

Hidraulikus munkafolyadékok I. – Általános ismertetés és osztályozás

Szakkikkek

A hidraulikus rendszer és munkafolyadéka

A hidraulikus berendezéseket működési elvük alapján két csoportra lehet osztani: hidrosztatikus és hidrodinamikus. A gyakorlatban hidraulikus erőátvitel alatt elsősorban a hidrosztatikus elven működő berendezéseket értjük. Azon jelenségeknél, melyeknél az áramló folyadék mozgási energiája (tömege és sebessége) meghatározó szerepet játszik, hangsúlyozni szokás a dinamikus jellegét. Ennek megfelelően beszélünk hidrodinamikus erő- vagy teljesítmény átvitelről, például a járművek hajtóműveinek egy csoportját alkotó automatikus sebességváltók tengelykapcsolóinál vagy nyomatékvtóinál.

A hidraulikus rendszerben a munkafolyadék fő feladatai az energiaátvitel a hajtott és a hajtó egység között, az egymáshoz képest relatív mozgást végző felületek kenése, és a veszteségekből keletkező hőenergia elvezetése.

A hidraulikus berendezéseket a vaskohászatától az űrkutatásig a technika számos területén alkalmazzák. A sokrétű felhasználás szigorú követelményeket támaszt a munkafolyadékkal szemben. Ezen elvárások összességének egyetlen nyomóközeg (hidraulikus munkafolyadék) sem tud megfelelni, ezért a felhasználási helyek támasztotta igényeknek megfelelően különböző hidraulikus munkaközegek használatosak.

A különböző célú és tulajdonságú munkafolyadékokat az alábbi szempontokat figyelembe véve fejlesztették ki:

- Meg kell felelniük az üzemi körülményeknek és az üzemeltetési követelményeknek
- A munkafolyadékoknak tartósan biztosítaniuk kell a berendezés megbízható üzemvitelét
- Figyelemmel kell lenni a gazdaságossági követelményekre
- Biztosítaniuk kell a munkavédelmi, tűzvédelmi hatósági előírások teljesülését
- Egyéb speciális követelményeknek való megfelelés

A munkafolyadékok osztályozása

A hidraulikus munkafolyadékok osztályozása összetétel, viszkozitás és teljesítményszint alapján történik. Ezeket az előírásokat nemzetközi (ISO) és nemzeti (MSZ, DIN, AFNOR, stb) szabványok adják meg. Ez teszi lehetővé, hogy a felhasználók, a gépgyártók és a kenőolajgyártók közös nyelven beszéljenek a munkafolyadékról.

Összetételük alapján a munkafolyadékok lehetnek:

- ásványolaj alapúak
- növényolaj alapúak
- szintetikus szénhidrogén vegyületek (glikolok, észterek, stb)
- víztartalmú emulziók és oldatok

A munkafolyadékok legnagyobb csoportját az ásványolaj alapú közegek alkotják, elsősorban ezek tárgyalásával foglalkozunk.

Viszkozitás szerinti besorolás

A viszkozitás szerinti besorolás az ISO viszkozitási osztályozás (ISO VG) bevezetését megelőzően olajgyártónként eltérő volt. Ma a hazánkban forgalmazott ipari olajok besorolása döntő többségében az ISO viszkozitási osztályozás alapján történik.

A viszkozitás a folyadék folyási képességének mérőszáma, amely a folyadékrétegek egymáson való elcsúszásából fellépő súrlódást, ellenállást jellemzi. Amelyik folyadéknak nagy a belső súrlódása, annak nagy ezen mérőszáma, tehát a viszkozitása.

A szabványos (ISO VG) viszkozitási osztályokat az alábbi ábra mutatja.

ISO VISZKOZITÁSI FOKOZAT	KINEMATIKAI VISZKOZITÁS 40 °C-on, mm ² /s		
	középtérték	határértékek	
		legalább	legfeljebb
ISO VG 2	2,2	1,98	2,42
ISO VG 3	3,2	2,88	3,52
ISO VG 5	4,6	4,14	5,06
ISO VG 7	6,8	6,12	7,48
ISO VG 10	10	9,0	11,0
ISO VG 15	15	13,5	16,5
ISO VG 22	22	19,8	24,2
ISO VG 32	32	28,8	35,2
ISO VG 46	46	41,4	50,6
ISO VG 68	68	61,2	74,8
ISO VG 100	100	90,0	110
ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 220	220	198	242
ISO VG 320	320	288	352
ISO VG 460	460	412	506
ISO VG 680	680	612	748
ISO VG 1000	1000	900	1100
ISO VG 1500	1500	1350	1650
ISO VG 2200	2200	1980	2420
ISO VG 3200	3200	2880	3520

A hidraulikaolajokat a felhasználói igényeknek megfelelően ISO VG 7 és ISO VG 150 közötti fokozatokban gyártják, ezek közül az ISO VG 32, 46 és 68-as viszkozitási fokozatú folyadékokat alkalmazzák a leggyakrabban.

Teljesítményszint szerinti osztályozás

A teljesítményszint a hidraulikus munkafolyadékok egyik legfontosabb alkalmazástechnikai értéke, magában foglalja az olaj adalékolásából adódó tulajdonságait, így meghatározza a hidraulikaolaj alkalmazhatóságának határait. A teljesítményszinteket az olaj- és géplaboratóriumi vizsgálatok sorozatával állapítják meg. Egy munkafolyadék csak akkor felel meg egy adott előírásnak, ha annak minden pontját maradéktalanul teljesíti. A teljesítményszint szerinti osztályozás a nemzetközi gyakorlatban az ISO előírásai szerint szokásos.

A nemzeti szabványok alkalmazása ezen a területen visszaszorulóban van, Európában azonban gyakran használják még az ISO osztályozással kompatibilis DIN szabványt is.

Hidraulika olajok teljesítményszint szerinti osztályozása ISO 6743/4 és DIN 51524 alapján:

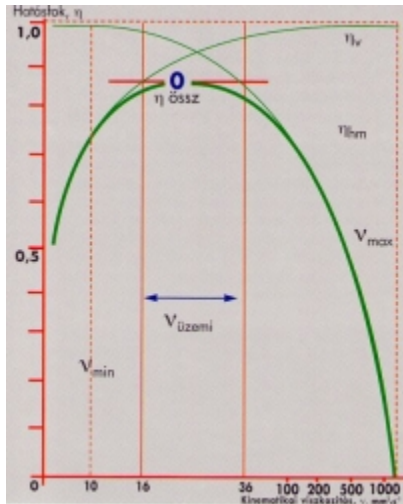
ISO	DIN	Leírás
HH	HH	Adalékoltatlan ásványolaj finomítvány
HL	HL	Oxidáció, korróziógátló adalékot tartalmazó termékek
HR	-	Emelt viszkozitási indexű HL termékek
HM	HLP	Kopásgátló, oxidáció- és korróziógátló tulajdonságú termékek
HV	HVLP	Emelt viszkozitási indexű HM termékek
HG	-	Stick-slip gátló tulajdonságú többcélú termékek
-	HLPD	Detergens-diszpergens adalékot tartalmazó termékek
HS	HS	Szintetikus alapú termékek
HETG	HETG	Növényolajalapú környezetkímélő termék
HEPG	HEPG	Poliglükolalapú környezetkímélő termék
HEES	HEES	Szintetikus észteralapú környezetkímélő termék
HFA-E	-	Olaj a vízben emulziók
HFA-S	-	Szintetikus oldatok
HFB	-	Víz az olajban emulziók
HFC	-	Vizes polimer oldatok
HFD	-	Vízmentes szintetikus folyadékok
HFD-R	-	Foszfátészterek
HFD-U	-	Egyéb szintetikus folyadékok (pl. polimerészter)

Hidraulikus munkafolyadékok II. - A hidraulikus munkafolyadékok alapvető tulajdonságai

Szakkikkek

A hidraulikus munkafolyadékok elsődleges feladata az energiaátvitel, ami erőközvetítésből és a berendezés által determinált sebességű mozgás átviteléből tevődik össze. A hidraulikus rendszer működése során lejátszódó fizikai folyamatokra alapvető hatással van a munkafolyadék viszkozitása és összenyomhatósága. A rendszer üzemi jellemzőinek optimalizálása ezen tulajdonságok ismeretében, a működés során bekövetkező változások figyelembevételével lehetséges.

Viszkozitás



A munkafolyadéknak hozzá kell járulnia a rendszer biztonságos üzeméhez hidegindításkor, üzemi hőmérsékleten és az esetleges túlterhelések során jelentkező hőmérséklet-emelkedés esetén is. Az 1. ábra a hidraulikus rendszer hatásfokának (η) változását mutatja a munkafolyadék kinematikai viszkozitásának (ν) függvényében. Gazdaságos üzemeltetés a hatások maximumának környezetében, az ún. üzemi tartományban lehetséges. A munkafolyadékot tehát úgy kell megválasztani, hogy az üzemi hőmérsékletre tartozó viszkozitása a maximális hatásfokot biztosító viszkozitás közelében legyen.

Ahhoz, hogy a berendezést minimális működés-korlátozással rövid idő alatt el lehessen indítani, az olajnak kellően kis startviszkozitással (ν_{start}) kell rendelkeznie az indítási hőmérsékleten. A hidraulikus munkafolyadékok megengedhető legnagyobb startviszkozitása 800-1000 mm²/s.

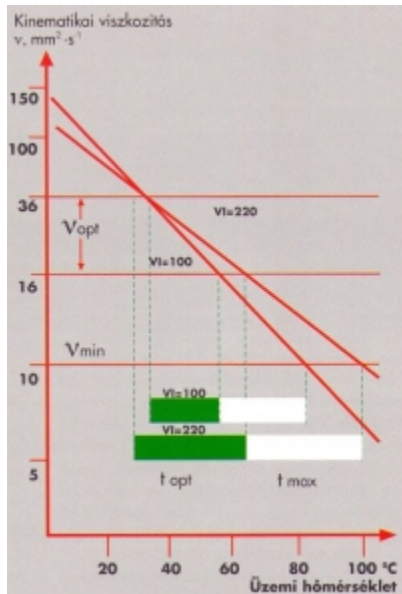
Az üzemi tartomány teljes üzemképességű munkafolyadékot igényel. Az üzemi tartomány határain a hidraulikus berendezés hatásfok csökkenése nem nagyobb, mint a maximális hatásfok 2-3%-a. Ezért a munkafolyadék viszkozitása a $\nu_{üzemi}$ =16-36 mm²/s határok között változhat az elérhető maximális hatásfok biztosítása érdekében. A megadott határokon belül a konkrét berendezés jellemzői határozzák meg a maximális hatásfokot biztosító viszkozitás értékét.

Magas hőmérsékleten a viszkozitás csökken, a növekvő mértékű vegyes súrlódás és a részveszteségek növekedése korlátozza az elérhető hatásfok értéket. Tapasztalati alapon a hidraulikus munkafolyadékok limitált legkisebb viszkozitása (ν_{min}), amely csak rövid ideig megengedhető túlterhelésnél léphet fel: ν_{min} =10-25 mm²/s, a berendezés függvényében. Amennyiben a viszkozitás ezen határ alá csökken, az elmozduló felületek között nem alakul ki megfelelő kenőfilm, a berendezés kopása jelentősen felgyorsul. A nem megfelelő viszkozitás az alábbi veszteségeket, működési zavarokat idézi elő:

- A nagyobb viszkozitású olaj nagyobb súrlódási, áramlási ellenállást eredményez, ezáltal rontja a hidromechanikai hatásfokot. A vezérlő elemek működési sebessége csökken, amiből funkcionális zavarok is adódhatnak. A szivóágban töltési veszteségek keletkeznek és ezáltal kavitációs károk adódnak. Fokozottan veszélyes helyzet alakulhat ki a szivóágba épített szűrő esetén.
- A kisebb viszkozitás nagyobb részveszteségeket eredményez, ez rontja a volumetrikus hatásfokot, a berendezés nem tud megfelelő teljesítményt leadni. A tömítések mentén az olaj szivárogni fog. Csökken a kenőfilm vastagsága és a vékony film nagyobb kopási hajlamot idéz elő a csapágycsatlókban.

A felhasználás során nagy mechanikai igénybevétel esetén a hidraulikaolajok viszkozitása kis mértékben csökkenhet az olaj lenyíródása következtében. A hosszú távú biztonságos működés szempontjából az az olaj kedvezőbb, amelynek a viszkozitása a felhasználás során csak kis mértékben változik.

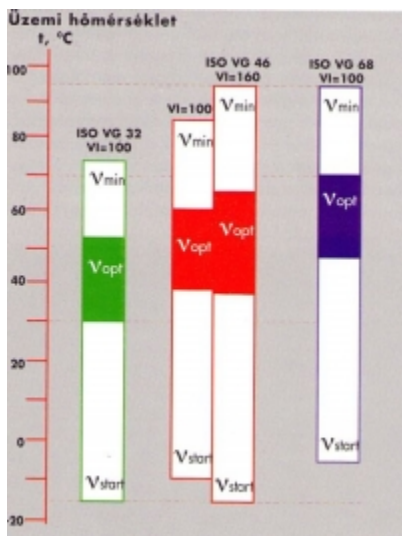
A viszkozitás és a hőmérséklet összefüggései



A hidraulikus munkafolyadékok viszkozitás-hőmérséklet tulajdonságát az olaj viszkozitási indexével (VI) jellemezzük. A nagyobb viszkozitási indexű olajok szélesebb munka- és hőmérsékleti tartományban alkalmazhatók a megfelelő hatásfok, startviszkozitás és üzembiztonság mellett. A hidraulikus folyadék megkívánt VI-ét a működési hőmérséklet-tartományból határozhatjuk meg.

Látható, hogy a munkafolyadékok VI-ének javításával a munkaterület jelentősen, az optimális működési tartomány azonban csak kevésbé növelhető. Ez az előny hideg oldalon is jelentkezik, mert a magasabb viszkozitási indexű olajnak kedvezőbb a startviszkozitása.

A magas viszkozitási indexű ($VI > 140$) olajokat "többfokozatú" hidraulikaolajnak is nevezik, mert kedvező folyási tulajdonságaikból adódóan az ábrán látható előnyöket biztosítják a felhasználóknak.



A megnövelt viszkozitási indexű ISO VG 46-os olaj hideg oldali tulajdonságai a szokásos viszkozitási indexű ISO VG 32-es, meleg oldali tulajdonságai pedig a szokásos viszkozitási indexű ISO VG 68-as olajjal egyezik meg. Tehát a szezonális téli-nyári környezeti hőmérséklettől függő viszkozitási fokozat alkalmazása helyett egy emelt viszkozitási indexű termék használata praktikusabb.

Ez a megállapítás elsősorban a szabadban működő berendezésekre vonatkozik. A télen fűtött helyiségekben elhelyezett berendezéseknél az emelt viszkozitási indexű munkafolyadék használata csak akkor indokolt, ha a hidraulikus kör különböző helyein lényegesen eltérő hőmérsékletek alakulnak ki.

Felhasználás közben azonban a magas VI-ű hidraulikaolajok viszkozitás-csökkenésével kell számolni a lenyíródás következtében.

Ennek meghatározására alkalmazzuk a nyírásstabilitási indexet, melyet SSI-vel jelölünk. Az így megadott %-os viszkozitás változás adott hőmérsékleten az alábbi összefüggéssel határozható meg:

$$SSI = \frac{\nu - \nu^*}{\nu - \nu_0}$$

ahol:

ν - viszkozitás a nyírás előtt [mm²/s]

ν^* - viszkozitás nyírás után [mm²/s]

ν_0 - az alapolaj viszkozitása [mm²/s]

Viszkozitás-nyomás kapcsolat

A viszkozitást normál nyomáson (atmoszférikus nyomás) mérik. A nyomás növelése a viszkozitás emelkedéséhez vezet (200 bar-tól kell vele számolni, 400 bar-nál a viszkozitás már megduplázódik), amit feltétlenül számításba kell venni. A viszkozitás-növekedést a nyomás függvényében az alábbi összefüggéssel lehet a gyakorlat számára kielégítő pontossággal meghatározni:

$$\eta_p = \eta_0 \cdot e^{k \cdot p}$$

ahol

η_p - dinamikai viszkozitás adott nyomáson

η_0 - a dinamikai viszkozitás normál légköri nyomáson (1 bar)

p - nyomás [bar]

k - viszkozitás-nyomás kitevő [bar⁻¹]

Összenyomhatóság

A folyadékok a szilárd anyagokhoz hasonlóan nyomás hatására változtatják térfogatukat. Ezt a jelenséget nagy nyomások esetén a hidraulikus rendszerben alkalmazott elemek (útváltók, szivattyúk, motorok) konstrukciós kialakításával is figyelembe kell venni. Valamely hidraulikus részegység túlterhelése tehát nem csupán biztonságtechnikai kérdéseket vet fel. A túlzott mechanikai igénybevétel önmagában is a rendszerelem gyors elhasználódását eredményezi, ezen túlmenően az áramló hidraulikus munkafolyadék rugalmas térfogatváltozásaiából eredő nagy sebességek eróziós károkat okoznak.

A kis viszkozitású munkafolyadékok - akár a folyadék természetéből adódóan, akár a magas hőmérsékletből eredően alacsony viszkozitás - magasabb kompresszibilitási faktoral rendelkeznek, a berendezések lágyabban működnek. A nagyobb olajtérfogatok, vezeték, oldatlan (távozó) gázok tovább csökkentik a berendezés "merevségét". A kérdést, hogy a hidraulikai berendezés merev vagy lágy, kíméletes, esetleg rezgésekre hajlamos - a levegőelváló-képesség (LAV) kivételével - általában nem az ásványolaj fizikai tulajdonságait határozzák meg. A munkafolyadék nem megfelelő levegőelváló-képessége miatt bennmaradó levegőbuborékok összenyomhatóságuk révén jelentősen megváltoztatják a hidraulikus berendezés dinamikus jellemzőit, csökkentik a rendszer merevségét. A berendezés rugalmasságát figyelembe kell venni, szükség esetén meg kell tenni a megfelelő konstrukciós intézkedéseket a lengések, rázkódások elkerülése érdekében.

A hidraulikus munkafolyadékot jellemző kompresszibilitási tényező:

$$\beta = \frac{\Delta V}{V \cdot \Delta p} = (3..8) \cdot 10^{-5} \left[\frac{1}{\text{bar}} \right]$$

ahol:

V - eredeti térfogat [m³]

ΔV - térfogatváltozás [m³]

Δp - nyomásváltozás [bar]

A berendezés egészére vonatkozó kompresszibilitás értéke nagyságrendekkel is kisebb lehet az imént megadott tartományánál. Nyomásnövekedés hatására a csővezetékek átmérője és hossza rugalmasan növekedik, ami lágyabbá teszi a berendezés működését.

Hővezetés és hőtágulás

A hidraulikai rendszerbe betáplált energiát mechanikai munka és hőenergia (veszteség) formájában nyerjük vissza. A cél az, hogy a bevitt energia minél nagyobb arányban munkává alakuljon. Egy rendszerben minden elem, amely a folyadék útját akadályozza, potenciális energiaveszteséget jelent. Ezért kerülni kell minden felesleges elem rendszerbe építését. A helyi túlmelegedések elkerülése érdekében a veszteséghőt a keletkezés helyéről a tartályokhoz, hőcserélőkhöz kell vezetni.

A veszteséghő elvezetése a hidraulikai munkafolyadék feladata. A hidraulikaolaj tartály falai és egyéb szerkezeti elemek felületei sok esetben elegendőek a keletkezett hőenergia leadására, míg más esetekben - elsősorban meleg üzemű berendezéseknél - szükség lehet hűtőberendezés üzembe helyezésére.

Különösen nagy töltetek esetén kell gondolni a folyadék hőtágulására. A hőmérséklet-emelkedés okozta térfogat-növekedés:

$$\Delta V = V \cdot \gamma \cdot 10^{-6} \cdot \Delta T$$

ahol:

V - az olajtöltet eredeti térfogata felmelegedés előtt [m³]

ΔT - az olajtöltet hőmérséklet-növekedése [K]

Az olajtöltet és a rendszer túlmelegedése nemcsak a hidraulikus berendezés működésére van kedvezőtlen hatással, hanem a munkafolyadék gyorsabb elhasználódását is elősegíti. Az ásványolaj bázisú hidraulikus folyadékok ajánlott üzemi hőfokai:

- Bejáratás alatt: 30-50 °C-kal nagyobb a környezeti hőfoknál
- Tartós üzemben: 70-90 °C alatt (olajtípustól függően)
- Rövid ideig: kevéssel 80 °C illetve 100 °C felett (olajtípustól függően)

Hidraulikus munkafolyadékok III. - A munkafolyadék és a rendszerelemek kölcsönhatásai

Szakkikkek

Korrózió

A korróziógátló adalékok a tárolás, illetve az üzemeltetés során ellátják a gépelemek védelmét a rendszerbe bejutó vízzel szemben. Az oxidációs folyamatokból származó savas vegyületek segítik a korróziót. A korróziós inhibitorok nélküli ásványolajok nem nyújtanak kielégítő védelmet a korrózióval szemben. A folyamatosan ellenőrzött berendezésekben a jó vízelválasztó-képességgel rendelkező deumulgáló olajok - a hidraulikaolajok többsége ilyen - használata előnyösebb. A víz az olajtartályokból megfelelő kialakítás esetén leereszthető. A víz bejutását a lehetőségekhez mérten természetesen meg kell akadályozni.

Amennyiben a víz, és egyéb környezeti szennyezők bejutása nem küszöbölhető ki, előnyösebb a szilárd szennyeződések lebegésben tartó, és a vízzel emulziót képző olajok használata. Ilyen berendezésekben jó detergens-diszpergens hatással rendelkező hidraulikaolajat vagy megfelelő viszkozitású motorolajat célszerű használni.

Összeférhetőség

A hidraulikus rendszerekben különböző szerkezeti anyagok találhatók. Vannak olyan szerkezeti elemek, amelyeket sem a hidraulikaolaj, sem azok bomlástermékei nem támadnak meg. Egyes anyagokat azonban - pl. tömítések, színesfémek, stb - károsíthat az olaj. Ezek felhasználása előtt meg kell győződni olaj-összeférhetőségükről, mert nem megfelelő összeférhetőség esetén méretváltozás, keménység változás, felületi minőség változás és roncsolódás jöhet létre. (Lásd még: következő cikkünk Tömítések része) Ezen vizsgálódás a szintetikus olajoknál különösen fontos.

Összeférhetőség szempontjából fontos tudni, hogy az ásványolaj alapú hidraulikaolajok hidrolitikus bomlásának termékei milyen hatással vannak a szerkezeti anyagok - elsősorban a színesfémek - korróziójára. Ilyen jelenség természetesen csak víz bejutása esetén jelentkezhet. A hidraulikaolajok fokozott korróziót előidéző hajlama fokozott igénybevételek (magas üzemi nyomás, hőmérséklet, fordulatszám) esetén a kenőanyag cinktartalmától is függ.

Adalékolás szempontjából a hidraulikaolajokat három csoportba szokás sorolni:

- Hamumentes (cinket nem tartalmazó) hidraulikaolajok, általános használatra
 - Alacsony cinktartalmú ($Zn < 0,07 \text{ m/m } \%$) hidraulikaolajok, ezüst bevonatú elemeket tartalmazó rendszer kivételével minden rendszerben alkalmazhatók
 - Magas cinktartalmú ($Zn > 0,07 \text{ m/m } \%$) hidraulikaolaj csak olyan rendszerben alkalmazható, ahol nincsenek színesfém alkatrészek, bevonatok, valamint ezüst bevonatú elemek
- A cinktartalom összeférhetőség tekintetében alkalmazási határokat jelent, a munkafolyadék kopásgátló tulajdonságait viszont jelentősen javítja.

Kopásvédelem

A súrlódó illesztések nagy hidrosztatikus nyomásoknál gyakran a határsúrlódás tartományában üzemelnek. A kopáscsökkentő adalékok megvédik a fémfelületeket, ezáltal csökkentik az abrazív kopást, illetve a berágódás veszélyét.

Nagyobb üzemi nyomásokhoz jobb kopásvédelmet biztosító munkafolyadékot kell alkalmazni. A DIN 51389 szabvány szerinti nyomásfokozatokhoz - illetve névleges nyomástartományokhoz - hozzárendelhetők a kopásvédelmi előírások.

A hidraulikus munkafolyadékok kopásvédelmi tulajdonságainak vizsgálati módszereire és a követelményértékekre a különböző specifikációk és szabványok eltérő előírásokat tartalmaznak. A vizsgálati módszerek között a négygolyós és TIMKEN tesztek, a különböző szivattyús kopásvizsgálatok és FZG vizsgálatok a legelterjedtebbek.

Kenőanyagok kopásgátló tulajdonságának értékelése FZG próbapadon

A vizsgálat célja a kenőanyagok kopásálló tulajdonságának és terhelhetőségének vizsgálata.

A vizsgálat elve:

A berendezés két párhuzamos tengelye két darab azonos áttételű és tengelytávolságú fogaskerékpárral csatlakozik egymáshoz. A vizsgálat céljára használt, szabványos kialakítású fogaskerékpár szándékosan kedvezőtlen geometriája révén nagy relatív csúszással üzemel. A tengelyek torziós előfeszítésének mértékével különböző terhelési fokozatok állíthatók be. Az állandó fordulatszámmal forgó vizsgálati fogaskerekek a kívánt kiindulási hőmérsékletre felfűtött vizsgálati olajba merülnek.

Értékelési szempontok:

- A tömegváltozás mérése alapján: károsodási fokozat - két egymást követő terhelési fokozat közötti össztömegváltozás egy adott érték felett van (10 mg)
- Szemrevételezéssel: korróziós, habzási jelenségek valamint a fogfelületek karcosodási mértékének megfigyelése
- Fogprofil elváltozás: felületi érdességi mérőszámokkal

HM teljesítményszintű hidraulikaolajokra az ISO és a DIN szabvány ISO VG 32 viszkozitási fokozat felett FZG vizsgálatra 10-es károsodási fokozatot ír elő követelményként.

Hidraulikus folyadékok kopáscsökkentő tulajdonságának vizsgálata VICKERS típusú szárnylapátos szivattyúval

A vizsgálat célja a HM teljesítményszint fölötti hidraulikaolajok és hidraulikus folyadékok kopásgátló tulajdonságának meghatározása csúszó lapátos hidraulikus szivattyúban.

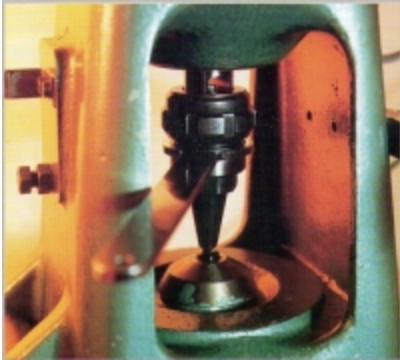
A vizsgálat elve:

A vizsgálandó hidraulikaolajat szabványos vizsgálóálláson, szárnylapátos szivattyú segítségével szélsőséges (nyomás, hőmérséklet) vizsgálati paraméterek mellett keringtetünk.

Értékelési szempontok:

- Kopás mérése: a mozgó alkatrészek tömegváltozásának mérése
- Vizsgálóelemek láttelepe: felületi elváltozások (erózió, pitting, stb)

Kenőolajok kopáscsökkentő és EP (Extreme Pressure) tulajdonságának meghatározása négygolyós készüléken



A négygolyós készülék

A vizsgálat célja:

A kenőanyagok súrlódás- és kopáscsökkentő tulajdonságának, EP adalékolású kenőolajok terhelhetőségének vizsgálata (friss és használt olajok esetében is).

A vizsgálat elve:

Három darab, egymással kölcsönösen érintkező rögzített golyóhoz egy negyedik, forgó golyó illeszkedik, beállítható nagyságú erővel. A golyók olajfürdőben helyezkednek el. A vizsgálati erőt fokozatosan növeljük, egészen a kapcsolódó golyók hegedéséig, vagy állandó vizsgálati erő mellett, meghatározott vizsgálati idő alatt a három álló golyón kialakuló kopási nyom átmérőjét határozzuk meg.

Értékelési szempontok:

- Hegedési terhelés: az a legkisebb terhelés, amelynél két egymást követő vizsgálat során a négy golyó összeheged
- Kopási átmérő: az a mm-ben kifejezett átlagos kopásnyom átmérő az álló golyókon, amelyet a forgó golyó okoz az adott terhelésen, kenőanyag jelenlétében anélkül, hogy berágódást vagy hegedést okozna
- Terhelés-kopás görbe: kopás változása a terhelés függvényében
- Súrlódási tényező: az adott rendszerben, adott terhelés és sebesség mellett fellépő súrlódási tényező

EP adalékolású kenőanyagok súrlódás- és kopáscsökkentő hatásának vizsgálata TIMKEN berendezéssel



A TIMKEN berendezés

A vizsgálat célja a kenőanyagok súrlódás- és kopáscsökkentő tulajdonságának vegyes súrlódás körülményei közötti vizsgálata.

A vizsgálat elve:

Sík felületű próbatesthez állandó fordulatszámmal forgó hengeres próbatestet szorítunk beállítható nagyságú erővel, meghatározott ideig. A terhelőerőt szabványos geometriájú karos mechanizmus létesíti, különböző nagyságú terhelő tömegek alkalmazásával.

Értékelési szempontok:

- TIMKEN OK terhelés: azon legnagyobb terhelő tömeg, amely mellett a sík felületű próbatesten berágódásmentes kopásnyom keletkezett
- Kopásnyom szélesség, súrlódási tényező, a sík próbatestről egységnyi munka árán, kopás útján leválasztott térfogat, stb

Hidraulikus munkafolyadékok IV. – Tömítések, szennyeződések, olaj kiválasztás

Szakcikkek

Tömítések

A nem megfelelően megválasztott hidraulikus munkafolyadék a felhasznált tömítőanyagok keménységének és térfogatának megváltozását okozhatja. Az anyagok (munkafolyadék és tömítőanyag) megfelelő kiválasztásával a keménység- és térfogatváltozásokat alacsony értéken lehet tartani, illetve a tervezésnél ezeket figyelembe kell venni. A tömítőanyagokkal való összeférhetőségnek a szintetikus alapú felhasználása esetén kell különös figyelmet szentelni.

A paraffin bázisú, nagy viszkozitású hidraulikaolaj jó kenőhatású, ezáltal tartós üzemben nagyobb terhelést enged meg. Rendszerint akrilnitril-butadién-kaucsuk (NBR) tömítéseket alkalmaznak ehhez a munkaközeghez, kis akriltartalommal. A nafténbázisú alapolaj az ISO VG 10-es, 15-ös viszkozitási fokozatba tartozik. Ezért a tömítés az akrilnitril-butadién-kaucsuk tartalom más arányát igényli, az akriltartalmat 50%-ig növelve olyan tömítés alakítható ki, amelyeknek nagyobb a maradó alakváltozása. A nafténbázisú alapolajok viszkozitás-hőmérséklet viszonya kedvezőtlenebb, mint a paraffinos olajoké, és kisebb az ilyen munkaközeg öregedésállósága is.

A méretezés során az ásványolaj-származékok nedvesítő hatását is figyelembe kell venni, nehogy az olajfilm megszakadjon a tömítés élénél. Olajfilm hiányában akadozó csúszás (stick-slip) léphet fel, és emiatt gyorsabb a tömítés kopása. A DIN 53538 német szabvány részletezi a munkaközeg és a tömítés kölcsönhatásaira vonatkozó eljárásokat és mutatószámokat.

A biológiailag gyorsan lebomló munkaközegek tulajdonságait megfelelő adalékokkal javítják, pl. az öregedés lassítása, nagyobb hőállóság, meghatározott viszkozitás elérése érdekében, azonban az adalékok jelenléte megnehezíti a megfelelő tömítés kiválasztását. Minden észterhez kísérletekkel kell megvizsgálni, hogy a tervezett tömítés elviseli-e az érintkezést, vagy a munkaközeg megtámadja-e az anyagát. Rendszerint politetrafluor-etilén tömítéseket és fluorozott egyéb rugalmas anyagokat alkalmaznak az említett környezetkímélő munkaközegekhez. A repceolaj és a szintetikus észterek meghatározott keverékeihez, továbbá a GFA folyadékhoz poliuretán tömítést is fejlesztettek.

Szennyeződések

A hidraulikus rendszerek működésük során rendkívül érzékenyek a rendszeridegen anyagokra. Az olajba bekerülő, illetve a benne képződött szennyeződések rendszeridegen anyagok. Ezen szennyeződések a rendszer optimális működését gátolják, zavarokat és kimeneti veszteségeket okoznak.

Szilárd szennyeződések

Az olaj szennyezettségét különbözőképpen fejezhetjük ki. Szilárd, illetve megszámlálható részecskék esetében a gyakorlatban elterjedt megoldás az olaj térfogategységében lévő szennyező részecskék számának megadása. Legáltalánosabb szabványok: ISO 4406 / MSZ 12682, NAS 1638.

Az ISO szabványban a szennyezettséget darabszám/cm³ szerinti tartományba sorolják, 26 tartomány megkülönböztetésével. Így például a 17-es számú tartományhoz 640...1300 darab részecske/cm³ szennyezettség tartozik. A szabvány különbséget tesz az 5 µm feletti, a 15 µm feletti és a 2...5 µm közötti méretű részecskék között. Ennek megfelelően a tisztaságot 3 számmal jellemezzük a következőképp: ISO/CD 19/17/14, ahol a 19 a 2-5 µm, a 17 az 5 µm feletti, a 14 a 15 µm feletti méretű szemcsék mennyiségére vonatkozik.

A hidraulikus berendezéseknél elvégzett elsődleges intézkedések - mint a részegységek tisztítása, a betöltési és szellőző szűrők tisztán tartása - önmagukban nem szüntetik meg az elszennyeződést, mivel a határsúlylódás következtében a résekben jelentkező kopás, az erózió és csapágykifáradás jelensége új szennyező részecskéket hoz létre. A munkafolyadékban megjelenő részecskék felgyorsítják a kopás folyamatát.

A láncreakció - az önmagát erősítő folyamat - kiküszöbölése érdekében ezeket a részecskéket egy jól megválasztott, adott helyre illesztett szűrővel a lehető leggyorsabban el kell távolítani a rendszerből.

Megfelelő finomságú szűrők segítségével a szennyező részecskék a hidraulikus munkafolyadékokból kiszűrhetők. A szűrőnek olyannak kell lenni, hogy a rések méretének megfelelő nagyságú szilárd szennyeződések visszatartsa, ezáltal gátolja a kopási folyamat felgyorsulását. A különböző rendszerelemek más-más tisztasági fokú munkafolyadékot igényelnek.

A megbízható szűrés biztosítja a berendezések hosszú élettartamát!

A hidraulikus munkafolyadékok szűrésére többféle felépítésű szűrő használatos. A szűrők fontos jellemzője a résméret, vagy finomság, ami a legtöbb esetben egy fiktív érték. Fémszövet szűrőanyagoknál definiálható a résméret, míg papírbetétes vagy üvegszál töltetű szűrőknél nem lehet korrekt módon meghatározni a szűrést végző elemi szálak egymástól mért távolságát. A szűrőt ilyen esetekben is szokás jellemezni azon részecskemérettel, amelynél nagyobb részecskék kiszűrését elvárjuk.

Légnemű szennyeződések

A légnemű szennyező anyagok közül elsősorban a levegő jelenti a legnagyobb problémát. Levegő kerülhet a rendszerbe töltés során, szívóoldali tömítetlenség révén, ha túl kicsi a folyadéktartály, és az olajat túl gyorsan kell keringetni, vagy ha alacsony az olajsztint a tartályban. A cirkulációs kör használatbavételkor a légtelenítő csavarok segítségével sem lehet a levegőt teljes mértékben eltávolítani. A rendszerben maradt levegő egy része az üzembe helyezés után gyorsan távozik, a többi pedig oldódik a munkafolyadékban.

A környezettel érintkező ásványolaj diffúziós folyamat révén levegőt old. A telítési koncentráció - az oldott levegő fajlagos mennyiségének felső határa - a nyomás növekedésével emelkedik, a hőmérséklettel pedig fordítottan arányos. A nagy nyomás alatt elnyelt levegő a kisnyomású tartályban felszabadul, és buborékok formájában távozik. A jó levegőelváló-képesség (LAV) ennek a folyamatnak a gyorsaságára utal, és a munkafolyadékokkal szemben támasztott fontos követelményt jelent. Az el nem távozó buborékok visszakerülnek a nagy nyomású terekbe, és ott kedvezőtlen hatást fejtenek ki. A nagy nyomás alatt a buborékok megszűnhetnek, vagyis a buborékokban lévő olajgőz kondenzálódik, a levegő újra elnyelődik. Ha ez a folyamat gyors, a buborék helyéről nagy nyomás indul a munkafolyadékban. Ez a jelenség a kavitáció, amely felületi károsodásokat, eróziót okoz. Ha a nyomás hatására a buborék csak komprimálódik, az ún. dízel-effektus jelentkezik. Az összenyomódó levegőbuborék hőmérséklete jelentősen megnő, és hőenergiát ad át a munkafolyadéknak. A buborék jelenléte a súrlódó felületek közötti kenőfilm folytonosságát megszakítja, továbbá környezetében jelentős viszkozitás-csökkenést vált ki a munkaközegnek átadott hőenergia révén. Ez a jelenség a kopások erőteljes megnövekedésében nyilvánul meg.

A sűrűbb folyadékok levegőelváló-képessége rosszabb. A habzástgátló adalékok a felületi hab kialakulását gátolják, de elősegítik a kisméretű buborékok képzését, azaz rontják a levegőelváló-képességet, amely káros hatású lehet. Ez utóbbi igen nagy veszélyt jelent a nagy terhelésű vékony kenőfilm esetén.

Folyékony szennyeződések

A folyékony szennyeződés az esetek túlnyomó többségében víz. A hidraulikus munkafolyadékok - összetételüktől függően - 200...300 ppm (0,02...0,03% m/m) koncentrációban képesek a vizet oldatban tartani. Nagyobb víztartalom emulzió formájában lehet jelen a munkafolyadékban. A megfelelő vízelváló-képességgel rendelkező hidraulikaolajokból a 0,1% feletti víztartalom kiválik, a tartály alján leülepedik, vagy elpárolog. A leülepedett vizet időszakonként el kell távolítani. Ha a víz nem emulgeált formában kerül például egy axiáldugattyús szivattyúba, akkor a nem megfelelő kenés miatt károsodik a berendezés. Az ásványolaj vízfelvétele a hőmérséklet és a relatív nedvességtartalom növekedésével nő, ezen belül a hőmérsékleti tényező a legjelentősebb. A környezeti levegőből származó víznek a munkafolyadékba való bejutását gátolhatjuk oly módon, hogy a tartályok szellőzőnyílásait levegő szárítására alkalmas (pl. szilikagél töltetű) szűrőkkel látjuk el.

A rendszer zavartalan működésének egyik alapfeltétele, hogy a hidraulikaolaj megfelelő tisztasággal kerüljön a rendszerekbe. Szennyező anyagok kívülről történő bejutását a lehetőségekhez mérten akadályozzuk meg, az üzemelés során pedig biztosítsuk a megfelelő szűrést.

Az olaj elhasználódása

Az olaj elhasználódását erősen befolyásolják a felhasználási körülmények és azok hatásai:

- Az olaj oxidációs előregedését a levegővel (oxigénnel) való kölcsönhatása idézi elő. Az öregedés magasabb hőmérsékleten gyorsabban játszódik le. Az öregedés a következő jellemzőkkel követhető:
 - Viskozitás változása
 - Semlegesítési szám változása
 - IR-öregedési sáv növekedése
 - Antioxidánsok csökkenése
- A folyamatos használat esetén az olajadalékok hatékonysága csökken, ezen csökkenéseket folyamatos vizsgálatokkal követni lehet
- Idegen anyagokkal elszennyeződött munkafolyadékok viszkozitása általában nő, vízzel való kölcsönhatás során az olaj hidrolitikus stabilitása változik, az öregedés folyamata felgyorsul, megindul az adalékok lebomlása
- A nyírési igénybevétel hatására változik az olaj szerkezete, viszkozitása csökken

A felhasználás során a hidraulikaolajok folyamatos megfigyelésén és ellenőrzésén alapuló kezelése meghosszabbítja az olaj élettartamát, a berendezések üzembiztonsága nő, ami a felhasználók számára rendkívül fontos.

A munkafolyadék kiválasztása

A különböző műszaki paraméterekkel rendelkező, valamint a különböző környezeti hatásoknak kitett berendezések munkafolyadékainak kiválasztása során a hidraulikaolajok más-más tulajdonságai kerülnek előtérbe. Helytelenül megválasztott munkafolyadékkal - amely más körülmények között kifogástalanul ellátja feladatát - veszélyeztetjük berendezésünket, vagy a gyakori olajcsere miatt gazdaságtalan üzemeltetést valósítunk meg.

A kiválasztásnál alapvetően az alábbi tulajdonságokra kell figyelni:

- Viskozitási fokozat, viszkozitás-hőmérséklet viselkedés
- Oxidáció- és korrózió gátló tulajdonság
- Kopásgátló hatás
- Szerkezeti anyagokkal (tömítőanyagok, színesfémek) való összeférhetőség
- Levegő- és vízelváló-képesség (LAV, WAV)
- Várható élettartam

Egyes felhasználási helyeken természetesen speciális szempontok is érvényesülhetnek.