

PowerGel – nová technika kabelových spojek nn

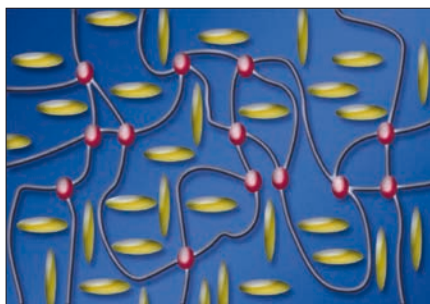
z firemních materiálů upravili Ing. Jiří Bayer a Ing. Jaroslav Hlavatý,
Tyco Electronics Czech s. r. o.

V nedávné době byl firmou Tyco Electronics, Divize silnoprůd, představen další pokrokový výrobek – kabelová spojka nn plněná silikonovým gelem PowerGel. Spojky plněné PowerGelem jsou vhodné pro většinu běžně používaných typů kabelů. Mají vynikající izolační schopnosti a lze je použít i pro kabely umožňující provoz při teplotě jader do 90 °C. Jejich instalace je možná od velmi nízkých teplot okolí blízkých se k -40 °C. Spojky typu RayGel a GelBox poskytují ojediněle snadnou, rychlou a časově nenáročnou montáž bez nutnosti použití speciálního nářadí. Není třeba míchat pryskyřice, upravovat nebo zatěšňovat skořepiny a ohřívat. Pouzdro spojky je odolné proti působení UV záření. Skládá se ze dvou polovin, které je možné jednoduše zavřít rukou – zacvaknutím. Samotnou montáž spojky lze shrnout do tří kroků: příprav–spoj–zavři. PowerGel spojky mohou být ihned po montáži zatíženy pod napětím.

1. Úvod

Mezi běžně používané techniky přímého a odbočného spojování v kabelových sítích nn patří zalévání, tepelné a elastomerové smršťování společně s využitím instalačních krabic a izolačních pásek.

Význam hmot založených na bitumenu klesá. Její vysoká zalévací teplota (až +150 °C) a značná pracnost přípravy odsouvají tuto techniku z pohledu zvyšování důležitosti bezpečnosti práce a ochrany životního prostředí do pozadí.



Obr. 1. Vnitřní struktura polymeru s absorbovanou kapalinou

U moderních zalévacích hmot jsou jedna nebo obě složky (základní hmota a tvrdidlo) dodávány v kapalném stavu v různých formách balení, jako např. plechovky či dělené sáčky. Obě složky se krátce před zalitím spojky vzájemně promíchají. V průběhu míchání nejběžněji používaných zalévacích hmot na bázi polyuretanu a epoxidu započne chemický proces produkující teplo. Tato exotermická reakce může vést k vytváření bublinek a tlakových trhlin v zalévací hmotě z důvodu velkého nárůstu teploty během vytvrzování. Není bez zajímavosti, že firma Tyco Electronics vyvinula svou vlastní dvousložkovou zalévací hmotu Guroflex, která nemá výše uvedené nevýhody, a naopak má mno-

ho nesporných předností, včetně toho, že ji lze používat za teplot od -10 °C a její složky i hmota samotná jsou zdraví neškodné.

Alternativou k zalévané technice je, zejména pro spojky, technika smršťování zatepla. U ní se používají mechanicky robustní polyolefinové trubice opatřené na vnitřní straně teplem tavitelným lepidlem zabraňujícím pronikání vlhkosti do spojky. Jako odbočnou teplem smrštitelnou spojku do 1 kV je již několik let nabízen typ BMHM-1001, tzv. Rayligator. Spojka obsahuje výplňovou zatepla vysoce viskózní hmotu bez izokyanátů, které jsou součástí polyuretanových hmot, a lze ji tudíž považovat za bezpečný materiál bez látek kontaminujících vodu. Výhodami teplem smrštitelné techniky jsou neomezená skladovací doba, jednoduchá a rychlá montáž, stejně tak jako možnost okamžitého připojení pod napětí či montáže pod napětím.

Technika těsnicího gelu PowerGel byla vyvinuta především pro kabely s průřezem do 4x 35 mm² nebo 1x 50 mm². Jedinečné materiálové vlastnosti PowerGelu jsou zachovány v celém širokém teplotním rozsahu od -40 do +90 °C.

Mezi hlavní vlastnosti PowerGelu patří:

- spolehlivé utěsnění proti vlhkosti,
- nenarušování běžně používaných izolačních materiálů,
- vynikající izolační vlastnosti,
- vhodnost pro použití v elektrických rozvodných sítích do napětí 1 000 V.

Výrobky PowerGel obsahují již z výroby polypropylenová pouzdra spojky vyplněná gelem. Pouzdra se umístí přes spojení kabelů a uzavřou se zacvaknutím. Takto prefabrikované spojky umožňují jednoduchou, rychlou a časově nenáročnou montáž bez nutnosti použití speciálního nářadí. Není třeba míchat zalévací hmoty, upravovat a zatěšňovat skořepiny nebo ohřívat trubice. Spojky používající PowerGel mají neomezenou skladovací dobu a jediným odpadem, který zůstane po jejich montáži, je obalový materiál.

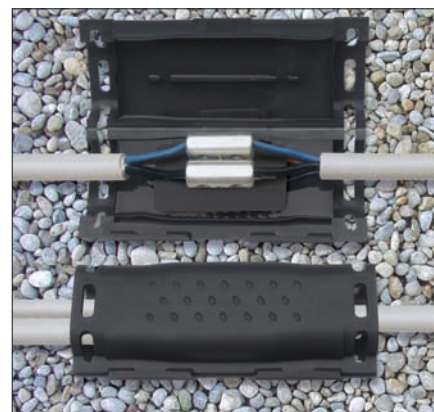
2. Co je to PowerGel?

Gely jsou obecně polymerové sítě, které nabývají na svém objemu absorpcí vhodné kapaliny (obr. 1). Mohou to být různé oleje, ale také voda. Mají rosolovitou konzistenci a přirozenou tvarovou stálost. Mnohé z nich mají též určitou lepivost. Gely jsou používány např. v dětských plenkách, kosmetickém průmyslu a při výrobě hraček.

Již déle než dvacet let jsou silikonové gely využívány v mnoha výrobcích Raychem. Spojují výhody silikonových elastomerů s ojed-



Obr. 2. PowerGel – vytěšňování vlhkosti



Obr. 3. Spojka RayGel se šroubovacími spojovací a izolačními přepážkami a vložkou

nělymi materiálovými vlastnostmi gelů. Při aplikaci mírného tlaku se silikonové gely v podstatě přizpůsobí každému povrchu, smáčejí ho silikonovým olejem a vytvářejí vodotěsnou bariéru s vysokou dielektrickou pevností. Protože je silikon hydrofobní, může být z povrchu vytěsněna dokonce i existující vlhkost (obr. 2).

Silikonové gely jsou vnitřně stálé, tj. netečou ani za vysokých teplot, a jsou tedy vhodnějším těsnicím materiálem než vazelína. Gely jsou mnohem měkčí než silikonové elastomery z důvodu nízké hustoty krystalických vazeb a vysokého obsahu oleje. Ovšem mohou být též extrémně lepkavé s hodnotou

protažení při přetržení přesahující 1 000 %. Toto neobyčejné protažení činí gely úzasně odolnými proti vzniku trhlin i přes jejich měkkost. Vlastnosti gelů zůstávají nezměněny téměř v celém širokém teplotním rozsahu od -40 do +100 °C.



Obr. 4. Typy spojovačů použitelných ve spojkách RayGel

Rovněž elektrické vlastnosti gelů jsou velmi dobré, dielektrická pevnost větší než $25 \text{ kV} \cdot \text{mm}^{-1}$ a měrný odpor okolo $10^{12} \Omega \cdot \text{m}$. Pozoruhodné je chování bariérové vrstvy na rozhraní gel-gel. Zatímco elektrická pevnost na rozhraní např. pryžových izolačních materiálů se snižuje při tlaku 80 kPa na šestinu hodnoty naměřené na základním materiálu, lze u silikonových gelů naměřit za stejných podmínek pokles pouze o 15 %.

Silikonové elastomery jsou známy svou odolností proti stárnutí i při vysokých teplotách. Též silikonové gely mají tuto vlastnost, která se ovšem může dramaticky změnit při jejich kontaktu s určitými látkami. Jisté přísady obsažené v izolacích jader a pláštů kabelů mohou pronikat do gelu, a rozložit tak jeho polymerovou síť. Raychem PowerGel se liší od běžných silikonových gelů nově vyvinutým patentovaným výrobním postupem zesílení. Při jeho vývoji byl kladen velký důraz na zajištění použitelnosti se všemi běžně užívanými izolačními a spojovacími materiály vykonáním zkoušky stárnutí za zvýšených teplot.

PowerGel je díky znamenitým mechanickým a elektrickým vlastnostem, jakož i odolností proti stárnutí a kompatibilitou s existujícími materiály nejhodnější pro silnoproudé použití. PowerGel je dodáván ve zesílené podobě, která vyplňuje výlisky pouzder spojek.

3. Výrobky

V nedávné době byly na trhu představeny dvě výrobní řady spojek RayGel a GelBox, využívající PowerGel. Tyto řady se odlišují průřezovým rozsahem a použitou technikou spojování jader. Spojky RayGel lze použít pro přímé i odbočné propojení kabelů bez ohledu na zvolenou konstrukci spojovačů. Naproti tomu spojky GelBox obsahují spojovací blok integrující techniku prořezávání izolace jader, a poskytují tak kompletní

řešení pro přímé propojení. Pouzdra spojek jsou vyrobena z mechanicky velmi robustního polypropylenového materiálu odolného proti UV záření. Veškeré spojky PowerGel jsou zkoušeny podle normy CENELEC HD 623. Jako součást zkušebního programu byla úspěšně vykonána úderová zkouška (závaží o hmotnosti 4 kg puštěná z výšky 1 m) při normální teplotě okolí.

3.1 Provedení spojek PowerGel

Při volbě koncepce a vývoje spojek obsahujících PowerGel byly stanoveny tyto velmi vysoké požadavky:

- snadná a rychlá montáž,
- malý počet dílů,
- čisté a životnímu prostředí neškodné použití,
- široký rozsah.

Základní díly obou typů spojek jsou uvedeny v tab. 1.

3.2 RayGel

Spojky Raychem typu RayGel jsou dostupné ve třech velikostech a mohou být použity pro přímé i odbočné propojení. Rozsah použití pokrývá průřezy kabelů s plastovou izolací od $1 \times 10 \text{ mm}^2$ do $1 \times 50 \text{ mm}^2$ při odbočce do $1 \times 16 \text{ mm}^2$ a od $4 \times 1,5 \text{ mm}^2$ do $4 \times 16 \text{ mm}^2$ pro odbočku do $4 \times 2,5 \text{ mm}^2$. Při propojování vícežilových kabelů se pro odizolování jednotlivých žil s výhodou využívají oddělovací přepážky pouzdra a dodávané izolační vložky (obr. 3).

U všech tří velikostí pouzder spojek RayGel lze obecně použít všechny dostupné typy spojovačů (obr. 4), např. šroubovací, lisovací, C i H svorky atd., za předpokladu dodržení jejich daných doporučených maximálních rozměrů.

Pouzdra spojek lze pouhou rukou jednoduše uzavřít a zajistit v zavěšené poloze pomocí zámků. Proti nežádoucímu otevření je spojka navíc zajištěna kabelovou zdrhovací páskou, aby nebylo možné pouzdro otevřít bez použití nářadí, což odpovídá 2. stupni ochrany.

3.3 GelBox

Pouzdro Raychem přímé kabelové spojky GelBox je rozděleno na dvě identické poloviny a součástí souboru je i sada spojovačů prořezávajících izolaci, jež jsou umístěny v jednom bloku. Spojovací blok přesně zapadá do pouzdra spojky, jak je patrné z obr. 5.

Dodávaný spojovací blok je použitelný v širokém rozsahu od $4 \times 6 \text{ mm}^2$ do $4 \times 25 \text{ mm}^2$ pro hliníková a měděná kruhová plná i lanovaná jádra a pro hliníková jádra kruhová plná až do průřezu $4 \times 35 \text{ mm}^2$. Utahovací šrouby spojovacího bloku jsou navrženy tak, aby se jejich hlavy utrhyly v předem definovaném utahovacím momentu, čímž je zaručena největší možná spolehlivost a bezpečnost montáže. Protože

Tab. 1. Díly spojek využívajících technologii PowerGel

RayGel	GelBox
<ul style="list-style-type: none"> - mechanicky robustní pouzdro vyplněné PowerGelem - izolační přepážka (pro vícejádřové kabely) - zdrhovací kabelová páska - montážní návod 	<ul style="list-style-type: none"> - na poloviny rozdělená mechanicky robustní pouzdra vyplněná PowerGelem - izolovaný spojovací blok s izolací prořezávajícími spojovači se šrouby s trhací hlavou - zdrhovací kabelové pásky - montážní návod

Tab. 2. Vlastnosti a výhody spojek nn plněných PowerGelem

Vlastnosti	Výhody
PowerGel jako izolační materiál	<ul style="list-style-type: none"> - vysoká dielektrická pevnost - přirozená stálost i za vysokých teplot - velké protažení při přetržení - zachování požadovaných vlastností při tepelném stárnutí - použitelnost pro všechny běžně používané materiály izolace a spojovačů - není třeba míchat zalévací hmoty - žádné vytvrzování - není třeba ohřev - neomezená skladovací doba
kompaktní konstrukce a použitelnost pro venkovní montáž	<ul style="list-style-type: none"> - mechanická pevnost - vysoká odolnost proti nárazu - pouzdro odolné proti UV záření
široký rozsah použití	<ul style="list-style-type: none"> - vhodné pro přímé i odbočné propojení - minimální skladové zásoby
malý počet komponent	<ul style="list-style-type: none"> - spolehlivá a časově nenáročná montáž
snadná a rychlá montáž	<ul style="list-style-type: none"> - není třeba odborné školení - není třeba speciální nářadí
šetrné k životnímu prostředí	<ul style="list-style-type: none"> - bez izokyanátů - bez látek znečišťujících vodu - bezpečný materiál - žádný nebezpečný odpad

spojovače jsou uvnitř opatřeny noži prořezávajícími izolací, není nutné odstraňovat izolaci jader, takže nemůže dojít k případnému poškození jader (obr. 6).

Izolaci prořezávající nože zaručují bezpečný elektrický kontakt. Spojovací blok vyhovuje normě IEC 61238-1. Každý ze spojovačů spojovacího bloku je naplněn PowerGelem,



Obr. 5. Kabelová spojka typu GelBox

čímž je u vícežilového kabelu v podstatě zabráněno možnému průniku vlhkosti mezi sousedními svorkami.

3.4 Montáž

Malý počet komponent a prefabrikované díly gelových spojek zaručují snadnou, rychlou a časově nenáročnou montáž, během které není třeba použít žádné speciální nářadí – montáž se tak stává spolehlivou a bezpeč-

nou. Po montáži je jediným odpadem pouze obalový materiál. Montáž spojek plněných PowerGelem lze obecně shrnout do tří jednoduchých kroků:

příprav – spoj – zavři

Oba výrobky RayGel a GelBox mohou být po montáži opětně otevřeny, což značně usnadňuje přístup ke spojovačům a vlastnímu propojení. Byla-li spojka delší dobu v provozu, nedoporučuje se její opětovné použití. V tomto případě může PowerGel zčásti ulpět na propojovacích kabelech a spojovačích, a proto se doporučuje použít spíše spojku novou než původní.

4. Výhody

Vlastnosti a výhody spojek plněných gelem jsou přehledně shrnuty v tab. 2.

5. Závěr

Izolační technika využívající PowerGel byla vyvinuta firmou Tyco Electronics, Divize silnoprůd, a uvedena úspěšně na trh v USA již v roce 1998. Následně byla technika PowerGel upravena pro další země, a to výrobou prefabrikovaných spojek RayGel a GelBox. Všechny výrobky jsou úspěšně kvalifikovány podle normy CENELEC HD 623. Konstrukce a koncepce spojek PowerGel byly představeny na několika prestižních veletrzích celého světa, včetně výstav Amper a EloSys.



Obr. 6. Spojovací blok použitý ve spojkce typu GelBox

Přednostmi této nové pokrokové techniky jsou např. snadná a časově nenáročná montáž, neomezená skladovací doba a šetrnost k životnímu prostředí.

Další informace mohou zájemci získat na adrese:

Tyco Electronics Czech s. r. o.
Divize silnoprůd
Limuzská 8, 100 00 Praha 10
tel.: 272 011 103
fax: 272 700 811
e-mail: en-cz@tycoelectronics.com
http://www.tycoelectronics.cz



GMC – měřicí technika, s.r.o. Blansko

Firma GMC – měřicí technika, s.r.o. nabízí sortiment měřicí a regulační techniky:

- revizní a zkušební přístroje
- analogové a číslicové rozváděčové přístroje
- multifunkční přístroje
- převodníky elektrických veličin
- převodníky neelektrických veličin (teplota, úhel natočení, poloha)
- programovatelné převodníky
- analogové, digitální a programovatelné regulátory
- liniové a bodové zapisovače, videozapisovače
- elektroměry
- systém řízení spotřeby energie
- kalibrátor silnoprůdových veličin
- univerzální regulátor přepínače odboček transformátoru
- relé přechodných zemních spojení
- velkoplošné zobrazovače
- přístroje pro měření vysokonapěťových transformátorů

Výrobky jsou vyráběny podle ISO 9001, nesou značku CE a splňují bezpečnostní normu EN 61010-1:2001.

GMC – měřicí technika, s. r. o.
 Fügnerova 1a, 678 01 Blansko

Tel.: 516 482 614-6
 Fax: 516 410 907

Internet: www.gmc.cz
 E-mail: gmc@gmc.cz

