

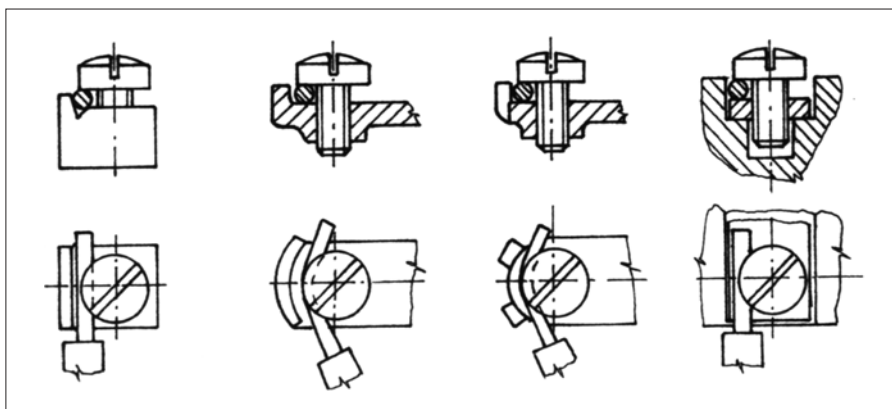
Hliníkové vodiče vo vnútorných inštaláciách nn (1. časť)

Ing. Igor Maas, revízny technik elektrických zariadení

Aj keď sa v poslednom období výrazne obmedzilo používanie hliníkových vodičov, ešte stále sa prierezy nie menšie ako 16 mm² môžu používať a väčšina existujúcich elektrických inštalácií je vodičmi s Al jadrom realizovaná. To znamená, že sa s Al vodičmi možno stretnúť pri montáži nových zariadení a najmä pri opravách starých inštalácií a pri ich čiastočných rekonštrukciách. Z týchto dôvodov je potrebné upozorniť – na miestami už zabudnuté prípadne nerešpektované – ustanovenia noriem a zásady platiace pre manipuláciu s hliníkovými vodičmi, pre pripájanie a mechanické spájanie hliníkových vodičov a v neposlednom rade aj pre údržbu ich spojov.

Ako materiál pre vodiče má elektrovodný hliník viaceré vlastnosti oveľa nepriaznivejšie ako má napr. elektrovodná meď a nasledovné z nich významne ovplyvňujú konštrukciu svoriek určených pre Al vodiče, dovolené spôsoby manipulácie s vodičmi a technologické postupy pri spájaní Al vodičov:

- hliník má podstatne menšiu vrubovú húževnatosť ako meď prípadne oceľ, čo sa prejavuje tým, že aj pri najmenšom porušení povrchu (obvykle v radiálnom smere pri nevhodnom spôsobe čistenia izolácie vodiča alebo pri použití nevhodnej svorky) sa vodič – najmä menšieho prierezu – v mieste poškodenia veľmi ľahko zlomí;
- hliník je mäkký a je takmer nepružný. Dôsledkom býva tzv. tečenie (creep). Ide o plastickú (nepružnú) deformáciu, ku ktorej dochádza pri dlhodobom mechanickom zaťažení – v prípade spojov – tlakom. Tečenie je tým väčšie, čím je Al mäkkší a zaťaženie väčšie;
- tepelná rozťažnosť hliníka je približne dvojnásobkom tepelnej rozťažnosti ocele, z ktorých sú vyrábané svorky. Z tohto dôvodu nastáva pri zahriatí spoja posun Al vodiča voči svorke a vplyvom nerovnakej dilatácie aj zvýšený tlak na Al vodič vo svorke. Táto skutočnosť spolu s vyššie popísaným „tečením“ máva v praxi, pri nevhodne vyhotovenom alebo neudržiavanom spoji, za následok uvoľnenie vodiča v spoji a tým zvýšenie jeho prechodového odporu, čo môže viesť až k tepelnej deštrukcii spoja;
- hliník sa na vzduchu veľmi rýchlo pokrýva tenkou vrstvou oxidu, ktorá síce zabráňuje ďalšej oxidácii, ale negatívne vplyva na prechodový odpor spoja a tiež znemožňuje spájkovanie Al spôsobmi, ktoré sú pri spájkovaní medi bežné;
- nepriaznivou vlastnosťou Al je aj jeho záporný elektródový potenciál. Následkom je, že hliník pri styku s väčšinou kovov používaných v elektrotechnike – za pôsobenia vzdušnej vlhkosti – elektrochemicky koroduje (rozpúšťa sa).
Ďalšie vlastnosti hliníka ovplyvňujúce jeho použitie v elektrotechnike:
- vodivosť hliníka je len cca 62 % vodivosti



Obr. 1. Hlavičkové svorky a správny spôsob pripojenia vodiča

- medi, z čoho vyplýva nižšia prúdová zaťažiteľnosť vodičov;
- hustota hliníka je približne 3,3krát nižšia ako hustota medi.

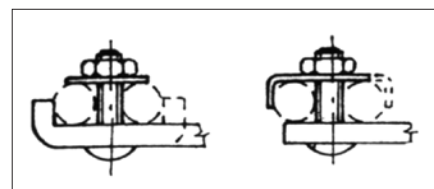
Nezanedbateľným faktorom, ktorý nepatrí k materiálovým vlastnostiam, ale ovplyvňuje používanie každého materiálu a výrobkov z neho, je jeho cena. Ceny káblov s medenými jadrami sú približne 1,5krát vyššie ako ceny káblov s hliníkovými jadrami o jeden stupeň vyššieho prierezu (t.j. s temer ekvivalentným prúdovým zaťažením).

Napriek vymenovaným, prevažne nepriaznivým, vlastnostiam sa približne od päťdesiatych rokov minulého storočia používali v Československu v elektrických inštaláciách takmer výhradne hliníkové vodiče.

Je pravda, že spomínané nepriaznivé vlastnosti hliníka bolo možné do veľkej miery eliminovať dôsledným dodržiavaním STN 36 0606 Mechanické spájanie hliníkových vodičov v elektrických zariadeniach, ktorá platí od 1. 1. 1960 dodnes. Jej dodržiavanie však bolo náročné na čas a precíznosť pri montáži a údržbe a tak sa dosť často nedodržiavala. Dôsledkom boli korodujúce spoje, spoje, ktoré sa časom uvoľnili a následne sa prehrievali, iskrili atď. a ak sa tento nedostatok včas nezistil a neodstránil, tak výsledkom boli spálené inštaláčne škatule, spálené izolácie vodičov a následné skraty, prípadne úplne spálené („odpálené“) vodiče a prerušené spoje,

čo bolo osobitne nebezpečné, keď išlo o vodiče PEN. T.j. inštalácie realizované Al vodičmi boli (zväčša vinou nedodržania citovanej normy) poruchovejšie a nebezpečnejšie ako inštalácie vyhotovené Cu vodičmi.

Koncom osemdesiatych a začiatkom deväťdesiatych rokov dvadsiateho storočia sa od používania hliníkových vodičov menších



Obr. 2. Svorníková svorka

prierezov v Československu postupne upúšťalo a tento ústup definitívne spečatila v roku 2001 vydaná STN 33 2000-5-52 Elektrické inštalácie budov. Časť 5: Výber a stavba elektrických zariadení. Kapitola 52 Elektrické rozvody, ktorá článkom 524.1 stanovila, že v obvodoch striedavého a jednosmerného prúdu nesmie byť prierez krajného vodiča pre Al jadro menší ako 16 mm².

Súčasnú situáciu vystihuje to, čo je v úvode tohto príspevku a zároveň treba – na základe zistení z revízií – zdôrazniť: pri zhotovovaní nových a udržiavaní starých inštalácií, v ktorých sú použité Al vodiče, sa veľa razy nedodržiavajú ani základné ustanovenia STN 37 0606 a nebezpečenstvo, ktoré z tohto dôvodu hrozí, je stále aktuálne. Preto je vhodné opísať spôsoby manipulácie s hliníkovými vodičmi, spôsoby ich spájania a údržbu inštalácií, v ktorých sú použité.

Spôsoby manipulácie a práce s Al vodičmi sú podobné ako s vodičmi Cu. Opatrné zaobchádzanie, nijaké ostré ohyby vodičov

a káblov, odľahčenie spojov od ťahu, žiadne zbytočné ohýbanie vodičov, zákaz spájania vodičov skrútením, rešpektovanie toho, že mnohé typy svoriek sú určené na pripojenie iba jedného vodiča, atď. platia všeobecne. Rozdiel je zväčša iba v potrebe ich dôslednejšieho dodržiavania a presného vykonávania, lebo pochybenia, ktoré u Cu vodičov môžu mať len minimálne následky sa u Al vodičov môžu prejaviť veľmi nepriaznivo. Potom je – okrem zásad spomínaných pri jednotlivých druhoch spojov – asi najväčším rozdielom spôsob odstraňovania izolácie z vodičov, ktorá sa – najmä u vodičov menších prierezov – nesmie odstraňovať narezaním v radiálnom smere, ale treba ju odstraňovať postupným orezávaním v pozdĺžnom smere („strúhaním“).

Najčastejšími spôsobom spájania Al vodičov vo vnútorných inštaláciách nn je spájanie skrutkovými svorkami a skrutkami a touto problematikou sa príspevok podrobnejšie zaoberá.

O správnej voľbe svoriek pre spájanie hliníkových vodičov hovorí čl. 8 STN 37 0606. Je v ňom okrem iného uvedené, že svorky a spojky používané pre hliníkové vodiče musia byť overené pre daný druh a prierez, alebo sa musia pred montážou vhodne upraviť, pričom svorky označené značkou Al sa pokladajú za vyhovujúce pre spájanie Al vodičov bez osobitnej úpravy, resp. bez osobitných montážnych opatrení. Svorky bez tohto označenia je možné použiť iba v inštaláciách, na ktoré sú kladené menšie nároky a je ich potrebné upraviť tak, aby bol zaručený trvalý a spoľahlivý styk napr. dodatočným vybavením svorky pružiacim prvkom. Ak sa takéto opatrenia nedajú vykonať, nesmú sa tieto svorky na pripájanie Al vodičov použiť.

Prísnejšie sa k použitiu svoriek stavia STN 33 2000-5-52, kde sa v poznámke k už citovanému článku čl. 524.1 píše: „Svorky na pripojenie hliníkových vodičov sa musia skúšať a schváliť na toto špeciálne použitie.“ Preto, že ide o novšiu normu ako je STN 37 0606 a jej požiadavka je prísnejšia, treba ju bezpodmienečne rešpektovať a to znamená, že (prinajmenšom) pre vodiče 16 a viac mm² neprichádzajú žiadne úpravy svoriek do úvahy a musia sa bezvýhradne používať svorky schválené pre Al vodiče.

Tento úvod je vhodné doplniť praktickými skúsenosťami:

- v súčasnosti je na trhu pomerne málo zariadení, ktoré majú svorky označené značkou Al;
- autor sa cca pred jeden a pol rokom skontaktoval s nemenovaným výrobcom a chcel vedieť, či sú jeho zásuvky spôsobilé na pripojenie Al vodiča. Odpoveď – ako sa na výrobcu patrí – prišla obratom a výrobca oznámil: „Zásuvky ... je možné pripojiť za pomoci či už hliníkových alebo medených vodičov bez problémov.“ Promptná odpoveď mala iba jeden nedostatok: nebola správna. Ukázalo sa to v ďalšej korešpondencii, keď na autorovu žiadosť poslal výrobca vyhlásenia o zhode, v ktorých boli uvedené normy: IEC 60884-1 a IEC 60884-1 + A1:1994 + A2: 1995, ale v týchto normách nebola o pripájaní Al vodičov žiadna zmienka.

Poznámka k vyhláseniam o zhode: Praktické skúsenosti ukazujú, že nie všetky vyhlásenia o zhode sú korektné. Vyskytujú sa aj také, ktoré sú zmanipulované a (podobne ako niektoré revízne správy) nemajú ani cenu papiera, na ktorom sú vytlačené t.j. nie sú reálne použiteľné.

Pre pripájanie skrutkovými svorkami a spájanie skrutkami platia nasledovné všeobecné zásady:

- každá svorka sa smie použiť len pre daný počet vodičov príslušného prierezu a nesmie sa použiť pre spájanie väčšieho počtu vodičov. Toto ustanovenie vyznieva na prvý pohľad až nereálne. Môže to byť tým, že odberatelia si často neuvedomujú, čo všetko je povinnosťou výrobcu. Je nesporné, že je jeho povinnosťou, aby pre každé jedno zariadenie, prípadne každý výrobný typ svorky predpísal, koľko a akých vodičov sa môže do svorky pripojiť. Príklad: k už nevyrábaným ističom IJ, ID, IT, IS bolo v technickom popise (veľmi správne) uvedené: „Prívodné svorky sú určené na pripojenie jedného Cu alebo Al vodiča. Prívodná svorka je strmeňová.“ (Iná je záležitosť, že výrobcovia rozvodných zariadení túto skutočnosť často nerešpektovali a prednávom autor pri revízii doťahoval na prívodnej svorke ističa IJ nedokonalý – iskriaci spoj). Netreba zdôrazňovať, že pokiaľ montážnej organizácii alebo revíznemu technikovi chýbajú podklady pre príslušné zariadenie alebo typy svoriek a určí si spôsob ich použitia sám, tak za

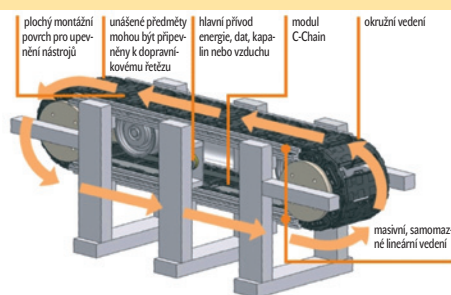
- svoje rozhodnutie aj nesie zodpovednosť;
- v mimoriadnych prípadoch je dovolené zmenšenie prierezu vodiča tak, aby sa dal zasunúť do svorky overenej pre Al. Vodič sa smie zmenšiť iba o jeden stupeň (napr. z 10 na 6 mm²) a iba v dĺžke nevyhnutnej pre pripojenie;
- tesne pred pripájaním je potrebné vodič očistiť od oxidu;
- všade, kde to je reálne, treba pri spájaní použiť kontaktnú pastu, ktorá sa nanáša na spájané časti. Kontaktná pasta zlepšuje kvalitu spoja tým, že v nej obsiahnuté častice pomáhajú rozrušiť vrstvu oxidu a pasta súčasne bráni prístupu vzduchu a vlhkosti do spoja;
- skrutky svoriek a spájacie skrutky sa doťahujú predpísaným momentom (menší moment nezaručí dokonalý spoj a väčší moment spôsobí tečenie Al);
- odporúča sa vykonať predbežnú deformáciu Al vodiča pred jeho pripojením (hliník sa tak mierne spevní a riziko tečenia je menšie). Spôsoby sú popísané v STN 37 0606. Čiastočne ju možno vykonať aj po pripojení vodiča tým spôsobom, že sa skrutky svoriek dotiahnu väčším momentom ako je predpísaný, potom sa mierne uvoľnia a dotiahnu sa predpísaným momentom;
- po pripojení smie byť vodič vo svorke sploštený (deformovaný) najviac o polovicu svojho priemeru;
- po pripojení vodičov sa s vodičmi už nesmie manipulovať. Ak je manipulácia nevyhnutná, tak sa spoje musia opäť skontrolovať (dotiahnuť);
- v iných ako suchých podmienkach sa treba vyhnúť priamemu spojeniu Cu a Al vodičov. Priamemu spojeniu možno predísť napr. použitím cupalových podložiek, vložiek a pod.;
- tam, kde je prakticky možné, majú sa cca po štyroch týždňoch prevádzky spoje dotiahnuť.

Poznámka: V domoch a bytoch sa osvedčilo urobiť kontrolu spojov aj pred každým malovaním.

Ďalšie pravidlá sa už týkajú konkrétnych druhov svoriek a skrutkových spojov.

(dokončení príštie)

Lin-tech má prvú nekonečnú energetický ťetěz na světě. Speciální energetický řetěz, který dodává německá společnost *igus*, nese název C-Chain. Energetický řetěz je schopen donekonečna obíhat jedním či druhým směrem, a přivádět tak najednou různé druhy médií do několika nástrojů rozmístěných na různých místech řetězu. Tím zrychluje výrobní operace a přináší významné úspory. Jednou aplikací C-Chainu v praxi je řetězový dopravník PickChain. Jde o do elipsy poskládaný dopravník tvořený články řetězu, do jehož útrobu je vložen C-Chain, který napá-



jí jednotlivé uchopovače rozmístěné po obvodu elipsy tvořené energetickým řetězem. Díky tomu PickChain ve své dráze v podstatě neustále nabírá a odkládá předměty, čímž zvyšuje a zrychluje výrobní operace. Neustálé obíhání energetického řetězu je umožněno speciálním napájením ze středu elipsy pomocí otočného konektoru. Toto řešení má široké uplatnění, např. u balicí techniky, tiskařských lisů či u obráběcích strojů. Hlavní výhodou nového řešení je zrychlení jednotlivých, po sobě následujících operací, a tím významná úspora nákladů.

aktuality