

VILLÁMHÁRÍTÓ FESTÉK?

A légi járműveknek és hordozórakétáknak a villámcsapás közvetlen vagy közvetett hatásaival összefüggő balesetei és sérülései egyre sürgetőbben követelik olyan technológiai megoldások kifejlesztését, amelyek elhárítanák a villámlásban rejlő veszélyeket. Több irányban folynak a kutatások, de az utóbbi évek erőfeszítései ellenére sem született meg eddig az ideális megoldás a repülés alatti villámvédelemre. A kutatások egyik ígéretes útjának látszik olyan új védőbevonat alkalmazása, amely nyugalmi állapotban szigetelőként, villamos kisülés hatására pedig vezetőként viselkedik.

Az már régóta közismert tapasztalat, hogy egy repülőgép annál kevésbé van kitéve a villámcsapás károsító hatásainak, mennél nagyobb felületét látják el antisztatikus, vagyis fémborítással. Csakhogy vannak olyan részei a felületnek, amelyeknek feltétlenül elektromosan "átlátszóaknak" kell lenniük, különben nem lehetne működtetni a rádió- és radarberendezéseket. Ráadásul, mivel az alattuk lévő, többé-kevésbé szögletes idomú antennák közelében sokkal erősebb a villamos erőtér, mint a felület többi részén, éppen ezek az árnyékolatlan helyek szolgáltatják a legkedvezőbb kisülési pontokat a villám számára. A jelenleg alkalmazott villámhárító szalagok (a radarkúpon és a vezérsík belépő élén) nem nyújtanak kielégítő biztonságot, ezért francia kutatók egy csoportja olyan újfajta festékekkel végzett kísérleteket, amely képes biztosítani ezeknek a felületeknek a villám elleni védelmét. Az új védőbevonattal ellátott műanyaglemezt a villám csak deformálja, de nem üti át.

A francia Nemzeti Űrkutatási Központ kutatócsoportja a Nouvelle revue aéronautique et astronautique 1993. évi 2. számában számolt be a toulouse-i űrközpont anyagvizsgálati laboratóriumában folytatott kísérleteiről.

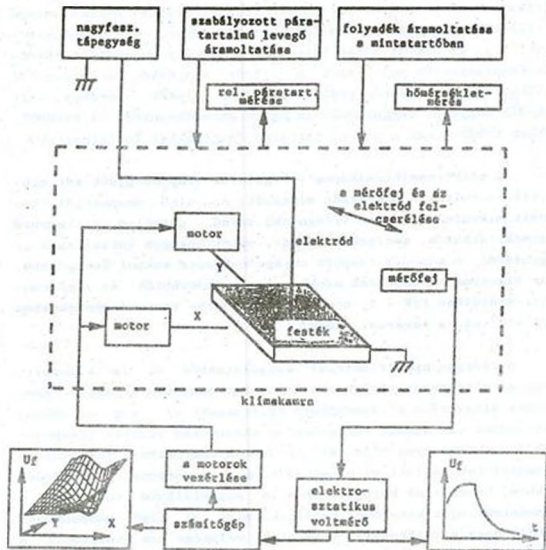
Különböző összetételű festékmintákhoz olyan aktív komponenszt keverték, amely elektromos kisülés hatására átmenetileg vezetővé teszi a festékréteget. Feltételezik, hogy a vezetőképeség kialakulását az anyag ionizációja okozza, amely vagy a kisülést közvetlenül megelőző intenzív elektromos erőtér hatására, vagy a kisülésnek a felületen való szétterjedése közben következik be. A kísérletek tulajdonképpen arra irányultak, hogy a minták tömegéből kiválasszák a célnak leginkább megfelelő tulajdonságokkal rendelkező festéket.

Olyan mintasorozatot állítottak össze, amelynek tagjai az alábbi paraméterek egyikében különböztek egymástól:

- az aktív komponensként használt vegyület;
- az aktív komponens százalékos aránya;
- az alkalmazott oxidadalék százalékos aránya;
- a pigment és a kötőanyag részaránya (P/K).

Alapvető vizsgálati módszerként a felület elektromos potenciáljának, illetve a felületi potenciál eloszlásának a mérését választották. Ezen kívül olyan korszerű fiziko-kémiai analitikai eszközöket is alkalmaztak, mint a "letapogatásos" elektronmikroszkóp (SEM), az energiaszóródási röntgen-spektrométer (EDAX) és a kémiai analitikai spektroszkóp (ESCA).

Az elektromos méréssel pontosan nyomon tudták követni annak a villamos töltésnek a változását, amelyet egy megfelelő szikrakózzal beállított hegyes elektróda segítségével elektromos kisülés formájában juttattak a minta felületére. A mintasztalt két, egymásra merőleges irányban mozgatták a mérőfej alatt, és a mért értékeket hálózatos térgörbén ábrázolták; így valósággal fel tudták térképezni a felület töltésállapotát. A mintasztalt, az elektródot és a mérőfejet árnyékolt klímakamrában helyezték el (1. ábra).

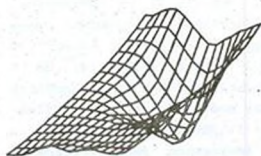


1. ábra A kinéretl. önszűrlítés

A minták szelektálását az alkalmasabb aktív komponens kiválasztásával kezdték. Az aktív komponenstől függően ugyanis a minták egyik felében citrát, a másikban oxalát ion formájában jelentkezett a töltés. Legelőször feljegyezték az összes minta felületi potenciáljának az időbeni változását. Azt tapasztalták, hogy az oxalát alapú bevonatok kezdeti potenciálja minden esetben magasabb volt, mint a citrát alapúaké, a potenciál csökkenésének az üteme pedig a citrátos minták esetében volt mindig nagyobb, függetlenül az egyéb paraméterektől. A továbbiakban tehát csak a citrát tartalmú festékekkel foglalkoztak.

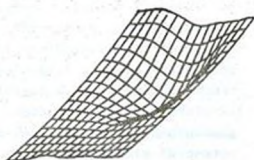
Az elektronmikroszkópos vizsgálatok alapján újabb két csoportba sorolták a megmaradt mintákat. Az első csoportról készült mikrofelveteleken világosabb színű, gömbölyű, ikraszerű csomók láthatók, amelyeket vékony, sötét hézagok választanak el egymástól. A második csoport anyagszerkezete sokkal homogénebb, bár bizonyos sűrűsödések azokban is felfedezhetők. Az első csoport mintáiban $P/K = 1$, a második csoportba tartozó festékekben $P/K = 2$ volt a keverési arány.

A röntgen-spektrometriai vizsgálatokból az is kiderült, hogy az első csoportba sorolt bevonatok esetében az aktív komponens alapvetően a szemcsékben helyezkedik el, míg a néhány mikrométer vastagságú hézagokat az elektromos vezetés szempontjából inaktív anyag tölti ki. A második csoportbeli festékekben egyenletesen oszlott el az aktív komponens; nemcsak a sűrűsödésekben, hanem azok környezetében is megtalálható volt, de a koncentrációját kisebbnek találták, mint az első csoportban. Abból, hogy a sugárnyaláb behatolási mélysége nem változott a különböző minták esetében, arra következtettek, hogy a kötőanyag a bevonat felszínén koncentrálódik. Később az analitikai spektroszkópiai mérések megerősítették ezt a feltevést: a felszint borító kötőanyagréteget az összes vizsgált bevonat esetében néhány tíz Ångström vastagságúnak találták.



$U_{max} = 343 \text{ V}$ $U_{min} = -1792 \text{ V}$

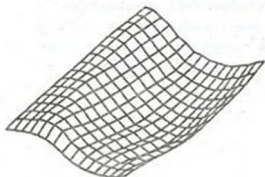
a.) $t = 0$



$U_{max} = 266 \text{ V}$ $U_{min} = -676 \text{ V}$

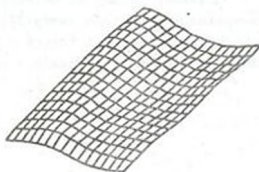
b.) $t = 30 \text{ perc}$

2. ábra $P/K = 1$ keverési arányú bevonat felületi potenciáljának eloszlása a feltöltés befejezésekor és 30 perccel később



$U_{max} = 81 \text{ V}$ $U_{min} = -1802 \text{ V}$

a.) $t = 0$



$U_{max} = 14 \text{ V}$ $U_{min} = -1106 \text{ V}$

b.) $t = 30 \text{ perc}$

3. ábra $P/K = 2$ keverési arányú bevonat felületi potenciáljának eloszlása a feltöltés befejezésekor és 30 perccel később

Az ezt követő elektromos mérések szoros összefüggést mutattak ki az anyag morfológiai jellemzői és elektrosztatikai tulajdonságai között. A 2. ábra egy olyan minta elektrosztatikai térképét mutatja, amely rosszul vezette el a töltéseket. Láthatjuk, hogy a magasabb potenciálértékek a kisülési pont környékén lokalizálódtak. Igaz, hogy a feltöltést követő 30 perc alatt mintegy felére csökkent a felületi potenciál, de a csúcs félmagasságának megfelelő potenciálértékek alig kerültek távolabb a görbe csúcsától. (A görbe szélessége a csúcs félmagasságában csak 11,1 %-kal nőtt.) A 3. ábrán olyan mintának a potenciál-eloszlását látjuk, amely lényegesen jobb vezetőként viselkedett. A töltések már a feltöltés közben is gyorsan szétterjedtek, majdnem egyenletesen oszlottak el a felületen, és a potenciál 78 %-kal csökkent 30 perc alatt. Az első mintában $P/K = 1$, a másodikban $P/K = 2$ volt a pigment és a kötőanyag aránya.

Egy további mérésorozattal az oxidadalék hatását vizsgálták, és arra a megállapításra jutottak, hogy az oxid nélküli keverékek felelnek meg jobban a célnak.

A laboratóriumi kísérletek előrehaladtával megkezdtek a vizsgálatokat nagyobb energiájú villamos kisülésekkel is. A cikkük végén ígéretet tettek a szerzők, hogy ezeknek az eredményeit szintén közzéteszik a magazin egy későbbi számában.