

Nová generace stíněných konektorů

z firemních materiálů přeložili a upravili
Ing. Jiří Bayer a Ing. Jaroslav Hlavatý, Tyco Electronics Czech s. r. o.

Stíněné oddělitelné T-konektory (nebo také stíněné T-adaptéry) řady RSTI-58xx, vyráběné firmou Tyco Electronics, představují nejnovější generaci kabelových připojovacích systémů pro izolované rozváděče do napětí 25 kV s jmenovitým proudem do 800 A. Při vývoji a výrobě jsou použity nejnovější konstrukční postupy zajišťující optimalizovanou koncepci výrobku. Do požadavků na konstrukci byla zahrnuta i plná kompatibilita s moderními technologiemi šroubovacích kabelových ok se šrouby s trhacími hlavami.

Úvod

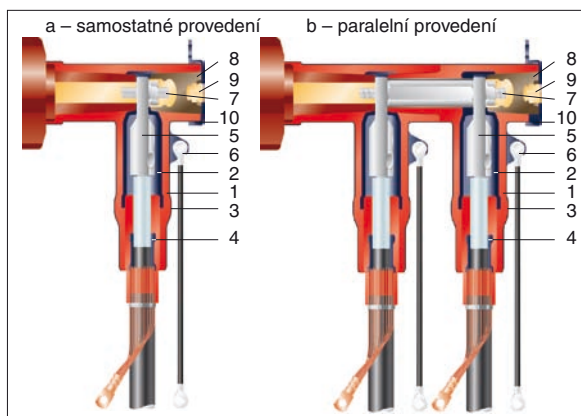
Stíněné T-konektory řady RSTI-58xx jsou navrženy pro ukončení a připojení jedno- a třížilových kabelů s plastovou izolací do izolovaných rozváděčů vysokého napětí. Rovněž je lze použít s dalšími přístroji, které jsou osazeny průchodkami CENELEC typu C, konstruovanými v souladu s EN 50181 (Zásuvné typy průchodek nad 1 kV do 36 kV a od 250 A do 1,25 kA pro jiná zařízení než transformátory plněné kapalinou) do napětí 25 kV a pro maximální proud 630 A nebo v případě paralelního připojení kabelů až 1 250 A.

Konektory řady RSTI-58xx jsou vyráběny firmou Tyco Electronics z vysoce kvalitní silikonové pryže a chráněny tenkou vnější vodivou vrstvou, která je připojena na potenciál země uzemňovacím vodičem. Tyto konektory jsou vhodné pro vnitřní i venkovní montáž. Pro pokrytí širokého rozsahu použití od 25 do 300 mm² se používají dvě velikosti dílů pro řízení elektrického pole a jedno univerzální tělo stíněného konektoru. Na připravený kabel opatřený montážní pastou se nejprve nasune díl pro řízení elektrického pole a následně stíněné tělo konektoru. Montáž těchto dvou dílů lze uskutečnit nezávisle na vnějších podmínkách. Součástí kabelového souboru je velmi kvalitní šroubovací kabelové oko se širokým průřezovým rozsahem nebo na vyžádání lisovací oko DIN. Vnitřní provedení stíněného T-konektoru RSTI-58xx je přizpůsobeno oběma typům kabelových ok.

Konstrukce a provedení

Stíněné tělo konektoru (obr. 1a a obr. 1b) je tvořeno třemi vrstvami materiálu. Jde o hlavní izolaci, vnitřní a venkovní vodivou vrstvu. Všechny tyto tři vrstvy jsou vyrobeny ze silikonové pryže a na sebe navrstveny tak, aby se mezi nimi nevytvářely žádné vzduchové dutiny. Izolace konektoru je vyrobena z upravené vysoce kvalitní silikonové pryže, která

vykazuje velkou odolnost proti elektrické erozi, vysokou tažnost a nehořlavost. Zvětšené tloušťky izolace na okrajích vnitřní Faradayovy klece zlepšuje rozložení elektrického pole, a snižuje tak elektrické namáhání izolace. V důsledku této úpravy dochází k prodloužení technické životnosti. T-konektor lze montovat na široký rozsah průřezů kabelů díky elastickému širokorozsahovému dílu, který rovnoměrně rozkládá siločáry elektrického pole na ukončení vnější polovodivé vr-



Obr. 1. Stíněný T-konektor se šroubovacím kabelovým okem
1 - izolace, 2 - vnitřní stínění, 3 - vnější stínění, 4 - díl řídicí elektrického pole, 5 - šroubovací kabelové oko, 6 - uzemňovací oko a zemnicí vodič, 7 - závitový svorník, 8 - epoxidová izolační zátka konektoru, 9 - kapacitní měřicí bod, 10 - vodivý kryt zátky

vy kabelu. Odkrytá izolace tohoto dílu pro řízení elektrického pole mezi koncem těla konektoru a pláštěm kabelu je navržena pro přerušování stínění, čímž je umožněno provedení plášťové zkoušky bez demontáže samotného konektoru z rozváděče. Uzemňovací vodič stíněného konektoru zůstává připojený na zemní potenciál rozváděče, kdežto vyvedení uzemnění kabelu je jednak odpojeno od zemního potenciálu, jednak připojeno na zařízení pro napětovou zkoušku pláště kabelu.

Vnitřní vodivá vrstva těla konektoru vytváří Faradayovu klec okolo šroubovacího nebo lisovacího kabelového oka, čímž chrání toto uspořádání před vznikem částečných výbojů. Pro tento konektorový systém byla vyvinuta šroubovací kabelová oka se šrouby s trhacími hlavami, která jsou vhodná pro ukončení měděných i hliníkových jader kabelů. Na vyžádání mohou být tato šroubovací kabelová oka nahrazena rovněž speciálně

vyvinutými lisovacími kabelovými oky podle normy DIN nebo kabelovými oky vhodnými pro hlubinné lisování. Paralelní spojení dvou konektorů (obr. 1b) umožňuje přenášet jmenovitý proud až do 1 250 A v rozváděčích s vhodnými průchodkami a za použití kabelů s odpovídajícím proudovým zatížením.

Vnější slabostěnné stínění je pevně spojeno s izolací těla konektoru a chrání obsluhu zařízení proti náhodnému dotyku. Umístění uzemňovacího oka ve středu povrchu vnějšího pláště konektoru zaručuje nejkratší možnou dráhu svodových proudů. Uzemňovací vodič propojuje toto uzemňovací oko s potenciálem země. Dokonalý elektrický a mechanický kontakt mezi kabelovým okem a průchodkou je zajištěn závitovým svorníkem, pružnou podložkou a šestihrannou maticí. K dosažení optimální kvality spoje je třeba toto připojení utahovat na předepsaný utahovací moment.

Epoxidová zátka konektoru obsahuje kapacitní měřicí bod, kterým lze zjistit, zda kabelové vedení je, či není pod napětím, popř. může být použito také pro fázování. Izolační zátka s měřicím bodem je stíněná a přizemněna za běžného provozu snadno demontovatelným vodivým krytem opatřeným očkem, umožňujícím jeho snadnou demontáž na vzdálenost při pracích pod napětím (PPN). Stíněný oddělitelný T-konektor je způsobilý pro provoz ve všech prostředích bez kovového krytu.

Vlastnosti a výhody:

- hlavní izolace konektoru a paralelního konektoru je vyrobena z upravené vysoce kvalitní silikonové pryže, která vykazuje velkou odolnost proti elektrické erozi, vysokou tažnost a nehořlavost,
- kombinace stíněného konektoru s paralelním konektorem je navržena pro maximální jmenovité proudy do 1 250 A při použití vhodných průchodek zařízení a kabelů,
- prostorově nenáročná konstrukce konektorů umožňuje paralelní připojení kabelů s hloubkou 285 mm při použití jednoho standardního konektoru a jednoho zásuvného paralelního konektoru.

Prostředky a metody vývoje

Na základě podrobné analýzy trendů a potřeb trhu bylo možné stanovit vývojové cíle nových stíněných T-konektorů. Jedním z úkolů bylo zlepšení vlastností nové řady konektorů oproti parametrům výrobků používaných v současné době na trhu. Kabelová oka a ostatní části proudovodné dráhy konektoru by tak měly být konstruovány pro přenos proudu o velikosti až 800 A. Uzemňovací bod na povrchu konektoru bylo třeba umístit do středu jeho stíněného povrchu, aby byla zajištěna nej-

kratší možná dráha svodových proudů. Samozřejmější při návrhu nového typu konektoru byla jeho zpětná kompatibilita s výrobky dodávanými v současné době na trh při zachování dlouhodobě osvědčeného postupu montáže.

Za účelem splnění výše jmenovaných cílů byly vytvořeny týmy odborníků z různých oborů. Prvním úkolem každého týmu byla analýza možných poruchových stavů a jejich dopadů. Na základě předběžných návrhů konstrukce z hlediska kritických parametrů byly stanoveny zkušební postupy a vyrobeny zkušební vzorky. Již v počátečních fázích projektu došlo k zjednodušení parametrů návrhů díky použití metody DOE (*Design Of Experiment*, plánovaný experiment), hledání optima a využití statistických nástrojů. Jednalo se především o výběr vhodného materiálu a úpravu konstrukce konektoru ve všech jeho detailech. Pro zajištění výrobní kvality a spolehlivosti byl proces výroby podroben rozboru FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*, analýza možných vad a jejich následků).

Typickým příkladem návrhu a optimalizace výše uvedené metodologie je tvar izolační vrstvy konektoru. Konečný výrobek má neobvyklý tvar v oblasti dolního konce vnitřní Faradayovy klece. Pouze v tomto místě výskytu vysokého elektrického namáhání je tloušťka stěny



Obr. 2. Stíněný omezovač přepětí 5 kV v paralelním připojení se znázorněnými varistorovými bloky

izolace zvětšena. Zvětšení tloušťky stěny navíc vytváří větší osový tlak na díl řídící elektrické pole. V ostatních částech konektoru, kde je elektrické namáhání menší, je odpovídajícím způsobem snížena také tloušťka izolace. Pro všechna kritická místa konektoru byly sestaveny grafy rozložení elektrického pole, které byly vytvořeny z modelů 3D CAD.

Pro ověření vlastností dílů vytvořených z měkké silikonové pryže byly prototypy konektorů vyrobeny podobně jako konečný výrobek při sériové výrobě. Zkušební montáže se uskutečnily za nejrůznějších vnějších podmínek. Možná změna tvaru výrobku z důvodu vybraného materiálu byla ověřována tahovou zkouškou. Přitom byly brány v úvahu nejextrémnější podmínky možného použití tohoto výrobku. Při volbě dodavatelů a k zajištění příslušného náběhu výroby ve výrobním závo-

du firmy Tyco Electronics, byly široce uplatňovány nástroje metody SIX SIGMA. Takto mohly být v předstihu správně určeny důležité vlastnosti a kritická místa výroby.

Technika spojování – šroubovací kabelová oka

Jen tři velikosti kabelových ok typu BLMC vyráběných v Tyco Electronics umožňují ukončit měděná i hliníková jádra kabelů v celém rozsahu od 25 do 300 mm². Kabelová oka BLMC svým rozsahem odpovídají rozsahům použití jednotlivých velikostí stíněných konektorů RSTI-58xx. Stíněné konektory se šroubovacími kabelovými oky BLMC nebo lisovacími kabelovými oky (obr. 3) zajišťují spolehlivé elektrické vlastnosti i ukončování jader kabelů nezávisle na jejich konstrukci či použitém materiálu.

Šroubovací kabelová oka BLMC mají mnoho výhod:

- hliníkové šrouby s trhacími hlavami s určeným trhacím momentem zajišťují bezpečnou a spolehlivou montáž,
- distanční vložka vymezuje a středí ukončované jádro kabelu,
- kvalitní protikorozní ochrana zajištěna pocínováním a speciální kontaktní vazelínou,
- nižší provozní teplota oproti lisovacím kabelovým okům,
- zkrácená celková délka, především u kabelových ok určených pro velké průřezy,
- optimalizovaný tvar konce šroubu zajišťující vynikající pevnost v tahu,
- typová zkouška a kvalifikace podle IEC 61238 (Tlakové a mechanické konektory pro silové kabely pro jmenovitá napětí do 36 kV; $U_m = 42$ kV), třída A,
- vysoká proudová zatížitelnost až 800 A.

Stíněný omezovač přepětí

Pro doplnění této skupiny výrobků byl vyvinut zcela nový stíněný omezovač přepětí. Jádro tohoto omezovače přepětí je rovněž izolováno upravenou vysoce kvalitní silikonovou pryží. Stejně jako u stíněného konektoru je tato izolace kryta tenkou vodivou vrstvou, která je pevně spojena s povrchem izolace. Účelem vodivé vrstvy je zabránit nebezpečnému náhodnému dotyku. Omezovače přepětí se připojují stejným způsobem jako konektory řady RSTI-58 a jsou obvykle osazeny přímo do paralelního konektoru, který se zasouvá do zadní části prvního T-konektoru (obr. 2). Tímto je zajištěn jejich velmi snadný způsob připojení a umístění blízko chráněného zařízení, což je nezbytné pro účinnou ochranu proti atmosférickému nebo spínacímu přepětí. Montážní postup, montované díly, zaslepovací zátky a její vodivý kryt jsou shodné se stíněnými konektory. Díky tomu je dosaženo jejich plné kompatibility a snadného doplnění omezovače do současné (RSTI-58xx) i dřívě (RSTI-56xx) vyráběné řady stíněných konektorů.

Omezovače přepětí jsou k dispozici pro trvalá provozní napětí do 25 kV se jmenovitým

výbojovým proudem 5 kA nebo 10 kA. Aktivní část stíněného omezovače přepětí je vyrobená z oxidu zinku a zkoušena podle normy IEC 60099-4, postup pro stíněné omezovače přepětí. Kombinace stíněného konektoru spolu s omezovačem přepětí splňuje požadavky normy CENELEC HD 629.1 S2.



Obr. 3. Možnosti ukončení jádra kabelu – lisovací a šroubovací (typ BLMC) kabelová oka

Vlastnosti omezovače:

- zkoušeny podle IEC 60099-4:2004 (Svodiče přepětí – Část 4: Omezovače přepětí bez jiskřiček pro sítě střídavého napětí),
- stíněný silikonový plášť,
- vynikající ochrana zařízení,
- nízké zbytkové napětí,
- zkouškami doložené chování při zkratu,
- vynikající napěto-časové charakteristiky dočasných přepětí,
- bezúdržbový provoz.

Závěr

Nová generace stíněných T-konektorů typu RSTI-58xx, vyráběných firmou Tyco Electronics, je krokem kupředu ve vývoji pokročilých připojovacích systémů pro izolované rozváděče. Zvýšení proudové zatížitelnosti do 800 A vychází vstříc budoucím trendům v kabelové a rozvodné technologii. Kabelové soubory stíněných konektorů společně se šroubovacími kabelovými oky lze využít pro širokou paletu různých speciálních aplikací. Výrobky řady RSTI-58xx jsou zkoušeny v souladu s nejnovejšími mezinárodními normami CENELEC HD 629 a IEC 60502 – Část 4. Kabelová šroubovací oka navíc splňují i požadavky normy IEC 61238 pro třídu A. Systém T-konektorů řady RSTI-58xx je doplněn možností použití stíněných omezovačů přepětí s jmenovitým výbojovým proudem 5 kA nebo 10 kA pro napětí do 25 kV.

Další informace mohou zájemci získat na adrese:

Tyco Electronics Czech s. r. o.

Divize silnoproud

Limuzská 8, 100 00 Praha 10

tel.: 272 011 103

fax: 272 700 811

e-mail: EN-CZ@tycoelectronics.com

http://www.tycoelectronics.cz

