

A szennyezettség mint a hidraulika rendszer egyik legfőbb karbantartási tényezője

* *Balogh István*

ABSTRACT

Contamination is the cause of a lot of problems at hydraulic systems. For the quiet running of the machines there is a great need for knowing the cleanliness specifications and the best choice of filters. A new return-line back-wash hydraulic filter is introduced as well.

Hidraulikus berendezéseknél a szennyeződés nagyon sok üzemzavar okozója. Probléma mentes üzemeltetéshez ismerni kell a tisztasági előírásokat és megfelelő szűrőt kell választani. Az előadás beszámol egy új visszamosással tisztítható visszafolyóági szűrőről.

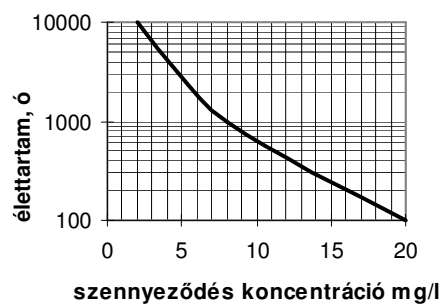
Az olaj szennyezettségének hatásai

Már a józan gondolkodás is azt sugallja, hogy a hidraulika rendszerekben a szennyezettség nem egészséges. A józan gondolkodáson kívül természetesen a szennyezettség káros voltát tények is igazolják. Az 1. ábrán mutatunk be irodalmi adatok alapján [1] kvantitatív összefüggést a hidraulika szivattyú élettartama és az olaj szennyezettsége között. Látható, hogy 4-5 szörös szennyezettség növekedés esetén a szivattyúk élettartama több mint egy nagyságrenddel csökken. A szennyezettségnek a kopató hatásán kívül más hátrányos hatásai is vannak, amelyek a rendszer működését károsan befolyásolják, mint pl. a szűk furatok eltömődése, vagy vezérlő elemek elakadása, letapadása stb. A szennyeződés ezen direkt hatásain kívül az olaj öregedésére is visszahat, így gyorsul az olaj degradációja, olaj bomlástermékek jelennek meg, ami számos további probléma kiindulása lehet, és előbb vagy utóbb növeli a karbantartók feladatait.

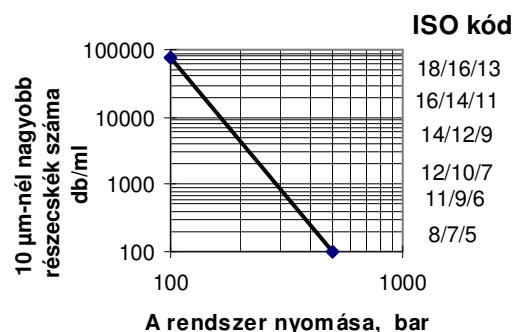
Szennyezettségi előírások

A szennyezettség szabályozására, tekintettel rendkívüli fontosságára, különböző előírások születtek meg. Ilyen tapasztalati összefüggést fejez ki az 2. ábra, [2] amely azt mutatja, hogy a rendszer nyomásának növelésével növekszik annak kopásérzékenysége is. Az üzemeltetők és tervezők részére általános ajánlásokat dolgoztak ki a különböző rendszerek tisztaságára. Ilyen

ajánlásokból gyűjtött adatokat mutatunk be az 1. táblázatban.



1. ábra
hidraulika szivattyúk élettartamának függése az olaj szennyezettségétől



2. ábra
hidraulika rendszer ajánlott szennyezettségének nyomásfüggése

* Ügyvezető igazgató AUTÓTRIB KFT

A 2. ábrán és az 1. táblázatban is az ún. ISO kódokkal, jellemeztük a szennyezettséget. Az ISO szabvány a megszámlálható részecskékre alapozva, a szennyezettséget *darabszám/ml* szerinti kategóriákba osztja. A tisztaságot úgy jellemzi, hogy törtvonallal elválasztva megadja a kategóriaszámot a 2µm, az 5 µm és a 15 µm-nél nagyobb szennyezőkre. Az ISO kategória egy 1-30-ig terjedő egész szám, amely növekvő darabszámra növekszik. A szabvány a kategóriákat táblázatban közli, helyhiány miatt itt a közelítő képletet mutatjuk be:

$$K = 1 + \frac{\lg n + 1.72}{0.301}$$

ahol K a kategóriaszám, n részecskeszám/ml. Eszerint ISO 21/18/15 jelentése: 20000 db részecske 2µm felett, 2500 db 5µm felett és 320 db 15 µm felett. Még használatos a korábbi ISO szabvány szerinti jelölés is, ahol két számmal, az 5µm-nél nagyobb és a 15µm-nél nagyobb részecskék számával arányos kategóriaszámmal jellemezzük a folyadék tisztaságát.

A szennyezettség mérés eredményeiből táblázat, vagy a megadott képlet segítségével kaphatjuk meg a kategóriákat, így ellenőrizhetjük, hogy rendszerünk megfelel-e az előírásoknak.

Szerszámgépeknél:

| | |
|----------------------------------|--------------|
| Hidraulika rendsz. átlag | ISO 17/15/12 |
| Hidrosztat. kenőrendszer. | ISO 18/16/13 |
| Hajtóművekben, siklócsapágyaknál | ISO 19/17/14 |

Gőzturbináknál:

| | |
|---------------------------------------|--------------|
| Proporcionális szabályozó rendszerben | ISO 18/16/13 |
|---------------------------------------|--------------|

Erőművi gázturbináknál:

| | |
|-------------------------|--------------|
| Kenőrendszerben | ISO 16/14/11 |
| Tüzelőanyag rendszerben | ISO 12/10/7 |

Repülőgép hidraulika

| | |
|----------------------|--------------|
| A rendszerben | ISO 19/18/15 |
| Betöltött friss olaj | ISO 15/13/10 |

Hidraulikus elemek

| | |
|-------------------------------|--------------|
| Fogaskerék szivattyú | ISO 19/17/14 |
| Állítható dugattyús szivattyú | ISO 18/16/13 |
| Mobil hidraulika | ISO 21/18/11 |
| Friss olaj | ISO 19/16/11 |

1. táblázat

különböző rendszerek ajánlott tisztasági értékei

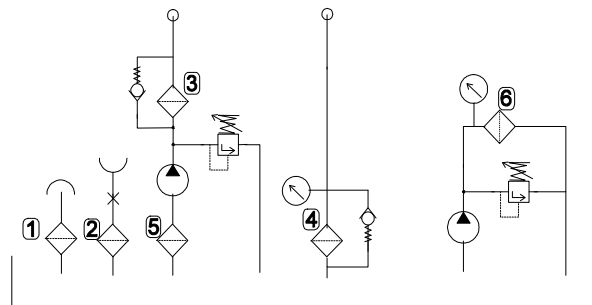
A szennyeződés tehát jelentős szerepet játszik a hidraulikarendszerek zavartalan működésében és

belátható, hogy az egyetlen megoldás ezek távoltartása. A szennyeződések eredetük szerint lehetnek *külsők* amikor valamilyen módon kívülről kerülnek a rendszerbe, pl. olaj betöltésekor, munkahengerek száránál, stb., illetve *belső*k amikor a rendszerben keletkeznek, olaj bomlástermék, vagy pl. kopástermék formájában. Ezek eltávolítása szűrők alkalmazásával lehetséges. Nagyon ritka az olyan rendszer, ahol nem is terveznek szűrőt, bár példaként a jármű szervokormány hidraulikát említhetném, ahol ráadásul esetenként "élettartam olajtöltetet" alkalmaznak.

Szűrők a hidraulika rendszerben

A szűrők feladata a hidraulikus berendezéseknél elsősorban abban áll, hogy a rendszerben a teljes üzemidő alatt a szennyezettséget egy adott szinten tartsa. A megkövetelt szintet később részletesen tárgyaljuk, most csak annyit róla, hogy mértékét a rendszer felépítése, a vele szemben támasztott követelmények és az üzemelés körülményei határozzák meg [2].

A 3. ábra szemlélteti a szűrők elhelyezési lehetőségeit.



3. ábra

szűrők elhelyezési lehetőségei hidraulika rendszereknél

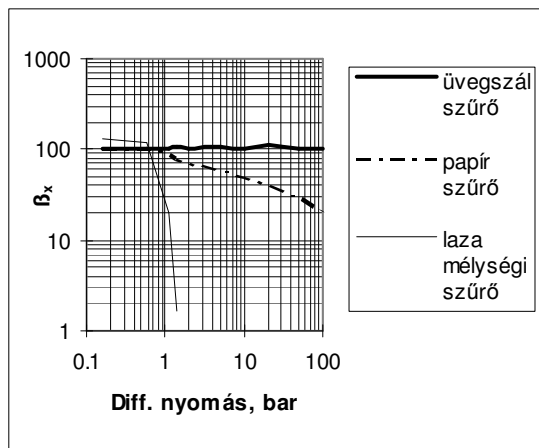
1. levegőztető szűrő, 2. betöltő szűrő, 3. nyomóági szűrő megkerülő szeleppel és eltömődés jelzővel, 4. visszafolyóági szűrő megkerülő szeleppel és eltömődés jelzővel, 5. szivószűrő, 6. mellékáramkörű szűrő saját szivattyúval nyomáshatároló szeleppel és eltömődés jelzővel.

Hatásában illetve működési módjában alapvetően két szűrőtípus ismert, a mélységi és felületi hatású szűrő. Itt a szűrő azon tulajdonságát jelezzük, hogy a szűrt közeg,

illetve a szennyeződés a szűrőanyagban áramlási irányban mekkora távolságot tesz meg, nagyobbat vagy kisebbet. A felületi szűrőknél szűrési mechanizmusként főleg a szitahatás működik, illetve később a szűrőlepeny szűrési hatása, míg az igazi mélységi szűrőknél sohasem (illetve ritkán) alakul ki a felületen szűrőlepeny, a szennyeződés a szűrő belsejében rakódik le. Egy viszonylag vékony (pl. 0.4 mm vastag) papír, vagy üvegszálból készült szűrő esetében is beszélhetünk mélységi hatásról hiszen ezen anyagokban a szennyeződés főleg nem a felületen, hanem a szűrőanyag belsejében rakódik le, ellentétben pl. a szitaszövetből készült szűrővel, ahol a felületi hatás dominál. A leggyakrabban használt szűrőanyagok, a papír és a többi ún. mikropórusos szűrő e kettő között helyezkedik el.

Felhasználási módjukat tekintve az igazi mélységi szűrőt csak állandó térfogatáram esetén alkalmazhatjuk, míg a papír és más mikropórusos szűrők alkalmasak változó térfogatáramú üzemeltetésre is. A szűrők ezen tulajdonságát a $\Delta p - \beta_x$ összefüggéssel jellemezhetjük, amit a 4. ábrán mutatunk be. Látható, hogy egy laza szerkezetű mélységi szűrőnél a differenciál nyomás növekedésekor a szűrési tulajdonság romlik, viszont az is érzékelhető, hogy ha a differenciál nyomást kis értéken tartjuk, akkor igen kiváló rendszertisztító szűrőt nyerünk.

β_x -el a szabványos vizsgálattal (ISO 4572-81 szerint) meghatározott szűrési hatást jelöltük.



4. ábra
különböző szűrők β_x értékének változása a differenciál nyomás függvényében

β_x jelentése:

$$\beta_x = \frac{\text{részecskeszám a szűrő előtt } > x \mu\text{m}}{\text{részecskeszám a szűrő után } > x \mu\text{m}}$$

A szűrők kiválasztása

A szűrők kiválasztásánál az alábbi jelleggörbékre illetve szempontokra kell figyelemmel lenni :

- a folyadék viszkozitását figyelembe véve a $\Delta p = f(Q)$ jelleggörbére
- a folyadék szennyezettségének, a szennyeződés bejutás lehetőségének és az üzemi viszonyok figyelembevételével a $\Delta p = f(G)$ összefüggésre (G= szűrőben összegyűjtött szennyeződés tömege)
- a gép tisztaság igényének figyelembevételével ismerni kell, illetve alkalmas értékre kell választani a szűrő β_x értékét.

Az első kettő szempontra a gép műszaki leírásai, illetve a szűrő gyártója általában elegendő adatot szolgáltat. β_x vonatkozásában a 2. táblázatban foglaltak az irányadók [3]. A táblázatban szerepel az eddig még nem említett NAS 1638 szerinti tisztasági szint is, amely öt méretosztályban megadja a folyadék 100 ml-ében maximálisan megengedhető részecskeszámot. Ílymódon 13 kategóriát jelöl ki.

2. táblázat

Ajánlott szennyezettségi szintek és szűrési finomságok

| NAS tisztasági szint | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ISO tisztasági szint | 13/10 | 14/11 | 15/12 | 16/13 | 17/14 | 18/15 | 19/16 | 20/17 | 21/18 |
| szervo-szelep | | | | | | | | | |
| szab.-szelep | | | | | | | | | |
| prop.-szelep | | | | | | | | | |
| szivattyú p>160bar | | | | | | | | | |
| szivattyú p<160bar | | | | | | | | | |
| kisnyom. rendszer | | | | | | | | | |
| Ajánlott szűrési finomság, x | | | | | | | | | |
| $\beta_x = 75$ | | | 3 | 5 | 10 | 20 | 25 | 25-40 | |
| $\beta_x = 100$ | 3 | 3 | | | | | | | |

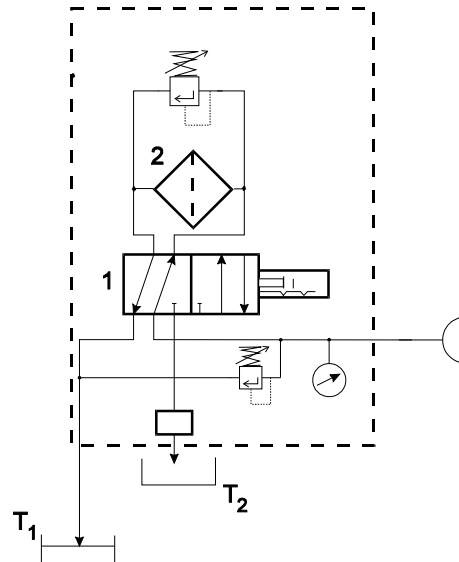
Ha egy berendezés tisztaságának ellenőrzésekor egyértelműen megállapítható, hogy a szűrők nem tudják biztosítani az előírt tisztaságot felvetődik a kérdés, hogy alkalmazhatunk-e más, például finomabb szűrőt. Sokszor a csere egyszerűen megoldható lenne, mert sok szűrőgyártó kínál azonos méretben többféle szűrési finomságot biztosító betétet. Ilyen csere esetén alkalmazni kell a szűrő kiválasztására előbb elmondottakat. Másik lehetőség különböző pótszűrők üzembe állítása, amelynek lehetőségeit a 3. ábra mutatja.

Egy új szűrőkonstrukció a karbantartás megkönnyítésére

Esetenként a gépre vonatkozó tisztasági érték az üzemi szűrőkkel semmiképpen nem tartható. Ilyenkor a legjobb megoldás külső szűrő alkalmazása, azonban egy nagyobb géppark esetében minden berendezésre pótszűrő installálása jelentős költséget okozhat. Költségkímélő megoldás lehet egy olyan berendezés, amelyet váltakozva használunk az egyes gépeken.

Több hasonló igényű gép kiszolgálására fejlesztettük ki az 5. ábrán vázolt szűrőberendezést. A fejlesztés célkitűzése az volt, hogy a berendezés a különböző méretű és teljesítményű gépekhez visszafolyó szűrőként egyaránt alkalmazható, szűrőbetétje az üzemi térfogatárammal visszarámban tisztítható legyen. A tisztítást egy szabadalmaztatás alatt álló módszerrel oldottuk meg. A szűrőbetét különlegesen nagy szilárdságú és hosszú élettartamú rozsdamentes anyagból készült, amely a papír és üveg szűrőkhöz hasonlóan vékony szálakból áll. A szűrőbetét szűrési finomsága $\beta_5=75$. Szűrés üzemmódban az olaj a T_1 tartályba, visszamosáskor a T_2 tartályba kerül. Visszamosáshoz alkalmanként elegendő 20-20 dm^3 folyadék. Ez a szennyezett olaj szűrés után ismét felhasználható lesz.

Az eddigi üzemelési tapasztalatok szerint a szűrő teljesíti a megadott szűrési tulajdonságokat, rövid idejű visszamosással az eredeti szűrőellenállás ~ 80%-át tudtuk visszaállítani.



5. ábra
visszamosással tisztítható szűrő kapcsolási vázlat

Összefoglalás

Hidraulikus berendezéseknél a szennyeződés számtalan üzemzavart okoz. A berendezések megfelelő üzemeltetéséhez és karbantartásához ismerni kell a gépre vonatkozó tisztasági ajánlásokat, és megfelelő szűrőket kell választani.

Irodalom

- [1] Fitch, E.C. Fluid Contamination Control; FES, Inc. Stillwater, OK 1988.
- [2] K.H. Scholtz: Wirtschaftlicher Einsatz von Hydraulikfiltern. O+P 1973. 10.
- [3] Heinz Ziehl Filtrationstechnik; Expert Verlag 1996.