

ELEKTROTECHNIKA

A MAGYAR ELEKTROTECHNIKAI EGYESÜLET
(A MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYESÜLETEK TAGJA) HIVATALOS KÖZLÖNYE

Официальный орган Венгерского Электротехнического Общества – Official Organ of the Hungarian Electrotechnical Association – Organe officiel de l'Association Électrotechnique Hongroise – Organo ufficiale dell'Associazione Elettrotecnica Ungherese – Offizielles Organ des Ungarischen Elektrotechnischen Vereines

Az egyesület címe: Budapest V., Kossuth tér 6–8. Telefon: 120-662.

Nagyfeszültségű szigetelőlánc tagjait érő zárlati ív okozta igénybevételek, és azok egyszerűsített vizsgálata

JANUSZ KAROLAK – DR. KERTÉSZ VIKTOR – DR. MIHÁLKOVICS TIBOR – STANISLAW WIECZOREK, Varsó – Budapest*

DK 621.315.625.027.3.014.31.001.4

Az IEn (Varsó) és a VEIKI (Budapest) közötti együttműködés keretében kutatásokat végeztünk a nagyfeszültségű ($U_n \cong 110$ kV) szigetelőláncok ívállósági vizsgálata témakörben [1]. [1]-ben és [2]-ben a nagyfeszültségű szigetelőláncokon üzemi körülmények között fellépő zárlati ív okozta igénybevételek elemzésére és a valóságos üzemi viszonyokat hűen leképező ívállósági vizsgálati módszer kidolgozására került sor.

Ebben a cikkben ismertetett munkánk során azt a célt tűztük magunk elé, hogy olyan egyszerűsített vizsgálati módszert dolgozzunk ki, amellyel a villamos ívtől eredő és a szigetelő tagokat érő igénybevétel hatása rövidített láncon, illetve egyetlen tagon vizsgálható.

A villamos ív mozgási mechanizmusán keresztül a teljes szigetelőlánc kialakításától, helyzetétől, az ívvédő szerelvényektől, az áram hozzavezetések-től, a zárlati áram nagyságától és eloszlásától, az ív begyulladásának módjától stb. egyaránt függ a villamos ívtől eredő és a szigetelőláncot érő igénybevétel. Tehát az igénybevételek kizárólag valóságos vagy azt 1:1 léptékben, hűen leképező elrendezésben vizsgálhatók.

Az, hogy valamely adott igénybevételnek milyen a hatása, milyen sérülést okoz a szigetelőknél, csu-

pán maguktól a szigetelőktől függ. Ugyanakkor az igénybevétel nyilván nem függ a szigetelő anyagától, tehát például attól, hogy az adott egysapkás szigetelő üveg vagy porcelán. Ez lehetővé teszi az ív okozta igénybevétel és az igénybevételtől eredő hatás szétválasztását a vizsgálatok során.

Ha az eredeti láncon fellépő igénybevétel a teljes láncon lényegesen rövidebb láncon, sőt egyetlen tagon is produkálható, akkor a vizsgálati elrendezés (amelynek célja az adott igénybevétel hatásának a megállapítása) lényegesen egyszerűsödik, a szükséges zárlati teljesítmény jelentősen csökken. További előnyként jelentkezik, hogy egy nagyfeszültségű szigetelőlánc vizsgálatakor a várható igénybevétel csak adott valószínűséggel lép fel, az egyetlen tagra rákényszerített igénybevétel azonban biztos jelenség. Így a nagy szórást mutató sérülés, roncsolódás – a kapcsolási szám növelése nélkül is – biztosabban állapítható meg. A vázolt módszer alkalmazásához az szükséges, hogy az ív okozta igénybevételt egyértelműen, mennyiségi mutatókkal tudjuk jellemezni.

1. A teljes hosszúságú szigetelőláncban levő egysapkás tagot érő igénybevételek jellemzése

Az ívállósági vizsgálatok során négy egymástól jól elkülöníthető igénybevétel-típust ismertünk meg, ezeket az 1. ábrán mutatjuk be. Bár a továbbiakban az egysapkás (ES) tagon jelentkező igénybevétel-típusokat tárgyaljuk, ezek azonban értelemszerűen vonatkoztathatók a kétsapkás (KS) és hosszúrúd (HR) tagokból felépülő szigetelőláncokra is. Az A, B, C és D típusú igénybevételt egyaránt elsősorban az ív I árama és az igénybevétel t fennállási ideje határozza meg.

* JANUSZ KAROLAK okl. villamosmérnök, az Instytut Energetyki (Varsó) tudományos főmunkatársa;

dr. KERTÉSZ VIKTOR okl. villamosmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, a Budapesti Műszaki Egyetem docense (Budapest XI., Egry József u. 18.);

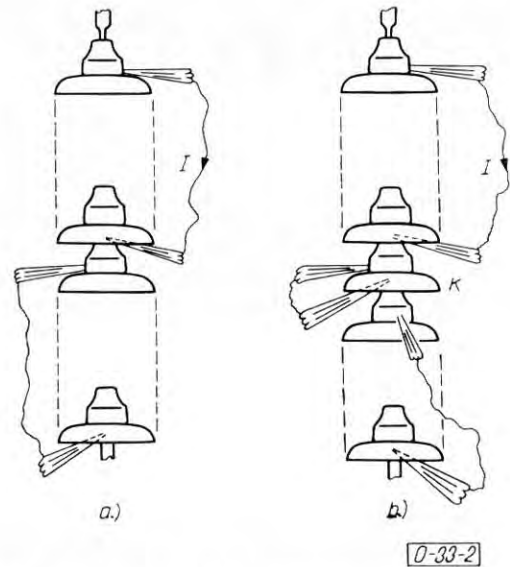
dr. MIHÁLKOVICS TIBOR okl. villamosmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, a Villamosenergiaipari Kutató Intézet tudományos osztályvezetője (Budapest, V., Zrínyi u. 1.);

STANISLAW WIECZOREK okl. villamosmérnök, az Instytut Energetyki (Varsó) Zárlati Laboratóriumának helyettes vezetője.

A legfelső sapkán égő ív A típusú igénybevétel eredményez. [1]-ben már utaltunk arra, hogy az elektrodinamikusan erőhatások révén a legfelső sapkán égő ívtalppont egyensúlyi helye nem pontszerű, hanem a fémsapka alsó pereme. A fémsapka-ban folyó áram az ívet a szigetelő ernyőre nyomja (lásd 1. ábra, A). A fémsapka alsó peremén belül az egyensúlyi helyzetet az oszlopban folyó áramok határoznák meg. Ezek az áramok azonban – a nagyobb távolság miatt – kisebb erővel hatnak, így az oszlopban folyó áramok általában nem akadályozzák meg az ívet abban, hogy a peremen körben elmozduljon. A fémsapkaról az ív az ívterelőre ugrik (ha van ilyen). Az ív felső ívterelőre való kiugrásának t_A ideje az ívterelő kialakításától, az áramkörtől és az áram nagyságától függ. Ha nincs felül ívterelő-szerelvény, akkor – hacsak az ív nem ugrik ki az oszlopra – $t_A = t_z$, ahol t_z a teljes zárlati idő. Felső ívvédő nélküli paralel lánc, például kettős tartólánc esetében $t_A \neq t_z$, ugyanis a felső ívtalppont egyik tagról a másikra ugrik, vagy a két felső sapkán paralel ég. Ezt az esetet 750 kV-os lánc esetében [3] tárgyalja részletesen.

A B típusú igénybevétel a legalsó tagon keletkezik, ezt az 1. ábra, B mutatja. Az alsó tag alatti fémbunkónál az ív az elektrodinamikusan erő hatására a szigetelő ernyőre szorul. Az ívtalppont ívterelőre való kiugrásának megfelelő $t_B \cong t_z$ ideig égő ívtalppontból eredő plazmakifújás – szemben az A típusú igénybevétel esetén a szigetelő felső felületén, mintegy „elsikló” plazmakifújással – beleütközik az ernyőkbe és ez lényegesen nagyobb sérüléseket okoz az A esethez képest.

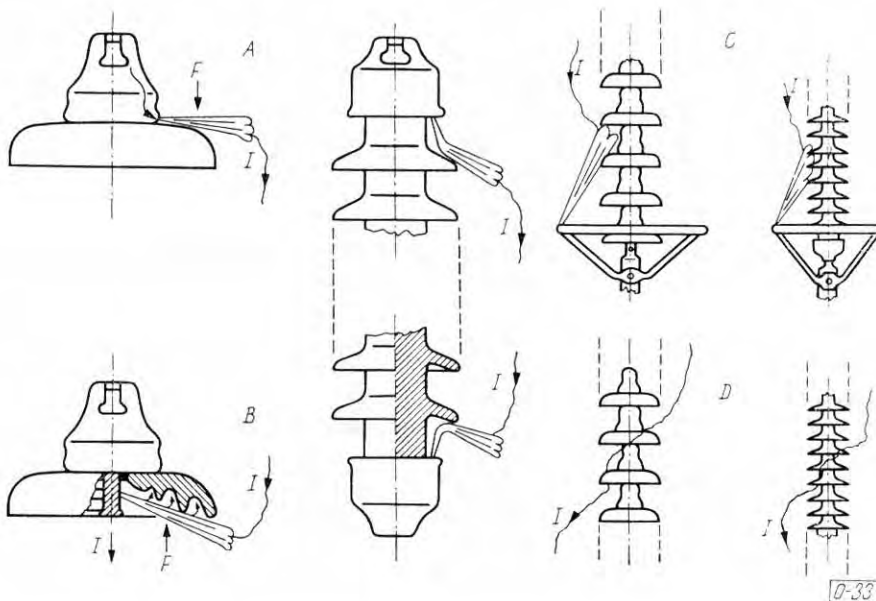
A kapcsolási túlfeszültség vagy üzemi feszültség hatására bekövetkező szennyezett átíveléskor az átívelés pillanatában a láncon tagonként, fémszerelvénytől-fémszerelvényig a szigetelő felületén égő részívek figyelhetők meg. Ezek az egymás alatti tagokon égő részívek egymáshoz képest vélet-



2. ábra. A szigetelőlánc közbenső tagjain égő ívtalppontok

lenszerűen eltolt síkokban helyezkednek el. A részívek tehát a fémszerelvényeknél közbenső talppontokat képeznek [1, 2, 3]. A közbenső tagon égő ívtalppont-pár (lásd 2. ábra) által okozott igénybevétel nagyságát az áram mellett a leghosszabb ideig égő közbenső talppont-pár t_{max} fennmaradási ideje jellemzi. A közbenső talppont által okozott igénybevétel A vagy B típusú, ritkábban (lásd a 2.b ábra K. szigetelőjét) A és B típusú együtt (A+B). Tekintettel arra, hogy a B típusú igénybevétel lényegesen nagyobb sérülést okoz, mint az A típusú, feltételezhetjük, hogy $A+B \approx B$. Vizsgálati tapasztalataink igazolják, hogy az előforduló A+B igénybevétel a B típussal helyettesíthető.

Ha az ívvédő szerelvény kialakítása nem megfelelő, akkor előfordul (lásd [3] 10. ábrájának fényképét), hogy az ívvédő szerelvényen befelé for-



1. ábra. Szigetelőlánc tagjait érő, ív okozta igénybevételek

duló plazmakifújás a szigetelőláncot éri. Az így keletkező C típusú igénybevételt mutatja az 1. ábra, C.

Végül az előforduló 4. igénybevétel-fajta, a D típusú igénybevétel akkor keletkezik, ha az ívoszlop az ív mozgása folyamán a szigetelőlánc közélébe kerül, érinti azt és így fejti ki sérülést okozó hatását (lásd 1. ábrát, D). Ez az igénybevétel típus elsősorban a HR szigetelőkre jellemző. Az ES vagy KS tagokból felépített lánc esetén hosszabban, a lánc közelében levő, illetve a szigetelőtagot érintő ívoszlop rendszerint a szóbanforgó tagon közbenső talppontot képez, így a D típusú igénybevétel A, illetve B típusúvá alakul át.

Végsősoron az egyes tagokat az ismertetett négyféle igénybevétel éri, amelyek nagyságát a jelenségek valószínűségi jellegétől eltekintve a zárlati áram és a t fennállási idő (t_A, t_B, t_{max}, t_C , ill. t_D) jellemzi.

Ha a teljes hosszúságú láncon, az üzemi viszonyokat hűen utánzó körülmények közt lefolytatott ívállósági vizsgálatok nagysebességű (1000...3000 kép/s) filmfelvételeiből ismertek az említett idők, akkor lehetőség van a megfelelő igénybevétel létrehozására rövidített láncon, ill. egyetlen tagon is. Másrészt a bemutatandó módszer lehetőséget ad arra, hogy megállapítsuk egy adott szigetelőtípus, ill. szigetelőtípusok ív okozta terhelhetőségi határát és így a biztonságot.

2. A szigetelőtag igénybevételének leképzése rövidített láncon való vizsgálattal

Rövid, 2–4 tagból álló szigetelőláncot a 3. ábra szerinti aszimmetrikus áramköri elrendezésben vizsgálva a felső tagon A típusú, a legalsó tagon B típusú igénybevétel ébred. Az áramvezető sodronyt eltakaró pabitisz az ívtalppont esetleges elugrását akadályozza meg. Az aszimmetrikus áramköri elrendezés és a vizsgált lánc kis hossza miatt a közbenső ívtalppont keletkezésének valószínűsége kicsiny. Erről egyébként a kapcsolás utáni szemrevételezés vagy a kapcsolás alkalmával készített filmfelvétel alapján lehet meggyőződni.

Tekintettel arra, hogy tapasztalataink szerint a szigetelő felső sima felületén „elsikló” plazmakifújás által okozott A típusú igénybevétel lényegesen enyhébb a szigetelőtag alsó ernyőire irányuló plazmakifújás által okozott B típusú igénybevételnél, a nagyfeszültségű szigetelőláncok közbenső tagjain fellépő ívtalppont-pár által okozott igénybevételt egyetlen tag vizsgálatával képeztük le. Ez az elrendezés a 3. ábrának felel meg, ha a felső és alsó szigetelőtagot egymásba tolva képzeljük el. Későbbiekben ismertetett vizsgálataink során elsősorban ezt az elrendezést alkalmaztuk.

Az A típusú igénybevétel által okozott, viszonylag enyhe sérülés jellemzésére a következőket említjük meg. A felül ívvédő szerelvény nélküli, 2x44 db PSZ – 12 A üvegszigetelőből álló, kettős, 750 kV-os tartólánc 12 db 10 kA-es, 11 db 18,5 kA-es és

4 db 25,5 kA-es, 0,45 s időtartamú ívállósági vizsgálatánál csak két esetben tört le a felső tag szigetelőernyője. A négy kapcsolásból álló, 25,5 kA-es sorozatban törés nélkül kibírta a felső szigetelőtag a

$$25,5 \text{ kA} (0,12 \text{ s} + 0,25 \text{ s} + 0,17 \text{ s} + 0,24 \text{ s}) = 19,9 \text{ kAs}$$

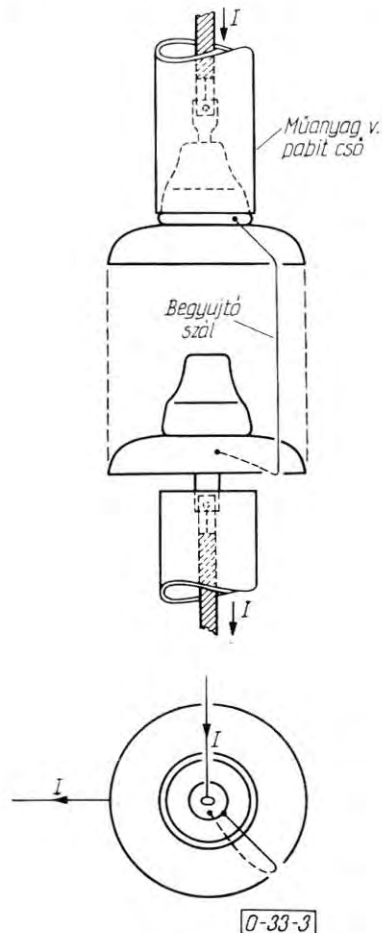
paraméterrel jellemzett halmozódott igénybevételt. A 18,5 kA-es sorozatban az 5. zárlati kapcsolásnál

$$18,5 \text{ kA} (0,395 \text{ s} + 0,265 \text{ s} + 0,395 \text{ s} + 0,255 \text{ s} + 0,42 \text{ s}) = 32 \text{ kAs}$$

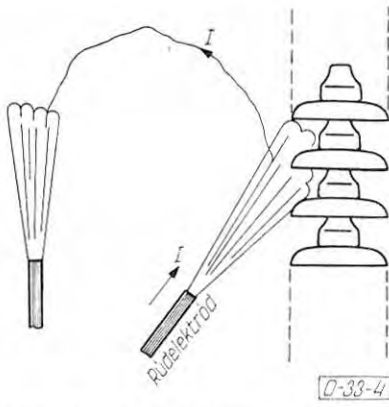
paraméterrel jellemezhető halmozódott igénybevétel hatására tört le a felső tag ernyője [3]. Ezeket az értékeket összehasonlítva a 6. ábra értékeivel, ismét megállapítható, hogy nem jelent lényeges szigorítást az egyetlen tagon történő vizsgálat, tehát valóban

$$A + B \approx B.$$

A C típusú igénybevétel nem megfelelő kialakítású és védőképességű ívvédőszerelvény esetén lép fel. A tényleges igénybevétel az áramon és az időn kívül függ az elrendezés geometriai adataitól (ívtalppont szigetelőtől való távolsága, plazmakifújás



3. ábra. Ívtalppont által okozott A és B típusú igénybevétel vizsgálata rövidített szigetelőláncon



4. ábra. Plazmaráfújás által okozott C típusú igénybevétel vizsgálata

irány) is. A vizsgáló elrendezést a 4. ábra mutatja.

Az ívcsatorna által okozott D típusú igénybevétel, amint azt a 2. pontban említettük, elsősorban a HR szigetelőkön keletkezik, ennek vizsgálatára alkalmas elrendezést a [4] 21. ábrája mutatja. Ennek lényege, hogy a HR szigetelő egy kb. 2x2 m pablit lap közepén levő nyíláson van át dugva, az elektródelrendezés pedig olyan, hogy az ívcsatorna is ezen a nyíláson, tehát a szigetelő mellett halad. A vizsgálati tapasztalatok alapján érthető [4] következtetése: HR szigetelők esetében is a legnagyobb igénybevételt az ívталppontból kiinduló plazmakifújás okozza, ennél lényegesen enyhébb az ívcsatorna által okozott igénybevétel.

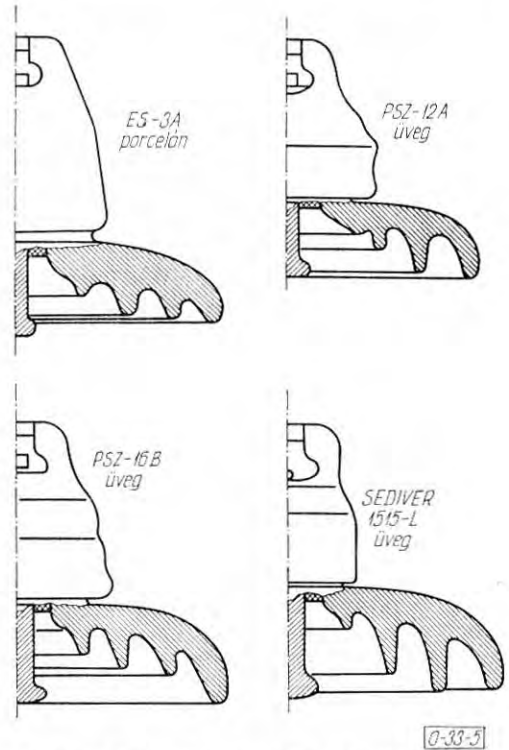
3. Elvégzett vizsgálatok eredménye

A nagyfeszültségű szigetelőláncok általában ívvédőszerelvénnyel vannak ellátva. Megfelelő kialakítású, felső és alsó ívvédőszerelvények esetén t_A és t_B , illetve t_C kicsiny, az egysapkás tagokból álló lánc felső és alsó tagján nem keletkezik számottevő igénybevétel. Ezért a szigetelőlánc közbelső tagjain keletkező, t_{max} ideig fennálló ívталppontból kiinduló plazmakifújásnak megfelelő igénybevétel által okozott sérülés képezte vizsgálatunk tárgyát. A vizsgálatokat a 3. ábra aszimmetrikus áramköri elrendezésében, de egyetlen tagon folytattuk le. A 3. pontban elmondottak alapján a vizsgált tagra $A + B \approx B$.

A vizsgált magyar ES-3 A porcelán-, a szovjet PSZ-12 A és PSZ-16 B üveg- és a francia Sediver 1515-L típusú üvegszigetelő alakját az 5. ábra mutatja. Az 5, 10 és 20 kA-es áramon, 1, 2 és 4 kAs $I \cdot t$ értékek mellett elvégzett vizsgálatok eredményét az 1. táblázatban foglaltuk össze. Ugyanezt mutatja szemléletesen a 6. ábra, amely

$$p = \frac{T}{n} = \frac{\text{szigetelőtörés}}{\text{összes kapcsolás}}$$

értékét, tehát végeredményben a szigetelőtörés valószínűségét adja, a kAs-ban mért $I \cdot t$ érték



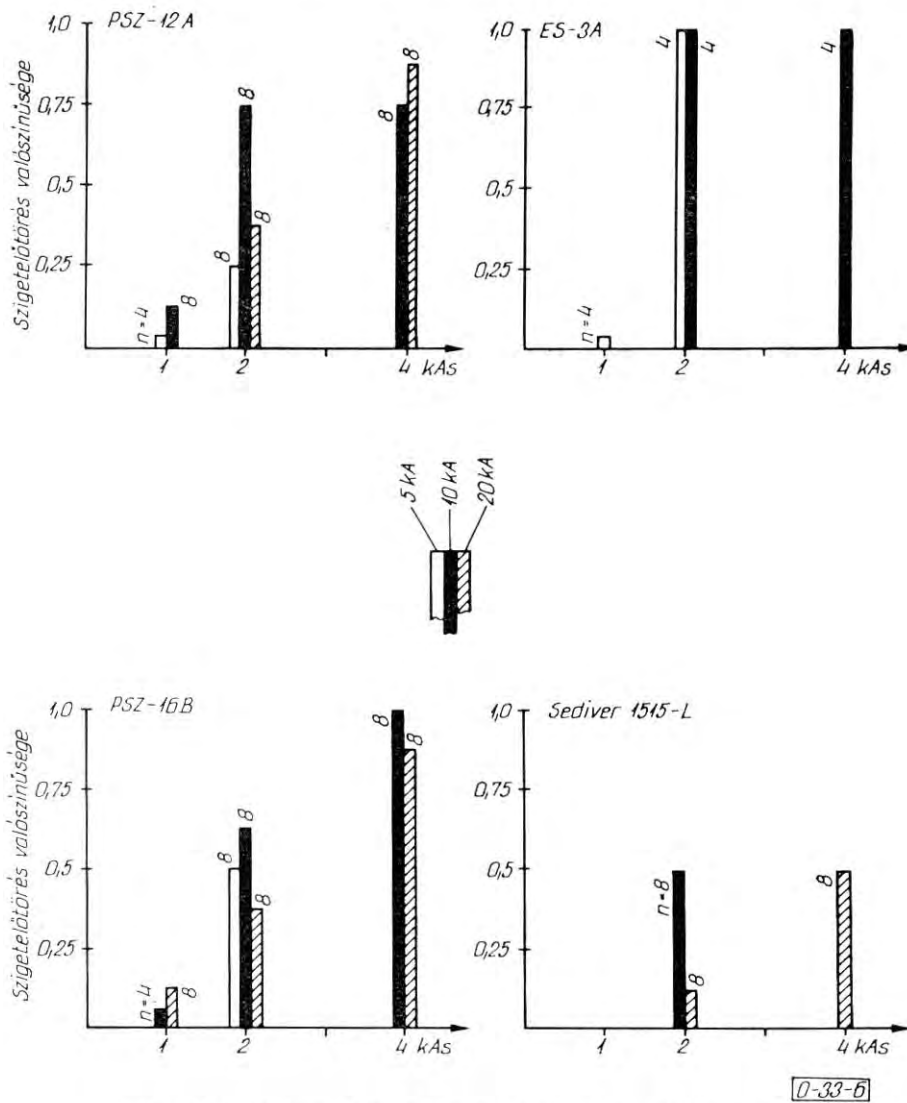
5. ábra. A vizsgált egysapkás szigetelők alakja

függvényében. Törött szigetelőnek a teljesen törött, tehát lényegében ernyő nélküli szigetelő minősül. Az ábrával kapcsolatban megjegyezzük, hogy ha nem történt szigetelőtörés ($T = 0$), ezt egy kis négyzet jelzi, tehát a rajzban $p = 0$ helyett $p \approx 0,05$ szerepel. Az ábrán rendre megadtuk az n kapcsolási számot is.

1. táblázat

Szigetelőtag törése az $I \cdot t$ függvényében

Szigetelő típus	I [kA]	t [s]	$I \cdot t$ [kAs]	Szigetelőtörés száma összes kapcsolás száma
ES-3A porcelán	5	0,2	1	0/4
	5	0,4	2	4/4
	10	0,2	2	4/4
	10	0,4	4	4/4
PSZ-12A üveg	5	0,2	1	0/4
	5	0,4	2	2/8
	10	0,1	1	1/8
	10	0,2	2	6/8
	10	0,4	4	6/8
	20	0,1	2	3/8
PSZ-16B üveg	20	0,2	4	7/8
	5	0,4	2	4/8
	10	0,1	1	0/4
	10	0,2	2	5/8
	10	0,4	4	8/8
	20	0,05	1	1/8
Sediver 1515-L üveg	20	0,1	2	3/8
	20	0,2	4	7/8
	10	0,2	2	4/8
	20	0,1	2	1/8
	20	0,2	4	4/8



6. ábra. Szigetelőtörés valószínűsége az $I \cdot t$ igénybevétel függvényében

A 6. ábrából levonható következtetéseket az alábbiakban foglaljuk össze:

– Figyelembe véve, hogy jelentős szórást mutató jelenséggel állunk szemben, megállapítható: hogy a törések száma az $I \cdot t$ szorzattól függ és különböző áramok, de azonos $I \cdot t$ szorzat esetén a törések száma is azonos. Ezt támasztja alá a nem törött tagokon keletkezett sérülések (szigetelő alsó bordáinak törése, repedezettsége, felületi lehám-lás stb.) elemzése is: különböző áramú, de azonos $I \cdot t$ igénybevételű, nem törött szigetelőkön a sérülés mértéke is jól egyező.

$10 \text{ kA} \cdot 0,2 \text{ s} = 2 \text{ kAs}$ és $20 \text{ kA} \cdot 0,2 \text{ s} = 4 \text{ kAs}$ igénybevétel által a PSZ-12 A szigetelőn okozott sérülés látható a 7. ábra fényképein.

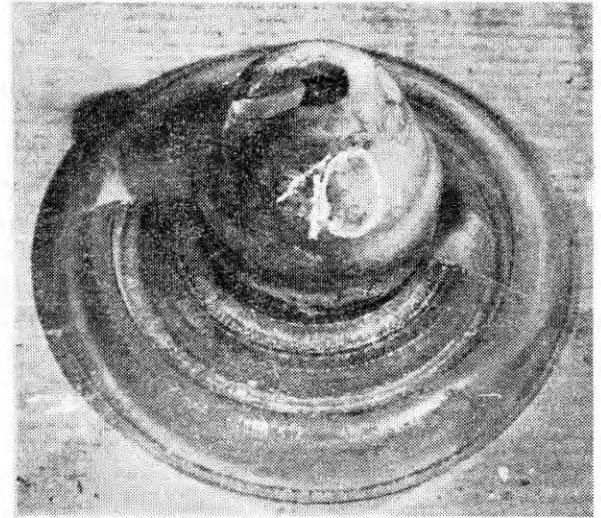
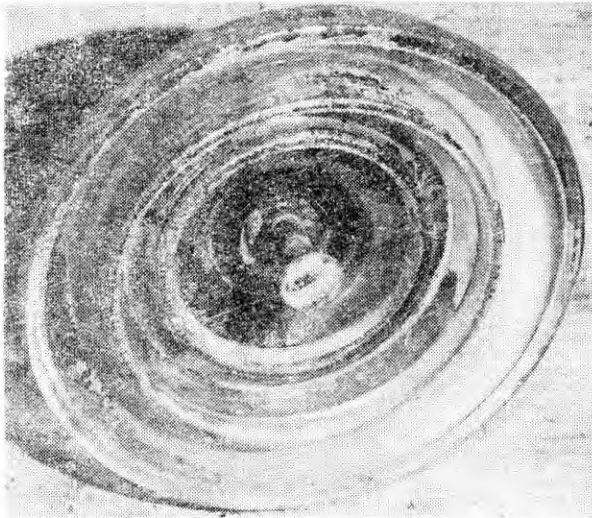
– A szovjet gyártmányú PSZ-12 A és PSZ-16 B üvegszigetelők ivállósága kedvezőbb a hazai gyártású ES-3 A porcelán szigetelők ivállóságánál.

$5 \text{ kA} \cdot 0,2 \text{ s} = 1 \text{ kAs}$ igénybevétel által okozott jellegzetes sérülés látható a 8. ábrán.

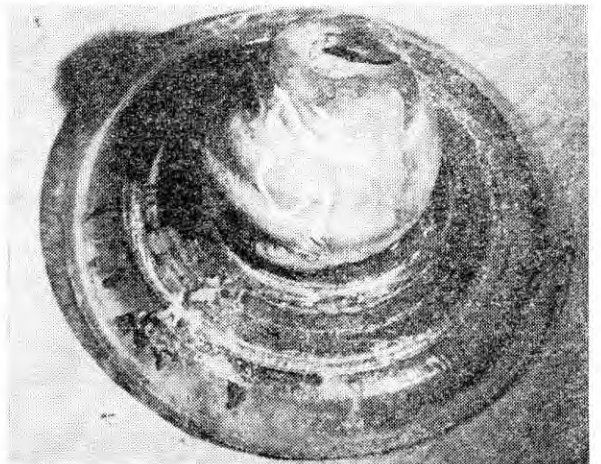
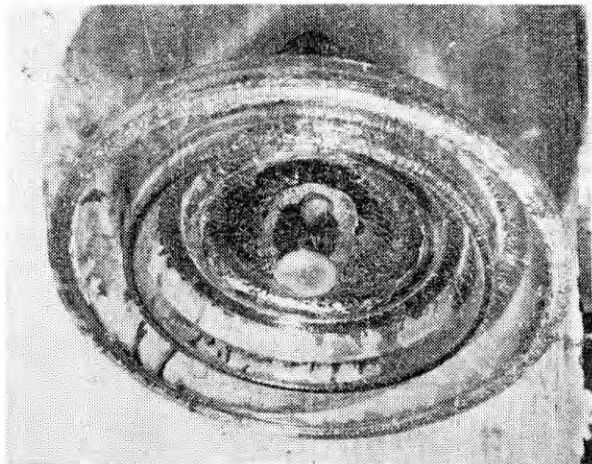
– A különböző típusú, de azonos gyártási technológiával készült szovjet PSZ-12 A és PSZ-16 B üvegszigetelők sérülési valószínűsége az $I \cdot t$ függvényében közel azonos eloszlást mutat.

A kedvező ivállósági eredményeket mutató PSZ-12 A szigetelőtípuson megvizsgáltuk a „halmozódott” igénybevétel által okozott sérülést $10 \text{ kA} \cdot 0,1 \text{ s} = 1 \text{ kAs}$ igénybevételek sorozatos alkalmazásával.

A kapcsolások között elegendően hosszú, kb. 30 perces szünetet tartottunk. Az eredményeket a 2. táblázatban foglaltuk össze, szemléletesen a 9. ábra mutatja. Bár viszonylag kevés a mérési pontok száma, a 6. és a 9. ábra összehasonlításából megállapíthatjuk, hogy a $\sum_n I \cdot t_n$ „halmozódó” igénybevétel által okozott sérülés kisebb, mint a $(n \cdot I \cdot t)$ egyszeri igénybevétel által okozott.



10 kA · 0,2 s



20 kA · 0,2 s

0-33-7

7. ábra. 10 kA · 0,2 s és 20 kA · 0,2 s igénybevétel által okozott jellegzetes sérülések PSZ-12A üvegszigetelőn

megállapítást elsősorban a 2 kAs-hoz tartozó pontok összehasonlítása bizonyítja.

2. táblázat

„Halmazódott” igénybevétel által okozott törés
PSZ-12A üvegszigetelőn

I [kA] · t [s]	$\Sigma I \cdot t$ [kAs]	Törött szigetelő száma összes kapcsolás száma
10 · 0,1	1	0/4
+10 · 0,1	2	0/4*
+10 · 0,1	3	1/3
+10 · 0,1	4	1/2

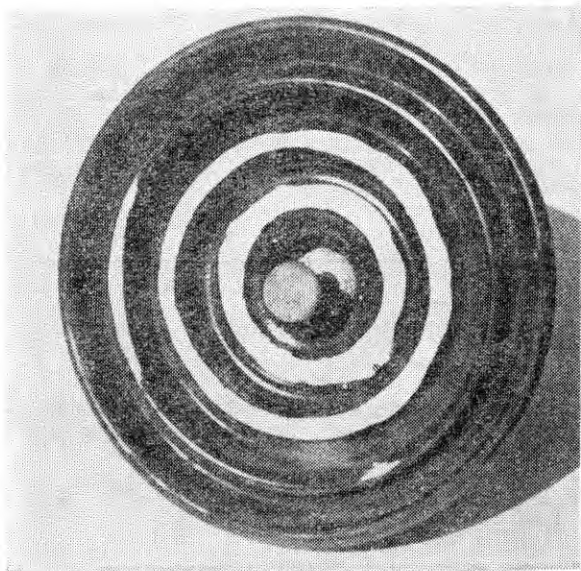
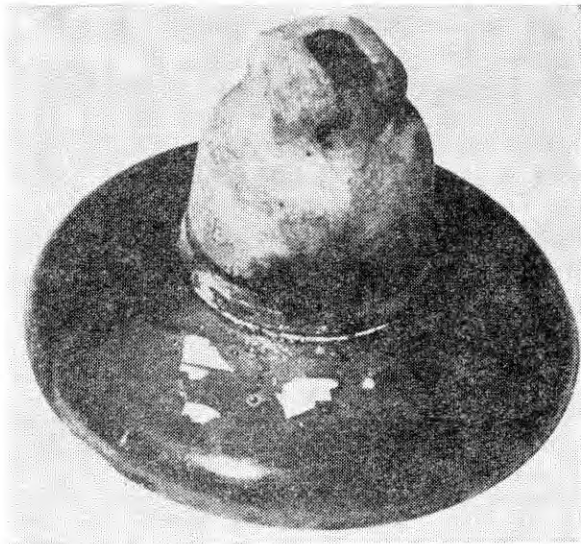
* A második sorozat, tehát a 8. kapcsolás után szerelés közben 1 szigetelő összetört, így 3 szigetelőn folytattuk tovább a vizsgálatot.

4. A nagyfeszültségű szigetelőláncon tényleges fellépő $I \cdot t_{\max}$ érték

A 4. pontban a nagyfeszültségű szigetelőláncon közbenső tagjain keletkező, t_{\max} ideig fennálló ívtalppontból kiinduló plazmakifújás által okozott sérülést vizsgáltuk 1, 2 és 4 kAs $I \cdot t$ igénybevétel esetén. Kérdés, hogy ezek az értékek mennyire fedik a hálózaton, üzemi körülmények között fellépő t_{\max} időknél megfelelő $I \cdot t$ értékeket.

120, 220, 400 és 750 kV-os ES tagokból álló tartó szigetelőláncon fellépő közbenső talppontok $F(t_{\max}) = P(t < t_{\max})$ eloszlás függvényeit [1, 2, 3, 5] irodalmak részletesen elemzik.

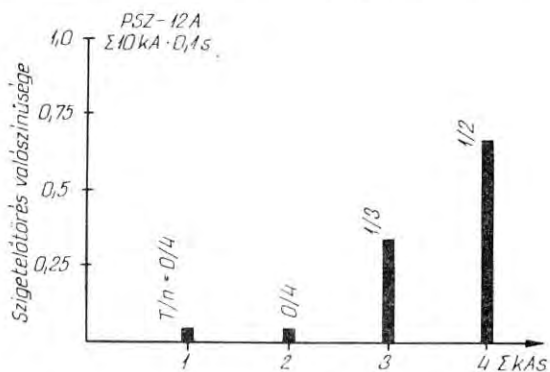
A szigetelő közbenső talppont okozta igénybevételére jellemző $I \cdot t_{\max}^*$ szorzat ($t_{\max}^* = t_{\max}$ vár-



5 kA · 0,2s

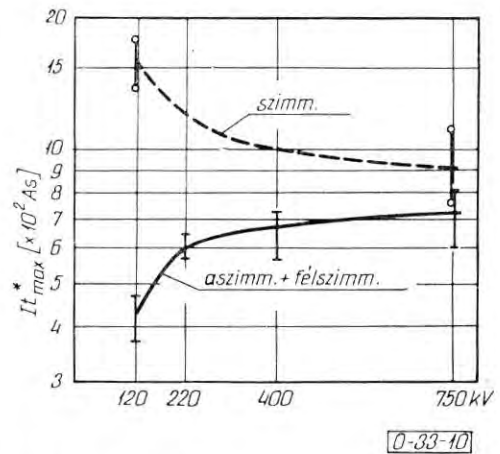
Q-33-8

8. ábra. 5 kA 0,2s igénybevétel által okozott jellegzetes sérülés ES-3A porcelán szigetelőn



Q-33-9

9. ábra. Szigetelőtörés valószínűsége I · t = 1 kAs igénybevétel sorozatos alkalmazásával



Q-33-10

10. ábra. Szigetelőlánc közbenső tagját érő $I \cdot t_{max}^*$ várható igénybevétel a feszültségszint (szigetelőlánc hossza) függvényében

ható értéke) egy feszültségszinten és adott áramkörü elrendezésben jó közelítéssel az áram függvényében állandónak vehető, tehát $I \cdot t_{max}^*$ az ivre ható elektrodinamikusan erők révén a feszültségszint (lánc hossza) és az áramkörü elrendezés (szimmetrikus vagy aszimmetrikus áram hozzávetés) függvénye [3]. Ezt a függvényt ábráztuk a 10. ábrán.

A 6. és 10. ábra értékeit összehasonlítva (feltételezve, hogy a védelmi lekapcsolási idő $t_v \cong t_{max}^*$) a következő megállapítások tehetők:

– Aszimmetrikus áramkörü elrendezésben (aszimmetrikus fázisoldali betáplálás és földoldali áramvisszavezetés) a [3] és [5] eloszlásfüggvényei alapján megállapítható, hogy 10% a valószínűsége annak, hogy $I \cdot t_{max} > 1 \dots 1,2$ kAs, tehát

$$F(I \cdot t_{max} < 1 \dots 1,2) = 0,9.$$

Ez azt jelenti, hogy aszimmetrikus áramkörben nemcsak a t_{max}^* várható érték, hanem még a kisebb valószínűséggel fellépő nagyobb t_{max} értékek esetében is megfelelő a vizsgált szigetelőtagok ivállósága.

– Szimmetrikus áramkörben (szimmetrikus fázisoldali betáplálás és szimmetrikus földoldali áramvisszavezetés) az elektrodinamikusan erőhatás a szigetelőre nyomja az ívet, ez az erőhatás 120 kV-os feszültségszint esetén nagyobb, mint magasabb feszültségszinteken. Ennek megfelelően t_{max}^* görbe szimmetrikus áramkör esetében az aszimmetrikus áramkörü görbe felett halad; jelentősen megnő a szigetelő igénybevétele.

120 kV-on $I \cdot t_{max}^* \approx 1,6$ kAs, sőt [5] eloszlásfüggvényei alapján 10% valószínűséggel

$$I \cdot t_{max} > 3 \dots 4 \text{ kAs.}$$

750 kV-on, 10 kA-es áram esetén 10% a valószínűsége annak, hogy

$$I \cdot t_{max} > 2,2 \text{ kAs [3],}$$

A 6. ábra alapján megállapítható, hogy a szimmetrikus áramkörben fellépő nagy igénybevételek ese-

tén az ES – 3A szigetelők ivállósága nem kielégítő, sőt bizonyos mértékben a jó ivállóságú szovjet üvegszigetelők törésével is számolni kell.

5. Összefoglalás

– A nagyfeszültségű szigetelőláncban az egyes tagokat négyféle zárlati ív okozta igénybevétel-típus (A, B, C és D) érheti. A szigetelőtag igénybevétele az A és B esetben az $I \cdot t$ szorzattól függ, ahol I a zárlati áram, t az ívtalppontnak az adott tag fémszerelvényén való ott-tartózkodási ideje. t értéke a valóságos vagy azt 1:1 léptékben, hűten leképező áramköri elrendezésben végzett ivállósági vizsgálatokból állapítható meg.

– Ismert $I \cdot t$ értékek (pl. ezek ismert várható értéke) esetén a 3., illetve 4. ábra szerinti vizsgálattal rövidített láncon, sőt egyetlen tagon is kikényszeríthető a megfelelő $I \cdot t$ igénybevétel és így kis zárlati teljesítmény-igényű, rendkívül egyszerű, kis munkaigényű áramkörben vizsgálható az adott igénybevétel hatására keletkezett sérülés.

– Megfelelő kialakítású ívvédőszerelvények esetén a szigetelőlánc fő igénybevételét a szigetelőlánc közbenső tagjain keletkező, t_{\max} ideig fennálló ívtalppontból kiinduló plazmakifújásnak megfelelő B, illetve A + B típusú igénybevétel képezi.

Négy különböző szigetelőtípuson (magyar ES-3A porcelán-, szovjet PSZ – 12A- és PSZ – 16B üveg-, francia SEDIVER 1515 – L üvegszigetelő) végzett mérések alapján elmondható, hogy az A + B típusú igénybevétel hatására bekövetkezett sérülés az $I \cdot t$ szorzattól függ. Másrészt az is megállapítható, hogy a Lengyelországban és Magyarországon egyaránt alkalmazott szovjet üvegszigetelők ivállósága igen jó.

IRODALOM

- [1] KAROLAK, J. – KERTÉSZ V. – MIHÁLKOVICS T. – WIECZOREK, S.: Nagyfeszültségű szigetelőláncok ivállóságának vizsgálata. Elektrotechnika **71** (1978) 221 – 230.
- [2] KERTÉSZ, V. – MIHÁLKOVICS, T.: Power arcs occurring on H. V. insulators in networks and in laboratories. CIGRE 1978. Session/22 – 02.
- [3] KERTÉSZ V. – KOLKER D. G. – MIHÁLKOVICS T. – SLEJFMAN, I. L.: 750 kV-os szigetelőláncok ivállósági vizsgálata. Elektrotechnika **73** (1980). 57 – 65.
- [4] DANIS J. – GÁBOR A.: Hosszúrúdszigetelő alakzatok optimális kialakítása. VEIKI/VBF 310 tanulmány, 1975.
- [5] MIHÁLKOVICS, T. – KERTÉSZ V.: New testing procedure for power arc resistance of insulator strings for transmission lines. Acta Technica Acad. Scient. Hungaricae **83** (1976) 151 – 172.