

<b>19.Łączniki wysokiego napięcia</b>	<a href="#"><u>273</u></a>
1. Łączniki izolacyjne	<a href="#"><u>273</u></a>
2. Rozłączniki	<a href="#"><u>276</u></a>
3. Wyłączniki wysokiego napięcia	<a href="#"><u>278</u></a>
1.Wiadomości ogólne	<a href="#"><u>278</u></a>
2.Wyłączniki małoolejowe	<a href="#"><u>281</u></a>
3.Wyłączniki powietrzne (pneumatyczne)	<a href="#"><u>285</u></a>
4.Bezpieczniki wysokiego napięcia	<a href="#"><u>287</u></a>
5.Eksploatacja wyłączników wysokiego napięcia	<a href="#"><u>288</u></a>
<i>Pytania kontrolne</i>	<a href="#"><u>289</u></a>



# 19. Łączniki wysokiego napięcia

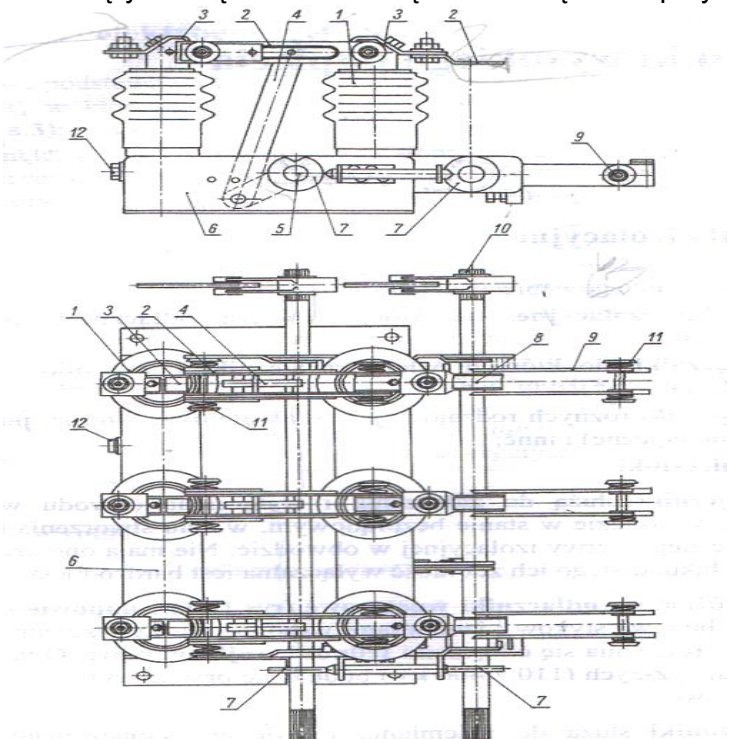
## 19.1. Łączniki izolacyjne

Łączniki wysokiego napięcia dzieli się na:

- **łączniki izolacyjne**, do których należą **odłączniki**, **uziwniki**, **zwierniki**;
- **rozłączniki**, do których należą **rozłączniki** i **styczniki wysokiego napięcia**;
- **wyłączniki** różnych rodzajów, jak: **małoolejowe**, **wodne**, **powietrzne** (pneumatyczne) i inne;
- **bezpieczniki**.

**Odłączniki** służą do załączania i wyłączania obwodu wysokiego napięcia, w zasadzie w stanie bezprądowym, w celu stworzenia bezpiecznej widocznej przerwy izolacyjnej w obwodzie. Nie mają one urządzeń do gaszenia łuku, dlatego ich zdolność wyłączalna jest bardzo mała. Rozróżnia się **odłączniki wewnętrzne** (rys.19.1) i **napowietrzne**, różniące się budową styków i izolatorami wsporczymi. Ze względu na liczbę biegunów rozróżnia się odłączniki **jedno- i trójbiegunowe**. Odłączniki do napięć najwyższych (110- 400 kV) buduje się prawie wyłącznie jako jednobiegunowe.

**Uziwniki** służą do uziemienia i zwierania odłączonego obwodu wysokiego napięcia, w celu stworzenia warunków bezpiecznej pracy przy urządzeniach zainstalowanych w tym obwodzie. Uziwniki są budowane jako łączniki samodzielne lub są łączone w jedną konstrukcję z odłącznikami (rys. 19.1). Stosuje się wtedy blokadę mechaniczną która uniemożliwia załączenie uziwnika przy zamkniętym odłączniku lub załączenie odłącznika przy zamkniętym uziwniku.



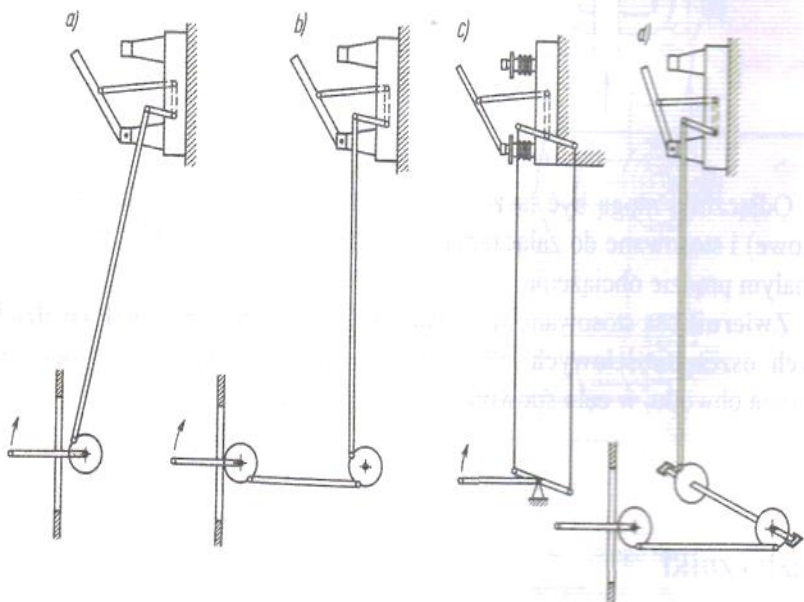
**Rys. 19.1.** Odłącznik wewnętrzny OWIII trójbiegunowy 6-10 kV z nożami uziwiającym dolnymi  
1—izolatory wsporcze porcelanowe, 2 — styk ruchomy odłącznika w postaci noża złożonego z dwóch płaskowników, 3 — styk nieruchomy odłącznika, 4 — ciągnio izolacyjne napędowe, 5 — wałek napędowy odłącznika, 6 — podstawa z blachy, 7 — krzywki do blokady mechanicznej noży odłącznika i noży uziwiających, 8 — styk stały noża uziwiającego, 9 — nóż uziwiający, 10 — wałek napędów noży uziwiających, 11 — sprężyny dociskowe

### Dane znamionowe odłączników to:

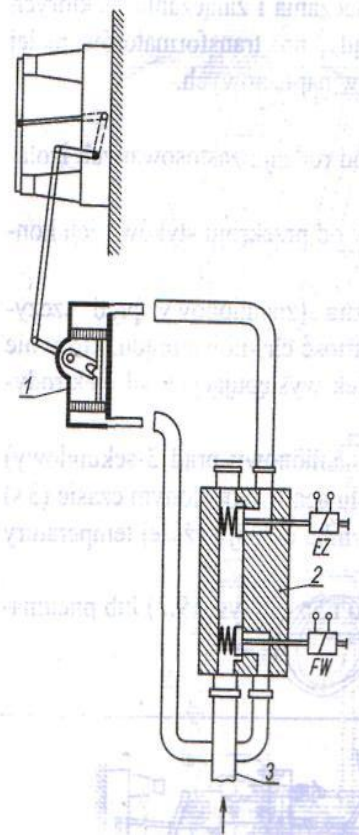
- **Napięcie znamionowe**  $U_N$  — zależne od rodzaju zastosowanych izolatorów wsporczych.
- **Prąd znamionowy ciągły**  $I_N$  — zależny od przekroju styków i ich konstrukcji.
- **Wytrzymałość zwarcia dynamiczna** (znamionowy prąd szczytowy) — określona jako największa wartość chwilowa prądu, który nie wywoła uszkodzenia odłącznika wskutek występujących sił elektrodynamicznych.
- **Wytrzymałość zwarcia cieplna** (znamionowy prąd 3-sekundowy) — określona jako wartość prądu wywołująca w określonym czasie (3 s) nagrzanie części przewodzących odłącznika do najwyższej temperatury

Odłączniki mogą być łączone z bezpiecznikami (odłączniki bezpiecznikowe) i stosowane do załączania i zabezpieczenia od odbiorników o małym prądzie obciążenia.

**Zworniki** są stosowane w sieciach 110 kV w tzw. **układach rozdzielczych oszczędnościowych**. Służą do szybkiego uziemienia obwodu lub zwarcia obwodu, w celu spowodowania wyłączenia.



Rys. 19.2. Schematy poglądowe napędów ręcznych odłączników: a) napęd dźwigniowy; b) napęd dźwigniowy łamany w dwóch płaszczyznach; c) napęd ciągnowy; d) napęd dźwigniowy łamany w trzech płaszczyznach



Rys. 19.3. Schemat poglądowy napędu powietrznego odłącznika  
1 — siłownik powietrzny (cylinder z tłokiem podwójnym),  
2 — blok elektrozaworów,  
3 — doptyw sprężonego powietrza,  
EZ — elektromagnes zaworu załączającego,  
EW — elektromagnes zaworu wyłączającego

## 19.2. Rozłączniki

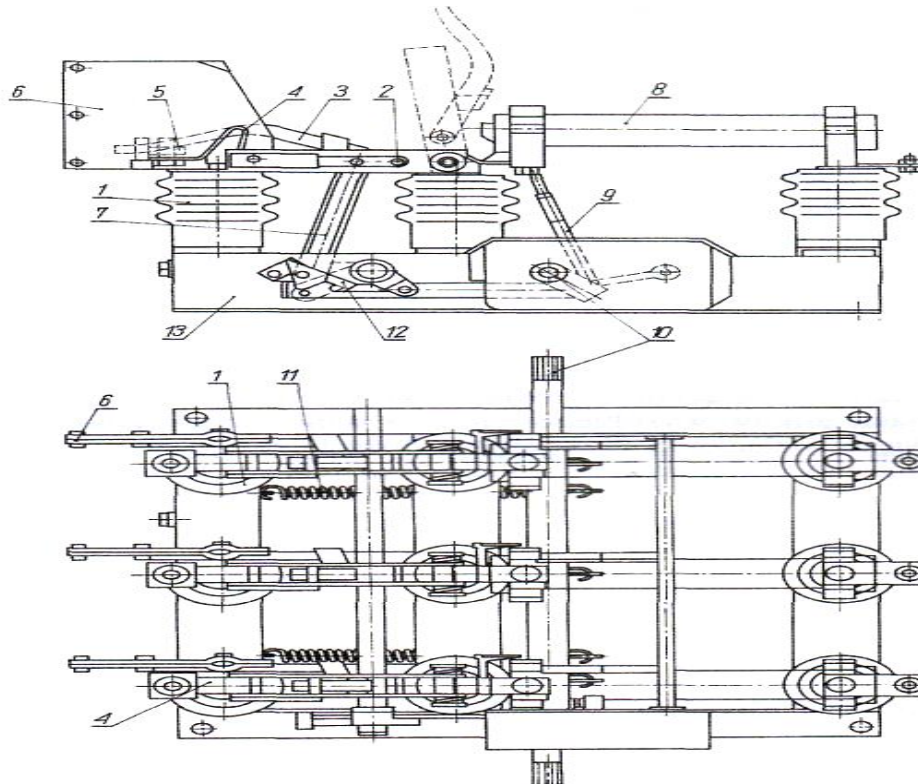
Rozłączniki (dawna nazwa: odłączniki mocy) mogą przerywać obwód przy przepływie prądu o wartości zbliżonej do ich prądu znamionowego, pozostawiając po otwarciu widoczną, bezpieczną przerwę izolacyjną. W małych stacjach rozdzielczych zastępują wyłączniki, są bowiem od nich znacznie tańsze. W Polsce rozłączniki stosuje się najczęściej w układach rozdzielczych 6 do 20 kV.

Rozłączniki mogą być połączone z bezpiecznikami wysokiego napięcia. Bezpieczniki przerywają obwód przy przepływie prądów przekraczających zdolność wyłączenia rozłącznika.

Konstrukcję rozłącznika ORB-10, współpracującego z bezpiecznikami wysokiego napięcia o prądzie znamionowym wkładek topikowych 3 do 75 A, przedstawiono na rys. 19.4. Prąd znamionowy rozłącznika jest tu równy prądowi znamionowemu zastosowanych wkładek topikowych. Stopnienie wkładki topikowej powoduje samoczynne wyłączenie rozłącznika, wskutek wyzwolenia napiętych sprężyn przez wskaźnik zadziałania bezpiecznika. Gaszenie łuku odbywa się za pomocą komory gaszącej szczelinowej i styku ruchomego o ruchu migowym.

Istnieje dużo innych konstrukcji rozłączników, w których łuk jest gaszony w oleju (rozłączniki małoolejowe) lub za pomocą powietrza sprężanego w samym rozłączniku (rozłączniki autopneumatyczne). Specjalną odmianą rozłączników wysokiego napięcia stanowią **styczniki wysokiego napięcia**. Są to rozłączniki wykonujące dużą liczbę łączy. Stosowane są do sterowania pracą silników wysokiego napięcia w układach napędowych nawrotnych i innych. W Polsce produkuje się styczniki z elektromagnetycznym wydmuchem i gaszeniem łuku w komorze szczelinowej (typu H); rozpoczęto również produkcję styczników próżniowych.

Rozłączniki mają napęd ręczny lub pneumatyczny; styczniki zaś — elektromagnesowy.



Rys. 19.4. Rozłącznik wnętrzowy ORB-10 z bezpiecznikami wysokiego napięcia  
1 — izolator wsporczy, 2 — styk ruchomy roboczy (nóż z 2 płaskowników),  
3 — styk ruchomy opalny, 4 — styk nieruchomy roboczy,  
5 — styk nieruchomy opalny, 6 — komora łukowa,  
7 — cięgno izolacyjne napędowe, 8 — wkładka topikowa wysokieg\* napięcia,  
9 — cięgno izolacyjne wyzwalające zamek po zadziałaniu wkładki bezpiecznikowej,  
10 — wałek napędowy, 11 — sprężyna, 12 — zamek,  
13 — podstawa



## 19 .3

### Wyłączniki wysokiego napięcia

#### 19.3.1 Wiadomości ogólne

Wyłączniki wysokiego napięcia są przystosowane do załączania i wyłączania obwodów wysokiego napięcia w każdych warunkach — w czasie normalnej pracy i podczas zwarcia. W wyłącznikach wysokiego napięcia bardzo ważną rolę odgrywają urządzenia do gaszenia łuku elektrycznego. Ze względu na sposób gaszenia łuku i rodzaj ośrodka, w którym łuk jest gaszony, najczęściej stosowane wyłączniki można podzielić na:

- małoolejowe,
- powietrzne (pneumatyczne),
- wodne (ekspansyjne).

Wyłączniki olejowe (pełnoolejowe), współcześnie nie produkowane, są wycofywane z eksploatacji.

Istnieją również inne typy wyłączników wysokiego napięcia, jak: elektromagnetyczne, samogazujące, próżniowe, z sześćfluorkiem siarki ( $\text{SF}_6$ ).

**Wyłączniki wysokiego napięcia** mogą być **wnętrzowe** — dla napięć do 140 kV włącznie oraz **napowietrzne** — dla napięć powyżej 30 kV.

**Napęd styków ruchomych** wyłączników może **być**:

- ręczny bezpośredni (zanikający), przy którym ruch ręki jest przenoszony bezpośrednio na styki;
- ręczny pośredni, przy którym ręką napina się sprężynę, która z kolei może wywołać ruch styków;
- powietrzny,
- silnikowy,
- elektromagnesowy.



Na tabliczce znamionowej **wyłącznika** podaje się jego **dane znamionowe**:

$U_{Ni}$  — **napięcia znamionowe izolacji** wyłącznika;

$U_N$  — **napięcie znamionowe** wyłącznika, tj. napięcie, na które zostały zbudowane urządzenia gaszące łuk w wyłączniku;

$I_N$  — **prąd znamionowy ciągły** — zależny od rodzaju i przekroju styków stałych i ruchomych oraz innych części przewodzących wyłączników;

$I_{ws}$  — **prąd wyłączalny**, tj. największy prąd, jaki wyłącznik może -wyłączyć;

$Swg$  — **moc wyłączalna**, tj. iloczyn wartości prądu wyłączalnego, napięcia znamionowego i pierwiastka z 3;

$I_{zał}$  — **Prąd załączalny**, tj. największy prąd w obwodzie w chwili załączania wyłącznika;

$I_{zn}$  - wytrzymałość zwarciowa cieplna wyłącznika  $n$ -sekundowa (prąd znamionowy  $n$ - sekundowy), tj. największy prąd, jaki może płynąć w ciągu  $n$  sekund przez wyłącznik, aby nie uległ on uszkodzeniu wskutek przekroczenia temperatury dopuszczalnej.



## 19.3.2

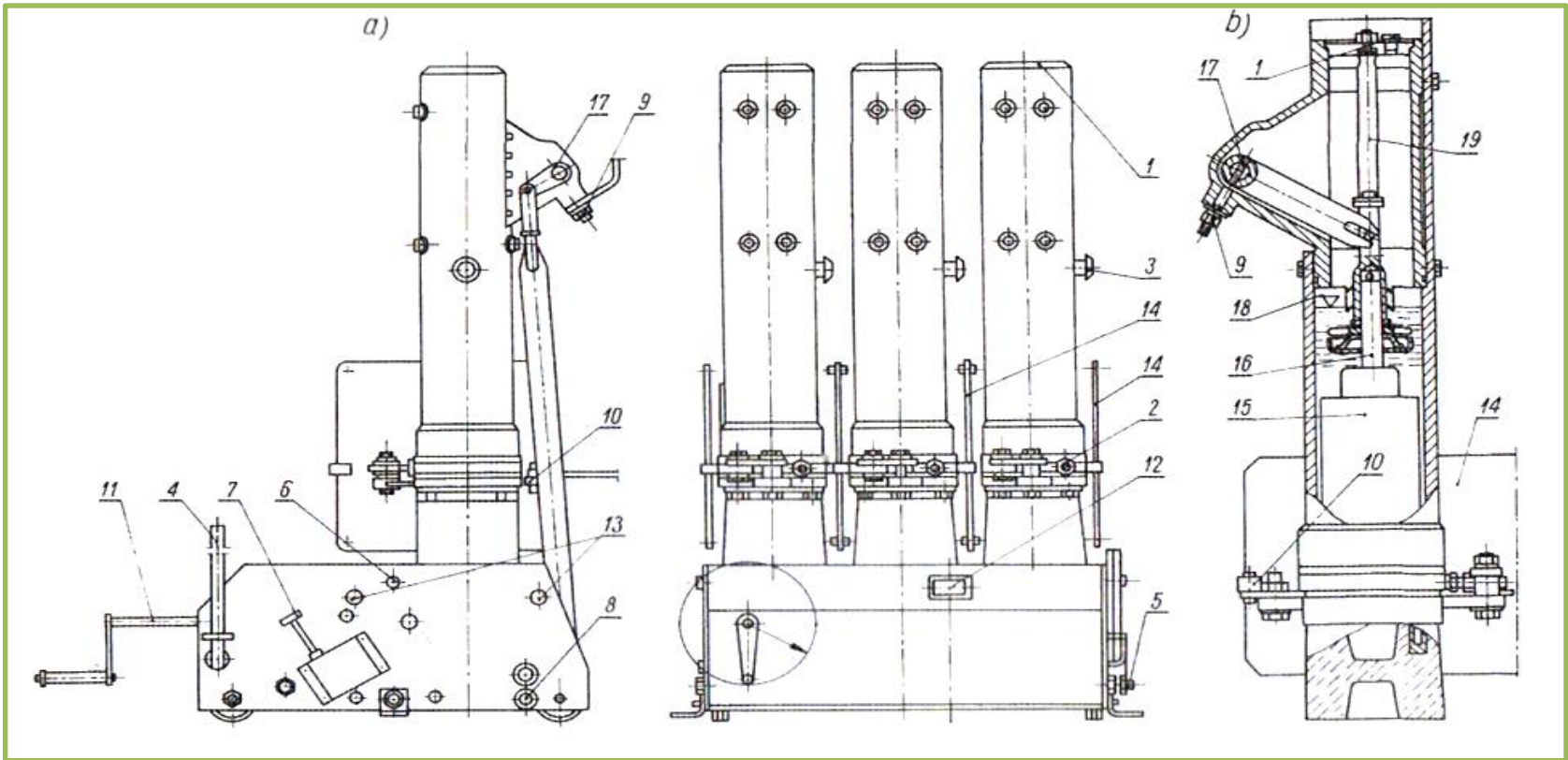
### Wyłączniki małoolejowe

W wyłącznikach małoolejowych **olej** pełni funkcję **gasiwa i izoluje styki** od siebie przy otwartym wyłączniku. Nie pełni natomiast funkcji izolacji doziemnej. Między stykami a uziemionymi częściami w wyłączniku małoolejowym znajduje się izolacja stała. Ilość oleju w wyłącznikach małoolejowych jest niewielka i wynosi od kilku do kilkunastu kilogramów w wyłącznikach 6 do 10 kV i kilkaset kilogramów w wyłącznikach 110 kV.

Łuk w wyłączniku małoolejowym jest gaszony w komorze gaszeniowej, wypełnionej olejem. Zadaniem komory jest ułatwienie gaszenia łuku przez zatrzymanie oleju w pobliżu łuku, skierowanie gazów wydzielonych z oleju w pobliżu łuku oraz utrzymanie wysokiego ciśnienia gazów w otoczeniu łuku.



Budowę wyłącznika małoolejowego pokazano na przykładzie wyłącznika produkcji polskiej typu WMSWR (rys. 19.5).



**Rys. 19.5.** Wyłącznik małoolejowy WMSWR10/6/3,5: a) widok wyłącznika; b) przekrój jednego bieguna

1 — wlew oleju, 2 — spust oleju, 3 — wskaźnik poziomu oleju, 4 — przyłącze do obwodów pomocniczych, 5 — styk, 6 — otwór, 7 — wyprowadzenie rurki polietylenowej od przycisku wytaczającego, 8 — zacisk uziemiający, 9 — zacisk górny, 10 — zacisk dolny, 11 — korba do napędu, 12 — wskaźnik położenia styków; 13 — otwory do zakładania haków przy podnoszeniu wyłącznika, 14 — przegrody izolacyjne, 15 — komora gaszeniowa (patrz rys. 19.6), 16 ruchomy, 17 — wał napędowy, 18 — poziom oleju, 19 — prowadnica styku ruchomego



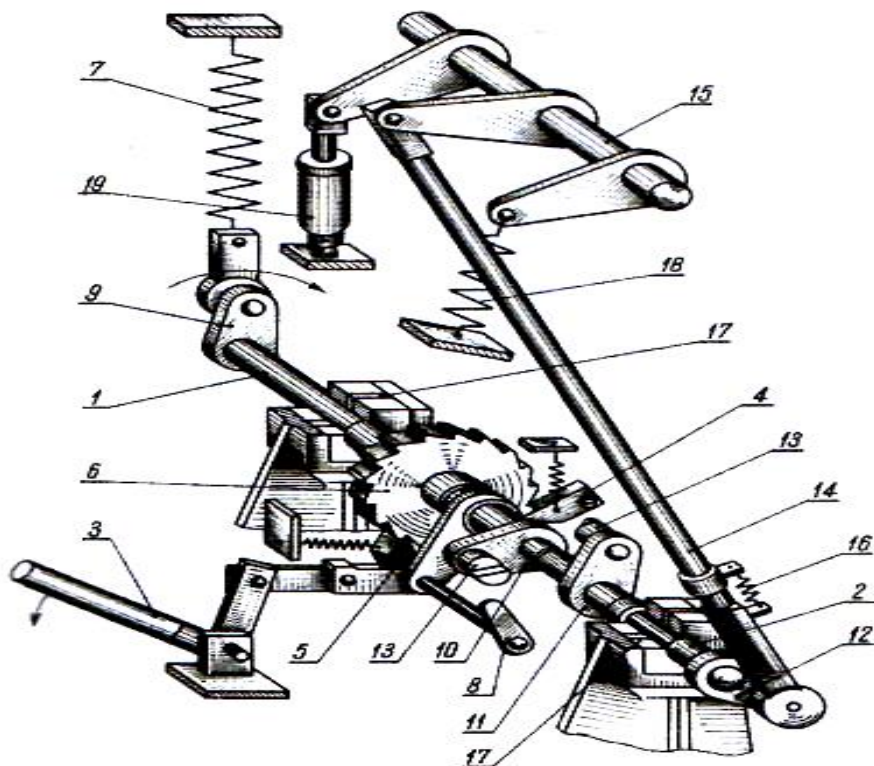




**Napęd ręczny pośredni** polega na ręcznym napinaniu sprężyny, która wykonuje następnie pracę załączania i wyłączania wyłącznika. Przykład rozwiązania napędu ręcznego pośredniego z zasobnikiem sprężynowym wyłącznika WMSWZ pokazano na rys. 19.7. Jest to napęd skokowy bezsprzęgłowy. W układzie napędu znajdują się sprężyny zamykające 7, w których jest zmagazynowana energia dostarczana przez „pompowanie” dźwignią ręczną 3. Z wałem napędowym 75 jest sprzęgnięty zamek (nie pokazany na rysunku), powodujący wyzwolenie sprężyn załączających przy załączaniu wyłącznika i sprężyn otwierających przy otwieraniu

**W napędzie silnikowym bezpośrednim** silnik jest sprzęgnięty bezpośrednio z wałem napędowym wyłącznika. Siłnik powoduje przy załączaniu naciągnięcie sprężyn otwierających wyłącznik- Wyłączanie odbywa się już bez udziału silnika.

**Napęd silnikowy pośredni** polega na tym że silnik uzbraja sprężyny zamykające, w których jest magazynowana energia do załączenia i wyłączenia wyłącznika. W napędach wyłączników stosuje się silniki szeregowo prądu stałego, zasilane poprzez prostownik z sieci prądu przemiennego lub z baterii akumulatorów.



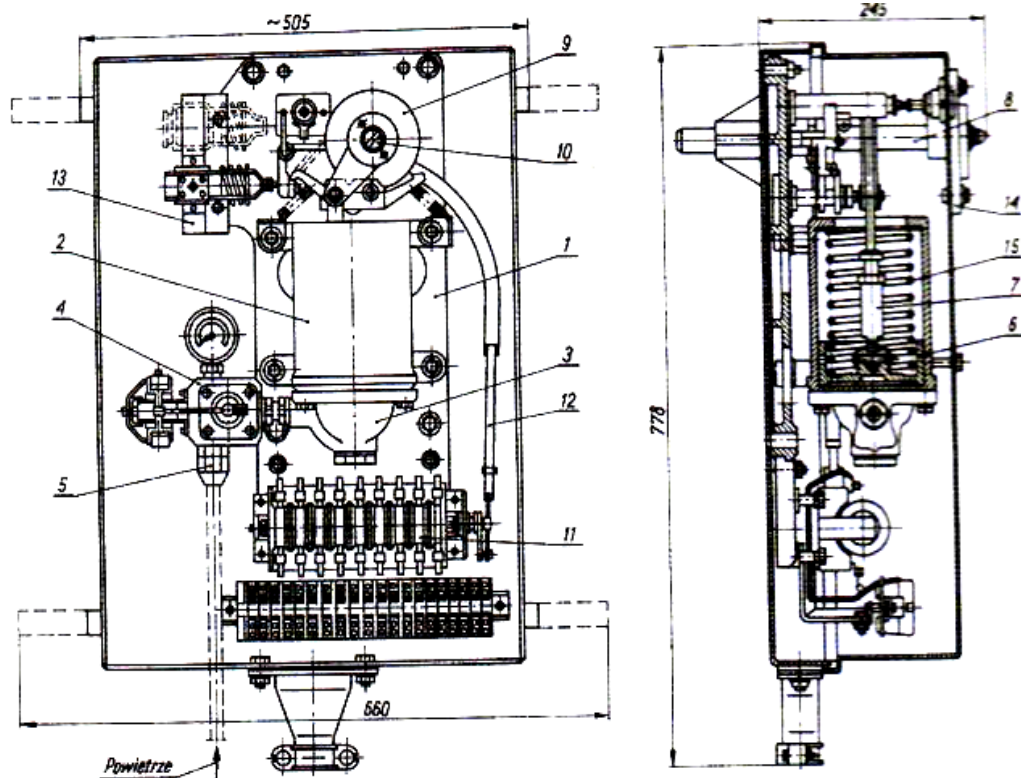
Rys. 19.7. Napęd ręczny pośredni z zasobnikiem sprężynowym wyłącznika WMSWZ

- 1—wał I, 2 — wał II, 3 — dźwignia ręczna,  
4 — zapadka I, 5 — zapadka II.  
6 — kółko zapadkowe, 7 — sprężyny zamykające, 8 — dźwigniablokująca,  
9 — dźwignia I, 10 — dźwignia II.  
11 — dźwignia III, 12 — dźwignia IV.  
13 — sworzeń ścięty, 14 — dwudzielny popychacz, 15 — wał napędowy.  
16 — sprężyna, 17 — przekładka filcowa,  
18 — sprężyna otwierająca,  
19 — amortyzator

**Napęd pneumatyczny** odznacza się prostą budową i pewnym działaniem. Jest często stosowany w wyłącznikach różnych typów. Elementem głównym napędu pneumatycznego jest siłownik pneumatyczny — cylinder z tłokiem.

Przykładowy napęd pneumatyczny przedstawiono na rys. 19.8. W czasie zamykania wyłącznika sprężone powietrze z instalacji przedostaje się do cylindra przez zawór sterujący 4 i zawór membranowy umieszczony w pokrywie 3 cylindra. Tłok 6 porusza się do góry i obraca wał wyłącznika 10. Jednocześnie zostają napinane sprężyny otwierające wyłącznik. Po zamknięciu wyłącznika ustaje dopływ sprężonego powietrza. Tłok cofa się w dół pod wpływem sprężyny 15.

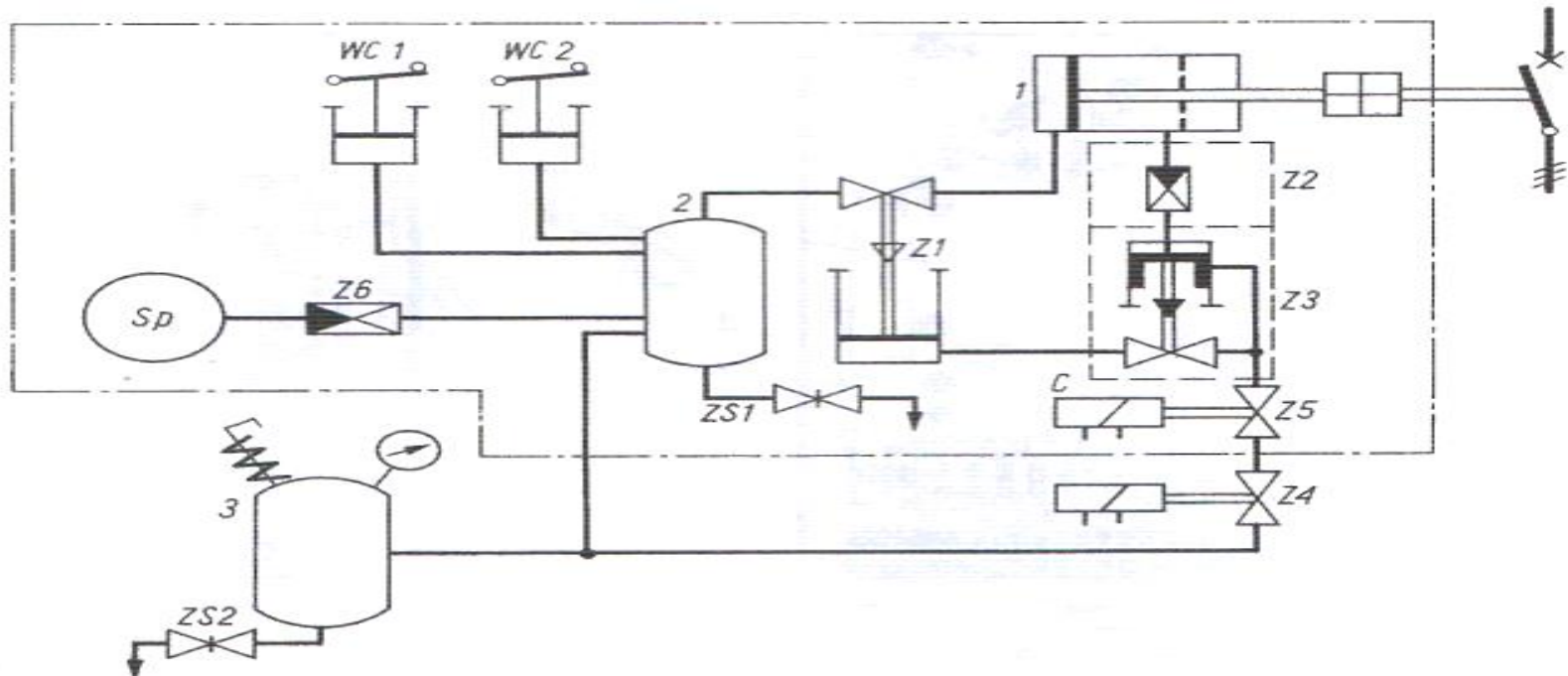
Wyłącznik jest utrzymywany w położeniu „załączony” przez zamek z wolnym sprzęgłem 9. Otwarcie wyłącznika może nastąpić po odblokowaniu zamka. Siłę potrzebną do otwarcia dostarczają sprężyny otwierające. Otwarcie może nastąpić niezależnie od położenia tłoka w cylindrze.



Rys. 19.8. Napęd pneumatyczny NP-7  
1 — płyta 2 — cylinder,  
3 — pokrywa, 4 — zawór sterujący, 5 — nakrętka,  
6 — tłok, 7 — tłoczysko,  
8 — zabieracz,  
9 — sprzęgło, 10 — wał,  
11 — przełącznik sygnałowy, 12 — dźwignia,  
13 — wyzwalacze pomocnicze, 14 — wskaźnik zadziałania, 15 — sprężyna



Ciekawe rozwiązanie stanowi zasobnikowy napęd pneumatyczny NZP (rys 19.9). Sprężone powietrze jest w tym przypadku dostarczane przez sprężarkę miniaturową, stanowiącą część składową napędu i gromadzone w zbiorniku. Sprężarka jest napędzana silnikiem elektrycznym. Cylinder z tłokiem jest zasilany sprężonym powietrzem ze zbiornika wyrównawczego. Pracą sprężarki steruje wyłącznik ciśnieniowy, zapewniający regulację ciśnienia na stałym poziomie. Napęd **taki** jest stosowany do wyłączników WMSW.



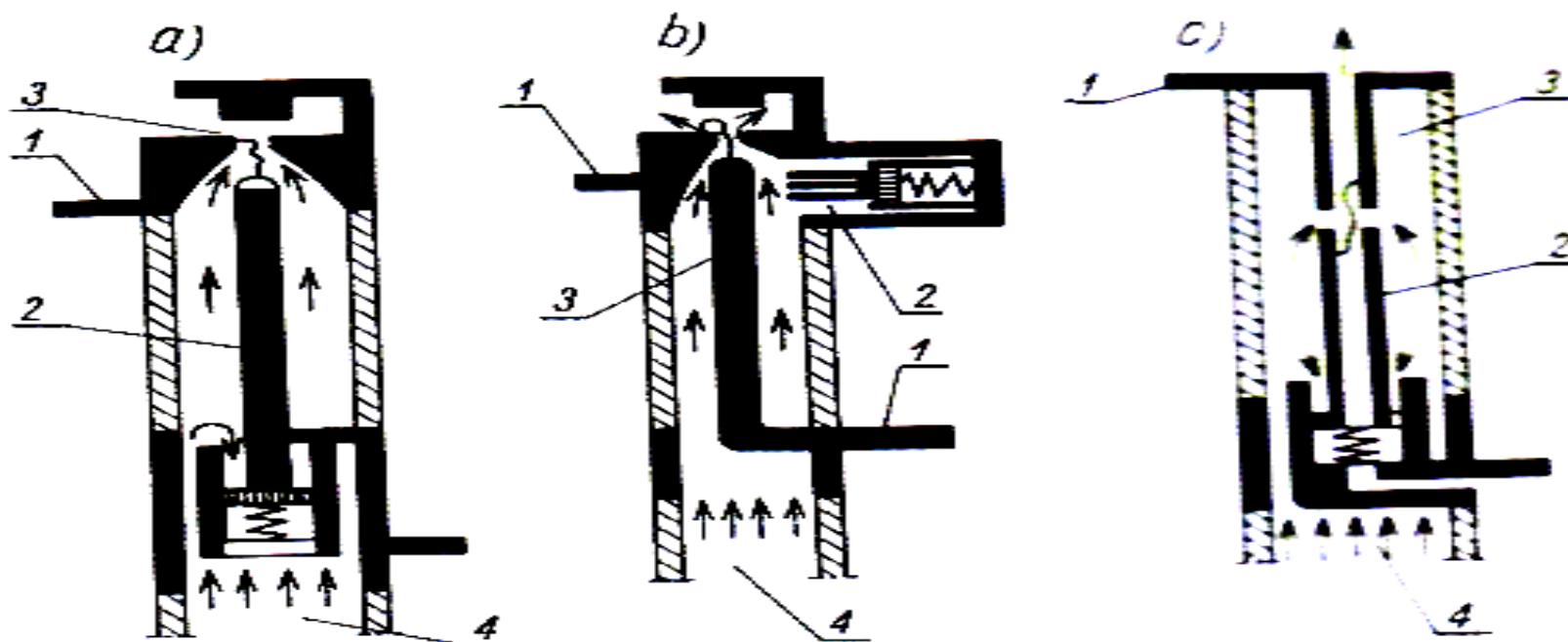
Rys. 19.9. Schemat układu pneumatycznego napędu pneumatycznego zasobnikowego NZP 1 — cylinder roboczy; 2 — zbiornik wyrównawczy; 3 — zbiornik dostawczy; Sp — sprężarka miniaturowa; Z1 — zawór główny; Z2, Z6 — zawory zwrotne; Z3 — zawór odcinający; Z4 — elektrozawór; Z5 — zawór blokujący; C — wyzwalacz zanikowy; ZS1, ZS2 — zawory spustowe; WC1, WC2 — wyłączniki ciśnieniowe

## Wyłączniki powietrzne (pneumatyczne)

W wyłącznikach powietrznych gaszenie łuku **odbywa się** w komorach gaszeniowych za pomocą strumienia sprężonego **powietrza**. Zależnie od kierunku strumienia powietrza względem łuku **powietrzne z podmuchem**:

- **podłużnostrumieniowym** (rys .19.10a);
- **poprzecznostrumieniowym** (rys. 19.10b);
- **promieniowostrumieniowym** (rys. 19.10c)

Ciśnienie sprężonego powietrza, zasilającego wyłączniki powietrzne, wynosi 700 do 4000 kPa, zależnie od napięcia znamionowego wyłącznika.

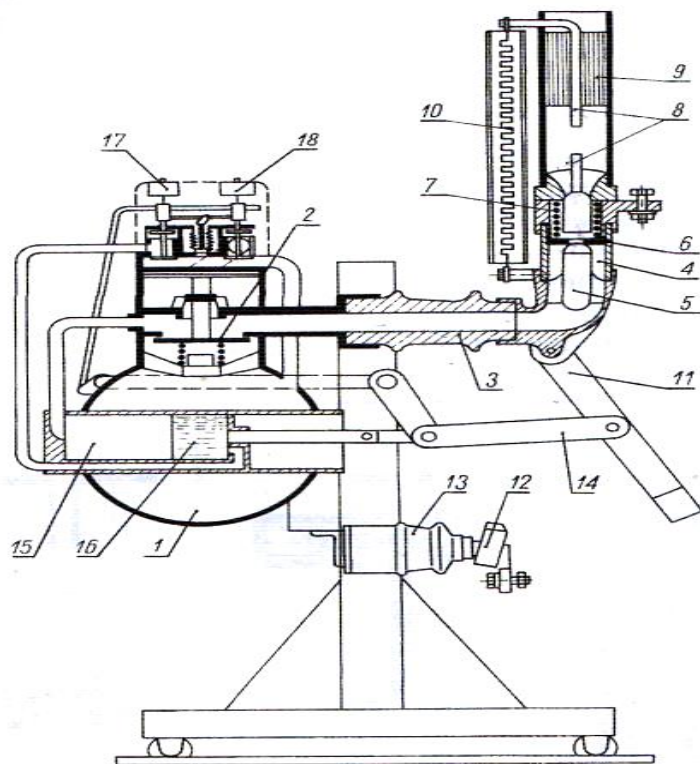


Rys. 19.10. Schematy wyłączników powietrznych z podmuchem:

- a) podłużnostrumieniowym;
- b) poprzecznostrumieniowym;
- c) promieniowo strumieniowym

1 — końcówki wyłącznika, 2 — styk ruchomy, 3 — styk nieruchomy, 4 — sprężone powietrze

Budowę wyłącznika powietrznego DB przedstawiono na rys. 19.11. Wyłącznik wyłącza się przez uruchomienie zaworu 18 za pomocą elektromagnesu lub przycisku ręcznego. Zawór 18 otwiera dopływ powietrza ze zbiornika 1 do przestrzeni nad tłokiem zaworu gaszącego 2, co powoduje otwarcie zaworu 2. Sprężone powietrze przedostaje się przez izolator 3 do komory 4 i powoduje podniesienie styku ruchomego 6. Zapala się łuk elektryczny który zostaje wydmuchnięty do góry i pali się pomiędzy stykiem nieruchomym 5 a elektrodą 8 oraz pomiędzy obu elektrodami. Rezystor 10 jest wtedy włączony równoległe do łuku i ułatwia jego gaszenie. Łuk jest silnie chłodzony strumieniem powietrza przepływającym wzdłuż niego i zostaje zgaszony. Sprężone powietrze wydostaje się do otoczenia przez tłumik 9, zmniejszający hałas oraz chłodzący gazy. Po zgaszeniu łuku odłącznik zostaje otwarty, a styk **ruchomy** wyłącznika 6 wraca w poprzednie położenie. Zaletami wyłączników powietrznych są: duża trwałość i duża zdolność łączeniowa. Wadą natomiast jest konieczność budowy kosztownej instalacji sprężonego powietrza do ich zasilania. Nowe rodzaje wyłączników, a mianowicie wyłączniki z sześciofluorkiem siarki oraz próżniowe stopniowo wypierają wyłączniki **powietrzne**.



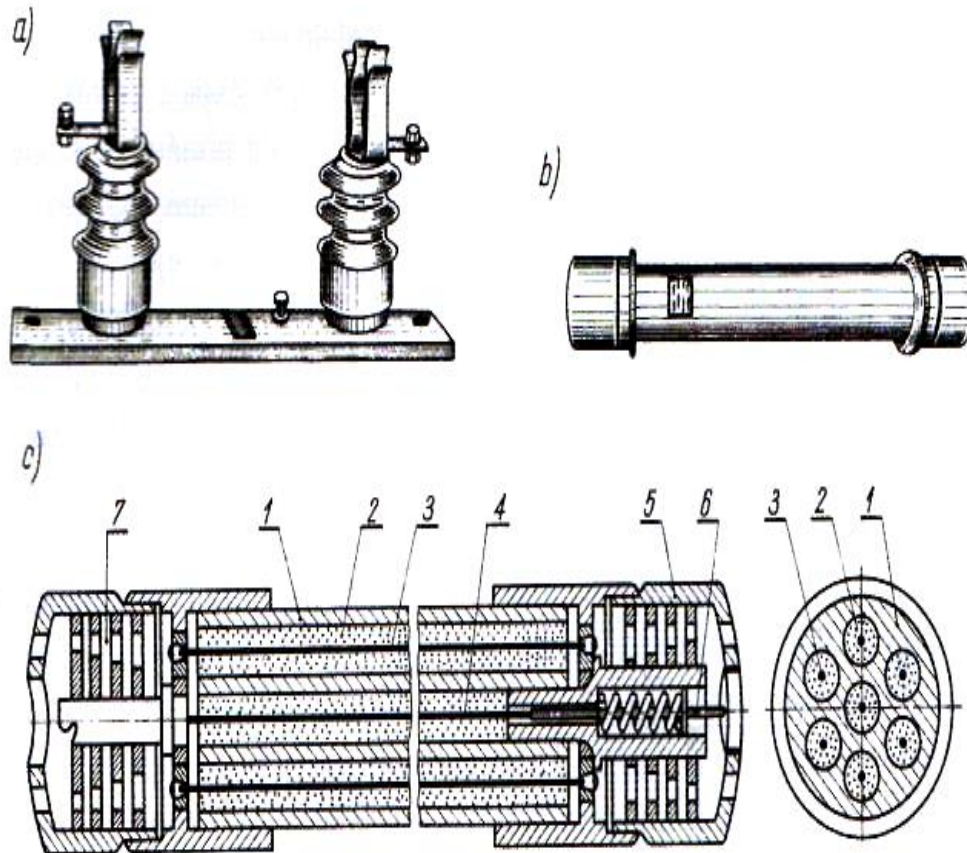
Rys. 19.11. Budowa wyłącznika powietrznego podłużnostrumieniowego DB

- 1 — zbiornik sprężonego powietrza,
- 2 — zawór gaszący, 3 — izolator wydrążony,
- 4 — komora gaszeniowa,
- 5 — styk nieruchomy z końcówką opalną,
- 6 — styk ruchomy w postaci płytki,
- 7 — sprężyna styku ruchomego,
- 8 — elektrody, 9 — tłumik, 10 — rezystor,
- 11 — nóż odłącznika, 12 — styk nieruchomy odłącznika,
- 13 — izolator wsporczy, 14 — cięgno izolacyjne, 15 — cylinder,
- 16 — tłok, 17- elektromagnes zaworu „załącz” z przyciskiem ręcznym.
- 18 - elektromagnes zaworu „wyłącz” z przyciskiem ręcznym

## Bezpieczniki wysokiego napięcia

Zasada działania bezpieczników wysokiego napięcia jest taka sama jak bezpieczników niskiego napięcia. Bezpieczniki wysokiego napięcia w Polsce są budowane na napięcie znamionowe 6 + 50 kV i prądy znamionowe 3 do 75 A. Gaszenie łuku w bezpiecznikach wysokiego napięcia odbywa się najczęściej w **drobnoziarnistym piasku** kwarcowym.

Na rysunku 19.12 przedstawiono bezpiecznik wysokiego napięcia o dużej mocy wyłączalnej. Połączone równolegle druty topikowe 3 są umieszczone w kanałach, wydrążonych w walcu porcelanowym, wypełnionych piaskiem. W kanale środkowym jest umieszczony drut 4 o dużej rezystancji, połączony ze wskaźnikiem zadziałania 6, złożonym z ruchomego tłoczka ze sprężyną i czerwonego guzika. Wskutek zadziałania bezpiecznika drut wskaźnikowy 4 ulega przerwaniu i powoduje wysunięcie wskaźnika (czerwony guzik) na zewnątrz. Wskaźnik umożliwia współpracę bezpieczników z rozłącznikami — powoduje wyłączenie rozłącznika po załączeniu bezpiecznika. Wewnątrz metalowych okuć 5, pełniących funkcję styków, znajdują się dziurkowane przegrody, tworzące komory tłumiące 7. Komory te umożliwiają takie rozprężenie się i ochłodzenie gazów powstałych w czasie gaszenia łuku, aby na zewnątrz nie wydostawał się płomień i nie powstawał łuk wskutek zadziałania wkładki topikowej.



Rys. 19.12. Bezpiecznik wysokiego napięcia 8\*15 kV o dużej mocy wyłączalnej:

- a) podstawa bezpiecznika;
  - b) widok wkładki topikowej;
  - c) przekrój wkładki topikowej
- 1 — walec porcelanowy z kanałami,  
 2 — kanał wypełniony piaskiem drobnoziarnistym,  
 3 — drut topikowy,  
 4 — drut wskaźnikowy,  
 5 — okucie metalowe,  
 6 — zespół wskaźnika zadziałania,  
 7 — komory tłumiące





## 19.5. Eksploatacja wyłączników wysokiego napięcia.

W włącznikach wysokiego napięcia działają duże siły na elementy ruchome, występuje łuk elektryczny oraz podwyższona temperatura przy przepływie prądu. Każdy cykl łączeniowy (załączenie-wyłączenie) powoduje stopniowe zużycie wyłącznika. Eksploatacja wyłączników wysokiego napięcia ma na celu zapewnienie poprawnego działania urządzeń oraz bezpieczeństwa ich obsługi. Eksploatacja polega na:

- kontroli liczby cykli łączeniowych wykonanych przez wyłącznik (notowanie każdego wyłączenia oraz wartości prądu wyłączonego);
- systematycznej kontroli poziomu gasiwa. ciśnienia sprężonego powietrza (dla gaszenia łuku lub napędu):
- pomiarach napięcia przebicia oleju, a w wyłącznikach małoolejowych również na sprawdzeniu zawartości wody w oleju,
- sprawdzeniu połączeń śrubowych zacisków wyłącznika i zewnętrznych torów prądowych (szyn kabli);
- sprawdzeniu działania łączników pomocniczych oraz sygnalizacji stanu wyłącznika;
- wykonaniu okresowych przeglądów zgodnie z instrukcją producenta, oraz okresowej wymianie części zużywających się (np. styków opalnych) lub gasiwa.

**Każda rozdzielnica powinna mieć dziennik, w którym są odnotowane wszystkie czynności eksploatacyjne wykonywane w rozdzielnicy.**





## Pytania kontrolne.

- Jakie funkcje pełnią poszczególne rodzaje łączników?
- Czym różni się rozłącznik od odłącznika?
- Opisz zasadę działania wyłącznika małoolejowego.
- Jakie napędy mają wyłączniki?
- Gdzie są stosowane bezpieczniki wysokiego napięcia?