbieraka prąd przepływa przez zespół urządzeń elektrycznych umieszczonych w przedziałach maszynowych do silników trakcyjnych *8*, powodując ich uruchomienie. Ruch obrotowy wałów silników trakcyjnych przenosi się za pośrednictwem przekładni zębatej *11—10* na zestawy kołowe *9*.



Rys. 25. Rozplanowanie wnętrza lokomotywy elektrycznej PKP serii ET21

Lokomotywa, której schemat przedstawiono na rysunku 24, jest lokomotywą czteroosiową, wózkową, z indywidualnym napędem osi. Konstrukcje wózkowe i napęd indywidualny zestawów kołowych są powszechnie stosowane we wszystkich lokomotywach, z tym że używane są także wózki trzyosiowe. Napęd indywidualny realizowany jest w 2 odmianach. Najprostszym i najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest napęd z silnikiem półodsprężynowanym od osi zestawu kołowego, tzw. napęd tramwajowy lub zawieszenie silnika „za nos". Silnik jest z jednej strony osadzony na osi zestawu kołowego za pomocą łożysk ślizgowych, a z drugiej — zawieszony elastycznie na belce poprzecznej ostoi wózka. Nowsze rozwiązania, zwłaszcza lokomotyw przeznaczonych do dużych prędkości, przewidują napęd z silnikiem całkowicie odsprężynowanym od osi zestawu kołowego. Silnik umieszczony jest całkowicie na wózku, a napęd zestawu kołowego następuje za pośrednictwem przekładni elastycznej. W najnowszych lokomotywach elektrycznych, zwłaszcza budowanych we Francji, stosuje się ostatnio wózki z jednym silnikiem trakcyjnym, który napędza wszystkie osie wózka za pośrednictwem zespołu kół zębatych. W zespole tych kół znajduje się z reguły tzw. przekładnia zmianowa, za pomocą której można uzyskać dwa zakresy prędkości jazdy: dla ruchu pasażerskiego i dla ruchu towarowego.

Wszystkie lokomotywy elektryczne (z wyjątkiem nielicznych specjalnych) budowane są jako dwukabinowe. Sposób rozmieszczenia aparatury

i urządzeń w nadwoziu lokomotywy może być różny. W niektórych rozwiązaniach aparatura i urządzenia umieszczone są pośrodku lokomotywy, a korytarze łączące obie kabiny maszynisty biegną wzdłuż obu ścian bocznych lokomotywy. W innych lokomotywach znajduje się tylko jeden korytarz łączący kabiny, biegnący bądź wzdłuż jednej ściany bocznej, bądź pośrodku lokomotywy. To ostatnie rozwiązanie stosowane jest stosunkowo rzadko.

Na rysunku 25 pokazano przykładowo rozplanowanie wnętrza lokomotywy elektrycznej PKP serii ET21, z oznaczeniem zasadniczych urządzeń tej lokomotywy. Lokomotywa ta ma dwie kabiny maszynisty *1* (*A* i *B*) umieszczone w obu końcach lokomotywy, dwa przedziały maszynowe *4* i przedział wysokiego napięcia *13*. Korytarz łączący kabiny biegnie wzdłuż jednej z bocznych ścian lokomotywy. W kabinach maszynisty znajdują się między innymi pulpity sterownicze *3* z nastawnikami jazdy *2*.

W każdym z przedziałów maszynowych *4* umieszczono sprężarki główne *5* napędzane silnikami elektrycznymi *6*, wentylatory silników trakcyjnych *7* i napędzające je silniki elektryczne *8* oraz baterie akumulatorów *9*. W jednym z przedziałów maszynowych znajduje się ponadto wentylator oporników rozruchowych *11* wraz z silnikiem napędowym *10* wentylatora.

W przedziale wysokiego napięcia *13* znajdują się aparaty elektryczne wysokiego napięcia, oporniki rozruchowe oraz boczniki indukcyjne *12*.

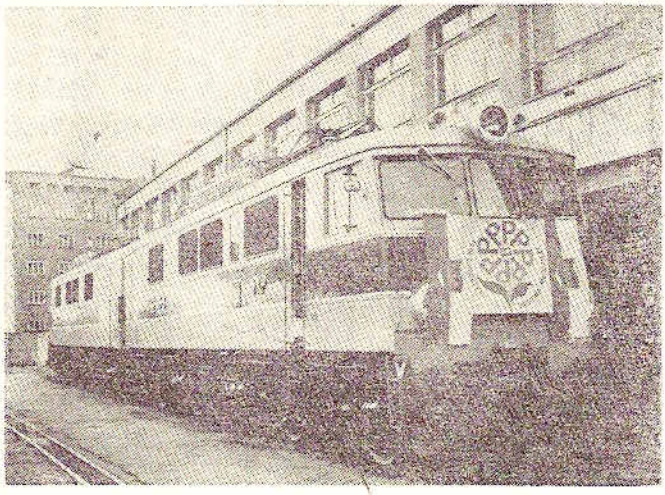
Oprócz pojedynczych lokomotyw elektrycznych bywają budowane lokomotywy dwuczłonowe. Konstrukcja taka umożliwia uzyskanie lokomotyw o dużych mocach, przeznaczonych do prowadzenia ciężkich pociągów towarowych.

Lokomotywa dwuczłonowa jest praktycznie biorąc połączeniem dwu lokomotyw pojedynczych, z tym że każda z nich ma tylko jedną kabinę maszynisty. Oba człony połączone są sprzęgiem, przewodami powietrznymi oraz przewodami sterowania wielokrotnego. Między członami znajduje się mostek przejściowy, umożliwiający przechodzenie obsłudze lokomotywy z jednej kabiny maszynisty do drugiej. Kabiny maszynisty, po jednej w każdym członie, znajdują się na obu końcach lokomotywy. Konstrukcja i wyposażenie obu członów, poza niewielkimi różnicami, są jednakowe.

Lokomotywa dwuczłonowa jest jednym pojazdem trakcyjnym. Są jednak również rozwiązania, w których każdy człon może być w razie potrzeby wykorzystany jako samodzielny pojazd trakcyjny.

W stosunku do dwóch lokomotyw pojedynczych o tej samej mocy lokomotywa dwuczłonowa odznacza się niższymi kosztami budowy i utrzymania oraz stwarza warunki do dogodniejszego dla obsługi rozmieszczenia wyposażenia wewnętrznego lokomotywy.

Rysunek 26 przedstawia dwuczłonową ośmioosiową lokomotywę PKP serii ET41, o łącznej mocy ciągłej 4000 kW. Konstrukcja i wyposażenie tej lokomotywy są praktycznie takie same, jak pojedynczych lokomotyw czteroosiowych serii EU07.



Rys. 26. Dwuczłonowa, ośmioosiowa lokomotywa elektryczna PKP serii ET41

Jak wynika z podanego ogólnego opisu, konstrukcja lokomotyw elektrycznych jest bardzo zbliżona do konstrukcji lokomotyw spalinowych. Niektóre zespoły obu rodzajów lokomotyw, jak wózki, zestawy kołowe, urządzenia sprzęgowe i zderzne oraz urządzenia hamulcowe, są takie same. Zbliżone są również pod względem konstrukcyjnym ostoje i nadwozia tych lokomotyw. Szczególne podobieństwo występuje przy lokomotywach elektrycznych i lokomotywach spalinowych z przekładnią elektryczną, w których identyczne bądź podobne są również elementy wyposażenia elektrycznego oraz napędu zestawów kołowych.

c. Wagony i zespoły elektryczne

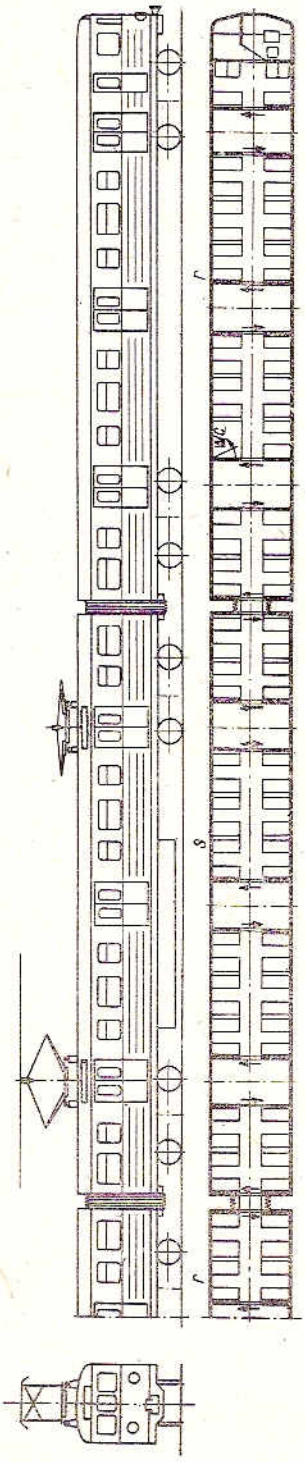
Elektryczne wagony silnikowe i elektryczne zespoły trakcyjne są w swojej części mechanicznej podobne konstrukcyjnie do wagonów i zespołów spalinowych, a w części elektrycznej — do lokomotyw elektrycznych. Zarówno wagony silnikowe niezależne, jak i wszystkie wagony zespołów trakcyjnych mają układ wózkowy. Nadwozia wagonów dostosowane są do rodzaju i rozmieszczenia miejsc dla pasażerów oraz przedsionków przy drzwiach wejściowych. Wszystkie wagony silnikowe, tak niezależne jak i w zespołach trakcyjnych, mają napęd indywidualny, najczęściej z silnikiem trakcyjnym półodsprężynowanym.

Na PKP nie stosuje się wagonów silnikowych niezależnych (z wyjątkiem starego taboru WKD), lecz tylko zespoły trakcyjne dwu-, trzy-

i czterowagonowe. Najbardziej popularne są zespoły trzywagonowe (rys. 27), w których wagon silnikowy umieszczony jest zwykle pośrodku, a wagony zewnętrzne, tzw. sterownicze lub rozrządcze, mają na końcach zewnętrznych kabiny maszynisty. W zespołach trakcyjnych starszego typu wagon silnikowy umieszczony był na czele zespołu. Na dachu wagonu silnikowego znajdują się dwa odbieraki prądu, a na wózkach tego wagonu zainstalowane są elektryczne silniki trakcyjne, napędzające za pośrednictwem przekładni mechanicznych wszystkie zestawy kołowe wagonu. Podstawowe urządzenia elektryczne, między innymi aparatura wysokiego napięcia, znajdują się pod pudłem wagonu silnikowego, w specjalnie uszczelnionych i ryglowanych skrzyniach. Niektóre urządzenia sterujące i przekaźniki niskiego napięcia umieszczone są w specjalnych szafkach w ścianach działowych wagonu silnikowego. W starszych typach wyposażenie elektryczne znajdowało się w specjalnych szafach we wnętrzu wagonu silnikowego.

Podobnie jak w lokomotywach elektrycznych, wszystkie urządzenia zespołów trakcyjnych są uruchamiane i sterowane z obu kabin maszynisty, za pośrednictwem obwodów sterujących niskiego napięcia, uruchamiających urządzenia rozrządcze.

W przypadku połączenia dwu lub trzech zespołów w jeden pociąg zespoły sprzęgane są między sobą za pośrednictwem samoczynnych sprzęgów. Sprzęgi te, poza sprzęganiem mechanicznym, łączą samoczynnie przewody powietrzne oraz przewody elektryczne sterujące urządzeniami elektrycznymi. W ten sposób z czołowej kabiny pierwszego zespołu można jednocześnie sterować i uruchamiać urządzenia pozostałych zespołów.



Rys. 27. Rozplanowanie wnętrza zespołu trakcyjnego PKP serii EW55
s — wagon silnikowy, *r* — wagony rozrządcze

Drzwi przeznaczone do wsiadania i wysiadania mają napęd elektro-pneumatyczny i są sterowane zdalnie przez kierownika pociągu. Otwieranie drzwi może odbywać się niekiedy indywidualnie przez pasażerów.

d. Rodzaje i parametry techniczno-eksploatacyjne pojazdów elektrycznych

Jedną z istotniejszych cech trakcji elektrycznej jest możność stosowania niewielkiej liczby typów pojazdów, zwłaszcza lokomotyw. Wynika to z dość dużej uniwersalności lokomotyw elektrycznych, tzn. z możliwości obsługiwania przez jeden typ lokomotywy różnych pociągów, tak towarowych, jak i pasażerskich. Pojazdy elektryczne można również przez krótki okres czasu dość znacznie przeciążać. W stosunku do mocy godzinnej przeciążenie to może być prawie dwukrotne, a w stosunku do mocy ciągłej — ponad dwukrotne. Mimo tych cech szeroki zakres wymagań eksploatacyjnych sprawia, że budowane i eksploatowane są różne typy pojazdów elektrycznych, o różnych charakterystykach technicznych zależnych od przeznaczenia pojazdu.

Lokomotywy pasażerskie mają największą prędkość dopuszczalną powyżej 100 km/h. Prędkość najnowszych lokomotyw przeznaczonych do pociągów ekspresowych dochodzi do 200 km/h. Lokomotywy te budowane są jako dwuwózkowe, cztero- lub sześcioosiowe, przy czym wszystkie osie są napędne. Masa napędna lokomotywy waha się w granicach 80 do 120 ton. Cechą charakterystyczną lokomotyw pasażerskich jest stosunkowo duża siła pociągowa przy dużych prędkościach jazdy. Silniki trakcyjne tych lokomotyw są z reguły całkowicie odsprężynowane.

Prędkość największa lokomotyw towarowych najczęściej nie przekracza 100 km/h, aczkolwiek są lokomotywy o prędkości 120 do 125 km/h. Lokomotywy te mają z zasady sześć osi napędnych, umieszczonych w dwóch trzyosiowych wózkach. Rozwiązanie napędu zestawów kołowych jest możliwie proste, przeważnie z silnikami półodsprężynowanymi. Masa napędna lokomotyw towarowych dochodzi do 125 ton.

Lokomotywy uniwersalne mają cechy pośrednie między lokomotywami towarowymi i pasażerskimi. Największe prędkości dopuszczalne tych lokomotyw nie przekraczają 125 km/h, a masa napędna 80 do 84 ton. Liczba osi napędnych wynosi najczęściej cztery. Napęd zestawów kołowych rozwiązywany jest podobnie jak w lokomotywach pasażerskich.

Moc lokomotyw elektrycznych może być dość znaczna. Przy zastosowaniu w lokomotywie silników trakcyjnych o mocy 900 kW na każdą oś napędną, moc lokomotywy czteroosiowej wynosić może 3600 kW, a sześcioosiowej — 5400 kW. Moce ciągłe lokomotyw elektrycznych PKP wahają się w granicach od 1350 kW do 4000 kW.

Elektryczne zespoły trakcyjne przeznaczone do obsługi ruchu podmiejskiego mają najwyższą prędkość dopuszczalną 100 do 110 km/h. W celu uzyskania dużych prędkości technicznych przy małych odstępach

międzyprzystankowych zespoły te odznaczają się dużym przyspieszeniem rozruchowym i znacznym opóźnieniem hamowania. Zespoły mają wiele drzwi wejściowych, przystosowanych do wsiadania i wysiadania tylko z wysokich peronów, co przyspiesza wymianę podróżnych. Pojemność zespołów jest duża dzięki większej liczbie miejsc stojących niż siedzących. Zespół składa się z dwóch do czterech wagonów. Na PKP stosowane są powszechnie zespoły trzywagonowe, złożone z jednego wagonu silnikowego i dwóch wagonów doczepnych (rozrządczych).

Zespoły do ruchu lokalnego przystosowane są do wsiadania i wysiadania zarówno z wysokich, jak i niskich peronów. Mają one mniej drzwi wejściowych i więcej miejsc siedzących niż zespoły do ruchu podmiejskiego, a najwyższa prędkość dopuszczalna wynosi 110 do 120 km/h. Na PKP stosowane są zespoły trzywagonowe, z jednym wagonem silnikowym pośrodku.

Zespoły do ruchu dalekobieżnego mają duże najwyższe prędkości dopuszczalne, wynoszące 160 do 200 km/h. Konstrukcja wagonów w tych zespołach i wyposażenie zapewniają wygodną i komfortową podróż. Zespół może składać się z trzech do siedmiu wagonów. Na PKP eksploatowane były zespoły czterowagonowe, złożone z dwóch wagonów silnikowych i z dwóch wagonów doczepnych.

6. Oznaczenia, znaki i napisy na pojazdach trakcyjnych PKP

Każdy pojazd trakcyjny, zaliczony do inwentarza PKP, ma odpowiednie oznaczenie. O z n a c z e n i e pojazdu jest to zestawienie ustalonej liczby symboli w ściśle przestrzeganej kolejności, określające w skrócie w sposób umowny podstawowe cechy charakteryzujące konstrukcję i przeznaczenie eksploatacyjne pojazdu.

Oznaczenie elektrycznych i spalinowych pojazdów trakcyjnych PKP składa się ze znaku serii i bieżącego numeru inwentarzowego, rozpoczynającego się dla każdej serii od 01.

Znak serii składa się z trzech umieszczonych obok siebie symboli określających kolejno:

— symbol pierwszy (literowy) — rodzaj trakcji;

— symbol drugi (literowy) — przeznaczenie eksploatacyjne;

— symbol trzeci (liczbowy): dla wszystkich spalinowych pojazdów trakcyjnych — rodzaj przekładni i sterowania; dla lokomotyw elektrycznych — układ osi, rodzaj prądu i wysokość napięcia; dla elektrycznych zespołów trakcyjnych — liczbę wagonów w zespole, rodzaj prądu i wysokość napięcia.

Symbolem określającym rodzaj trakcji jest dla elektrycznych pojaz-

dów trakcyjnych duża litera E, a dla spalinowych pojazdów trakcyjnych — duża litera S.

Przeznaczenie eksploatacyjne elektrycznych i spalinowych lokomotyw określają następujące symbole:

P — lokomotywy do ruchu pasażerskiego;
T — lokomotywy do ruchu towarowego;
U — lokomotywy uniwersalne (do ruchu pasażerskiego i towarowego);
M — lokomotywy do pracy manewrowej.

Tablica 1

Znaczenie symboli liczbowych w znaku serii spalinowych i elektrycznych pojazdów trakcyjnych

Symbol	Znaczenie
	A. Lokomotywy spalinowe
01 do 09	Przekładnia mechaniczna, sterowanie pojedyncze
10 do 14	Przekładnia mechaniczna, sterowanie wielokrotne
15 do 24	Przekładnia hydrauliczna, sterowanie pojedyncze
25 do 29	Przekładnia hydrauliczna, sterowanie wielokrotne
30 do 39	Przekładnia elektryczna, sterowanie pojedyncze
40 do 49	Przekładnia elektryczna, sterowanie wielokrotne
	B. Spalinowe wagony i zespoły trakcyjne
50 do 59	Przekładnia mechaniczna, sterowanie pojedyncze
60 do 69	Przekładnia mechaniczna, sterowanie wielokrotne
70 do 79	Przekładnia hydrauliczna, sterowanie pojedyncze
80 do 89	Przekładnia hydrauliczna, sterowanie wielokrotne
90 do 94	Przekładnia elektryczna, sterowanie pojedyncze
95 do 99	Przekładnia elektryczna, sterowanie wielokrotne
	C. Lokomotywy elektryczne
01 do 14	Lokomotywy czteroosiowe Bo'Bo' na prąd stały 3000 V
15 do 19	Lokomotywy czteroosiowe Bo'Bo' na prąd przemienny
20 do 34	Lokomotywy sześcioosiowe Co'Co' na prąd stały 3000 V
35 do 39	Lokomotywy sześcioosiowe Co'Co' na prąd przemienny
40 do 49	Lokomotywy o innym układzie osi lub rodzaju prądu i napięcia
	D. Elektryczne wagony i zespoły trakcyjne
51 do 64	Zespoły trójwagonowe na prąd stały 3000 V
65 do 69	Zespoły trójwagonowe na prąd przemienny
70 do 74	Zespoły czterowagonowe na prąd stały 3000 V
75 do 79	Zespoły czterowagonowe na prąd przemienny
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 wyżej wymienione

Przeznaczenie eksploatacyjne elektrycznych i spalinowych wagonów i zespołów trakcyjnych określone jest następującymi symbolami:

D — wagon i zespoły do ruchu dalekobieżnego;

N — wagony i zespoły do ruchu lokalnego lub podmiejskiego;

W — elektryczne zespoły trakcyjne do ruchu podmiejskiego tylko na węzłach z wysokimi peronami;

R — spalinowe wagony i zespoły specjalne (warsztatowe, do rewizji sieci trakcyjnej itp.).

Symbolami D i N oznaczone są wagony i zespoły trakcyjne przeznaczone zarówno do ruchu na liniach z niskimi, jak i wysokimi peronami.

Symbol trzeci umieszczany po symbolach literowych składa się z liczby dwucyfrowej. Przyjęte na PKP symbole i ich znaczenie podaje tablica 1.

Poszczególne rodzaje pojazdów mające te same cechy określone symbolem liczbowym, lecz różne konstrukcyjnie, otrzymują symbole swojej grupy w kolejności wprowadzania poszczególnych rodzajów do eksploatacji. Pojazdy budowane w różnych okresach czasu, lecz na podstawie tej samej dokumentacji, oznacza się jednakowym symbolem. Rozróżnianie takich pojazdów odbywa się za pomocą bieżącej numeracji inwentarzowej.

W elektrycznych zespołach trakcyjnych każdy wagon ma po wspólnym dla zespołu numerze inwentarzowym jedną z następujących liter: s, r lub d. Litery te oznaczają: s — wagon silnikowy, r — wagon rozrządczy oraz d — wagon doczepny. Następnie umieszcza się literę a lub b, odróżniającą dwa takie same wagony w zespole, na przykład ra lub rb oznaczają pierwszy i drugi wagon rozrządczy.

Dla zilustrowania oznaczeń spalinowych i elektrycznych pojazdów trakcyjnych podajemy kilka przykładów:

— ST43 oznacza lokomotywę spalinową towarową z przekładnią elektryczną i sterowaniem wielokrotnym; jest to czwarta kolejna seria tej grupy lokomotyw wprowadzonych do eksploatacji na PKP;

— SN61 oznacza wagon spalinowy z przekładnią mechaniczną i sterowaniem wielokrotnym, przeznaczony do ruchu lokalnego; seria ta jest drugą z tej grupy wagonów wprowadzonych do eksploatacji na PKP;

— EU07 oznacza lokomotywę elektryczną uniwersalną na prąd stały 3000 V o układzie osi Bo'Bo'; jest to siódma kolejna seria tej grupy lokomotyw wprowadzona do eksploatacji na PKP;

— EW55 oznacza trójwagonowy zespół trakcyjny na prąd stały 3000 V, przeznaczony do ruchu podmiejskiego na węzłach z wysokimi peronami; seria ta jest piątą z tej grupy zespołów wprowadzonych do eksploatacji na PKP.

W sposób nieco odmienny od spalinowych i elektrycznych pojazdów trakcyjnych oznaczane są lokomotywy parowe PKP. Oznaczenie parowozu składa się ze znaku serii i kolejnego numeru parowozu w da-

nej serii, lecz w znaku serii nie ma symbolu oznaczającego rodzaj trakcji.

Znak serii parowozu składa się z następujących kolejnych symboli określających:

— symbol pierwszy (literowy) — przeznaczenie eksploatacyjne (rodzaj) parowozu,
— symbol drugi (literowy) — układ osi parowozu,
— symbol trzeci (liczbowy) — rok budowy lub pochodzenie parowozu.

Do oznaczenia rodzaju parowozu służą duże litery:

P — parowozy pospieszne;
O — parowozy osobowe;
T — parowozy towarowe.

Układ osi parowozu oznaczany jest małą literą. Najczęściej stosowane oznaczenia układów osi parowozu podaje tablica 2.

Tablica 2

Oznaczenie układów osi parowozów

Symbol	Układ osi	Symbol	Układ osi	Symbol	Układ osi
h	0-3-0	n	1-3-2	t	1-4-1
i	1-3-0	o	2-3-2	u	2-4-1
k	2-3-0	p	0-4-0	w	0-5-0
l	1-3-1	r	1-4-0	y	1-5-0
m	2-3-1	s	2-4-0	z	1-5-1

Parowozy bez oddzielnego tendra (tendrzaki) oznaczane są za pomocą dużej litery K, umieszczanej między dużą literą oznaczającą rodzaj parowozu a małą literą oznaczającą układ osi.

Rok budowy lub pochodzenie parowozu oznacza się symbolem liczbowym. Parowozy budowy polskiej oznaczane są liczbami od 20 do 99, które oznaczają rok zatwierdzenia konstrukcji parowozu. Dla parowozów pochodzenia obcego przyjęto następujące oznaczenia liczbowe:

— od 1 do 10 — parowozy pochodzenia niemieckiego;
— od 11 do 19 — parowozy pochodzenia austriackiego;
— powyżej 100 — parowozy pochodzenia innego niż poprzednio wymienione.

Ilustracją oznaczenia parowozów PKP są następujące przykłady:

— Pm2 oznacza parowóz pospieszny o układzie osi 2—3—1, pochodzenia niemieckiego;
— Ol49 oznacza parowóz osobowy o układzie osi 1—3—1, budowy polskiej, którego konstrukcja została zatwierdzona w 1949 r.;
— TKt48 oznacza parowóz towarowy — tendrzak o układzie osi 1—4—1, budowy polskiej, którego konstrukcja została zatwierdzona w 1948 r.

Tendry parowozów oznaczane są dwiema liczbami i dużą literą. Pierwsza liczba oznacza pojemność skrzyni wodnej tendra w m^3, następ-

pująca po niej litera oznacza liczbę osi (B — dwie osie, C — trzy osie, D — cztery osie), a liczba umieszczona po literze oznacza rok zatwierdzenia konstrukcji lub pochodzenie, podobnie jak w oznaczeniach parowozów. Na przykład symbol 32D29 oznacza czteroosiowy tender budowy polskiej, o pojemności wody 32 m^3, którego konstrukcja zatwierdzona została w 1929 r.

Znak serii i numer bieżący umieszczane są na pojazdach trakcyjnych w postaci tabliczek lub napisów. Zasadnicze oznaczenie znajduje się na obu ścianach bocznych pojazdu, możliwie pośrodku pojazdu, albo na ścianach bocznych budki maszynisty.

Oprócz znaku serii i numeru bieżącego, na pojeździe trakcyjnym znajdują się napisy określające rodzaj hamulca, oświetlenia i ogrzewania, masę własną pojazdu, datę ostatniej i następnej naprawy okresowej, nazwę lokomotywowni macierzystej, rozstaw osi wózków, rozstaw sworzni wózków oraz wytrzymałość sprzęgu. Na kotle parowozu znajduje się tabliczka kotłowa wytwórni oraz tabliczka z oznaczeniem daty ostatniej próby wodnej kotła. Na wagonach silnikowych i zespołach trakcyjnych umieszczane jest ponadto oznaczenie klasy oraz rodzaju przedziałów dla podróżnych („dla palących" lub „dla niepalących").

Niezależnie od oznaczeń i napisów, na pojazdach trakcyjnych mogą znajdować się jeszcze inne znaki specjalne. Do znaków tych należą między innymi: znaki ostrzegawcze wysokiego napięcia, znaki do oznaczenia końcówek do uzupełniania i opróżniania zbiorników wodnych i do napełniania paliwem i olejem oraz znaki wskazujące miejsca podnoszenia nadwozia pojazdu przy naprawie. Na każdym pojeździe znajduje się również tabliczka z nazwą wytwórni oraz datą i miejscem budowy.

7. Ogólne wymagania konstrukcyjne stawiane pojazdom trakcyjnym

Różnorodność zadań wykonywanych przez pojazdy trakcyjne powoduje konieczność budowy różnych typów pojazdów, którym bardzo często stawiane są odmienne wymagania konstrukcyjne. Można jednak ustalić ogólne wymagania konstrukcyjne, którym odpowiadać powinny wszystkie pojazdy trakcyjne, bez względu na ich przeznaczenie i rodzaj.

Do wymagań takich należą:

1) możliwie mała masa pojazdu przy zachowaniu pełnej wytrzymałości mechanicznej i niezbędnej masy napędnej;
2) możliwie prosta konstrukcja, ułatwiająca montaż i demontaż urządzeń pojazdu;
3) spokojny bieg, bez drgań, uderzeń i wstrząsów w całym zakresie prędkości jazdy;
4) dogodna obsługa urządzeń pojazdu oraz zachowanie warunków bezpiecznej i higienicznej pracy drużyny trakcyjnej.

Zmniejszenie masy własnej pojazdu wpływa korzystnie na niektóre właściwości eksploatacyjne pojazdu. Pojazd o mniejszej masie w mniejszym stopniu oddziałuje na tor, co jest szczególnie ważne przy dużych prędkościach jazdy, ponieważ siły dynamiczne powstające w czasie jazdy i oddziałujące na tor oraz zwiększające obciążenie mechaniczne konstrukcji pojazdu wzrastają wraz ze wzrostem masy pojazdu i prędkości jazdy. Zmniejszenie masy własnej pojazdu wpływa również na zmniejszenie oporów ruchu, co w wyniku umożliwia uzyskiwanie większych przyspieszeń oraz szybszego rozruchu pojazdu. Mniejsza masa — to także niższe koszty produkcji i eksploatacji pojazdu.

Prosta konstrukcja pojazdu i jego urządzeń, łatwy montaż i demontaż oraz dogodny dostęp do części i urządzeń podlegających częstszym zabiegom konserwacyjnym ułatwiają prace obsługowo-naprawcze, skracają czas niezbędny do wykonania tych prac, a w konsekwencji obniżają koszty eksploatacji pojazdu.

Zachowanie spokojności biegu pojazdu nabiera coraz większego znaczenia w związku z dążeniami do zwiększania prędkości jazdy. Ze wzrostem prędkości jazdy bieg pojazdu staje się mniej spokojny, powstają dodatkowe wstrząsy, drgania i uderzenia, podróż staje się nieprzyjemna, a wzrastające siły dynamiczne wpływają niekorzystnie na wytrzymałość mechaniczną konstrukcji samego pojazdu i na stan techniczny nawierzchni kolejowej. Opanowanie tych niekorzystnych zjawisk jest obecnie jednym z najważniejszych zadań, jakie stawiane są konstruktorom pojazdów trakcyjnych.

Duże znaczenie mają również wymagania odnośnie zapewnienia drużynie trakcyjnej obsługującej pojazd właściwych warunków pracy. Dotyczy to odpowiedniego rozwiązania kabiny maszynisty, zapewniającego dobre pole widzenia, wygodnego rozmieszczenia urządzeń wewnętrznych kabiny, właściwego usytuowania pulpitu sterowniczego i dogodnego do obsługi i konserwacji rozmieszczenia urządzeń sterujących i kontrolnych oraz zapewnienia dobrych warunków ogrzewania, wentylacji i oświetlenia wewnątrz kabiny maszynisty. Ważną sprawą jest ograniczenie natężenia hałasu w kabinie maszynisty. W tym celu niezbędne jest stosowanie odpowiednich środków tłumiących oraz szczególnie staranna izolacja ścian kabiny i pojazdu.

Jest sprawą oczywistą, że spełnienie tych wszystkich wymagań jest łatwiejsze w taborze trakcji elektrycznej i spalinowej niż parowej i że elektryczne oraz spalinowe pojazdy trakcyjne z natury rzeczy stwarzają lepsze warunki pracy dla drużyny trakcyjnej niż parowozy.

Oprócz wymienionych, wagonom i zespołom trakcyjnym stawia się jeszcze wymagania mające zapewnić wygodną podróż pasażerom, a więc dobra wentylacja, ogrzewanie i oświetlenie, wygodne i estetyczne wnętrza, minimalne natężenie hałasu oraz spokojny bieg.

Istnieje wiele przepisów i norm, które ściśle określają, jakim warun-

kom powinny odpowiadać poszczególne zespoły i części pojazdów trakcyjnych. Niezależnie od tego, przepisy i wymagania techniczne dla taboru trakcyjnego opracowują międzynarodowe związki kolejowe, jak Organizacja Współpracy Kolei (OSŻD), odpowiednie komisje Rady Wzajemnej Pomocy Gospodarczej (RWPG), Międzynarodowy Związek Kolejowy (UIC) oraz Biuro Badań i Prób (ORE).

Wszystkie pojazdy trakcyjne PKP muszą mieścić się w obowiązującej skrajni taboru.