

## **Rendhagyó (?) korrózió – amikor a vegyileg ellenálló acél mégsem korrózióálló**

Gánóczy József, Auroplan Mérnökiroda Kft. Budapest  
(Korróziós Figyelő, 2010.5-6)

Az Europlan Mérnöki iroda szoros kapcsolatban áll a Richter Gedeon Vegyészeti Gyárral, ahol kisebb-nagyobb beruházásokat tervez. Tervezőink a vegyi, kőolaj-, gyógyszer- és rokon iparágakban szereztek tapasztalatot. Minden gépnek egyik főellensége a korrózió, azért ezzel a jelenséggel munkánk során kiemelten kell foglalkoznunk.

### **A gyógyszeripari készülékek egyes főbb jellemzői**

A gyógyszeriparban az egyik leggyakoribb művelet a keverés, aminek célja többek között

- a kémiai komponensek reakciójának gyorsítása
- a kiszerezés előtti vegyes fázisú összetevők homogenizálása.

Fontos követelmény a kémiai és biológiai **sterilitás**.

Dr. Szántay professzor ezt annak idején úgy fejezte ki, hogy „az Aspirinnek nem szabad összekeveredni a Darmolla”. (A fiatalabbak kedvéért: régen a Darmol szlogenje a következő volt. „A Darmol draszté nem káros, ettől székes a főváros”.)

A keverés elterjedt módja a közeggel érintkező mechanikus szerkezetek alkalmazása.

A sterilitás

- finom (polírozott), tisztításhoz könnyen hozzáférhető, szűk rések nélküli felületekkel
- sok esetben hermetikusan zárt, és/vagy inertgáz „légtérrel”
- beoldódásnak és korrózióknak ellenálló szerkezeti anyag alkalmazásával segíthető elő.

### **Aszeptikus, sterilizálható keverő**

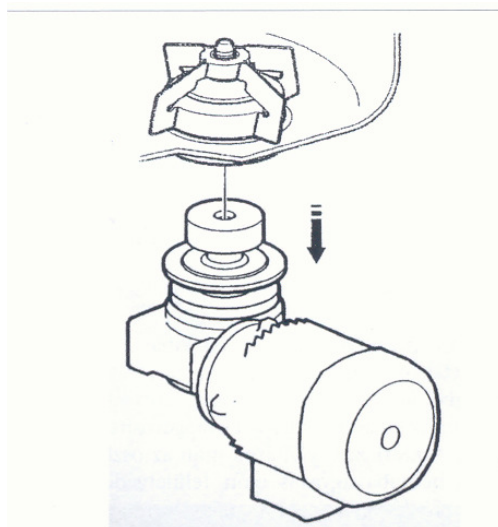
Az egyik ilyen eszköz (**1.ábra**), amikor alulról becsatlakoztatnak az anyagot feldolgozó készülékbe egy olyan keverőt, amelyet a szállítója aszeptikus keverőnek nevez. A korrózióálló keverőelem a készülék terében helyezkedik el, a hajtómű pedig a készüléken kívül. A jó tömítettség és a tömítésben rejlő fertőzési és egyéb veszélyek elkerülésére mágneskuplungos hajtást alkalmaznak. Ezekbe ma már

anizotróp mágnest építenek be, amely a klasszikus mágnesezhető edzett acélnál sokkal erősebben mágnesezhető, szaknyelven nagyobb a koercitív ereje, és keramikus eljárással tetszőleges formában készíthető.

A **2. ábrán** látható egy mágneskuplung felépítése, ahol a hajtótengely végére van felszerelve a toroid mágnes, és a hajtott rész egy harang alakban fogja körül egy másik mágnessel a szerkezetet. A két mágnes erővonalainak kölcsönhatásával ez egy nagyon jó hatásfokú hajtást eredményez. A hermetikus zárást pedig egy nem mágnesezhető anyagból készült harang biztosítja, elválasztva a készüléket a külső atmoszférikus tértől.

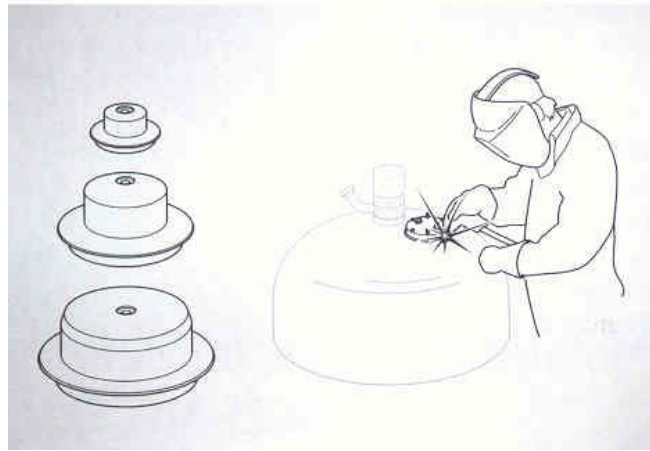


**1. ábra**  
**Aszeptikus, sterilizálható keverő, mágneskuplung hajtással**

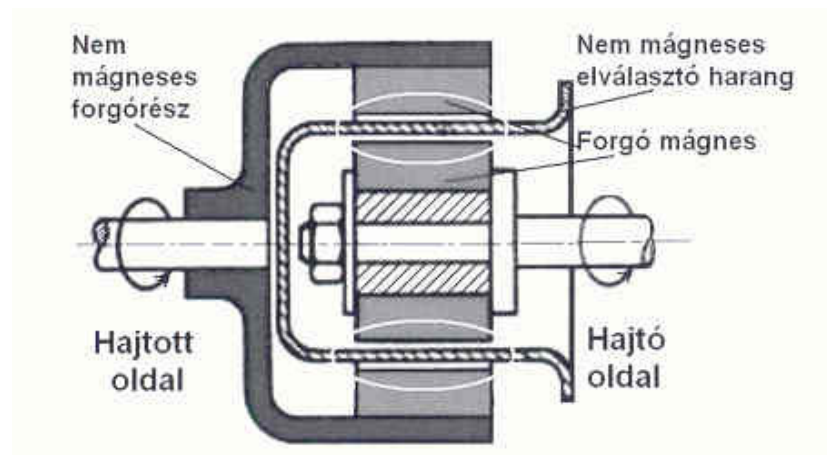


**2. ábra**  
**Hagyományos mágneskuplung (pl. szivattyúkhhoz)**

A **3. ábrán** az látható, hogyan építik be a tartályba a felső keverő részt.  
A **4. ábrán** a csatlakozó peremnek a tartálytestbe behegesztését látjuk.



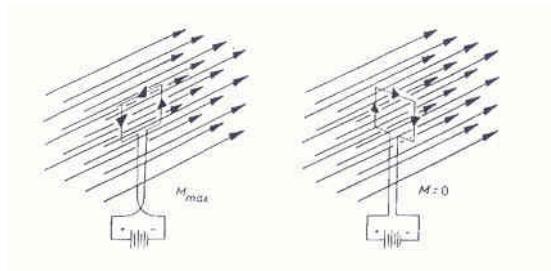
**3. ábra**  
**A keverő beépítése a keverőtartályba**



**4. ábra**  
**A mágneskuplung elválasztó harangjának behegesztése**

### **Elektromágnes indukció és gyakorlati alkalmazásai**

Az **5. ábrán** a hosszú nyilak egy mágneses erőter erővonalait jelképezik. A keretszerű szerkezet egy elektromos vezető, amit attól függően, hogy a mágneses tér erővonalával párhuzamos, vagy pedig azokat metsző helyzetben van, a mágneses tér változásának hatására, illetve mozgás közben feszültséget indukál. Attól függően, hogy a vezetőkeret kivezetéseire fogyasztót vagy áramforrást kapcsolunk, a kölcsönhatás iránya más lesz. Ha pedig a kivezetéseket egyszerűen rövidre zárjuk, akkor a vezetőkön belül alakul ki egy úgynevezett örvényáram, amelynek szintén kialakul a mágneses tere.



**5. ábra**

**A mágneses erővonalak elhelyezkedése**

$$R = \rho l/q \ (10^{-5} \ \Omega), \quad I = U/R \ (n \times 100 \ \text{A}), \quad U < 1 \ \text{V}, \quad P > 1 \ \text{kW}$$

A továbbiak szempontjából érdemes megemlíteni azt, hogy a vezető ellenállása természetesen függ a fajlagos ellenállástól ( $\rho$ ) és a vezető hosszától (ugyanúgy, mint egy hosszú vízvezeték ellenállása is nagyobb, mint egy rövidé). Valamint fordítottan arányos a vezető keresztmetszetével. Tehát az indukált feszültség egy áramot indít el a vezetőben, amelyik áram a feszültséggel arányos és az ellenállással fordítottan arányos. Ezt azért említem meg, mert amit majd látunk az egy rendkívül nagy keresztmetszetű, tehát kis elektromos ellenállású szerkezeti elem lesz, amiben nagyon kis feszültségek, emellett nagyon nagy áramerősségek indukálódnak, és ez meghatározott teljesítményre képes.

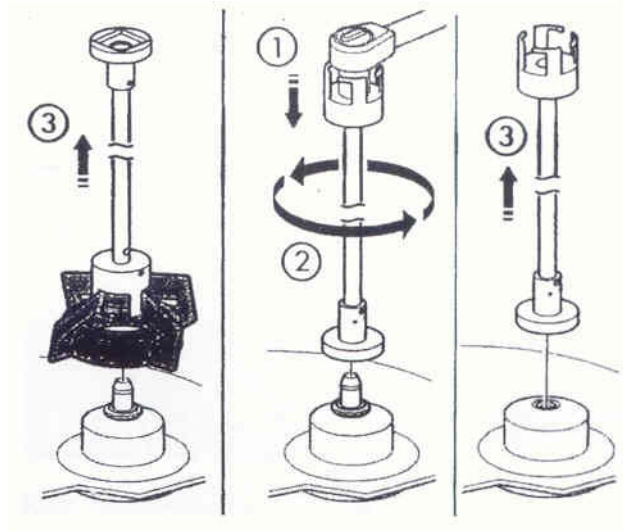
Az alábbiakban egy-két gyakorlati alkalmazás található.

- Fém-detektor. Kincset, vagy fémes vezetőt kereshetünk egy elektromágneses térrel rendelkező gyűrűvel.
- Az érmevizsgáló a pénzt ilyen elektromágneses térben vizsgálja az automatákban.
- Repülőtéri fém-detektor kapu. (Egy praktikus dolog: a repülőtéri vizsgálókapukban érdemes egy kicsit megállni, és azután lassan menni, mert különben a nadrággombunk is besípol. De ha közben lassú a sebességünk, akkor kicsi az a feszültség amit indukálunk, és akkor nem sípol be a nadrággomb, csak a kulcscsomó és egyebek)

A Kandó Kálmán Főiskolán készítettek egy szerkezetet, amivel vizsgálhatják, hogy hogyan hat egymásra az elektromos vezető és a mágneses tér viszonylagos elmozdulása. Egy alumíniumtárcsát forgatnak. Az elektromágneses teret tekercsekkel állítják elő, és annak az erejétől függően mérhető az a nyomaték, ami – a szerkezeti kialakítástól függően – lehet statikus nyomaték, vagy egy mozgást keltő forgatónyomaték.

## A keverő

A keverő könnyen kiszerezhető és tisztítható. Egyszerűen le lehet emelni a tengelycsonkról a keverőelemet. (**6. ábra**)



**6. ábra**  
**A keverőmű agresszív közeggel érintkező, tisztítható elemei.**

A keverő egy olyan korrózióálló acélöntvény, amelynek keresztmetszete rendkívül nagy. Most már nem kell magyarázni, hogy miért: elég nagy áramnak kell benne folynia kis feszültségek hatására is.

A **7. ábrán** látható a 316L (X2CrNiMo17 13 2, ill. WNr.1.4404) anyagú keverő forgórésze új állapotban.

A forgórész leszerelését a Richterben úgy alakították át, hogy egy bonyolult kulcs helyett egy egyszerű hatszögű kulccsal is lehessen a tengelycsonkot szerelni, amit szintén valamilyen keramikus anyag (**8. ábra**)



**7. ábra**  
**A keverő forgórésze új állapotban**



**8. ábra**

**A forgórész csapágyazása új állapotban**

**Balra az eredeti gyári, jobbra a RG-ben készült, könnyebben szerelhető kivitel.**

Amikor az összeállított készülék jó néhány száz üzemórát működik, akkor utána szétszedik karbantartásra. Az adott készüléknél az volt az észrevétel, hogy a tartály fala – nyilván a hatóanyag szilárd adalékának koptató hatására – kifejezetten és karakterisztikusan eróziót mutatott (**9. ábra**)



**9. ábra**

**A tartály belső felülete és az elválasztó harang több száz üzemóra után**

A **10. ábra** az elválasztó harang felületét mutatja be. Itt már látható, hogy ezen a felületen, abban a síkban ahol a mágnes forog, furcsa, „ragyaverte” a felület, ami nem kopásra utal. Ugyanakkor a keverőelem keresztmetszetű részén, amiben az örvényáram folyik is úgy látszik, hogy az öntvény heterogenitása miatt nem egyenletesen, de azért helyenként megjelennek bizonyos pontcsoportok. (10. ábra)



**10. ábra**  
***Az elválasztó harang felületének állapota.***  
***A forgórész kerámiatengelye kopott,***  
***az elválasztó harang forgórésztől távol eső sík gyűrűfelülete sértetlen.***



**11. ábra**  
***A belső forgórész (keverőelem).***  
***Forgásirányú karcok alig észlelhetők, viszont több helyen,***  
***sűrűcsoportokban elhelyezkedő pontszerű bemarkódások láthatók.***

A **12. ábra** egészen közlelről kinagyított részletén látszik, hogy nem forgásra utaló nyomok, hanem szinte kizárólag pontkorrózió látható.





**12. ábra**  
**A pontkorrózió kinagyított képe**

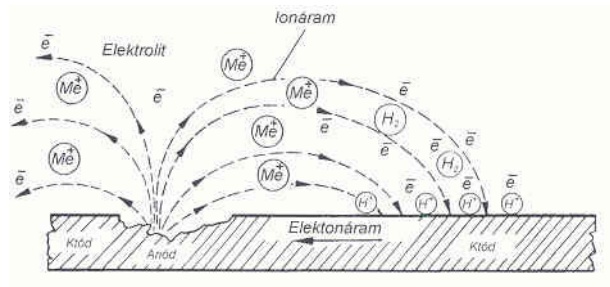
A **13. ábra** még jobban kiemeli azt, hogy a mágnesgyűrű síkjában, ahol a legsűrűbbek az erővonalak, a metsződés során a legnagyobb zárlati áram keletkezik. Ez nem a forgórész és nem az edény, hanem az elválasztó harang. Ugyanis a konstruktőrök vagy gondoltak rá, vagy nem, de az elválasztó harang is egy elektromos vezető, igaz hogy áll, de éppen azért nagyobb az erővonalak metszésének a sebessége, mint hogyha csúszással utána forogna a forgórész. Tehát igen intenzív a mágneses kölcsönhatás, ezért az elválasztó harang, korrózió szempontjából legjobban igénybe vett szerkezeti elem.



**13. ábra**  
**Az RG szakemberei szerint, a forgó mágnesgyűrű síkjában,  
a mágneses tér által indukált örvényáram lyukkorróziót okozott.**

Egy vezetőben, hogyha elektromos áram folyik, a fém kristályszerkezetének felületén helyi anódok és katódok keletkeznek, ami pontkorrózióhoz vezet (**14. ábra**)





**14. ábra**  
**Elektrokémiai korrózió**  
**(Széchenyi István Egyetem kiadványa alapján)**

### Hogyan kerülhető el a tárgyalt károsodás?

Erre valami tapasztalat már volt a Richternél.

- Más elválasztó haranganyagot alkalmaztak, nevezetesen Hastelloyt, ami több agresszív anyagnak áll ellen, mint a sima ausztenites acél, bár ez is fém. Azon kívül pedig a Hastelloyt a 316-os ausztenites acéllal összehegeszteni egy külön probléma. Nem beszélve a varrat és átmeneti zónájának további korrózióra való hajlamáról. Ha pedig nem hegesztik, akkor szerelési hézag van, ami befertőződést eredményezhet. Felmerült a Kevlár alkalmazása, ami a mai időknek az autóversenyzéstől az űrhajózásig egy alapvető és nem fémes szerkezeti anyaga. Itt viszont a különböző szerkezeti anyagok párosítása egyéb problémákkal járhat.

Az ismertett eset valójában egy olyan összetett korrózió, ahol nemcsak tisztán kémiai, vagy fizikai, hanem bonyolultabb mechanikai, fizikai és elektrokémiai kölcsönhatások vannak, amelyekről talán többet lehetne beszélni.

### Köszönetnyilvánítás

Ezúton köszönöm meg a Richter Gedeon Nyrt. Szakembereinek Gazda Pálnak és Gréczi Károlynak, hogy segítséget nyújtottak a téma felkutatásában és a gyári képanyag rendelkezésre bocsátásában.