
Turbokompressorin kunnossapito- ja huolto-ohje

Joni-Pekka Makkonen

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Joni-Pekka Makkonen	
Työn nimi Turbokompressorin kunnossapito- ja huolto-ohje	
Päiväys	Sivumäärä/Liitteet 41 + 3
Ohjaaja(t) lehtori Pertti Kupiainen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Yara Suomi Oy	
Tiivistelmä <p>Tämän työn aiheena oli tehdä yksinkertainen turbokompressorin huolto- ja kunnossapito-ohje hyväksikäyttäen tekniikalle ja toiminnalle annettuja sisäisiä säädöksiä Yara Suomi Oy:ssä. Työssä tarkasteltiin typpihappotehtaalla sijaitsevaa turbokompressoria Siilinjärven toimipaikalla. Ensimmäisenä tavoitteena oli laatia sisäisten ohjeiden ja kokemusperäisten tietojen perusteella yksinkertainen kunnossapito- ja huolto-ohje turbokompressorille ja sen apu- ja lisälaitteille. Toisena tavoitteena oli suomentaa tehtaan sisäiset ohjeet (TOPS) ja hyödyntää siinä olevia tietoja koskien turbokompressoreille laadittuja vaatimuksia.</p> <p>Työssä käytettiin avuksi tehtaalta saatuja huoltotietoja sekä kokemusperäistä tietoa, jota ei ollut saatavilla paperilla. Huolto- ja kunnossapito-ohje sisältää turbokompressorille kuuluvat laitteet ja niiden tiedot, yleisimmät esiintyvät viat ja varaosaluettelot laitteista.</p> <p>Tuloksena saatiin yksinkertainen ohje siitä kuinka turbokompressorin kunnossapitoa ja huoltoja tulee ajoittaa, sekä suomennettu TOPS-ohje turbokompressorin tekniikalle ja toiminnalle.</p>	
Avainsanat kunnossapito, huolto, kompressori	
julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Joni-Pekka Makkonen			
Title of Thesis Turbo compressor's service and maintenance instructions			
Date		Pages/Appendices	41 + 3
Supervisor(s) Mr. Pertti Kupiainen M.Sc.			
Project/Partners Yara Suomi Oy Ltd			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to make simple service and maintenance instructions to turbo compressor using the internal regulations of Yara Finland Oy. The thesis discusses the turbo compressor located at the nitric acid plant in Siilinjärvi.</p> <p>The first objective was to draw up a simple maintenance and service manual to turbo compressor and its auxiliary and ancillary equipment on the basis of internal guidelines and empirical data. The second objective was to translate the compressor's internal instructions (TOPS) and take advantage of the existing data regarding the turbo compressor requirements.</p> <p>Maintenance and empirical knowledge was used in this project which was not available in paper form but was received from the factory to assist this project. Service and maintenance instructions include turbo compressor's equipment and their information, the most common defects in equipment as well as spare parts catalogs.</p>			
Keywords maintenance, service, compressor			
public			

Alkusanat

Haluan kiittää kaikkia heitä, jotka ovat olleet apuna tämän työn teossa. Yaralta kiitokset ansaitsevat Juha Kämppe, Erkki Sallinen, Jukka Korhonen ja Jukka Heino. Koulun puolesta kiitokset ansaitsee Pertti Kupiainen, joka toimi ohjaavana opettajana työssä ja avusti työn rajauksessa ja kasaamisessa. Työn teko opetti minua monessa asiassa ja toivottavasti työstä saatu ohje ja TOPS-suomennos on apuna niin Yaralle kuin myös muille työn lukeneille.

23.1.2011

Joni-Pekka Makkonen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	YARA YRITYSESITTELY	8
2.1	Suomen lannoiteteollisuuden historiaa	8
2.2	Yara lyhyesti :.....	9
2.3	Yara Siilinjärvi.....	9
3	TYPPIHAPPOLAITOKSEN TOIMINTAKUVAS	10
4	KUNNOSSAPITO JA HUOLTO	13
4.1	Yleistä kunnossapidosta	13
4.2	TOPS – Technical and Operational Standard	14
5	YLEISTÄ KOMPRESSORIN SIISTEYDESTÄ JA HUOLLOSTA	15
6	TURBOKOMPRESSORIN TOIMINTA.....	16
7	LAITTEET JA NIIDEN HAVAITTUJA OMINAISUUKSIA	17
7.1	Sähkömoottori	17
7.2	Tappikytkin	18
7.3	Planeettavaihteisto	18
7.4	Pääöljypumppu.....	21
7.5	Hammaskytkin	22
7.6	Kompressori	23
7.7	Apuöljypumppu.....	28
7.8	Hätäöljypumppu.....	30
7.9	Varaöljypumppu.....	31
7.10	Öljysäiliö.....	32
7.11	Öljynlämmönvaihtimet	33
7.12	Laakeri- ja ohjausöljysuodattimet	34
7.13	Venttiilinohjausöljyn suodattimet.....	35
7.14	Etummainen pääakselin laakeri.....	36
7.15	Takimmainen pääakselin laakeri	37
7.16	Jäämäkaasuturbiini	38
8	YHTEENVETO.....	40
	LÄHTEET.....	41
	LIITTEET	
	Liite 1 Huoltohistoria	

1 JOHDANTO

Tämän insinööriyön tavoitteena on tehdä yksinkertainen kunnossapito- ja huolto-ohje Yaran Siilinjärven typpihappotehtaalla sijaitsevalle turbokompressorille ja sen apulaitteille. Toisena tavoitteena työssä on suomentaa tehtaan sisäiset ohjeistukset, joka koskivat raskaita pyöriviä laitteita ja niiden apu- ja lisälaitteita.

Siilinjärven tehtaiden siirtyessä Kemiran omistuksesta norjalaisen Yara-yhtiön omistukseen vuonna 2008, täytyi laitteiden kunnossapito ja huolto saattaa Yaran asettamalle tasolle. Yara vaatii, että sen kaikkien laitteittensa huollon ja kunnossapidon tulisi olla hyvin organisoitua ja kustannustehokasta sekä perustua tehtaille annettuihin sisäisiin ohjeisiin.

Tehtaille on annettu omat TOPS (Techical Operation Stantards) –ohjeet, joiden mukaan tulisi jatkossa toimia. Tämän insinööriyön aiheena olevalle turbokompressorille löytyy tehtaalta alkuperäinen saksankielinen huoltokansio, joka ei ole ajantasalla. Työn tarkoituksena on yhdistää ns. käytännön kokemukset ja hajanaiset tiedot selkeäksi ohjeeksi, jossa käy ilmi kompressorin päälaitteet, varaosat ja niitä koskevat entiset huollot ja huoltotarpeet. Ohjeen laatiminen on ajankohtaista, koska laitteelle ei ole olemassa kunnossapito-ohjetta suomeksi. Työssä tullaan selostamaan laitteen varaosat ja tähänastiset tehdyt huollot sekä yhdistetään tehtaan uusista sisäisistä säädöksistä määrätyt ohjeet tukemaan kunnossapitoa ja huoltoa.

Työhön kuuluu myös tehtaan sisäisten säädösten (TOPS) suomentaminen ja niiden käyttö kunnossapito- ja huolto-ohjeessa. Tämä ohje ei ole saatavilla julkisesti mutta työhön liitetään ohjeesta tarvittavat pääkohdat liittyen pääasiassa turbokompressorin varaosien, huollon ja yleisen siisteyden tarpeellisuuteen. Työn tavoitteen on saadaan tehtaalle suora suomennettu ohje englanninkielisestä TOPS 2-03 versiosta ja turbokompressorille yksinkertainen kunnossapito- ja huolto-ohje.

2 YARA YRITYSESITTELY

2.1 Suomen lannoiteteollisuuden historiaa

Suomen ensimmäinen lannoitetuottaja Kemira perustettiin vuonna 1920. Kemiran alkuperäinen nimi oli Valtion Rikkihappo- ja Superfosfaattitehtaat, ja sen nimi muutettiin Rikkihappo Oy:ksi vuonna 1961 ja Kemira Oy:ksi vuonna 1972. Kemira-konsernin liiketoiminta laajentui yli 80 vuoden aikana lannoitteiden ja rikkihapon tuotannosta lukuisiin teollisuuskemikaaleihin.[1]

Kemiran lannoiteliiketoiminnan kansainvälistyminen alkoi 1960-luvun lopulla pienimuotoisella lannoiteviennillä. Kemiran lannoite- ja maatalouskemikaalitoimintaan kuului tuolloin seitsemän Suomessa sijaitsevaa tuotantolaitosta. Kemira aloitti kansainvälistymisen 1970-luvun lopulla lisäämällä vientiä ja perustamalla myyntikonttoreita Suomen ulkopuolelle. Vuonna 1977 Kemira erotti kemianteollisuuden liiketoimintansa ja lannoiteliiketoimintansa toisistaan, jotta kemikaaleihin voitaisiin keskittyä itsenäisemmin.[1]

Kemira aloitti 1980-luvulla toimintansa laajentamisen koko maailmaan tekemällä yritysostoja, lisäämällä vientiä ja perustamalla myyntikonttoreita. Kemira aloitti ulkomaiset yritysostot ostamalla lannoitetehtaita Isosta-Britanniasta, Alankomaista, Belgiasta, Ranskasta ja Tanskasta.[1]

Kemira-konsernin liiketoimintarakennetta uudistettiin 1990-luvulla, ja vuonna 1994 Kemiran liiketoimintayksiköt yhtiöitettiin. Lannoiteliiketoiminnan nimeksi tuli Kemira Agro. Samassa yhteydessä Kemiran osakkeet listattiin Helsingin Pörssiin. 1990-luvun aikana Kemira Agro perusti yhtiöitä Baltian maihin, Puolaan ja Unkariin ja aloitti markkina-asemansa rakentamisen näissä uusissa maissa. Vuonna 1998 Kemira Agro osti BASF:n Euroopan rehufosfaattiliiketoiminnan kaksinkertaistaen näin liiketoimintansa koon. 1990-luvun viimeisten vuosien aikana tehtiin myös investointeja yhteisyrityksiin Lähi-idässä ja Aasiassa.[1]

Vuonna 2004 Kemira Agro Oy irtautui Kemira Oyj:stä, muutti nimensä Kemira GrowHow:ksi ja listautui Helsingin pörssiin. Vuonna 2007 GrowHow:sta tuli maailman suurin kivennäislannoitteiden tarjoajan, norjalaisen Yara International ASA:n tytäryhtiö. Muutos Yaraksi käynnistyi Suomen valtion myytyä osuutensa Kemira GrowHown osakkeista Yaralle. Integraatio valmistui kun Euroopan unionin kulpailuviranomaiset hyväksyivät kaupan.[1]

2.2 Yara lyhyesti :

- Maailman suurin kivennäislannoitteiden toimittaja, myyntiä yli 120 maahan
- Ainoa lannoiteyhtiö, joka toimii kaikkialla maailmassa
- Vahva asema teollisuustuotteiden erityismarkkinoilla
- Toimipaikkoja on yli 50 maassa.
- Liikevaihto oli 2009 7,7 miljardia euroa.
- Henkilöstöä on noin 8 000.
- Pääjohtaja on Jørgen Haslestad.
- Pääkonttori : Oslo, Norja.
- Yhtiö on perustettu 1905 nimellä Norsk Hydro.[2]

2.3 Yara Siilinjärvi

Siilinjärven tehtaiden päätuoteryhmät ovat lannoitteet ja fosforihapot. Fosforihappo menee jatkojalostukseen lannoiteteollisuuteen sekä eläinrehuteollisuuteen koti- ja ulkomaille. Lannoitteita käytetään pääosin kotimaan peltoviljelyssä.[3]

Lannoitteiden valmistamiseen tarvittavan typpihapon Yara valmistaa omalla tehtaallaan. Myös fosforihapon pääraaka-aineet, apatiitti ja rikkihappo, tulevat omasta kaivoksesta ja tehtailta.[3]

Yaran Siilinjärven tehtaiden tuotanto käynnistyi vuonna 1969. Ensimmäisessä vaiheessa tuotantolaitoksiin kuuluivat pasutto-rikkihappotehdas, fosforihappotehdas, ammoniumfosfaattitehdas ja voimalaitos. Toiminta laajeni jo muutaman vuoden kuluttua. Vuosina 1972 - 1973 rakennettiin lannoitetehdas, typpihappotehdas ja pakkaamo. Kiilletehdas ja kalsiumsulfaattitehdas ovat toimineet vuodesta 1985.[3]

3 TYPPIHAPPOLAITOKSEN TOIMINTAKUVAS

Yleinen prosessin kuvaus

Nestemäinen ammoniakki toimitetaan n. 12 bar paineessa ja n. 10 °C:n lämpötilassa ja höyrystetään ammoniakkihöyrystimessä jäähdytysveden avulla. Höyrystämiseen tarvittava jäähdytysveden määrä säädetään NH₃-kaasupaineesta (normaalisti n. 6 bar) riippuen. Pienet höyrystinpaineen muutokset, jotka johtuvat muuttuneesta jäähdytysveden lämpötilasta esimerkiksi eri vuorokauden aikoina, ovat merkityksettömiä. Jos jäähdytysveden lämpötila on liian alhainen, on lisättävä lämmintä jäähdytysvettä piiriin, jotta höyrystimen paine pysyisi vaaditulla korkeudella.[4]

Höyrystämisen jälkeen tulistetaan ammoniakki NH₃-tulistimessa noin 70 °C:n matalapainehöyryllä. Tulistuksen tehtävänä on poistaa ammoniakkikaasusta pisarat (kuivaus), jotta kaasumäärän mittaus toimisi oikein ja polttoon menevä ammoniakkimäärä olisi tarkasti tiedossa. Tämän jälkeen ammoniakkikaasu suodatetaan keraamisilla putkisuodattimilla.[4]

Moniasteinen turbokompressori imee kaksiasteisen ilmasuodattimen kautta prosessissa tarvittavan ilman ja tiivistää tämän 3,9 barin paineeseen. Kompressori on konstruoitu + 17 °C:n imuilman lämpötilalle. Talvikäytössä käytetään lämmitintä suodattimien edessä, jotta estettäisiin jään muodostuminen laitoksen imupuoleisessa osassa. Kompressoria käyttää 2 400 kW sähkömoottori. Tiivistetyn ilman lämpötila on noin 240 °C. Kun ilma on ilma/jätökaasulämmönvaihtimessa jäähdytetty, jaetaan se primääri- ja sekundääri-ilmaan.[4]

Sekoittajassa sekoitetaan ammoniakki ja ensiöilma. Seoskaasun ammoniakkipitoisuus säädetään polttolämpötilan mukaan n. 11 - 11,5 %:iin. NH₃-ilmaseos puhdistetaan seoskaasusuotimessa ennen pääsyä NH₃-palamiselementtiin. Suodin on varustettu metallisilla suodinelementeillä. Seoksen ammoniakki palaa polttimossa olevissa platina-rhodium-verkoissa, jotka toimivat katalyyttinä, n. 895 °C:n lämpötilassa NO:ksi ja H₂O:ksi. Palamistuotteet päätyvät alapuolella olevaan La-Mont-kattilaan, joka on yhdistetty NH₃-polttoelementin kanssa yhdeksi kokonaisuudeksi.[4]

La-Mont-kattila koostuu höyrytimestä, tulitimesta ja höyrylieriöstä. Kattilaveden pakkokierto aikaansaadaan kierrätyspumpuilla. Kahdesta pumpusta on toinen varapumppu. Höyryn tuottamista varten tarvittava syöttövesi saadaan paineen alaisena voimalaitoksessa. Syöttövesi esilämmitetään NO-kaasun lämmöllä economaiserissa.[4]

Kattilasta poistuva typpioksidi-kaasuseos, jonka lämpötila on n. 440 °C, virtaa jätekaasulämmönvaihtimen tuubipuolen läpi ja luovuttaa siellä osan lämmöstään jätekaasulle ja sitten syöttöveden esilämmittimeen, tulo 240 °C, lähtö 200 °C . Tämän jälkeen menee typpioksidikaasuseos kaasunjäähdyttimeen vaippapuolelle. Jäähdytys tapahtuu imeytystorneilta palaavalla jäähdytysvedellä (vesi kiertää tuubeissa). Täällä kondensoituu suurin osa kaasun sisältämästä vedestä, joka on syntynyt ammoniakkin palaessa Pt-verkoissa ja kulkeutunut palamisilman mukana, 36-prosenttisenä happona. Lauhdehappopumppu pumpkaa tämän lauhdehapon, väkevyydestä riipuen, vaihtoehtoisesti pohjille 18, 20, 22 tai 24.[4]

NO-kaasun, edelleen hapettamista varten lisätään NO+NO₂-kaasuseokseen nyt kaasunpoistotornissa tuotehapon NO_x-kaasunpoistoon käytetty sekundääri-ilma. Prosessikaasu virtaa tämän jälkeen imeytyssysteemiin, joka olennaisesti käsittää 2 seulapohjatornia (absorptiotornit). Näissä torneissa on yhteensä 56 seulapohjaa ja seulapohjien yläpuolella olevat välttämättömät imeytyslämmön jäähdytyskierukat. NO₂- ja HNO₃-väkevyyksien tasapainoa vastaavasti laskee happoväkevyyksien pohjaa 56 päin. Typpihappo valuu imeytystornien läpi ylhäältä alas, jolloin se tulvii peräkkäin seulapohjien ylivuotokynnysten ylitse. Imeytystornin II pohjassa oleva typpihappo pumpataan haponsiirtopumpun avulla imeytystornin I ylimmälle pohjalle. Tarvittava prosessivesi pumpataan toisella prosessivesipumpulla imeytystornin II ylimmälle pohjalle.[4]

Tuotettu happo otetaan tavallisesti ulos pohjalta 5 ja pumpataan tuotehappopumpulla kaasunpoistotornin yläpäähän. Kaasunpoistotornissa, joka on täytetty metallisilla renkailla, poistetaan typpihaposta valtaosa imeytymättä NO_x-kaasuista sekundääri-ilman avulla vastavirtaan. Tuotehappo johdetaan varastosäiliöihin, joissa on riittävä ilmanpoisto. Viimeisestä imeytystornista lähtevät poistokaasut menevät ilma/jätekaasulämmönvaihtimen tuubien läpi jäähdyttäen primääri- ja sekundääri-ilman, NO-kaasun jäähdyttimen vaippaosan läpi ja joutuvat sieltä n. 380 °C:n lämpötilassa kaasunpuhdistusreaktoriin. Reaktorissa kaasussa vielä olevat typenoksidit pelkistetään ammoniakkin avulla typpikaasuksi ja vedeksi. Puhdistettu

kaasu johdetaan poistokaasuturbiiniin, jossa osa ilman komprimointia varten käytetystä energiasta ja poltosta tulevasta lämmöstä otetaan talteen. Tämän jälkeen poistokaasut virtaavat poistokaasuputken kautta ilmakehään.[4]

4 KUNNOSSAPITO JA HUOLTO

4.1 Yleistä kunnossapidosta

Kunnossapito tarkoittaa yleisesti laitteen korjausta. Se ei kuitenkaan riitä toteuttamaan laitteelle asetettuja vaatimuksia. Jos kunnossapito olisi vain korjausta, ei laitteiden käyttöikä olisi kovinkaan pitkä eikä korjauksella saavutettaisi kustannustehokasta käyttöä.

Kunnossapitoa voitaisiin kuvata muutamalla eri pääkohdalla, jotta saadaan tarvittavat kriteeri täytettyä:

- Korjaavalla kunnossapidolla pyritään saamaan vikaantunut kohde takaisin toimintakuntoon. Tähän sisältyy kunnossapidolle olennaisia osia kuten vian etsintä, korjaus ja laitteen palauttaminen toimintakuntoon.
- Ehkäisevällä ja ennustavalla kunnossapidolla on tarkoitus nimensämukaisesti ehkäistä, eli seurata koneen kunnon kehitystä ja siinä tapahtuvia muutoksia ja samalla toimia niin sanottuna ennustavana mittarina, jolla voidaan määrittää tulevien huoltojen tarpeellisuudet ja vaatimukset.
- Parantavan kunnossapidon tarkoituksen on pitää esim. vanhentunut kone nykyaikaisen tietojärjestelmän tasolla. Vaihtamalla uudempia osia laitteeseen voidaan laite saattaa vastaamaan vähintäänkin sen alkuperäistä suorituskykyä. Suorituskyvyn ja luotettavuuden parantaminen on olennainen osa parantavaa kunnossapitoa

4.2 TOPS – Technical and Operational Standard

Yara on määritellyt tarkkaan tehtaan sisäisissä säädöksissään mitä vaatimuksia on asetettu toiminnalle ja tekniikalle. TOP 2-03 koskien raskaita pyöriviä laitteita on aihealueena melko laaja ja käsittää tarkkaan määritellyt ohjeet mm. koskien

- laitteiden käyttöä
- automatisointeja
- mittauksia
- turvallisuutta
- alasajoja
- käyttöönottoja
- huoltoa
- varaosia
- huoltovalmisteluja ja vaatimuksia.

Ohjeet esim. huollon osalta ovat vain minimi arvoja mitä Yara itse vaatii. Huoltojen ja muiden toimenpiteiden osalta toimipaikat voivat tarvittaessa noudattaa omaa tiukempaa linjaa kuin mitä TOPS:t määräävät. Tässä insinööriyössä on käytetty TOPS 2-03 osalta vain huollon ja varaosien vaatimuksia. Tehtaalle menevä versio sisältää liitteenä suomennetut osat TOPS 2-03:sta, joita ei ole yleisesti saatavilla.

5 YLEISTÄ KOMPRESSORIN SIISTEYDESTÄ JA HUOLLOSTA

5.1 Siisteys

Tehtaissa käsitellään paljon palavia materiaaleja ja öljyjä. Turhien työtaturmien ennaltaehkäisemiseksi on muutama perusasia määrätty TOPS:ssa. Käyttäjien ja huoltohenkilöiden tulisi pitää kompressorin ympäristö mahdollisimman siistinä. Suurin ongelma turbokompressorissa ovat öljyvuodot. Vuodot aiheuttavat käyttäjille ja muille henkilöille suuria vaaroja hoitamattomina. Liukas öljy lattialla voi johtaa työtaturmiin. Öljyn keräämiseen käytettävät öljyiset rätit aiheuttavat välitöntä tulipalovaaraa, jos ne joutuvat kosketuksiin kuumien pintojen kanssa. Turbokompressorin käyttölämpötilat ovat korkeita ja esimerkiksi turbon kuori on hyvin kuuma. Jauhoimeytys aineita on vältettävä koneiden lähellä. Ne aiheuttavat pölytessään vaaraa joutuessaan voiteluöljyn sekaan ja koneen seisonta-aikana ne pienet partikkelit löytävät tiensä esim. laakerikaulojen tiivistepinnoille. Tarkemmin aiheesta TOPS 4.6.3.

5.2 Öljyvuodot

Kompressorilaitteistoon kuuluu huomattava määrä öljylinjoja. Linjoissa on paineenalennusventtiileitä ja sulkuventtiileitä. Erittäin yleisiä pieniä vikoja esiintyy öljylinjoissa. Pumppujen käyntihäiriöt saattavat aiheuttaa öljyputkien ylimääräisiä heilumisia. Myös venttiileiden säädöistä on aiheutunut samoja vikoja öljyn virratessa epänormaalisti esim. puoliksi auki olleen venttiilin ohi. Kaikki öljyputkikorjaukset vaativat luokkahitsausta ja erityistä siisteyttä. Yleensä hitsaus tapahtuu paikanpäällä joko oman henkilöstön toimesta tai alihankintana. Vanhoista huoltotapahtumista voidaan lukea tarkemmin mitä toimenpiteitä selostukset pitävät sisällään. Yleisesti hitsauksissa kappale ensin hitsataan ja sitten puhdistetaan mahdollisuuksien mukaan myös sisältä ettei turhia hitsausainejäämiä pääse öljynkiertoon mukaan.

Öljylinjojen irroittamisesta aiheutuu myös suuria ja pieniä öljyvuotoja. Pääasiassa öljy otetaan talteen puhtaaseen astiaan ja suojataan. Työn ollessa valmis, ulosvalutettu öljy lasketaan suodattimen läpi takaisin öljysäiliöön käyttäen pumppuyksikköä. Laakereiden öljyvuodot ovat myös ongelma niin siisteyden kuin huoltojen kannalta. Osassa laakereista on paineilmalla tehty ylipaine laakeritiivisteiden kohdalla jolla pyritään hallitsemaan laakereiden öljynvuotoa. Kuvassa 1 (sivulla 17) näkyy sähkömoottorin voiteluöljy vuotoa. Vuoto ei ole suuri mutta voi hoitamattomana aiheuttaa esim. liukastumisvaaran käyttäjälle.

6 TURBOKOMPRESSORIN TOIMINTA

Seuraavaksi on kuvattu turbokompressorin toiminta ja siihen liittyvien apulaitteitten tarkoitus yksinkertaisesti.

Kompressoriketjuun kuuluvat järjestyksessä seuraavat osat: sähkömoottori, tappikytkin, planeettavaihteisto, hammaskytkin, kompressori ja jätekaasuturbiini.

Kompressoria käyttää vaihteen välityksellä sähkömoottori, teholtaan 2 400 kW. Kompressorin akselilla on jätekaasuturbiini, teholtaan 2 235 kW, jonka tarkoituksen on parantaa laitteen hyötysuhdetta.

Kompressorilla on painevoitelusysteemi, joka voitelee myös sähkömoottorin, vaihdelaatikon ja akselin tukilaakerit. Samasta öljyjohdosta saa käyttövoiman myös kolme venttiilin toimilaitetta: imuilman säätöventtiili, turbiinin pikasulkuventtiili, ilman ulospuhallusventtiili.

Öljysysteemiin kuuluu neljä öljypumppua. Pääöljypumppu saa käyttövoiman suoraan vaihteistosta. Apuöljypumppu, jota pyörittää oikosulkusähkömoottori sijaitsee öljysäiliön vieressä kompressorin alapuolella, jonka tarkoituksena on tuottaa öljynpainetta esim. koneen käynnistyksessä. Lisäksi on akuista käyttövoiman saavan tasavirtamoottorin pyörittämä hätäöljypumppu sähkökatkoja varten, joka antaa öljyä vain laakereille. Näitten lisäksi on systeemiin lisätty ylimääräinen oikosulkumoottorin pyörittämä varaöljypumppu. Hätäöljy- ja varaöljypumppu sijaitsevat alimmassa kerroksessa öljysäiliön alapuolella.

Öljy virtaa pumpusta paineensäädön kautta jäähdyttimelle ja edelleen suodattimen kautta käyttökohteeseen, josta öljy palaa vapaasti virtaavana säiliöön. Säiliöstä löytyy öljynpaluupuolelta irroitettavat sihdit jotka voidaan puhdistaa. Öljynsuodattimet ovat pestävää mallia ja varasuodin voidaan ottaa käyttöön kolmitieventtiilin avulla systeemin ollessa paineellinen. Öljynjäähdyttimiä on samoin kaksi ja ne voidaan ottaa käyttöön tarpeen vaatiessa.

7 LAITTEET JA NIIDEN HAVAITTUJA OMINAISUUKSIA

7.1 Sähkömoottori



KUVA 1. Sähkömoottori. Kuva Joni Makkonen

Kompressoria käyttää vaihteen välityksellä sähkömoottori, teholtaan 2 400 kW. Kompressorin akselilla on jätekaasuturbiini, teholtaan 2 235 kW.

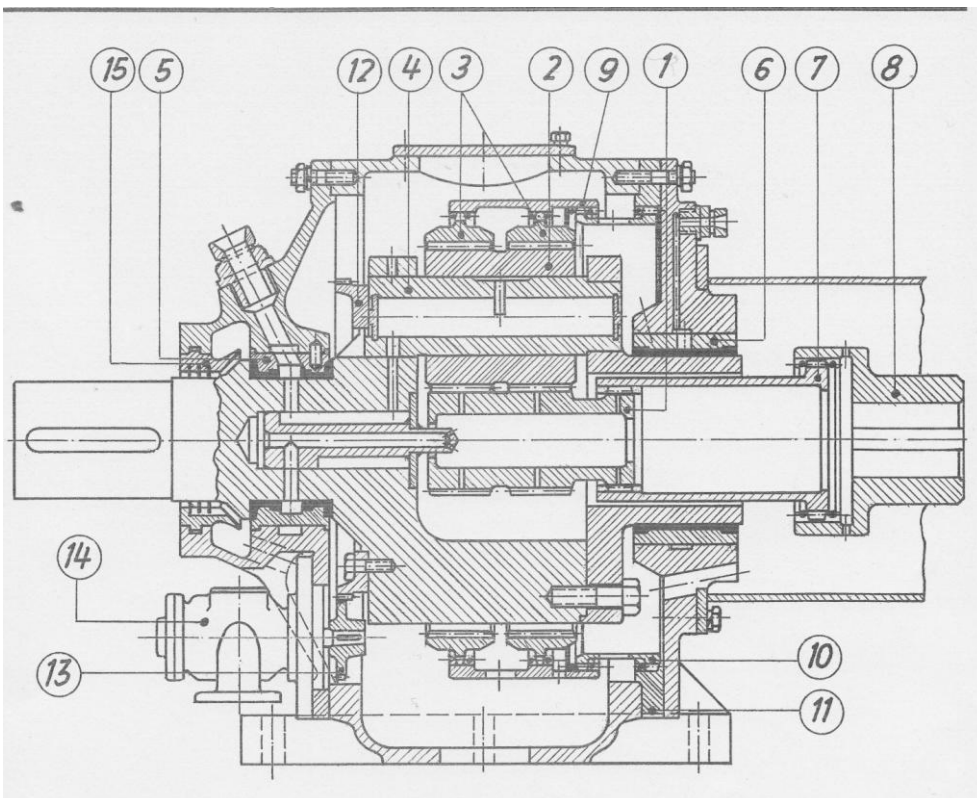
Sähkömoottorin akseli keskittyy sähkömoottoriin magneettisuuden avulla ja se on ns. uiva akseli, jossa ei ole esim. päittäissiirtymään estävää tukilaakeria. Sähkömoottoreita on aina 1kpl varastossa mahdollista rikkoontumisen varalta. Kytkimenpuoleinen akselin ulkomitta on sähkömoottorikohtainen ja se on aina tarkistettava rihtauksen yhteydessä, jos moottori vaihdetaan. Sähkömoottorin toimintaa ja tietoja ei työssä ole tarvetta käsitellä.

7.2 Tappikytin

Sähkömoottorin ja planeettavaihteiston välissä on tappikytin. Tappikytin on malliltaan säteittäisillä muovitapeilla vatustettu kytin.

Tappikytin tulee tarkistaa vähintään puolenvuoden - vuoden välein kuitenkin siten, että tarkistus olisi mahdollista suorittaa suunniteltujen alasajojen aikana. Rihtaus olisi myös hyvä tarkistaa joka aukaisukerralla.

7.3 Planeettavaihteisto



Kuva 2. Planeettavaihteiston läpileikkauskuva.[6]

Kuvassa 2. näkyy planeettavaihteiston poikkileikkaus ja vaihteiston osat. Osat ovat suomennettuna alla.

1. kehäpyörä
2. aurinkopyörä
3. planeettapyörät
4. ruuvit
5. laakerinkuori sisempi
6. laakerinkuori ulompi
7. kytkinholkki
8. kytkinlaippa

9. kytkinholkki
10. kytkinholkki
11. hammaslaippa
12. vetopyörä
13. öljypumpun käyttöakseli
14. öljypumppu
15. tiivisterengas



Kuva 3. Planeettavaihteisto. Kuva Joni Makkonen

Planeettavaihteisto kuvassa 3 pyörittää pääöljypumppua jonka tarkoituksena on kierrättää öljyä koko laitteiston läpi. Säännöllisen huollon ansiosta vaihdelaatikolla on pitkä käyttöikä eikä se ole vaatinut suuria huoltotoimenpiteitä. Vaihdelaatikon välitystä on muutettu vuonna 1979, jolloin pyörimisnopeudeksi tuli 8127,3 kierrosta minuutissa. Ainoita kulumia osia ovat laakerit eikä niitä tarvitse tarkistaa joka seisakin yhteydessä.

Vaihteiston voitelua varten on vaihdelaatikon kymmassakin kannessa öljyliitäntä. Näiden liitäntöjen välityksellä voidellaan molemmat laakerit, hidas akseli sekä hammaspyörät.

Vaihteistossa kiertävä voiteluöljymäärä on noin 75 l/min. Öljynpaine ennen vaihteistoa n. 2,5 Mpa ja vähimmäisöljynpaine, jota ei saa alittaa, on 1MPa. Vaihteistossa öljynpaine ei saa käynnistymis- eikä pysähtymisvaiheessa laskea annetun vähimmäisöljynpaineen alapuolelle. Jos paine on alhaisempi, on olemassa vaara, ettei vaihteistoon tule öljyä lainkaan ja vaihteisto vahingoittuu. Tässä vaihteistotyypissä on kierrettävä planeettapyörästä, jonka vuoksi öljy täytyy painaa keskipakoisvoimapainetta vastaan hitaasti pyörivälle akselille. Tämän seikan huomiottajättäminen on yleinen syy vaihteiston vioittumisiin. Tästä johtuen täytyy öljynkierrossa olla vaihteistosta erillisenä toimiva apuöljypumppu, joka kytkeytyy päälle ja pois automaattisesti sähköisen painekeytimen avulla määrätyn öljynpaineen vallitessa.

Vaihteiston toimittaja on asettanut vaihteistolle tarkastusaikaväliksi 1- 1,5 vuotta jatkuvassa käytössä. Muutoin tarkastusvälinä toimii sama kuin turbiinin tai kompressorin tarkastuksessa.

Ohjeita

Tässä on lueteltu otteita TOPS 2-03:sta, jossa käsitellään raskaitten pyörivien laitteiden huoltotarkastuksia. Listassa on lueteltu tarkastuskohteita kuuluen yleiseen huoltotarkastukseen. Lista on suora kopio suomentamastani tekstistä, joka kuului työhöni.

5.1.4.2 Vaihteisto

Huoltotarkastuksen tulee perustua laitteiston alkuperäisen valmistajan arvoihin, jotka valmistaja on asettanut. Kuitenkin seuraavia tehtäviä tulee vähintään tehdä:

- Kytkimien ja keskiöiden tarkastus vaurioilta ja kulumiselta
- Suuntauksen tarkistus
- Akseleiden välysten tarkistus
- Laakereiden tarkistus vaurioilta, kulumiselta, murtumilta , ruosteelta ja epäpuhtauksilta
- Tiivisteiden ja labyrinttien tarkistus vaurioilta, kulumiselta, murtumilta , ruosteelta ja epäpuhtauksilta
- Hammaskosketuksien tarkastus jokaiselta akselilta
- Kaikkien osien puhdistaminen kokonaan
- On tärkeää että kaikki tarvittavat mittaukset tehdään purkamis ja kasaamisvaiheessa
- Kaikki mittaustulokset tulee tallentaa tulevia vertausarvoja varten
- Magneettisuuden tarkistus.[5]

7.4 Pääöljypumppu



KUVA 4. Pääöljypumppu planeettavaihteistossa. Kuva Joni Makkonen

Pääöljypumppu sijaitsee planeettavaihteiston yhteydessä (ks. kuva 4.) ja se saa käyttövoimansa suoraan vaihdelaatikosta. Pumpun tarkoitus on kierrättää öljyä vaihdelaatikolle ja kompressorille. Seuraavaksi on koottu muutamat pääkohdat, joita on havaittu pumpun toiminnassa.

Kuluvia osia pääöljypumpussa ovat :

- laakerit
- hammaspyörät.

Eräs havaittu eroavaisuus pumpun vaihdon yhteydessä vuonna 1999 vaihtopumppuun oli öljyputkien reikien määrä. Reikiä oli 4 kpl vaikka niitä pitäisi olla 8 kpl. Tarvittavat lisäreiät porattiin uuteen pumppuun.

Kuvassa 4. näkyvä öljyputki on tarkoitettu hammaspyörien öljyn saantiin ennen käynnistystä. Putkessa olevaan kierteeseen (R 1/2") liitetään haarake apuöljypumpun painejohdosta. Tällä toimenpiteellä on tarkoituksena estää pumpun imun aikana tapahtuva kuivakäynti.

Suomentamani TOPS 4.3.1 Väri­nä­mit­tau­k­set mää­rää se­ura­avaa öljy­pum­pu­jen osalta.

TOPS 4.3.1.4 Väri­nä­mit­tau­us va­ra­lai­tei­siin mää­rää se­ura­avat tarkastukset

- Va­ra­lai­teet tulee väri­nä­mit­ata käsi­käyt­ttöi­sil­lä lai­tei­lla hori­son­taal­i­sesti ja ver­ti­kaal­i­sesti ja aksiaal­i­sesti. Väri­nä­mit­tau­k­set näi­lle lai­tei­lle tulee tehdä joka 3 kk:n välein.[5]

Varaosat

Yaran varaosalistasta löytyy kokonainen varapumppu öljypumpun vaihtoon. Varaosa löytyy nimellä Öljypumppu TYP FUS 43/220/24.

7.5 Hammaskyt­kin

Planeettavaihteiston ja turbokompressorin välissä on hammaskyt­kin. Hammaskyt­ki­men voitelu kuuluu suoraan keskusvoitelujärjestelmään. Voitelu tulee tarkistaa kytkimen valmistajan ohjeiden mukaan. Hammaskyt­kin tulee tarkistaa vähintään puolenvuoden - vuoden välein jolloin suoritetaan myös kytkimen rihtaus.

7.6 Kompressori



KUVA 5. Kompressori. Kuva Joni Makkonen

Turbokompressori kuva 5 kuuluu tehtaan kriittisiin laitteisiin. Kompressorin pysähtyessä loppuu ilmatuotto koko tehtaassa ja koko tuotanto pysähtyy. Ensin pysähtyy kattilatoiminta, jonka seurauksena höyryntuotto pysähtyy. Tästä seuraa fosforihappolaitoksella tapahtuvan väkevöinnin pysähtyminen. Seuraavaksi ammoniakkin höyrystyminen loppuu ja tästä seuraa lannoitetehtaan pysähtyminen. Noin 1/5 osa tuotannonlaitteista sammuu lukitusjärjestelmän kautta jos kompressori pysähtyy ja lopettaa toiminnan. Tämä johtaa siihen, että koko tehtaan tuotanto pysähtyy kokonaan.

Kompressorin pitkän käyttöiän vuoksi ei kompressoria tarvitse avata usein. Revisiovälejä ei ole määritetty tarkemmin. Kuitenkin olisi hyvä aukaista kompressori n. 10 vuoden välein huoltotarkistusta varten.

Kompressorin avaamiseen on aiemmin määritelty muutamat tarvittavat varaosat, jotka tulee olla ennen aukaisua hankittuna.

Tarvittavat osat :

Turbiinin puoleisen sokkelotiivisteiden holkki osa 23/83 1kpl

Wevopat Dictungskitt inhalt 275 cm³ (tiivistemassa)

Tiivistenaumat halkaisijaltaan 4mm ja 5mm. Viton 12+12m

Tiivistemassa silikon (lämmönkestävä +260°C) [6.]

Kompressorista on saksalaisia kansiota typpihappotehtaalla ja ennakkohuollossa. Ennakkohuollossa on lisäksi yksi kansio, jossa on alkuperäiskansiota pääkohdat suomennettuna. Kompressorin valmistajan GHH:n edustaja Suomessa toimii Ekströmin koneliike. Asiantuntija ins. Heinrich Alff. Uudenkaupungin tehtaalla on samalainen kompressor, mutta kaikki osat eivät ole vaihtokelpoisia. Uudenkaupungin tehtaan kompressorille on vararoottori, joka ei käy sellaisenaan Siilijärven koneeseen. Laakerikaula, sekä jätekaasuturbiinin pyörä on erimallinen. Nämä vaihtamalla roottori saadaan käymään myös Siilijärven koneeseen.

Liitteessä on nähtävillä turbokompressorin aiempi huoltohistoria joka on kasattu kompressorin alkuvaiheista. Huoltohistoria ei sinänsä toimi koneen ohjeena mutta siitä on helppo havaita tyypillisimpiä vikoja mitä kunnossapito on kirjannut ylös koneen osalta.

Seuraavassa otteita suomennamastani TOPS teksteistä, joka sisältää ohjeet liittyen kompressorin huoltotarkastukseen.

5.1.4.1 Kompressorit

Huoltotarkastuksen tulee perustua laitteiston alkuperäisen valmistajan arvoihin jotka valmistaja on asettanut. Kuitenkin seuraavia tehtäviä tulee vähintään tehdä:

- Kytinten ja keskiöiden tarkastus vahingoilta ja kulumiselta
 - Kompressoriketjun suuntauksen tarkistus
 - Roottoreiden akselivälilyksen tarkistus
 - Laakereiden tarkistus vahingoilta, kulumiselta, murtumilta , ruosteelta ja epäpuhtauksilta
 - Tiivisteiden ja labyrinttien tarkistus vahingoilta, kulumiselta, murtumilta, ruosteelta ja epäpuhtauksilta
 - Roottoreiden ja jokaisen juoksupyörän ja teräriivin tarkistus vahingoilta, kulumiselta, murtumilta , ruosteelta ja epäpuhtauksilta
- Roottoreiden siivet akseli koneissa tulee tarkistaa 100% NDT menetelmin

- Staattoreiden, ohjaussiipien ja loppulaippojen tarkistus vahingoilta, kulumiselta, murtumilta , ruosteelta ja epäpuhtaiksilta
- Kaikkien osien puhdistaminen kokonaan
- On tärkeää että kaikki tarvittavat mittaukset tehdään purkamis- ja kasaamisvaiheessa
- Kaikki mittaustulokset tulee tallentaa tulevia vertausarvoja varten
- Magneettisuuden tarkistus.[5]

Seuraavat varaosat tulee löytyä varastosta koskien TOPS 4.4 Varaosat ohjetta. Varaosaohje on ote suomentamastani tekstistä.

4.4.1.2 Pakolliset varaosat aksiaalisiin kompressoreihin.

- Laakerit tai kokonaiset laakeripukit laakereille
- Aksiaalilaakerit tai kokonaiset laakeripukit (myös shimmilevyt jos ovat käytössä) aksiaalilaakereille
- Täydellinen roottori napoineen valmiiksi tasapainoitettuna
- Täydellinen sarja staattorin siipiä (erittäin suositeltavaa muttei pakollista)
- Erä kaikkia labyrinthtejä (tiivisterengas tyyppisissä labyrintheissa, tiivisterengas ja aihio renkaiden valmistusta varten on riittävä)
- Tiivistysboxi tai osat korjaukseen
- Tiivistysaine tiivistepinnoille, jos tiivistettä ei ole helposti saatavilla
- O-renkaat ja tiivisteet
- Liittimet
- Vara lämpötilamittausanturit /RTD elementit laakereiden lämpötilan mittaukseen.
- Varavärinänmittausanturi.[5]

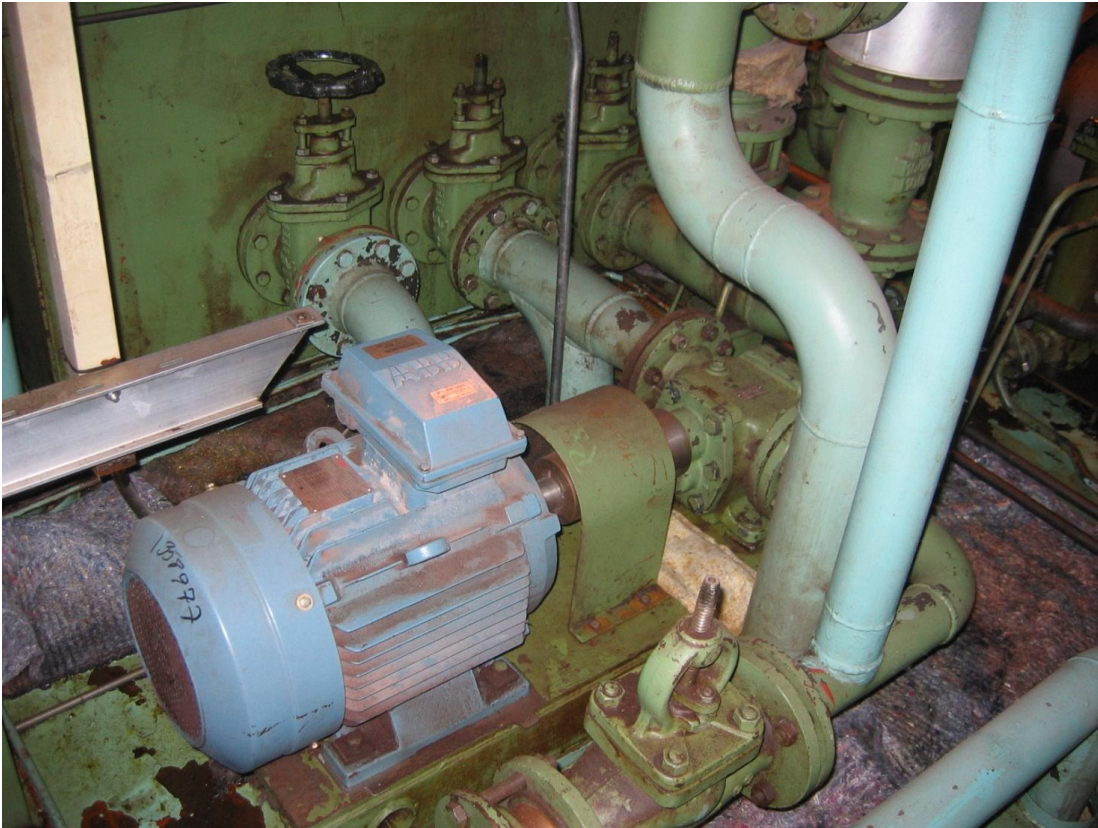
Varaosat

Seuraavaksi on listattu kaikki varaosat liittyen turbokompressoriin. Työn yksi osa-alueista oli varaosien listaus työhön. Varaosalistassa oli myös nimikkeiden numerot Yaran varaosahallintaa varten mutta niitä ei ollut tarpeellista jättää tähän tekstiin. Hyllysaldon merkitys tässä listassa on vähäinen. Saldo vain esittää esimerkillisesti mitä varastosaldo oli kun työtä laadittiin. Hyllykoodi on nimensämukaisesti määrätty hylly josta varaosa tulee löytyä.

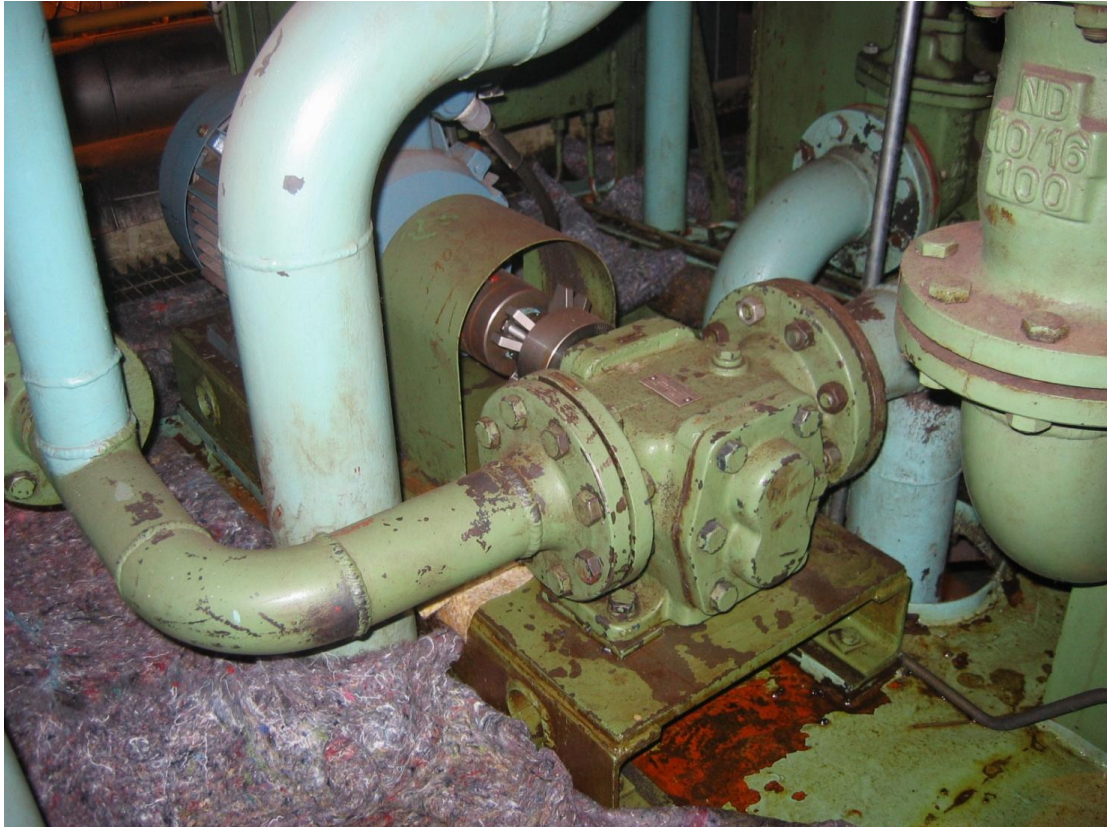
Nimikkeen nimi	saldo	Hylly
Tukilaakerisarja 23/70,23/74,23/75	1	K08A02
Holkki 530/308x40 osa 21/05	1	K08A02
Labyr.Tiiviste roottori halk.301	11	V13B07
Kannatinlaakeri osa 23/73 halk.99, 18/99,20(kartio)	1	V13A01
Kannatuslaakeri osa 23/71 esikoneistettu. Halk 137mm	2	K08A02
Sokkelotiiviste osa 23/81 halk.240	1	V13A03
Sokkelotiiviste osa 23/82 halk.275/160	1	V13A03
Labyrinttiivisteet 275/160,240/145	0	UKI000
Holkki 330/175x200, 330/185x195	2	K08A02
Akselitiiviste 390/223x81	2	K08A03
Akselitiiviste 390/203x81	2	K08A03
Juoksupyörän tiiv. 530/384x47	3	K08A02
Juoksupyörän tiiv. 530/393x47	2	K08A02
Juoksupyörän tiiv. 530/403x47	1	K08A03
Pyörökuminauha 4mm viton musta	0	KYLVAR
Pyörökuminauha 5mm viton musta	6,85	KYLMIO
Silikonikuminauha 5mm pyöreä kov 65SH	8	T13D09
Sokkelotiiviste osa 23/83 halk.240/145	1	V13A03
Labyr.Tiiviste roottori halk. 165	45	V13B08
Labyr.tiiviste staattori halk. 210	14	V13B07
Labyr.tiiviste staattori halk. 165	52	V13B07
Labyr.tiiviste staattori halk. 300	18	V13B07
Labyr.tiiviste staattori halk. 420	28	V13B06
Labyr.tiivisten lukituslanka 1,5x1,5	50	V13B09
Labyr.tiivisten lukituslanka 3,5x3,5	33	V13B09
Kompr.kann.kiin.pultti M36/3 x 120mm	5	V13A06
Turb.kannen kiinnityspultti M20 x 86mm	5	V13A06
Turbiinin irtosiipi uudelle -99 asenn.roottorille	6	V13A06
Turb.siiv.sovituspala uudelle -99 asenn.roottorille	2	V13A06
Kom.kann.kiin.pultin hattumutteri M36/3	5	V13A06
Turb.kannen kiin.pultti hattumutteri M20	5	V13A06
Kiertovoiteluöljy Turbo T 46	416	K43D03
Suodatinsarja TYP 161-1 NW65, GR. 8430	0	V13B04
Suodatinsarja TYP 161-1 NW40, GR. 8440	0	V13B04

Roiskerengas osat 20/37 20/38 (UKISTA)	2	K08A02
Sulkuruuvi M27x2 osa M64.3005.07.10 (UKISTA)	2	K08A02
Kaularuuvi M20x170 Osa OB 608 (UKISTA)	5	K08A02
Kalvo	1	K08A02
Kartiosokka kiertein 13x85 DIN 258 (UKISTA)	2	K08A02
Kartiosokka kiertein 20x140 DIN 7977 (UKISTA)	2	K08A02
Puristusjousi 30/24x64 (UKISTA)	1	K08A02
Puristusjousi 55/47x108 (UKISTA)	2	K08A02
Puristusjousi 75/65x210 (UKISTA)	1	K08A02
Puristusjousi 125/89x405 (UKISTA)	1	K08A02
Ruuvi Päätemutterilla M24, 35 x 156 (UKISTA)	2	K08A02
Vetojousi 25/17x62,5 (UKISTA)	1	K08A02
Vääntösauva osa M63.3225.11.52 (UKISTA)	1	K08A02
Ulosp.ventt.toimi.ohj.mäntä/täyd. (UKISTA)	1	K08A02
Mittakappale (UKISTA)	2	K08A02
Sulkuruuvi M24x1,5 osa M6.69470 (UKISTA)	2	K08A02
Planeetta-alennusvaihe BHS RP36 (UKISTA)	1	K4-OVI

7.7 Apuöljypumppu



KUVA 6. Apuöljypumppu ja öljylinjoja. Kuva Joni Makkonen



KUVA 7. Apuöljypumppu ja sen sähkömoottori asennettuna. Kuva Joni Makkonen

Valmistaja : Neidig

Tyyppi : N4 / 130

Tuotto : 350 l/min

Apuöljypumpun moottori :

Valmistaja Garbe, Lahmeyer & CO

Teho : 11kw / 1500 r/min [6]

Pumppu on sähkökäyttöinen öljypumppu, jota pyörittää oikosulkusähkömoottori (ks. kuva 6. ja 7.). Pumpun tarkoituksena on tuottaa öljynpainetta esim. ennen käynnistystä, jolloin vaihdelaatikosta voimansa saava pääöljypumppu ei pyöri. Apuöljypumppua käytetään myös laitteen pysäytyksen yhteydessä. Pitempiaikaisissa pysäytyksissä pumppua käytetään noin 15-30 minuutin ajan, jolloin saadaan öljy jäähdytettyä tarvittavaan lämpötilaan eikä ns. laudevettä pääse syntymään öljyn sekaan (korroosiovaara). Pumppu ei pääse juurikaan kulumaan sen vähäisen käytön vuoksi. Kuluvia osia ovat laakerit ja akseli.

Apuöljypumpun huoltotarkastus väli on 1 – 1,5v.

Apuöljypumppu kuuluu kompressorin apulaitteisiin.

Suomentamani TOPS 4.2.7 määrää seuraavat tarkastukset lisäöljypumpuille tehtäväksi

- Väriämittaus 3 kk:n välein [5]

7.8 Hätäöljypumppu



KUVA 7. Hätäöljypumppu ja akkukäyttöinen sähkömoottori. Kuva Joni Makkonen

Valmistaja : Neidig

Tyyppi : N3/110

Tuotto : 220 l/min

Hätäöljypumpun moottori :

Valmistaja : Garbe, Lahmeyer & CO

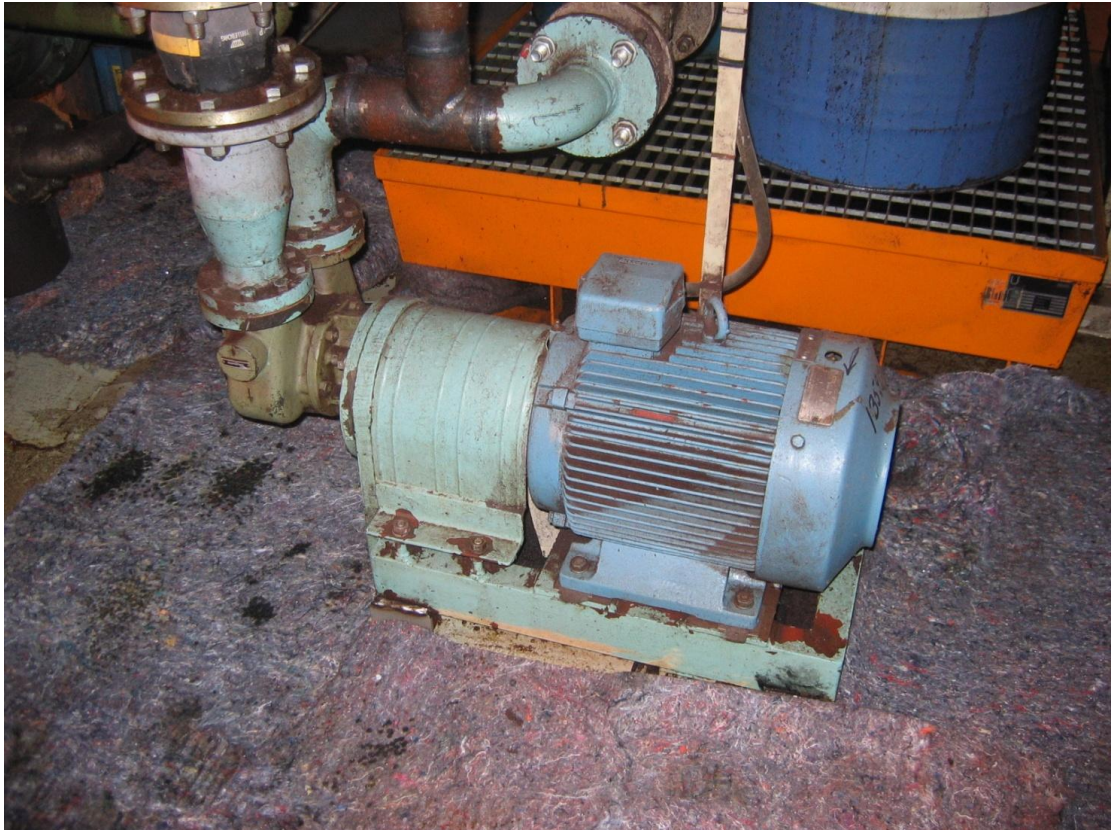
Teho : 5,5 kW / 1500 r/min [6]

Hätä-öljypumppu on akkukäyttöinen tasavirtamoottorin pyörittämä öljypumppu, joka tuottaa öljynpainetta vain laakereille. Näin voi käydä mm. sähkökatkoksissa, jolloin kompressori pysähtyy (ks. kuva 7.). Kuluvia osia ovat laakerit ja akseli.

Hätäöljypumppu kuuluu kompressorin apulaitteisiin. Suomentamani TOPS 4.2.7 määrää seuraavat tarkastukset apulaitteille tehtäväksi:

- Värinänmittaus 3 kk:m välein [5]

7.9 Varaöljypumppu



KUVA 9. Varaöljypumppu Kuva Joni Makkonen

Valmistaja : Garbe, Lahmeyer & Co

Tyyppi: AEN3/110-KGC4/35-17

Asennettu alustalle, johon kuuluu kipinöimätön kytkimensuojus ja kytkin. [6]

Varaöljypumppu (ks. 9.) on oikosulkumoottorin pyörittämä pumppu, joka toimii varaöljypumppuna jos pääöljypumppu ja apuöljypumppu rikkoontuvat yhtäaikaan. Kuluvia osia ovat laakerit ja akseli. Mahdolliset värinät johtuvat imuventtiilistä. Jos imuventtiili ei ole täysin auki, aiheuttaa se pumpun kavitointia.

Varaöljypumppu kuuluu kompressorin apulaitteisiin. Suomentamani TOPS 4.2.7 määrää seuraavat tarkastukset apulaitteille tehtäväksi:

- Värinänmittaus 3 kk:n välein [5]

7.10 Öljysäiliö



KUVA 10. Öljysäiliö. Kuva Joni Makkonen

Öljynvaihdot näin suurina määrinä olisivat suuri kustannus yritykselle. Öljynvaihdot tulee perustua öljyanalyseista saatuihin tuloksiin. Uuden öljyn lisääminen säiliöön on tapahduttava suodattamalla uusi öljy lisäyksen aikana. Syy, miksi uusi öljy tulee suodattaa, johtuu siitä, että öljyn seassa on siihen kuulumattomia hiukkasia johtuen esim. öljytynnyreiden hitsausprosessissa irronneista partikkeleista. Öljysäiliössä on sisällä sihdit. Sihdit ovat irroitettavaa mallia ja ne täytyy puhdistaa pesemällä jokaisen vuosiseisakin aikana. Öljysäiliön puhdistus 10 vuoden välein. Viimeksi tehty puhdistus vuonna 1999, jolloin säiliö avattu ja puhdistettu ja samalla tarkastettu maalaukset. Öljyn täyttömäärä 2 600 litraa Teresso 46- öljyä.

Öljysäiliön(ks. kuva 10.) päällä on öljysumunpoistopuhallin. Sen tarkoituksena on poistaa takaisinvirtaavan öljyn aiheuttama öljykaasu ja pitää pientä alipainetta öljysäiliössä. Typpihappolaitoksen ulkopuolella on kaasulle tarkoitettu öljyastia, johon puhallin puhaltaa öljysumun. Astia on tarkistettava vuosittain ja astia on pidettävä siten, että se ei kurista puhallusvirtausta.

Suomentamani TOPS 4.3.5 Öljyanalysit pyöriville laitteille määräävät seuraavat tarkistukset

- o Minimissään, öljyanalysit tulee tehdä jokaiselle öljyjärjestelmälle kahdesti vuodessa.[5]

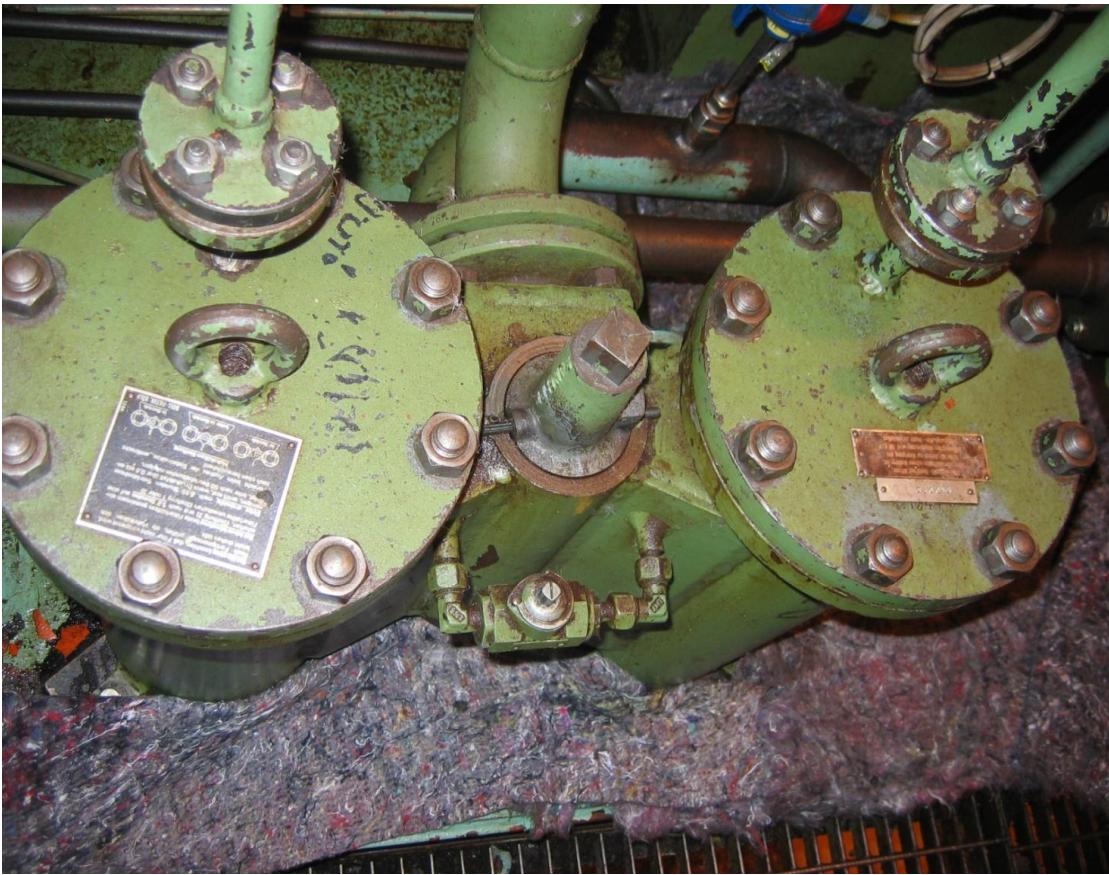
7.11 Öljynlämmönvaihtimet



KUVA 11. Öljynlämmönvaihtimet. Kuva Joni Makkonen

Öljylinjassa on kaksi kappaletta (ks. kuva 11.) öljynlämmönvaihtimia. Niiden tarkoitus on jäähdyttää öljyä tarpeen mukaan. Öljy virtaa lämmönvaihtimien kautta öljynsuodattimille ja sitä kautta eteenpäin. Vesi kiertää putkistossa vaihtimen sisällä ja jäähdyttää öljyä automaattisesti. Lämmönvaihtimien vaatima huolto on erittäin vähäistä eikä suurempia huoltoja ole tarvinnut juuri tehdä. Ainoastaan vaadittava puhdistus sisäpuolelta tulisi suorittaa valmistajan ohjeiden mukaisesti.

7.12 Laakeri- ja ohjausöljysuodattimet



KUVA 12. Ohjaus- ja laakeriöljysuodattimet. Kuva Joni Makkonen

Valmistaja : Boll & Kirch, Köln

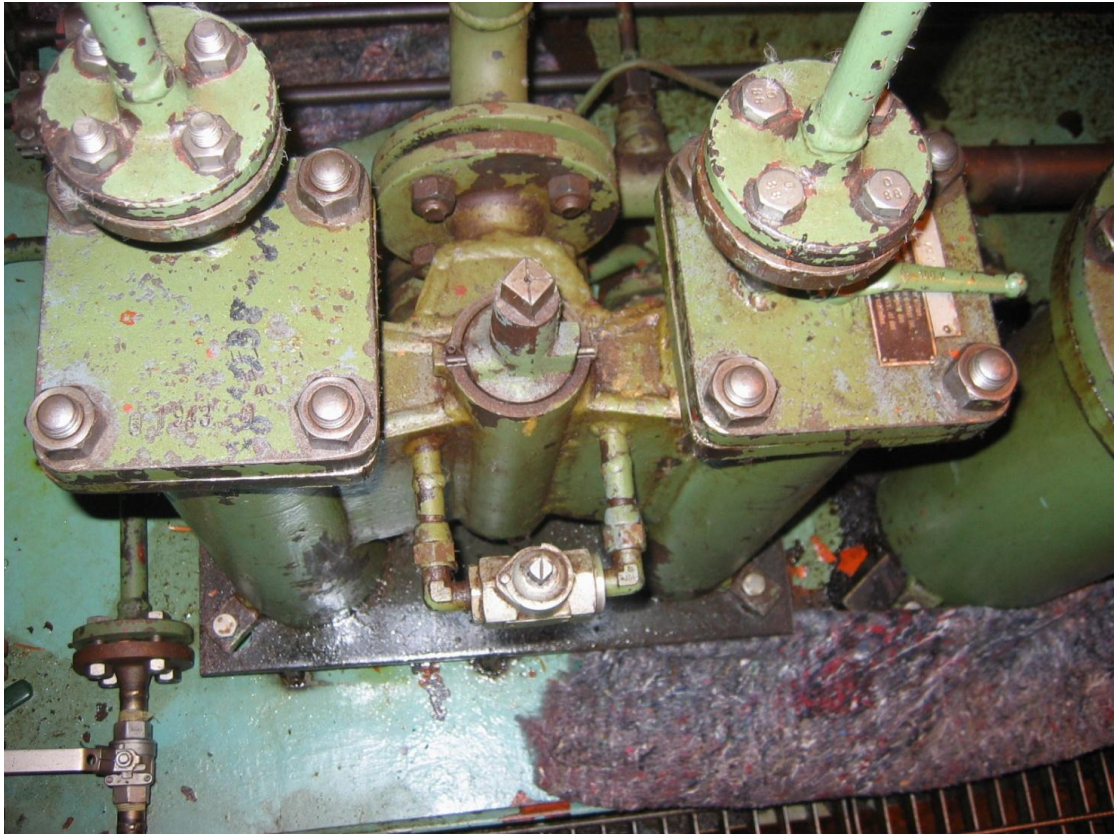
Tyyppi : 161-I NW 65, ND 16

Kapasiteetti : 320 l/min [6]

Suodattimet toimivat ohjaus- ja laakeriöljysuodattimina. Kumpikin suodatin on mitoitettu koko öljymäärälle niin, että toinen suodatin on aina varalla. Käytön aikana öljy virtaa vain toisen suodattimen läpi, mutta öljyvirtaus voidaan vaihtaa käynnissä olessa käyttämällä vaihtokytkintä. Vaihtokytkin näkyy kuvassa 12 öljynsuodattimien välissä. Tämän johdosta voidaan öljynsuodattimen pesu suorittaa suoraan käytönaikana.

Suodattimen vaihtovälejä ei ole määritelty mitenkään. Kuitenkin suodattimien vaihdot tulee kirjata ylös suodattimien tekniseen historian kaavakkeeseen, jotta voidaan määrittellä suodattimien vaihtovälit ja niiden muutokset tullaan huomaamaan. Aiemmat suodattimien vaihdot (pesut, koska suodattimet ovat pestävää mallia) on tehty vuoden välein.

7.13 Venttiilinohjausöljyn suodattimet



KUVA 13. Venttiilinohjausöljyn suodattimet. Kuva Joni Makkonen

Valmistaja : Boll & Kirch, Köln

Tyyppi : 161-I, NW 40, ND 16

Kapasiteetti : 80 l/min [6]

Suodattimien läpi kiertävä öljy toimii jäämäkaasun pikasulkuventtiilin, kompressorille menevän imuilmansäätöventtiilin ja ilman ulospuhallusventtiilin ohjauksessa. Kumpikin suodatin on mitoitettu koko öljymäärälle niin, että toinen suodatin on aina varalla. Käytön aikana öljy virtaa vain toisen suodattimen läpi, mutta öljyvirtaus voidaan vaihtaa käynnissä olessa käyttämällä vaihtokytkintä, joka näkyy kuvassa 13 öljynsuodattimien välissä. Tämän johdosta voidaan öljynsuodattimen pesu suorittaa suoraan käytönaikana.

Suodattimen vaihtovälejä ei ole määritelty mitenkään. Kuitenkin suodattimien vaihdot tulee kirjata ylös suodattimien teknisen historian kaavakkeeseen, jotta voidaan määritellä suodattimien vaihtovälit ja niiden muutokset tullaan huomaamaan. Aiemmat suodattimien vaihdot (pesut, koska suodattimet ovat pestävää mallia) on tehty vuoden välein.

7.14 Etummainen pääakselin laakeri



KUVA 14. Pääakselin laakeri (vaihteiston puoleinen). Kuva Joni Makkonen

Kompressoria ennen on akselin toinen laakeri. Laakerin kuoreen on liitetty laakerimetallinlämpötila-anturit (2 kpl) ja akselin siirtymämittausanturi (ks. kuva 14.) Laakerinlämpötilat tulisi tarkistaa viikoittain.

Voiteluöljyn paine ennen laakereita oltava vähintään 0,5 Mpa, enintään 1,7 Mpa. Lämpötila maksimissaan 80 °C, mutta pyrittävä pitämään ~60 °C.

Laakereiden labyrinttirenkaiseen on asennettu paineilmasyöttö, jolla tiivistyskohta pyritään pitämään paineellisena. Tämä auttaa pitämään öljyt laakeripesän sisällä.

Laakerin tiivisteiden välistä vuotava öljy on yleinen ongelma. Öljynpaineita muuttamalla on havaittu, että öljyn käryämistä ja ohivuotoa voidaan hallita osittain. Sama menetelmä koskee myös takimmaista laakeria.

7.15 Takimmainen pääakselin laakeri



Kuva 15. Akselin takimmainen laakeri. Kuva Joni Makkonen

Takimmainen laakeri (ks. kuva 15.) sijaitsee kompressorin ja jäämäkaasuturbiinin välissä. Laakerissa on yksi lämpötila-anturi. Laakerinlämpötilat tulisi tarkistaa viikoittain. Laakereiden labyrinttirenkaiisiin on asennettu paineilmasyöttö, jolla tiivistyskohta pyritään pitämään paineellisena. Tämä auttaa pitämään öljyt laakeripesän sisällä.

Voiteluöljyn paine ennen laakereita oltava vähintään 0,5 Mpa, enintään 1,7 Mpa. Lämpötila maksimissaan 80 °C, mutta pyrittävä pitämään ~60 °C.

7.16 Jäämäkaasuturbiini



KUVA 16. Jäämäkaasuturbiini ja solaventtiilit. Kuva Joni Makkonen

Jäämäkaasuturbiinin tarkoitus on lisätä järjestelmän hyötysuhdetta toimiessa ns. turbona akselin päässä. Kaasuturbiini on samalla akselilla turbokompressorin kanssa. Teholtaan kaasuturbiini on 2 235 kW.

Vuosiseisakeissa tarkastetaan solaventtiilien kunto (ks kuva 16). Työhön kuuluu tarvittaessa venttiilien hionta ja uudet poksit. Toimilaitteisiin uusitaan karojen tiivisteet. O-renkaiden mitat ovat 40 x 5 VITON. Laakerin suojana olevat akselitiivisteet tulee tarkistaa ja tarvittaessa uusia.

Vuonna 2004 havaittu vika on aiemminkin tapahtunut solaventtiileissä. Solaventtiileiden säädön yhteydessä venttiili oli jumittunut ja irronnut napsahtaen venttiiliä avattaessa. Tämä viittaa väljentyneeseen lautassovitteeseen.

Jäämäkaasuturbiinin varaosat

Seuraavassa on listattu pakolliset varaosat kaasuturbiinien osalta, jotka olen suomentanut TOPS-ohjeesta.

4.4.1.4 Pakolliset varaosat kaasuturbiineille :

- Laakerit tai kokonaiset laakeripukit laakereille
- Aksiaalilaakerit tai kokonaiset laakeripukit (myös shimmilevyt, jos ovat käytössä) aksiaalilaakereille
- Täydellinen roottori napoineen valmiiksi tasapainoitettuna
- Täydellinen sarja staattorin siipiä (erittäin suositeltavaa, muttei pakollista)
- Täydellinen sarja "kuumia osia" (suuttimet, muutospalat, linjarit ym.)
- Sarja kaikkia labyrinthitiivisteitä (tiivisterengas tyyppisissä labyrinteissä, tiivisterengas ja aihio renkaiden valmistusta varten on riittävä)
- Tiivistys boxi tai osat korjaukseen
- Tiivistysaine tiivistepinnoille, jos ei ole helposti saatavilla
- O-renkaat ja tiivisteet
- Liittimet
- Varalämpöanturit / PT100 elementit laakereiden lämpötilan mittaukseen
- Varavärinänmittausanturi.[5]

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada tehtyä yksinkertainen kunnossapito- ja huolto-ohje Yaran Siilinjärven tehtaalla sijaitsevaan turbokompressoriin. Ohjeen myötä ennakkohuoltojen ja kunnossapidon ohjeistus kyseiseen laitteeseen tulee olemaan ajantasalla. Tarvittavien tarkastusten ja huoltokohteiden luettelo kompressorin osalta on siis turvattu ja Yaran vaatimat ohjeet tulevat täytetyksi.

Toisena tavoitteena työssä oli suomentaa Yaran sisäiset ohjeet koskien turbokompressoria. Suomentaminen käsitti noin 20 sivuisen englanninkielisen tekstin, josta rajattiin tähän insinööriyöhön liittyvät pääkohdat. Ohjeen tarpeellisuus Siilinjärven tehtaalle oli tärkeää, koska TOPS-versiot olivat saatavana vain norjaksi ja englanniksi. TOPS-suomentamisen ansiosta tehtaalla menossa oleva projekti, koskien kriittisiä laitteita, tulee olemaan helpompi toteuttaa. Suomentamani TOPS-ohje jää Yaralle kokonaisuudessaan ja siitä on helppo tarkistaa vaadittavat huollot ja niiden ajankohdat.

Päätavoitteeni työn valmistumisesta ja omien opintojen päätöksestä on täytymässä. Työn aloitus juonsi juurensa jo kesälle 2008 jolloin asiasta päätettiin ollessani kesätöissä keskuskorjaamolla. Työ saatiin alulle 2009 keväällä mutta keskeytyi lähinnä sen takia että olin töissä muualla. Lopulta syksyllä sain aikaa itselleni ja opinnäytetyölle ja suunnitelmat alkoivat edetä. Työssä ei ollut suuria ongelmia poislukien ajankäyttö ja oma kokemattomuuteni tällaisen ohjeen teossa. Työtä vaikeutti hieman erittäin hajanaiset tiedot itse kompressorista, mutta asiantuntevan henkilöstön avulla saatiin kerättyä tarpeellinen lähdemateriaali kokoon. Työhön olisi voinut sijoittaa tarkemmin selostettuja työmenetelmiä ja muuta tietoa aiheesta, mutta työ olisi paisunut liian isoksi. Yaran henkilöstöllä on oikeus muuttaa ja parantaa ohjetta tarvittaessa.

Suuri kiitos kuuluu Siilinjärven laitoksen keskuskorjaamon- ja typpihappotehtaan työntekijöille, jotka olivat auttavaisia työn suhteen ja opastivat tarvittaessa asioissa. Työssä erityisesti olivat mukana Erkki Sallinen, Juha Kämppi, Jukka Korhonen ja Jukka Heino.

LÄHTEET

1. Yara Suomi. Etusivu. Yritys. Yara Suomessa. Historia. [viitattu 12.10.2010]
Saatavissa: <http://www.yara.fi>
2. Yara Suomi. Etusivu. Yritys. Yara lyhyesti. [viitattu 06.12.2010]
Saatavissa: <http://www.yara.fi>
3. Yara Suomi. Etusivu. Yritys. Yara Suomessa. Tuotantolaitokset Suomessa.
[viitattu 10.12.2010] Saatavissa: <http://www.yara.fi>
4. Typpihappotehtaan toimintakuvaus. [11.1.2011] Ei yleisesti saatavilla
5. TOPS – Technical Operation Standards 2-03. [07.10.2010]
Ei yleisesti saatavilla
6. Turbokompressorin huoltohistoria. [08.07.2010] Ei yleisesti saatavilla

Huoltohistoria

Lista vanhoista huolloista liittyen koko turbokompressoriin ja sen apulaitteisiin. Listassa on esiintyneitä vikoja joita on havaittu kompressorin käytössä.

1973 15.12

Huoltotarkastus : kunnossa

1976 19.03

Öljy vaahdottunut, otettu näyte, lisätty 360l

1976 15.06

Huoltotarkastus : kunnossa

1976 08.07

Vaihdettu labyrinthitiiviste

1976 06.09

Vaihdettu labyrinthitiiviste

1977 17.06

Kiertoöljyvoitelusta näyte: öljy vaihdettu

1977 26.07

Kiertoöljyvoiteluöljyä lisätty 400l

1978 04.05

Kiertoöljyvoiteluöljyä lisätty 400l

1979 21.06

Kiertovoiteluöljyä lisätty 600l. Joukkoon vaadonestoaine

1979 08.08

Asennettu ylimääräinen sähkökäyttöinen pääöljypumppu (varsinaisen pääöljypumpun akseli poikki)

1979 22.08

Kiertovoiteluöljyä lisätty 200l

1980 28.05

Huoltotarkastus : kunnossa

1989 08.06

Kompressorin vaihteen puoleisen laakerin öljyvuodon poistamiseksi asennettiin akselisuojuksen tiivisteeksi uraan O-rekaan paikalle nitrilikuminauha 8x8mm. Nauhan valmisti levystä Kuopiossa TKA.

1991 08.01

Öljysuodatimet puhdistetu

1992 28.02

Öljysuodattimet puhdistettu

1993 06.01

Öljysuodattimet puhdistettu

1994 25.05

Kompressorin laakerit ja rihtaus tarkastettiin. Vaihteen ja moottorin välistä rihtausta hieman korjattiin. Tarkastettiin että peruspultit ovat kiinni. Petin pintavalun halkeamiin injektoitiin hatsia. Akselin siirtymävahti säädettiin toimivaksi. GHH:lta Saksasta oli Paul Dickman.

1994 25.05

Öljysuodattimet puhdistettu. Öljyä lisättiin 200litraa

1994 26.05

Käyttönoton yhteydessä vaihteelle menevän öljyn painetta kuristettiin 3,6:sta 2,5:n bariin Kiertovoiteluöljy tutkittiin, on edelleen käyttökelpoista

1996 07.06

Vaihteen puoleisen laakerin tarkastus. Välys 0,09mm.

1976

Kompressorissa tehtiin revisio kesäkuussa 76. Silloin ei uusittu mitään osia. Lohkojen väliset tiivistenarut tuli asentajan mukana Saksasta. Asejataja oli Bauer GHH:sta

1979

Kesäkuussa 79 Kompressorin vaihteeseen asennettiin uudet hammaspyörät. Kierrosluku nostettiin 8127,3rpm. Entiset pyörästöt varaosineen on varastossa.

Pyörimisnopeudenmuutoksen yhteydessä vaihdettiin vaihdelaatikon kylkeen uusi pääöljypumppu josta katkesi akseli pian. Kone jäi käymään Sähkökäyttöisen öljypumpun varaan.

Kesällä 79 systeemiin asennettiin alkuperäisten lisäksi sähkömoottorikäytöllä oleva lisäpumppu. Tämä pumppu FUS 43/220/24 ollut pääöljypumpun varalaitteena varastossa.

1980

Kesäkuussa 80, silloin asennettiin Saksassa kunnostuksessa käynyt entinen UKIn kompressorin roottori. Siitä oli hiottu vaihteen puolimmainen laakerinkaula alamittaan halk. 99mm. Samalla oli asennettu akselille uuden turbiinin vaatima juoksypyörä. Erinäisten mittapoikkeamien, tiivistenauha puutteiden yms. jälkeen kone saatiin käyntikuntoon. Asentaja oli Pustai GHH:sta

Moottorin ja vaihteen välinen kytkin vaihdettiin 1980. Entiset tappikytkimen tilalle vaihdettiin säteittäisellä muovitangoilla varustettu kytkin.

Kesäkuussa 80 asennettiin BHS:n lähettämä uusi pääöljypumppu mutta käynnissä havaittu tärinän ja äänen vuoksi pumppu otettiin pois ja putket sokeoitiin.

1981

Kesäseisokissa 81 todettiin kompressorin ja vaihteen välisessä laakerissa vähäistä laakerimetallin kulkemista. Tällöin UKI:ssa ollut GHH:n asentaja Sviatkowski kävi asentamassa uuden laakerin.

Kesäkuussa 81 vaihteeseen asennettiin sen alkuperäinen öljypumppu joka käy äänettömästi.

Uudet entistä isommat öljynjäähdyttimet asennettiin kesäkuussa 81

1982

Teholisäysseisokin yhteydessä tuli öljyvuoto kompressorin, turbiinin puoleisen laakerin kaulalle. Vuodon poistamiseksi asennettiin kesällä 82 k.o. laakerin labyrinttirenkaiseen paineilmasyöttö, jolla tiivistyskohta pyritään pitämään paineellisena.

1983

BHS:n toimittava pumppu on varastossa ja voitane asentaa vaihteeseen, kun siihen vaihdetaan nyt 12/ 1983 käytössä oleva hammaspyörä.

Toukokuussa 83 asennettiin jo kolmannen kerran korjauksessa käynyt sähkömoottori. Varamoottori on Oulun kanssa yhteinen.

www.savonia.fi

