

- system 3 kV prądu stałego (obecnie nadal najpopularniejszy system, choć traci powoli swój udział na rzecz systemu 25 kV 50 Hz),
 - system 15 kV 16 2/3 Hz,
 - system 25 kV 50 Hz (system nowo budowanych linii, zwłaszcza dużych prędkości).
- Na rys. 3.1 przedstawiono mapę systemów trakcji elektrycznej w Europie.

3.2. Pantografy

Na kolei stosuje się dwa typy pantografów: tradycyjny oraz półkowy. Pantograf tradycyjny (rys. 3.2) obecnie wychodzi z użycia. Pantograf półkowy (rys. 3.3) jest lżejszy, a więc lepiej „podąża” za nierównościami sieci trakcyjnej. Mimo swojego wyglądu pantograf półkowy nie ma wyróżnionego kierunku jazdy.



Rys. 3.2.

Pantograf tradycyjny
 1 – rama pantografu,
 2 – izolatory, 3 – ramiona,
 4 – zespół szlizek,
 5 – siłownik podnoszący,
 6 – odłącznik pantografu,
 7 – odgromnik

Źródło: Górowski M., <http://www.transportszynowy.pl>



Rys. 3.3.

Pantograf półkowy

Pantograf (rys. 3.2) składa się z ramy 1 mocowanej na izolatorach 2 do uchwy-
tów na dachu, układu ramion 3, zespołu ślizgacza 4, mechanizmu podnoszącego
z siłownikiem pneumatycznym 5 oraz (w pantografie połówkowym) przewodnika
zespołu ślizgacza. Zespół ślizgacza złożony kiedyś z jednego, a obecnie z dwóch
ślizgów jest zamocowany elastycznie (na sprężynach) do ramienia (ramion) panto-
grafu. Zespół ślizgacza złożony z dwóch ślizgów lepiej współpracuje z siecią trak-
cyjną niż pojedynczy ślizg – zapewnia lepszy styk, zwłaszcza przy przechodzeniu
przez nierówności sieci trakcyjnej i izolatory sekcyjne.

Pantografy na kolei są podnoszone pneumatycznie. Sprężone powietrze jest
pobierane z przewodu zasilającego (zbiorników głównych) – rys. 2.1. Ponieważ
sprężarka główna przy opuszczonych pantografach nie pracuje, w celu uruchomie-
nia pojazdu trakcyjnego wyposaża się go w sprężarkę pomocniczą (pantografów,
potocznie zwaną małą sprężarką) zasilaną z baterii akumulatorów. Wydajność tej
sprężarki jest niewielka, tak więc w przypadku nieszczelności układu pneuma-
tycznego mogą nastąpić problemy z uruchomieniem pojazdu. W nowoczesnych ezt
standardowo są dwie sprężarki pantografów (na każdy pantograf). W przypadku
problemów z podniesieniem wybranego pantografu, należy próbować uruchomić
pojazd na drugim pantografie. Po uruchomieniu pojazdu i napompowaniu układu
przez sprężarki główne, sprężarki pantografów nie są wykorzystywane.

Ważnym parametrem pantografu, który podczas eksploatacji podlega sprawd-
zaniu i regulacji (zazwyczaj podczas obsługi P2), jest nacisk na sieć trakcyjną.
Zbyt duży nacisk powoduje unoszenie sieci trakcyjnej i ryzyko „zaplątania się”
pantografu w sieć trakcyjną na rozjazdach sieciowych lub przęsłach naprężania
oraz szybsze zużywanie się ślizgów. Zbyt mały nacisk z kolei powoduje słaby styk
(zwłaszcza w okresie zimowym), a co za tym idzie iskrzenie. Obecnie nacisk ten
powinien wynosić 110 N.

Nacisk pantografu w starych konstrukcjach (np. AKP, 5ZL) jest regulowany
poprzez naciąg sprężyn podnoszących za pomocą śrub rzymskich. W konstrukcjach
tych sprężone powietrze za pomocą siłownika zwalnia tylko sprężyny podnoszące
od działania sprężyny opuszczającej – dokładna wartość ciśnienia nie ma wpływu
na siłę docisku pantografu.

W obecnie produkowanych pantografach docisk ślizgów do sieci trakcyjnej
wynika z ustawionego ciśnienia na zaworze redukcyjnym 1 umieszczonym na
tablicy sterującej pantografu (rys. 3.4), która znajduje się zazwyczaj w szafie pneu-
matycznej wewnątrz pojazdu. Aby uniknąć przepalenia sieci trakcyjnej wynikają-
cego ze zbyt małego docisku pantografu, będącego skutkiem zbyt niskiego ciśnienia
powietrza zasilającego (np. przy usterce sprężarki albo jej wyłączeniu), stosuje się
wyłączniki ciśnieniowe (presostaty), które wyłączają odbiorniki pobierające prąd
w momencie spadku ciśnienia. Dobrą zasadą jest jednak nie załączanie dużych
odbiorników (ogrzewanie, klimatyzacja) dopóki ciśnienie w przewodzie zasilającym
nie osiągnie wartości ok. 5 bar.

Obecnie nakładki ślizgów są wykonywane z grafitu (węgla). Zaletą grafitu,
w porównaniu ze stosowaną kiedyś miedzią, jest mniejsze ścieranie sieci trakcyjnej
– grafit ma bardzo dobre właściwości smarujące. Dlatego też nie jest konieczne, jak
w przypadku miedzi, smarowanie ślizgów smarem grafitowym, który silnie zanie-



Rys. 3.4. Tablica sterująca pantografu

1 – zawór redukcyjny (regulacja docisku pantografu do sieci), 2, 3 – zawory dławiące (regulacja czasów podnoszenia i opadania pantografu), 4 – filtr, 5 – zawór bezpieczeństwa

czyszczał dach pojazdu, urządzenia na nim, a nawet szyby i pudło. Do wad grafitu w porównaniu z miedzią należy natomiast mniejsza odporność na uszkodzenia mechaniczne oraz znacznie słabsze zdzieranie lodu z sieci trakcyjnej. Dyskusyjna staje się więc obowiązująca nadal zasada jazdy na obu podniesionych pantografach przy oblodzonej sieci, co ma spowodować, że pierwszy pantograf oczyszcza sieć z lodu, a drugi pobiera prąd.

Ślizgi pantografów w czasie eksploatacji ulegają ścieraniu (rys. 3.5). Nie rzadkie są także przypadki ich mechanicznych uszkodzeń w wyniku uderzeń, np. o źle wyregulowane elementy sieci trakcyjnej albo znajdujące się na niej ciała obce. Muszą więc być przez to okresowo sprawdzane (podczas obsługi każdego poziomu) i mierzone (zazwyczaj podczas obsługi P2). Aby uszkodzony lub starty nadmiernie ślizg nie spowodował dalszych uszkodzeń, w nowoczesnych pantografach stosuje się często system awaryjnego opuszczania ADD (ang. *Automatic Drop Device*) (stosuje się też określenie ADS – ang. *Automatic Drop System*). Działanie tego systemu polega na podaniu sprężonego powietrza do specjalnego kanałiku w ślizgu. W przypadku przekroczenia maksymalnego starcia ślizgu albo jego mechanicznego uszkodzenia następuje rozszczelnienie tego kanałiku i ucieczka powietrza z niego, co powoduje przesterowanie zaworu szybkiego opuszczania ADD 1 (rys. 3.6) i opuszczenie pantografu. Opuszczenie pantografu przez system ADD jest szybkie, niezależne od nastawionego czasu normalnego opadania na tablicy sterującej pantografu, dlatego też przy pracach naprawczych na dachu przy podniesionych pantografach należy zachować ostrożność. Zawór szybkiego opuszczania systemu ADD znajduje

się na ramie pantografu, tak więc jest on niezależny od sterowania pantografem z pojazdu (próba podniesienia pantografu opuszczonego przez system ADD spowoduje po prostu ucieczkę powietrza przez jego zawór). W przypadku usterki systemu ADD istnieje możliwość jego odcięcia poprzez zawór odcinający 2 zainstalowany na ramie pantografu obok zaworu ADD. Podczas poszukiwania przyczyny zadziałania systemu ADD należy wiedzieć, że układ ten może być bardzo czuły – nawet niewielka, często niesłyszalna nieszczelność może spowodować opadnięcie pantografu.

Pantograf jest jednym z bardziej awaryjnych urządzeń w taborze. Wynika to zazwyczaj z nieprawidłowego utrzymania sieci trakcyjnej, kradzieży jej elementów, ciał obcych, warunków atmosferycznych, nieprawidłowej regulacji pantografu itp.



Rys. 3.5.

Ślizg pantografu nowy (na górze) i zużyty (na dole)



Rys. 3.6.

Elementy systemu ADD zainstalowane na ramie pantografu
1 – zawór szybkiego opuszczania ADD, 2 – zawór odcinający system ADD

W związku z tym w prawie każdym pojeździe trakcyjnym są minimum dwa pantografy. W czasie normalnej jazdy (oprócz sytuacji, gdy sieć trakcyjna jest oblodzona albo rozruchu ciężkiego pociągu towarowego) podniesiony powinien być tylko jeden. Dawniej obowiązywała zasada jazdy na tylnym pantografie, co miało powodować,

że w przypadku jego uszkodzenia przedni nie zostanie uszkodzony. Obecnie zasada ta przestaje obowiązywać ze względu na dużą ilość urządzeń na dachu na całej długości ezt, które przy zerwaniu pantografu mogą ulec uszkodzeniu. W przypadku dłuższego postoju z dużym poborem prądu (grzanie składu w warunkach zimowych) zaleca się podniesienie wszystkich pantografów, aby zmniejszyć miejscowe nagrzewanie sieci trakcyjnej i ślizgów w miejscu ich styku.

Dzięki temu, że w prawie każdym pojeździe są minimum dwa pantografy, jest możliwe (w przypadku niewielkiego uszkodzenia jednego pantografu, np. pogiętego ślizgu) kontynuowanie jazdy na pozostałym sprawnym pantografie. W takim przypadku można po prostu opuścić uszkodzony pantograf i skorzystać z pozostałego sprawnego. Gdy jednak uszkodzenia są większe (połamanie pantografu, przebicie izolatora), w starszym taborze samo opuszczenie pantografu nie pomoże, gdyż po podniesieniu drugiego napięcie pojawi się także na uszkodzonym. Aby odciąć uszkodzony pantograf, na dachu pojazdów trakcyjnych znajdują się odłączniki pantografów (odłącznik to aparat bez zdolności wyłączania prądu, jego celem jest odłączenie obwodu w stanie bezprądowym). W starszym taborze odłączniki te są zazwyczaj bez napędu (poz. 6 na rys. 3.2, poz. *OG* na rys. 3.15), co oznacza, że jest konieczne wejście na dach w celu ich otwarcia. W nowszych konstrukcjach natomiast odłączniki pantografów mają napędy (rys. 3.7, poz. *Od1* i *Od2* na rys. 4.2). Zazwyczaj pantograf opuszczony jest wtedy odłączony od układu (a więc bez napięcia), co oznacza, że w przypadku jego nawet znacznego uszkodzenia wystarczy go opuścić, aby można było uruchomić pojazd na pozostałym, sprawnym pantografie. Należy jednak pamiętać, że może być konieczne mechaniczne zabezpieczenie uszkodzonego pantografu, aby nie stwarzał on zagrożenia np. oderwanymi fragmentami. Przepisy mogą także nakazywać, aby takie zdarzenie było na miejscu zabezpieczone przez służby eksploatujące sieć trakcyjną (pogotowie sieciowe).



Rys. 3.7. Odłącznik pantografu z napędem w nowoczesnym taborze