

Kis áramerősségekre kiolvadó biztosítók alkalmazása, felhasználása és fejlődése

ETO 621.316.923

A kiolvadó biztosítók a híradástechnikában és a vele kapcsolatos iparágakban még napjainkban is széleskörűen vannak alkalmazva. Alapelvük: üvegcsőbe foglalt huzal, hőérzékeny anyagokból készítve, mint pl. manganin, nickelin, ezüst stb.

A kiégő biztosítók szerkesztése azon alapszik, hogy azok egy szakaszát képezik a vezetékeknek, melyeken át áram jut a villamos vagy elektronikus áramkörökbe, s ezek kiégnek, ha a belépő áramerősség veszélyezteti az áramkör értékesebb alkatrészeit, mint pl. relék, kondenzátorok, induktivitások vagy mérőműszerek. Váratlan növekedések az áramerősségekben, amilyenek rövidzárakból, tranziens áramokból stb. keletkeznek, meghaladhatják az alkatrészekre előírt határértékeket, s így vagy szétrombolják, vagy megkárosítják azokat. Ily esetekben a biztosítóban a vékony huzalok kiégnek, így megszakítva a vezetékeket, s a bennük folyó áramokat.

A régebbi típusú biztosítók kis üvegcsővekben voltak, melyekbe huzalt vagy huzalokat vezettek be; ez lényegében máig sem változott, csak idővel és a szerzett tapasztalatokkal kivitelüket korszerűsítették, hogy a kívánalmaknak jobban megfeleljenek. Az alábbiakban e változtatásokat és a régebbi hibákat ismertetjük.

Megjelölésük az ún. „névleges áramerősség” alapján történik. A névleges áramerősség azt jelenti, melynél a szál huzamosabb időn át sértetlen marad, ennek értéke rendszerint megfelel az áramkörben keringő üzemi áramerősségnek. Erre később még visszatérünk. A biztosítók úgy vannak kiképezve, hogy még a névleges áramerősség többszörösénél se égjenek ki azonnal, hanem azt bizonyos ideig, mely nem elégséges a védett áramköri elemek komolyabb sérüléséhez, el legyenek képesek viselni. Így pl. régebben olyan biztosítók voltak alkalmazva, melyek a névleges áramerősség 1,2~1,5-szörösénél már elpusztultak, ezt nevezték „kiolvadási áram”-nak. A szerzett tapasztalatok alapján manapság a kiolvadási áramerősség-viszony az egységnek többszöröse.

Ennek magyarázata az, hogy az áramkör gyakori megszakadása az üzemet bizonytalanná, a kezelőszemélyzetet túlságosan elfoglalttá tette. Az újabb eljárás az, hogy a fenti viszony növelésével a kiolvadás csak a tényleg veszélyes áramerősségeknél történik meg, s így a biztosító pusztulása okozta üzemzavarok száma jelentősen csökkent. Ennek első sorban az automatikus távbeszélő-központokban van jelentősége, ahol az áramkörök a kábelrendezőkben voltak biztosítva.

1. Hőviszonyok alakulása a biztosítóban

A biztosító szálát átjáró áram okozza a szál felmelegedését. Az ismert összefüggés szerint, ha az áramerősséget I -vel, a biztosító szál ohmos ellenállását r -rel jelöljük, a keltett hőenergia másodpercenként

$$N = I^2 r.$$

Maga a hőmennyiség:

$$Q = Nt = I^2 r t.$$

Ez természetesen nem teljesen van a szálak felhevítésére fordítva. Csökken azzal a hőmennyiséggel, melyet a biztosító szálak környezetüknek, elsősorban foglalatuknak átadnak. Ez a Fourier-törvény szerint

$$Q_v = \lambda A \frac{\Delta \theta}{l} \quad \text{kcal/h}$$

lesz, ahol λ a hővezetési tényező, A a felület, θ a hőmérséklet-különbség, l a biztosító hossza. Tekintettel arra, hogy kis névleges áramerősségű biztosítóknál A értéke kicsiny, l ehhez képest nagy, Q_v melegvesztesség értéke elhanyagolható.

A másik csökkentő tényező a hősugárzás által felépő hővesztesség. Ezt a Stefan—Boltzmann-törvény fejezi ki:

$$Q_s = C_0 A \left[\left(\frac{H_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{H_2}{100} \right)^4 \right],$$

ekkor C_0 sugárzási együttható, A a sugárzó felület, H annak abszolút hőmérséklete. Itt azonban $\left(\frac{H_1 - H_2}{100} \right)^4$ igen kicsiny lesz, s így a Q_s is elhanyagolható.

Ezek alapján elmondhatjuk, hogy

$$N dt = K d\theta + \alpha A \theta dt \quad (1)$$

összefüggés áll fenn, ahol K a hőkapacitás, θ a környezeti hőmérséklethez viszonyított túlmelegedés.

$$\text{Az időállandó } T = \frac{K}{\alpha A}.$$

Ha a kiegészi időtartamot t_k -val jelöljük:

$$t_k = -T \ln \frac{N - \theta_k}{N} \quad (2)$$

Itt az $\ln \frac{N - \vartheta_k}{\frac{N}{\alpha A}}$ mindig kisebb az egységnél, az $\frac{N}{\alpha A}$

pedig az állandósult túlmelegedés.

T értéke ismeretes, N , A , ϑ_k szintén, α -t illetőleg az irodalom sok mérési adatot tartalmaz, tehát a t_k időtartam kiszámítható.

Feltételezve, hogy a szál ϑ_k hőfokon még nem olvad ki, úgy v értéke egy ϑ_{\max} -ig emelkedne, melynél a termelt és elvezetett hő között egyensúly áll be, úgy az (1) egyenlet szerint

$$K d\vartheta = 0, \quad d\vartheta = 0 \quad \text{és} \quad N = A\vartheta_{\max}.$$

Ekkor

$$\vartheta_{\max} = \frac{N}{A},$$

de mivel a szál kiégésének feltétele, hogy

$$\vartheta_k < \vartheta_{\max},$$

a logaritmus alatti kifejezésben

$$\ln \frac{N - \vartheta_k}{\frac{N}{A}} = \ln \frac{\vartheta_{\max} - \vartheta_k}{\vartheta_{\max}},$$

tehát a számláló mindig pozitív, ezzel szemben

$$\vartheta_{\max} - \vartheta_k < \vartheta_{\max}, \quad \text{és} \quad 0 < \frac{\vartheta_{\max} - \vartheta_k}{\vartheta_{\max}} < 1,$$

így t_k pozitív, véges időtartam.

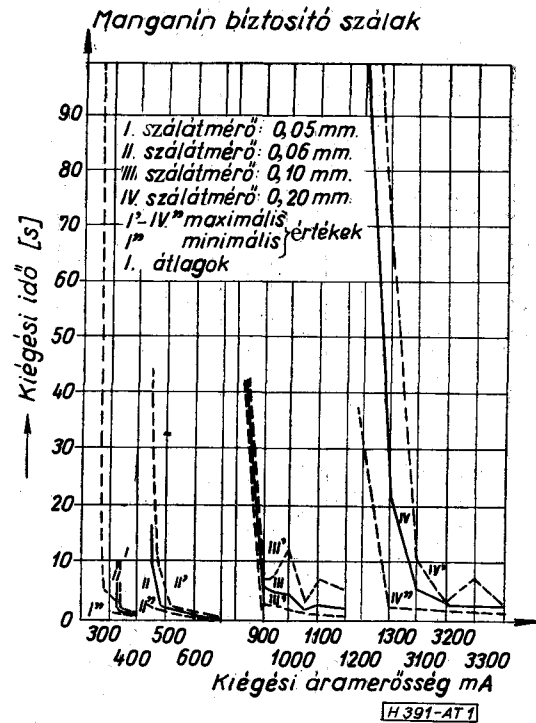
Az irodalomból vett adatok szerint a használt kiolvadó szálanyagok közül a mangánin kiolvadási hőfoka kb. 930 °C, a konstantáné pedig kb. 1280 °C. Ha a hőleadó felületet F -fel, a hőátadási tényezőket egybefoglalva μ -vel jelöljük, úgy az $A = \mu F$ kifejezés szerint a konstantán ugyanazon áramerősségnél kisebb keresztmetszettel használhatjuk, mint a mangánin huzalt. Ezt az elméletileg nyert megállapítást végzett kísérleti eredményeink is alátámasztották.

A hőátadó felületek növelésével a t_k kiégési idő is növekszik. A szál megválasztásánál erre figyelemmel kell lenni, mert ha a szál külső felülete vagy keresztmetszete túl nagy, a biztosító működése lassú lesz; ha viszont ezek kicsinyek, a többi feltételek fennállása esetén a működés túl gyors lesz.

A kiolvadási időt a szálanyag tömege is befolyásolja. A szál hőkapacitása: $K = f(G)$ függ a szál tömegétől. K értékével a t_k értéke is növekszik, tehát állandó áramerősségnél a szál élettartama is emelkedik.

2. Kísérleti eredmények

A t_k idő csak arra az esetre vonatkozik, mikor a szál pusztulását csakis a termelt meleg okozza. A tényleges élettartam változhat a fölzott, majd lehűlt szál anyagi szerkezetének változásával is, amit a rekristallizáció tökéletlensége okozhat. Ez esetben ti. elképzelhető, hogy az anyag rideggé válik, s az az elkerülhetetlen külső mechanikus rezgések hatására eltörik. Egy másik lehetőség az anyag túlságos



1. ábra

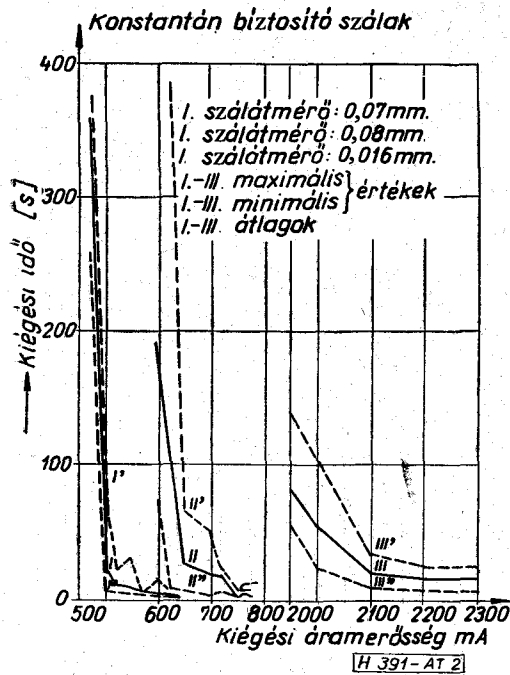
megnyúlása ugyancsak a hő hatására, s így az a durva hiba is bekövetkezhet, hogy a megnyúlt szál belóg és ez oly mértékű lehet, hogy érintkezésbe jut az üvegcsővel, ettől hűtést kap, és ekkor csak a névleges áramerősség sokszorosának hatására ég ki — tehát az áramkört nem védi többé.

Vizsgálatokat végeztünk az 1. ábra szerint 4 különféle átmérőjű mangánin szálon, melyek vegyi összetétele a szálhossz különféle szakaszain mérve különbség nem mutatkozott, s a keresztmetszet méretében sem adódott változás, tehát egyenletesnek volt mondható. A szálakat rugós, ún. „koporsós” foglalatokban vizsgáltuk, vigyázva a rugó keltette szálhúzás egyenletességére is. Az így nyert görbék közül a közbensőnek pontjait az összes ugyanazon áramerősségen végzett 42—42 db mérés átlagából, a két szélső görbét pedig a szélső, vagyis maximum és minimum értékekből kaptuk.

A görbénél észlelhető szórást a forrasztások, kisebb keresztmetszeti ingadozások, alig észlelhető légáramlások stb. egyenetlenségei következményeinek tudtuk be.

Mint az ábrából kitűnik, a görbe a nagyobb áramerősségek felé ellaposodik, tehát itt nagyobb áramerősség-változás kell ahhoz, hogy a kiolvadási időtartam észrevehetően megváltozzék, mint a kisebbeknél. A görbe az áramerősség csökkenésével folytonosan, aszimptotikusan közeledik egy áramerősség-értékhez, melynek ordinátáját már nem metszi. Ez az érték lehet helyesen a névleges áramerősség, mert ennél a szál belátható időn belül nem olvad ki.

Hasonló vizsgálatokat végeztünk konstantán biztosító szálakkal, 3 különféle átmérővel (2. ábra). Ezek az így nyert görbék hasonló tulajdonságokat mutattak, mint a fentebbiek, hasonló okok miatt, mint ott. Itt is a nagyobb áramerősség-értékek felé



2. ábra

csökkent a szórás. A biztosítók üvegcsöves, gázos, homokos foglalat kiképzése számszerűleg változtat a viszonyokon, alapjaiban azonban nem. A légáramlatok hatása így csökken, rugófeszítés nincsen és a foglalatról reflektált hővel is számolni kell a Stefan-Boltzmann-törvény alapján. Szórás a szerelési okokból keletkezve itt is szerepel.

A Wickmann-biztosítókon is végeztünk vizsgálatokat. Ezt a típust többnyire villamos műszerekben, rádió-vevőkészülékekben, televíóvevőkben használják, igen különböző áramerősségekhez.

Az általunk vizsgált Wickmann-biztosítók 0,8, illetve 0,4 A névleges áramerősséghez készültek.

Viselkedésük a terhelő négyzetes egyenáramú vizsgálati terheléseknél igen különböző volt. A terhelés a névlegest meghaladó áramerősségekkel történt, A 0,4 A-esek 1,0 A-nél általában 120 s alatt kiégtek, a 0,8 A-esek 1,0 A-nél és ezt meghaladó terheléseknél 5 percig, s ezt meghaladó időtartamokon át is üzemeltek, jöllehet az áramerősség a névleges kétszeresét is felülmúlta.

A másik vizsgált típus a crossbar-telefonközpontokban alkalmazott volt. Ez az ún. feszített szál

kiolvadó biztosító. Ezeknek már a foglalatja is úgy van kiképezve, hogy egy közös rugós oldal a biztosítószálakon állandó húzást fejt ki, hogy az esetleges belógás elkerülhető legyen.

Ezeket is üzemi helyzetben vizsgáltuk: a vizsgált példányok egyik fajtája 0,5 A, a másik 0,75 A névleges áramerősségű volt. Előbbieket 1,0 A-rel terhelve még 10 percnél sem égtek ki, de ezen áramerősség fölött már 1,2 A-nél rövidesen kiégtek. A gyári utasítás csak azt írta elő, hogy 2,0 A-es terhelésnél 3 s-on belül ki kell égniük; ez meg is történt.

A 0,75 A-esek hosszan elviseltek 1,5 A terhelést, viszont 2,0 A-nél hamarosan kiégtek.

3. Következtetések

A névleges áramerősség fogalma mind a hazai, mind a külföldi szakirodalomban és szabványokban előfordul. Számos külföldi szabvány nem tartalmaz erre meghatározást, más külföldi szabványokban az nem egységes. A szovjet szabvány szerint névleges az áramerősség, melynél a szál huzamos időn át nem olvad ki. Más meghatározás szerint a névleges áramerősség az, melynél a szál még nem olvad ki.

Ezt matematikailag kifejezve:

az egyiknél $t_k = \int (i_k) = T_k$, tehát nagy, de véges érték,

a másikonál $t_k = \int (i_k) = \infty$.

Ennek a különbségnek gyakorlati jelentősége nincs, mivel a több órán át nagy áramerősségnek kitett szálak már csak a mechanikus befolyások hatására is már el fognak szakadni.

Összefoglalva megállapítható, hogy a kiegészi áram és a kiegészi ideje közötti összefüggés igen sok, nem számítható, mérésrel pedig csak igen gondos előkészítéssel követhető tényező összhatásától függ. Ezek a tényezők ismételt felhevítések esetén főleg a transziens áramlökések hatására különböző mértékben módosulhatnak. Nagy áramerősségeknél és nagy áramerősség-ingadozásoknál ez a szórás aránylag elhanyagolható; viszont a kis áramerősségeknél és változásoknál a befolyásuk lényegesen megnő, így finomságoknál. E kis áramerősségeknél és ingadozásoknál a szálanyag megválasztásának, vegyi és geometriai ellenőrzésének, forrasztásának, a foglalat kiképzésének, beépítésénél a mechanikus hatások kiküszöbölésének fokozott jelentősége van.