

Teknillinen korkeakoulu

Koneensuunnittelu

Espoo

Pin-On-Disc - kokeet

Tilaaaja: Oy US Marine Diesel Import Ltd

Olli Ylöstalo Jari Salonen



TEKNILLINEN KORKEAKOULU
TEKNISKA HÖGSKOLAN
HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Pin-On-Disc -kokeet

1. Tavoite

Koesarjan tavoite oli tutkia öljyn lisäaineen X-1R vaikutusta kitkaan ja kulumiseen. On mainittu, että lisäaine on sekoitettavissa kaikkiin voiteluaineisiin ja että se parantaa voiteluaineen pintapaineen kestoja ja vähentää kulumista. Koesarjassa voiteluaineena käytettiin moottori-, hydraulikka- ja vaihteistoöljyä, joihin lisättiin 3...6% X-1R lisäainetta.

2. Koelaitteisto

Kokeet suoritettiin ns. tappikulutuskonella (Pin-On-Disc), joka on esitetty kuvassa 1. Laitteessa on pyörivä levy, jota vasten painetaan tappia (kuva 2). Sekä levyn, että tappin materiaali on vapaasti valittavissa. Tappia kuormitetaan kohdistamalla siihen normaalivoima punnukien avulla. Kuorman vaikutuksesta syntyvä kitkavoima mitataan sisäänrakennetulla voima-anturilla. Levyn pyörimisnopeus on säädettävissä ja kierrosmäärä on mahdollista rajata. Kokeet voidaan suorittaa kuivana ts. ilman voiteluainetta tai voideltuna. Kosketuksen pintapaine on myös säädettävissä muuttamalla tappin geometriaa. Lisäksi kitkaan ja kulumiseen vaikuttavat pintakarheudet sekä lämpötila. Voiteluaineen lämpötilaa voidaan muuttaa ulkopuolisella lämmityksellä.



Kuva 1. Pin-On-Disc -laite



Kuva 2. Tekniset tiedot

Koejärjestelyt

Koemateriaalit:

Koelevynä käytettiin SFS 506 teräksestä valmistettua levyä, joka oli hiilikarkaistu kovuuteen 710 HV. Levyt oli hiottu pintakarheuteen $Ra = 0,20 \mu\text{m}$ siten, että hiontakuvio oli kohtisuorassa liukusuuntaan nähden.

Koetappeina käytettiin halkaisijaltaan 8 mm:n laakerin kuulia. FAG kuulalaakeriteräksen kovuudeksi ilmoitetaan 60-66HRC.

Toisena materiaalina käytettiin Kymenite-ADI valurautaa, jonka kovuus oli 310HV. Valurautatapit oli valmistettu halkaisijaltaan 8 mm:n kuulapäisiksi.

Voiteluaineet:

Voiteluaineina käytettiin tilaajan toimittamia moottori-, hydraulikka- ja vaihteistoöljyjä ja niihin lisättyä X-1R lisäainetta. Moottoriöljyihin laitettiin ohjeen mukaisesti 6% ja hydraulikka- ja vaihteistoöljyihin tilavuus- 3% lisäainetta.

Mobil 1 Formula 10W30, synt. moottoriöljy, ADI tappien kokeet

Mobil 1 0W40, synt. moottoriöljy, laakerikuulakokeet

Neste Special 10W30, miner. Moottoriöljy

Neste Hydraul 32, hydraulikkaöljy

Mobilube HD 80W90 GL 5, vaihteistoöljy

Neste Gear EP 80W90 GL 4, vaihteistoöljy

Koeparametrit:

Liukunopeutena käytettiin 0,1 m/s ja liukumatkana oli 1000 m. Liukuhalkaisija oli välillä 44 - 64 mm. Kuormitusvoima oli 8 N, mikä vastaa kuula-taso kosketuksessa 1000 MPa pintapainetta. Kun kuula kuluu, pintapaine laskee.

Koelevyä ympäröi voiteluainekippo ja öljyä oli levyn pinnalla n. 3 mm paksu kerros, kosketuskohdan ollessa täysin öljyn ympäröimä. Kokeet tehtiin 22 °C huoneenlämpötilassa.

Kokeita suoritettiin kolme kappaletta jokaista variaatiota kohden.

Kokeiden suoritus:

Kokeet aloitettiin kiinnittämällä koelevy ja kuula pitimeensä ja säätämällä liukusäde halutuksi. Koekappaleet ja laite oli luonnollisesti puhdistettu ennen uutta koetta.

Voiteluaineen lisäyksen jälkeen koe voitiin käynnistää asettamalla kuormituspunnikset.

Kokeen kuluessa mitattiin kitkavoima ja taltiottiin piirtureilla.

Koelaitteen kierroslaskuri pysäytti kokeen asetetun liukumatkan täytyessä ja voitiin suorittaa kulumismittaukset. Koelevyn kuluminen on olematonta eikä sitä voitu mitata. Kuulapäisen tapin kosketuskohda kuluu tasomaiseksi ja kulumisjälki voitiin mitata mittausmikroskoopilla. Kulumisjäljen avulla voidaan pallokalotin tilavuus laskea matemaattisesti. Kulumista ei ollut mahdollista todeta koekappaleita punnitsemalla. Kulumistulokset ΔV (10^{-3} mm^3) esitetään graafisten pylväiden avulla.

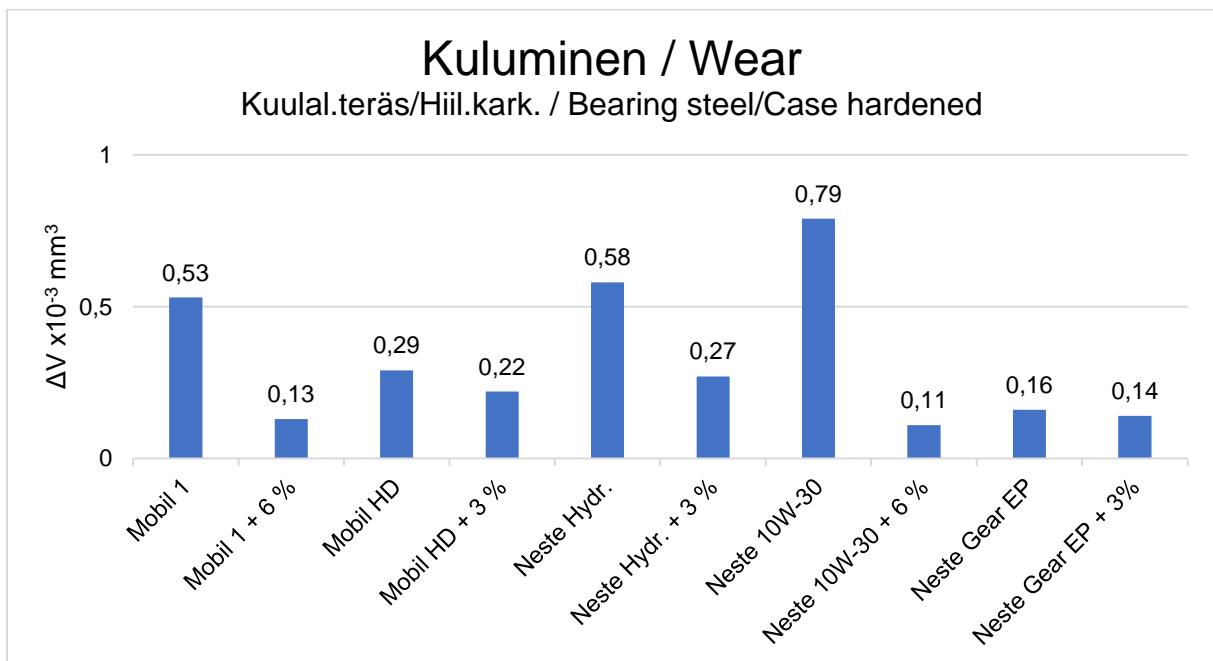
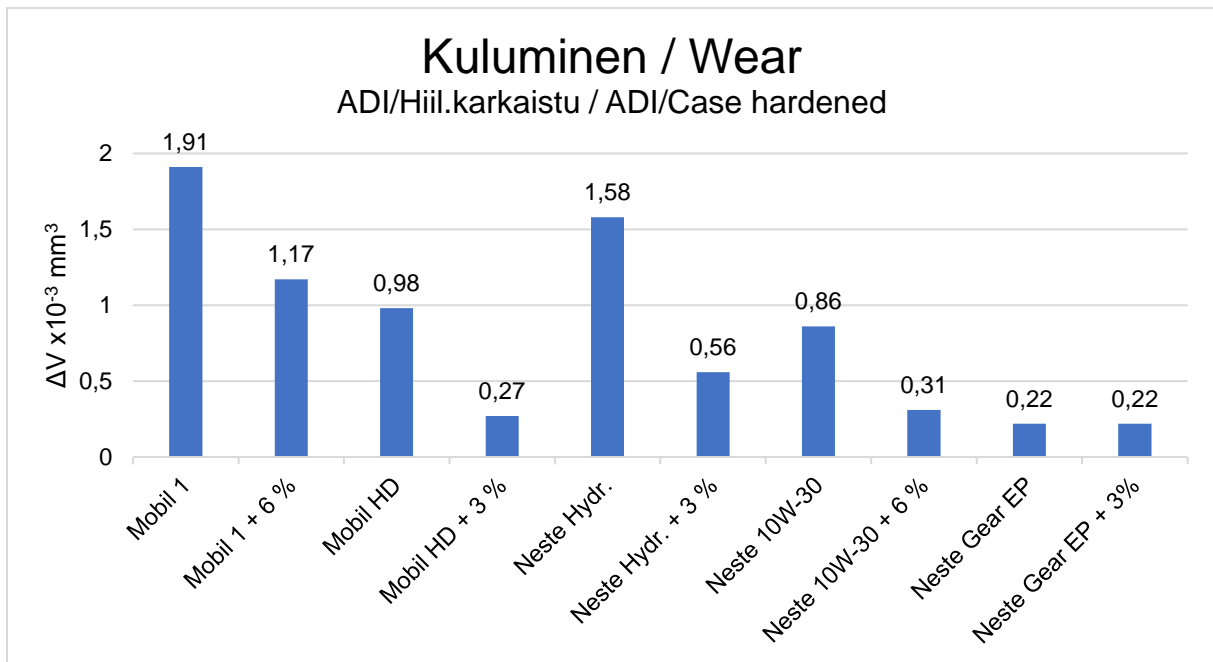
3. Tulokset

Kokeiden yhteen vedetyt tulokset on esitetty graafisina pylväinä kolmen kokeen keskiarvona. Näiden kokeiden tulosten välillä oli vaihteluja, mikä on hyvin tyypillistä kulumiskokeille. Vaihteluja voivat aiheuttaa eri pintakarheuden laatu, eri liukuhalkaisija tms., vaikka koe on pyritty suorittamaan mahdollisimman samankaltaisten olosuhteiden puitteissa. On myös huomioitava, että kokeita ajettiin ainoastaan kolme jokaista variaatiota kohden.

Tulokset soveltuvat kuitenkin hyvin voiteluöljyn lisäaineen vaikutuksen havaitsemiseen ja arvioimiseen. Kulumisarvojen määrittämiseen ja saatujen erojen merkityksen syvällisempään tarkasteluun olisi syytä suorittaa selvästi laajempi ja perusteellisempi koesarja.

Kulumistuloksista on nähtävissä, että X-1R lisäaine on vähentänyt kulumista lähes kaikissa tapauksissa havaittavasti. Kulumisen määrä on ollut laakerin kuulalla paljon vähäisempää kuin valuraudalla. Tämä johtunee materiaalien erilaisesta kovuudesta. Lisäaineen vaikutus näkyy selvemmin moottoriöljyjen ja hydraulikkaöljyjen yhteydessä. Vaihteistoöljyjen voimakkaasta kulumisenestolisäaineistuksesta johtuen, niiden kuluminen ilman X-1R lisäainettakin on ollut alhaisempaa.

Kitkakertoimeen X-1R lisäaineen vaikutus on ollut moottoriöljyjen osalta suotuisaa. Hydraulikka- ja vaihteistoöljyjen yhteydessä lisäaine on saattanut kohottaa kitkakerrointa, joskin useimmiten vähän.



Kuorma (Load) F

8 N

Lisäaine (Additive) X-1R (%)

Kuula (Ball)

Ø8 mm

Liukunopeus (velocity) v

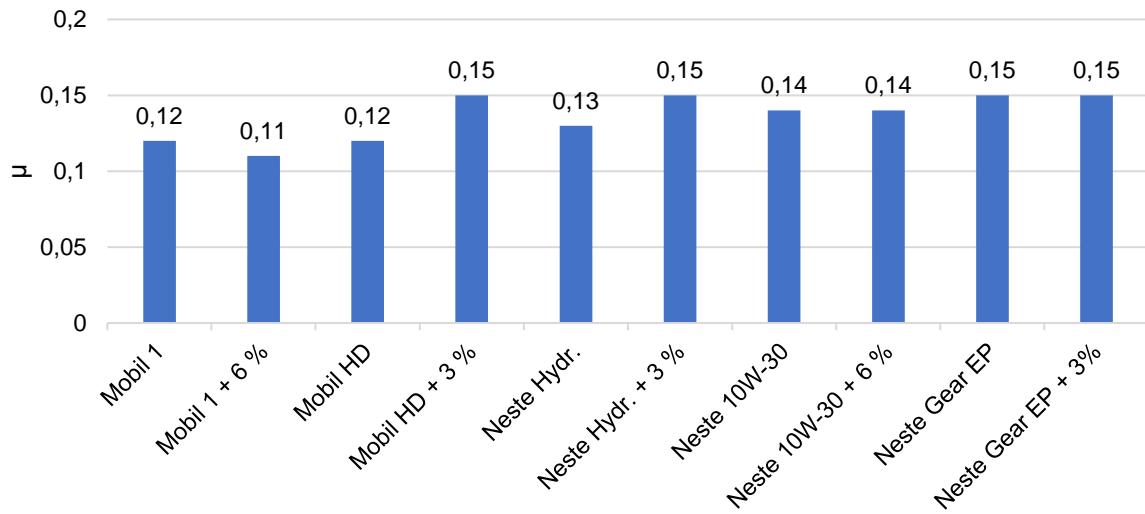
0,1 m/s

Liukumatka (sliding distance)

1000 m

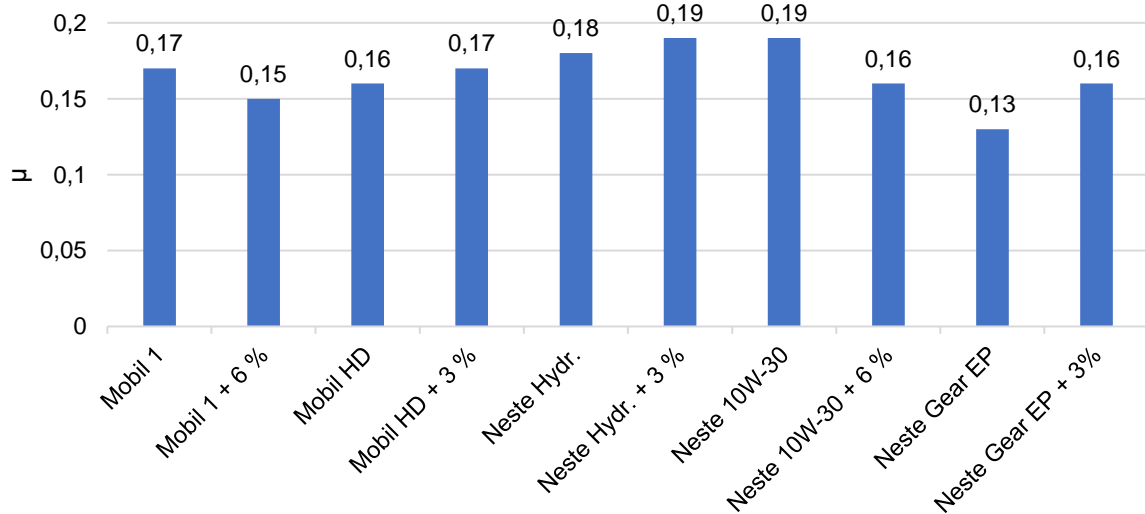
Kitkakerroin / Coefficient of friction

ADI/Hiil.karkaistu / ADI/Case hardened



Kitkakerroin / Coefficient of friction

Kuulal.teräs/Hiil.kark. / Bearing steel/Case hardened



Kuorma (Load) F

8 N

Lisäaine (Additive) X-1R (%)

Kuula (Ball)

Ø8 mm

Liukunopeus (velocity) v

0,1 m/s

Liukumatka (sliding distance)

1000 m