

Koncepcja rozdzielacza powietrza

Do spełnienia podstawowego zadania, które polega na nastawianiu przepływów strumieni sprężonego powietrza między komorą roboczą siłowni-

ka a zbiornikiem pomocniczym oraz atmosferą, w rozdzielaczu powietrza służą zawory umieszczone w kanałach przepływowych. Rozdzielacz powietrza tworzy więc blok zaworów umieszczonych w jednej obudowie z przyłączami kanałów do przestrzeni urządzeń pneumatycznych układu hamulcowego pojazdu.

W rozdzielaczu powietrza znajduje się ponadto przyrząd do odbierania sygnałów sterowania z przewodu głównego oraz przyrządy wprowadzające w ruch zawory w kanałach przelotowych. Funkcje obu przyrządów mogą być połączone w jednym elemencie konstrukcyjnym w postaci membrany lub tłoka. Schemat struktury zaworowej rozdzielacza powietrza hamulca pneumatycznego przedstawia rysunek 11.6.

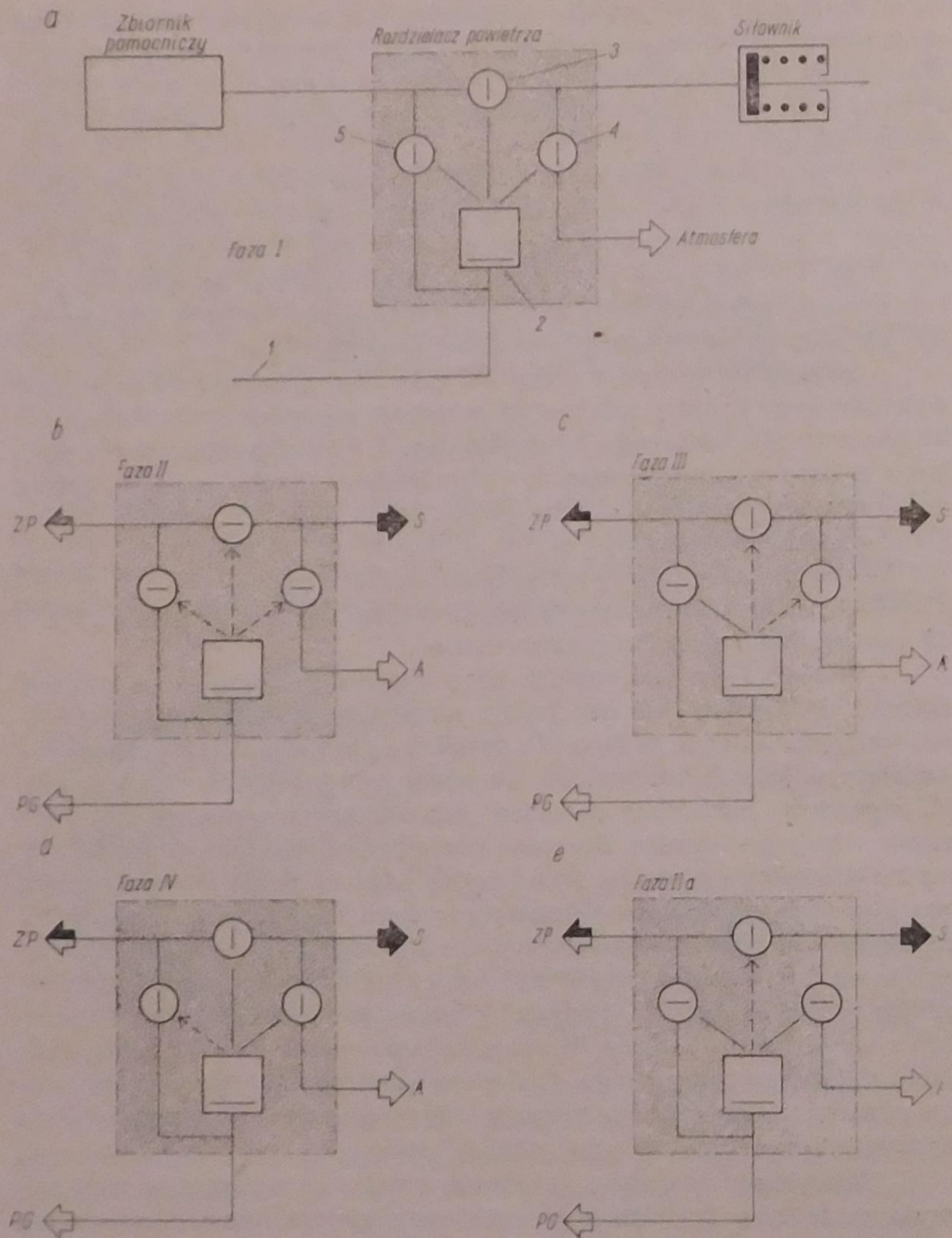
Sygnały sterowania z przewodu głównego 1 trafiają do przyrządu wykonawczego 2, który zależnie od znaczenia sygnałów zmienia stan położenia zaworów wlotowego 3 i wylotowego 4 siłownika oraz zaworu zasilania zbiornika pomocniczego 5. Cykl działania rozdzielacza powietrza sprowadza się do czterech podstawowych faz:

- I — gotowości roboczej;
- II — napełniania komory roboczej siłownika;
- III — opróżniania komory roboczej siłownika;
- IV — zasilania zbiornika pomocniczego.

W fazie I komora robocza siłownika ma połączenie z atmosferą, zbiornik pomocniczy jest napełniony sprężonym powietrzem o wymaganej wartości ciśnienia. W fazie II z przewodu głównego dociera sygnał nakazujący włączenie hamulca ze wzrostem nacisku elementów ciernych. W odpowiedzi rozdzielacz powietrza zamyka zawór wylotowy i otwiera zawór wlotowy siłownika. Sprężone powietrze ze zbiornika płynie w kierunku siłownika i wypełnia jego komorę roboczą. Siła tłokowa działając przez przekładnię dociska elementy par ciernych do siebie. W fazie III na sygnał wyłączenia hamulca z działania rozdzielacz powietrza zamyka zawór wlotowy i otwiera zawór wylotowy z siłownika do atmosfery, zwalniając nacisk elementów ciernych. Sprężyna powrotna cofa tłok do położenia wyjściowego. W fazie IV rozdzielacz powietrza otwiera zawór zasilania zbiornika pomocniczego. Następuje uzupełnienie ubytków sprężonego powietrza, przywrócenie początkowego stanu energetycznego układu i przygotowanie do następnego cyklu działania.

Rozdzielacz powietrza umożliwia dodatkowo otrzymanie ważnych praktycznie faz pośrednich, w których następuje przerwa napełniania lub opróżniania siłownika (faza IIa oraz faza IIIa) i ustalenie nacisku elementów ciernych poniżej przewidzianej wartości największej. W fazach pośrednich zostaje zamknięty zawór wlotowy, zanim ciśnienie w komorze roboczej siłownika osiągnie wartość największą, zawór wylotowy — zanim wartość ciśnienia powietrza spadnie do zera.

Działanie rozdzielacza powietrza polega więc na kolejnej zmianie faz, czyli stanu położenia zaworów. W rzeczywistym rozwiązaniu rozdzie-



Symbole graficzne

- | | | | |
|----|-------------------|-----|----------------------------------|
| A | ← atmosfera | ZP | ← zbiornik pomocniczy |
| S | ← siłownik | PG | ← przewód główny |
| ZG | ← zbiornik główny | --- | → sygnał zmiany położenia zaworu |

Rys. 11.6. Schemat struktury zaworowej rozdzielacza powietrza hamulca pneumatycznego w podstawowych fazach działania

laczy zmiany te nie zawsze są dokładnie takie, jak na rysunku 11.6, w szczególności niektóre fazy działania mogą częściowo pokrywać się w czasie

Sygnały przekazywane z przewodu głównego do rozdzielaczy powietrza hamulców pneumatycznych mają tylko fazę II i III, natomiast fazy IV i I rozdzielacz powietrza realizuje samoczynnie — bez zdalnych sygnałów z zewnątrz

Największe ciśnienie w siłowniku osiągane podczas fazy II działania rozdzielacza wystąpi w chwili ustania przepływu ze zbiornika i wyrównania ciśnienia w połączonych przestrzeniach pneumatycznych. Zgodnie z prawem Boyle'a-Mariotte'a, wartość największego ciśnienia w siłowniku p_{sn} wyniesie:

$$p_{sn} = p_{z0} \frac{V_z}{V_z + V_s}$$

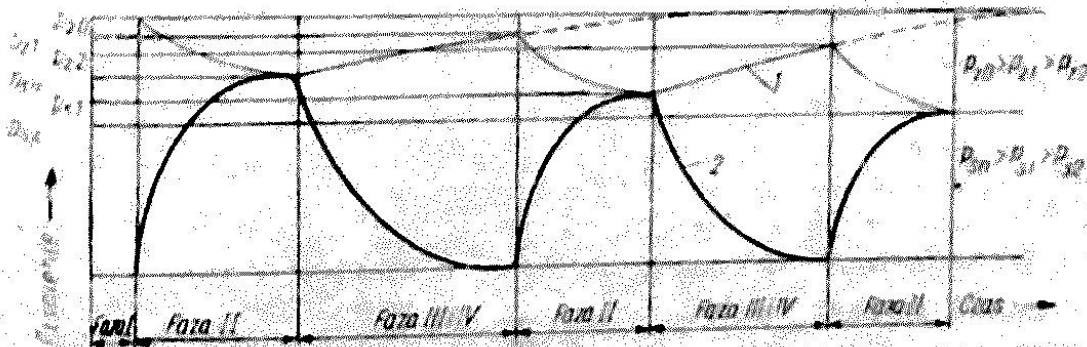
gdzie: p_{z0} — ciśnienie początkowe w zbiorniku pomocniczym,
 V_z — pojemność zbiornika pomocniczego,
 V_s — pojemność przestrzeni roboczej siłownika.

W niesprzyjających okolicznościach rzeczywista wartość największego ciśnienia w siłowniku p_{sn} będzie różnić się od wymaganej tak, że mogą wystąpić dwa przypadki:

$$p_s < p_{sn} \text{ lub } p_s > p_{sn}$$

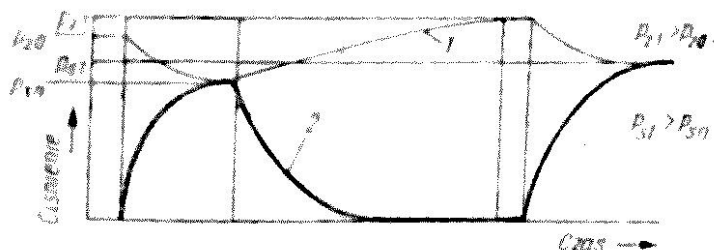
W pierwszym przypadku występuje tzw. wyczerpanie, w drugim — przeladowanie hamulca.

Wyczerpaniu hamulca sprzyja zbyt częste wymuszanie fazy II działania rozdzielacza, gdyż wówczas faza IV trwa za krótko, zawór zasilania 5 nie nadąży uzupełnić ubytków sprężonego powietrza w zbiorniku pomocniczym p_z i w chwili ponownego otwarcia zaworu wlotowego 3 ciśnienie w zbiorniku nie osiąga jeszcze wymaganej wartości początkowej. W tych okolicznościach każda kolejna faza II przebiega ze zmniejszonym ciśnieniem powietrza w komorze roboczej siłownika p_s . Schemat przebiegu wyczerpywania się hamulca przedstawia rysunek 11.7



Rys. 11.7. Schemat przebiegu wyczerpywania się hamulca
 1 — ciśnienie powietrza w zbiorniku pomocniczym, 2 — ciśnienie powietrza w komorze roboczej siłownika

Przeładowanie hamulca wystąpi w przypadku ciśnienia sprężonego powietrza w zbiorniku pomocniczym zwiększonego ponad wartość wymaganą p_{z0} . Wówczas, po wyrównaniu ciśnienia między przestrzenią komory roboczej siłownika a zbiornikiem pomocniczym w fazie II działania rozdzielacza powietrza — rzeczywista wartość ciśnienia największego w siłowniku będzie większa od przewidywanej p_{zn} . Schemat przebiegu przeładowania hamulca przedstawia rysunek 11.8.



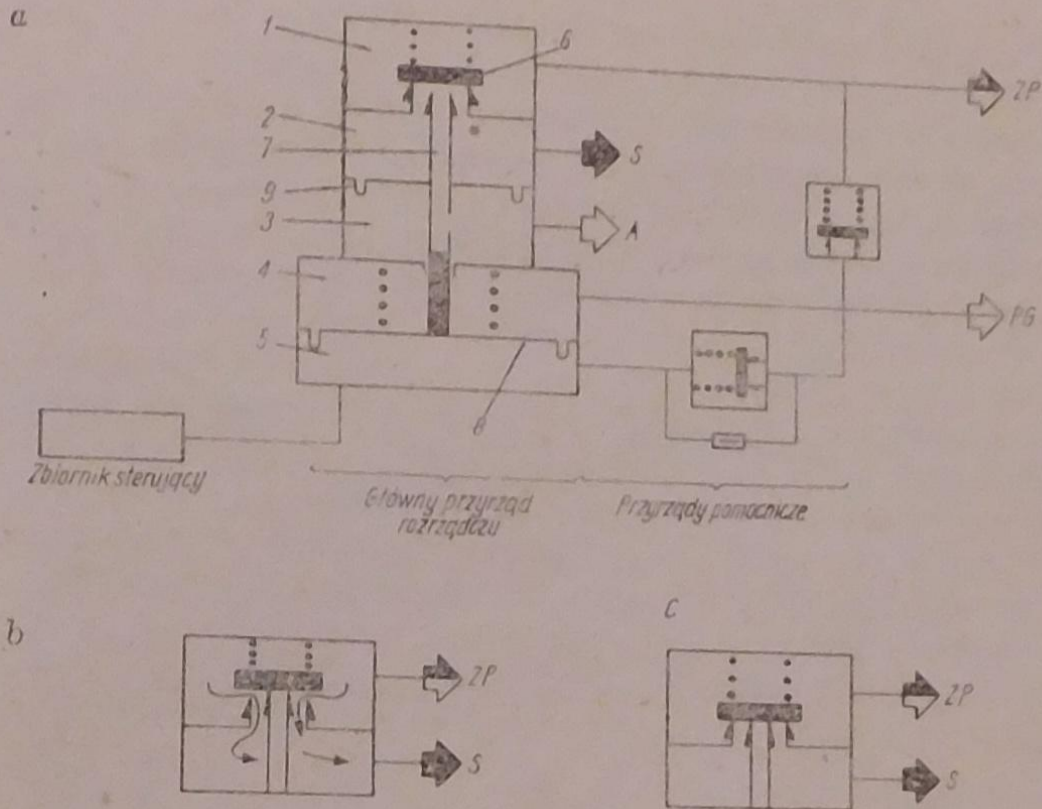
Rys. 11.8
Schemat przebiegu przeładowania hamulca
1 — ciśnienie powietrza w zbiorniku pomocniczym, 2 — ciśnienie powietrza w komorze roboczej siłownika

Wyczerpaniu i przeładowaniu hamulców przeciwdziała się między innymi przez odpowiednie rozwiązania przyrządowe rozdzielaczy powietrza.

3.3. Główny przyrząd rozrządczy

Główny przyrząd rozrządczy jest tą częścią rozdzielacza, która decyduje o jego podstawowym zadaniu, czyli napełnianiu i opróżnianiu siłownika. Przykładowy schemat struktury przyrządowej rozdzielacza powietrza, powstałej przez rozwinięcie schematu połączeń zaworowych, przedstawia rysunek 11.9.

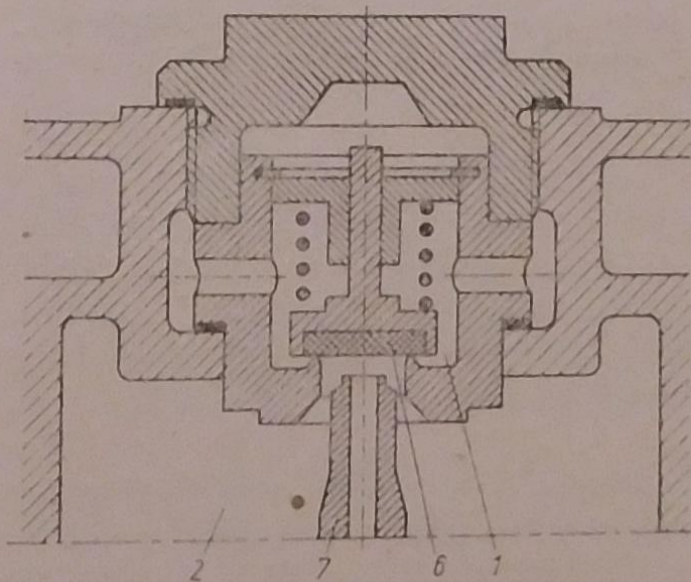
Główny przyrząd rozrządczy rozdzielacza powietrza tworzą zawory oraz zespół z membranami 8 i 9. Rozdzielacz wewnątrz jest podzielony ścianami sztywnymi i elastycznymi na kilka komór pneumatycznych. Komory 1, 2, 3, 4 i 5 mają połączenie ze zbiornikiem pomocniczym, siłownikiem, atmosferą, przewodem głównym oraz zbiornikiem sterującym. Grzybek zaworowy 6 w kanale między zbiornikiem pomocniczym a siłownikiem uruchamia trzon 7, napędzany przez membranę 8. Kanał przelotowy o przekroju kołowym wydrążony w trzonie 7 łączy komorę roboczą siłownika przez komorę 2 i komorę 3 z wylotem do atmosfery. Charakterystyczny szczegół głównego przyrządu rozrządczego (rys. 11.10) polega na rozwiązaniu zaworów wlotowego i wylotowego siłownika w oparciu o wspólne zwierciadło w grzybku 6 (rys. 11.9). Dzięki teleskopowemu usytuowaniu gniazd zaworów zwierciadło współpracuje ze stałym gniazdem zaworu wlotowego siłownika oraz z ruchomym gniazdem zaworu wylotowego. Krawędź przylgową gniazda ruchomego tworzy zakończenie trzona 7.



To

Rys. 11.9. Schemat struktury przyrządowej rozdzielacza powietrza

a — położenie w fazie I (gotowości roboczej), b — zawory wlotowy i wylotowy w fazie II (napełniania siłownika), c — zawory wlotowy i wylotowy w fazie IIIa



Rys. 11.10

Szczegół teleskopowego usytuowania gniazd zaworów wlotowego i wylotowego

(oznaczenia jak na rys. 11.9)

Działanie głównego przyrządu rozrządczego (rys. 10.9) jest podporządkowane zmianom ciśnienia sprężonego powietrza w komorze wstępnej 4 połączonej z przewodem głównym. Sygnałem wejściowym jest zmiana ciśnienia w komorze wstępnej. Sygnał w postaci obniżającego się ciśnienia wyraża nakaz podwyższenia ciśnienia w komorze roboczej siłownika,

a sygnał wzrastającego ciśnienia nakazuje obniżenie ciśnienia w siłowniku

W fazie I (gotowości roboczej) sprężone powietrze o tym samym ciśnieniu początkowym wypełnia komory połączone ze zbiornikiem pomocniczym, zbiornikiem sterującym i przewodem głównym. Zawór wlotowy jest zamknięty, a wylotowy — otwarty. W zbiorniku sterującym oraz w połączonej z nim komorze membranowej utrzymywana jest zawsze stała wartość ciśnienia. Jeżeli nastąpi zmniejszenie ciśnienia w komorze wstępnej, to wskutek nadwyżki ciśnienia w komorze zbiornika sterującego pojawi się siła poosiowa skierowana w górę, trzon 7 przemieści się, ruchome gniazdo zetknie się ze zwierciadłem w grzybku 6, zamknie się zawór wylotowy, uniesie grzybek nad gniazdem stałym i otworzy się zawór wlotowy siłownika. W ten sposób główny przyrząd rozrządczy przejdzie z fazy I do fazy II (napełniania siłownika). Położenie zaworów w tej fazie działania przyrządu przedstawia rysunek 11.9b.

Siła niezbędna do uruchamiania zaworów pochodzi od zespołu membranowego, który w fazie I znajduje się w równowadze stałej, czyli:

$$p \cdot A_1 = p_0 \cdot A_1$$

gdzie: p — ciśnienie stałe w komorze 5 i w zbiorniku sterującym,

p_0 — ciśnienie początkowe w komorze wstępnej,

A_1 — powierzchnia dużej membrany przyrządu rozrządczego

Dla uproszczenia w tym przypadku zakłada się, że siła sprężyn jest niewielka i pomija się ją

Na wprowadzony do komory wstępnej sygnał ciśnienia obniżonego z wartości p_0 do p_{01} rozpocznie się ruch zespołu membranowego do góry, ponieważ wystąpi nadwyżka siły pneumatycznej od strony komory sterującej. Otrzymamy zatem:

$$p \cdot A_1 > p_{01} \cdot A_1$$

Ruch zespołu membranowego zostanie zakończony otwarciem zaworu wlotowego, co wywoła wzrost ciśnienia powietrza w komorze roboczej siłownika oraz w komorze 2. Sytuacja ta odpowiada fazie II działania rozdzielacza powietrza. Jeżeli spadek ciśnienia w komorze wstępnej będzie dostatecznie duży, wzrastające ciągle ciśnienie w siłowniku osiągnie największą przewidzianą wartość.

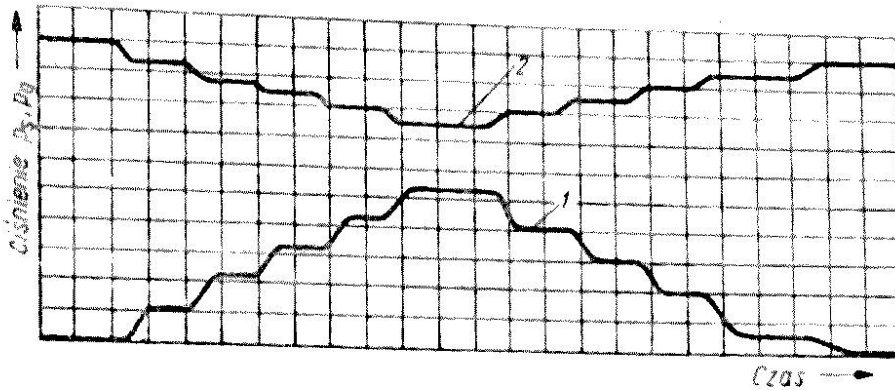
Jeżeli do komory wstępnej zostanie wprowadzony sygnał wzrastającego ciśnienia p_{02} , to rozpocznie się ruch poosiowy zespołu membranowego ku dołowi, zakończony otwarciem zaworu wylotowego siłownika w kanale prowadzącym do atmosfery. Ruch zespołu zostanie wywołany przewagą sumy sił od strony komory 2 zamkniętej membraną o powierzchni A_2 i komory 4, to znaczy, gdy:

$$p \cdot A_1 < p_{02} \cdot A_1 + p_3 \cdot A_2$$

przy czym $p_{02} > p_{01}$

W ten sposób główny przyrząd rozrządczy rozdzielacza powietrza przechodzi z fazy II (napelniania) do fazy III (opróżniania siłownika).

Jednym z wymagań technicznych stawianych rozdzielaczom powietrza jest zapewnienie możliwości uzyskania skokowo wzrastającego ciśnienia sprężonego powietrza w siłowniku od zera do wartości największej oraz skokowo malejącego od największej wartości do zera. Na rysunku 11.11 przedstawiono charakter skokowo zmiennego przebiegu sprężone-



Rys. 11.11. Charakter skokowo zmiennego przebiegu sprężonego powietrza w komorze roboczej siłownika (1) przy odpowiedniej zmianie skokowo malejącego i wzrastającego ciśnienia w komorze wstępnej głównego przyrządu rozrządczego (2)

go powietrza w komorze roboczej siłownika przy odpowiednich zmianach sygnału wzrastającego lub malejącego ciśnienia na wejściu rozdzielacza powietrza w komorze wstępnej głównego przyrządu rozrządczego. Skokowa zmiana ciśnienia polega na przerywaniu napelniania lub opróżniania siłownika w pośrednich fazach IIa i IIIa działania rozdzielacza. Uzyskuje się to dzięki sile zwrotnej małej membrany w komorze pneumatycznej 2 (rys. 11.9). Podczas napelniania siłownika w fazie II zespół membranowy głównego przyrządu rozrządczego znajduje się pod działaniem układu zrównoważonych sił:

$$p \cdot A_1 = p_{01} \cdot A_1 + p_s \cdot A_2$$

W pewnej chwili wzrastające ciśnienie powietrza p , spowoduje zamknięcie zaworu wlotowego (rys. 11.9c), a ustalone ciśnienie w siłowniku wyniesie:

$$p_s = \frac{A_1}{A_2} (p - p_{01})$$

W działaniu układu występują dwa ważne przypadki:

- 1) wartość ciśnienia powietrza w komorze wstępnej skokowo maleje;
- 2) wartość ciśnienia powietrza w komorze wstępnej skokowo wzrasta.

Zgodnie z podaną zależnością odpowiedzią głównego przyrządu rozrządczego rozdzielacza powietrza w pierwszym przypadku będzie skokowy wzrost, w drugim — skokowy spadek wartości ciśnienia w komorze roboczej siłownika. Dalszą konsekwencją w ten sposób działającego rozdzie-

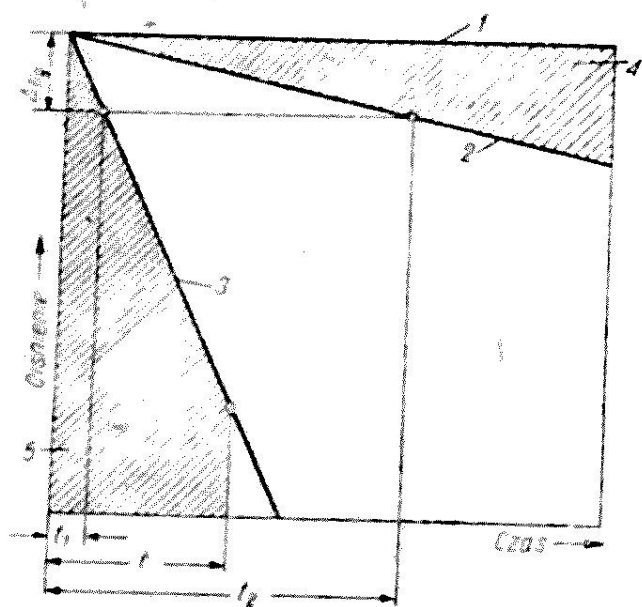
lacza powietrza będzie uzyskanie odpowiednio zmiennej malejącej lub wzrastającej siły hamowania pociągów.

Z głównym przyrządem rozrządczym hamulcowych rozdzielaczy powietrza wiąże się ważna cecha techniczna, zwana czułością. Opory mechaniczne wprawianych w ruch elementów czynnych oraz opory miejscowe związane z przepływem sprężonego powietrza sprawiają, że rozdzielacz nie reaguje natychmiast na sygnały wysyłane z przewodu głównego do komory wstępnej. Od chwili zapoczątkowania zmiany ciśnienia do chwili zmiany stanu położenia zaworów i uzyskania nowej fazy działania rozdzielacza upływa czas reakcji. W niektórych przypadkach, przy bardzo wolnej zmianie ciśnienia w komorze wstępnej, może nie wystąpić różnica ciśnień wystarczająca do powstania siły poosiowej i przemieszczenia zespołu membranowego uruchamiającego zawory.

Aby przebieg zmiany ciśnienia sprężonego powietrza w przewodzie głównym miał znaczenie sygnału zapoczątkującego ruch zespołu membranowego, muszą być jednocześnie spełnione dwa warunki:

- 1) uzyskanie odpowiedniej wartości bezwzględnej zmiany ciśnienia;
- 2) zapewnienie przebiegu zmiany ciśnienia w dostatecznie krótkim czasie.

Ponadto rozdzielacz powietrza znajdując się w układzie hamulca nie powinien reagować na miejscowe spadki ciśnienia, które mogą wystąpić przypadkowo. Rozdzielacze powietrza pneumatycznych hamulców pociągów powinny więc odznaczać się określoną czułością, czyli zdolnością do reagowania na sygnały w postaci szybkości zmiany ciśnienia w komorze wstępnej głównego przyrządu rozrządczego.



Rys. 11.12
Graniczna czułość rozdzielacza powietrza

1 — linia ciśnienia roboczego w przewodzie głównym, 2 — linia górnej granicy czułości rozdzielacza powietrza, 3 — linia dolnej granicy czułości rozdzielacza powietrza, 4 — strefa, w której rozdzielacz nie powinien zadziałać, 5 — strefa, w której rozdzielacz powinien zadziałać

Rozróżnia się górną i dolną granicę czułości rozdzielacza powietrza (rys. 11.12). W stanie gotowości roboczej rozdzielacza — w przewodzie głównym i połączonej z nim komorze wstępnej panuje stałe ciśnienie $p_0 = \text{const}$ (linia 1 na rys. 11.12). Pozostałe linie oznaczają zmianę ciś-

nia w zależności od czasu dla dwóch wartości szybkości spadku tego ciśnienia p'_0 i p'_a . Linie te wyznaczają górną i dolną granicę czułości rozdzielacza powietrza. Rozdzielacz powietrza nie powinien zadziałać, jeżeli spadek ciśnienia p'_0 odpowiada linii 2, wyznaczającej górną granicę czułości rozdzielacza. Przy szybkości spadku ciśnienia p'_a odpowiadającej dolnej granicy czułości rozdzielacz musi zadziałać, i to przed upływem czasu t . Oznacza to, że przy spadku ciśnienia w przewodzie głównym Δp_0 po czasie na przykład $t_1 < t$, rozdzielacz powietrza może już zadziałać. W przypadku osiągnięcia takiego samego spadku ciśnienia, ale w czasie t_2 , rozdzielacz nie reaguje.

3.4. Rozdzielacz powietrza Oerlikon typu ESt

3.4.1. Sterowanie przepływem strumieni powietrza w rozdzielaczu Oerlikon

Rozdzielacze powietrza pneumatycznych hamulców pociągów mają najczęściej — oprócz głównego przyrządu rozrządczego — przyrządy pomocnicze, do których należy przede wszystkim zasilacz zbiornika pomocniczego, zasilacz zbiornika sterującego i przyspieszacz fali hamowania.

Zasilacze zbiorników są przyrządami przeznaczonymi do sterowania strumieniami sprężonego powietrza dostarczanego przez przewód główny w celu uzupełnienia ubytków powstałych w procesie hamowania oraz strat wskutek nieszczelności. Zespoły zaworów składowych zasilaczy zbiorników mają własne przyrządy uruchamiające, które otrzymują impulsy sygnałów w postaci zmian ciśnienia w komorach pneumatycznych, połączonych z właściwymi przestrzeniami układu.

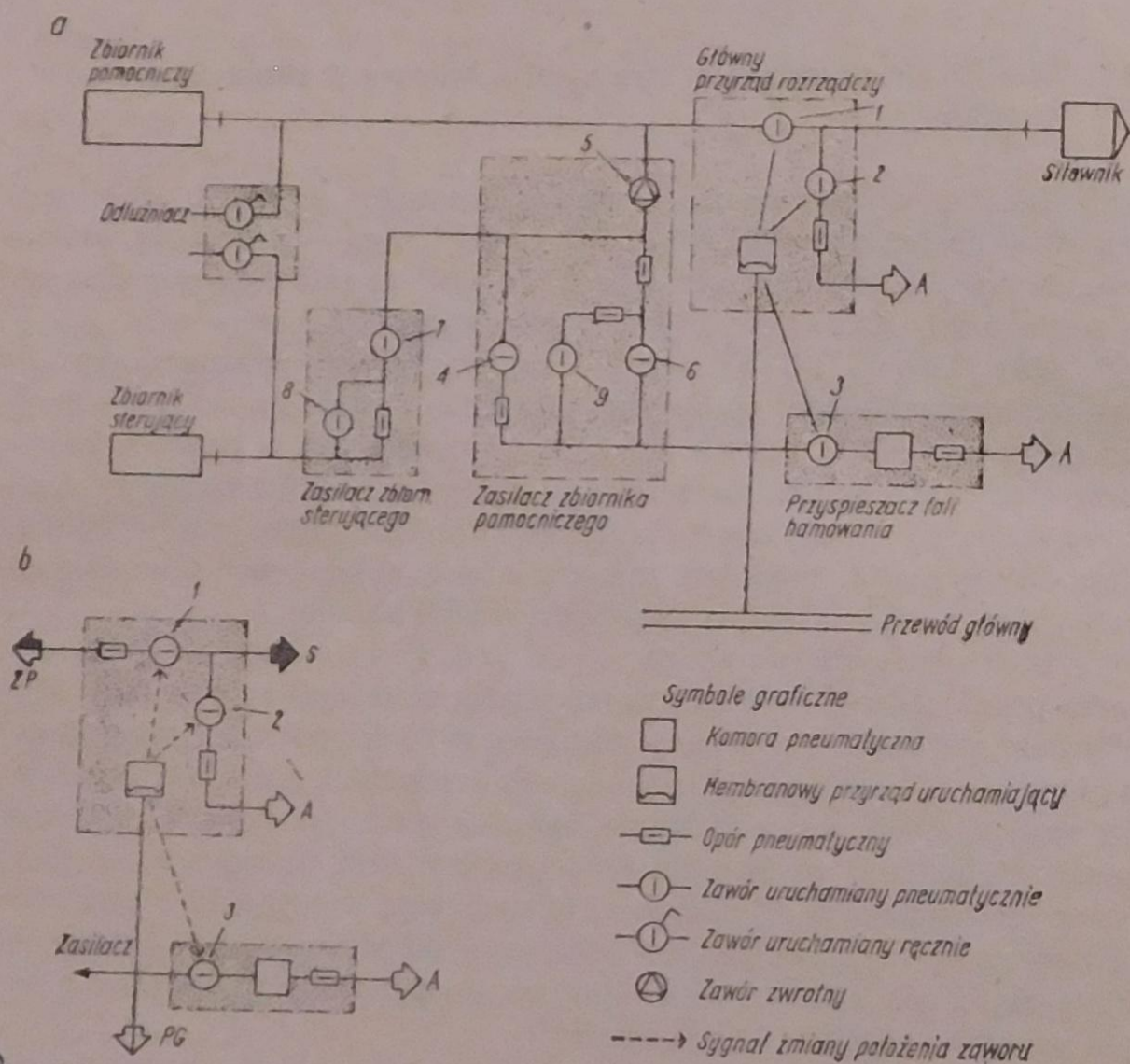
Efekt działania przyspieszacza fali hamowania wykracza poza działanie rozdzielacza powietrza, w którym się znajduje. Wywoływane sterownikiem zmiany ciśnienia w części początkowej przewodu głównego nie docierają jednocześnie do wszystkich rozdzielaczy powietrza znajdujących się w układzie hamulca pociągu. Ponadto szybkość zmiany ciśnienia w przewodzie głównym jest tym wolniejsza, im dalej jest on od sterownika. Okoliczności te sprawiają, że sygnały z przewodu głównego przejmują rozdzielacze kolejno — od pierwszego do ostatniego. W związku z opóźnieniem w przekazywaniu sygnału w przewodzie głównym powstało pojęcie fali hamowania.

Fala hamowania jest to proces postępowania wzdłuż hamulca pociągu reakcji rozdzielaczy powietrza na sygnał obniżonego ciśnienia i w związku z tym opóźnienia rozpoczęcia napełniania siłowników w kolejnych układach hamulcowych pojazdów. Falę hamowania ilościowo określa wartość umowna, zwana szybkością fali hamowania. Wartość tę wyznacza się z ilorazu długości przewodu głównego i czasu

upływającego od chwili wywołania sygnału sterownikiem do chwili rozpoczęcia napełniania ostatniego siłownika w układzie hamulca pociągu.

Przyspieszacze fali hamowania w rozdzielaczach powietrza służą do skrócenia czasu między zadziałaniami kolejnych rozdzielaczy w układzie sterowania hamulca pociągu i tym samym do zwiększenia szybkości fali hamowania.

Przykładowy schemat połączeń zaworowych rozdzielacza powietrza o rozwiniętej strukturze przyrządowej odmiany ESt 4 przedstawia rysunek 11.13. W rozdzielaczu tym do sterowania strumieniami powietrza w kanałach przelotowych zastosowano dziewięć zaworów. Główny przyrząd rozrządczy steruje zaworem wlotowym 1 i wylotowym 2 siłownika oraz zaworem przyspieszcza fali hamowania 3. Zawory zasilaczy zbiornika sterującego



T6

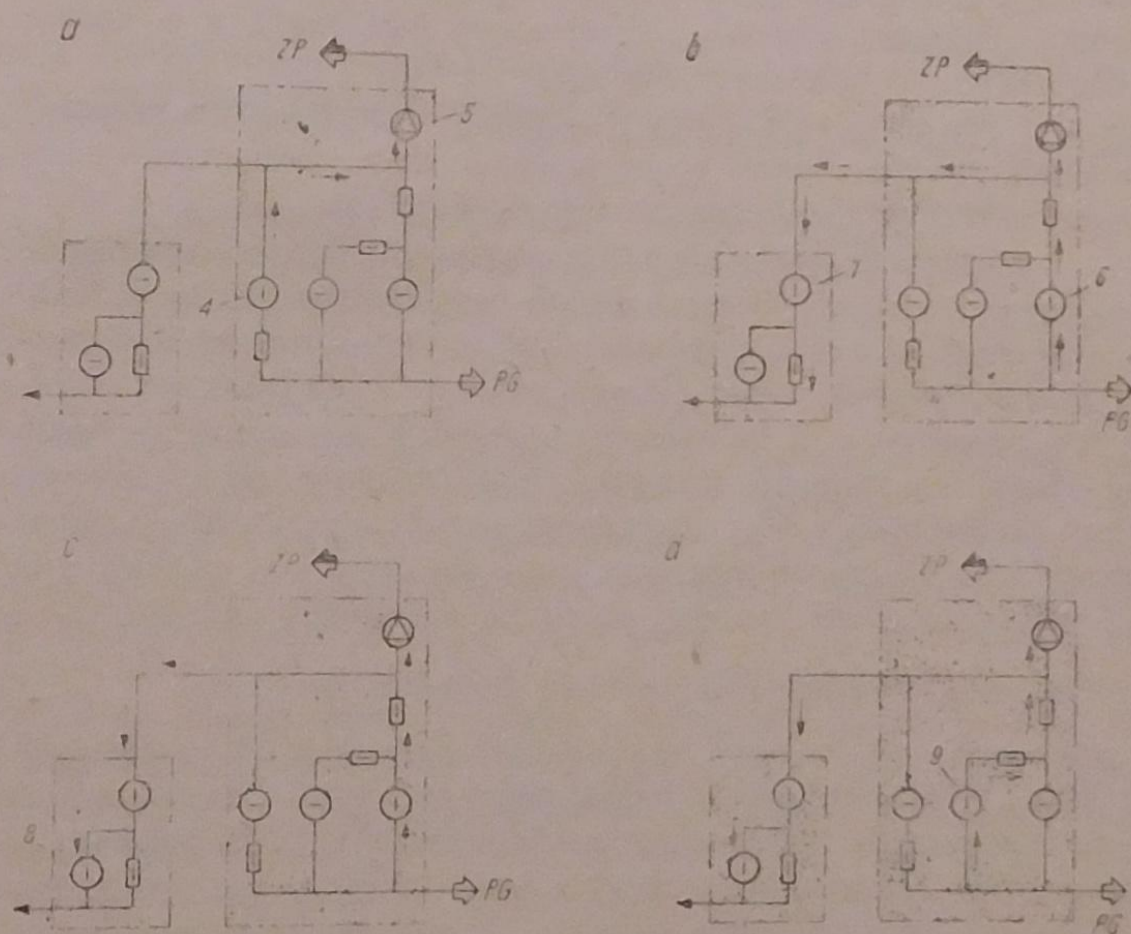
Rys. 11.13. Schemat połączeń zaworowych rozdzielacza powietrza o rozwiniętej strukturze przyrządowej wytwórni Oerlikon odmiany ESt 4
 a — faza I (gotowości roboczej), b — główny przyrząd rozrządczy w fazie II (napełniania siłownika)
 1, 2 — zawory wlotowy i wylotowy siłownika, 3 — zawór przyspieszcza fali hamowania, 4, 6, 9 — zawory zasilacza zbiornika pomocniczego, 5 — zawór zwrotny, 7, 8 — zawory zasilacza zbiornika sterującego

ków są uruchamiane niewidocznymi na schemacie własnymi urządzeniami membranowymi. Położenie zaworów rozdzielacza na schemacie odpowiada fazie I (gotowości roboczej), podczas której nie występują w układzie żadne przepływy sprężonego powietrza.

W fazie II oraz w fazie III działania rozdzielacza w znany już sposób sprężone powietrze zostaje skierowane do lub z siłownika przez zawory wlotowy albo wylotowy głównego przyrządu rozrządczego. Na początku fazy II główny przyrząd rozrządczy rozdzielacza otwiera również zawór przyspieszacza fali hamowania i część sprężonego powietrza zostaje skierowana z komory wstępnej głównego przyrządu rozrządczego do komory przyspieszacza. Położenie zaworów odpowiadające tej fazie działania przedstawia rysunek 11.13b.

Przyspieszacz wzmacnia tempo obniżania ciśnienia powietrza w pobliżu komory wstępnej rozdzielacza, co z kolei zwiększa szybkość obniżania ciśnienia również w dalszych częściach przewodu głównego z jednoczesnym wzrostem szybkości fali hamowania.

Bardziej złożony program sterowania strumieniami powietrza dostarczanego z przewodu głównego mają zasilacze zbiorników. Ich działanie polega na zmianie — w odpowiednich fazach działania rozdzielacza —



Rys. 11.14. Połączenia zaworowe zasilaczy zbiornika pomocniczego i sterującego rozdzielacza Oerlikon

a, b, c, d — kolejne zmiany położenia zaworów podczas zasilania zbiorników (pozostałe oznaczenia jak na rys. 11.13)

położenia zaworów w kanałach przepływowych i łączeniu lub przerywaniu połączeń zbiorników z przewodem głównym hamulca w taki sposób, aby przeciwdziałać ewentualnemu przeladowaniu bądź wyczerpaniu zapasu sprężonego powietrza. Połączenia zaworowe zasilaczy zbiornika pomocniczego i sterującego w kilku charakterystycznych fazach działania przedstawia rysunek 11.14

Zasilanie zbiorników rozpoczyna się w fazie III opróżniania siłownika, kiedy w przewodzie głównym następuje wzrost ciśnienia. Przepływ strumienia sprężonego powietrza przebiega następująco:

- początkowo ubytek sprężonego powietrza w zbiorniku pomocniczym jest uzupełniany najkrótszą drogą przez zawór 4, otwarty w poprzedniej fazie II (napelniania siłownika), oraz przez zawór zwrotny 5 (rys. 11.14a);
- przepływ powietrza przez kanał z zaworem 4 zostaje przerwany i otwiera się kanał z oporem pneumatycznym przez zawór 6 oraz zawór 7 zasilacza zbiornika sterującego (rys. 11-14b);
- otwiera się zawór 8 zasilacza łącząc zbiornik sterujący z przewodem głównym, z pominięciem oporu pneumatycznego (rys. 11-14c);
- w przypadku wystąpienia w przewodzie głównym zbyt wysokiego ciśnienia, zagrażającego przeladowaniem układu, otwiera się nie zawór 6 zasilacza zbiornika pomocniczego, lecz zawór 9 w kanale z dużym oporem pneumatycznym (rys. 11-14d).

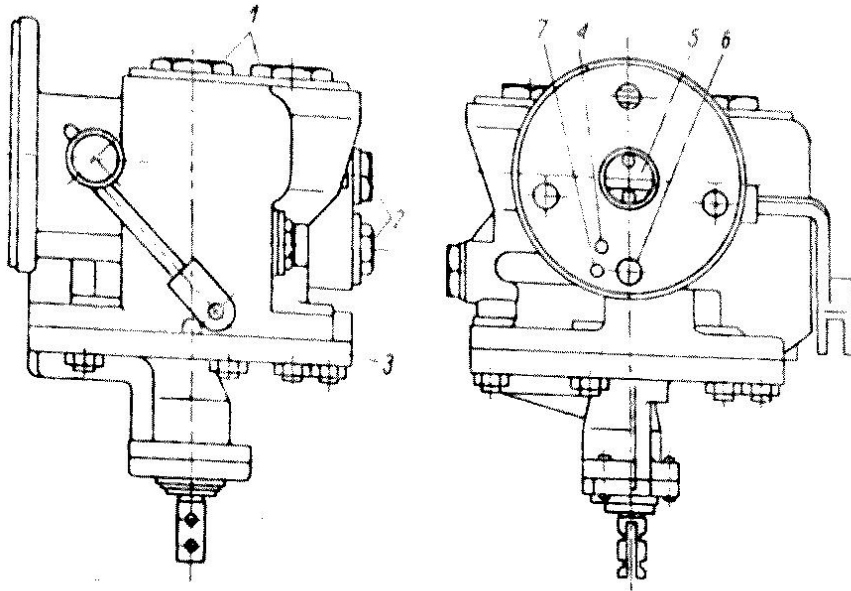
Ostatni zabieg stwarza zaporę w postaci silnego dławienia przepływu strumienia powietrza przez opory pneumatyczne, która przeciwdziała przeladowaniu zbiorników pomocniczego i sterującego.

W rozdzielaczach powietrza pneumatycznych hamulców pociągów mogą znajdować się przyrządy nie związane bezpośrednio z różnymi fazami działania rozdzielacza. Jednym z takich przyrządów jest odłużniacz, przeznaczony do odpowietrzania całkowicie lub częściowo pneumatycznych przestrzeni w hamulcowym układzie sterowania pojazdu. W skład odłużniacza wchodzi zazwyczaj kilka zaworów, umieszczonych w kanałach połączonych z odpowietrzanymi przestrzeniami układu pneumatycznego. Zawory odłużniacza uruchamia się ręcznie w niezbędnych przypadkach związanych z obsługą techniczną hamulców.

3.4.2. Struktura przyrządowa rozdzielacza powietrza Oerlikonλ

Widok zewnętrzny rozdzielacza powietrza odmiany ESt 3d przedstawia rysunek 11.15. Wewnątrz kadłuba o dość złożonym kształcie są umieszczone wszystkie przyrządy funkcjonalne rozdzielacza. Dostęp do poszczególnych przyrządów zapewniają pokrywy i korki wkręcane na gwint. Pokrywa dolna jest przymocowana śrubami. W kadłubie poprowadzone są też niezbędne kanały przepływowe. Niektóre z nich — do przewodu głównego siłownika oraz zbiorników — mają wyloty wyprowadzone z kadłuba na zewnątrz.

W jednym przekroju rozdzielacza powietrza nie uda się przedstawić wszystkich przyrządów składowych, ponieważ są usytuowane w kadłubie w wielu różnych płaszczyznach. Można natomiast ująć je w schemacie struktury przyrządowej, którą dla rozdzielacza powietrza Oerlikon odmiany EST 3 przedstawiono na rysunku 11.16.



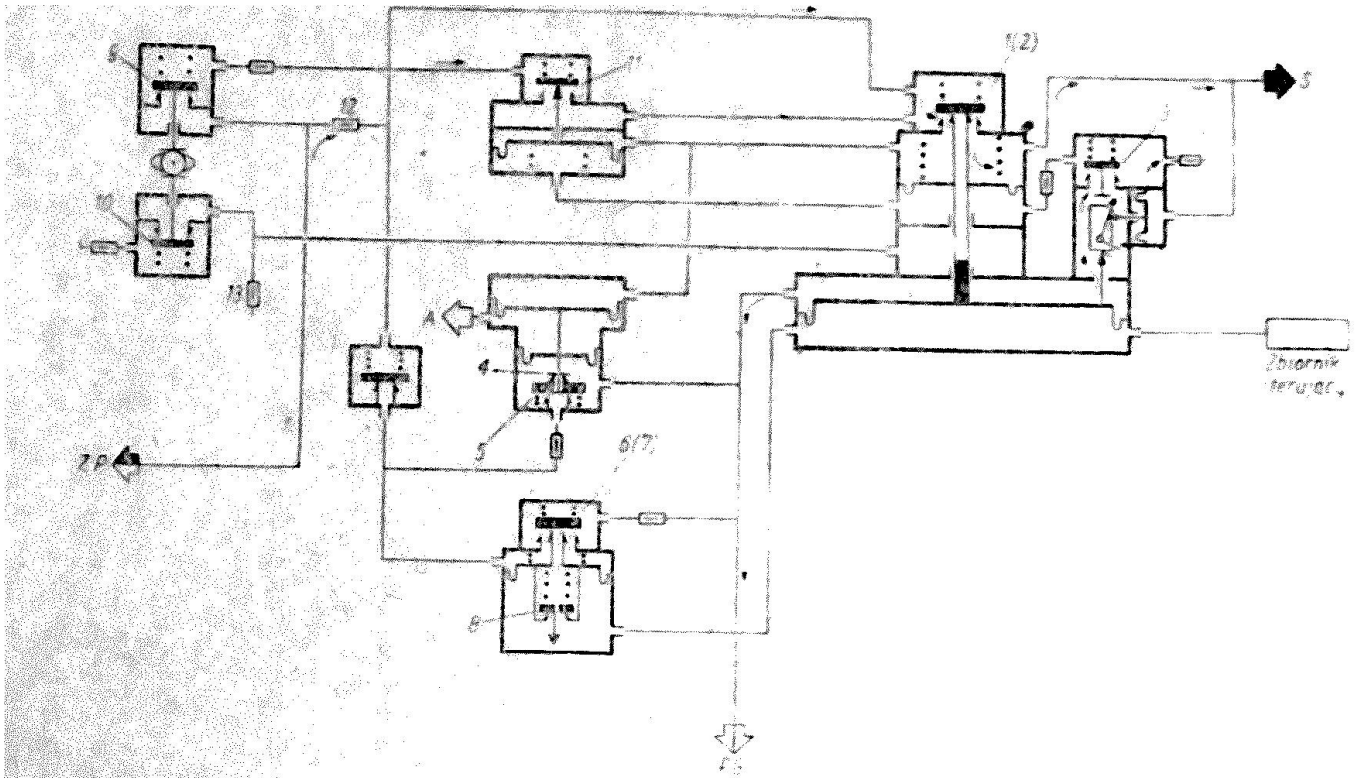
Rys. 11.15. Widok rozdzielacza powietrza Oerlikon odmiany EST 3d

1 — pokrywy górne, 2 — korki, 3 — pokrywa dolna, 4 — kanał do przewodu głównego, 5 — kanał do zbiornika pomocniczego, 6 — kanał do siłownika, 7 — kanał do zbiornika sterującego

W strukturze tego rozdzielacza występują wszystkie znane podstawowe elementy maszynowe stosowane w konstrukcjach hamulcowych rozdzielaczy powietrza w ogóle, a więc zawory grzybkowe z elastycznymi zwierciadłami, membrany wiotkie, komory i opory pneumatyczne, sprężyny, a nawet dźwignia.

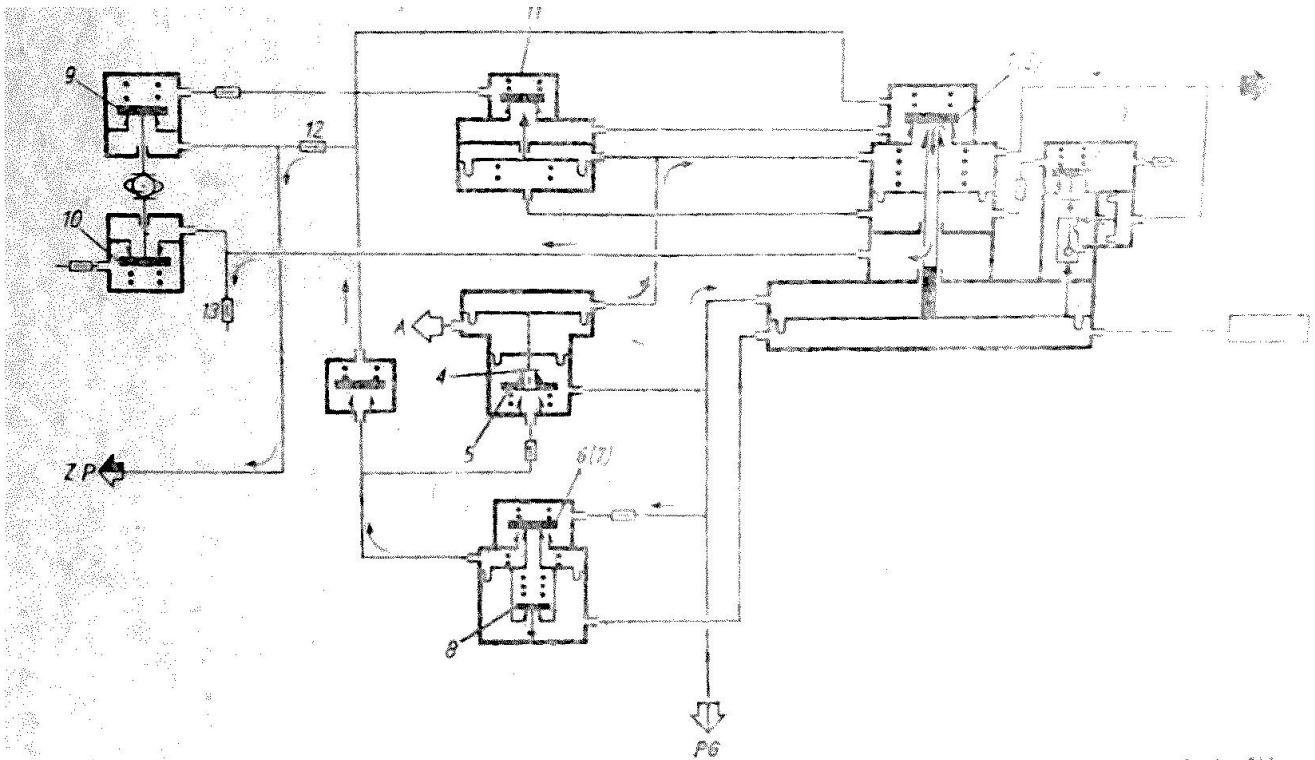
Główny przyrząd rozrządczy ma dwie membrany oraz zawory wlotowy 1 i wylotowy 2 siłownika w układzie teleskopowym. Przyspieszacz fali hamowania z komorą upustową i zaworem 3 ma mechaniczny przyrząd z dźwignią i grawitacyjnym powrotnikiem. Zawór przyspieszacza otrzymuje od głównego przyrządu rozrządczego sygnał przez dźwignię kolankową tylko do otwarcia. Zasilacz zbiornika pomocniczego z zaworami 4 i 5 ma również dwie membrany o różnej powierzchni czynnej. Między membranami znajduje się komora połączona z atmosferą. Z przeciwległej strony membrany dużej znajduje się komora połączona kanałem z komorą roboczą siłownika. Membrana mniejsza znajduje się pod wpływem ciśnienia panującego w przewodzie głównym.

Membrana zasilacza zbiornika sterującego oddziela komorę połączoną ze zbiornikiem oraz komorę połączoną pośrednio przez opór pneumatyczny i zawór 7 zasilacza zbiornika pomocniczego z przewodem głównym. Wszystkie urządzenia membranowe przyrządów działają na zasadzie rów-



Rys. 11.16. Schemat struktury przyrządowej rozdzielacza powietrza Oerlikon odmiany EST 2 w fazie II (napełniania siłownika)

1, 2 — zawory wlotowy i wylotowy siłownika, 3 — zawór przyspieszacza-fali hamowania, 4, 5, 6 — zawory zasilaacza siłownika pomocniczego, 7, 8 — zawory zasilaacza zbiornika sterującego, 9, 10 — zawory zasilaacza czasu lożenia, 11 — zawór ciśnienia wstępnego, 12, 13 — opory pneumatyczne



Rys. 11.17. Schemat struktury przyrządowej rozdzielacza powietrza Oerlikon odmiany EST 3 w fazie III (opróżniania siłownika)

(oznaczenia jak na rys. 11.16)

nowagi sił z sygnałem sterującym w postaci zmiany ciśnienia sprężonego powietrza w jednej z komór membranowych.

Siła pneumatyczna membrany zasilacza zbiornika sterującego służy do zmiany położenia dwóch zaworów własnych 7 i 8 oraz zaworu zasilacza zbiornika pomocniczego 6. Gniazda zaworów 6 i 7 są rozwiązane, podobnie jak w głównym przyrządzie rozrządczym, w układzie teleskopowym.

Gdy do komory wstępnej głównego przyrządu rozrządczego dojdzie z przewodu głównego sygnał malejącego ciśnienia, rozdzielacz z fazy I — gotowości roboczej ze stanem położenia zaworów jak na rysunku 11.13 — przechodzi do fazy II — napełniania siłownika, przedstawionej na rysunku 11.16. Przejście to odbywa się w sposób następujący:

- ruchome gniazdo zaworu wylotowego w wydrążonym trzonie zostaje dociśnięte do jego zwierciadła z jednoczesnym otwarciem zaworu wlotowego, łącząc zbiornik pomocniczy z komorą roboczą siłownika;
- zawór przyspieszacza fali hamowania otrzymuje sygnał przez dźwignię kolankową i otwiera wlot do komory upustowej;
- spadek ciśnienia w komorze zasilacza zbiornika sterującego połączonej z przewodem głównym przez zawór 5 wywołuje powstanie siły membranowej przyrządu, która zamyka zawór 7 z jednoczesnym otwarciem zaworu 6;
- strumień sprężonego powietrza skierowany ze zbiornika pomocniczego do siłownika wypełnia również membranową komorę zasilacza, zamyka zawory 5 i 4 oraz odcina kanał przepływowy z przewodu głównego do zbiornika pomocniczego.

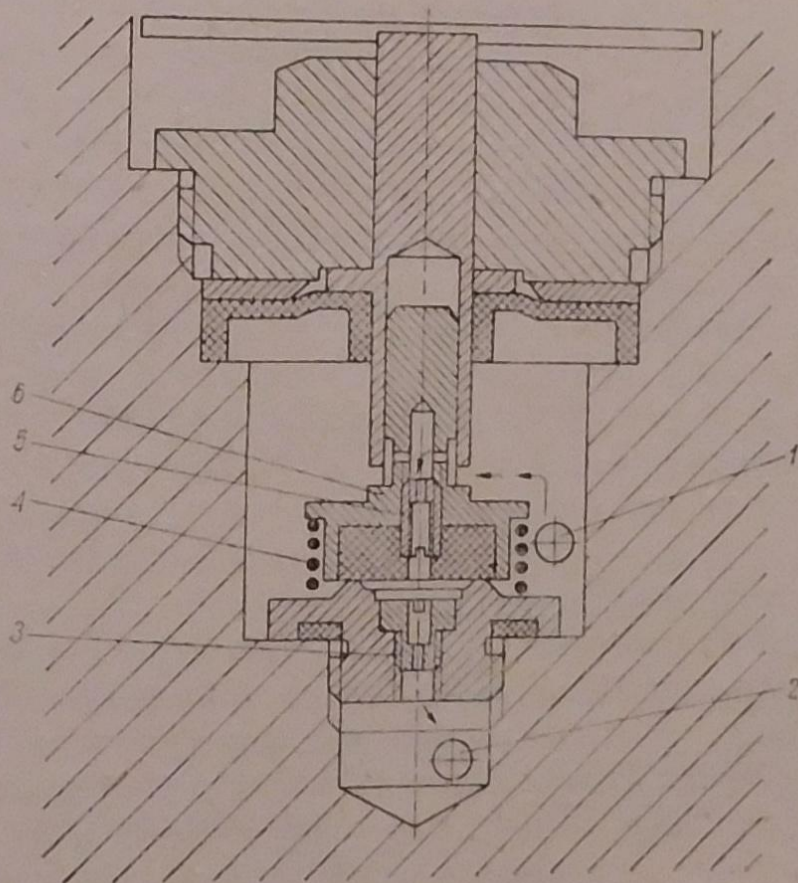
Fazę III — opróżnianie siłownika (rys. 11.17) — rozpoczyna sygnał narastającego ciśnienia w komorze wstępnej głównego przyrządu rozrządczego. Od tej chwili działanie rozdzielacza jest następujące:

- siła poosiowa przemieszcza przyrząd rozrządczy z ruchem w dół zakończony zamknięciem zaworu wlotowego siłownika i otwarciem zaworu wylotowego;
- sprężone powietrze początkowo napływa z przewodu głównego do zbiornika pomocniczego przez zawór 6;
- siła malej membrany zasilacza zbiornika pomocniczego odciąża grzybek zaworu 5, który pod wpływem sprężyny otwiera przepływ powietrza z przewodu głównego do zbiornika pomocniczego;
- w przypadku zbyt dużego ciśnienia w przewodzie głównym na membranę oraz na grzybek zaworu 5 działa z góry siła powodująca otwarcie zaworu 4 dla przepływu powietrza z przewodu głównego do zbiornika pomocniczego przez zwiększony opór pneumatyczny;
- po osiągnięciu w przewodzie głównym ciśnienia zbliżonego do normalnego siła membrany zasilacza zbiornika sterującego otwiera kanał przepływowy prowadzący do tego zbiornika.

W kadłubie rozdzielacza powietrza odmiany ESt 3, w przeciwieństwie do rozdzielacza odmiany ESt 4, wbudowane są zawory nastawiacza czasu zmiany ciśnienia w komorze roboczej siłownika, tj. czasu napełniania i opróżniania siłownika. Przyrząd ten, nazywany nastawiaczem czasu, umożliwia skracanie lub wydłużanie przebiegu napełniania i opróżniania siłownika.

Działanie nastawiacza czasu polega na skierowaniu strumienia sprężonego powietrza do kanałów przepływowych z dużym lub małym oporem pneumatycznym. Jeżeli będą to kanały z małymi oporami, to napełnianie i opróżnianie siłownika przebiega szybciej. W przypadku skierowania strumieni powietrza przez kanały z dużymi oporami, wymienione procesy będą zwolnione. Zmiana kanałów przepływowych odbywa się za pomocą odpowiednich zaworów i ręcznie przestawianych mechanizmów.

Zawór 9 wraz z towarzyszącym mu oporem służy do zmiany przepływu strumienia sprężonego powietrza ze zbiornika pomocniczego do siłownika, a zawór 10 — z siłownika do atmosfery. W kanale prowadzącym do siłownika znajduje się jeszcze trzeci zawór 11, uruchamiany pneumatycznie i przeznaczony do otrzymania ciśnienia wstępnego. Gdy w fazie II zawór wlotowy zostanie otwarty, powietrze do siłownika płynie początkowo przez zawór 11 oraz kanał z oporem 12. Po osiągnięciu wymaganej wartości wstępnego ciśnienia w siłowniku zawór 11 zamyka się, a powietrze nadal przepływa do siłownika przez kanał z oporem pneumatycznym.

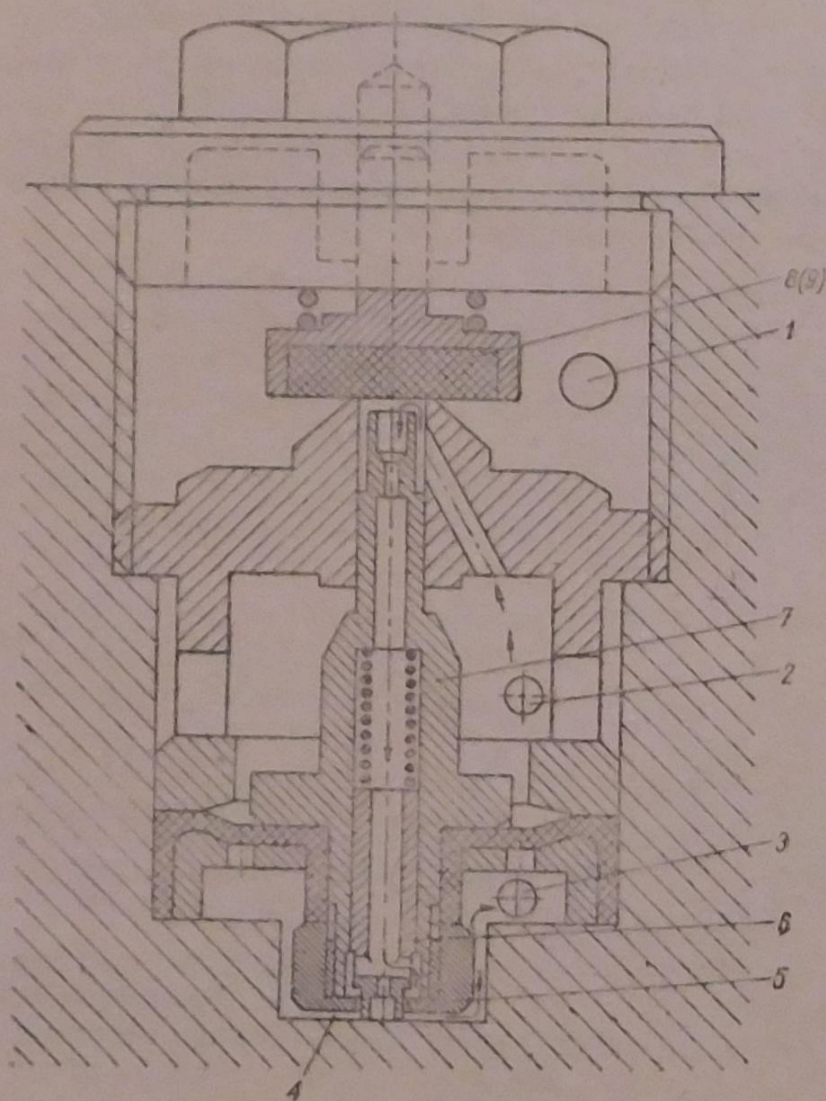


Rys. 11.18
Schemat konstrukcji fragmentu zasilacza zbiornika pomocniczego rozdzielacza Oerlikon odmiany ESt 3

Schemat konstrukcji fragmentu zasilacza zbiornika pomocniczego przedstawia rysunek 11.18. Jest to przykład, jak można od początkowej koncepcji połączeń zaworowych, a następnie struktury przyrządowej przejść do konstrukcji wyrażonej w przemyślanym zespoleniu elementów maszynowych.

Do komory pneumatycznej dolnej zamkniętej wiotką membraną prowadzi wejście z przewodu głównego 1. Między komorą a wyjściem kanału w kierunku zbiornika pomocniczego znajduje się zawór 4.

W kanale przepływowym gniazda zaworu jest posadowiony opór pneumatyczny 3. Zawór ma elastyczne zwierciadło wykonane z gumy twardej. W jego osi podłużnej przechodzi kanał z oporem pneumatycznym 5. Metalowa część grzybka zaworu stopniowo przechodzi w trzpień pasowany suwliwie w tulejowej prowadnicy, połączonej koncentrycznie z membraną komory. Zasilacz jest przedstawiony w chwili, gdy powietrze napływające z przewodu głównego o dość wysokim ciśnieniu napiera z jednej strony na membranę, a z drugiej — na grzybek zaworu i przewycięża działanie jego sprężyny.



Rys. 11.19
Schemat konstrukcji zasilacza zbiornika sterującego

Powstająca siła przemieszcza prowadnicę po trzonie i otwiera zawór 6. W wyniku kanał przepływowy z przewodu głównego do zbiornika pomocniczego 2 przez dodatkowy opór pneumatyczny 5 zostaje otwarty. Charakterystycznym szczegółem konstrukcyjnym zasilacza jest zastosowanie oryginalnie rozwiązanego zaworu 6 typu suwakowego.

Schemat konstrukcji zasilacza zbiornika sterującego przedstawia rysunek 11.19. Zawory 8 i 9 są w układzie teleskopowym, znanym z głównego przyrządu rozrządczego. Zawór 8 jest odosobnioną częścią zasilacza zbiornika pomocniczego. Charakterystycznym szczegółem konstrukcyjnym jest w tym przypadku zawór 4 ze sztywnymi powierzchniami przylgowymi gniazda i zwierciadła, utworzonymi przez krawędzie nakrętki 5, i zakończeniem elementu 6, suwliwie pasowanego w kanale prowadzącym trzona membranowego 7.

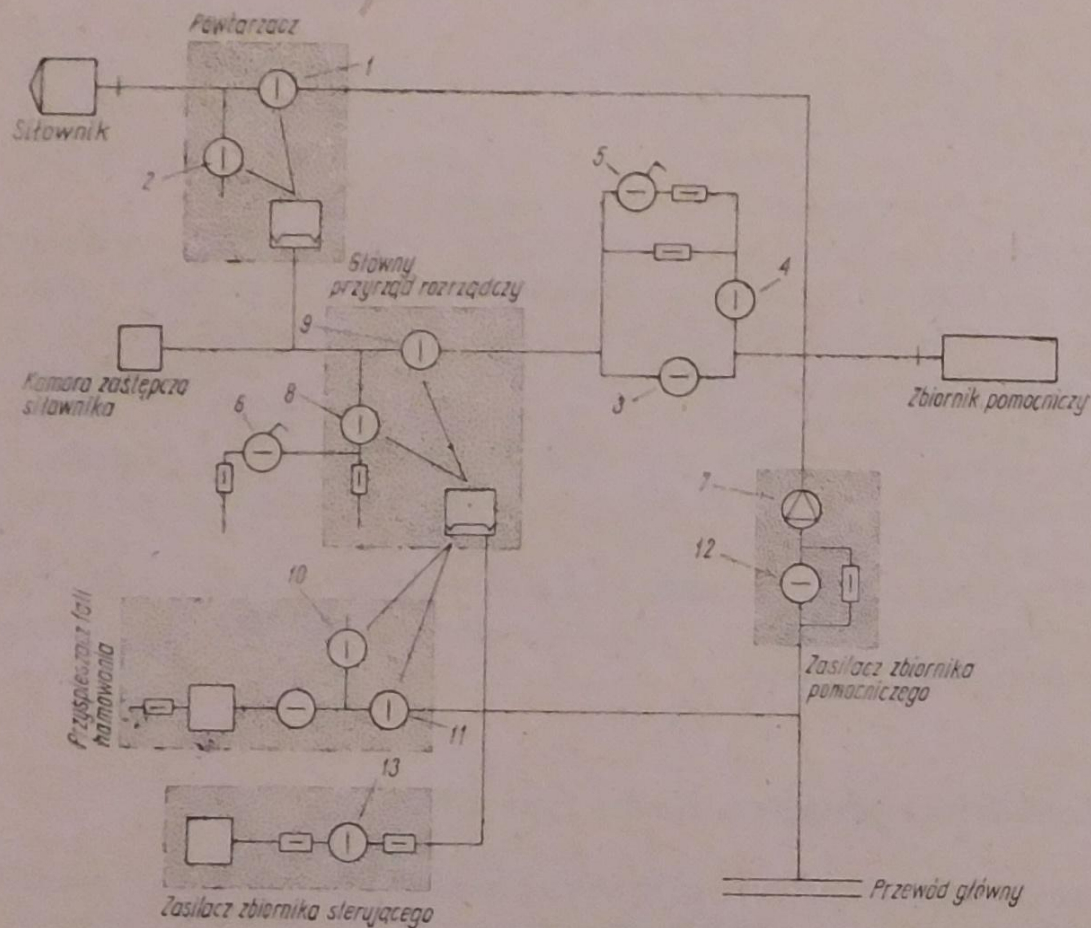
Na rysunku 11.19 oznaczono także wejście bezpośrednio z przewodu głównego 1, wejście przez zasilacz zbiornika pomocniczego 2 oraz wyjście do zbiornika sterującego 3.

3.5. Rozdzielacz powietrza Knorr typu KE

Hamulec pociągu zachowuje niezmienną postać tylko do chwili rozrządzenia składu. Później z układu hamulcowego poszczególnych wagonów tworzy się hamulec innego pociągu. Ta specyfika narzuca konieczność zapewnienia poprawnego współdziałania przypadkowo łączonych członów hamulca w każdym przypadku ponownego zestawienia pociągu, co zależy przede wszystkim od rozdzielaczy powietrza. Dlatego rozdzielacze powietrza hamulców pneumatycznych muszą spełniać wymagania ustalone przez europejskie zarządy kolejowe, a dotyczące poprawnego przebiegu procesu sterowania i powstawania siły hamowania.

Ustalenia te dotyczą przede wszystkim czułości rozdzielaczy powietrza, charakterystyki dynamicznej napełniania i opróżniania siłownika oraz szybkości fali hamowania. Natomiast konstrukcyjne rozwiązania, które zapewniają uzyskanie ustalonych wymagań technicznych, nie są ograniczone. Powstało więc wiele różnych konstrukcji rozdzielaczy, spełniających wspólne wymagania, ale niekiedy różniących się odrębnymi cechami uzupełniającymi.

Na rysunku 11.20 przedstawiono schemat połączeń zaworowych hamulcowego rozdzielacza powietrza wytwórni Knorr odmiany KE 1a. W rozdzielaczu występują znane już podstawowe przyrządy składowe: główny przyrząd rozrządczy, zasilacze zbiorników pomocniczego i sterującego oraz przyśpieszczacz fali hamowania. Wyróżniającym się elementem, w porównaniu z rozdzielaczem wytwórni Oerlikon, jest komora zastępcza, imitująca komorę roboczą siłownika, oraz powtarzacz czynności głównego przyrządu rozrządczego.

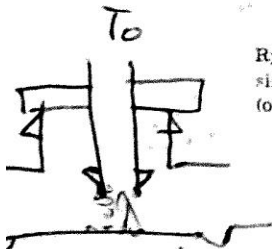
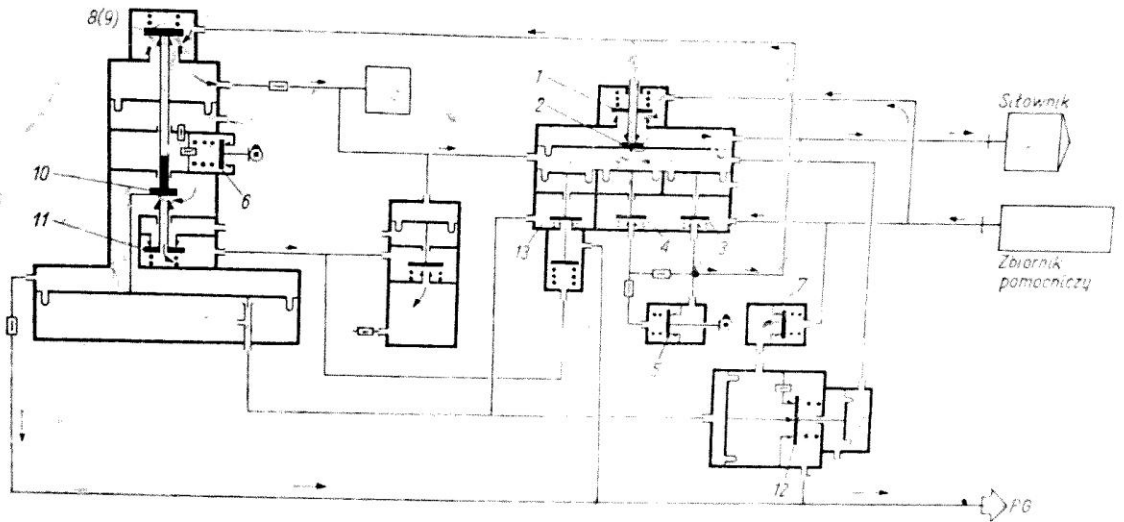


Rys. 11.20, Schemat połączeń zaworowych hamulcowego rozdzielacza powietrza wytwórni Knorr odmiany KE 1a w fazie I (gotowości roboczej)

1, 2 — zawory wlotowy oraz wylotowy siłownika, 3 — zawór wstępnego ciśnienia, 4 — zawór ograniczenia największego ciśnienia w siłowniku, 5, 6 — zawory nastawiacza czasu napełniania i opróżniania siłownika, 7 — zawór zwrotny, 8, 9 — zawory wylotowy oraz wlotowy komory zastępczej siłownika, 10, 11 — zawory przyśpieszacza fali hamowania, 12 — zawór zasilacza zbiornika pomocniczego, 13 — zawór zasilacza komory sterującej

Stosownie do sygnałów przekazywanych głównym przewodem do komory wstępnej, główny przyrząd rozrządczy steruje napełnianiem i opróżnianiem komory zastępczej zamiast rzeczywistej komory roboczej siłownika. Właściwy zawór wlotowy 1 i wylotowy 2 siłownika znajdują się w powtarzacz, który odtwarza działanie głównego przyrządu rozrządczego. Komora impulsowa powtarzacza jest połączona kanałem pneumatycznym z komorą zastępczą siłownika. Ciśnienie powietrza z komory zastępczej, przekazywane jako sygnał wejściowy do komory impulsowej powtarzacza, staje się też źródłem siły membranowej do sterowania zaworem wlotowym i wylotowym właściwego siłownika. Główny przyrząd rozrządczy steruje również ruchem zaworów przyśpieszacza fali hamowania.

Oprócz zaworu ciśnienia wstępnego 3, w rozdzielaczu zastosowano zawór 4, ograniczający samoczynnie wartość największego ciśnienia w komorze roboczej siłownika. Strumień sprężonego powietrza ze zbiornika pomocniczego może przepływać przez rozgałęziony kanał z zaworem 3 oraz



Rys. 11.21. Schemat struktury przyrządowej rozdzielacza powietrza odmiany KE 1a w fazie II (napędzania siłownika)
 (oznaczenia jak na rys. 11.20)

kanal z zaworem 4. Oba te zawory są uruchamiane osobnymi przyrządami membranowymi. Zawór 5 z oporem pneumatycznym należy do nastawiacza czasu w zakresie dotyczącym napełniania siłownika. Czas opróżniania siłownika nastawia zawór 6.

W fazie I (gotowości roboczej) rozdzielacza zawory wylotowe w głównym przyrządzie rozrządczym i powtarzaczku odpowietrzają komorę zastępczą oraz komorę roboczą siłownika. Zbiornik sterujący ma połączenie z przewodem głównym przez kanal z dwoma oporami pneumatycznymi. Zbiornik pomocniczy przez opór pneumatyczny lub zawór 12 i zawór zwrotny 7 może być połączony z przewodem głównym.

Schemat struktury przyrządowej rozdzielacza powietrza odmiany KE 1a w fazie II (napełniania siłownika) przedstawia rysunek 11 21.

Przebieg działania rozdzielacza podczas przejścia z fazy I do fazy II jest w przybliżeniu następujący:

- główny przyrząd rozrządczy zamyka zawór wylotowy 8 i otwiera zawór wlotowy 9 ze zbiornika pomocniczego do komory zastępczej;
- główny przyrząd rozrządczy jednocześnie zamyka zawór 11 i otwiera zawór 10 przyspieszacza fali hamowania, przy czym część powietrza z komory wstępnej wpływa do komory upustowej;
- strumień sprężonego powietrza ze zbiornika pomocniczego początkowo przez zawór wstępnego ciśnienia 3, zawór ograniczenia największego ciśnienia 4 i dalej — zależnie od ustawienia zaworu nastawiacza czasu 5 — wpływa do komory zastępczej;
- w komorze impulsowej powtarzacza następuje wzrost ciśnienia w taki sam sposób, jak w komorze zastępczej, powodujący zamknięcie zaworu wylotowego 2 i otwarcie zaworu wlotowego 1 siłownika;
- sprężone powietrze napływa do komory membranowej zasilacza zbiornika pomocniczego i blokuje zawór 12.

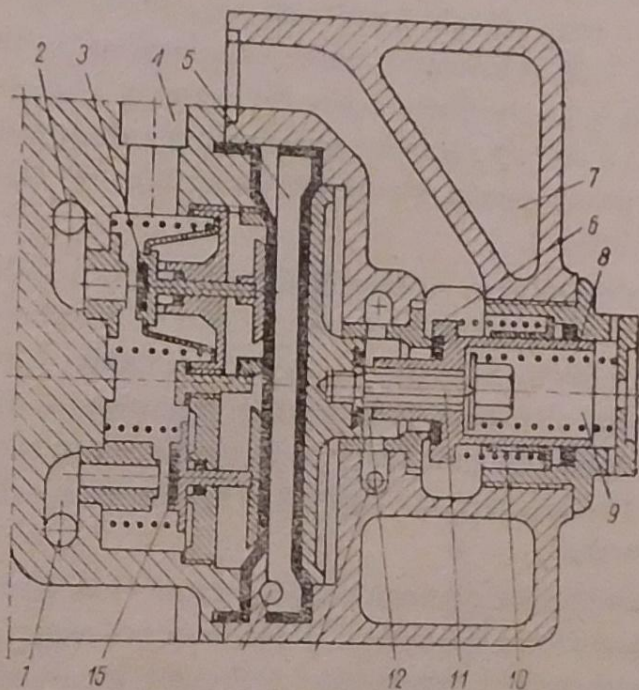
W fazie III (opróżniania siłownika) rozdzielacza powietrza sytuacja ulega zmianie w sposób następujący:

- główny przyrząd rozrządczy otwiera zawór wylotowy z komory zastępczej, wskutek czego spada ciśnienie w połączonych z nią komorze impulsowej powtarzacza, zasilacza zbiornika pomocniczego i przyspieszacza fali hamowania;
- zawór wlotowy 1 siłownika zostaje zamknięty, a zawór wylotowy 2 otwarty, przez który powietrze z komory roboczej siłownika wpływa na zewnątrz;
- zawór 12 zasilacza zbiornika pomocniczego otwiera kanal przepływowy z przewodu głównego rozpoczynając uzupełnianie ubytku sprężonego powietrza w zbiorniku;
- zmniejszenie parcia sprężonego powietrza na membranę w zasilaczu zbiornika sterującego zwalnia sprężynę zaworu 13, który otwiera kanal prowadzący do komory sterującej.

Rysunek 11.22 przedstawia schemat konstrukcji rozdzielacza po-

wietrza odmiany KE 1a w przekroju przez powtarzacz oraz zawór wstęp-
nego ciśnienia i zawór ograniczenia największego ciśnienia w komorze ro-
boczej siłownika. Komorę impulsową 5 powtarzacza ograniczają dwie ścia-
niny membranowe. Zmiana siły od prawej membrany jest czynnikiem uru-
chamiającym zawory wlotowy 6 i wylotowy 12 siłownika. Układ tych za-
worów ma ciekawe rozwiązanie konstrukcyjne. Zwierciadło zaworu wy-
lotowego jest związane z membraną, której ruch stabilizuje w przestrzeni
trzon prowadzący 11 współpracujący z trzpieniem 8. Trzpień ten z kolei-
na swobodę ruchu poosiowego w prowadnicy 10. Lewa krawędź trzpie-
nia, o kształcie kołowym, spełnia rolę gniazda zaworu wylotowego 12.

W poszerzonej części trzpienia 8 jest osadzone pierścieniowate
zwierciadło zaworu wlotowego 6, współpracujące z gniazdem posadowio-
nym w kadłubie. Wewnętrzny kanał trzpienia 8 prowadzi z komory siłow-
nika do atmosfery przez przestrzeń 9.



Rys. 11.22
Schemat konstrukcji rozdzielacza
powietrza odmiany KE 1a w prze-
kroju przez powtarzacz, zawór
wstępnego ciśnienia i zawór ogra-
niczenia największego ciśnienia

Siła membrany zamykającej komorę impulsową powtarzacza z le-
wej strony została wykorzystana do sterowania ruchem zaworu 15 ciś-
nienia wstępnego i zaworu 3 ciśnienia największego w komorze robo-
czej siłownika. Powierzchnia krążków usztywniających oraz charakterystyka
sprężyn obu zaworów są zróżnicowane i tak dobrane, że zawór wstępno-
go ciśnienia zamyka kanał 1 prowadzący ze zbiornika pomocniczego przez
główny przyrząd rozrządczy do komory zastępczej 7 przy stosunkowo
małej wartości ciśnienia powietrza w komorze impulsowej, a zawór ciś-
nienia największego zostaje zamknięty w chwili osiągnięcia granicznej
wartości dopuszczalnej, przerywając połączenie kanału 4 prowadzącego ze
zbiornika pomocniczego do kanału 2.

Przyśpieszacz fali hamowania składa się z dwóch komór oddzielonych od siebie oporem pneumatycznym, zaworu upustowego i zaworu opróżniania komór. Zawory przyśpieszacza uruchamia główny przyrząd rozrządczy. W fazie I (gotowości roboczej) rozdzielacza zawór wlotowy siłownika 1, zawór blokady 2 i zawór upustowy 5 przyśpieszacza są zamknięte, zawory wylotowy siłownika 4, zasilania zbiornika pomocniczego 3 i opróżnienia komór przyśpieszacza 6 są otwarte. Zmieniony stan położenia zaworów rozdzielacza w fazie II (napelniania siłownika) i w fazie III (opróżniania siłownika) przedstawia struktura przyrządowa rozdzielacza powietrza na rysunku 11.26.

W fazie II główny przyrząd rozrządczy zapewnia następujące przepływy strumieni sprężonego powietrza:

- z komory wstępnej głównego przyrządu rozrządczego do komór przyśpieszacza fali hamowania przez zawór 5;
- ze zbiornika pomocniczego do komory roboczej siłownika przez zawór blokady ciśnienia 2, zawór wlotowy 1 i na krótko przez zawór wstępnego ciśnienia 7, a po jego zamknięciu — przez opór pneumatyczny 8.

Faza III (opróżniania siłownika) rozpoczyna się po przekazaniu do rozdzielacza sygnału wzrastającego ciśnienia. Wówczas położenie zaworów w rozdzielaczu zmienia się w sposób pokazany na rysunku 11.26b. Sprężone w komorze roboczej siłownika powietrze może swobodnie wypływać przez zawór 4 do atmosfery, a z komór przyśpieszacza fali — przez zawór 6. Zbiornik pomocniczy uzyskuje połączenie z przewodem głównym przez zawór zasilacza 3. Po obniżeniu ciśnienia w komorze połączonej z siłownikiem siła sprężyny otwiera zawór wstępnego ciśnienia 7