

Alumíniumvezetőjű kiskoaxiális kábel

ETO 621.315.212:669.717

Az alumínium kábelipari alkalmazása hazánkban az 1940-es években indult meg, és azóta egyre elterjedtebb felhasználása tapasztalható a kábelgyártás számos területén, így például vezetők, árnyékolók és köpenyanyagként egyaránt megtalálható.

A kezdetben pótanyagként szereplő alumínium csakhamar a kábelgyártás egyik elsőrendű fontosságú alapanyaga lett, mivel a felhasználás során rendkívül értékes tulajdonságai mutatkoztak meg, mint például:

- kis fajsúlyú anyag, ennek eredményeként az alumíniumerű és köpenyű kábelek súlya lényegesen kisebb, mint az azonos rendeltetésű réz-erű, ólomköpenyű kábeleké,
- ára lényegesen kisebb egyéb, azonos célra felhasználható fémekénél,
- rezgésekkel szemben ellenálló, így például az alumíniumköpenyű kábelek élettartama rezgéseknek kitett helyeken lényegesen nagyobb, mint az ólomköpenyű kábeleké,
- árnyékoló hatása igen kedvező, a kábeleket a külső zavaró hatásokkal szemben hatékonyan védi.

Az alumínium kedvező fizikai és elektromos tulajdonságai és nem utolsósorban alkalmazásának gazdasági előnyei alapján felhasználást nyert a hírközlőkábelek gyártásánál is, és éppen ez volt az a terület, ahol a különleges követelmények között előnyös tulajdonságai legteljesebb mértékben megmutatkoztak.

Napjainkban az alumíniumvezetőjű és alumíniumköpenyű kábelekkel a helyi kábelek mellett találkozhatunk a nagyobb minőségű követelményeket is kielégítő, nagy távolságú összeköttetéseket biztosító körzeti és távkábeleknél is.

Az itt szerzett kedvező gyártási és üzemeltetési tapasztalatok alapján vetődött fel az alumínium alkalmazásának gondolata a hírközlőkábelek legigényesebb fajtájának, a kiskoaxiális kábelek gyártásának területén.

Mint ismeretes, a kiskoaxiális kábelek rendkívül széles frekvenciasáv átvitelére alkalmasak, így a belőlük épített rendszerek kihasználtsága jobb, üzemeltetése gazdaságosabb, mint a szimmetrikus kábeleké.

Természetesen a kis energiájú jelek nagy távolságon való torzításmentes továbbítása mellett az átviendő jelek számának növelése különleges követelményeket támaszt a kábel konstrukciós kialakításával és gyártástechnológiájával szemben.

A továbbiakban egy alumínium belső, alumínium külső vezetőjű, kombinált — polietilén cső-tárcsa — szigetelésű kiskoaxiális kábel szerkezeti kialakítására vonatkozó elméleti számításokat ismertetjük.

A kiskoaxiális pár szerkezetének elvi rajzát az 1. ábra mutatja.

Általánosságban a kiskoaxiális párokat az alábbiakban feltüntetett alapadatokkal jellemezhetjük:

- d — a belső vezető külső átmérője,
- D — a külső vezető belső átmérője,
- ϵ_e — a komplex dielektrikum eredő dielektromos állandója,
- C — üzemi kapacitás,
- Z — hullámimpedancia megadott frekvencián,
- α — csillapítás megadott frekvencián.

Mivel a fenti jellemzőkből a hullámimpedancia és a csillapítás értéke frekvenciafüggő, ezért ezeket 1 MHz frekvencián vesszük tekintetbe.

Az alapvető jellemzők között három olyan összefüggés áll fenn, amelyek alkalmazásával a kiskoaxiális párt tökéletesen definiálhatjuk, és pedig:

$$Z = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_e}} \cdot \ln \frac{D}{d} \text{ [ohm]},$$

$$C = \frac{\epsilon_e}{18 \ln \frac{D}{d}} \cdot 10^{-3} \text{ [N/km]},$$

$$\alpha = \frac{R}{2Z} \text{ [nF/km]}.$$

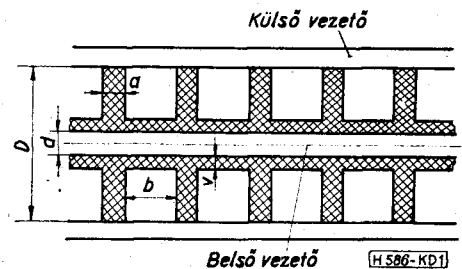
Tekintettel arra, hogy az R ellenállás értéke a kiskoaxiális pár méretének (D , d) ismeretében számítható, a méretezés alapjául szolgáló képletekben csupán három független mennyiség marad, amelyekből tetszés szerint — a kitűzött célnak legmegfelelőbbben — előre megválasztható:

- a) a kiskoaxiális pár mérete és
- az elektromos paraméterek értéke.

Az általunk kiválasztott szigeteléstípus és gyártási módszer kialakításánál a szigetelésre vonatkozóan az alábbi követelményeket vettük figyelembe:

- a) a kiskoaxiális pár hossz- és keresztirányú vízzárásának biztosítása;
- b) a belső és külső vezető koncentrikussága;
- c) kis dielektromos állandó elérése.

Ezeket a feltételeket a kombinált cső-tárcsa-szigetelés maradéktalanul teljesíti.



1. ábra. Vázlat a számításhoz

A koaxiális pár méretezése

A méretezés célja a szigetelés geometriai adatainak meghatározása, amelynek során az alábbiak szerint jártunk el:

1. A koaxiális pár típusának kiválasztásánál célszerűnek láttuk, hogy alapadatként a nemzetközi és hazai gyártásban kialakult típusmérettel megegyezően, a koaxiális pár belső vezetőjének külső átmérőjét és a külső vezető belső átmérőjét

$$d = 1,2 \text{ mm-re és}$$

$$D = 4,4 \text{ mm-re válasszuk.}$$

2. Tekintettel arra, hogy a hullámimpedancia értéke gyakorlatilag független a vezető anyagától, ezért számításainkban ennek alakjából indulunk ki, és értékét 1 MHz frekvencián

$$Z = 75,0 \text{ ohm-ra vettük.}$$

3. A szigetelés geometriai adatainak meghatározásához első lépésként a komplex dielektrikum eredő dielektromos állandójának biztosítandó értékét számítjuk és

$$\epsilon_e = \left(\frac{60}{Z} \cdot \ln \frac{4,4}{1,2} \right)^2 = 1,08 \text{ értéket kapunk.}$$

Az eredő dielektromos állandó értékét a külső és belső vezető közötti teret kitöltő levegő és dielektrikum (polietilén) térfogataránya határozza meg.

Tekintettel arra, hogy az általunk alkalmazott szigetelés, a cső-tárcsa kombináció elemi részei a vezető mentén periódikusan ismétlődnek, és a számítás elegendő egységnyi hossza elvégezni, tehát a térfogatarányok helyett a területarányokkal számolhatunk.

A komplex dielektrikum eredő dielektromos állandója:

$$\epsilon_e = \frac{\epsilon_1 \cdot Q_1 + \epsilon_d \cdot Q_d}{Q_1 + Q_d}.$$

A mellékelt vázlat jelöléseinek alkalmazásával a képlet az alábbiak szerint átalakítható:

$$\epsilon_e = \frac{s_1 b(D - 2v) + \epsilon_d(a \cdot D + 2 \cdot v \cdot b)}{D(a + b)},$$

amiből a tárcsák távolságát kifejezve a következő összefüggést kapjuk:

$$b = \frac{D \cdot a(\epsilon_d - \epsilon_e)}{D(\epsilon_e + \epsilon_1) - 2 \cdot v(\epsilon_d - \epsilon_1)}.$$

Az előzőekben meghatározott szám adatok behelyettesítésével a tárcsaszélesség függvényében a szigetelés geometriai adatai:

a) $v = 0,1 \text{ mm és}$
 $a = 1,0 \text{ mm esetén}$

$$b = \frac{4,4 \cdot 1,0(2,3 - 1,08)}{4,4(1,08 - 1,0) - 2 \cdot 0,1(2,3 - 1,0)},$$

$$b = 58,3 \text{ mm.}$$

b) $v = 0,1 \text{ mm,}$
 $a = 0,8 \text{ mm,}$
 $b = 46,6 \text{ mm.}$

Tekintettel arra, hogy az ismertett szigeteléstípus mechanikai stabilitására vonatkozóan gyártási ta-

paszlatok nincsenek, azért számításainkat egy, a hagyományostól eltérő, 1,83/6,7 mm méretű koaxiális párra is elvégeztük, és az eredményeket az alábbiakban ismertetjük.

1. A felvett alapadatok:

$$d = 1,83 \text{ mm,}$$

$$D = 6,70 \text{ mm,}$$

$$Z = 75,0 \text{ ohm.}$$

2. Az eredő dielektromos állandó értéke, mivel a D/d viszony nem változott, az előzőek szerinti

$$\epsilon_e = 1,08.$$

3. A szigetelés geometriai adatainak meghatározása:

a) $v = 0,1 \text{ mm,}$
 $a = 1,0 \text{ mm,}$

$$b = \frac{6,7 \cdot 1,0(2,3 - 1,08)}{6,7(1,08 - 1,0) - 2 \cdot 0,1(2,3 - 1,0)},$$

$$b = 29,6 \text{ mm.}$$

b) $v = 0,1 \text{ mm,}$
 $a = 0,8 \text{ mm,}$
 $b = 23,7 \text{ mm.}$

Tömör polietiléntől eltérő szigetelőanyag (pl. habosított polietilén) alkalmazása esetén a koaxiális pár mechanikai stabilitása, méretegyenletessége fokozható.

A habosított polietilén alkalmazásától várható eredményekhez vizsgáljuk meg, hogy a szigetelőanyag dielektromos állandójának (ϵ_d) változása milyen módon befolyásolja a szigetelés geometriai méreteit.

Ha: $v = 0,1 \text{ mm,}$
 $a = 0,8 \text{ mm,}$
 $\epsilon_d = 1,8,$
 $D = 4,4 \text{ mm,}$

$$b = \frac{4,4 \cdot 0,8(1,8 - 1,0)}{4,4(1,08 - 1,0) - 2 \cdot 0,1(1,8 - 1,0)},$$

$$b = \frac{2,816}{0,352 - 0,16} = \frac{2,816}{0,192} = 14,7 \text{ mm}$$

a tömör polietilénnél számított 46,6 mm-rel szemben.

Mint látható, a habosított polietilénnel történő gyártás megközelítőleg azonos szerkezetet biztosítana, mint a hagyományos gyártás, azzal a különbséggel, hogy a gyártás teljesen alumínium szerkezetű, amely ezen a területen új eljárásnak tekinthető.

A koaxiális párok elméleti számításával kapcsolatos kérdések után a szerkezeti kialakítás, és az egyes gyártástechnológiai kérdések ismertetésével kívánunk foglalkozni.

Az 1. ábrán bemutatott különleges kialakítású szigetelés a külső és belső vezetők között pontos távolságtartást biztosít, a külső vezető a tárcsákon fekszik fel, így koncentrikus elhelyezkedése a belső vezetőhöz képest biztosított.

A koaxiális pár belső vezetője egy folyamatos polietilén cső szigetelést kap — a tárcsák sajtolása a tömlőzéssel egyidejűleg történik —, így a pár keresztirányú vízzárása is biztosított.