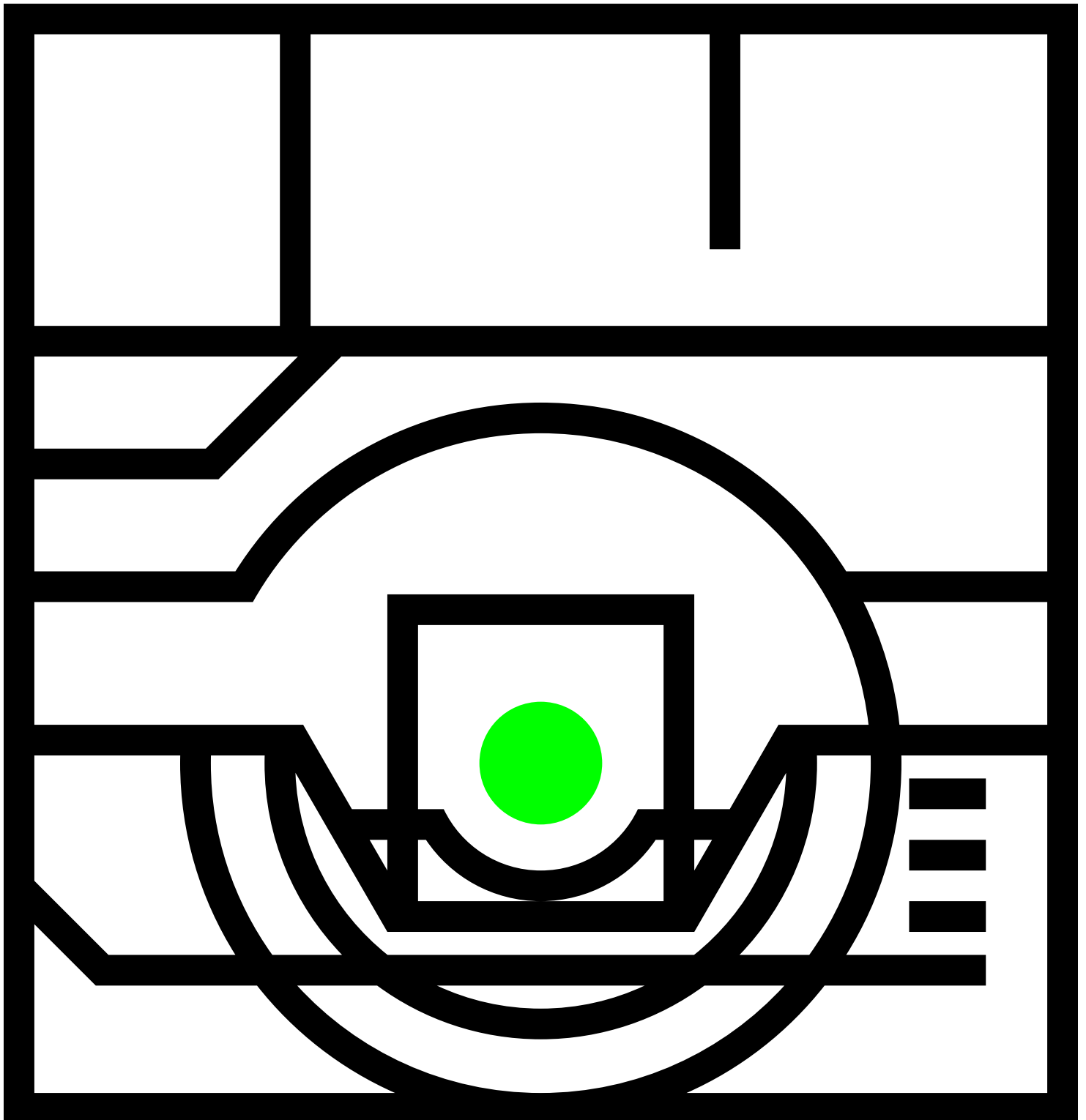


LOKOMOTYWY ELEKTRYCZNE

H. Maciszewski J. Pawlus S. Sumiński

serii EU06 i EU07



Z serii **TABOR PKP** ukazały się następujące książki z zakresu trakcji elektrycznej

E. DOMAŃSKI, E. KOWALCZYK, J. SKONIECKI

Elektryczne zespoły trakcyjne serii EW55, EN57 (1967 r., 1974 r.)

J. SIKORSKI, T. TAJER

Lokomotywa elektryczna serii ET21 (1968 r.)

M. ŚWITALSKI, A. ZIELINSKI

Lokomotywa elektryczna serii EU05 (1964 r.)

LOKOMOTYWY ELEKTRYCZNE

Henryk Maciszewski, Jerzy Pawlus, Stanisław Sumiński

serii EU06 i EU07

Okładkę projektował JACEK NEUGEBAUER

Poszczególne rozdziały napisali:

mgr inż. H. Maciszewski: 9, 10, 11.1, 11.3

mgr inż. J. Pawlus: 2, 3, 4, 11.2, 12.1, 12.2

mgr inż. S. Sumiński: 1, 5, 6, 7, 8, 12.3, 12.4

Rysunki: 5-1, 5-9, 5-13, 5-14, 6-1, 6-3, 6-4, 6-6
do 6-10, 6-13 do 6-19, 6-21 do 6-33, 6-35 6-36, 7-1
do 7-4, 7-6 do 7-10, 7-14, 7-16 zamieszczono za zgodą
Wydawnictw Przemysłu Maszynowego „WEMA”.

621.335.2EU06, EU07

Budowa i działanie lokomotyw elektrycznych serii EU06 i EU07,
zasady ich eksploatacji i utrzymania

Odbiorcy: maszyniści, pomocnicy maszynistów, personel bieżącego
utrzymania taboru i pracownicy zakładów naprawczych

Opiniodawcy:

inż. JÓZEF FURMAN

inż. JANUSZ SKONIECKI

Redaktor merytoryczny: mgr inż. JANINA SOBCZYK

Redaktor techniczny: JADWIGA MAJEWSKA

Korektor: mgr BOŻENNA LADA

SPIS TREŚCI

Od autorów	10
CZĘŚĆ 1	
BUDOWA I DZIAŁANIE LOKOMOTYWY	11
1. Ogólna charakterystyka lokomotywy	11
1.1. Przeznaczenie lokomotywy	12
1.2. Podstawowe dane techniczne lokomotywy	13
1.3. Charakterystyka lokomotywy	15
2. Podwozie i napęd lokomotywy	19
2.1. Ogólna charakterystyka podwozia	19
2.2. Ostoja wózka	20
2.3. Zestaw kołowy wraz z zespołem napędowym	21
2.4. Łożyskowanie zestawu kołowego i prowadzenie kadłubów łożysk w ostoi wózka	31
2.5. Łożyskowanie wału drażonego i zawieszenie silnika w ostoi wózka	36
2.6. Przekładnia zębata napędzająca zestaw kołowy	42
2.7. Mechaniczna część hamulca	50
2.8. Usprężynowanie wózka	52
2.9. Usprężynowanie pudła lokomotywy oraz oparcie pudła na wózkach	54
2.10. Sprzęg międzywózkowy	64
3. Nadwozie lokomotywy	68
3.1. Ogólna charakterystyka nadwozia	68
3.2. Ostoja nadwozia	69
3.3. Pudło lokomotywy	69
3.4. Ogólne wymagania dotyczące montażu nadwozia	72
3.5. Wyposażenie wnętrza lokomotywy	73
3.6. Zespół ciągniwo-zderzakowy	77
4. Instalacja sprężonego powietrza	82
4.1. Uwagi ogólne	82
4.2. Układ zasilania	83
4.3. Układ hamulca	84
4.4. Układ urządzeń pneumatycznych rozrządu	91
4.5. Układ urządzeń pomocniczych	93
4.6. Urządzenia kontrolne	95

4.7.	Opis budowy i działania ważniejszych elementów i urządzeń	95
4.7.1.	Sprężarki	95
4.7.2.	Zawory maszynisty	100
4.7.3.	Zawór rozrządczy hamulca	111
4.7.4.	Zawory elektropneumatyczne	118
4.7.5.	Zawór redukcyjny	120
4.7.6.	Zawory zwrotne i zawory bezpieczeństwa	120
4.7.7.	Zbiorniki	124
4.7.8.	Kurki odcinające i przełączające	124
5.	Maszyny elektryczne	126
5.1.	Silnik trakcyjny	126
5.1.1.	Ogólne dane techniczne	126
5.1.2.	Budowa	129
5.2.	Przetwornica	136
5.2.1.	Ogólne dane techniczne	137
5.2.2.	Budowa	137
5.2.3.	Dane techniczne i budowa silnika	140
5.2.4.	Dane techniczne i budowa prądnicy	142
5.2.5.	Dane techniczne i budowa transformatora	144
5.2.6.	Działanie przetwornicy	145
5.3.	Silnik sprężarki głównej	147
5.4.	Silnik wentylatora oporników rozruchowych	150
5.5.	Silnik sprężarki pantografów lokomotywy EU06	153
5.6.	Silnik sprężarki pantografów lokomotywy EU07	154
6.	Aparaty wysokiego napięcia	155
6.1.	Pantograf	155
6.2.	Wyłącznik szybki w lokomotywie EU06	158
6.2.1.	Działanie wyłącznika podczas załączania	159
6.2.2.	Działanie wyłącznika podczas wyłączenia	161
6.2.3.	Regulacja elementów wyłącznika	161
6.3.	Wyłącznik szybki w lokomotywie EU07	163
6.4.	Odłącznik pantografu	165
6.5.	Odłącznik główny	166
6.6.	Odłącznik silników trakcyjnych	168
6.7.	Styczniki elektropneumatyczne	170
6.8.	Nawrotnik	174
6.9.	Przełączniki elektromagnetyczne nadmiarowo-prądowe	176
6.10.	Przełącznik zanikowo-prądowy	181
6.11.	Przełącznik różnicowy	183
6.12.	Przełącznik samoczynnego rozruchu	184
6.13.	Przełącznik zanikowo-prądowy spolaryzowany przetwornicy	187
6.14.	Przełącznik zanikowo-napięciowy	188
6.15.	Przełącznik sygnalizacji poślizgu zestawów kołowych	190
6.16.	Styczniki elektromagnetyczne wn obwodów pomocniczych	193
6.17.	Oporniki rozruchowe	195
6.18.	Iskiernik	205
6.19.	Odgromnik kondensatorowy	206
6.20.	Bocznik indukcyjny	207
6.21.	Bezpieczniki wn	208
6.22.	Mierniki elektryczne wn	209
6.23.	Sprzęg przewodu ogrzewania elektrycznego pociągu	211
6.24.	Skrzynka zaciskowa przewodów silnika	211
7.	Aparaty niskiego napięcia	214
7.1.	Nastawnik jazdy	214
7.2.	Zawór elektropneumatyczny pantografu	217

7.3.	Wyłącznik ciśnieniowy	220
7.4.	Przełącznik ładowania baterii	223
7.5.	Przycisk nożny uzupełniania przewodu głównego hamulcowego	224
7.6.	Przyciski ręczne	225
7.7.	Przełącznik pomocniczy	226
7.8.	Przełącznik zwłoczny	227
7.9.	Przełącznik rozruchowy przetwornicy	229
7.10.	Przełącznik zanikowo-prądowy wentylatorów oporników rozruchowych	230
7.11.	Przełączniki elektropneumatyczne	231
7.12.	Złącze sterownicze	233
7.13.	Skrzynka bezpiecznikowa	235
7.14.	Stycznik pomocniczy elektromagnetyczny	235
7.15.	Mierniki elektryczne nn	237
7.16.	Odłącznik rozrządu	237
7.17.	Łączniki warstwowe	239
7.18.	Przełączniki prądu zwrotnego	240
7.19.	Regulatory napięcia	243
7.20.	Elektromagnetyczny stycznik sprężarki	246
7.21.	Przełącznik hamowania dwustopniowego	247
7.22.	Miniaturowy przełącznik pneumatyczny zwłoczny	247
7.23.	Przełącznik zwłoczny	248
7.24.	Ogrzewacze kabinowe	250
7.25.	Kuchenki	251
7.26.	Ogrzewacze szyb czołowych	251
7.27.	Łącznik dźwigienkowy	251
7.28.	Bateria akumulatorowa w lokomotywie EU06	252
7.29.	Bateria akumulatorowa w lokomotywie EU07	253
7.30.	Szybkościomierze (prędkościomierze)	254
7.30.1.	Dane techniczne i budowa poszczególnych elementów	254
7.30.2.	Zasada działania napędu elektrycznego	258
7.31.	Wyłączniki samoczynne	259
7.32.	Wyłącznik nożny piasecznicy	260
7.33.	Instalacja elektryczna i oświetlenie	261
8.	Urządzenie samoczynnego hamowania pociągów	262
8.1.	Wiadomości ogólne	262
8.2.	Elementy urządzenia SHP	262
8.3.	Działanie urządzenia SHP	268
9.	Opis obwodów elektrycznych	272
9.1.	Podstawowe pojęcia i oznaczenia na schematach	272
9.2.	Obwód główny	275
9.2.1.	Obwody silników trakcyjnych w czasie jazdy	277
9.2.2.	Urządzenia zabezpieczające obwód główny	283
9.3.	Obwody pomocnicze wn	287
9.3.1.	Obwód przetwornicy	287
9.3.2.	Obwód ogrzewania pociągu	288
9.3.3.	Obwód ogrzewania lokomotywy EU07	288
9.4.	Obwody niskiego napięcia	289
9.4.1.	Obwód sprężarki pantografu	290
9.4.2.	Sterowanie wyłącznika szybkiego	290
9.4.3.	Załączanie przetwornicy	298
9.4.4.	Załączanie sprężarki	301
9.4.5.	Sterowanie pantografami	302
9.4.6.	Załączanie ogrzewania pociągu	304
9.4.7.	Załączanie wentylatorów oporników rozruchowych	306

9.4.8.	Uruchamianie piasecznicy	307
9.4.9.	Obwód odłużniacza hamulca lokomotywy	308
9.4.10.	Obwód przełącznika hamulca T-O-P	308
9.4.11.	Przeciwoślizgowe przyhamowywanie lokomotywy	310
9.4.12.	Ogrzewanie lokomotywy	311
9.4.13.	Obwody oświetlenia	311
9.5.	Obwody rozrządu	314
9.5.1.	Załączanie stycznika pomocniczego AC1	314
9.5.2.	Wzbudzenie przekaźnika DMR	315
9.5.3.	Zasilanie cewki zaworu ZDM i przewodu hamulcowego ZO	315
9.5.4.	Załączenie stycznika pomocniczego AC2	317
9.5.5.	Wzbudzenie przekaźnika zanikowo-prądowego NCR	317
9.5.6.	Obwód przekaźnika AR1	319
9.5.7.	Obwód przekaźnika CR	319
9.5.8.	Odblokowanie przekaźników nadmiarowych i różnicowego	320
9.5.9.	Rozrząd styczników liniowych	320
9.5.10.	Pierwsza pozycja jezdna oporowa. Załączanie styczników JR1, JR2	321
9.5.11.	Druga pozycja jezdna oporowa	323
9.5.12.	Trzecia pozycja jezdna oporowa	325
9.5.13.	Czwarta pozycja jezdna oporowa	326
9.5.14.	Rozrząd przekaźnika samoczynnego rozruchu CLR	327
9.5.15.	Kolejne pozycje jazdy oporowej w układzie szeregowym	328
9.5.16.	Jazda szeregową bezoporową (pozycja 28)	329
9.5.17.	Przejście na układ równoległy	331
9.5.18.	Rozruch i jazda bezoporowa w układzie równoległym	335
9.5.19.	Pozycje osłabienia wzbudzenia silników trakcyjnych	335
9.5.20.	Otwarcie styczników osłabienia wzbudzenia	336
9.5.21.	Cofanie się po pozycjach oporowych w układzie równoległym	336
9.5.22.	Przejście z układu równoległego do szeregowego	336
9.5.23.	Cofanie się po pozycjach jazdy szeregowej	337
9.5.24.	Jazda na WYSOKIM PRĄDZIE	338
9.5.25.	Sygnalizacja poślizgu	339
9.5.26.	Kompensacja obciążenia osi	340
9.5.27.	Rozrząd w trakcji ukrotnionej	340
9.6.	Uszynienia	343

CZĘŚĆ 2

EKSPLLOATACJA I UTRZYMANIE LOKOMOTYWY	345	
10. Obsługa lokomotywy	345	
10.1.	Obowiązki personelu obsługującego przed uruchomieniem lokomotywy	345
10.2.	Uruchomienie lokomotywy	345
10.3.	Przeprowadzenie rozruchu	347
10.4.	Zakres prądu WYSOKI	348
10.5.	Kompensacja obciążenia osi	349
10.6.	Poślizg kół	349
10.7.	Zmiana kabiny prowadzącej	350
10.8.	Unieruchomienie lokomotywy	350
10.9.	Przygotowanie lokomotywy do trakcji ukrotnionej	351
10.10.	Obsługa blokady szaf wn	352
10.11.	Postępowanie obsługi w razie uszkodzenia urządzeń elektrycznych lokomotywy	352
10.11.1.	Uszkodzenie silników trakcyjnych	354

10.11.2.	Uszkodzenie przetwornicy	354
10.11.3.	Uszkodzenie silnika sprężarki	355
10.11.4.	Uszkodzenie silników wentylatorów oporników rozruchowych	355
10.11.5.	Brak pierwszej pozycji jezdnej	356
10.11.6.	Brak drugiej pozycji jezdnej	358
10.11.7.	Brak trzeciej pozycji jezdnej	358
10.11.8.	Brak czwartej pozycji jezdnej	358
10.11.9.	Brak jazdy bezoporowej	358
10.11.10.	Brak przejścia na układ równoległy	359
10.11.11.	Brak pozycji osłabienia wzbudzenia	361
11.	Utrzymanie lokomotywy	363
11.1.	Uwagi ogólne	363
11.2.	Utrzymanie części mechanicznej lokomotywy	366
11.2.1.	Smarowanie lokomotywy	366
11.2.2.	Podwozie i napęd	371
11.2.3.	Nadwozie	380
11.2.4.	Instalacja sprężonego powietrza	380
11.2.5.	Rozmieszczenie punktów oparcia przy podnoszeniu lokomotywy	386
11.3.	Utrzymanie części elektrycznej	388
11.3.1.	Utrzymanie maszyn elektrycznych	389
11.3.2.	Utrzymanie aparatów elektrycznych	395
12.	Próby lokomotywy po naprawie	400
12.1.	Odbiór wózków po montażu	400
12.2.	Odbiór statyczny lokomotywy — część mechaniczna	403
12.2.1.	Regulacja I stopnia usprężynowania	404
12.2.2.	Regulacja II stopnia usprężynowania	412
12.3.	Odbiór statyczny lokomotywy — część elektryczna	413
12.3.1.	Kontrola oporu elementów obwodu głównego	414
12.3.2.	Sprawdzenie funkcjonowania rozrządu obwodu głównego	415
12.3.3.	Sprawdzenie działania wentylatorów oporników rozruchowych	416
12.3.4.	Sprawdzenie działania przekaźnika samoczynnego rozruchu	416
12.4.	Próby ruchowe lokomotywy	418
	Bibliografia	420

OD AUTORÓW

W książce podano opis i dane techniczne lokomotyw elektrycznych serii EU06 i EU07, według dokumentacji aktualnej w dniu 1 stycznia 1972. Opisano także sposoby usuwania usterek, podstawowe zabiegi w zakresie utrzymania lokomotyw, jak również omówiono szczególnie ważne czynności naprawcze.

Specjalny rozdział poświęcono najważniejszym pomiarom i próbom, którym poddawane są lokomotywy po naprawie.

W książce wykorzystano obowiązujące normy, przepisy i instrukcje, unikając w miarę możliwości powtarzania ogólnie obowiązujących zaleceń i kładąc nacisk na sprawy wynikające ze specyfiki konstrukcji omawianych lokomotyw, jak również na wnioski z dotychczasowej ich eksploatacji.

Uważny czytelnik znajdzie wiele materiału, który jest wynikiem własnych opracowań i doświadczeń autorów, zwłaszcza tam, gdzie chodzi o opis działania nowych rozwiązań konstrukcyjnych oraz tam, gdzie starano się pokazać skutki niewłaściwego przeprowadzania zabiegów utrzymania.

Nazewnictwo przyjęte w książce zgodne jest w zasadzie ze stosowanym na PKP, jak również z używanym w dokumentacji technicznej lokomotyw.

Książka częściowo odbiega od tradycyjnego sposobu wykładu, gdyż oprócz rysunków konstrukcyjnych podano w niej również uproszczone schematy ułatwiające zrozumienie trudniejszych opisów. Dotyczy to szczególnie instalacji sprężonego powietrza, którą ze względów dydaktycznych podzielono na układy pneumatyczne określonego przeznaczenia i opisano oddzielnie.

Autorzy czują się szczególnie zobowiązani mgr inż. Henrykowi Ubyszowi za opracowanie fragmentu dotyczącego hamulców, a zwłaszcza za podjęty wysiłek, aby ten trudny dział przedstawić poglądowo i zrozumiale.

BUDOWA I DZIAŁANIE LOKOMOTYWY**1****OGÓLNA
CHARAKTERYSTYKA LOKOMOTYWY**

Tematem niniejszej książki jest budowa, działanie i obsługa oraz konserwacja nowoczesnych, uniwersalnych lokomotyw elektrycznych serii EU06 i EU07 (rys. 1-1), eksploatowanych przez Polskie Koleje Państwowe.

Lokomotywy serii EU06 zakupiono w Anglii w latach 1962—63. Dostawcą ich był zespół producentów, zgrupowany w tzw. Contractors



Rys. 1-1. Lokomotywa EU07

Committee. Krajowe odpowiedniki tych lokomotyw, stanowiące serię EU07 (4E) produkuje od 1965 roku Fabryka Wagonów PAFAWAG we Wrocławiu, na podstawie dokumentacji licencyjnej, adoptowanej przez Centralne Biuro Konstrukcyjne Przemysłu Taboru Kolejowego w Poznaniu. Produkcja ta jest oparta o szeroką współpracę różnych przedsiębiorstw krajowych. Najważniejszymi kooperantami PAFAWAG w zakresie produkcji lokomotyw EU07 są:

- Dolnośląskie Zakłady Wytwórcze Maszyn Elektrycznych DOLMEL we Wrocławiu,
- Fabryka Transformatorów i Aparatury Trakcyjnej ELTA w Łodzi,
- Zakłady APENA w Bielsku Białej,
- Zakłady FABLOK w Chrzanowie.

Lokomotywy EU06 i EU07 są zasadniczo jednakowe, tzn. mają takie same podstawowe parametry, charakteryzujące własności eksploatacyjne i osiągi przewozowe. Nie mniej jednak wiele rozwiązań konstrukcyjnych różni w szczegółach obie wersje lokomotyw. Wynika to z faktu, że nie wszystkie urządzenia lokomotywy — szczególnie w odniesieniu do części elektrycznej — zostały objęte umową licencyjną. Tam, gdzie było to możliwe, konstruktorzy lokomotywy EU07 wykorzystali urządzenia opracowane w kraju, stosowane często w innych seriach pojazdów trakcyjnych. Urządzenia te spełniają w EU07 funkcje analogiczne do urządzeń angielskich w EU06. W niektórych również przypadkach krajowe opracowanie aparatu lub urządzenia, wzorowane zasadniczo na urządzeniu angielskim, różni się nieco od niego. Wynika to z wielu przyczyn natury konstrukcyjnej, technologicznej i materiałowej.

Dla zachowania logicznej struktury całości przyjęto w niniejszej pracy zasadę wspólnego opisu lokomotyw tam, gdzie nie różnią się one od siebie. Różnice podkreślono w oddzielnych opisach urządzeń, obwodów elektrycznych itp. dla lokomotyw EU06 i EU07 tam, gdzie te różnice występują.

1.1. Przeznaczenie lokomotywy

Lokomotywy EU06 i EU07 są lokomotywami uniwersalnymi, przygotowanymi do pełnienia zadań trakcyjnych, zarówno w ruchu pasażerskim jak i towarowym. Są one przystosowane do: tzw. trakcji ukrotnionej, to znaczy w przypadkach uzasadnionych wymaganiami ruchowymi, do pracy pociągowej może być zatrudnionych kilka sprzężonych lokomotyw. Sterowanie wszystkich obwodów odbywa się z kabiny maszynisty czołowej lokomotywy za pośrednictwem przewodów ukrotnionego sterowania.

1.2. Podstawowe dane techniczne lokomotywy

Każda lokomotywa charakteryzuje się: danymi ogólnymi, własnościami trakcyjnymi, głównymi wymiarami (rys. 1-2) oraz masami niektórych podzespołów.

Dane ogólne

rodzaj pracy

pasażerska
lub towarowa

układ osi

BoBo

prześwit toru

1 435 mm

napięcie zasilania

3 000 V₋

najwyższe napięcie zasilania

3 600 V₋

najniższe napięcie zasilania

2 000 V₋

napięcie obwodów sterowniczych i pomocniczych

110 V₋

moc godzinowa lokomotywy

2 080 kW

moc ciągła lokomotywy

2 000 kW

Własności trakcyjne

siła pociągowa przy mocy godzinowej i pełnym
wzbudzeniu silników

15 200 kG

siła pociągowa przy mocy godzinowej i osłabionym
wzbudzeniu do 22,5⁰/₀

7 100 kG

siła pociągowa przy mocy ciągłej i pełnym
wzbudzeniu

14 400 kG

prędkość jazdy przy mocy godzinowej
i pełnym wzbudzeniu

49 km/h

prędkość jazdy przy mocy godzinowej
i osłabionym wzbudzeniu do 22,5⁰/₀

106 km/h

prędkość jazdy przy mocy ciągłej
i pełnym wzbudzeniu

49,5 km/h

maksymalna prędkość

125 km/h

liczba stopni bocznikowania uzwojeń
wzbudzenia

6

liczba silników trakcyjnych

4

typ silnika trakcyjnego

EE 541

zawieszenie silników

całkowicie

przełożenie przekładni
system hamulca

odsprężynowane
79 : 18

system rozrządu

pneumatyczny,
Oerlikon
pośredni,

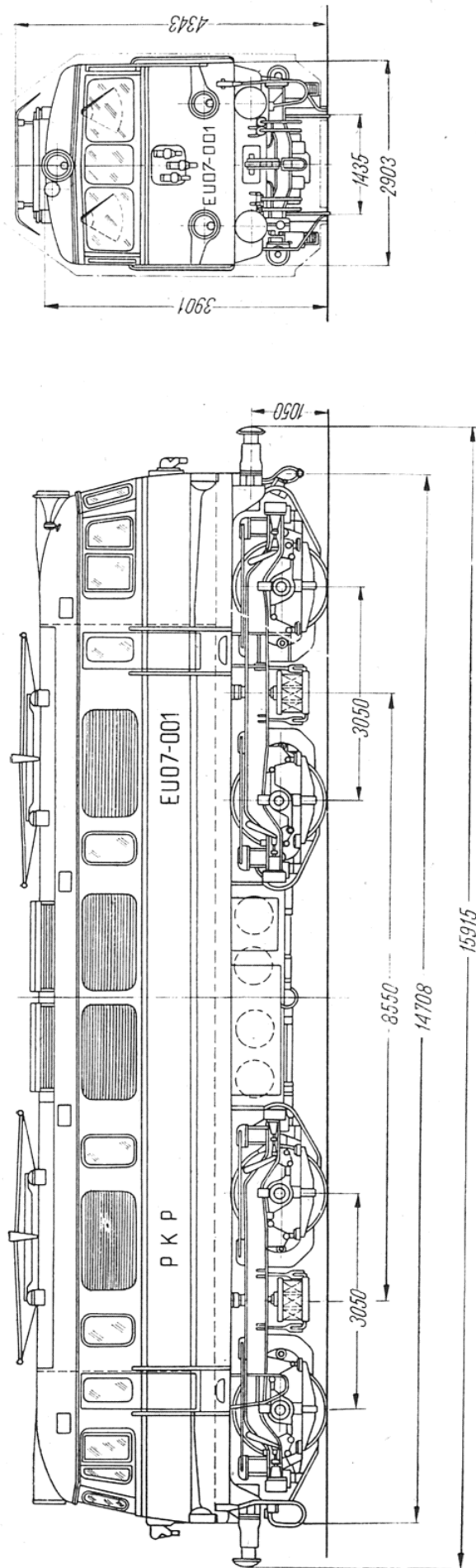
rodzaj rozruchu

stycznikowy,
ukrotniony
ręczny
i samoczynny

Główne wymiary [mm]

całkowita długość między zderzakami

15 915



Rys. 1-2. Podstawowe wymiary lokomotywy

rozstaw osi skrajnych	11 600
rozstaw czopów skrętu	8 550
rozstaw osi w wózku	3 050
średnica okręgów tocznych kół (nowe obręcze)	1 250
średnica okręgów tocznych przy obręczach zużytych w połowie	1 215
wysokość zderzaków i sprzęgu pociągowego nad główką szyny przy nowych obręczach	1 050 ⁺¹⁰ ₋₅
szerokość pudła	3 038
wysokość lokomotywy od główki szyny przy opuszczonych pantografach	4 343
Masy niektórych podzespołów [kg]	
lokomotywa w stanie służbowym	80 000
nadwozie	36 700
wózek	21 650
zestaw kołowy	2 850
belka bujakowa	1 340
ostoja wózka	2 200
silnik trakcyjny	4 200
wspornik silnika	203
oś zestawu kołowego	480
koło bōse	390
obręcz	330
wał drażony	710
jarzmo napędowe	38
wiązar napędowy	14
maźnica	175
resor	160
przewodnik maźnicy	40

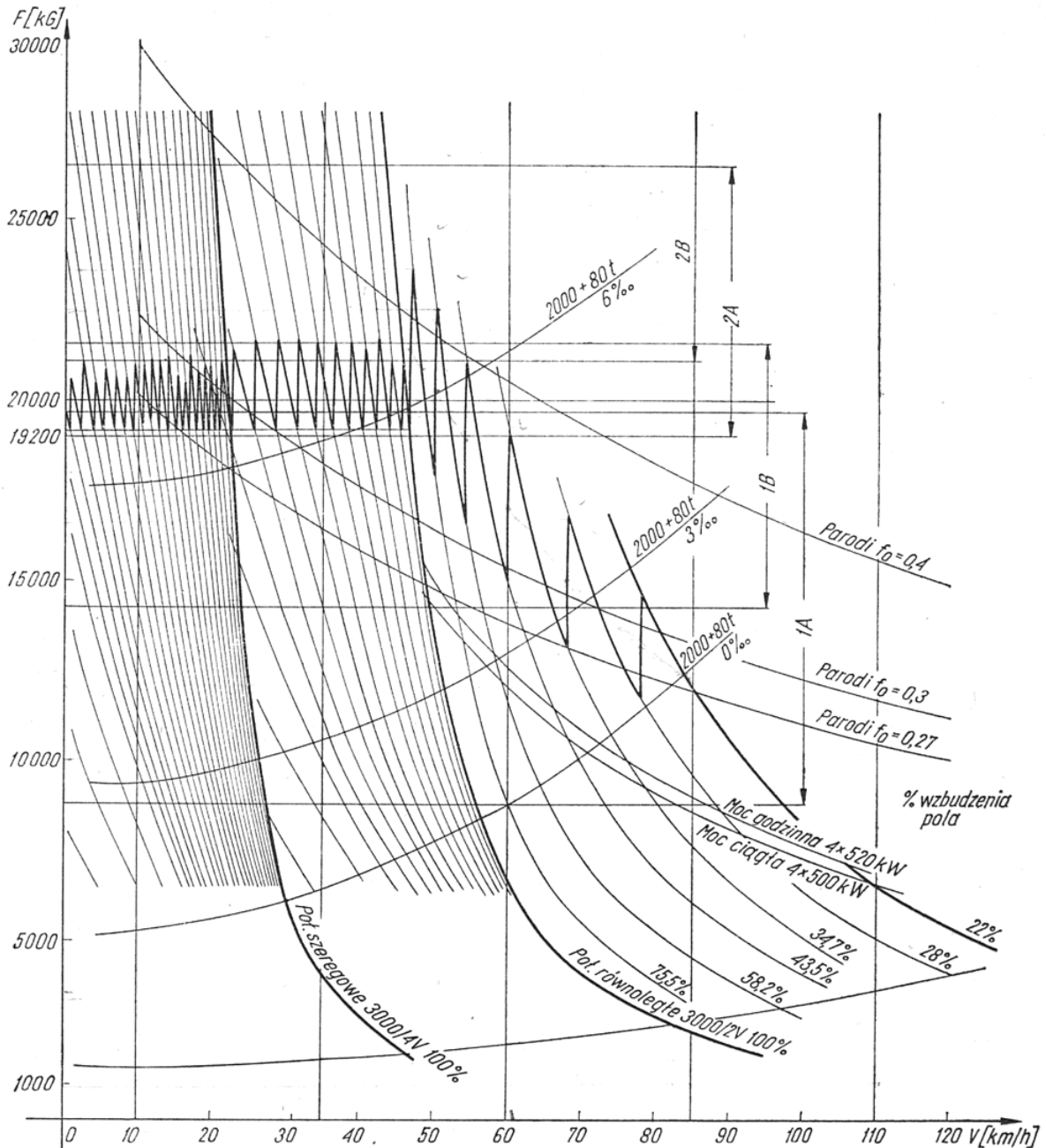
1.3. Charakterystyka lokomotywy

Uniwersalność lokomotywy osiągnięto dzięki zastosowaniu nowoczesnych silników trakcyjnych, z dużym stopniem bocznikowania wzbudzenia biegunów głównych, wynoszącym do 22,5⁰%. W celu kompensacji oddziaływania twornika przy tak głębokim bocznikowaniu zastosowano w tych silnikach — oprócz biegunów zwrotnych — także uzwojenie kompensacyjne.

Własności trakcyjne lokomotywy, które przedstawia rysunek 1-3 umożliwiają prowadzenie pociągów pasażerskich o ciężarze 650 T, po torze poziomym, z prędkością 125 km/h i z rezerwą siły przyspieszającej 0,96 kG/T. W ruchu towarowym lokomotywa może prowadzić pociąg o ciężarze 2000 T z prędkością 70 km/h po torze poziomym.

W części mechanicznej, w celu uproszczenia zabiegów konserwacyjnych konstruktorzy ograniczyli do niezbędnego minimum liczbę punk-

tów wymagających smarowania, przez wyeliminowanie powierzchni ciernych i zastąpienie ich złączami guma-metal, w których wzajemne przemieszczanie się części metalowych odbywa się dzięki odkształceniu wkładki gumowej. Rozwiązanie takie ma następujące zalety: amortyzuje wstrząsy, działa jak naturalny tłumik dzięki elastyczności i spręży-



Rys. 1-3. Charakterystyka trakcyjna

1A, 1B, 2A, 2B — zakres nastawienia przełącznika samoczynnego rozruchu

stości oraz tarcia wewnętrznemu w gumie, po wystąpieniu zaś nacisku odkształcającego występuje tendencja powrotu do stanu przed odkształceniem.

Złącza guma-metal nie wymagają żadnego smarowania, co umożliwia zmniejszenie liczby zabiegów dotyczących utrzymania pojazdu.

Tego rodzaju połączenia zastosowano w konstrukcji: czopa skreću, prowadnikach kadłubów łożysk osiowych, w ciągach trakcyjnych, prze-

noszących siłę pociągową wózka na belkę bujakową, jako elementy elastyczne sprzęgła Alsthoma, które przenosi moment napędowy silnika na zestaw kołowy, jako amortyzator haka ciągowego.

Oprócz silników z dużym stopniem bocznikowania w układzie elektrycznym zastosowano następujące oryginalne rozwiązania:

- Duża liczba stopni rozruchu oporowego oraz pośrednich stopni osłabienia wzbudzenia, co w połączeniu z zastosowanym układem mostkowym przełączania silników umożliwia płynny, bez szarpań rozruch lokomotywy przy zastosowaniu dużej siły przyspieszającej, ograniczający prawdopodobieństwo poślizgu kół napędnych.
- Zastosowanie rozruchu samoczynnego w układzie pozwalającym maszyniście na wybór i regulację w szerokim zakresie siły przyspieszającej. Odpowiednie nastawienie przełącznika samoczynnego rozruchu pozwala na zastosowanie intensywnego rozruchu przy ruszaniu lokomotywy z ciężkim pociągiem, gdy istnieją dobre warunki przyczepności na szynach. Rozruch taki, z uwagi na znaczne przeciążenie silników trakcyjnych, musi być ograniczony w czasie. Urządzenie sygnalizacyjne automatycznie sygnalizuje maszyniście przekroczenie dopuszczalnego czasu trwania tego rozruchu.
- Układ elektryczny umożliwia także dostosowanie rozruchu do małego współczynnika przyczepności szyn, gdy wskutek odciążenia przednich osi występuje na szynach zwiększone prawdopodobieństwo poślizgu. Dostosowanie to polega na zmniejszeniu momentu napędowego silników napędzających przednie osie wózków w stosunku do pozostałych. Siła na haku lokomotywy nie ulega przy tym zmniejszeniu, gdyż w tym czasie silniki drugi i czwarty (licząc od czoła pojazdu) rozwijają zwiększony moment napędowy. Nierównomierny podział obciążenia między silnikami osiąga się przez zastosowanie osłabienia wzbudzenia na 1 i 3 silniku. Natomiast sumaryczna siła pociągowa jest wynikiem odpowiedniego nastawienia prądu rozruchowego w układzie przełącznika samoczynnego rozruchu. Ten sposób przeprowadzania rozruchu jest możliwy jedynie przy szeregowym układzie połączeń silników trakcyjnych. Przed przejściem do układu równoległego maszynista musi powrócić do normalnego rozruchu.
- Zastosowano sposób chłodzenia oporników rozruchowych, w którym intensywność chłodzenia jest uzależniona od wartości prądu płynącego w obwodzie głównym i przez oporniki. Osiągnięto to przez równoległe połączenie silników wentylatorów z jednym opornikiem rozruchowym, włączonym w obwód główny. W takim układzie napięcie zasilające silniki wentylatorów, a w przybliżeniu i prędkość ich wirowania są proporcjonalne do wartości prądu w obwodzie głównym. Po zakończeniu cyklu rozruchowego odpowiedni stycznik w obwodzie rozrządu wyłącza zasilanie silników wentylatorów.
- Lokomotywy są w pełni przystosowane do prowadzenia ruchu trakcją ukrotnioną. Przez sprzęgnięcie wszystkich obwodów rozrządu

przewodami sterowania ukrotnionego, jak również połączenie specjalnym przewodem pneumatycznym głównych zbiorników powietrznych lokomotyw, maszynista może prowadzić pociąg i wykonywać wszystkie pomocnicze czynności z kabiny lokomotywy czołowej, przy czym system sygnalizacyjny informuje go w razie potrzeby o wszystkich nieprawidłowościach w prowadzonych lokomotywach.

Jeśli jazda odbywa się trakcją ukrotnioną, to przekaźniki samoczynnego rozruchu zostają automatycznie ustawione na wymagany prąd rozruchowy, bez możliwości dodatkowej regulacji. Zapewnia to równomierne podział obciążenia między ciągnące lokomotywy.

- Stycznikowy system rozrządu obwodu głównego ma następującą praktyczną właściwość; w razie uszkodzenia lub zacięcia jakiegokolwiek stycznika następuje wstrzymanie dalszego funkcjonowania rozrządu, co wyklucza tzw. „przeskoczenie” kolejnej pozycji rozruchowej.
- Łączniki pomocnicze podstawowych aparatów w obwodzie rozrządu są zamykane pokrywkami z przezroczystego tworzywa. Zapobiega to osiadaniu kurzu i pyłu na stykach oraz wynikającym z tego usterek sterowania.
- Zastosowanie w lokomotywach urządzenia samoczynnego hamowania pociągów umożliwia prowadzenie ruchu obsługą jednoosobową.

2

PODWOZIE I NAPĘD LOKOMOTYWY

2.1. Ogólna charakterystyka podwozia

Podwozie lokomotywy składa się z dwóch dwuosioowych wózków połączonych sprzęgiem międzywózkowym. Każdy zestaw kołowy lokomotywy jest napędzany indywidualnie od elektrycznego silnika trakcyjnego przez przekładnię zębatą, wał drążony i dwa sprzęgła przegubowo-cięgłowe (tzw. napęd typu Alsthom). Wózek lokomotywy EU07 pokazano na rysunku 2-1, umieszczonym na końcu książki.

Konstrukcja wózków spełnia wymagania stawiane nowoczesnym pojazdom.

Do najważniejszych zalet omawianej konstrukcji należą:

- całkowite oparcie silników wraz z przekładniami na ostoi wózka,
- bezluzowe prowadzenie zestawów kołowych w ostoi,
- mały ciężar części nie usprężynowanych i całego wózka,
- zastosowanie sprężysto-tłumiących poduszek gumowych.

Zalety te sprawiają, że siły oddziaływania lokomotywy na tor są niewielkie, bieg wózka spokojny, a dzięki wyeliminowaniu elementów trących własności te nie pogarszają się w okresie międzynaprawczym. Lokomotywa ma dwustopniowe usprężynowanie. Tłumienie szkodliwych ruchów drgających zapewniają elementy tłumiące w postaci: tłumików hydraulicznych, resorów oraz poduszek gumowych.

Zastosowanie w konstrukcji wózka licznych poduszek gumowych, które umożliwiając elastyczne połączenie elementów wózka pośredniczą w przekazywaniu sił, powoduje zmniejszenie obciążeń dynamicznych oraz eliminuje powierzchnie cierne. Własności tłumiące gumy wpływa-

ją korzystnie również na zmniejszenie hałasu i wibracji, co między innymi znacznie poprawia warunki pracy obsługi.

Efektom tego jest obniżenie kosztów utrzymania i napraw (konserwacja gumy polega jedynie na jej zabezpieczeniu przed zetknięciem się ze smarem), zarówno taboru jak i toru, oraz zwiększenie bezpieczeństwa jazdy i poprawienie warunków obsługi lokomotywy.

2.2. Ostoja wózka

Ostoja wózka spełnia następujące zadania:

- podpira nadwozie lokomotywy i przenosi jego ciężar na zestawy kołowe,
- przejmuje od zestawów kołowych siły wzdłużne (pociągowe oraz towarzyszące hamowaniu) i siły poprzeczne (prowadzące zestaw w torze) i przekazuje je na pudło,
- utrzymuje i prowadzi zestawy kołowe, stanowi oparcie silników trakcyjnych, układu hamulcowego i sprzęgu międzywózkowego.

Ostoja (rama) wózka jest elementem szczególnie ważnym, który pracuje w trudnych warunkach, gdyż oprócz statycznych sił działają na nią również siły o charakterze dynamicznym. Siły te krótkotrwałe w działaniu, lecz wielokrotnie powtórzone w ciągu eksploatacji lokomotywy, wywołują zmęczenie materiału i obniżają jego wytrzymałość.

Dynamiczne obciążenia wózka są wynikiem działania czynników zewnętrznych, np. współpracy zestawów z torem, jak również rezultatem drgań usprężynowanych zespołów lokomotywy. Ostoja wózka oprócz dużej wytrzymałości musi również odznaczać się sztywnością i lekkością. Warunki te dobrze spełnia ostoja wózka omawianych lokomotyw.

Ostoję zbudowaną w postaci ramy tworzą dwie podłużnice zamknięte z obu stron czołownicami i wzmocnione dwoma belkami środkowymi, tworzącymi poprzecznice. Zarówno belki podłużne jak i poprzeczne składają się z dwóch pasów poziomych oraz dwóch ścianek pionowych o zmiennej wysokości. Pasy i ścianki są wykonane z blachy stalowej grubości 14 mm i połączone dookołą spoiną pachwinową (pas dolny) i spoiną czołową (pas górny). Przekrój poprzeczny przez każdą belkę ostoi tworzy więc zamknięty zarys prostokątny o takiej wysokości i szerokości, jakie są niezbędne do przeniesienia obciążenia występującego w danym przekroju. Do skrzynkowej ramy zbudowanej z pasów i ścianek są przyspawane liczne wsporniki, służące do połączenia ostoi z wieloma zespołami współpracującymi. Do najważniejszych należą: wsporniki prowadników maźnic, wsporniki układu hamulcowego i wieszaków belki bujawkowej oraz wsporniki sprzęgu międzywózkowego.

Po zakończeniu spawania wyżarza się ostoję w celu usunięcia naprężeń wewnętrznych powstałych podczas spawania, a następnie po wytrasowaniu obrabia się powierzchnie stanowiące bazę przy dalszej obróbce mechanicznej. Obróbkę mechaniczną ważnych powierzchni ostoi

wykonuje się w przyrządach zapewniających niezbędną dokładność i powtarzalność wymiarów. Szczególną uwagę zwraca się na dokładność wykonania gniazd (wykrojów) przewodników maźnic, dokładność powierzchni oparcia silników oraz gniazd podpór bocznych.

Na rysunku 2-2 podano dopuszczalne odchyłki wykonania tych elementów i ich wzajemnego położenia. Wymiary te są kontrolowane podczas naprawy lokomotywy. Jeśli wskutek zużycia powstanie luz w gniazdach osadzenia przewodników, to gniazda te należy regenerować przez uzupełnienie ubytków spawaniem elektrycznym lub metodą metalizacji natryskowej i następną ich obróbkę mechaniczną w celu uzyskania niezbędnego wcisku: od $-0,005$ mm do $+0,059$ mm (jak dla pasowania 46H8r7).

Metalizacja natryskowa jako metoda regeneracji zużytych części w taborze kolejowym PKP nie była dotąd szerzej stosowana mimo wielu niewątpliwych zalet. Dlatego w rozdziale 11 omówiono tę metodę w zastosowaniu do regeneracji gniazd przewodników maźnic.

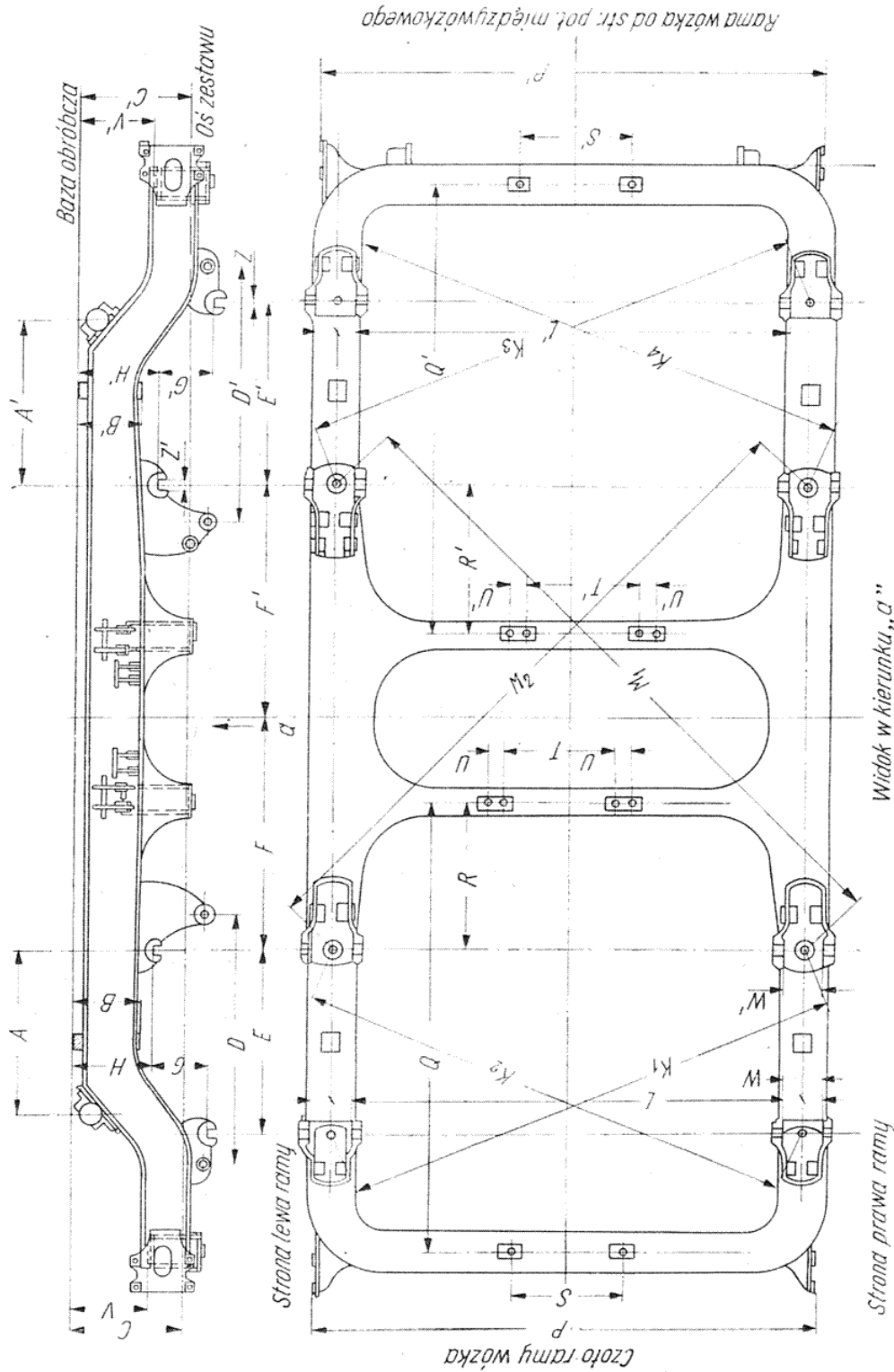
2.3. Zestaw kołowy wraz z zestawem napędowym

Lokomotywa ma 4 zestawy kołowe napędzane indywidualnie. Nominalna średnica okręgu tocznego obręczy wynosi 1250 mm, a jej szerokość 140 mm. Profil obręczy jest zgodny z normą PN-60/K-91037. Zestaw kołowy składający się z osi i dwóch kół jezdnych tworzy jedną całość z zespołem napędowym. Zespół napędowy składa się z wału drążonego wraz z dwiema tarczami (kołnierzami) i dużym kołem zębatym oraz dwóch sprzęgieł przegubowo-ciężłowych, które łączą wał drążony z zestawem kołowym. Na rysunkach 2-3 oraz 2-4 przedstawiono zestaw kołowy wraz z zespołem napędowym, współpracę zaś zestawu kołowego z innymi zespołami wózka pokazano na rysunku 2-1.

Wał drążony obejmuje oś zestawu z luzem, który przy współśrodkowym ich położeniu wynosi 28,5 mm. Na wale drążonym jest osadzone napędzane koło zębate oraz dwie tarcze, każda z dwoma czopami napędowymi. Czopy te przechodzą z luzem przez otwory w kołach jezdnych. Obydwa koła zestawu są identyczne i w ten sposób osadzone na osi, że otwory, przez które przechodzą czopy napędowe, znajdują się w jednej, wspólnej płaszczyźnie. Stąd też płaszczyzna osi czopów osadzonych w jednym kole jezdnym nie pokrywa się z płaszczyzną osi czopów drugiego koła zestawu. Są one względem siebie nachylone pod kątem około 76° (1,33 rad).

Pod kątem około 38° (0,66 rad) są obrócone względem siebie jarzma (krzyżaki) napędowe, które na zewnątrz kół jezdnych obejmują oś zestawu. Każde jarzmo jest połączone przegubowo z dwoma parami krótkich wiązarów (ciężł napędowych). Jedna para wiązarów służy do połączenia jarzma z czopami napędowymi, druga natomiast łączy jarzmo z czopami osadzonymi w kole jezdnym.

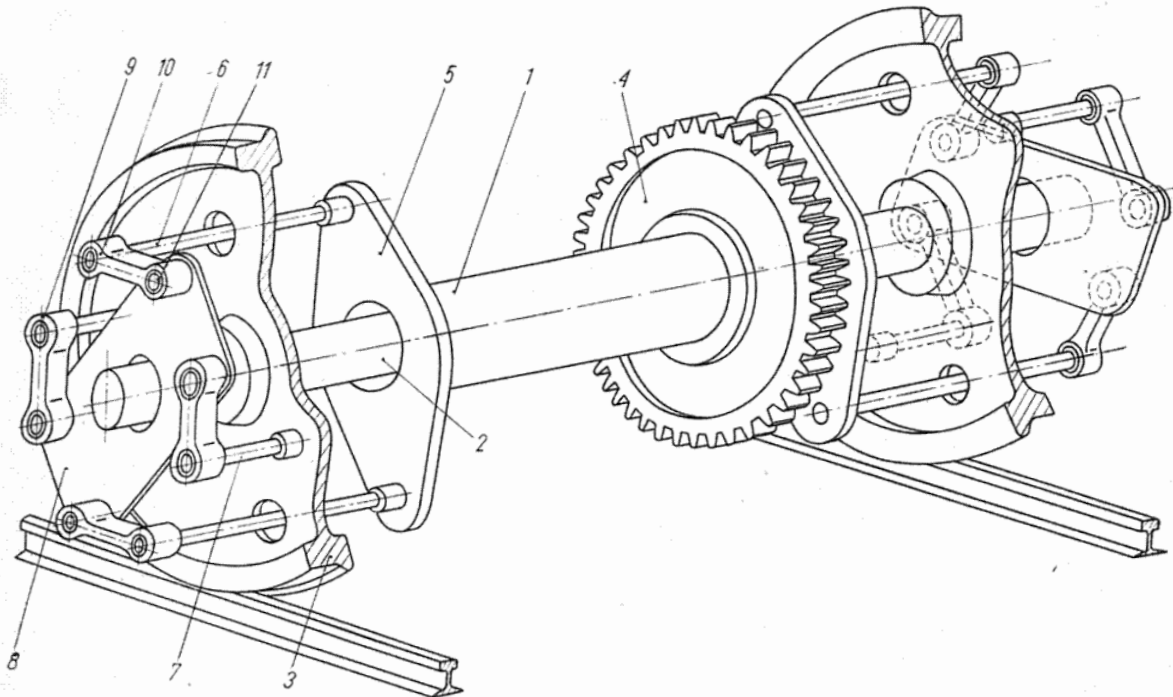
Wymiary [mm]		Odczytki [mm]	
Oznaczenie	Wartość nom.	W stanie now.	Naprawcze
A=A'	775	±1,5	
B=B'	270	-1,0	
C=C'	480	±0,5	
D=D'	1200	±1,0	
E=E'	860	±0,25	±0,5
F=F'	1095	±0,5	
G=G'	252	±0,25	
H=H'	331	±0,5	
K ₁ =K ₂ =K ₃ =K ₄	2140,1		
K ₁ '-K ₂ '	0	±0,25	±0,9
K ₃ '-K ₄ '	0	±0,25	±0,9
L=L'	1960	±0,25	
M ₁ =M ₂	2939		
M ₁ '-M ₂ '	0	±0,25	±0,9
P=P'	2266	±1,0	
Q=Q'	2121	±1,0	
R=R'	692	±0,5	
S=S'	508	±0,25	
T=T'	508	±0,25	
U=U'	76	±0,25	
V=V'	354	±0,5	
W=W'	190	-0,2 ÷ -0,3	-0,2 ÷ -0,3
Z=Z'	46	0 ÷ +0,039	0 ÷ +0,039



Rys. 2-2. Ostoja wózka z najważniejszymi wymiarami i ich tolerancjami

Połączenie wiązarów z jarzmem oraz z czopami napędowymi i napędzanymi zrealizowano za pomocą tulei stalowo-gumowych (tzw. Silent-bloków), pozwalających — w granicach odkształceń gumy — na dowolne ustawienie wału drążonego względem zestawu kołowego.

Na rysunku 2-4 podano pasowania w połączeniach tych tulei z wiązarami oraz czopami napędowymi i sworzniami jarzma. Osadzenie tulei w otworach należy do mocno wtłaczanych (H/t), dzięki czemu ich obrót względem łoża wiązara jest niemożliwy. Pasowanie sworzni i czopów



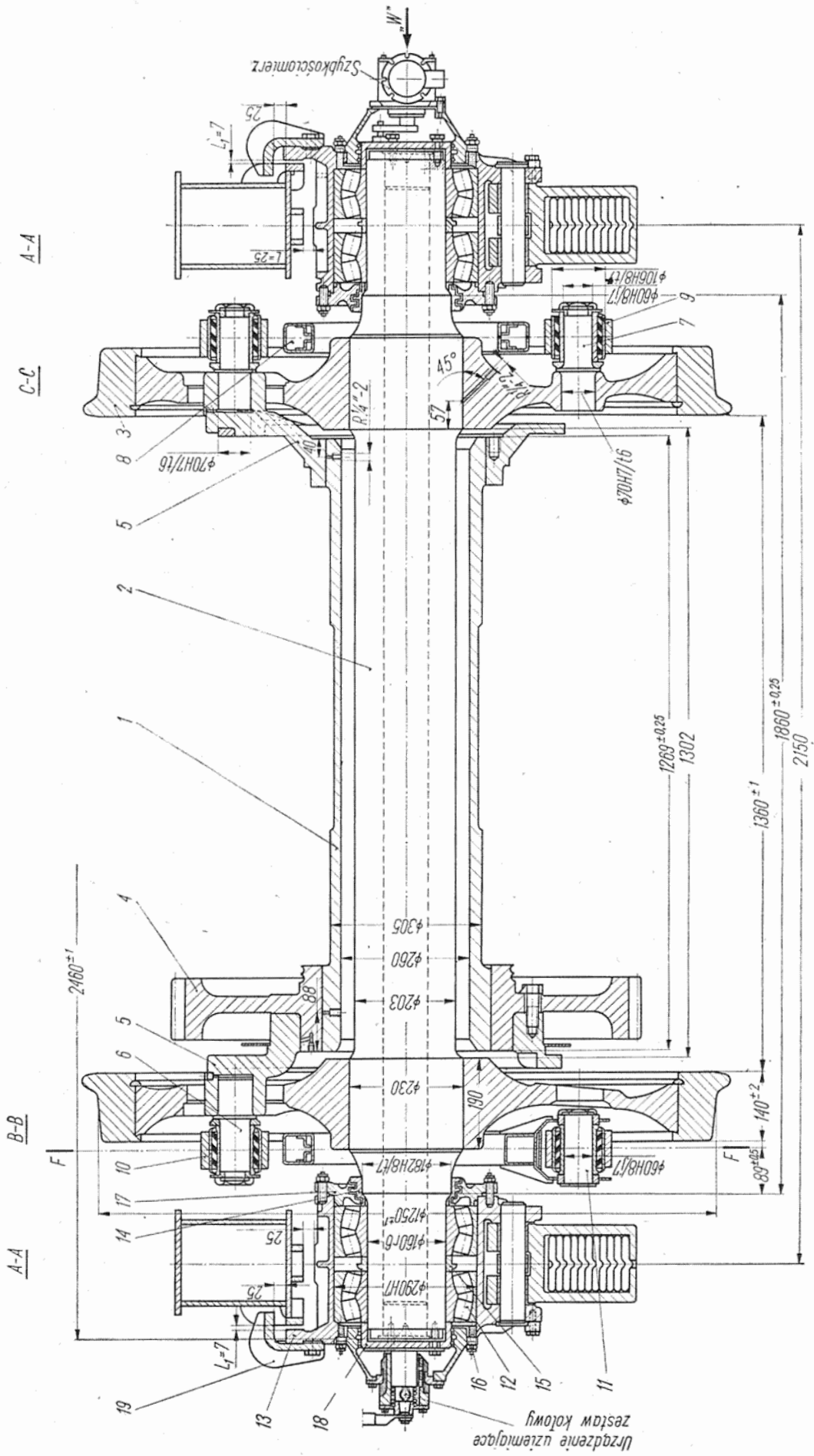
Rys. 2-3. Schemat zestawu kołowego wraz z zespołem napędowym

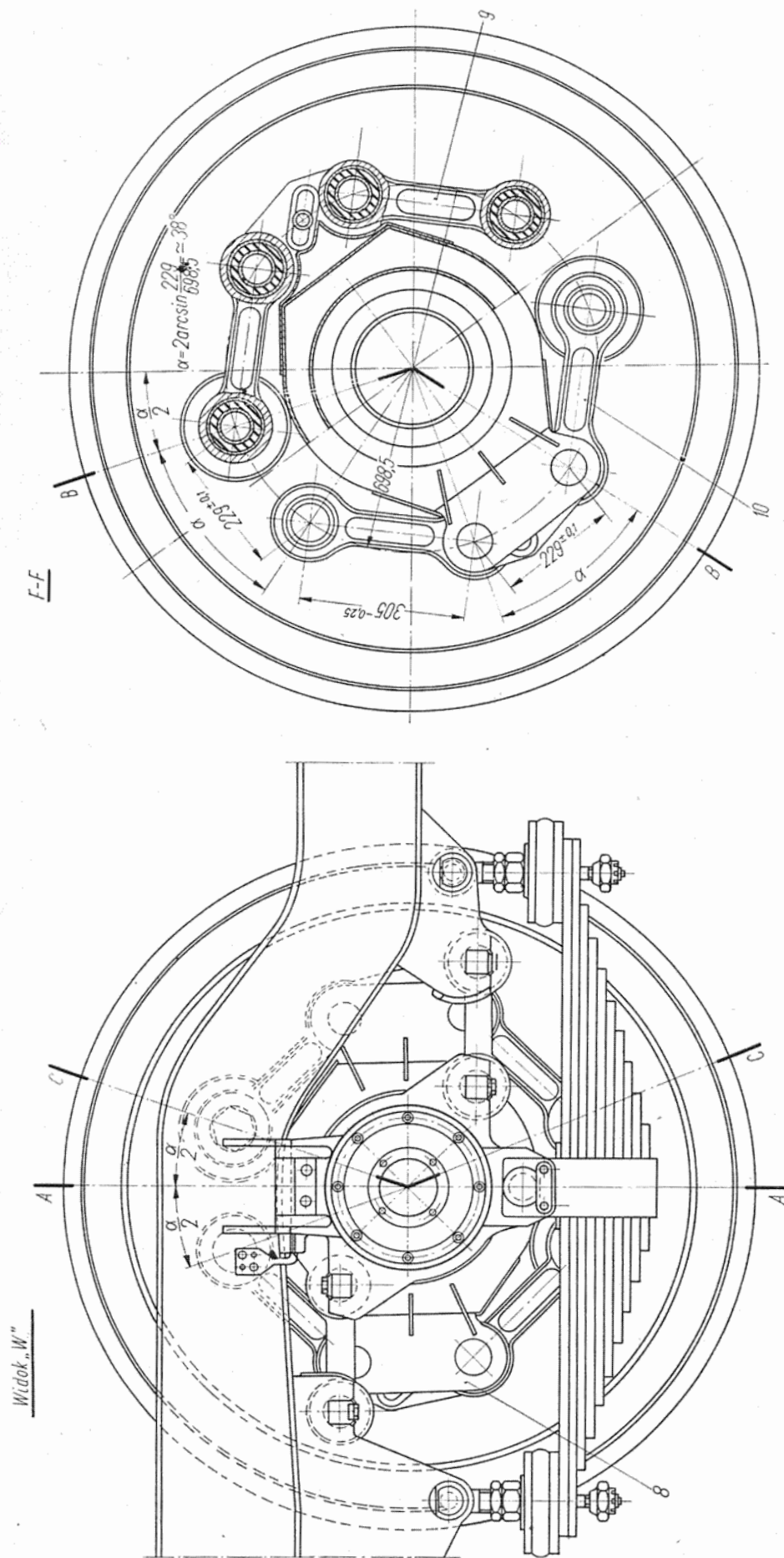
1 — wał drążony, 2 — oś zestawu, 3 — koło jezdne, 4 — koło zębate, 5 — tarcza napędowa, 6 — czop wału, 7 — czop koła, 8 — jarzmo (krzyżak), 9 — wiązkar koła, 10 — wiązkar wału, 11 — sworzni jarzma

w tulei (H/j) ze względu na ułatwienie montażu wykonano jako przylgowe, lecz względny ich obrót został uniemożliwiony przez zastosowanie wpustów. Uzyskano w ten sposób elastyczne połączenie wału drążonego i zestawu, które przenosi moment napędowy, umożliwia ich wzajemne wychylenia i nie ma ono ani powierzchni ślizgowych, ani nie wykazuje szkodliwych luzów. Zalety tej konstrukcji są wykorzystywane jedynie wówczas, gdy stalowo-gumowe tuleje wykazują ściśle określoną podatność przy zadanym kierunku i wartości obciążenia.

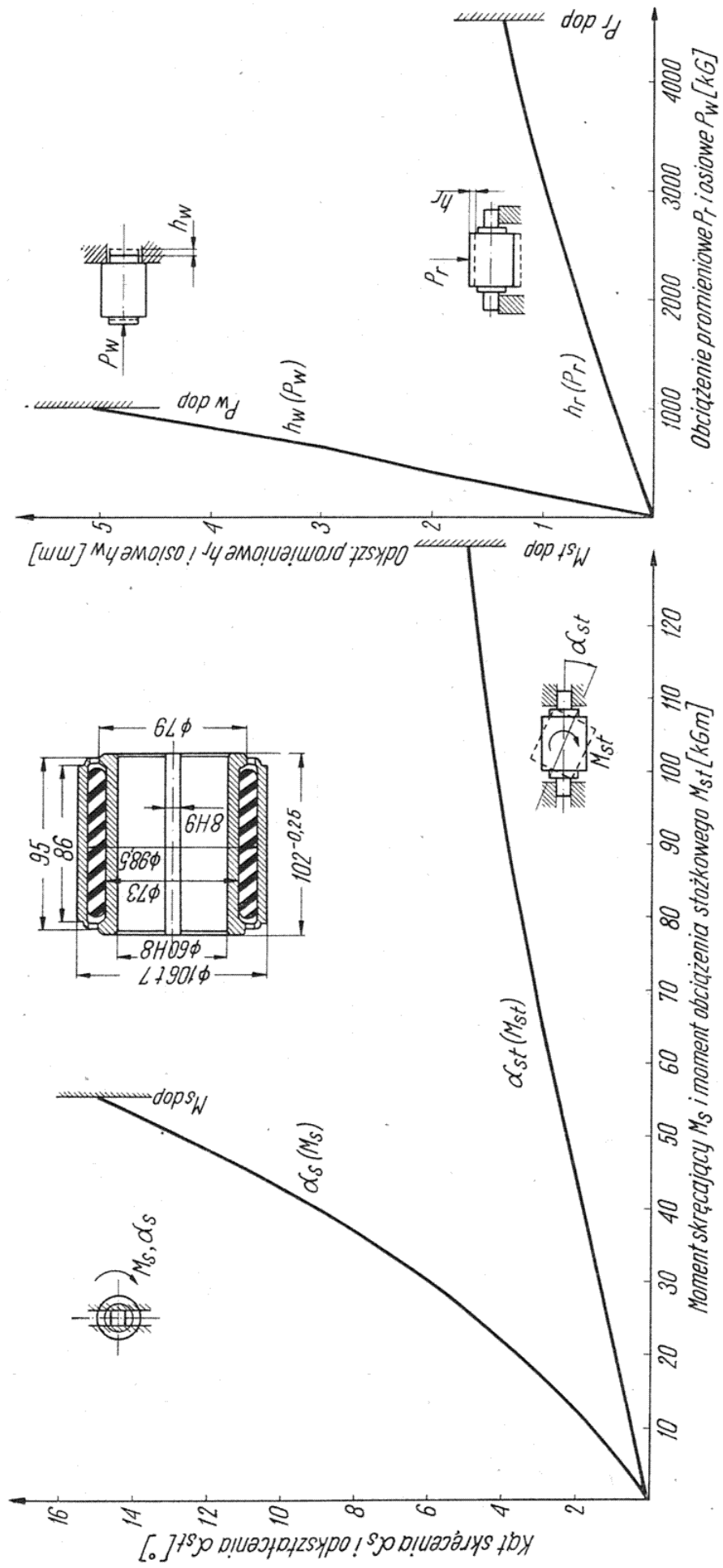
Na rysunku 2-5 pokazano wymagane charakterystyki tych tulei przy różnych rodzajach obciążenia. W razie pęknięcia wiązara jarzmo nie opadnie, gdyż chroni je czop zabezpieczający, osadzony w kole bosisym. Budowa tego zestawu kołowego jest bardziej złożona niż w innych układach napędowych.

Dzięki zastosowaniu wału drążonego uzyskano całkowite odsprężynowanie silnika i przekładni zębatej, zapewniono niezmienną odległość osi kół zębatach oraz odciążono oś od przenoszenia momentu skręcającego, napędzającego zestaw. Moment napędzający jest przekazywany bo-





Rys. 2-4. Zestaw kołowy i jego łożyskowanie
 12 — łożyska baryłkowe, 13 — kadłub maźnicy, 14 — pierścienie oporowy, 15 — pierścienie dystansowy, 16 — pokrywa przednia, 17 — pokrywa tylna,
 18 — płyta dociskowa, 19 — wspornik ustalający (oznaczenia elementów 1 ÷ 11 jak na rys. 2-3)



Rys. 2-5. Charakterystyki stalowo-gumowych tulei zastosowanych w wiązarach zespołu napędowego

wiem z silnika przez przekładnię zębatą na wał drążony, a następnie przez wiązary i jarzma na koła jezdne zestawu.

Opisany układ napędowy ma właściwość polegającą na tym, że gdy tylko oś wału drążonego nie pokrywa się z osią zestawu, wówczas obydwie jarzma oprócz swojego podstawowego ruchu, tj. obrotu dookoła własnego środka, zaczynają wykonywać szkodliwe ruchy dodatkowe. Te dodatkowe ruchy mają charakter drgań i występują nawet wtedy, kiedy zestaw porusza się po idealnie równym torze. Są one tym większe, im większy jest mimośród e położenia osi wału drążonego względem osi zestawu. Środek jarzma wykonuje wtedy dodatkowy ruch wędrując po okręgu o promieniu $0,5 e$ z prędkością kątową dwa razy większą od prędkości zestawu, a podstawowy ruch obrotowy jarzma przestaje być jednostajny, gdyż nakłada się na niego dodatkowy ruch wahadłowy.

Siły bezwładności, które obciążają wtedy: jarzmo, wiązary i tuleje gumowe, mogą znacznie przekraczać obciążenia pochodzące od sił pociągowych. Ujemny wpływ tej właściwości układu można wydatnie zmniejszyć utrzymując zespół napędowy w należytych stanie technicznym. Głównie chodzi tutaj o częste kontrolowanie współśrodkowości położenia wału drążonego i osi zestawu kołowego.

Na wartość mimośrodu e składają się — oprócz składowej zmieniającej się w czasie jazdy, wywołanej pionowymi ruchami zestawu względem wózka, również składowa stała w czasie, powstała wskutek błędnego montażu oraz osiadania resorów podczas pracy lokomotywy. Powstanie stałej składowej mimośrodu można stwierdzić przez sprawdzenie w czasie postoju lokomotywy na prostym i poziomym torze położenia cechy na maźnicach względem wskaźnika umocowanego na ramie wózka. Przesunięcie cechy i wskaźnika nie może przekraczać ± 3 mm, a czopy napędowe wału drążonego powinny być współśrodkowe z otworami w kołach bosych.

Konstrukcja zestawu kołowego oraz zespołu napędowego umożliwia osiągnięcie dużych prędkości jazdy, przy czym muszą jednak być spełnione dodatkowe wymagania, dotyczące tolerancji wymiarów jak i niewyważenia obrotowych mas. Koła bosc poddaje się wyważeniu statycznemu po zakończeniu obróbki mechanicznej. Niewyważenie koła przekraczające $1,1$ kG na promieniu 500 mm, usuwa się za pomocą obróbki skrawaniem. Mniejsze niewyważenie usuwa się przez przymocowanie do wewnętrznej strony koła płytki stalowej o odpowiedniej masie. Płytkę mocuje się na promieniu 500 mm śrubami lub nitami.

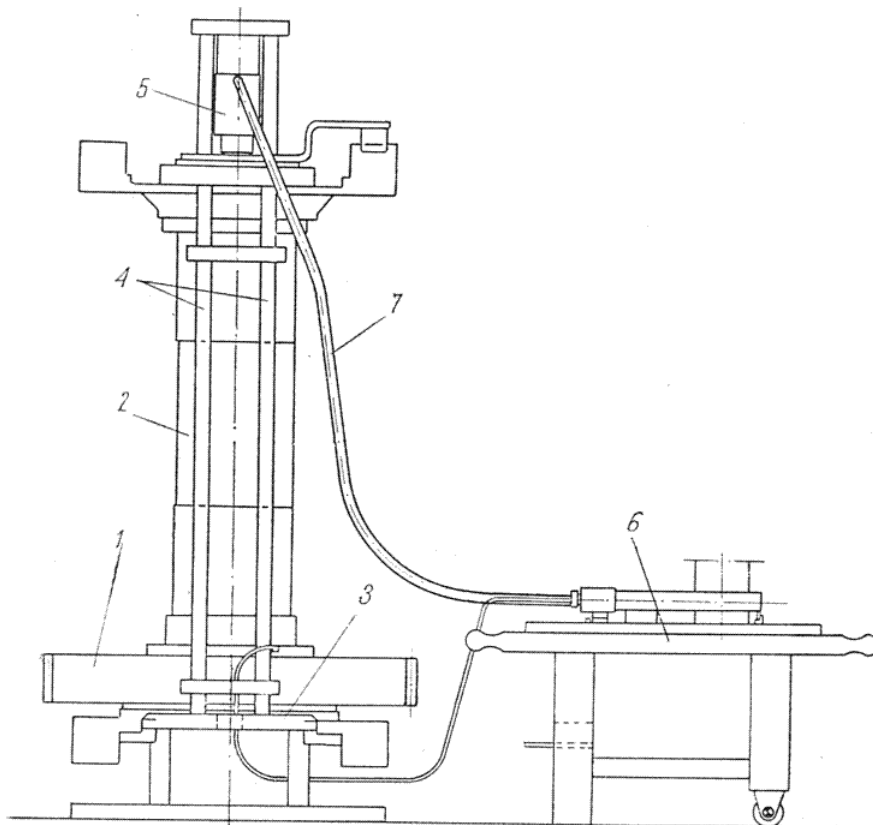
Dopuszczalne niewyważenie tarcz napędowych wynosi $2,5$ kGcm. Wyważa się również duże koło zębate, które po zmontowaniu z tarczą napędową nie może wykazywać niewyważenia większego niż $1,75$ kGcm. Uzyskuje się to przez przeciwległe ustawienie niewyważonych mas tarczy i koła zębatego oraz odpowiedni dobór podkładek pod śruby mocujące tarczę z kołem.

Ustawienie tarcz na wale drążonym musi być wykonane dokładnie, aby kątowne przesunięcie czopów napędnych jednej tarczy względem

czopów drugiej, mierzone na średnicy 698,5 mm, nie przekraczało 5 mm. Na płaszczyznach czołowych wału drążonego znajdują się cechy, które powinny być zgodne z cechami na czołowych powierzchniach tarcz.

Montaż zespołu wału drążonego rozpoczyna się od osadzenia tarczy na kole zębatym, po jej uprzednim podgrzaniu do temperatury wyższej niż temperatura otoczenia o 80°C. Po podgrzaniu drugiej tarczy do temperatury przewyższającej o 140°C temperaturę otoczenia zakłada się ją na wał drążony.

Wał drążony wraz z tarczą wprasowuje się następnie w otwór koła zębatego, stosując metodę olejową. Zarówno podczas montażu jak i de-



Rys. 2-6. Urządzenie do montażu zespołu wału drążonego
1 — duże koło zębate, 2 — wał drążony, 3 — stół, 4 — kolumny,
5 — głowica hydrauliczna prasy 20 T, 6 — stanowisko pomp systemu Epcó, 7 — przewody wysokiego ciśnienia

montażu połączeń wtłaczanych metoda ta znajduje coraz szersze zastosowanie i dlatego opisano ją bardziej szczegółowo.

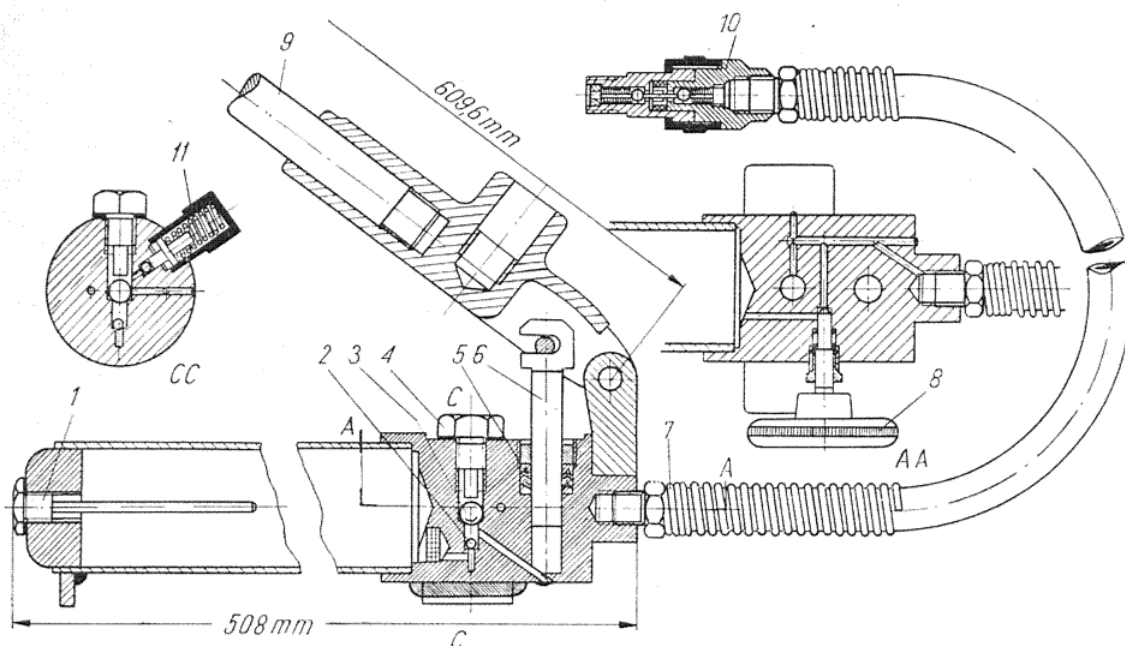
Na rysunku 2-6 pokazano urządzenie do wprasowywania wału drążonego w otwór dużego koła zębatego. Urządzenie to składa się ze stołu, głowicy z cylindrem hydraulicznym i dwóch łączących je kolumn. Cylinder hydrauliczny jest zasilany olejem o ciśnieniu początkowym 280 kG/cm² i końcowym 70 kG/cm². Olej jest podawany ze stanowiska pomp systemu Epcó (rys. 2-7) do cylindra hydraulicznego, wywierającego nacisk na wał drążony, oraz równocześnie rurką ciśnieniową na powierzchnię styku wału i koła zębatego. Olej powoduje zmniejszenie współczynnika tarcia na tej powierzchni, rozpręża piastę koła i ścisła wał drążony, co sprawia, że wtłaczanie przebiega płynnie i przy mniejszej sile.

Maksymalne ciśnienie oleju wytwarzane przez pompkę Epcó wynosi 700 kG/cm².

Podczas wtlaczania na ós kół jezdnych nale¿y zwracać uwagę na ich wzajemne kątowe poło¿enie. Stosuje się wówczas trzpienie monta¿owe, które nasadzone na czopy napędne wału dra¿onego przechodzą bez luzu przez otwory w kołach jezdnych. Wymagana siła przy wtlaczaniu na ós koła bosego z obręczą wynosi 115—160 T.

Aby wymienić uszkodzone elementy zespołu napędowego trzeba wykonać następujące prace przygotowawcze:

- wyjąć zestaw z ostoi wózka,
- zdjąć łożyska osiowe,
- zdjąć wiązary i jarzma napędowe,
- założyć trzpienie prowadzące.



Rys. 2-7. Pompa oleju systemu Epcó — standard

1 — korek i wskaźnik, 2 — kulka zaworu ssącego, 3 — kulka zaworu tłoczącego, 4 — korek, 5 — dławica tłoka, 6 — tłok, 7 — przewód wysokiego ciśnienia, 8 — zawór spustowy, 9 — rękojeść, 10 — końcówka przewodu, 11 — zawór bezpieczeństwa

Szczegółowy opis czynności oraz wymaganych przyrządów podają specjalne instrukcje, których zalecenia nale¿y stosować przy każdym demonta¿u zestawu kołowego.

Ós zestawu kołowego jest zakończona z obu stron czopami, na których są osadzone łożyska toczne, zamknięte w stalowych kadłubach, tzw. maźnicach. Uziemienie zestawu kołowego wykonano za pomocą specjalnej szczotki dociskanej czołowo do płyty dociskowej przykręconej do czoła osi. Szczotka ta jest odizolowana od kadłuba maźnicy, co chroni łożyska przed przepływem prądu wywołującego korozję.

Lewy czop drugiego zestawu (od strony kabiny A) wykorzystano do napędu prądnicy prędkościomierza (szybkościomierza) i dlatego płytę dociskową wyposażono w mimośrodowy sworzeń, który napędza korbę wału tej prądnicy.

W lokomotywach serii EU06 oraz w pierwszych lokomotywach serii EU07 osie zestawów kołowych zostały wykonane jako drażone o średnicy wydrążenia 90 mm. Oba czoła osi zamknięto stalowymi korkami osadzonymi z wciskiem odpowiadającym pasowaniu H8/u7.

Porównując rysunki konstrukcyjne niektórych elementów lokomotywy angielskiej z rysunkami tych samych elementów lokomotywy EU07, w pewnych przypadkach można dostrzec różnice wymiarowe.

Tablica 2-1

Zestawienie ważniejszych różnic wymiarowych w zespołach napędowych lokomotyw EU06 i EU07

Nazwa elementu i wymiaru	Nr rysunku dla EU07	Wartość wymiaru [mm]	
		EU07	EU06
Sworzeń jarzma Średnica połączenia z tulejką metalowo-gumową Szerokość rowka na wpust	4E0901-1-1	$60 \pm_{0,012}^{0,018}$ $8^{+0,036}$	$60,33 \pm_{0,008}^{0,013}$ $9,5^{+0,02}$
Czop koła (tarczy) Średnica połączenia z jarzmem Szerokość rowka na wpust	4E0910-1-6	$60 \pm_{0,012}^{0,018}$ $8^{+0,036}$	$60,33 \pm_{0,008}^{0,013}$ $9,5^{+0,02}$
Wał drażony Średnica (1) połączenia z kołem zębatym Średnica (2) połączenia z kołem zębatym Średnica połączenia z tarczą napędową Średnica wydrążenia	4E0914-1-1	$339,5 \pm_{0,268}^{0,304}$ $340 \pm_{0,268}^{0,304}$ $320 \pm_{0,390}^{0,447}$ $260^{+0,4}$	$340^{+0,04}$ $340 \pm_{0,630}^{0,670}$ $320 \pm_{0,4}^{0,44}$ $260 \pm_{0,13}^{0,38}$
Tarcza napędowa od strony komutatora Średnica połączenia z wałem drażonym	4E0914-1-2	$320^{+0,089}$	$320 \pm_{0,040}^{0,078}$
Tarcza napędowa od strony koła zębatego Średnica połączenia z kołem zębatym	4E091401-1-0	$430^{+0,063}$	$429,26^{+0,04}$
Duże koło zębate Średnica (1) połączenia z wałem drażonym Średnica (2) połączenia z wałem drażonym Średnica połączenia z tarczą napędową	4E0914-1-5	$339,5^{+0,057}$ $340^{+0,057}$ $430 \pm_{0,126}^{0,166}$	$340 \pm_{0,275}^{-0,237}$ $340 \pm_{0,36}^{0,40}$ $429,26 \pm_{0,09}^{0,13}$
Jarzmo (krzyżak) Szerokość gniazda tulejki metalowo-gumowej Średnica połączenia ze sworzniem Szerokość rowka na wpust	4E0915-1-0	$102^{+0,15}$ $60^{+0,046}$ $8^{+0,036}$	$101,6 \pm_{0,127}^{0,254}$ $60,33^{+0,04}$ $9,5 \pm_{0,02}^{0,05}$
Tulejka metalowo-gumowa Średnica połączenia ze sworzniem Szerokość rowka na wpust Długość tulejki	4E091601-1-0	$60^{+0,046}$ $8^{+0,036}$ $102^{-0,25}$	$60,33^{+0,05}$ $9,5 \pm_{0,02}^{0,05}$ $101,6 \pm_{0,15}^{0,15}$

Wynikły one z przeliczenia wymiarów wyrażonych w układzie calowym na wymiary metryczne i konieczności ich zaokrąglenia. Różnice te są nieznaczne i jeśli dotyczą wymiarów powierzchni zewnętrznych nie współpracujących z innymi, to nie mają żadnego znaczenia w eksploatacji i podczas napraw. Istnieją jednakże różnice wymiarów powierzchni pasowanych, które uniemożliwiają kojarzenie współpracujących elementów, gdy jeden jest z lokomotywy EU06, a drugi z lokomotywy EU07. Brak zamienności dotyczy jednakże tylko niewielkiej liczby elementów i to głównie należących do zestawu kołowego i zespołu napędowego. W tabelicy 2-1 zestawiono najważniejsze z tych różnic.

2.4. Łożyska zestawu kołowego i prowadzenie kadłubów łożysk w ostoi wózka

Zestaw kołowy ma zewnętrzne czopy łożyskowe średnicy Φ 160r6. Na każdym czopie są osadzone dwa dwurzędowe wahlliwe łożyska baryłkowe typu 23232-C3 w lokomotywie EU07, oraz 23232 C/C3 w lokomotywie EU06, które pokazano na rysunku 2-4. Właściwa praca łożysk tocznych zestawu ma zasadnicze znaczenie dla bezpieczeństwa jazdy i dlatego wszelkie czynności dotyczące demontażu, przeglądu oraz montażu łożysk muszą być wykonywane zgodnie z obowiązującymi instrukcjami. Oprócz wymagań dotyczących stosowania specjalnych narzędzi, przyrządowania i przyrządów pomiarowych instrukcja przewiduje następujące czynności, z których składa się przegląd łożysk w czasie rewizji okresowej:

- wymontowanie zestawu i zdjęcie kadłubów maźnic,
- usunięcie smaru,
- wymycie łożysk i części współpracujących,
- przegląd maźnic i łożysk,
- nałożenie świeżego smaru i zmontowanie maźnic.

Ściąganie łożysk z czopa stosuje się tylko w razie ich uszkodzenia i wymiany na nowe.

Kadłuby maźnic, pokrywy, śruby, uszczelki, podkładki należy dokładnie sprawdzić i w razie uszkodzenia wymienić na nowe.

Do smarowania łożysk należy stosować smar ŁT-4 w ilości około 2,4 kg dla jednej maźnicy. Przy nakładaniu smaru wolne przestrzenie w maźnicy należy wypełnić smarem do połowy.

Po podgrzaniu maźnicy w piecu elektrycznym do temperatury 60—80°C należy ją przeczyścić, zwilżyć olejem powierzchnię wewnętrzną i wsunąć na łożyska aż do oporu.

Czynności dotyczące montażu łożysk nowych są następujące:

- oczyścić łożyska ze smaru konserwującego przez poddanie tych łożysk kąpeli w gorącym (do 90°C) oleju przez 20 minut i następnym osuszeniu,
- płukać łożyska w nafcie Antykor i wytrzeć na sucho,

- przeprowadzić oględziny oraz pomiar luzów poprzecznych i wpisać otrzymane wyniki do protokołu; zgodnie z normą MPC RN-61/MPC-16003 luzy poprzeczne łożysk w lokomotywie EU07 powinny się zawierać w granicach 0,140—0,200 mm,
- umyć czopy osi,
- sprawdzić powierzchnie współpracujące z łożyskami; w obszarze zaokrąglenia przejściowego czopów nie dopuszcza się żadnych uszkodzeń,
- nasadzić nagrzaną (do 90°C) pierścienią oporową na czop aż do zlikwidowania luzu wzdłużnego,
- dobrać parami łożyska tak, aby różnica ich luzów poprzecznych nie była większa niż 0,02 mm, a następnie po ich podgrzaniu (do 90°C) nasunąć na czop za pomocą tulei prowadzącej;
- sprawdzić, czy luzy między powierzchniami czołowymi łożysk i pierścieni nie są większe niż 0,03 mm, w razie stwierdzenia luzu przekraczającego tę wartość łożyska należy dosunąć do pierścienia oporowego;
- po wystygnięciu zmierzyć luzy poprzeczne i wpisać je do protokołu montażu; najmniejszy dopuszczalny luz poprzeczny pomontażowy dla łożysk krajowych wynosi 0,07 mm,
- nałożyć płytę dociskową na czoło osi, i dokręcić śruby momentem 950 kGcm.

Luz wzdłużny kadłuba maźnicy względem łożysk powinien zawierać się w granicach 1,3—1,8 mm.

Producent łożysk (THE SKEFKO BALL BEARING COMP) dla lokomotyw EU06 zalecił utrzymanie luzów łożyskowych w następujących granicach:

luzy poprzeczne		luz wzdłużny maźnicy
przed montażem	po montażu	
0,170—0,220 mm	0,085—0,165 mm	1,5—2,5 mm

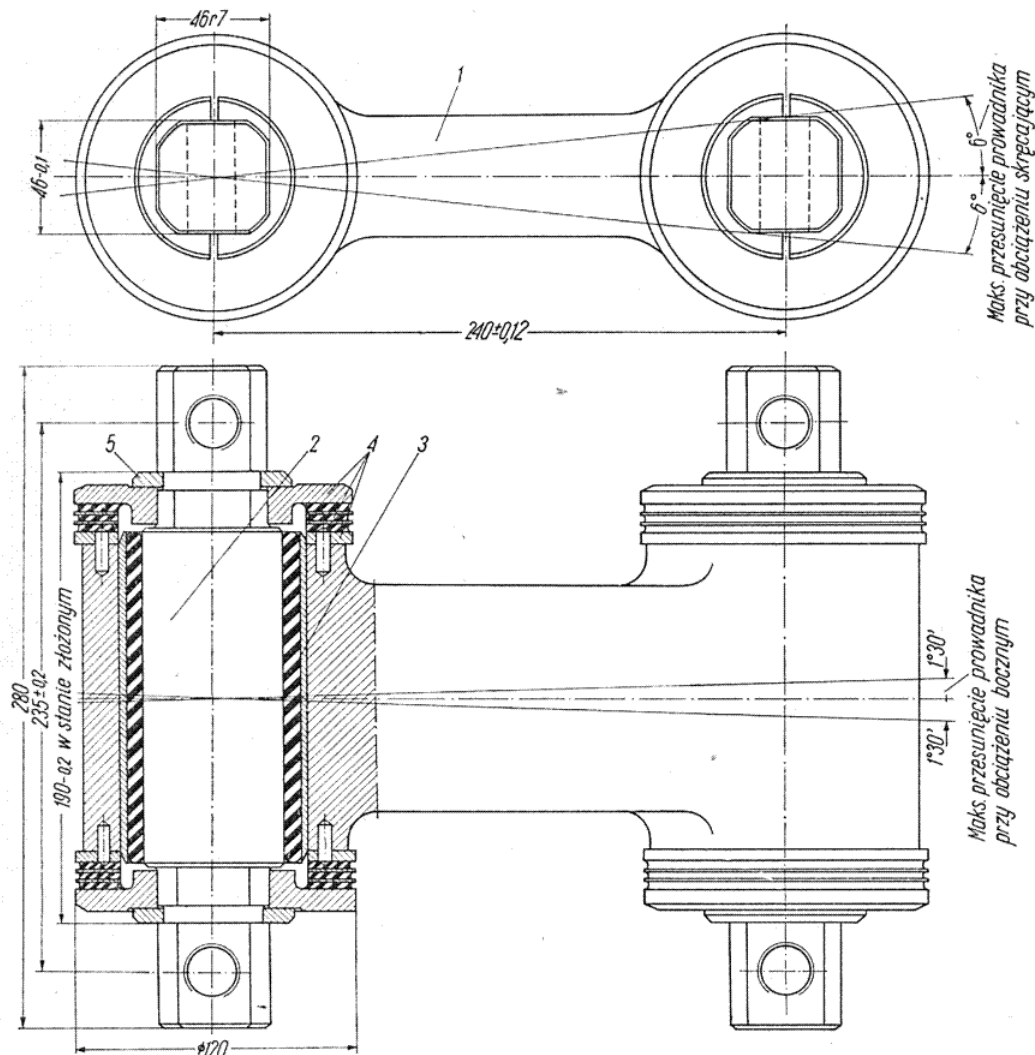
Smar w łożyskach zaleca się uzupełniać po 1700 godzinach ich pracy, a wielkość porcji smaru ŁT-4 powinna wynosić około 200 g.

Połączenie maźnicy z wózkiem pokazano na rysunkach 2-1 i 2-4.

Obciążenia pionowe są przekazywane z wózka na maźnicę przez resor, który za pomocą rozwidlonej opaski i sworzni łączy się z dolnym uchem maźnicy. Siły pochodzące od: napędu, siły hamowania jak również siły poziome, obciążające zestaw w punktach zetknięcia się kół z szynami, są przekazywane z maźnicy na ostoję wózka przez parę stalowych ramion, które zgodnie z pełnioną funkcją nazwano przewodnikami maźnic. Przewodnik (rys. 2-8) składa się z trzona, dwóch sworzni zakończonych kwadratowymi czopami oraz tulei stalowo-gumowych, obejmujących sworznie i wciśniętych w łby trzona. Ponadto pierścieniowe elementy stalowo-gumowe są umieszczone na powierzchniach czołowych

łba trzona, gdzie pośredniczą w przekazywaniu obciążeń poziomych i skręcających między maźnicą i ostoją wózka.

Kwadratowe czopy sworzni są osadzone z wciskiem (46H8/r7) w gniazdach maźnic i ostoi wózka oraz dodatkowo przykręcone śrubami. W czasie postoju lokomotywy na torze prostym i poziomym pionowe



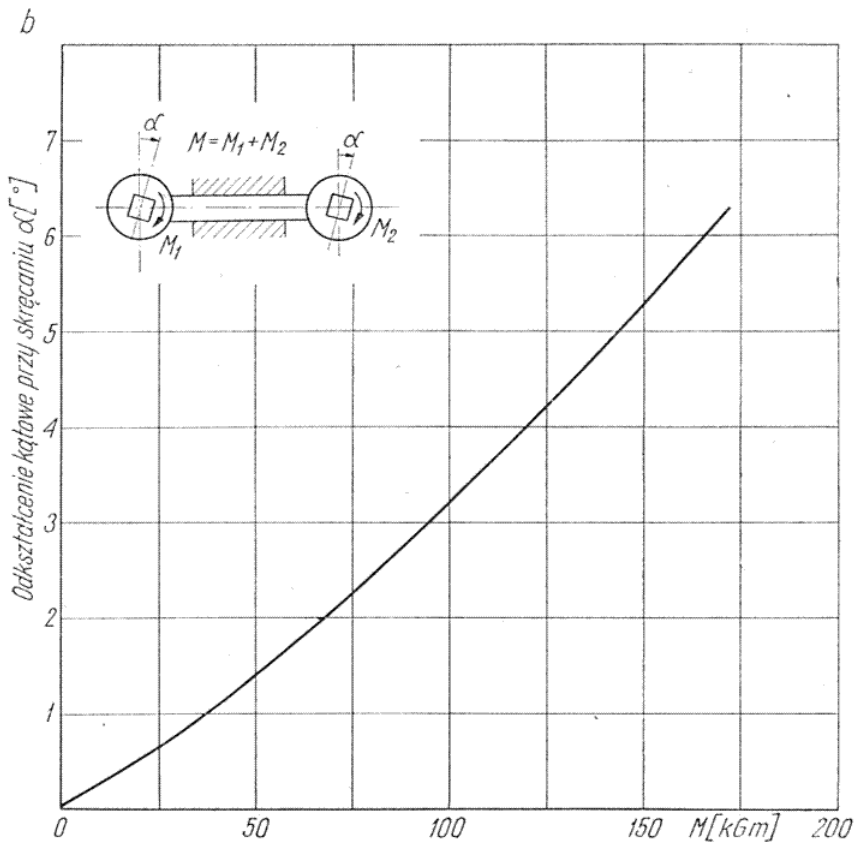
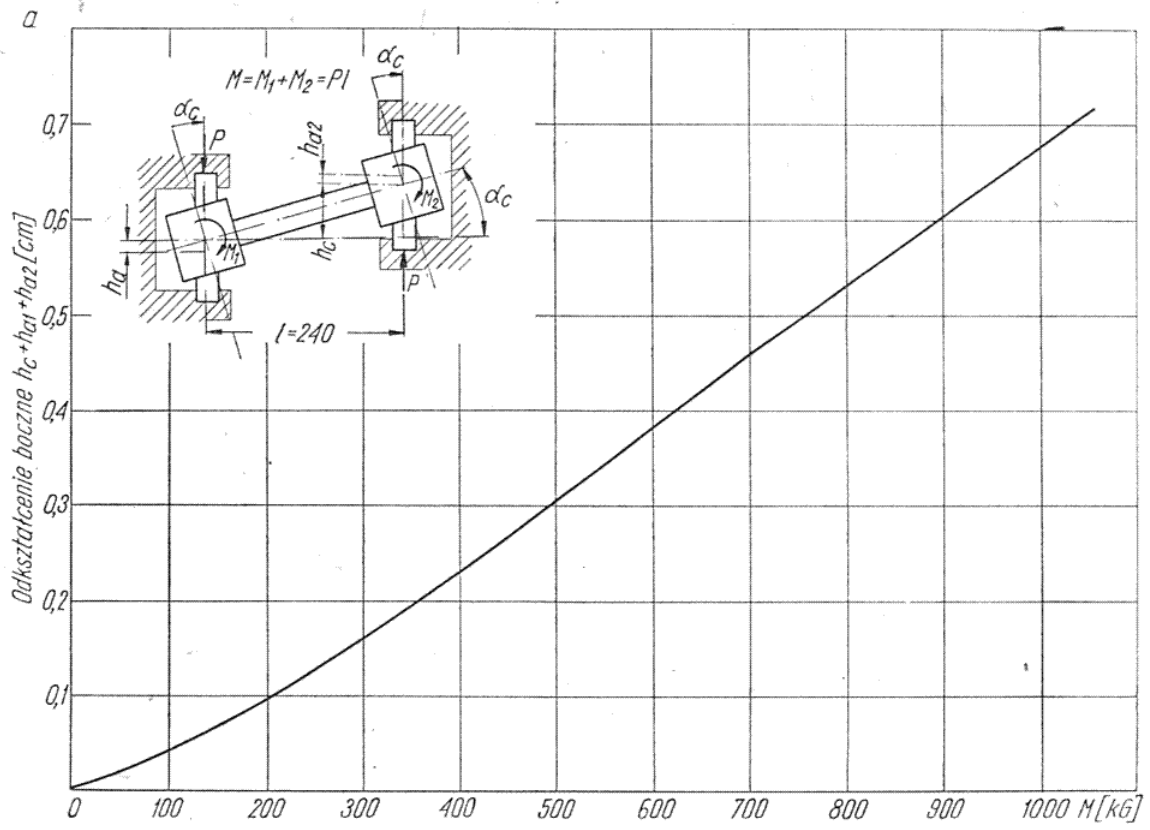
Rys. 2-8. Prowadnik maźnicy

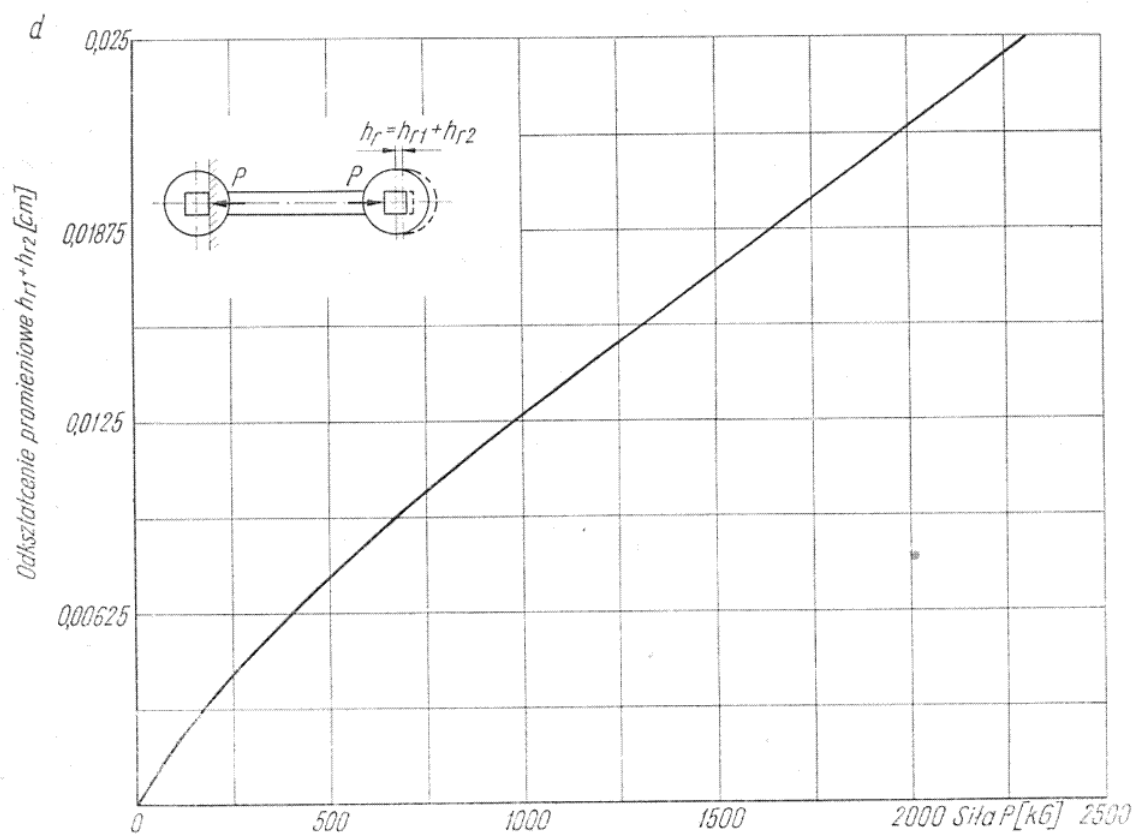
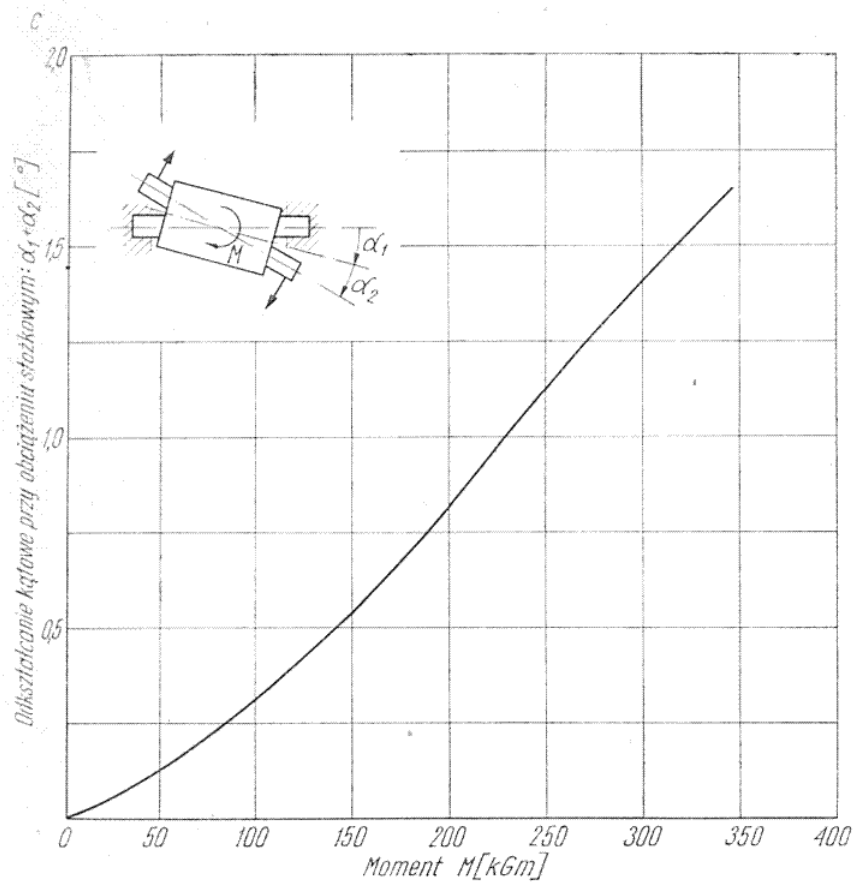
1 — trzon, 2 — sworzień, 3 — tuleja stalowo-gumowa (silentblok), 4 — pierścień stalowo-gumowy, 5 — półpierścień

luzy maźnic względem ostoi wózka powinny wynosić 25 mm, prowadniki zaś powinny zajmować poziome położenie. Luz boczny między każdą z maźnic i ostoją wózka wynosi w tym położeniu 7 mm. Miejsca pomiaru tych luzów podano na rysunku 2-1 i 2-4.

Połączenie maźnicy z ostoją za pomocą tak zbudowanych prowadników ma następujące zalety:

- umożliwia w granicach odkształceń elementów gumowych swobodne ustawienie się zestawu względem wózka, zapewniając przy tym wzajemną równoległość obu zestawów,
- towarzyszące ruchom zestawu siły prowadzące przenoszą się na wózek bez luzów i bez tarcia,





Rys. 2-9. Charakterystyki przewodnika maźnicy

a — przy obciążeniu bocznym, b — przy obciążeniu skręcającym, c — przy obciążeniu stożkowym, d — przy obciążeniu promieniowym

- wychylenia zestawu względem ostoi powodują powstanie sił zwrotnych, które sprowadzają zestaw w nominalne położenie,
- dodatkowe drgające ruchy zestawu są skutecznie tłumione dzięki zastosowanym elementom gumowym.

W związku z zadaniami, jakie ma spełnić przewodnik maźnicy, wykazuje on odpowiednią podatność zależną od kierunku obciążenia. Powinien być sztywny przy przenoszeniu obciążeń poziomych, skierowanych wzdłuż osi pojazdu, i stosunkowo podatny w kierunku osi zestawu kołowego. Największą podatność powinien wykazywać przy pionowych ruchach zestawu, a więc przy skręcaniu sworzni względem łbów przewodnika.

Na rysunku 2-9 pokazano charakterystyki podatności przewodnika maźnicy odpowiadające czterem prostym kierunkom obciążenia. Z charakterystyki obciążenia bocznego (rys. 2-9a) można np. odczytać, że skasowanie luzu między maźnicą i ostoją wynoszącego 7 mm wymaga obciążenia zestawu siłą wzdłużną:

$\frac{1030}{0,24} \cdot 4 = 17,2 \text{ T}$. Natomiast skasowanie pionowego luzu (25 mm) między maźnicą i ostoją będzie wymagało skręcenia sworzni czterech przewodników o 6° (0,105 rad), a to wystąpi — jak można odczytać z rysunku 2-9b — już przy sile pionowej $\frac{4 \cdot 167}{0,24} = 2,8 \text{ T}$.

Obliczone wartości sił są potrzebne na pokonanie oporu czterech przewodników maźnic. Przesunięcie zestawu względem ostoi, z którą jest połączony również za pomocą elementów usprężynowania I stopnia, wymaga sił większych niż obliczono, gdyż muszą one pokonać dodatkowo opór resorów, który jest duży zwłaszcza w płaszczyźnie pionowej.

Prowadniki przestaną spełniać swą funkcję prowadzenia zestawu, jeśli w okresie eksploatacji powstaną luzy w gniazdach maźnicy i ostoi, w których są osadzone sworznie przewodników. Dlatego w czasie przeprowadzania przeglądów i napraw lokomotywy należy zwracać uwagę na stan powierzchni czopów i gniazd oraz elementów zabezpieczających i w razie potrzeby zastąpić je nowymi lub poddać regeneracji. Prowadniki są elementami wykazującymi znaczną trwałość, a prawidłowo eksploatowane powinny wykazywać dobre własności w okresie przebiegu lokomotywy wynoszącego co najmniej 1 000 000 km.

2.5. Łożyskowanie wału drążonego i zawieszenie silnika w ostoi wózka

W odpowiednio ukształtowanych nadlewach kadłuba silnika trakcyjnego, równoległe do osi wirnika jest łożyskowany wał drążony. Podtrzymują go dwa łożyska ślizgowe smarowane olejem, który dzięki poduszce wykonanej z pasm wełny lub bawełny dostaje się z maźnicy na czop wału drążonego. Czop wału obejmuje dwie półpanwie, wylane stopem

łożyskowym Ł83 wg PN-53/H-87111, z których dolna ma okno, przez które poduszka smarująca dotyka czopa. Budowę tych łożysk pokazano na rysunku 2-10. Łożyska wału drażonego należą do odpowiedzialnych i wrażliwych elementów układu napędowego. Trudne warunki ich pracy polegają na dużych i zmiennych siłach, które działają na czopy obracające się ze znacznymi prędkościami.

Dla orientacji można podać, że w czasie rozwijania przez silnik mocy godzinowej łożysko od strony koła zębatego przenosi siłę równą około 7,5 T, przy prędkości obwodowej czopa wynoszącej 3,6 m/s. Jeśli ponadto uwzględni się, że łożyska te są poddane dodatkowym siłom pochodzącym od drgań układu napędowego, to należy na nie zwracać szczególną uwagę w czasie eksploatacji i napraw. Podstawowym warunkiem dobrej pracy łożyska jest ciągłe i w odpowiedniej ilości dostarczanie oleju na czop. Każde bowiem zakłócenie procesu smarowania prowadzi do zmniejszenia grubości warstwy smaru, która oddziela czop od panwi. Towarzyszący temu wzrost temperatury powoduje: zmniejszenie lepkości oleju, wzmoczenie jego upływów oraz dalsze zmniejszenie grubości warstwy oddzielającej. Jeżeli dopływ smaru nie poprawi się, to stan taki może doprowadzić do metalicznego styku czopa z panwią, co nieuchronnie kończy się zatarciem łożyska.

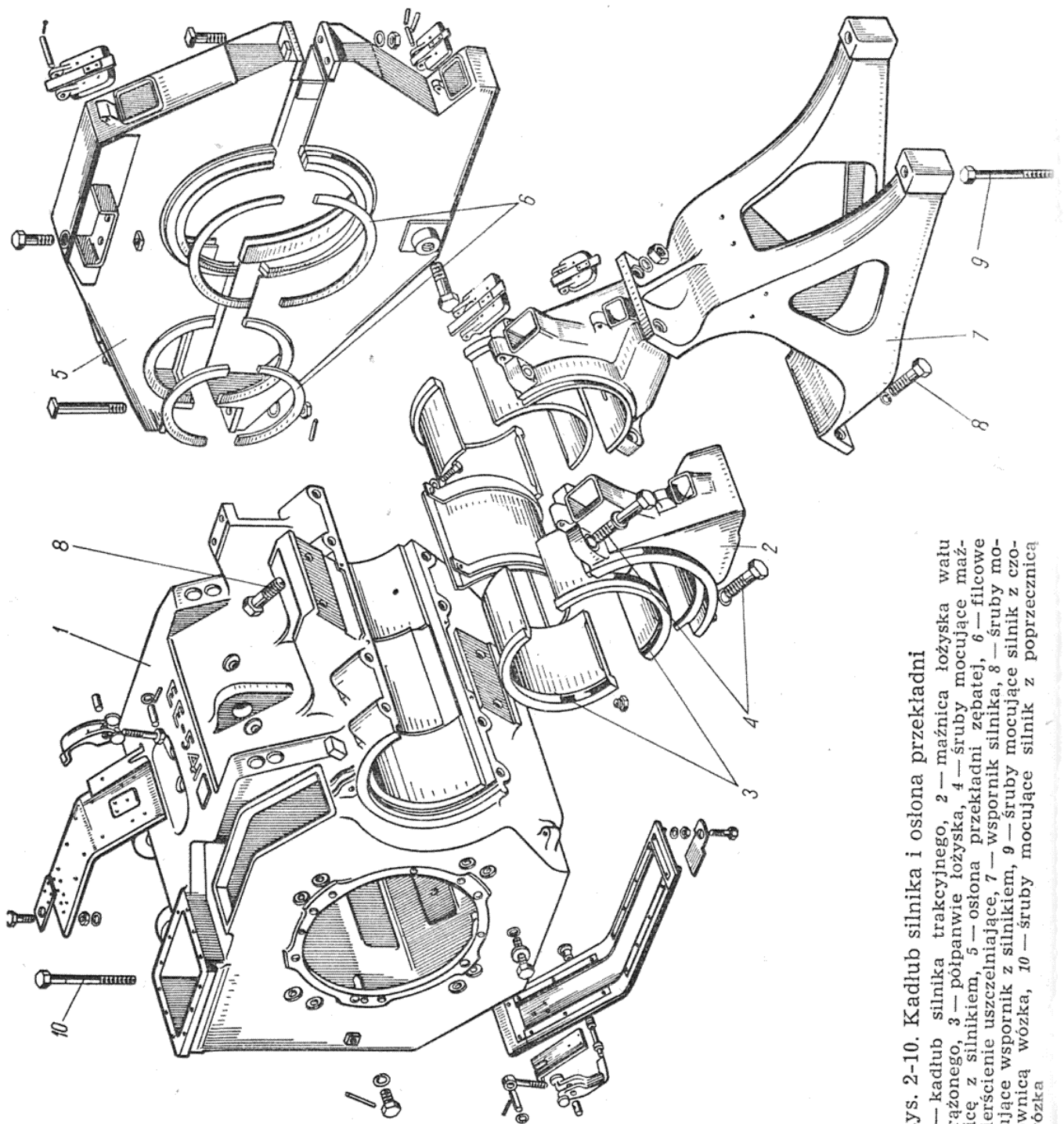
Zakłócenia w procesie smarowania łożysk można wykryć kontrolując ich temperaturę. Nadmierne nagrzewanie się łożysk może być spowodowane następującymi przyczynami:

- zbyt małą ilością oleju w maźnicy łożyska,
- niewłaściwym ułożeniem poduszki smarującej,
- zanieczyszczeniami lub uszkodzeniami powierzchni roboczej łożyska,
- zbyt małym i nierównomiernym na obwodzie luzem promieniowym (poprzecznym),
- błędami montażowymi zespołu: silnik-ostoja,
- zbyt dużym luzem osiowym,
- uszkodzeniami układu napędowego (krzywa oś, zluzowanie śrub mocujących maźnice z silnikiem, zluzowanie śrub mocujących silnik z ostoją, wyłamania zębów w przekładni itp.).

W czasie przeglądu okresowego łożysk należy:

- sprawdzić poziom smaru w maźnicach oraz stan i szczelność przykrywek otworów poduszkowych i wlewowych,
- sprawdzić, czy materiał poduszki ściśle wypełnia komorę maźnicy oraz czy przylega pod naciskiem do czopa na całym obszarze okna smarowego; nawet lekkie ślady zagrzanego łożyska lub zwęglenia warstw poduszki przylegających do czopa powinny skłonić do zdemontowania maźnicy i przeprowadzenia szczegółowych oględzin łożyska,
- sprawdzić napięcie śrub mocujących maźnice,
- zmierzyć luzy poprzeczny i osiowy łożyska.

Jeżeli zmierzone luzy przekraczają wartości dopuszczalne lub też



Rys. 2-10. Kadłub silnika i osłona przekładni
 1 — kadłub silnika trakcyjnego, 2 — maźnica łożyska wału
 drążonego, 3 — półpanwie łożyska, 4 — śruby mocujące maź-
 nicę z silnikiem, 5 — osłona przekładni zębatej, 6 — filcowe
 pierścienie uszczelniające, 7 — wspornik silnika, 8 — śruby mo-
 cujące wspornik z silnikiem, 9 — śruby mocujące silnik z czo-
 łownicą wózka, 10 — śruby mocujące silnik z poprzecznica
 wózka

zachodzi obawa, że przekroczą je przed następnym przeglądem, to półpanwie należy wylać białym metalem lub też wymienić na nowe.

Luzy w łożyskach zawieszenia wału drążonego powinny być utrzymywane w następujących granicach:

	łożyska	
	nowe	zużyte
luz poprzeczny L_p [mm]	0,5—0,65	1,5
luz osiowy L_w [mm]	1,5—2,5	6

Przy każdym demontażu półpanwi należy zwracać uwagę na odpowiednie oznakowanie, które ma umożliwić ich ponowny montaż na tym samym silniku i w tej samej pozycji.

Przegląd łożysk wału drążonego należy przeprowadzać zgodnie z instrukcjami utrzymania tych łożysk. Instrukcje te kładą szczególny nacisk na właściwe przygotowanie poduszki smarującej i jej prawidłowe ułożenie w maźnicy. Aby poduszka była przygotowana prawidłowo (zgodnie z instrukcją), materiał stosowany na poduszki smarujące musi być czysty, odtłuszczony i musi mieć dobre własności kapilarne. Przygotowanie poduszki polega na wysuszeniu materiału poduszkowego i następnym nasycaniu go olejem w ciągu określonego czasu, zależnego od temperatury.

Układanie poduszki w maźnicy polega na wypełnieniu całej komory równomiernie ubitym materiałem, który stanowi jednolitą i sprężystą poduszkę o konsystencji twardego filcu. W obszarze okna smarowego poduszka powinna wywierać równomierny nacisk na czop. Podczas wypełniania maźnicy poduszką zaleca się stosowanie specjalnego ubijaka, wykonanego z pręta aluminiowego lub miedzianego. Zbiornik maźnicy napełnia się olejem (około 8 l) przez otwór wlewowy do poziomu maksymalnego. Do mierzenia poziomu oleju stosuje się specjalny pręt pomiarowy lub wygodniejszą w użyciu strzykawkę. Po napełnieniu olejem z nadmiarem, strzykawką, która zajmuje ustalone położenie względem maźnicy, wysysa się olej aż do zassania powietrza, co świadczy o osiągnięciu właściwego poziomu w zbiorniku.

Silniki trakcyjne omawianych lokomotyw są oparte tylko na ostoi wózka, co sprawia, że zestaw kołowy jest całkowicie odciążony od przenoszenia ciężaru silnika. Kadłub silnika ma z jednej strony dwie łapy z otworami, przez które przechodzą 4 śruby M36, mocujące go z poprzeczną ostoi wózka. Z drugiej strony do kadłuba silnika jest przykręcony rozwidlony wspornik, który obejmuje wał drążony i łączy kadłub z czołownicą ostoi za pomocą 2 śrub M42. Zarówno łapy jak i wspornik silnika stykają się z ostoją wózka od spodu i są podtrzymywane przez śruby umieszczone w odpowiednich otworach ostoi.

Między powierzchniami styku silnika i ostoi, silnika i nakrętek oraz ostoi i łbów śrub mocujących są umieszczone podkładki gumowe zbrojone tkaniną oraz stalowe podkładki regulacyjne, których grubość jest dobiegana w czasie montażu. Od doboru grubości tych podkładek zależy

bowiem ustawienie silnika, a więc i wału drążonego względem zestawu kołowego. Właściwa praca układu napędowego jest możliwa wówczas, gdy wał drążony i oś zestawu kołowego są współśrodkowe. I dlatego w razie konieczności wymiany podkładek gumowych na nowe należy sprawdzić po dokręceniu śrub położenie silnika względem ostoi wózka. Łby śrub mocujących opierają się na górnym pasie belek ostoi przez podobne podkładki gumowe. Nakrętki znajdujące się pod spodem ostoi są zabezpieczone przed odkręceniem za pomocą odginanych podkładek.

Urwanie się śruby mocującej silnik zagraża bezpośrednio bezpieczeństwu ruchu i dlatego troskliwie należy przeprowadzać każdy montaż tego połączenia, jak również nie pomijać okazji jego oględzin w czasie eksploatacji. Śruby mocujące są wykonane ze stali chromo-niklowo-molibdenowej, ulepszone cieplnie i dokładnie obrobione. W celu poprawienia warunków pracy śrub zastosowano wspomniane już podkładki gumowe oraz wprowadzono konieczność kontrolowania naciągu śrub kluczem dynamometrycznym. Moment, jakim należy dokręcać śruby M36, wynosi 8300—8800 kGcm, a śruby M42 : 10 300—11 000 kGcm.

Sprawa właściwej eksploatacji połączeń śrubowych z zaciskiem wstępnym jest na tyle ważna w pojazdach szynowych, że celowe jest bliższe ich omówienie na przykładzie śrub mocujących silnik trakcyjny z ostoją wózka.

Na obciążenie śrub składają się następujące składniki: obciążenie od ciężaru silnika (około 1 T na śrubę), obciążenie pochodzące od momentu obrotowego rozwijanego przez silnik (przy największej sile pociągowej $\pm 0,5$ T obciąża śrubę od strony poprzecznicy oraz $\pm 0,9$ T obciąża śrubę od strony czołownicy) oraz obciążenia pochodzące od sił bezwładności silnika, które występują w czasie pionowych i poziomych drgających ruchów wózka. Obciążenia od momentu i drgań są tym bardziej groźne, że są obciążeniami zmiennymi, które obniżają wytrzymałość materiału, gdyż po pewnym czasie ulega on zmęczeniu. W celu zmniejszenia granic zmienności obciążeń w śrubie stosuje się zacisk wstępny oraz odpowiednie podatności śruby i podkładki oddzielającej silnik od ostoi. Zacisk wstępny w złączu Q_0 [kG] powinien być tak dobrany, aby po przyłożeniu obciążenia roboczego Q , odrywającego silnik od ostoi wózka, obciążenie reszkowe Q' w miejscach styku silnika z ostoją nie zmalało do zera oraz aby obciążenie całkowite Q_c w śrubie nie przekroczyło wartości dopuszczalnej.

Zależność między obciążeniem w śrubie i podkładkach przedstawiono na rysunku 2-11.

Jak widać obciążenie śruby (rozciągające) i podkładek skrajnych (ściskające) będzie się zmieniało od wartości Q_0 — gdy obciążenie robocze Q zmniejsza się do zera, do wartości Q_c — gdy obciążenie Q osiąga pełną wartość. Obciążenie w podkładce środkowej zmienia się wtedy w granicach od Q_0 do Q' . Z rysunku 2-11 widać, że: $Q = \frac{\Delta}{c_r} + \frac{\Delta}{c_c}$, gdzie podatność śruby i podkładek skrajnych oznaczono przez c_r , a podatność

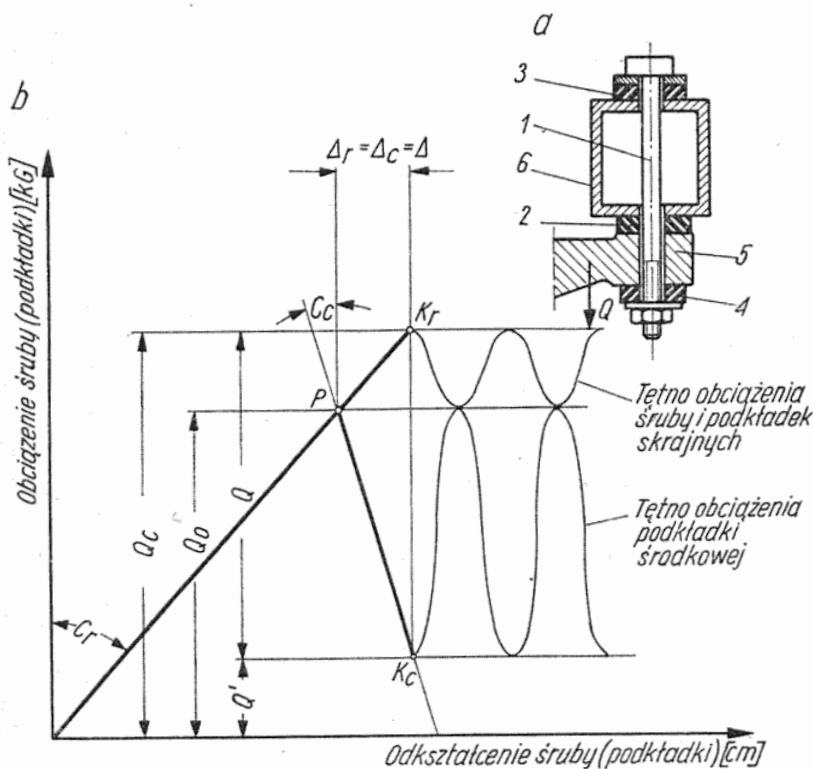
podkładki środkowej przez c_c . Dodatkowe odkształcenie śruby i podkładki wywołane obciążeniem Q wynosi więc $\Delta = \frac{Q}{\frac{1}{c_r} + \frac{1}{c_c}}$.

Znając obciążenie złącza wstępne i robocze można obliczyć całkowite obciążenie w śrubie $Q_c = Q_o + \frac{\Delta}{c_r} = Q_o + Q \frac{1}{1 + \frac{c_r}{c_c}}$ oraz obciążenie re-

sztkowe w podkładce środkowej

$$Q' = Q_o - \frac{\Delta}{c_c} = Q_o - Q \frac{1}{1 + \frac{c_c}{c_r}}$$

Z podanych zależności wynika, że do określonych warunków pracy złącza śrubowego można dobrać odpowiedni zacisk wstępny oraz właściwą podatność jego elementów, tak aby było $Q' > 0$ oraz $Q_c - Q_o < Q_{dop}$.



Rys. 2-11. Rozkład obciążeń w złączu śrubowym z zaciskiem wstępnym

a — złącza śrubowe, b — wykres

P — początek pracy złącza przed przyłożeniem obciążenia roboczego, K_r , K_c — koniec obciążenia śruby i podkładki, 1 — śruba, 2 — podkładka środkowa, 3 i 4 — podkładki skrajne, 5 — silnik, 6 — ostoja wózka

Z przytoczonych uwag widać wyraźnie, że każda wymiana podkładki na inną jak również zmiana zacisku wstępnego może doprowadzić do uszkodzenia złącza czy to wskutek powstania w nim luzu (za mały zacisk lub zbyt sztywna podkładka), czy też wskutek przekroczenia dopuszczalnego zakresu zmian obciążenia w śrubie (np. zbyt podatna podkładka).

2.6. Przekładnia zębata napędzająca zestaw kołowy

Moment obrotowy jest przekazywany z wału silnika trakcyjnego na wał drążony przez przekładnię zębatą, którą stanowi para kół walcowych o zębach prostych. Przekładnia ta redukuje obroty silnika w stosunku $18 : 79 = 1 : 4,39$, umożliwiając równoczesną pracę lokomotywy i silnika przy prędkościach najbardziej dla nich korzystnych. Małe koło zębate jest osadzone skurczowo na stożkowym (1 : 10) czopie wału wirnika i zazębia się z dużym kołem zębatym naprasowanym przy zastosowaniu metody olejowej na wał drążony.

Średnice połączenia dużego koła zębatego z wałem drążonym są wykonywane według pasowań: 339,5H7/t6 oraz 340H7/t6.

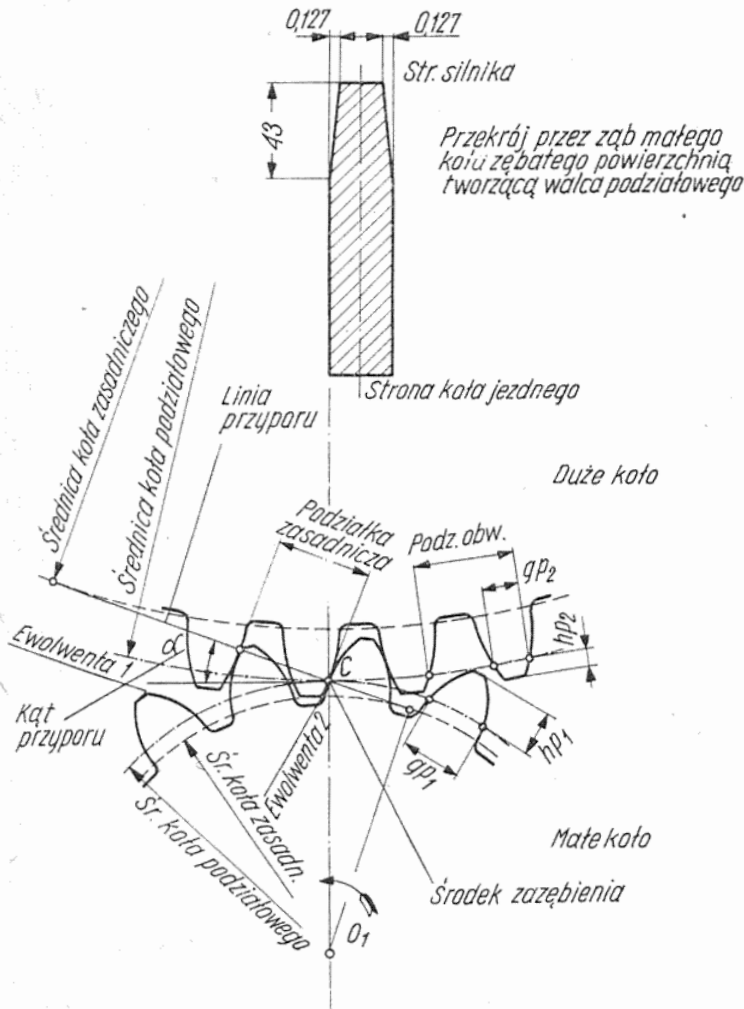
Przekładnia zębata jest zamknięta w przymocowanej do kadłuba silnika osłonie blaszanej, która chroni koła zębate przed zanieczyszczeniami oraz spełnia rolę zbiornika mieszczącego smar. W górnej połowie osłony znajdują się dwa okna służące do uzupełnienia smaru, w dolnej — wziernik do kontroli poziomu smaru. Osłona, która obejmuje zarówno wał drążony, jak i wał wirnika, jest wyposażona w uszczelniające pierścienie filcowe oraz kanały labiryntowe, zadaniem których jest nie tylko zapobieganie wyciekaniu smaru z osłony, ale również przedstawianiu się smaru z komory łożyska wirnika do wewnątrz osłony przekładni.

Przekładnia zębata stanowi bardzo dokładnie wykonany mechanizm. Prawidłowo wykonana i eksploatowana przekładnia powinna zachować przez wiele lat swoją dokładność mimo zachodzącego zużycia. Płynna i niezakłócona współpraca kół zębatych zależy od wielu czynników i aby zdać sobie sprawę z ich znaczenia należy przypomnieć pewne własności uzębienia o zarysie ewolwentowym. Rysunek 2-12 pomoże zrozumieć opisywane własności i pojęcia.

Zarys ewolwentowy został nadany zębom przy obróbce obwiedniowej koła zębatego i jest linią, jaką zakreśla na płaszczyźnie punkt znajdujący się na linii prostej, gdy ta obtacza się po okręgu, który ze względu na swe znaczenie jest nazywany okręgiem zasadniczym. Jak widać ze sposobu kreślenia ewolwenty, prostopadła do niej w dowolnym punkcie jest styczną do okręgu zasadniczego, promień zaś krzywizny ewolwenty zwiększa się w miarę oddalania się od tego okręgu.

Jeśli zazębiają się dwa koła o zębach ewolwentowych, to wspólna styczna do obu okręgów zasadniczych będzie w każdym punkcie styku zębów prostopadła do obu zarysów. Dzięki temu przy stałym momencie obrotowym, przekazywanym przez małe koło zębate, siła międzyzębna prostopadła do zarysów również pozostanie stała, gdyż nie zmienia się jej odległość od środków obu kół. Gdy obroty koła czynnego są stałe, wówczas prędkość zarysu prostopadła w punkcie styku do tego zarysu nie zmienia się w całym obszarze zazębienia, dzięki czemu ruch koła biernego pozostaje jednostajny.

Profil ewolwentowy zapewnia więc płynny ruch koła napędzanego bez przyspieszeń i uderzeń. Wspólna styczna do obu kół zasadniczych, po której porusza się punkt styku zębów, jest nazywana *linią przyporu*, a punkt, w którym przecina ona linię łączącą środki tych kół, jest nazywany *środkiem zazębienia*. Przez środek zazębienia przechodzą okręgi toczne, które w przypadku omawianej przekładni (korrekcja P-O) są równocześnie okręgami podziałowymi.



Rys. 2-12. Współpraca kół zębatach przekładni napędowej oraz modyfikacja podłużnego zarysu małego koła zębatego

Kąt między linią przyporu i prostopadłą do linii środków kół jest nazywany *kątem przyporu*. Stosunek średnic okręgów zasadniczego i podziałowego jest równy cosinusowi kąta przyporu, a stosunek średnicy podziałowej do liczby zębów jest nazywany *modułem koła zębatego*. Podziałką obwodową uzębienia nazywa się odległość między zarysami sąsiednich zębów mierzona na okręgu podziałowym, zaś podziałką zasadniczą — odległość mierzona na okręgu zasadniczym, która — jak to wynika z opisanej własności ewolwenty — jest równa odległości między punktami leżącymi na linii przyporu i wyznaczonymi na tej linii przez dwa sąsiednie zarysy zębów.

Charakterystyka przekładni zębatej łok. EU06 i EU07 napędzającej zestaw kołowy. Przekładnia ewolwentowa, korygowana (P-0) o zębach prostych normalnych. Odległość osi kół: 582 [mm] (koła zębate nowe)

Lp.	Charakterystyczne wielkości		Małe koło zębate	Duże koło zębate
1	Dane podstawowe	Liczba zębów z	18	79
2		Moduł [mm] m	12	12
3		Kąt przyporu [°] α	20	20
4		Szerokość wieńca zębatego [mm] b	127	127
5		Współczynnik wysokości głowy y	1	1
6		Współczynnik wysokości stopy u	1,2	1,2
7		Współczynnik przesunięcia zarysu x	+0,4	-0,4
8		Modyfikacja zarysu podłużnego	od strony silnika zęby cieńsze o 0,25 [mm]. Stożkowe zeszlifowanie na długości 43 [mm].	nie modyfikowany
9	Dane pomiarowe	Głębokość pomiaru grubości zęba [mm] h_p	17,376	7,26
10		Grubość zęba na głębokości h [mm] g_p	$22,304 \pm 0,134$	$15,355 \pm 0,195$
11		Długość wspólnej normalnej [mm] M_n	$n = 2; 59,21 - 59,32$	$n = 9; 310,69 - 310,93$
12		Podziałka zasadnicza (przyporu) [mm] t_z	35,425	35,425
13	Dokładność wykonania	Bicie uzębienia [mm] F_r	0,08	0,127
14		Nierównomierność wspólnej normalnej [mm] F_M	0,03	0,076
15		Odchyłka podziałki [mm] F_t, F_{tz}	0,015	0,038
16		Nierównomierność grubości zębów [mm] F_s	0,05	0,12
17		Odchyłka zarysu zęba [mm] F_f	0,007	0,040
18		Odchyłka linii zęba [mm] F_x	0,025	0,035
19		Międzyzębny luz obwodowy [mm] L_o	0,4—1,2	} *
20		Międzyzębny luz promieniowy [mm] L_r	2,4—4,0	
21		Różnica luzów obwodowych (luz od str. silnika — luz od str. koła) [mm]	$0,135 \pm 0,03 - \frac{L_p}{12}$	

*) Podane wartości odnoszą się do pomiaru luzów za pomocą zgniatanych pasek ołowianych ułożonych w odległości 20 mm od powierzchni czołowych. L_p [mm] oznacza luz poprzeczny w łożyskach wału drążonego.

W tablicy 2-2 podano wielkości charakteryzujące uzębienie kół zębatach przekładni lokomotyw EU07 i EU06, natomiast własności i gatunki materiałów, z których wykonano koła zębata, podano w tablicy 2-3.

Jak widać z przytoczonych tolerancji, napędowej przekładni zębatej stawia się wysokie wymagania, lecz nawet wówczas, gdy błędy uzębienia nie przekraczają dopuszczalnych, praca przekładni odbywa się

Tablica 2-3

Materiały kół zębatach

Lokomotywa		Materiał	R_m [$\frac{kG}{mm^2}$]	R_e [$\frac{kG}{mm^2}$]	U_{min} [$\frac{KGm}{cm^2}$]	Twardość powierzchni zębów
EU06*	koło małe	stal niklowa do nawęglania En 33	≥ 70	—	5,5	≥ 54 HRC
	koło duże	stal chromowa do ulepszenia En 11	≥ 85	≥ 62	3,5	250—300 HB
EU07	koło małe	stal chrom. nikl. do nawęglania: 12HN3A	≥ 90	≥ 65	6	52—58 HRC
	koło duże	stal chrom. do ulepszenia: 50H	90—110	55—70	4	250—300 HB

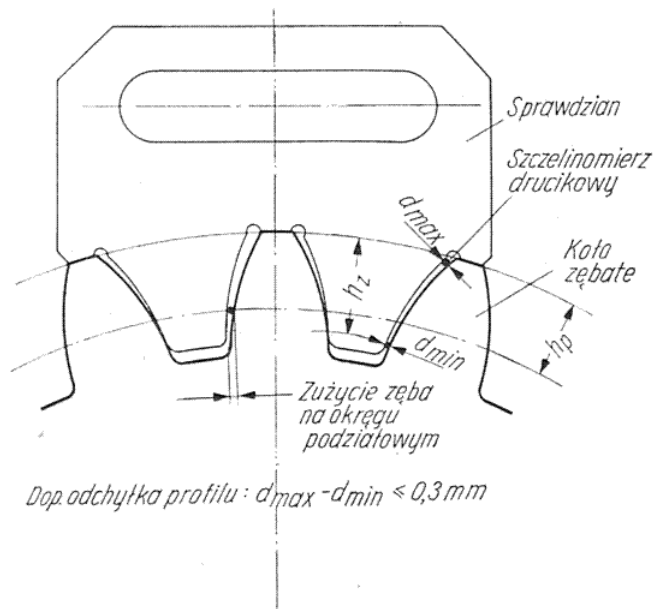
*) dane zaczerpnięte z normy brytyjskiej: BS970-1955

w trudnych warunkach. Wystarczy wspomnieć, że np. w warunkach rozwijania przez lokomotywę mocy godzinowej, ząb małego koła musi przekazać na ząb koła dużego siłę 4 T w bardzo krótkim czasie, bo nieprzekraczającym 0,004 s. Do siły tej, pochodzącej od momentu napędzającego, dodają się siły chwilowe towarzyszące drganiom układu napędowego, wywołanym zarówno mimośrodowością wału drążonego względem osi jak i odchyłkami profilu uzębienia.

Współpracujące ze sobą zęby nie tylko toczą się po sobie, ale również doznają wzajemnych poślizgów. Poślizgi te są największe w punktach zarysu najbardziej oddalonych od środka zazębienia tj. na stopie i głowie każdego zęba. Należy dodać, że ciepło powstające w czasie ślizgania się po sobie silnie obciążonych zębów wywołuje wzrost temperatury, która znacznie przekracza temperaturę otoczenia, co stawia specjalne wymagania własnościom smaru oddzielającego zęby, jak również materiałom, z których wykonano zębata koła. Mimo to, jeśli tylko nie powstaną nieprzewidziane okoliczności, trwałość przekładni może być bardzo duża, gdyż zarówno jej wymiary, jak i tworzywa zostały dobrane z uwzględnieniem wspomnianych warunków pracy. Do takich oko-

liczności należy zaliczyć, między innymi, nierównomierny rozkład obciążenia na długości zęba.

Koncentracja obciążenia na zębie od strony silnika jest nieunikniona, gdyż pod wpływem siły międzyzębnej wał drażony i wał wirnika odpychają się i zajmują względem siebie położenie nierównoległe. Jednakże jeśli luzy poprzeczne w łożyskach wału drażonego są utrzymywane w dopuszczalnych granicach, koncentracja ta nie spowoduje uszkodzeń



Rys. 2-13. Pomiar zużycia zębów za pomocą sprawdzianu i szczelinomierza drucikowego

zębów, gdyż złagodzą ją stosując na kole małym modyfikację podłużnego zarysu zęba.

Nadzór nad przekładnią zębatą sprowadza się w czasie napraw rewizyjnych do następujących czynności:

- dokładne oględziny uzębienia, połączeń kół z wałami, osłony przekładni oraz uszczelnień osłony,
- wymiana kół pękniętych, z wyłamanymi zębami oraz tych kół, których zęby wykazują zużycia większe niż dopuszczalne,
- usunięcie lokalnych uszkodzeń uzębienia jak: narosty, odkształcenia plastyczne, zastrzone krawędzie itp.,
- naprawa uszkodzeń osłony i wymiana uszczelnień;
- montaż, pomiar luzów międzyzębnych, założenie osłony i załadowanie smarem w takiej ilości, aby jego poziom zawierał się w granicach: 35—80 mm;
- stanowiskowa próba biegowa bez obciążenia.

Pomiar zużycia uzębienia wykonywać trzeba specjalnymi przyrządami (mikromierz modułowy, mikromierz talerzykowy) lub też za pomocą szablonów i szczelinomierza igiełkowego. Ten ostatni sposób pokazano na rysunku 2-13.

W tablicy 2-4 podano największe dopuszczalne zużycia zębów przekładni, które można dopuścić w eksploatacji, jeśli są spełnione następujące dodatkowe warunki:

- zużyte koło będzie współpracowało albo z kołem, z którym pracowało dotąd, albo z kołem nowym,
- zużycie zębów jest na całym obwodzie koła jednakowe,
- zmierzone luzy międzyzębne mieszczą się w granicach dopuszczalnych,
- zmierzone zużycie profilu zębów nie przekracza wartości dopuszczalnej,
- występujące na zużytych zębach bruzdy, zawalcowania, ostre krawędzie i progi zostaną usunięte,

Tablica 2-4

Dopuszczalne zużycia zębów

Charakterystyczne wielkości		Koło małe	Koło duże
Głębokość pomiaru grubości zęba h	[mm]	17,376	7,260
Grubość zęba w kole nowym g_o	[mm]	22,304	15,355
Grubość zęba w kole zużytym g	[mm]	18,5	11,5
Odchyłka zarysu zęba F_f	[mm]	0,3	0,3
Największy międzyzębny luz obwodowy L_o	[mm]	5	
Międzyzębny luz promieniowy L_r	[mm]	2,4—4	

— odległość osi kół zębatych mieści się w granicach $582 \pm 0,15$ mm.

Zdejmowanie i zakładanie małego koła zębatego na wale silnika stanowią zabiegi, którym również należy poświęcić szczególną uwagę i wykonywać je zgodnie z obowiązującą instrukcją.

Zdejmowanie małego koła zębatego, podobnie jak i koła dużego (patrz rozdz. 2.1.3), polega na wtłaczaniu oleju na powierzchnię styku koła i wału oraz korzystaniu — w razie potrzeby — ze specjalnych ściągaczy hydraulicznych.

Wtłaczając olej przez środkowy otwór w czopie do rowka obwodowego na powierzchni styku z kołem powoduje się obwodowe rozciągnięcie koła przy równoczesnym smarowaniu powierzchni styku. Gdy zacisk koła na czopie (maksymalne ciśnienie oleju jest nieco większe niż nacisk panujący między kołem i czopem) został w ten sposób odpowiednio zmniejszony, wówczas ciśnienie oleju zaczyna spychać koło ze stożkowego czopa. Ze względu na bezpieczeństwo obsługi, jak również w celu uniknięcia uszkodzenia koła i czopa należy przed przystąpieniem do operacji ściągania nakręcić nakrętkę zabezpieczającą na gwintowaną część czopa, podkładając między nią i koło grubą podkładkę filcową.

Montaż koła małego na stożkowym czopie wału wirnika powinien być wykonywany w następującej kolejności:

1. Oczyszczyć czop i koło.
2. Po pomalowaniu czopa farbą traserską nasadzić koło i powtórnie zdjąć. Jeśli powierzchnia styku wynosi co najmniej 90% powierzchni

teoretycznej, to można wykonać następną operację. Gdy powierzchnia styku jest mniejsza, wówczas koło docierać z wałem aż do uzyskania wymaganej powierzchni przylegania, po czym koło i wał dokładnie trzeba oczyścić. Podczas docierania koła na czopie część powierzchni otworu leżąca nad obwodowym rowkiem nie została dotarta i powstał pierścieniowy próg. Po podgrzaniu koło wchodzi głębiej na czop niż podczas docierania i próg ten może utrudnić właściwe przyleganie koła do czopa mimo ich dotarcia. Należy zatem po dotarciu tak zaokrąglić rowek smarowy na czopie, aby wewnętrzna (od strony silnika) krawędź rowka przesunęła się w stronę silnika o około 2,3 mm.

3. Nałożyć koło na czop.

4. Zmierzyć odległość powierzchni czoła koła zębatego od czoła wału wirnika.

5. Grzać koło zębate w piecu indukcyjnym do temperatury przewyższającej temperaturę otoczenia o około 125°C , a następnie po oczyszczeniu powierzchni styku koła i czopa ustawić koło w jego właściwym kątowym położeniu względem wału i nasadzić koło na wał. Opukiwaniem (3 kg młotkiem z miękkiego metalu) przesunąć koło, a następnie szybko nakręcić nakrętkę na gwintowaną część czopa i silnie ją dokręcić.

Czas osadzenia koła liczony od momentu zetknięcia się koła z czopem aż do chwili ostatecznego dociśnięcia koła nie powinien być dłuższy niż około 15 sekund. Jeśli czas ten był dłuższy, to należy koło zdjąć, nagrzać je ponownie i powtórzyć operację nakładania.

6. Po ostygnięciu zmierzyć powtórnie odległość czół koła i wału. Koło powinno być teraz osadzone na wale głębiej o 1,8—2,2 mm. Jeśli przesunięcie koła wykracza poza te granice, należy je zdjąć i powtórzyć operację montażu.

7. Przeprowadzić próbę ściągnięcia koła z wału siłą 40 T, stosując zespół hydrauliczny Epc (ściągacz, prasa, pompa).

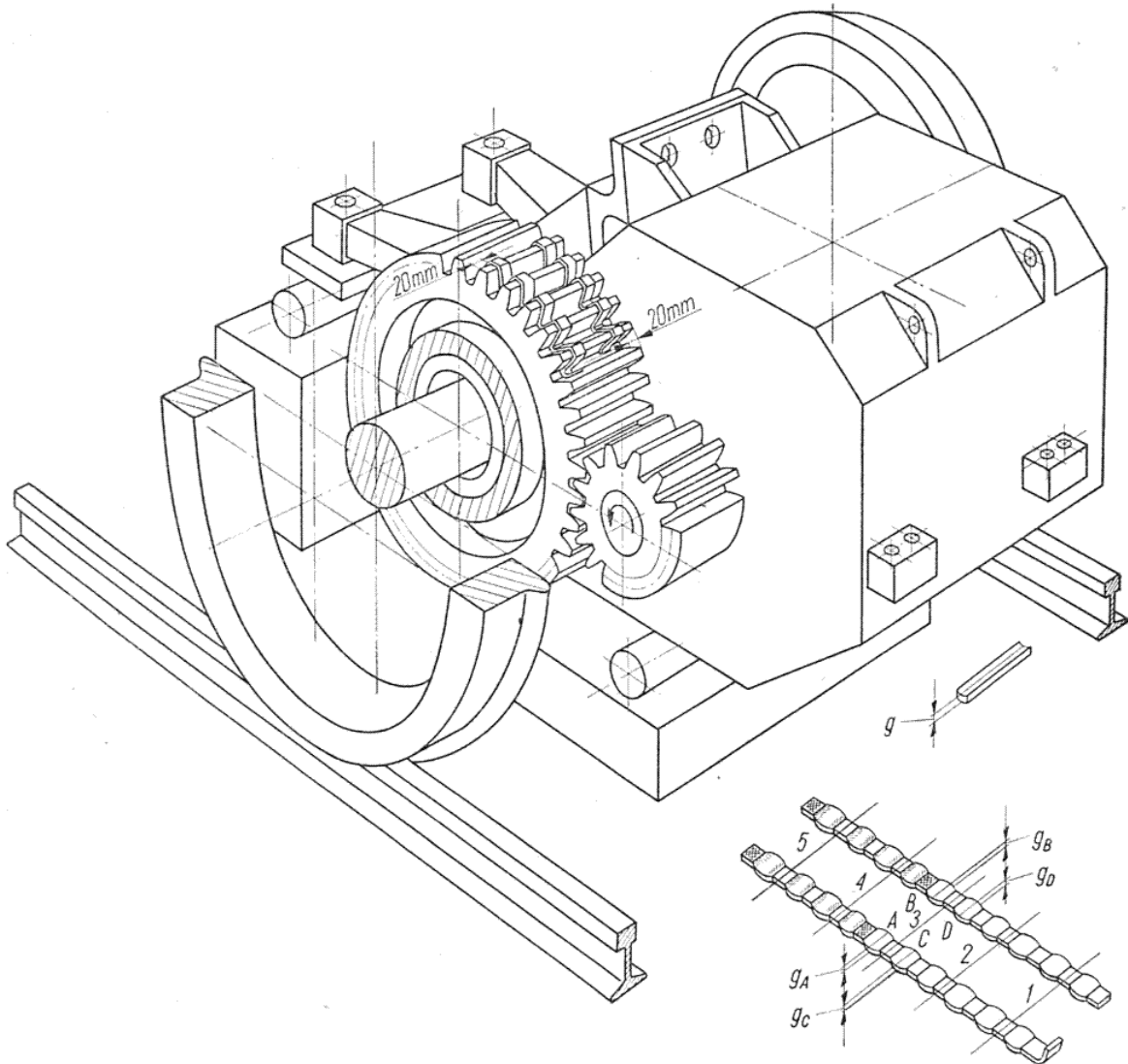
Po zmontowaniu silnika z zestawem kołowym i ustawieniu ich w takim położeniu, aby płaszczyzna osi wału drążonego i wirnika była pozioma oraz wał drążony i oś zestawu współśrodkowe, należy przeprowadzić pomiar luzów międzyzębnych. Wartość luzów międzyzębnych zależy nie tylko od zużycia zębów (Δg_1 , Δg_2), błędu odległości osi (Δa), ale i od położenia kół podczas pomiaru.

Jeśli w czasie pomiaru wał drążony zajmuje położenie środkowe względem swoich łożysk (pomiar szczelinomierzem w poziomym położeniu przekładni), to $L_o = 0,94 (\Delta g_1 + \Delta g_2) + 0,7 \Delta a$. Jeśli zaś podczas pomiaru wał drążony jest odpychany od wału wirnika aż do wyczerpania poprzecznego luzu w łożyskach (pomiar za pomocą zgniatanych pasków ołowianych), to:

$$L_o = 0,94 (\Delta g_1 + \Delta g_2) + 0,7 \Delta a + 0,35 L_p.$$

Do pomiaru luzów za pomocą pasków ołowianych są potrzebne dwa odcinki (każdy długości około 350 mm) drutu lub pasków ołowianych.

Dla kół o zębach nieużytych grubość drutu powinna wynosić 1,2 mm. Druty te należy ułożyć na obwodzie dużego koła zębatego, tak aby obejmowały pięć sąsiadujących zębów. Odległość pasków od płaszczyzn czołowych koła powinna wynosić około 20 mm. Środkową część obu drutów na odcinku obejmującym trzeci ząb należy pomalować farbą oraz zaznaczyć tylne końce przez pomalowanie ich farbą obu pasków. Dla odróż-



Rys. 2-14. Pomiar luzów międzyzębnych za pomocą pasków ołowianych

nienia paska leżącego bliżej koła jezdnego zagiąć lekko jego przedni koniec. Następnie obrócić zestaw kołowy tak, aby obydwa paski przeszły przez obszar zazębienia.

Po wyjęciu i lekkim rozprostowaniu pasków ułożyć je obok siebie, jak pokazano na rysunku 2-14.

Grubość spłaszczonych przez zęby odcinków pasków należy zmierzyć śrubą mikrometryczną. Poszczególne luzy są następujące:
luz obwodowy od strony koła jezdnego:

$$L_{ok} = g_A + g_C$$

luz obwodowy od strony silnika

$$L_{os} = g_B + g_D$$

różnica luzów obwodowych:

$$L_{os} - L_{ok} = g_B + g_D - (g_A + g_C)$$

Podobnie mierzy się luz promieniowy, jednakże lepiej jest wówczas stosować płytkę uformowaną z plasteliny i owiniętą w bibułę.

Graniczne wartości luzów podano w tablicach 2.2 i 2.4.

2.7. Mechaniczna część hamulca

Dla wytworzenia siły hamującej do powierzchni tocznej obręczy kół lokomotywy są dociskane elementy cierne — klocki hamulcowe. Siły dociskające są wywierane na klocki przez układy dźwigniowe przekładni hamulca. W celu uzyskania docisku klocków działają na układy dźwigniowe albo siły tłokowe cylindrów hamulcowych, albo ręczny napęd hamulca.

Schemat części mechanicznej hamulca lokomotywy jest pokazany na rysunkach 2-15 i 2-16, umieszczonych na końcu książki.

Każde koło jest hamowane dwustronnie przez 2 klocki. Kłoczek składa się z oprawki i dwóch sztywno w niej umocowanych żeliwnych wstawek, które wymienia się, gdy osiągną granicę zużycia. Każde dwa klocki, dociskane do tego samego koła, są objęte jednym układem dźwigniowym. Cała przekładnia hamulca składa się z 8 niezależnych układów dźwigniowych, a na każdy z nich działa pojedynczy cylinder hamulcowy, umieszczony w narożu ramy wózka.

Ręczny napęd hamulca przenosi siłę — wywieraną na kole w kabine maszynisty — tylko na dwa układy dźwigniowe, dociskające klocki jednego zestawu kołowego. Tak więc z każdej kabiny można docisnąć jedynie 4 klocki hamulcowe. Takie ograniczone użycie hamulca jest wprawdzie mało skuteczne dla zatrzymania lokomotywy, lecz jest wystarczające dla unieruchomienia nieczynnej lokomotywy. Hamowanie przy użyciu ręcznego napędu hamulca ma więc charakter zapobiegawczego hamowania postojowego.

Dla zatrzymywania samej lokomotywy lub ciągnącej pociąg, jak również dla przyhamowania kół podczas rozruchu, docisk klocków hamulcowych jest wywołany siłami tłokowymi cylindrów hamulcowych, napełnianych sprężonym powietrzem.

Jak już poprzednio zaznaczono każdy cylinder działa na jeden układ dźwigniowy. Zadaniem układu dźwigniowego jest rozprowadzenie wraz z jednoczesnym zwielokrotnieniem siły tłokowej wytwarzanej w cylindrze. Odbywa się to w sposób następujący. Siła tłokowa przenosi się przez trzon na dwuramienną dźwignię przycylindrową, która zmienia płaszczyznę działania siły i zwiększa jednocześnie siłę tłokową prawie 4-krotnie. Łącznik połączony z krótszym ramieniem dźwigni (3,84) wy-

wiera siłę na środkowy przegub poziomej, równoramiennej dźwigni, która rozdziela siłę na oba klocki. Dźwignia ta jednym końcem wywiera nacisk przez przestrzenny przegub, na dźwigniowy wieszak klocka, dociskając go do koła. Drugim swym końcem — zakończonym płaskim przegubem sworzniowym — dźwignia przekazuje siłę przez cięgiło, na drugą taką samą poziomą dźwignię nad drugim klockiem.

Środkowy przegub tej dźwigni jest stały, a jej równe ramiona przekazują bez zmiany wartości siły, zmieniając jedynie płaszczyznę jej działania. Drugi, walcowo ukształtowany koniec dźwigni poziomej — podobnie jak dźwigni nad pierwszym klockiem — wywiera nacisk na wieszak klocka.

Wieszaki klocków są dwuramiennymi dźwigniami o różnych długościach ramion, co powoduje zwiększenie 1,34-krotne wartości siły przekazywanej na klocki. Tak więc każdy klocek jest dociskany siłą 2,59 razy większą niż siła tłokowa jednego cylindra.

Ręczny napęd hamulca jest przyłączony do dłuższych ramion dźwigni przycylindrowych każdego zewnętrznego zestawu kołowego lokomotywy. Ręczny napęd hamulca stanowią: koło pokrętne, pionowa i pozioma przekładnia łańcuchowa, mechanizm śrubowy oraz dźwignie i cięgiła, których zadaniem jest rozdzielenie i doprowadzenie sił do dźwigni przycylindrowych. Dosunięcie klocków hamulcowych do obręczy kół, a następnie wywarcie na nie sił dociskających odbywa się w sposób następujący.

Wraz z obracaniem ręcznie kołem, umieszczonym w kabinie maszynisty, obraca się górne zębate kółko pionowej przekładni łańcuchowej. Pionowy łańcuch obraca dolne zębate kółko tej przekładni oraz wspólnie z nim ułożyskowane małe zębate kółko poziomej przekładni łańcuchowej. Poziomy łańcuch obraca śrubę, której nakrętka stanowi środkowy przegub równoramiennej dźwigni. Obie przekładnie łańcuchowe i mechanizm śrubowy umożliwiają 291-krotne zwiększenie siły wywieranej na pokrętne koło w kabinie maszynisty, ale mała sprawność mechanizmu śrubowego obniża efektywną siłę przenoszoną na nakrętkę do około 6500 kG.

Dźwignia połączona nakrętką dzieli tę siłę równomiernie i przez krótkie łączniki przenosi je na dwie poziomo usytuowane dwuramienne dźwignie. Dźwignie te różnią się między sobą długością, lecz ramiona każdej z nich są jednakowe, a więc siły przez nie przenoszone nie zmieniają swych wartości. Do drugich końców tych dźwigni są przyłączone długie cięgiła, które przenoszą siły na górne ramiona dwuramiennych dźwigni pionowych.

Punkty podparcia opisanych poprzednio dźwigni i cięgieł ręcznego napędu hamulca są połączone z nadwoziem lokomotywy. Przeniesienie napędu z rozwidlonych dolnych końców pionowych dźwigni na cięgiła dźwigni przycylindrowych jest możliwe dzięki zastosowaniu jarzm i przestrzennych przegubów, które umożliwiają wzajemne wychylenia elementów układu dźwigniowego, podczas ruchu lokomotywy.

Nacisk klocka przy stosowaniu hamulca ręcznego wynosi 2500 kG, a więc łączny nacisk klocków przy hamowaniu hamulcem ręcznym z jednej kabiny wynosi 10 000 kG.

Podczas luzowania hamulca zanika stopniowo docisk klocków, a następnie powinno nastąpić ich odsunięcie od obręczy kół. Zanikanie nacisku występuje wraz z opróżnianiem cylindrów hamulcowych lub podczas zwalniania ręcznego napędu hamulca. Odsunięcie się klocków od obręczy zapewniają sprężyny powrotne, które działają w układzie dźwigniowym i odciągają krótsze ramiona dźwigni przycylindrowych, powodując powrotny ruch pozostałych dźwigni, cięgieł, łączników i wieszaków klocków.

Zużywanie się wstawek klocków hamulcowych powoduje zwiększenie się luzów między klockami i obręczami kół, co prowadzioby do zwiększenia się skoków tłoków w cylindrach hamulcowych. Aby temu zapobiec każdy cylinder jest zaopatrzony w samoczynny nastawiacz skoku tłoka. Jest on wbudowany w trzon tłoka i zwiększa długość trzona w miarę postępowania zużycia klocków. Działanie nastawiacza jest jednak tylko jednokierunkowe, tzn. wydłuża on trzon, zachowując stały skok tłoka, lecz nie może skracać długości trzona, gdy skok tłoka jest za krótki. Dlatego też przy wymianie zużytych klocków skraca się ręcznie długość trzona przez ustalenie wyjściowej pozycji nastawiacza. Na ogół nieodzowne jest przy tym dodatkowe skorygowanie długości cięgła, które jest w tym celu zaopatrzone w przestawne otwory i rzymską nakrętkę. Sposób regulacji układów dźwigniowych przekładni hamulca jest opisany w rozdziale 5.

2.8. Usprężynowanie wózka

Lokomotywa EU07 (EU06) ma dwa stopnie usprężynowania, które oddzielając od siebie trzy zespoły mas zmniejszają ich wzajemne dynamiczne oddziaływania.

Masą nieusprężynowaną jest tutaj zestaw kołowy wraz z maźnicami i resorami, lecz bez wału drażonego. Wał drażony spoczywa w łożyskach umieszczonych w kadłubie silnika, a więc należy do masy usprężynowanej. Pierwszy stopień usprężynowania oddziela zestaw kołowy od masy wózka i składa się z dwóch resorów oraz dwóch par poduszek gumowych, które pracują szeregowo z resorami. Drugi stopień usprężynowania oddziela pudło lokomotywy od jej wózków i można w nim wyróżnić dwie grupy elementów sprężystych. Pierwsza grupa oddziela belkę bujawkową od ostoi wózka, druga — pudło od belki bujawkowej.

Opaski resorów są zakończone uszami, które za pomocą sworznią połączono z odpowiednim uchem w dolnej części maźnicy. Łby wieszaków są połączone z ostoją wózka również za pomocą sworzni. Dzięki połączeniom sworzniowym resor może wykonywać w płaszczyźnie pionowej ruchy obrotowe, zarówno względem maźnicy jak i ostoi wózka.

Na końcach resoru znajdują się otwory oraz gniazda do osadzenia podkładek podtrzymujących poduszki gumowe. Przez otwory te przechodzą zawieszony w ostoi wieszaki, które opierają się o górne podkładowe poduszek. Powierzchnię oparcia stanowi czoło nakrętki wieszaka, dzięki której jego długość może być regulowana.

Na torze prostym i poziomym, gdy prowadniki maźnic zajmują położenie poziome, cały usprężynowany ciężar lokomotywy przenosi się z wózków na wieszaki, poduszki gumowe i resory, a dalej przez maźnice na oś, koła i tor.

Jednakże każde pionowe wychylenie zestawu względem wózka skręca tuleje w prowadnikach maźnic i wiązarach jarzm, usztywniając dodatkowo zestaw w kierunku pionowym. Część obciążenia pionowego przenosi się wtedy na zestaw przez prowadniki maźnic i w niewielkim stopniu również przez wiązary jarzma. Usprężynowanie pierwszego stopnia cechuje zatem stosunkowo mała sztywność przy niewielkich wychyleniach zestawu względem wózka, która powiększa się przy dużych wychyleniach, zabezpieczając przed wyczerpaniem się luzu między osią i wałem drażonym. Zastosowanie poduszek gumowych łagodzi obciążenia dynamiczne oraz tłumi drgania wózka względem zestawów.

Dane charakteryzujące elementy sprężyste pierwszego stopnia usprężynowania są następujące.

Resor piórowy

podatność resoru	$C_r = 5,67$	mm/T
liczba piór		10
wymiary przekroju pióra		120×16 mm
strzałka ugięcia w stanie nie obciążonym		-50 mm
strzałka ugięcia obciążenia statycznego		50 mm
statyczne obciążenie resoru		8830 kG

Poduszka gumowa

	EU06	EU07
wymiary [mm]	$\phi 180/\phi 55$ $2 \times 31 + 3$	$\phi 180/\phi 55$ $3 \times 17 + 2 \times 3$
grubość w stanie swobodnym	65 mm	57 mm
podatność poduszki	$C_g = 2,27$ mm/T	1,58 mm/T
ugięcie pod obciążeniem 4,415 T	10 mm	7 mm
ugięcie pod obciążeniem 13,5 T	30,6 mm	
zakres temperatury pracy	od -40 do +60°C	

Poduszka resorowa lokomotywy EU07 jest wykonana z gumy spełniającej następujące wymagania:

twardość Shore'a	49
wytrzymałość na rozciąganie (min)	120 kG/cm ²
wydłużenie (min)	300%/o
odkształcenie trwałe (maks)	5%/o
odporność na olej	średnio odporna
odporność na temperaturę	-50°C

Wiązary jarzma i ich tuleje gumowe
podatność jednego zespołu

$$C_w = 42,8 \text{ mm/T}$$

Prowadniki maźnicy
podatność przy skręcaniu

$$C_p = 28,1 \text{ mm/T}$$

Podatność usprężynowania wózka przypadająca na jeden zestaw kołowy wyraża się zależnością:

$$\frac{1}{C_z} = \frac{1}{\frac{C_r}{2} + \frac{C_g}{4}} + \frac{1}{\frac{C_p}{4}} + \frac{1}{\frac{C_w}{2}} = 0,484 \frac{\text{T}}{\text{mm}}$$

$$C_z = 2,07 \frac{\text{mm}}{\text{T}}$$

Przy współśrodkowym położeniu wału drążonego i osi, kiedy prowadniki maźnic zajmują położenie poziome, całe obciążenie pionowe z ostoi wózka przenosi się na zestaw jedynie przez resory i poduszki gumowe. Stąd też statyczne ugięcie resoru pod wpływem ciężaru lokomotywy przypadającego na jeden zestaw wynosi:
 $5,67 \cdot 8,83 = 50 \text{ mm}$, ugięcie zaś poduszki gumowej: $4,415 \cdot 2,27 = 10 \text{ mm}$. Łączne ugięcie statyczne usprężynowania pierwszego stopnia wynosi 60 mm.

2.9. Usprężynowanie pudła lokomotywy oraz oparcie pudła na wózkach

Połączenie nadwozia lokomotywy z wózkami ma do spełnienia następujące zadania:

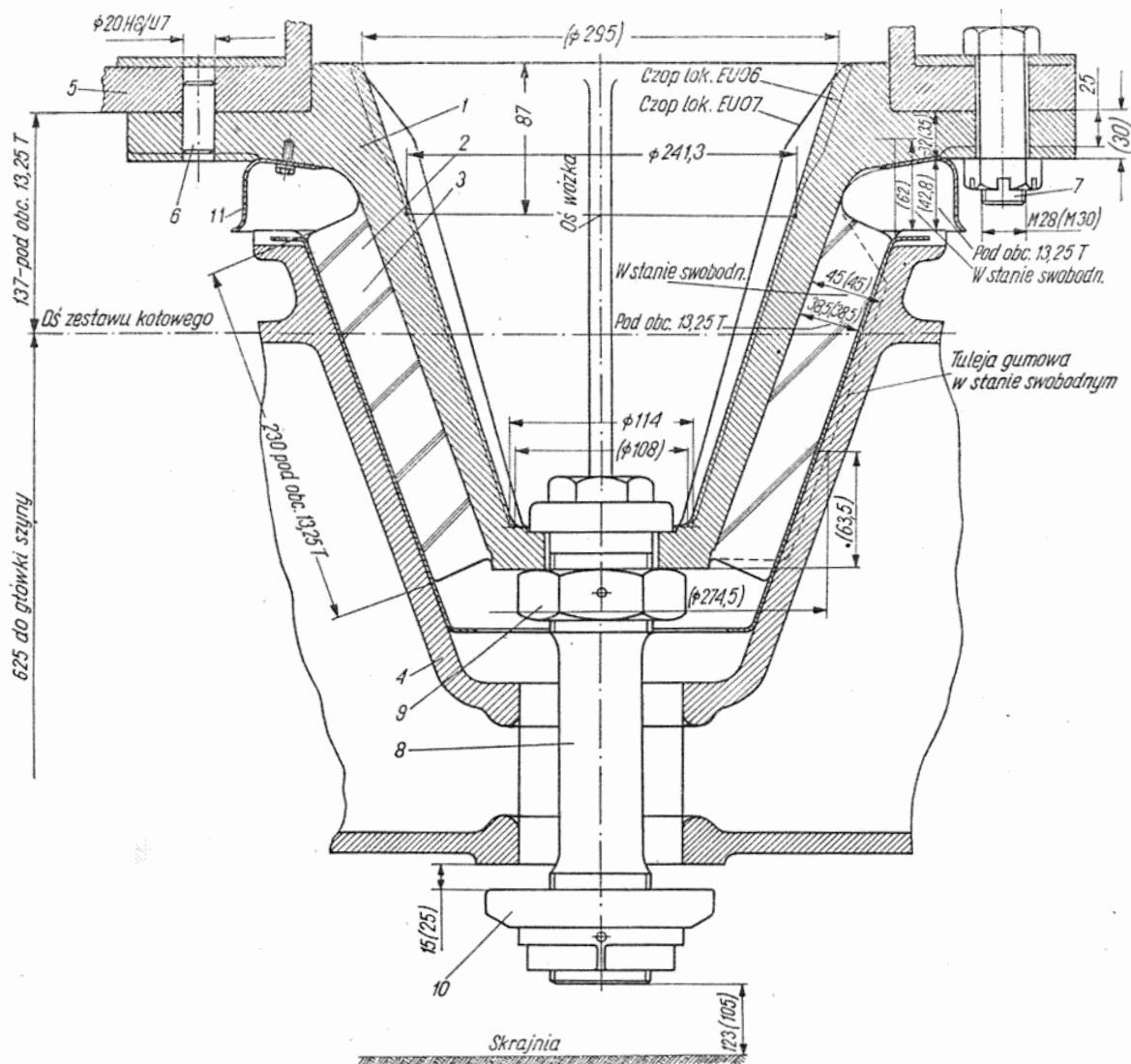
- przekazywać obciążenia pionowe i poziome,
- umożliwić w określonych granicach wzajemne przemieszczenia pudła i wózków we wszystkich kierunkach,
- zapewnić określoną dla każdego kierunku podatność elementów łączących,
- zapewnić możliwość rozproszenia energii powstałej przy uderzeniach oraz tłumić drgania wywołane ruchem lokomotywy,
- utrzymywać nadwozie w położeniu środkowym względem wózków.

Wszystkie te warunki spełnia konstrukcja połączenia, którą zastosowano w lokomotywach EU07 (EU06).

Pudło lokomotywy spoczywa na dwóch wózkach, opierając się na każdym z nich w trzech punktach, leżących w tej samej poprzecznej płaszczyźnie przechodzącej przez środek wózka. Punktami tymi są: czop skrzytu oraz dwie sprężyste podpory boczne. Pudło nie opiera się bezpośrednio na ostoi wózka, lecz na belce bujaka zawieszony wahadłowo względem ostoi. Na rysunku 2-17 pokazano konstrukcję tego zespołu. Istnieją drobne różnice wymiarów czopów skrzytu lokomotywy

EU06 i EU07. Najważniejsze z nich pokazano na rysunku 2-18. Czop skreću stanowi stalowy stożek sztywno połączony z ramą pudła za pomocą 8 śrub.

Między czopem skreću a stożkowym gniazdem w belce bujakaowej jest umieszczona gumowa tuleja stożkowa przywulkanizowana do powierzchni czopa. Czop skreću pełni rolę osi obrotu wózka względem pu-



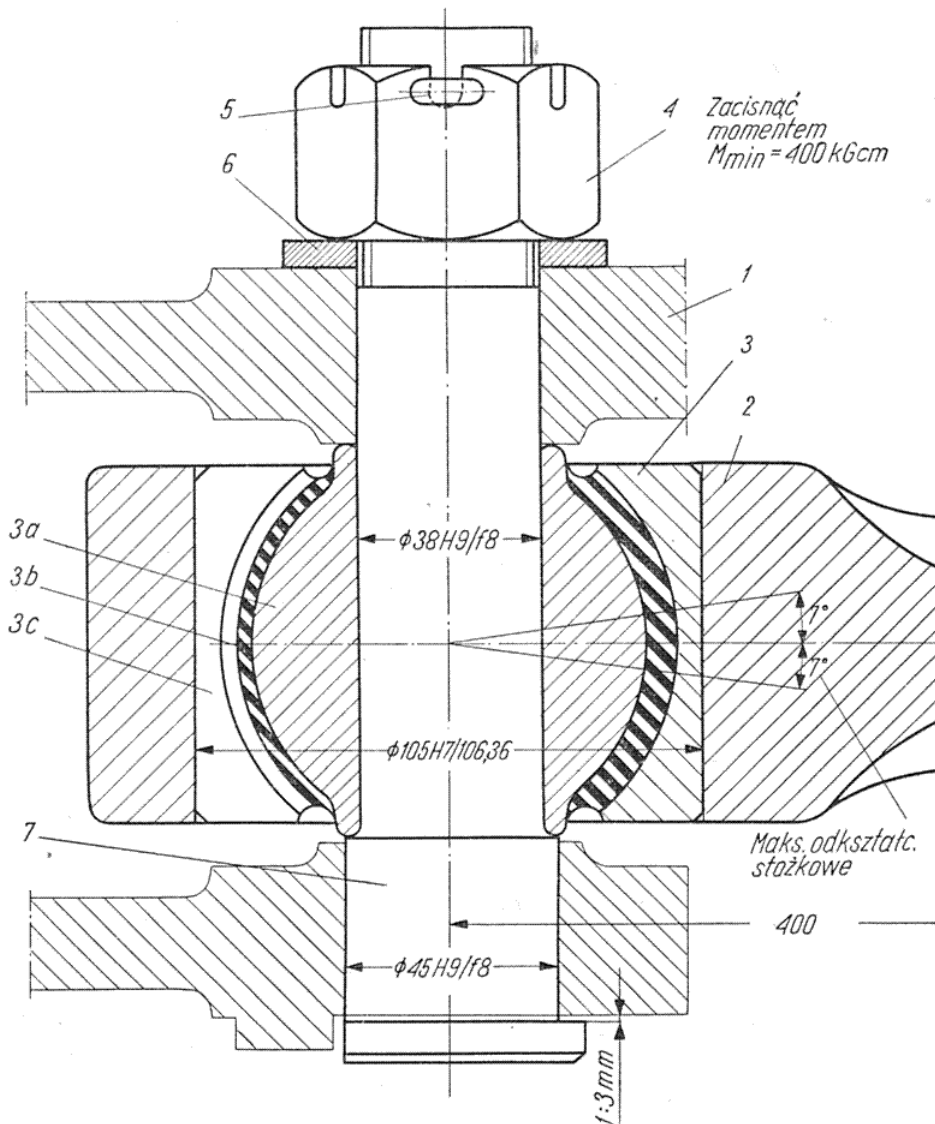
Rys. 2-18. Czop skreću

1 — czop skreću, 2 — tuleja gumowa, 3 — blacha oddzielająca, 4 — belka bujakaowa, 5 — ostoja pudła, 6 — kołek, 7 — śruba, 8 — sworzeń gwintowany, 9 — górna nakrętka, 10 — dolna nakrętka, 11 — osłona

dła, przy czym oś ta nie jest sztywno połączona z wózkiem, lecz może się sprężysto przemieszczać w kierunku poprzecznej osi wózka. Obrotowi wózka względem pudła przeciwstawia się moment pochodzący: od skręcania gumy czopa skreću, od pary sił tarcia występującej na ślizgowych powierzchniach podpór bocznych, oraz od siły napiętych sprężyn w urządzeniu zwanym sprzęgiem międzywózkowym.

Belka bujakaowa z obu stron wspiera się na trzech sprężynach śrubowych, umieszczonych w kołysce stanowiącej ich gniazdo. Kołyska opiera się na poziomych ramionach rozwidlonego łącznika, który z jed-

nej strony łączy się przegubowo z belką bujakową, z drugiej zaś ramiona te za pomocą sworzni łączą się z dwoma wieszakami. Wieszaki belki bujakowej są umocowane przegubowo w ostoi wózka. Dzięki zastosowaniu łączników wychylenia belki bujakowej nie powodują skośnego ustawienia sprężyn, umożliwiając przy tym pionowe ruchy belki



Rys. 2-19. Przegub kulisty przewodnika belki bujakowej

1 — belka bujakowa, 2 — trzon przewodnika, 3 — przegub kulisty, 3a — tuleja kulista wypukła, 3b — guma, 3c — tuleja kulista wklęsła, 4 — nakrętka, 5 — zawlecзка, 6 — podkładka, 7 — sworzień

względem kołysek. Wieszaki belki bujakowej są nachylone do pionu pod pewnym kątem (około 8° , czyli 0,14 rad), co sprawia, że występują poziome siły składowe działające na belkę, skierowane do jej środka.

Przekazywane z pudła na belkę poziome obciążenie boczne powoduje bowiem poprzeczne wychylenie belki względem wózka, a więc powiększa kąt nachylenia wieszaków z jednej strony i zmniejsza kąt nachylenia wieszaków z drugiej strony belki. Powstaje wtedy w wieszakach niezrównoważona siła boczna, która działając na belkę równoważy obciążenie wywierane przez pudło, a gdy obciążenie to zanika, wówczas sprówadza belkę w środkowe położenie. Podobnie na belkę działają jej

przewodniki, które również starają się wychyloną belkę sprowadzić do środka.

Siły zwrotne działające na belkę bujakową sprawiają, że pudło wraz z belkami bujakowymi jest utrzymywane w środkowym położeniu względem wózków. Siły wzdłużne są przenoszone z ostoi wózka na pudło lokomotywy również przez belkę bujakową i podatne gniazdo czopa skrętu. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu przewodników (ciągieł) belki bujakowej. Są to dwa poziome ciągiła umieszczone wzdłuż podłużnych belek ostoi wózka. Z jednej strony połączono je sworzniami z ostoją (od strony sprzęgu międzywózkowego), a z drugiej — z belką bujakową z wózkiem bez luzów i tarcia przy zachowaniu odpowiedniej podatności we wszystkich kierunkach.

Na rysunku 2-19 pokazano przekrój przez przegub kulisty łba przewodnika osadzonego w belce bujakowej. Przegub ten wykonano jako zespół nierozłączny, złożony z dwóch tulei stalowych i warstwy gumy wypełniającej przestrzeń kulistą między nimi. Guma ta jest przywulkanizowana do obu tulei. Tuleja zewnętrzna ma trzy promieniowe nacięcia zwiększające jej podatność. Dzięki takiej konstrukcji przegubów umieszczonych w obu łbach przewodnika umożliwiono wychylenie belki bujakowej względem wózka, jednakże każdemu wychyleniu towarzyszy siła zwrotna spychająca belkę do środkowego położenia. Przeguby te nie mając powierzchni ślizgowych nie wymagają smarowania.

Charakterystyczne dane przegubu kulistego są następujące:

wymiary przegubu przed osadzeniem w łbie przewodnika	$\phi 106,36/\phi 38H9 - 82,5 \text{ mm}$
zmniejszenie zewnętrznej średnicy przegubu po osadzeniu	1,32—1,36 mm
podatność promieniowa	0,11 mm/T
podatność wzdłuż osi sworznia	0,45 mm/T
podatność przy skręcaniu	0,143°/kGm (0,0025 rad/kGm)
podatność przy odkształceniu stożkowym	0,143°/kGm (0,0025 rad/kGm)
maksymalne odkształcenie promieniowe	0,67 mm
maksymalne odkształcenie osiowe	1,0 mm
maksymalny kąt skręcania	$\pm 4^\circ$ (0,07 rad)
maksymalny kąt odkształcenia stożkowego	$\pm 7^\circ$ (0,122 rad)
dopuszczalny zakres temperatury	-40 do +60°C
odporność na działanie olejów i smarów	nieodporna

Podpory boczne pudła lokomotywy pokazano na rysunku 2-17. W podłużnicach ostoi wózka znajdują się dwa pionowe otwory, w któ-

rych przesuwają się walcowe kolumny. Kolumny te są zakończone poziomymi talerzami, z których dolny opiera się na ślizgowej płycie belki bujakowej, natomiast górny talerz stanowi gniazdo dla gumowej poduszki. Poduszka zamknięta jest od góry pokrywą, która jednocześnie jest płytą, po której ślizga się dno cylindra, umieszczonego w pudle lokomotywy. Cylinder ten jest wypychany ze swego gniazda przez umieszczoną w nim sprężynę śrubową.

Ślizgowa płyta belki bujakowej nie jest z nią sztywno połączona, lecz również opiera się na poduszce gumowej umieszczonej w gnieździe belki bujakowej. Płyty ślizgowe są wykonane z odpornej na ścieranie stali manganowej. Dzięki takiemu oparciu pudło jest usprężynowane względem wózka nie tylko dzięki sprężystemu połączeniu belki z ostoją wózka, ale również dzięki elastycznemu połączeniu pudła z belką bujakową.

Zespół elementów sprężystych między pudłem i ostoją wózka stanowi drugi stopień usprężynowania lokomotywy.

Poniżej podano wielkości charakteryzujące sprężystość tych elementów:

Sprężyny śrubowe	Sprężyna śrubowa	
	belki bujakowej	podparcia pudła
średnia średnica nawinięcia D [mm]	160	115
średnica drutu d [mm]	36	30
liczba zwojów pracujących z długością w stanie nieobciążonym	8,5	4
H_0 [mm]	$465^{+9}_{-4,5}$	187
długość pod obciążeniem statycznym		
H [mm]	386	168
obciążenie statyczne P [kG]	3830	2540
podatność sprężyny $C \left[\frac{\text{mm}}{\text{T}} \right]$	20,5	7,36
Poduszka gumowa podparcia pudła		
wymiary	$\phi 133, 2 \times 12 + 3$ mm	
grubość w stanie swobodnym	27 mm	
ugięcie pod obciążeniem 2540 kG.	2,0 mm	
podatność poduszki	$0,79 \frac{\text{mm}}{\text{T}}$	
Stożkowa tuleja gumowa czopa skreću		
Tuleja ta jest przywulkanizowana do zewnętrznej powierzchni czopa skreću. Guma ta nie jest odporna na działanie smarów i olejów. Charakterystyczne wielkości tulei są następujące:		
dopuszczalna temperatura	-40 do +60°C	
średnica podstawy stożka wewnętrznego	295 mm	

kąt wierzchołkowy stożka	40° (0,7 rad)
wysokość stożka ściętego	200 mm
grubość ścianki stożka gumowego:	
w stanie swobodnym	45 mm
pod obciążeniem statycznym 13,25 T	38,5 mm
podatność promieniowa	0,315 $\frac{\text{mm}}{\text{T}}$
podatność osiowa	1,45 $\frac{\text{mm}}{\text{T}}$
podatność przy skręcaniu	0,0132°/kGm (0,00023 rad/kGm)
podatność przy obciążeniu stożkowym	0,0107°/kGm (0,000186 rad/kGm)

Jak widać z rysunku 2-1 połowa ciężaru nadwozia lokomotywy przenosi się na belkę bujawkową przez czop skreću oraz parę sprężystych podpór bocznych. Podział tego obciążenia między czop i podpory boczne nie może być dowolny, gdyż między innymi od niego zależą ruchy pudła w czasie jazdy lokomotywy.

Część ciężaru pudła przenoszona przez czop skreću wynosi $P_s = 13,25$ T, oparcie zaś boczne pudła przenosi $P_b = 2,54$ T. Każdy wózek obciążony jest więc siłą $P = P_s + 2P_b = 18,3$ T. Siła ta jest przekazywana na belkę bujawkową i dalej za pomocą dwóch par wieszaków na ostoję wózka.

Jedna para wieszaków obciążona jest siłą

$$W = 0,5 (P_s + 2P_b + P_c) = 9,6 \text{ T}$$

gdzie przez P_c oznaczono ciężar belki bujawkowej (bez gniazd i sprężyn), który wynosi 0,8 T. Jak widać z rysunku 2-1 siła, która obciąża jeden zespół sprężyn belki bujawkowej, jest nieco większa niż siła W i wynosi:

$$S = W \frac{955}{955 - 165} = 11,5 \text{ T}$$

Belkę bujawkową obciążają również dwie siły pochodzące od łączników podtrzymujących gniazda sprężyn belki bujawkowej. Każda z tych sił wynosi $R = S - W = 1,9$ T.

Połowa ciężaru pudła P oraz usprężynowany ciężar wózka G_w równoważone są siłami G przechodzącymi przez środki czterech czopów łożysk osiowych.

Naciski kół zestawu na szyny N zależą od sił G oraz nieusprężynowanego ciężaru zestawu kołowego G'_z . Warunki równowagi, umożliwiające obliczenie obciążenia czopów i naciski kół wynikają z rysunku 2-1:

$$P + G_w = G_{1L} + G_{2L} + G_{1P} + G_{2P} \quad \text{oraz}$$

nacisk lewego koła zestawu

$$N_L = \frac{Q'_z}{2} + G_L \frac{u + u_1}{2u_1} - G_p \frac{u - u_1}{2u_1}$$

nacisk koła prawego

$$N_p = \frac{Q'_z}{2} + G_p \frac{u + u_1}{2u_1} - G_L \frac{u - u_1}{2u_1}$$

Przykłady wyznaczania nacisków kół na szyny podano w rozdziale 12. Pionowe ugięcia elementów sprężystych powinny więc wynosić:

ugięcie czopa skreću	$1,45 \cdot 13,25 = 19,2 \text{ mm}$
ugięcie podpór bocznych	$7,36 \cdot 2,54 + 2 \cdot 0,79 \cdot 2,54 = 23 \text{ mm}$

Sprężyny belki bujakaowej są obciążone wtedy siłą: 11,5 T i każda z nich ugina się o $\frac{11,5}{3} \cdot 20,5 = 79 \text{ mm}$. Ugięcie belki bujakaowej jest nieco większe i wynosi $79 \cdot \frac{955}{790} = 95,5 \text{ mm}$.

Całkowite ugięcie statyczne usprężynowania II stopnia, tzn. ugięcie nadwozia względem ostoï wózka wynosi: $19,2 + 95,5 = 114,7 \text{ mm}$, co stanowi 66% ugięcia statycznego obu stopni usprężynowania lokomotywy. Jak widać połączenie nadwozia z wózkami, jak również oparcie wózków na zestawach kołowych, zawiera wiele elementów sprężystych, które odkształcając się pod wpływem sił umożliwiają przesunięcie jednych zespołów lokomotywy względem drugich.

Każda masa zawieszona sprężysto, jeśli zostanie wyprowadzona z położenia równowagi, zaczyna wykonywać drgania dookoła początkowego położenia z częstością własną, tym większą, im mniejsza jest masa i mniejsza podatność sprężyny. Jeśli na masę działa siła okresowo zmieniająca się w czasie, to może się zdarzyć, że częstość zmian tej siły będzie taka, jak częstość drgań własnych. Wychylenia drgającej masy będą wtedy ciągle rosły, aż doprowadzą do zniszczenia sprężyny lub wyczerpania się luzu, w którego granicach masa mogła wykonywać ruchy. Stan taki nosi nazwę rezonansu i jest bardzo niebezpieczny dla całego układu, w skład którego wchodzi drgająca masa.

W celu uniknięcia nadmiernych wychyleń usprężynowanych zespołów lokomotywy łączy się je dodatkowo urządzeniami, które przeciwstawiają się ich wzajemnym przemieszczeniom. Energia, którą zawiera w sobie odkształcona sprężyna, zużyta zostaje częściowo na pokonanie tej siły oporu, a reszta która stanowi tylko część początkowej energii, jest zużywana na następne odkształcenie sprężyny. Przy następnych ruchach zjawisko powtarza się, a więc kolejne odkształcenia sprężyny, a tym samym wychylenia masy, są coraz mniejsze i ruch drgający ustaje. Opisane zjawisko jest nazywane tłumieniem drgań, a urządzenia tłumnikami.

Lokomotywa w czasie jazdy wykonuje złożone ruchy drgające, które można rozłożyć na ruchy składowe równoległe do trzech głównych osi lokomotywy, czyli na tzw. podskakiwanie, szarpanie i przesuwanie,

oraz ruchy obrotowe dookoła tych osi, czyli na: wężykowanie, kołysanie i galopowanie.

Zewnętrznymi przyczynami wymuszającymi drgania lokomotywy są pionowe i poziome nierówności szyn, usztywniające działanie podkładów, styki i rozjazdy szyn, stożkowatość obręczy i jej nierówności itd.

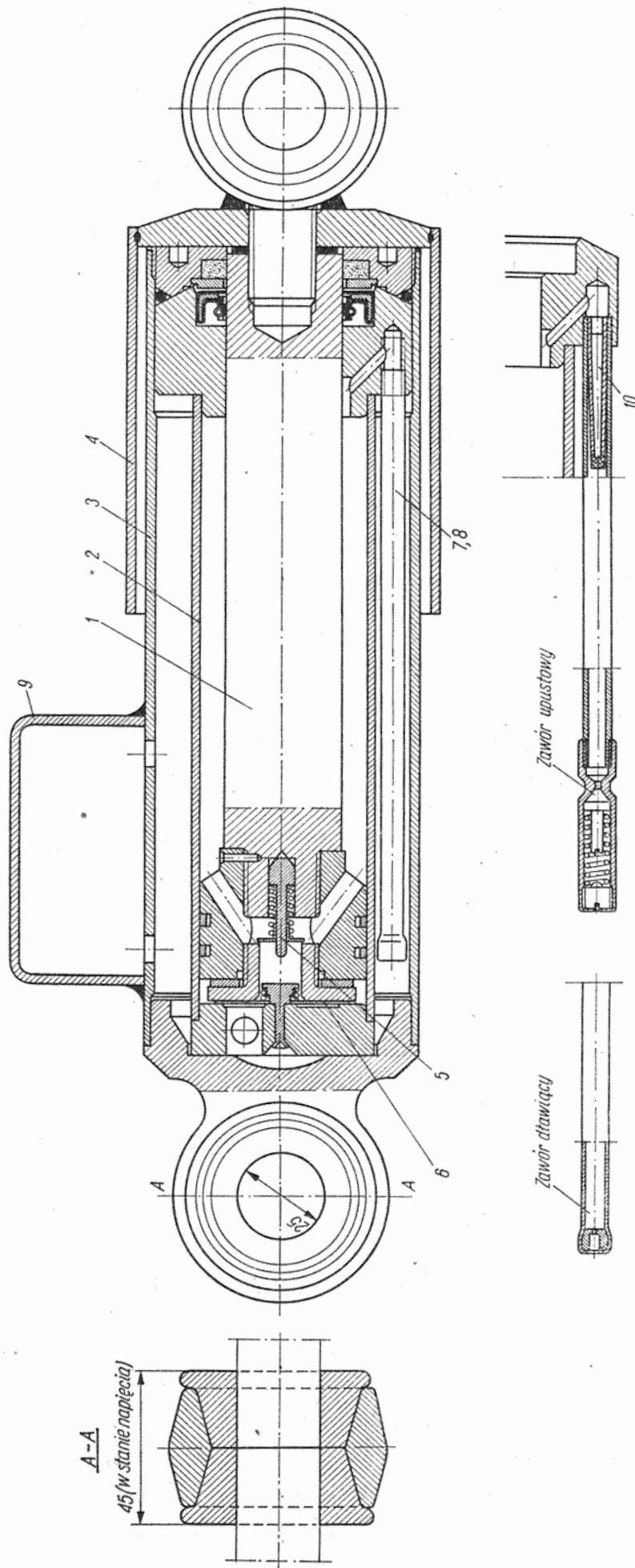
O niektórych wewnętrznych siłach, które z powodu swej okresowości wywołują w pewnych warunkach ustalone drgania lokomotywy, wspomniano omawiając zespół napędowy. W celu wytłumienia ruchów wężykowania i przesuwania zastosowano na każdym wózku po dwa poziome tłumiki hydrauliczne, umieszczone między belką bujakową a ostoją wózka. Na rysunku 2-20 pokazano w przekroju tłumik poziomy.

Tłumik składa się z tłoka dwustronnego działania i cylindra o podwójnych ściankach oraz osłony. Cylinder tłumika jest wypełniony olejem o specjalnych właściwościach. Olej ten podczas rozciągania tłumika jest wypychany z komory wewnętrznej (między cylindrem wewnętrznym z trzonem tłokowym) przez zawór dławiący do komory zewnętrznej, tj. do przestrzeni między podwójnymi ściankami cylindra. W czasie tego ruchu zawór płytkowy umieszczony w tłoku jest zamknięty, natomiast zawór płytkowy znajdujący się w dnie cylindra jest otwarty i umożliwia przepływ nadmiaru oleju do przestrzeni między tłokiem i dnem cylindra. Podczas ściskania tłumika ciśnienie oleju zamyka zawór cylindra, a otwiera zawór tłoka i olej z przestrzeni między tłokiem i dnem cylindra przepływa do komory wewnętrznej, a stamtąd jego nadmiar przeciska się przez zawór dławiący do komory zewnętrznej. Przy obu kierunkach ruchu występuje siła tłumienia zależna od wielkości otworu w kryzie zaworu dławiącego oraz od prędkości ruchu.

Oprócz rurki zaworu dławiącego tłumik ma drugą rurkę z zaworem upustowym umieszczoną w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny zaworu dławiącego. Zawór upustowy ma na celu wyłączenie tłumika przy zbyt szybkich ruchach, przez co chroni go przed nadmiernymi siłami. Zawór ten powinien być wyregulowany tak, aby otwierał się przy nadciśnieniu 66 kG/cm^2 w tłumiku poziomym i przy nadciśnieniu 60 kG/cm^2 w tłumiku pionowym. Wzajemne ruchy tłoka, który za pomocą sworzni jest połączony z belką bujakową i cylindra połączonego z ostoją wózka zmuszają więc olej zawarty w tłumiku do przeciskania się przez specjalne zawory oddzielające przestrzenie olejowe tłumika.

Zależność siły oporu od prędkości ruchu, czyli tzw. charakterystykę tłumika, dobiera się w zależności od podatności sprężyn oraz masy, której drgania trzeba wytłumić.

Tłumienie galopowania i podskakiwania lokomotywy zapewniają podobne do opisanych cztery pionowe tłumiki umieszczone wewnątrz środkowych¹ sprężyn obu belek bujakowych. Tłumiki te za pomocą poduszek gumowych są połączone z belką bujakową (cylinder tłumika) i kołyską (tłok).



Rys. 2-20. Tłumik poziomy
 1 — trzon tłokowy, 2 — cylinder zewnętrzny, 4 — osłona, 5 — zawór tłoka, 6 — zawór cylindra, 7 — rurka zaworu upustowego, 8 — rurka zaworu dławiącego, 9 — komora powietrzna, 10 — filtr siatkowy

Charakterystyczne dane tłumików stosowanych w lokomotywach obu serii są następujące:

	Tłumik pozio- my	Tłumik piono- wy
długość nominalna tłumika [mm]	390,5	421,5
największy skok tłumika [mm]	± 63,5	± 76,0
prędkość ruchu odpowiadająca sile tłumienia 70 kG [cm/s]	5	1
prędkość ruchu odpowiadająca sile tłumienia 470 kG [cm/s]	20	6,75

Opory przepływu oleju przez kanały tłumika zależą w znacznym stopniu od lepkości oleju. Dlatego też olej do tłumików powinien — w zakresie spotykanych temperatur — odznaczać się małą wrażliwością lepkości na temperaturę.

Olej mineralny, którym napełnia się tłumiki, powinien spełniać następujące wymagania:

lepkość w temperaturze 20°C	4,2°E
lepkość w temperaturze 50°C	1,7°E
maksymalna temperatura zamarzania	-40°C
minimalna temperatura zapłonu	180°C
ciężar właściwy	0,9 $\frac{\text{kG}}{\text{dcm}^3}$
zawartość wody	0%

Tłumiki hydrauliczne powinny być sprawdzane i jeśli trzeba naprawiane przy każdej naprawie lokomotywy. Charakterystykę tłumików sprawdza się na specjalnym stanowisku i wyniki porównuje się z charakterystyką teoretyczną.

Ze względu na ważność tego zagadnienia poświęcono mu więcej miejsca w rozdziale 11.2.

Podczas jazdy na źle utrzymanym torze jak również w razie uszkodzenia tłumików wzajemne wychylenia usprężynowanych zespołów lokomotywy mogłyby osiągnąć niebezpieczne wartości. Aby tego uniknąć, zastosowano gumowe odbijaki.

Wychylenia poprzeczne belki bujawkowej są ograniczone przez gumowe odbijaki umieszczone na wewnętrznej stronie ostojnicy wózka.

Po wyczerpaniu luzu ± 37 mm odbijaki uginają się, odpychając belkę w jej środkowe położenie. Belka bujawkowa nie może wychylić się w górę więcej niż o 18 mm, gdyż tyle wynosi pod obciążeniem statycznym luz, który występuje między nią a ostoją wózka. Wychylenie w dół jest możliwe aż do wyczerpania luzu między górnym talerzem kolumny podpory bocznej pudła a ostoją wózka. Luz ten wynosi 32 mm (w pierwszych lokomotywach EU06 wymienione luzy pionowe belki bujawkowej były sobie równe i wynosiły 25 mm).

W eksploatacji stwierdzono, że trwałe odkształcenie elementów II stopnia usprężynowania wynosi około 7 mm i dlatego w lokomotywach następnych podniesione zostało pudło wraz z belkami bujakowymi względem wózków, co spowodowało podaną zmianę luzów.

Obrót wózka w płaszczyźnie poziomej względem pudła lokomotywy ograniczają odbijaki pudła, które dotykają wewnętrznej powierzchni koła wewnętrznego zestawu wózka. Kąt obrotu jest tak dobrany, że umożliwia lokomotywie przejście przez łuk o promieniu 120 m przy przesuwie bocznym belki bujakowej wynoszącym 50 mm.

Pionowe wychylenia ostoi wózka względem pudła, np. podczas galopowania, mogłyby w pewnych przypadkach osiągać zbyt duże wartości. Zostały one dlatego ograniczone przez zastosowanie czterech odbijaków gumowych przykręconych do wsporników umieszczonych na podłużnicach pudła. Odległość odbijaków od ostoi pudła można regulować podkładkami. Luz między ostoją wózka i odbijakami umieszczonymi na pudle powinien wynosić 20—27 mm.

Pionowe ruchy pudła względem belki bujakowej są ograniczone osiowym luzem między cylindrem sprężyn podpór bocznych a jego gniazdem. Luz ten pod obciążeniem statycznym wynosi 12 mm i o tyle tylko pudło może się zbliżyć do belki bujakowej. Największe kątowne wychylenie pudła względem belki bujakowej odpowiednio może wynosić:

$$\beta_{pb} = \frac{12}{1300 \sin 40^\circ} = 0,0122 \text{ rad} = 0,7^\circ, \text{ wychylenie zaś belki względem}$$

$$\text{wózka: } \beta_{bw} = \frac{18}{1150} + \frac{32-18}{1960} = 0,023 \text{ rad} = 1,3^\circ$$

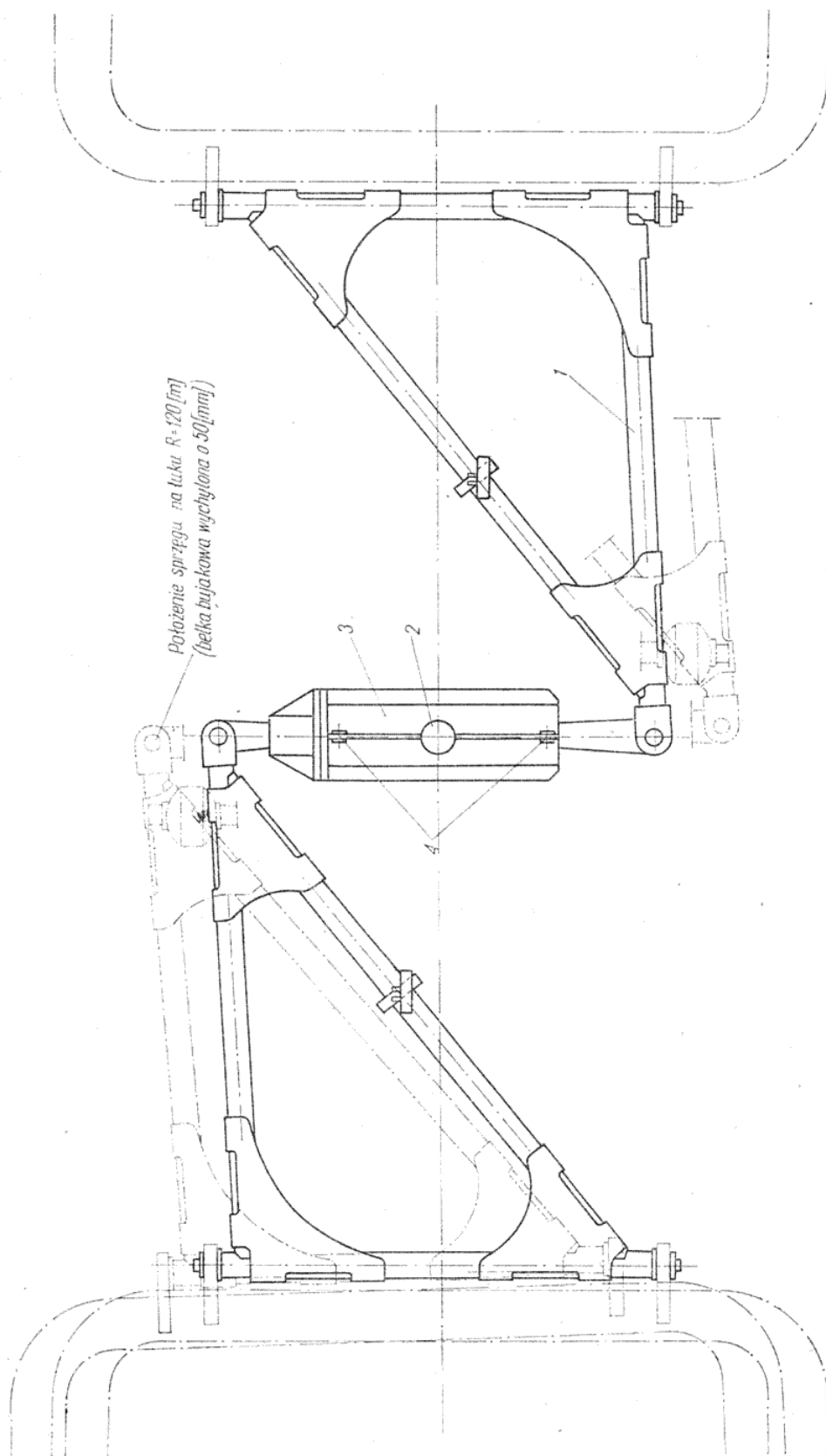
Kąty te jak i odległości wzięte do ich obliczenia pokazano na rysunku 2-17.

2.10. Sprzęg międzywózkowy

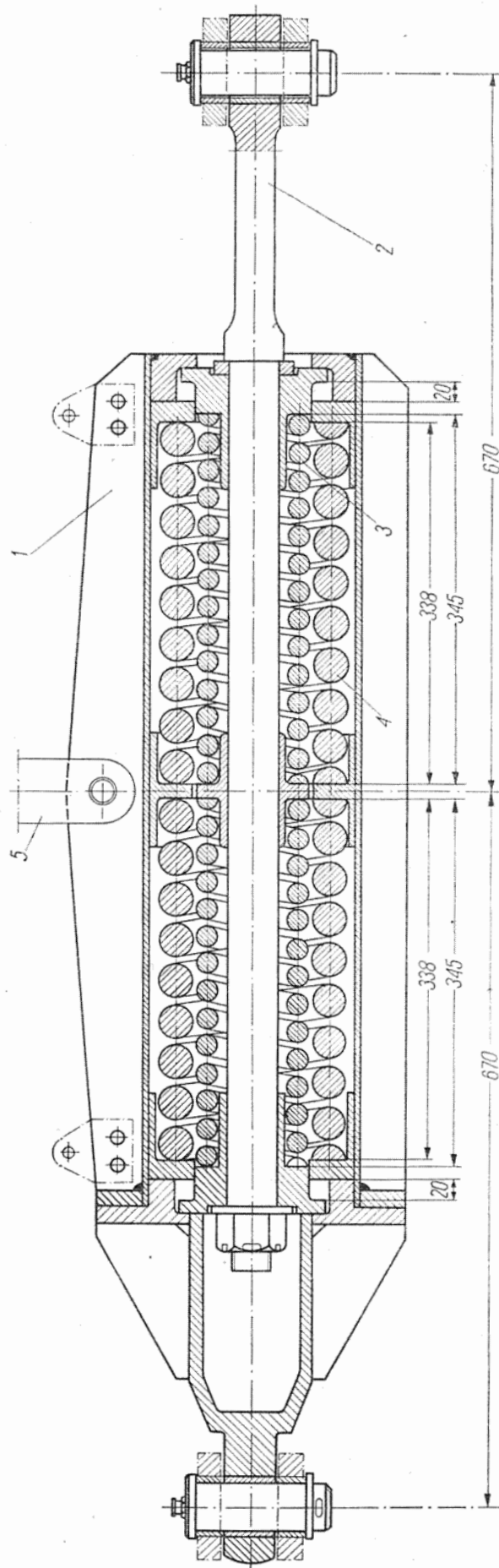
Wózki lokomotyw EU06 i EU07 są połączone ze sobą specjalnym urządzeniem, które w ściśle określonych kierunkach wiąże je z sobą, pozostawiając wózkom swobodę wzajemnych ruchów w pozostałych kierunkach. Urządzenie to nosi nazwę sprzęgu międzywózkowego i służy następującym celom: uzyskaniu dobrych własności biegowych na torze prostym, powiększeniu dopuszczalnej prędkości przejazdu przez łuk oraz zmniejszeniu zużycia obręczy.

Istnieje optymalna podatność sprzęgu, przy której wymienione cechy występują najsilniej, dlatego zarówno charakterystyki sprężyn śrubowych, ich napięcie wstępne jak i największe odkształcenie sprzęgu podlegają sprawdzeniu i regulacji. Zbyt sztywny sprzęg pogarsza własności biegowe na torze prostym. Sprzęg zbyt podatny powoduje niezależne wpisywanie się w łuk obu wózków lokomotywy, co zwiększa niebezpieczeństwo wykolejenia. Rosną wtedy również siły prowadzące między kołami i szyną, co przyspiesza zużycie obrzeży kół.

Sprzęg został tak zaprojektowany, że nie przenosi on ani sił wzdłużnych między wózkami, ani też sił leżących w podłużnej płaszczyźnie pionowej, umożliwiając obu wózkom wzajemną swobodę ruchów w tej płaszczyźnie. Sprzęg międzywózkowy wiąże wózki tylko w kierunku poprzecznej osi lokomotywy. Wzdłuż tego kierunku w granicach swoich odkształceń umożliwia ich wzajemne ruchy, stając się źródłem siły



Rys. 2-21. Sprzęg międzywózkowy
 1 — rama sprzęgu, 2 — amortyzator podwieszenia, 3 — amortyzator poprzeczny, 4 — punkty mocowania linek stalowych



Rys. 2-22. Amortyzator poprzeczny sprężu międzywózkowego
 1 — obudowa, 2 — trzon, 3 — sprężyna wewnętrzna, 4 — sprężyna zewnętrzna, 5 — ucho amortyzatora podwieszenia

sprowadzającej wózki do ich nominalnego, tj. nieodchylnego położenia. Wartość siły zwrotnej zależy od wzajemnego odchylenia wózków i zmienia się od 365 kG w chwili, gdy sprzęg zaczyna się odkształcać (skracać lub wydłużać), aż do 5625 kG, kiedy to odkształcenie osiągnie 120 mm i sprzęg zaczyna pracować jak sztywne połączenie międzywózkowe.

Sprzęg międzywózkowy pokazany na rysunku 2-21, składa się z dwóch poziomych trójkątnych ram oraz poprzecznego amortyzatora sprężynowego, który łączy swobodne wierzchołki obu ram. Jeden z boków spawanej z rur trójkątnej ramy jest łożyskowany obrotowo w wspornikach czołownicy. Przeciwległy temu bokowi wierzchołek ramy jest zakończony rozwidlonym uchem, które za pomocą sworznia jest połączone z końcówką trzona amortyzatora. Wierzchołek drugiej ramy jest połączony podobnie z końcówką obudowy amortyzatora.

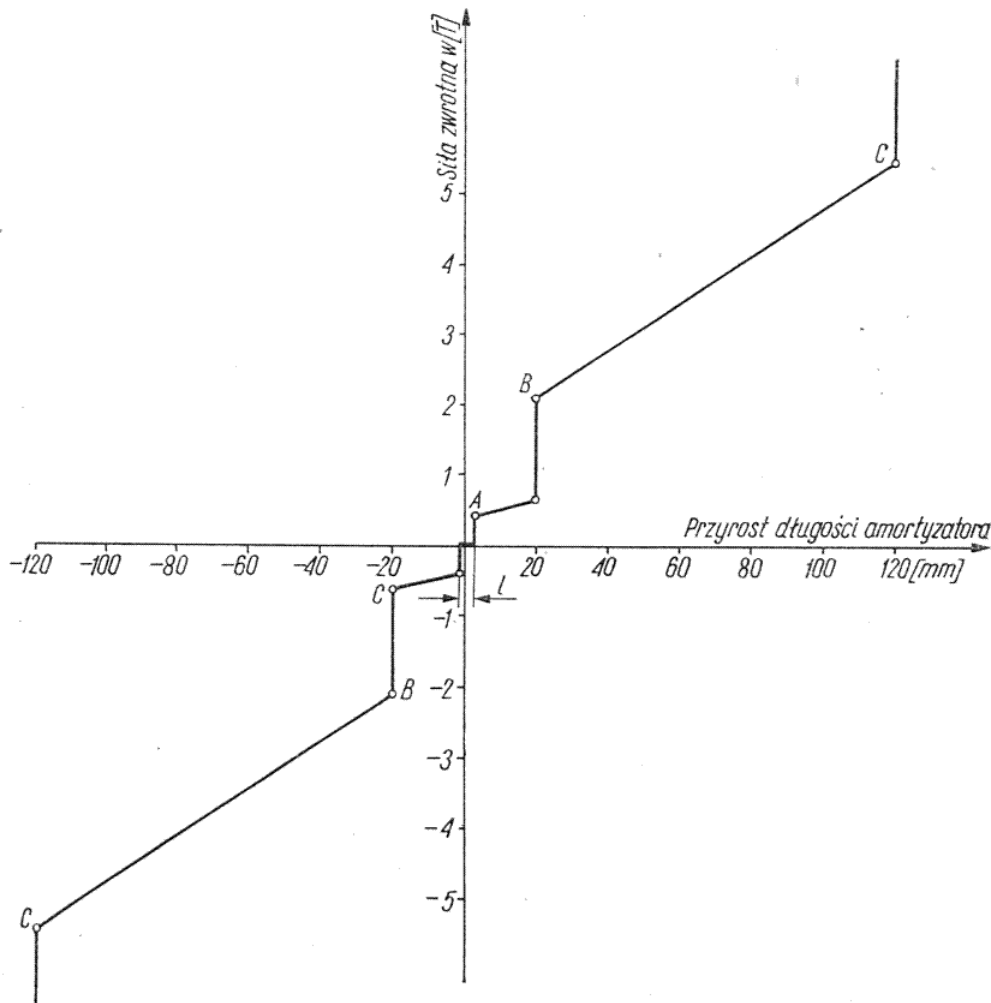
Obie ramy i łączący je amortyzator są utrzymywane w poziomym położeniu przez specjalne pionowe cięgło, które łączy je z pudłem lokomotywy. Cięgło to, tzw. amortyzator podwieszenia, ma sprężynę, której długość może być regulowana. Na rysunku 2-22 pokazano poprzeczny amortyzator spręży-

nowy. Najważniejszymi jego elementami są dwie pary sprężyn. Dwie szeregowo ustawione sprężyny wewnętrzne współpracują równolegle

z dwiema szeregowymi sprężynami zewnętrznymi. Najważniejsze dane charakteryzujące te sprężyny są następujące:

	Sprężyna wewnętrzna	Sprężyna zewnętrzna
średnia średnica nawinięcia [mm]	83	141
średnica drutu [mm]	20	32
liczba zwojów pracujących	12,5	8
długość w stanie nieobciążonym [mm]	361	370
długość pod obciążeniem wstępnym [mm]	345	338
długość pod obciążeniem maksymalnym [mm]	285	288
		(zblokowana)
obciążenie wstępne [kG]	365	1520
obciążenie maksymalne [kG]	1725	3900
		(zblokowana)
podatność sprężyny [mm/T]	44	21

Na rysunku 2-23 pokazano przebieg zmiany siły zwrotnej w zależności od odkształceń amortyzatora.



Rys. 2-23. Charakterystyka amortyzatora poprzecznego

A — początek ugięcia sprężyn wewnętrznych, B — początek ugięcia sprężyn zewnętrznych, C — zblokowanie sprężyn amortyzatora, l — luz montażowy

3

NADWOZIE LOKOMOTYWY

3.1. Ogólna charakterystyka nadwozia

Nadwozie lokomotywy składa się z dwóch zasadniczych zespołów, a mianowicie z ostoi i pudła, połączonych ze sobą za pomocą spawania w jedną sztywną całość. Nadwozie spełnia ważną rolę, a mianowicie: przenosi siły z podwozia na pociąg, dostarcza pomieszczenia dla maszyn i urządzeń sterujących ruchem pociągu oraz chroni załogę przed wpływami atmosferycznymi. Nadwozie lokomotywy pośredniczy w przekazywaniu sił wzdłużnych między pociągiem i podwoziem i jest poddane działaniu sił pochodzących od współpracy zestawów z torem. Wreszcie nadwozie jest obciążone ciężarem umieszczonych w nim maszyn i wyposażenia, które w dodatku stają się źródłem znacznych sił bezwładności przy każdym gwałtownym wychyleniu pudła. Trzeba również pamiętać o siłach oporu powietrza, które przy większych prędkościach jazdy lokomotywy należy również brać pod uwagę.

Przede wszystkim jednak nadwozie jest przystosowane do przeniesienia dużych obciążeń czołowych, co sprawdza się w czasie próby na ściskanie, kiedy to nadwozie poddaje się działaniu siły 200 T, przyłożonej do zderzaków.

Ochrona załogi i wyposażenia przed zmiennymi warunkami atmosferycznymi wymaga, aby nadwozie odznaczało się szczelnością i dobrą izolacją cieplną oraz dźwiękochłonna. Wewnętrzny układ pomieszczeń lokomotywy powinien umożliwiać załodze wygodny i bezpieczny nadzór nad pracą maszyn i urządzeń. Podane wymagania dobrze spełnia nadwozie lokomotyw EU06 i EU07.

3.2. Ostoja nadwozia

Ostoję stanowi płyta utworzona ze spawanych z sobą skrzyń, dzięki czemu obok znacznej lekkości odznacza się ona dużą sztywnością i wytrzymałością, zarówno przy obciążeniach pionowych jak i poziomych. Zasadnicze elementy ostoi to dwie skrzynie podłużne połączone dwiema czołowymi skrzyniami poprzecznymi oraz dwiema belkami pośrednimi. Belki te są nazywane belkami skrętowymi i służą do mocowania czopów skrętu. Wewnątrz tych belek znajdują się kanały doprowadza-

Tablica 3-1

Najważniejsze wymiary i ich tolerancje dla ostoi pudła lokomotywy

Oznaczenie wymiaru	Wartość wymiaru i tolerancja [mm]	Oznaczenie wymiaru	Wartość wymiaru i tolerancja [mm]
X_1	$X+^3_0$	$N=N_1$	14375 ± 8
X_2	$X-^0_3$	$N-N_1$	± 6
A	$X+475$	$a=a_1$	1445
$A_{pr}-A_L$	± 2	$a-a_1$	± 4
h	780	b	2890 ± 3
$h_{pr}-h_l$	$\pm 0,5$	$C=C_1$	1345
L_1-L	± 6	$C-C_1$	± 4
M	8550 ± 5		

jące powietrze chłodzące do silników trakcyjnych. Ostoja jest wyposażona również w odpowiednie kanały i przejścia, w których są umieszczone przewody elektryczne i powietrzne, jak również ma ona specjalne wnęki, w których mieszczą się elementy hamulca ręcznego. Wnętrze skrzyń ostoi jest malowane farbą antykorozyjną, po czym skrzynie te pokrywa się od góry i od dołu blachą i spawa w jedną całość.

Czołownice ostoi mają zewnętrzne powierzchnie przystosowane do mocowania zderzaków i haka ciągowego. W obszarze belek skrętowych wykonano w podłużnicach po dwa gniazda dostępne od zewnątrz, w które wkłada się specjalne łapy służące do podnoszenia pudła.

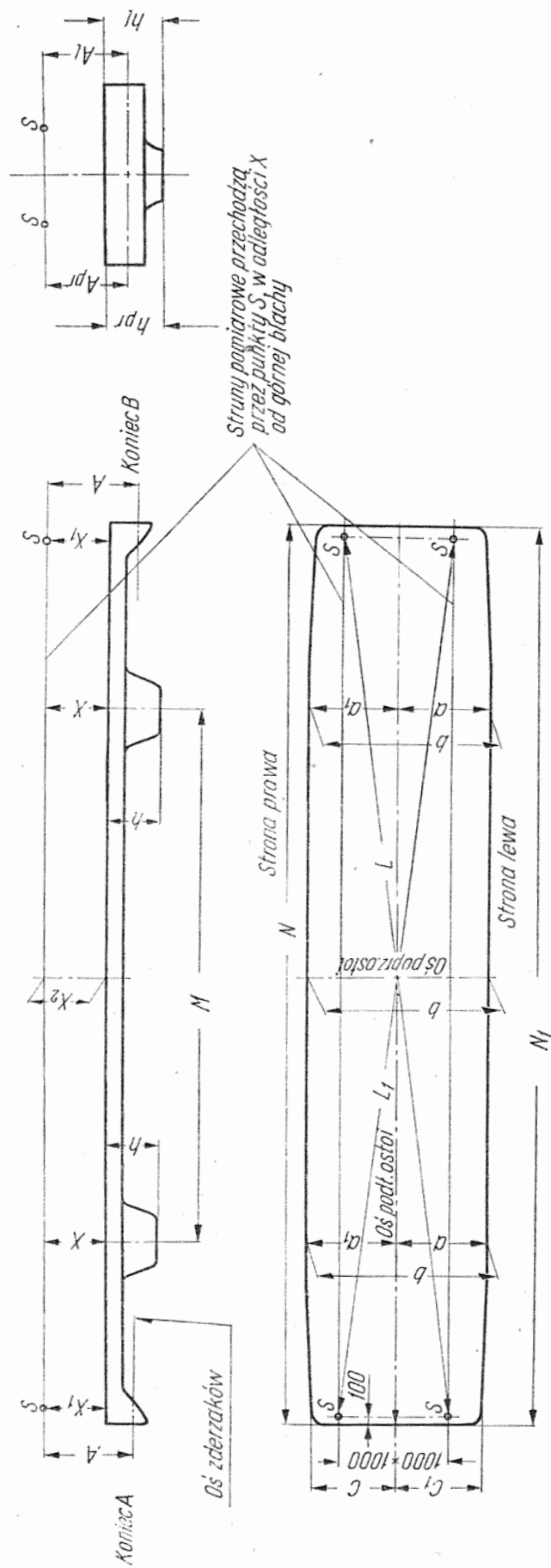
Zasadnicze wymiary ostoi i ich dopuszczalne odchyłki podano na rysunku 3-1 i w tablicy 3-1.

3.3. Pudło lokomotywy

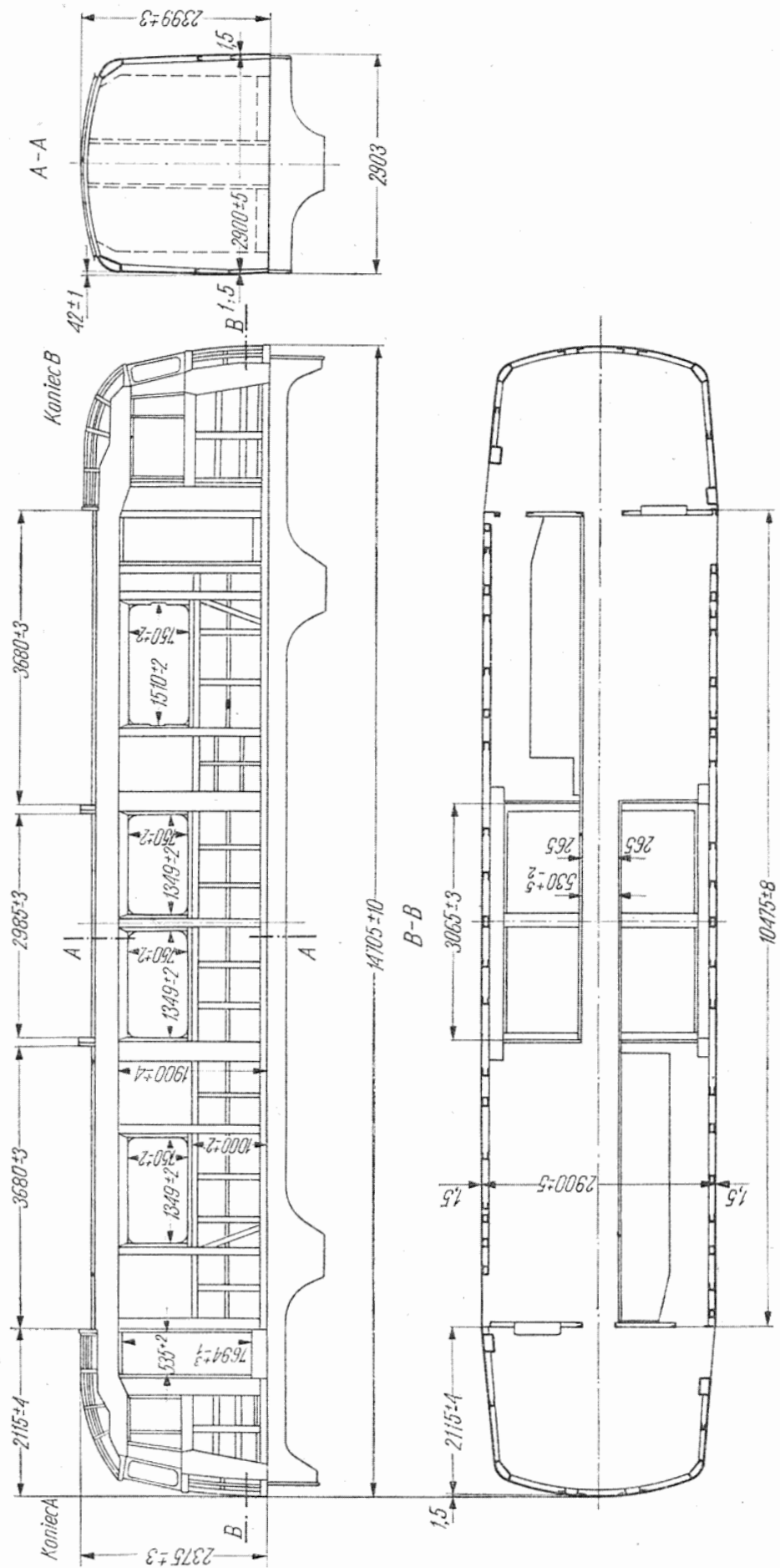
Pudło składa się z następujących podstawowych zespołów:

- dwóch kabin maszynisty,
- ścian bocznych i działowych,
- dachu oraz okien, drzwi, podłogi itp.

Kabina ma postać skorupowej konstrukcji, której szkielet stanowią gięte ze stalowej blachy kształtowniki, łączone ze sobą za pomocą spawania. Szkielet jest pokryty blachą poszyciową, zarówno od zewnątrz jak i od wewnątrz. Na rysunku 3-2 pokazano szkielet pudła oraz jego najważniejsze wymiary.



Rys. 3-1. Ostoja pudła lokomotywy z najważniejszymi wymiarami i ich tolerancjami



Rys. 3-2. Szkielet nadwozia lokomotywy z najważniejszymi wymiarami i ich tolerancjami

Przestrzeń zawarta między blachami jest wypełniona materiałem izolującym cieplnie wnętrze kabiny od otoczenia. W przedniej części kabiny przewidziano gniazda dla projektorów (reflektorów). Podobnie są zbudowane szkielety ścian bocznych, które mają postać lekkiej kratowej konstrukcji spawanej z prętów o profilach giętych z blachy stalowej. Między blachami poszyciowymi, które pokrywają z dwóch stron szkielet, są umieszczone płyty izolacyjne. W bocznych ścianach pudła znajdują się także skrzynie piasecznic oraz ich komory wyspowe.

Ściany oddzielające kabiny maszynisty od przedziałów maszynowych oraz ściany oddzielające przedział oporników od przedziałów maszynowych są wykonane z cienkich kształtowników oraz blach aluminiowych połączonych ze sobą za pomocą nitowania. Dachy nad kabinami stanowią z nimi jedną całość, natomiast trzy segmenty dachu nad przedziałami maszynowymi, wysokiego napięcia i oporników są odejmowalne. Szkielet dachu, podobnie zbudowany jak szkielet ścian bocznych i kabin, jest wypełniony materiałem izolacyjnym i posyty obustronnie blachą. Materiałem izolacyjnym jest niepalny styropian (nad kabinami) oraz wata szklana impregnowana żywicą fenolową (nad przedziałem oporników). Na dachach znajdują się wsporniki służące do umocowania pomostów oraz urządzeń elektrycznych. Na dachu środkowym są zamontowane wywietrzniki żaluzjowe. Wokół całego dachu lokomotywy znajduje się rynna ściekowa.

Każda z kabin maszynisty ma 3 stałe okna czołowe ze szkła hartowanego, przy czym dwa z nich są zaopatrzone w wycieraczki pneumatyczne. Ponadto w bocznych ścianach kabiny maszynisty znajdują się po 1 oknie stałym i jednym opuszczanym. Na zewnątrz kabiny umieszczono szybki wiatrochronne.

Okna w przedziałach maszynowych są wykonane jako stałe i osadzone bezpośrednio w szkielecie ścian bocznych za pomocą specjalnych uszczelek gumowych.

Drzwi wejściowe zewnętrzne są wyposażone w okna opuszczane. Również w drzwiach przedziałowych są umieszczone małe okienka okrągłe, umożliwiające kontrolę pracy urządzeń z kabiny maszynisty.

3.4. Ogólne wymagania dotyczące montażu nadwozia

Jak już wspomniano, konstrukcję nadwozia można uważać za samonośną, gdyż nie tylko ostoja przenosi obciążenia, ale również biorą w tym udział kabiny, ściany i częściowo dachy. Jednakże warunkiem uczestniczenia pudła w pracy ostoi jest właściwie przeprowadzony montaż tych zespołów. Chodzi o to, aby tak przeprowadzić montaż ostoi z pudłem w jedną całość, ażeby w jego wyniku powstały w nadwoziu naprężenia wstępne przeciwnego znaku niż te, które powstaną w czasie pracy lokomotywy. Umożliwi to zredukowanie naprężeń maksymalnych, a więc i zmniejszenie ciężaru nadwozia.

- Stosuje się następującą kolejność głównych operacji montażowych:
- wygięcie ostoi wypukłością ku górze, aż do uzyskania strzałki ugięcia (w środku) wynoszącej 6,5 mm,
 - spawanie w tym położeniu szkieletów kabin i ścian bocznych z ostoją oraz nitowanie ścian bocznych z kabinami,
 - obciążenie ostoi ciężarami odpowiadającymi pod względem masy i rozmieszczenia rzeczywistym maszynom i urządzeniom, które będą ustawione w pudle,
 - spawanie blach zewnętrznych, pokrywających kabiny i ściany boczne,
 - spawanie blach wewnętrznych pokrywających kabiny i ściany boczne,
 - zdjęcie ciężarów.

3.5. Wyposażenie wnętrza lokomotywy

Na rysunku 3-3 pokazano rozmieszczenie najważniejszych urządzeń w pudle lokomotywy.

Przednią część kabiny maszynisty zajmuje pulpit sterowniczy, wykonany z tworzyw sztucznych. Aparaty i urządzenia umieszczono w pulpicie w sposób zapewniający wygodną obsługę i obserwację ich wskaźników. Nastawnik jazdy jest umieszczony w położeniu pochylonym, co stwarza dogodne warunki dla obsługi urządzeń przez siedzącego maszynistę. Po prawej stronie maszynisty umieszczono w pulpicie główny zawór hamulcowy maszynisty. Dodatkowy zawór hamulcowy jest umocowany na specjalnym wsporniku po prawej stronie fotela maszynisty pod oknem. Poniżej znajduje się zawór nagłego hamowania.

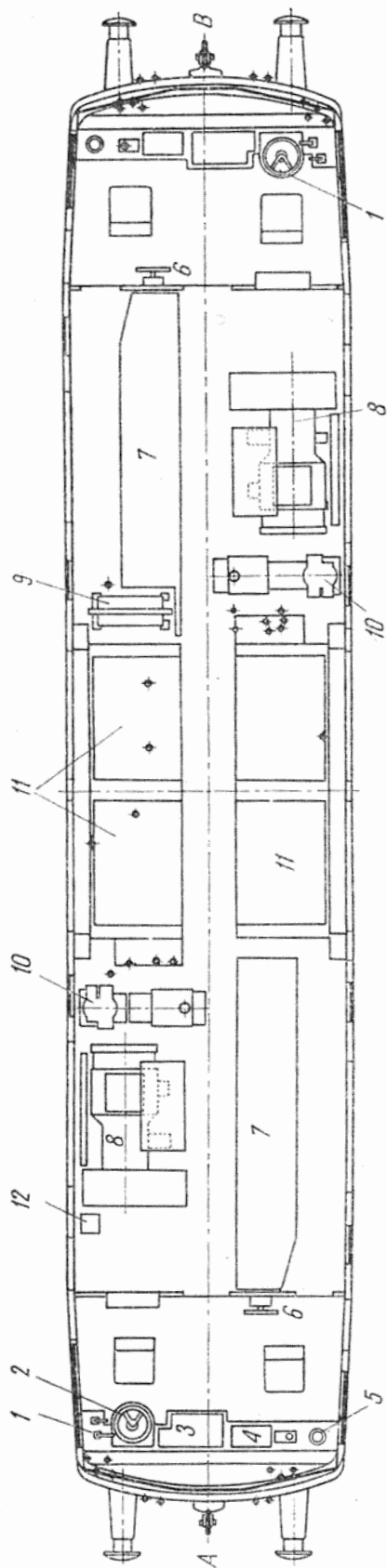
Na pulpicie umieszczono ponadto przycisk czujności oraz lampkę sygnalizacyjną SHP. Pod pulpitem przy nastawniku znajduje się przycisk nożny piasecznicy oraz przycisk odblokowania umożliwiający napełnienie układu hamulcowego po hamowaniu nagłym.

W pulpicie są zainstalowane również 2 zawory uruchamiania syreny, przełącznik hamulca i przycisk hamulca przeciwpoślizgowego. Oprócz tego w pulpicie są wmontowane przyciski i przełączniki elektryczne, elektryczne przyrządy pomiarowe oraz manometry przewodu głównego, zbiorników głównych oraz cylindrów hamulcowych. Przed pulpitem umieszczono szybkościomierz (prędkościomierz).

W pulpicie znajduje się również kuchenka elektryczna oraz mała szafka.

Na tylnej ścianie umieszczono koło hamulca ręcznego wraz ze wskaźnikiem położenia, buczek ostrzegawczy SHP, a w przedziale A — aparat główny SHP (w lokomotywie EU07).

Podłoga w kabine maszynowej ma klapy wyjmowane, umożliwiające dostęp w razie konieczności do znajdujących się pod podłogą kanałów kablowych lub rur. Kanały kablowe wykonane z tworzyw sztucz-



Rys. 3-3. Rozmieszczenie urządzeń w pudle lokomotywy

1 — nastawnik jazdy, 2 — zawory maszynisty, 3 — pulpit sterowniczy, 4 — tablica wyłączników samoczynnych, 5 — kuchenka, 6 — koło hamulca ręcznego, 7 — szafy wn, 8 — przetwornice z wentylatorami silników trakcyjnych, 9 — wyłącznik szybki, 10 — zespół sprzężarkowy, 11 — blok oporów rozruchowych, 12 — skrzynka z przekaźnikami układu SHP (tylko dla lok. EU07)

nych są przymocowane do górnych blach poszycia ostoi. Podłoga przy nastawniku jest wykonana w postaci odchylnych klap.

Kabina jest ogrzewana grzejnikami elektrycznymi niskiego napięcia w lokomotywach EU06 i w lokomotywach EU07 od numeru 1—10. W lokomotywach EU07 powyżej nr 10 zastosowano grzejniki zasilane wysokim napięciem.

Przez środek lokomotywy biegnie korytarz ciągnący się od ściany tylnej kabiny maszynisty A do ściany kabiny B. Po obu stronach korytarza jest rozmieszczona aparatura i maszyny elektryczne. Po wejściu z kabiny maszynisty do przedziału maszynowego znajduje się po prawej stronie przedział wysokiego napięcia. Wejście do przedziału wn odbywa się przez oddzielne drzwi z kabiny maszynisty. Od strony korytarza przedział wn jest zamknięty osłonami wykonanymi z blach. Osłony te są dodatkowo zabezpieczane przez układ dźwigni blokujących. Również drzwi wejściowe do przedziału wn są blokowane odpowiednim układem dźwigni. Otwarcie tych drzwi lub zdjęcie osłon jest możliwe dopiero po opuszczeniu pantografu.

Wzdłuż całego korytarza wykonano specjalny pomost, umożliwiający swobodne poruszanie się w lokomotywie. Pomost ten dochodzi również do progów drzwi wejściowych z zewnątrz lokomotywy. Pod pomostami tymi znajdują się kanały kablowe wykonane z tworzyw sztucznych.

Środkowa część pudła lokomotywy zajmuje przedział oporników rozruchowych, oddzielony od obydwóch przedziałów maszynowych ścianami działowymi (bez drzwi). Osłony przedziału oporników od strony korytarza są blokowane układem dźwigni zabezpieczających, połączonym z układami blokującymi.

W ogólnie dostępnym przedziale maszynowym znajdują się po stronie A:

- sprężarka główna,
- przetwornica pierwsza wraz z dmuchawą do chłodzenia silników trakcyjnych,
- szafa niskiego napięcia nr 1,
- rama z urządzeniami pneumatycznymi A,
- skrzynka przekaźników SHP (tylko w lokomotywie EU07),
- orurowanie powietrzne i elektryczne,

po stronie B

- druga sprężarka główna,
- sprężarka pomocnicza,
- przetwornica druga wraz z dmuchawą do chłodzenia silników trakcyjnych,
- szafa niskiego napięcia nr 2,
- rama z urządzeniami pneumatycznymi B,
- orurowanie powietrzne i elektryczne.

W skład każdego agregatu sprężarkowego wchodzi elektryczny silnik napędowy i sprężarka 2-stopniowego działania typu 2EC-72A w lo-

komotywie EU06 oraz sprężarka S2P-115-3E/4 w lokomotywie EU07. W układzie ssącym każdej sprężarki znajduje się filtr powietrza oraz przeciwzamarzacz alkoholowy.

Wszystkie rurociągi są przyłączone do głównej sprężarki węzami elastycznymi, likwidującymi przenoszenie się powstających drgań. Chłodnica międzystopniowa jest przyłączona w ten sam sposób. Znajduje się ona pod podwoziem lokomotywy, w środkowej jego części.

Sprężone powietrze ze sprężarek jest kierowane przez odpylacze i odoliwiacz do układu 3 zbiorników głównych, zawieszonych pod podwoziem lokomotywy w części między wózkami, skąd powietrze czerpie się do układów powietrznych hamulcowych i pomocniczych. W różnych punktach układów powietrznych umieszczono zawory do regularnego odwadniania układów, obsługiwane przez personel. Dane dotyczące sprężarek zamieszczono w rozdziale 2.4.7.

Agregat sprężarkowy pomocniczy składa się z silnika napędowego zasilanego z baterii akumulatorów i sprężarki BPO w lokomotywie EU06 oraz sprężarki typu KP1 w lokomotywie EU07. Służy on do podnoszenia pantografu podczas uruchamiania lokomotywy. Sprężarka wyłącza się samoczynnie po osiągnięciu nadciśnienia 3 kG/cm^2 w obwodzie.

Wirnik dmuchawy do chłodzenia silników trakcyjnych jest umocowany na osi przetwornicy. Obudowa dmuchawy łączy się bezpośrednio z wlotem do kanału powietrznego umocowanego w ostoi pudła.

Na ramie urządzeń pneumatycznych A są umieszczone następujące urządzenia:

- podwójny zbiornik układu hamulcowego,
- zawór rozrządczy LSt1,
- wyłącznik ciśnieniowy: rozrządu,
 - czuwaka (nagłego hamowania),
 - na przewodzie cylindrów hamowania,
 - szybkościomierza (prędkościomierza),
- zawory ep: piasecznicy,
 - odluźniacza,
 - nastawienia hamulca TOWAROWY OSOBOWY,
 - nastawienia hamulca 2-ZAKRESOWY,
 - hamulca przeciwpoślizgowego,
- oraz wiele kurków odcinających, zawór zwrotny, filtry itp.

Na ramie urządzeń pneumatycznych B są umieszczone następujące urządzenia:

- zawór ep pantografu,
- kurek 3-drogowy do układu sprężarki pomocniczej,
- kurki 3-drogowe wyboru pantografu,
- wyłącznik ciśnieniowy: pantografu,
 - sprężarek,
 - sprężarki pomocniczej,

zawór redukcyjny,
zbiornik rozrządu,
manometr zbiornika rozrządu,
kurek spustowy zbiornika rozrządu,
zawór zasilająco-zwrotny z filtrem,
oraz wiele kurków odcinających, zawór zwrotny układu sprężarki pomocniczej, filtry itp.

Jak poprzednio opisano, w przedziałach maszynowych znajdują się dmuchawy, których wirniki są osadzone na osiach przetwornic. Ssanie powietrza odbywa się z wnętrza przedziałów maszynowych. W ściany boczne pudła są wbudowane żaluzje ssące, za którymi znajdują się żaluzje obrotowe oraz filtry nasycane olejem, przez które powietrze dostaje się z zewnątrz do wnętrza pudła. Powietrze sprężone przez dmuchawę jest kierowane przez kanał znajdujący się w ostoi oraz miechy skórzane do silników trakcyjnych, skąd uchodzi na zewnątrz.

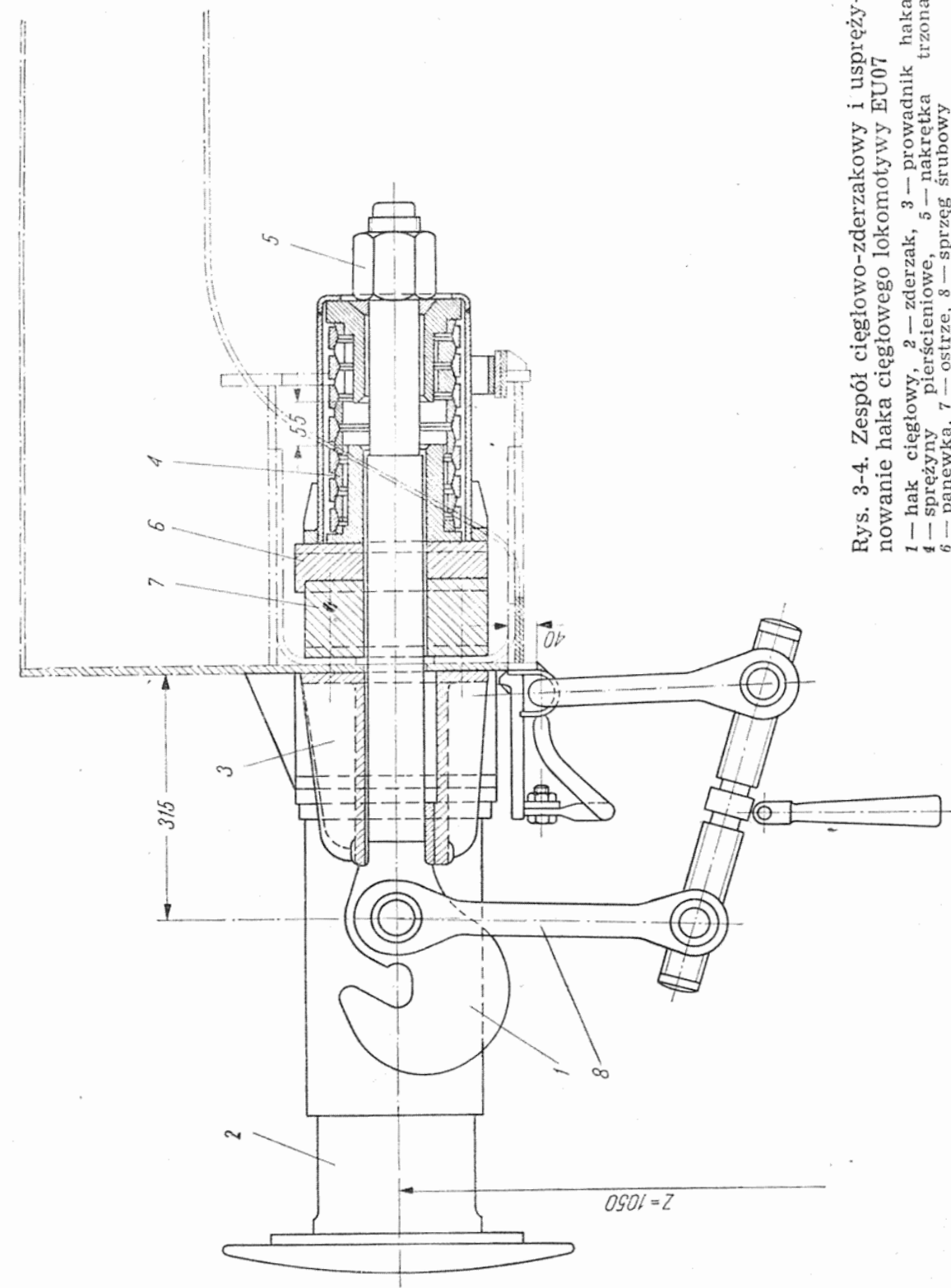
Pod każdym zespołem oporników rozruchowych znajduje się wentylator osiowy, którego wirnik jest osadzony na osi ustawionego pionowo silnika napędowego. Przedział oporników jest chłodzony przez 4 znajdujące się tam wentylatory. Ssanie odbywa się z zewnątrz lokomotywy przez żaluzje ssące i kanały kierujące. Powietrze po przejściu przez oporniki jest kierowane do kanału wylotowego, który znajduje się w środkowej części dachu.

3.6. Zespół ciąglowo-zderzakowy

Na czołowej belce ostoi pudła są umieszczone dwa zderzaki, a między nimi jest osadzony hak ciąglowy wraz ze sprzęgiem śrubowym. Zadaniem tego zespołu jest połączenie lokomotywy z wagonami, jak również przekazywanie siły pociągowej i sił hamujących.

W czasie przyspieszania i hamowania pociągu, jak również w okresach występowania drgań podłużnych, czyli tzw. szarpania, zespół ciąglowo-zderzakowy przenosi dodatkowe obciążenia, które mogą znacznie przekroczyć największą siłę pociągową. W celu zmniejszenia tych dodatkowych obciążeń hak ciąglowy i zderzaki są połączone z ostoją pudła sprężyscie. W lokomotywie EU07 połączenie to wykonano za pomocą wielokrotnych sprężyn pierścieniowych; w lokomotywie EU06 jedynie zderzaki mają sprężyny pierścieniowe, natomiast hak ciąglowy jest połączony z ostoją za pośrednictwem zespołu płyt gumowych. Wykorzystuje się przy tym ważną cechę sprężyn pierścieniowych, a mianowicie zdolność rozpraszania energii przez tarcie, dzięki czemu szkodliwe ruchy drgające lokomotywy względem pociągu zostają szybko wytłumione.

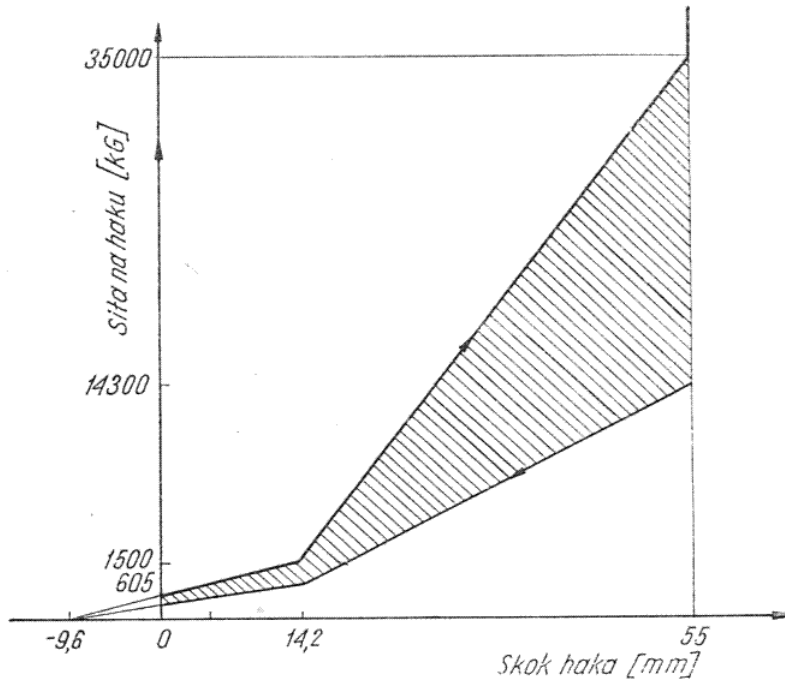
Zderzaki typu 75/35-450 są wykonane zgodnie z normą PN-61/K-88153.



Rys. 3-4. Zespół ciągiwo-zderzakowy i usprężynowanie haka ciągiwego lokomotywy EU07
 1 — hak ciągiwy, 2 — zderzak, 3 — prowadnik haka,
 4 — sprężyny pierścieniowe, 5 — nakrętka trzona,
 6 — panewka, 7 — ostrze, 8 — spręż śrubowy

Hak ciągowy odpowiada normie PN-59/K-88160, a jego nominalne obciążenie wynosi 85 T.

Na rysunku 3-4 i 3-5 pokazano umocowanie haka ciągowego oraz charakterystykę jego usprężynowania w lokomotywie EU07. Zespół sprężyn pierścieniowych opiera się z jednej strony o nakrętkę nakręconą na trzonie haka, z drugiej zaś o płytę, która stanowi panewkę dla pionowego ostrza przymocowanego do czołownicy pudła. Wstępne napięcie sprężyn wciąga hak, który opiera się o czołowe powierzchnie



Rys. 3-5. Charakterystyka usprężynowania haka ciągowego lokomotywy EU07

obudowy. Dzięki ostrzowemu oparciu haka na czołownicy są możliwe jego kątowe wychylenia w płaszczyźnie poziomej.

Wysokość zespołu sprężyn pierścieniowych zależy od tolerancji wykonania pierścieni i zmienia się wraz z postępującym ich zużyciem. Teoretyczna wysokość zespołu w stanie nieobciążonym powinna wynosić 317,6 mm. Wymagane napięcie wstępne tak należy regulować podkładkami, aby po montażu sprężyny były ściśnięte o 9,6 mm. Połączenie haka z ostojnicą jest sztywne dla sił pociągowych mniejszych od 605 kG. Po przekroczeniu tej wartości połączenie haka z ostojnicą jest stosunkowo podatne, gdyż pracują wtedy dwa rozcięte pierścienie wewnętrzne.

W miarę wzrostu siły pociągowej maleje szczelina w rozciętych pierścieniach i przy sile 1500 kG znika całkowicie. Od tej chwili sztywność zespołu sprężyn będzie znacznie większa, gdyż pracują tylko pierścienie nie rozcięte. Gdy siła na haku wzrośnie do 35 000 kG, wówczas ugięcie sprężyn osiągnie wartość 55 mm, to jest tyle, ile wynosił początkowy luz między czołami dwóch tulei prowadzących. Po ich zetknię-

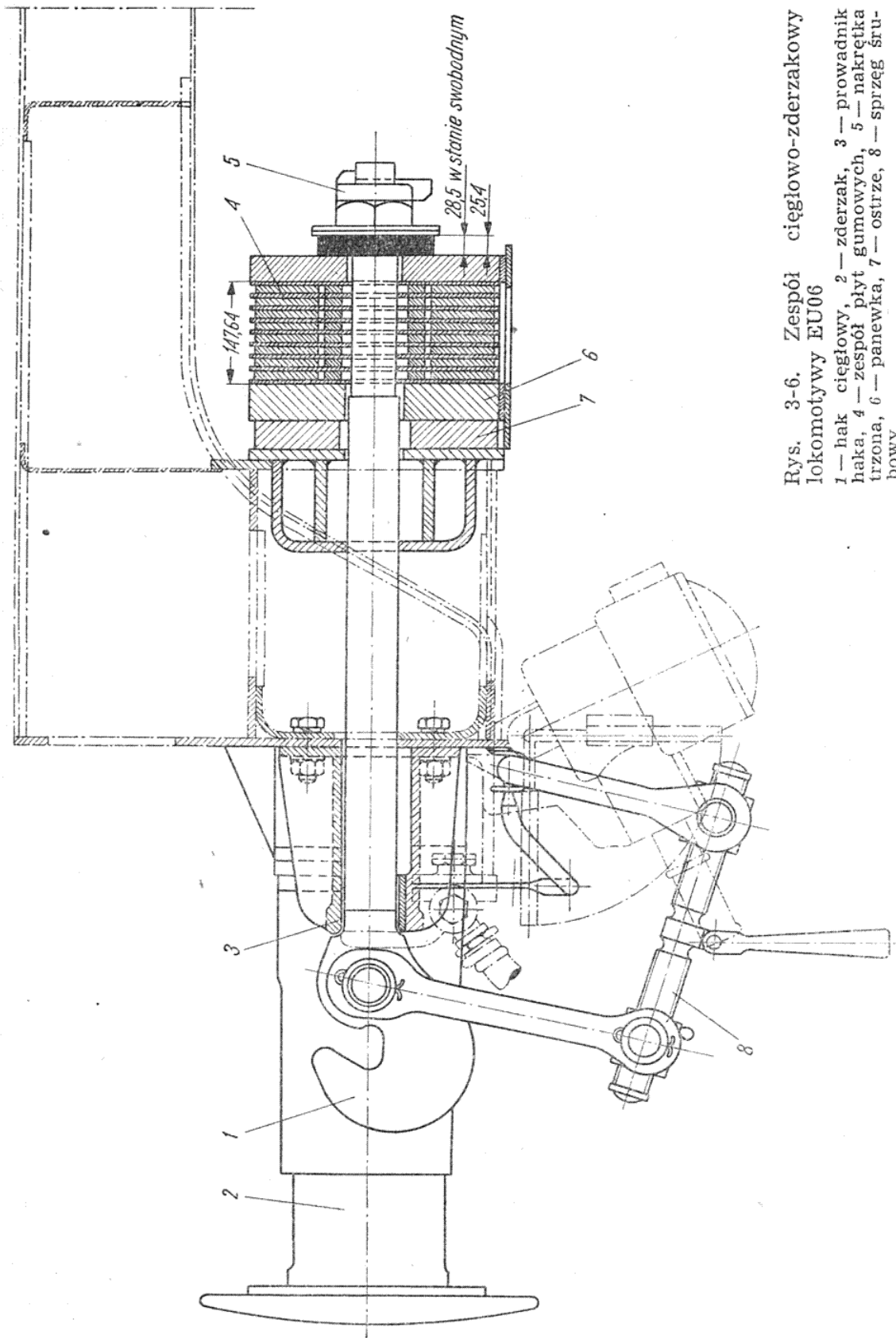
ciu dalsze ugięcie sprężyn jest niemożliwe i połączenie haka z ostoją staje się znowu sztywne.

Siła ciągnąca działająca na hak wywołuje promieniowe odkształcenie pierścieni oraz pokonuje siły tarcia, które przeciwstawiają się względnemu ruchowi tych pierścieni. W okresie narastania siły pociągowej sztywność połączenia haka jest większa, gdyż oprócz siły potrzebnej na odkształcenie pierścieni trzeba dodatkowo przyłożyć siłę pokonującą opory tarcia. Jeśli siła na haku zmniejszy się, to nie od razu rozpoczyna się ruch powrotny zespołu sprężyn. Ruch taki wystąpi dopiero wówczas, gdy napięcie pierścieni pokona nie tylko siłę na haku, ale również siłę tarcia, która zmieniła kierunek i stara się przeszkodzić powrotnemu ruchowi sprężyn.

Charakterystyka usprężynowania haka przy wzroście obciążenia nie pokrywa się więc z jego charakterystyką przy odciążeniu. Powstaje zatem pętla, której pole odpowiada energii rozproszonej przez tarcie. Dzięki opisanej własności połączenia haka z ostożnicą podłużne drgania lokomotywy są skutecznie tłumione. Podobnie jest zbudowane sprężyste połączenie zderzaków z czołownicą pudła.

Właściwa praca zderzaków i zespołu haka w eksploatacji zależy od utrzymywania ich charakterystyk w niezmienionej postaci. Dlatego też należy dbać o to, aby powierzchnie cierne pierścieni oraz tulei prowadzących były stale pokryte smarem stałym, a wstępne ugięcie i skok były zgodne z wymaganymi wartościami.

Na rysunku 3-6 pokazano hak ciągowy i jego sprężyste połączenie z ostoją pudła w lokomotywie EU06. Rolę sprężyn pierścieniowych pełni tutaj zespół 8 prostokątnych płyt gumowych oddzielonych od siebie cienkimi płytami stalowymi. Na trzon haka przechodzący przez otwór w zespole płyt jest nakręcona nakrętka, która przez tylną płytę i podkładkę gumową ściska zespół sprężysty, nadając mu potrzebne napięcie wstępne. Sztywność zespołu zależy nie tylko od jego wymiarów i twardości gumy, ale również od obciążenia. W miarę wzrostu obciążenia zwiększa się siła potrzebna na wywołanie odkształcenia jednostkowego, a więc zwiększa się sztywność zespołu. Tarcie wewnętrzne gumy powoduje, że energia oddana jest mniejsza niż energia dostarczona podczas ściskania zespołu. Wykresem pracy zespołu jest więc pętla, której pole jest miarą tłumienia podłużnych drgań lokomotywy. Charakterystyka zespołu płyt gumowych jest zatem zbliżona do charakterystyki sprężyn pierścieniowych.



Rys. 3-6. Zespól cięgiowo-zderzakowy lokomotywy EU06

1 — hak cięgiowy, 2 — zderzak, 3 — prowadnik haka, 4 — zespól płyt gumowych, 5 — nakrętka trzona, 6 — panewka, 7 — ostrze, 8 — sprzęg sru-bowy

4

INSTALACJA SPRĘŻONEGO POWIETRZA

4.1. Uwagi ogólne

W odróżnieniu od parowozów, w których sprężone powietrze było wykorzystywane wyłącznie dla potrzeb hamulca i piasecznic, we współczesnych lokomotywach elektrycznych instalacja sprężonego powietrza spełnia zadanie znacznie szersze, chociaż pneumatyczny układ hamulca pozostaje w dalszym ciągu jej zasadniczą częścią. Oprócz urządzeń hamulca, sprężone powietrze jest wykorzystywane do uruchamiania oraz zasilania urządzeń pomocniczych i urządzeń rozrządu.

Instalację sprężonego powietrza stanowią: sprężarki, zbiorniki, różnego rodzaju zawory, które są sterowane ręcznie, pneumatycznie lub elektrycznie, kurki odcinające i przełączające, filtry, odwadniacze, odmarzacze, odoliwiacze, elastyczne przewody i sprzęgi łączące oraz rury o różnych średnicach, które rozprowadzają sprężone powietrze do poszczególnych urządzeń. Rury instalacji sprężonego powietrza — są znakowane kolorem niebieskim. Urządzenia instalacji sprężonego powietrza są rozmieszczone zarówno na zewnątrz lokomotywy, jak też w obu kabinach maszynisty i przedziale maszynowym.

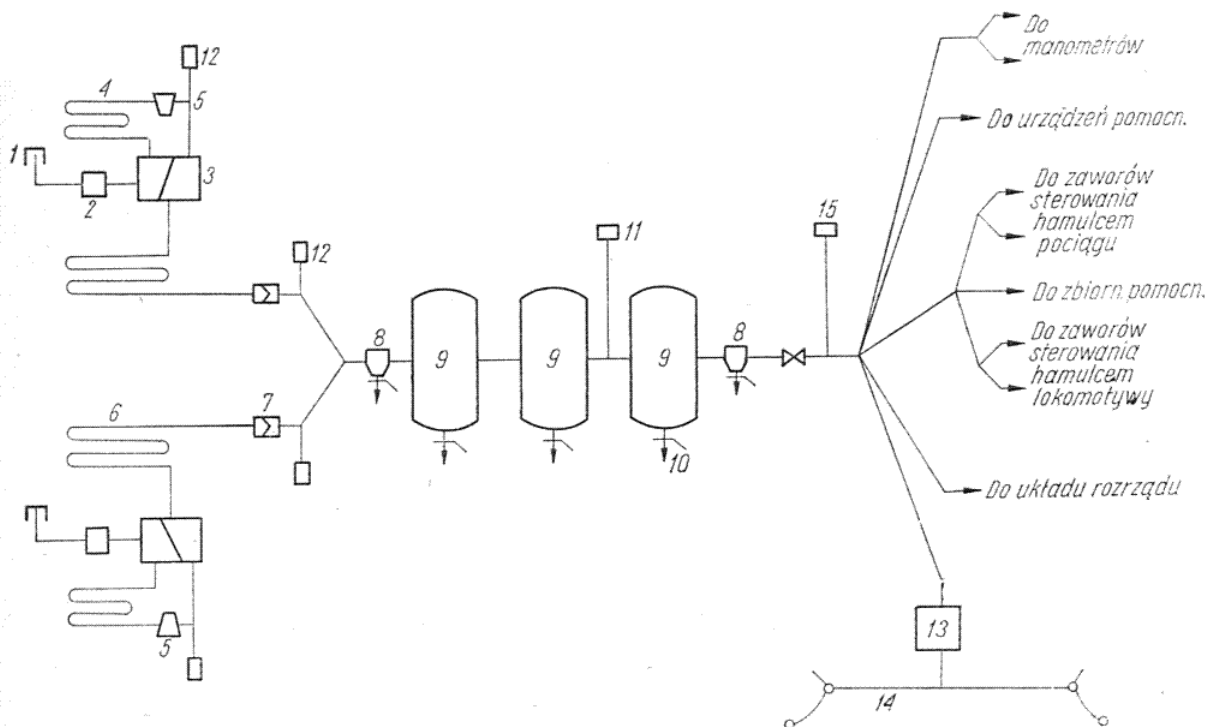
Ich usytuowanie w lokomotywie jest warunkowane zadaniem, jakie mają do spełnienia poszczególne urządzenia, i koniecznością ochrony niektórych zaworów przed wpływami atmosferycznymi.

Schemat całej instalacji podano na rysunku 4-1 (załączonym na końcu książki), a w następnych punktach książki będą omówione wydzielone układy i urządzenia pneumatyczne, służące określonym celom.

Dla ułatwienia konserwacji podano na rysunku 5-7 rozmieszczenie w lokomotywie kurków i filtrów instalacji sprężonego powietrza.

4.2. Układ zasilania

Zadaniem układu zasilania, którego schemat pokazano na rysunku 4-2, jest wytworzenie, gromadzenie i rozprowadzenie sprężonego powietrza do wszystkich miejsc jego poboru. Sprężone powietrze wytwarzają dwie sprężarki, zasysające powietrze z atmosfery. Dla ochrony wszystkich urządzeń pneumatycznych przed wilgocią i zanieczyszczeniami, które znajdują się zarówno w zasysanym powietrzu, jak też powstają podczas



Rys. 4-2. Układ zasilania

1 — filtr, 2 — rozpylacz alkoholowy, 3 — sprężarka, 4 — chłodnica międzystopniowa, 5 — odpylacz, 6 — chłodnica, 7 — zawór zwrotny, 8 — odwadniacz, 9 — zbiorniki główne, 10 — kurki odwadniające, 11 — ciśnieniowy wyłącznik sprężarek, 12 — zawór bezpieczeństwa, 13 — zawór zasilająco-zwrotny, 14 — przewód zbiorników głównych (trakcji ukrotnionej), 15 — ciśnieniowy wyłącznik rozrzędu

sprężania, w układzie zasilania są zainstalowane: chłodnice, rozpylacze alkoholu, filtry, odpylacze, odwadniacze i odoliwacze. Obniżają one zawilgocenie, zaoliwienie i zanieczyszczenie sprężonego powietrza, rozprowadzanego do miejsc poboru.

Tak więc zassane przez filtry ssące powietrze z atmosfery zostaje — po nasyceniu parami alkoholu — w pierwszym stopniu sprężone do nadciśnienia około 3 kG/cm². Następuje przy tym wzrost jego temperatury, która zostaje obniżona w chłodnicy międzystopniowej. Wstępnie sprężone powietrze po przejściu przez odpylacz zostaje na powrót doprowadzone do sprężarki. Po jego dalszym sprężeniu jest tłoczone przez drugą chłodnicę i po przejściu przez zawory zwrotne oraz po odseparowaniu w odoliwaczu zawieszin oliwy jest gromadzone w trzech szeregowo połączonych zbiornikach. Zbiorniki te są nazywane głównymi, a łączna ich pojemność wynosi 810 litrów. Każdy z nich jest zaopatrzony w kurtek odwadniający. Po osiągnięciu w zbiornikach głównych nadciśnienia

8 kG/cm² ciśnieniowy wyłącznik przerywa dopływ prądu do silników sprężarek. Ponowne dopełnianie zbiorników rozpoczyna się po spadku w nich nadciśnienia do 7 kG/cm².

Dla ochrony zbiorników głównych przed nadmiernym wzrostem ciśnienia, jaki mógłby nastąpić w razie uszkodzenia ciśnieniowego wyłącznika, nadmiar powietrza jest odprowadzany na zewnątrz przez dwa zawory bezpieczeństwa, zainstalowane na przewodach doprowadzających sprężone powietrze od sprężarek do zbiorników głównych. Są one nastawione na nadciśnienie 8,5 kG/cm². Dodatkowe dwa zawory bezpieczeństwa, nastawione na nadciśnienie 3,5 kG/cm², są zainstalowane na chłodnicach międzystopniowych i chronią sprężarkę przed przeciążeniem.

Gromadzone w zbiornikach głównych powietrze, po ponownym oczyszczeniu w odoliwiaczu, jest doprowadzane:

- przez zawór zasilająco-zwrotny do przewodu służącego do połączenia układów zasilania dwu lokomotyw sprzęgniętych razem i sterowanych z jednego stanowiska maszynisty; przewód ten nazywany jest przewodem zbiorników głównych lub przewodem trakcji ukrotnionej;
- do zaworów sterowania hamulcem zespolonym pociągu i zaworów sterowania hamulcem lokomotywy, umieszczonych w obu kabinach, oraz przez zawór zwrotny do zbiornika pomocniczego w układzie hamulca;
- do zbiornika rozrządu, który jest zasilany przez zawór redukcyjny;
- do układu urządzeń pomocniczych.

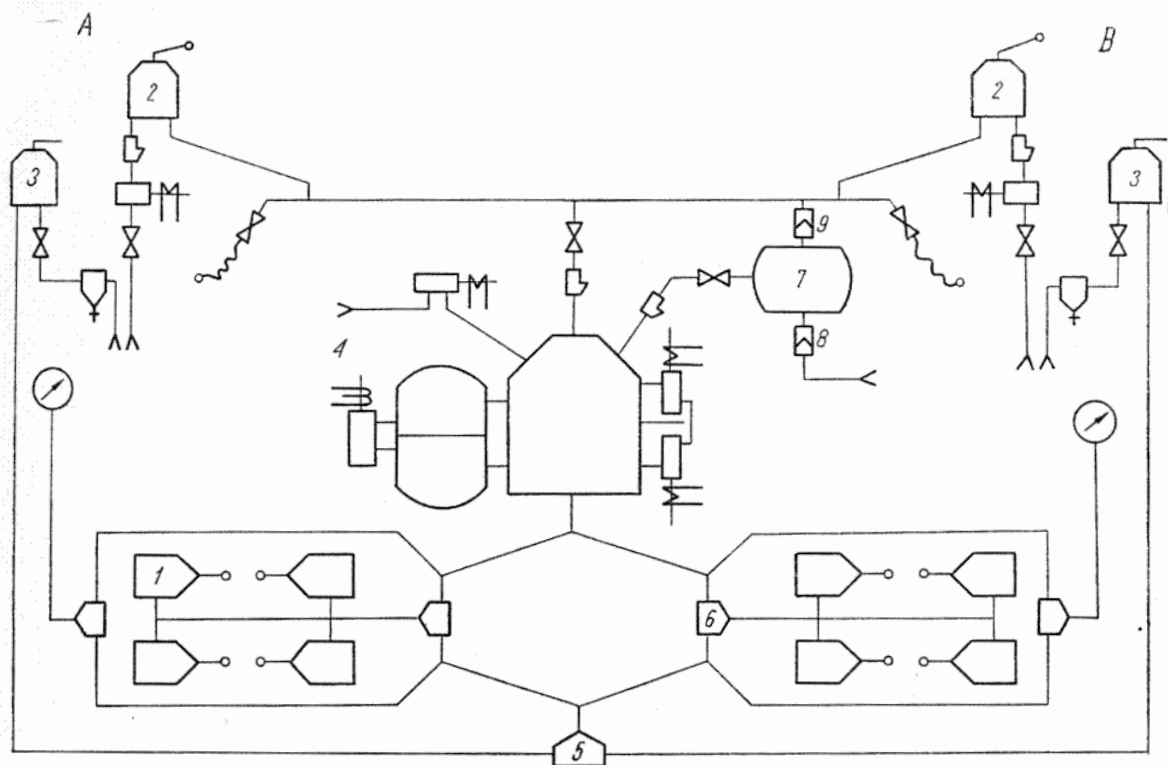
Zasilanie wszystkich tych urządzeń może być przerwane wspólnym kurkiem odcinającym. Przewód zbiorników głównych ułożony wzdłuż pod pudłem lokomotywy jest zakończony kurkami końcowymi i sprzęgami, których główki wykluczają możliwość mylnego połączenia z podobnymi sprzęgami przewodu głównego hamulca.

4.3. Układ hamulca

Schemat układu hamulca pokazano na rysunku 4-3.

Hamowanie lokomotywy odbywa się przez napełnianie sprężonym powietrzem 8 cylindrów hamulcowych, rozmieszczonych po 4 na każdym wózku. Napełnianie, a następnie opróżnianie cylindrów może zostać wywołane jednocześnie z hamowaniem wszystkich pojazdów w pociągu lub tylko dla hamowania samej lokomotywy. Zależnie od potrzeb maszynista steruje więc hamulcem lokomotywy bądź za pomocą zaworu sterowania zespolonym hamulcem pociągu, bądź używając drugiego zaworu, który służy do sterowania hamulcem samej tylko lokomotywy. Zawory te są nazywane głównym i dodatkowym zaworem maszynisty albo zaworem hamulca pociągowego lub samoczynnego i zaworem hamulca dodatkowego lub bezpośredniego.

Cylindry hamulcowe mogą być napełnione i opróżnione również bez użycia tych zaworów, lecz za pomocą przycisku przeciwpoślizgowego hamowania przy rozruchu. Cylindry zostają napełnione także w razie samoczynnego opróżnienia przewodu głównego pociągu. Występuje to po zerwaniu hamulca bezpieczeństwa, rozerwaniu pociągu jak też po zadziałaniu zaworu czuwaka lub zadziałaniu urządzeń samoczynnego hamowania pociągu (SHP). Każda lokomotywa jest wyposażona



Rys. 4-3. Układ hamulca

1 — cylinder hamulcowy, 2 — zawór sterowania zespolonym hamulcem pociągu, 3 — zawór sterowania hamulcem lokomotywy, 4 — zawór rozrządczy z wyposażeniem, 5 — podwójny zawór zwrotny, 6 — podwójny zawór zwrotny na wózku, 7 — zbiornik pomocniczy hamulca, 8 — zawór zwrotny, 9 — zawór zwrotny z dyszą

w urządzenie czuwakowe lub w urządzenia SHP. Do wywołania opróżnienia cylindrów po takim hamowaniu używa się zawsze zaworu sterowania zespolonym hamulcem pociągu. Do opróżnienia cylindrów samej lokomotywy, bez luzowania zespolonego hamulca pociągu, służy odłączniacz, którego przyciski są umieszczone na obu stanowiskach maszynisty. Ponadto na każdym stanowisku są umieszczone zawory nagłego hamowania, umożliwiające maszyniście uruchomienie hamulca pociągu w razie uszkodzenia zaworu sterowania hamulcem zespolonym.

Samoczynność zadziałania zespolonego hamulca pociągu wymaga pośredniego — przez zawory rozrządcze — napełnienia cylindrów hamulcowych, natomiast dla hamowania samej lokomotywy mogą być one napełniane w sposób bezpośredni. W układzie pneumatycznym hamulca lokomotywy można więc wydzielić dwa niezależne obwody. Podczas bezpośredniego napełniania powietrze dopływa do cylindrów przez zawór sterowania hamulcem lokomotywy, nastawiony przez maszynistę na określone ciśnienie, a dalej przewodem do podwójnego zaworu

zwrotnego, który odcina zawór sterowania w drugiej kabinie, następnie przewodem rozgałęzonym do podwójnych zaworów zwrotnych na obu wózkach, gdzie po przesterowaniu tych zaworów i odcięciu obwodu sterowania pośredniego sprężone powietrze zasila cylindry hamulcowe.

Po przestawieniu zaworu sterowania w położenie luzowania opróżnianie cylindrów odbywa się w ten sam sposób, lecz w odwrotnym kierunku, a wypływ powietrza na zewnątrz następuje przez ten zawór.

Ten sposób hamowania stosuje się podczas jazdy samej lokomotywy, lecz może on być stosowany również i wtedy, kiedy przy ruchowym hamowaniu pociągu maszynista uznaje za celowe zwiększenie siły hamowania tylko samej lokomotywy. Zawór systemu Oerlikona typu FD1 różni się zasadniczo od prostych kurków trójdrogowych, stosowanych do tego celu do niedawna niemal powszechnie w pojazdach trakcyjnych różnych rodzajów trakcji. Jego istotną zaletą jest utrzymywanie nastawionego ciśnienia w cylindrach hamulcowych. Nie zapewniały tego stosowane poprzednio kurki, które przestawione po napełnieniu cylindrów w położenie odcięcia nie uzupełniały strat ciśnienia powstających wskutek naturalnych nieszczelności cylindrów i przewodów.

Obsługa zaworu FD1 jest bardzo prosta i polega na przesuwaniu jego rękojeści od położenia skrajnie lewego do położenia skrajnie prawego. W położeniu skrajnie lewym cylindry zostają całkowicie opróżnione, jest to więc normalne położenie rękojeści zawsze wówczas, gdy hamowanie bezpośrednio nie jest stosowane.

Kolejne przesuwanie rękojeści od tego położenia powoduje napełnianie cylindrów powietrzem o coraz większym ciśnieniu, z tym że pozostawienie rękojeści w każdym z tych położen powoduje samoczynne odcięcie zasilania cylindrów z chwilą osiągnięcia nastawionego ciśnienia. Również samoczynnie następuje uzupełnianie spadków ciśnienia w cylindrach.

Częściowe lub całkowite odhamowanie uzyskuje się zbliżając rękojeść do położenia skrajnie lewego lub przestawiając ją od razu w to położenie. Zależnie od wielkości tego przesunięcia następuje większe lub mniejsze obniżenie ciśnienia w cylindrach, które — podobnie jak podczas hamowania — są samoczynnie dopełniane jeśli występują straty nieszczelności. Całkowite odhamowanie bezstopniowe uzyskuje się przez bezpośrednio przestawienie rękojeści od razu w położenie skrajnie lewe. Nazywa się ono położeniem „odhamowania”, podczas gdy położenie skrajnie prawe — położeniem „hamowania pełnego”. Odpowiednią wartość nadciśnienia podczas hamowania pełnego, które dla lokomotywy EU06 wynosi $3,5 \text{ kG/cm}^2$, a dla lokomotywy EU07 $3,7 \text{ kG/cm}^2$ uzyskuje się przez regulację położenia odbijaka oporowego, ustalającego skrajnie prawe położenie rękojeści.

Przy pośrednim napełnianiu cylindrów są one zasilane ze zbiornika pomocniczego, w którym nadciśnienie wynosi 8 kG/cm^2 jeśli lokomotywa jest czynna, albo nadciśnienie 5 kG/cm^2 — jeśli nieczynną lokomotywę przesyła się w składzie pociągu, a jej hamulec jest włączony

do zespolonego hamulca pociągu. Zapewniają to dwa zawory zwrotne, przez które zbiornik pomocniczy jest połączony z układem zasilania i z przewodem głównym. Zasilanie zbiornika pomocniczego z przewodu głównego odbywa się przez dyszę, która ustala czas napełniania zbiornika na 150 sekund.

Zasilanie cylindrów odbywa się przez zawór rozrządczy, który jest połączony również z przewodem głównym i reaguje na zmiany ciśnienia w tym przewodzie, jakie wywołuje maszynista, obsługując zawór sterowania zespolonym hamulcem pociągu. Jeśli w przewodzie głównym następuje spadek ciśnienia, to zawór rozrządczy zostaje przesterowany na hamowanie i łączy zbiornik pomocniczy z cylindrami. Dopływ sprężonego powietrza od zaworu do cylindrów odbywa się wówczas przez umieszczone na wózkach, podwójne zawory zwrotne, które rozdzielają oba obwody napełniania cylindrów. Opróżnianie cylindrów odbywa się również przez zawór rozrządczy, który przesterowany na luzowanie wzrostem ciśnienia w przewodzie głównym łączy cylindry hamulcowe z atmosferą.

Zawór rozrządczy może zostać przesterowany na hamowanie również i wówczas, gdy ciśnienie w przewodzie głównym nie zostało obniżone, a więc hamulec zespolony pociągu nie został uruchomiony. Ma to miejsce jedynie wtedy, kiedy z układu rozrządu zostanie doprowadzone sprężone powietrze do jednej z komór zaworu rozrządczego. Umożliwia to sterowany elektrycznie zawór odcinający, znajdujący się na przewodzie łączącym zawór rozrządczy z układem rozrządu. Otwarcie tego zaworu powoduje maszynista przyciskiem „HAMOWANIA PRZECIWOŚLIZGOWEGO PRZY ROZRUCHU”. Wraz z zamknięciem zaworu następuje odpowietrzenie napełnionej komory zaworu rozrządczego, co z kolei wywołuje jego przesterowanie na luzowanie.

Zadaniem zaworu rozrządczego jest nie tylko pośredniczenie w napełnianiu i opróżnianiu cylindrów hamulcowych, lecz również przystosowanie tych procesów do założonych warunków pracy lokomotywy. Zawór rozrządczy systemu Oerlikona typu LST1 umożliwia:

- szybkie napełnianie i opróżnianie cylindrów stosowane w pociągach osobowych i pospiesznych lub powolne ich napełnianie i opróżnianie stosowane w długich pociągach towarowych; wybór sposobu pracy zaworu uzyskuje maszynista przez ustawienie przełącznika *TOP*, za pomocą którego steruje elektropneumatycznym zaworem odcinającym przelot między wewnętrznymi komorami zaworu rozrządczego;
- samoczynne obniżanie wysokiego ciśnienia w cylindrach, jakie dla zwiększenia hamowności stosuje się w pociągach pospiesznych; następuje to po nastawieniu przełącznika *TOP* w pozycję *P*, kiedy prędkość lokomotywy obniży się do 55 km/h. Zaworem elektropneumatycznym odcinającym przelot między wewnętrznymi komorami zaworu rozrządczego sterują styki szybkościomierza (prędkościomierza),
- stopniowe napełnianie i stopniowe opróżnianie cylindrów, stosowane przy hamowaniach ruchowych, to znaczy wówczas, gdy hamowanie

ma na celu utrzymanie określonej prędkości pociągu, jej chwilowe obniżenie lub powolne, a nie nagłe jego zatrzymanie.

Do sterowania hamulcem pociągu zastosowano w lokomotywie zawór systemu Oerlikona typu FV4a. Sposób działania tego zaworu jest odmienny niż zaworów starszych typów, stosowanych do niedawna w pojazdach trakcyjnych. Dlatego też i sposób obsługi tego zaworu przez maszynistę jest inny, a odmienność manipulacji rękojeści wynika z liczby i układu położeń. Zewnętrzny wygląd zaworu FV4a obrazuje rysunek 4-4, na którym zaznaczono poszczególne położenia rękojeści. Zastosowanie tych położeń jest następujące:

P o ł o ż e n i e O D C I Ę C I A

W tym położeniu następuje całkowite odcięcie przestrzeni zaworu maszynisty, zarówno od układu zasilania, jak też i od układu hamulca. Położenie to stosuje się wówczas, gdy zawór maszynisty nie jest obsługiwany, a więc

- gdy lokomotywa jest nieczynna
- na nieczynnym stanowisku w czynnej lokomotywie albo też
- na obsługiwanym stanowisku lokomotywy pomocniczej podczas prowadzenia pociągu trakcją ukrotnioną.

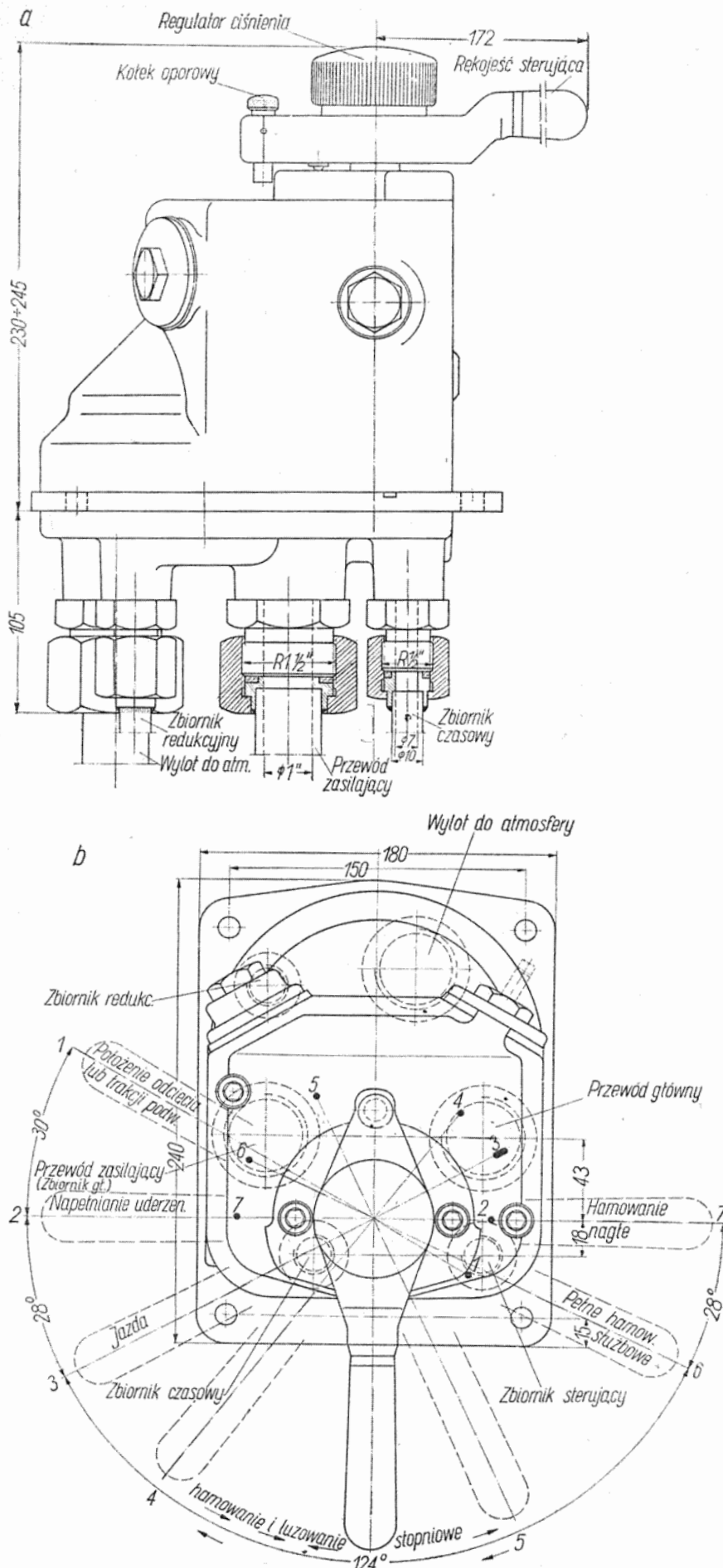
Dlatego też bywa ono także nazywane położeniem ODCIĘCIA lub PODWÓJNEJ TRAKCJI.

Do zapewnienia stabilności rękojeści w położeniu ODCIĘCIA służy kołek, który należy unieść przy przestawianiu rękojeści w to położenie. Opuszczony kołek zabezpiecza przed nieostrożnym przesunięciem rękojeści w sąsiednie położenie ŁADOWANIA, lecz w razie konieczności jej bezpośredniego przestawienia w położenie HAMOWANIA NAGŁEGO kołek należy unieść.

P o ł o ż e n i e Ł A D O W A N I A

W tym położeniu rękojeści przewód główny hamulca pociągu jest ładowany jednorazowym impulsem wysokiego ciśnienia, który trwa około 17 sekund, a następnie ciśnienie ładowania samoczynnie stopniowo maleje. Położenie to stosuje się zarówno dla pierwszego napełniania całkowicie opróżnionego przewodu głównego, jak też dla bezstopniowego luzowania hamulca pociągu, szczególnie wówczas, gdy pociąg jest długi. Impuls wysokiego ciśnienia zapewnia nawet w końcowych wagonach pociągu szybki wzrost ciśnienia w przewodzie głównym, co jest potrzebne do przesterowania na luzowanie zaworów rozrządnych w poszczególnych wagonach. Czas trwania tego impulsu może być każdorazowo skrócony przez przestawienie rękojeści w następne kolejne położenie, tzn. w położenie JAZDY.

Krótkotrwałe ustawienie rękojeści w położenie ŁADOWANIA może być również stosowane do wyluzowania przeładowanych hamulców w poszczególnych wagonach, co zdarza się nieraz przy zmianie lokomotyw prowadzonego pociągu. Następuje wówczas krótkotrwały impuls



Rys. 4-4. Widok ogólny zaworu FV4
 a — widok z boku, b — widok z góry

napełniający, a następnie przewód główny jest dopełniany do nadciśnienia wynoszącego około $5,4 \text{ kG/cm}^2$. Nadciśnienie o tej wartości wystarcza na ogół do przesterowania zaworów rozrządnych przeładowanych hamulców. Obniżenie podwyższonej wartości ciśnienia zasilania przewodu głównego pociągu do wartości ciśnienia roboczego, wynoszącego 5 kG/cm^2 nadciśnienia, następuje samoczynnie wraz ze spadkiem ciśnienia, wskutek naturalnych nieszczelności przewodu głównego. Proces ten przebiega jednak w dostatecznie długim czasie i zawory rozrządne pozostają w stanie luzowania, gdyż ich przesterowanie na hamowanie wymaga określonego tempa spadku ciśnienia w przewodzie głównym.

Ze względu na sposób pracy zaworu typu FV4a w tym położeniu jego rękojeści, położenie to bywa również nazywane położeniem NAPEŁNIANIA UDERZENIOWEGO.

P o ł o ż e n i e J A Z D Y

Przy tym położeniu rękojeści przewód główny pociągu jest zasilany sprężonym powietrzem tylko do wartości nadciśnienia roboczego, tzn. do 5 kG/cm^2 . Położenie to stosuje się przede wszystkim podczas jazdy pociągu bez hamowania w celu uzupełnienia strat nieszczelności przewodu głównego, a więc do utrzymywania hamulca w stanie gotowości do wywołania w razie potrzeby hamowania pociągu. Stąd też pochodzi nazwa tego położenia.

W położenie JAZDY przestawia się rękojeść również wówczas, gdy po słabym stopniowym hamowaniu ma nastąpić bezstopniowe odhamowanie pociągu.

Najczęściej jednak przestawienie rękojeści w położenie JAZDY następuje po uprzednim jej utrzymywaniu w położeniu ŁADOWANIA. Taka manipulacja umożliwia z jednej strony wykorzystanie impulsu wysokiego ciśnienia, a z drugiej strony umożliwia osiągnięcie ciśnienia roboczego bez uprzedniego przeładowania przewodu głównego.

P o ł o ż e n i e H A M O W A N I A i L U Z O W A N I A S T O P N I O W E G O

Między położeniem JAZDY i położeniem HAMOWANIA NAGŁEGO znajduje się kilka położzeń rękojeści. Służą one do stopniowego obniżania ciśnienia w przewodzie głównym, co następuje przy kolejnym oddalaniu rękojeści od położenia JAZDY, oraz do stopniowego podwyższania obniżonego ciśnienia w przewodzie głównym, co następuje przy kolejnym zbliżaniu rękojeści do położenia JAZDY. Wywołuje to jak wiadomo stopniowe hamowanie pociągu i stopniowanie luzowania jego hamulców, co też tłumaczy nazwę tych położzeń rękojeści. Istotną cechą zaworu FV4a jest utrzymywanie nastawionego ciśnienia w przewodzie głównym, co zapewnia niezmienną się stopnie hamowania i luzowania mimo istnienia naturalnych nieszczelności przewodu głównego.

Pierwszy spadek ciśnienia, jaki następuje po przesunięciu rękojeści z położenia JAZDY w najbliższe wyczuwalne położenie hamowania

stopniowego, wynosi $0,4 \text{ kG/cm}^2$ tzn. nadciśnienie w przewodzie głównym zostaje obniżone do $4,6 \text{ kG/cm}^2$. Położenie to bywa nazywane HAMOWANIEM WSTĘPNYM. Kolejne przesunięcia rękojeści w tym samym kierunku obniżają ciśnienie w przewodzie głównym o $0,1 \text{ kG/cm}^2$ każde, aż do osiągnięcia położenia, przy którym następuje hamowanie pełne, tzn. nadciśnienie w przewodzie zostało obniżone aż do $3,5 \text{ kG/cm}^2$. To położenie bywa nazywane HAMOWANIEM PEŁNYM. W ostatnim wyczuwalnym położeniu stopniowego obniżania ciśnienia w przewodzie głównym zostaje ono obniżone do wartości $2,9 \text{ kG/cm}^2$ nadciśnienia. Używa się tego położenia wówczas, gdy pociąg był hamowany kolejnymi stopniami aż do hamowania pełnego, a w trakcie tego hamulec lokomotywy był luzowany odłużniaczem. Dla zwiększenia siły hamowania przed samym zatrzymaniem dalsze obniżenie nadciśnienia do $2,9 \text{ kG/cm}^2$ w przewodzie głównym powoduje ponowne uruchomienie hamulca lokomotywy, bez wpływu jednak na osiągnięte uprzednio hamowanie pełne w składzie wagonów pociągu.

Przesuwanie rękojeści z dowolnego stopnia hamowania w kierunku jej zbliżania do położenia JAZDY powoduje kolejne wzrosty ciśnienia w przewodzie głównym o tę samą wartość, tzn. o $0,1 \text{ kG/cm}^2$. Na ogół po dużym obniżeniu ciśnienia stosuje się bezstopniowe luzowanie i wtedy rękojeść przesuwa się od razu bądź w położenie JAZDY, bądź najpierw na dłużej lub krócej w położenie ŁADOWANIA, a następnie dopiero w położenie JAZDY.

Położenie HAMOWANIA NAGŁEGO

Przy tym położeniu rękojeści następuje odcięcie przewodu głównego od zasilania i równoczesne jego opróżnianie przez otwarcie na zewnątrz wylotu, którego duży przekrój umożliwia szybki spadek ciśnienia aż do zupełnego opróżnienia przewodu głównego.

W położenie to należy przestawić rękojeść zawsze wtedy, kiedy okoliczności wymagają zatrzymania pociągu bez żadnej zwłoki.

4.4. Układ urządzeń pneumatycznych rozrządu

Układ ten pokazano schematycznie na rysunku 4-5.

Ze zbiornika rozrządu sprężone powietrze jest pobierane do:

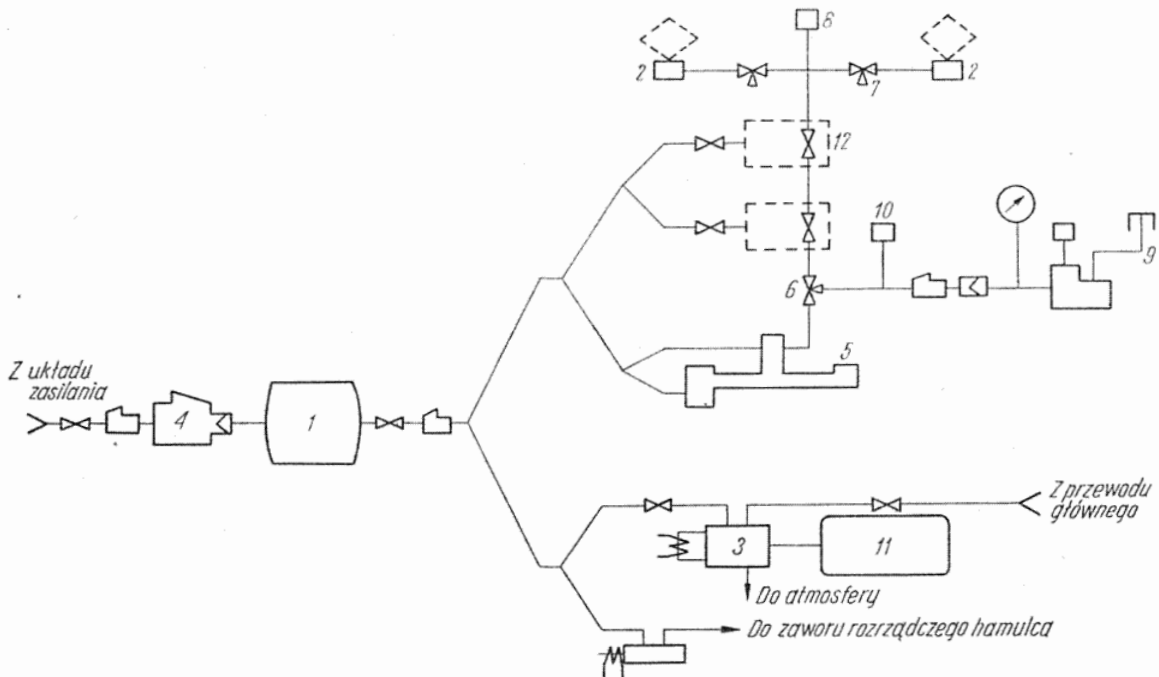
- cylindrów podnoszenia pantografów,
- zaworów elektropneumatycznych w obu przedziałach wysokiego napięcia,
- zaworu czuwaka,
- zaworu rozrządczego hamulca.

Zbiornik rozrządu jest napełniany z układu zasilania przez zawór redukcyjny, który utrzymuje stałe nadciśnienie robocze wynoszące 5 kG/cm^2 .

Pobór powietrza do wszystkich urządzeń może być odcięty wspólnym kurkiem odcinającym, a ponadto: zawór czuwaka, zawory elektro-

pneumatyczne w przedziałach wysokiego napięcia oraz poszczególne cylindry podnoszenia pantografów mogą być wyłączone osobnymi kurkami odcinającymi. Pobór powietrza do zasilania pantografów odbywa się przez elektropneumatyczny zawór pantografu i dalej przez kurek trójdrogowy, kurki blokady drzwi przedziałów wysokiego napięcia, dyszę dławiącą i po rozgałęzieniu — przez kurki odcinające poszczególnych pantografów.

Na przewodzie doprowadzającym znajduje się za dyszą dławiącą ciśnieniowy wyłącznik, który przerywając obwody elektryczne przy nadciśnieniu niższym niż $3,5 \text{ kG/cm}^2$, steruje wyłącznikiem szybkim



Rys. 4-5. Układ urządzeń pneumatycznych rozrządu

1 — zbiornik rozrządu, 2 — cylinder pantografu, 3 — elektropneumatyczny zawór czuwaka, 4 — zawór redukcyjny, 5 — elektropneumatyczny zawór pantografu, 6 — kurek trójdrogowy, 7 — kurek odcinający, 8 — wyłącznik ciśnieniowy pantografu, 9 — sprężarka pomocnicza i filtr, 10 — ciśnieniowy wyłącznik sprężarki pomocniczej, 11 — zbiornik czasowy czuwaka, 12 — szafy wysokiego napięcia

i uniemożliwia podniesienie pantografów przy zbyt niskim ciśnieniu. Zwarcie styków wyłącznika ciśnieniowego następuje po wzroście nadciśnienia powyżej $4,5 \text{ kG/cm}^2$.

Dla umożliwienia podniesienia pantografu wówczas, gdy zbiorniki główne są opróżnione i nie można napełnić zbiornika rozrządu w układzie rozrządu jest zainstalowana sprężarka pomocnicza, dołączona za zaworem pantografów. Po ręcznym przestawieniu kurka trójdrogowego i uruchomieniu sprężarki, cylindry podnoszenia pantografów zostają napełnione do nadciśnienia $4,8 \text{ kG/cm}^2$ i przy tej wartości ciśnienia wyłącznik ciśnieniowy przerywa obwód prądu silnika sprężarki. Ponowne jego włączenie może nastąpić po spadku nadciśnienia do $3,8 \text{ kG/cm}^2$. Po podniesieniu pantografu jest możliwe uruchomienie sprężarek głównych, które przejmują zasilanie wszystkich układów instalacji sprężonego powietrza.

Lokomotywy serii EU06 i część lokomotyw serii EU07 są wyposażone w urządzenia czuwakowe, powodujące samoczynne opróżnienie przewodu głównego, jeśli żaden z 3 przycisków czujności nie jest naciśnięty. Są one umieszczone w każdej kabinie, przy czym maszynista ma do dyspozycji przycisk nożny i ręczny, a pomocnik — tylko przycisk ręczny. Głównym elementem urządzenia czuwakowego jest elektropneumatyczny zawór czuwaka typu TMV2. Łączy on przewód główny hamulca zespolonego z atmosferą wówczas, gdy nastawnik jazdy nie znajduje się w pozycji zerowej, a przyciski czujności zostają zwolnione, co wywołuje przerwę w obwodzie elektrycznym zaworu czuwaka. Otworzenie wylotu z przewodu głównego następuje jednak dopiero po upływie 5—8 sekund, tj. po upływie czasu potrzebnego do napełnienia zbiornika czasowego. Zbiornik ten jest napełniany ze zbiornika rozrządu przez elektropneumatyczny zawór czuwaka przesterowany wskutek braku prądu.

Wraz z przesterowaniem zaworu czuwaka następuje przesterowanie elektropneumatycznych zaworów odcinających, przez które jest doprowadzane powietrze do zaworów maszynisty, służących do sterowania zespolonym hamulcem pociągu. Ma to na celu uniemożliwienie dopełniania przewodu głównego opróżnianego przez zawór czuwaka. Przy spadku nadciśnienia w przewodzie głównym poniżej $2,8 \text{ kG/cm}^2$ wyłącznik ciśnieniowy zainstalowany na tym przewodzie przerywa zasilanie przekaźnika elektropneumatycznego zaworu czuwaka. Zostaje ono ponownie włączone dopiero po wzroście nadciśnienia w przewodzie głównym do około 4 kG/cm^2 .

Nowsze lokomotywy serii EU07 (lokomotywy EU07 od nr 26) zamiast urządzenia czuwakowego mają tzw. urządzenie samoczynnego hamowania pociągu (SHP), którego część pneumatyczną stanowi zawór wylotowy, otwierający wylot powietrza z przewodu głównego. Następuje to wówczas, gdy górna komora tego zaworu zostanie napełniona powietrzem z przewodu głównego przez elektropneumatyczny zawór sterowany dźwignią czujności.

Elektropneumatyczny zawór czuwaka i zawór wylotowy SHP mogą być odcięte od przewodu głównego kurkiem odcinającym, lecz może nastąpić to dopiero po zerwaniu plomby, gdyż ich rękojeści są zaplombowane w położeniu otwarcia kurków.

4.5. Układ urządzeń pomocniczych

Układ ten przedstawiono schematycznie na rysunku 4-6.

Lokomotywa jest wyposażona w trzy następujące urządzenia pomocnicze zasilane sprężonym powietrzem:

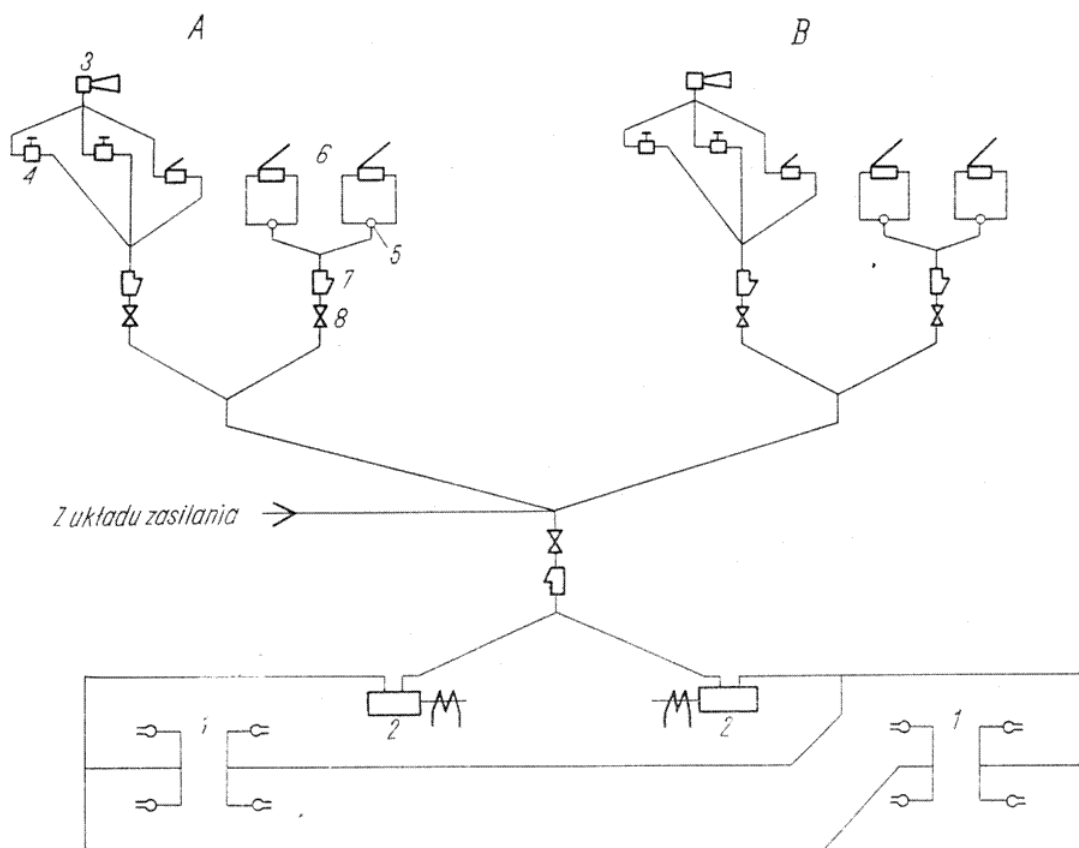
— piasecznice, które sypiąc piasek na szyny przed jednym zestawem kołowym każdego wózka, powodują chwilowe zwiększenie przyczepności lokomotywy,

- syreny dźwiękowe, umieszczone po jednej nad każdą kabiną, którymi podawane są głośne sygnały ostrzegające i alarmujące,
- wycieraczki mechaniczne przednich okien kabin maszynisty napędzane sprężonym powietrzem.

Do wszystkich tych urządzeń sprężone powietrze jest doprowadzane z układu zasilania, a ich działanie nie wymaga zmniejszania wartości ciśnienia.

Pobór powietrza do poszczególnych urządzeń pomocniczych odbywa się przez kurki odcinające, filtry i sterowane przez maszynistę zawory doprowadzające.

Do uruchomienia piasecznic służą dwa zawory elektropneumatyczne, z których każdy odcina lub otwiera dopływ sprężonego powietrza



Rys. 4-6. Układ urządzeń pomocniczych

1 — dysze piasecznic, 2 — elektropneumatyczny zawór odcinający piasecznicy, 3 — syrena, 4 — przyciski syreny, 5 — zawór wycieraczki, 6 — wycieraczki, 7 — filtr, 8 — kurek odcinający

do dysz piasecznic odpowiednich dla danego kierunku jazdy. Nożne przyciski zwierające obwody elektryczne tych zaworów są umieszczone na obu stanowiskach maszynisty.

Dopływ powietrza do syreny może być otwarty albo przez maszynistę przyciskiem nożnym bądź ręcznym, albo przez pomocnika maszynisty drugim przyciskiem ręcznym. Również przyciskami ręcznymi — oddzielnymi dla każdego okna, jest otwierany dopływ do pneumatycznego mechanizmu napędu każdej wycieraczki.

Ręczne i nożne przyciski syren i wycieraczek otwierają w sposób mechaniczny przepływ sprężonego powietrza do tych urządzeń.

4.6. Urządzenia kontrolne

W celu obserwacji i kontroli pracy urządzeń oraz układów instalacji sprężonego powietrza są zainstalowane na pulpitych obu kabin maszynisty manometry, które wskazują: ciśnienie w układzie zasilania, ciśnienie w przewodzie głównym hamulca i ciśnienie w cylindrach hamulcowych. Ponadto w przedziale maszynowym znajduje się manometr wskazujący ciśnienie w zbiorniku rozrządu, a przy sprężarce pantografów jest umieszczony manometr wskazujący ciśnienie tłoczonego przez nią powietrza.

Dla ochrony poszczególnych urządzeń przed przeciążeniem zainstalowano zawory bezpieczeństwa, które wypuszczają nadmiar sprężonego powietrza do atmosfery w razie przekroczenia dopuszczalnej wartości ciśnienia.

Od wartości ciśnień w poszczególnych układach pneumatycznych jest uzależnione również działanie wielu innych urządzeń lokomotywy, których obwody elektryczne są zwierane przez wyłączniki ciśnieniowe.

4.7. Opis budowy i działania ważniejszych elementów i urządzeń

4.7.1. Sprężarki

Instalację sprężonego powietrza stanowią: dwie sprężarki główne, dostarczające sprężone powietrze do układu zasilania, i jedna sprężarka pomocnicza, umożliwiająca napełnienie cylindrów podnoszenia pantografów przy opróżnionych zbiornikach głównych.

Podstawowe dane sprężarek w lokomotywach serii EU07 są następujące

Sprężarka główna (agregat ASLE-4E)

typ	S2P-115-3E/4
wydajność znamionowa	$1,7 \pm 0,17 \text{ m}^3/\text{min}$
ciśnienie znamionowe	8 kG/cm ² nadciśnienia
znamionowa prędkość obrotowa	$1000 \pm 70 \text{ obr}/\text{min}$
zapotrzebowanie mocy	12,5 kW
liczba cylindrów I i II stopnia	1/1
średnice cylindrów I/II	150/92 mm
skok tłoków	120 mm

Sprężarka pomocnicza (pantografów)

typ	KP1
wydajność znamionowa	$0,095 \text{ m}^3/\text{min}$
ciśnienie znamionowe	6 kG/cm ² nadciśnienia
prędkość znamionowa	725 obr/min
liczba stopni sprężania	1
liczba cylindrów	1

średnica cylindra 60 mm
skok tłoka 55 mm

Podstawowe dane sprężarek w lokomotywach serii EU06 są następujące

Sprężarka główna

typ 2EC72A
dostawca Westinghouse Brake and Signal Co., Ltd.
wydajność znamionowa 2,05 m³/min
ciśnienie robocze maksymalne 9,85 kG/cm² nadciśnienia
prędkość znamionowa 1000 obr/min
zapotrzebowanie mocy przy:
 nadciśnieniu 7 kG/cm² 15 KM (1,1 kW)
 nadciśnieniu 9,85 kG/cm² 17 KM (12,5 kW)
liczba cylindrów I i II stopnia 1/1
średnice cylindrów I i II 6,488"/3,619"

Sprężarkę umocowano na wspólnej ramie z silnikiem elektrycznym, z którym jest sprzęgnięta bezpośrednio za pomocą sprzęgła podatnego.

Sprężarka pomocnicza (pantografów)

typ BPO
dostawca Bristol Pneumatic Tools Ltd.
wydajność 0,071 m³/min
znamionowa prędkość obrotowa 1440 obr/min
średnica cylindra: 2"
skok 1"

Ponieważ sprężarki lokomotyw EU07 stosuje się również i w innych pojazdach PKP, przeto ich opis można znaleźć w odpowiedniej literaturze.

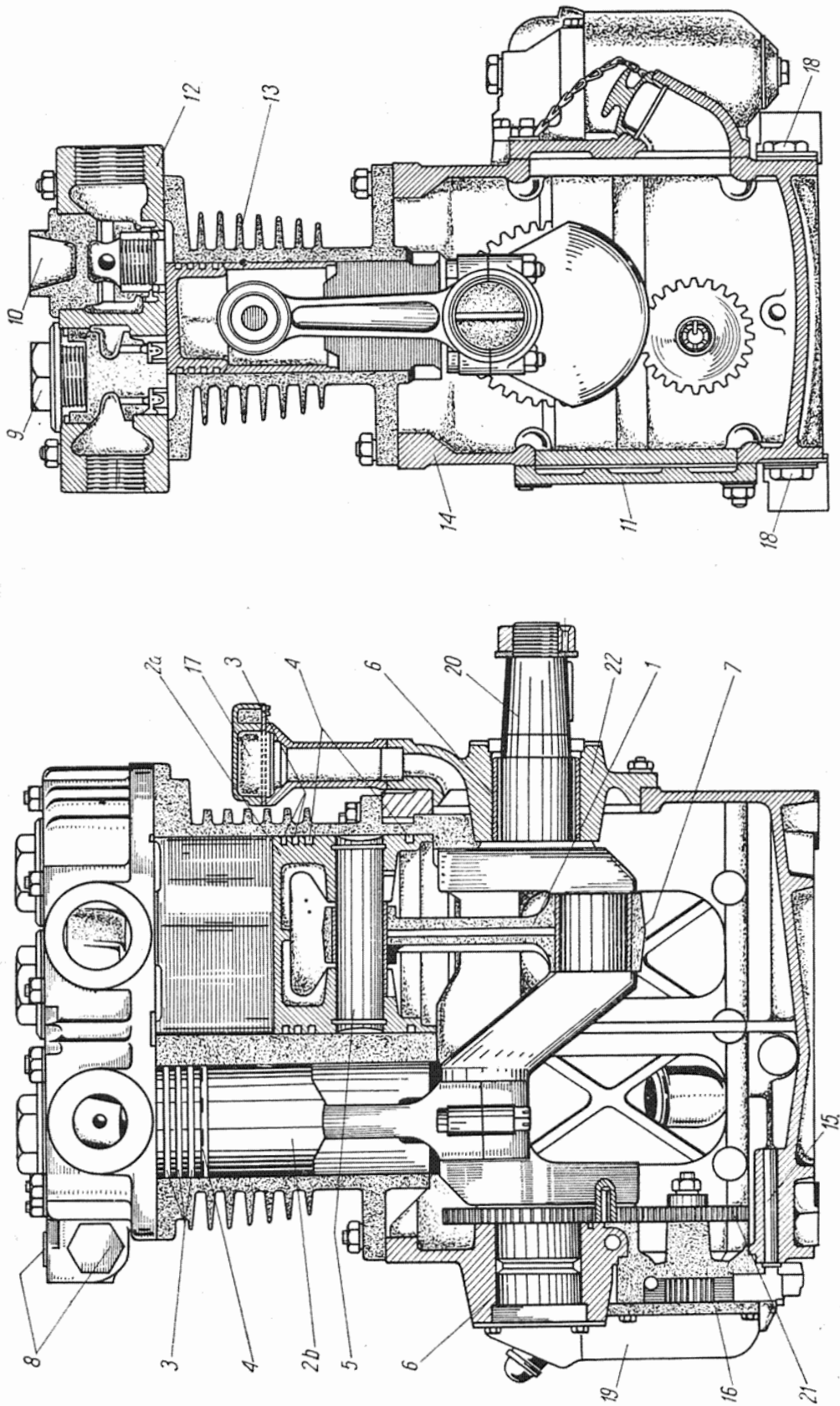
Budowa i działanie sprężarek znajdujących się w lokomotywach EU06 są następujące.

Sprężarki główne są dwucylindrowe, pionowe, dwustopniowe, a każda z nich jest napędzana silnikiem elektrycznym, zasilanym prądem o stałym napięciu 110 V.

Sprężarka, której przekrój pokazano na rysunku 4-7, ma następujące główne zespoły: blok cylindrowy, głowicę cylindrów (rys. 4-8), tłoki, korbowody, wał korbowy, karter, pompę oleju wraz z napędem, filtr oleju, zawory ssące i tłoczące.

Działanie sprężarki jest następujące. Uruchomiona sprężarka ssie powietrze przez dwa zawory ssące do cylindra I stopnia, następnie spręża je i wypycha przez dwa zawory tłoczące I stopnia do chłodnicy międzystopniowej, skąd przez jeden zawór ssący jest ssane do cylindra II stopnia. W cylindrze II stopnia powietrze jest sprężane do końcowego nadciśnienia roboczego, wynoszącego 8 kG/cm².

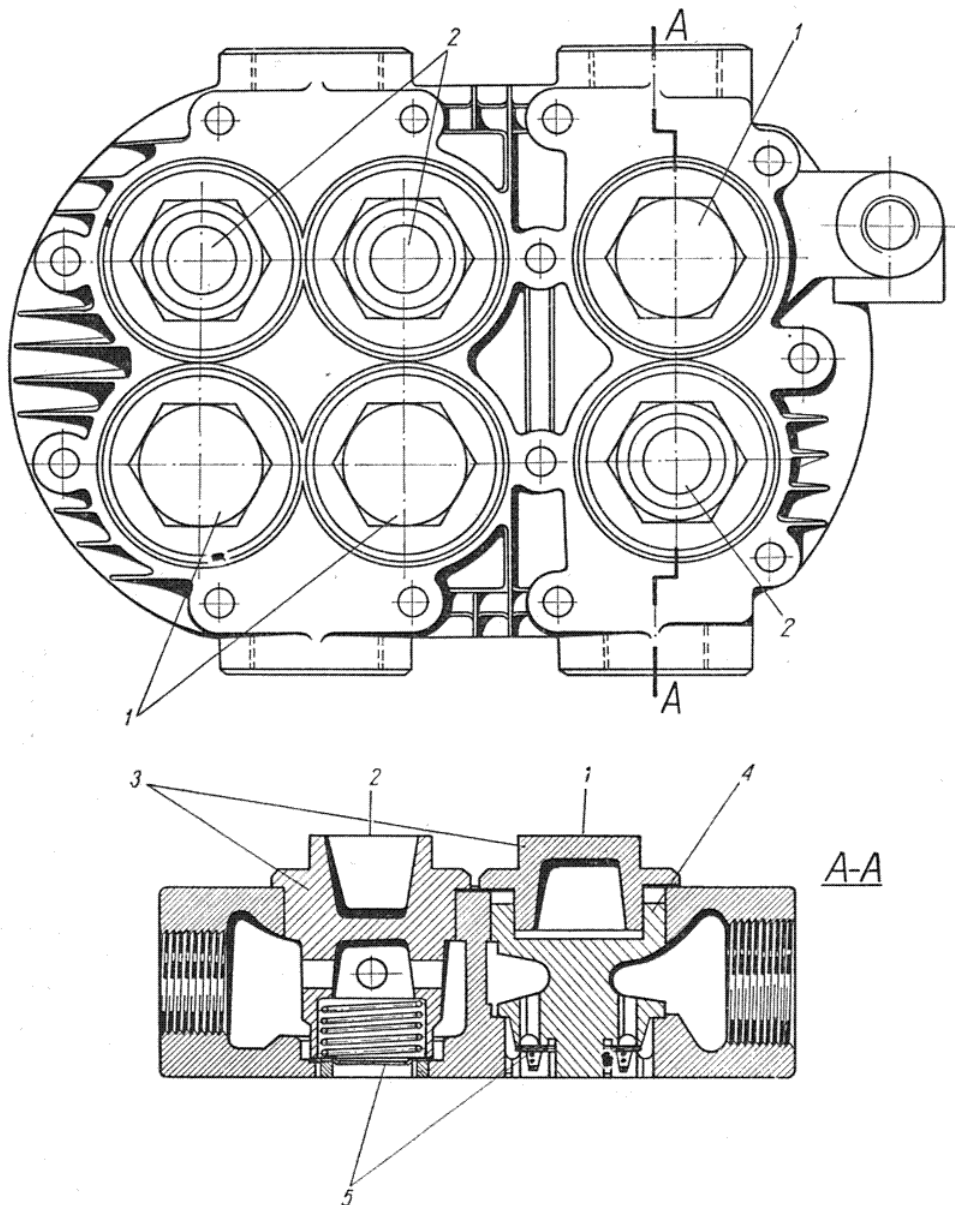
Wszystkie zawory, których jest razem sześć, cztery dla stopnia pierwszego i dwa dla stopnia drugiego, działają samoczynnie, otwierając i zamykając wlot i wylot wskutek wytworzonej różnicy ciśnień.



Rys. 4-7. Sprężarka główna 2 EC 72A

1 — korbowód, 2a — tłok I stopnia, 2b — tłok II stopnia, 3 — pierścienie uszczelniające, 4 — pierścienie zgarniające, 5 — sworzeń tłokowy, 6 — łożyska główne, 7 — łożyska korbowodów, 8 — zawór bezpieczeństwa, 9 — zawór ssący, 10 — zawór tłoczący, 11 — pokrywki boczne, 12 — głowica, 13 — blok cylindrowy, 14 — karter, 15 — otwór doprowadzający olej do pompy, 16 — pompa oleju, 17 — zawór odpowietrzający, 18 — korki spustowe, 19 — filtr oleju, 20 — wał korbowy, 21 — koła zębate napędzające pompę, 22 — obudowa łożyska głównego

Każdy z zaworów składa się ze stalowej płytki gładkiej i płaskiej, leżącej na równym i płaskim szlifowanym gnieździe, oraz ze sprężynki dociskającej tę płytkę do gniazda. Przy sprężaniu powietrze nagrzewa się do stosunkowo wysokiej temperatury i dlatego cylindry sprężarki są chłodzone powietrzem zewnętrznym. W celu zwiększenia powierzchni chłodzącej cylindry są uźebrowane.



Rys. 4-8. Głowica i zawory sprężarki 2EC72A

1 — zawór ssący, 2 — zawór tłoczący, 3 — pokrywa zaworów, 4 — obsada zaworu ssącego, 5 — płytki zaworów

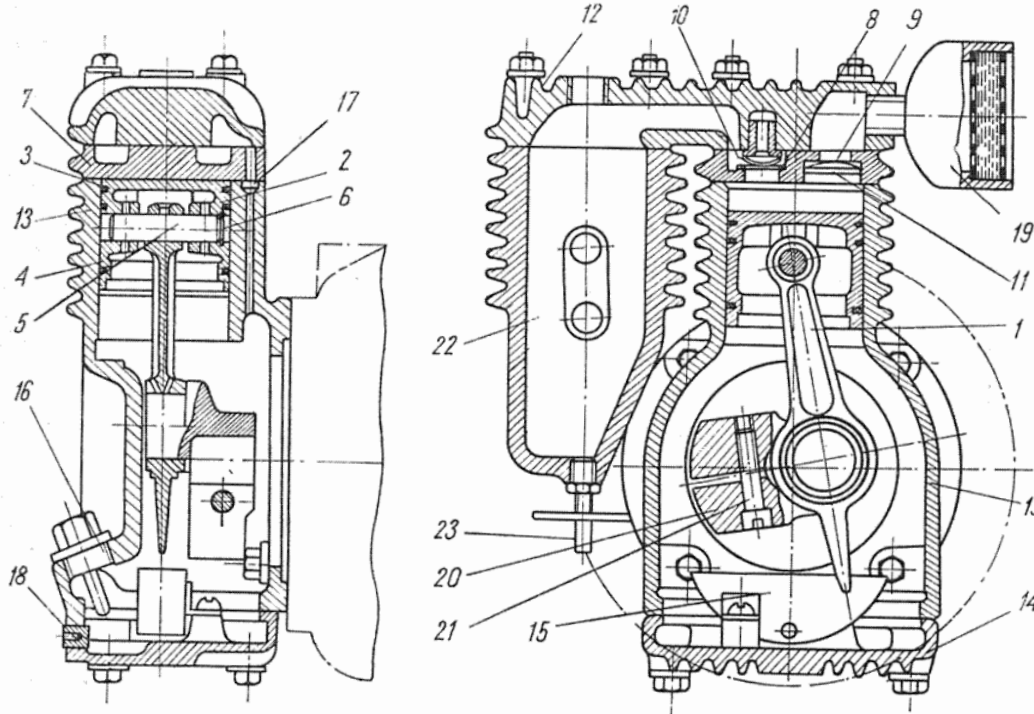
dzone powietrzem zewnętrznym. W celu zwiększenia powierzchni chłodzącej cylindry są uźebrowane.

Ruch tłoków wywołują korbowody połączone z obracającym się wałem korbowym napędzanym przez silnik elektryczny. Wał korbowy ma dwa wykorbienia przestawione względem siebie o 180° (II rad).

Do uszczelnienia tłoków służą sprężynujące pierścienie tłokowe, obok których są osadzone pierścienie zgarniające nadmiar oleju z gładzi cylindrowej. W głowicy, która ma odpowiednio ukształtowane kanały, są umieszczone wszystkie zawory, a więc trzy zawory ssące, trzy tłoczące oraz zawór bezpieczeństwa połączony z komorą międzystopniową

głowicy cylindrów. Tłoki są smarowane rozbryzgiwanym przez korbowód olejem, znajdującym się w skrzyni wału korbowego.

Łożyska główne wału korbowego i łożyska korbowodów są smarowane systemem obiegowym, tzn. olej jest tłoczony pompką oleju przez filtr, a następnie doprowadzany kanałami wywierconymi w wale korbowym i korbowodach do poszczególnych łożysk. Nadmiar oleju znajdujący się w łożyskach, spływa z powrotem do skrzyni korbowej. Pompa



Rys. 4-9. Sprężarka pomocnicza BPO (pantografów)

1 — korbowód, 2 — tłok, 3 — pierścień uszczelniający, 4 — pierścień zgarniający olej, 5 — sworzeń tłokowy, 6 — pierścień osadcy, 7 — pokrywa cylindra, 8 — płytka zaworu, 9 — sprężyna zaworu ssącego, 10 — sprężyna zaworu tłoczącego, 11 — pierścień zaciskowy, 12 — głowica, 13 — karter z cylindrem, 14 — miska olejowa, 15 — zbiornik oleju, 16 — korek wlewowy ze wskaźnikiem, 17 — zawór kulkowy odpowietrzający, 18 — korek spustowy oleju, 19 — filtr powietrza, 20 — korba, 21 — śruba zaciskowa korby, 22 — chłodnica, 23 — korek odwadniająca

oleju napędzana jest od wału korbowego za pomocą przekładni kół zębatach.

Filtr oleju ma samoczynne zawory, z których jeden służy do otwarcia dodatkowej drogi dla oleju smarującego wówczas, gdy zanieczyszczony filtr zmniejszy ilość podawanego oleju, a drugi nie dopuszcza do nadmiaru wzrostu ciśnienia tłoczonego oleju. Wartość tego ciśnienia podczas pracy sprężarki waha się w granicach od 1 do 2,8 kG/cm² nadciśnienia. Skrzynia korbowa ma wlew do oleju oraz kurki spustowe, znajdujące się z obu stron skrzyni. Prócz tego do skrzyni jest przykręcony filtr oleju.

Dla umożliwienia przeprowadzenia kontroli łożysk głównych oraz łożysk korbowodowych i dla umożliwienia zbadania stanu pozostałych części znajdujących się w skrzyni korbowej bez jej odkręcenia, zastosowano łatwo zdejmowane pokrywy boczne.

Sprężarka pantografów, którą przedstawia rysunek 4-9, jest jednocylindrowa, a więc jednostopniowa. Jest ona napędzana silnikiem elektrycznym prądu stałego o napięciu 110 V.

Do końcówki wału silnika elektrycznego jest przymocowana bezpośrednio korba wraz z przeciwcieżarem, służącym do wyrównywania mas znajdujących się w ruchu obrotowym. Korba wału silnika elektrycznego jest połączona z tłokiem za pomocą korbowodu. Łeb dolny korbowodu osadzony na czopie korby ma zabierak oleju.

Łeb górny jest połączony z tłokiem za pomocą sworznia tłokowego, zabezpieczonego pierścieniami osadczymi. Tłok sprężarki jest uszczelniony w swej górnej części za pomocą pierścieni uszczelniających.

W dolnej części tłoka znajduje się pierścień zgarniający nadmiar oleju z gładzi cylindrowej do karteru.

Blok cylindrowy sprężarki jest zamknięty od góry specjalną pokrywą. W pokrywie tej są wykonane kanały powietrzne oraz gniazda zaworu ssącego, znajdującego się z prawej strony cylindra, oraz zaworu tłoczącego, znajdującego się z lewej strony cylindra. Zawory te składają się z płytki i sprężyny, która dociska płytkę do gniazda.

Nad pokrywą cylindra znajduje się głowica, w której są dwa kanały, jeden dla powietrza zasysanego i drugi dla powietrza tłoczonego do chłodnicy. Do głowicy cylindra wkręcono filtr oczyszczający zasysane powietrze oraz przymocowano chłodnicę do chłodzenia sprężonego powietrza. W dolnej części chłodnicy znajduje się korek odwadniający, a w dolnej części karteru — korek wlewowy oleju wraz ze wskaźnikiem poziomu oleju. Do karteru jest przymocowana miska olejowa z korkiem spustowym oleju.

W celu odpowietrzenia karteru w bloku cylindrowym umieszczono w specjalnym kanalikule zawór kulkowy łączący karter z kanałem ssącym w głowicy.

W celu zwiększenia intensywności chłodzenia sprężonego powietrza uźebrowano odpowiednio cylinder, pokrywę cylindra, głowicę oraz chłodnicę.

Sprężarka działa w sposób następujący. Przy zamkniętym zaworze tłoczącym tłok sprężarki napędzany silnikiem elektrycznym przesuwa się w pierwszym suwie z górnego położenia w dolne, wytwarzając w przestrzeni nad tłokiem próżnię. W ten sposób następuje zassanie powietrza przez filtr, kanał w głowicy i samoczynnie otwierający się zawór ssący. Przy następnym suwie tłoka z dołu do góry następuje zamknięcie zaworu ssącego pod wpływem działania sprężyny i sprężonego powietrza znajdującego się nad tłokiem. Sprężone powietrze otwiera samoczynnie zawór tłoczący, pokonując opór sprężyny zaworowej i przechodzi dalej do chłodnicy, skąd jest pobierane do cylindrów podnoszących pantografy.

4.7.2. Zawory maszynisty

W rozdziale 4.3, w którym opisano pneumatyczny układ hamulca lokomotywy, był podany sposób obsługi i zastosowanie obu zaworów, za pomocą których maszynista steruje bądź zespolonym hamulcem pociągu,

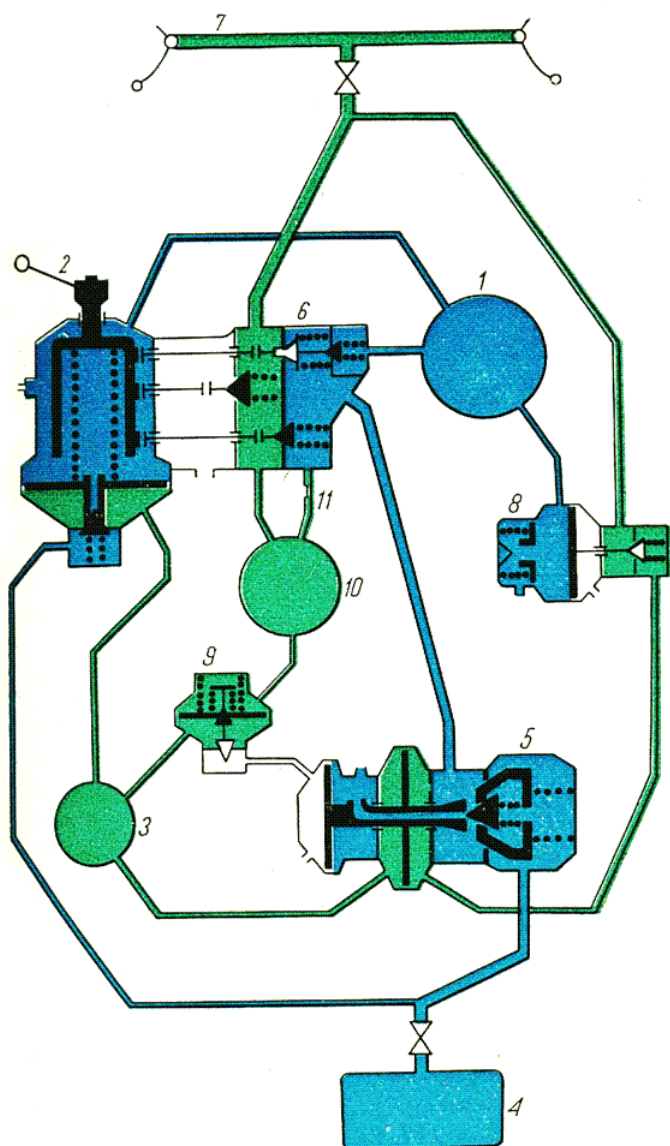
będź hamulcem samej lokomotywy. Oba zawory są systemu Oerlikona i mają oznaczenia typu FV4a i FD1. Poniżej opisano ich wewnętrzną budowę oraz sposób działania.

Zawór maszynisty FV4a do sterowania zespolonym hamulcem pociągu

Na rysunku 4-10 przedstawiono wewnętrzny schemat zaworu oraz zaznaczono poszczególne funkcjonalne jego zespoły. Są nimi:

Regulator ustalający samoczynnie wartość ciśnienia, które steruje urządzeniem przekąźnikowym. Ciśnienie to zależy od nacisku sprężyny regulatora, której napięcie zmienia maszynista obracając rekojęsćią tuleję sterującą.

Boczne powierzchnie tulei stanowią krzywki, którymi są sterowane otwarcia grzybków w rozdzielaczu.



Rys. 4-10. Wewnętrzny schemat zaworu FV4

1 — zbiornik redukcyjny, 2 — regulator ciśnienia, 3 — zbiornik sterujący, 4 — zbiornik główny, 5 — urządzenie przekąźnikowe, 6 — rozdzielacz, 7 — przewód główny hamulca, 8 — urządzenie blokujące, 9 — urządzenie impulsowe, 10 — zbiornik czasowy, 11 — dysza dławiąca

W regulatorze można rozróżnić trzy komory. Górną, która jest stale połączona z atmosferą i w której znajduje się tuleja wraz ze sprężyną regulatora. Środkową, stale połączoną ze zbiornikiem sterującym, którą oddziela od komory górnej membrana z osadzonym w niej wydrążonym popychaczem. Dolną, stale zasilaną powietrzem o ciśnieniu panującym w zbiorniku głównym, z której wlot do komory środkowej otwiera grzybek przyciskany sprężyną.

Jeśli nacisk wywierany od góry na membranę jest większy od nacisku wywieranego od dołu, to popychacz otworzy wlot z komory dolnej do środkowej i nastąpi w niej wzrost ciśnienia powietrza. Wyrównanie nacisków na membranę spowoduje zmniejszenie nacisku popychacza na grzybek, który pod naciskiem sprężyny odetnie dalszy przepływ powietrza do komory środkowej.

Jeśli natomiast nacisk na membranę od dołu przewyższa nacisk wywierany na nią od góry, to membrana odsunie popychacz od grzybka i nastąpi wypływ sprężonego powietrza na zewnątrz przez wydrążenie popychacza i komorę górną. Wypływ zostanie przerwany w chwili, w której ciśnienie powietrza w komorze środkowej obniży się do wartości nastawionej sprężyną regulatora.

Urządzenie przekąźnikowe nadzoruje wlot sprężonego powietrza ze zbiornika głównego do przewodu głównego wówczas, gdy odbywa się zasilanie tego przewodu oraz wylot sprężonego powietrza z przewodu głównego do atmosfery, podczas opróżniania przewodu głównego do określonego ciśnienia. W urządzeniu przekąźnikowym można rozróżnić sześć kolejnych komór, których funkcje są następujące.

Pierwszą, zasilaną stale ze zbiornika głównego, w której znajdują się dwa grzybki wlotu, umieszczone jeden w drugim i otwierane kolejno wydrążonym popychaczem, a zamykane pod naciskiem sprężyn.

Drugą, połączoną stale z rozdzielaczem pośredniczącym w zasilaniu i opóźnianiu przewodu głównego i innych przestrzeni zaworu. Przez nią odbywa się zasilanie przewodu głównego jak również jego opróżnianie, kiedy wydrążony popychacz łączy ją ze stale odpowietrzaną komorą piątą.

Trzecią, połączoną otworem dławiącym z komorą drugą i przez urządzenie blokujące z przewodem głównym. Służy ona do przenoszenia ciśnienia przewodu głównego na membranę oddzielającą komorę czwartą od trzeciej.

Komora czwarta jest stale połączona ze zbiornikiem sterującym, którego ciśnienie steruje otwarciem wlotu i wylotu w urządzeniu przekąźnikowym.

Komora piąta jest stale połączona z atmosferą i stanowi ujście wylotu.

W komorze szóstej, która jest stale odpowietrzana, występują chwilowe wzrosty ciśnienia podczas jej napełniania z urządzenia impulsowego. Zwiększone ciśnienie działa na drugą membranę popycha-

cza, co powoduje pełne otwarcie wlotu, gdyż popychacz unosi wówczas duży grzybek wlotu.

Rozdzielacz grupuje cztery przeloty zamknięte grzybkami, otwarcie których wykonuje bezpośrednio maszynista wskutek obrotu tulei sterującej regulatora. W zależności od położenia rękojeści układ otwartych i zamkniętych przelotów podano w tablicy 4-1.

Grzybek nadzorujący przelot między przewodem głównym i urządzeniem przekąźnikowym może zajmować dwa położenia otwarcia: otwarcie pełnego przelotu, przy którym przepływ powietrza nie jest dła-

Tablica 4-1

Układ przelotów powietrza w zależności od położenia rękojeści

	przelot 1	przelot 2	przelot 3	przelot 4
Położenie rękojeści	bezpośredni wylot z przewodu głównego na zewnątrz	przelot między przewodem głównym i urządzeniem przekąźnikowym	wlot do zbiornika redukcyjnego	wlot do zbiornika czasowego
ODCIĘCIE	zamknięty	zamknięty	zamknięty	zamknięty
ŁADOWANIE	zamknięty	otwarty całkowicie	otwarty	zamknięty
JAZDA	zamknięty	otwarty częściowo	zamknięty	otwarty
STOPNIOWE: HAMOWANIE	zamknięty	otwarty częściowo	zamknięty	zamknięty
LUZOWANIE	zamknięty	otwarty częściowo	zamknięty	zamknięty
NAGLE HAMOWANIE	otwarty	zamknięty	zamknięty	zamknięty

wiony, oraz częściowe przesłonięcie przelotu, powodowane wprowadzeniem do przelotu cylindrycznej podstawy grzybka. Powoduje to dławienie przepływu powietrza i wywołuje powolne napełnianie i opróżnianie przewodu głównego podczas stopniowego hamowania i luzowania.

Urządzenie impulsowe. Zadaniem tego urządzenia jest otwarcie na określony czas przelotu między zbiornikiem sterującym i szóstą komorą urządzenia przekąźnikowego, w celu wytworzenia w niej krótkotrwałego wzrostu ciśnienia, potrzebnego do otwarcia dużego grzybka wlotu ze zbiornika głównego.

Zasilanie komory szóstej następuje zawsze wtedy, kiedy wzrastające ciśnienie sterujące, działając od dołu na membranę urządzenia impulsowego przewyższy nacisk wywierany na membranę od góry i uniesie dolny grzybek. Wlot do komory szóstej pozostaje otwarty tak długo, jak długo zbiornik czasowy nie dopełni się do ciśnienia sterującego. Wtedy naciski działające na membranę urządzenia impulsowego wyrównu-

ją się i sprężyna opuszcza grzybek, odcinając dolny wlot. Czas dopełniania zbiornika czasowego zależy od różnicy ciśnień, jaka musi być wyrównana, oraz od sposobu jego dopełniania. I tak jeśli wzrost ciśnienia sterującego ma wywołać bezimpulsowe napełnianie przewodu głównego, co następuje po przestawieniu rękojeści w położenie JAZDY, to zbiornik czasowy dopełnia się prawie natychmiast przez otwarty w rozdzielaczu przelot. Przelot ten pozostaje zamknięty, jeśli napełnianie przewodu odbywa się dla zmniejszenia stopnia hamowania, tzn. następuje po przesunięciu rękojeści w obrębie stopniowego luzowania. Zbiornik czasowy dopełnia się wówczas przez drugi kanał łączący go z rozdzielaczem, lecz odbywa się to z opóźnieniem, gdyż wlot jest dławiony dyszą. Czas jego dopełnienia, a więc i czas zasilania komory szóstej urządzenia przekątnikowego jest jednak krótki, gdyż występuje wówczas mała różnica ciśnień między obydwoma zbiornikami.

Czas ten wydłuża się znacznie podczas ładowania opróżnionego przewodu głównego lub bezstopniowego luzowania po pełnym hamowaniu, wykonywanych zazwyczaj za pomocą przestawienia rękojeści w położenie ŁADOWANIA. I w tym przypadku przelot do zbiornika czasowego jest zamknięty i jego dopełnianie jest opóźniane dławikiem w drugim kanale łączącym zbiornik z rozdzielaczem.

Aby zachować ten sam czas ładowania przewodu głównego powietrzem o wysokim ciśnieniu ze zbiornika głównego — zarówno po hamowaniu pełnym, kiedy ciśnienie sterujące zostało obniżone do 3,5 kG/cm² nadciśnienia, jak też po hamowaniu nagłym lub po powtórnych hamowaniu wyluzowanej wcześniej lokomotywy, kiedy ciśnienie sterujące obniża się do 2,9 kG/cm² nadciśnienia — dopełnienie zbiornika czasowego powietrzem o nadciśnieniu 3,5 kG/cm² odbywa się z urządzenia impulsowego. Umożliwia to istniejący w membranie przelot, który przy tej różnicy ciśnień zostaje na krótki czas otwarty, gdyż wzrost ciśnienia sterującego działa na membranę od dołu i unosi ją tak wysoko, że sprężyna przyciskająca górny grzybek zostanie zgnieciona.

Urządzenie blokujące i zbiornik redukcyjny. Zbiornik redukcyjny napełnia się przez rozdzielacz, a przelot doń zostaje otwarty jedynie podczas przestawienia rękojeści w położenie ŁADOWANIA. Mimo iż jest on stale połączony z atmosferą przez górną komorę regulatora, to przekroje dysz dolotowej i wylotowej z tej komory są tak dobrane, że w zbiorniku następuje wzrost ciśnienia, a w komorze regulatora wytwarza się nadciśnienie rzędu 0,4 kG/cm². Ten dodatkowy nacisk na membranę regulatora zwiększa ciśnienie sterujące do 5,4 kG/cm² nadciśnienia.

Ta wartość ciśnienia sterującego utrzymuje się tak długo, jak długo jest zasilany zbiornik redukcyjny, tzn. przez cały czas utrzymywania rękojeści w położeniu ŁADOWANIA. Zmiany położenia rękojeści, następstwem czego jest odcięcie przelotu w rozdzielaczu, powodują stopniowy spadek ciśnienia powietrza w zbiorniku redukcyjnym, a to z kolei wpływa na stopniowe obniżenie się i zanik powstałego wzrostu ciś-

nienia w górnej komorze regulatora. Powoduje to powolne opróżnianie zbiornika sterującego do aktualnie nastawionej wartości ciśnienia.

Jeśli rękojeść zostaje przestawiona w położenie JAZDY, co najczęściej ma miejsce, to ciśnienie sterujące obniży się do 5 kG/cm^2 nadciśnienia.

Zbiornik redukcyjny ma także drugi wylot na zewnątrz przez urządzenie blokujące. Jednak szybki początkowy wzrost ciśnienia w tym zbiorniku zgniata — działając na małą membranę tego urządzenia — sprężynę i zamyka wylot przez membranę. Otwarcie wylotu następuje dopiero podczas opróżniania zbiornika redukcyjnego, kiedy nadciśnienie obniży się do około 2 kG/cm^2 . Otwarcie tego dodatkowego wylotu ma na celu przyspieszenie końcowej fazy obniżania ciśnienia sterującego. Nacisk wywierany na dużą membranę urządzenia blokującego ma na celu zablokowanie w położeniu otwartym grzybka nadzorującego bezpośredni przelot między napełnianym lub opróżnianym przewodem głównym a trzecią komorą urządzenia przekąźnikowego. Przyciskany słabą sprężyną grzybek działa jak zaworek zwrotny, pozwalając jedynie na dopełnianie trzeciej komory z przewodu, a odcinając możliwość dodatkowego zasilania przewodu głównego przez trzecią komorę, co byłoby niewskazane w razie rozerwania pociągu lub zerwania hamulca bezpieczeństwa. Natomiast podczas ładowania powietrzem o wysokim ciśnieniu, już przedtem znacznie lub całkowicie opróżnionego przewodu głównego jest korzystne utrzymanie tego przelotu w stanie otwartym, co zapobiega przedwczesnemu napełnieniu przez dławik trzeciej komory urządzenia przekąźnikowego. Wywołałoby to zamknięcie otwartego wlotu w tym urządzeniu i nastąpiłoby przerwanie zasilania przewodu głównego.

Otwarty przelot w urządzeniu blokującym zostaje odblokowany po obniżeniu nadciśnienia w zbiorniku sterującym do wartości $2,8 \text{ kG/cm}^2$.

Współdziałanie poszczególnych zespołów zaworu podczas przestawiania jego rękojeści w kolejne położenia jest następujące.

P o ł o ż e n i e o d c i ę c i a. Niezależnie od tego, z jakiego poprzedniego położenia nastąpiło przestawienie rękojeści w położenie odcięcia, napięcie sprężyny regulatora ustala ciśnienie sterujące na wartość 5 kG/cm^2 nadciśnienia. Ponieważ w rozdzielaczu wszystkie przewody zostają zamknięte, ciśnienie sterujące — działając na membrany urządzenia impulsowego i urządzenia przekąźnikowego — wywołuje wyrównanie się ciśnień w komorach po obu stronach tych membran. Równowaga nacisków na membrany zapewnia brak dalszego sterowania organów wlotu i wylotu.

P o ł o ż e n i e ł a d o w a n i a. Przez otwarte w rozdzielaczu wloty następuje zasilanie przewodu głównego i zbiornika redukcyjnego. Powstające w górnej komorze regulatora nadciśnienie otwiera wlot do zbiornika sterującego, w którym następuje wzrost nadciśnienia powietrza do około $5,4 \text{ kG/cm}^2$. Ten sam wzrost następuje pod membraną urzą-

dzenia impulsowego, co prowadzi do otwarcia wlotu do szóstej komory urządzenia przekąźnikowego.

Wzrastające ciśnienie powietrza w zbiorniku redukcyjnym wywiera nacisk na obie membrany urządzenia blokującego, wskutek czego: z jednej strony zostaje odcięty wylot z tego zbiornika, a z drugiej strony następuje otwarcie przelotu między trzecią komorą urządzenia przekąźnikowego i przewodem głównym.

Przy rozpoczęciu ładowania przewód główny jest zazwyczaj opróżniony lub panuje w nim obniżone ciśnienie, toteż w trzeciej komorze urządzenia przekąźnikowego występuje co najwyżej słaby przeciwny nacisk w porównaniu z naciskami działającymi w komorze czwartej i szóstej. Powoduje to szybkie, pełne otwarcie wlotu w urządzeniu przekąźnikowym i powietrze ze zbiornika głównego płynie do rozdzielacza, gdzie przez całkowicie otwarty przelot zasila przewód główny. Ciśnienie ładowania w tym okresie osiąga wartość bliską nadciśnieniu w zbiorniku głównym, tj. około $7,5 \text{ kG/cm}^2$.

Powolne, odbywające się tylko przez dyszę, dopełnienie zbiornika czasowego do nadciśnienia $5,4 \text{ kG/cm}^2$ powoduje zamknięcie w urządzeniu impulsowym wlotu do szóstej komory urządzenia przekąźnikowego, która szybko opróżnia się przez otwór odpowietrzający. Spadek ciśnienia w tej komorze wraz z następującym wzrostem ciśnienia w przewodzie głównym i połączonej z nim trzeciej komorze powoduje stopniowe przemykanie wlotu w urządzeniu przekąźnikowym, w wyniku czego ciśnienie zasilania obniża się wskutek dławienia.

Jeśli rękojeść zaworu pozostaje w położeniu ŁADOWANIA przez dłuższy czas, to w przewodzie głównym ustali się nadciśnienie $5,4 \text{ kG/cm}^2$, przy którym nastąpi równowaga ciśnień w trzeciej i czwartej komorze. Zapewni to całkowite zamknięcie wlotu i zakończy proces ładowania.

Powolne obniżanie ciśnienia w przewodzie głównym może nastąpić jedynie wskutek naturalnych nieszczelności tego przewodu, lecz dopiero po przestawieniu rękojeści w położenie JAZDY.

P o ł o ż e n i e j a z d y. Jeśli przestawienie rękojeści w położenie jazdy nastąpiło po uprzednim jej utrzymywaniu w położeniu ładowania, to napięcie sprężyny regulatora nie ulega zmianie, ale obrót tulei sterującej wywołuje nowy układ otwarcia grzybków w rozdzielaczu.

Dla uniknięcia przeładowania przewodu głównego przestawienie rękojeści z położenia ŁADOWANIA w położenie JAZDY następuje zazwyczaj jeszcze podczas albo w niedługim czasie po zaniknięciu impulsów ładowania powietrzem o wysokim ciśnieniu.

Zamknięty wówczas w rozdzielaczu wlot do zbiornika redukcyjnego przerywa jego ładowanie, a równoczesne przemykanie wlotu do przewodu głównego powoduje dławienie przepływu sprężonego powietrza, zmniejszając ciśnienie zasilania. Natomiast otwarty wlot do zbiornika czasowego przyspiesza jego dopełnienie powietrzem do podwyższonego

ciśnienia sterowania, co powoduje prawie natychmiastowe przerwanie impulsu zasilania wysokim ciśnieniem.

Wraz z następującym spadkiem ciśnienia, w nie zasilanym już zbiorniku redukcyjnym, maleje ciśnienie w górnej, stale odpowietrzanej komorze regulatora, wskutek czego obniża się ciśnienie sterowania aż do nastawionej sprężyną regulatora wartości 5 kG/cm² nadciśnienia.

Podobnie jak podczas ŁADOWANIA po przerwaniu zasilania szóstej komory urządzenia przekąźnikowego następuje przemykanie wlotu, lecz obniżona dostatecznie wcześniej wartość ciśnienia sterowania powoduje, że równowaga ciśnień w trzeciej i czwartej komorze, a więc i całkowite odcięcie wlotu, następuje po osiągnięciu w przewodzie głównym normalnego ciśnienia roboczego 5 kG/cm² nadciśnienia. Przymknięty w rozdzielaczu przelot do przewodu głównego, opóźniając jego napełnienie, pozostawia czas na opróżnienie zbiornika redukcyjnego, co warunkuje obniżenie ciśnienia sterującego.

Jeśli podczas pozostawiania rękojeści w położeniu JAZDY następuje spadek ciśnienia w przewodzie głównym wywołany naturalnymi nieszczelnościami długiego wielokrotnie łączonego między wagonami przewodu, to zmaleje również ciśnienie w trzeciej komorze urządzenia przekąźnikowego. Spadek ten następuje pomału, gdyż odbywa się przez otwór dławiający w przegrodzie między komorą trzecią i drugą oraz przez przymknięty przelot w rozdzielaczu, natomiast bezpośrednie połączenie trzeciej komory z przewodem głównym jest odcięte w urządzeniu blokującym.

Powolny spadek ciśnienia w komorze trzeciej przy stałej wartości ciśnienia sterującego w komorze czwartej umożliwia powolne otwieranie wlotu. Podwójny grzybek wlotu zastosowany w urządzeniu przekąźnikowym ułatwia rozpoczęcie uzupełniania strat nieszczelności w przewodzie głównym nawet już przy niewielkich spadkach ciśnienia. Wraz ze wzrostem ciśnienia w przewodzie głównym następuje dopełnienie trzeciej komory i przerwanie uzupełniania strat przez odcięcie wlotu. Dopełnienie trzeciej komory odbywa się albo przez dyszę z komory drugiej, albo przez przelot w urządzeniu blokującym. O tym, która z tych dróg jest efektywniejsza, decyduje szybkość wzrostu ciśnienia w przewodzie głównym.

Wyrównywanie strat nieszczelności przewodu głównego następuje wielokrotnie i dopóty, dopóki rękojeść pozostaje w położeniu JAZDY.

Jeśli przestawienie rękojeści w położenie JAZDY nastąpiło po uprzednim jej utrzymywaniu w jednym z położen hamowania stopniowego, to obrót tulei sterującej nie wywołuje żadnych zmian w układzie otwarcia przelotów w rozdzielaczu, a tylko zwiększa napięcie sprężyny regulatora i doprowadza ciśnienie sterowania do wartości 5 kG/cm² nadciśnienia. Następuje wówczas wzrost ciśnienia w zbiorniku sterującym i w czwartej komorze urządzenia przekąźnikowego.

Przed przestawieniem rękojeści wartość ciśnienia sterującego odpowiadała wywołanemu stopniowi hamowania, mogła więc wynosić naj-

wyżej $4,7 \text{ kG/cm}^2$ nadciśnienia, a co najmniej $3,5 \text{ kG/cm}^2$ nadciśnienia przy hamowaniu pełnym lub $2,9 \text{ kG/cm}^2$ nadciśnienia, jeśli po hamowaniu pełnym nastąpiło powtórne uruchomienie wyluzowanego przedtem hamulca lokomotywy. Wzrost ciśnienia w czwartej komorze otwiera wlot w urządzeniu przekąźnikowym i rozpoczyna się dopełnianie przewodu głównego, lecz przepływ powietrza jest ułatwiony tylko w częściowo otwartym przelocie w rozdzielaczu. Otwarty w rozdzielaczu przelot do zbiornika czasowego umożliwia prawie równoczesne jego dopełnienie, wskutek czego powstaje dostateczna różnica ciśnień pod i nad membraną urządzenia impulsowego i wlot do komory impulsowej pozostaje przez cały czas zamknięty.

Dlatego wzrost powietrza w przewodzie głównym następuje powoli bez wystąpienia impulsu wysokiego ciśnienia.

Położenie hamowania i luzowania stopniowego. Jeśli rękojeść zostaje ustawiona w obrębie tego położenia, a wykonano to dla wywołania hamowania, to obrót tulei sterującej zmniejsza napięcie sprężyny regulatora o wartość odpowiadającą zamierzonej obniżce ciśnienia w przewodzie głównym. Układ przelotów w rozdzielaczu zmienia się tylko o tyle, że zostaje zamknięty wlot do zbiornika czasowego — a ma to miejsce wówczas, gdy następuje pierwsze hamowanie — bądź pozostaje bez zmian, gdy wywoływane jest kolejne obniżanie ciśnienia, albo powtórne jego obniżanie po uprzednim stopniowym jego podwyższeniu. Wobec zmniejszonego napięcia sprężyny regulatora ciśnienie sterujące, naciskając na membranę regulatora, unosi wydrążony trzpień i otwiera wylot na zewnątrz. Wypływ powietrza ze zbiornika sterującego trwa aż do osiągnięcia w nim ciśnienia odpowiadającego napięciu sprężyny. Wraz z częściowym opróżnieniem zbiornika sterującego maleje ciśnienie w czwartej komorze urządzenia przekąźnikowego. Naruszona przy tym równowaga ciśnień, działających na membranę dzielącą komorę trzecią i czwartą, powoduje cofnięcie wydrążonego trzpienia i otwarcie wylotu w urządzeniu przekąźnikowym. Tylko częściowo otwarty przelot w rozdzielaczu powoduje powolny spadek ciśnienia w przewodzie głównym, gdyż przepływ powietrza jest dławiony.

Opróżnianie przewodu trwa dopóty, dopóki przez otwór dławiący w przegrodzie między drugą i trzecią komorą nie nastąpi ustalenie w komorze trzeciej ciśnienia równego ciśnieniu sterującemu istniejącemu w komorze czwartej. Nastąpi wtedy zamknięcie wylotu do atmosfery.

Jeśli rękojeść zostaje przesunięta dla wywołania stopniowego odhamowania, to obrót tulei sterującej zwiększa napięcie sprężyny regulatora o wartość odpowiadającą zamierzonej podwyżce ciśnienia w przewodzie głównym. Powoduje to odpowiedni wzrost ciśnienia sterującego, następstwem czego jest samoczynne otwarcie wlotu w urządzeniu przekąźnikowym, co odbywa się w sposób opisany już poprzednio.

Zamknięty w rozdzielaczu wlot do zbiornika czasowego opóźnia je-

go dopełnienie, które może się odbywać jedynie przez dławik. Powoduje to chwilową nadwyżkę ciśnienia, działającego od dołu na membranę w urządzeniu impulsowym, wskutek czego zostaje na krótko otwarty wlot do szóstej komory urządzenia przekaźnikowego. Tak więc na początku każdego stopnia odhamowania następuje dodatkowy impuls, który wywołuje krótkotrwałe otwarcie pełnego wlotu w urządzeniu przekaźnikowym, wskutek czego przewód główny jest przez chwilę zasilany powietrzem o wyższym ciśnieniu. Wartość tego ciśnienia jest jednak niższa od ciśnienia powietrza, którym jest zasilany przewód główny podczas ładowania, gdyż przepływ powietrza jest dławiony w tylko częściowo otwartym przelocie w rozdzielaczu.

Po dopełnieniu zbiornika czasowego następuje: równowaga ciśnień działających na membranę urządzenia impulsowego, zamknięcie wlotu do szóstej komory urządzenia przekaźnikowego, zanik nadciśnienia w tej komorze, powolne dopełnienie przez otwór w przegrodzie komory trzeciej i zamknięcie dużego i małego grzybka wlotu w urządzeniu przekaźnikowym. Dopełnienie przewodu głównego do ciśnienia odpowiadającego zamierzonemu stopniowi odhamowania jest zakończone.

Przy dłuższym utrzymywaniu rękojeści w obrębie położenia stopniowego hamowania i luzowania następuje samoczynne wyrównywanie występujących w tym czasie strat ciśnienia w przewodzie głównym. Odbywa się to identycznie jak podczas jazdy z wyluzowanym hamulcem, z tą tylko różnicą, że przy mniejszej wartości ciśnienia w zbiorniku sterującym.

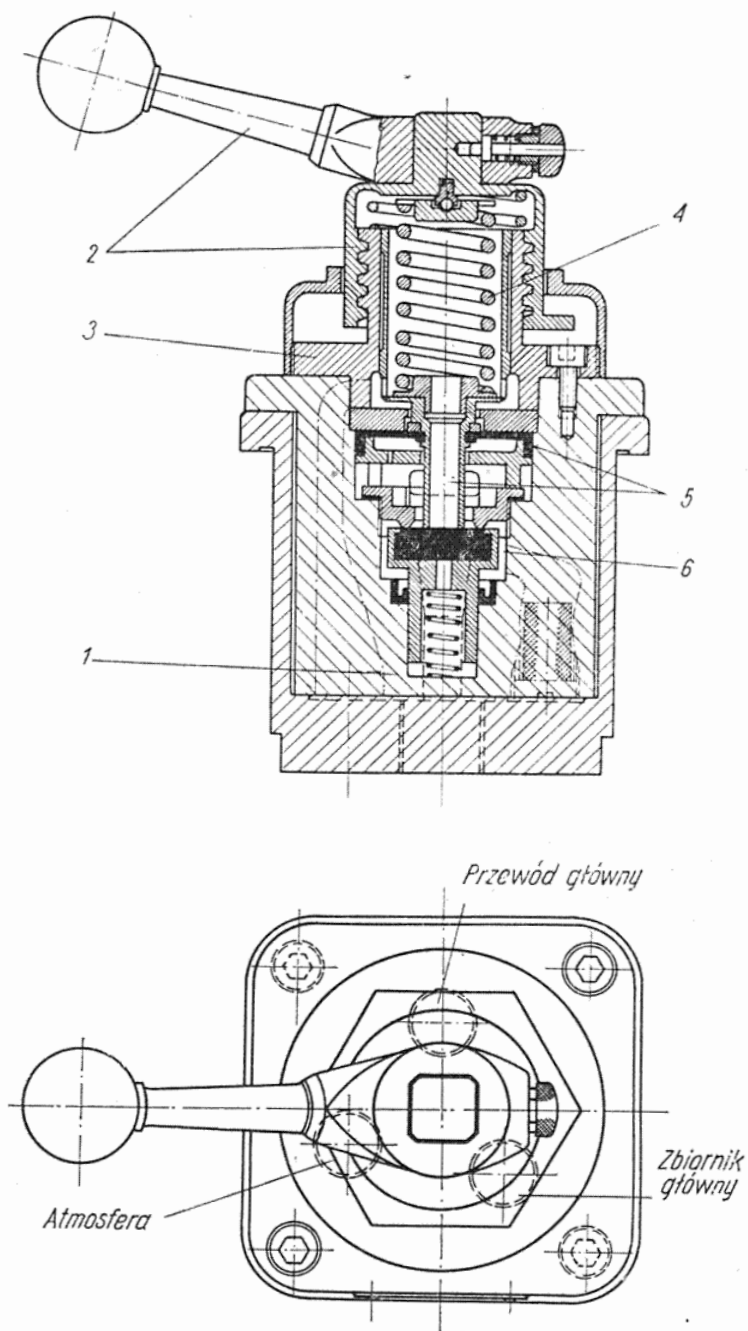
Położenie hamowania nagłego

Po przestawieniu rękojeści w położenie hamowania nagłego tuleja sterująca napina sprężynę regulatora do wartości odpowiadającej ciśnieniu sterowania $2,9 \text{ kG/cm}^2$ nadciśnienia. Nie ma to jednak istotnego znaczenia wobec ustalenia przez tuleję sterującą nowego układu przelotów w rozdzielaczu. W tym położeniu następuje całkowite zamknięcie wlotu i otwarcie bezpośredniego wylotu do atmosfery z przewodu. Taki sposób opróżniania przewodu głównego ma na celu zapewnienie z jednej strony szybkiego spadku ciśnienia w przewodzie głównym, a z drugiej strony, zagwarantowanie pewności wywołania tego spadku, przez bezpośrednie — mechaniczne, a nie pneumatyczne — sterowanie otwarciem wylotu do atmosfery.

Mimo całkowitego opróżnienia przewodu głównego trzecia komora urządzenia przekaźnikowego opróżnia się tylko do ustalonego ciśnienia sterowania $2,9 \text{ kG/cm}^2$ nadciśnienia. Jej bezpośrednie połączenie z przewodem głównym jest bowiem odcięte w urządzeniu blokującym i opróżnianie następuje przez otwór dławiący do drugiej komory, a stąd przez wydrążony popychacz, którego odsunięcie jest spowodowane różnicą nacisków w trzeciej i czwartej komorze. Przez drugą komorę następuje także opróżnienie zbiornika czasowego do wartości nadciśnienia wynoszącego $2,9 \text{ kG/cm}^2$.

Zawór maszynisty FD1 do sterowania hamulcem lokomotywy

Wewnętrzną budowę zaworu pokazano schematycznie na rysunku 4-11. Zarówno sposób działania, jak też i schemat budowy tego zaworu jest zbliżony do zespołu regulatora zaworu FV4a. Jediną różnicę stanowi wprowadzenie dodatkowej komory pod membraną, której napełnianie



Rys. 4-11. Zawór maszynisty FD1

1 — kadłub zaworu, 2 — kołpak obrotowy z rączką, 3 — gwintowany przewód kołpaka, 4 — sprężyna, 5 — membrana z wydrążonym popychaczem, 6 — zaworek

i opróżnianie jest opóźniane przez otwór dławiący. Jest to konieczne dla uzyskania całkowitego opróżnienia cylindrów. Obrót rękojeści zaworu powoduje zwiększenie lub zmniejszenie napięcia sprężyny, a więc i nacisku działającego od góry na membranę. Jeśli następuje wzrost na-

cisku, to osadzony w membranie wydrążony popychacz otwiera wlot ze zbiornika głównego i następuje zasilanie cylindrów. Trwa to tak długo, aż komora pod membraną napełni się powietrzem do ciśnienia nastawionego napięciem sprężyny. Nastąpi wtedy dostateczne zmniejszenie nacisku popychacza na grzybek wlotu, który pod naciskiem własnej sprężyny odłączy zasilanie cylindrów.

Jeśli po obrocie w lewo sprężyna regulatora zmniejsza nacisk na membranę, to ciśnienie panujące w komorze pod membraną unosi wydrążony popychacz, otwierając wylot. Wypływ powietrza z cylindrów następuje przez wydrążenie w popychaczu i przez górną, stale odpowietrzaną komorę regulatora. Opróżnianie cylindrów trwa dopóty, dopóki w komorze pod membraną, która opróżnia się przez dławik, zmniejsza ciśnienie do wartości nastawionej napięciem sprężyny regulatora. Następuje wtedy wyrównanie nacisków działających na membranę, wydrążony popychacz opada i odcina dalszy wypływ powietrza z cylindrów.

Jeśli rękojeść zostaje przesunięta w położenie skrajne lewe, odpowiadające całkowitemu opróżnieniu cylindrów, to dzięki opóźnianemu spadkowi ciśnienia w komorze pod membraną najpierw następuje całkowite opróżnienie cylindrów, a dopiero potem opróżnia się całkowicie komora o niewielkiej pojemności. Zapobiega to przedwczesnemu zamknięciu wylotu, jaki mógłby następować, gdyby spadek ciśnienia pod membraną odbywał się jednocześnie z opróżnianiem cylindrów.

Jeśli w napełnionych cylindrach występują straty ciśnienia wywołane nieszczelnościami samych cylindrów i przewodów doprowadzających, to spadek ten przenosi się do komory pod membraną i następuje zakłócenie równowagi nacisków działających na membranę. Zmniejszony nacisk działający od dołu umożliwia napiętej sprężynie regulatora otworzenie grzybka wlotu na tak długo, jak długo cylindry i komora pod membraną nie napełnią się powtórnie do pierwotnego ciśnienia, odpowiadającego napięciu sprężyny.

4.7.3. Zawór rozrządczy hamulca

Zawór rozrządczy steruje napełnianiem i opróżnianiem cylindrów hamulca lokomotywy wówczas, gdy maszynista uruchamia zespolony hamulec pociągu lub kiedy dla zapobieżenia poślizgom kół podczas rozruchu wywołuje słabe ich przyhamowanie. Wiadomo, że przebieg napełniania i opróżniania oraz wartość największego ciśnienia w cylindrach zależy od nastawienia dwóch zaworów elektropneumatycznych, które włączone są częścią pneumatyczną do wewnętrznego układu zaworu zmieniają sposób jego działania. Dwa dalsze zawory elektropneumatyczne, uruchamiane również ze stanowiska maszynisty, służą do wywołania hamowania przeciwpoślizgowego i do wyluzowania hamulca lokomotywy bez luzowania hamulca pociągu.

nie wylot z cylindrów do atmosfery. Położenie otwarcia wylotu, przy którym cylindry są połączone z atmosferą, a wlot jest odcięty. I w końcu, położenie odcięcia, przy którym zostaje odcięty wlot i wylot.

Podczas hamowania, kiedy cylindry są napełniane do określonego ciśnienia, organ sterujący zajmuje najpierw położenie otwarcia wlotu, a następnie położenie odcięcia. Podczas luzowania przechodzi z położenia odcięcia w położenie otwarcia wylotu i w nim pozostaje, albo — jeśli luzowanie nie jest całkowite, a tylko częściowe — powraca w położenie odcięcia.

Organ sterujący składa się z 7 komór.

W komorze 1 mieści się grzybek wlotu przyciskany własną sprężyną. Komora ta jest stale połączona ze zbiornikiem pomocniczym, w którym panuje albo niewiele zmieniające się ciśnienie z układu zasilania (7—8 kG/cm² nadciśnienia), albo początkowo 5 kG/cm² nadciśnienia, które podczas napełniania cylindrów zmniejsza się nieco, lecz pozostaje zawsze większe od najwyższego ciśnienia w cylindrach.

W komorze 2, do której są przyłączone cylindry, panuje zawsze ciśnienie cylindrowe. Tu też osadzony w czterech membranach wydrążony popychacz unosi grzybek wlotu, bądź odsuwa się od niego otwierając wylot, albo przywiera tylko do grzybka wlotu, odcinając wlot i wylot.

W komorze 3, ograniczonej dużą i małą membraną, panuje ciśnienie atmosferyczne lub cylindrowe, co jest zależne od nastawienia elektropneumatycznego zaworu zmieniacza hamowności. Może on łączyć trzecią komorę bądź z atmosferą — a zachodzi to wówczas, gdy odbywa się hamowanie pociągu pospiesznego z prędkości większej niż 55 km/h, bądź z komorą drugą, co występuje wówczas, gdy odbywa się hamowanie pociągu towarowego lub osobowego, albo jeśli podczas hamowania pociągu pospiesznego prędkość obniży się poniżej 55 km/h. W komorze tej znajduje się również sprężyna, która utrzymuje organ sterujący w położeniu otwarcia wylotu wówczas, gdy jego komory są opróżnione.

Komora 4 jest stale odpowietrzana i tu znajduje ujście wylot powietrza z cylindrów, odbywający się przez wydrążenie w popychaczu.

Komora 5 jest połączona z układem rozrządu i ciśnienie w nim panujące wywiera nacisk na kolejną membranę, lecz tylko wówczas, gdy maszynista naciska przycisk hamowania przeciwpoślizgowego podczas rozruchu.

Komora 6 jest przyłączona do zbiornika rozprężnego, w którym ciśnienie zmienia się zgodnie ze zmianami ciśnienia w przewodzie głównym zespolonego hamulca pociągu.

Komora 7 jest przyłączona do zbiornika sterującego, który po pierwszym naładowaniu utrzymuje prawie stałe nadciśnienie 5 kG/cm².

Ogranicznik ciśnienia zbiornika sterującego

Celem tego urządzenia jest nadzorowanie przelotu między przewodem głównym i zbiornikiem sterującym. Grzybek, zamykający lub otwierający ten przelot, jest unoszony lub przyciskany przez dwie membrany. Odcięcie wylotu do atmosfery ze zbiornika sterującego następuje zaraz na początku hamowania, gdyż grzybek zostaje przyciśnięty już pod wpływem bardzo niewielkiego ciśnienia cylindrowego ($0,3 \text{ kG/cm}^2$ nadciśnienia), działającego na większą z obu membran. Przywrócenie wlotu do zbiornika następuje dopiero po prawie całkowitym opróżnieniu cylindrów. W ten sposób zbiornik sterujący jest chroniony przed zmianami ciśnienia w przewodzie głównym, jakie występują podczas hamowania oraz luzowania, i ciśnienie w zbiorniku prawie nie ulega zmianie.

Ogranicznik ciśnienia zbiornika rozprężnego

Celem tego urządzenia jest zapewnienie jednakowego najwyższego ciśnienia w cylindrach zarówno podczas stopniowego lub bezstopniowego hamowania pełnego, kiedy ciśnienie w przewodzie głównym zostaje obniżone do $3,5 \text{ kG/cm}^2$ nadciśnienia, jak też podczas hamowania nagłego, kiedy przewód główny zostaje całkowicie opróżniony. Grzybek unoszony sprężyną pozostawia otwarty przelot do i ze zbiornika rozprężnego tylko wówczas, gdy nadciśnienie w przewodzie głównym jest wyższe od $3,5 \text{ kG/cm}^2$. Przy niższym ciśnieniu nacisk wywierany na membranę przez ciśnienie powietrza ze zbiornika sterującego zamyka przelot, izolując zbiornik rozprężny od zmian ciśnienia w przewodzie głównym.

Zmieniacz czasów działania

Celem tego urządzenia jest ustalanie czasów napełniania i opróżniania zbiornika rozprężnego, co zapewnia uzyskanie czasów napełnienia i opróżnienia cylindrów hamulcowych właściwych dla pociągów osobowych i towarowych. Urządzenie składa się z dwóch kolejnych zbocznikowanych kanałów, połączonych dławikiem. W każdej gałęzi tego układu znajduje się organ regulujący. W pierwszym rozgałęzieniu jest nim dławik i grzybek naciskany słabą sprężyną, umożliwiającą jedynie wpływ powietrza ze zbiornika, a odcinający ten przelot podczas zasilania zbiornika.

W drugim rozgałęzieniu znajduje się kolejny dławik i grzybek odcinający, który zamyka przelot wówczas, gdy nad jego membraną panuje ciśnienie cylindrowe, wyższe niż 1 kG/cm^2 nadciśnienia. Aby to nastąpiło musi otworzyć się zawór elektropneumatyczny, łączący komorę nad membraną z cylindrami. Otwarcie zaworu wywołuje maszynista nastawiając przełącznik TOP w położenie T. Taki układ regulowa-

nych przelotów umożliwia uzyskanie czasów napełniania cylindrów dla pociągów osobowych i pospiesznych w granicach 3 do 5 s, a dla pociągów towarowych w granicach 20 do 30 s oraz czasów opróżniania cylindrów odpowiednio 15 do 20 s i 45 do 60 s.

Zmieniacz hamowności

Zmieniacz hamowności stanowi elektropneumatyczny zawór, przez który następuje połączenie drugiej i trzeciej komory organu sterującego. Nastawienie przełącznika TOP w pozycję T lub O powoduje stałe jego otwarcie i podczas napełnienia cylindrów napełnia się również trzecia komora. Ponieważ jej górna membrana jest naciskana z obu stron przez powietrze o tym samym ciśnieniu, kiedy następuje zrównoważenie różnicy ciśnień działających w szóstej i siódmej komorze — decyduje wartość ciśnienia cylindrowego wywieranego na dużą dolną membranę w trzeciej komorze. Podczas hamowania pełnego lub nagłego odcięcie wlotu następuje po osiągnięciu nadciśnienia $3,74 \text{ kG/cm}^2$.

Jeśli natomiast przełącznik TOP znajduje się w pozycji P, to obwód elektryczny zaworu elektropneumatycznego zamyka się przez styki szybkościomierza (prędkościomierza). Gdy prędkość lokomotywy nie przekracza 55 km/h , wówczas zawór pozostaje stale otwarty i najwyższe ciśnienie w cylindrach jest takie samo jak dla nastawienia T i O. Po przekroczeniu tej prędkości zawór odcina połączenie z drugą komorą z równoczesnym połączeniem trzeciej komory z atmosferą. Napełnianie cylindrów zostaje wówczas przerwane dopiero wtedy, kiedy tę samą różnicę ciśnień w szóstej i siódmej komorze pokona ciśnienie cylindrowe, działające na małą membranę między drugą i trzecią komorą. Następuje to dopiero po osiągnięciu nadciśnienia $6,12 \text{ kG/cm}^2$.

Jeśli więc hamowanie pociągu pospiesznego rozpoczęło się przy prędkości większej niż 55 km/h , to cylindry napełniły się do wyższego ciśnienia, które po zmniejszeniu się prędkości poniżej 55 km/h zostanie samoczynnie obniżone do niższej wartości.

Poszczególne procesy podczas działania zaworu rozrządczego przebiegają następująco.

Ładowanie zbiorników

Całkowite opróżnienie zbiorników może nastąpić jedynie przy otwartym zaworze odłużniacza. Wyrównanie ciśnień w obu zbiornikach spowoduje wówczas otwarcie przelotu w ograniczniku ciśnienia zbiornika rozprężnego i jeśli przewód główny jest opróżniony lub jeśli przewód doprowadzający do przewodu głównego jest odpowietrzany przez kurek odcinający, to oba zbiorniki zostaną całkowicie opróżnione.

Ponowne ładowanie zbiorników odbywa się z przewodu głównego. Przez otwarty kurek odcinający płynie powietrze do przelotów w zmieniaczu czasów działania. Ponieważ cylindry są opróżnione, powietrze przepływa więc niezależnie od nastawienia, tak jak dla pozycji P lub O.

Ze zmieniacza, przez rozgałęzienie i oba otwarte ograniczniki, powietrze płynie do obu zbiorników oraz do połączonych z nimi komór organu sterującego. Przelot w ograniczniku zbiornika sterującego pozostaje otwarty, ponieważ w cylindrach panuje ciśnienie atmosferyczne, które nie zamyka przelotu, a przelot w ograniczniku zbiornika rozprężnego pozostaje podczas ładowania zbiorników stale otwarty, ponieważ ciśnienie w zbiorniku sterującym, które mogłoby spowodować jego odcięcie, wzrasta znacznie wolniej niż w zbiorniku rozprężnym. Powoduje to dysza, która wydłuża czas ładowania zbiornika sterującego do około 3 minut, podczas gdy nadciśnienie powietrza w zbiorniku rozprężnym osiąga 5 kG/cm^2 już po 3 sekundach.

Hamowanie i luzowanie podczas rozruchu

Chroniące przed poślizgiem przyhamowanie kół może być wywołane nawet wówczas, gdy z jakichkolwiek powodów zawór rozrządczy zostanie odcięty od przewodu głównego i nastąpi opróżnienie jego obu zbiorników.

Przez otwarty zawór elektropneumatyczny powietrze ze zbiornika rozrządu napełnia piątą komorę organu sterującego i działając przez membranę na popychacz, otwiera wlot do cylindrów, które napełniają się powietrzem do nadciśnienia wynoszącego 1 kG/cm^2 . Przy tym ciśnieniu przeciwny nacisk — wywierany na popychacz przez membrany w drugiej i trzeciej komorze — cofa popychacz aż do zamknięcia wlotu. Cylindry pozostają tak długo napełnione, jak długo maszynista nie przesteruje zaworu elektropneumatycznego, który odcinając dołot do piątej komory, łączy ją jednocześnie z atmosferą. Następujący tam spadek ciśnienia umożliwia odsunięcie popychacza w położenie otwarcia wylotu i cylindry opróżniają się przez jego wydrążenie i czwartą komorę. Zarówno czas napełniania, jak też i czas opróżniania cylindrów podczas tych przebiegów wynosi około 1 sekundy.

Napełnianie cylindrów przy uruchamianiu hamulca zespolonego

Jeżeli w przewodzie głównym napełnionym powietrzem do ciśnienia roboczego następuje spadek ciśnienia, to przenosi się on przede wszystkim do zbiornika rozprężnego. Dzieje się to z opóźnieniem jednak niewielkim, gdyż wypływ powietrza jest dławiony tylko przez 2 dyszę (rys. 4-12). Natomiast wypływ powietrza ze zbiornika sterującego jest mocno opóźniany przez mały przekrój 4 dyszy. Wytwarzająca się w szóstej i siódmej komorze różnica ciśnień działa na popychacz, który otwiera wlot do cylindrów. Wraz z cylindrami napełnia się druga komora, a jeśli hamowany jest pociąg towarowy lub osobowy albo prędkość hamowanego pociągu pospiesznego nie przekracza 55 km/h , to także napełnia się i trzecia komora organu sterującego. Ciśnienie cylindrowe wypełnia również komorę nad membraną ogranicznika ciśnienia zbiornika sterującego i po osiągnięciu wartości $0,3 \text{ kG/cm}^2$ nadciśnienia odcina

wylot powietrza ze zbiornika sterującego. Po wzroście ciśnienia powietrza w cylindrach do około 1 kG/cm^2 nadciśnienia dalszy jego wypływ ze zbiornika rozprężnego i przebieg napełnienia cylindrów zależy od przełącznika TOP; w pozycji O i P odbywa się nadal szybko.

Jeśli natomiast przełącznik znajduje się w pozycji T, to przez otwarty zawór elektropneumatyczny powietrze o ciśnieniu cylindrowym naciska na membranę grzybka w zmieniaczu czasów działania i dalszy wypływ powietrza ze zbiornika rozprężnego odbywa się przez kanał z 3 dyszą i jest znacznie opóźniany. Opóźniany jest więc również przebieg napełnienia cylindrów.

Gdy ciśnienie w przewodzie głównym zostało obniżone dla wywołania hamowania stopniowego, wówczas wraz z takim samym obniżeniem się ciśnienia w zbiorniku rozprężnym następuje odpowiadający mu wzrost ciśnienia w cylindrach. Napełnia się przy tym druga lub druga i trzecia komora organu sterującego, co prowadzi do zamknięcia wlotu do cylindrów. Organ sterujący przejdzie w położenie odcięcia również wówczas, gdy spadek ciśnienia w przewodzie głównym i postępujący za nim spadek ciśnienia w zbiorniku rozprężnym osiągnie wartość $1,5 \text{ kG/cm}^2$. Następuje wtedy zamknięcie przelotu w ograniczniku zbiornika rozprężnego.

Opróżnianie cylindrów przy luzowaniu hamulca zespolonego

Przed rozpoczęciem luzowania główny organ sterujący znajduje się w położeniu odcięcia, w które przeszedł po zakończeniu napełniania cylindrów podczas hamowania. Położenie to zajmuje dopóty, dopóki nie nastąpi wzrost ciśnienia w zbiorniku rozprężnym i w połączonej z nim komorze szóstej.

Wzrost ciśnienia powietrza w przewodzie głównym wywołany dla luzowania hamulca przenosi się do zbiornika rozprężnego z opóźnieniem, regulowanym przez zmieniacz czasów działania. Jeśli luzowanie odbywa się w pociągu towarowym, to dopływ jest dławiony kolejno przez 1, 2 i 3 dyszę. Natomiast w pociągu pasażerskim dopełnienie zbiornika jest przyspieszone, gdyż dławienie w 3 dyszy jest ominięte przez otwarty zbocznikowany przelot.

Następujący w szóstej komorze organu sterującego wzrost ciśnienia odsuwa popychacz, otwierając wylot z cylindrów, które opróżniają się przez wydrażenie w popychaczu i komorę czwartą.

Jeśli wzrost ciśnienia w przewodzie zostaje przerwany, jak to się dzieje przy stopniowym luzowaniu, to ustaje również wzrost ciśnienia w szóstej komorze, a po wystąpieniu w drugiej lub drugiej i trzeciej komorze spadku ciśnienia odpowiadającego zamierzonemu stopniowi luzowania, istniejące ciśnienie w siódmej komorze przyciskając popychacz do grzybka wlotu powoduje odcięcie wylotu, co przerywa dalsze opróżnianie cylindrów.

Jeśli natomiast luzowanie jest całkowite i ciśnienie w przewodzie głównym po osiągnięciu nadciśnienia roboczego 5 kG/cm^2 przestaje wzrastać, to także zbiornik rozprężny i szósta komora dopełni się do tej wartości, a popychacz pozostanie w położeniu otwartego wylotu również po zakończeniu luzowania.

Czas pełnego opróżniania cylindrów hamulca lokomotywy pozostaje niezmienny, niezależnie od tego czy luzowanie następuje po hamowaniu pełnym, czy po hamowaniu nagłym, gdyż w obu przypadkach rozpoczyna się dopiero wówczas, gdy rozpocznie się wzrost ciśnienia w rozładowanym do $3,5 \text{ kG/cm}^2$ nadciśnienia w zbiorniku rozprężnym.

Opróżnianie cylindrów odluźniaczem

Naciśnięcie przycisku odluźniacza powoduje otwarcie przelotu w elektropneumatycznym zaworze odluźniacza, który łączy zbiornik sterujący ze zbiornikiem rozprężnym. Zmniejszająca się wskutek przepływu powietrza różnica ciśnień w siódmej i szóstej komorze opuszcza popychacz, powodując otwarcie wylotu. Opróżnianie może być przerwane przez zamknięcie przelotu między zbiornikami i wówczas — po częściowym spadku ciśnienia w cylindrach — organ sterujący przejdzie w położenie odcięcia, lub może być zupełne, gdy przelot między obydwojma zbiornikami pozostanie otwarty aż do całkowitego zaniku różnicy ciśnień w siódmej i szóstej komorze. Organ sterujący jest wtedy w położeniu, w którym wylot pozostaje otwarty nawet po całkowitym opróżnieniu cylindrów.

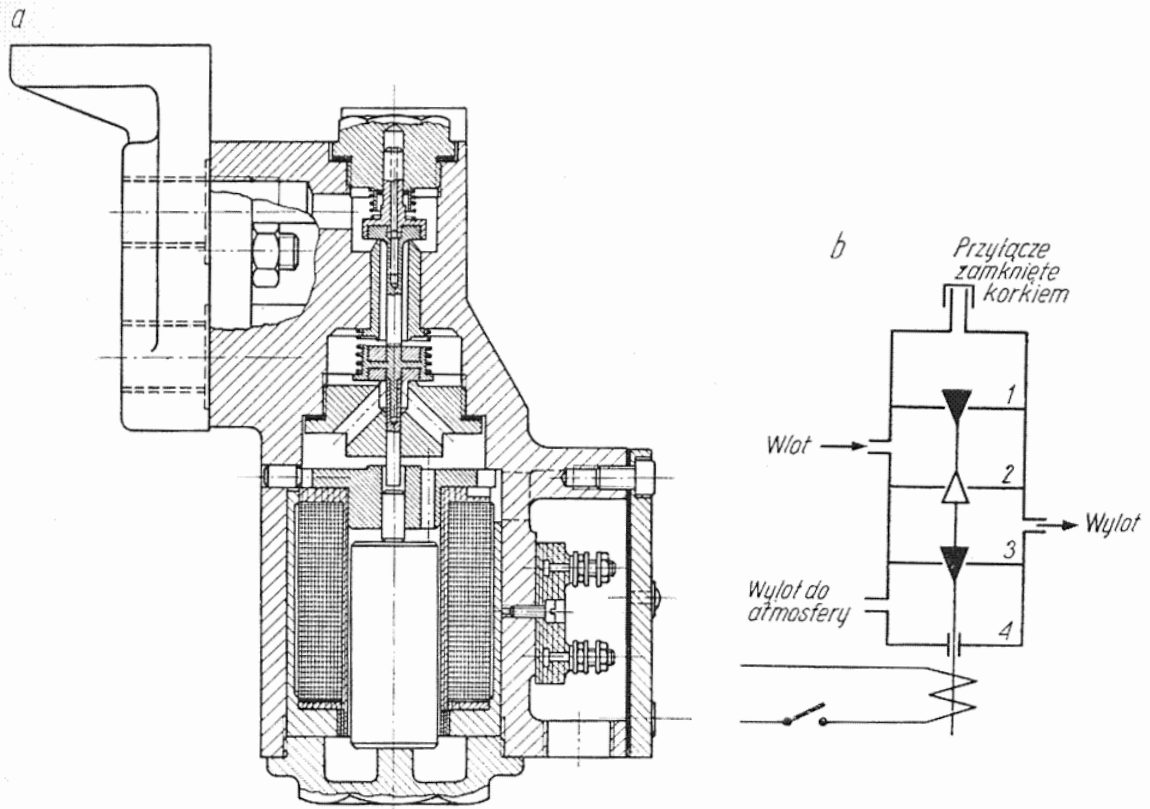
4.7.4. Zawory elektropneumatyczne

W instalacji sprężonego powietrza są zastosowane 3 rodzaje zaworów elektropneumatycznych. Najbardziej uniwersalnym jest zawór typu EV5, który zależnie od sposobu wykorzystania jego 4 wyjść pneumatycznych może spełniać różne funkcje.

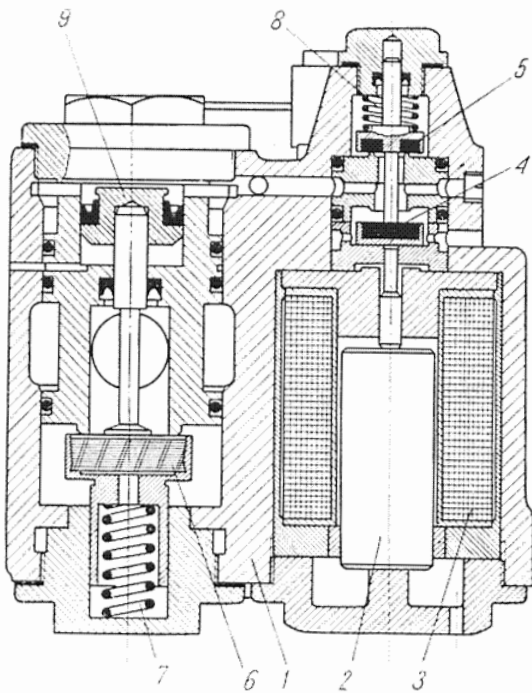
W swej części pneumatycznej ma on 4 kolejne komory, oddzielone grzybkami osadzonymi we wspólnym trzonie, którego przedłużenie stanowi rdzeń cewki elektromagnesu.

Na rysunku 4-13 przedstawiono przekrój zaworu oraz schemat pokazujący jego wykorzystanie, jako zdalnie sterowanego zaworu odcinającego, który po odcięciu odpowietrza jedną z łączonych przestrzeni.

Jeśli przez cewkę nie płynie prąd, to otwarty jest przelot między drugą i trzecią komorą, a przelot do czwartej komory stale odpowietrzanej jest zamknięty. Jeśli obwód zasilania cewki zostanie zamknięty przez przycisk lub przełącznik, to popychacz uniesie się do góry i nastąpi odcięcie przelotu między drugą i trzecią komorą, natomiast otworzy się przelot między trzecią i czwartą komorą. To umożliwi odpowietrzenie przestrzeni przyłączonej do 3 komory. Elektropneumatyczny zawór EFCV (rys. 4-14) jest zainstalowany na przewodach doprowadzających sprężone powietrze z układu zasilania do obu zaworów maszynisty, słu-



Rys. 4-13. Elektropneumatyczny zawór EV5
a – przekrój, b – schemat



Rys. 4-14. Zawór elektropneumatyczny EFCV

1 – kadłub zaworu, 2 – rdzeń, 3 – cewka,
4, 5, 6 – grzybki zaworu, 7, 8 – sprężyny
zaworu, 9 – tłoczek z popychaczem

zących do sterowania zespolonym hamulcem pociągu. Zadaniem tego zaworu jest odcięcie zasilania przewodu głównego wraz z zadziałaniem elektropneumatycznego zaworu czuwaka. Obwód elektryczny, w który

są włączone cewki obu tych zaworów, jest zamykany przez przyciski czujności.

Działanie zaworu EFCV jest następujące. Jeśli cewka jest zasilana, to rdzeń wysuwa się ku górze, unosząc oba grzybki umieszczone nad cewką. Górny grzybek otwiera wtedy przelot powietrza z komory nad grzybkiem, połączonej stale z przewodem zasilającym, do komory środkowej, która połączona dotychczas przez otwarty dolny przelot z atmosferą przestaje być odpowietrzana, gdyż wylot do atmosfery jest odcięty przez dolny grzybek. Z komory środkowej powietrze przepływa do komory nad tłoczkiem w bocznej części zaworu, w której znajduje się duży grzybek sterowany własną sprężyną i popychaczem tłoczka, odcinający dół do zaworu maszynisty. Nacisk wywierany od góry na tłoczek przenosi się przez popychacz na grzybek i po pokonaniu nacisku jego sprężyny otwiera dół powietrza do zaworu maszynisty.

Jeśli obwód prądu zostaje przerwany, to rdzeń cewki opada, następuje przerwanie napełniania powietrzem komory nad grzybkiem i rozpoczyna się jej odpowietrzenie, gdyż górny grzybek nad cewką odcina dopływ powietrza, a dolny grzybek otwiera wylot do atmosfery.

Brak nacisku na tłoczek powoduje uniesienie sprężyną dużego grzybka ku górze, który odcina dopływ z układu zasilania do zaworu maszynisty.

4.7.5. Zawór redukcyjny

Zawór redukcyjny jest zainstalowany na przewodzie łączącym układ rozrządu z układem zasilania i służy do redukowania ciśnienia przy napełnianiu i uzupełnianiu ciśnienia w zbiorniku rozrządu.

Zawór redukcyjny jest zespołem, w którym połączono szeregowo zawór zwrotny, regulator ciśnienia i odwadniacz. Regulatorem ciśnienia jest zawór typu FD1 w specjalnej odmianie, bez rękojeści, ze sprężyną, której napięcie zapewnia wartość ciśnienia zasilania równą 5 kG/cm^2 nadciśnienia. Sposób działania tego zaworu jest identyczny jak podczas uzupełniania cylindrów przez zawór FD1, z tym że utrzymane nadciśnienie wynosi 5 kG/cm^2 .

4.7.6. Zawory zwrotne i zawory bezpieczeństwa

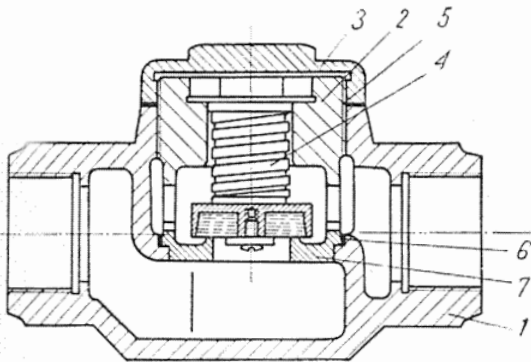
Zadaniem tych urządzeń jest ochrona zbiorników lub całych układów pneumatycznych przed rozładowaniem i przeładowaniem.

Przed rozładowaniem chronią zawory zwrotne, umożliwiające tylko jednokierunkowy przepływ, a przed przeciążeniem — zawory bezpieczeństwa, upuszczające nadmiar sprężonego powietrza do atmosfery.

Zawory zwrotne i bezpieczeństwa są urządzeniami, które reagują samoczynnie na zmiany ciśnienia.

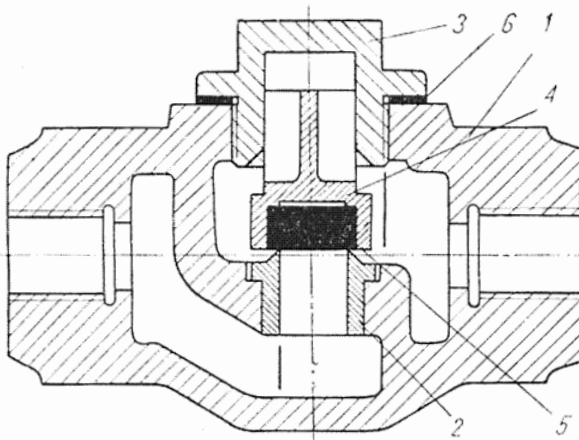
Na rysunkach 4-15 i 4-16 pokazano przekroje dwóch zaworów zwrotnych. Sposób ich działania jest jednakowy, choć różnią się one

budową. Kadłub zaworu, do którego doprowadza się przewody, ma dwie komory. Przelot między nimi zamyka grzybek. Może on być obciążony sprężyną albo zamyka przelot tylko własnym ciężarem. Wzrost ciśnienia pod grzybkiem unosi go, otwierając dolot do górnej komory i do przewodu z nią połączonego. Jeśli natomiast ciśnienie pod grzybkiem przestaje wzrastać lub obniży się, to grzybek — pod działaniem sprężyny lub tylko własnego ciężaru i ciśnienia działającego na jego górną powierzch-



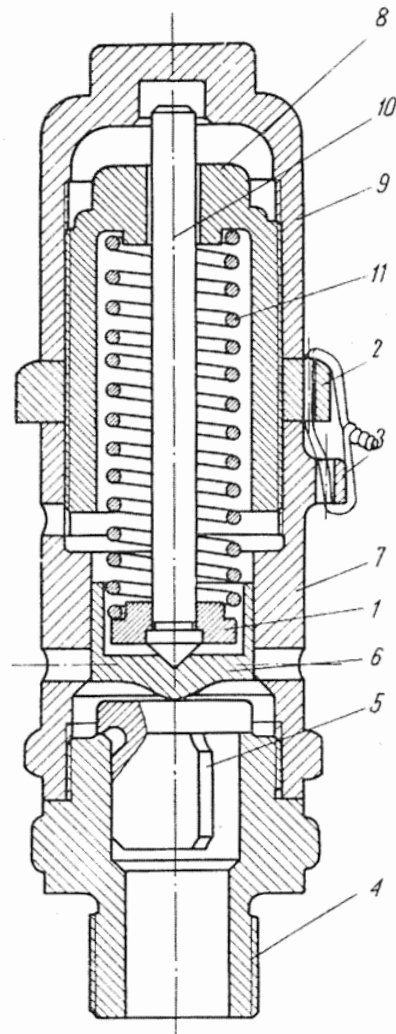
Rys. 4-15. Zawór zwrotny

1 — kadłub, 2 — prowadzenie grzybka, 3 — pokrywa, 4 — grzybek, 5, 6 — podkładki, 7 — gniazdo



Rys. 4-16. Zawór zwrotny

1 — kadłub, 2 — gniazdo, 3 — pokrywa, 4 — grzybek, 5 — wkładka gumowa, 6 — podkładka



Rys. 4-17. Zawór bezpieczeństwa

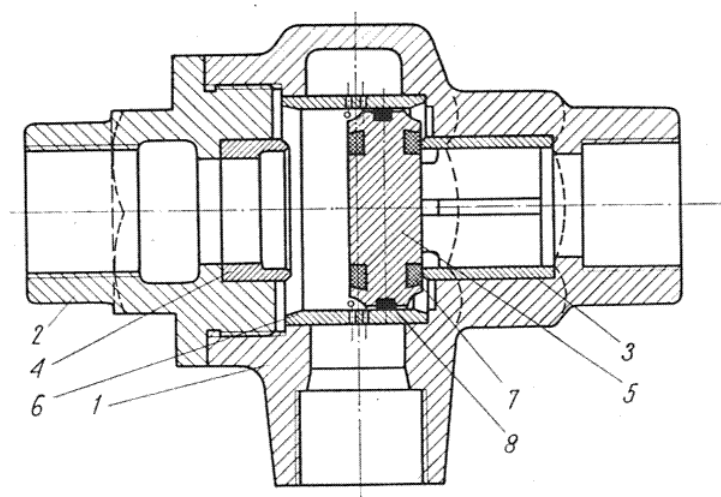
1 — oparcie sprężyny, 2 — nakrętka ustalająca, 3 — drut zabezpieczający, 4 — gniazdo, 5 — grzybek, 6 — tłoczek, 7 — kadłub, 8 — śruba napinająca, 9 — pokrywa, 10 — sworzeń, 11 — sprężyna

nię — opada, zamykając przelot. W ten sposób możliwy jest tylko jednokierunkowy przepływ, umożliwiający jedynie zasilanie przewodu dołączonego do górnej komory, natomiast wykluczone jest jego rozładowanie przez wypływ powietrza przez zawór.

Rysunek 4-17 pokazuje przekrój zaworu bezpieczeństwa, którego działanie jest następujące. Jeśli ciśnienie powietrza pod grzybkiem zaworu jest większe od nacisku, z jakim sprężyna obciąża grzybek, to grzy-

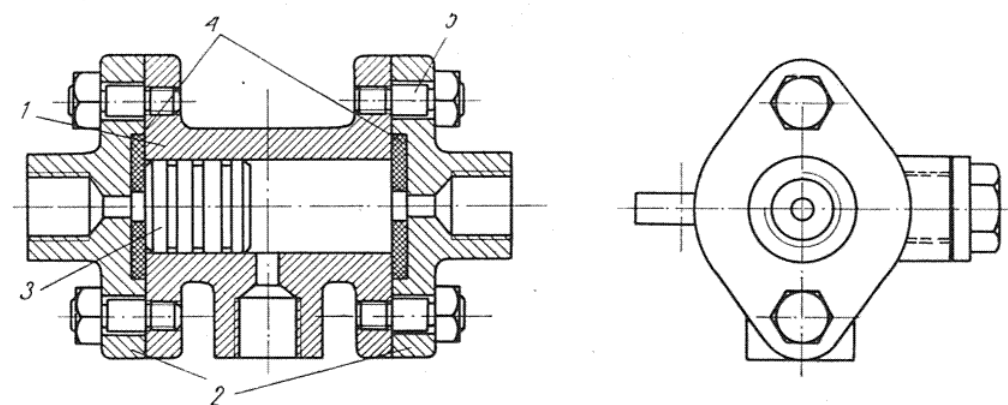
bek unosi się i otwiera wylot do atmosfery. Po dostatecznym spadku ciśnienia w nadzorowanej przez zawór przestrzeni grzybek naciskany sprężyną odcina dalszy wylot powietrza. Napięcie sprężyny daje się regulować przez wkręcanie lub wykręcanie śruby napinającej. Zawory bezpieczeństwa są urządzeniami, które mogą być nastawiane jedynie przez osoby do tego uprawnione i dostęp do śruby regulacyjnej jest zaplombowany.

Obok pojedynczych zaworów zwrotnych w instalacji sprężonego powietrza są zastosowane także podwójne zawory zwrotne, których zadaniem jest samoczynne odcięcie jednego z dwóch równoległych przelo-



Rys. 4-18. Podwójny zawór zwrotny duży

1 — kadłub, 2 — pokrywa, 3, 4 — gniazda, 5 — grzybek, 6 — tulejka prowadząca, 7 — wkładki gumowe, 8 — pierścień grzybka



Rys. 4-19. Podwójny zawór zwrotny mały

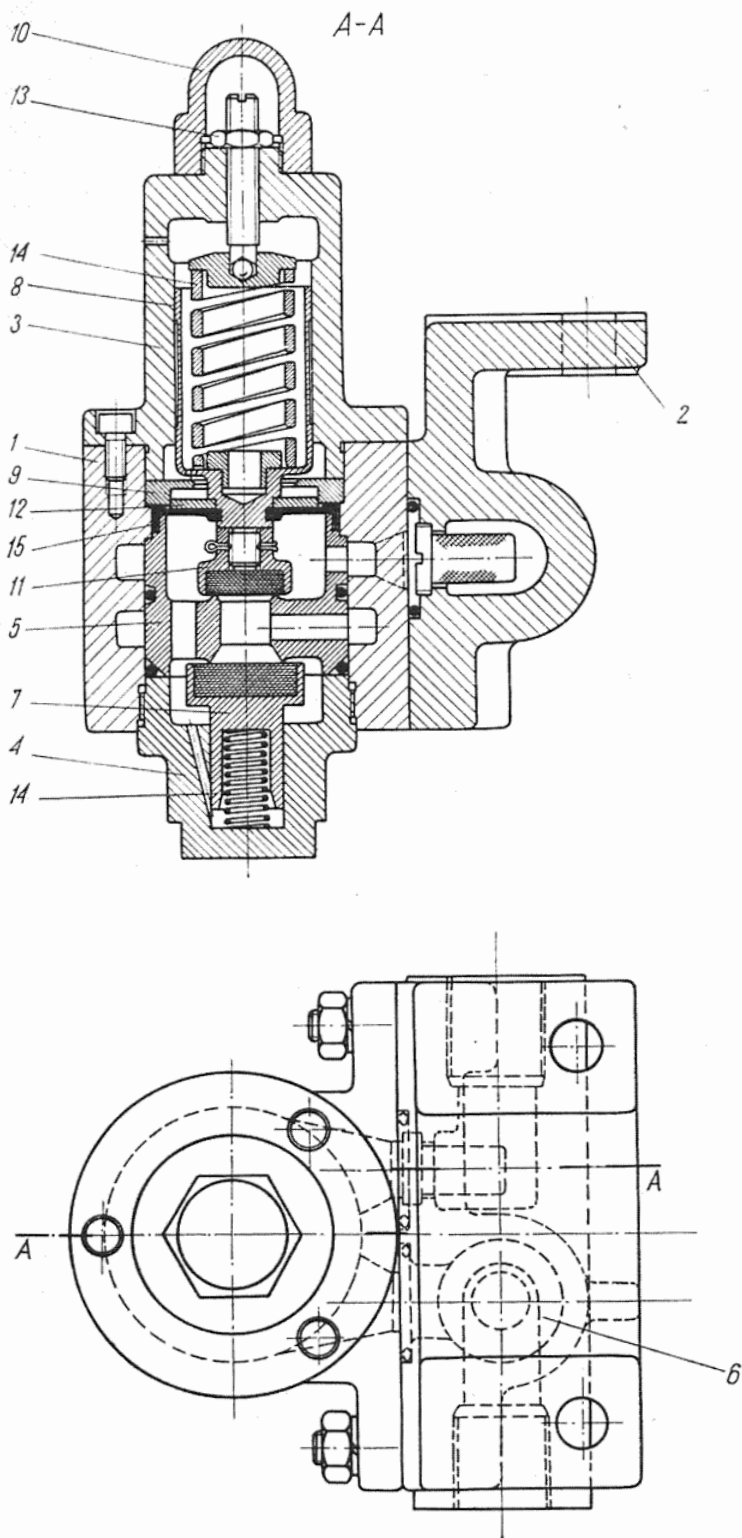
1 — kadłub, 2 — pokrywy, 3 — grzybek, 4 — podkładki, 5 — śruba

tów powietrza, dołączonych do wspólnego urządzenia. Przekroje tych zaworów pokazują rysunki 4-18 i 4-19. Różnią się one jedynie wielkością i szczegółami konstrukcyjnymi, lecz sposób ich działania jest jednakowy. Swobodnie prowadzony w kadłubie zaworu dwustronny grzybek odcina jeden z dolotów, przyciskany powietrzem z drugiego dolotu.

Najbardziej skomplikowanym z tej grupy zaworów jest zawór zasilająco-zwrotny, który nadzoruje połączenie między zbiornikami głów-

nym i umieszczonym wzdłuż lokomotywy przewodem zbiorników głównych. Zadaniem zaworu jest samoczynne odcięcie przepływu w razie obniżenia się ciśnienia w przewodzie poniżej 5 kG/cm^2 .

Przekrój tego zaworu pokazano na rysunku 4-20. Grzybki górny i dolny odcinają przepływ powietrza do komory środkowej, do której



Rys. 4-20. Zawór zasilająco-zwrotny

1 — kadłub, 2 — wspornik, 3 i 4 — pokrywy prowadzące górna i dolna, 5 — gniazdo, 6 — korek, 7 — dolny grzybek, 8 — tuleja prowadząca, 9 i 12 — pierścień i płyta membrany, 10 — przykrywka, 11 — górny grzybek, 13 — śruba napinająca, 14 — sprężyna, 15 — membrana

jest przyłączony przewód zbiorników głównych. Wspólna komora nad górnym i pod dolnym grzybkim jest przyłączona do zbiorników głównych. Oba grzybki są obciążone sprężynami. Duży, dolny grzybek jest obciążony słabą sprężyną i stanowi słaby zawór zwrotny, umożliwiający zasilanie zbiorników z przewodu zbiorników głównych, zawsze wówczas, gdy ciśnienie w tym przewodzie przewyższa ciśnienie w zbiornikach głównych. Górny, mały grzybek jest natomiast przyciskany sprężyną, której nacisk da się regulować i odcina przelot do przewodu, jeśli ciśnienie powietrza w zbiornikach głównych, które naciska na membranę, obniży się poniżej 5 kG/cm² nadciśnienia.

4.7.7. Zbiorniki

Instalacje sprężonego powietrza stanowią zbiorniki, w których gromadzi się odpowiednie ilości sprężonego powietrza. Są to:

- 3 zbiorniki główne o pojemności 270 l każdy,
- zbiornik pomocniczy o pojemności 270 l,
- zbiornik rozrządu o pojemności 100 l,
- 2 zbiorniki zaworu rozrządczego hamulca: sterujący i rozprężny o pojemności 6 l każdy, wykonane jako zbiornik podwójny,
- 3 zbiorniki zaworu maszynisty do sterowania zespolonym hamulcem pociągu, których pojemności wynoszą: sterującego 1 l, czasowego 3 l, redukcyjnego 7 l; są one umieszczone jeden w drugim i stanowią potrójny zbiornik w wykonaniu specjalnym,
- zbiornik czasowy czuwaka o pojemności 6 l.

Wszystkie zbiorniki podlegają okresowemu odwadnianiu i w tym celu każdy z nich jest wyposażony w kurek lub korek odwadniająca.

Zbiorniki są wykonane w formie walców, dna ich są tłoczone, płaszczki zwijane z blachy i całość łączona spawaniem.

W dnach lub płaszczkach są przewidziane końcówki do przyłączenia przewodów. Mocowanie zbiorników odbywa się za pomocą opasek, których naciąg może być regulowany śrubą.

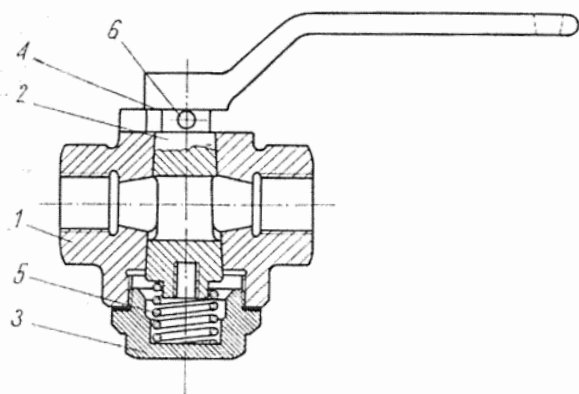
4.7.8. Kurki odcinające i przełączające

W instalacji sprężonego powietrza znajduje się wiele różnych kurków, które służą do:

- ręcznego otwierania lub zamykania przelotów z równoczesnym odpowietrzeniem jednej z odcinanych stron lub bez odpowietrzenia żadnej z odcinanych stron,
- ręcznego przełączania przelotu do jednego z dwóch równoległe dołączonych urządzeń wraz z równoczesnym odpowietrzeniem urządzenia wyłączanego z pracy,
- ręcznego otwierania wylotów w zbiornikach lub innych urządzeniach pneumatycznych, takich jak: odwadniacze, odoliwiacze itp., w celu ich odwodnienia.

Przekrój jednego z takich zaworów pokazano na rysunku 4-21.

Zależnie od przeznaczenia różnią się one nieco swą budową, lecz podstawową ich częścią jest kadłub z osadzonym w nim obrotowo rdzeniem, który obrócony rękojeścią kurka odcina lub zmienia przelot przez kurek. W tym celu rdzeń ma albo jeden, albo kilka kanałów odpowiednio ukształtowanych. Odcięcie przelotu następuje bądź przez ścisłe przyleganie obróconego rdzenia do gniazda kurka, bądź przez dociśnięcie do gniazda gumowej uszczelki. Ostatnie rozwiązanie stosuje się w kur-



Rys. 4-21. Kurek odcinający

1 — kadłub, 2 — stożkowy rdzeń, 3 — pokrywa, 4 — rękojeść, 5 — sprężyna, 6 — sworzeń ograniczający

kach końcowych przewodu głównego. Dla zapewnienia ścisłego przylegania rdzenia i gniazda obie powierzchnie są stożkowe, a rdzeń do gniazda dociskany jest sprężyną.

5

MASZYNY ELEKTRYCZNE

Maszyny budowane w kraju według dokumentacji licencyjnej różnią się nieco w szczegółach konstrukcyjnych od wykonania angielskiego. W zestawieniach danych znamionowych wszystkich maszyn dane dotyczące wykonania angielskiego, różne od krajowego, wyodrębniono i umieszczono po lewej stronie tego wykazu.

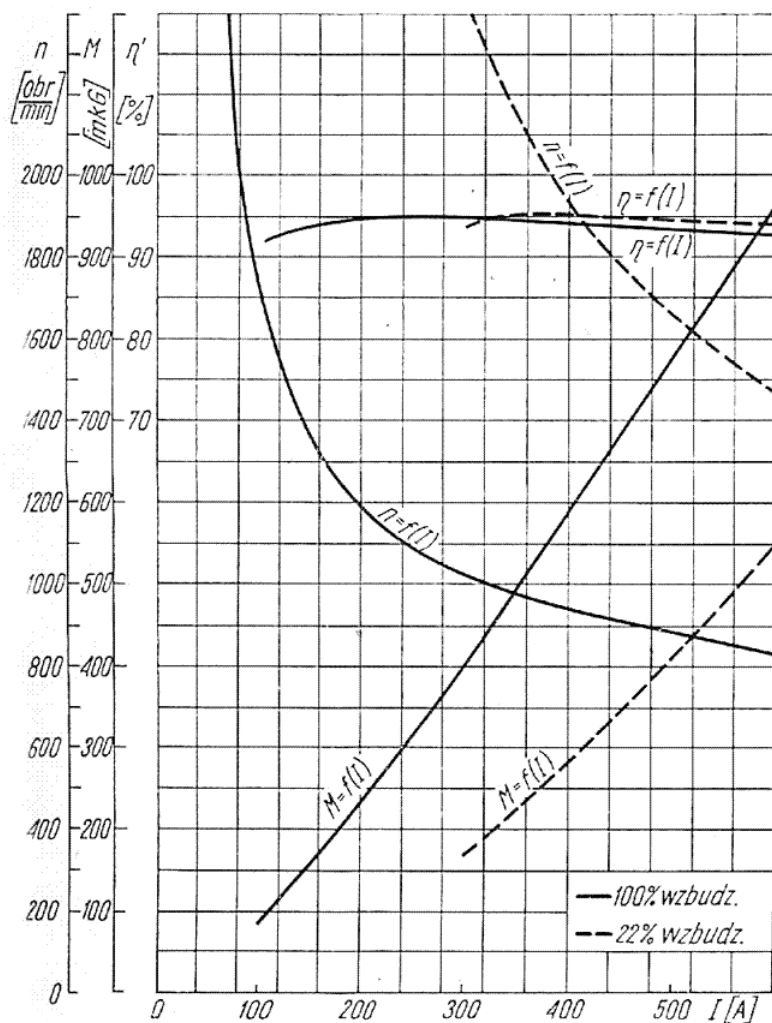
5.1. Silnik trakcyjny

(typ EE 541, oznaczenie na schemacie *M*)

5.1.1. Ogólne dane techniczne

napięcie znamionowe	3000/2 V
moc godzinowa	520 kW
prąd mocy godzinowej	370 A
prędkość obrotowa przy mocy godzinowej	930 obr/min
moc ciągła	500 kW
prąd mocy ciągłej	355 A
prędkość obrotowa przy mocy ciągłej	950 obr/min
liczba stopni wzbudzenia	6
minimalny stopień wzbudzenia	22,5%
przełożenie przekładni	79 : 18
poziom smaru w osłonie przekładni	85—35 mm
poziom oleju w zbiorniku łożyska wału drążonego	85—25 mm

klasa izolacji	H	B
dopuszczalny przyrost temperatury wirnika wyznaczony metodą oporową		120°C
dopuszczalny przyrost temperatury komutatora wyznaczony metodą termometrową		105°C
masa silnika bez przekładni		4200 kg
wentylacja		obca
zapotrzebowanie powietrza chłodzącego		99 m ³ /min
największa prędkość wirowania		2390 obr/min
system napędu		jednostronny



Rys. 5-1. Charakterystyka obrotów i momentu napędowego silnika EE 541

Bieguny główne

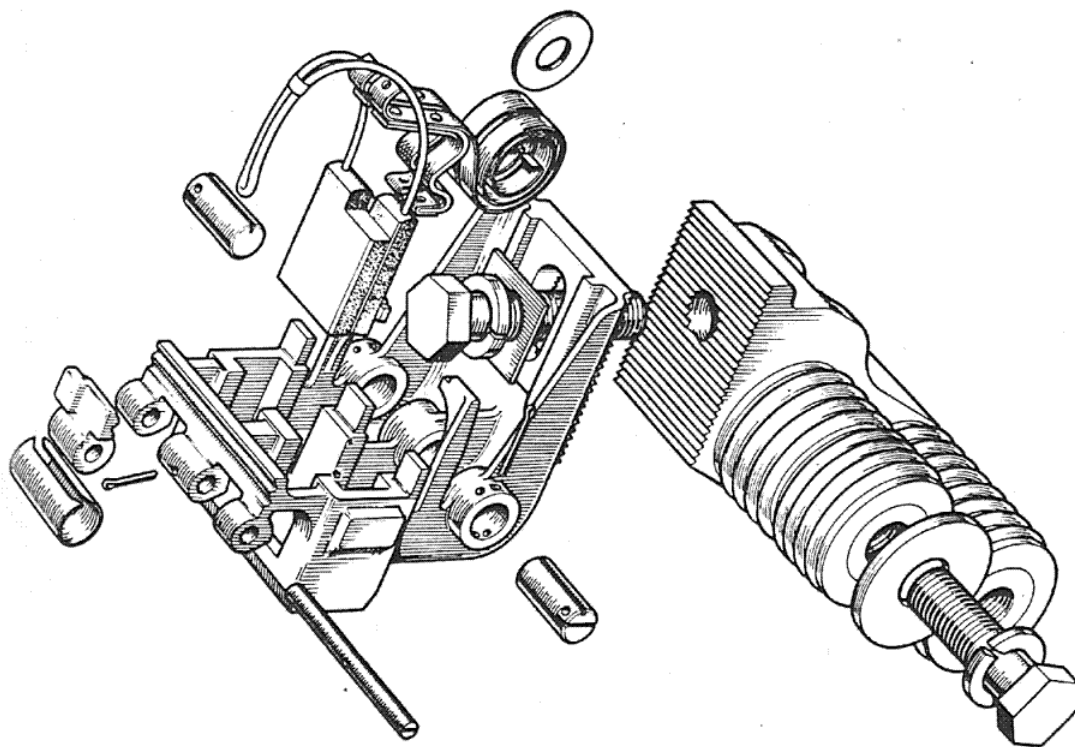
liczba biegunów głównych		4
szelina bieguna głównego	7,0	6,5 mm
liczba zwojów 1 cewki bieguna		41
profil miedzi nawojowej		5×32 mm
opór uzwojenia przy 20°C		0,0266—0,0326 Ω

Bieguny komutacyjne

liczba biegunów komutacyjnych		4
-------------------------------	--	---

szczelina bieguna komutacyjnego	7,1	8,5 mm
liczba zwojów 1 cewki bieguna		14
profil miedzi nawojowej		7,5×18 mm
Uzwojenie kompensacyjne		
liczba zwojów w cewce		3
liczba cewek na biegun		5
ogólna liczba cewek		20
profil miedzi nawojowej		3,5×20 mm
wspólny opór uzwojenia kompensacyjnego i biegunów komutacyjnych przy 20°C		0,0306—0,0374 Ω
Wirnik		
liczba żłobków		62
liczba boków zezwojów w żłobku		12
ogólna liczba zezwojów		372
liczba zwojów w jednym zezwoju		1
liczba gałęzi równoległych		4
rodzaj uzwojenia		pętlicowe proste
połączenie wyrównawcze I stopnia		62 cewki
średnica żelaza wirnika		535 mm
długość czynna żelaza		405 mm
profil miedzi nawojowej uzwojenia głównego	4,0×4,0	1,27×6,3 mm
profil miedzi nawojowej połączeń wyrównawczych		1,1×6 mm
opór uzwojenia przy 20°C mierzony między 1 a 60 działką komutatora		0,0321—0,0393 Ω
poskok żłobkowy		15(1—16)
poskok komutatorowy		+1(1—2)
poskok potencjalny		186(1—187)
liczba działek komutatora		372
średnica nowego komutatora		430 mm
średnica minimalna w eksploatacji		418 mm
głębokość wycięcia izolacji międzydziałkowej		1,2 mm
długość wału wirnika		1240 mm
Szczotkotrzymacze		
liczba szczotkotrzymaczy		4
liczba szczotek w 1 szczotkotrzymaczu		2
typy szczotek podwójnych, dzielonych:		
Morganite		EG 109
zastępcze		EG 14 D, E 28 S
dopuszczonych do stosowania w okresie gwarancyjnym przez Dolmel		EG 6749 S
wymiary szczotki		2×(58×40×8,5) mm

odległość obsady szczotkowej od powierzchni komutatora	1,5—3,0 mm
nacisk szczotki	1,5—1,8 kG
najmniejsza długość szczotki w eksploatacji	29 mm



Rys. 5-2. Szczotkotrzymacz silnika EE 541

luzy w obsadzie: nowe szczotki		0,076×0,051 mm
luzy maksymalne		0,229×0,203 mm
Łożyska	strona komutatora	strona napędu
silniki angielskie	SKF NH320 MC4	SKF NU328 CMC4/235836
silniki krajowe	NH320 MC4 ZST	NU328 MP64 ZST
wymiary łożysk	∅100×∅215×47	∅140×∅300×62 mm

5.1.2. Budowa

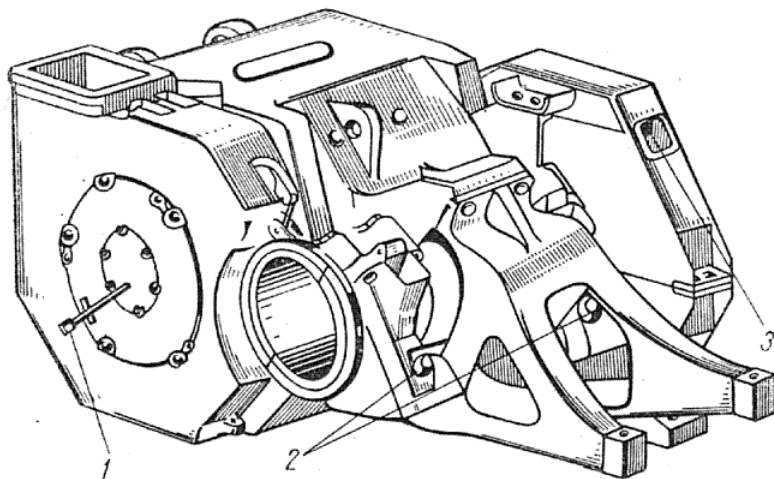
Silnik trakcyjny EE 541 (rys. 5-3) jest silnikiem szeregowym prądu stałego, czterobiegunowym, mającym bieguny komutacyjne (zwrotne) i uzwojenie kompensacyjne. Dzięki biegunom zwrotnym i uzwojeniu kompensacyjnemu silnik może pracować przy osłabieniu wzbudzenia biegunów głównych wynoszącym 77,5%, tzn. przy strumieniu biegunów głównych, stanowiącym 22,5% strumienia pełnego.

Konstrukcja silnika przewiduje zastosowanie izolacji klasy H, jednak został on tak zaprojektowany, że osiąga moc znamionową przy zastosowaniu izolacji klasy B. Dopuszczalne przyrosty temperatur wirnika i stojana wynoszą odpowiednio 120 i 130°C.

Kadłub stojana stanowi ośmiokątny odlew staliwny, do którego są przymocowane śrubami cztery bieguny główne (rys. 5-3) i cztery komu-

tacyjne. Na rdzeniach biegunów głównych są osadzone nabiegunniki, w żłobkach których znajdują się cewki uzwojenia kompensacyjnego. Rdzenie biegunów głównych, pomocniczych i nabiegunniki są wykonane jako pakiety z blach magnetycznych o dużej zawartości krzemu.

Od strony osi napędzanej kadłub stojana ma nadlewy stanowiące kadłuby łożysk ślizgowych, w których obraca się wał drążony zestawu



Rys. 5-3. Silnik trakcyjny typu EE 541

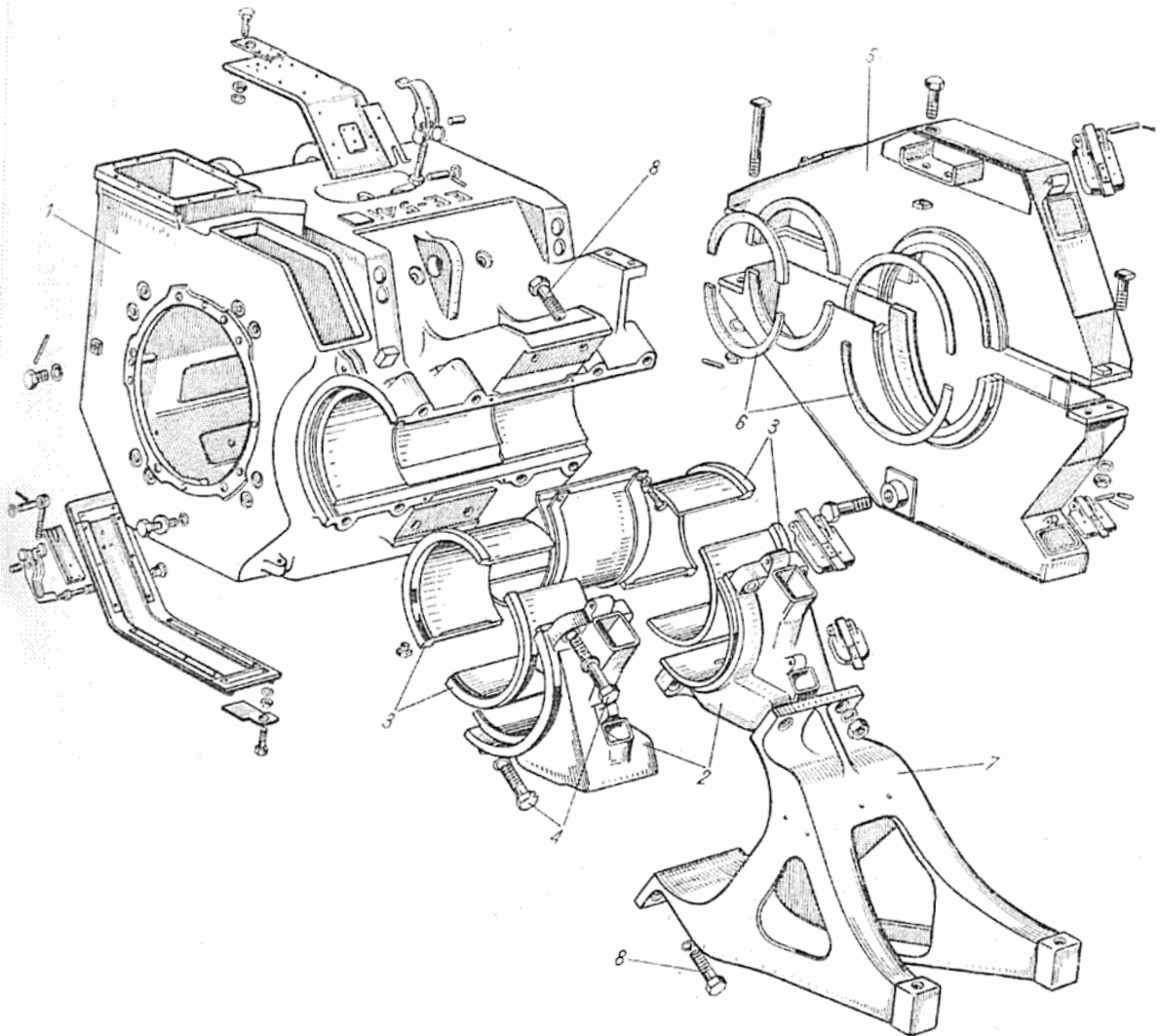
1 — łożyska wirnika, 2 — łożyska zawieszenia wału, 3 — skrzynia przekładni

kołowego (rys. 5-4). Do nadlewów tych są przykręcone śrubami odejmowane części kadłubów panewki, które zdejmuje się podczas demontażu panewek. Same panewki, konstrukcji dzielonej, są wykonane z brązu z nałożoną na wewnętrznej powierzchni kompozycją łożyskową. Odejmowana część kadłuba panewki zawiera komorę pakunkową i smarowniczą, obie zamykane szczelnymi pokrywami. Między kadłubami panewek znajdują się nadlewy z wyfrezowanymi na płasko powierzchniami, służące do umocowania wspornika zawieszenia silnika na ramie wózka. Wspornik ten, jakkolwiek jest odejmowany, stanowi integralną część silnika trakcyjnego, bowiem powierzchnie łączenia silnika ze wspornikiem są indywidualnie pasowane.

Po przeciwległej stronie kadłuba silnika znajdują się dwa nadlewy służące do umocowania silnika na środkowej poprzecznicy ramy wózka. Zarówno to zawieszenie, jak i zawieszenie za pośrednictwem wspornika na ramie czołownicy są amortyzowane wkładkami gumowymi. Kadłub stojana jest zamknięty po obu stronach pasowanymi tarczami łożyskowymi, zawierającymi komory łożyskowe i łożyska. Tarcze mają rurki smarne ze smarowniczkami. Tarcza od strony napędu ma wspornik, do którego mocuje się osłonę przekładni zębatej, co umożliwia ustalenie jej położenia względem silnika. Do tego samego celu służy występ na kadłubie w górnej części, z gwintowanymi otworami.

Kadłub po stronie komutatora, z góry i z dołu ma otwory inspekcyjne zamykane pokrywami z zamkami zaczepowymi, służące do wykonywania kontroli stanu komutatora. Obok górnej pokrywy inspek-

cyjnej znajduje się otwór wlotowy powietrza chłodzącego. Do tego otworu jest umocowany miech wentylacyjny, przez który strumień powietrza chłodzącego z wentylatora przedostaje się kanałami wentylacyjnymi w ostoi pojazdu do wnętrza silnika. Powietrze przepływa przez

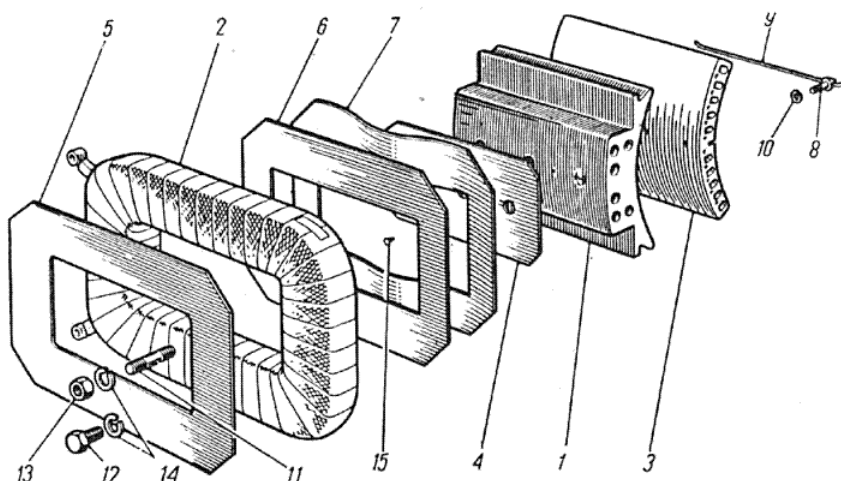


Rys. 5-4. Części składowe stojana

1 — kadłub silnika trakcyjnego, 2 — kadłub łożyska wału dźwignego, 3 — półpanwie łożyska, 4 — śruby mocujące kadłub z silnikiem, 5 — osłona przekładni zębatej, 6 — filcowe pierścienie uszczelniające, 7 — wspornik silnika, 8 — śruby mocujące wspornik z silnikiem

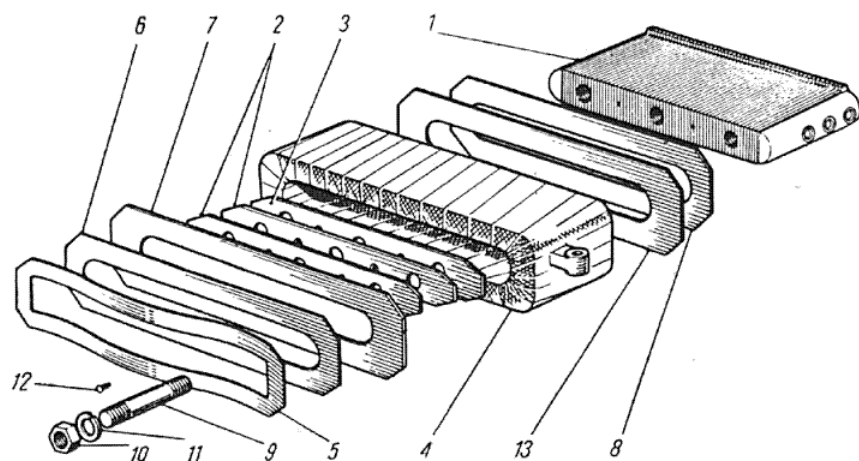
silnik dwiema drogami: część jego zostaje skierowana do kanałów wentylacyjnych w pakiecie blach wirnika, a część opływa cewki stojana i przedostaje się przez szczelinę na drugą stronę maszyny, skąd wychodzi na zewnątrz przez otwory w tarczy łożyskowej po stronie napędu. Otwory wylotowe muszą być w porze zimowej częściowo przysłaniane pokrywami stalowymi, w celu zapobieżenia przedostawaniu się śniegu do wnętrza silnika, jeśli wentylatory nie pracują. Gdy wentylatory pracują, dostawanie się śniegu do wnętrza jest zasadniczo uniemożliwione przez wydmuch powietrza.

Cewki biegunów głównych i komutacyjnych są osadzone na rdzeniach za pomocą podkładek sprężystych, które amortyzują drgania cewek spowodowane dynamicznym oddziaływaniem prądu i kompensują



Rys. 5-5. Elementy bieguna głównego

1 — rdzeń bieguna, 2 — cewka biegunowa, 3 — nabiegunnik ze żłobkami uzwojenia kompensacyjnego, 4 — wkładka miedziana, 5 i 6 — podkładka izolacyjna, 7 — podkładka sprężysta, 8, 9, 10 — śruba z prętem zabezpieczającym, 11-14 — śruby, nakrętki itp. do mocowania rdzenia bieguna, 15 — śruba ustalająca



Rys. 5-6. Elementy bieguna pomocniczego

1 — rdzeń bieguna, 2, 3 — podkładki, 4 — cewka bieguna pomocniczego, 5 — podkładka sprężysta, 6, 7, 8, 13 — podkładki izolacyjne i stalowe, 9, 10, 11 — śruba mocująca, nakrętka, podkładka, 12 — wkret ustalający

zmiany ich wymiarów geometrycznych, powstałe wskutek przyrostu temperatury uzwojeń. Zapobiega to uszkodzeniu się izolacji cewek (rys. 5-5, 5-6).

Cewki biegunów głównych są wykonane jako dwuwarstwowe, przewodem DNpm 5×32 mm „na płasko”, przy czym w jednej warstwie znajduje się 20 zwojów, a w drugiej 21.

Izolację cewki stanowią:

— izolacja międzyzwojowa — taśma szkło-azbest,

- izolacja międzywarstwowa — mikanit przekładkowy,
- izolacja główna cewki — taśma szklana na silikonie,
- izolacja i ochrona zewnętrzna — płótno szklane.

Na przejściu między jedną a drugą warstwą przewód jest izolowany mikanitem giętkim. Wypełnienie przed taśmowaniem jest wykonane kitem izolacyjnym, zawierającym włókna azbestowe z lakierem izolacyjnym. Końcówki cewki, stanowiące zaciski do połączeń międzybiegunowych, są przylutowane do końcówki cewki za pomocą lutu srebrnego. Cała cewka jest nasycana lakierem elektroizolacyjnym. Zewnętrzna powierzchnia jest nasycana żywicą epoksydową i po utwardzeniu stanowi szczelną powłokę, nie przepuszczającą do środka wilgoci i zanieczyszczeń. Powierzchnia zewnętrzna jest dodatkowo malowana emalią izolacyjną.

Cewki biegunów komutacyjnych są wykonane jako jednowarstwowe, przewodem nawojowym DN_{pm} 7,5×18 mm, układanym „na kant”. Izolacja międzyzwojowa, główna i zewnętrzna jest taka sama, jak w cewce bieguna głównego.

Cewki uzwojenia kompensacyjnego są ułożone w żłobkach nabiegunków biegunów głównych. Każda z czterech grup tych cewek przypadająca na jeden biegun, składa się z pięciu cewek różniących się wymiarami i ułożonych współśrodkowo. Wszystkie cewki są połączone szeregowo i mają następującą izolację:

- izolacja pręta — taśma poliestrowo-mikowa 0,1 mm,
- izolacja cewki — taśma z mikafolii szklanej 0,1 mm,
- izolacja części żłobkowej — mikafolia na podłożu szklanym z lepiszczem epoksydowym 0,2 mm w wykonaniu krajowym oraz taśma szklana „treatyd” 0,08 mm w wykonaniu angielskim zapiekana na gorąco na wymiar żłobka,
- izolacja części czołowej — taśma szklana 0,4 mm w wykonaniu krajowym lub taśma „silicone” — elastomer 0,25 mm i taśma szklana „treatyd” 0,2 mm w wykonaniu angielskim.

Części połączeń czołowych cewek są malowane powierzchniową emalią elektroizolacyjną, odporną na działanie iskier i podwyższonej temperatury.

Cewki wirnikowe, stosowane w silnikach trakcyjnych, znajdujących się w eksploatacji, są dwóch rodzajów: tzw. nie zmodyfikowane, wykonane przewodem nawojowym o profilu 4,0×4,0 mm (silniki EE 541A), oraz zmodyfikowane — w których obliczeniowy bok zezwoju składa się z dwóch prowadzonych równolegle prętów o profilu 1,27×6,3 mm (silniki EE 541B). Obydwa rodzaje cewek mają ten sam przekrój, jednak cewki zmodyfikowane są znacznie łatwiejsze do wykonania i montażu w wirniku, z technologicznego punktu widzenia. Cewki nie zmodyfikowane były stosowane przez producenta angielskiego; pewna liczba wirników z tymi cewkami znajduje się w eksploatacji. Obecnie nowo budowane w przemyśle krajowym oraz ostatnie — dostarczone z Anglii — są wyposażone wyłącznie w cewki zmodyfikowane, budowa których jest następująca.

Kompletna cewka składa się z 6 zezwojów, co wobec dwuwarstwowego wykonania uzwojenia daje liczbę 12 zezwojów (boków) w żłobku. Zezwoje są ułożone w dwóch warstwach, po 3 w każdej. Cewka ma 7 wyprowadzeń do połączenia z chorągiewkami komutatora, skrajne są pojedyncze, a pozostałe — podwójne. Izolację części żłobkowej cewki wykonano w sposób następujący:

- izolacja boków (międzyzwojowa) — taśma mika-jedwab 0,08 mm,
- izolacja międzywarstwowa — taśma szklana $0,1 \times 20$ z mika,
- izolacja cewki — taśma szklana $0,1 \times 200$ mm i tkanina szklana z podwójną warstwą miki,
- izolacja główna — taśma szklana nasycana epoksydem 0,1 mm zapiekana i formowana na gorąco do wymiarów według profilu żłobka — $10,9 \times 15,72$ mm.

Części cewki na połączeniach czołowych strony K i PK nie mają ostatniej warstwy, ponieważ nie ma tu bezpośredniego styku z częściami uziemionymi maszyny.

Długość izolacji części żłobkowej jest odpowiednio większa od długości czynnej żelaza wirnika, aby zapobiec przeskokom i wyładowaniom powierzchniowym między uziemionym rdzeniem wirnika a prętami cewki na połączeniach czołowych.

Połączenia wyrównawcze na wirniku służą do wyrównywania potencjałów na działkach komutatora o tej samej biegunowości. Są one wykonane przewodem nawojowym typu DNSSp o profilu $1,1 \times 6,0$ mm, w izolacji składającej się z podwójnego oprzędu szklanego i taśmy mika-szkło-epoksyd, oraz z koszulki szklanej nasycanej lakierem silikonowym.

Wykonane uzwojenia wbudowane do wirnika impregnuje się lakierem izolacyjnym. Do nasycania jest stosowany lakier silikonowy-alkidowy klasy H. Zabieg ten jest przeprowadzany metodą próżniową, natomiast lakier jest utwardzany na gorąco w suszarce elektrycznej.

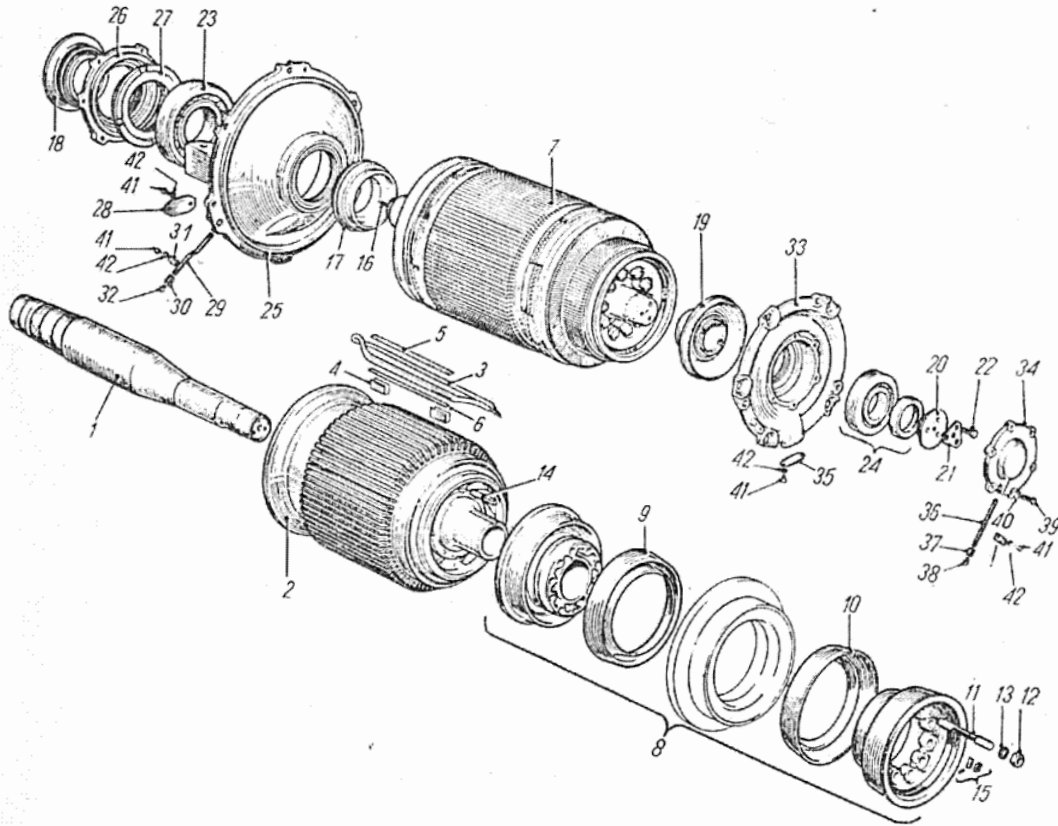
Budowa twornika. Twornik stanowi pakiet blach magnetycznych grubości 0,5 mm, izolowanych między sobą, i jest umocowany na stalowej tulei. Usztywnienie pakietu wykonano płytami skrajnymi o odpowiedniej grubości i sztywności. Płyty te stanowią jedną całość z podzwojnikami stalowymi. Na tej samej tulei jest umocowana na wcisk piasta komutatora. Wał wirnika jest wtłoczony w tuleję. Dzięki takiemu rozwiązaniu konstrukcyjnemu jest możliwa wymiana uszkodzonego wału bez naruszania uzwojenia i jego połączeń z komutatorem.

Wał jest wykonany ze stali niklowo-chromowo-molibdenowej o wysokich własnościach wytrzymałościowych (rys. 5-7). Końcówka wału od strony napędu jest uformowana w postaci stożka bez rowka wpustowego, na którym jest osadzone na wcisk małe koło zębate. Odpowiednio dobrana zbieżność stożka zapewnia samohamowność gwarantującą przeniesienie momentu napędowego i pewność osadzenia koła na wale.

Do ściągania koła z wału służą kanaliki wykonane w końcówce wału, do których wtłacza się olej pod wysokim ciśnieniem, powodując

rozprężenie koła i samoczynne jego zsuniecie. Wewnętrzne bieżnie łożysk oraz pierścienie labiryntowe są osadzone na wale na wcisk. Do demontażu ich używa się specjalnych ściągaczy.

Komutator składa się z segmentów wykonanych z miedzi twardej z domieszką srebra. Izolację międzydziałkową stanowi prasowana mika. Segmenty komutatora, zakończone „jaskółczymi ogonami” są umoco-



Rys. 5-7. Części składowe wirnika

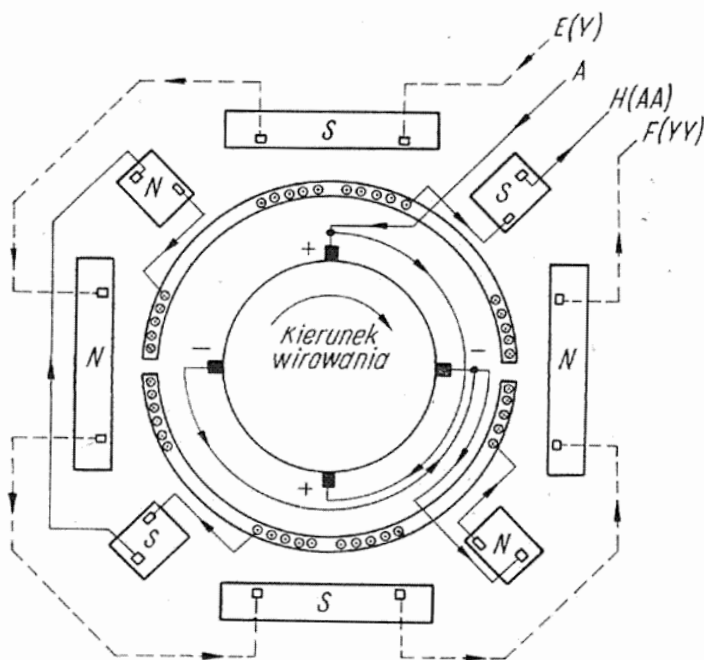
1 — wał wirnika, 2 — podzwojnik od strony PK, 3 — cewka wirnika, 4 — wkładka izolacyjna „U”, 5 — klin żłobkowy, 6 — izolacja między górnym i dolnym bokiem cewki, 7 — bandaż, 8 — zespół komutatora, 9, 10 — stożek izolacyjny, 11, 12, 13, 14 — śruby z nakrętkami dociskające komutator, 15 — wyważniki, 16, 17, 18, 19 — labirynt i pierścienie dociskowe, 20 — płytki końcówki wału, 21, 22 — podkładka trójkątna ze śrubą, 23 — łożysko strony PK, 24 — łożysko strony K, 25 — tarcza łożyskowa, 26 — pokrywa łożyska, 27 — pierścień dystansowy, 28 — pokrywa, 29 — rurka smarna do dosmarowywania łożyska, 30, 31, 32 — elementy smarownicy, 33 — tarcza łożyskowa, 34 — pokrywa łożyska, 35, 41, 42 — pokrywa, śruba z uszczelką, 36, 37, 38, 39, 40 — elementy rurki smarnej

wane na piaście za pomocą stożków izolacyjnych z mikanitu, stanowiących izolację komutatora względem wału. Stalowe pierścienie mocujące „jaskółcze ogony” są ściśnięte śrubami. Komutator poddaje się sezonowaniu, które polega na cyklicznym nagrzewaniu i studzeniu, po czym następuje kolejne dociskanie śrub mocujących oraz odwirowanie. Zabiegi te zapobiegają promieniowemu wysuwaniu się działek komutatora w czasie pracy silnika, co mogłoby spowodować uszkodzenie komutatora.

Cewki wirnikowe są ułożone w żłobkach po przygotowaniu izolacyjnych podzwojników i wykonaniu połączeń wyrównawczych (od strony komutatora). Na wyjściach ze żłobków znajdują się wkładki izolacyjne w kształcie litery U, które stanowią dodatkową ochronę cewki przed przebiciem izolacji głównej. Miejsca te są bowiem szczególnie

narazone ze względu na zwiększone natężenie pola elektrycznego, jakie występuje na krawędzi żłobka. Żłobki zamyka się klinami z tworzywa „Durestos”, „Ferrobestos” lub innego o podobnych właściwościach.

Połączenia czołowe od strony komutatora są dodatkowo zabezpieczone przed wzajemnym przemieszczaniem się i zwarciami międzyzwojowymi za pomocą kitu izolacyjnego. Zewnętrzną warstwę izolacji na połączeniach czołowych cewek stanowią płytki z mikafolii zaprasowane na gorąco. Jako bandaże stosuje się drut stalowy ocynkowany, lutowany cyną na całej powierzchni po nawinięciu, lub taśmę szklaną bezwłótko-



Rys. 5-8. Schemat połączeń elektrycznych silnika

wą, nasycaną żywicą epoksydową. Powierzchnia zewnętrzna wirnika jest malowana emalią elektroizolacyjną.

Cały wirnik po wykonaniu podlega zabiegowi wyważenia dynamicznego. Do napełniania komór łożyskowych silnika jest stosowany smar litowy ŁT-4 wg PN-63/C-96134 lub odpowiedniki. Cztery przewody doprowadzeniowe — giętkie, w izolacji gumowej, długości 2,59 m — są przeciągnięte przez otwory w kadłubie silnika i chronione płaszczem skórzanym lub taśmą bawełnianą. Końcówki przewodów są przystosowane do łączenia w skrzynce zaciskowej typu KSA 185 (p. 6.24). Na kadłubie silnika od strony komutatora znajduje się otwór gwintowany, stanowiący zacisk do przyłączenia przewodu uziemiającego, który łączy galwanicznie kadłub silnika z masą całego pojazdu.

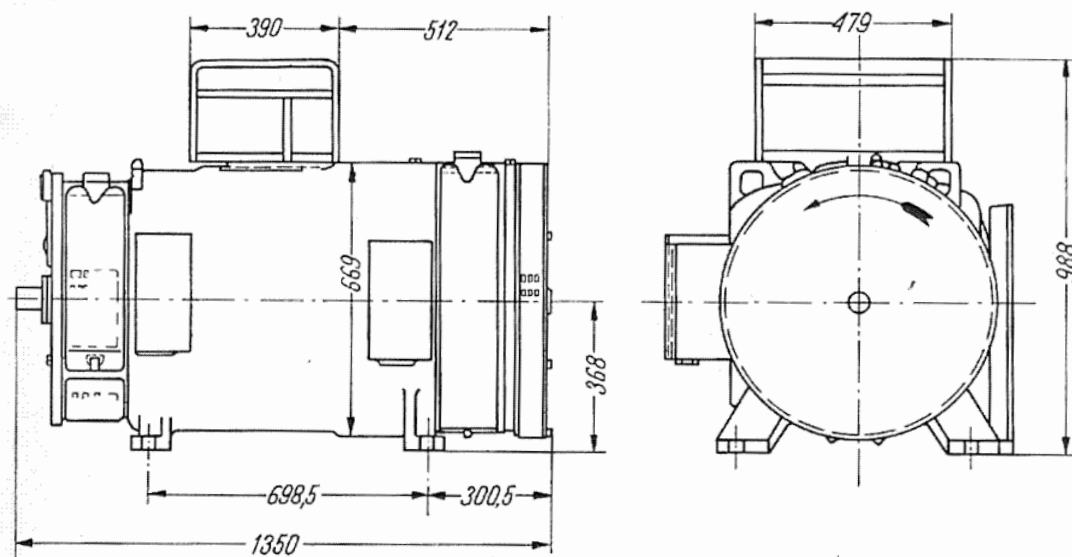
5.2. Przetwornica

(typ MG 91 H oznaczenia na schemacie $M-G$)

Przetwornica stanowi pokładowe źródło zasilania o napięciu 110 V, służące do ładowania baterii akumulatorowej i zasilania odbiorników ni-

skiego napięcia w lokomotywie. Ponadto silnik przetwornicy napędza wentylator tłoczący powietrze chłodzące do silników trakcyjnych.

Lokomotywa jest wyposażona w dwie przetwornice: wentylator każdej z nich dostarcza powietrze do dwóch silników. Przetwornice są umieszczone w przedziałach maszynowych lokomotywy.



Rys. 5-9. Podstawowe wymiary przetwornicy typu MG 91H

5.1.1. Ogólne dane techniczne

moc ciągła silnika	30,9 kW
napięcie znamionowe silnika	3000 V
prąd znamionowy silnika	12,7 A
moc ciągła prądnicy	17 kW
prąd znamionowy prądnicy	155 A
nominalna prędkość wirowania	1310 obr/min
największa dopuszczalna prędkość wirowania	1750 obr/min
sprawność przetwornicy z wentylatorem	81%
wydajność wentylatora	204 m ³ /min
klasa izolacji	B
masa bez wentylatora i osłony	1660 kg

Podane parametry przetwornicy zostały wyznaczone laboratoryjnie po szeregowym połączeniu silnika z opornikiem 10,5 Ω. W układzie lokomotywy natomiast jest włączony na stałe opornik 18,5 Ω.

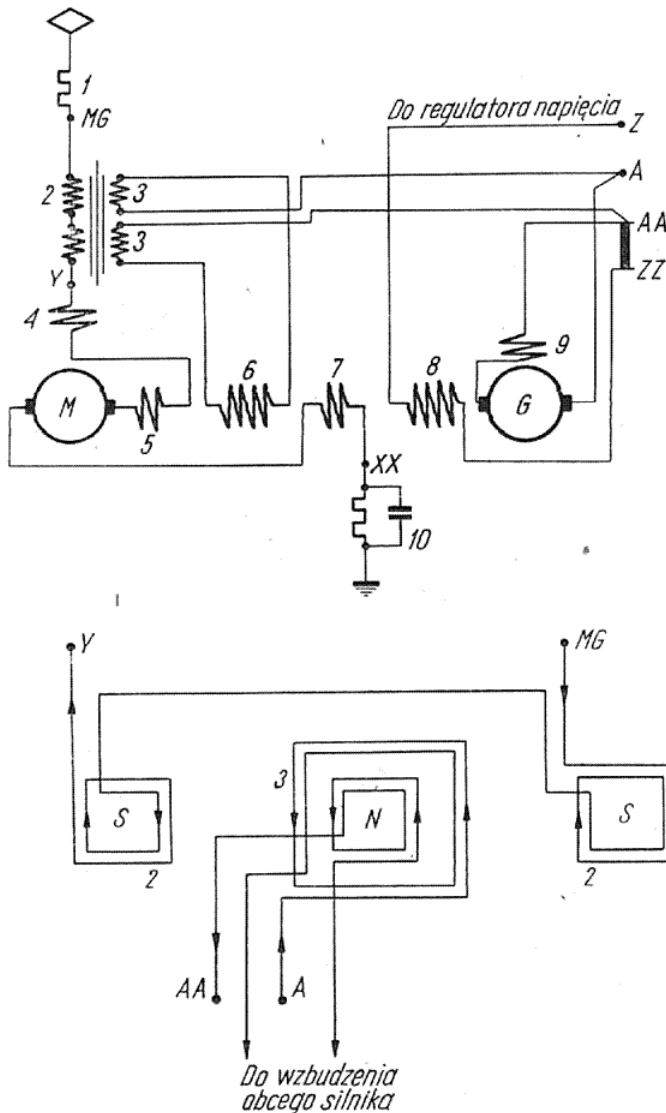
Typ łożysk	(Hoffmann 370V3)	6314
Wymiary łożysk		Φ70 × Φ150 × 35 mm

5.2.2. Budowa

Przetwornica składa się z silnika szeregowego obcowzbudnego i prądnicy bocznikowej obcowzbudnej, umieszczonych w jednym kadłubie. Kadłub maszyny ma budowę zamkniętą z przewietrzaniem własnym. Wystająca od strony silnika końcówka wału służy do osadzenia wirnika

wentylatora, dostarczającego chłodzące powietrze do silników trakcyjnych.

Integralną część przetwornicy stanowi transformator, umocowany na kadłubie maszyny, którego uzwojenia są połączone z obwodami wn i nn samej przetwornicy. Rola tego transformatora będzie szczegółowo



Rys. 5-10. Schemat ideowy połączeń przetwornicy i transformatora

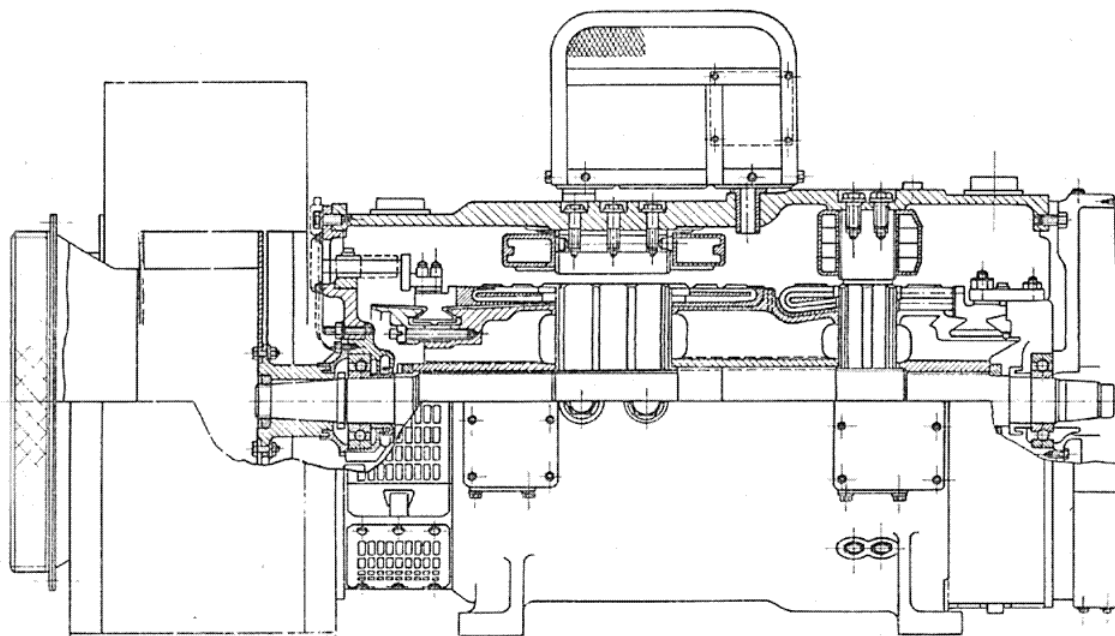
1 — opornik ochronny, 2 — pierwotne uzwojenia transformatora (wn), 3 — wtórne uzwojenia transformatora, 4 — uzwojenie biegunów zwrotnych silnika, 5 — uzwojenie szeregowo wzbudzenia silnika, 6 — uzwojenie wzbudzenia obcego silnika, 7 — uzwojenie wzbudzenia obcego generatora (prądnicy), 8 — uzwojenie bocznikowe wzbudzenia prądnicy, 9 — uzwojenie biegunów zwrotnych prądnicy, 10 — opornik i stycznik rozruchowy

opisana w dalszej części rozdziału. Na wirniku, od strony silnika znajduje się wentylator do własnego przewietrzania maszyny.

Silnik jest zasilany z sieci trakcyjnej przez stale załączony opornik szeregowy (PR1 lub PR2) o oporze $18,5 \Omega$. Rozruch silnika jest przeprowadzany po połączeniu go z dodatkowym opornikiem rozruchowym (SR1 lub SR2) o oporze 25Ω , który po zakończeniu rozruchu zwiiera się stycznikiem. Opornik ten stanowi także ochronę, gdyż zabezpiecza prze-

twornicę przed pracą zwrotną np. przy chwilowym oderwaniu się pantografu od sieci wirujący silnik przetwornicy może przejść na pracę prądnicową, co spowoduje zasilanie innych obwodów w lokomotywie. Przekaznik prądu zwrotnego w obwodzie silnika (ANCR1 lub ANCR2) powoduje wówczas otwarcie stycznika i wtrącenie opornika rozruchowego w obwód silnika.

Przetwornica jest przewidziana do pracy przy jednym kierunku wirowania. Wirniki silnika i prądnicy są umocowane na jednym wspólnym wale. Rdzenie wirników są wykonane z pakietów blach magne-



Rys. 5-11. Przekrój podłużny przetwornicy

tycznych, odizolowanych między sobą. Krańce pakietów są usztywnione grubszymi tarczami, stanowiącymi jednocześnie stalowe elementy podzwojników dla połączeń czołowych. Środkowy podzwojnik między dwoma wirnikami jest wspólny. Obydwa pakiety wirnikowe są umocowane na wale za pomocą klinów i nakrętek dociskających. Budowa komutatorów jest podobna do komutatora silnika trakcyjnego.

Kadłub maszyny, czyli tzw. jarzmo, jest wykonany z odlewu stalowego (rys. 5-11). Rdzenie biegunów głównych i pomocniczych silnika oraz głównych prądnicy są wykonane jako pakiety z blach magnetycznych. Rdzenie biegunów pomocniczych prądnicy są wykonane jako monolityczne odkuwki. Rdzenie są przymocowane do kadłuba śrubami, natomiast w celu uszczelnienia maszyny łby tych śrub są zabezpieczone lepikiem. Dla zabezpieczenia śrub przed odkręceniem przy ich łbach przyspawano do kadłuba stalowe kliny.

Silnik przetwornicy ma 2 szczotkotrzymacze (po 2 szczotki w każdym), a prądnica — 4 (pojedyncze). Szczotkotrzymacze są osadzone na wspornikach pierścieniowych umocowanych w taki sposób, że jest możliwa regulacja ich odległości od powierzchni komutatora w miarę jego zużycia. Prawidłowe odległości obsady szczotkowej od powierzchni komutatora wynoszą: dla silnika i prądnicy 2,5 mm.

Izolatory szczotkotrzymaczy są wykonane z prasowanego papieru bakelizowanego z tulejkami porcelanowymi. Docisk sprężyn szczotkowych można regulować za pomocą zaczepów. Tarcze łożyskowe są zapatrzone w rurki smarne i smarowniczkę do bieżącego dosmarowywania łożysk. Do napełnienia łożyska należy stosować 150 g smaru, podczas uzupełniania po około 6000 godzinach pracy — 14 g.

5.2.3. Dane techniczne i budowa silnika

Stojan	maszyna	maszyna
	angielska	krajowa
liczba biegunów głównych	2	2
liczba cewek uzwojenia szeregowego, obcego wzbudzenia, biegunów pomocniczych, cewek uzwojenia biegunów pomocniczych	2	2
liczba zwojów cewki szeregowej	130	130
liczba zwojów cewki obcego wzbudzenia	880,5	880,5
liczba zwojów cewki bieguna pomocniczego	395	395
opór uzwojenia szeregowego przy 20°C	1,175	1,210 Ω
opór uzwojenia obcowzbudnego przy 20°C	25,2	26,0 Ω
opór uzwojenia bieguna pomocniczego przy 20°C	1,878	1,878 Ω
szczelina pod biegunem głównym	2,16	2,15 mm
szczelina pod biegunem pomocniczym	19,3	21,2 mm
Wirnik		
liczba żłobków, cewek	41	41
liczba działek komutatora	328	328
średnica nowego komutatora	343	343 mm
najmniejsza średnica komutatora	334	334 mm
rodzaj uzwojenia	pętlicowe proste	
liczba boków zezwojów w żłobku	16	16
ogólna liczba zezwojów	328	328
liczba zwojów	3	3
liczba gałęzi równoległych	1	1
poskok żłobkowy	20(1—21)	
poskok komutatorowy	1(1—2)	
średnica żelaza wirnika	368 mm	
długość czynna żelaza	178 mm	
profil miedzi nawojowej	Φ1,22	Φ1,3 mm
opór uzwojenia w temperaturze 20°C	5,867	5,17 Ω
długość wału wirnika (całej maszyny)	1350 mm	
typ szczotki: oryginalna Morganite Carbon Ltd	EG 14	
zastępcza (krajowa)	E 28 S	
zastępcza (jugosłowiańska)	EG 32	

wymiary szczotki dla maszyny: angielskiej	15,87×9,5×36 mm
licencyjnej	16×10×35 mm
docisk	0,34÷0,45 kG
luzy w obsadzie: podłużny	0,05 mm
poprzeczny	0,05 mm
maksymalne	0,5 mm
minimalna wysokość szczotki	25 mm

Cewka szeregową bieguna głównego

Jest ona nawinięta przewodem nawojowym w emalii poliestrowej ϕ 2,34 mm (maszyna angielska) lub przewodem w podwójnym oprzędzie szklanym, nasycanym lakierem glicyloalowym DNSSb ϕ 2,3 mm (maszyna krajowa). Izolację główną cewki stanowi taśma szklana grubości 0,4 mm nawijana dwuwarstwowo, izolację zewnętrzną — taśma gurtowa 0,4 mm. Cewka jest nasycana lakierem izolacyjnym. Taśma szklana stanowiąca izolację główną jest nasycana żywicą epoksydową. Cewka jest malowana emalią zewnętrzną izolacyjną.

Końce cewki są połączone z łącznikami połączeń międzycewkowych, osadzonymi trwale w zewnętrznej izolacji cewki.

Cewka obcego wzbudzenia

Jest ona nawinięta przewodem w izolacji z emalii poliestrowej ϕ 1,32 mm (maszyna angielska) lub w podwójnym oprzędzie szklanym nasycanym lakierem glicyloalowym DNSSb ϕ 1,3 mm (krajowa maszyna). Izolację główną i zewnętrzną wykonano podobnie jak cewkę szeregową, z tym że taśma szklana jest nawijana jednowarstwowo, gdyż uzwojenie pracuje w obwodzie niskiego napięcia.

Cewka bieguna pomocniczego

Zastosowano przewód nawojowy w emalii poliestrowej ϕ 2,5 mm (maszyna angielska) lub w podwójnym oprzędzie szklanym DNSSb ϕ 2,5 mm (maszyna krajowa). Izolacja cewki jest wykonana podobnie, jak cewki szeregowej bieguna głównego.

Cewka wirnikowa

Zastosowano przewód nawojowy w emalii i oprzędzie szklanym ϕ 1,22 mm (maszyna angielska) lub w podwójnym oprzędzie szklanym DNSSb ϕ 1,3 mm (maszyna krajowa). Kompletna cewka składa się z 8 zezwojów po 3 zwoje w każdym, czyli ogólna liczba prętów w cewce wynosi 24, a ogólna liczba boków zezwojów w żłobku przy dwuwarstwowym wykonaniu uzwojenia — 16. Poszczególne pręty w cewce są ułożone w 6 warstwach, po 4 pręty w każdej. Na przekładki międzywarstwowe

zastosowano elastomer szklany. Izolację główną cewki stanowi taśma mika—jedwab 0,1 mm (dla połączeń czołowych w maszynie angielskiej — elastomer szklany), a izolację zewnętrzną w części żłobkowej — mikafolia prasowana na gorąco na wymiar $9,2 \times 12,6$ mm, w częściach na połączeniach czołowych — taśma szklana 0,2 mm. Do nasycania cewki stosuje się elektroizolacyjny lakier silikonowy lub gliftalowy. Cewka ma 9 wyprowadzeń, z czego skrajne są pojedyncze, a wewnętrzne — podwójne.

Montaż cewek stojana

Cewki na rdzeniach biegunów głównych są nałożone w następującej kolejności: cewka szeregową, obcego wzbudzenia, z zastosowaniem specjalnych podkładek wsporczych, sprężynujących, kołnierзовych i wypełniających. Połączenia wewnętrzne i wyprowadzenia do skrzynki zaciskowej umieszczonej na zewnątrz kadłuba są wykonane przewodem wysokiego napięcia w izolacji gumowej o przekroju 6 mm^2 .

Montaż cewek wirnika

Cewki wirnikowe są ułożone w żłobkach, na połączeniach czołowych wspierają się o podzwojniki mikanitowe. Na wyjściach cewek ze żłobków są one zabezpieczone wkładkami w kształcie litery U z azbestu elektrotechnicznego lub preszpanu. Są to podobnie jak w silniku trakcyjnym miejsca najbardziej podatne na przebicia izolacji. Wolne przestrzenie między prętami cewek na połączeniach czołowych są wypełnione kitem elektroizolacyjnym. Końcówki cewek są lutowane w choroągiewkach komutatora.

Między dolną i górną warstwą cewek oraz na zewnątrz górnej warstwy znajduje się mikanit giętki, jako izolacja międzywarstwowa. Uzwojony wirnik zostaje nasycony lakierem izolacyjnym utwardzanym na gorąco. Jako bandaże stosuje się ocynowany drut stalowy lub taśmę szklaną bezwątkową, nasycaną żywicą epoksydową. Części żłobkowe cewki są zabezpieczone przed wypadaniem klinami z tekstolitu. Wykonanie i montaż komutatora przeprowadza się podobnie jak w silniku trakcyjnym.

5.2.4. Dane techniczne i budowa prądnicy

	maszyna	maszyna
	angielska	krajowa
<hr/>		
liczba biegunów głównych, cewek		
uzwojenia bocznikowego, cewek obcego		
wzbudzenia biegunów pomocniczych,		
cewek uzwojenia biegunów		
pomocniczych	4	4

liczba zwojów cewki bocznikowej	1200	1200
liczba zwojów cewki obcego wzbudzenia	10	10
liczba zwojów cewki bieguna pomocniczego	34	34
opór uzwojenia bocznikowego przy 20°C	32,25	26,24 Ω
opór uzwojenia obcowzbudnego przy 20°C	0,1132	0,12 Ω
opór uzwojenia biegunów pomocniczych przy 20°C	0,0182	0,022 Ω
szczelina pod biegunem głównym	2,82	2,95 mm
szczelina pod biegunem pomocniczym	7,24	7,85 mm

Wirnik

liczba żłobków, cewek	39	39
liczba działek komutatora	195	195
średnica nowego komutatora	305	305 mm
najmniejsza średnica komutatora	279	279 mm
rodzaj uzwojenia	faliste proste	
liczba boków zezwojów w żłobku	10	
ogólna liczba zezwojów	195	
liczba prętów równoległych w zezwoju	2	
liczba zwojów	1	
liczba gałęzi równoległych	2	
poskok żłobkowy	10(1—11)	
poskok komutatorowy	97(1—98)	
średnica żelaza wirnika	368 mm	
długość czynna żelaza	89 mm	
opór uzwojenia przy 20°C	0,0374	0,046 Ω
typ stosowanych szczotek	E 28 S	
szczotki zastępcze: Morganite	EG 14	
Le Carbone Lorraine	EG 389	
Dubrownik	EG 32	
liczba szczotek	4	
wymiary szczotek: maszyna angielska	31,8×22,2×44,5 mm	
maszyna krajowa	32×22×45 mm	
docisk szczotek	1,25—1,5 kG	
minimalna wysokość szczotki	35 mm	
luzy nowych szczotek	0,05×0,05 mm	
maksymalne luzy szczotek	0,5 mm	

Cewki bieguna głównego

Są one wykonane jako podwójne (jedna cewka zawiera uzwojenie bocznikowe i obcowzbudne). Uzwojenie obcowzbudne jest wykonane przewodem okrągłym typu DNSsf (w oprzędzie z włókna szklanego przesyconym lakierem poliestrowym) średnicy ϕ 2,5 mm, a uzwojenie bocznikowe — przewodem okrągłym DNEst ϕ 1,65 mm (w izolacji z emalii poliestrowej lub tereftalowej, odpornej na temperaturę).

Izolacja główna obu cewek, jak również izolacja ich między sobą, jest wykonana z mikafolii szklanej i taśmy mika-szkło. Zewnętrzną izolację stanowi taśma szklana.

Cewki biegunów pomocniczych

Są one wykonane przewodem prostokątnym typu DNpm, o przekroju $2,5 \times 20$ mm. Izolację międzyzwojową stanowi papier azbestowy grubości 0,13 mm, na przekładki międzywarstwowe zastosowano mikanit podkładowy grubości 1 mm, izolację zaś główną stanowi taśma mika-szkło. Na zewnątrz cewka jest owinięta taśmą szklaną, a do wypełnienia jej stosuje się kit izolacyjny. Dodatkowe wzmocnienie izolacji od strony jarzma i nabiegunnika stanowią warstwy papieru azbestowego. Cewka jest uformowana w 4 warstwy, przy czym w skrajnych jest po 8 zwojów, a w środkowych — po 9 zwojów.

Pojedyncza cewka wirnikowa

Składa się ona z 5 zezwojów. Każdy zezwój stanowią dwa pręty ułożone równolegle, tak że bok cewki zawiera 10 prętów, ułożonych po 5 w dwóch warstwach. Uzwojenie jest wykonane przewodem o przekroju prostokątnym $1,2 \times 7,5$ mm DNSsf. W części żłobkowej, dla usztywnienia cewki, między 3 a 7 prętów w górnej i dolnej warstwie znajduje się przekładka izolacyjna z mikanitu grubości 0,5 mm.

Izolacja cewki składa się z kilku warstw taśmy szklanej. Cewka w części żłobkowej jest opiekana mikafolią na gorąco, na wymiar w przekroju $16,8 \times 10$ mm. Cała cewka jest nasycana lakierem elektroizolacyjnym. Każdy koniec cewki ma 5 wyprowadzeń do komutatora, zatem w chorągiewce jednej działki są umieszczone i przylutowane 4 pręty.

Montaż

Cewki są mocowane w stojanie podobnie, jak w silnikowej części maszyny. Montaż cewek wirnikowych przeprowadza się podobnie, jak w silniku.

5.2.5. Dane techniczne i budowa transformatora

Transformator składa się z płaszczowego rdzenia i uzwojeń. Na rdzeniu znajdują się dwa uzwojenia wysokiego napięcia i dwa uzwojenia niskiego napięcia. Obie grupy uzwojeń są galwanicznie oddzielone od siebie. Uzwojenia są nałożone na karkas izolacyjny, unieruchomiony względem rdzenia podkładcami sprężystymi. Cewki są wykonane przewodem nawojowym w emalii i zabezpieczone impregnacją przed dostępem wil-

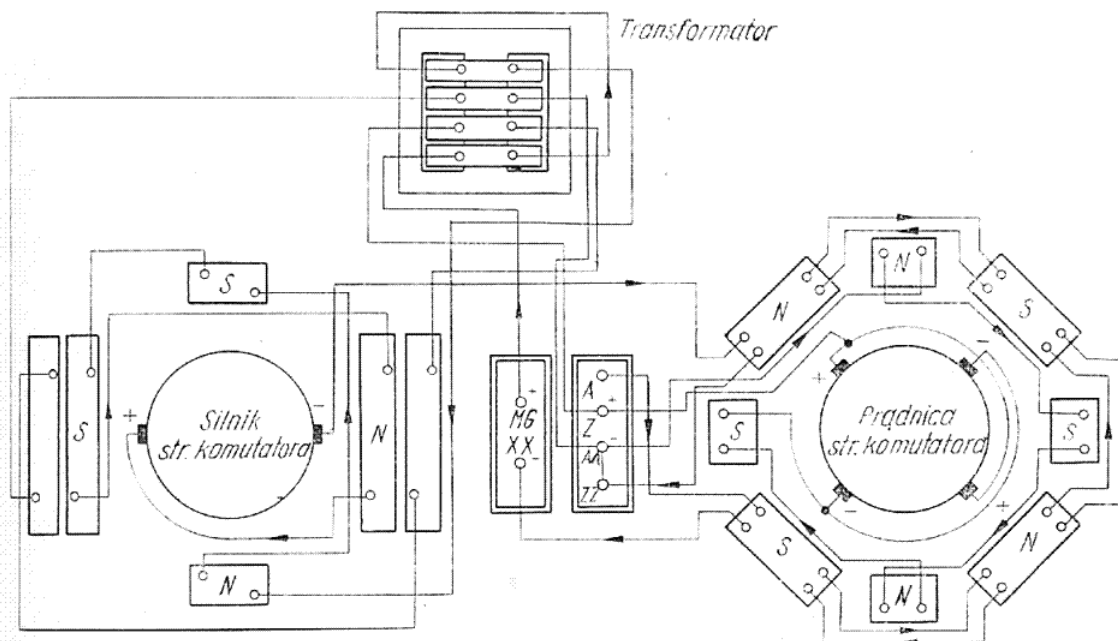
goci. Zewnętrzną ochronę i izolację stanowi taśma szklana i gurtowa pokryta emalią izolacyjną.

W obwodzie magnetycznym rdzenia znajduje się szczelina powietrzna szerokości 5,08 mm, w celu uniemożliwienia nasycenia rdzenia strumieniem, wywołanym przepływem prądu stałego przez uzwojenia. Rdzeń jest umocowany w dwóch wspornikach, przykręconych do kadłuba przetwornicy. Na zewnątrz transformator ma ażurową osłonę, wykonaną z blachy i siatki stalowej.

Opór uzwojenia pierwotnego przy 20°C	0,5514 Ω
opór uzwojenia wtórnego przy 20°C	1,723 Ω

5.2.6. Działanie przetwornicy

Obwody wzbudzenia silnika i prądnicy są ze sobą wzajemnie sprzężone, przy czym w obwód uzwojenia obcowzbudnego silnika, zasilanego napięciem 110 V z prądnicy, są włączone 2 wtórne uzwojenia transformatora (rys. 5-12). Uzwojenie pierwotne jest włączone szeregowo w ob-



Rys. 5-12. Schemat montażowy połączeń przetwornicy i transformatora

wód wn silnika. W tym ostatnim obwodzie znajduje się także włączone w szereg uzwojenie obcowzbudne prądnicy. Sprzężenie obwodów wzbudzenia silnika i prądnicy ma na celu zachowanie stabilności obrotów i napięcia prądnicy przy zmianach jej obciążenia i zmianach napięcia sieci trakcyjnej, zasilającej silnik.

Transformator natomiast zabezpiecza przetwornicę przed ujemnymi skutkami gwałtownych zmian lub zaników napięcia zasilającego 3000 V, jakie występują na przykład po oderwaniu pantografu od sieci przy dużej prędkości jazdy lub po przejechaniu pod źle wyregulowanym izolatorem sekcyjnym sieci. Uzwojenie obcowzbudne zasilane z prąd-

nicy napięciem 110 V i znajdujące się w obwodzie magnetycznym silnika, zabezpiecza silnik przed niedopuszczalnym wzrostem prędkości wirowania w czasie zmniejszania się obciążenia prądnicy, np. po wyłączeniu sprężarki, gdyż udział tego uzwojenia zmniejsza zależność sumarycznego strumienia silnika od obciążenia mechanicznego i prądu. Obcowzbudne uzwojenie w prądnicy, włączone szeregowo w obwód twornika silnika, utrzymuje nominalną wartość napięcia na zaciskach prądnicy przy wzroście jej obciążenia. Wzrost obciążenia prądnicy powoduje także wzrost prądu silnika, płynącego przez obcowzbudne uzwojenie prądnicy. Uzwojenie to wytwarza wówczas dodatkowy strumień, który dowzbudza prądnicę, powiększając indukowaną w tworniku siłę elektromotoryczną. Po zmniejszeniu obciążenia prądnicy strumień wzbudzany przez uzwojenie obce maleje, co ogranicza wzrost indukowanej SEM. Uzwojenie to współdziała zatem z regulatorem napięcia, opisanym w p. 7.19.

Uzwojenie obcowzbudne silnika wytwarza praktycznie stały strumień, co sprawia, że w razie gwałtownego zaniku napięcia zasilającego może on łatwo przejść na pracę prądnicową i zasilać inne obwody wn, jak obwód główny, czy obwody ogrzewania. Taki stan pracy jest bardzo niebezpieczny dla maszyny, gdyż wtedy zasila ona obwód o bardzo małym oporze, co oznacza dla niej stan zwarcia. Siła elektromotoryczna indukcji wzajemnej, jaka indukuje się w uzwojeniu obcowzbudnym podczas zaniku i zmiany kierunku prądu w uzwojeniu szeregowym, jest zgodna co do kierunku z napięciem prądnicy, a więc powoduje wzrost prądu w tym uzwojeniu, co działa w kierunku podtrzymania zanikającego strumienia, pochodzącego od uzwojenia biegunów. Powoduje to dodatkowe domagnesowanie maszyny; wzrost prądu obciążenia z tego powodu mógłby spowodować niedopuszczalne iskrzenie na komutatorze silnika, które grozi powstaniem ognia okrężnego.

Po ponownym powrocie napięcia wzrost prądu w uzwojeniu szeregowym indukuje w uzwojeniu obcowzbudnym siłę elektromotoryczną, która ma teraz znak przeciwny w stosunku do napięcia zasilającego uzwojenie, powodując obniżenie strumienia wzbudzanego przez to uzwojenie. Jeśli w wyniku pracy prądnicowej silnika obniży on znacznie prędkość wirowania, to ponowne pojawienie się napięcia spowoduje gwałtowny wzrost prądu w obwodzie silnika, tym większy, im bardziej obniży się strumień w wyniku opisanego przebiegu nieustalonego. Wzrost prądu rozruchowego może również spowodować ognienie na komutatorze i uszkodzenie maszyny.

Tym niekorzystnym zjawiskom występującym w stanach nieustalonych zapobiega transformator, włączony w obwody silnika przetwornicy.

Zmianom prądu w obwodzie twornika towarzyszy indukowanie się siły elektromotorycznej w uzwojeniach wtórnych transformatora, gdyż przez jego uzwojenie pierwotne płynie prąd twornika. Ta siła elektromotoryczna przeciwstawia się SEM indukowanej w uzwojeniu obco-

wzbudnym silnika, bowiem obie powstają jednocześnie w tym samym obwodzie.

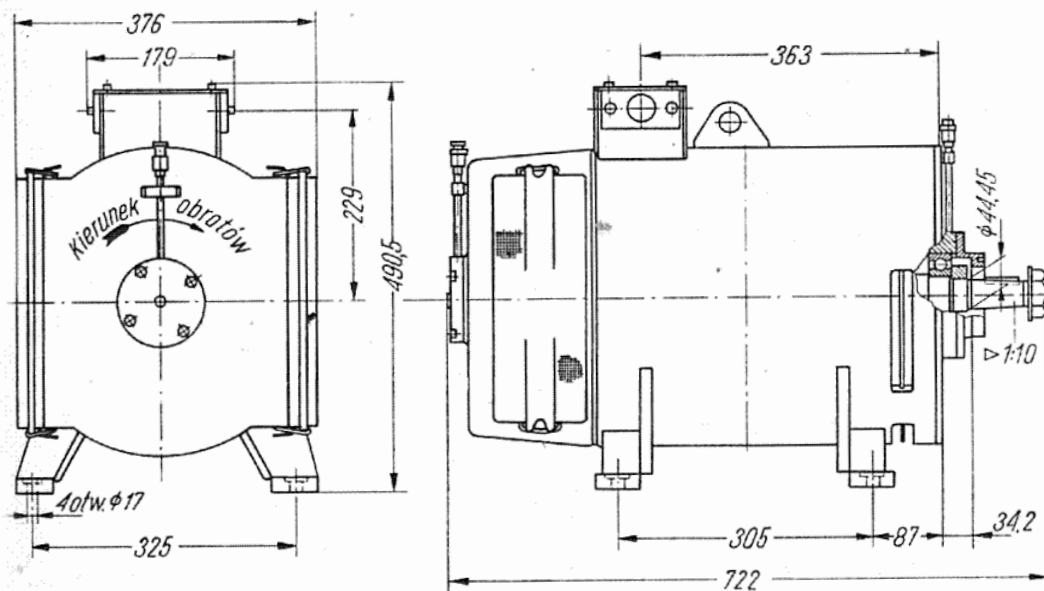
Po zaniku prądu w obwodzie twornika SEM wpływa na zmniejszenie wzrostu prądu wzbudzenia obcego, a przy narastaniu prądu po powrocie napięcia zasilającego przyczynia się do wzrostu prądu wzbudzenia, obniżając wartość prądu rozruchowego twornika. Działanie transformatora sprawia, że silnik w stanach nieustalonych zachowuje się podobnie, jak silnik czysto szeregowy. Powstający przy zanikach napięcia 3 kV prąd generacyjny osiąga w efekcie wartość pomijalną. Prąd ten jest dodatkowo tłumiony przez wtrącenie w obwód silnika opornika rozruchowego wskutek zadziałania przekaźnika zanikowo prądowego, spolaryzowanego ANCR.

Podział uzwojeń wtórnych na dwie części, z których jedna jest włączona na wejściu przed uzwojeniem obcym silnika, a druga za uzwojeniem, ma na celu uniknięcie indukowania się przy stanach nieustalonych znacznych napięć na wejściu obwodu uzwojenia, co mogłoby być szkodliwe dla izolacji cewek tego uzwojenia.

5.3. Silnik sprężarki głównej

(typ AY 26, oznaczenie na schemacie C)

Jest to silnik napędzający sprężarkę główną lokomotywy. Dwa zespoły silnik-sprężarka znajdują się w dwóch przedziałach maszynowych lokomotywy.



Rys. 5-13. Podstawowe wymiary silnika sprężarki

Dane techniczne

moc ciągła	12,5 kW
prąd mocy ciągłej	142 A
napięcie znamionowe	— 110 V

nominalna prędkość obrotowa	1000 obr/min
sprawność	80%
masa całej sprężarki	225 kg
masa wirnika	68 kg
maksymalna prędkość obrotowa	1650 obr/min
klasa izolacji	B
łożyska:	
strona komutatora (Hoffmann 330P)	6306 $\phi 30 \times \phi 72 \times 19$
strona napędu (Hoffmann 350V3)	6310 $\phi 50 \times 110 \phi 27$
ilość smaru przy napełnianiu:	str. K 42,5 g
	str. PK 85 g
przy uzupełnianiu po 6000 godzin pracy:	str. K 4 g
	str PK 8 g
liczba szczotkotrzymaczy	4
liczba szczotek w 1 szczotkotrzymaczu	2
typ szczotek: Morgan	EG 14
zastępcze jugosłowiańskie	
(Dubrownik)	EG 32
zastępcze krajowe	E 28 S
wymiary szczotek w maszynach:	
angielskich	41 \times 22,23 \times 12,7 mm
krajowych	40 \times 22 \times 12,5 mm
minimalna długość szczotki	14 mm
nacisk szczotki	0,57—0,68 kG
luzy przy nowych szczotkach	0,051—0,203 mm
luzy maksymalne	0,508 mm
odległość szczotkotrzymacza od	
powierzchni komutatora	2,5 mm
szczelina pod biegunami	1,18 mm

Podane parametry elektromechaniczne silnika są aktualne dla opornika 0,05 Ω włączonego szeregowo w obwód silnika.

Budowa

Silnik sprężarki jest szeregowym, czterobiegunowym silnikiem prądu stałego, bez biegunów zwrotnych, z przewietrzaniem własnym, budowy okapturzonej.

Silnik jest zasilany napięciem 110 V z przetwornicy przez stały opornik 0,05 Ω , włączony szeregowo. Załączenie silnika odbywa się przez stycznik (CC1 lub CC2) bez dodatkowych oporników rozruchowych. Jest on przystosowany do pracy przy jednym kierunku wirowania (lewym, patrząc od strony napędu). Wał wirnika jest łożyskowany na łożyskach tocznych, osadzonych w tarczach łożyskowych. Silnik jest umocowany na wspólnej ze sprężarką konstrukcji wsporczej i sprzęgnięty z nią sprzęgłem elastycznym.

Silnik ma własny wentylator osadzony na wale wirnika od strony napędu. Powietrze chłodzące dopływa przez ażurowe osłony na otworach inspekcyjnych komutatorowych i chłodząc silnik opuszcza wnętrze od strony napędu, przez otwory w tarczy łożyskowej.

Komory łożyskowe w tarczach są zaopatrzone w labirynty, uniemożliwiające przedostawanie się smaru na zewnątrz i do wnętrza silnika. Przy komorach łożyskowych znajdują się smarowniczkę, którymi doprowadza się smar do łożysk w celu uzupełnienia ubytków naturalnych.

Budowa stojana i wirnika jest w zasadzie podobna do opisywanych poprzednio maszyn.

Szczotkotrzymacze, z uwagi na jednostronny kierunek wirowania, mają obsady szczotkowe pochylone o 10° ($\Pi/18$ rad) w stosunku do promienia. Obsady szczotkotrzymaczy są umocowane w pierścieniu, za pomocą którego można ustalić właściwe położenie szczotek względem biegunów. Prawidłowe położenie wskazują znaki na kadłubie i pierścieniu, które powinny być ustawione naprzeciw siebie. Podkładki stosowane pod obsadą szczotkotrzymacza umożliwiają dokładne ustalenie jego odległości od powierzchni komutatora, którego średnica ulega zmniejszeniu w miarę zużycia i kolejnych przetoczeń przy naprawach.

Nacisk sprężyn szczotkotrzymaczy można regulować za pomocą dźwigni i sprężynowego zatrzasku. Otwory inspekcyjne komutatora są zamykane ażurowymi pokrywami z zamkami zatrzaskowymi.

Budowa stojana

Liczba biegunów		4
liczba cewek na biegun		1
liczba zwojów cewki		17
połączenie cewek stojana		szeregowe
opór uzwojenia przy 20°C	0,02209	0,022

Cewki stojana są wykonane przewodem nawojowym o przekroju prostokątnym DNpm 2×20 ($1,9 \times 20,3$) mm „na płask”. Izolacja międzyzwojowa i główna cewki jest przystosowana do napięcia znamionowego 110 V. Składa się ona z taśmy szklanej i mikanitu. Szczeliny są wypełnione kitem izolacyjnym. Cała cewka jest nasycana lakierem, a zewnętrzną powierzchnię pokrywa się emalią powierzchniową.

Budowa wirnika

liczba żłobków, cewek		37
liczba działek komutatora		73
średnica nowego komutatora		133,5 mm
minimalna średnica		118,0 mm
liczba zezwojów na jedną cewkę		2
liczba boków zezwojów w żłobku		4

ogólna liczba zezwojów		74
liczba zwojów w jednym zezwoju		1
liczba gałęzi równoległych		2
rodzaj uzwojenia		faliste proste
poskok żłobkowy		9 (1—10)
poskok komutatorowy		36 (1—37)
średnica żelaza wirnika		184,15 mm
długość czynna żelaza		254 mm
opór uzwojenia przy 20°C	0,0231 Ω	0,026 Ω
długość wału wirnika		700 mm

Cewki wirnikowe są wykonane przewodem prostokątnym DNSSp o przekroju $1,7 \times 3,5$ mm ($1,626 \times 3,683$ w wykonaniu angielskim). Pojedynczy zewój stanowią dwa pręty połączone równolegle, kompletna zaś cewka składa się z czterech prętów. W uzwojeniu znajduje się 1 tzw. zwój „ślepy”.

Izolację międzyzwojową stanowi oprzęd z włókna szklanego przesyconego lakierem gliftalowym, izolację główną stanowi taśma szklana. W części żłobkowej cewka ma wymiary $4,8 \times 8,4$ mm cała jest nasycana lakierem izolacyjnym. Dla wzmocnienia izolacji cewek znajduje się w żłobkach wykładzina z preszpanu grubości 0,2 mm. Cewki zarówno w części żłobkowej jak i na połączeniach czołowych są zabezpieczone przed wypadaniem wskutek działania siły odśrodkowej bandażem z taśmy szklanej bezwłatkowej, nasycanej żywicą epoksydową. Wirnik jest nasycany lakierem izolacyjnym i zewnątrz malowany emalią.

5.4. Silnik wentylatora oporników rozruchowych

(typ DVY-2820, oznaczenie na schemacie BL 1 ÷ BL 4)

Silnik służy do napędu wentylatora osiowego, chłodzącego oporniki rozruchowe silników trakcyjnych. Cztery wentylatory wraz z silnikami są umieszczone w środkowych przedziałach lokomotywy, pod ramami z opornikami rozruchowymi. Wirnik wentylatora jest osadzony na wystającej końcówce wału silnika.

D a n e t e c h n i c z n e

rodzaj pracy	ciągła
moc	8,4 kW
napięcie znamionowe	189 V
prąd znamionowy	52 A
sprawność	85,5%
maksymalne napięcie pracy (przy $J = 60$ A)	290 V
maksymalny prąd	78 A
nominalna prędkość obrotowa	2640 obr/min
największa prędkość obrotowa	3300 obr/min
wydajność wentylatora przy prędkości obrotowej nominalnej	280 m ³ /min

Silnik jest zasilany w specjalnym układzie. Jeden z oporników rozruchowych obwodu silników trakcyjnych zawiera odczepy, z których są zasilane 4 silniki wentylatorów oporników rozruchowych, połączone równolegle. W ten sposób napięcie silników, ich prędkość obrotowa i intensywność działania wentylacji oporników rozruchowych zależą od wartości prądu w obwodzie głównym, płynącym przez oporniki rozruchowe. Izolacja maszyny jest przystosowana do maksymalnego napięcia 1500 V.

Budowa stojana

	wykonanie	
	angielskie	krajowe
liczba biegunów głównych i cewek		4
liczba biegunów pomocniczych i cewek		2
liczba zwojów cewki bieguna głównego		24
liczba zwojów cewki bieguna pomocniczego		41
opór uzwojenia biegunów głównych przy 20°C	0,0328 Ω	0,039 Ω
opór uzwojenia biegunów pomocniczych przy 20°C	0,0246 Ω	0,0123 Ω

Cewka bieguna głównego jest wykonana przewodem nawojowym o przekroju prostokątnym DNSSp 4×5 mm, izolację od rdzenia stanowi mikanit giętki grubości 0,2 mm, izolację główną — taśma szklana z żywicą epoksydową, izolację zewnętrzną — taśma szklana surowa.

Cewka bieguna pomocniczego jest wykonana przewodem nawojowym o przekroju prostokątnym DNSSp 4,6×5,4 mm, natomiast izolacja jest wykonana podobnie, jak cewki bieguna głównego.

Budowa wirnika

liczba żłobków	25
liczba działek komutatora	99
średnica nowego komutatora	159 mm
minimalna średnica	148 mm
liczba boków zezwojów w żłobku	8
ogólna liczba zezwojów	100
liczba zwojów w jednym zezwoju	2
liczba par gałęzi równoległych	2
rodzaj uzwojenia	faliste proste
poskok żłobkowy	6 (1—7)
poskok komutatorowy	49 (1—50)
średnica żelaza wirnika	177,8 mm
długość czynna żelaza	127 mm
opór uzwojenia przy 20°C	0,126 Ω

Cewka wirnikowa jest wykonana przewodem nawojowym DNEt $\phi 1,7$ mm w 4 warstwach, po 4 przewody w każdej, tak że bok cewki zawiera łącznie 16 przewodów. Izolację międzyzwojową stanowi emalia 0,08 mm (0,04 mm), na przekładki międzywarstwowe zastosowano preszpan grubości 0,1 mm, izolacja główna składa się z taśmy mika-jedwab 0,13 mm i taśmy szklanej 0,2 mm. Dodatkową izolację stanowi wykładzina żłobkowa z preszpanu. Część żłobkowa jest prasowana na wymiar $7,67 \times 7,97$ mm. Podobnie jak poprzednio opisane maszyny, wirnik jest nasycany lakierem izolacyjnym i malowany emalią powierzchniową. W żłobkach znajdują się kliny, wykonane z rezoteksu, na połączeniach czołowych cewek wirnikowych zastosowano bandaże z taśmy szklanej bezwłtkowej, nasycanej żywicą epoksydową.

5.5. Silnik sprężarki pantografów lokomotywy EU06 (oznaczenie na schemacie PC)

Zespół silnika ze sprężarką służy do wytworzenia odpowiedniego ciśnienia w układzie pneumatycznym pantografu, w celu jego podniesienia, gdy podczas uruchamiania lokomotywy jej zbiorniki powietrza nie są napełnione.

Silnik jest zasilany z baterii akumulatorowej pojazdu przez: automatyczny wyłącznik dźwigienkowy (na pulpicie w kabinie maszynisty), wyłącznik nożny i wyłącznik ciśnieniowy PCG. Silnik nie jest przeznaczony do pracy ciągłej, przytoczone dane znamionowe odnoszą się do pracy 15-minutowej.

Dane techniczne

typ	TUSCAN ENGINEERING
moc	0,368 kW
napięcie znamionowe	110 V
prąd znamionowy	4,5 A
sprawność	74,4%
nominalna prędkość obrotowa	1450 obr/min
łożyska oryginalne:	
str. K Ransome & Marles	LJ.15
str. PK Ransome & Marles	LJ.20
łożyska zastępcze:	
str. K	6202 $\phi 15 \times \phi 35 \times 11$
str. PK	6303 $\phi 17 \times \phi 47 \times 14$
szczotki Morgan Crucible Link C	$20 \times 12 \times 6,4$ mm
szczotki zastępcze EG 14	$20 \times 12 \times 6,4$ mm
rodzaj wentylacji	silnik zamknięty, chłodzenie powierzchniowe
liczba biegunów	2
rodzaj wzbudzenia	szeregowo-bocznikowe
opór uzwojenia bocznikowego	252 Ω

opór uzwojenia szeregowego	0,78 Ω
liczba żłobków wirnika	16
liczba działek komutatora	32
rodzaj uzwojenia	pętlicowe proste
liczba cewek	32
liczba zwojów cewki	22
liczba gałęzi równoległych	2
przekrój drutu nawojowego	DNE \varnothing 0,7 mm
poskok żłobkowy	7(1—8)
poskok komutatorowy	1(1—2)
opór uzwojenia wirnika przy 20°C	2,79 Ω

Budowa

Silnik jest typu zamkniętego, z chłodzeniem zewnętrznym, bez biegunów pomocniczych. Zarówno cewki stojana, jak i wirnika są wykonane przewodem nawojowym w emalii (DNE). Uzwojenia są nasycane lakierem elektroizolacyjnym. Jako główną izolację cewek stosuje się taśmę szklaną. Wirnik jest bandażowany taśmą szklaną bezwątkową, w żłobkach zastosowano kliny drewniane.

Zespół sprężarki pantografu jest usytuowany w przedziale maszynowym obok sprężarki głównej. Obok znajduje się nożny wyłącznik, za pomocą którego sprężarka pantografu zostaje włączona do pracy.

5.6. Silnik sprężarki pantografów lokomotywy EU07

(typ silnika PZBb 32a)

Zastosowanie ma takie samo jak w lokomotywie EU06. Silnik jest zasilany z baterii przez wyłącznik automatyczny i stycznik sprężarki pantografu SSP.

W obwodzie cewki stycznika SSP znajduje się wyłącznik dźwigienkowy i styki wyłącznika ciśnieniowego PCG.

Silnik produkuje się seryjnie w przemyśle krajowym i jest on stosowany także w innych seriach pojazdów trakcyjnych PKP.

Podstawowe dane techniczne:

moc	0,5 kW
napięcie znamionowe	80 V
prąd znamionowy	9,45 A
sprawność	66,2%
znamionowa prędkość wirowania	950 obr/min
łożyska: strona K i PK	6304 \varnothing 20 \times \varnothing 52 \times 15 mm
masa	38 kg
rodzaj wzbudzenia	bocznikowe

Zespół sprężarki pantografu znajduje się w przedziale maszynowym B, obok drzwi wejściowych. Jest on ustawiony na konstrukcji wsporczej przymocowanej do podłogi i ściany bocznej.

6

APARATY WYSOKIEGO NAPIĘCIA

Przeważająca większość aparatów wysokiego napięcia jest umieszczona w dwóch przedziałach wysokiego napięcia na ramie wsporczej. Drzwi do przedziałów wn, jak również pokrywy od strony korytarza, umożliwiające dostęp do tylnej strony ramy z aparaturą, są uzależnione blokadą elektropneumatyczną. Blokada ta zamyka dostęp do aparatury przy podniesionym pantografie, i odwrotnie — gdy którakolwiek pokrywa do przedziału wn lub drzwi do niego są otwarte, nie można podnieść pantografu. Oporniki obwodów wn znajdują się w przedziałach oporników, których pokrywy są również połączone z blokadą. Wszystkie urządzenia są umieszczone w sposób ułatwiający dostęp do nich w celach konserwacyjnych możliwie ze wszystkich stron. W celu przeprowadzenia większych napraw urządzenia mogą być wymontowane i wyjęte z pojazdu przez drzwi lub przez odejmowaną część dachu.

6.1. Pantograf

(typ krajowy AKP 4E, typ angielski 13 P, oznaczenie na schemacie P1, P2)

Konstrukcja i działanie pantografów w lokomotywach EU06 i EU07 są zbliżone.

Dane techniczne typu AKP 4E

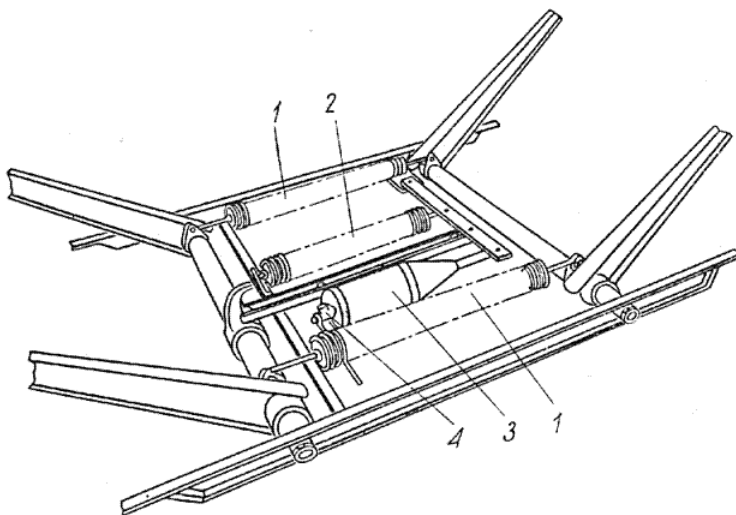
napięcie znamionowe izolacji	3000 V
napięcie probiercze izolacji	12 000 V, 50 Hz
znamionowy prąd ciągły	1000 A
maksymalna prędkość ruchu pojazdu	125 km/h

docisk statyczny ślizgacza do drutu jezdnego	8 kG
wysokość ślizgacza w stanie opuszczonym (licząc od podstawy izolatorów)	380 mm
najniższe położenie robocze	400 mm
najwyższe położenie robocze	2400 mm
ciśnienie znamionowe napędu	5 kG/cm ² nadciśnienia
czas podnoszenia ślizgacza	3—7 s
czas opuszczania ślizgacza	3—5 s

Pantograf składa się z ramy wsporczej z ułożyskowanymi w niej wałami głównymi oraz umocowanymi sprężynami, cylindrem napędu pneumatycznego i zaworem regulacyjnym, układu ruchomych ramion i ślizgacza.

Rama pantografu wykonana z ceownika jest przymocowana do czterech izolatorów wsporczych porcelanowych, umieszczonych na konstrukcji dachu pojazdu.

Wały główne są połączone dwoma cięgłami przegubowymi, których zadaniem jest zapewnienie równomiernego podnoszenia i opuszczania



Rys. 6-1. Układ kinematyczny pantografu

1 — sprężyny podnoszące, 2 — sprężyna opuszczająca,
3 — cylinder napędu pneumatycznego, 4 — zawór regula-
cyjny

wszystkich czterech ramion dolnych, umocowanych do wałów głównych.

Dolne ramiona są wykonane z kształtowników stalowych o profilu H, których przekrój maleje w kierunku ramion górnych, a największy jest w miejscu umocowania na wale. Na dolnych ramionach za pośrednictwem przegubów z lekkiego stopu są umocowane ramiona górne, wykonane z cienkościennych rur stalowych. Między końcówkami górnych ramion są umocowane ukośnie pręty reakcyjne, zapewniające całej konstrukcji wymaganą sztywność.

Ślizgacz pantografu jest umocowany na konstrukcji łączącej górne przeguby górnych ramion za pośrednictwem układu sprężystego, który stanowią cztery sprężyny śrubowe. Dzięki temu masą nie odsprężyno-

waną, stykającą się z drutem jezdny w czasie jazdy, jest tylko masa ślizgacza. Ślizgacz jest wykonany z cynkowej blachy stalowej grubości 1,5 mm, wytłoczonej w odpowiedni profil. Do ślizgacza są przymocowane nakładki stykowe miedziane, profilowe i płaskie, grubości nominalnej 5 mm. Górna powierzchnia ślizgacza wraz z nakładkami powinna być smarowana smarem grafitowym stałym lub półpłynnym.

Na wałach głównych znajdują się dźwignie z przymocowanymi przegubowo dwiema sprężynami podnoszącymi. Sprężyna opuszczająca jest umocowana przegubowo z jednej strony w podstawie pantografu, a z drugiej strony — przymocowana do dźwigni napędowej, wykonanej z płaskowników stalowych.

Dźwignia napędowa jest połączona przegubowo ze sworzniem tłoka napędu pneumatycznego i sprzęgnięta z drążkiem popychacza rolką. Rolka opiera się o krzywkę przymocowaną do jednego z wałów głównych.

Na cylindrze napędu od strony dopływu sprężonego powietrza jest umocowany zawór regulacyjny. Sprężone powietrze jest doprowadzone do napędu przez izolowany przewód gumowy.

Działanie

Działanie układu ruchomego polega na współpracy dwóch przeciwnych układów sprężyn: jednego do podnoszenia, a drugiego do opuszczania pantografu. Celem napędu pneumatycznego jest zrównoważenie oddziaływania sprężyny opuszczającej. Powoduje on zwolnienie sprężyn podnoszących od równoważącego działania sprężyny opuszczającej.

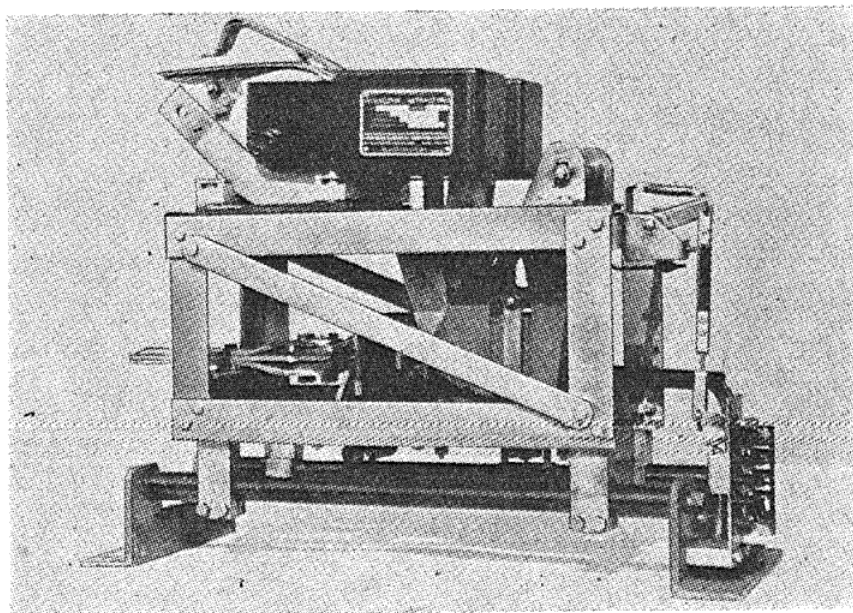
Układ jest tak zbudowany i wyregulowany, że w całym zakresie roboczym docisk ślizgacza do sieci osiąga praktycznie stałą wartość.

Szybkość podnoszenia i opuszczania ślizgacza zależy od szybkości poruszania się tłoka w cylindrze napędu pneumatycznego. Dopływ i odpływ powietrza do cylindra jest regulowany zaworem regulacyjnym, którego działanie polega na tym, że w czasie podnoszenia ślizgacza powietrze sprężone przepływa przez kalibrowany otwór o bardzo małej średnicy, przy czym cylinder napenia się wolno powietrzem i szybkość ruchu ślizgacza do góry jest niewielka. Podczas opuszczania ślizgacza sprężone powietrze powoduje otwarcie grzybka w zaworze regulacyjnym, co powiększa przepustowość zaworu i ruch ślizgacza do dołu odbywa się szybko. W końcowej fazie opuszczania ślizgacza, gdy ciśnienie w cylindrze zmaleje, grzybek zaworu zamyka się i powietrze z cylindra bardzo wolno przepływa przez kalibrowany otwór, co powoduje, że ślizgacz pomału i miękko opada na odbijaki gumowe.

Opisana budowa i działanie pantografu zapewnia dobry odbiór prądu z przewodu jezdny przy różnych wysokościach jego zawieszenia (w zakresie roboczym), a odpowiednia dynamika ruchu ślizgacza do góry i na dół zapobiega uszkodzeniom sieci i ślizgacza.

6.2. Wyłącznik szybki w lokomotywie EU06 (typ RLR 123, oznaczenie na schemacie HSCB)

Wszystkie jego elementy konstrukcyjne, z wyjątkiem komory gaszącej, są wbudowane do wnętrza ramy, stanowiącej szkielet konstrukcji wsporczej (rys. 6-2).



Rys. 6-2. Wyłącznik szybki typu RLR 123

Dane techniczne

napięcie znamionowe	3000 V
prąd znamionowy	1500 A
napięcie sterowania	110 V
opór cewki załączającej przy 20°C	1,22 Ω
opór cewki wyłączającej nn przy 20°C	21,7 Ω
opór wyzwalacza przy 20°C	0,004 Ω
nastawiony prąd wyzwalacza	1250 A
przerwa międzystykowa przy nowych stykach w stanie otwartym	28,6 mm

Budowa

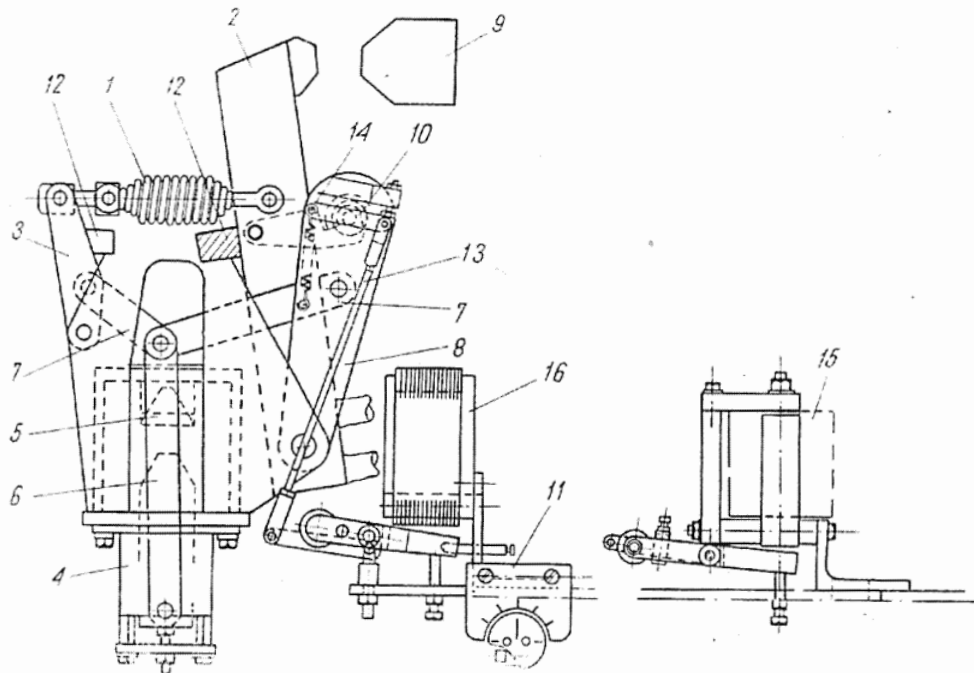
Zasadniczymi częściami wyłącznika są: konstrukcja wsporcza, styk nieruchomy, styk ruchomy wraz z dźwignią, tylna dźwignia mechanizmu, cewka załączająca wraz z obudową i rdzeniem, łącznik zapadki z zapadką i drążkiem, sprężyna wyłączająca, zespół drążków pionowych, ramiona pomocnicze, wyzwalacz nadmiarowo prądowy niespolaryzowany, zespół cewki wyłączającej nn, cewki gasikowe, komora łukowa, podstawa izolacyjna, łącznik pomocniczy z zespołem styków.

W skład wyposażenia wyłącznika wchodzi także odejmowana dźwignia, służąca do ręcznego zamykania wyłącznika przy próbach beznapięciowych.

6.2.1. Działanie wyłącznika podczas załączania

Zasadniczy schemat funkcjonowania wyłącznika jest przedstawiony na rysunku 6-3. Sprężyna wyłączająca jest umocowana między dźwignią styku ruchomego a tylną dźwignią mechanizmu. Do tylnej dźwigni jest przymocowana sprężyna za pomocą śruby regulacyjnej. Sprężyna ta zapewnia docisk styków, jak również siłę wyłączającą wyłącznik.

Załączenie wyłącznika odbywa się przez podanie napięcia na cewkę załączającą. Powoduje to podciągnięcie rdzenia do styku z górną, nieruchomą kotwicą rdzenia. Rdzeń pociąga za sobą dźwignie pionowe, które



Rys. Rys. 6-3. Schemat funkcjonowania wyłącznika RLR 123

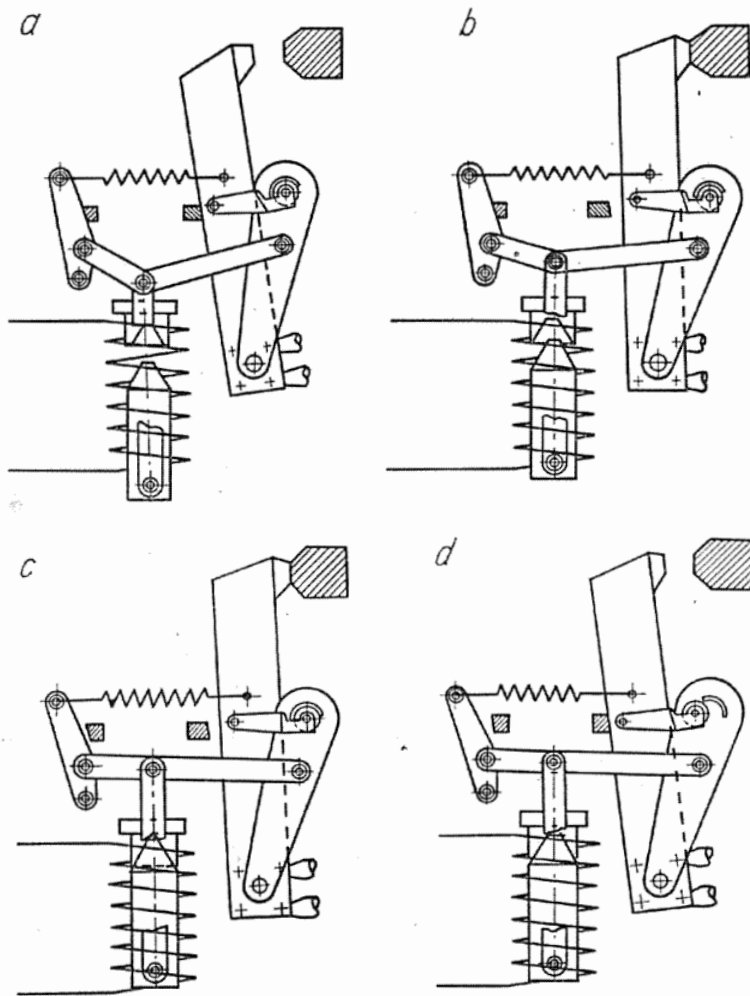
1 — sprężyna wyłączająca, 2 — dźwignia styku ruchomego, 3 — tylna dźwignia mechanizmu, 4 — cewka załączająca, 5 — kotwica rdzenia, 6 — zespół dźwignów pionowych, 7 — ramiona pomocnicze, 8 — dźwignia pomocnicza, 9 — styk nieruchomy, 10 — łącznik z zapadką, 11 — regulacja wyzwalacza, 12 — ograniczniki, 13 — dźwignia zapadki, 14 — sprężyna pomocnicza, 15 — cewka wyłączająca, 16 — wyzwalacz nadmiarowo-prądowy niespolaryzowany

za pośrednictwem przegubów oddziałują na ramiona pomocnicze. Jedna para tych ramion jest połączona z dźwignią pomocniczą, na której znajduje się łącznik z zapadką, a druga para — z tylną dźwignią. Ruch dźwignów pionowych rdzenia powoduje wyprostowanie kąta, jaki tworzą ramiona pomocnicze między sobą, aż do momentu, gdy stworzą one linię prostą. Powoduje to jednoczesne napięcie sprężyny i dociśnięcie styku ruchomego do nieruchomego.

Para ramion pomocniczych popycha w istocie dźwignię pomocniczą, która obraca się wokół tej samej osi co dźwignia styku ruchomego i jest z nią połączona łącznikiem z zapadką. Po przerwaniu przepływu prądu w obwodzie cewki załączającej rdzeń jest utrzymywany w położeniu górnym przez ramiona pomocnicze. Przy braku napięcia zasilającego 110 V w czasie prób statycznych wyłącznik może być zamknięty ręcznie za pomocą odejmowanej dźwigni, którą wkłada się między rol-

ki stanowiące przeguby tylnej dźwigni mechanizmu, znajdujące się nad cewką załączającą i następnie naciska ku dołowi. Dźwignia ta ma izolowaną rękojeść.

Proces zamykania wyłącznika i jego kolejne stadia ilustruje rysunek 6-4. Wyłącznik pokazany na rysunku 6-4a znajduje się w stanie otwartym, cewka załączająca nie jest wzbudzona, tylna dźwignia opiera się o ogranicznik, podobnie dźwignia styku ruchomego. Rysunek 6-4b przedstawia ruch rdzenia cewki załączającej do góry, wskutek czego zmienia się kąt, jaki tworzą między sobą ramiona pomocnicze. Rozpro-



Rys. 6-4. Kolejne stadia zamykania wyłącznika

a — wyłącznik w stanie otwartym, b — początkowa faza ruchu rdzenia cewki, c — końcowa faza ruchu rdzenia cewki, d — zadziałanie wyłącznika

stawanie się ramion pomocniczych powoduje ruch dźwigni pomocniczej i dźwigni styku ruchomego w prawo, do zetknięcia się jego ze stykiem nieruchomym. W końcowej fazie tego ruchu (rys. 6-4c) tylna dźwignia zmienia również położenie, odsuwając się w lewo od ogranicznika i napinając dodatkowo sprężynę. W stanie zamknięcia wyłącznika ramiona pomocnicze w rzeczywistości nie tworzą linii prostej, lecz kąt nieco wypukły do góry. Taki stan zapobiega przypadkowemu, niezamierzonemu otwarciu wyłącznika.

6.2.2. Działanie wyłącznika podczas wyłączania

Wyłącznik szybki może być wyłączony w sposób niezamierzony, tj. samoczynnie, jak również w sposób zamierzony przez maszynistę. Wyłączenie samoczynne pośrednie odbywa się wskutek zadziałania urządzeń ochronnych lokomotywy, takich jak: przekaźnik zanikowo napięciowy, przekaźnik różnicowy, wyłącznik ciśnieniowy pantografu, przekaźniki nadmiarowe silników wentylatorów (przetwornic) i przekaźnik nadmiarowo prądowy obwodu ogrzewania pociągu.

Wyłączenie to następuje po zamknięciu obwodu cewki wyłączającej nn zasilanej napięciem 110 V, co powoduje wzbudzenie strumienia magnetycznego w rdzeniu, który przyciąga ruchomą kotwicę.

Wyłączenie samoczynne bezpośrednio następuje wskutek wzrostu prądu w obwodzie głównym, płynącego przez styki wyłącznika i wyzwalacz nadmiarowo prądowy niespolaryzowany. Stanowi on giętki przewód, przeprowadzony przez otwór w zamkniętym rdzeniu magnetycznym. Wzrost prądu do nastawionej wartości zadziałania powoduje wzbudzenie w rdzeniu strumienia magnetycznego, który przyciąga zworę.

Ruchoma kotwica cewki wyłączającej nn (podczas wyłączania pośredniego) i zwora wyzwalacza (podczas wyłączania bezpośredniego) oddziałują na ten sam mechanizm wyłączający, składający się z drążka i zapadki z łącznikiem. Następuje mianowicie ściągnięcie drążka i otwarcie zapadki. Sprężyna wyłączająca odciąga dźwignię styku ruchomego, powodując rozwarcie styków (rys. 6-4d).

Zamierzone przez maszynistę otwarcie wyłącznika polega na zasileniu napięciem 110 V cewki wyłączającej. Dalsze działanie jest takie, jak opisano poprzednio. Wskutek ruchu dźwigni styku ruchomego, dźwignia pomocnicza zostaje także ściągnięta w położenie odpowiadające stanowi otwarcia wyłącznika. Do tego celu służy pomocnicza sprężyna umocowana między tą dźwignią a ramieniem pomocniczym. W końcowej fazie ruchu dźwigni zapadka zamyka się ponownie, dzięki czemu wyłącznik jest przygotowany do ponownego załączenia.

Zamknięciu lub otwarciu styków głównych towarzyszy odpowiednie przemieszczenie styków łącznika pomocniczego, który jest napędzany drążkiem, sprzężonym z napędem styku głównego ruchomego.

6.2.3. Regulacja elementów wyłącznika

Ódbój rdzenia cewki zamykającej. Śruba regulacyjna, znajdująca się bezpośrednio poniżej środka rdzenia, określa położenie, do którego rdzeń cewki zamykającej opada, gdy wyłącznik jest otwarty. Ponieważ rdzeń ten jest połączony przez parę drążków pionowych i ramion pomocniczych z dźwignią pomocniczą, miejsce umocowania na niej głowicy z zapadką w położeniu otwartym wyłącznika jest określone położeniem śruby regulacyjnej. Śrubą tą ustala się zatem pozycję mechanizmu zapadki dla ponownego jej zamknięcia w celu przygoto-

wania zamknięcia wyłącznika. Prawidłowe ustawienie śruby określa się przez pokręcanie jej do góry zbyt daleko, tak że zapadka nie może się ponownie zamknąć po otwarciu wyłącznika, i następnie powolne odkręcanie śruby do momentu zaskoczenia zapadki, co jest wyraźnie słyszalne. Należy wówczas obrócić śrubę dodatkowo o pół obrotu w dół i zablokować w tym położeniu.

Kotwica rdzenia cewki zamykającej. Kotwica ta ogranicza ruch rdzenia do góry i pośrednio także ruch ramion pomocniczych. Kotwica znajduje się we właściwej pozycji, gdy umożliwia lewym i prawym ramionom pomocniczym na przekroczenie około 2,4 mm ich położenia, w którym tworzą one linię prostą.

Wyzwalacz nadmiarowo-prądowy niespolaryzowany. Szczelina kotwicy — zwory w stanie niezadziałania, mierzona na tylnej krawędzi wystającej części rdzenia wynosi około 1,6 mm. Wielkość tej szczeliny można regulować śrubą odbojową, umieszczoną bezpośrednio pod zworą. Dla sprawdzenia właściwego nastawienia zwory należy wsunąć w szczelinę płytkę grubości 0,64 mm. Przy takim ograniczeniu drogi zwory wyłącznik powinien jeszcze wyłączyć po uruchomieniu zwory. Długość drążka zapadki powinna być tak wyregulowana, aby przy otwartej zworze sworzeń wybijakowy w zworze miał zapewniony minimalny odstęp (0,25 mm od wahliwej dźwigni zwory).

Cewka wyłączająca nn. Regulacja ta powinna być przeprowadzona po wykonaniu regulacji wyzwalacza nadmiarowo-prądowego niespolaryzowanego. Szczeliną zwory cewki wyłączającej mierzona na tylnej krawędzi wystającej części rdzenia powinna być ustawiona na 4 mm za pomocą śruby regulacyjnej, znajdującej się bezpośrednio pod zworą.

Mechanizm wyłączania wyłącznika jest taki sam, jak przy wyłączaniu wyzwalaczem, tj. kotwica (zwora) cewki wyłączającej powoduje otwarcie wyłącznika przez ściągnięcie drążka zapadki. Śruba wybijakowa w zworze powinna być tak wyregulowana, aby zwora mogła przebyć drogę około 0,8 mm przed uderzeniem w dźwignię.

Naciąg sprężyny wyłączającej. Jeśli wyłącznik jest zamknięty i ma nie zużyte nakładki stykowe, to sprężyna jest nastawiona prawidłowo wówczas, gdy odległość między głowicą sprężyny i główką śruby regulacji naciągu wynosi około 20,7 mm. Odległość między tylną dźwignią i jej ogranicznikiem nie powinna być mniejsza niż 1,6 mm dla zamkniętego wyłącznika. Szczelina ta jest miarą zużycia nakładek stykowych.

Śruba regulacyjna zapadki. Z boku obudowy mechanizmu zapadkowego znajduje się śruba regulująca pozycję pręta, który wchodzi w szczelinę na końcu głowicy zapadkowej. Pozycja tego pręta ustala nastawienie głowicy zapadkowej. Obrót pręta w kierunku ruchu wskazówek zegara powoduje otwarcie wyłącznika, gdy odległość pod łbem śruby wynosi w przybliżeniu 2,4 mm.

6.3. Wyłącznik szybki w lokomotywie EU07

(typ WSp 1000/3, oznaczenie na schemacie HSCB)

Wyłącznik jest stosowany w lokomotywach licencyjnych EU07. Podobnie jak aparat opisany w p. 6.2, wyłącznik WSp stanowi podstawowe zabezpieczenie w obwodach wysokiego napięcia lokomotywy. Wyłącznik chroni obwody wn przed zwarciami i przeciążeniami, nie zabezpiecza jednak obwodów przed przepływem prądu zwrotnego, gdyż jest wyłącznikiem typu spolaryzowanego.

Dane techniczne

napięcie znamionowe	3000 V
prąd znamionowy	1000 A
rodzaj napędu	pneumatyczny
znamionowa zdolność wyłączenia zwarcia	10 kA
prąd krytyczny	30 A
czas przedłukowy	2—5 ms
czas łukowy	75 ms
napięcie sterownicze	110 V
pobór mocy cewki trzymającej	120 W
pobór mocy cewki zaworu ep	12 W
znamionowe ciśnienie powietrza do napędu	5 kG/cm ² nadciśnienia
zakres nastawienia wyzwalacza prądowego	800—1600 A
docisk styków głównych	30 kG
rozwarcie styków głównych	35 ± 2 mm
nastawienie wyzwalacza	1250 A

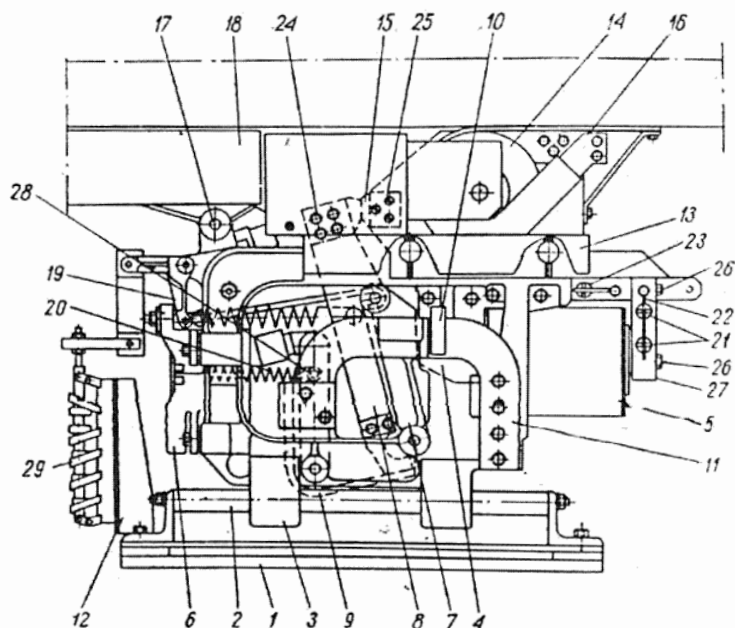
Budowa

Wyłącznik składa się z następujących części (rys.6-5). Rama żeliwna stanowi konstrukcję wsporczą dla wszystkich elementów. Jest ona ustawiona na izolatorach wsporczych. Wewnątrz ramy znajduje się napęd wyłącznika, składający się z zespołu uruchamiającego (zawór elektropneumatyczny, cylinder napędu z tłokiem), zespołu przychwytoowego, składającego się z obwodu magnetycznego z rdzeniem i ruchomą zworą, cewki trzymającej i sprzężonej z nią cewki wyzwalacza prądowego spolaryzowanego (cewki demagnesyjnej*), zespołu styku nieruchomego, umocowanego na izolowanych sworzniach i zawierającego styk wraz z rozkiem, zespołu styku ruchomego, osadzonego na dźwigni ułożyskowanej obrotowo w ramie. Do dźwigni tej są przymocowane sprężyny wyłączające. Wyłącznik można włączyć ręcznie (dla prób) za pomocą odejmowanej dźwigni izolacyjnej, zakładanej na wystający koniec wału napędowego z boku wyłącznika.

Ponadto w ramie jest umocowany zespół urządzeń wydmuchowych

*) Działanie cewki demagnesyjnej polega na wytworzeniu w części czołowej rdzenia elektromagnesu wyłącznika szybkiego strumienia przeciwnego do strumienia cewki utrzymującej. Umożliwia to samoczynne bezpośrednie wyłączenie wyłącznika szybkiego.

wyłącznika, połączonych ze stykiem nieruchomym. Składa się on z rdzenia z nabiegunkami, cewek wydmuchowych, komory łukowej, wykonanej z impregnowanych płyt azbesto-cementowych. Komora ta jest przymocowana obrotowo na osi osadzonej w ramie.



Rys. 6-5. Wyłącznik szybki typu WSp 1000

1 — podstawa wyłącznika, 2 — sworznie wsporcze izolacyjne, 3 — kadłub aparatu, 4 — rdzeń cewki trzymającej, 5 — cewka trzymająca, 6 — cylinder napędu pneumatycznego, 7 — wał dźwigni styku ruchomego, 8 — dźwignia styku ruchomego, 9 — połączenie podatne styku ruchomego, 10 — cewka demagnesująca, 11 — zacisk przyłączeniowy, 12 — wspornik łącznika pomocniczego, 13 — sworznie izolowane, 14 — cewka wydmuchowa, 15 — styk nieruchomy, 16 — zacisk przyłączeniowy, 17 — sworznie obrotowy komory łukowej, 18 — komora łukowa, 19 — sprężyny wyłączające, 20 — sprężyny powrotne, 20+23, 26, 27 — zespół urządzeń do regulacji prądu wyłączenia samoczynnego, 24 — styk ruchomy, 25 — umocowanie styku nieruchomego, 28 — umocowanie sprężyny powrotnej, 29 — łącznik pomocniczy

Wyzwalacz nadmiarowo-prądowy spolaryzowany, czyli cewka demagnesująca, jest zaopatrzony we wkręt nastawny, służący do nastawienia na podziałce wartości prądu wyłączenia.

Z wyłącznikiem jest sprzężony łącznik pomocniczy, mający 6 par styków zwiernych i 6 par styków rozwiernych.

Działanie wyłącznika

Do zamknięcia wyłącznika jest konieczne zamknięcie obwodu cewki trzymającej 110 V. Powoduje to wytworzenie strumienia magnetycznego w rdzeniu, który z uwagi na zbyt dużą szczelinę nie ma siły na pokonanie oporu sprężyny wyłączającej i przyciągnięcie kotwicy przymocowanej do dźwigni styku ruchomego. Po zamknięciu obwodu cewki zaworu elektropneumatycznego następuje napełnienie powietrzem cylindra napędu. Tłok uruchamia dźwignię styku ruchomego, zbliżając kotwicę do rdzenia cewki trzymającej. Następuje wówczas przechwycenie kotwicy. W tej przejściowej pozycji styki wyłącznika nie są jeszcze zamknięte. Zamknięcie następuje po przerwaniu obwodu zasilania cewki

zaworu elektropneumatycznego, w wyniku czego powietrze z cylindra napędu uchodzi do atmosfery i cylinder zostaje odcięty od zasilania. Dźwignia włączająca powraca do położenia wyjściowego, pod wpływem sprężyn i własnego ciężaru. Strumień cewki trzymającej utrzymuje zworę sprzęgniętą z dźwignią styku ruchomego w położeniu przyciągniętym, a sprężyny powodują jednocześnie obrót ramienia styku ruchomego wokół osi i zamknięcie styków głównych wyłącznika, w wyniku czego następuje przełączenie styków łącznika pomocniczego.

Wyłączenie. Otwarcie wyłącznika może nastąpić samoczynnie, bezpośrednio przez wyzwalacz nadmiarowo-prądowy spolaryzowany lub pośrednio wskutek zadziałania przekaźników zabezpieczających obwody lokomotywy (jak w p. 6.2), które przerywają zasilanie cewki trzymającej, lub w sposób zamierzony przez obsługę. Wyłączenie zamierzone polega również na przzerwaniu obwodu zasilającego cewkę trzymającą.

Wyłączenie samoczynne za pomocą wyzwalacza następuje wówczas, gdy natężenie prądu płynącego przez wyłącznik i zarazem przez cewkę wyzwalacza prądowego spowoduje wytworzenie strumienia magnetycznego, który skompensuje strumień, wytworzony przez cewkę trzymającą. Następuje wtedy zwolnienie zwory przytrzymywanej przez rdzeń cewki trzymającej i w konsekwencji otwarcie styków wyłącznika wskutek działania sprężyn wyłączających. Strumień cewki wyzwalacza działa bowiem demagnesująco na strumień cewki trzymającej.

Przerwanie zasilania cewki trzymającej wskutek zadziałania przekaźników zabezpieczających lub zamierzonego wyłączenia spowoduje zanik strumienia cewki trzymającej i skutki podobne do opisanych poprzednio.

Jednocześnie z otwarciem styków głównych łącznik pomocniczy powraca także do położenia wyjściowego.

Regulacja wyzwalacza nadmiarowo-prądowego spolaryzowanego odbywa się przez obracanie sworznia nastawnego, przy którym znajduje się skala wartości prądowych.

Konserwacja komory łukowej. Komora łukowa wyłącznika powinna być czysta, bez produktów spalania, które mogą osadzać się na płytach azbesto-cementowych przy wyłączaniu dużych prądów. Nadmierne zanieczyszczenie komory może być przyczyną niewyłączenia prądu przez wyłącznik, co powoduje jego zniszczenie.

6.4. Odłącznik pantografu

(typ OG 1200, oznaczenie na schemacie *OP1, OP2*)

Odłącznik służy do odłączania pantografu od instalacji w n lokomotywy, gdy pantograf ten jest uszkodzony, a lokomotywa powinna kontynuować jazdę z wykorzystaniem drugiego pantografu.

Z uwagi na minimalne różnice konstrukcyjne między aparatem produkcji angielskiej zastosowanym w lokomotywie EU06 i jego krajowym odpowiednikiem w lokomotywie EU07, opisany będzie tylko ten ostatni.

Dane techniczne

napięcie znamionowe izolacji	3 000 V
napięcie probiercze 50 Hz	12 000 V
prąd znamionowy	1 200 A
rodzaj pracy	ciągła
masa	42,5 kg

Budowa

Odłącznik składa się z: zespołu styku nieruchomego i zespołu styku ruchomego. Zespół styku nieruchomego zawiera izolator porcelanowy i styk umocowany na kołpaku tego izolatora. Styk jest odsprężynowany stalowymi sprężynami. Zespół zaś styku ruchomego składa się z izolatora porcelanowego i noża miedzianego (styku ruchomego), umocowanego obrotowo na wsporniku kołpaka izolatora. Wspornik jest również tak odsprężynowany, aby był zapewniony zestyk galwaniczny z nożem. Obydwa izolatory są ustawione na płycie stalowej, służącej do umocowania odłącznika na dachu lokomotywy. Wszystkie części miedziane, tj. nóż ruchomy, styk nieruchomy i wspornik noża, są ocynkowane w celu zabezpieczenia przed korozją.

Działanie

Podobnie jak odłączniki używane w energetyce, odłączniki pantografu służą do stworzenia trwałej i widocznej przerwy między elementami obwodu wysokiego napięcia. Obsługę noża odłącznika wykonuje się ręcznie za pomocą drążka izolacyjnego. Zamykanie i otwieranie noża odłącznika może być wykonywane wyłącznie po opuszczeniu pantografu.

6.5. Odłącznik główny

(typ OGW 1000, oznaczenie na schemacie OG1, OG2)

Jest to łącznik trójbiegunowy, dwupołożeniowy, w wykonaniu wewnętrzym, zainstalowany w przedziałach wysokiego napięcia. Obydwa odłączniki są połączone z instalacją i między sobą w taki sposób, że otwarcie któregośkolwiek z nich lub obu powoduje odłączenie obwodu głównego i obwodów pomocniczych wn od zasilania (pantografu) i jednocześnie uziemienie pantografów oraz obwodów pomocniczych wn.

Dane techniczne

napięcie znamionowe izolacji	3000 V
napięcie probiercze 50 Hz	8750 V
prąd znamionowy ciągły styków głównych	1000 A

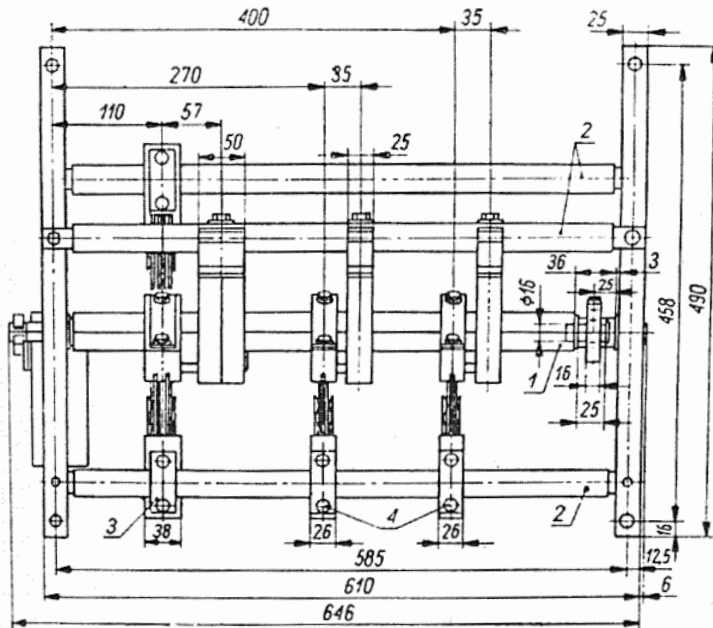
prąd znamionowy ciągły styków obwodów
pomocniczych
masa

400 A
31 kg

Budowa

Częściami składowymi odłącznika (rys. 6-6) są: wał stalowy, zespół zacisków, dwa zespoły sprężynowych styków nieruchomych, dźwignia napędu wału, łącznik pomocniczy typu WE1.

Wał stalowy ma kwadratowy przekrój i jest izolowany zewnętrznie izolacją wykonaną z tkaniny szklanej nasyczonej żywicą poliestrową. Jest



Rys. 6-6. Odłącznik główny

1 — izolowany wał obrotowy, 2 — pręty wsporcze styków nieruchomych, 3 — tor prądowy 1000 A, 4 — tory prądowe 400 A (obwodów pomocniczych)

on ułożyskowany w ramie stanowiącej podstawę odłącznika. Na wale znajdują się wsporniki mosiężne z nożami miedzianymi i przymocowanymi do nich połączeniami podatnymi.

Zespół zacisków przymocowanych do pręta stalowego jest izolowany podobnie jak wał. Zaciski są połączone z odpowiadającymi im stykami ruchomymi (nożami) za pomocą opisanych poprzednio połączeń podatnych.

Dwa zespoły sprężynowych styków nieruchomych są umocowane również na izolowanych prętach.

Łącznik pomocniczy jest przymocowany do ramy podstawowej aparatu. Stan jego styków zależy od stanu położenia styków głównych. Łącznik pomocniczy wykonuje określone funkcje w obwodzie rozrządu.

Odłącznik ma trzy obwody prądowe, z których jeden jest przeznaczony do pracy w obwodzie głównym, a dwa pozostałe służą do uszyciania obwodów pomocniczych wn. Zadaniem odłącznika oprócz czyn-

ności opisanych na wstępie, jest stworzenie widocznej przerwy w obwodach wysokiego napięcia, w celu umożliwienia obsłudze bezpiecznego dostępu do urządzeń w przedziale wn.

Działanie

Dźwignia napędowa odłącznika jest sprzężona z wałem blokady przedziału wn, której zadaniem jest uniemożliwienie otwarcia drzwi do przedziału wówczas, gdy pantograf lokomotywy jest podniesiony i urządzenia w przedziale znajdują się pod wysokim napięciem. Zadaniem blokady jest także uniemożliwienie uruchomienia lokomotywy (podniesienia pantografu), gdy drzwi do któregośkolwiek przedziału wn są otwarte.

Urządzenia blokady narzucają następujący przebieg czynności związanych z otwarciem drzwi do przedziału wn:

- odcięcie rozrządu pantografów od zasilania sprężonym powietrzem i połączenie cylindrów napędu pantografów z atmosferą za pomocą zaworu pantografu (pantograf opada),
- uziemienie obwodów wn przez przestawienie odłącznika w położenie ODLĄCZONY i UZIEMIONY.
- otwarcie drzwi do przedziału wn.

W celu zamknięcia drzwi i przygotowania obwodów lokomotywy do jej uruchomienia należy wykonać odpowiednie czynności w kolejności odwrotnej do opisanej. Do wykonania tych czynności jest potrzebne użycie odejmowanej ręczki wału kierunkowego nastawnika jazdy.

Dźwignia napędu odłącznika znajduje się na ścianie przedziału wn w przedziale maszynowym (za drzwiami do kabiny maszynisty) wał zaś napędu blokady, sprzężony z dźwignią odłącznika i zamknięciem drzwi, znajduje się wewnątrz przedziału maszynisty, podobnie jak wał zamknięcia drzwi.

6.6. Odłącznik silników trakcyjnych

(typ OSW 400, oznaczenie na schemacie *MCO1*, *MCO2*)

Jest to trójbiegunowy odłącznik wysokiego napięcia w wykonaniu wewnętrznym. Jego zadaniem jest odłączanie z obwodu głównego uszkodzonej grupy silników trakcyjnych i przerwanie połączenia galwanicznego między odłączonymi silnikami. W stanie otwarcia styki odłącznika zamykają obwód główny, umożliwiając awaryjną pracę drugiej grupy silników trakcyjnych.

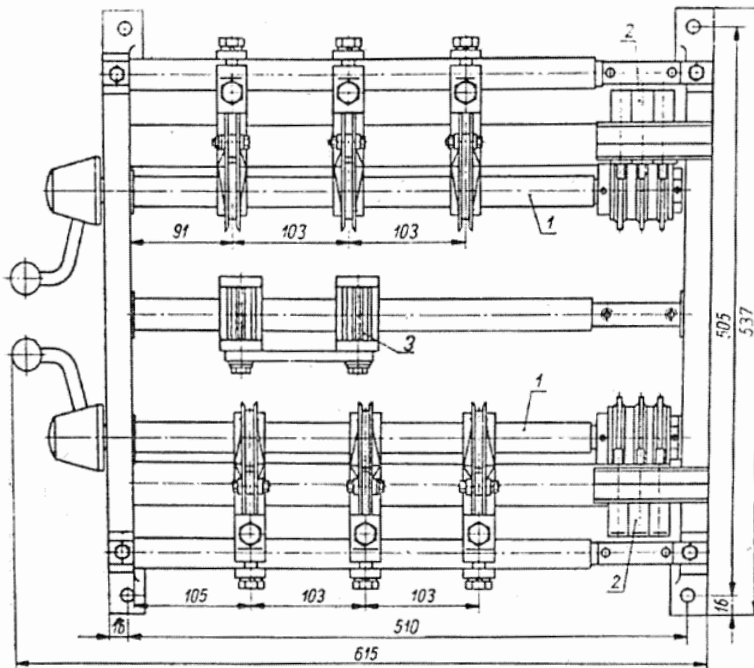
Dane techniczne

napięcie znamionowe	3000 V
napięcie probiercze 50 Hz	8750 V
prąd znamionowy ciągły styków głównych	400 A
prąd znamionowy ciągły łącznika pomocniczego	5 A
masa	42 kg

Budowa

Odłącznik (rys. 6-7) składa się z dwóch wałów stalowych, dwóch zespołów zacisków prądowych z połączeniami podatnymi, dwóch zespołów nieruchomych styków szczękowych z zaciskami, zespołu podwójnych nieruchomych styków szczękowych bez zacisków, dwóch dźwigni do napędu ręcznego wałów odłącznika.

Wały stalowe mają przekrój kwadratowy. Nałożono na nie izolację z tkaniny szklanej i żywicy poliestrowej. Są one ułożyskowane w ramie



Rys. 6-7. Odłącznik silników trakcyjnych

1 — wały izolowane, 2 — łącznik pomocniczy, 3 — styki szczękowe

podstawowej odłącznika i zakończone od strony zewnętrznej dźwigniami napędowymi z uchwytnymi izolacyjnymi. Do wałów są umocowane wsporniki mosiężne z nożami miedzianymi i połączeniami podatnymi.

Dwa zespoły zacisków prądowych przymocowano do izolowanych prętów stalowych. Do zacisków tych są przyłączone połączenia podatne, opisane poprzednio.

Dwa zespoły nieruchomych styków szczękowych przymocowano do izolowanych prętów z zaciskami przyłączeniowymi. Styki te są odsprężynowane. Zespół podwójnych nieruchomych styków szczękowych odsprężynowanych jest przymocowany do stalowego, izolowanego pręta. Styki te nie mają zacisków przyłączeniowych, gdyż są połączone między sobą galwanicznie szyną miedzianą, wykonaną z płaskownika i służą do połączenia instalacji obwodu głównego z wyeliminowaniem pary silników trakcyjnych. Odłącznik ma zatem dwa układy styków, każdy dla jednej z grup silników trakcyjnych. Każdy układ składa się z trzech torów prądowych na prąd znamionowy 400 A.

Ponadto odłącznik jest wyposażony w 6 sztuk przerywników mechanicznych typu P-ND-S, pracujących jako łącznik pomocniczy, wykonujący określone funkcje w obwodzie rozrządu.

Zamykanie i otwieranie obu niezależnych od siebie obwodów prądowych odbywa się ręcznie za pomocą dźwigni napędowych, zakończonych izolowanymi rękojeściami.

Odłącznik jest zainstalowany w przedziale wysokiego napięcia po stronie B i dostępny po otwarciu drzwi do tego przedziału.

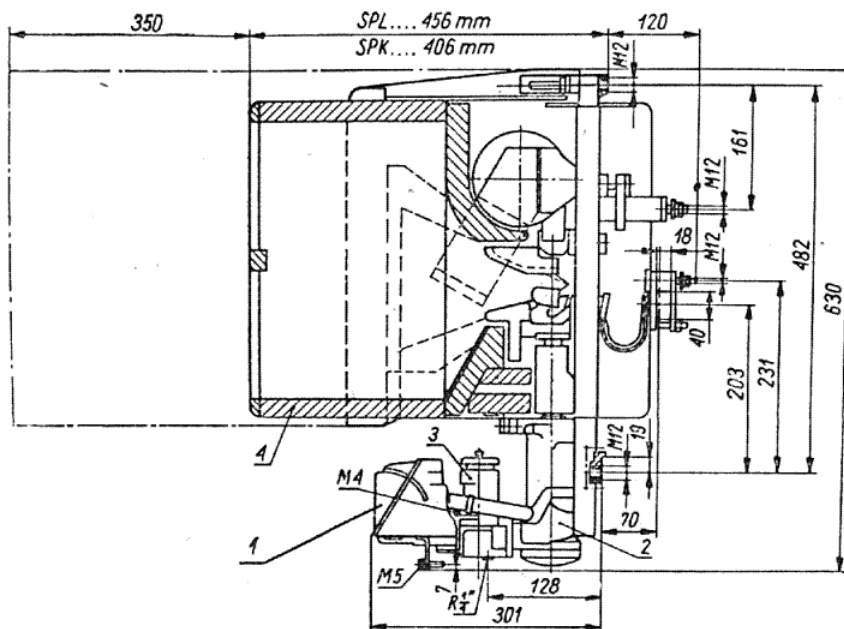
6.7. Styczniki elektropneumatyczne

W obwodzie głównym lokomotywy znajdują się styczniki elektropneumatyczne trzech różnych rodzajów (rys. 6-8 i 6-9):

typ SPL 400 (oznaczenie schematowe LS1-4, R5, R6, R25, R26)

typ SPK 400 (oznaczenie schematowe R1-R4, R7-R24, R27-R30, P, G, JR1, JR2, J1, J2, F13 i F14)

typ SPO 250 (oznaczenie schematowe F1 — F12).



Rys. 6-8. Stycznik elektropneumatyczny typu SPL 400 i SPK 400

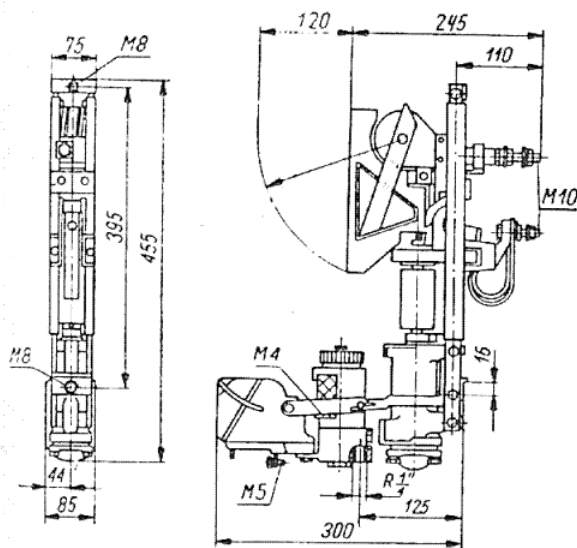
1 — łączniki pomocnicze, 2 — napęd elektropneumatyczny, 3 — zawór, 4 — komora łukowa

Styczniki SPL 400 są stosowane jako styczniki liniowe oraz wybrane styczniki rozruchu oporowego, służące do załączania i wyłączania obwodu głównego.

Styczniki SPK 400 są stosowane jako styczniki w układzie rozruchu oporowego, w układzie przełączania silników trakcyjnych, w układzie elektrycznej kompensacji nacisku kół, w obwodzie ogrzewania pociągu.

Styczniki SPO 250 służą do osłabienia wzbudzenia silników trakcyjnych.

Wszystkie styczniki znajdują się w przedziałach wysokiego napięcia.



Rys. 6-9. Stycznik elektropneumatyczny typu SPO 250

Dane techniczne

napięcie znamionowe izolacji i robocze obwodów wn	3000 V
napięcie znamionowe izolacji obwodów nn	250 V
napięcie probiercze izolacji obwodów wn	8750 V
napięcie probiercze izolacji obwodów nn	2000 V
napięcie znamionowe robocze obwodów nn	110 V
prąd znamionowy ciągły: SPL 400 i SPK 400	400 A
SPO 250	250 A
docisk wstępny styków głównych	1,5 kG
rozwarcie styków w stanie otwartym:	
SPL, SPK	34 ± 2 mm
SPO	23 ± 1,5 mm
przechyl styku ruchomego SPL, SPK, SPO	4 ± 1 mm
robocza zdolność wyłączalna:	
SPL 400 z komorą gaszącą	5000 A
SPK 400 z komorą gaszącą	420 A
SPO 250 z komorą gaszącą	160 A
masa: SPL 400	35 kg
SPK 400	34 kg
SPO 250	12 kg
opór izolacji obwodów wn	200 MΩ
ciśnienie znamionowe napędu elektropneumatycznego	5 kG/cm ² nadciśnienia
łącznik pomocniczy typ ŁPS (w stycznikach angielskich typ 19 N)	
docisk styków łącznika pomocniczego	113—117 G
przerwa międzystykowa łącznika pomocniczego	3,2 mm

Podaną zdolność wyłączalną styczników SPL 400 wyznaczono laboratoryjnie w układzie czterech styczników połączonych szeregowo, przy czym w obwodzie prądowym znajdowała się indukcyjność 15 mH i między dwa spośród czterech styczników został załączony równolegle opór czynny 0,828 i 0,220 Ω . Układ analogiczny do opisanego funkcjonuje w obwodzie głównym lokomotywy.

Dla styczników SPK 400 podana zdolność wyłączalna została wyznaczona dla dwóch styczników połączonych szeregowo w obwodzie bezindukcyjnym, a dla SPO 250 — dla jednego stycznika, w obwodzie o indukcyjności 10 mH.

Budowa

Elementem wsporczym stycznika są dwa pręty izolowane, do których są przymocowane: wspornik styku nieruchomego, wspornik styku ruchomego wraz z dźwignią, cylinder napędu pneumatycznego i komora gasząca.

Do cylindra jest przymocowany zawór elektropneumatyczny typu ZPZ 110, łącznik pomocniczy typu ŁPS i komora łukowa (w dolnej części). Układ styków składa się z łatwo wymiennych nakładek miedzianych i rożków wydmuchowych. Zaciski przyłączeniowe styków głównych stycznika znajdują się po przeciwnej stronie izolowanych prętów wsporczych (od tyłu).

Styk ruchomy jest połączony z zaciskiem przyłączeniowym za pośrednictwem połączenia podatnego, wykonanego ze specjalnie plecionej taśmy z cienkich drutów miedzianych.

Drugi zacisk przyłączeniowy jest umocowany do oddzielnej listwy izolowanej, umieszczonej prostopadle do osi pionowej stycznika.

Styczniki są zainstalowane na specjalnej konstrukcji wsporniczej w przedziałach wn lokomotywy w położeniu pionowym.

Poszczególne typy styczników różnią się między sobą wymiarami komory łukowej (komora stycznika SPL 400 jest większa od SPK 400, przystosowana do odpowiednio większej zdolności łączeniowej), konstrukcją układów gaszących i wyposażeniem w łączniki pomocnicze, ponadto styczniki SPO 250 mają mniejsze wymiary gabarytowe od pozostałych dwóch typów.

Tablica 6-1 zawiera zestawienie wyposażenia poszczególnych styczników w łączniki pomocnicze, przy czym oznaczenia cyfrowe określają rodzaj zastosowanych styków. Kolejność cyfr odpowiada kolejności styków w łączniku, patrząc na łącznik od przodu i licząc od strony lewej do prawej.

Znaczenie cyfr podaje rysunek 9-1 (str. 272), który określa względny czas działania styków łącznika w stosunku do czasu zamykania lub otwierania styków głównych. Cyfra 0 w tabeli oznacza brak styku na odpowiedniej pozycji.

Zestawienie układów łączników pomocniczych stosowanych w stycznikach elektro-pneumatycznych

Styczniki liniowe i oporowe

Stycznik	Układ łącznika	Stycznik	Układ łącznika
<i>LS1</i>	3431	<i>R11</i>	3410
<i>LS2</i>	1121	<i>R12</i>	3410
<i>LS3</i>	1120	<i>R13</i>	3410
<i>LS4</i>	3122	<i>R14</i>	3410
<i>Ź1</i>	1111 i 1242	<i>R15</i>	3410
<i>Ź2</i>	3342	<i>R16</i>	3410
<i>ŹR1</i>	1122	<i>R17</i>	3410
<i>ŹR2</i>	0000	<i>R18</i>	3410
<i>P</i>	3410	<i>R19</i>	3410
<i>G</i>	1220	<i>R20</i>	3410
<i>R1</i>	1400	<i>R21</i>	3410
<i>R2</i>	1000	<i>R22</i>	3411
<i>R3</i>	3412	<i>R23</i>	3411
<i>R4</i>	1210	<i>R24</i>	3411
<i>R5</i>	3344 i 1000	<i>R25</i>	3410
<i>R6</i>	3410	<i>R26</i>	3410
<i>R7</i>	3410	<i>R27</i>	3410
<i>R8</i>	1000	<i>R28</i>	3410
<i>R9</i>	3410	<i>R29</i>	3412 i 2200
<i>R10</i>	3410	<i>R30</i>	3411 i 1221

Styczniki osłabienia pola i kompensacji odciążenia

Stycznik	Układ łącznika	Stycznik	Układ łącznika
<i>F1</i>	3412	<i>F8</i>	0000
<i>F2</i>	0000	<i>F9</i>	3410
<i>F3</i>	3410	<i>F10</i>	0000
<i>F4</i>	0000	<i>F11</i>	3400
<i>F5</i>	3410	<i>F12</i>	0000
<i>F6</i>	0000	<i>F13</i>	1222
<i>F7</i>	3410	<i>F14</i>	1222

Zasada działania

Doprowadzenie napięcia do uzwojenia zaworu elektropneumatycznego powoduje jego wzbudzenie, otwarcie zaworu i zasilenie cylindra napędu stycznika sprężonym powietrzem. W kanale przepływowym powietrza między zaworem a napędem znajduje się dławik, którego zadaniem jest tłumienie powietrza płynącego do cylindra lub uchodzącego z niego, co zapewnia odpowiednią dynamikę ruchu napędu i styku.

Pod wpływem ciśnienia powietrza tłok przesuwa się w górne położenie, popychając ciężko izolacyjne i przez wspornik ramię styku ruchomego aż do zetknięcia go ze stykiem nieruchomym. Jednocześnie

ruch tłoka do góry napręża sprężynę, znajdującą się w górnej części cylindra, nad tłokiem, która służy do nadania odpowiedniej prędkości rozwierania się styków przy wyłączaniu stycznika.

Ruch napędu powoduje obrót dźwigni napędowej łącznika pomocniczego i zmianę położenia jego styków.

Z chwilą przerwania obwodu wzbudzenia cewki zaworu elektropneumatycznego, sprężone powietrze przez otwór wylotowy w zaworze uchodzi z cylindra do atmosfery. Jednocześnie zawór odcina cylinder od przewodu zasilającego sprężonego powietrza. Sprężyna nad tłokiem cofa tłok do położenia odpowiadającego stanowi wyłączenia stycznika. Ciężko izolacyjne i styk ruchomy opadają do dołu, do położenia spoczynkowego. Odpowiedniemu przełączeniu ulegają także styki łącznika pomocniczego. Ramię styku ruchomego jest połączone ze stykiem ruchomym przegubowo, z odpowiednią sprężyną, zapewniającą niezbędny przechyl styku przy załączaniu.

6.8. Nawrotnik

(typ krajowy MAV 400, typ angielski 19 RP 10, oznaczenie na schemacie N)

Nawrotnik służy do zmiany kierunku przepływu prądu w uzwojeniach biegunów głównych silników trakcyjnych, co powoduje zmianę kierunku ich wirowania, czyli zmianę kierunku ruchu lokomotywy.

Dane techniczne

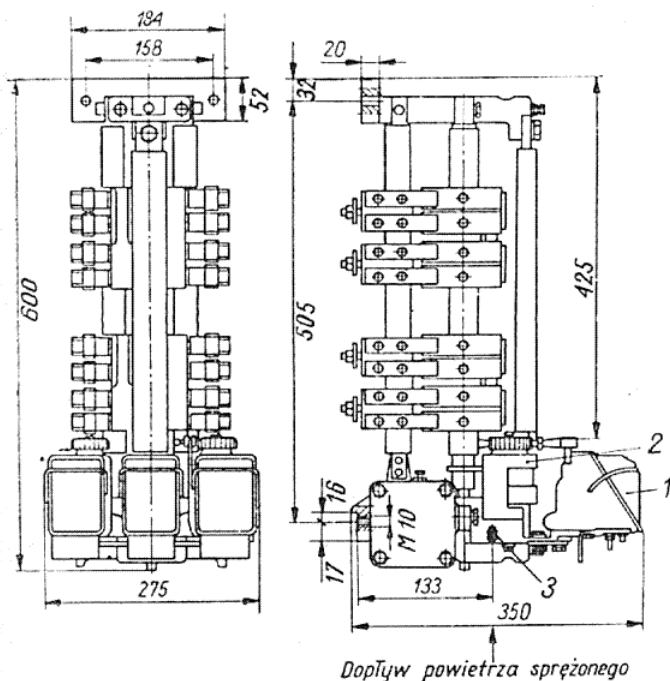
napięcie znamionowe izolacji:	
górny zespół styków	3000 V
dolny zespół styków	500 V
napięcie znamionowe izolacji styków	
walcowych danej grupy względem siebie	500 V
napięcie probiercze izolacji:	
górny zespół	8750 V
dolny zespół	2500 V
napięcie probiercze obwodów pomocniczych	2000 V
napięcie robocze obwodów pomocniczych	110 V
prąd znamionowy ciągły styków:	
głównych	400 A
pomocniczych	5 A
ciśnienie znamionowe napędu	5 kG/cm ²
	nadciśnienia
docisk styków głównych	4 ± 0,5 kG
masa	42 kg

Budowa

Częściami składowymi nawrotnika (rys. 6-10) są następujące elementy: pneumatyczny mechanizm napędowy, wał stykowy, łącznik pomocniczy

typ ŁPS, styki palcowe, 2 zawory elektropneumatyczne, konstrukcja wsporcza.

Wał stykowy nawrotnika składa się z wału izolowanego, ułożyskowanego obustronnie w konstrukcji wsporczej nawrotnika. Do wału są przymocowane styki walcowe. Wał jest napędzany przez mechanizm napędowy pneumatyczny za pośrednictwem zębatego koła i osadzonego na wale koła zębatego. Mechanizm napędowy ustala także dwa skrajne po-



Rys. 6-10. Nawrotnik

1 — łącznik pomocniczy, 2 — zawór elektropneumatyczny, 3 — wlot powietrza do napędu

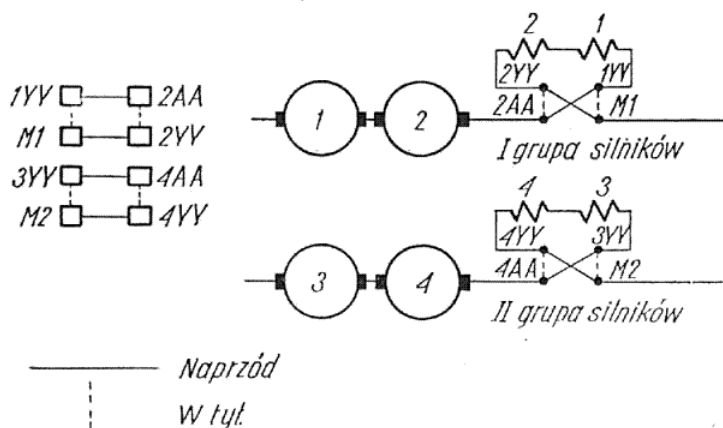
łożenia wału nawrotnika, odpowiadające dwu stanom połączeń jego styków.

Kąt obrotu wału od jednego skrajnego położenia do drugiego wynosi około 45° ($\Pi/4$ rad).

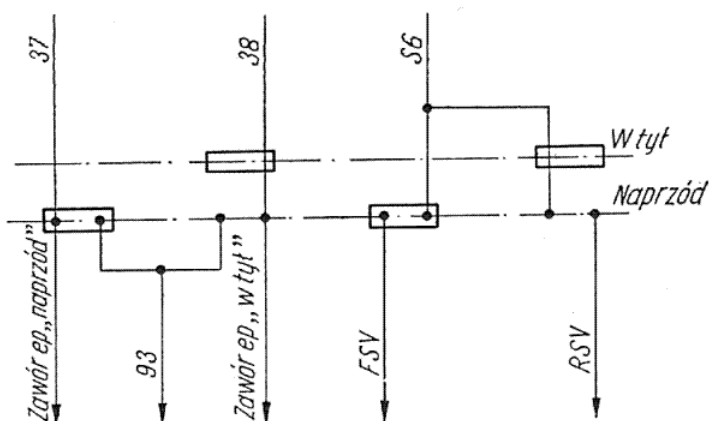
W cylindrze mechanizmu napędowego znajdują się dwa tłoki z uszczelkami, wykonanymi z gumy neoprenowej, olejoodpornej. Równoległe do wału są wbudowane w konstrukcję wsporczą wsporniki izolacyjne, do których przymocowano obrotowo dźwignie ze stykami palcowymi. Styki te są przyciskane za pomocą sprężyn do styków walcowych na wale. Dla polepszenia warunków przewodzenia styki posrebrzono, nakładki zaś na stykach palcowych wykonano ze srebra. Styki palcowe są wyposażone w sprężynujące zatraski, umożliwiające w razie potrzeby trwałe otwarcie styków i utworzenie w ten sposób 5-milimetrowej przerwy izolacyjnej między stykami walcowymi i palcowymi. Umożliwia to odłączenie obwodów silników trakcyjnych, np. w celu wykonania pomiarów.

Nawrotnik ma dwie grupy styków głównych, umożliwiających przełączenie uzwojeń wzbudzenia dwóch grup silników trakcyjnych

(rys. 6-11). Styki łącznika pomocniczego wykonują odpowiednie zmiany w układzie rozrządu lokomotywy (rys. 6-12). Łącznik ten przełącza się równocześnie z obrotem wału głównego.



Rys. 6-11. Program łączy i połączenia nawrotnika w obwodzie głównym



Rys. 6-12. Obwody łącznika pomocniczego nawrotnika

37, 38 — przewody z wałka kierunkowego nastawnika jazdy; wybór kierunku S6, FSV, RSV — obwód piasiecznic, 93 — do stycznika AC2 w obwodzie załączenia styczników liniowych (układ styków łącznika pomocniczego — 1122 według oznaczeń jak na rys. 9.1)

Działanie

Po wzbudzeniu cewki zaworu elektropneumatycznego następuje dopływ sprężonego powietrza do cylindra napędu, co powoduje ruch tłoka i połączonego z nim trzona z zębatką, która napędza koło zębate wraz z wałem głównym, oraz dźwignię napędową styków łącznika pomocniczego.

6.9. Przekazniki elektromagnetyczne nadmiarowo-prądowe (typ krajowy TJ, typy angielskie: 19 OR 20, 14 OR 23)

Różne rozwiązania przekazników w złożonych układach, zgrupowanych na tablicach z aparaturą zabezpieczającą, spełniają następujące funkcje w obwodach lokomotywy:

- TJB-1S — przekaźnik nadmiarowy silników trakcyjnych, jednoczłonowy o nastawieniu prądowym 600 A (oznaczenie *O/LD*)
- TJB-2S — przekaźnik nadmiarowy silników trakcyjnych, dwuczłonowy o nastawieniu prądowym:
 człon lewy 750 A — oznaczenie schematowe *O/LD(H)*
 człon prawy 600 A — oznaczenie schematowe *O/LD(N)*
- TJB-1G — przekaźnik nadmiarowy obwodu ogrzewania pociągu o nastawieniu prądowym 200 A (dla EU06 — 350 A), oznaczenie schematowe *THO/LD*
- TJB-1P — przekaźnik nadmiarowy obwodu silnika przetwornicy o nastawieniu prądowym 21 A, oznaczenie schematowe *MGO/LD1* i *MGO/LD2*
- TJB-2W — przekaźnik nadmiarowy obwodu silnika wentylatora oporników rozruchowych, nastawienie prądowe 85 A, oznaczenie schematowe — *BO/LD1÷4*
- TJB-1K — przekaźnik nadmiarowy obwodu silnika sprężarki o nastawieniu prądowym 210 A, oznaczenie schematowe *CO/LD1*, *CO/LD2*.

Dane techniczne

napięcie znamionowe izolacji:

TJB-1S, TJB-2S, TJB-1G, TJB-1P	3000 V
TJB-2W	500 V
TJB-1K	250 V

napięcie probiercze izolacji odpowiednio

dla wymienionych powyżej grup 8750, 2500, 2000 V

napięcie znamionowe izolacji obwodów

przekaźnika pomocniczego 250 V

napięcie robocze obwodów przekaźnika

pomocniczego 110 V

Wartości prądów znamionowych dla przekaźników elektromagnetycznych nadmiarowo-prądowych podano w tabelicy 6-2.

Tablica 6-2

Zestawienie zakresów prądowych przekaźników nadmiarowo-prądowych

Przekaźnik	Prąd znamionowy ciągły [A]	Zakres nastawienia wyzwalacza [A]
TJB-1S	400	450—750
TJB-2S człon lewy	400	600—900
TJB-2S człon prawy	400	450—750
TJB-1G	250	200—350
TJB-1P	16	15—21
TJB-2W	63	70—100
TJB-1K	160	180—240

Uwaga: odchyłki prądu rozruchu wyzwalaczy wynoszą $\pm 5\%$

obciążalność znamionowa styków

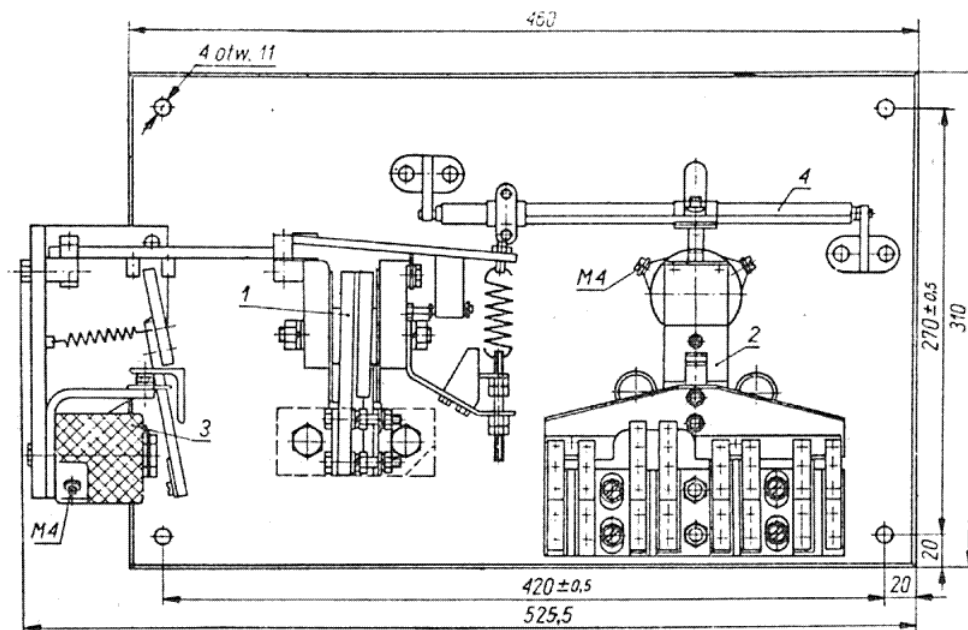
5 A

masa:

TJB-1S	13 kg
TJB-2S	15,5 kg
TJB-1G	10,3 kg
TJB-1P	13,7 kg
TJB-2W	17,3 kg
TJB-1K	10,5 kg
docisk styków	0,06—0,12 kG
rozwarcie styków	3,2 mm
przechył styków	0,8 mm

Budowa i zasada działania

W skład zespołu TJB-1S wchodzi następujące aparaty. Wyzwalacz elektromagnetyczny nadmiarowo-prądowy szybki, którego uzwojenie znajduje się w obwodzie głównym, w gałęzi silników 1 i 2, przekaźnik pomocniczy PVA-31B, elektromagnes blokujący LVB-110, izolowany wał z zapadką (rys. 6-13).



Rys. 6-13. Tablica przekaźnika nadmiarowo-prądowego silników trakcyjnych

1 — przekaźnik nadmiarowo-prądowy, 2 — przekaźnik pomocniczy, 3 — elektromagnes blokujący, 4 — izolowany wał z zapadką

Wyzwalacz jest zaopatrzony w mechaniczny wskaźnik zadziałania. Przepływ prądu przez uzwojenie wyzwalacza, o wartości równej nastawionemu prądowi zadziałania, powoduje przyciągnięcie jego zwory. Zwora ta w końcowej fazie ruchu wymusza obrót izolowanego wału z zapadką o pewien kąt, zwolnienie zapadki, zablokowanie przekaźnika pomocniczego i w konsekwencji przełączenie jego styków. Jednocześnie opada pod własnym ciężarem mechaniczny wskaźnik zadziałania, co umożliwi obsłudze ustalenie, który z przekaźników zadziałał. Po prze-

łączeniu rozrządu lokomotywy na tzw. rozruch wysoki, co jest praktykowane podczas rozruchu szczególnie ciężkich pociągów, prąd rozruchu może przekroczyć nastawiony na przekaźniku prąd zadziałania, co spowodowałoby zbyt częste i niepożądane przerwanie zasilania silników trakcyjnych. Zatem przy takim przełączeniu otrzymuje zasilanie cewka elektromagnesu blokującego LVB-110. Przyciągnięcie jego zwory powoduje wprowadzenie izolacyjnego popychacza do szczeliny magnetycznej wyzwalacza między jego rdzeń a zworę, uniemożliwiając rozruch wyzwalacza.

Ochronę nadmiarową przy tym rodzaju rozruchu lokomotywy przyjmuje na siebie wyzwalacz przekaźnika TJB-2S, którego cewka jest połączona szeregowo z cewką wyzwalacza TJB-1S, a sam wyzwalacz ma odpowiednio wyższe nastawienie prądowe. Zespół przekaźnika TJB-1S jest wbudowany w tablicę wykonaną z materiału izolacyjnego.

Odblokowanie przekaźnika polega na impulsowym zasileniu cewki przekaźnika pomocniczego, co spowoduje przyciągnięcie jego zwory, przełączenie styków i zaskoczenie zapadki. Jest to równoznaczne z powrotem zespołu przekaźnika do stanu zasadniczego.

Zespół TJB-2S, podobnie jak poprzedni, jest umocowany na tablicy izolacyjnej. Zespół składa się z dwóch wyzwalaczy nadmiarowo-prądowych, przekaźnika pomocniczego PVA-31B i izolowanego wału z zapadką.

Lewy wyzwalacz, o wyższym nastawieniu prądowym, jest włączony w obwód główny w gałęzi 1 i 2 silnika trakcyjnego, prawy zaś w gałęzi 3 i 4 silnika. Działanie przekaźnika jest podobne, jak w zespole TJB-1S, z tym że obydwa wyzwalacze mogą niezależnie od siebie oddziaływać na obrót izolowanego wałka z zapadką, co spowoduje zablokowanie przekaźnika pomocniczego i przełączenie jego styków. Obydwa wyzwalacze mają mechaniczne wskaźniki zadziałania.

Prawy wyzwalacz, który ma takie samo nastawienie prądowe, jak w zespole TJB-1S, nie ma elektromagnesu blokującego jego działanie, gdyż „rozruch wysoki” lokomotywy jest stosowany wyłącznie dla szeregowego układu połączeń silników trakcyjnych, przy którym prąd obwodu głównego nie płynie przez cewkę tego wyzwalacza. Tablice z przekaźnikami TJB-1S i TJB-2S są zainstalowane w przedziale wn po stronie kabiny maszynisty B.

Zespół TJB-1G, zmontowany na płycie izolacyjnej, składa się z wyzwalacza nadmiarowo-prądowego, przekaźnika pomocniczego PVA-12B i izolowanego wałka z zapadką.

Zadziałanie przekaźnika i jego odblokowanie przebiega podobnie, jak w przypadku opisanym poprzednio. Zespół jest umieszczony w przedziale wn po stronie kabiny maszynisty A.

Zespół TJB-1P, zmontowany również na tablicy izolacyjnej, zawiera następujące aparaty: wyzwalacz nadmiarowo-prądowy, elektromagnes blokujący LMB-110L, przekaźnik zwłoczny POZ-110/B20 (oznaczenie schematowe TD5 — 6) przekaźnik pomocniczy PVA-02B, izolo-

wany wał z zapadką. Ponieważ przekaźnik jest stosowany w obwodzie silnika przetwornicy, którego prąd rozruchowy znacznie przekracza prąd znamionowy i nastawiony prąd zadziałania wyzwalacza, więc w okresie rozruchu działanie wyzwalacza powinno być blokowane. Rolę tę spełnia elektromagnes blokujący, który po wzbudzeniu cewki przychwytuje zworę wyzwalacza w położeniu otwartym, uniemożliwiając jego zadziałanie. Cewka elektromagnesu blokującego otrzymuje zasilanie równocześnie z uruchomieniem przetwornicy. Zasilanie to przerywa samoczynnie przekaźnik czasowy, gdy po zakończeniu rozruchu silnika przetwornicy prąd w jego obwodzie zmaleje poniżej wartości nastawionego prądu zadziałania wyzwalacza. Działanie samego wyzwalacza i jego współpraca z przekaźnikiem pomocniczym przebiega podobnie, jak przekaźników opisanych poprzednio. Zespół jest zmontowany w przedziale wn po stronie kabiny maszynisty A.

Z e s p ó ł TJB-2W, również zmontowany na tablicy izolacyjnej, służy do zabezpieczenia dwóch obwodów silników wentylatorów chłodzenia oporników rozruchowych. W każdej z obu szaf z aparaturą niskiego napięcia znajduje się jeden taki zespół.

Zespół składa się z: dwóch elektromagnesów blokujących LMB-110/L (110P), dwóch wyzwalaczy nadmiarowo-prądowych, jednego elektromagnesu blokującego LVC-110 z ryglami służącymi do zablokowania zwory przekaźnika w stanie zamknięcia, po zadziałaniu któregokolwiek z wyzwalaczy, zespołu styków przełączalnych oraz dwóch łączników dźwigienkowych Z.

Zadaniem elektromagnesów blokujących LMB-110/L jest podobnie jak w przekaźniku TJB-1P, wykluczenie działania wyzwalacza podczas rozruchu silnika wentylatora. Cewki tych elektromagnesów są zasilane przez styki przekaźnika czasowego (poza tablicą TJB-2W), który po zakończeniu rozruchu przerywa ich obwody. Zadziałanie wyzwalacza powoduje przyciągnięcie jego zwory, która drugim końcem zmienia położenie styków, wmontowanych nad elektromagnesem blokującym LVC-110. Jednocześnie w końcowej fazie ruchu zwory następuje jej zablokowanie przez rygiel, będący zworą przekaźnika blokującego LVC-110. Odblokowanie układu polega na impulsowym zasileniu przekaźnika blokującego, co powoduje przyciągnięcie jego dwóch zwór, powrót zwory wyzwalacza do położenia zasadniczego i przełączenie zespołu styków.

Łączniki dźwigienkowe Z służą do indywidualnego odcięcia rozrządu stycznika wentylatora, który np. wskutek uszkodzenia nie powinien być załączony. Łączniki te nie mają bezpośredniego związku z działaniem przekaźnika nadmiarowego.

Dwa zespoły TJB-1K, wmontowane w tablicę izolacyjną, służą do zabezpieczenia silników sprężarek głównych i znajdują się w dwu szafach z aparaturą nn.

Zespół składa się z wyzwalacza nadmiarowo-prądowego, przekaź-

ika pomocniczego PVA-11B, elektromagnesu blokującego LMB-110/L, zolowanego wałka z zapadką, łącznika dźwigienkowego Z.

Rola i działanie elektromagnesu blokującego są identyczne, jak w przypadku aparatów opisywanych poprzednio, wyłączenie elektromagnesu blokującego następuje przez styki przekaźnika zwłocznego (poza tablicą TJB-1K).

Współpraca wyzwalacza z przekaźnikiem pomocniczym jest oparta na tej samej zasadzie, co np. przekaźnika TJB-1S. Łącznik pomocniczy Z nie jest funkcjonalnie związany z działaniem przekaźnika, służy on do odcięcia rozrządu uszkodzonej sprężarki. Podczas normalnej pracy powinien on być załączony.

Zwory wyzwalaczy prądowych wszystkich typów przekaźników są utrzymywane w położeniu zasadniczym przez sprężyny zwojowe. Skalowanie i regulacja wartości prądu zadziałania polega na regulacji naciągu tych sprężyn. Na śrubie naciągu znajduje się wskaźnik nastawienia, który wskazuje wartość nastawionego prądu na płytce z podziałką; płytka jest przymocowana do wspornika wyzwalacza.

We wszystkich typach wyzwalaczy szczelina między rdzeniem a zwoją cewki w stanie zasadniczym (cewka bez prądu) powinna wynosić 7,93 mm (0,3125"). Odległości między otwartymi stykami przekaźników powinny wynosić minimum 3 mm, a przechył styków — 1 mm.

6.10. Przekaznik zanikowo-prądowy

(typ krajowy PJA-800, typ angielski 17 CR2, oznaczenie na schemacie NCR)

Przekaznik ten jest przeznaczony do zabezpieczenia obwodu głównego lokomotywy przed skutkami nagłego pojawienia się prądu po jego uprzednim nagłym zaniku.

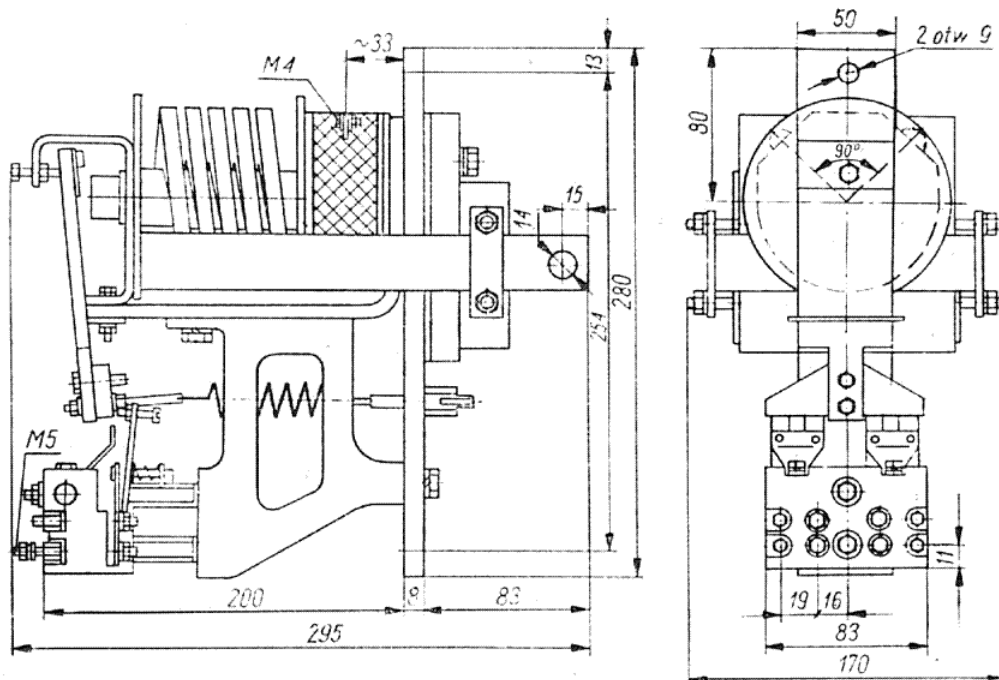
Cewka prądowa przekaznika jest włączona w obwód główny lokomotywy od strony „ziemi”. Aparat jest zainstalowany w przedziale B wysokiego napięcia.

Dane techniczne

napięcie znamionowe izolacji cewki prądowej	500 V
napięcie znamionowe izolacji cewki napięciowej i styków	250 V
napięcie probiercze izolacji cewki: prądowej	2500 V
napięciowej i styków	2000 V
napięcie znamionowe robocze cewki napięciowej i styków	110 V
prąd znamionowy ciągły cewki prądowej	800 A
napięcie rozruchowe przekaznika	≥ 66 V
prąd powrotu	6—10 A
przechył styków	0,4 mm
prąd znamionowy ciągły styków	5 A
rozwarcie styków	3,2 mm
masa	9,7 kg

Budowa

Przełącznik zanikowo-prądowy składa się z takich elementów jak: cewka prądowa, cewka napięciowa, obwód magnetyczny ze zworą, zespół styków i konstrukcja wsporcza (rys. 6-14).



Rys. 6-14. Przełącznik zanikowo-prądowy

Działanie

Zadaniem tego przełącznika jest przerwanie zasilania napięciem sterowniczym styczników liniowych, jeśli z jakichkolwiek powodów prąd w obwodzie głównym zmaleje poniżej wartości prądu powrotu. W takim przypadku przełącznik zwalnia swoją zworę, a jego styki powodują natychmiastowe otwarcie styczników liniowych. W celu ponownego załączenia prądu w obwodzie maszynista musi sprowadzić nastawnik jazdy do pozycji zerowej i wykonać rozruch pojazdu od początku.

Cewka napięciowa przełącznika otrzymuje zasilanie tylko na pozycji 1 nastawnika jazdy, co powoduje przyciągnięcie zwory i zamknięcie styków. To umożliwia zamknięcie styczników liniowych. Gdy w obwodzie głównym zaczyna płynąć prąd, wówczas strumień magnetyczny wytworzony przez cewkę prądową wspomaga strumień wytworzony uprzednio przez cewkę napięciową. Po przestawieniu nastawnika jazdy na pozycję 2 i następne, cewka napięciowa traci zasilanie, lecz strumień cewki prądowej przytrzymuje zworę w pozycji przyciągniętej. Po zaniku prądu i strumienia zwora wraca do pozycji wyjściowej, a styki przerywają zasilanie styczników liniowych. Zwora przełącznika jest utrzymywana w położeniu odpowiadającym stanowi braku wzbudzenia za pomocą sprężyny. Szczelina między rdzeniem a zworą może być regulowana za pomocą śruby regulacyjnej.

6.11. Przekąźnik różnicowy

(typ krajowy PRW 900, typ angielski 4 DR 3, oznaczenie na schemacie CBR)

Konstrukcja obu przekaźników nie jest jednakowa, ale zasada działania — taka sama.

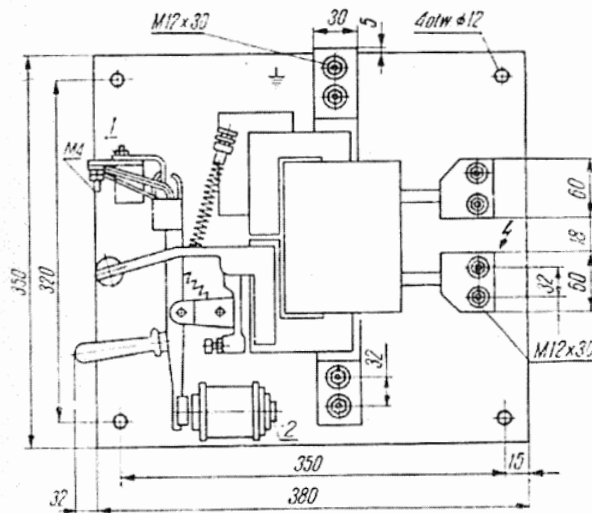
Przekąźnik różnicowy służy do zabezpieczenia obwodu głównego przed zwarciami doziemnymi.

Dane techniczne (dla typu PRW 900)

napięcie znamionowe izolacji i robocze obwodów wysokiego napięcia	3000 V
napięcie probiercze obwodów wn (50 Hz)	7500 V
napięcie znamionowe izolacji obwodów nn	250 V
napięcie probiercze obwodów nn (50 Hz)	2000 V
napięcie znamionowe robocze obwodów nn	110 V
rodzaj pracy	ciągła
pobór mocy cewki elektromagnesu odblokowania	35 W
prąd znamionowy ciągły styków	5 A
prąd znamionowy przekaźnika	900 A
prąd zadziałania przekaźnika (różnica prądów w cewkach)	125—140 A
masa	15 kg

Budowa

Elementami składowymi przekaźnika różnicowego (rys. 6-15) są: obwód magnetyczny (rdzeń i zwora), dwa uzwojenia prądowe, nawinięte



Rys. 6-15. Przekąźnik różnicowy

1 — zaciski styków pomocniczych, 2 — cewka odblokowania

przeciwsobnie i koncentrycznie na jednym karkasie, zespół styków otwierających się w momencie zadziałania przekaźnika z kondensatorem gaszącym, mechanizm zapadkowy uruchamiający zespół styków,

elektromagnes do odblokowania mechanizmu zapadkowego, płyta izolacyjna, na której są umocowane poszczególne części (rys. 6-15).

Zwora przekaźnika jest wyposażona w izolacyjną rączkę, służącą do ręcznego odblokowania przekaźnika po wyłączeniu napięcia i otwarciu drzwi do przedziału wysokiego napięcia. Przekaźnik jest wyposażony w specjalne urządzenie, uodporniające go na wpływ wstrząsów, występujących w czasie ruchu lokomotywy. Jest on zainstalowany w przedziale wn po stronie A.

Zasada działania

Obie cewki prądowe przekaźnika są włączone w obwód główny, jedna przed silnikami trakcyjnymi, a druga w przewodzie uszyniającym obwód główny. Podczas normalnej pracy obwodu głównego przez obie cewki przekaźnika płynie ten sam prąd, zatem strumienie magnetyczne, wytworzone przez dwie takie same cewki, nawinięte przeciwsobnie, znoszą się wzajemnie. Wskutek zwarcia lub upływności do ziemi w części obwodu głównego między cewkami przekaźnika, przez cewkę pierwszą od strony zasilania płynie prąd większy, niż przez drugą, gdyż druga cewka jest teraz bocznikowana w miejscu zwarcia doziemnego, w rezultacie czego równowaga strumieni magnetycznych zostaje zachwiana. Strumień wypadkowy (różnicowy) zaczyna oddziaływać na zworę i przy określonej różnicy prądów oraz strumieni zwora zostaje przyciągnięta i zablokowana. Styki otwierają się, co powoduje natychmiastowe wyłączenie wyłącznika szybkiego i uzależnionych od niego innych łączników.

Po usunięciu przyczyny zadziałania przekaźnik może być odblokowany zdalnie przez impulsowe zasilanie cewki elektromagnesu odblokowującego, bądź ręcznie (po otwarciu przedziału wn), po czym obwody wn lokomotywy mogą zostać ponownie załączone.

Przekaźnik zastosowany w lokomotywach produkcji angielskiej nie ma możliwości blokowania się w stanie zadziałania i dlatego w układzie rozrządu lokomotywy współpracuje on z przekaźnikiem pomocniczym Z.

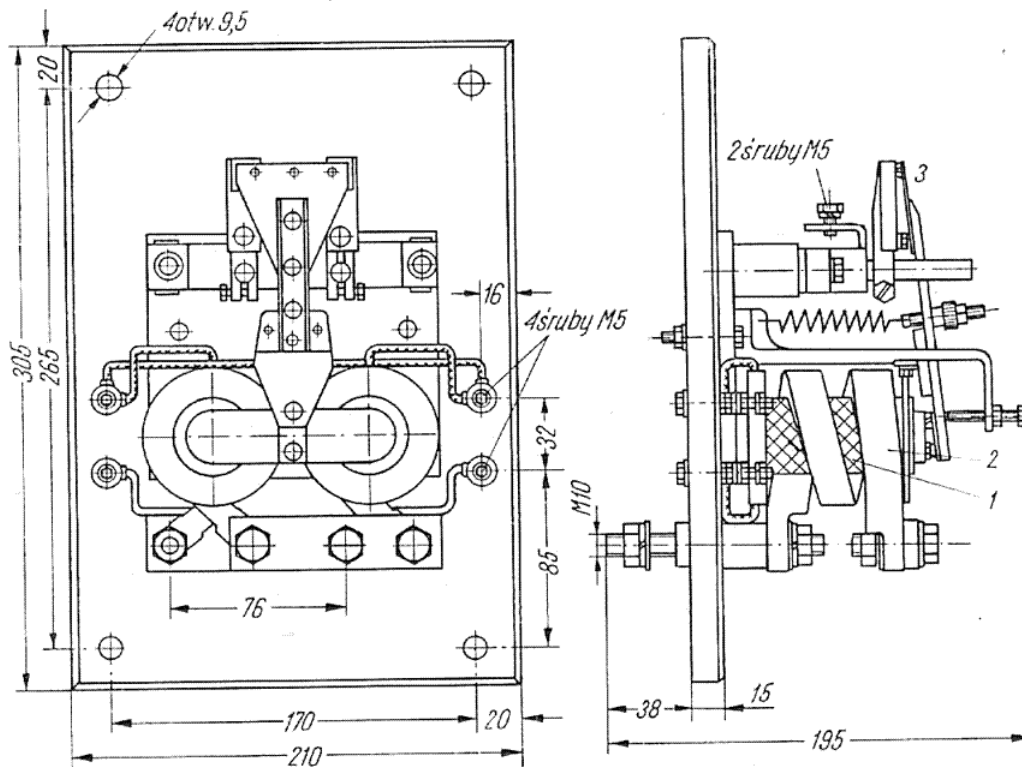
6.12. Przekaźnik samoczynnego rozruchu

(typ krajowy PSR 800, typ angielski 12 AR 5, oznaczenie na schemacie *CLR*)

Przekaźnik samoczynnego rozruchu jest elektromagnetycznym przekaźnikiem prądowo napięciowym, mającym obwód napięciowy, składający się z dwu cewek, i obwód prądowy, składający się również z dwu cewek.

Cewki prądowe włączono szeregowo w obwód główny, cewki napięciowe zaś są zasilane w specjalnym obwodzie z możliwością wielorakiej regulacji.

Zwore przekaźnika przymocowano do wspornika ułożyskowanego wahliwie w łożysku pryzmatycznym. Do drugiego końca wspornika jest przymocowana płytki izolacyjna z mostkiem stykowym, naprzeciw któ-



Rys. 6-16. Przełącznik samoczynnego rozruchu
1 — cewka napięciowa, 2 — cewka prądowa, 3 — styki przełącznika

rego znajdują się styki stałe, umocowane na konstrukcji przełącznika. Sprężyna utrzymuje styki przełącznika w stanie zamknięcia. Ma ona możliwość regulacji naciągu za pomocą śruby izolacyjnej.

Przełącznik jest umocowany na izolacyjnej płytce montażowej i umieszczony w przedziale z aparaturą wysokiego napięcia po stronie kabiny B (rys. 6-16).

Zasada działania

Jak wynika z opisu budowy przełącznika i z jego charakterystyki prądowej, wartość prądu w cewkach prądowych, przy której następuje odpadanie zwory, powodujące zamknięcie się styków, zależy od prądu aktualnie płynącego przez uzwojenia cewek napięciowych, strumienie bowiem magnetyczne, wytwarzane przez wszystkie cewki, dodają się. Prąd rozruchu natomiast, przy którym następuje rozwarcie się styków, jest większy o 30 A od prądu powrotu, dla każdej wartości prądu w obwodzie napięciowym.

Każdemu kolejnemu zamknięciu się styków przełącznika odpowiada przełączenie układu rozrządu na kolejną następną pozycję rozruchową. To z kolei, jak wiadomo, powoduje ponowny wzrost prądu w obwodzie głównym, przy którym zwora przełącznika zostaje ponownie

przyciągnięta. Prąd w obwodzie głównym następnie stopniowo maleje, zgodnie z przebiegiem aktualnej charakterystyki $n = f(J)$ dla danej pozycji oporowej, czemu towarzyszy wzrost prędkości lokomotywy aż do ponownego zamknięcia styków przekaźnika, od którego to momentu powtarza się cały cykl.

Dla określonej wartości prądu w obwodzie cewek pomocniczych (napięciowych), prąd odpadania zwory — tj. minimalny prąd rozruchu lokomotywy — ma wartość stałą, której odpowiada określona wartość średniego przyspieszenia rozruchu z danym ciężarem pociągu.

Dzięki zastosowaniu regulacji prądu obwodu napięciowego osiąga się regulację przyspieszenia rozruchu, w celu dostosowania go do aktualnych warunków przyczepności kół, ciężaru pociągu, wzniesienia itp. Możliwości regulacyjne są opisane szczegółowo w rozdziale 12.

6.13. Przełącznik zanikowo-prądowy spolaryzowany przetwornicy (typ PPG 13, oznaczenie na schemacie ANCR1, ANCR2)

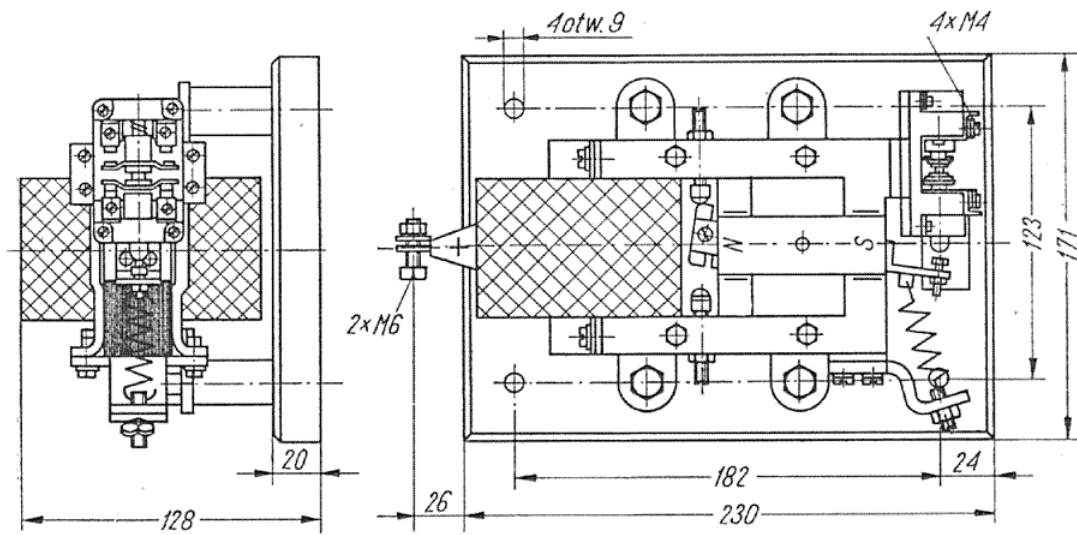
Jest to przełącznik przeznaczony do ochrony obwodu przetwornicy przed zwrotnym prądem generacyjnym, który powstaje po zaniku lub obniżeniu się napięcia sieci trakcyjnej. Prąd ten może zamykać się w obwodzie głównym lub ogrzewania i może spowodować uszkodzenie silnika przetwornicy.

Dane techniczne

napięcie znamionowe izolacji i robocze obwodu wysokiego napięcia	3000 V
napięcie: znamionowe izolacji obwodu nn	250 V
probiercze izolacji obwodu wn (50 Hz)	8750 V
probiercze izolacji obwodu nn (50 Hz)	2000 V
prąd: znamionowy ciągły cewki przekaźnika	13 A
rozruchu	$\leq 5,5$ A
powrotu	0,5—1 A
znamionowy styków	5 A
rodzaj pracy	ciągła
masa	5,5 kg

Budowa

Części składowe przekaźnika są następujące: obwód magnetyczny w postaci rdzenia z materiału magnetycznie miękkiego z ułożyskowanym wewnątrz obrotowo magnesem trwałym, cewka wysokiego napięcia w izolacji z żywicy epoksydowej, łącznik pomocniczy, płyta izolacyjna, stanowiąca podstawę umocowania przekaźnika. Przełącznik jest umieszczony w przedziale wysokiego napięcia po stronie kabiny A (rys. 6-17).



Rys. 6-17. Przełącznik zanikowo-prądowy

Zasada działania

Przepływ przez cewkę prądu o wartości większej (lub równej) niż wartość prądu rozruchowego i o kierunku przeciwnym do normalnego, powoduje namagnesowanie rdzenia, a siły wywołane oddziaływaniem biegunów rdzenia i magnesu trwałego, pokonując siłę sprężyny zwrotnej, powodują obrót ruchomego magnesu wraz z dźwigienką, powodującą przełączenie styków. Po zmniejszeniu się wartości prądu do wartości prądu powrotu, układ ruchomy powraca do położenia spoczynkowego wskutek zmniejszania się siły przyciągającej. Dalsze zmniejszenie wartości prądu do zera i ewentualny jego przepływ w kierunku przeciwnym nie powoduje zmiany położenia zwory i styków, pozostają one w położeniu spoczynkowym.

Dzięki takiemu spolaryzowanemu działaniu przełącznik chroni obwód przetwornicy przed zwrotnymi prądami generacyjnymi, włączając w ten obwód opornik rozruchowy, ograniczający wartość płynącego prądu.

6.14. Przełącznik zanikowo-napięciowy

(typ PSR-ZN, oznaczenie na schemacie *NVR*, *NVRR*)

Jest to przełącznik zanikowo-napięciowy, służący do zabezpieczania obwodów wn lokomotywy przed pracą przy obniżonym napięciu, jak również zabezpiecza te obwody przed nagłym pojawieniem się napięcia po wcześniejszym jego zaniku, powodując otwarcie wyłącznika szybkiego.

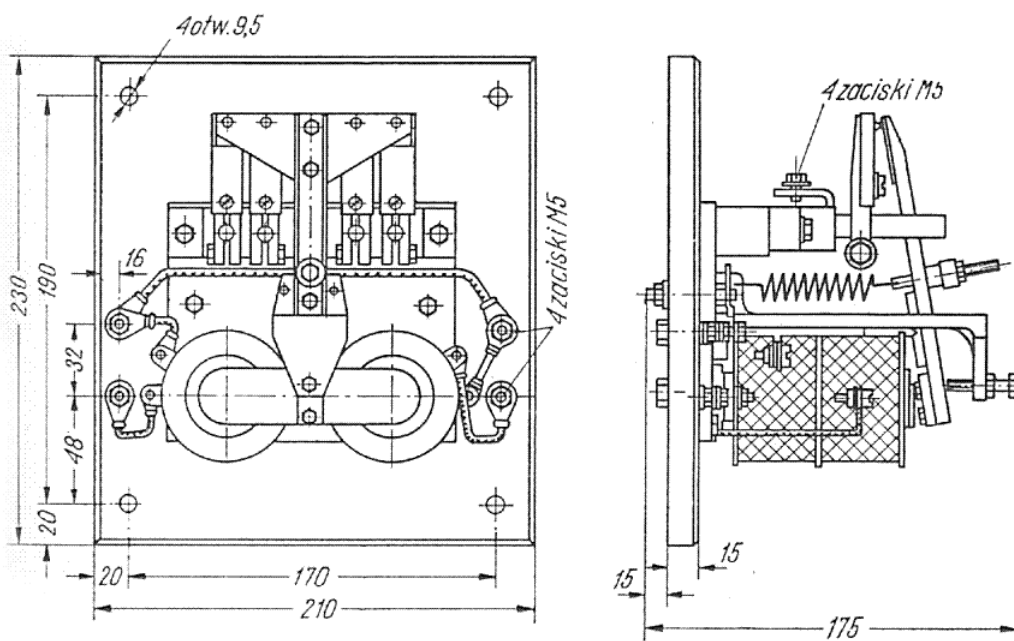
Dane techniczne

napięcie: znamionowe izolacji cewki	500 V
probiercze izolacji (50 Hz)	2500 V
prąd: rozruchu przełącznika	138—154 mA
powrotu	124—136 mA

napięcie rozruchu w układzie z opornikiem TOZ-14	2100 ± 105 V
napięcie powrotu w tym samym układzie	1900 ± 95 V
prąd znamionowy styków	0,5 A
opór cewek	2 × (256 ± 20) Ω
rozwarcie styków	3,2 mm
przechył styków	1,0 mm
pobór mocy cewek	2 × 12,7 W
masa	4,8 kg
Dane współpracującego zespołu oporników typu TOZ-14	
napięcie: znamionowe izolacji	3 000 V
probiercze izolacji (50 Hz)	8 750 V
opór: znamionowy	14 400 Ω
nastawiony	13 930 Ω
masa	5,3 kg

Budowa

Przełącznik jest umocowany na płycie izolacyjnej w przedziale wn po stronie A (rys. 6-18). Obwód magnetyczny tego przełącznika jest wzbudzany dwiema cewkami umieszczonymi na stalowych rdzeniach wcho-

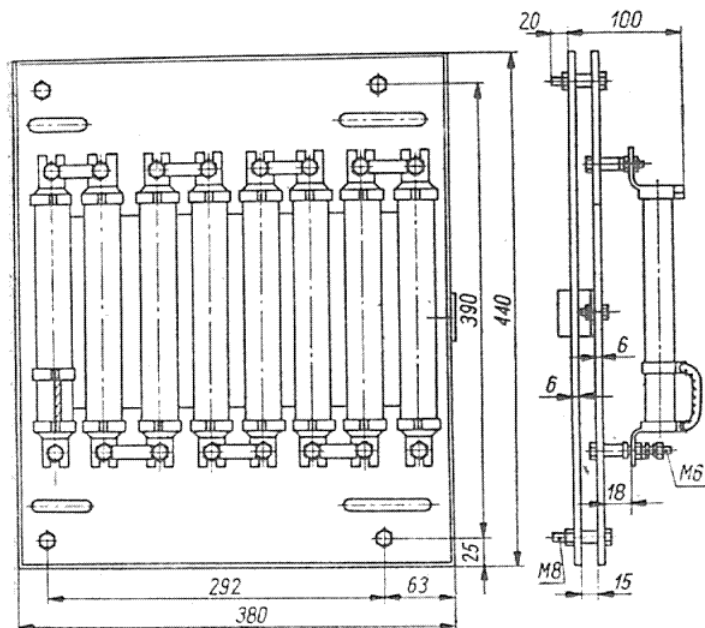


Rys. 6-18. Przełącznik zanikowo-napięciowy

dzących w skład obwodu. Cewki te są połączone szeregowo. Zwora przełącznika jest przymocowana do wspornika ułożyskowanego wahlwie w łożysku pryzmatycznym. Na drugim krańcu wspornika znajduje się płytka izolacyjna z dwoma mostkami stykowymi.

Sprężyna o regulowanym naciągu utrzymuje zworę w położeniu otwartym, gdy cewki nie są zasilane. W tym położeniu oba styki przełącznika są zwarte.

Opornik TOZ-14 połączony z przekaźnikiem składa się z 7 elementów oporowych typu DE 150 (150 W, 1800 Ω) i jednego regulowanego typu DER 150 (150 W, 1800 Ω), umocowanych na wspólnej płycie izolacyjnej bakelitowej. Zespół oporników jest umieszczony w przedziale wn po stronie A, obok przekaźnika zanikowo-napięciowego (rys. 6-19).



Rys. 6-19. Oporniki przekaźnika zanikowo-napięciowego

Działanie

Cewki przekaźnika są połączone szeregowo z zespołem oporników i obwód ten jest przyłączony do pełnego napięcia sieci trakcyjnej. Gdy napięcie to osiągnie wartość napięcia rozruchu, wówczas nastąpi przyciągnięcie zwory przekaźnika i otwarcie obu styków. Po zaniku napięcia lub jego zmaleniu poniżej wartości napięcia powrotu, sprężyna powoduje odciągnięcie zwory do położenia spoczynkowego i zwarcie styków.

6.15. Przekaznik sygnalizacji poślizgu zestawów kołowych

(typ PVP 20, oznaczenie na schemacie WSR 1, WSR 2)

Jest to przekaznik służący do włączania sygnalizacji świetlnej, która informuje maszynistę o wystąpieniu poślizgu zestawu kołowego i o wzroście prędkości napędzającego go silnika trakcyjnego wskutek utraty przyczepności zestawu.

Przekaznik współpracuje z zespołem oporników DPE 5.

Dane techniczne

napięcie znamionowe izolacji uzwojenia elektromagnesu

w stosunku do części uziemionych i styków

3000 V

napięcie: znamionowe izolacji styków

250 V

probiercze izolacji obwodu wn (50 Hz)	8750 V
probiercze izolacji obwodu nn (50 Hz)	2000 V
rozruchowe przekaźnika	70 V
rozruchowe przekaźnika w układzie z opornikami	277 V
powrotu przekaźnika bez oporników	40 V
powrotu w układzie z opornikami	158 V
opór cewki elektromagnesu	$2300 \pm 180 \Omega$
prąd znamionowy styków	0,5 A
masa	3,4 kg

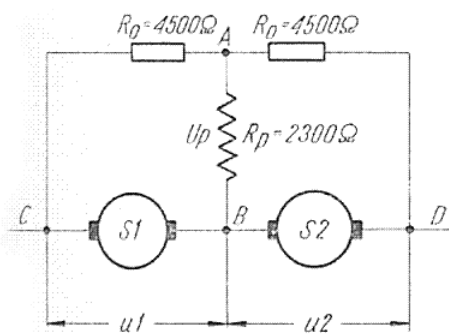
Budowa

Przekaźnik składa się z ruchomej kotwicy, na której izolacyjnym ramieniu jest osadzony zespół styków ruchomych, elektromagnesu z cewkami i obwodem magnetycznym oraz podstawy izolacyjnej. Kotwica jest utrzymywana w położeniu spoczynkowym nastawną sprężyną, służącą do regulacji nastawienia. Na podstawie izolacyjnej za pośrednictwem wsporników są umocowane styki stałe. Obwód magnetyczny elektromagnesu jest wykonany z materiału magnetycznie miękkiego.

Dwa przekaźniki, każdy współpracujący z jedną z dwóch grup silników trakcyjnych, są umocowane na konstrukcji wsporczej w przedziale wysokiego napięcia po stronie A.

Zasada działania

Podczas normalnej pracy silników między punktami A i B (rys. 6-20) nie istnieje różnica potencjałów, gdyż napięcie między punktami C i D jest zarówno w gałęzi dzielnika napięcia, jak i w gałęzi silników podzielone równo na połowę. Wynika to z jednakowych oporów oporni-



Rys. 6-20. Układ połączeń przekaźnika sygnalizacji poślizgu
 R_0 — oporniki dodatkowe, R_p — opór cewki przekaźnika, S_1 , S_2 — wirniki silników trakcyjnych

ków R_0 oraz identyczności charakterystyk i jednakowych obrotów silników trakcyjnych. Wobec tego przez cewkę przekaźnika R_p , między punktami A i B, nie płynie żaden prąd. W razie wystąpienia poślizgu, np. 1 zestawu kołowego, obroty odpowiadającego mu silnika są wyższe od obrotów drugiego silnika. Powoduje to wzrost siły elektromotorycznej tego silnika i wzrost napięcia na jego zaciskach. W efekcie napięcie między punktami C i B będzie teraz wyższe od napięcia między punkta-

mi B i D , co oznacza pojawienie się także różnicy potencjałów między punktami A i B , gdyż podział napięcia w gałęzi oporników (dzielnika napięcia) jest nadal prawie symetryczny.

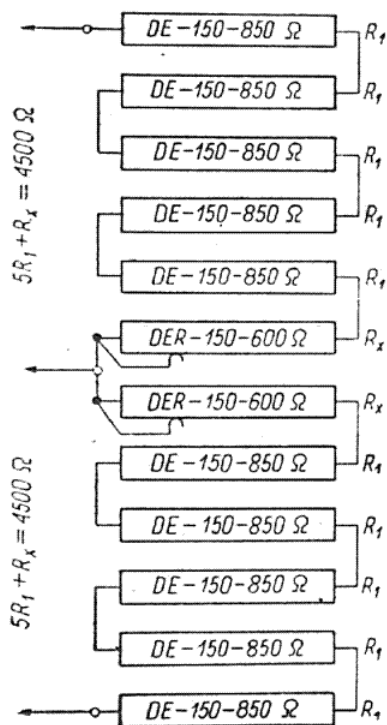
Przez cewkę przekaźnika płynie prąd, którego wartość jest proporcjonalna do różnicy potencjałów między punktami A i B . Jeśli występująca różnica potencjałów przekroczy wartość napięcia rozruchowego przekaźnika, to nastąpi przyciągnięcie kotwicy i zamknięcie styków.

Wartość napięcia U_p na zaciskach cewki przekaźnika wyznacza zależność:

$$U_p = \frac{U_1 - U_2}{2 + \frac{R_o}{R_p}}$$

gdzie: U_p — napięcie cewki przekaźnika [V]
 U_1 — napięcie na zaciskach wirnika pierwszego silnika [V],
 U_2 — napięcie na zaciskach wirnika drugiego silnika [V],
 R_o — opór jednej gałęzi zespołów oporników [Ω],
 R_p — opór cewki przekaźnika [Ω].

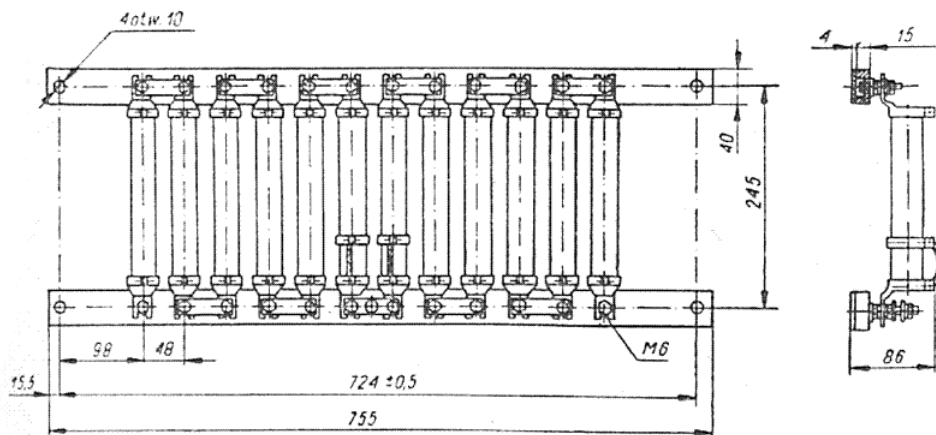
Znając wartość napięcia zadziałania przekaźnika, charakterystykę obrotów silnika trakcyjnego i posługując się podanym wzorem oraz wzorami określającymi podstawowe zależności w silniku trakcyjnym prądu stałego, można określić dla dowolnej wartości natężenia prądu w obwodzie wartość różnicy prędkości obrotowej silników 1 i 2, przy której nastąpi zadziałanie sygnalizacji. Na przykład — dla połączenia równoległego silników i przy przepływie prądu 400 A przed wystąpieniem poślizgu, lampki sygnalizacyjne zostaną załączone wówczas, gdy różnica prędkości obrotowej wynosi około 190 obr/min.



Rys. 6-21. Schemat połączeń oporników przekaźnika sygnalizacji poślizgu

du stałego, można określić dla dowolnej wartości natężenia prądu w obwodzie wartość różnicy prędkości obrotowej silników 1 i 2, przy której nastąpi zadziałanie sygnalizacji. Na przykład — dla połączenia równoległego silników i przy przepływie prądu 400 A przed wystąpieniem poślizgu, lampki sygnalizacyjne zostaną załączone wówczas, gdy różnica prędkości obrotowej wynosi około 190 obr/min.

Oporniki przekaźnika sygnalizacji poślizgu, typu DPE 5, mają oznaczenie schematowe RWSR 1÷4. Opór znamionowy zespołu oporników wynosi $2 \times 4850 \Omega$, opór nastawiony w układzie $2 \times 4500 \Omega$. Opornik składa się z 10 elementów oporowych DE 150 W, 850Ω i 2 elementów opo-



Rys. 6-22. Zespół oporników przekaźników sygnalizacji poślizgu

rowych regulowanych DER 150 W, 600Ω , umocowanych na listwach izolacyjnych. W układzie lokomotywy są zainstalowane 2 takie zespoły oporników (rys. 6-21, 6-22).

6.16. Styczniki elektromagnetyczne w obwodach pomocniczych

(typ SMA-25 i typ SMB-25, oznaczenia na schemacie: *MGC1* i *MGC2* oraz *MGSC1* i *MGSC2*; typ SO-6)

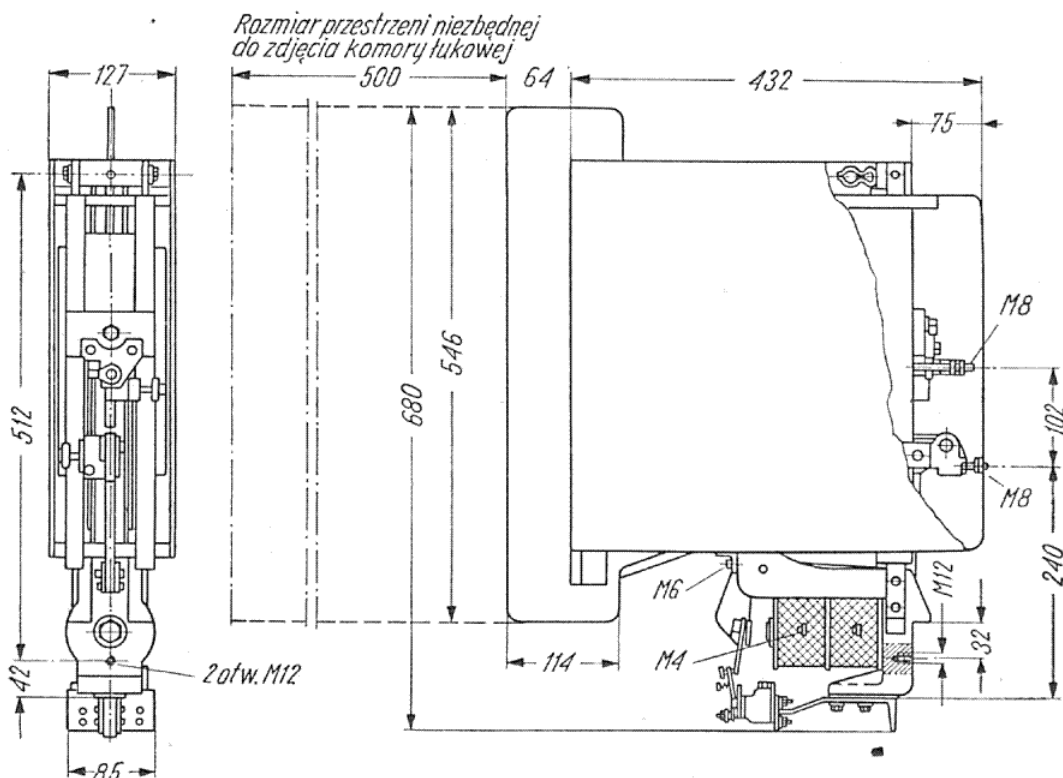
Styczniki SMA i SMB są stosowane jako styczniki załączające i rozruchowe w obwodach silników w przetwornicy. Stycznik SMA-25 spełnia rolę stycznika załączającego, SMB-25 rolę stycznika rozruchowego. Styczniki SO-6 są stosowane w obwodach ogrzewania kabin maszynisty tylko w lokomotywach EU07, gdzie ogrzewanie to jest zasilane wysokim napięciem (w lokomotywach od numeru 10).

Dane techniczne	SMA-25	SMB-25	SO-6
napięcie: znamionowe izolacji i robocze	3000 V	1500 V	3000 V
znamionowe izolacji obwodów nn	250 V	250 V	250 V
probiercze obwodów w n	8750 V	5370 V	8750 V
znamionowe cewki napędu	110 V	110 V	110 V
prąd: znamionowy ciągły styków głównych	25 A	25 A	2 A
krytyczny przy $L = 45 \text{ mH}$	4 A	5 A	—
znamionowy styków pomocniczych	5 A	—	—

znamionowa moc manewrowa	—	—	6 kW
rozwarcie styków głównych	6 mm	6 mm	—
docisk styków głównych	$1,5 \pm_{0,26}^{0,5}$ kG	$1,5 \pm_{0,25}^{0,5}$ kG	—
przechył styków głównych	0,8 mm	0,8 mm	—
masa	41 kg	19 kg	3 kg

Budowa

Styczniki SMA i SMB składają się z: napędu elektromagnesowego styków głównych zawierających wyposażenie do elektromagnetycznego wydmuchu łuku, komory gaszącej, łącznika pomocniczego (tylko SMA-25), uruchamianego dźwignią napędu elektromagnesowego, konstrukcji wsporczej, wykonanej z izolowanych prętów stalowych (rys. 6-23).



Rys. 6-23. Stycznik elektromagnetyczny typu SMA 25

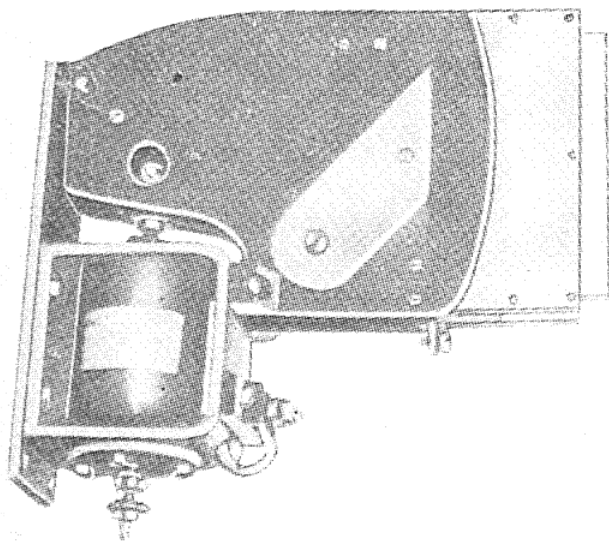
Zasadniczymi elementami napędu są: rdzeń elektromagnesu z cewką wzbudzącą oraz zwora, która jest połączona listwą izolacyjną ze stykiem ruchomym stycznika.

Styczniki SO-6 składają się z pary styków prądowych, układu gaszeniowego i napędu elektromagnesowego. Nie są one wyposażone w łączniki pomocnicze.

Styk ruchomy jest przymocowany do dźwigni obrotowej i połączony z zaciskiem przyłączeniowym, umocowanym na wsporniku izolacyjnym. Dźwignia jest sprzęgnięta z napędem wypraską izolacyjną. Styk stały jest umocowany na wsporniku izolacyjnym, który wraz z układem wydmuchowym stanowi całość ze ściankami bocznymi stycznika.

Układ wydmuchowy składa się z magnesów, nabiegunników i komory gaszącej (rys. 6-24).

Napęd elektromagnesowy i zespół styków są umocowane do płytki stalowej będącej podstawą stycznika. Ponieważ w układzie wydmuchowym zastosowano magnesy, prąd może płynąć przez stycznik tylko w je-



Rys. 6-24. Stycznik elektromagnetyczny typu SO-6

dnym kierunku. Z tego względu stycznik ma oznaczoną biegunowość zacisków przyłączeniowych. Styczniki są zainstalowane w przedziale wn na konstrukcji wsporczej w położeniu pionowym (przedział A).

Działanie

Wzbudzenie cewki elektromagnesu napięciem stałym 110 V powoduje przyciągnięcie zwory, nadającej ruch dźwigni styku ruchomego. Końcowemu położeniu zamknięcia zwory odpowiada pełne zamknięcie styków, łącznie z nadaniem stykom odpowiedniego przechyłu. Przerwanie zasilania cewki powoduje powrót styku ruchomego do stanu jego otwarcia. Łuk zapalający się między stykami jest wdmuchiwany do komory łukowej dzięki działaniu strumienia magnetycznego, powstałego w cewkach gasikowych lub od magnesów.

Styczniki SMA-25 i SMB-25 mają podobną konstrukcję, z tym że komora wydmuchowa pierwszego jest większa, drugi nie ma łącznika pomocniczego. Stycznik SO-6 ma budowę przystosowaną do zasilania obwodów ogrzewczych wn.

6.17. Oporniki rozruchowe (typ DT)

Oporniki typu DT spełniają następujące funkcje w obwodach elektrycznych lokomotywy.

Zespół oporników DTS-1 służy do ograniczenia prądu silników

trakcyjnych podczas rozruchu lokomotywy (oznaczenie zacisków na schemacie — $R1 \div R26$ oraz $J2$).

Zespół oporników DTS-2 służy do ograniczenia prądu silników trakcyjnych podczas rozruchu (oznaczenia zacisków na schemacie — $R3 \div R30$, $P12$, $R5 \div R25$). W skład tego zespołu wchodzi także oporniki oznaczone na schemacie, jako PR1-2 (oznaczenie zacisków: $P18 \div P20$ i $P17 \div P19$). Są to oporniki ograniczające prąd obwodu silnika przetwornicy.

Opornik DTO-6 służy do bocznikowania wzbudzenia silników trakcyjnych (oznaczenia schematowe $RF1 \div RF12$).

Opornik DTN-2 służy do kompensacji odciążenia zestawów kołowych podczas rozruchu, przez wprowadzenie osłabienia pola dla tych silników trakcyjnych, które napędzają odciążone zestawy kołowe, zmniejszając prawdopodobieństwo ich poślizgu. Pozostałe silniki przejmują wówczas większe obciążenie. Oznaczenie schematowe — $WTR1$, $WTR2$.

Opornik DTP-6 służy do ograniczenia prądu silnika przetwornicy podczas rozruchu oraz do ograniczenia prądu generacyjnego silnika dla pracy prądnicowej (patrz p. 6.13). Oznaczenie schematowe: $SR1$, $SR2$.

Opornik DTK-1 służy do ograniczenia prądu w obwodzie silnika sprężarki podczas pracy normalnej, a także w czasie zwarć. Oznaczenie schematowe: $CPR1$, $CPR2$.

Dane techniczne oporników DT

napięcie znamionowe izolacji:

DTS-1, DTS-2, DTO-6, DTP-6, DTN-2	3000 V
DTK-1	250 V

Napięcie probiercze izolacji (50 Hz)

DTS-1, DTS-2, DTO-6, DTN-2, DTP-6:

dla I stopnia izolacji 7 000 V

dla II stopnia izolacji 10 500 V

DTK-1 2 000 V

rodzaj pracy przerywana

rodzaj chłodzenia: dla DTS-1, DTS-2 wymuszone

dla pozostałych naturalne

W tablicy 6-4 podano prądy robocze opornikowe DT, a w tablicy 6-5 wartości ich oporów elektrycznych.

Budowa

Wszystkie oporniki DT składają się z elementów oporowych DT 6. Pojedynczy element stanowi taśma fechralowa płaska nawijana „na kant” na wspornikach izolacyjnych, umocowanych na stalowym wsporniku. Pier-

Zestawienie prądów roboczych oporników DT

DTS-1 dla pracy ciągłej i czynnej wentylacji

Oznaczenie	Prąd [A]	Oznaczenie	Prąd [A]
<i>R1-R2</i>	115	<i>R6-R8</i>	291
<i>R2-R4</i>	170	<i>R8-R10</i>	349
<i>R4-R6</i>	232	<i>R10-R12</i>	433

R12-R14, R14-R16, R16-R18, R18-R20, R20-R22, R22-R24, R24-R26, R26-Ź2 — 470A

DTS-2 dla pracy ciągłej i czynnej wentylacji

Oznaczenie	Prąd [A]	Oznaczenie	Prąd [A]
<i>R3-R7</i>	232	<i>R9-R11</i>	349
<i>P12-R5</i>	291	<i>R11-R13</i>	462
<i>R7-R9</i>	349		

R13-R15, R15-R17, R17-R19, R19-R21, R21-R23, R23-R27, R27-R29, R29-ŹR2, R28-R30, R5-R25, BL-R30 — 470 A

DTO-6 dla pracy ciągłej

Oznaczenie	Prąd [A]
<i>F1-M1 i F2-M2</i>	80
<i>F1-M1 i F3-M1</i> (równolegle)	140
<i>F2-M2 i F4-M2</i> (równolegle)	140
<i>F1-M1, F3-M1, F5-M1</i> (równolegle)	200
<i>F2-M2, F4-M2, F6-M2</i> (równolegle)	200
<i>F1-M1, F3-M1, F5-M1, F7-M1</i> (równolegle)	240
<i>F2-M2, F4-M2, F6-M2, F8-M2</i> (równolegle)	240
<i>F1-M1, F3-M1, F5-M1, F7-M1, F9-M1</i>	270
<i>F2-M2, F4-M2, F6-M2, F8-M2, F10-M2</i>	270
<i>F1-M1, F3-M1, F5-M1, F7-M1, F9-M1, F11-M1</i>	300
<i>F2-M2, F4-M2, F6-M2, F8-M2, F10-M2, F12-M2</i>	300
DTN-2 dla pracy: ciągłej	305
5-minutowej	400
DTP-6 dla pracy: ciągłej	13
dorywczej 5-sekundowej	210
DTK-1 przy względnym czasie pracy sprężarki $t = 50\%$ i 6 załączeniach na godzinę	142

wszy stopień izolacji opornika stanowią izolatory wsporcze cylindryczne pojedynczego elementu. W opornikach typu DTS-1 i DTS-2 elementy oporowe są montowane na ramach stalowych, zawierających po 12 elementów. Ramy są wsuwane do konstrukcji wsporczej, na której są przymocowane za pośrednictwem izolatorów wsporczych, stanowiących drugi stopień izolacji. Kompletny opornik DTS-1 i DTS-2 zawiera po

Zestawienie oporów elektrycznych oporników DT

Oznaczenie stopnia rozruchowego	Opór na gorąco [Ω]	Opór na zimno [Ω]	Oznaczenie fabryczne elementów	Liczba elementów w stopniu
DTS-1				
<i>R1-R2</i>	8,45	8,07	C504	16
<i>R2-R4</i>	4,61	4,52	J251	18
<i>R4-R6</i>	1,305	1,265	B158	8
<i>R6-R8</i>	0,855	0,832	J416	8
<i>R8-R10</i>	0,610	0,598	K299	8
<i>R10-R12</i>	0,450	0,434	G217	8
<i>R12-R14</i>	0,430	0,418	F209	8
<i>R14-R16</i>	0,390	0,384	E192	8
<i>R16-R18</i>	0,355	0,344	C172	8
<i>R18-R20</i>	0,325	0,313	F209	6
<i>R20-R22</i>	0,300	0,291	E194	6
<i>R22-R24</i>	0,275	0,261	C174	6
<i>R24-R26</i>	0,250	0,245	I367	6
<i>R26-ŷ2</i>	0,225	0,220	H330	6
DTS-2				
<i>R3-R7</i>	1,305	1,265	B158	8
<i>R7-R9</i>	0,610	0,598	K299	8
<i>R9-R11</i>	0,450	0,434	G217	8
<i>R11-R13</i>	0,430	0,418	F209	8
<i>R13-R15</i>	0,390	0,384	E192	8
<i>R15-R17</i>	0,355	0,344	C172	8
<i>R17-R19</i>	0,325	0,313	F209	6
<i>R19-R21</i>	0,300	0,291	E194	6
<i>R21-R23</i>	0,275	0,261	C174	6
<i>R23-R27</i>	0,250	0,245	J367	6
<i>R27-R29</i>	0,210	0,203	G305	6
<i>R29-ŷR2</i>	0,193	0,187	J280	6
<i>BL-R30</i>	0,269	0,259	I259	4
<i>R30-R28</i>	0,455	0,446	H223	8
<i>P12-R5</i>	0,855	0,828	C138	6
<i>R5-R25</i>	0,225	0,220	H330	6
<i>P18-P20</i>	18,5	18,3	S1740	6
<i>P17-P19</i>	18,5	18,3	S1740	6

DTO-6

Oznaczenie zacisków opornika	Oznaczenie opornika	Opór (odchyłka 3%) [Ω]	Oznaczenie fabryczne elementu
<i>F1-M1</i> <i>F2-M2</i>	<i>RF1</i> <i>RF2</i>	0,2415	DTO-6
<i>F3-M1</i> <i>F4-M2</i>	<i>RF3</i> <i>RF4</i>	0,181	DTO-6
<i>F5-M1</i> <i>F6-M2</i>	<i>RF5</i> <i>RF6</i>	0,105	DTO-6
<i>F7-M1</i> <i>F8-M2</i>	<i>RF7</i> <i>RF8</i>	0,0884	DTO-6
<i>F9-M1</i> <i>F10-M2</i>	<i>RF9</i> <i>RF10</i>	0,059	DTO-6
<i>F11-M1</i> <i>F12-M2</i>	<i>RF11</i> <i>RF12</i>	0,030	DTO-6

DTN-2

<i>F13-1Y</i> <i>F14-3Y</i>	<i>WTR1</i> <i>WTR2</i>	0,0198	DT-6N158
--------------------------------	----------------------------	--------	----------

DTP-6

<i>XX1-MSR1</i> <i>XX2-MSR2</i>	<i>SR1</i> <i>SR2</i>	25	DT-6P4160
------------------------------------	--------------------------	----	-----------

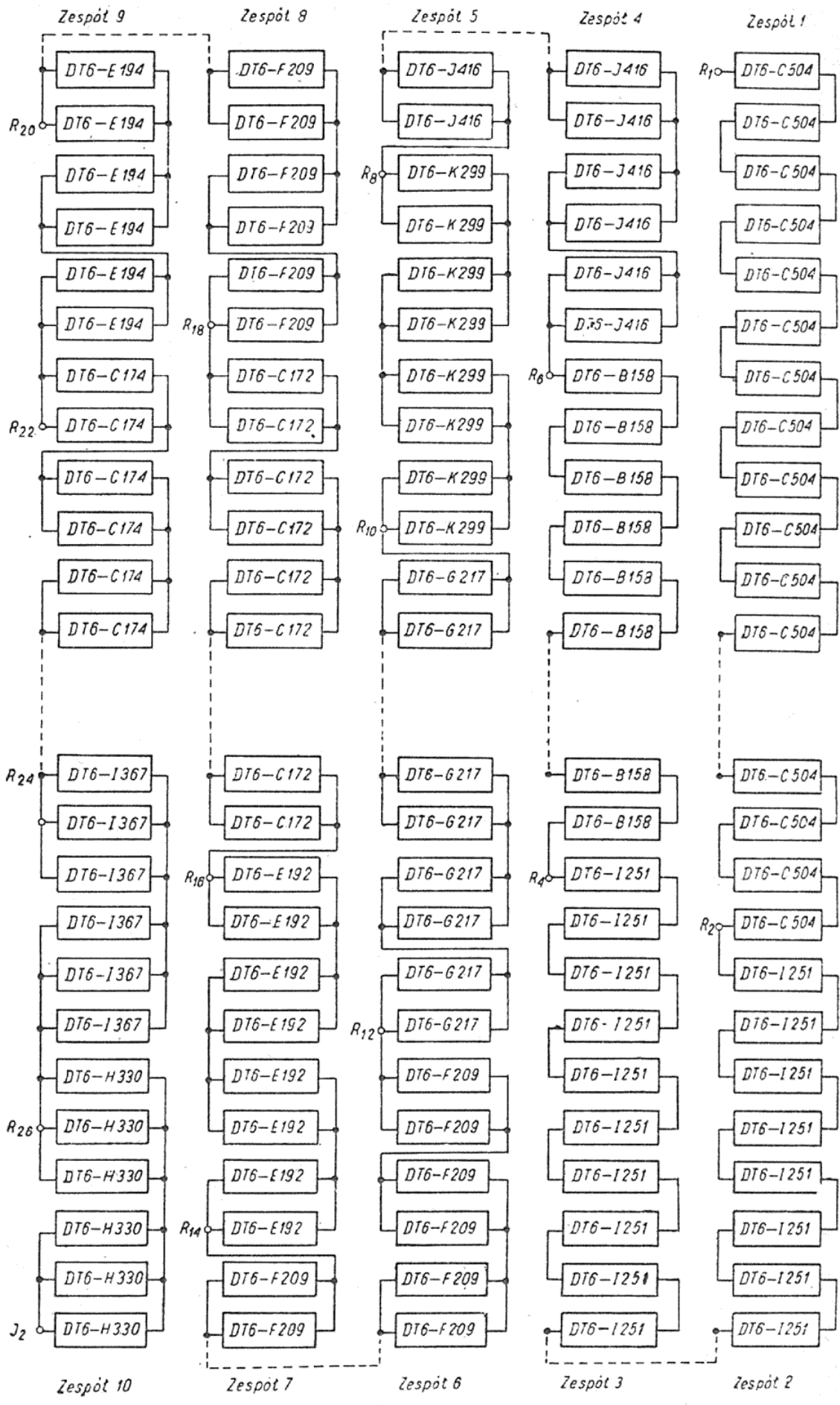
DTK-1

<i>C3-C5</i> <i>C4-C6</i>	<i>CPR1</i> <i>CPR2</i>	0,05	DT6-KO50
------------------------------	----------------------------	------	----------

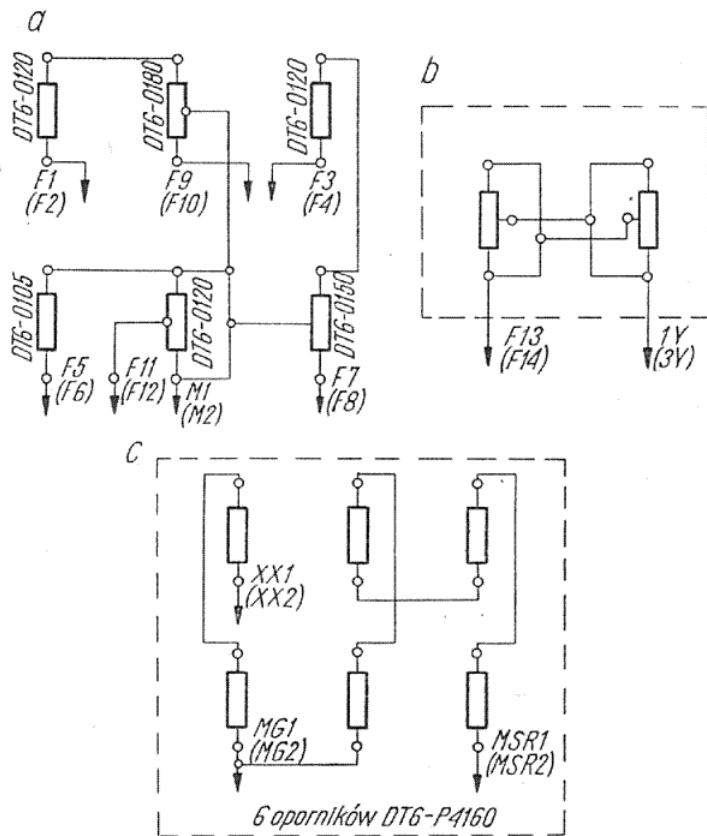
Uwaga: wszystkie wartości oporów odnoszą się do temperatury 20°C.

120 elementów z wyprowadzonymi odczepami, zgodnie ze schematem. Oporniki DTO-6 i DTP-6 zawierają po 6 elementów z zaczepami, DTN-2 zawiera 2 elementy, DTK-1 stanowi 1 element. Wszystkie oporniki, z wyjątkiem DTK-1, mieszczą się w przedziale oporników, w środkowej części lokomotywy.

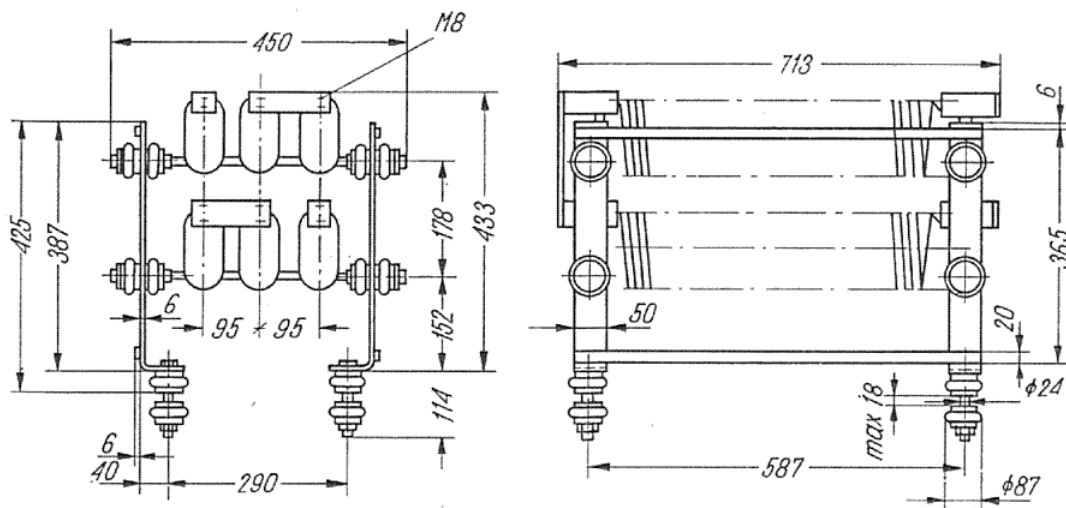
Opornik DTK-1 znajduje się na szafie z aparaturą niskiego napięcia w przedziale maszynowym.



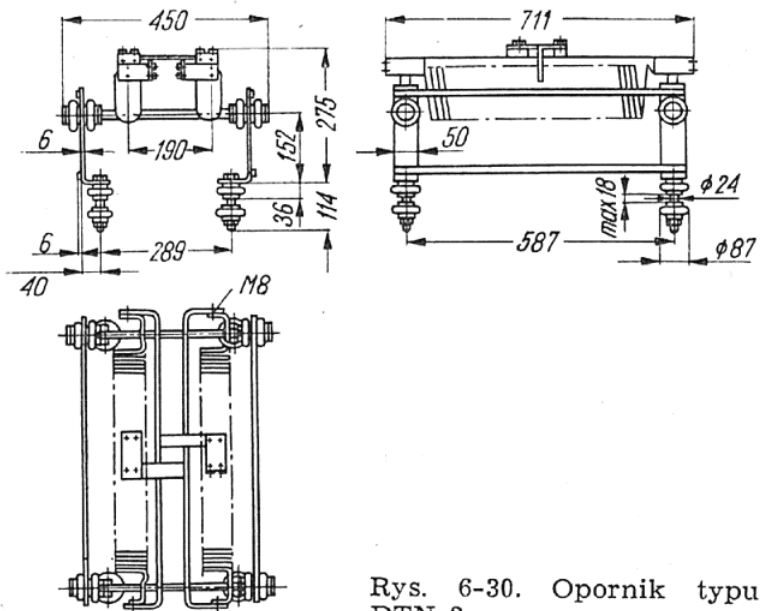
Rys. 6-25. Schemat połączeń opornika DTS-1



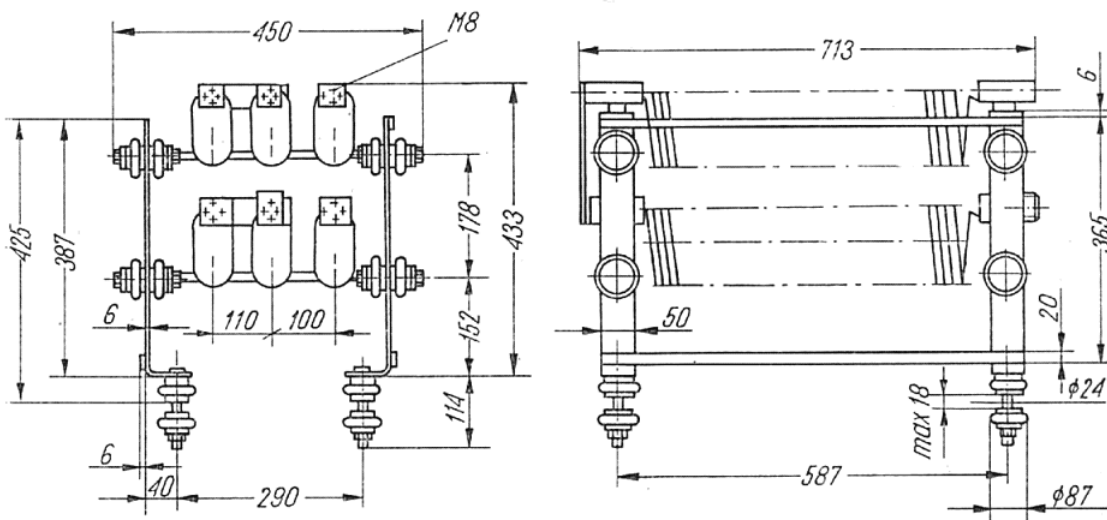
Rys. 6-27. Schemat połączeń oporników
 a — DTO-6, b — DTN-2, c — DTP-6



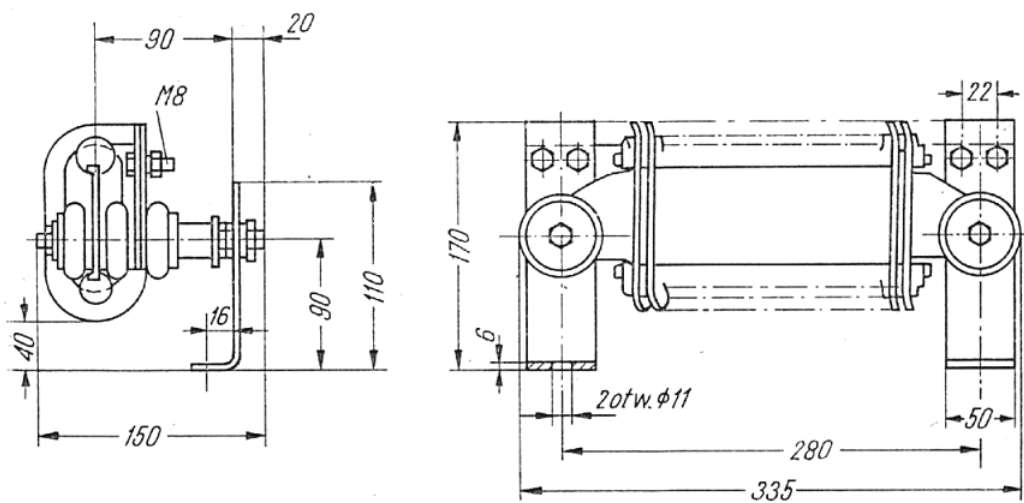
Rys. 6-28. Opornik typu DTO-6



Rys. 6-30. Opornik typu DTN-2



Rys. 6-31. Opornik typu DTP-6

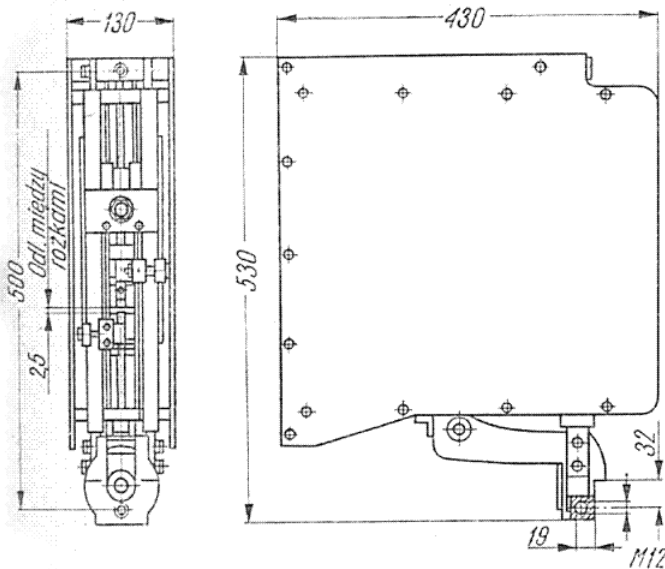


Rys. 6-32. Opornik typu DTK-1

6.18. Iskiernik

(typ ISM-3, oznaczenie na schemacie ASG)

Iskiernik współpracujący z opornikiem odgromnikowym o charakterystyce nieliniowej, typu „Metrosil” (oznaczenie na schemacie *M*) stanowi ochronę odgromową obwodów wn lokomotywy. Iskiernik (rys. 6-33)



Rys. 6-33. Iskiernik pomocniczy typu ISM-3

jest umieszczony na konstrukcji z aparaturą w przedziale wn po stronie B, opornik zaś „Metrosil” — przy ścianie bocznej lokomotywy w tym samym przedziale.

Dane techniczne

napięcie znamionowe izolacji	3000 V
napięcie probiercze izolacji (50 Hz)	8750 V
przerwa między rożkami iskiernika	$2,5 \pm 0,1$ mm
napięcie statyczne zapłonu (50 Hz)	$6,7 \pm 0,2$ kV
czas gaszenia łuku na iskierniku połączonym szeregowo z opornikiem „Metrosil” dla napięcia powrotnego 3600 V	< 35 ms
masa iskiernika	32 kg

Budowa

Zasadniczymi częściami iskiernika są: zespół rożków wydmuchowych, układ wydmuchowy, który stanowi magnes i komora łukowa, konstrukcja wsporcza.

Opornik składa się z 6 krążków oporników zmienno oporowych, typu TL1-6, połączonych parami równoległe.

Wzrost napięcia na iskierniku powoduje jonizację przerwy iskrowej i przy odpowiedniej wartości natężenia pola elektrycznego następuje przebicie. Prąd wyładowania płynie przez łuk elektryczny między różkami i opornik zmienno oporowy, dzięki czemu energia przepięcia zostaje odprowadzona do ziemi. Łuk palący się nadal wskutek przepływu prądu następczego zostaje wypchnięty do komory łukowej pod wpływem oddziaływania magnesu. Rola stosu zmienno oporowego polega na ograniczeniu wartości prądu następczego, bowiem malenie prądu wskutek obniżania się napięcia powoduje wzrost oporu opornika, następstwem czego jest dalsze zmniejszanie się wartości prądu. To stwarza dogodniejsze warunki do zgaszenia łuku. Łuk ten w komorze ulega ochłodzeniu, wydłużeniu, a następnie zgaszeniu.

Należy zaznaczyć, że lokomotywy EU06 i lokomotywy EU07 z małymi numerami fabrycznymi były początkowo wyposażone dodatkowo w dwuprzerwowe iskierniki typu JRG-3, umieszczone na dachu.

Iskierniki te mają następujące dane znamionowe:

napięcie znamionowe izolacji	3000 V
napięcie probiercze izolacji (50 Hz)	8750 V
przerwa między różkiem od strony:	
uziomu a różkiem środkowym	6,4 mm
sieci a różkiem środkowym	1,6 mm
statyczne napięcie przeskoku na różkach przy 50 Hz	$16 \pm 0,5$ kV
masa	68,5 kg

Elementami składowymi iskiernika różkowego są: izolatory wsporcze, różki iskiernika, podstawa. Przepięcie powstałe na iskierniku w czasie wyładowania atmosferycznego powoduje jonizację przerw iskrowych między różkami, a powstający w efekcie łuk elektryczny umożliwia odprowadzenie ładunku statycznego do ziemi. Iskierniki te obecnie znajdują się tylko na lokomotywach EU06. Nowe budowane lokomotywy EU07 nie są w nie wyposażone.

6.19. Odgromnik kondensatorowy (typ KOT, oznaczenie na schemacie K)

Wraz z aparatami, opisanymi w p. 6.18, odgromnik kondensatorowy tworzy układ ochrony odgromowej lokomotywy. Zadaniem kondensatora jest łagodzenie stromości czoła fali przepięciowej, płynącej od sieci trakcyjnej przez pantograf do instalacji lokomotywy, co poprawia warunki pracy układów izolacyjnych aparatów i maszyn, zmniejszając prawdopodobieństwo ich uszkodzenia.

Dane techniczne

	Odgromnik krajowy	Odgromnik angielski
producent	Telpod Kraków	BICC Ltd
napięcie znamionowe	3000 V	4100 V
pojemność znamionowa	4 μ F	4 μ F
napięcie probiercze	—	maks 25 kV

Budowa

Obydwa typy odgromników różnią się konstrukcją, choć budowa ich jest podobna. Stanowią one kondensator wysokiego napięcia, w którym izolację stanowi papier i olej transformatorowy. Całość jest zamknięta w hermetycznej skrzyni stalowej. Zaciski okładzin są wyprowadzone przez izolatory przepustowe porcelanowe. Odgromnik jest umieszczony na dachu lokomotywy.

6.20. Bocznik indukcyjny

(typ FIA 300, oznaczenie na schemacie *BJ1*, *BJ2*)

Bocznik indukcyjny stanowi podstawowy element w obwodzie osłabienia wzbudzenia silników trakcyjnych.

Dane techniczne

napięcie znamionowe izolacji	3000 V
prąd znamionowy	277 A
opór: czynny dla prądu stałego	0,008 $\Omega \pm 3\%$
pozorny przy 50 Hz	3,85 $\Omega \pm 5\%$
klasa izolacji	B

Budowa

Bocznik indukcyjny składa się z uzwojenia umieszczonego na karkasie izolacyjnym i rdzenia wykonanego z blach magnetycznych nakrzemionych. Rdzeń jest zaopatrzony w szczelinę powietrzną, przeciwdziałającą nasyceniu.

Działanie

Decydujący wpływ na wielkość osłabienia pola ma opór czynny bocznika i połączonych z nim szeregowo oporników osłabienia pola (p. 6.17). Stosunek sumarycznego oporu tych elementów do oporu czynnego uzwojeń wzbudzenia dwóch silników trakcyjnych, z którymi jest połączony bocznik, określa stopień osłabienia pola dla stanu ustalonego, tj. niezmiennej wartości prądu obwodu silnika. Jednak z uwagi na stosunkowo dużą stałą czasową uzwojeń wzbudzających,

$$T = \frac{L}{R} \text{ [s]}$$

gdzie: L — indukcyjność [H]
 R — opór [Ω]

ze względu na umieszczenie tych uzwojeń w obwodzie magnetycznym silnika, w razie zastosowania w obwodzie bocznikowania jedynie oporu czynnego, przy szybkich zmianach prądu, co ma miejsce podczas załączania poszczególnych stopni osłabienia pola, rozptyw prądów w gałęziach silnik — bocznik nie byłby zgodny z podaną zasadą. Ze względu na indukcyjność uzwojenia prąd w nim narastałby znacznie wolniej, niż w gałęzi bocznika, w efekcie czego rzeczywisty chwilowy stopień osłabienia pola byłby znacznie większy od spodziewanego, co spowodowałoby pogorszenie jakości komutacji silnika i mogło spowodować ogień okrężny na komutatorze. Zastosowanie w gałęzi bocznikowej elementu o odpowiednio dobranej indukcyjności sprawia, że stała czasowa obwodu bocznika jest w przybliżeniu równa stałej czasowej obwodu uzwojeń wzbudzających. W wyniku tego rozptyw prądów między bocznik i wzbudzenie silników zarówno w stanie ustalonym, jak i nieustalonym jest prawidłowy.

Bocznik indukcyjny jest włączony do obwodu silników przy stosowaniu osłabienia pola, jak również przy pracy układu kompensacji odciążenia osi. Jeden bocznik jest połączony z jedną parą silników trakcyjnych.

Bocznik zawieszono pod ostoją pudła lokomotywy między wózkami i zamknięto w szczelnych skrzyniach wykonanych z maty szklanej, nasyconej żywicą poliestrową.

6.21. Bezpiecznik wn

(oznaczenie na schemacie *HT*)

Bezpiecznik ten stanowi zabezpieczenie wysokonapięciowego obwodu przekaźnika zanikowo-napięciowego i woltomierza napięcia sieci trakcyjnej.

W lokomotywach serii EU07, w których zastosowano ogrzewacze kabin maszynisty zasilane z obwodu wn, ochronę przed zwarciami w tym obwodzie stanowią również bezpieczniki topikowe wn.

D a n e t e c h n i c z n e

	krajowy	angielski
typ	TBT S1 3/1	1R18S/1A
producent	Zakład im. Dymitro- wa Lębork	EECo Ltd

napięcie znamionowe	3000 V	3000 V
prąd znamionowy:		
bezpiecznika woltomierzy	1 A	1 A
bezpiecznika ogrzewania kabin	6 A	—

Budowa

W obu wykonaniach lokomotyw zastosowano bezpieczniki typu rurowego, umieszczone na izolacyjnej tablicy w szczękach dociskowych, stanowiących połączenie galwaniczne z obwodami wn. Tego samego typu bezpieczniki (krajowe) są stosowane w innych seriach pojazdów trakcyjnych.

Bezpieczniki są umieszczone w przedziale wn po stronie A. Wkładki bezpiecznikowe nie nadają się do regeneracji w warunkach elektrowozowni, czy ZNTK, a więc w razie przepalenia powinny być zastępowane nowymi. Regeneracja bezpieczników krajowej produkcji może być wykonywana przez producenta.

6.22. Mierniki elektryczne wn

(typ krajowy M15-70×140, typ angielski AEJ, oznaczenie na schemacie V, A)

Lokomotywa jest wyposażona w woltomierze i amperomierze, włączone w obwody wysokiego napięcia. W każdej kabinie maszynisty znajduje się jeden woltomierz do pomiaru napięcia sieci trakcyjnej i po dwa amperomierze, z których każdy mierzy wartość prądu w jednej z dwu gałęzi silników trakcyjnych.

Lokomotywy serii EU06 są zaopatrzone w mierniki angielskie, lokomotywy EU07 — w mierniki krajowe. Mierniki pracują w położeniu pochylonym, co umożliwia maszyniście wygodny odczyt mierzonych wartości. Woltomierze są połączone z opornikami dodatkowymi (VR), a amperomierze z bocznikami (BA1 i BA2).

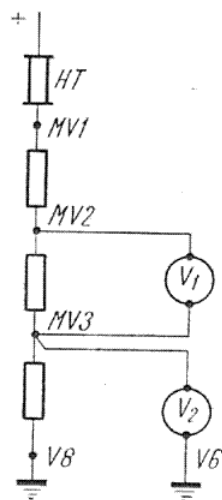
Dane techniczne

	miernik krajowy	miernik angielski
klasa dokładności	1,5	1,5
długość łuku podziałki	80 mm	80 mm
napięcie probiercze	5 kV	5 kV
zakres pomiarowy amperomierza z dodatkowym bocznikiem	800 A	760 A
opór cewki amperomierza typu AEI	—	0,187 Ω
nominalny spadek napięcia na boczniku	60 mV	75 mV
opór przewodów łączących amperomierz z bocznikiem	0,4 Ω	0,4 Ω
zakres pomiarowy woltomierza z opornikiem dodatkowym	4 kV	4 kV

opór całkowity opornika dodatkowego typu D2	4 180 000 ±	—
	± 5 ⁰ / ₀ Ω	
opór każdego z obwodów między zaciskami MV2-MV3 i MV3-V8	110 000 ±	
	± 5 ⁰ / ₀ Ω	
prąd nominalny opornika dodatkowego woltomierza typu AEI przy pełnym wychyleniu wskazówki	—	0,108 A
opór wewnętrzny woltomierza typu AEI	—	310 Ω
pozycja robocza przyrządów	pod kątem 30° do pionu	
masa miernika	0,77 kg	—
masa bocznika	1,0 kg	—
masa opornika dodatkowego	ok.	ok.
	0,3 kg	0,25 kg

Budowa i działanie

Zastosowane mierniki mają magnetoelektryczny ustrój pomiarowy. Prąd stały, płynący w cewce zawieszony obrotowo w polu magnetycznym



Rys. 6-34. Schemat połączeń woltomierzy z opornikiem dodatkowym

magnesu, powoduje wychylenie organu ruchomego, połączonego ze wskazówką, proporcjonalne do wartości płynącego prądu.

Miernik jest odporny na drgania i wstrząsy o częstotliwości do 25 Hz i przyspieszeniu 1,5 cm/sek². Skalę miernika wykonano w postaci czarnych oznaczeń na białym tle, a jego obudowę — z czarnego termoutwardzalnego tworzywa izolacyjnego.

Mierniki są przystosowane do podświetlania żarówkami umieszczonymi pod pulpitem. W obudowie mieści się wkręt służący do regulacji położenia zerowego wskazówki miernika.

Oporniki dodatkowe są przystosowane do współpracy z dwoma woltomierzami, zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 6-34. Boczniki współpracują z dwoma amperomierzami, których obwody są połączone równolegle na zaciskach pomiarowych bocznika.

6.23. Sprzęg przewodu ogrzewania elektrycznego pociągu (typ AS, oznaczenie na schemacie *THR*)

Sprzęg służy do łączenia obwodów elektrycznego ogrzewania między lokomotywą i pociągiem. Komplet urządzeń sprzęgu składa się z gniazda typu ASG, wtyczki typu ASW, skrzynki rozgałęźnej ASR i ślepego gniazda.

Dane techniczne

napięcie: znamionowe izolacji	3000 V
probiercze izolacji (50 Hz)	7000 V
prąd znamionowy	525 A
masa: gniazda ASG	20 kg
wtyczki ASW	3 kg

Budowa

Gniazdo jest zaopatrzone w zamek uniemożliwiający jego otwarcie i dostęp do elementów wewnętrznych, znajdujących się pod wysokim napięciem, jak również rozłączenie sprzęgu przez osoby nie upoważnione do tej czynności. Do otwarcia gniazda służy specjalny klucz. Tym samym kluczem zamyka się wtyczkę w ślepym gnieździe, gdy sprzęg jest rozłączony.

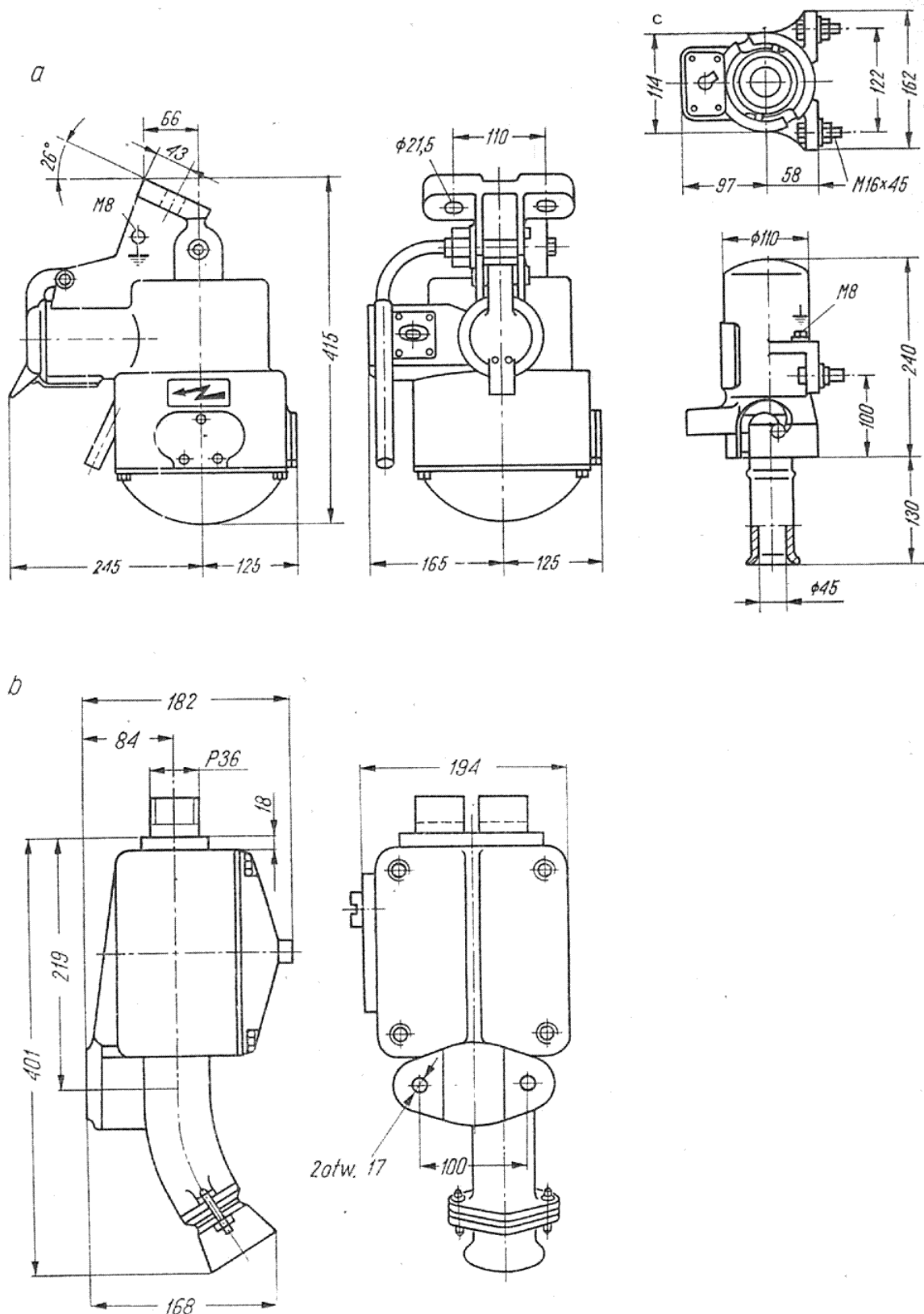
Gniazdo jest wykonane z żeliwa, obudowa wtyczki jest aluminiowa, a skrzynkę rozgałęźną również wykonano z żeliwa; służy ona do łączenia przewodów sprzęgu z instalacją lokomotywy. Lokomotywa jest wyposażona w dwa komplety sprzęgu, każdy umocowany na czołownicy. Po lewej stronie czołownicy jest umocowana skrzynka rozgałęźna, z której wyprowadzono przewód giętki typu GLgg Guz-k 3 kV długości 1,2 m, zakończony wtyczką. Przekrój przewodu roboczego wynosi 95 mm², a przewodu ochronnego — 50 mm². Po tej samej stronie ściany czołowej umocowano ślepe gniazdo, w którym normalnie spoczywa wtyczka, gdy sprzęg jest rozłączony. Po prawej stronie jest umocowane gniazdo ASG, połączone przewodem w pancernej rurce stalowej ze skrzynką rozgałęźną. Gniazdo służy do połączenia instalacji ogrzewczej za pomocą wtyczki z wagonu połączonego z lokomotywą (rys. 6-35).

6.24. Skrzynka zaciskowa przewodów silnika (typ KSA-185)

Skrzynka służy do połączenia galwanicznego przewodów silnika trakcyjnego z instalacją obwodu głównego lokomotyw w pudle.

Dane techniczne

napięcie: znamionowe izolacji	3000 V
probiercze izolacji (50 Hz)	8750 V
prąd znamionowy zacisków	400 A
liczba torów prądowych	6
masa	9 kg

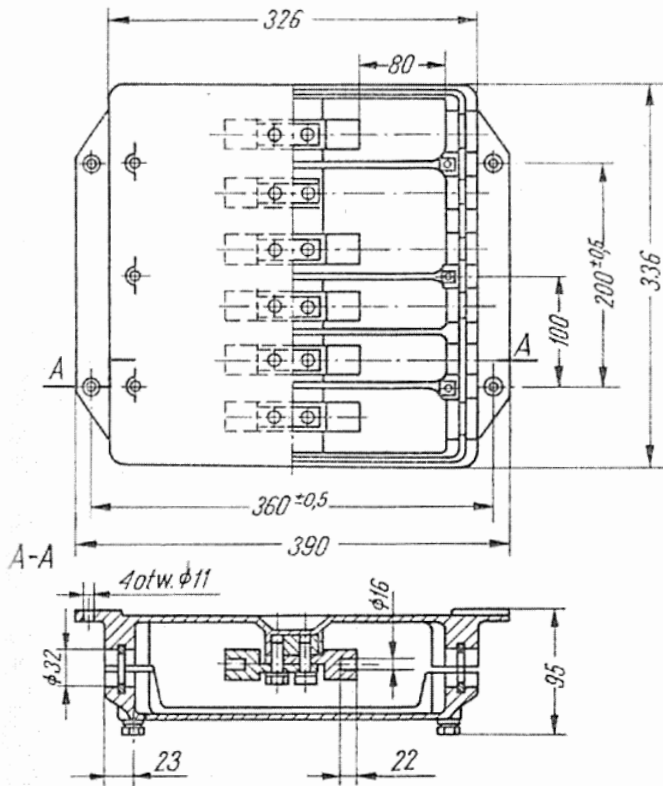


Rys. 6-35. Elementy sprzęgu ogrzewania elektrycznego
a — gniazdo, *b* — skrzynka rozgałęźna, *c* — gniazdo ślepe i wtyczka

Budowa

Skrzynka składa się z podstawy z zaciskami i pokrywy. Zarówno podstawa, jak i pokrywa są wykonane jako wypraski z tkaniny szklanej oraz lepiszcza — żywicy poliestrowej.

W podstawie znajdują się płytki stalowe, służące do umocowania końcówek kablowych łączonych przewodów, za pomocą śrub. W otworach wylotowych dla przewodów są umieszczone uszczelki z gumy mikroporowatej lub tekstolitu, w celu ochrony wnętrza skrzynki przed zanieczyszczeniami i wilgocią. Pokrywa jest zamykana śrubami.



Rys. 6-36. Skrzynka zaciskowa przewodów silnika

Skrzynka stanowi połączenie rozłączne silników trakcyjnych z instalacją pojazdu, zabezpieczając końcówki przewodów przed uszkodzeniem i zetknięciem z przewodzącymi częściami uziemionymi. Dwie skrzynki znajdują się pod podnoszoną częścią podłogi w kabinach maszynisty, dwie pozostałe — pod podłogą w korytarzu (rys. 6-36).