

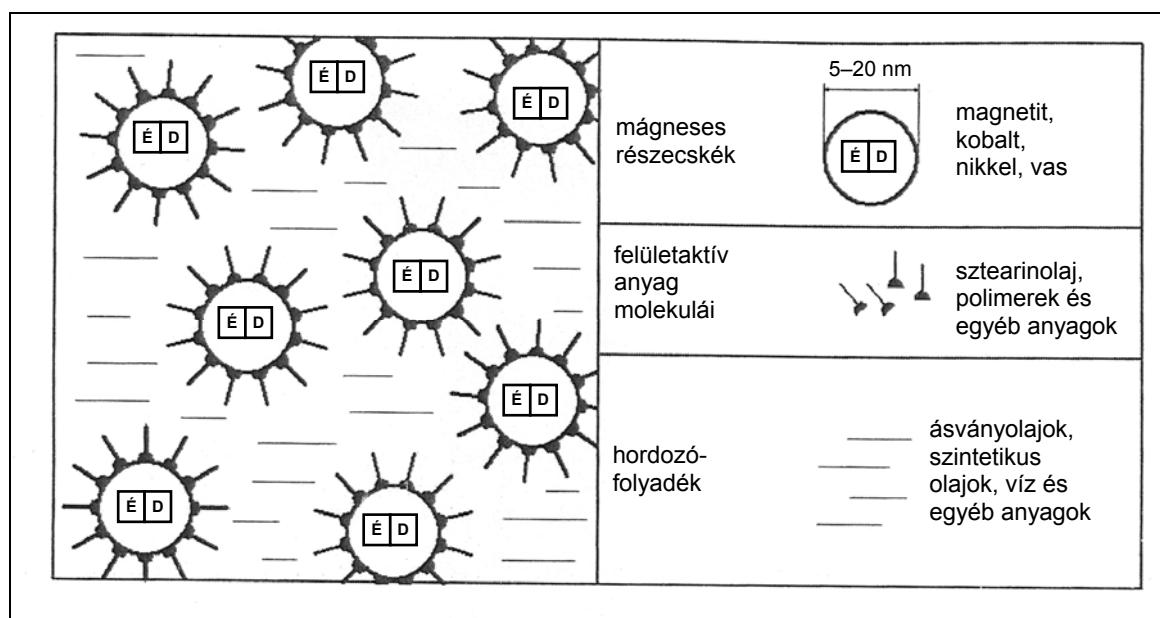
5.30  
5.33

## Mágnesfolyadékos védőtömítések gördülőcsapágyakhoz

*Tárgyszavak: tömítés; gördülőcsapágy; labirinttömítés;  
megbízhatóság.*

A rendkívüli tisztaságot megkövetelő (félvezetőgyártó ipar, repülés- és űrtechnikai fejlesztések, merevlemezes adattárolók) alkalmazásokhoz kifejlesztett, ferrofolyadékos védőtömítésekkel tökéletesen hermetikus tömítés, azaz részecskék, nedvesség, gázok, gőzök behatolása elleni teljes védelem valósítható meg, ugyanakkor kis viszkozitású mozgatás, kis súrlódási veszteség, nagy fordulatszám, hosszú élettartam és nagy megbízhatóság érhető el karbantartás nélkül.

A mágnesfolyadék vagy ferrofolyadék 5–20 nm átmérőjű, felületaktív hordozófolyadékban szuszpendált, szilárd mágneses (pl.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  – magnetit) részecskékből áll (1. ábra). A részecskék felületét borító felületaktív anyag a részecskéket egymástól elválasztva és a hordozófolyadékban

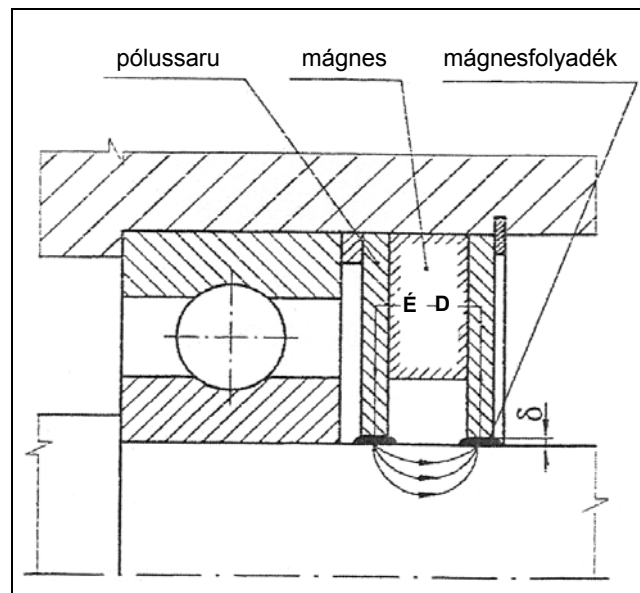


1. ábra Mágnesfolyadék szerkezetének modellje

egyenletesen elosztva tartja. Felületaktív anyagokkal a részecskéket a hordozóközeg molekuláihoz is lehet kapcsolni, és így rendkívül stabil kolloidokat lehet előállítani. A ferrofolyadék a folyadékok mindentulajdonságával rendelkezik, azonban mágneses térrel pontosan meghatározott térfogatba helyezhető és vezérelhető. Ennek az egyedülálló tulajdonságának köszönhető, hogy széles körben alkalmazzák tömítőközegként.

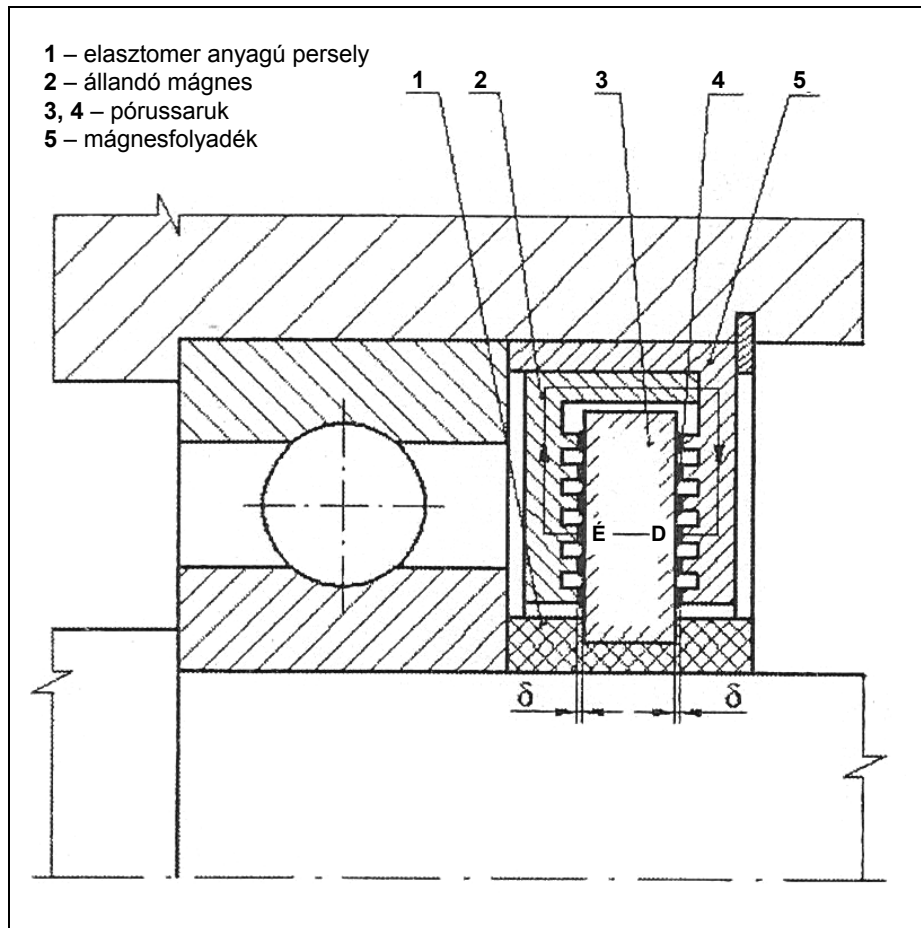
## Új megoldások

A tipikus mágnes (ferro)folyadékos tömítésben (2. ábra) a forgó tengelyt körülfogó, tengelyirányban polarizált, álló, állandó mágneses gyűrű van. A mágnes egyik oldalán pólussaruk vannak. Az álló pólussarukon és a forgó tengelyen át záródó mágneses kör a mágneses fluxust az egyes pólusok és a tengely közötti  $\delta$  résekbe koncentrálja. Ebbe a radiális  $\delta$  részbe adott, rendkívül kis mennyiségű ferrofolyadékot a vonzás a nagy fluxussűrűségű tartományban tartja, és hermetikus tömítést hoz létre.



2. ábra Egyszerű szerkezetű, mágnesfolyadékos tömítés

Gördülőcsapágyhoz használható, kis méretű, forgó mágneses, ferrofolyadékos védőtömítés látható a 3. ábrán. A tömítés elemei: a házban rögzített, L- keresztmetszetű, külső pólussaru (4), az ugyancsak L- keresztmetszetű, átfedéssel a külső pólussaruba szerelt, belső pólussaru (3), a tengelyirányban polarizált állandó mágnes (2), a tengelyhez rögzített, elasztomer anyagú persely (1) és a ferrofolyadék (5). A tömítést megvalósító ferrofolyadék a pólussaruk oldalfelületein kialakított tömítőbordák és a mágnes oldalsó felülete közötti  $\delta$  részben marad.

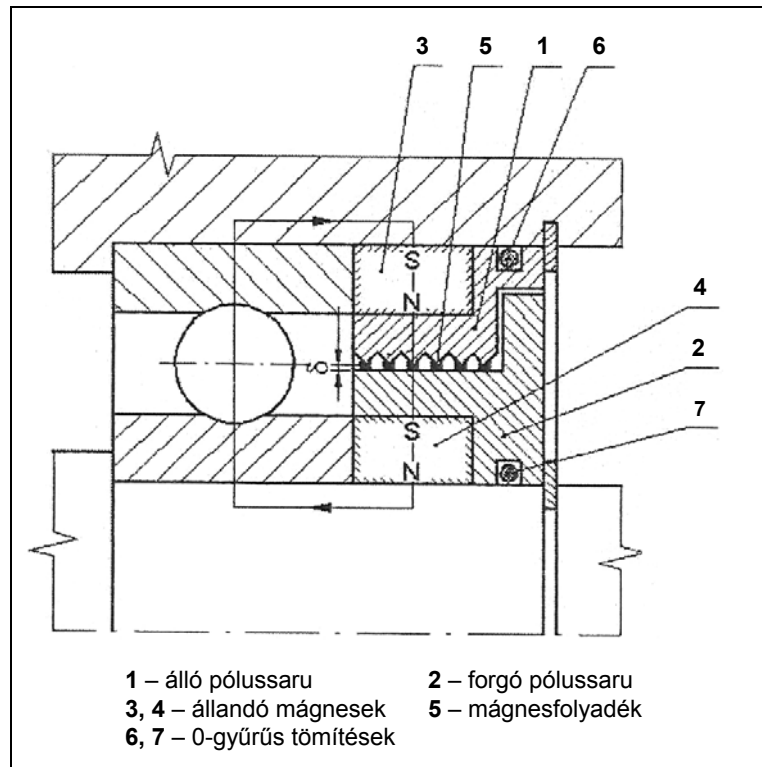


3. ábra Kis méretű, mágnesfolyadékos védőtömítések axiálisan polarizált, forgó mágnessel

Ugyancsak hermetikus zárást tesz lehetővé a két mágnest tartalmazó, kis méretű, mágnesfolyadékos védőtömítés. Az egyik mágnes rögzített helyzetű, míg a másik a tengellyel együtt forog. A tömítőelem a tengelyirányban polarizált, rögzített mágnest tartalmazó peremes perselyből, az ugyancsak tengelyirányban polarizált mágnest tartalmazó, forgó, peremes perselyből és a mágnesfolyadékból áll. A perselyek peremei ugyanakkor pólussaruk, és az egyik pólussaru bordái és a másik pólussaru hengeres felülete közötti  $\delta$  résekben levő ferrofolyadék alkotja a tömítés hermetikus zárásáról gondoskodó tömítőgátat.

Két, radiálisan polarizált mágnest tartalmazó, ferrofolyadékos védőtömítést mutat a 4. ábra. A tömítés az egyik mágnessel (3) együtt a házban rögzített, több-bordás pólussaruból, valamint a másik mágnessel (4) együtt a tengelyhez rögzített pólussaruból (2) áll. A ferrofolyadék (5) az 1 jelű pólussaru bordái és a 2 pólussaru hengeres, sima felülete közötti  $\delta$

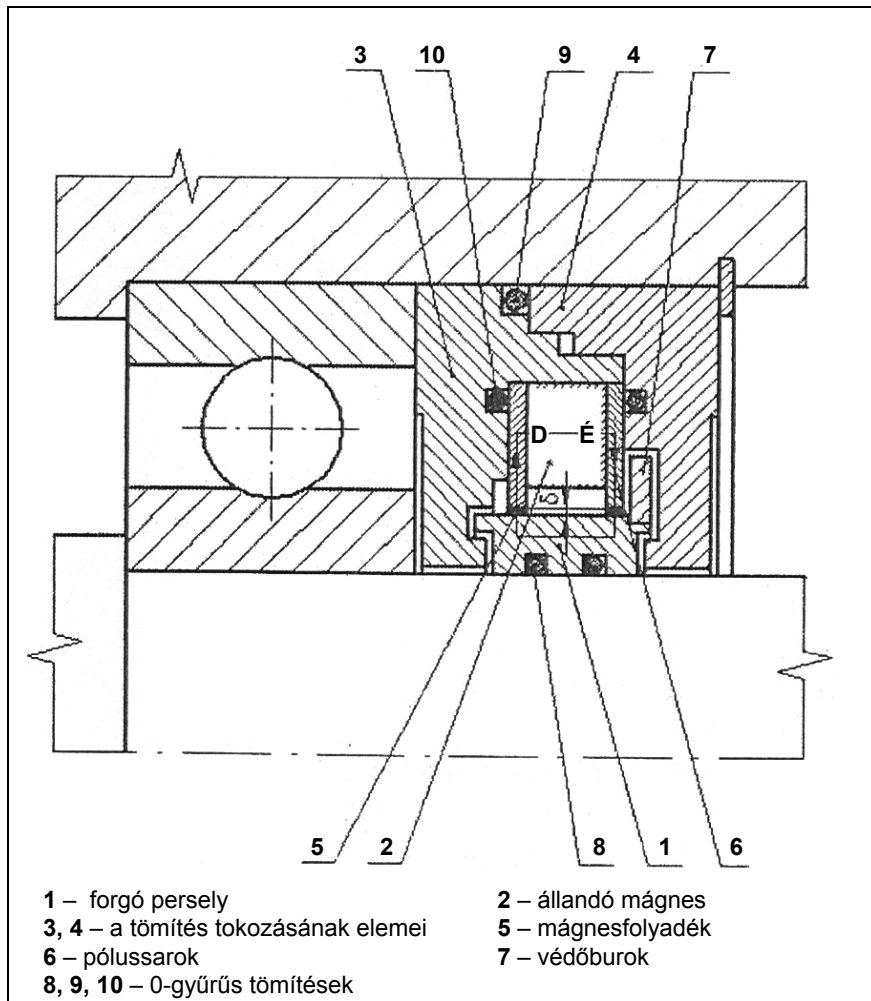
résekben van; ez alkotja a csapágyat különféle szennyezésektől védő, tömör lezárást.



4. ábra Kis méretű, mágnesfolyadékös védőtömítés két, radiálisan polarizált mágnessel

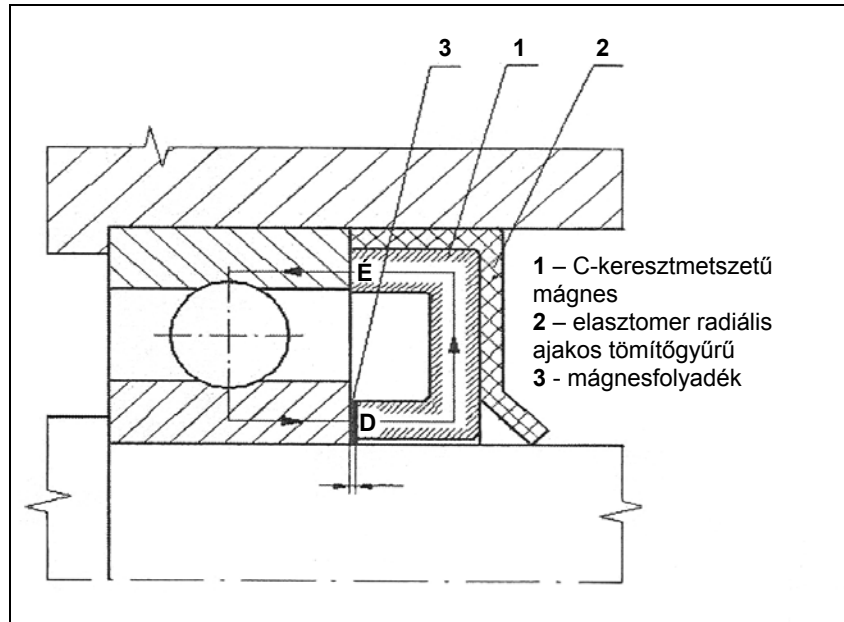
Mágnesfolyadékös tömítés és zsírral töltött labirinttömítés kombinációja az 5. ábra védőtömítése. A mágnesfolyadékös tömítésben a mágneses kör az állandó mágnesből, a két pólussaruból, a ferrofolyadékból és a forgó perselyből áll. Mindegyik pólussaru „folyékony O-gyűrűt” létrehozva ferrofolyadékot sűrít önmaga és a persely közé, miközben 0,1 bar nyomást tud létrehozni. A mágnesfolyadékös tömítés mellett járulékos védelmet valósít meg a védőburok zsírral töltött labirinttömítése.

A 6. ábra kétfokozatú védőtömítése egy mágnesfolyadékös és egy radiális ajakos tömítőgyűrűből áll. A tömítés az ajakos elasztomer tömítőgyűrűbe szerelt, C-keresztmetszetű állandó mágnesből és a ferrofolyadékból áll. A ferrofolyadékot a mágneses erő a forgó csapágygyűrű oldalsó felülete és a mágnes D-pólusa közötti „a” részben tartja. A zárt mágneses kört ebben az esetben a mágnes, a ferrofolyadék és a csapágy alkotja. A házban rögzített, radiális ajakos tömítőgyűrű a csapágyat járulékosan védő, pótlólagos tömítést alkot.

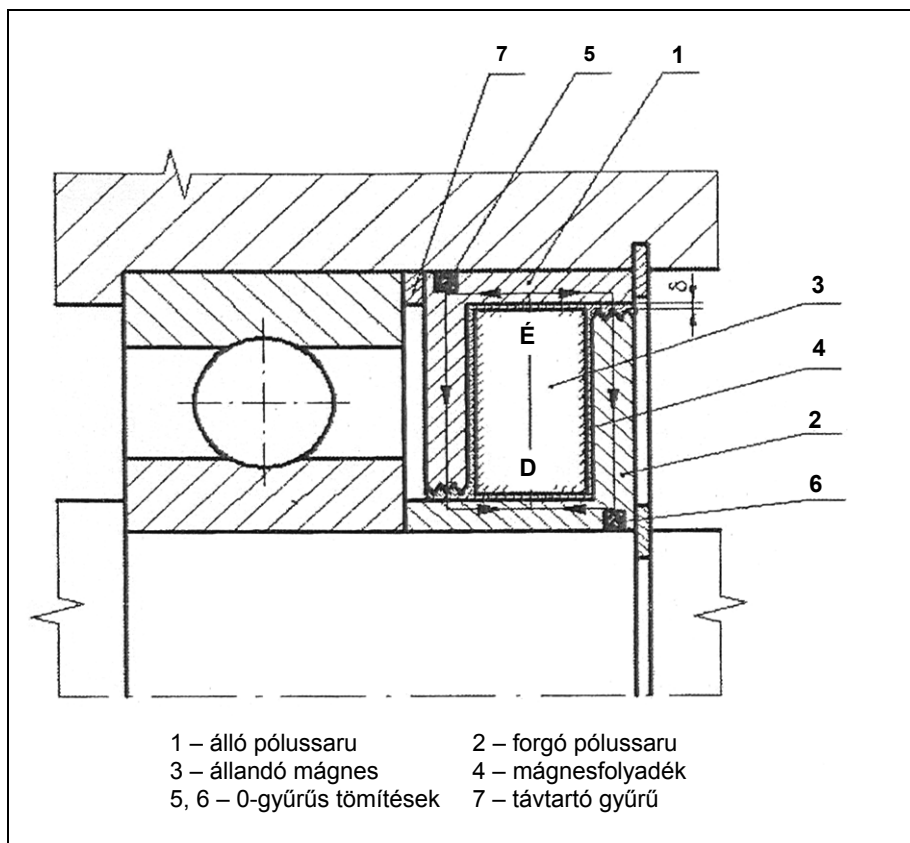


5. ábra Mágnesfolyadékos és zsírral töltött labirinttömítéses, kombinált védőtömítés

A 7. ábra gördülőcsapágyakhoz használható, „lebegő” mágneses, ferrofolyadékos tömítést szemléltet. A tömítés a tokban rögzített, L-alakú álló pólussaruból, a tengelyre szerelt, ugyancsak L-alakú, forgó pólussaruból, a radiálisan polarizált állandó mágnesből és a mágnesfolyadékból áll. A pólussaruk karjain, a forgó tengely szimmetriatengelyére merőleges tömítőbordákat alakítanak ki. A mágnes hengeres felületei és a pólussaruk megfelelően hengeres felületei közötti sugárirányú réseket, valamint a mágnes oldalfelületei és a pólussaruk belső oldalfelületei közötti tengelyirányú réseket a mágnesfolyadék tölti ki. A mágnes, a pólussaruk és a mágnesfolyadék két zárt mágneses kört alkot. Működés közben a mágnes az őt tartó mágneses erők hatására „lebeg” a mágnesfolyadékban. Az egyik pólussaru bordái és a másik pólussaru hengeres felülete közötti  $\delta$  résekben tartott ferrofolyadék tömítőgátakat alkotva gondoskodik a csapágy tömítettségéről.



6. ábra Speciális mágnesfolyadékos és radiális ajakos tömítőgyűrűből álló, kétfokozatú védőtömítés



7. ábra Csapágy radiálisan polarizált, „lebegő” mágneses, mágnesfolyadékos tömítése

Két „lebegő” mágneses megoldást is alkalmaznak, amelyben a tömítés alkatrészei a tokban rögzített, álló persely, a tengelyre erősített persely, a két, axiálisan polarizált állandó mágnes, a két pólussaru és a ferrofolyadék. A perselyek két, egymáshoz a rövidebb alapjukkal összekapcsolt, trapezoid keresztmetszetű kamrát alkotnak. E kamra kúpos felületeihez illeszkednek megfelelő réssel a trapezoid keresztmetszetű állandó mágnesek, amelyek a mágneses erők hatására „lebegnek” a mágnesfolyadékban. A pólussaruk bordái, valamint a perselyek hengeres felületei közötti  $\delta$  réseket kitöltő ferrofolyadék tömítőgátakat alkotva gondoskodik a csapágy tömítettségéről.

Ferrofolyadékos védőtömítéseket rendszerint számítógépek nagy fordulatszámú, merev lemezes tárolóiban használnak, hogy megvédjék ezeket a káros porszemcséktől és egyéb szennyeződésektől, amelyek következtében az adatolvasó fejek a lemezekbe csapódhatnak. Az alkalmazási példaként mágneslemezes tároló tengelyhajtó motorjának gördülőcsapágyaihoz kifejlesztett, por ellen védő ferrofolyadékos tömítés főbb alkatrészei: a tengelyirányban polarizált állandó mágnes, a házban rögzített két pólussaru és a mágnesfolyadék. A mágneses erők a mágnesfolyadékot a pólussaruk, valamint a tengely közötti radiális résben tartják, és így létesítenek a különféle szennyezések ellen védő tömítőgátakat. A csapágyfedelek járulékos labirinttömítéseket alkotva fokozzák a csapágyak tömítettségét.

A félvezető eszközök gyártásához szükséges, rendkívüli tisztasági követelmények miatt egyre inkább terjed a robotok alkalmazása. A robotok mechanizmusain belül keletkezett szennyeződések, így olajok, zsírok, részecskék tiszta környezetbe behatolásának megelőzésére a robot valamennyi forgó illesztési helyén tömítést kell alkalmazni. Ilyen alkalmazásokhoz ideálisak a mágnesfolyadékos védőtömítések, mivel teljes mértékben kizárják részecskék átjutását. A szokásos „tisztá” robotok karjában számos illesztési hely, a kar végén pedig egy lapkatartó van. Ezekben az illesztési, csatlakozási egységekben motorok és hajtóművek vannak, amelyekben működésük közben szennyeződések keletkeznek. Ezért a csatlakozásoknál tömítéseket kell alkalmazni, hogy szennyező részecskék ne juthassanak ki.

Szállítószalagok görgőiben alkalmazott védőtömítéseknek működés közben hatásosan kell védeniük a gördülőcsapágyakat, meg kell akadályozniuk por és víz behatolását, valamint kenőzsír kilépését. A nem tömör lezárás következménye a szennyezők koptató és korróziós hatása miatt az idő előtti elhasználódás. Szállítószalag védőtömítéssel felszerelt görgőjében a védőtömítés egy axiális labirinttömítésből és ennek külső

és belső nyílásait elzáró, mágnesfolyadékös tömítések­ből áll. A labirint­ tömítés tömítőgyűrűi mágneses műanyagból vagy gumiból készülnek. A mágnesfolyadékös tömítések a radiálisan polarizált állandó mágnesek­ből, továbbá a ferrofolyadék­ból állnak. A görgő külső tömítése a fedél és a sapka, amelyek megakadályozzák por, víz és egyéb szennyezők be­ hatolását a tömítés üregébe.

Mágnesfolyadékös védőtömítéseket szerelnek sok ipari ventilátorba, szellőztető berendezésbe, függőleges tengelyű örvényszivattyúba és nagyobb finomítóüzemek és vegyi létesítmények más kisnyomású be­ rendezéseibe, amelyek ott éveken keresztül zavarmentesen működnek. Ezek a tömítések olyan szerkezetűek, hogy teljes hermetikus védelmet nyújtanak gáz kilépése, illetve levegőnek és más szennyező anyagoknak a folyamat áramló közegeibe való behatolása ellen. A levegő behatolá­ sának megakadályozása jelentős hozzájárulás a biztonsághoz, mivel így csökken annak valószínűsége, hogy oxigén kerülhessen a berendezés által továbbított, éghető vagy robbanóképes gázba.

**Összeállította: Pálinkás János**

## **Irodalom**

Ochonski, W.: New designs of magnetic fluid exclusion seals for rolling bearings.= Industrial Lubrication and Tribology, 57. k. 3. sz. 2005. p. 107–115.

Ochonski, W.: Anwendung von magnetischen Flüssigkeiten in Dichtungssystemen. = Dichtungstechnik, 42. k. 1. sz. 2003.

## **További irodalom**

Jeno, K.; Szilárd, W.: Expandált PTFE alkalmazása a tömítéstechnikában. = Mű­ anyag és Gumi, 42. k. 3. sz. 2005. p. 100.

Welding technique introduced for assembling very large PTFE gaskets. = Sealing Technology, 2004. 7. sz. p. 4.

Seelandt, W.; Hacker, G. stb.: Abdichtung des Ventilraums und Integrationsmöglich­ keiten in Thermoplastventilhauben. = VDI Berichte, 2004. 1813. sz. p. 185–202.

Armaturen. Dichtungen. Rohre. Gegen alle Aggressivität gerüstet. Wege zu Prob­ lemlösungen in schwierigen Anwendungen. = CITPlus, 6. k. 5. sz. 2001. p. 58–59.

Ochonski, W.: Anwendungsmöglichkeiten für Magnetflüssigkeiten in der Dichtungs­ technik, 35. k. 1–4. sz. 1996.