

Az SKF Sealing Solutions Austria GmbH által végzett hidraulikaolaj-vizsgálat



Tartalom

A hidraulikaolajok részecskeszennyezettségének kezelése	3
Szilárd részecskeszennyeződés	3
Probléma a nanorészecskékkel	3
Oxidáció	3
A hidraulikatömítések bemutatása	4
Noria Corporation a hidraulikaolaj-szennyeződés költségeiről	5
Az alkatrészek kopásával és meghibásodásával kapcsolatos költségek	5
Munkaerőköltségek	5
Környezetvédelmi költségek	5
Életciklus-költségek	5
Munkavédelmi költségek	5
A szennyeződés miatt felmerülő költségek csökkentése	5
Házon belüli SKF teljesítményvizsgálatok	6
Vizsgálati program	7
Vizsgálati eredmények	8
Összegzés ..	.10

A hidraulikaolajok részecske-szennyezettségének kezelése

A hidraulikaolaj elsődleges feladata az erőátvitel. Ugyanakkor a tágabb rendszer zavartalan működésének fenntartása szempontjából is kritikus fontosságú feladatokat lát el – például a mozgó alkatrészek kenését, a rendszer hűtését a nagy terhelésnek kitett területekről történő hőelvezetés révén, az alkatrészek korróziójának megelőzését és a szennyeződések eltávolítását a kritikus felületekről. Ezért a hidraulikus rendszerek karbantartási stratégiájának első lépéseként gondoskodni kell az olaj megfelelő állapotának fenntartásáról.

Szilárd részecskeszennyeződés

A kopás jellemzően az olyan mechanikai rendszerekben fordul elő, ahol a két felület egymáshoz képest elmozdul – legyen az oda-vissza, oszcilláló vagy forgómozgás. A kopást a szilárd részecskék okozzák, amelyek mozgás közben súrlódnak a felületeken. A szennyező részecskék – például a por, a fémrészecskék, a gumi és a rostok – mind súrlódást okoznak a rendszerben, ezáltal felgyorsítják a mechanikus alkatrészek – például a szivattyúk, csapágyak, rudak, dugattyúk és tömitések – kopását. Tehát ezeknek a részecskéknek az olajból való eltávolítása csökkenti a kopás mértékét és meghosszabbítja a rendszer élettartamát. De hogyan lehet ezt elérni?

Probléma a nanorészecskékkel

A hagyományos szűrőrendszerek kiválóan teljesítenek a nagyobb részecskék eltávolítása terén – a >5 mikron teljesítményű nagysebességű szeparátoroktól kezdve a >2 mikron névleges teljesítményű, bevonattal ellátott szűrőkön át a >1 mikronra méretezett elektrosztatikus szűrőig. De ez vajon elegendő? Az újonnan felmerülő bizonyítékok arra utalnak, hogy a kisebb részecskék is jelentős szerepet játszanak – közvetlenül befolyásolják az olaj minőségét, így hatást gyakorolnak a rendszer teljesítményére.

Oxidáció

Az oxidáció lakk-képződéshez vezet, és gyakran összefüggésbe hozzák az olaj öregedési folyamatával. Ha nem ellenőrzik, a lakk számos problémát okozhat, ilyenek például a szelepek tapadása, a hőátadás akadályozása, a szűrők eltömődése és a kenési hatékonyság csökkenése.

Két tényező járul hozzá, hogy oxidáció lépjen fel az olajban: az oxigén és a hőmérséklet. A kenőanyagoknak tartalmaznia kell egy katalizátort is, amely beindítja a reakciót, és szabad gyököket termel a reakció továbbterjedéséhez. A részecskeszennyeződés katalizátorként működik az oxidációs folyamatban. De ha az olaj már szűrt, akkor miért következik be az oxidáció?

Erre a kérdésre a választ egy alattomosabb vagy rejtettebb probléma jelenti – a nanorészecskék. A katalizátor felülete az oxidáció sebességét befolyásoló kulcsfontosságú paraméter. És az olajban lévő szennyezőanyagok felületének mintegy 80%-át a nanorészecskék teszik ki. A hagyományos szűrés azonban a nagyobb részecskék eltávolítására korlátozódik – és a standard kenőanyag-állapotfelügyelet nem veszi figyelembe ezeket a kisebb részecskéket.

Az ipari szabvány szerint az olajat antioxidáns adalékokkal kell ellátni. Ezek az adalékanyagok természetüknél fogva áldozatkészek – antioxidánsokat szabadítanak fel az oxidációt okozó szabad gyökök semlegesítésére. A folyamat előrehaladtával azonban ezek az adalékanyagok kimerülnek, míg végül az oxidáció akadálytalanul folytatódik.

Fenntarthatóbb megközelítés, ha az oxidációt eleve megakadályozzuk. E cél elérésének egyik módja a katalizátorként működő nanorészecskék eltávolítása az olajból. Ennek a problémának a megoldására az SKF RecondOil kifejlesztette a Kettős szeparációs technológiát (DST). A folyamatos és az adagonkénti olajkezelésre egyaránt alkalmas megoldást nyújtó DST eltávolítja a nanorészecskéket az ipari olajokból – ezáltal még a kezdeti szakaszban megállítja az oxidációs folyamatot. Ennek a kezelésnek az az előnye, hogy gátolja az olaj öregedési folyamatát, jelentősen meghosszabbítja a hidraulikaolaj élettartamát, valamint csökkenti a rendszeres olajellenőrzés szükségességét. Röviden: a DST-vel kezelt, nanorészecskéktől is megtisztított nagy tisztaságú olaj növeli a berendezések megbízhatóságát és stabilabb működést eredményez.

A hidraulikatömítések bemutatása

A tömítések a hidraulikus rendszerek egyik legfontosabb alkatrészei, amelyek bent tartják az olajat és távol tartják a szennyeződést. Méltatlanul mellőzött hősziget – tömítések nélkül a hidraulikus rendszerek egyszerűen nem működnének.

A hidraulikatömítés esetében számos különböző koncepció közül lehet választani. A tömítés megfelelő kialakításának és anyagának kiválasztásakor figyelembe kell venni az üzemi feltételeket, például a hőmérsékletet, a nyomást és a felhasznált hidraulikafolyadékokat.

A hidraulikafolyadékok kémiai összetétele a tömítés anyagával (anyagaival) való kompatibilitástól függően befolyásolhatja a tömítés élettartamát és teljesítményét. A nem kompatibilis folyadékokkal való használat során a tömítőanyag(ok) abszorpciója és a reakciója például a következőket okozhatja:

- a tömítőanyag térfogatának változása – „duzzadás” vagy „zsugorodás”, valamint a tömítés sűrűlődsére gyakorolt hatása,
- a tömítőanyag keményedése és ridegedése,
- a tömítőanyag lágyulása, szilárdságának elvesztése vagy feloldódása,
- a polimer láncok térhálósodása vagy lebomlása, ami az anyag kifáradását vagy rugalmasságának elvesztését okozhatja,
- a tömítés anyagának elszíneződése.

Általában ezeket a változásokat a magasabb hőmérséklet felgyorsítja. Az ilyen jellegű elváltozásoknak, valamint az elváltozásokból fakadóan a tömítés működésére és élettartamára gyakorolt negatív hatásoknak az elkerülése érdekében figyelembe kell venni a folyadék és a tömítőanyagok közötti kompatibilitást, valamint a tömítőanyagra ható hőmérsékletet és mechanikai terheléseket

Az SKF széles körű adatbázissal rendelkezik a különböző tömítőanyagok és folyadékok kompatibilitására vonatkozó vizsgálati eredményekről, valamint a több évtizedes tapasztalataira támaszkodva páratlan szakértelemmel az anyagfejlesztés terén a tömítőanyagok kémiai ellenálló képességére vonatkozó vevői igényeik kielégítése érdekében. A fejlesztések két fő poliuretán anyagot eredményeztek: Az ECOPUR egy prémium minőségű tömítőanyag az ásványolajokkal működő alkalmazások tömítésére, a H-ECOPUR pedig megnövelt hidrolízis- és vegyszerállóságot biztosít magasabb üzemi hőmérsékleteken.

Az **1. táblázat** áttekintést nyújt az áramlástechnikai iparágban használt legfontosabb folyadékok és anyagok kompatibilitására vonatkozó minősítéséről. Általános útmutatást nyújt az új, tiszta folyadékok tekintetében. A folyadékok a gyártótól, az adalékanyagtól és szennyezőanyag-szinttől függően eltérőek lehetnek. Az útmutatás nem helyettesíti a tömítés kompatibilitásának vizsgálatát az adott folyadékban és az adott üzemi körülmények között.

Az 1. táblázatban feltüntetettnél magasabb hőmérsékletek az alapfolyadék vagy az adalékanyagai minőségcsökkenéséhez vezethetnek. Ez károsíthatja a tömítés anyagát. Az adott hidraulikafolyadékon kívül a tömítőanyagokat károsíthatják a berendezés más részeiből származó egyéb folyadékok (pl. kenőzsírok, üzemanyagok, bevonatok), a környezeti tényezők (pl. páratartalom vagy sugárzás), valamint a rendszerben lévő folyadékokkal, adalékanyagokkal és szennyeződésekkel való érintkezés és reakció is, ami további vegyianyag-képződést eredményezhet.

1. Táblázat

Anyag	ECOPUR X-ECOPUR		H-ECOPUR X-ECOPUR H		éter-alapú TPU	PTFE	NBR	FKM			
Hidraulikafolyadékok	<60 °C	<100 °C	<60 °C	<100 °C	<60 °C	<100 °C	mind	<60 °C	<100 °C	<60 °C	<100 °C
Ásványolajok (HL, HLP, HLVP)	A	B	A	A	A	B/C	A	A	A	A	A
ATF (folyadékok automata seb.váltókhöz)	A	B	A	A	A	B/C	A	A	A	A	A
HETG (trigliceridek, repceolaj)	A	B/C	A	A	A	C	A	A/B	A/B	A	A
HEES (szintetikus észterek)	A	B/C	A	A	A	C	A	A/B	A/B	A	A
HEPG (polialkilén-glikol)	B	D	A	C	B/C	D	C	A	A/B	A/B	C/D
HEPR (polialfa-olefin)	A	B	A	A	A	B/C	A	A/B	A/B	A	A
Tűzálló folyadékok, vízbázisú	<40 °C	<60 °C	<40 °C	<60 °C	<40 °C	<60 °C	mind	<40 °C	<60 °C	<40 °C	<60 °C
Víz	B	D	A	A	A	B	A	A	A	A	A
HFA-folyadékok (olaj a vízben)	B	D	A	A	B	B/C	A	A	A	A	B
HFB-folyadékok (víz az olajban)	B	D	A	A	B	D	A	A	A	A	A
HFC-folyadékok (víz-glikol)	C	D	A	B/C	B	B/C	A	A	A	A/B	B/C

Jelmagyarázat: A – Kiváló B – Jó C – Korlátozott D – Nem ajánlott

A Noria Corporation tanulmánya a hidraulikaolaj-szennyezettség költségeiről

Első pillantásra úgy tűnhet, hogy a tisztább hidraulikaolaj vagy a hatékonyabb tömítések csak csekély mértékben befolyásolják a hidraulikus eszközök beszerzési és üzemeltetési összköltségét. A hidraulikaolajok és tömítések teljesítménye azonban számos kapcsolódó költségre hatással van. A közvetlen költségeken kívül – ilyenek például a karbantartási és anyagköltségek – a közvetett, illetve a downstream költségeket is figyelembe kell venni.

Az alkatrészek kopásával és meghibásodásával kapcsolatos költségek

A szennyezett hidraulikaolaj fokozott kopást, sűrűlődést, anyagkifáradást és korróziót okoz a különböző hidraulikus alkatrészekben. Ez végső soron növeli a hidraulikus eszközök meghibásodásának kockázatát. Ha egy kritikus hidraulikus eszköz meghibásodik, a napi vagy akár az óránkénti költségek csillagászati összegekbe kerülhetnek, különösen abban az esetben, ha ez a termelést is érinti.

Munkaerőköltségek

A tisztább hidraulikaolaj a munkaerőköltségeket is csökkentheti. Mivel a tisztább olaj hosszabb (vagy bizonyos esetekben akár végtelen) ideig üzemben maradhat, kevesebb alkalommal kell az olajat leereszteni és feltölteni. Ha a szennyeződéssel összefüggő kopás és meghibásodás csökken, a karbantartásra fordított munkaerőköltségek is csökkenthetők.

Környezetvédelmi költségek

Ha a tömítések hatékonyabban működnek, megakadályozzák, hogy az olaj a talajvízbe kerüljön. Egyetlen, másodpercenként egy cseppet csöpögő szivárgás 1900 liter olajat jelent 12 hónap alatt. Ez felesleges veszteség még akkor is, ha egyébként a kiömlött olajat a környezetbe kerülése előtt felszívják és megtisztítják. Az elfogyott olaj pótlására szolgáló új olajat meg kell vásárolni, szállítani és tárolni kell, amely többletköltséget jelent az eszköz tulajdonosa számára, valamint többletterhelést a környezet szempontjából.

Életciklus-költségek

A hidraulikus eszköz befektetés. A hidraulikus berendezések élettartama kulcsfontosságú tényező a beruházás sikerességének szempontjából. Kimutatták, hogy a tisztább hidraulikafolyadék jelentősen meghosszabbíthatja a hidraulikus eszközök élettartamát. A magasabb olajtisztasági szintek akár tízszeresére is emelhetik a hidraulikus berendezés élettartamát a szennyezett olajat használó berendezésekhez képest.

Munkavédelmi költségek

A hidraulikaolaj szivárgása biztonsági kockázatot jelent az alkalmazottak számára. Hozzájárul az elcsúszás és elesés miatt bekövetkező balesetekhez, amelyek a gyártószektorban a leggyakoribb munkahelyi sérülések közé tartoznak. A hidraulikus berendezésekben a szennyezett hidraulikaolaj már a szivárgás előtt is váratlan és veszélyes problémákhoz vezethet. Ha a részecskeszennyezettség magas, előfordulhat, hogy úgynevezett iszapdugó jön létre. Az iszapdugót az okozza, hogy a hidraulikafolyadékban található apró részecskék felhalmozódnak a hidraulikus szelepekben. Ha ezek a szelepek meghibásodnak, a hidraulikus berendezések szabálytalanul mozoghatnak vagy hirtelen leállhatnak, veszélyeztetve a kezelőket vagy a közelben lévő személyzetet.

A szennyeződés miatt felmerülő költségek csökkentése

Tehát a szennyezett hidraulikaolaj vagy kiváltó oka, vagy hozzájáruló tényezője ezeknek a költségeknek. Ha nagyobb mértékben sikerül kizárni vagy eltávolítani a szennyeződést, növelhetjük a hidraulikaolajok, a tömítések és az általuk védett berendezések élettartamát. Ennek ellenére még a leghatékonyabb hagyományos szűrők sem képesek megoldani egy problémát: a nanorészecskékkel való szennyeződést.

Mindezen okok miatt létfontosságú gazdasági érdek, hogy a teljes üzemelés során fenntartsuk a hidraulikaolaj optimális állapotát.

Házon belüli SKF teljesítményvizsgálat

A Judenburgban (Ausztria) működő európai terméktesztelő csapat az SKF RecondOil kettős szeparációs technológia (DST) teljesítményének kiértékelésére elvégezte a „gyorsított élettartam-teszt hidraulikus rendszerekhez” elnevezésű vizsgálatot. A cikk következő fejezetei a vizsgálati eljárásokkal és vizsgálati eredményekkel foglalkoznak, és bemutatják, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható hidraulikaolajok élettartama meghosszabbítható a DST-eljárás alkalmazásával.

A gyorsított élettartam-teszt előtt vizsgálatokat végeztek a kiválasztott, prémium gyártótól származó HLP46 hidraulikaolajjal. A vizsgálatok kimutatták, hogy az SKF RecondOil DST rendszeren való egyetlen áthaladás eredményeként a „koszos” vagy szennyezett olajminta tisztasága a 21/19/16 (ISO 4406:99) részecskeszámról a lenyűgöző 13/12/8-ra (ISO 4406:99) javítható. Ez pedig még a szűz olajnál - 17/15/10 (ISO 4406:99) - is tisztább.

És természetesen az ISO 4406:99 részecskeszám-szabvány csak a 4 mikronnál nagyobb részecskéket veszi figyelembe. A DST a 4 mikronnál kisebb részecskék eltávolítása terén teljesít kiemelkedően, és ez azért fontos, mert az élettartam meghosszabbításával kapcsolatos valódi előnyök ebből a tartományból várhatók.

A hidraulikus rendszerek (tömítések és olajok) esetében az élettartam-növekedés észleléséhez érzékelőkkel jól felszerelt vizsgálóberendezésekre van szükség, amelyek folyamatosan rögzítik az összes lényeges adatot, például a tömítések súrlódási erejét, a rendszer nyomását, az olaj hőmérsékletét, a külső szivárgást és az olaj öregedését. Az olajminőség csökkenése miatt bekövetkező teljesítményváltozás jól kimutatható a tömítések erősen változó súrlódási ereje, a növekvő szivárgás és az olaj jelentős elszíneződése révén. Az **1. ábrán** a vizsgálatokhoz használt SKF rúdtömítés-vizsgálóberendezés látható.



1. ábra Dugattyús hidraulikatömítés-vizsgálóberendezés.

Vizsgálati program

A hidraulikafolyadék üzemi élettartamát behatárolja, hogy milyen gyakran használják az olajat az előírt hőmérsékleti határérték felső tartományában. A nagy terhelésű eljárásnak nevezett, házon belüli SKF vizsgálatot a tömítőanyagok emelkedő hőmérsékleti szinteken történő kiértékelésére használják. A nagy terhelésű vizsgálat felhasználható az öregedési folyamat felgyorsítására is, amely egyébként az olaj oxidációja és a részecskeszennyeződés miatt idővel bekövetkezik.

A 2. ábrán látható nagy terhelésű vizsgálat két vizsgálati ciklusra osztható. Az első ciklus egy mérsékelt, 80 °C-os üzemi hőmérsékleten végrehajtott 10 napos vizsgálat. Az olaj és a tömítés általános alkalmazási feltételek mellett nyújtott teljesítményének ellenőrzésére szolgál. A második, 110 °C-ra emelt olajhőmérséklettel végzett vizsgálati ciklus során a hidraulikus rendszer határértékeit tesztelik.

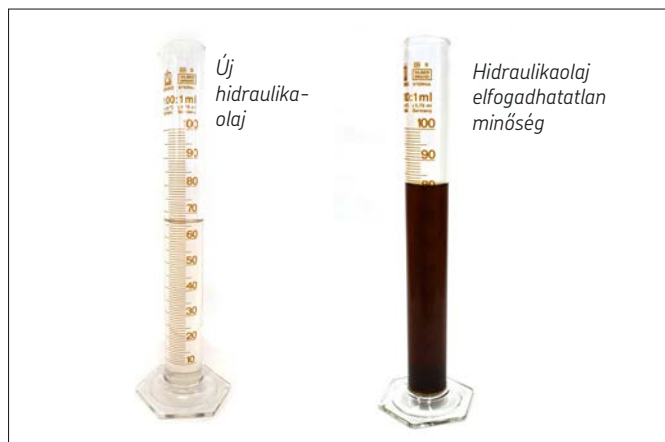
A normál vizsgálati eljárás során az olajat rendszeresen cserélni kell a konstans vizsgálati eredmények biztosítása érdekében. Ha nem cserélik rendszeresen, az olaj minősége csökken, ez pedig negatívan befolyásolja a vizsgálati eredményeket, például a tömítések súrlódási ereje és kopása terén. A csereintervallumok eltérőek, és attól függően változnak, hogy melyik vizsgálati programot futtatják. A 3. ábrán egy példa látható a túl hosszú csereintervallum miatt teljesen használhatatlanná vált olajra.

Az SKF RecondOil DST-eljárás kiértékelése érdekében a nagy terhelésű vizsgálati programot többször egymás után lefuttatták ugyanazzal az olajjal, a termék élettartamának a végéig. Normál esetben az olajat rendszeresen eltávolítják és ártalmatlanítják, mivel eléri az élettartama végét. Ebben a vizsgálatban azonban a harmadik teszt után az olaj felét eltávolították, és elszállították az SKF RecondOil-hoz a DST-eljárással történő regenerálásra. Az olaj másik felét felhasználták a negyedik nagy terhelésű teszt futtatásához; egyrészt a csökkent minőségű olaj hatásának bemutatása, másrészt a DST-eljárás regeneráló hatásának számszerűsítése érdekében. Az SKF RecondOil-hoz küldött olajat a DST-eljárással történő regenerálás után visszaillesztették Judenburgba további vizsgálatok céljából.

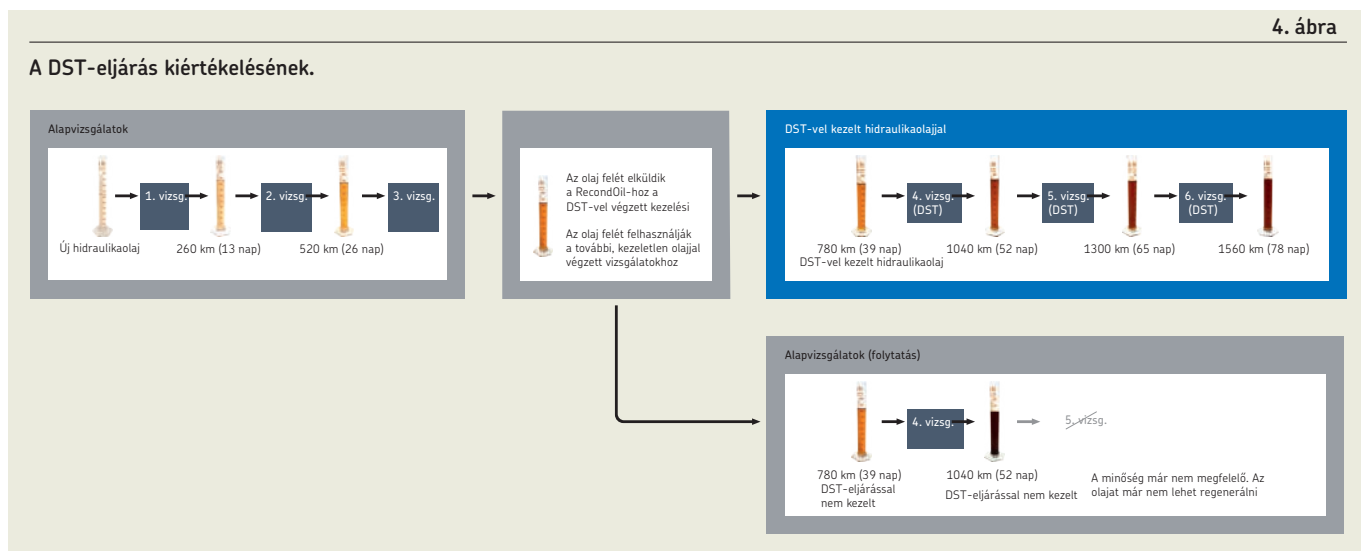
Fontos tudni, hogy az összes vizsgálatot új, prémium minőségű SKF tömítésekkel és új dugattyúrudakkal indították el annak érdekében, hogy biztosítsák az állandó vizsgálati feltételeket. A 4. ábrán a DST-eljárás kiértékelésére használt általános folyamat látható. Az eredeti ásványolajjal végzett alapvizsgálatok (1-3. vizsgálat) eredményeit összehasonlították a DST-eljárással regenerált olajjal végzett 4-6. vizsgálat eredményeivel.

Tömítés típusa:	SKF S1S Premium U-CUP tömítés	
Tömítésház:	ø50 x ø65 x 10 mm	
Tömítés anyaga:	ECOPUR	
Extrúziós hézag:	0,15 mm (radiális)	
Löketebesség:	0.25 m/s	
Löklet:	400 mm	
Tesztközeg:	Kereskedelmi ásványolaj - HLP 46	
	1. vizsg. ciklus	2. vizsg. ciklus
Nyomás:	200 bar (állandó)	315 bar (állandó)
Olajhőmérséklet:	80 °C	110 °C
Távolság:	200 km	60 km

2. ábra: Vizsgálati paraméterek



3. ábra: A hidraulikaolaj minőségének csökkenése.



Vizsgálati eredmények

A vizsgálat alapján a DST-eljárás meghosszabbította a hidraulikaolaj élettartamát. Az alap vizsgálati sorozat során megfigyelt tömítés-szivárgás hasonló mértékű volt, mint a regenerált olajjal végzett második vizsgálati sorozat során használt tömítésekénél. Az egyéb kulcsfontosságú teljesítménykritériumok – például a tömítőanyag összenyomódása, illetve a kopási és extrúziós ellenállás – szintén hasonló volt a két vizsgálati sorozatban.

A legnagyobb és legszembetűnőbb különbséget a tömítés sűrűdése terén mérték. A tömítések sűrűdése a tömítőrendszer általános teljesítményének fontos mutatója. Függ a tömítőrendszertől (amelyet a tömítés kialakítása és a tömítés anyaga befolyásol), a vizsgálati körülményektől, a hidraulikafolyadéktól és az ellenfelülettől. Általánosságban elmondható, hogy alacsonyabb sűrűdés mellett a berendezések gördülékenyebben és az energiafogyasztás szempontjából hatékonyabban működnek.

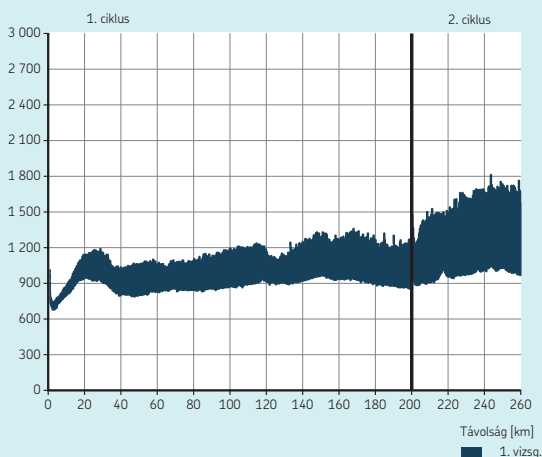
Mivel az ellenfelületet és a tömítéseket minden egyes vizsgálat után kicserélték, hogy kizárják az esetleges eltéréseket, a tömítés sűrűdésének tekintetében a javulás valószínűleg a hidraulikafolyadék végzett DST kezelési folyamatnak köszönhető.

A sűrűdési együttható tekintetében a javulás jól látható, ha összehasonlítjuk a vizsgálatok sűrűdési diagramjait. Az **1. diagram az 1. vizsgálat** (új hidraulikaolaj) és a **3. vizsgálat** átlagos sűrűdési jellemzői láthatók. Mindkét diagram a tömítések tipikus sűrűdési jellemzőit mutatja a nagy terhelésű vizsgálati programmal végzett tesztelés során. Az 1. vizsgálati ciklus alatt a sűrűdési szint szinte állandó. A 2. vizsgálati ciklusban a jelentősen megnövekedett olajnyomás és a magasabb olajhőmérséklet miatt a sűrűdési szint és a sűrűdési sáv növekszik. A program második részében a tömítések és a hidraulikafolyadék rendkívüli terhelésnek vannak kitéve. Ennek ellenére az ismételhetőség és a minőség szempontjából kiemelhető az állandó tömítési sűrűdés az **1. vizsgálat és a 3. vizsgálat összehasonlításakor.**

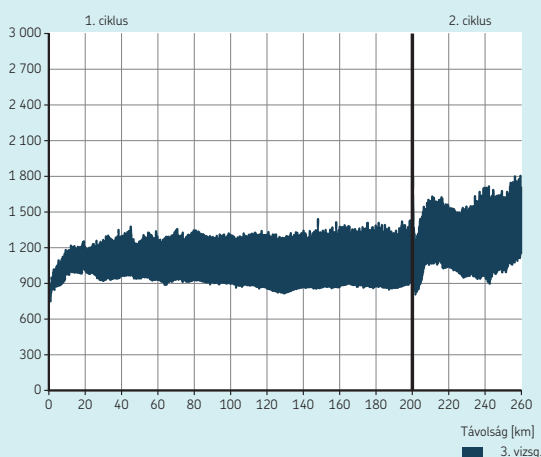
1. diagram

Sűrűdési jellemzők az 1. és 3. alapvizsgálat során

1. alapvizsgálat (új hidraulikaolaj)
Átlagos sűrűdési erő [N] (két tömítés)



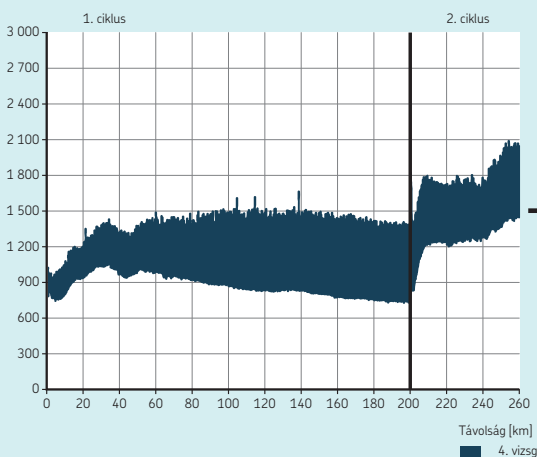
3. alapvizsgálat (eredeti olaj)
Átlagos sűrűdési erő [N] (két tömítés)



2. diagram

Sűrűdési jellemzők az eredeti olajjal végzett 4. alapvizsgálat során

4. alapvizsgálat (eredeti olaj)
Átlagos sűrűdési erő [N] (két tömítés)



Bár az **1. diagram** azt mutatja, hogy a hidraulikaolaj a 3. vizsgálat után még nem érte el az élettartama végét, ez gyorsan megváltozhat. Az ugyanazzal az olajjal végzett mindössze egyetlen további vizsgálat (**4. vizsgálat**) már drámai hatást gyakorol, és az olaj eléri az élettartama végét. A sűrűdési sáv és a sűrűdési szint átlagértékei magasabbak, mint az első három alapvizsgálat értékei. A **2. diagramon** emellett a **4. vizsgálat** után készült mintakép is látható az erősen elszíneződött olajról.

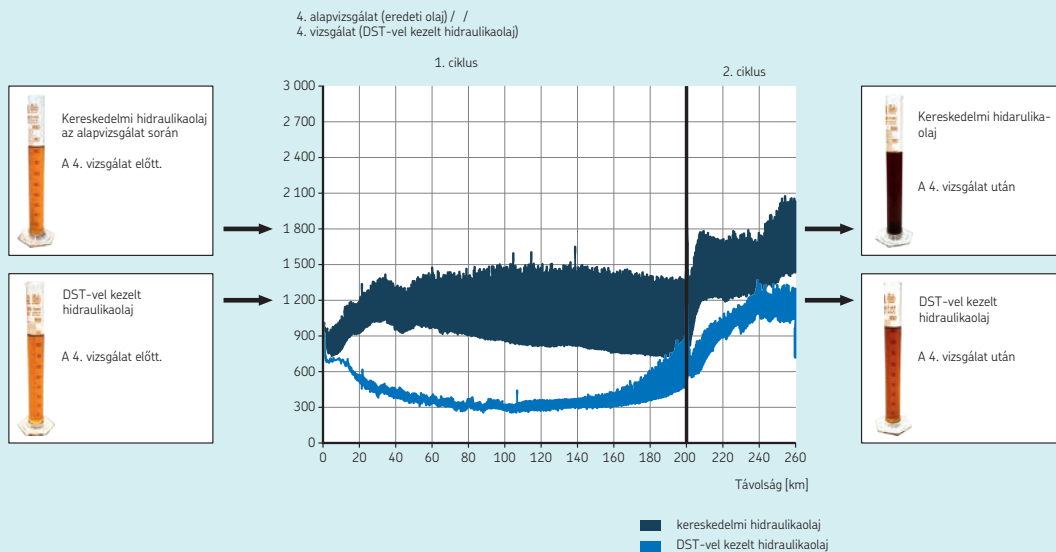
A **3. diagramon** az eredeti olajjal végzett **4. vizsgálat** és a DST-vel kezelt olajjal végzett **4. vizsgálat** során megfigyelt tömítéssúrlódás közvetlen összehasonlítása látható.

A **4. alapvizsgálathoz** használt kereskedelmi forgalomban kapható hidraulikaolaj esetében a tömítési súrlódás elégtelen, míg a DST-vel kezelt olajjal végzett **4. vizsgálat** kiváló eredményt mutatott. Figyelembe véve a két olaj azonos működési előzményeit a DST-vel való kezelés előtt (3x nagy terhelésű vizsgálat), jól látható, hogy a DST-eljárás növelte a teljesítményt és meghosszabbította az olaj élettartamát.

A **4. diagramon** a DST-vel kezelt olajjal végzett **4. és 6. vizsgálat** súrlódási teljesítménye látható. Összehasonlítva ezeket az alapvizsgálatok súrlódási eredményeivel, a súrlódási szint és a súrlódási sáv növekedése látható. Egy másik érdekes megfigyelés a DST-vel kezelt olaj állandó viselkedése a három teszt során. Nem tisztázott, hogy a regeneráció hatása mennyi ideig marad volna meg a **6. vizsgálat** után, mivel a vizsgálati sorozatot ezt követően leállították. A DST-vel kezelt olaj hosszú távú teljesítményének további tanulmányozása érdekében jelenleg további házon belüli vizsgálatokat folytatnak (az eredmények még nem állnak rendelkezésre)

3. diagram

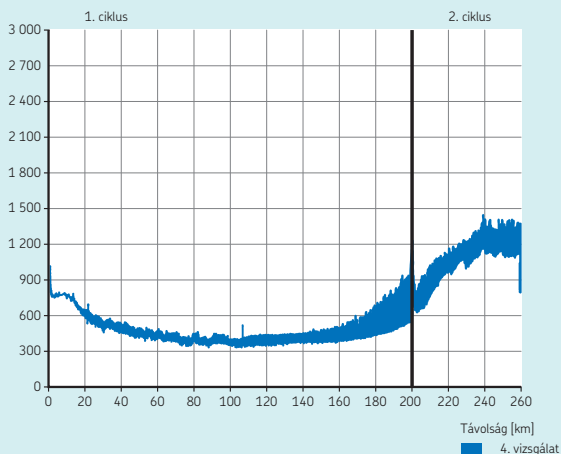
t Súrlódási jellemzők a 4. alapvizsgálat és a regenerált hidraulikaolajjal végzett 4. vizsgálat során



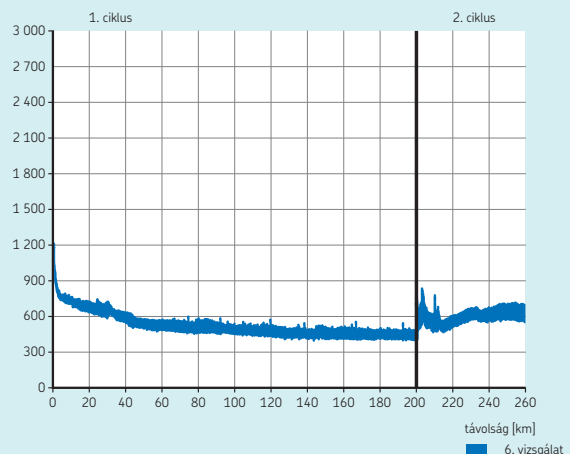
4. diagram

Súrlódási jellemzők a DST-vel kezelt olajjal végzett két vizsgálat során

4. vizsgálat (DST-vel kezelt hidraulikaolaj)
Átlagos súrlódási erő [N] (két tömítés)



6. vizsgálat (DST-vel kezelt hidraulikaolaj)
Átlagos súrlódási erő [N] (két tömítés)



Összegzés

A részecskeszennyeződés és az oxidációs katalizátorok gondos ellenőrzésével megelőzhető a hidraulikus rendszerek idő előtti kopása és meghosszabbítható a hidraulikaolajok élettartama. A hagyományos szűrőrendszerek működése azonban korlátozott – nem kezelik a nanorészecskékkel való szennyeződést.

A DST-vel kezelt, nanorészecskéktől is megtisztított hidraulikaolaj amellet, hogy jelentősen meghosszabbítja az eredeti hidraulikaolaj élettartamát, egyúttal hatékonyabb kenési teljesítményt is biztosít. Ez alacsonyabb szintű sűrűlődést és gördülékenyebb működést eredményez, ahogy az a nagyon keskeny sűrűlődési sávból is látható. A javulás egyik magyarázata a nagyon kicsi (4 mikron alatti) részecskék eltávolítása. Ez magyarázat lehet arra is, hogy DST-vel kezelt olajjal végzett **4. vizsgálat** esetében miért kisebb a tömítés sűrűlődése, mint a szűz olajjal végzett **1. vizsgálat** során, ahol az ISO 4406:99 szerinti részecskeszám-vizsgálatokban nagyobb részecskéket lehetett találni.

A házon belüli átfogó vizsgálatok kimutatták a tömítések sűrűlődési teljesítményére gyakorolt pozitív hatásokat, amikor a hidraulikaolajat az SKF RecondOil Kettős szeparációs technológiával regenerálták. A vizsgálatok során egyértelmű volt az összefüggés a regenerált olaj használata és a sűrűlődésnövekedés között – ez pedig csökkenti a berendezés kopását és a keresztzennyeződés kockázatát, valamint meghosszabbítja a felhasznált olaj élettartamát. A Kettős szeparációs technológia alkalmazása növeli a berendezések megbízhatóságát és rendelkezésre állását, valamint meghosszabbítja a karbantartási időközöket – ennek eredményeként természetesen kevesebb változás lesz működési paraméterekben és stabilabb folyamatot kapunk.

A vizsgálat kimutatta, hogy a DST-vel történő kezelés nano-tisztítási folyamata legalább a kétszeresére növelheti a hidraulikaolaj élettartamát. Az ipari kenőanyagok élettartamának meghosszabbítása a nanorészecskék olajból való eltávolításával és az oxidáció megelőzésével paradigmaváltást jelent – az olajat többé már nem fogyóeszközként, hanem eszközként kezelhetjük. Ugyanaz az olaj újra és újra felhasználható. Egy kis változás az olajban jelentős stratégiai eredményeket hozhat.

[skf.com](https://www.skf.com)

© SKF, RECONDOIL SKF és ECOPUR az SKF Csoport bejegyzett védjegyei.

© SKF Csoport 2023
A kiadvány tartalmára a kiadói jog fenntartva. Másolni, sokszorosítani (akár részleteiben is) csak előzetes írásos engedéllyel lehet. A katalógust a legnagyobb körültekintéssel állítottuk össze, azonban az esetleges hibákért és az ezekből adódó közvetlen és közvetett károkért felelősséget nem vállalunk.

PUB 19323 HU · Május 2023