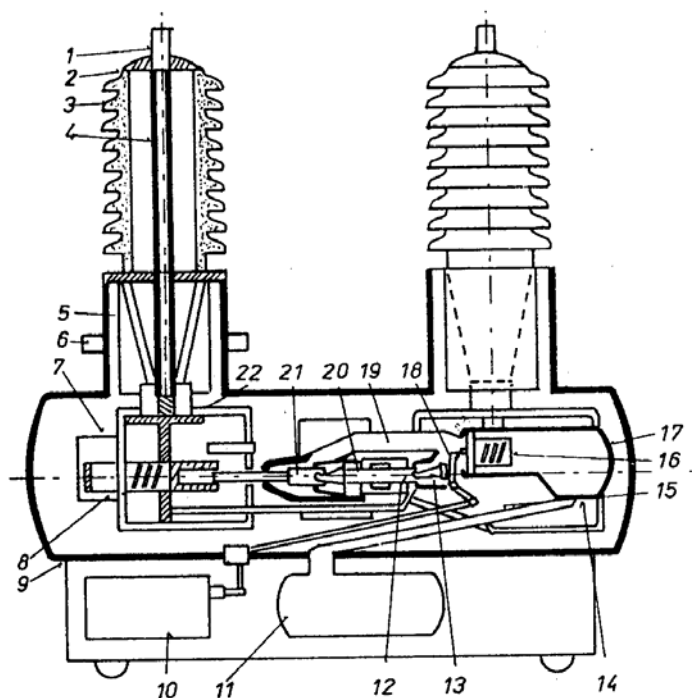


STŘEDNÍ ŠKOLA ELEKTROTECHNICKÁ, OSTRAVA,
NA JÍZDÁRNĚ 30, příspěvková organizace

ELEKTRICKÉ PŘÍSTROJE



Ing. Petr VAVŘIŇÁK

2011

Učební texty pro další vzdělávání v oboru ELEKTRIKÁŘ

OBSAH

1. SPÍNACÍ POCHODY U ELEKTRICKÝCH PŘÍSTROJŮ	3
1.1. Rozdělení spínacích přístrojů	3
1.2. Složení spínacích přístrojů	3
1.3. Funkční stavy elektrických kontaktů.....	2
1.4. Vznik a vlastnosti elektrického oblouku a jeho zhasení	2
1.5. Konstrukční provedení elektrických kontaktů	4
2. ELEKTRICKÉ PŘÍSTROJE NA NÍZKÉ NAPĚTÍ.....	6
2.1. Spínací elektrické přístroje.....	6
2.2. Stykače a relé	7
2.3. Jistící a chránící elektrické přístroje.....	8
2.4. Zvláštní spínače:.....	12
2.5. Svodiče přepětí v rozvodech nn	13
2.5.1. Typ 1 - hrubá ochrana (T1, 1. stupeň, třída B).....	13
2.5.2. Typ 2 – střední ochrana (T2, 2. stupeň, třída C).....	14
2.5.3. Typ 3 – jemná ochrana (T3, 3. stupeň, třída D).....	14
3. ELEKTRICKÉ PŘÍSTROJE VYSOKÉHO NAPĚTÍ	17
3.1. Spínací přístroje bez zhášedel	17
3.2. Výkonové vypínače.....	17
3.2.1. Magnetické vypínače.....	18
3.2.2. Kapalinové vypínače	19
3.2.3. Tlakovzdušné vypínače.....	21
3.2.4. Plynotlaké vypínače	22
3.2.5. Vakuové vypínače.....	24
3.3. Vysokonapěťové pojistky	25
3.4. Svodiče přepětí.....	25

1. SPÍNACÍ POCHODY U ELEKTRICKÝCH PŘÍSTROJŮ

Elektrické přístroje jsou zařízení určená ke spínání, jištění, ochraně, spouštění, ovládání a řízení elektrických strojů, zdrojů, vedení a spotřebičů elektrické energie.

Elektrické přístroje musí mít dostatečnou elektrickou i mechanickou pevnost, dále musí odolávat vlhku, teplo, zkratům a otřesům. Vyrábějí se pro normalizovaná jmenovitá napětí, pro jmenovité proudy, pro různou hustotu spínání a pro různé vnější vlivy.

1.1. Rozdělení spínacích přístrojů

Spínače dělíme podle několika způsobů:

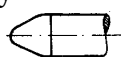
- 1.) dle druhu proudu na:
 - a) přístroje na stejnosměrný proud
 - b) přístroje na střídavý proud
- 2.) dle velikosti napětí na:
 - a) spínače na malé napětí (mn) - do 50 V
 - b) spínače na nízké napětí (nn) - od 50 do 1000 V
 - c) spínače na vysoké napětí (vn) - od 1 do 100 kV
 - d) spínače na velmi vysoké napětí (vvn) - nad 100 kV
- 3.) dle počtu pólů na:
 - a) spínače jednopólové
 - b) spínače dvoupólové
 - c) spínače trojpólové
 - d) spínače mnohapólové
- 4.) dle montáže na:
 - a) spínače pro montáž uvnitř budov
 - b) spínače pro venkovní montáž

1.2. Složení spínacích přístrojů

Spínací přístroje se skládají z několika základních částí:

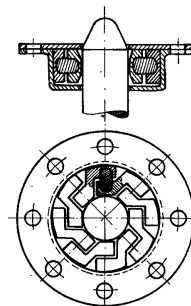
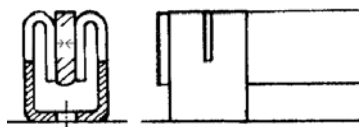
- kontakty
- proudovodná dráha
- izolace
- mechanismus
- zhašecí komora
- ověšení

Kontakty

Jsou nejdůležitější součástí přístrojů, slouží k vlastnímu spojení či rozpojení elektrických obvodů. Aby spolehlivě plnily svoji funkci musí být vyrobeny z velmi tvrdého, ale přitom dobře vodivého materiálu, musí být odolné proti chemickým vlivům a proti opalu obloukem pokud při spínání k oblouku dochází. Nejčastěji se tedy kontakty vyrábějí z mědi a jsou postříbřené (u mn mosazné). Pokud při spínání dochází k zapálení oblouku, potom se často oblouk přesouvá na tzv. opalovací kontakty, což je nějaká destička či růžek vyrobený práškovou metalurgií z wolframu a stříbra či wolframu a mědi a je též postříbřený. 

Pro co nejlepší funkci přístrojů je nutné zajistit co nejmenší stykový odpor mezi kontakty. Ten závisí na přitlačné síle kontaktů, na druhu kontaktního styku a na cizích vrstvách. Odpor kontaktů je dán vztahem $R_k = k \cdot F^{-n}$, kde k je druh použitého materiálu a vliv cizích vrstev, F je přitlačná síla a n je druh kontaktu.

Přitlačnou sílu zajišťují pružiny, různé mechanismy nebo konstrukční uspořádání kontaktů (nožové kontakty, S-kontakt)

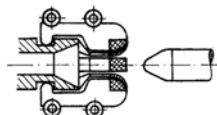


Máme tři druhy kontaktního styku:

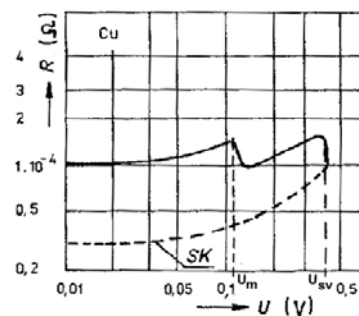
- bodový - dvě koule, koule - plocha (do 40 A, $n = 0,5$)
- přímkový - dva válce, válec - plocha, růžicový (pseudo přímkový) ($n = 0,6$ - čelní až $0,7$ - smykový)
- plošný - dvě roviny, šrouby, nýty, kartáče ($n = 1$)

Na kontaktech se ukládají *cizí vrstvy* a tím zvětšují stykový odpor (rozrušují se např. smykovým najížděním kontaktů). Cizí vrstvy jsou v podstatě dvojího druhu:

- chemické - oxidy, siřníky
- mechanické - mastnoty, nečistoty.



Elektrické přístroje musí též elektrický obvod spolehlivě odpojit tzn., že se kontakty nesmí při průchodu proudu (ani zkratového) spojit či svařit. Tedy při průchodu jmenovitého proudu nesmí úbytek napětí mezi kontakty překročit tzv. napětí měknutí materiálu a při průchodu proudu zkratového nesmí překročit tzv. napětí svaření. Tyto hodnoty zjišťujeme pro jednotlivé materiály z tzv. R - U diagramu (např. pro stříbro $U_{m,Ag} = 90$ mV, $U_{sv,Ag} = 300$ mV).



Proudovodná dráha

Jedná se o všechny části elektrických přístrojů, které vedou elektrický proud při provozu. K těmto částem počítáme svorky přístroje, spojovací části a kontakty (viz výše). Tyto části jsou při své činnosti namáhány tepelně a mechanicky.

Tepelné namáhání je jednak trvalé, způsobené procházejícím provozním proudem, a jednak zvětšené, způsobené krátkodobými zkratovými proudy. Zvláštním druhem tepelného namáhání je opalování kontaktů elektrickým obloukem.

Mechanické namáhání je způsobováno jednak provozním spínáním, tj. tahem pružin, rozběhem a brzděním setrvačných hmotností pohybujících se částí a nárazy kontaktů při zapínání, a jednak elektrodynamickými silami mezi proudovodnými částmi při zkratech (při provozu jsou elektrodynamické síly zanedbatelné).

Přístroje tedy musí být dimenzovány jak na provozní namáhání, tak i na namáhání při poruchách - zkratech.

Izolace přístroje

Zajišťuje upevnění proudovodných částí s dostatečnou mechanickou pevností elektricky izolovaně od země a od vodičů jiných fází, ve stavu vypnutém pak zajišťuje i vzájemnou elektrickou izolaci obou kontaktů.

Používají se izolační materiály všech tří skupenství: plyny (vzduch, SF₆), kapaliny (transformátorový olej), pevné látky (organické i anorganické).

Pevná látka mechanicky spojuje, ale i elektricky odděluje vodivé části, plynná či kapalná látka slouží k izolaci mezi pohyblivými kontakty. Nejslabším místem izolace je rozhraní mezi povrchem pevného izolantu a plynnými či kapalnými izolanty, neboť se na něm hromadí nečistoty a sráží se vlhkost.

Mechanismus

Zařízení, které přemísťuje kontakty z jedné základní polohy do druhé. Nejjednodušší jsou např. izolační rukojeti nebo spínací tyče (nožové spínače, odpojovače...). Nejčastějším mechanismem jsou různé druhy pružin nebo přímo kontaktní ústrojí vyrobené pružným mosazným páskem. U vn vypínačů jsou pak mechanismy složité a to nejčastěji střadačový pohon napínaný elektromotorem, se zařízením pro tzv. zpětné zapínání, tj. s nastřádanou energií pro cyklus O-CO (O - vypnutí, C - zapnutí).

K mechanismům patří také nosné rámy na nichž jsou upevněny jednotlivé spínací póly - u drobných spínačů izolační, u větších pak výhradně kovový, u robustních vypínačů navíc pojezdový.

Zhášecí komory

Krajní proud, který ještě přístroj spolehlivě vypne, určuje jeho vypínací schopnost a nazýváme jej *jmenovitý vypínací proud* přístroje. Většího vypínacího proudu dosáhneme jen pomocí zhášecích komor (zhášedel). Zhášedlo je zařízení, ve kterém vhodným způsobem působíme na oblouk tak, aby uhasnul během nejlépe jedné, nejvýše však několika málo setin sekundy. Zhášedla pracují podle různých principů, ale konečným účelem každého z nich je deionizace dráhy oblouku. Zhášedlo se nepoužívá u přístrojů, kde nevzniká oblouk (odpojovače) nebo u přístrojů s tzv. mžikovým spínáním (rychlost oddálení kontaktů je tak velká, že se oblouk neudrží a přeskochí maximálně jiskra).

Ověšení

O ověšení mluvíme tehdy, může-li vypínač vykonávat svoji základní funkci i bez tohoto zařízení.

Mezi ověšení patří například:

- pomocné signální kontakty
- dálkové spouště
- opalovací kruhy
- dálkové pohony
- pohony podvozků
- různé druhy krytů
- olejoznaky....

1.3. Funkční stavy elektrických kontaktů

Základním úkolem spínacího přístroje je uzavírat a přerušovat elektrický obvod z čehož plyne, že vypínač má dva *statické stavy*:

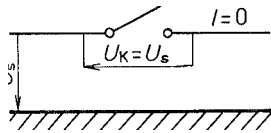
- a) polohu vypnutou ($I = 0$, $U_K = U_N$),
- b) polohu zapnutou ($I = I_N$, $U_K = 0$).

Vlastním úkolem spínače je tedy uskutečnění přechodu z jednoho stavu do stavu druhého.

Z čehož vyplývají další dva funkční *stavy* - tzv. *dynamické*:

- c) zapínání ($I: 0 \rightarrow I_N$),
- d) vypínání ($I: I_N \rightarrow 0$).

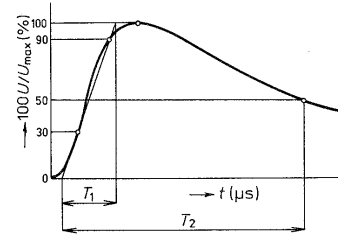
Vypnutá poloha představuje spolehlivé přerušení elektrického obvodu. Izolační vzdálenost



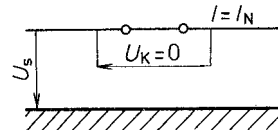
mezi kontakty musí být taková, aby nedošlo k průrazu prostředí mezi nimi. Izolační vzdálenost se dimenzuje tak, aby konstrukce

vydržela normou předepsané zkoušky:

- a) střídavým napětím 50Hz po dobu 1 min,
- b) normalizovanou rázovou vlnou 1,2/50 viz obrázek.



Zapnutá poloha představuje dokonalé propojení obvodu přičemž proudovodná část musí být dobře izolována od uzemněné kostry vypínače.



Při **zapínání** uvedeme v pohyb pohyblivý kontakt přístroje a přesuneme jej z polohy vypnuté do polohy zapnuté takže nastane mechanický styk obou kontaktů. Při tomto ději se stále zmenšuje vzdálenost obou kontaktů a tím stále vzrůstá intenzita elektrického pole ($E = U / l$). Až v určité vzdálenosti kontaktů nastane elektrický průraz prostředí a mezi kontakty se před jejich stykem zapálí oblouk. Tím by mohlo dojít k jejich svaření a tedy selhání vypínače při jeho další funkci. Pohyb kontaktu musí tedy proběhnout dostatečně rychle, aby účinky zapínacího oblouku byly minimální. Mechanismus v konečné poloze musí trvale vyvinout dostatečnou kontaktní sílu a nesmí docházet k odskokům kontaktu.

Při **vypínání** nastává opačný pochod, tedy kontakty se musí oddálit na dostatečnou vzdálenost a přerušit proud. Přerušení proudu znamená násilnou změnu ustáleného energetického toku a výsledným jevem je elektrický oblouk. Oblouk způsobí, že se proud nepřeruší v okamžiku oddálení kontaktů. Po dobu hoření oblouku namáhá jeho vysoká teplota veškeré materiály v bezprostředním okolí, především kontakty. Dobu hoření oblouku se proto snažíme zkrátit co nejvíce a to tak, že kontakty vložíme do tzv. zhášedla.

1.4. Vznik a vlastnosti elektrického oblouku a jeho zhášení

Elektrický oblouk je výboj hořící v plynu, schopný samostatné existence libovolnou dobu, pokud jej vhodným zásahem nepřerušíme

Hlavní znaky oblouku jsou:

- vysoká teplota katodové skvrny (nebo katody vůbec),
- hustota proudu katodové skvrny se řádově rovná desítkám $\text{MA} \cdot \text{m}^{-2}$,

- malé elektrodové úbytky,
- malé napětí mezi elektrodami (vzhledem k napětí zdroje),
- velký proud procházející obloukem,
- intenzita vyzařování světla z výbojového plazmatu a z elektrod.

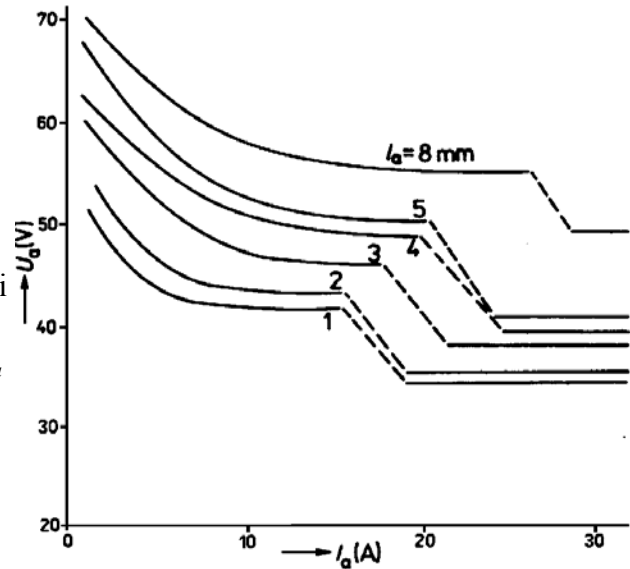
Podle druhu napětí v obvodu, ve kterém oblouk hoří, dělíme oblouky na stejnosměrný a střídavý.

Stejnoseměrný oblouk - statický - závislost napětí mezi elektrodami na obloukovém proudu nazýváme *statická charakteristika*. Ta se skládá ze dvou částí z klesající, probíhající v oblasti malých proudů a stoupající, probíhající v oblasti velkých proudů. Klesající má tvar hyperboly, stoupající je přímková.

Experimentálně se stanovením zabývala Ayrtonová a empiricky odvodila vztah:

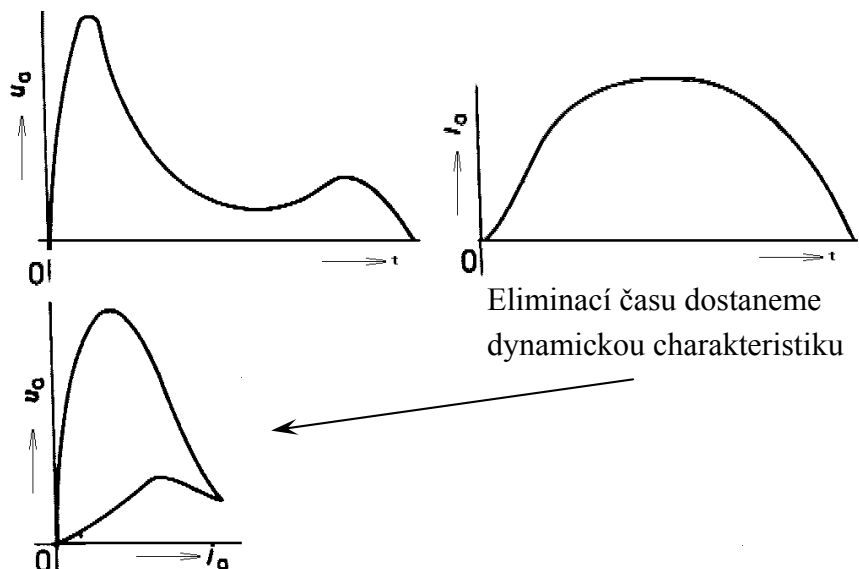
$$U_a = \alpha + \beta \cdot I_a + \frac{\gamma + \delta \cdot I_a}{I_a}, \text{ kde } U_a \text{ je napětí mezi}$$

kontakty, I_a je proud procházející obloukem, l_a je délka oblouku a $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ jsou konstanty závislé na druhu a tlaku plynu ve kterém oblouk hoří a na materiálu, tvaru a rozměrech kontaktů.



Střídavý oblouk je proměnný s časem, jeho charakteristika se nazývá *dynamická*. Na začátku půlperrody stoupá napětí na elektrodách souhlasně se sítovým napětím až do napětí potřebného pro zapálení

oblouku; nazýváme je zapalovací napětí. Po zapálení oblouku napětí poklesne na hořící napětí oblouku a po určitou část periody se mění velmi málo. Po dobu, kdy oblouk hoří, se mění proud - znázorněním jeho časového průběhu je mírně deformovaná sinusovka.



Na konci půlperrody se napětí nepatrně zvýší, na tzv. zhášecí špičce, proud se v oblasti zhášecí špičky blíží k nule

Doba vytvoření oblouku je velmi krátká, řádově 10^{-6} s, po vytvoření je plazma oblouku v termická rovnováze, to znamená, že elektrony, ionty, neutrální atomy a popř. molekuly mají stejné teploty. Oblouk je schopen samostatně existovat, probíhají-li v něm ionizační pochody,

při zániku oblouku pak převládají rekombinační pochody nad ionizačními.

V elektrických přístrojích může oblouk vzniknout dvojím způsobem: při zapínání - zapínací oblouk - většinou zanikne bez znatelného vlivu na spínací pochod, při vypínání - vypínací oblouk - je nutné jej přivést k zániku vhodným zásahem do jeho mechanismu a protože vypínané proudy mohou dosáhnout velkých hodnot je zhašení oblouku poměrně obtížné.

Princip zhašedel stejnosměrného oblouku

Podmínkou úspěšného vypnutí stejnosměrného obvodu je velké obloukové napětí vypínacího oblouku. Zvětšování obloukového napětí je způsobeno zvětšováním odporu oblouku, tedy zmenšováním průřezu oblouku, zvětšováním jeho délky a intenzivním chlazením oblouku. Následek toho je zmenšování proudu procházejícího vypínaným obvodem až dojde k přerušení oblouku.

Princip zhašedel střídavého oblouku

Při zhašení oblouku v obvodu střídavého proudu využíváme skutečnosti, že při průchodu proudu nulou oblouk sám uhasíná. Je tedy potřeba jenom zajistit, aby nedošlo k jeho opětovnému zapálení. Podmínkou úspěšného vypnutí je tedy rychlejší vzrůst elektrické pevnosti než rychlost růstu zotaveného napětí.

1.5. Konstrukční provedení elektrických kontaktů

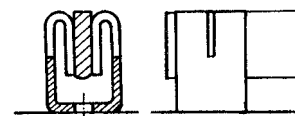
Rozmanitost elektrických přístrojů si vynutila různé druhy kontaktů a jejich uspořádání. Mezi nejdůležitější činitele ovlivňující tvar kontaktního ústrojí patří velikost spínaného elektrického proudu, provozní režim, životnost přístroje a způsob zhašení oblouku.

Elektrické kontakty dělíme **podle vzájemného pohybu** na:

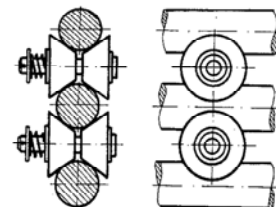
- Čelní - jedná se nejčastěji o můstkové kontaktní ústrojí, konstruuje se pro velký počet spínání, šetří kontakty, ale nerozrušuje cizí vrstvy. Používají se pro malé proudy např. v relé nebo v pomocných kontaktech stykačů.



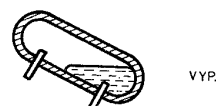
- Třecí - jedná se o nožové, palcové a růžicové kontakty, výhodou je intenzivní rozrušování cizích vrstev, ale mají podstatně menší životnost. Používají se pro jmenovité proudy řádově desítky ampér, např. v nožových pojistkách, odpojovačích, odpínačích apod.



- Valivé - jedná se o kladičkové kontakty, používají se pro vodivé spojení kontaktního ústrojí s velkým zdvihem, např. ve vysokonapěťových vypínačích

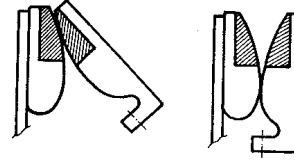


- Tekuté - jedná se o izolační tlakové nádoby naplněné vodivým materiálem v kapalném stavu (rtuť), jejich výhodou je, že páry po zániku oblouku opět kondenzují. Používají se v prostorech s nebezpečím výbuch nebo s nebezpečím vzniku požáru.



Podle činnosti na:

- Hlavní kontakty - zajišťují spolehlivý styk v zapnutém stavu a rozpojují silový obvod (někdy mezi nimi hoří oblouk)
- Opalovací kontakty - slouží jen k hoření oblouku při vypínání (zapínání), jako materiál jsou používány slinutiny



- Pomocné kontakty - slouží k signalizaci, ochraně, manipulaci apod. dimenzují se zpravidla na jmenovitý proud do 10 A.

2. ELEKTRICKÉ PŘÍSTROJE NA NÍZKÉ NAPĚTÍ

2.1. Spínací elektrické přístroje

Spínací přístroje slouží k přímému spínání obvodů. Mají vždy ruční pohon. Mezi tyto spínače patří např.:

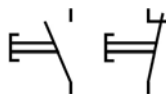
Instalační (drobné) - používají se v domovních a průmyslových rozvodech elektrické energie ke spínání světelných obvodů

Název	Vypínač jednopólový	Vypínač dvojpólový	Vypínač trojpólový	Seriový přepínač	Střídavý přepínač	Křížový přepínač
Řazení	1	2	3	5	6	7
Značka						
Schéma zapojení						
Použití	zapíná a vypíná 1 obvod z jednoho místa	zapíná a vypíná obvod dvojpólově	zapíná a vypíná obvod trojpólově	zapíná a vypíná 2 obvody postupně za sebou	zapíná a vypíná 1 obvod ze dvou míst	zapíná a vypíná 1 obvod z více než dvou míst spolu s přepínači 6

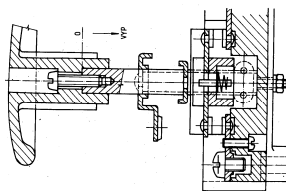
5a - spínač skládající se ze spínačů č. 1 a č. 6

5b - spínač skládající se ze dvou spínačů č. 6

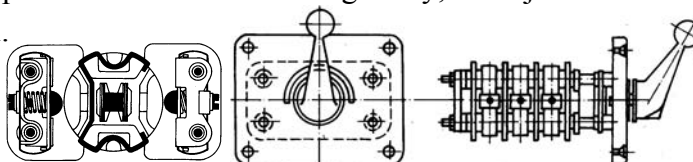
Ovládací a signalizační tlačítka - slouží ke spínání strojů či zařízení a k signalizaci stavu. Jsou buď spínací nebo rozpínací. V pracovní poloze jsou jen po dobu stisku.



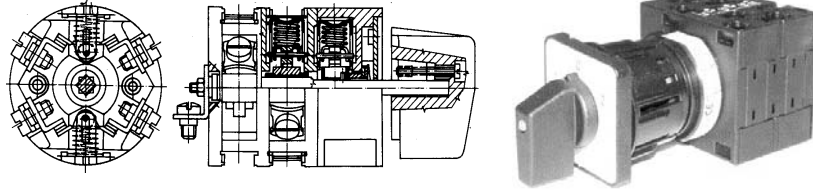
Stiskací - ty se tahem zapínají a stiskem vypínají, aby nedošlo k jejich náhodnému sepnutí.



Válcové - mají odpružené nepohyblivé palce a měděné válcové segmenty, které jsou izolovaně připevněny na otočném válci.



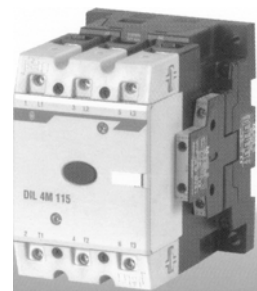
Vačkové - u nich se kontakty ovládají vhodně tvarovanými vačkami, které zajišťují jejich zapnutou i vypnutou polohu. Elektrický obvod je přerušen vždy ve dvou místech mezi pohyblivými a pevnými kontakty.



2.2. Stykače a relé

Jsou to přístroje sloužící k dálkovému spínání a mají téměř výhradně elektromagnetický pohon.

Stykače - spínače pro dálkové ovládání spotřebičů u kterých jsou kontakty drženy v pracovní poloze cizí silou. Jakmile tato síla přestane působit, kontakty se vrací do klidové polohy. Stykače mají silové (hlavní) kontakty, které spínají velké proudy. Tyto kontakty jsou nejčastěji zapínací (v klidové poloze jsou rozepnuty a v pracovní poloze sepnuty), ale mohou být výjimečně i rozpínací (naopak v klidu sepnuty a v pracovní poloze rozepnuty). Kromě hlavních kontaktů mají stykače navíc ještě kontakty pomocné určené k ovládání, blokování, signalizaci ap. (opět mohou být zapínací i rozpínací).

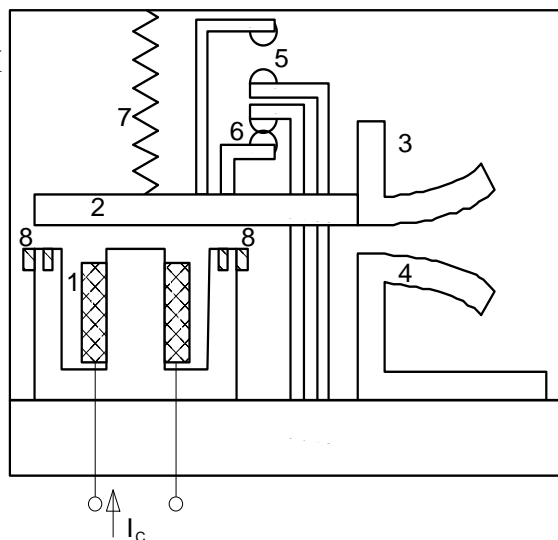


Stykače rozdělujeme:

- podle přídržné síly na elektromagnetické, hydraulické a pneumatické stykače
- podle proudu na stykače na stejnosměrný proud a stykače na střídavý proud
- podle chlazení na vzduchové stykače a olejové stykače

Nejčastěji se používají **elektromagnetické vzduchové stykače** - jejich princip je patrný z principiálního schéma.

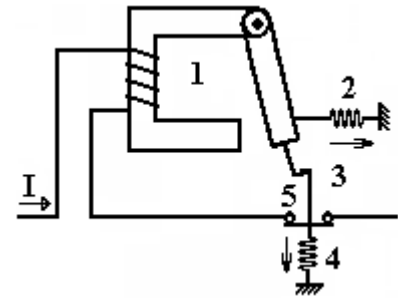
Po přivedení proudu P_C do cívky 1 se přitáhne kotvička elektromagnetu 2 a tím se spojí hlavní pohyblivé kontakty 3 s pevnými kontakty 4 zároveň se spojí zapínací pomocné kontakty 5 a rozpojí rozpínací kontakty 6. Přestane-li cívkou procházet proud, pak zpětná pružina 7 odtáhne kotvičku elektromagnetu a kontakty se vrátí do klidové polohy. Stykače na střídavý proud jsou doplněny závitem nakrátko 8, ve kterém se indukuje největší napětí při průchodu proudu nulou a drží kotvičku přitaženou i v nule proudu P_C .



Relé - je to přístroj sloužící pro samočinné a dálkové řízení elektrických zařízení a pro zabezpečování jejich spolehlivého provozu. Pracuje na principu elektromagnetické indukce, kdy po příchodu proudu do cívky dojde k přitažení kotvičky a tím i kontaktů podobně jako u stykačů. Nemají však hlavní silové kontakty. Často bývají upraveny tak, aby pracovali samočinně. Dělíme je tedy na:

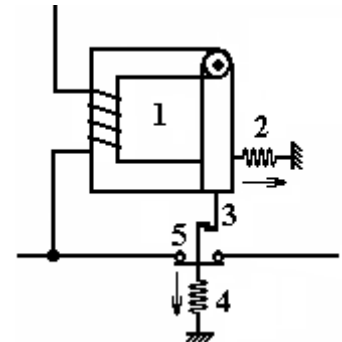
- Spínací relé - slouží k zapínání či rozpínání ovládacích nebo signalizačních obvodů a principiálně jsou velice podobné stykačům jen nemají silové kontakty (jsou proto rozměrově menší) - po přivedení proudu do cívky se přitáhne kotvička spojená s pohyblivými kontakty. Tím se spínací kontakty spojí a rozpínací rozpojí. Po přerušení proudu zpětná pružina (popř. pružný pásek) odtáhne kotvičku a kontakty se vrátí do své klidové polohy.

- Nadproudové relé - dosáhne-li proud v obvodu určité velikosti, relé obvod samočinně rozpojí a to buď závisle na velikosti proudu - tedy při větším nadproudu vypíná rychleji nebo nezávisle - tedy po překročení dané hranice vypíná za předem nastavený čas. Princip nadproudového relé vychází z nastavení síly elektromagnetu, tedy při průchodu proudu většího než na jaký je nastaven překoná síla elektromagnetu 1 sílu pružiny 2 a tím uvolní západku 3, která drží kontakty 5 v sepnutém stavu. Pružina 4 pak kontakty rozpojí a přeruší průchod proudu.



- Podproudové relé - rozpojuje obvod při poklesu proudu pod určitou hladinu.

- Podpět'ové relé - působí při poklesu napětí v obvodu. Princip podpět'ového relé je opačný než u nadproudového, tedy při správném napětí je síla elektromagnetu 1 větší než síla pružiny 2 a po poklesu napětí se síla elektromagnetu zmenší, pružina přitáhne kotvičku, tím uvolní západku 3 a pružina 4 rozpojí kontakty relé 5.



- Zpětné relé - obvod rozpojuje při změně smyslu proudu.

- Časové relé - pracuje až po určitém čase a to jak se zpožděným spínáním, tak i rozpínáním, doba přitahu či odpadu kontaktů bývá často nastavitelná. Časování může být mechanické nebo častěji elektronické.

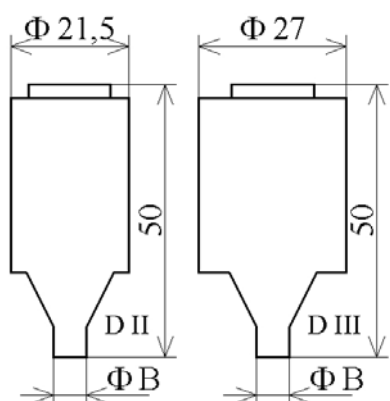
2.3. Jistící a chránící elektrické přístroje

Jistící přístroje slouží k jistění zařízení před účinky přetížení a zkratů, chrániče pak chrání živé bytosti před účinky elektrického proudu.

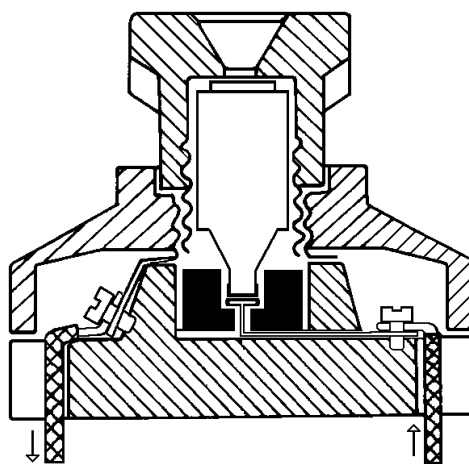
Pojistky - jsou přístroje sloužící k jistění elektrického obvodu tím, že tepelným účinkem nadproudu nebo zkratového proudu přetaví tavný drátek ve vložce a tak přeruší elektrický obvod (pojistky jistí elektrický obvod především proti zkratovému proudu). Pojistky rozdělujeme na závitové a zásuvné neboli nožové

Závitové pojistky se skládají z pojistkového spodku, krytu, vložky a hlavice. V pojistkovém

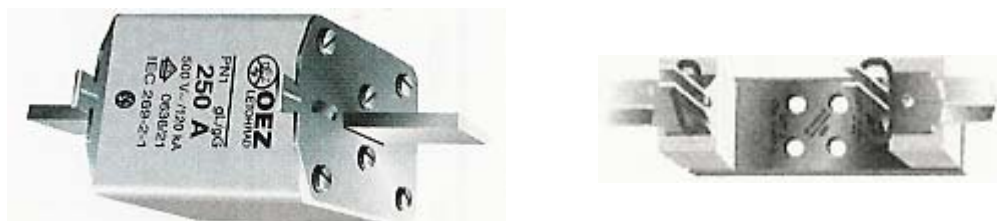
spodku je tzv. vymezovací kroužek, který nedovolí vložit vyměnitelnou pojistkovou vložku na větší proud, tyto kroužky jsou barevně odlišné podle jmenovitého proudu pojistkové vložky (2A - růžový, 4A - hnědý, 6A - zelený, 10A - červený, 16A - šedý, 20A - modrý, 25A - žlutý, 35A - černý, 50A - bílý a 63A - měděný). Pojistkový spodek je též vybaven svorkami pro přivedení vodičů (přívod od zdroje vždy pod vymezovací kroužek a vývod k jištěnému zařízení ze závitů). Pojistková vložka je dutý porcelánový nebo plastový váleček na koncích s kontakty, které jsou spojeny tavným drátkem ze snadno tavitelného kovu. Zbytek dutiny vložky je vyplněn křemičitým pískem, který slouží k dobrému odvodu tepla a případnému uhašení oblouku. Ve vložce je též pružinka, která při přetavení drátka uvolní barevný terčík a tím signalizuje přetavení pojistky (barvy jsou opět podle jmenovitého proudu). Pro jištění elektromotorů se používají tzv. pomalé ("šnekové") pojistky. Tyto pojistky totiž nereagují na velký záběrný proud motorů. Pojistková vložka je v pojistkovém spodku uzavřena hlavicí se skleněným okénkem.



Typ	I [A]	Φ B [mm]
D II	2,4,6	6
	10	8
	16	10
	20	12
	25	14
D III	35	16
	50	18
	63	20



Zásuvné pojistky mají na izolačním spodku připevněny pérové kontakty s plochými praporky pro připojení vodičů. Vložka je krátký porcelánový hranolek (popř. váleček) zavřený kovovými víčky, které přecházejí v zásuvné nože. Víčka jsou propojena tavným páskem. Kolem tohoto pásku je opět křemičitý písek. Sloužící k účinnému chlazení pásku a k bezpečnému uhašení oblouku, vzniklému po přetavení pásku. Na přední straně hranolku je malé okénko s lesklou značkou, která při přetavení pojistky zčerná nebo zmatní, popř. je zde

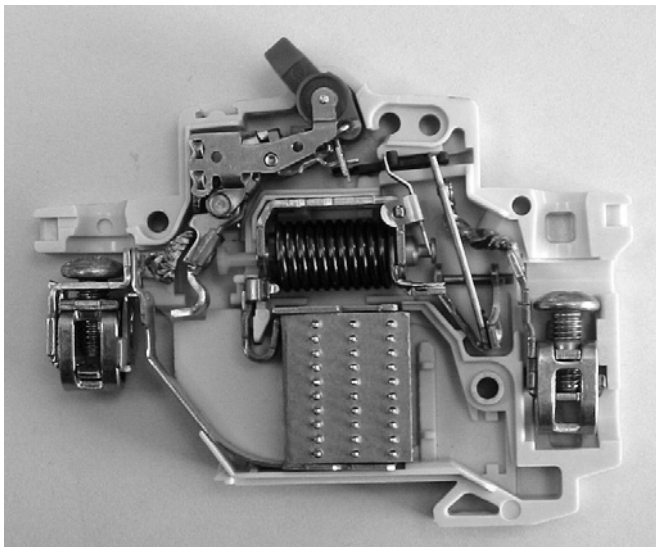


terčík, který je vystřelen pružinkou. Zasouvání pojistek do pérových kontaktů a jejich výměna se provádí speciálním držákem („žehličkou“) a odpojit se mohou pouze v nezátíženém stavu. Vyrábějí se jako výkonové pro jmenovité proudy od 16 do 630 A.

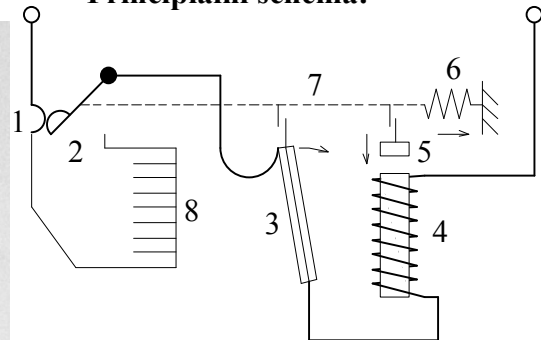
Jističe

Jsou samočinné vypínače určené ke spínání a jištění elektrických obvodů. Jistí elektrická zařízení před přetížením a před účinky zkratových proudů. Při přetížení prochází elektrickým obvodem o něco větší proud než je proud jmenovitý a tím se zahřívá dvojkov tepelné spouště

3 (proud prochází samozřejmě i zkratovou spouští, ale síla elektromagnetu je slabá na přitažení kotvičky 5). Tepelná spoušť se prohne, uvolní západku 7 a pružina 6 vypíná kontakty jističe 1, 2 (malá přetížení jističe vypínají po delším čase, velká přetížení vypínají v čase kratším). Při zkratu působí rychleji tzv. elektromagnetická spoušť (tepelná spoušť se také ohřívá, ale ohýbání trvá delší dobu než funkce zkratové spouště), což je elektromagnet 4, který při průchodu zkratového proudu vtáhne jádro 5 do cívky. Tím opět uvolní západku 7 a kontakty jističe 1, 2 se rozpojí (zkratové proudy vypínají jističe téměř okamžitě). Vzniká-li při vypínání elektrický oblouk je zhasen ve zhasací komoře 8.



Principiální schéma:



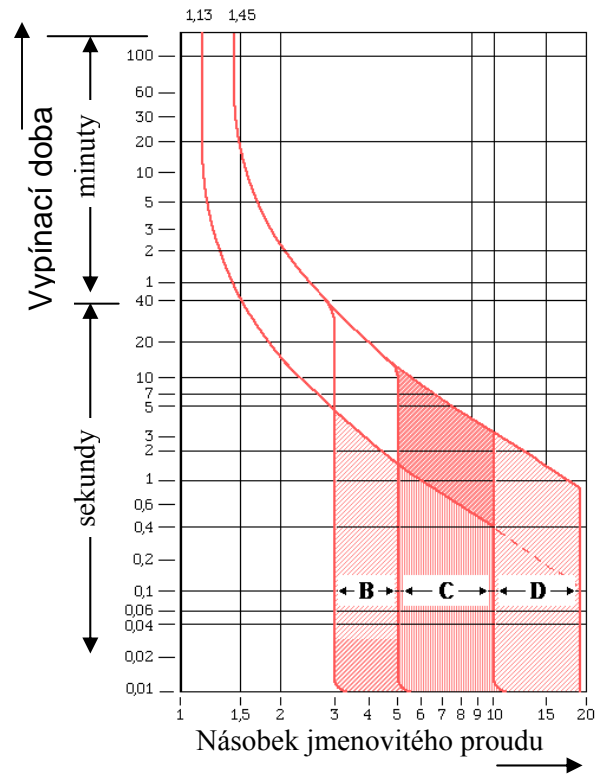
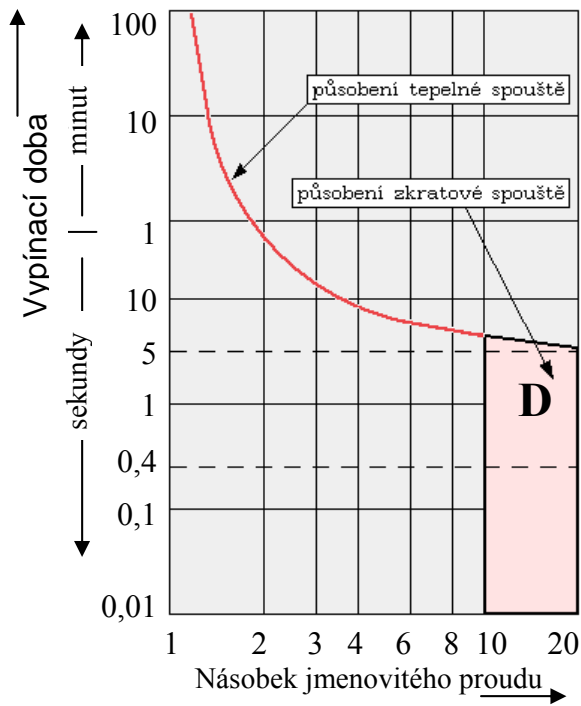
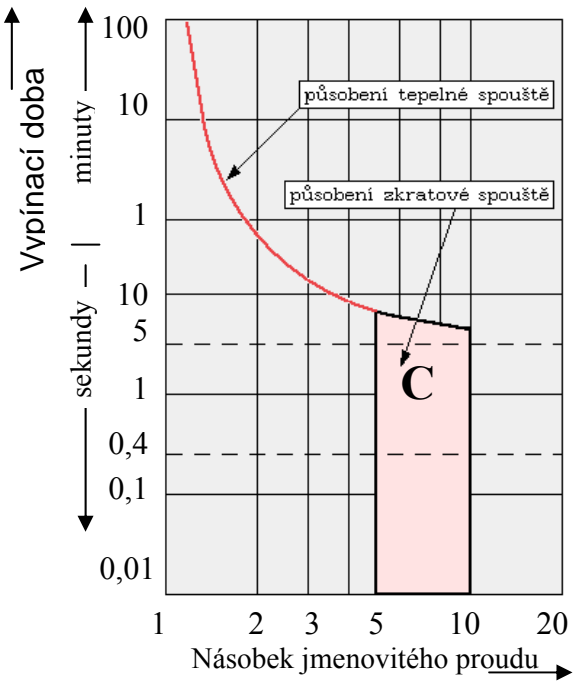
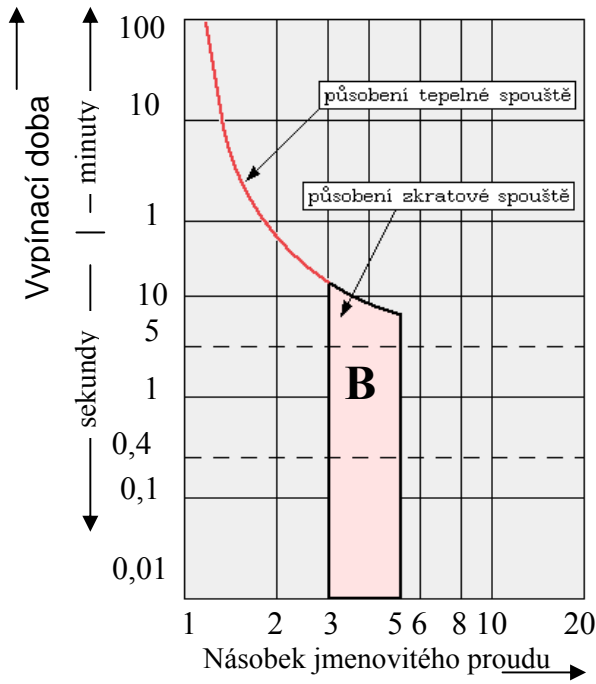
- 1 - pevný kontakt
- 2 - pohyblivý kontakt
- 3 - tepelná spoušť (bimetal)
- 4 - zkratová spoušť (elektromagnet)
- 5 - kotvička elektromagnetu
- 6 - zpětná pružina
- 7 - západka
- 8 - zhasací komora

Podle nastavení elektromagnetické (zkratové) spouště se rozdělují jističe do tří skupin:

- typ B - zkratová spoušť $3 - 5 \cdot I_N$ (pro vedení)
- typ C - zkratová spoušť $5 - 10 \cdot I_N$ (pro motory)
- typ D - zkratová spoušť $10 - 20 \cdot I_N$ (pro obvody s velkými nárazovými proudy např. transformátory)

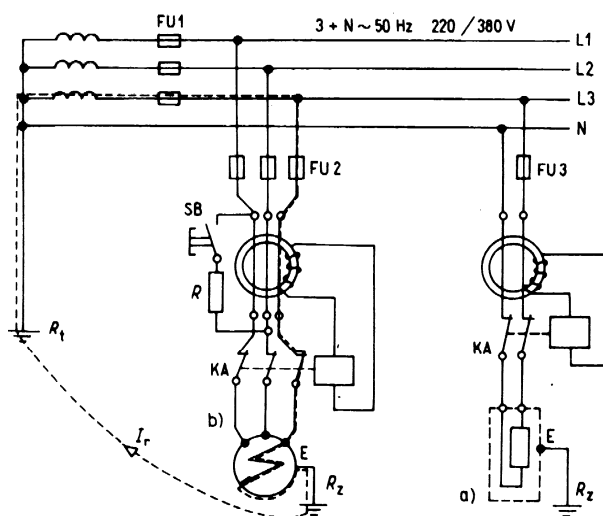
V praxi se často používají i jističe trojpólové, což jsou tři jednopólové jističe se společným vybavovačem.

Vypínací charakteristiky jističů



Proudové chrániče

Přístroje určené k ochraně živých bytostí před nebezpečným dotykem. Tento chránič okamžitě odpojí chráněné zařízení od napětí, jde-li z některé fáze proud do země. Princip proudového chrániče vyplývá ze součtového měřícího transformátoru proudu, který reaguje na každou změnu průchodu proudu (rozdílový proud 30 mA), protože pokud je proud ve všech fázích stejný rovná se součet jejich okamžitých hodnot nule a v magnetickém jádru transformátoru se nebudí žádný magnetický tok. Ve výstupním vinutí transformátoru se tedy neindukuje žádné napětí. Půjde-li však z některé fáze proud do země, vznikne v transformátoru proudová nesouměrnost a v jádru se vyvolá magnetický tok. Ten indukuje napětí ve výstupním vinutí navinutém na jádru a v obvodu vypínací cívky začne procházet proud. Vypínací cívka přitáhne svoji kotvičku, tím uvolní západku a vypínací pružina rozpojí obvod (vypínací mechanismus není na obrázku znázorněn). U jednofázového chrániče je magnetický obvod součtového měřícího transformátoru kolem obou vodičů (fázového i zpětného) a tím je též při správné funkci zařízení součet proudů roven nule. Při průchodu proudu do země se opět vybudí magnetický tok v magnetickém jádru transformátoru, ten indukuje napětí ve výstupním vinutí a tím cívka proudového chrániče rozpojí **oba** vodiče.



Dnes se používají i trojfázové proudové chrániče pro nesouměrný odběr, pak přes součtový transformátor prochází jak fázové vodiče, tak i pracovní vodič. Součet proudů ve všech čtyřech vodičích je opět roven nule a při průchodu proudu do země dojde k rozpojení všech čtyř vodičů.

Proudový chránič se musí vždy předřadit jističem či pojistkou, neboť chránič nejistí spotřebiče proti přetížení ani proti zkratu.

2.4. Zvláštní spínače:

Rtuťové - jejich pevné kontakty se spojují a rozpojují přeléváním rtuti v evakuované skleněné nádobce, která se naklání ovládacím mechanismem. Používají se tam, kde agresivní prostředí ohrožuje kontakty běžných spínačů nebo kde by elektrický oblouk vzniklý mezi kontakty mohl způsobit výbuch či požár (v dolech, v chemickém průmyslu);

Termostaty - teplotní spínače pro regulaci teploty;

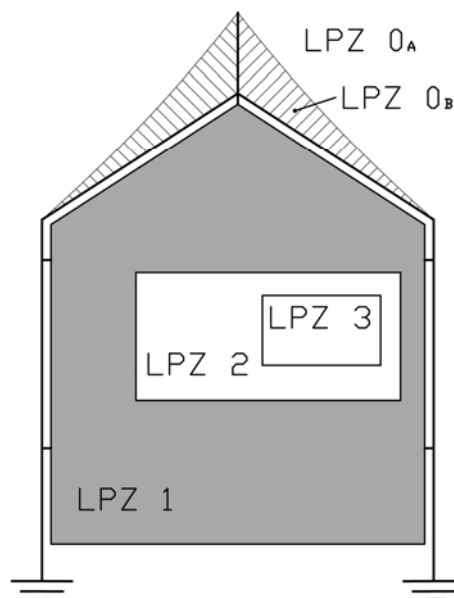
Plovákové - ovládají se plovákem v nádrži s kapalinou;

Koncové - spínače sloužící k sepnutí při dosažení koncových poloh pohybujících se částí pracovního stroje;

Mikrospínače - vyznačují se velmi rychlým, mžikovým přepínáním při nepatrném zdvihu.

2.5. Svodiče přepětí v rozvodech nn

Slouží k ochraně před přepětím, jsou součástí vnitřní ochrany před bleskem a navíc slouží i k ochraně před přepětími jiného než atmosférického původu (spínací přepětí). V objektech s rozvodem nízkého napětí se doporučuje třístupňová ochrana, přičemž každý stupeň musí přepětí zmenšit na předepsanou hodnotu. Jednotlivé stupně přepětíových ochran se instalují na rozhraní zón bleskové ochrany tzv. LPZ (lightning protection zone). Typ 1 (dříve nazývaný třída B), tzv. hrubá ochrana se umísťuje mezi zóny LPZ 0 a LPZ 1 (tedy na vstupu do budovy), typ 2 (třída C) mezi zóny LPZ 1 a LPZ 2 (např. do podružného bytového rozvaděče) ve vzdálenosti větší než 15 m nebo větší než 5m je-li vodič PE veden zvlášť. Není-li tato vzdálenost dodržena je potřeba před svodič typu 2 umístit omezovací tlumivku. Typ 3 (třída D) se umísťuje buďto do rozváděčů u chráněného zařízení nebo přímo před hlídání spotřebič (v zásuvce nebo v prodlužování šňůře). Dnes se velice často u vstupu do rodinných domů používá kombinace svodiče typu 1 a 2 v jednom (výhodou je koordinace mezi svodiči bez potřeby tlumivek).



2.5.1. Typ 1 - hrubá ochrana (T1, 1. stupeň, třída B)

Tuto ochranu zajišťují svodiče bleskových proudů, které zachytí největší díl přepětíové vlny a které jsou schopny bez poškození svádět bleskové proudy nebo jejich podstatné části. Svodiče bleskových proudů jsou konstruovány na bázi jiskřiště. Podle konstrukčního provedení je možno je rozdělit na tzv. „otevřená“ nebo „uzavřená“. Tvar elektrod, jejich materiál a vzduchová mezera mezi elektrodami určují ochrannou úroveň, svodovou schopnost a vlastnosti charakterizující chování jiskřiště při zhášení následných proudů.

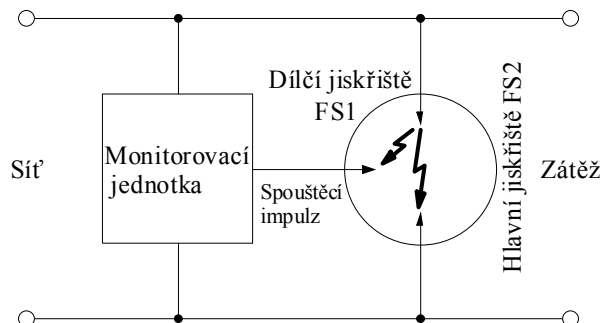
Otevřená jiskřiště vynikají velmi vysokými svodovými schopnostmi, až $I_{imp} = 50 \text{ kA}$ (I_{imp} = impulsní - bleskový proud je definován zkušebním proudem s tvarem vlny 10/350 μs . svodiče bleskového proudu ho musí bez vlastního poškození nejméně dvakrát spolehlivě odvést).

Jejich základním nedostatkem je však vyšlehování žhavého plazmatu z pouzdra přepětíového ochranného zařízení, při jejich aktivaci bleskovým proudem. Tato skutečnost komplikuje významným způsobem projekční přípravu (konstrukci rozváděčů) vzhledem k požární bezpečnosti.

Konstrukce uzavřených jiskřišť má tento nedostatek dostatečným způsobem vyřešen, ovšem za cenu snížení parametru samočinně zhášeného následného proudu. Instalují se především do hlavního rozvaděče (instalaci svodičů bleskových proudů v elektroměrovém rozváděči musí schválit příslušné energetické společnosti). Univerzálnější použití umožňuje systém s dvojítm jiskřištěm, tedy jiskřištěm s jedním přívodem a dvěma odvody. Monitorovací

jednotka (obsahuje varistor) trvale dohlíží na ochranu dále připojeného zařízení nebo systému. Dojde-li k překročení úrovně napětí nastavené předem při výrobě (v širokém rozmezí), generuje spouštěcí jednotka impuls pro zapálení jiskřiště FS1. Toto jiskřiště má omezenou propustnost a chová se elektricky jako varistor. Obloukový výboj vzniklý v FS1 je energetickým předobrazem pronikající vlny přepětí a ionizuje hlavní jiskřiště FS2.

Energetický obsah přepětí určuje stupněm ionizace (intenzitou, dobou trvání), zda a ve kterém okamžiku dojde k zapálení hlavního jiskřiště FS2. Jakmile je toto jiskřiště zaktivováno, převezme svod dalšího impulsního (rázového) proudu a tím odlehčí FS1. Hlavní jiskřiště FS2 je velmi výkonné



jiskřiště s vysokou propustností pro impulsní proud a velkou schopností omezovat následný síťový proud. Výhody tohoto typu jsou, že varistor monitorovací jednotky není trvale připojen k síti nýbrž pouze přes výbojkové jiskřiště FS1, zapálení FS2 je závislé jen na energii přepětíového impulsu a ne na tvaru vlny (energeticky chudá přepětí odvádí přímo FS1) a volbou vhodného principu zhášení oblouku nedochází vůbec k následným síťovým proudům.

2.5.2. Typ 2 – střední ochrana (T2, 2. stupeň, třída C)

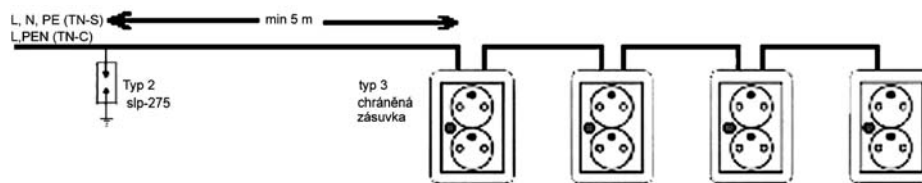
Tuto ochranu zajišťují svodiče přepětí konstruované na bázi varistoru, které bez poškození svádějí atmosférická přepětí nebo přepětí od spínacích pochodů v síti. Při odpovídajících podmínkách mohou být instalovány bez předřazeného 1. stupně i do hlavního rozváděče. Varistory jsou prvky, jejichž hodnota elektrického odporu se prudce snižuje s přibývajícím napětím. Používají se především v ochranných obvodech proti přepětí, nebo jako krátkodobě vysoce zatížitelné odpory k absorpci energie v nejrůznějších oblastech elektrotechniky a elektroniky. Varistory se vyrábějí hlavně slinutím karbidu křemičitého za použití různých pojiv, nebo oxidu zinečnatého s přidáním různých oxidů kovů. Čelní strany varistorů se pokovují a opatřují drátovými nebo páskovými přívody. Elektrické hodnoty jsou dány především použitými materiály a jejich zrnitostí a rozměry tělesa. Moderní technologické postupy, používané v současné době k jejich výrobě, umožňují vyrábět přepětíové ochranné zařízení s použitím varistorů až do svodových schopností $I_{imp} = 20 \text{ kA}$. Nespornými přednostmi je především jejich nízká cena, kratší odezva a průběh jejich V-A charakteristiky. Ve většině případů se instalují za svodiče bleskových proudů, které sníží přepětí a omezí energii přepětíové vlny. Instalují se tedy nejčastěji do podružného rozváděče.

2.5.3. Typ 3 – jemná ochrana (T3, 3. stupeň, třída D)

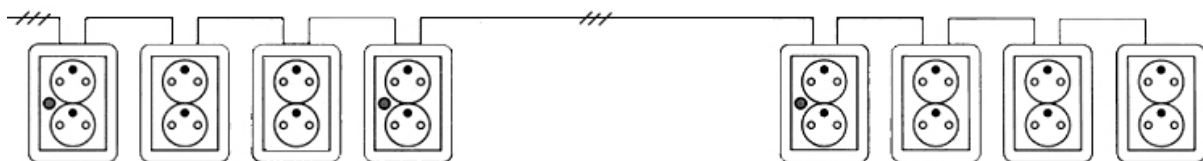
Aby byla zajištěna skutečně spolehlivá ochrana, je potřeba, aby předchozí typy 1 a 2 doplnil poslední stupeň - typ 3. Základním prvkem jemné ochrany jsou varistory a supresorové diody. Supresorové diody jsou rychlé Zenerovy diody s extrémně vysokou strmostí pracovní V-A charakteristiky. Vynikají rychlou odezvou na přichodící přepětíový impuls, který trvá řádově ns. Tato ochrana se doporučuje instalovat těsně před chráněné spotřebiče bez dlouhého

elektrického vedení od ochrany ke spotřebiči. V případě, že by za posledním stupněm bylo dlouhé vedení ke spotřebiči, mohlo by se ve vodičích zvýšit napětí (např. indukci) nad přijatelnou úroveň. Je-li délka vedení mezi typy T2 a T3 menší než 5 metrů, není nutno typ T3 použít. Ochranu dostatečně zajistí svodič přepětí typu T2. Pro méně náročné aplikace se používá jednoduchá přepět'ová ochrana vestavěná do zásuvky, prodlužovacího přívodu, elektroinstalačních krabic nebo elektrokanálu. Pro náročnější aplikace je tato přepět'ová ochrana doplněna o vysokofrekvenční filtr. Tato kombinovaná ochrana je umístěna do zásuvkových adaptérů. Tyto ochrany mají velice rychlou odezvu (řádově v ns), potlačují vf rušení v pásmu 150 kHz až 30 MHz a jsou schopny svádět pulzní proudy až 10 kA. Ochrana kombinovaná s vysokofrekvenčním odrušením se doporučuje k zařízení s řídicím procesorem a pamětí (napět'ovým pulzem nebo při pulzem způsobeném restartu zařízení nebo vysokofrekvenčním rušením může dojít k nevratným ztrátám). Jedná se především o počítače pracující v reálném čase (řízení výroby, chod bank), ústředny MaR, EZS, EPS, diagnostické a měřicí přístroje, analytické přístroje ve zdravotnictví apod. Při použití zásuvek s vestavenou přepět'ovou ochranou (typ 3) - tzv. chráněné zásuvky můžeme použít několik způsobů zapojení:

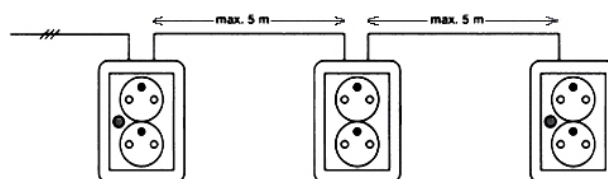
- základní způsob - instalace přepět'ové ochrany ke každému zařízení které chceme ochránit, například použitím chráněných zásuvek. Jedná se o nejúčinnější způsob ochrany proti přepětí.



- instalace zásuvek do hnízd - v případech, kdy jsou vedle sebe instalovány tři a více zásuvky (dvojzásuvky), použijeme chráněné zásuvky do krajních pozic, pak i zásuvky mezi chráněnými zásuvkami lze považovat za chráněné. U skupiny na konci zásuvkového obvodu instalujeme chráněnou zásuvku pouze ze strany přívodu..

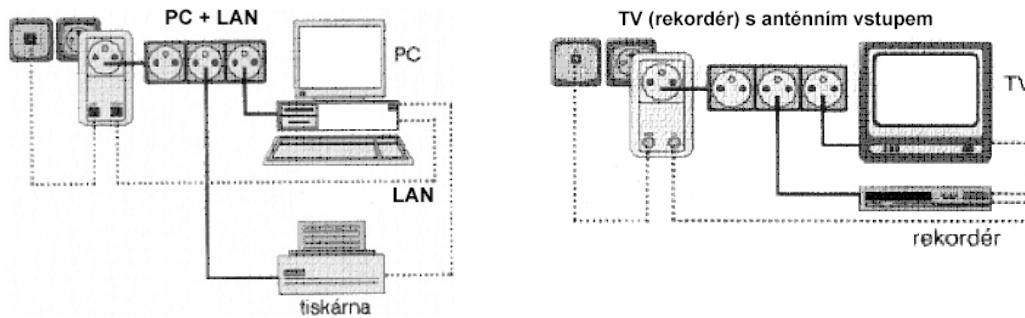


- ochrana zásuvkových okruhů - v případech, kdy vedení zásuvkového obvodu není taženo tzv. nebezpečnými místy (viz dále) je možno cca 3 až 5 metrů délky vedení zásuvkového obvodu za chráněnou zásuvku považovat za chráněné.



Ve druhém a třetím způsobu jsou zásuvky chráněné před přepětím indukovaným na vedení i před přepětím přivedeným po vedení z rozváděče, nejsou však chráněny před spínacím

přepětím od spotřebičů zapojených v sousedních zásuvkách bez ochranného modulu. Dokonalou ochranu proti přepětí zajišťuje proto pouze zapojení dle základního způsobu. Mezi nejčastěji používané kombinované ochrany (typ 3 a vf filtr) jsou zásuvkové adaptéry určené pro připojení televizí napojených z anténních svodů nebo satelitních rozvodů a počítačů napojených na ISDN (Integrated Services Digital Network) linku nebo ethernetový rozvod domu.



Za nebezpečná místa považujeme taková místa, kde je zvýšené nebezpečí vzniku indukovaného přepětí, což jsou zejména místa v blízkosti:

- hromosvodů
- okapů, nebo jiných vertikálních kovových prvků (voda, plyn, armatury apod.)
- vertikálních vedení, tzv. stoupaček
- nechráněných kabelů a vedení nn- kabelů a vedení vn

3. ELEKTRICKÉ PŘÍSTROJE VYSOKÉHO NAPĚTÍ

3.1. Spínací přístroje bez zhášedel

Odpojovače - používají se pro zapojování a odpojování elektrických obvodů bez zatížení (tj., bez proudu) a k viditelnému odpojení elektrického zařízení od napětí. Používají se k odpojování částí vedení, sítí, strojů a zařízení za účelem revize, opravy či změny řazení. Ve vn sítích nestačí jen odpojení proudu vypínačem, ale obvod musíme přerušit ještě viditelně ve druhém místě odpojovačem.

Podle konstrukčního provedení jsou odpojovače:

- Nožové - mají na základním rámu upevněno šest podpěrných izolátorů ve dvou řadách, Na třech izolátorech v jedné řadě jsou upevněna ložiska s pohyblivými noži a na protějších třech jsou pérové kontakty, do kterých se nože zasunují.
- Rotační - každý pól má dva otočné izolátory nesoucí táhla s kontakty, jež se otáčejí v rovině rovnoběžné se základním rámem.
- Sklápěcí - z hlediska pohonu a tvaru jsou velice podobné nožovým, ale tvar kontaktů je jiný.
- Nůžkové neboli pantografické - pohyblivý kontakt je zde ovládán nůžkovým sklápěcím mechanismem. Pevný kontakt bývá často přímo na přívodním vodiči tj. mimo odpojovač.

Uzemňovače - jsou to nožové spínače, které uzemňují vypnuté části elektrického obvodu pro bezpečnost obsluhy. Často se kombinují s odpojovači - odpojovač odpojí danou část obvodu a zároveň ji uzemňovač uzemní.

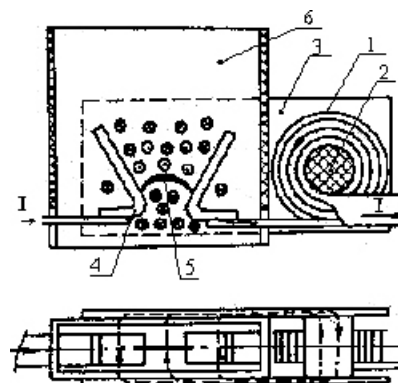
Odpínače - jsou to spínače schopné zapínat a vypínat proudy v rozsahu až do hodnoty svého jmenovitého proudu (většinou tedy mají jednoduchou zhášecí komoru). Nejsou schopné vypínat zkratové proudy, ale v zapnutém stavu je musí přenášet bez svého poškození. Vznikne-li při vypínání oblouk, je ofukován stlačeným vzduchem a tím je hašen. Stlačení vzduchu zajistí tzv. autopneumatické zhášedlo složené z komory s pístem ovládaným přímo pohybujícím se pohyblivým kontaktem.

3.2. Výkonové vypínače

Jsou to spínače schopné vypínat nebo zapínat všechny provozní proudy vyskytující se v elektrických obvodech, tedy i proudy zkratové. Mají spoušť, která při zkratu samočinně obvod rozpojí. Je u nich důležitý tzv. jmenovitý vypínací výkon, což je součin jmenovitého proudu a zotaveného napětí (napětí, které vznikne mezi kontakty vypínače po přerušení proudu). Podle zhášení elektrického oblouku rozeznáváme výkonové vypínače: magnetické, kapalinové, tlakovzdušné, plynotlaké a vakuové

3.2.1. Magnetické vypínače

Magnetické vypínače používají magnetickou energii vlastního přerušovaného obvodu. Jsou to proto soustavy s vlastní zhášecí energií a používají se především k vypínání stejnosměrných obvodů. Vykazují ze všech typů vypínačů nejvyšší obloukové napětí. Příčinou je značná délka oblouku a jeho současné intenzivní chlazení, takže odpor oblouku narůstá do velkých hodnot.



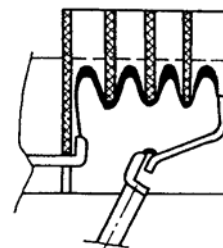
Část proudovodné dráhy je stočena do cívky 1. Průchodem proudu přes cívku vzniká v jejím jádru 2 magnetické pole. Toto pole je pomocí pólových nástavců 3 vedeno do prostoru mezi kontakty 4, kde působí na hořící oblouk 5, vzniklý po oddálení kontaktů silou, která jej natahuje do zhášecí komory 6.

Magnetické pole tedy není žádný přímý zhášecí prostředek, ale pouze vyvolává rychlý pohyb oblouku napříč vzduchem, který jej obklopuje a natahuje jej do zhášecí komory.

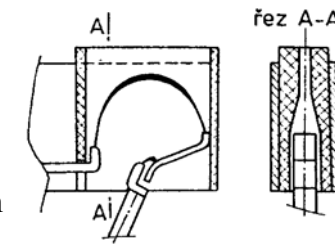
Zhášecí komory magnetických vypínačů jsou v principu dvojího druhu: zhášecí komory izolační a zhášecí komory kovové.

Izolační zhášecí komory - existuje velmi mnoho skutečných provedení izolační komor, ale v podstatě můžeme rozlišit dvě principiální uspořádání:

Zhášecí komory s izolačním roštem - vyfukovaný oblouk se zadrží na čelních hranách a prodlouží se do několika vln mezi žebra vložené napříč k ose oblouku. Natahováním oblouku a jeho chlazením v místech dotyku se zvětšuje jeho odpor a snižuje se procházející proud až dojde k uhasnutí oblouku.



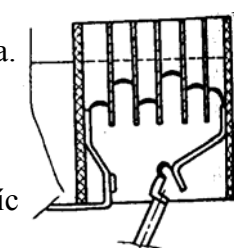
Izolační komora štěrbinová - oblouk je natahován do izolační štěrbiny, která se nad kontakty zužuje až na šířku menší než je průměr válcově idealizovaného obloukového jádra. Tím se kruhový průřez jádra deformuje, zvětšuje se jeho povrch, který se dotýká izolačních stěn a ty mu intenzivně odnímají z povrchu teplo. Zároveň se tím zmenšuje průřez oblouku. Natahováním, zmenšováním průřezu a chlazením se opět zvětšuje odpor oblouku a ten uhasíná. Má-li být vliv stěn trvale účinný, musí se oblouk ve štěrbině neustále pohybovat.



Vypínací schopnost těchto komor je podstatně větší než vypínací schopnost komor roštových.

Kovové zhášecí komory - všechny komory jsou provedeny jako komory roštové, a to tak, že do izolačního pouzdra jsou příčně vložena kovová žebra.

Oblouk, který se zapálí mezi oddalujícími se kontakty, se vyfoukne po růzcích do zhášecí komory, kde se na příčně umístěných kovových deskách rozdělí na několik dílčích obloučků, spojených do série. Obloučky jsou navíc intenzivně chlazeny. Tím se opět zvětší odpor oblouku a oblouk uhasíná v první nule proudu.



3.2.2. Kapalinové vypínače

Dnes se již od kapalinových vypínačů všech konstrukcí upouští pro nároky na jejich provoz - vyčištění oleje po vypnutí oblouku, sušení oleje atd. Zde jsou uvedeny jen pro jejich nesporný historický význam.

Spínací přístroje se zhasením oblouku v kapalině pracují tak, že využívají zplodin vznikajících tepelným rozkladem kapaliny obloukem k urychlení deionizačních pochodů mezi oddalujícími se kontakty.

Kapalina, která se běžně používá ve vypínačích je transformátorový olej, ale občas se používá jako zhasací médium destilovaná voda.

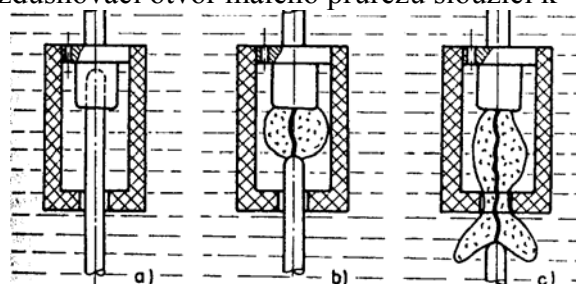
Podle konstrukce kapalinové vypínače rozdělujeme na:

- a) Kotlové vypínače s volným zhasením oblouku v oleji - oblouk uhasíná pouze přítomností oleje v okolí oblouku. Používal se v letech 1900-1930, ale dnes se již nepoužívá
- b) Kotlové vypínače se zhasedly - používají stejný princip zhasení oblouku jako ostatní kapalinové zhasedla (viz dále), ale dnes se již též nevyrábějí.
- c) Vypínače s malým množstvím oleje neboli vypínače maloolejové - nejrozšířenější typ kapalinových vypínačů. Olej plní jen funkci zhasacího média a funkci izolantu mezikontaktní dráhy. Pól vypínače má tvar štíhlého, vždy svisle orientovaného válce. Typy zhasedel jsou opět stejné.
- d) Vypínače vodní (expanzní) - důvodem k záměně oleje za vodu je to, že voda neobsahuje uhlík. Tepelným rozkladem vody vzniká vodík a kyslík, tj. plyny, které se buď zpětně sloučí ve vodu, nebo prostě uniknou do ovzduší. Širšímu rozšíření těchto vypínačů však zabraňuje cena výroby destilované vody.
- e) Vypínače impulsní - jsou velmi podobné vypínačům maloolejovým jen při vypínání se žene do oblouku olej pod tlakem pomocí vnějšího kompresoru. Tato soustava však pro svoji složitost též nenašla širší uplatnění.

Zhasedla kapalinových vypínačů je podle provedení až nepřeberné množství, lze je ale rozdělit do dvou skupin podle toho jakým směrem je orientován proud spalinového plynu vůči ose oblouku. Omývá-li jej souose pak jde o zhasedlo osové neboli axiální. Směřuje-li proud plynu kolmo k ose oblouku jde o zhasedlo příčné neboli radiální.

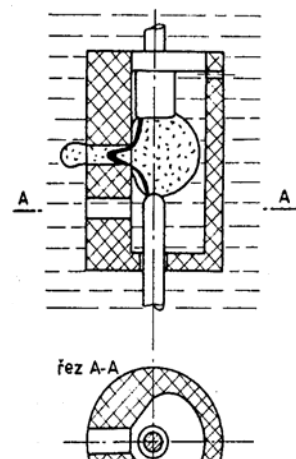
Zhasedlo s osovým (axiálním) ofukováním oblouku - je v podstatě válcová komora z izolačního materiálu obklopující pevný kontakt. Celý prostor komory je vyplněn olejem.

V nejvyšším místě komory musí být upraven odvzdušňovací otvor malého průřezu sloužící k úniku plynu při plnění vypínače olejem. Funkce komory je patrná z obrázku. Jakmile se pohyblivý kontakt vysune z pevného kontaktu zapálí se oblouk. Při hoření oblouku dochází k rozkladu oleje na plyny, které vytvoří bublinku o vysokém tlaku. V okamžiku, kdy roubík



opustí komoru začne nahromaděný plyn unikat do vnějšího prostoru. Přitom ze všech stran omývá oblouk a odnímá mu teplo až dojde k přerušení oblouku v první nule proudu. Po rozrušení zbytkového ionizovaného sloupce zateče mezi kontakty olej a pomáhá tím zajistit dostatečnou elektrickou pevnost prostředí mezi kontakty, aby nedošlo k opětovnému zapálení oblouku. Vypínací schopnost axiální komory je omezena mechanickou pevností konstrukce, neboť při vypínání proudů několika desítek kiloampérů (asi okolo 50 kA), vznikají v komoře tlaky dosahující velikosti 10 až 20 MPa.

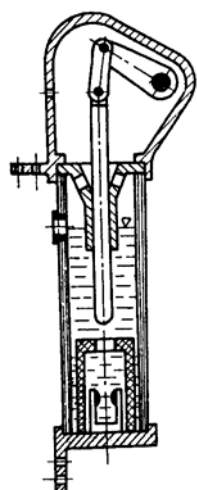
Zhášedlo s příčným (radiálním) ofukováním oblouku - má ve stěně uspořádáno nad sebou několik otvorů (štěrbín) a tvar jeho vnitřního prostoru není kruhový. Ten se totiž zužuje směrem ke štěrbinám, jejichž vnitřní ústí se co nejvíce blíží k roubíku (viz obrázek). Jinak řečeno je v místech štěrbin větší tloušťka stěny komory. Následkem osově nesouměrného vnitřního prostoru se soustřeďuje převážná část bubliny obloukových plynů a par na straně odvrácené od štěrbin. Když se roubík vysune z komory natolik, že uvolní pívnou štěrbinu, plyn má ihned snahu touto štěrbinou unikat. Při úniku strhne s sebou oblouk do kanálku. Roubík postupně otevírá další štěrbinu až se nakonec vysune ze spodního axiálního otvoru. Postupným otevíráním štěrbin dochází k natahování oblouku a především k intenzivnímu proudění plynu kolem oblouku. Tím je způsobeno uhasnutí oblouku opět v první nule proudu. Pokud oblouk neuhasne, než roubík opustí komoru spolupůsobí pak s příčnými štěrbinami ještě i axiální tryska.



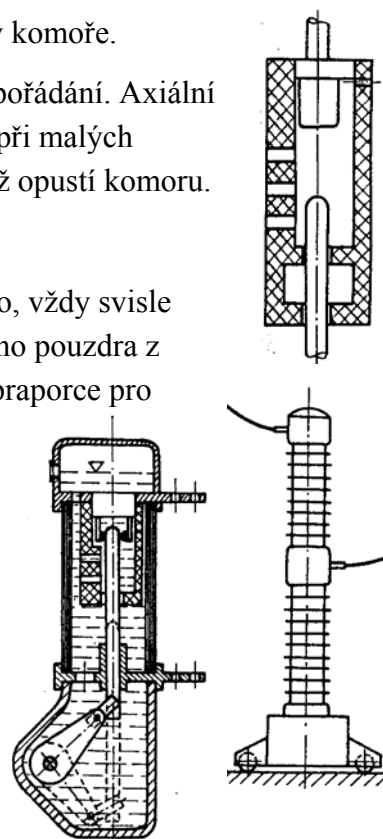
Jelikož plyn uniká postupně jednotlivými štěrbinami, tlak uvnitř komory nedosahuje takových hodnot jako u axiálních komor. Mechanické namáhání komor je tím podstatně menší.

Vypínací schopnost radiálních komor vzrůstá s počtem štěrbin v komoře.

Zhášedlo kombinované - je to kombinace předchozích dvou uspořádání. Axiální zhášedlo zařazené za zhášedlo radiální vstupuje do činnosti jen při malých proudech. Při vypínání velkých proudů oblouk uhasíná dříve než opustí komoru. Tato kombinace zhášedel se používá pro vyšší hodnoty napětí.



Pól maloolejového vypínače vn má tvar štíhlého, vždy svísele orientovaného válce. Na obou koncích válcového pouzdra z laminovaného izolantu jsou kovové uzávěry a praporce pro připevnění přívodů. Pevná palcová soustava je uvnitř zhášecí komory (axiální nebo radiální), válcový vypínací roubík je ovládán klikovým mechanismem. Horní část pólu nad hladinou oleje tvoří expanzní prostor. Jedná-li se o vypínače venkovní je laminátové pouzdro kryto porcelánovým převlekem.

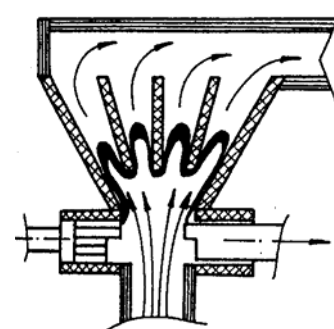


3.2.3. Tlakovzdušné vypínače

Zhásecím prostředím v těchto vypínačích je stlačený vzduch, zajištěný předem do zásoby pomocí kompresoru. Nedílnou součástí těchto vypínačů je proto zásobník tlakového vzduchu a jeho rozvod, řízený ventilovým mechanismem. Stlačený vzduch používáme také k výkonu spínacího pohybu roubíku.

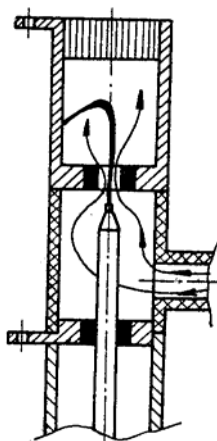
Ofukovat oblouk lze dvojím způsobem: podélně v trysce nebo příčně ve štěrbinách.

Zhášedla s příčným ofukováním oblouku - se používají jen zřídka, protože i když zvládnou velké proudy (až 100 kA) mají velmi velkou spotřebu vzduchu. Oblouk je zde natahován mezi izolační rošty proudem stlačeného vzduchu až dojde k jeho roztržení.



Častěji se používají **trysky s podélným ofukováním oblouku** - mechanika zhášení je obdobná jako u axiální komory

kapalinových vypínačů. Rozdíl je jen v tom, že nemusíme čekat, až si oblouk sám vytvoří zhášecí plyn, ale máme jej připravený v zásobníku. Jakmile se roubík vysune z trysky, uvolní se cesta proudu vzduchu do prostoru nad kontaktem. Proud vzduchu, který obaluje ze všech stran hrot roubíku, zanesl oblouk hořící mezi tímto hrotem a stěnou trysky ihned do osy trysky. Jedna jeho pata zůstává na opalovacím hrotu roubíku, druhá je přefouknuta na stěnu válce v prostoru nad tryskou. Uvažujeme-li polohu hrotu roubíku blízko ústí trysky, vidíme, že se proud vzduchu nad hrotem sbíhá radiálně k ose soustavy a snaží se vniknout do oblouku. Tato radiální složka proudění pomáhá rozrušit ionizovaný sloupec v nule proudu. Konečná přerušeni obvodu nastává zase vsunutím izolační vrstvy vzduchu mezi pahýly zbytkového ionizovaného sloupce.



U tlakovzdušných vypínačů je nutné vždy určit jejich vypínací schopnost z hlediska proudu. Velikost proudu, který tryska ještě zvládne, určuje jev zahlcení trysky. Vzduch v trysce ohřátý obloukem na vysokou teplotu nabývá velkého tlaku a expanduje na obě strany trysky. Tento jev je velmi nepříjemný na vstupní straně trysky neboť zde působí proti tlaku záhašecího vzduchu, přitékajícího ze vzduchojemu. Při malých prouděch je tento protitlak bezvýznamný, ale při velmi velkých prouděch (řádově desítky kiloampér) je protitlak takový, že do přívodního prostoru vnikne značné množství horkého a ionizovaného plynu. V nule proudu tlačí pak zpět do trysky vzduch proudící z přívodního vedení před sebou tento ionizovaný plyn, který nemá nutnou elektrickou pevnost. Oblouk neuhasíná, opětovně se zapaluje a zhášedlo selhává.

Proto vypínací schopnost tlakovzdušné trysky roste s tlakem vzduchu ve vzduchojemu nejen napětově, ale i proudově. Další možností jak lze zvýšit výkonnost trysky je zvětšení jejího průřezu, neboť při větším průřezu vrostl také množství vzduchu, které je nutné ohřát, aby nastal zpětný tok vzduchu. Proto se dnes už nikdy nesetkáme s jednoduchou tryskou, ale jen s tryskami dvojitými a to buď kovovými nebo izolačními.

Zvláštní skupinu tlakovzdušných vypínačů tvoří vypínače autopneumatické (samotlaké). Ty se

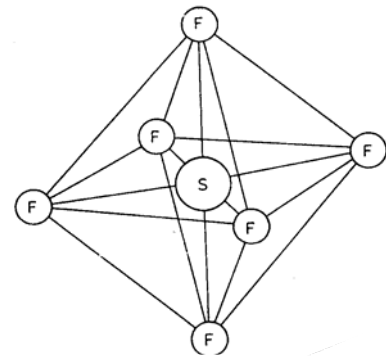
liší tím, že nemají zásobník vzduchu a že proud vzduchu potřebný pro zhášení oblouku si vyrábí vypínač sám až při vypínacím pochodu. Zdrojem je energie nastřádaná v napnuté pružině. Pružina je dimenzována tak, aby stačila nejen způsobit vypínací pohyb kontaktu, ale současně aby uvedla do pohybu píst. Píst stačuje ve válci vzduch, který pak proudí izolačním rozvodem do zhášecí trysky. Množství vzduchu je opět pokaždé stejné a proto tyto vypínače mají zcela charakter vypínačů s cizí zhášecí energií. Výhodou takových vypínačů je, že nepotřebují kompresorovu stanici ani rozvod vzduchu. Nevýhodou je pak velmi malá vypínací schopnost, proto se dnes už používají výhradně u vypínačů vn malých výkonů. Tlakovzdušné vypínače jsou dnes též už na ústupu..

3.2.4. Plynotlaké vypínače

Rostoucí požadavky na spínací přístroje a rozvodná zařízení vn a vvn vedly k hledání nových izolačních a zhášecích látek. Jednou z nich je elektronegativní plyn fluorid sírový (SF_6). Což je plyn vyznačující se velkou elektrickou pevností, nehořlavostí, velkou chemickou stálostí, dobře odvádí teplo a má výborné zhášecí schopnosti.

Fyzikální vlastnosti - v plynném skupenství je bezbarvý bez zápachu, nehořlavý a nejedovatý. Patří k nejtěžším plynům, jeho hustota je asi pětkrát větší než hustota vzduchu.

Chemické vlastnosti - patří k nejstabilnějším chemickým sloučeninám, protože molekula SF_6 má souměrnou strukturu charakterizovanou šesti kovalentními vazbami. Kolem atomu síry, umístěného v těžišti molekuly, je seskupeno šest atomů fluoru a výsledkem této struktury je velká chemická stabilita i při vysokých teplotách.



Elektrické vlastnosti - je nutné udržovat vlhkost na nízké úrovni, aby nedocházelo k vnitřnímu rosení na izolačních částech a tím ke snižování izolačních vlastností. Na izolační stav SF_6 mají kromě vlhkosti vliv ještě další faktory: tlak plynu, tvar elektrod, nečistoty elektrod, drsnost elektrod, nečistoty plynu, vliv vloženého izolantu, doba a tvar přiloženého napětí a taky homogenita pole. Hlavním důvodem proč se SF_6 používá ke zhášení oblouku je jeho velká afinita k volným elektronům, protože má velkou hmotnost je proti volným elektronům téměř nepohyblivý a nemůže proto tvořit nosiče nábojů. Zhášecí schopnost SF_6 je při tlaku 0,2 MPa asi 160 A, kdežto u vzduchu je to asi 6 A.

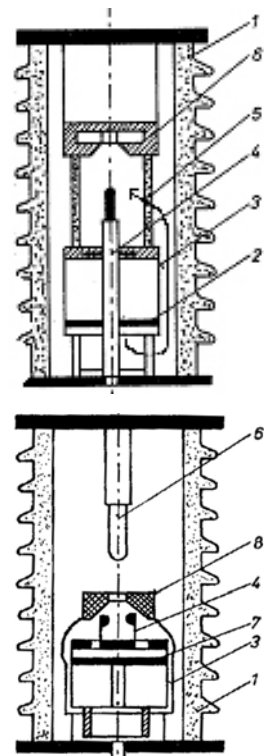
Fyziologické vlastnosti - je považován za fyziologicky neškodný. Ačkoliv je velmi stabilní, je teplem oblouku rozkládán na složky, z nichž některé jsou jedovaté, dusivé, dráždivé a agresivní. K absorpci těchto rozkládaných produktů se používá aktivovaný oxid hlinitý. Kromě toho se před otevřením spínače odsaje SF_6 do zvláštní nádrže a spínač se zavzdušní.

Dnes jedním z nejrozšířenějších typů zhášedel plynotlakých vypínačů jsou autopneumatická zhášedla a dvojtaké soustavy

Autopneumatické zhášedlo - oblouk je zde zhášen proudem SF_6 vyvolaným při vypínání pístem, jenž se pohybuje ve válci a je poháněn vypínacím mechanismem (pružinou). Různé

konstrukce autopneumatických zhášecích komor s SF₆ využívají v podstatě dvou principů provedení:

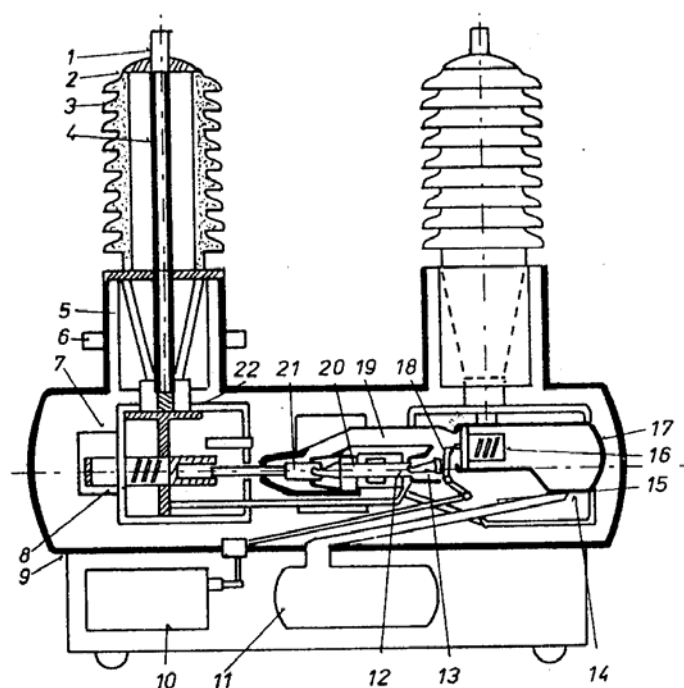
Vypínač s pevnou kovovou tryskou - při vypínání je plyn pod pístem 2 stlačován ve válci 3 a vnitřní dutinou pohyblivého kontaktu 4 proudí do vnitřní dutiny izolátoru 1. Přitom oblouk hořící mezi pevným kontaktem 6 a kontaktem pohyblivým je intenzivně ofukován a dochází k jeho uhašení. Nedostatkem je existence izolační trubky 5, která přidružuje kontakt. Protože ve vypnutém stavu se tato trubka nachází neustále pod napětím. Tomu potom musí odpovídat délka i materiál, z něhož je vyrobena. Proto se přístroje tohoto principu používají na nižší napětí.



Zhášecí zařízení s pohyblivou izolační tryskou - při vypínání se současně pohybují válec 3, pohyblivý kontakt 4 i tryska 8. Dochází ke stlačování plynu uzavřeného mezi pevným pístem 7 a tryskou. Až pevný kontakt 6 opustí trysku, stlačený plyn začne proudit tryskou a intenzivně deionizuje oblouk.

Dvojtlačáková soustava - ke zhášení je zde využito ofukování proudem SF₆ který vzniká při přepouštění z nádoby s vysokým tlakem (asi 1,5 až 2 MPa) do nádoby s nízkým tlakem (0,2 až 0,4 MPa). Po proběhnutí pracovního cyklu se automaticky zapne kompresor, který přečerpá přes čistící filtry SF₆ zpět z nádoby nízkého tlaku do nádoby s vysokým tlakem.

U dvojtlačákových vypínačů vzniká zvláštní problém, protože při tlacích vyskytujících se ve vysokotlakém okruhu kapalní SF₆ již při kladných Celsiových teplotách (při tlaku 2 MPa kapalní při +10°C). Aby vypínače mohly pracovat i při nízkých teplotách, tepelně se izoluje vysokotlaký zásobník a hlavní zásobník je navíc vybaven elektrickým vyhříváním.

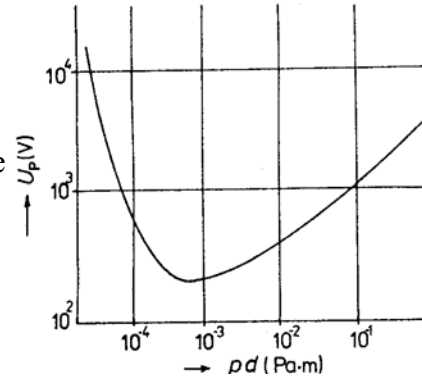


3.2.5. Vakuové vypínače

Vakuová zhášedla se dnes stále více používají pro své velké výhody: jsou nehořlavá, při funkci tichá, nevyfukují ionizované plyny nebo plameny, mají o jeden až dva řády nižší obloukové napětí, a tím i zhášecí energii, mají minimální opotřebení a malý potřebný zdvih.

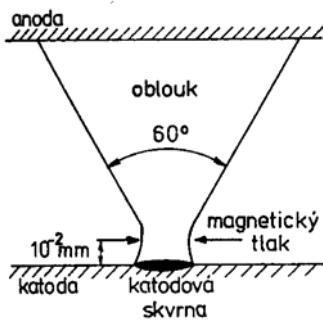
Izolační vlastnosti vakua

Při snížení tlaku plynu pod úroveň odpovídající minimu Paschenova zákona a dané vzdálenosti mezi kontakty napětí při kterém dojde k průrazu prudce vzrůstá. Obvykle při tlaku nižším než 10^{-3} Pa je střední volná dráha elektronů ve zbytkovém plynu značně delší než vzdálenost kontaktů a proto po přiložení napětí ke kontaktům nemůže dojít k nárazové ionizaci volnými elektrony a samovolný elektrický výboj nenastane. Elektrická pevnost mezikontaktního prostoru ve vakuu je mnohokrát větší než pevnost tohoto prostoru při atmosférickém tlaku.

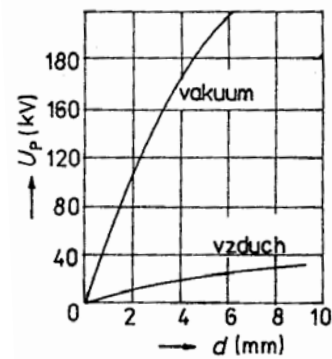


Oblouk ve vakuu

Při vypínacím pochodu nejprve zaniká kontaktní síla, tím se zmenšuje počet stykových bodů a proud se přesouvá do posledního místa dotyku kontaktů.



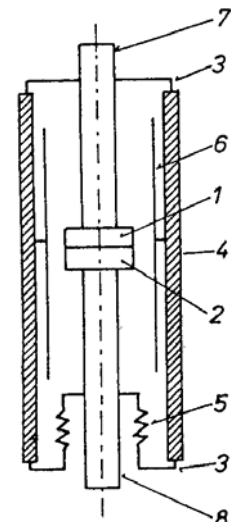
Toto místo se Jouleovým teplem značně zahřívá, až dojde k vypaření části kontaktního kovu. Mezi kontakty se tak tedy objeví mrak kovových par a dochází k jejich ionizaci a k přenosu proudu vzniklým plazmatem. Tvar vakuového oblouku je patrný z obrázku. Je to vlastně kužel s vrcholem na katodě. Styková plocha oblouku s anodou je velká, což zaručuje, že na anodě se neobjeví přehřáté místo. Při hoření oblouku unikají z jeho trupu do okolního



prostoru jednotlivé ionizované částice. Při nedostatečném přísunu kovových par proto oblouk ztrácí stabilitu a vypínač odsekává proud již před jeho průchodem nulou. Tento stav je nežádoucí, protože v obvodu vznikají velká přepětí. Abychom zabránili předčasnému utržení oblouku přidáme do základního materiálu materiál s vyšší tenzí par, který zajistí dostatečné množství kovových par i při nižší teplotě katodové skvrny. Kontakty proto vyrábíme nejčastěji z dokonale odplyněného a dezoxidovaného porézního wolframu nasyceného mědí.

Zhášení oblouku ve vakuu

Největším problémem vakuového vypínání spočívá v konstrukci mechanicky pevné a přitom vakuově těsné nádoby a ve volbě a technologickém zpracování kontaktních materiálů. Jak je patrné z obrázku jsou vakuová zhášedla celkem jednoduchá. Jedná se vždy o dva masivní kontakty 1 a 2 umístěné čelně proti sobě ve vakuové nádobě 4. Nádoba je



ze skla nebo vakuové keramiky s kovovými víky 3. Jeden z kontaktů je pevně připojen k víku a druhý má možnost osového pohybu několika milimetrů při zachování dokonalé těsnosti pružného členu - vlnovce 5. Vlnovec se většinou vyrábí z titanové oceli a určuje mechanickou životnost zhášedla (ta je asi 10^6 cyklů). Aby nedocházelo k napařování kovových par na vnitřní straně vakuové nádoby (mohlo by způsobit vodivé propojení kontaktů a tím selhání přístroje), je kolem kontaktů kovové stínění 6. Po oddálení kontaktů dojde za pomoci kovových par k zapálení oblouku. Ten hoří buď po skoro celé ploše oblouku nebo mají-li kontakty vylišované drážky ve tvaru z jedné strany zužujícího se půlměsíce se vlivem dynamických sil roztočí. Množství par musí být takové, aby došlo k uhasnutí oblouku přesně v nule proudu a v obvodu zhášedla se nevytvářela přepětí.

Výhody vakuových zhášedel

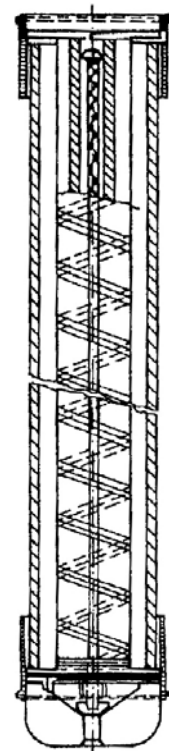
Mají malé obloukové napětí, a tím i malý ztrátový výkon. Malý zdvih kontaktů umožňuje použít jednoduchý mechanismus (elektromagnet). Zhášedlo je zcela uzavřené a proto může pracovat v jakémkoliv prostředí. Vyžaduje minimální údržbu a má dlouhý bezvızivní chod. Pracuje nehlučně a je zcela bezpečné z hlediska ohrožení obsluhy.

3.3. Vysokonapět'ové pojistky

U vysokonapět'ových pojistek je nutné požadovanou vypínací schopnost zajistit zmenšením průřezu vodičů asi o řád, nebo podstatným zvětšením počtu míst zúženého průřezu v porovnání s pojistkami nn. Tavné vodiče tedy vycházejí velmi dlouhé a je nutné je navíjet šroubovitě na keramickou kostru s podélnými žebry. V řezu má kostra tvar hvězdice s válcovou dutinou v podélné ose. Tavné vodiče se dotýkají kostry jen na hranách žebrování, takže mohou být podél celého povrchu obklopeny zrnitým hasivem. Pájením jsou připojeny k závěrným víčkům patrony, které přecházejí ve vnější válcové objímce. Prostřednictvím objímek je patrona uchycena v kontaktních párech upevněných v pojistkovém spodku.

Válcová dutina hvězdicové kostry je využita k umístění odporového tavného vodiče, sloužícího k signalizaci stavu. I tento vodič bývá pro svoji délku šroubovitě navinut na tenké keramické tyčince. Podobně jako u pojistek nn drží vlastní indikační kolík v zasunuté poloze proti tlaku pružiny.

Pojistky vn se vyrábějí na jmenovité proudy do 100 A, takže k jištění v obvodech s většími proudy se používá paralelní řazení několika patron.

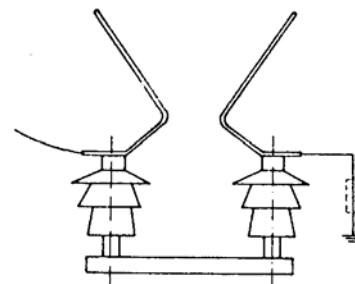


3.4. Svodiče přepětí

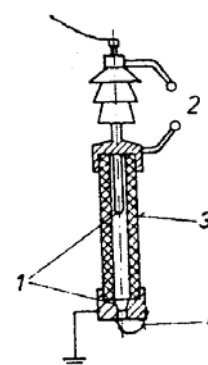
Přepětí vzniká v elektrických sítích vn v podstatě dvojím způsobem a to nejčastěji vzniká na fázových vodičích úderem blesku do stožárů, zemního lana nebo předmětů v těsné blízkosti vedení, tomuto přepětí se pak říká atmosférické nebo vzniká při vypínání malých indukčních a kapacitních proudů a při zapínání dlouhých vedení naprázdno, tomuto přepětí se pak říká přepětí spínací.

Jelikož přepět'ové vlny by mohly značně poškodit zařízení rozvoden připojují se do obvodu tzv. svodiče přepětí. Podstata jejich činnosti spočívá v tom, že po přestoupení dovoleného napětí se vedení uzemní nejrychlejším způsobem a to průrazem jiskřiště, které představuje vědomě nejslabší izolační místo chráněné části sítě. Konečnou fází činnosti svodiče přepětí je opětné přerušení spojení se zemí, které by jinak bylo poruchovým stavem sítě.

Nejstarší a nejjednodušší svodič přepětí je tzv. **růžková bleskojistka**. Zhášení oblouku je zde realizováno prodlužováním jeho délky, které vyplývá z teplotního vztaku a elektrodynamických sil. Protože paty oblouku se současně posouvají po růžcích směrem vzhůru, může být spodní nejkratší vzdálenost mezi růžky účinně deionizována. Nevýhodou je velmi malá vypínací schopnost a závislost elektrické pevnosti na počasí. Proto se používají jen na nepřilíš významných vedeních, popř. jako záložní ochrana společně s dokonalejším typem svodiče přepětí.



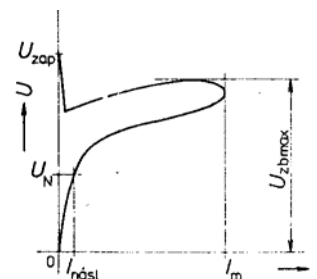
Aby se zvětšila vypínací schopnost svodičů přepětí musíme je vybavit zhášedlem. Nejjednodušší (dnes už nepoužívané) je zhášedlo s pevným hasivem. Svodič přepětí s tímto zhášedlem je **vyfukovací bleskojistka** neboli tzv. Torokova trubice. Má dvě sériově zapojené jiskřiště. Jedno (vnější) má funkci odpojovače, druhé (vnitřní) umístěné v trubce z plynotvorného materiálu zajišťuje zhášení elektrického oblouku. Vnější povrch trubky je opatřen vrstvou s velkým odporem. Vznikne-li přepětí, nastane nejdříve přeskok na vnějším jiskřišti, poté začne odporovou vrstvou procházet proud, sice poměrně malý avšak postačující k vytvoření takového úbytku napětí, aby došlo k zapálení oblouku na vnitřním jiskřišti. Značné množství plynů vzniklé rozkladem materiálu trubky tepelným účinkem oblouku ochlazuje oblouk a v nule proudu, po oslabení ionizačních pochodů vyfoukne plyny ven a zabrání opětovnému zapálení oblouku. Po uhasnutí oblouku mezi elektrodami vnitřního jiskřiště omezí odporová vrstva proud výboje na vnějším jiskřišti natolik, že výboj zanikne bez jakýchkoliv dalších zásahů. Dnes se již tyto bleskojistky také nevyrábějí, neboť jejich vypínací schopnost je vyhovující jen v určitém intervalu proudu (menší proud vytvoří málo plynu, větší moc) a další velkou nevýhodou je jejich schopnost svést jednu, maximálně několik málo přepět'ových vln.



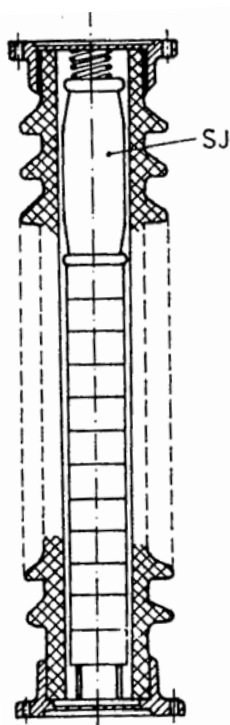
Dokonalý a výkonný svodič přepětí tedy musí být jednoduchý, aby pořizovací náklady byly přijatelné a musí působit opakovaně bez jakéhokoli dohledu a přívodu vnější energie.

Přijatelné náklady jsou dány využitím zapalovacího jiskřiště jako nejjednoduššího zhášedla. Zvětšení výkonnosti spočívá proto v účinném omezení následného proudu (proudu procházejícího v konečné fázi činnosti svodiče přepětí) na takovou velikost, kterou jiskřiště stačí ještě přerušit. Prostředkem k účinnému omezení následného proudu je nelineární rezistor závislý na velikosti napětí tzv. varistor zapojený sériově s jiskřištěm nebo soustavou dílčích jiskřišť. Nelineární rezistor má tvar válečku vyrobeného lisováním a spékáním směsi karbidu

křemíku vhodného zrnění a různých pojiv. Při vysokém napětí má malý odpor, při snížení napětí pak jeho odpor vzrůstá na velikou hodnotu. Tohoto využívá dnes nejrozšířenější svodič přepětí tzv. **ventilová bleskojistka**. Princip ventilové bleskojistky je závislý na varistoru, který jako elektrický ventil nejdříve otevře náboji cestu do země a potom ji po snížení napětí na jmenovitou hodnotu téměř uzavře.



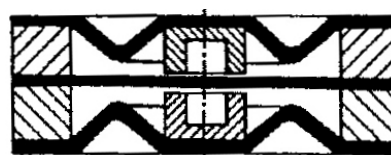
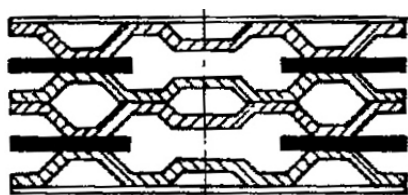
Jiskřiště dovolí po příchodu rázově přepět'ové vlny vzrůst napětí jen na hodnotu zapalovacího napětí, při kterém dojde k průrazu. Tímto okamžikem začne procházet nyní ještě studeným rezistorem proud a napětí dosáhne pouze hodnoty úbytku napětí na rezistoru. V souladu s tvarem přepět'ové vlny se proud zvětšuje až k nějaké maximální hodnotě I_m , avšak napětí na rezistoru následkem nelineární charakteristiky se zvětšuje jen pozvolna. Protože se varistor průchodem proudem zahřeje, vzroste poněkud jeho vodivost a při zmenšení svodového proudu se mění napětí podle jiné křivky, položené poněkud níže. Jakmile je náboj odveden do země a napětí se sníží na hodnotu jmenovitého provozního napětí sítě, má rezistor opět velký odpor, následný proud je tedy poměrně malý a navíc je ve fázi s napětím existují proto podmínky k úspěšnému uhasnutí oblouku hořícího mezi elektrodami jiskřiště v první nule proudu.



Jiskřiště ventilových bleskojistek je tvořeno soustavou dílčích jiskřišť řazených sériově. Touto úpravou se současně řeší dva požadavky. Prvním z nich je vznik průrazu s co nejmenším zpožděním (aby vlna přepětí nepronikla daleko za svodič přepětí). Druhým požadavkem je vytvoření podmínek k intenzivnímu zhášení oblouku (je splněn tím, že každé jiskřiště je jedno zhášedlo). Tato úprava jiskřiště umožňuje vytvářet stavebnicovou konstrukci. Jedno jiskřiště a jeden rezistorový kotouč tvoří jednotku pro určité napětí. Skládáním jednotek lze vytvořit svodič přepětí pro libovolné napětí.

Sériové řazení jiskřišť má za následek nerovnoměrné rozdělení napětí na jednotlivá jiskřiště, což je důsledek jejich různé kapacity vůči zemi. Jiskřiště vzdálenější od země mají menší kapacitu a jsou proto napět'ově více zatížena. Nerovnoměrné rozložení je vítané při zapalování, neboť vede k postupnému (kaskádnímu) průrazu jednotlivých jiskřišť. Má však nepříznivý vliv na zhášecí schopnost soustavy jiskřišť. Proto se rovnoměrné rozložení napětí v období zhášení oblouků zajišťuje paralelními rezistory popřípadě kondenzátory.

Jiskřiště vzdálenější od země mají menší kapacitu a jsou proto napět'ově více zatížena. Nerovnoměrné rozložení je vítané při zapalování, neboť vede k postupnému (kaskádnímu) průrazu jednotlivých jiskřišť. Má však nepříznivý vliv na zhášecí schopnost soustavy jiskřišť. Proto se rovnoměrné rozložení napětí v období zhášení oblouků zajišťuje paralelními rezistory popřípadě kondenzátory.



POUŽITÁ LITERATURA

- [1] L. Voženílek, F. Stibůrek: Základy elektrotechniky II, SNTL 1985
- [2] J. Vladař, J. Zelenka: Elektrotechnika a silnoproudá elektronika, SNTL 1986
- [3] O. Havelka a kol.: Elektrické přístroje, SNTL 1985
- [4] Firemní katalog Moeller
- [5] Firemní katalog OEZ