

Antti Rönkä

REJEKTIJAUHIMEN TERIEN VAURIOITUMISEN TUTKIMINEN

Insinööryö

Kajaanin ammattikorkeakoulu

Tekniikan ja liikenteen ala

Kone- ja tuotantotekniikka

Kevät 2005



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

**OPINNÄYTETYÖ
TIIVISTELMÄ**

Ala Tekniikka	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka
Tekijä(t) Antti Rönkä	
Työn nimi Rejektijauhimen terien vaurioitumisen tutkiminen	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Tietokone avusteinen suunnittelu	Ohjaaja(t) Mikko Heikkinen
Aika Kevät 2005	Sivumäärä 31 sivua ja 5 liitesivua
<p>Tiivistelmä</p> <p>Insinööriä tehtiin UPM, Kajaanin tehtaalle. Työssä tutkittiin rejektijauhinta, joka sijaitsee tehtaalla SC-hiomossa. SC-hiomossa valmistetaan massaa PK2:n tarpeisiin, joka valmistaa massasta aikakausilehtipaperia. Jauhimella jauhetaan rejektiä, jonka jauhatusta parantaa paperin ominaisuuksia.</p> <p>Insinööriä tarkoituksena oli selvittää, mistä rejektijauhimen terien väliin ajautunut irtometalli oli peräisin ja miten irtometallin joutuminen jauhinta terien väliin pystyttäisiin estämään tulevaisuudessa.</p> <p>Työssä analysoitiin terämateriaalin ja irtometallin koostumuksia ja tehtiin sen pohjalta parannusehdotuksia ongelman ratkaisemiseksi. Työ sisältää muutamia ratkaisuvaihtoehtoja ongelmaan ja antaa selkeän kuvan, siitä mitä asiaa korjaamiseksi tulee tehdä. Työssä selvisi, että irtometalli on todennäköisesti peräisin jauhimen roottori puolen keskuslevyn siivekkeistä. Keskuslevyn siivekkeiden päihin suunniteltiin kartiomaiset reiät kavitaatioilmiön estämiseksi. Kavitaatioilmiötä aiheuttaa paineen vaihtelu.</p>	
Luottamuksellisuus	Ei
Hakusanat	
Säilytyspaikka	AMK:n kirjasto



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

ABSTRACT OF THESIS

School Faculty of engineering	Degree programme Machine and Production Engineering
Author(s) Antti Rönkä	
Title Studying the Damages of a Reject Refiner Segments	
Alternative professional studies	Instructor(s) Mikko Heikkinen
Date Spring 2005	Total number of pages 30+5
Abstract <p>This Bachelor's thesis was made for UPM, the Kajaani mill. The machine which was examined is a reject refiner and it is located in the SC groudwood plant. In addition, the thesis studied what could be done to prevent the foreign material from getting into the refiner. The first priority was to study how the foreign material had gone to the refiner.</p> <p>To find out the origin of the foreign material, the damaged refiner segments were sent to Rautaruukki Oyj in Raahe. The results revealed that the foreign material was made from the same material than the refiner segments. Most likely the foreign material was from the central plate wings.</p> <p>The thesis also studied the cavitation of the refiner's segments. The problem of cavitation was solved by making holes into the central plate wings. The exhalation of the pressure relief causes cavitation.</p>	
Confidentiality status	No
Keywords	
Deposited at	Library of Kajaani Polytechnic

ALKUSANAT

Ollessani töissä UPM-Kymmenellä Kajaanissa kesällä 2004 aloin pohtia erilaisia mahdollisuuksia insinööriyön tekoa varten. SC-hiomossa ilmeni kesän aikana ongelma, kun rejektijauhimen terien väliin oli ajautunut irtometallia. Minulle annettiin yrityksen puolelta insinööriyöni aiheeksi rejektijauhimen terien vaurioitumisen tutkiminen, joka sopi minulle mainiosti, sillä olin kesätyötä tehdessäni jo valmiiksi tutustunut kyseiseen laitteeseen. Olin ollut monesti työkavereideni kanssa vaihtamassa jauhimien teriä, joten minulla oli niistä jo hieman pohjatietoa.

Tahdon samalla kiittää Kari Korhosta, joka työskenteli SC-hiomossa työparinani. Häneltä sain paljon aiheeseen liittyvää tietoa ja tukea myös ongelmatilanteissa. Lisäksi tahdon kiittää Henna Tuhkasta, Tapani Karhumaata, Otto Vanhamäkeä, Ilmo Kilposta, jauhinten terien toimittajan edustajaa Urpo Sulanderia ja insinööriyön ohjaajaani Mikko Heikkistä saamastani tuesta työtä tehdessäni.

Kajaanissa 1. maaliskuuta 2005

Antti Rönkä
Sotkamontie 11 | 73
87 140 Kajaani

SISÄLLYSLUETTELO

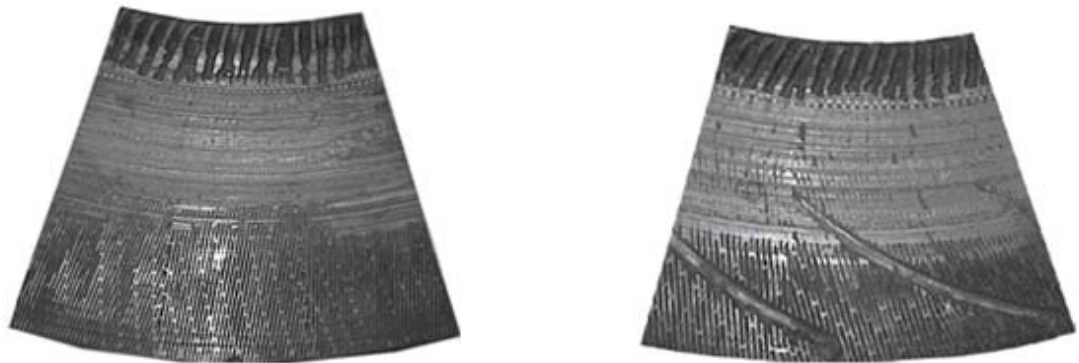
ALKUSANAT.....	4
1 JOHDANTO	6
2 HIOKKEEN VALMISTUSPROSESSI.....	8
3 REJEKTIJAUHIN JA SEN TOIMINTA.....	10
3.1 Teräväli ja sen pitäminen vakiona	12
3.2 Järjestelmän painekammiot.....	14
3.3 Etulaakeri ja takalaakeri	16
3.4 Jauhimen ohjaus ja mekaaninen järjestelmä.....	17
4 JAUHIMEN TERIEN VAURIOITUMINEN.....	20
4.1 Jauhimen terien valmistusprosessi ja terissä ilmennyt ongelma	20
4.2 Jauhimen terien tutkiminen.....	22
4.3 Terien analysointi ja tulokset	23
5 RATKAISUVAIHTOEHTOJA VAURIOITUMISEN VÄLTÄMISEKSI.....	25
5.1 Kehittämiskohde	27
6 YHTEENVETO.....	29
LÄHDELUETTELO	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

UPM on yksi maailman johtavia paperiyhtiöitä, joka on erikoistunut aikakauslehtipapereiden, sanomalehtipapereiden, hieno- ja erikoispapereiden, jalostusmateriaalien ja puutuotteiden valmistukseen. Yrityksellä on tuotantolaitoksia 16 maassa ja lisäksi kattava myynti- ja jakeluverkosto yli 70 maassa. Konsernin liikevaihto oli vuonna 2003 noin 10 miljardia euroa. Konsernin palveluksessa työskentelee noin 33400 ihmistä [1].

Kajaanin tehtaalla on henkilöstöä noin 770. Tehtaalla on kolme paperikonetta (PK 2, PK 3 ja PK 4). Tehtaalla valmistetaan superkalanteroitua aikauslehtipaperia, kirjapaperia, sanomalehtipaperia ja luettelopaperia. Tehtaan tuotantokapasiteetti on noin 605 000 tonnia vuodessa [1]. Tehtaalla on kaksi kuumahierämöä, SC-hiomo, painehiomo ja biologinen puhdistamo [2].

Työssä tutkittiin SC-hiomon rejektijauhimia, joiden ongelmana oli terien väliin ajautunut irtometalli, joka oli rikkonut terät käyttökelvottomiksi (kuva 1).



Kuva 1. Vasemmalla staattoripuolen rikkoontunut terän palanen ja oikealla roottoripuolen rikkoontunut terän palanen.

Irtometallia oli tullut terien väliin niin, että irtometalli oli mahtunut terien alkuurista läpi. Irtometallin saavuttua varsinaiseen jauhatusosaan se ei kuitenkaan ollut päässyt siitä läpi, vaan oli tuhonnut jauhimen terät. Terät olivat menneet

pilalle selektiiviuran alkuun asti. Urista irtometalli on poistunut selektiiviuria pitkin jatkoprosesiin.

Työn tavoitteena oli selvittää, mitä materiaalia tämä jauhinten terien väliin ajautunut irtometalli on. Lisäksi pyrittiin selvittämään, miten sen pääsy jauhinten terien väliin pystyttäisiin estämään tulevaisuudessa.

2 HIOKKEEN VALMISTUSPROSESSI

Tässä luvussa käytettiin apuna UPM-Kymmenen prosessikuvausta [3].

Puu tuodaan tehtaalte autolla tai junalla. Tavoitteena on tuoreen puun käyttäminen paperin valmistusprosessissa, mikä edellyttää melko pientä varastointia. Hiomopuuna käytetään SC-hiomossa ainoastaan kuusta.

Puurunkojen käsittely tapahtuu katkaisupöydällä, jossa puurungot sahataan metrin pituisiksi SC-hiomolle ja 1,5 metrin pituisiksi painehiomolle. Sen jälkeen puu kuoritaan kuorimarummussa ja kuoritut pöllit kuljetetaan kuljettimien avulla hiomakoneille.

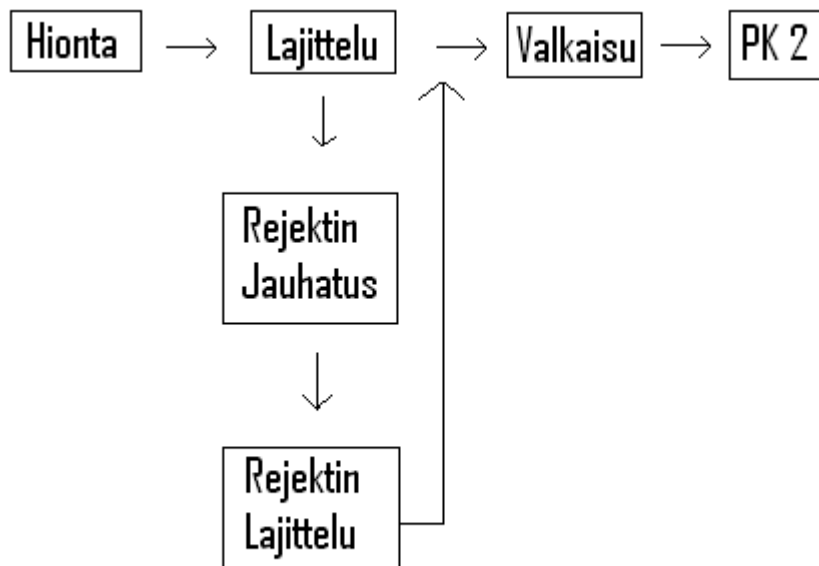
Hionta tapahtuu SC-hiomossa kaksiuunisessa hiomakoneessa. Kaksiuunisessa hiomakoneessa uunit ovat kiven vastakkaisilla puolilla ja hiottavia puita kuormitetaan vasten hiomakiveä vesihydrauliikan avulla. Hiomavyöhykkeen kokonaispituus on noin 40 % kiven ympärysmitasta. Vastakkaisilla uuneilla saadaan vakaa rakenne, joka kestää suurta kuormitusta ilman rakennevaurioita. Puun syöttö uunihiomakoneisiin tapahtuu koneiden yläpuolella olevien syöttötaskujen kautta. Uunin ollessa tyhjä vetäytyy paineantura taaksepäin ja sen yläpuolella oleva luukku avautuu, jolloin puut putoavat uuniin. Luukku suljetaan ja paineantura alkaa puristaa puita kiveä vasten. Kiven puhdistus ja jäähdyttäminen tapahtuu vedellä, jota syötetään koneeseen neljän suihkuputken avulla.

Kivihionnassa (GW) hyvän hiontatuloksen saavuttamiseksi suihkuveden lämpötilan on oltava 65 – 75 °C. Massan lämpötila on 10 – 25 °C korkeampi kuin suihkuveden lämpötila, riippuen mm. tavoitteena olevasta hiokkeen hienousasteesta ja hiomakiven terävyysasteesta. SC-paperilaatua valmistettaessa hiokkeen freeness on tyypillisesti 25 – 45 ml.

Hionnan jälkeen hiokemassa on jo melko hyvin kehittynyt, mutta se ei kuitenkaan vielä ole kelvollista sellaisenaan vietäväksi paperikoneelle. Hionnan jälkeen massa pumpataan karkeasihtaukseen, josta se edelleen kuljetetaan pri-

määrilajitteluun. Primäärilajittelun jälkeen massa saostetaan ja pumpataan valkaisuun, jonka jälkeen massa pestään ja pumpataan paperikoneen varastosäiliöön. Päälinjalta lajittelussa hylätty aines pumpataan rejektin käsittelyyn. Jauhettu rejektimassa siirretään latenssinpoistosäiliöön, jonka jälkeen se pumpataan rejektilajittimelle. Rejektilajittelun jälkeen massa palautetaan päälinjaan saostettavaksi.

Lisäksi hioketta myös jälkijauhetaan. Sen tarkoitus on muokata kuituja paremmin sitoviksi ja vähentää massassa olevaa tikkupitoisuutta, sekä samalla jälkijauhatusta pienentää laatuvariaatioita.



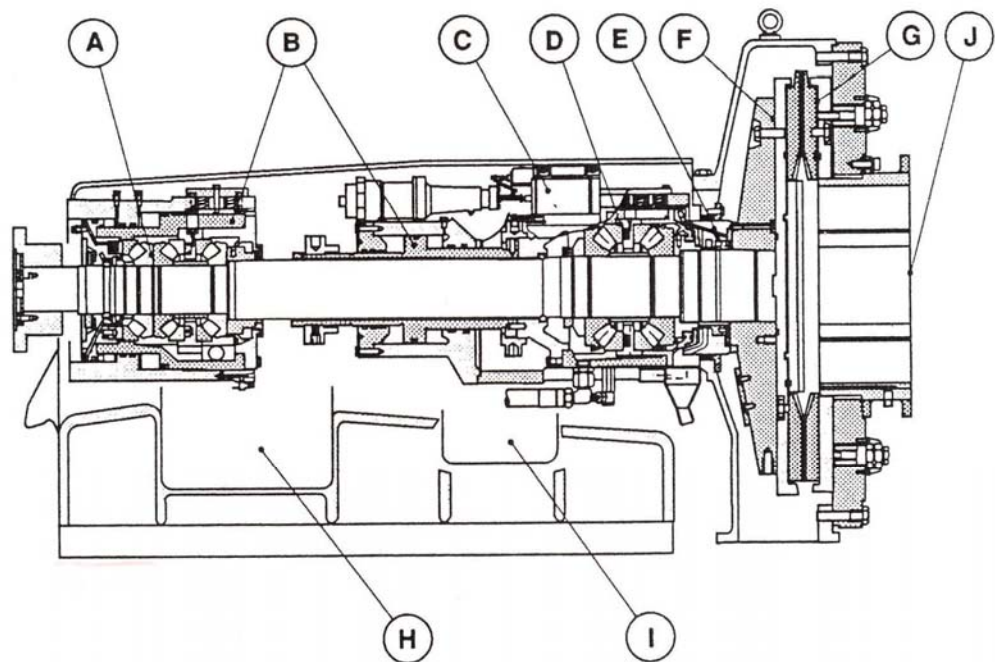
3 REJEKTIJAUHIN JA SEN TOIMINTA

Jauhimen tekninen kuvaus perustuu Metson (ennen Sunds Defibratorin), tekemään huoltokirjaan RG 46/50 rejektijauhimesta [4].

Jauhin on rakennettu sillä periaatteella, että sen toimintatarkkuus on hyvä myös erittäin vaihtelevissa kuormitus- ja jauhatusolosuhteissa. Rejektiä syötetään ruuvisyöttimellä jauhinpesän keskelle, jossa rejekti jauhaantuu pyörivän ja kiinteän jauhinkiekon välissä. Roottoriakselia pyörittää sähkömoottori hammaskytkimen välityksellä, joka on laakeroitu etulaakeriin ja takalaakeriin (kuva 2). Akselin läpivienti jauhinpesään tiivistetään tiivistepesällä, johon johdetaan tiivistys- ja jäähdytysvettä vesijärjestelmästä.

Jauhinraon eli terävälän säätämiseksi roottorin akselia voidaan liikuttaa pituus-suunnassa. Tarvittava puristuspaine syntyy voiteluöljylaitteessa, mistä se siirretään sylinterikammioiden kautta puristussylinteriin ja takalaakeriin. Puristus-tasapainoa ylläpidetään ohjausventtiilin avulla.

Rejektiä syötetään ruuvisyöttimellä suoraan jauhimen jauhinpesään. Ruuvisyötin koostuu syöttöruuvista ruuvipesineen, joka on kiinnitetty suoraan jauhinpesän tuloaukkoon. Ruuviakseli on laakeroitu kahteen pallomaiseen rullalaakeriin, ja sitä käytetään tappivaiheen välityksellä omalla sähkömoottorilla.

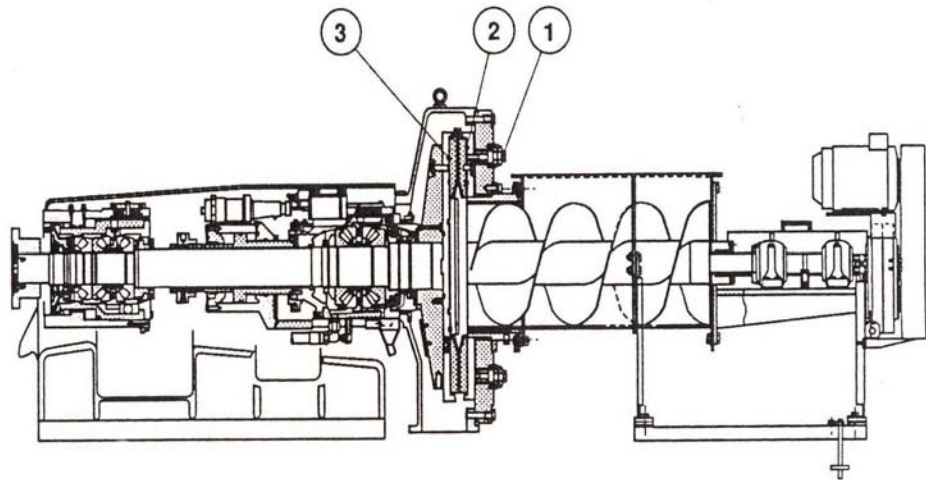


Kuva 2. Jauhimen rakenne.

- | | |
|----------------------|-------------------------------|
| A. Takalaakeri | F. Roottori jauhinkiekkoinen |
| B. Puristussylinteri | G. Staattori jauhinkiekkoinen |
| C. Ohjausventtiili | H. Voiteluöljylaitte |
| D. Etulaakeri | I. Vesijärjestelmä |
| E. Tiivistepesä | J. Syötin |

Jauhimeen syötetty rejekti jauhautuu jauhinpesässä. Jauhinkiekkoja on kaksi. Staattori on kiinteä (2) ja roottori on pyörivä (3) jauhinkiekkoinen ja rejekti jauhautuu näiden välissä (kuva 3).

Jauhamiselle sopivan koostumuksen saamiseksi massaan lisätään käynnin aikana laimennusvettä. Jauhettu massa poistuu pohja-aukon kautta.



Kuva 3. Staattori- ja roottori puolen jauhinkiekot.

3.1 Teräväli ja sen pitäminen vakiona

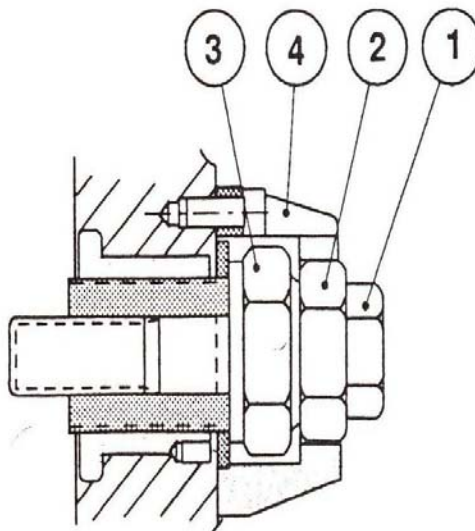
Terävälillä (kiinteän ja pyörivän jauhinkiekon välisellä raolla) on suuri merkitys parhaan mahdollisen jauhatustuloksen aikaansaamiseksi. Jauhatusraon pitää pysyä muuttumattomana kuormitusvaihteluista riippumatta. Lisäksi sen leveyttä on voitava säädellä erittäin tarkasti ja sen asetuksen tarkkuutta on jatkuvasti valvottava.

Jauhimen terien väli on 0,7 – 1 mm normaalisti, mutta jos se putoaa 0,4 mm:iin tai sen alle ajon aikana, niin jauhin pysähtyy. Terissä on sekä staattori- että roottori puoli. Staattori on kiinteä ja roottori on pyörivä jauhinkieppo (kuva 4).



Kuva 4. Kuvassa vasemmalla staattoripuolen jauhinkiekkko ja oikealla roottoripuolen jauhinkiekkko.

Staattori- ja roottoripuolen jauhinkiekkkojen tulee olla samansuuntaisia. Tarvittaessa staattorin segmenttipyöriä voidaan säätää roottorin suhteen staattorissa olevilla kahdeksalla säätöruuvilla (1) (kuva 5).



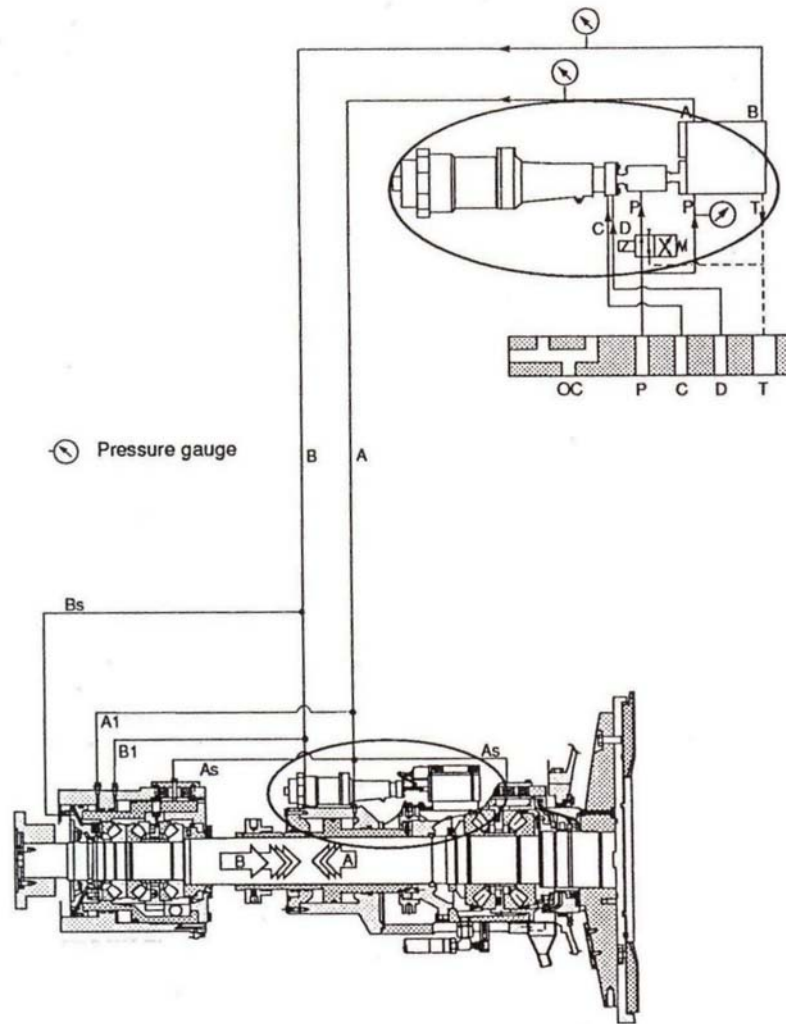
Kuva 5. Staattorissa sijaitsevat säätöruuvit (1), staattorijauhinkiekkko (2) ja roottorijauhinkiekkko (3).

Teräväli pyritään pitämään vakiona. Kun kiekot ajetaan erilleen jauhinsegmenttien vaihdossa, niin roottoriakseli, jauhinkiekko laakeripesineen ja painesyntereineen ovat täysin siirrettävissä akselin suunnassa staattorin jauhinkiekkoa kohden ja siitä pois päin.

3.2 Järjestelmän painekammiot

Koneen voiteluöljylaitteessa syntyy jauhatuspaineen vastapainetta, jota kutsutaan myös hydraulikkapaineeksi. Hydraulikkapaine siirtyy roottoriakselille painekammioiden A ja B sekä painekammioiden A1 ja B1 kautta (kuva 6). Painekammiot muodostuvat takalaakerin takajalustasta ja laakeripesästä. Kaikki sylinterikammiot ovat yhteydessä toisiinsa. Jauhimen laakerin esikuormittamista varten jauhimessa on hydraulikkajouset (As).

Kun kone on käynnissä, paine ohjausventtiilin kammioissa jakaantuu automaattisesti kummankin kammion kesken, niin että paineet ovat tasapainossa terävälilin leveyden ollessa vakio.



Kuva 6. Järjestelmän painekammiot.

Säätölaitteistossa on servomäntä, joka aktivoituu roottorin jauhinkiekon siirtyessä akselin suuntaisesti käynnistys- tai käyntiasentoon. Se aktivoituu myös, jos jauhinkiekot ajetaan kokonaan erilleen esim. jauhinterää vaihdettaessa.

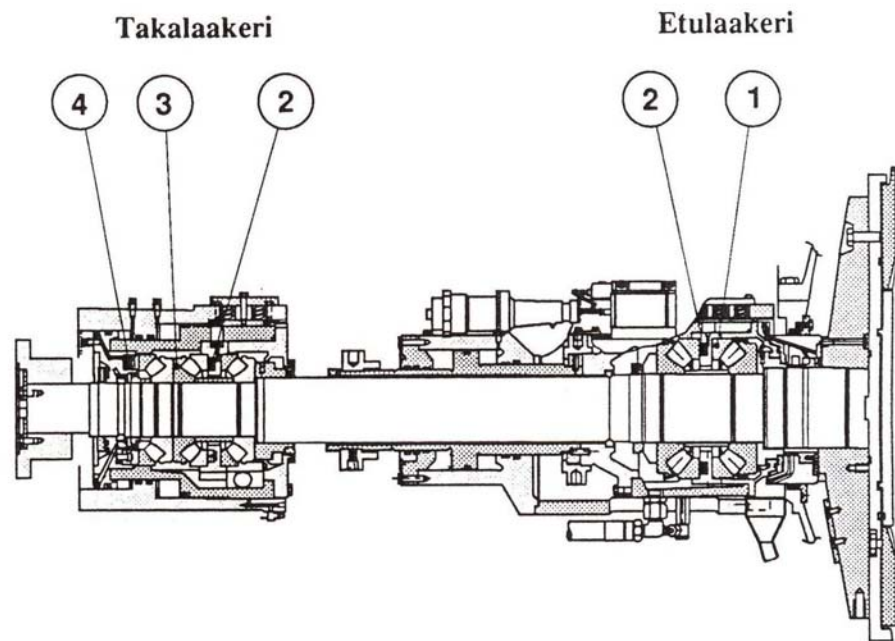
Pikasiirronohjaus tapahtuu hydraulikkajärjestelmään kuuluvalla magneettiventtiilillä, joka aktivoidaan ohjaustaulun painikkeista.

3.3 Etulaakeri ja takalaakeri

Roottoriakseli on laakeroitu etumaiseen (1) ja takimmaiseen (3) laakeriryhmään. Laakerit on kiinnitetty akselille puristusliitoksella.

Laakereissa on hyvin pieni välyys. Laakereita voidellaan kiertoöljyllä laitteen voiteluöljylaitteesta. Laakerit pesineen voidaan siirtää alustoillaan akselin suuntaan. Laakereiden kunto voidaan tarkistaa käynnin aikana antureiden avulla.

Etulaakeri (1) muodostuu kahdesta yhteen rakennetusta pallomaisesta rullalaa-kerista (kuva 7). Siihen sisältyy myös hydraulikkajousi (2). Takalaakeri (3) muodostuu kolmesta yhteen rakennetusta pallomaisesta aksiaalisesta rullalaa-kerista. Samaan ryhmään kuuluu myös tasausmäntä (4) ja hydraulikkajousi (2). Jousikuormitteinen kiila löytyy molemmista laakerialustoista, ja se painaa laakeripesiä niiden alla olevaa ohjauskiskoa vasten estäen laakeripesiä pyörimästä.



Kuva 7. Etulaakeri (1), hydrauliikkajousi (2), takalaakeri (3), ja tasausmäntä (4).

3.4 Jauhimen ohjaus ja mekaaninen järjestelmä

Jauhimen päämoottoria, apumoottoreita ja muita kauko-ohjattavia laitteita ohjataan laitteen paikallisen ohjaustaulun painikkeilla.

Jauhimen tärkeimmissä osissa on valvontakytkimet, jotka ennen käynnistystä sekä käynnin aikana automaattisesti tarkistavat jauhimesta virtauksen, paineen, lämpötilan, värinän, nopeuden ja syötön.

Valvontakytkimet on kytketty jauhimessa olevaan sähköiseen lukitusjärjestelmään, joka estää jauhinta käynnistymästä tai automaattisesti pysäyttää sen päämoottorin, jos johonkin järjestelmään syntyy jokin vika. Vian ja sen sijainnin jauhimessa ilmoittavat välittömästi merkkilamput, vianosoituslamput ja äänimerkit. Sähköinen lukitus vaikuttaa jauhimen päämoottoriin ja sen lisäksi ruuvisyöttimeen sähkömoottoriin.

Tietyt edellytykset vaaditaan jauhimessa, että sen päämoottori käynnistyy. Hydraulikka on oltava toiminnassa koneessa ja jauhinkiekkojen on oltava myös käynnistysasennossa. Öljynkierrätys laakereille pitää olla toiminnassa ja veden pitää päästä myös tiivistepesään ja tiivistysvesipumppuun. Lisäksi paineilman syötön on toimittava oikealla paineella.

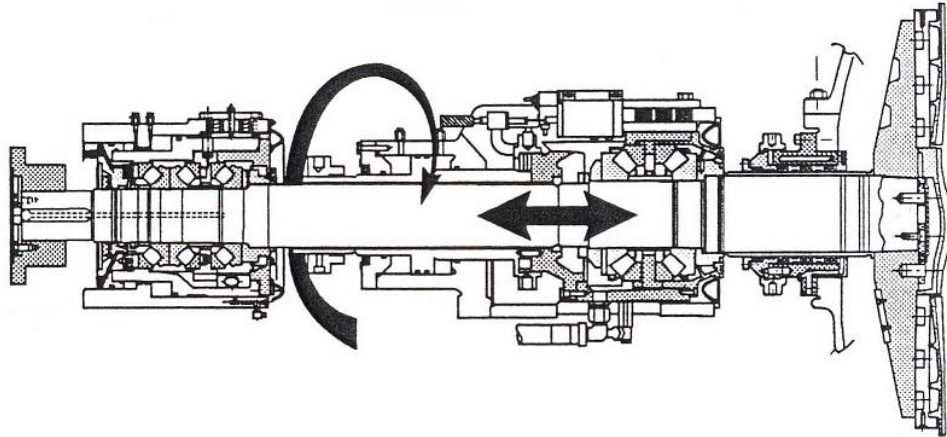
Jauhimen päämoottori pysähtyy, jos laakereille virtaa liian niukasti öljyä tai jos virtaavan öljyn lämpötila on liian korkea. Koneen liiallinen värinä pysäyttää myös jauhimen päämoottorin. Myös tiivistepesään virtaavan veden niukkuus ja pumpumootorin pysähtyminen aiheuttaa jauhimen päämoottorin pysähtymisen.

Jauhimen lukitusjärjestelmän vartioiden lisäksi koneessa löytyy myös manometreja ja lämpömittareita, joiden avulla koneen toimintaa voidaan valvoa jatkuvasti.

Jauhimessa on asennettu roottori jauhinkiekkoinen läpimenevälle akselille, jota jauhimen päämoottori pyörittää hammaskytkimen välityksellä (kuva 8). Roottori-akselin laakerointi on tapahtunut kaksinkertaisiin aksiaalisrullalaakereihin. Ne on asennettu yhtenä etummaisena ja yhtenä takimmaisena laakeriryhmänä. Laakeriryhmät on kiinnitetty akseliin puristussoviteella, joiden lukitus on tapahtunut akselimutterilla.

Laakeriryhmät ovat kumpikin omilla laakerialustoillaan, ja niitä molempia voidellaan kiertoöljyllä koneen voiteluöljyjärjestelmästä.

Roottoriakseli sekä laakeriryhmät pesineen voivat siirtyä akselin suunnassa staattorin kiinteätä jauhinkiekkoa vasten ja siitä poispäin. Hydraulikkajärjestelmän avulla saadaan aksiaalinen siirtyminen ja puristustasapaino.



Kuva 8. Jauhimen mekaaninen järjestelmä.

Jauhimesta löytyy myös mekaanisesti säädettävä pysäytyslaite. Se on jauhimessa aksiaalista siirtymistä varten. Pysäytyslaite koostuu hydraulikkamännän takaosassa sijaitsevasta mutterista, joka voidaan asettaa erilaisiin pysäytysasentoihin. Sen käyttö perustuu yleensä kohdistus- ja säätötoimintoihin.

4 JAUHIMEN TERIEN VAURIOITUMINEN

Jauhinten terät muodostuvat teräsegmenteistä, joita on sekä staattori- että roottoripuolella 12 kappaletta (kuva 9). Roottoripuolelta löytyvät jauhimen terissä selektiiviurat, joiden kautta höyry poistuu.



Kuva 9. Vasemmalla puolella staattoripuolen teräsegmenttejä ja oikealla puolella roottoripuolen teräsegmenttejä.

Teräsegmentit kiinnitetään takapuolelta pulttien avulla kiinni jauhinkiekkoihin (kuva 10). Kutakin teräsegmenttiä pitää kiinni kaksi pulttia.



Kuva 10. Jauhimen terien kiinnitys.

4.1 Jauhimen terien valmistusprosessi ja terissä ilmennyt ongelma

Jauhimen terissä oli ilmennyt ongelma. Kavitaatioilmiön vuoksi jauhimen roottori-
ripuolen keskuslevyjen siivekkeet olivat kuluneet ja murenneet päistä. Keskus-
levyn siivekkeistä murentunut metalli ajautuu myös jauhinten terien väliin, mikä
vaikuttaa mm. terien kulumiseen. Kavitaatioilmiötä aiheuttaa höyry ja sen pai-
neen vaihtelu, joka syövyttää jauhimen keskuslevyn siivekkeitä kaikista neljästä
eri päästä (kuva 11). Kun höyry ei pääse kulkemaan normaalisti läpi, niin se
alkaa syövyttää jauhimen keskuslevyn siivekkeitä.



Kuva 11. Kavitaatioilmiö jauhimen roottori-ripuolen keskuslevyn siivekkeissä.

Jauhimen terät valmistettiin ennen Valkeakoskella, mutta nykyään ne valmiste-
taan Ruotsissa. Terien valmistuspaikan vaihto tapahtui noin kaksi vuotta sitten
ja sen tarkoitus oli, että samanlaiset terämallit valmistetaan samassa paikassa.
Terät valmistetaan valamalla muotissa kuten aikaisemmin ja valmistusproses-
sissa käytetään samoja aineita ja menetelmiä, eli ongelmien ei pitäisi olla peräi-
sin terien valmistuspaikan vaihdosta. Ainoana poikkeuksena on, että jauhimen
roottori-ripuolen keskuslevyjen siivekkeet tehdään nykyään hieman toisella ta-
valla. Aikaisemmin siivekkeet koostuivat neljästä erillisestä palasesta, joissa oli
pienet ilmaraot höyryn kulkemista varten. Tämä on tuonut varmasti pieniä
muutoksia jauhatusprosessiin. Vanhanmallisten terien käyttöaikana roottori-

puolen keskuslevyä ei tarvinnut läheskään joka ajon jälkeen vaihtaa. Nykyään sen joutuu lähes joka ajon jälkeen vaihtamaan kavitaatioilmiön johdosta. Keskuslevyn ympärillä olevaa välirengasta ei kuitenkaan joudu joka ajon jälkeen vaihtamaan, mutta siinäkin tämä kavitaatioilmiö näkyy myös selvästi.

4.2 Jauhimen terien tutkiminen

Alussa kartoitettiin mahdollisia vaihtoehtoja, mistä irtometalli oli voinut tulla jauhimen terille asti. Irtometalli voi olla jopa pudonnut ruuvi, joka on ajautunut prosessiin. Irtometalli on voinut olla myös hiomakoneen hiomakivestä haljennut palanen. Myös pudonnut työkalu on voinut hajottaa jauhimen terät. Roottoripuolen keskuslevyn siivekkeiden väsymistä pidettiin yhtenä vaihtoehtona ongelmaan. Siinä oli tapahtunut kavitaatioilmiötä, mikä oli syönyt jauhimen roottoripuolen keskuslevyn siivekkeiden päistä materiaalia pois. Rejektijauhinten terien vaihtoväli on normaalisti 1300 tuntia, ellei mitään vahinkoa satu jauhatuksessa. Terien vaihtoväli on koettu hyväksi, joten sen muuttamista ei harkittu. Vaihtoväli on tehdaskohtainen, ja se vaihtelee UPM:n eri tehtaiden välillä 1000 - 1800 tuntiin.

Aluksi työssä tutkittiin, mitä materiaalia irtometalli on. Sen jälkeen oli helpompi hahmottaa, missä vaiheessa irtometallia oli ajautunut paperin valmistusprosessiin. Lisäksi pohdittiin, miten irtometallin ajautuminen jauhimen teriin voitaisiin estää. Alussa mietittiin, miten pystytään selvittämään, mitä materiaalia tämä irtometalli on ja millä tutkimuksella se saadaan selville. Päätettiin hankkia apua ulkopuoliselta yritykseltä ja lopulta valittiin Rautaruukki Oyj Raahesta.

Terät leikattiin plasmaleikkurilla paloiksi, joiden leveys oli 50 mm. Terien pituuteen ja paksuuteen ei tehty muutoksia leikkaamalla, jotta teristä voitiin myös analysoida normaalia rikkoutumatonta jauhimen terää. Tällä tavalla voitiin helposti vertailla irtometallin ja jauhimen terän koostumuksia. Tämän jälkeen leikatut staattori- ja roottoripuolen jauhimen terät lähetettiin analysoitavaksi

Rautaruukille Raaheen (kuva 12). Tarkoituksena oli analyysin avulla selvittää irtometallin tarkka alkuperä.



Kuva 12. Leikatut jauhimen terät.

4.3 Terien analysointi ja tulokset

Rautaruukki Oyj:lle lähetetyistä särkyneistä jauhimen teristä saatiin testausseleste. Tämän analyysin (salainen) perusteella ei pystytty varmasti päättelemään, että mistä terien väliin ajautunut irtometalli on peräisin. Analyysista selviää, että irtometallista otettu näyte sisältää lähes samoja alkuaineita kuin jauhimen teristä otettu näyte. Verrattaessa testausselesteessä olevaa alkuaineluetteloja jauhimen teristä ja terien välistä olevasta irtometallista niin voidaan olla melko varmoja, että nämä ovat samaa materiaalia. Ongelmana on, että terät sulavat koskettaessa vastakkaista terää tai irtometallia ja näin terävällissä ollut materiaali on suurimmaksi osaksi terämateriaalia.

Terien välistä otettu näyte sisältää yhteensä 29:ää eri alkuainetta. Jauhimen teristä otettu näyte sisältää yhteensä 30 eri alkuainetta, ja nämä ovat samoja alkuaineita kuin terien välistä löytyneet alkuaineet. Ainoana erona on

pelkästään hiili (C), jota löytyy jauhimen teristä, mutta ei terien välistä. Selityksenä tähän tulokseen on, että analyysissä oli enemmän materiaalia jauhimen teristä. Hiiltä ei löytynyt terien välistä, koska sitä oli vähän annetussa testikappaleessa suhteessa jauhinten teristä otettuun testimäärään.

5 RATKAISUVAIHTOEHTOJA VAURIOITUMISEN VÄLTÄMISEKSI

Saatujen tutkimustulosten perusteella ei pystytty täysin varmasti päättelemään, mitä irtometalli on. Todennäköisesti se on kuitenkin peräisin keskuslevyn siivekkeistä. Alettiin tutkia ja miettiä erilaisia vaihtoehtoja, miten jauhimen roottoripuolen keskuslevy saataisiin kestävämmäksi, koska siinä oli ilmennyt kavitaatioilmiötä. Kavitaatioilmiöön pyrittiin löytämään vaihtoehtoja, joiden avulla roottoripuolen keskuslevyn siivekkeiden syöpyminen saataisiin vähenemään tai kokonaan loppumaan. Lisäksi tutkimuksessa haettiin varteenotettavia korjausmahdollisuuksia, joiden avulla siivekkeistä saataisiin yhtä hyviä ja kestäviä kuin alkutilanteessa.

Kavitaatioilmiöön löydettiin ratkaisu, jossa roottoripuolen keskuslevyn siivekkeiden päihin tehdään jo terien valmistusvaiheessa kartiomaiset reiät. Terien valmistajan tulee tehdä terien valmistusvaiheessa nämä reiät, koska terien materiaali on niin kovaa. Reiät siivekkeiden päihin voi tehdä niin, että valetaan terät sellaisessa muotissa, että keskuslevyn etupuolella olisi noin 5 mm paksu reikä ja takapuolella noin 7 mm paksu reikä. Reiästä tulee näin kartiomainen, ja se ei tukkeudu niin helposti takapuolen ollessa hieman isompi kuin etuosa, koska terien pyörimissuunta on myötäpäivään. Reikä alkaa noin 15 mm siivekkeiden päästä, missä syöpyminen on kaikkein kovinta. Näiden reikien avulla, jotka ovat kaikissa neljässä eri päässä, höyry pystyy kulkemaan läpi ja se ei enää syö jauhimen roottoripuolen keskuslevyn siivekkeitä.

Tämä pidentää myös terien normaalia käyttöikää, sillä reikien takia jauhimen roottoripuolen keskuslevyn siivekkeiden kuluminen vähenee merkittävästi ja näin terien väliin ei ajaudu niin paljon teristä irtoavaa metallia.

Tästäkin ratkaisusta voi löytyä ongelmia. Reiät saattavat aiheuttaa siivekkeiden hajoamisen, koska ei ole varmaa tietoa, millaisia vaikutuksia näillä rei'illä olisi siivekkeiden keston. Pahimmassa tapauksessa siivekkeet saattavat jopa hajota aikaisemmin näiden reikien takia. Lisäksi kavitaatioilmiö saattaa alkaa jopa syödä näitä siivekkeitä helpommin, koska niissä on jo valmiit reiät. Tästä ei ole tehty vielä mitään tutkimuksia, joten tutkimus asiasta on hyvä tehdä.

Keskuslevyn siivekkeiden murenemista pystytään korjaamaan myös hitsaamalla murenneet päät uudelleen. Tämän jälkeen ne hiotaan sellaisiksi, kuin ne olivat ennen kuin murenemista ilmeni (kuva 13). Tämä vaihtoehto on myös melko varteenotettava. Siivekkeet ovat varmasti yhtä kestäviä kuin alkutilanteessa. Ensimmäisessä testissä missä käytettiin tätä korjausmenetelmää, ei ajon aikana ilmennyt mitään ongelmia, joten keskuslevy näyttää kestävänsä korjauksen jälkeen hyvin.



Kuva 13. Siivekkeistä hitsattu ja hiottu jauhimen roottoripuolen keskuslevy.

Jauhimen keskuslevy pitäisi valmistaa kauttaaltaan kestävämmästä valmistusmateriaalista ja se kestäisi näin hieman paremmin siihen kohdistuvaa kulutusta.

5.1 Kehittämiskohde

Kehittämiskohteena olisi romuloukkujen tekeminen ennen rejektijauhimia. Romuloukkujahan käytetään melko yleisesti prosessiteollisuudessa. Romuloukkujen tarkoitus on poistaa tarpeettomien esineiden ja materiaalien kulku prosessista. Irtometallin ajautuminen prosessiin on mahdollista, ja irtometallia voi joskus päästä rejektijauhimille asti ja romuloukku voisi estää irtometallin kulkeutumisen niille asti.

Tämän vuoksi olisi hyvä tehdä romuloukut, vaikka ennen thune-ruuveja. Thune-ruuvit sijaitsevat juuri ennen rejektijauhimia prosessissa. Rejektin mukana prosessiin ajautunut irtometalli putoaisi näin romuloukkuun, koska se olisi painavampaa kuin rejekti. Romuloukut voitaisiin sijoittaa thune-ruuveille menevien putkien alapäihin (kuvat 14 ja 15). Romuloukut voitaisiin tyhjentää mahdollisten seisokkien aikana, ja näin irtometalli saataisiin pois prosessista. Tämä kehittämiskohde on hyvä tehdä mielestäni tulevaisuudessa SC-hiomoon. Romuloukut varmistavat, että rejektijauhimien terille asti ei pääse turhaan ylimääräistä haitallista materiaalia.



Kuva 14. Romuloukku 1:lle sopiva paikka.



Kuva 15. Romuloukku 2:lle sopiva paikka.

Romuloukuistakaan ei aina saa haluttua hyötyä. Massan virtauksen ollessa liian suuri prosessiin ajautunut irtometalli ei jää romuloukkuun vaan jatkaa matkaa rejektin mukana eteenpäin. Massan sakeus aiheuttaa myös ongelmia. Tässä kohdassa massa on 3,8 % sakea, joten prosessiin ajautunut irtometalli ei välttämättä jää romuloukkuun vaan jatkaa matkaa prosessissa. Esitetyssä paikassa ne ovat lähellä jauhimia ja ennen niitä prosessissa.

6 YHTEENVETO

Insinööriyössä halutut tutkimukset saatiin työtä tehdessä hyvin suoritettua. Työssä pohdittiin mahdollisuuksia, mistä irtometallia on voinut ajautua jauhimen terille asti. Tutkittu irtometalli sisälsi samoja alkuaineita kuin jauhimen teristä analysoitu materiaali. Työssä pääteltiin, että irtometalli on todennäköisesti peräisin jauhimen roottoripuolen keskuslevyn siivekkeistä. Nämä siivekkeet olivat väsyneet ja syöpyneet kavitaatioilmiön johdosta.

Kavitaatioilmiöön löydettiin joitakin hyviä vaihtoehtoja. Paras ratkaisu kavitaatioilmiöön oli kartiomaisten reikien tekeminen keskuslevyn siivekkeisiin jo terien valmistusvaiheessa. Työssä suunniteltiin myös jauhimia ennen romuloukkujen rakentamista, jotka estäisivät prosessiin ajautuneen irtometallin kulun jauhimen terille saakka.

LÄHDELUETTELO

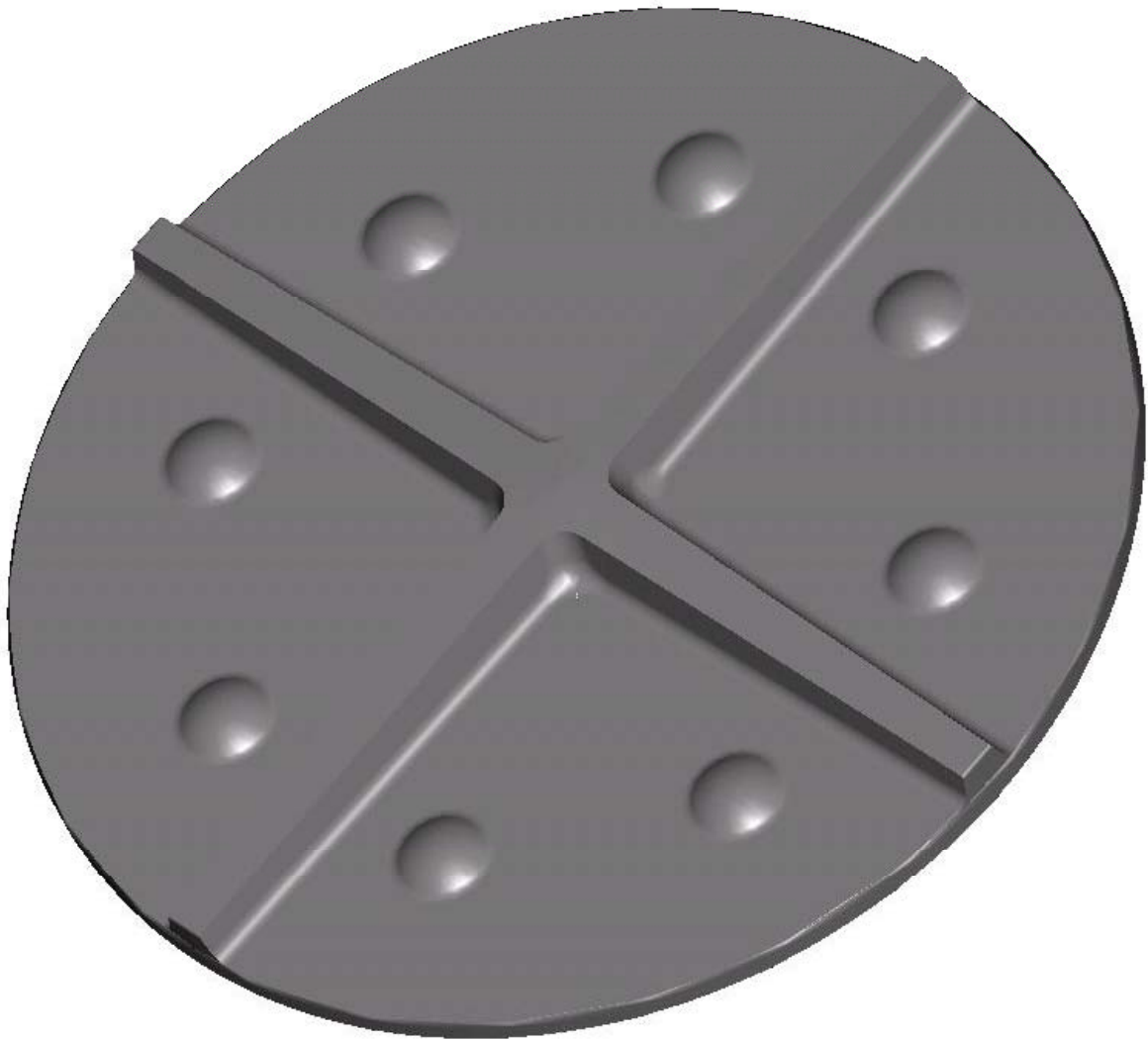
- 1 UPM-Kymmene kotisivut: 10.3.2005
(www.upm-kymmene.com/)
- 2 UPM-Kymmene ympäristöselonteko 2003
- 3 UPM-Kymmene 2002: Prosessikuvaus
(<http://knowpap.upm-kymmene.com/knowpap/suomi/>)
- 4 Sunds Defibrator 1990: Huoltokirja, Jauhimen RG 46/50 huolto-ohjeet.
Sundsvall.

LIITTEET

A Metso Paper, Jauhimen keskuslevy ja ulkoterät, U. Sulander, 17.1.2005

B Sunds Defibrator 1990: Jauhimen RG 46/50 huolto-ohjeen tekniset tiedot.
Sundsvall.

Refiner type: RG 46/50"
Segment type: Center Plate B110A



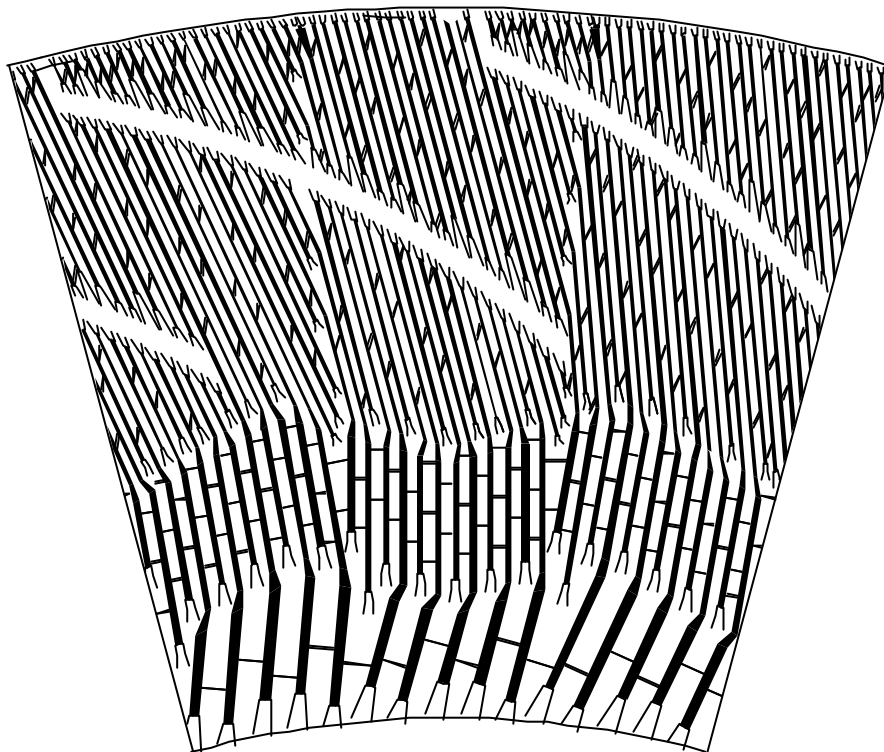
020301

Refiner type: RG 46/50

Segment type: R50803*

Disc diameter: 50"

Selective/HighFib-Segment TM



Dimensions:	Fine zone	Middle zone	Inlet zone
Bar-width:	1.5	2.5	4.0
Groove-width:	2.5	4.0	9.0
Groove-depth:	6.0	6.0-7.0	7.0-13.0

*Protected by patent

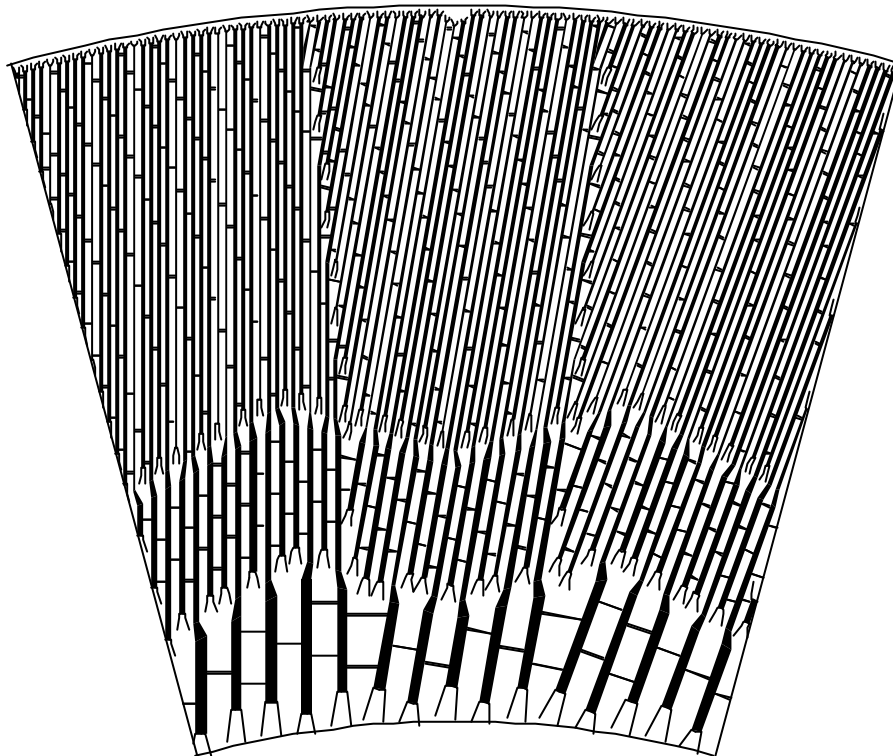
Refiner type: RG 46/50

Segment type: S50804*

Disc diameter: 50"

HighFib-Segment

TM



Dimensions:	Fine zone	Middle zone	Inlet zone
Bar-width:	1.3	2.2	4.0
Groove-width:	1.8	3.0	9.0
Groove-depth:	6.0	6.0-7.0	7.0-13.0

*Protected by patent

Tekniset tiedot jauhimesta

Seuraavassa luettelossa löytyvät jauhimen tärkeimmät yleistiedot.

Jauhin RG 46/50, sarja:0	7837,7838
Jauhinkiekon läpimitta	46/50
Aksiaalipaine	35 tonnia

Pumpun kapasiteetti

Hydrauliikkapumppu	5 l/min
Voiteluöljypumppu	12 l/min

Mittariasetukset

Voitelujärjestelmä	
Virtausmonitori 1	2,5 l/min
Virtausmonitori 2	2,5 l/min

Hydrauliikkajärjestelmä	
Paineenohjausventtiili 1	37,5 baria

Öljy ja rasvat

Voiteluöljylaitte (hydrauliikka- ja voiteluöljy)	
Öljyn täyttötilavuus	130 litraa

Tappivaihde	
Öljyn täyttötilavuus	5,3 litraa

Hammaskytkin Koppers 045	
Rasvamäärä Kiinteä puolisko	0,74 kg
Rasvamäärä Liikkuva puolisko	1,4 kg

Vesi

Tiivistepesä-jauhinpesä (6 bar)	10 l/min
---------------------------------	----------

Paineilma

Syötönvartija (6 bar)	50 l/min
-----------------------	----------

Toleranssit

Kone-moottori Kulmapoikkeama	maks.	0,15 mm
Keskuspoikkeama	maks.	0,15 mm
Roottori	Aksiaaliheitto maks.	0,05 mm
Staattori-roottori	Aksiaaliheitto maks.	0,15 mm

Jauhin Laakerivälitys takana
Laakerivälitys edessä

0,10 - 0,12 mm
0,06 - 0,11 mm

Kiristysmomentit

Jauhinpesä
Laakerialusta-kehikko
Hammaskytkin
Mäntä-laakeripesä-mäntäryhmä
Laakerialusta-sylinterikansi

1500 Nm
850 Nm
160 Nm
350 Nm
850 Nm