

Rozdíl mezi vysokonapětovými rozváděči bez a s použitím plynu SF₆

Rozváděče vysokého napětí se mohou lišit mnoha vlastnostmi, ať už je to způsob spínání, typ izolačního media nebo například konstrukce rozváděče a jeho rozměry. Způsobů spínání je hned několik, v dnešní době se v naprosté většině používá spínání ve vakuu nebo v plynu SF₆. Pro izolaci některé části nebo kompletní proudovodné dráhy se používají pevné a plynné izolanty. Z plynných izolantů je to vzduch a plyn SF₆, z pevných pak hlavně materiály na bázi epoxidových pryskyřic. Kombinace pevné a plynné izolace se používá také.

Dle použitých izolačních a spínacích medií rozlišujeme tyto nejpoužívanější kombinace:

- a) použití vakuového zhášedla ve spínacím prvku (odpínač nebo vypínač) a kombinace vzduchu a pevného izolantu jako izolačního media,
- b) použití vakuového zhášedla ve spínacím prvku (odpínač nebo vypínač) a plynu SF₆ jako izolačního media,
- c) použití SF₆ jako spínacího i izolačního media.

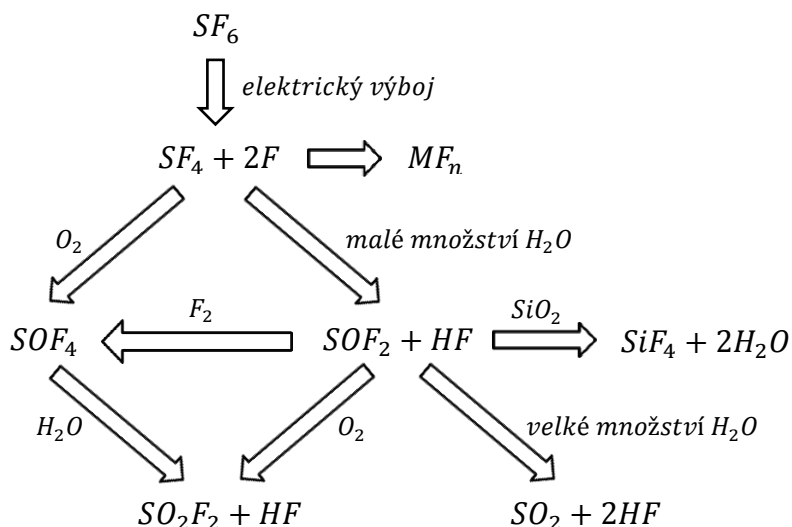
Vlastnosti spínacích medií

Pro pochopení spínání je vhodné se seznámit s vlastnostmi samotných spínacích medií. Spínání ve vakuových zhášedlech probíhá ve vysoké hladině vakua, a to při tlaku méně než 10⁻⁴ bar. Zhášedla jsou vyráběna ve speciálním prostředí, tak aby bylo dosaženo vlastností, na která jsou navržena. Zkonstruována jsou z takových materiálů, aby bylo možné dosáhnout velmi vysokého počtu spínacích operací. Vakuová zhášedla jsou navržena na 30 000 sepnutí při normálním provozním proudu a na 100 sepnutí při vysokém poruchovém proudu. Tyto vysoké počty spínacích operací jsou dosaženy bez jakýchkoliv změn vlastností zhášedla. Není tedy nutné provádět údržbu, nebo jinak manipulovat se zhášedlem během celé životnosti zhášedla.

Čistý plyn SF₆, což je plyn nedegradovaný, čili takový plyn, který nebyl vystaven působení elektrického oblouku, je bez zápachu, bez chuti, je to plyn bezbarvý, nehořlavý, velmi stabilní a je těžší než vzduch. Z pohledu legislativního názvosloví se jedná o fluorovaný skleníkový plyn. Samotný čistý plyn (čistota více jak 99 %) je, z hlediska vlivu na člověka dusivý. Z hlediska životního prostředí tento plyn přispívá ke skleníkovému efektu, má tedy vliv na globální oteplování. Pro srovnání je vliv SF₆ 23 000x větší oproti plynu CO₂. Což znamená, že 1 kg SF₆ má 23 000x větší vliv na globální oteplování než 1 kg CO₂. SF₆ má poločas rozpadu cca 3000 let. Různá měření dokazují, že v rámci výroby dochází k úniku plynu do atmosféry v celkovém množství 7 až 9 %. Takovému úniku plynu do atmosféry se zabrání pouze jeho nevyráběním. Z hlediska použití v elektroenergetickém průmyslu se SF₆ používá pro spínací a izolační účely hlavně díky silné elektronegativitě (zachycuje volné elektrony), vysoké elektrické pevnosti a schopnosti zhaset elektrický oblouk. Spínací prvky, využívající pro spínání plyn SF₆ dosahují počtu sepnutí 2000 při normálním provozním proudu a maximálně 10 sepnutí při vysokém poruchovém proudu.

Degradovaný plyn SF_6 vzniká v případě, že v nádobě, kde je plyn SF_6 došlo k výskytu elektrického oblouku, tedy tam, kde dochází ke spínání provozních nebo poruchových proudů. Ke spuštění chemických reakcí rozpadu stačí pouze jedna spínací operace. Za předpokladu že nádoba obsahovala i malé množství vody např. ve formě páry (normální stav), dochází k rozpadu plynu SF_6 na pro člověka velice nebezpečné látky – viz níže.

Chemické reakce rozpadu plynu SF_6 .



kde: SF_4 je fluorid siřičitý, což je velice toxický korozivní plyn. Pro člověka je velice nebezpečný v případě vdechnutí – způsobuje popáleniny dýchacích cest. V případě styku s kůží způsobuje těžké popáleniny, v případě kontaktu očí s tímto plynem dochází k poškození očí. Pokud je plyn zahříván, může dojít k explozi.

F je fluor, což je značně toxický, jedovatý a mimořádně reaktivní plyn. Z hlediska vlivu na člověka má fluor podobné účinky jako těžké kovy – způsobují poruchy metabolismu.

MF_n je sloučenina atomů prvku M (označuje materiál elektrody) a fluoru s n počtem atomů fluoru.

O_2 je kyslík.

H_2O je voda.

SOF_4 je tetrafluorid-oxid sírový. Je to plyn dráždící oči, dýchací orgány a kůži.

F_2 je fluorin, což je velice toxický, korozivní a žíravý plyn. Pro člověka je velice nebezpečný v případě vdechnutí – způsobuje popáleniny dýchacích cest. V případě styku s kůží způsobuje těžké popáleniny, v případě kontaktu očí s tímto plynem dochází k poškození očí. Pokud je plyn zahříván, může dojít k explozi.

SOF_2 je thionylfluorid. Je to plyn dráždící oči, dýchací orgány a kůži.

HF je fluorovodík, což je jedovatý plyn. Ve vodě se rozpouští na silně žíravý roztok kyseliny fluorovodíkové. Fluorovodík leptá i sklo. Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí. Při požití, vdechnutí nebo styku s kůží může způsobit smrt.

SiO_2 je oxid křemičitý, který je odolný vůči kyselinám, s výjimkou kyseliny fluorovodíkové.

SIF_4 je fluorid křemičitý. V případě vdechnutí je toxický a způsobuje těžké poleptání při styku s kůží.

SO_2F_2 je sulfuryl fluorid, což je toxický plyn bez průmyslového využití.

SO_2 je oxid siřičitý. Je to bezbarvý, štiplavě páchnoucí a jedovatý plyn. Působí dráždivě zejména na horní cesty dýchací. Menší koncentrace vyvolávají záněty průdušek a astma. Ve vyšších koncentracích ovlivňuje krvetvorbu, způsobuje rozedmu plic a poškozuje srdce.

Z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví člověka je doporučováno použít rozváděč bez plynu SF_6 .

Rozsah servisních prací

Rozdíl mezi rozváděči je také ve způsobu a rozsahu servisních úkonů. Zatímco u rozváděčů, které jako spínací či izolační medium nepoužívají plyn SF_6 , je nutné provést servisní kontrolu řádově jednou za jeden či dva roky. A to pouze kontrolu vizuální popř. přezkoušení zapnutí a vypnutí polí rozváděče. U rozváděčů, které používají plyn SF_6 je navíc, oproti výše vypsáným, zcela nezbytné zkontrolovat tlak plynu uvnitř plynotěsného oddílu. Pokud došlo k úniku je nutné plyn do zařízení doplnit. Různé studie uvádějí, že během životnosti rozváděče dojde k úniku mezi 7 a 10 % plynu SF_6 do rozvodny a poté do atmosféry. K úniku může dojít v různých částech rozváděče, např. u vstupu kabelových kónusů do plynem izolovaného oddílu, u manometru nebo také, a to hlavně u modulárního typu rozváděče, u přípojnicového propojení. Pro zabezpečení správné funkce rozváděče je nezbytné toto množství do rozváděče doplnit. Doplnění plynu se provádí pomocí vestavěných ventilů, za předpokladu, že je jimi rozváděč vybaven. Toto doplnění je možné provést v místě instalace a může ho provádět pouze certifikovaná osoba – úroveň certifikace určuje a schvaluje Ministerstvo životního prostředí (MŽP). Ovšem pokud rozváděč ventilem nedisponuje, což je případ drtivé většiny rozváděčů VN, které jsou v dnešní době na trhu, je nutné rozváděč zaslat zpět výrobcí, který plyn doplní. Tím pádem musí být rozváděč odstaven a uveden mimo provoz. Následně vznikají komplikace spojené se spolehlivostí dodávky elektrické energie, tím hůře pokud je rozváděč umístěn v kritických aplikacích (veřejné budovy, infrastruktura, průmyslové budovy). Navíc je samotné doplnění plynu velmi nebezpečné, protože plynem izolovaný oddíl bude díky provozním manipulacím s největší pravděpodobností obsahovat degradovaný plyn SF_6 .

Z pohledu servisních úkonů a spolehlivosti dodávky elektrické energie je výhodnější a jednodušší použít rozváděč, který nevyužívá plyn SF_6 .

Náklady

Rozdíl mezi těmito dvěma typy rozváděčů je i ve výši nákladů. Jelikož jsou pořizovací náklady obou typů rozváděčů srovnatelné, rozcházejí se až v nákladech provozních a v nákladech na vyřazení z provozu.

Provozní náklady na rozváděče bez plynu SF₆ jsou minimální, jediné co je nutné pokrýt, jsou náklady na servisní personál. Je dostačující, aby byl tento personál proškolen pouze z hlediska obsluhovaného zařízení, což většinou provádí dodavatel zařízení zcela zdarma. Provozní náklady na rozváděče s plynem SF₆ jsou vyšší. Musíte znovu zaplatit servisní personál, který musí být navíc nad rámec výše uvedeného, řádně proškolen z důvodu pravděpodobné manipulace s plynem SF₆ (další náklady na školení), dle požadavků MŽP. Nutné je také zaplatit nový plyn SF₆ pro znovu doplnění plynu do rozváděče. Popř. pokud není rozváděč vybaven ventily pro doplnění plynu, je nutné rozváděč poslat zpět do výrobního závodu, vznikají tedy náklady na dopravu. Do provozních nákladů také spadají náklady na bezpečnostního poradce, který má za úkol školit řidiče z pohledu převáženého materiálu, a který zodpovídá za průběh dopravy. Bezpečnostní poradce musí být proškolen dle Evropské dohody o mezinárodních přepravách nebezpečných věcí po silnici (ADR) a musí být držitelem platného certifikátu. Bezpečnostního poradce musí mít každá společnost, která přepravuje plyn SF₆, ať už je to po pozemních komunikacích, nebo i v rámci areálu společnosti. Tato povinnost platí od 1. 12. 2002.

Náklady na vyřazení z provozu rozváděče bez plynu SF₆ jsou minimální. Více než 95% materiálů z celkového množství jsou recyklovatelné materiály, jedná se tedy o ekologicky šetrné systémy. Naopak náklady na vyřazení rozváděče využívající plyn SF₆ z provozu jsou vyšší, a to z důvodu samotného použití plynu SF₆. Předtím než je možné rozváděč rozebrat a roztřídit tak materiály, je nutné odstranit plyn SF₆ z plynotěsných oddílů. Za takovéto odstranění zodpovídá provozovatel zařízení. To je navíc dovoleno pouze certifikovaným osobám – certifikováni dle požadavků MŽP. Plyn se poté musí ekologicky zneškodnit nebo vyčistit pro jeho opětovné použití, což provádějí pouze specializované společnosti. Nehledě na to, že znovuzískání plynu z rozváděče je pro člověka velice nebezpečným úkonem a to z toho důvodu, že rozváděč zcela jistě obsahuje degradovaný plyn SF₆.

Z hlediska nákladů je tedy ekonomicky efektivnější použít rozváděč nevyužívající plyn SF₆.

Legislativa

Z pohledu legislativy se problematikou skleníkových plynů zabývají hlavně tyto dokumenty:

- a) Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 842/2006 ze dne 17. května 2006 o některých fluorovaných skleníkových plynech,
- b) Zákon č. 73/2012 Sb. ze dne 7. února 2012 o látkách, které poškozují ozónovou vrstvu, a o fluorovaných skleníkových plynech,

- c) ČSN EN 60376 Specifikace fluoridu sírového (SF₆) technického stupně čistoty pro použití v elektrických zařízeních,
- d) ČSN EN 60480 Metodický pokyn pro kontrolu a úpravu fluoridu sírového (SF₆) získaného z elektrických zařízení a specifikace pro jeho opětovné použití,
- e) TR IEC 62271-303 Užití a manipulace SF₆.

Legislativa mimo jiné určuje provozovateli zařízení tyto povinnosti:

Provozovatel zařízení (rozdávěče, nádoby s plynem SF₆, atd.) obsahující plyn SF₆ je povinen označit toto zařízení nesmazatelným štítkem, který bude obsahovat druh, název a množství fluorovaného skleníkového plynu. Takto označit zařízení je nutné provést v případě každého vyjmutí nebo doplnění plynu. Pokud tak neučiní, vystavuje se hrozbě pokuty ve výši 1 000 000 Kč.

Osoba, která v kalendářním roce získá z jiného státu Evropské unie, předá do jiného státu EU, nebo zneškodní více, než 100 kg fluorovaných skleníkových plynů musí do 31. března následujícího roku podat zprávu o těchto úkonech Ministerstvu životního prostředí. Pokud tak neučiní, vystavuje se hrozbě pokuty ve výši 1 000 000 Kč.

Servisní úkony, jako jsou revize, servis zařízení obsahujícího plyn SF₆, doplňování nebo odstraňování plynu SF₆ z plynotěsných oddílů smí provádět pouze řádně certifikovaná osoba. Za toto zodpovídá provozovatel zařízení. Pokud tomu tak není, provozovatel se vystavuje hrozbě pokuty ve výši 1 000 000 Kč.

Závěr

Jelikož existuje reálná a v provozu ověřená náhrada v podobě rozváděčů využívajících vakuové spínání s kombinací vzduchu a pevných izolantů jako primární izolace, je tedy otázkou, zda používat rozváděče vysokého napětí s plynem SF₆. Navíc je dle Nařízení č. 842/2006 doporučeno používat ekologičtější a technologicky vyspělejší systémy. Toto nařízení zdůrazňuje i to, že je uvádění výrobků, které obsahují plyn SF₆, na trh nutné zamezit.