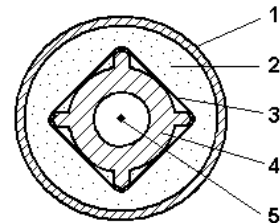


Pojistky pro vn

- porcelánové válce s vodivými čepičkami pro napětí 7,2 až 37kV;
- jmenovitý proud 2 až 100 A, zkratový proud do 70 kA;
- ve středu pojistky je porcelánový hvězdicový nosič s navinutými tavnými drátky obklopenými pískem, středem nosiče je veden odporový drát (jeho velký odpor omezí vypínací proud), který se přetaví jako poslední, pomalý pokles proudu omezí přepětí.



Řez vysokonapětovou pojistkou

- 1 - porcelánové pouzdro,
- 2 - keramický písek,
- 3 - paralelní tavné vodiče,
- 4 - dutý žebrovitý porcelánový nosič,
- 5 - odporový drátek

Odpojovače

- spínají obvody bez napětí s viditelným a spolehlivým odpojením EZ od napětí;
- vždy jsou zařazeny před vypínač a je-li možnost zpětného proudu musí být z obou stran;
- může spínat menší proudy – a měřicí transformátory napětí dlouhá vedení naprázdno;
- podle **pohybu kontaktů** rozlišujeme:

- 1) sklápěcí – nožový + pérový kontakt;
- 2) posuvné – posuv v rovině pólů jsou zvláště vhodné do skříňových rozvaděčů;
- 3) otočné – kontakt se otáčí na střední izolátor, k odlamování námrazy je excentricky uložen, typický pro vvn rozvodny;
- 4) nůžkové – pevné kontakty jsou na vlastních vodičích, příkladem je provedení úsečníku;
- 5) s dvojitým pohybem – při vypínání se nejprve provedení otočení a pak vysunutí kontaktu, zapínání je opačné.

- podle **účelu** rozděluje odpojovače:

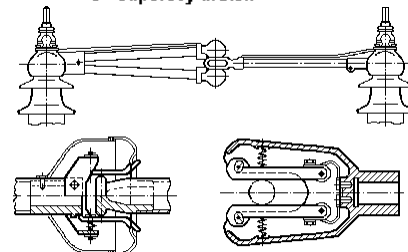
- přípojnicové – spínání a rozpínání přípojnic;
- vývodové - pro odchozí vedení – možné provedení je v kombinaci s uzemňovacím nožem.

- podle **provedení**: 1 nebo 3 pólové, vnitřní nebo vnější

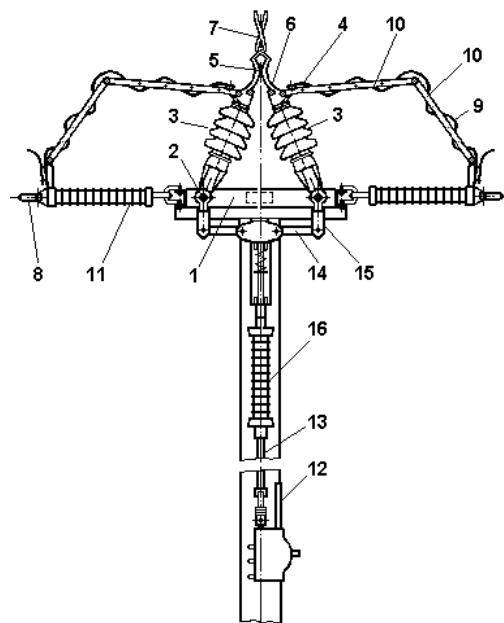
- podle **ovládání**:

- ruční - ovládáním tyčí s hákem – hrozí vyšší riziko úrazu el. proudem;
- ruční s pákovým pohonem;
- tlakovzdušné- je v rozvodnách nejčastěji používané;

Odpojovače jsou vybaveny přepínači pro **blokování funkcí**, musí se dát rozpojit i po průchodu zkratového proudu a musí také odolat dynamickým silám vyvolaných zkratovým proudem. Konstrukce se navrhuje tak, aby dynamické síly tlačily kontakty do zapnuté polohy. *Konstrukční materiály - kontakty a vodivé části měď, uzemňovací nože bývají železné.*



Příklady konstrukce odpojovačů vvn



Úsečník 22 kV, 200 A, vypínací proud 26 A

- 1 - základní rám,
- 2 - otočný čep izolátoru,
- 3 - výkyvný izolátor,
- 4 - litinová hlava izolátoru,
- 5 - pevný kontakt,
- 6 - odpružený kontakt,
- 7 - zhášecí nůžky,
- 8 - vedení vn,
- 9 - vodivá spojka,
- 10 - vedení spojky,
- 11 - napínací izolátor,
- 12 - ovládací páka,
- 13 - ovládací táhlo,
- 14 - ovládací rameno,
- 15 - páka izolátoru,
- 16 - bezpečnostní oddělovací izolátor

Odpojovače vvn

- většinou venkovní (mimo zapouzdřené rozvodny) s otočným středním izolátorem;
- v ČR vyrábí se dvěma otočnými izolátory s pohybem o 90° na opačné strany.

Úsečníky

- odpojovače vn pro venkovní vedení, pro odbočky, křižovatky a připojení transformátorů;
- v zapnuté a vypnuté poloze mohou být zabezpečeny visacím zámkem;
- parametry: 22 až 35 kV, $I_n = 200$ A, $I_{vyp} = 26$ A.

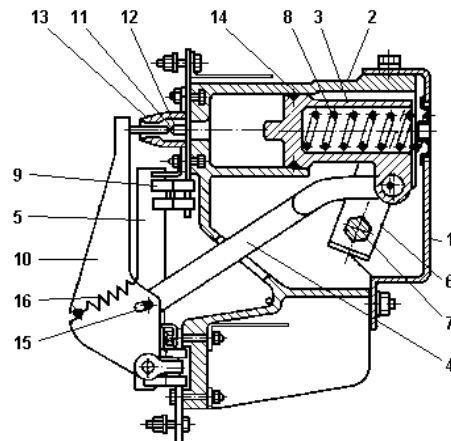
Odpínače

- spínače určené k vypínání provozních proudů, ale zkratové proudy nejsou schopny vypnout;
- ve vypnutém stavu zastávají funkci odpojovače;
- musí vydržet zapnutí zkratového proudu a jeho přenesení v zapnutém stavu;

- **zhášení oblouku**:

- tlakovzdušné – nejčastěji používané, proud vzduchu se v okamžiku vypnutí vytvoří pohybem pístu spojeného s pohonem vypínače;
- plynotvorné – zhášecí komora je vyrobena izolační hmoty, z které se vlivem tepla oblouku vyvíjí plyn hasící oblouk;
- olejové;
- magnetické – s magnetickým vyfukováním oblouku do z hašení komory s izolačními přepážkami;
- vakuové;

- v kombinaci s pojistkami mohou zajišťovat i vypínání zkratových proudů, užívají se tam kde by bylo použití vypínače finančně nákladné;
- moderní konstrukce jsou určeny k instalaci do skříňových rozvaděčů.



Řez tlakovzdušným odpínačem

- 1 - kovový rám odpínače,
- 2 - izolační komora,
- 3 - píst,
- 4 - táhlo pístu,
- 5 - hlavní pohyblivé nožové kontakty,
- 6 - páka pohonu,
- 7 - hřídel pohonu,
- 8 - pružina vzduchového pístu,
- 9 - pevný kontakt,
- 10 - pomocný kontakt,
- 11 - opalovací hrot,
- 12 - pevný opalovací kontakt,
- 13 - izolační dýza,
- 14 - těsnění pístu,
- 15 - kulisa pomocného opalovacího kontaktu,
- 16 - pružina pomocného kontaktu

Přístroje pro vn a vvn

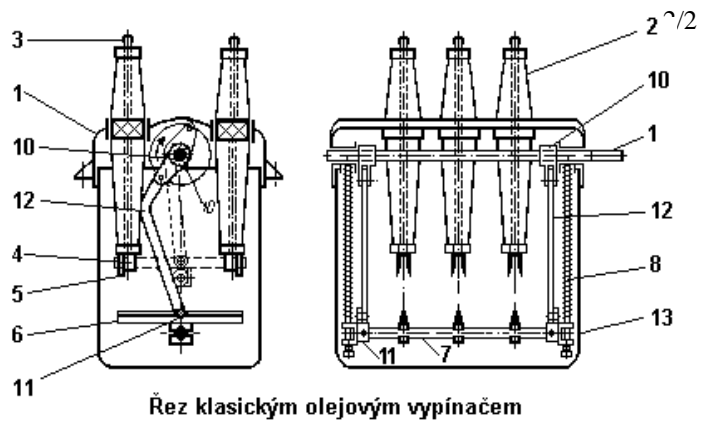
Olejo­vé vypínače vn a vvn

a) **klasické provedení:**

- velká kovová nádoba naplněná olejem s porcelánovými průchodkami v horní části víka;
- *průchodky jsou dole zakončeny pevnými kontakty;*
- *nosný izolační most s pohyblivými kontakty v provedení můstkových kontaktů se zapíná pohybem směrem nahoru do pevných kontaktů;*
- olej zajišťuje chlazení oblouku a izolaci mezi kontakty navzájem a pláštěm;
- *protože při hoření oblouku se olej rozkládá ⇒ stoupající páry se hromadí pod víkem, kde vzniká tlak zplodin hoření je odváděn mimo vypínač, je nutná pravidelná kontrola oleje*
- *izolační vzdálenosti v oleji jsou 1/3 vzduchových;*
- vypínací čas ,07 až ,01 s;
- při dlouhém hoření oblouku hrozí roztržení vypínače a následný požár.

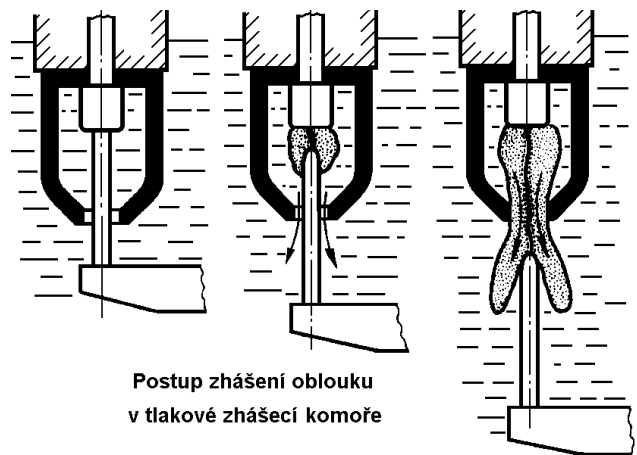
b) **tlaková zhášecí komora:**

- komůrka vyrobená z izolantu je naplněna olejem, který se hořením oblouku rozkládá a při vytažení pohyblivého kontaktu z komůrky dojde k vyfouknutí oblouku se současným oddálením kontaktu na vypínací vzdálenost;
- k zhasnutí oblouku dochází v 1 až 2 kmitech;
- znehodnocení oleje je menší než u klasických vypínačů, protože obloukem se zahřívá pouze malé množství oleje;
- pro velké výkony je zkonstruován důmyslný systém komor omezujících množství oleje v komoře, další olej je v zásobníku;
- pro velké výkony je provedení v samostatných jednotkách po jednotlivých pólech ⇒ snadnější výměna;
- dálkové ovládání pro vypnutí I_k od signálem od nadproudové ochrany uvolní západku volnoběžky;
- pohon ruční nebo elektromotorem.



Řez klasickým olejovým vypínačem

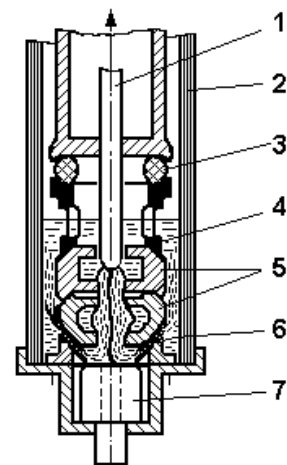
- 1 - víko, 2 - průchodka, 3 - svorník průchodky pro připojení vedení, 4 - pevné pérové kontakty, 5 - opalovací kontakt, 6 - pohyblivý kontaktní nůž, 7 - nosný most nesoucí kontakty fází, 8 - vypínací pružiny, 9 - hřídel pohonu, 10 - páky hřídele, 11 - páky pohybového mostu, 12 - ovládací táhlo mostu, 13 - ná­bo­ba s olejem



Postup zhášení oblouku v tlakové zhášecí komoře

Expanzní vypínače (vodní)

- plněné upravenou vodou – tzv. expanzinem (*doplněno glycerín proti zamrznání a protiplísňovými přísadami;*
- konstrukce - izolační válec s přepážkami a kanály podél válcového kontaktu;
- oblouk odpaří a částečně rozloží vodu jejíž páry a rozštěpené ionty vody intenzivně hasí oblouk;
- přetlak tlak páry a iontů se odvádí *pře pryžovou vložku* do volného prostoru;
- často je vypínač doplněn odpojovačem zajišťujícím jeho odpojení po ukončení vypínacího cyklu;
- parametry: - vodní: $U_n = 10 \text{ kV}$, $I_n = 2000 \text{ A}$, $S = 600 \text{ MVA}$;
- olejo­vé: $U_n = 110 \text{ kV}$, $I_n = 600 \text{ A}$, $S = 2 \text{ 500 MVA}$;

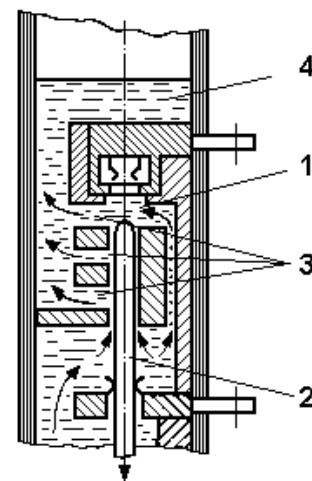


Zhášecí komora expanzního vypínače

- 1 - pohyblivý kontakt, 2 - izolační válec, 3 - pryžový prstenec, 4 - tlačný kruh, 5 - vložky expanzní komory, 6 náplň expanzínu, 7 - pevný kontakt

Maloolejové vypínače

- vznikly vývojem z expanzních, kde v zimě hrozilo zamrzání vody, olej slouží pouze ke zhášení nikoli k izolaci;
- moderní konstrukce používají proudění kolmé k ose oblouku – příčné chlazení;
- mezi horní a dolní kontaktní růžicí se pohybuje kontaktní svorník opatřený v horní části opalovacím nástavcem, vzniklým obloukem se vyvíjí plyn, který ve zhášecích komorách s příčným prouděním hasí oblouk;
- parametry: - vn $U_n = 22/35$ kV, $I_n = 1\ 250/2\ 500$ A, $I_k = 20$ kA, $S = 400$ MVA (pro $I_n = 1\ 000$ A);
- vvn $U_n = 380$ kV, $I_n = 1\ 250$ A, $I_k = 18$ kA, $S = 12\ 500$ MVA ;
- plnění olejem o izolační pevnosti 180 kV/cm (minimální hodnota 130kV/cm).



Zhášecí komora maloolejového vypínače s příčným přerušováním

- 1 - aktivní prostor zhášení oblouku,
- 2 - pohyblivý kontakt, 3 - příčné kanálky, 4 - zásobní prostor oleje

Tlakovzdušné vypínače

- nejrozšířenější typ pro vn a vvn;
- chladivem je tlakový vzduch 1–2,5 MPa nejčastěji s podélným prouděním (nebo příčným);
- zhasnutí oblouku při prvním průchodu proudem nulou a díky trvalému proudění jsou ionizované částice vzniklé vysokou teplotou hoření oblouku vyfouknuty z prostoru hoření oblouku;
- vypínací čas 0,03 až 0,05 s, vypnutí je velmi rychlé => vznik přepětí, tomu je však zamezeno umělým prodloužením vypínacího cyklu na 0,1 až 0,2 s;
- pohon je vzduchový z vlastního zásobníku, zásobování tlakovým vzduchem je potrubím z kompresorovny rozvodny;
- je vyloučen požár a lze provádět bezproblémové opětovné zapínání.

Provedení:

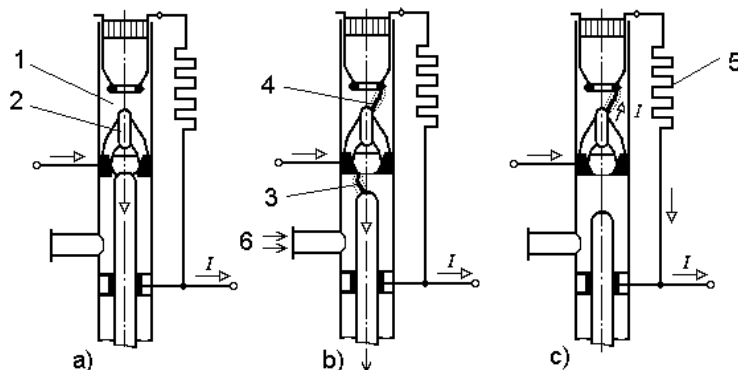
a) nástěnné – pro vn $U_n = 3 - 35$ kV, $I_n = 600 - 3\ 000$ A, $S = 200-600$ MVA; základem konstrukce je izolační trubka s vhněným vzduchem obsahující 2 růžicové kontakty (horní s opalovacími kontakty) svírající a posuvný svorník s opalovacím nástavcem

b) sloupové – pro vn U_n do 35 kV, $S = 1\ 000$ MVA – základem konstrukce je válec

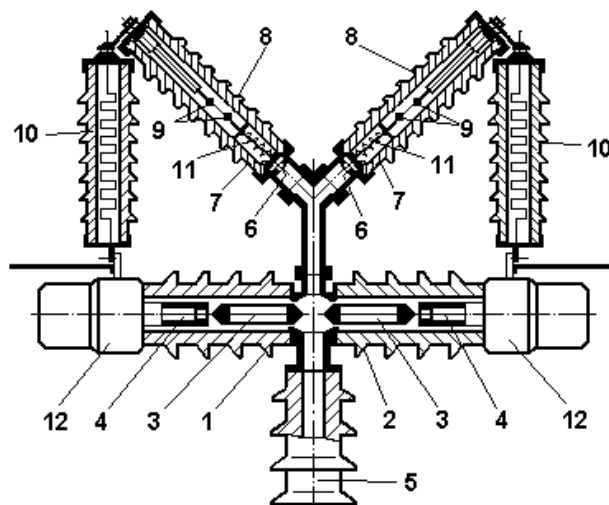
- v sepnuté poloze je pohyblivý kontakt tlačěn pružinami dolů na pevný válcový kontakt s kulovým zakončením,
- při vypínání tlak vzduchu nadzvedne pohyblivý kontakt, dojde k zapálení 2 oblouků 1. mezi hlavními kontakty a 2. mezi pohyblivým a kontaktem a pomocným jiskříštěm spojeným přes omezovací odpor (3 až 300 Ω) s pevným kontaktem;
- přebytečný vzduch uniká otvorem v pohyblivém kontaktu přes pomocné jiskříště mimo vypínač;
- doba hoření oblouku je asi 0,05 s a malý proud ještě určitou dobu prochází přes pomocné jiskříště a tím je omezeno přepětí;
- celý cyklus je ukončen odpojením odpojovače.

c) tlakovzdušné pro vvn :

- vypínač je vždy 1 pólový, každý pól se skládá ze 3 (nebo 4) keramických sloupů a 2 podpěr;
- každý sloup má dvě zhášecí komory (vodorovné), 2 šikmých pomocných jiskříšť (a 2 svislých zhášecích odporů);
- hlavní keramické sloupy jsou duté – proudí jimi vzduch;
- pevné letmé kontakty jsou u sloupu a pohyblivé jsou na konci vodorovné zhášecí komory v sepnutém stavu tlačeny pružinami na pevné;



Zapojení zhášecího odporu pomocnou elektrodou
a) před vypnutím, b) během hoření oblouku, c) těsně po uhašení oblouku - zhášecí odpor je zapojen do série s pomocným obloukem
1- jiskříště, 2 - pomocná elektroda, 3 - hlavní oblouk, 4 - pomocný oblouk, 5 - zhášecí odpor, 6 - proud zhášecího vzduchu



Řez zhášecím systémem tlakovzdušného vypínače

- 1, 2 - zhášecí komory jednoho sloupu, 3 - pevné kontakty, 4 - dýzové pohybové kontakty, 5 - nosný sloup, 6 - časová clona, 7 - píst, 8 - izolátor jiskříště, 9 - elektrody jiskříště, 10 - keramický zhášecí odpor, 11 - vratná pružina, 12 - ovládací soustava

vypínání:

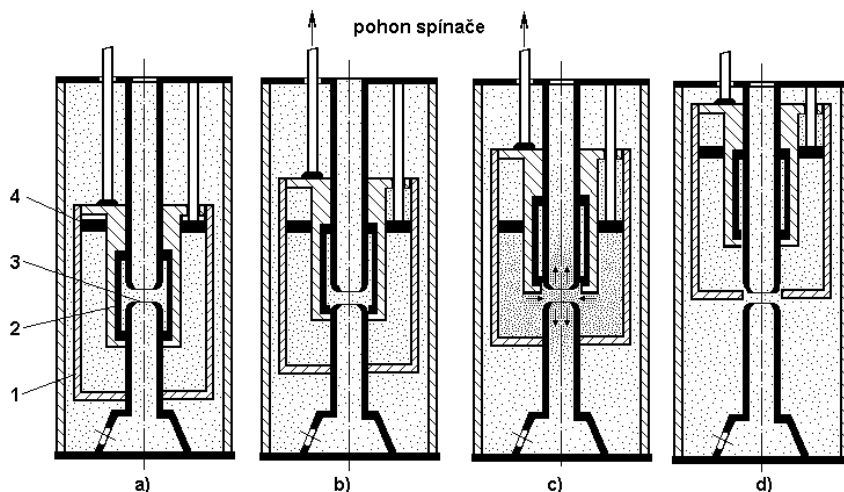
- 1) při vypínání tlak vzduchu oddálí pohyblivé kontakty na asi 2 cm;
 - 2) tlak vzduchu propouštěný přes časovou clonu přiblíží elektrody jiskřiště, dojde k připojení zhášecího odporu;
 - 3) po zhasnutí oblouku dojde k rozpojení jiskřiště a odpojení zhášecích odporů;
 - 4) tlakem vzduchu dojde následně k odsunutí hlavních kontaktů asi na 6 cm;
 - 5) po vypnutí je komora trvale pod tlakem vzduchu !!!, bezpečnost je zajištěna odpojovači !
- v zapnutém stavu je vypínač větrán – odstranění vlhkosti uvnitř vypínače;
 - vypínače jsou stavebnicové konstrukce pro různá napětí od 110 do 400 kV;
 - doba vypnutí 75 až 80 ms, doba hoření oblouku je 15 ms;
 - na jeden pól v sérii 3 (4) zhášedla po 2 komorách;
 - pro napětí nad 110 kV mají vypínače paralelně připojené kondenzátory pro rovnoměrné rozložení napětí na jednotlivých zhášecích komorách;
 - jsou dosti hlučné, nemusí mít odporové zhášení;
 - parametry: $U_n = 110 - 400 \text{ kV}$, $I_n = 1\,250 - 1\,600 \text{ A}$, $I_k = 65 - 92 \text{ kA}$, $S = 2 - 25 \text{ GVA}$;

Magnetické vypínače

- využívají magnetické vyfukování oblouku do keramické komory s izolačními přepážkami způsobující natažení a ochlazení oblouku na šterbinách komory;
- používají se v lokomotivách stejnosměrné trakce;
- parametry: $U_n = \text{do } 6 \text{ kV}$, $I_n = 2\,000 \text{ A}$, $S = 400 \text{ MVA}$;

Vypínače s fluoridem sírovým

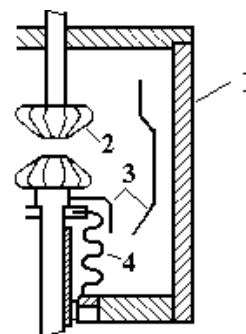
- velmi účinné ochlazování oblouku;
- velmi dobrá elektrická pevnost 2 – 3x větší než vzduch;
- uzavřený systém s pohyblivou kontaktní růžicí mezi 2 válcovými kontakty;
- proudění plynu zabezpečuje pohyblivý váleček s pevným pístem;
- váleček se pohybuje spolu s růžicovým kontaktem a tím vytlačuje plyn chladící oblouk;
- pro větší napětí se použije více komor;
- zhasnutí oblouku 5 – 15 ms;
- tlak SF₆ 350 - 420 kPa;
- užití zapouzdřené rozvodny, vše je v ocelovém uzemněném plášti: přípojnice, odpojovač, kontakty, měřící transformátory napětí a proudu, rychlozkratovač a uzemňovač pro napětí do 110 kV, Hradec Králové rozvodna na Moravském předměstí, instalační plocha je pouze 10% venkovní rozvodny, ale cena je 2 – 3 x větší.



Princip činnosti zhášecí komory vypínače s fluoridem sírovým
a) zapnutý stav, b) začátek přerušení proudu, c) hoření oblouku, d) vypnutý stav
1 - vyfukovací váleček, 2 - spínací kontakt, 3 - zhášecí dýzy, 4 - píst

Vakuové vypínače

- vzdálenost kontaktů je malá (mm až cm);
- při krátkém hoření oblouku je tepelné namáhání je malé, zhasne při prvním průchodu nulou;
- ionizované části kontaktů se rozptýlí na stínící štít;
- pohyb je přenášen přes vlnovec;
- parametry: $U_n = \text{do } 10 \text{ kV}$, $I_n = 200 - 1\,000 \text{ A}$, $I_k = 25 \text{ kA}$, $S = 500 \text{ MVA}$.



Princip zhášení ve vakuu
1 - vakuová keramická nádoba,
2 - pevný kontakt s drážkami
po obvodu, 3 - stínící elektrody,
4 - vlnovec pohyblivého kontaktu

Výbušné vypínače

- obsahují nálož, která zajistí velmi rychlé vypnutí;
- užití:
 - pro velmi rychlé jednorázové vypnutí, kde jiná konstrukce výkonného vypínače by byla nepřijatelně drahá;
 - pro řešení poruch velkých transformátorů, kdy dojde k rychlému odpojení vstupu transformátoru;
 - do 43 ms zkratuje přívody v době mezi opětovným zapnutím;
 - u nás dříve do 110 kV / 2 500 MVA.