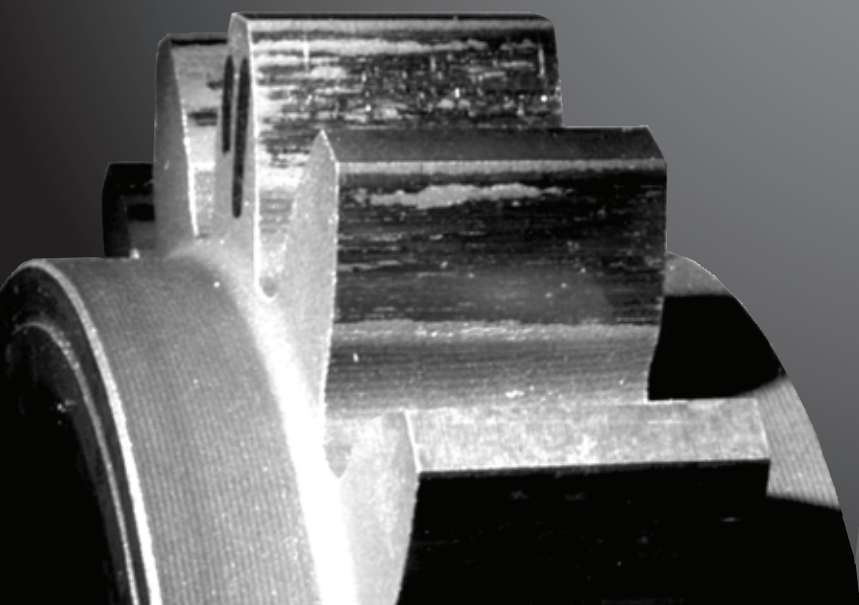


▣ **EDUKUSE VALEM:**

Addinoli haare ulatub tuulegeneraatoritest täisökomajani

Artikkel tutvustab tuulegeneraatorite reduktorite töötingimusi ja firma Ida-Euroopa keskuse toomist Tartusse Ülenurme tehnoparki.





Tuulegeneraatori reductor on nõudlik õli suhtes

Inseneeria lugejatele ei ole kindlasti vaja tutvustada tööstustransmissiooni ehk reductorit. Püüame heita pilku reductorit sisse ehk räägime erinevatest õlidest ning nende tööülesannetest.

MEELIS ORGLA,
ADDINOL MM OÜ JUHATUSE LIIGE,
BALTI TURU JUHT

Reduktorid on viimase 50 aastaga palju arenenud (vt joonist Reduktorite areng), jõud ja koormused on tõusnud kordades. Samuti on oluliselt vähenenud õli maht reductoris. See aga tähendab, et õli peab taluma suuremaid koormusi kui varem ning õli töötemperatuur on tõusnud. Samal ajal on aga reductorioõlid viimased 15–20 aastat praktiliselt sama kvaliteediga. Saksa tööstusnormi järgi on CLP-reductorioõlid täna peamiselt kasutatavad tööstustransmissiooniõlid. CLP tähendab: C – transmissiooniõli; L – oksüdatsiooni ja korrosiooni inhibiitorid; P – kulumisvastased manused. Tööstustransmissiooniõlid on erinevatel baasõlidel. Nendest peamised on mineraalõli ning PAO (polüalfaolefiin) ja PG (polüglükool) alusel täissünteesilised õlid.

Siin on kaks olulist punkti: PG-õlid ei ole teiste õlidega segatavad. Seda peab kindlasti silmas pidama, kui on vaja re-

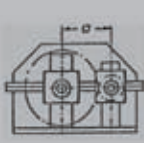
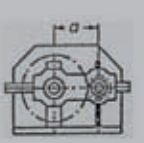
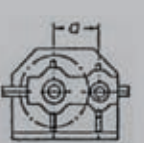
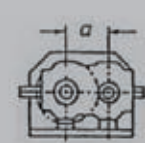
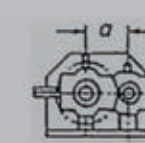
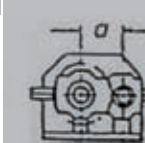


MEELIS ORGLA

Joonis. Reduktorite areng

Reduktori suuruse ja kaalu vähendamine suurema spetsiifilise koormuse tõttu kõrgtugevate materjalide kasutamise abil ($M_1 = 21\,400\text{ Nm}$, $n_1 = 500\text{ min}^{-1}$, $i = 3$, üksiktoodanguna keevitatud kere)

Beitz, W.: Võimalused materjali- ja energiasäästvaks konstruktsiooniks. Konstruktsioon 42 (1990) 12, 378–384.

Materjal	Väikeratas ja hammasratas C45	Väikeratas ja hammasratas 42CrMo4	Väikeratas 20MnCr5 hammasratas 42CrMo4	Väikeratas ja hammasratas 31CrMoV9	Väikeratas ja hammasratas 34CrMo4	Väikeratas ja hammasratas 20MnCr5
Termotöötlus	normaliseeritud	parendatud	VR: tsementiititud, HR: parendatud	gaasiliselt nitriiditud	külgprofiilid induktsoonekarastatud	tsementiititud
Töötlus	tigufreesiga lõigatud	tigufreesiga lõigatud	VR: lihvitud, HR: tigufreesiga lõigatud	freesitud lihvimiskvaliteediga	freesitud, plangitud	lihvitud
Telgede vahekaugus a moodul m	$\frac{830\text{ mm}}{10}$	$\frac{650\text{ mm}}{10}$	$\frac{585\text{ mm}}{10}$	$\frac{490\text{ mm}}{10}$	$\frac{470\text{ mm}}{14}$	$\frac{390\text{ mm}}{10}$
Suurus (keevitatud kere)						
Kogumass	8505 kg	4860 kg	3465 kg	2620 kg	2390 kg	1581 kg
Kogumass, %	174	100	71	54	49	33

► duktoris õli vahetada või lisada. PAO- ja mineraalõlid on põhimõtteliselt segunevad, kuid kindlasti ei saa seda soovitada, sest segamisel ei ole kumbki õli enam endise kvaliteediga. Samuti on hea teada, et

kui molekulide pikkused on ühtlasemad. Seega, kui töötemperatuurid on ühtlased (sisetingimustes) ega tõuse väga kõrgele (soovituslikult mitte üle 80 kraadi), on parem kasutada mineraalset õli. Sünteetil-

Transmissiooniõli ülesanded on:

- 1) hõõrdumise vähendamine;
- 2) reduktori puhtana hoidmine (õlis on spetsiaalsed lisandid, mis hoiavad metalliosakesed enda sees ega lase ladestuda metalli pinnale);
- 3) vahutamise ärahoidmine;
- 4) oksüdeerumise ärahoidmine;
- 5) korrosiooni ärahoidmine;
- 6) vee eraldamine;
- 7) filtreerimine.

Mineraalõli määrib paremini kui sünteetiline, seda tänu oma erineva pikkusega molekulide tõttu, mis "takerduvad" metalli pinnale paremini.

mineraalõli määrib paremini kui sünteetiline, seda tänu oma erineva pikkusega molekulide tõttu. Kuna mineraalõli struktuur on ebahõõrtlasem, siis "takerduvad" erineva pikkusega molekulid metalli pinnale paremini kui sünteetilise õli korral,

list õli võib teatud mõõndusega nimetada kompromissiks määrimise ja vastupidamise vahel. Tuulegeneraatorite reduktorites on aga kindlasti vaja kasutada sünteetilist õli, sest õli peab töötama nii talvel pakase kui suvel kuumaga.

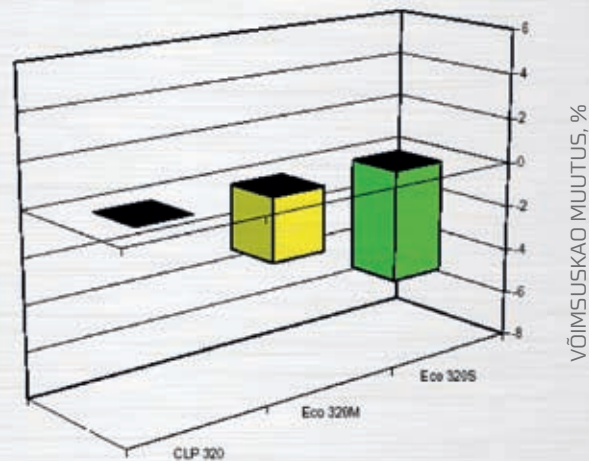
Raskemaid töökeskkondi reduktorile on elektrituulik

Reduktoreid on erinevaid. Mõned on väiksed, kus on n-õ eluaegne õli sees. Neid reeglina ei remondita, vaid purunemise korral vahetatakse välja. Suurematel re-

Müncheni Tehnikaülikooli kaheaastase testi tulemused

Aastal 2003 tellisid 13 maailma juhtivat tööstustransmissiooniõli tootjat Müncheni Tehnikaülikoolist testi, et teha võrdlev analüüs Addinol ECO GEAR versus 13 tootja tooted. Müncheni Tehnikaülikool on Euroopa juhtivaid teadusasutusi hammasülekannete uurimises. Test kestis kokku üle kahe aasta. Aastal 2005 oli ülikool valmis testi tulemused avalikustama testis osalejatele (vaata joonist Redukti vimsuskao vähenemine). Testist selgus, et ECO GEARi kasutades on hõõrdetegur väiksem kui teiste õlide puhul. Õli eelis tuleb välja rasketes tingimustes, kus temperatuur on kõrge ja koormused ning kiirused on suured nagu näiteks tuulegeneraatorite reductorites. Maailmas on see õli kasutusel juba ca 2000 tuulegeneraatoris.

Redukti vimsuskao vähenemine



duktoritel vahetatakse õli ning tehakse muid hooldustöid. Ühed raskemad töökeskkonnad reductorile on tuulegeneraatorite sees. Seal tekivad ekstreemsed jõud, väga erinevad temperatuurid, kiirus pidevalt muutub, tekivad vibratsioon ja niiskus. Transmissiooni põhiprobleemid on:

- 1) *micropitting*;
- 2) *pitting*;
- 3) hammaste murenemine;
- 4) hammaste murdumine;

5) laagrite purunemine.

Microspitting'u põhilised tekkepõhjused on:

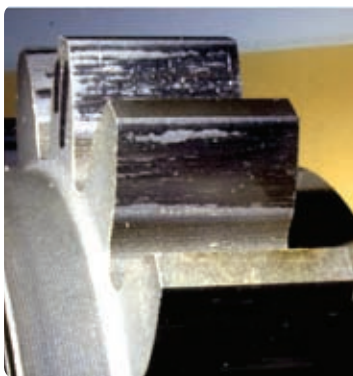
- 1) ebapiisav või ebaühtlane õlikiht hambal: õli ei tohi olla metalli pinnal tilkadena või laiguti, õli peab ühtlaselt katma kogu hambapinna;
- 2) koormuse pidev muutumine;
- 3) esimesed n-õ hallid laigud hammastel. Halle laike võib võrrelda talvel külmutunud veelombiga. Kui jää on terve, on

see läbipaistev, kuid kui jää peale lüüa, tekivad selles praod ning jää muutub tuhniks ning läbipaistmatuks. Hallid laigud hammastel on samasugused mikropraod. Hallid laigud arenevad edasi *pitting*uks;

- 4) õli vale viskoossus;
- 5) õli vahutamine.

Kui hambal on tekkinud juba *micropitting*, siis tavaliselt areneb see edasi *pitting*'uks ja hamba murenemiseks, sealt edasi aga

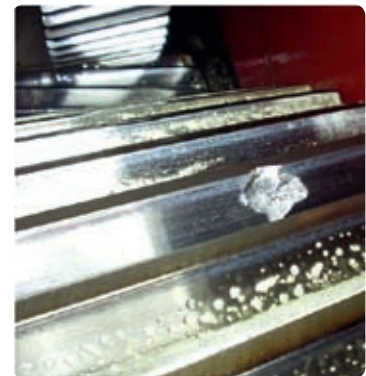
HAMMASRATASTE HAIGUSED



▣ MIKROPITTING



▣ MIKROPITTING TUULE-
GENERAATORIS



▣ HAMBA MURDUMINE
TUULEGENERAATORIS



► FOTODEL ON KUJUTATUD ADDINOLI SAKSAMAA TOOTMISKOMPLEKSE.

Addinol Eesti ajalugu:

- » **14.09.1992** Eesti pinnale jõuab esimene Addinoli õlikoorem. Importijaks A.O. IMBI Põlvas.
- » **14.05.1993** Luuakse Põlvas Saksa õli-tootja Addinol Mineralöl GmbH filiaal.
- » **15.08.1994** Avatakse esindus Tallinnas, Tulika 33.
- » **26.01.1996** Addinoli esindus Põlvas laieneb, kolitakse uutesse suurematesse ruumidesse.
- » **01.03.1997** Filiaali ümberregistreerimine osaühinguks - Addinol Mineralöl Marketing OÜ.
- » **09.09.1999** Addinoli Tallinna esinduse laienemine, avatakse uus päris oma büroo- ja laohoone.
- » **01.10.2007** Avatakse esindus ja laokompleks Ida-Virumaal, Toila vallas, Vokas. 05.10.2007 Addinol Mineralöl Marketing tähistab KUMU Kunstimuuseumis 15. tegevusaastat Eestis.
- » **09.09.2009** Avatakse Addinol Ida-Euroopa keskus Tartus, Ülenurme tehno-pargis (kombineeritud büroo- ja laohoone). ►

Tartusse “roheline” peakontor

9. septembril (09.09.09) avati Tartus Ülenurme tehno-pargis Addinoli Ida-Euroopa keskus. Uuest keskusest juhitakse Addinoli määrde-õlide müüki kõikidele Ida-Euroopa turgudele. Maja ehitus läks maksma ca 13 miljonit krooni ning selle projekteerimisel ja ehitamisel on järgitud üheksat keskkonna- ja energiasäästliku mõtteviisi aspekti.

► hamba murdumiseks, mille järel on vaja juba hammasrattad välja vahetada.

1990. aastate teisel poolel alustas Addinol uue põlvkonna tööstustransmissiooni-õli väljatootamist. Koostöös maailma ühe suurema reduktoritootjaga Flender töötas Addinol välja uue õli ECO GEAR, seda nii mineraalõlina kui ka PAO baasil sünteetilisena. Sündinud oli uue põlvkonna tööstusõli.

Selle õli peamine erinevus CLP-klassi õlidega on tööpõhimõte: plastiline deformatsioon ning selle kaudu metalli pinna silumine. Sisuliselt tähendab see *pitting*'u vältimist või juba tekkinud *pitting*'u “parandamist”.

See aga tähendab väiksemat hõõrdumist, millest omakorda tuleneb õli töötemperatuuri langus. See langus on mitmel põhjusel kasulik. Esiteks, iga 10 kraadi

Iga 10 kraadi kõrgemat temperatuuri lühendab õli eluiga kaks korda. Sel juhul ei pea õlivahetust tegema nii sageli, tööseisakute aeg väheneb.

kõrgemat temperatuuri lühendab õli eluiga kaks korda. Õlivahetust ei pea tegema enam nii sageli, tööseisakute aeg väheneb.

Meil on kogemus Eesti suurkliendiga,

kus reduktor lülitas ennast automaatselt välja, kuna töötemperatuur tõusis üle kriitilise piiri. Seal kasutati maailmas hästi tuntud õlitootja õli, mis vastas CLP-normidele.

Meie ettepanek oli kasutada ECO GEARi. Klient nõustus ning reduktori töötemperatuur alanes umbes 10 kraadi ning väljalülitamise probleem sai lahendatud. Õli viskoossus ning baasõli olid samad. ►