



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jukka Nyppeli

SYLINTERIKANNEN LIIMAVA- LUMIEN ESTÄMINEN

Tekniikka
2018

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jukka Nyppeli
Opinnäytetyön nimi	Sylinterikannen liimavalumien estäminen
Vuosi	2018
Kieli	suomi
Sivumäärä	30 + 2 liitettä
Ohjaaja	Pertti Lindberg

Opinnäytetyö tehtiin Wärtsilä Finland Oy:n Delivery Center Vaasan Automated assembly cylinder head (AACH)-linjalla. AACH-linjalla osakokoonpannaan, maalataan sekä koeponnistetaan sylinterikansia. Opinnäytetyön tarkoituksena oli vähentää käsin tehtävää työtä, ja saada sylinterikansi täysin valmiina moottorikokoonpanoon. Työn tarkoituksena oli myös parantaa koeponnistusta sekä vähentää koeponnistusaltaseen liukenevan liiman määrää.

Sylinterikanteen asennetaan X kpl vesitulppia O-rengasuran yläpuolelle, sylinterikannen mallista riippuen. Vesitulppiin valutetaan liimaa niiden paikallaan pysymisen varmistamiseksi koeponnistusvaiheessa. Liima valutetaan automatisoidusti tulppaan ja robotti asentaa tulpat sylinterikanteen. Tällöin ylimääräinen liima pääsee valumaan O-rengasuraan. Myöhemmin uraan asennetaan O-renkaat, jotka tiivistävät sylinterikannen vesitilan sylinteriholkkiin. Uran täytyy olla liimaton ennen O-renkaan asentamista, jotta lopputulos on varmasti tiivis. Nykyinen käytäntö on, että O-rengasurat puhdistetaan käsin ja O-renkaat asennetaan vasta moottorin kokoonpanovaiheessa. Tästä johtuen myös sylinterikannen koeponnistus joudutaan tekemään eri tiivistepinnasta, kuin mikä lopullinen tiivistuspinta on. Jos O-rengasurat pystyttäisiin puhdistamaan heti tulppien asennuksen jälkeen, voitaisiin linjalle kehittää automatisoitu O-renkaan asennus, mikä vähentäisi käsin tehtävää työtä. Sylinterikansi voitaisiin koeponnistaa oikeaa tiivistepintaa käyttäen. Lisäksi moottorikokoonpanoon voitaisiin toimittaa valmis tuote asennettavaksi.

Ongelman ratkaisua voitiin lähteä lähestymään kahdesta eri näkökulmasta. Vaihtoehdot olivat, että valunut liima poistetaan tai liiman valuminen estetään O-rengasuraan. Työtä lähdettiin toteuttamaan siltä pohjalta, että liimavaluman estäminen on parempi ratkaisu kuin syntyneen valuman poistaminen. Valuman estämistä lähdettiin ratkaisemaan liimakerroksen levittämällä, ja ylimääräisen liiman poistamisella. Robotin työskentelyä seurattaessa havaittiin liimaa valutettavan ylipaksu kerros tulpan ympärille, että pystyttiin varmistamaan liiman riittävä määrä tulpan jokaisessa kohdassa. Ylipaksun liimakerroksen ohentamiseksi päätettiin liima levittää tulppaan jollain keinolla. Liiman levityksessä voitaisiin käyttää esim. sivellintä, teelaia tai paineilmaa.

ABSTRACT

Author	Jukka Nyppeli
Title	The prevention of Glue Run-offs in a Cylinder Head
Year	2018
Language	Finnish
Pages	30 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Pertti Lindberg

The thesis was made in Wärtsilä Finland Oy's Delivery Center Vaasa Automated assembly cylinder head (AACH) –line. Cylinder heads are assembled, painted and hydrostatic tested at the AACH- line. The objective of this thesis was to reduce manual work and to have the cylinder head completely ready for the engine assembly line. The aim of this thesis was also to improve the hydrostatic testing and to reduce the amount of glue that dissolves into the hydrostatic test container.

The problem now is that glue that is used to keep water plugs in place during the hydrostatic test trickles to the O-ring groove in the cylinder head. Due to this the hydrostatic test on the cylinder head has to be done by using a different sealing surface than what the final one will be. If the O-ring grooves could be cleaned right after the plugs have been assembled, the cylinder head could also be hydrostatic tested with using the correct sealing surface.

The solution for the problem was possible to approach from two different standpoints. The options were either to remove the glue run-offs or to prevent the glue from trickling to the O-ring groove. Preventing glue from trickling was considered a better solution than to remove the run-off. The first step was to remove the excessive glue. While observing the work of the robot, it was noticed that if too thick a layer of glue was trickled around the plug there would be enough glue in every part of the plug. In order to make the thick layer of glue thinner it was decided that the glue should be spread to the plug for instance using a brush, roller or compressed air.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	8
	1.1 Wärtsilä Oy lyhyesti	8
	1.2 Strategia	8
	1.3 Automated Assembly Cylinderhead (AACH)	9
	1.4 Automated Push-in Cap Assembly station	10
	1.5 Automaattisessa vesitulppien asennussolussa käytettävä robotti.	11
2	LIIMAVALUMIEN EHKÄISYTARPEEN TUNNISTAMINEN.....	13
	2.1 Ulkopuoliset liimavalumat	13
	2.2 Sisäpuoliset liimavalumat	13
	2.3 Liimavalumien ehkäisyllä saavutettava hyöty	14
3	VESITULPPIEN LIIMAUSPROSESSIN ONGELMA.....	15
4	VESITULPAN LIIMAUS.....	17
	4.1 Loctite 648	17
	4.2 Loctite 97152 -automaattinen hallintalaite	17
5	VALUMAONGELMAN LÄHESTYMINEN	20
	5.1 Liimavaluman puhdistaminen.....	20
	5.2 Liimavaluman estäminen	20
6	LIIMAVALUMIEN MAHDOLLISET RATKAISUT	21
	6.1 Liiman poisjättäminen	21
	6.2 Liiman levittäminen	21
	6.3 Liiman levittäminen paineilmalla	21
	6.4 Liiman ruiskuttaminen vesitulpan reikiin	22
7	RATKAISUJEN TESTAUS	24
	7.1 Levitys silikoniuolijalla	24
	7.2 Levitys liimatelalla.....	24
	7.3 Levitys paineilmalla.....	25
8	O-RENGASURIEN MAHDOLLINEN LISÄSUOJAUS.....	27

9	JOHTOPÄÄTÖKSET	28
10	JATKOKEHITETTÄVÄÄ.....	29
	LÄHTEET.....	30

LIITTEET

KUVALUETTELO

Kuva 1. Wärtsilän strategia.	9
Kuva 2. Sylinterikannen osakokoonpanolinja	10
Kuva 3. Automaattinen vesitulppien asennussolu.	11
Kuva 4. Fanuc M-710iC/50 -robotti.	12
Kuva 5. Liimavaluma O-rengasurassa.	15
Kuva 6. Ylimääräistä liimaa vesitulpassa.	16
Kuva 7. Loctite 97152 -hallintalaite	18
Kuva 8. Liiman valutus vesitulpan ympärille.	19
Kuva 9. Roottorispray-annostelulaite	22
Kuva 10. Silikoninuoliija.	23
Kuva 11. Liimatela.	23
Kuva 12. Valutettu liima.	25
Kuva 13. Silikoninuolijalla levitetty liima.	26
Kuva 14. Paineilmalla levitetty liima.	26
Kuva 15. Maalaussolun suojakaulus.	27

LIITELUETTELO**LIITE 1.** Fanuc M-710iC/50 -datalehti**LIITE 2.** Loctite 648 -tekninen datalehti

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Wärtsilä Finland Oy:n Delivery Center Vaasalle (DCV). Työn aiheena oli kehittää DCV:n Automated Assembly Cylinder Head (AACH) -linjan Automated Push-in Cap robottisolun vesitulppien liimausprosessia ja ehkäistä siitä syntyviä ongelmia koeponnistusvaiheessa. Työn tarkoitus oli myös mahdollistaa tulevaisuudessa O-renkaiden automatisoitu asennus ja näin ollen toimittaa sylinterikani asennusvalmiina moottorikokoonpanoon.

1.1 Wärtsilä Oy lyhyesti

Wärtsilä toimittaa älykkään teknologian kokonaislinkaariratkaisuja maailman laajuisesti merenkulku- ja energiamarkkinoille. Wärtsilä keskittyy kestäviin innovaatioihin, kokonaishyötysuhteeseen ja data-analytiikkaan maksimoidakseen asiakkaiden alusten ja voimalaitosten ympäristötehokkuuden ja taloudellisuuden. Wärtsilän liikevaihto oli vuonna 2017 4,9 miljardia euroa ja se työllisti noin 18.000 henkilöä. Wärtsilä toimii yli 200:ssa toimipisteessä, joita on yli 80 maassa eri puolilla maailmaa. /4, s.6/

1.2 Strategia

Wärtsilän tavoitteisiin kuuluu kehittää yhteiskuntaa kestävällä ja älykkäällä teknologialla. Asiakkaiden vaatimuksiin kuuluu yhä enemmän joustavan ja puhtaan energian saanti sekä turvallisten ja tehokkaiden kuljetusjärjestelmien tarve. Wärtsilän älykkäiden ratkaisujen perustana toimivat asiakkaiden vaatimukset energia- ja merenkulkumarkkinoilla. Wärtsilä pystyy hyvin vastaamaan innovatiivisten ratkaisujen kysyntään integroidun palvelu- ja tuotetarjontansa ansiosta. Asiakkaiden päätöksentekoa tukee Wärtsilän panostus laitteiden tuottavuuden optimointiin niiden koko elinkaaren ajan. Tuottavuuden optimointiin Wärtsilä hyödyntää data-analytiikkaa ja tekoälyä. Asiakkaan saamaa arvoa Wärtsilä lisää digitaalisella muutoksella, joka vie yhteistyön ja osaamisen aivan uudelle tasolle. Wärtsilän huoltover-

kosto on maailmanlaajuisesti ylivoimainen verrattuna kilpailijoihin, mikä tukee yhtiön kannattavaa kasvua koskevia tavoitteita. Wärtsilä tekee yhteistyötä alan johtavien yhteistyökumppaneiden ja asiakkaidensa kanssa sekä etsii jatkuvasti uusia ratkaisuja varmistukseksi laadun ja kustannustehokkuuden. Wärtsilä vahvistaa asemaansa markkinalähtöisen innovaatioiden kehittäjänä panostamalla digitalisointiin, tuotekehitykseen sekä tutkimuksiin. Korkeat eettiset periaatteet, monimuotoisuus sekä innovaatiokulttuuri tuo Wärtsilään ammattitaitoista ja sitoutunutta henkilöstöä, mikä tekee organisaatiosta erittäin suorituskykyisen. Wärtsilän kanssa yhteistyön helpoksi tekee toiminnan erinomaisuus. Tämä parantaa myös yhtiön tuotavuutta ja tehokkuutta koko elinkaaren ajan. /4, s.6/ Kuvassa 1 on kuvattuna Wärtsilän strategia.

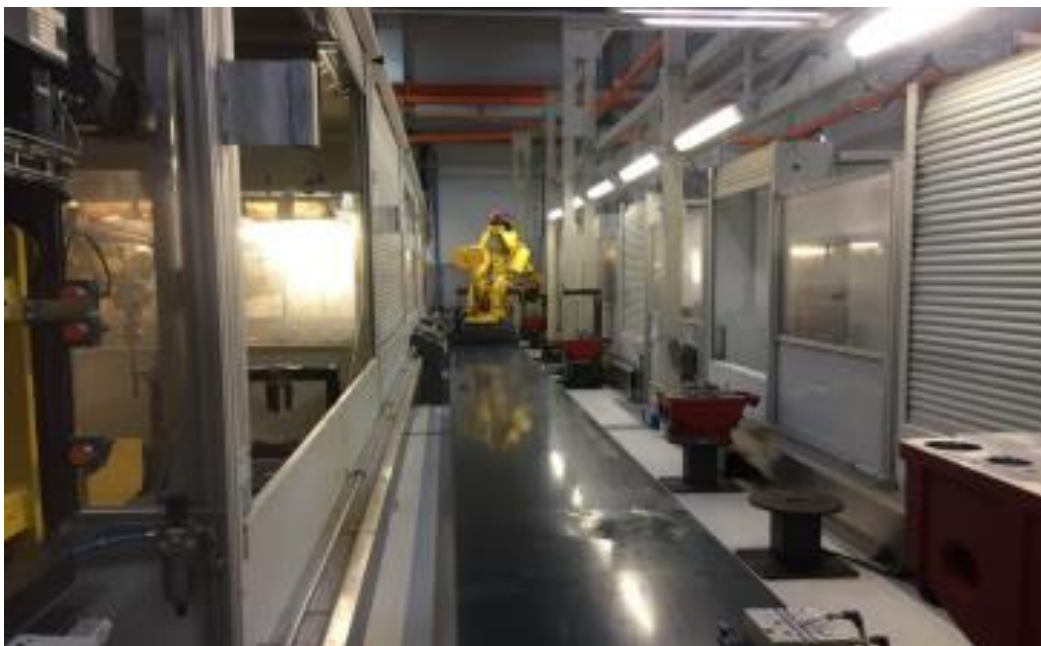


Kuva 1. Wärtsilän strategia.

1.3 Automated Assembly Cylinderhead (AACH)

AACH on Vaasassa toimiva osakokoonpanolinja, joka kokoonpanee sylinterikansia W32/34-, W20- ja W31-moottoreihin.

Osakokoonpanolinja toimii puoliautomaattisesti kahdessa vuorossa, jossa osan työstä tekevät robotit ja osan ihmiset. Sylinterikannen vaiheaika linjalla on 15 min. kahdessa vuorossa valmistuu parhaimmillaan X kpl sylinterikansia. Osakokoonpanolinjalla robotin työtehtäviin kuuluu mm. sylinterikannen maalaus, vesitulppien asennus, venttiileiden asennus sekä koeponnistustyöt. Käsintehdäviä töitä ovat mm. käynnistys- ja ruiskutuslaitteen asennus sekä laakeripukkien yms. asennus. Kuvasssa 2 sylinterikannen osakokoonpanolinja.



Kuva 2. Sylinterikannen osakokoonpanolinja

1.4 Automated Push-in Cap Assembly station

Automated Push-in Cap Assembly station on robottisolu AACH-linjalla, missä asennetaan sylinterikanteen robotilla vesitulppia. Sylinterikansiin asennetaan neljää erikokoista vesitulppaa. Tulpan asennus tapahtuu seuraavasti: robotti tuo sylinterikannen tulpan asennussoluun, jossa toinen robotti hakee tulpan tulppa-automaatista. Tämän jälkeen robotti kuljettaa tulpan liiman annosteluautomaatille, missä liima valutetaan paineilmatoimisen annostelijan avulla tulppaan samalla kun robotti

pyörittää tulppaa. Liiman valutusta valvotaan optisilla valokuiduilla, joilla varmistetaan, että liimavana on katkeamaton valuessaan. Liiman valutuksen jälkeen robotti vie tulpan sylinterikannessa olevan reiän luo ja asentaa sen paineilmatoimisen iskuvasaran avulla kanteen. Robotin lähtiessä noutamaan toista tulppaa, sylinterikansi pyörii asennusalustan päällä seuraavan tulpan asennusasentoon. Kun kaikki tulpat on asennettu, toinen robotti hakee jälleen kannen asennussolusta seuraavaan työvaiheeseen. Kuvassa 3 sylinterikannen osakokoonpanolinjan vesitulppien asennussolu.



Kuva 3. Automaattinen vesitulppien asennussolu.

1.5 Automaattisessa vesitulppien asennussolussa käytettävä robotti.

Vesitulppien asennussolussa käytetään Fanuc M-710iC/50 -robottia. Robotti voi siirtää 50 kg painavia esineitä ja yltää 2050 mm päähän. Robotti on kuusi akselinen ja se painaa 560 kg. Fanuc N-710iC/50 -robotti esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Fanuc M-710iC/50 -robotti.

2 LIIMAVALUMIEN EHKÄISYTARPEEN TUNNISTAMINEN

Nykyisellä toimintatavalla vesitulppien liimauksessa valutetaan liiallinen määrä liimaa tulppaan, mikä tuottaa myöhemmissä kokoonpanovaiheissa ongelmia. Nykyisellä toimintatavalla ei pystytä myöskään toimittamaan sylinterikansia asiakkaalle asennusvalmiina, vaan asiakkaan tehtäväksi jää puhdistaa O-rengasurat sekä asentaa O-renkaat käsin.

2.1 Ulkopuoliset liimavalumat

Ulkopuoliset liimavalumat joudutaan nykyisellä toimintatavalla poistamaan käsin käyttäen puhdistusharjaa ja puhdistusainetta. O-rengasurat on puhdistettava liimavalumista huolellisesti, että varmistetaan riittävä tiivistys sylinterikannen ja sylinteriholkin vesitilan välissä. Sylinterikansia valmistetaan vuodessa n. X kpl, joista jokaisen puhdistamiseen kuluu n.0.5 minuuttia. Tämä tarkoittaa vuodessa yhteensä X h turhaa käsin tehtävää työtä.

2.2 Sisäpuoliset liimavalumat

Sylinterikannen sisäpuoliset liimavalumat aiheuttavat suurimmat ongelmat koeponnistusvaiheessa. Ylimääräinen liima liukenee koeponnistusveteen aiheuttaen siellä erityyppisiä ongelmia. Liuennut liima esimerkiksi kerääntyy kumiventtiileihin, joilla ohjataan sekä koeponnistusveden virtausta että painetta. Likaantunut venttiili alkaa vuotaa, jolloin se joudutaan vaihtamaan koeponnistustuloksen varmistamiseksi. Koeponnistusaltaissa käytetään myös kahta tiheää metalliverkkosuodatinta suodattamaan sisään menevä ja ulos tuleva vesi. Liuennut liima aiheuttaa myös tukoksia näihin suodattimiin ja johtaa näin suodattimien ennenaikaiseen puhdistus- ja vaihtotarpeeseen. Koeponnistusvesi sekä lämmitetään että jäähdytetään koeponnistuksen aikana, mikä johtaa hyvään kasvuympäristöön bakteereille. Bakteerikantaa pyritään pienentämään Predator-suodattimella. Suodatinta ei kuitenkaan pystytä

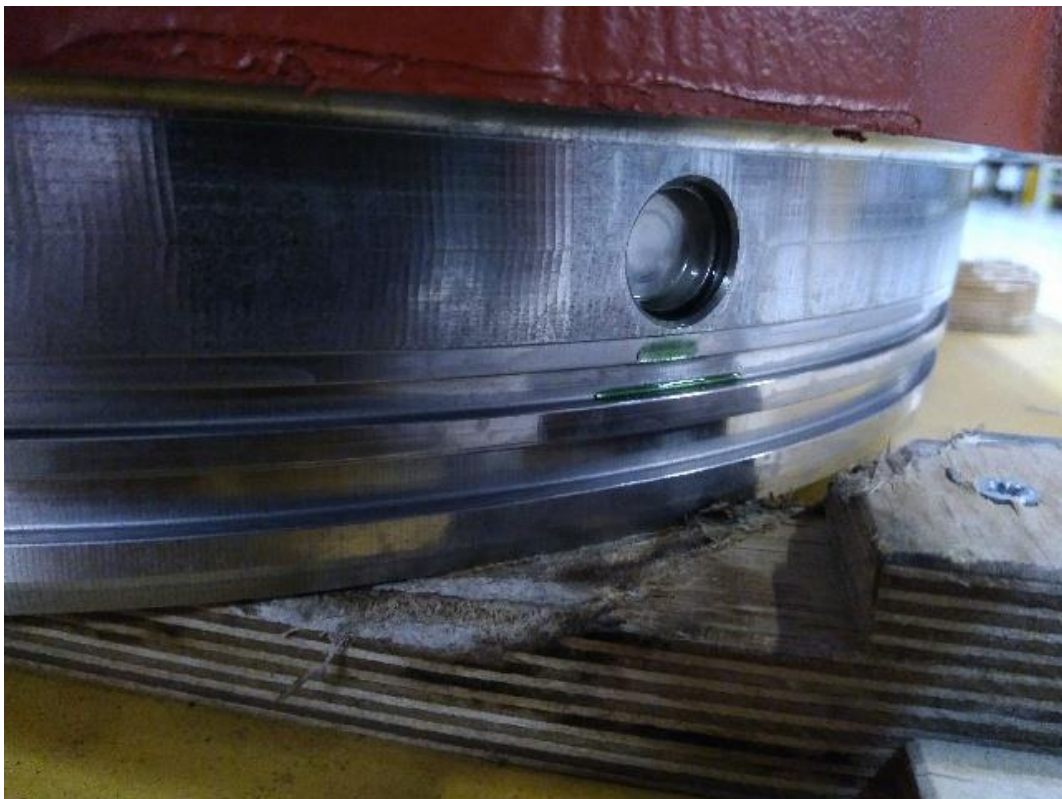
tällä hetkellä käyttämään, koska myös tämä suodatin tukkeutuu enneaikaisesti. Tästä johtuen koeponnistusvesi joudutaan vaihtamaan useasti.

2.3 Liimavalumiin ehkäisyllä saavutettava hyöty

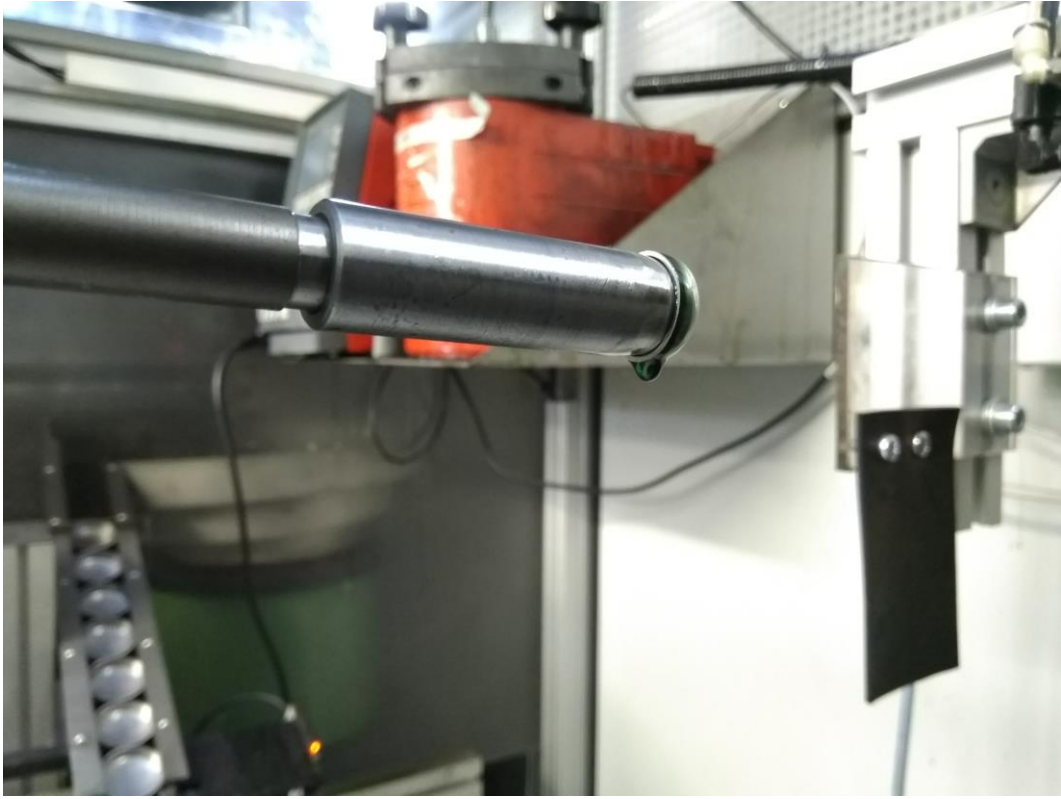
Liimavalumiin ehkäisyllä saavutettaisiin siis seuraavia hyötyjä: liimavalumiin poisto O-rengasurasta mahdollistaisi automatisoidun O-renkaan asennuksen. Tämä taas mahdollistaisi sen, että asiakkaalle pystyttäisiin toimittamaan täysin asennusvalmis tuote. Tämä vähentäisi turhaa käsin tehtävää työtä moottorinkokoonpanossa. O-renkaiden paikallaan olo mahdollistaisi myös koeponnistuksen lopullisesta tiivistyspinnasta, mikä parantaisi koeponnistuksen todenmukaisuutta. Koeponnistusvaiheessa pystyttäisiin vähentämään huoltokustannuksia merkittävästi, koska venttiilejä, suodattimia ja vettä pystyttäisiin käyttämään pidemmän aikaa.

3 VESITULPPIEN LIIMAUSPROSESSIN ONGELMA

Tulppien liimausprosessia tarkasteltaessa selvisi, että liimaa valutetaan melko paljon tulpan ympärille sen varmistamiseksi, että liimaa on jokaisessa tulpan kohdassa. Kuvassa 6 vesitulpasta irtoava liimapisara. Tulpan asennusvaiheessa ylimääräinen liima kuitenkin pursuaa ja valuu aiheuttaen ei-toivottuja ilmiöitä. Kuvassa 5 liima on valunut O-rengasuraan.



Kuva 5. Liimavaluma O-rengasurassa.



Kuva 6. Ylimääräistä liimaa vesitulpassa.

4 VESITULPAN LIIMAUS

Liimauksessa käytetään Loctite 648 -laakerikiinnitettä. Liima valutetaan paineilmatoimisella valutusannostelijalla tulpan ympärille samalla kun robotti pyörittää tulppaa valutuspuoleltaan. Liiman valutusta valvotaan optisilla valokuiduilla, jotka valvovat, että liimavana on katkeamaton ja näin liimaa tulee tulpan jokaiseen kohtaan. Liimasäiliössä on myös erillinen anturi, joka valvoo säiliön tyhjentymistä. Liimavana estää valosäteiden kulun optiselta kuidulta toiselle, jolloin ohjelma tunnistaa, että liimaa valuu tasaisesti. Jos liima kuitenkin valutuksen aikana lähtee kiemurtelemaan tai vana katkeaa, valosäde pääsee kuidulta toiselle ja ohjelma tunnistaa virheen liimauksessa. Tällaisessa tilanteessa liiman valutus aloitetaan alusta, kunnes ohjelma tunnistaa virheettömän valutuksen. Kuvassa 8 esitetty liiman valutus vesitulpan ympärille.

4.1 Loctite 648

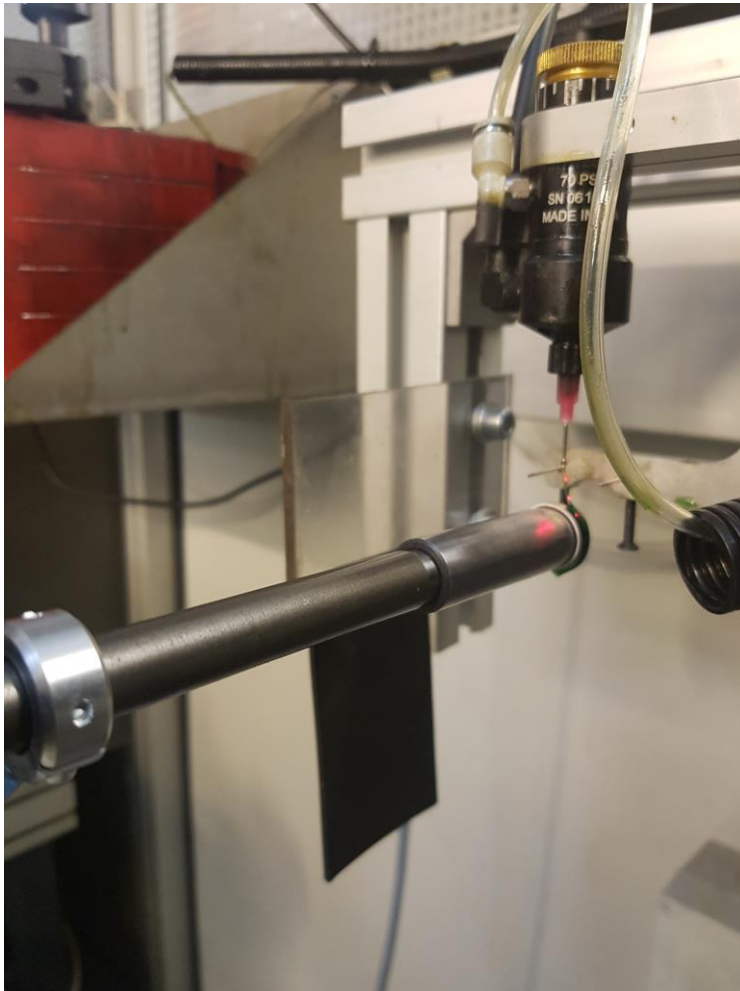
Loctite 648 on yksikomponenttinen suurilujuuksinen laakerikiinnite kaikille metallipinnoille. Kiinnite on suunniteltu sylinterimäisten vällys- tai puristesovitteisten osien liimaukseen. Kiinnite kuivuu, kun se on kahden metallipinnan välissä erotettuna ilmasta. Kiinnitteen on todettu kestävän korkeita lämpötiloja sekä teollisten öljyjen ja suoja-aineiden lieviä epäpuhtauksia. Kiinnite toimii myös passiivisilla pinnoilla, kuten ruostumattomalla teräksellä. Kiinnitteellä on matala viskositeetti 400–600 mPa·s. /7/

4.2 Loctite 97152 -automaattinen hallintalaite

Liiman valutuksessa käytetään Loctite 97152 -automaattista hallintalaitetta. Hallintalaite on automaattinen ja sillä pystytään ohjata 1–2 annosteluventtiiliä. Säiliötä valvotaan elektronisesti, sekä säiliön painetta säädetään paineensäätimellä. Hallintalaite esitetty kuvassa 7. /7/



Kuva 7. Loctite 97152 -hallintalaite



Kuva 8. Liiman valutus vesitulpan ympärille.

5 VALUMAONGELMAN LÄHESTYMINEN

Ongelman ratkaisemiseksi oli lähtökohtaisesti kaksi lähestymistapaa. Ongelma voitiin ratkaista joko puhdistamalla jo syntyneet liimavalumat tai yrittää estää ylimääräisen liiman valuminen heti asennusvaiheessa.

5.1 Liimavaluman puhdistaminen

Liimavaluman puhdistamista ei nähty järkeväksi, koska puhdistus veisi paljon aikaa ja olisi hankala toteuttaa kaikkien vesitulppien kohdalla. Puhdistus ei myöskään ratkaisisi koko ongelmaa, koska sylinterikannen sisälle jäisi kuitenkin liimavalumia, mitkä tuottaisivat ongelmia koeponnistusvaiheessa.

5.2 Liimavaluman estäminen

Liimavaluman estäminen oli tehokkaampi ratkaisu parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Sillä pystytään estämään yksinkertaisemmalla ratkaisulla niin sisä- kuin ulkopuoliset valumat sekä liimavalumat myös muissa vesitulpissa kuin pelkästään pienimmissä tulpissa mitkä asennetaan O-rengasuran yläpuolelle. Näin pystytään pienentämään myös koeponnistuksessa syntyviä kustannuksia.

6 LIIMAVALUMIEN MAHDOLLISET RATKAISUT

Ratkaisua lähdettiin tutkimaan perehtymällä liimavalumiin estomahdollisuuksiin. Liimanvalutusta tarkkailtaessa havaittua liiman liiallista määrää päätettiin pienentää jollain ratkaisulla.

6.1 Liiman poisjättäminen

Liiman poisjättäminen oli yksi vaihtoehto. Haastatteluissa kuitenkin kävi ilmi, että liiman poisjättäminen ei ollut mahdollista vesitulpan reikien sekä vesitulppien koneistustoleransseista johtuen. Sylinterikansien koeponnistuksessa käytettävä paine on 10 bar, mikä aiheuttaa koeponnistusvaiheessa vaaran vesitulpan irtoamiseen, mikäli sitä ei olisi asennettu liiman kanssa. Käyttötilanteessa jäähdytysnesteen paine jää merkittävästi alhaisemmaksi. Liimaa on myös käytettävä tulppissa tiiviin lopputuloksen varmistamiseksi.

6.2 Liiman levittäminen

Liimaa voidaan levittää esimerkiksi silikoninuolijalla tai liimatelalla samassa työvaiheessa, kun liima valutetaan tulpan ympärille. Tämä säästäisi aikaa, koska erillistä työvaihetta liiman levitykseen ei tarvita. Silikoninuolijan tai liimatelan voisi asentaa liiman valutuspuolelle, missä se levittäisi liiman samalla kun robotti pyörittää tulppaa. Silikoninuolijan tai liimatelan kiinnitys täytyisi toteuttaa esimerkiksi paineilmatoimisella sylinterillä, jonka pituutta pystytään ohjaamaan logiikkaohjauksella liiman levityksessä olevan tulpan mukaan. Tällöin silikoninuolija tai liimatela voitaisiin säätää oikealle etäisyydelle vesitulpasta. Silikoninuolija tai liimatela puhdistetaan tai vaihdetaan uuteen tarpeen vaatiessa viikkohuollon yhteydessä. Kuvassa 10 esitetty silikoninuolija ja kuvassa 11 liimatela.

6.3 Liiman levittäminen paineilmalla

Liima voidaan levittää erillisessä työvaiheessa paineilman avulla. Robotti tuo tulpan liimanvalutuspuolelta ja kääntää tulpan pystyasentoon jäteastian yläpuolelle.

Jäteastian yläpuolelle asennetaan paineilmasuutin, joka puhaltaa liiman ohueksi kalvoksi tulpan ympärille samalla kun robotti pyörittää tulppaa. Ylimääräinen liima irtoaa tulpasta puhalluksessa ja valuu jäteastiaan, jonka taso tarkastetaan viikko-
huollon yhteydessä ja tyhjennetään tarvittaessa. Ilmasuutin voidaan asentaa kiinteästi paikalleen, koska robotin ohjelmointiin voidaan jokaiselle tulppakoolle lisätä oma puhalluspiste. Ennen ilmasuutinta asennetaan paineen säädin paineilmaläh-
töön.

6.4 Liiman ruiskuttaminen vesitulpan reikiin

Yhtenä mahdollisuutena liimavalumiin estämiseksi olisi levittää liima suoraan sylinterikansien vesitulppareikiin. Loctite:ltä löytyy roottorispray-annostelulaite Loctite 97115, jota voidaan käyttää Loctite 97152 -kaksikanavaohjaimen kanssa. Loctite 97152 -kaksikanavaohjain on jo nyt käytössä liimanvalutuslaitteessa. Roottorispray-annostelijaan käytetään Loctite- 97135 tai 97136 annosteluventtiilien kanssa. Ongelmaksi voi kuitenkin tulla letkut ja johdot, koska roottorispray-annostelulaite täytyisi kiinnittää robottiin. Roottorispray-annostelulaitetta käytetään liiman levittämiseen työkappaleen sylinterimäisille sisäpinnoille. Roottorispray-annostelulaite on esitetty kuvassa 9. /7/



Kuva 9. Roottorispray-annostelulaite



Kuva 10. Silikoninuoletta.



Kuva 11. Liimatela.

7 RATKAISUJEN TESTAUS

Tarkempaan testaukseen otettiin liiman levitys silikoninuolijalla, liimatelalla sekä liimanlevitys paineilman avulla. Testaus suoritettiin demonstroimalla robotin pyöritysliikettä manuaalisen metallisorvin avulla. Keskelle vesitulppaan porattiin kiinnitysreikä, mistä vesitulppa kiinnitettiin ruuviin, josta se kiinnitettiin sorvin leukoihin. Vesitulppa laitettiin pyörimän ja tulpan pinnalle valutettiin liimaa. Tämän jälkeen sorvi pysäytettiin, että voitiin tarkistaa, että valutus vastasi oikeaa tilannetta. Lähtötilanteen ollessa vastaava kuin oikeassa tilanteessa aloitettiin eri levitysmenetelmien testaus. Kuvassa 12. esitetty lähtötilanne ennen liiman levitystä.

7.1 Levitys silikoninuolijalla

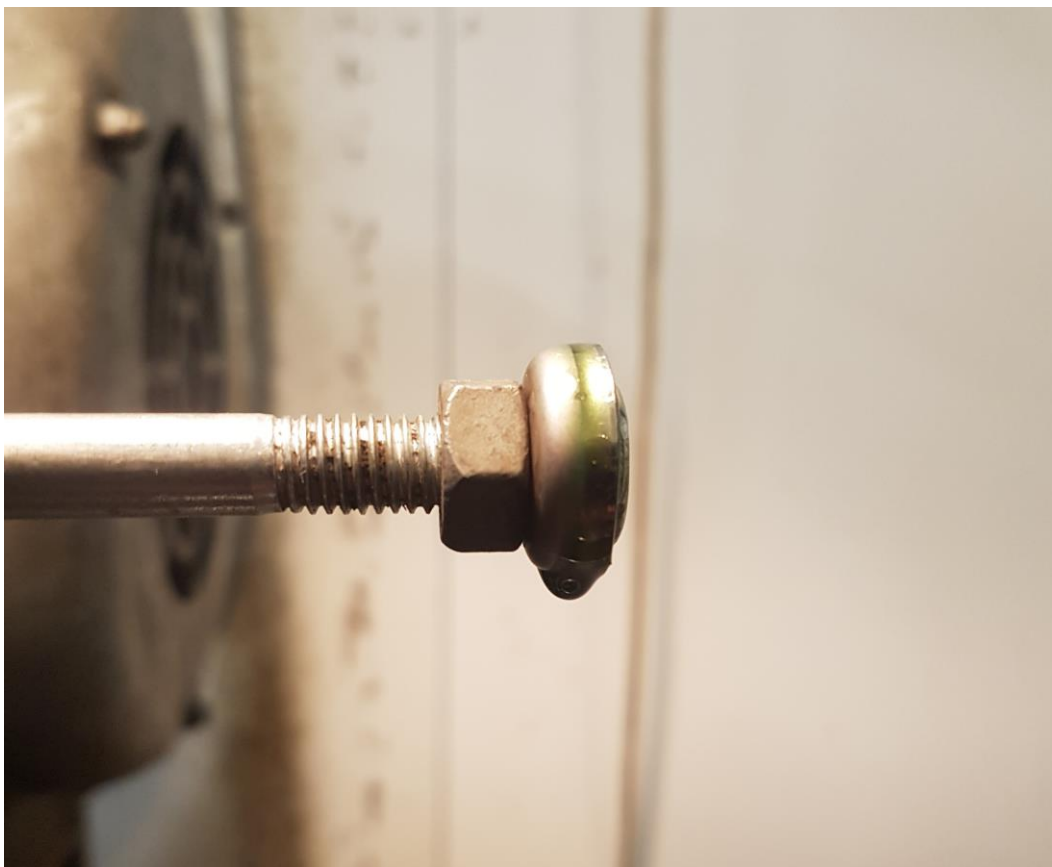
Ensimmäisenä levitystä kokeiltiin silikoninuolijan avulla. Silikoninuolija toimi odotetulla tavalla ja sai aikaiseksi siistin ohuen kalvon vesitulpan ympärille. Ylimääräistä liimapisaraa ei myöskään ollut enää havaittavissa vesitulpan alapinnalla. Huonona puolena havaittiin, että nuolijan pintaan kertyi runsaasti liimaa, joka saattaa aiheuttaa pidempiaikaisessa käytössä ongelmia. Runsaat liimajäämät saattavat aiheuttaa myös suurta huoltotarvetta silikoninuolijalle. Silikoninuolijaa voitaneen kuitenkin käyttää, jos siihen lisätään paineilmapuhallus puhdistaman nuolija aina liiman levityksen jälkeen. Kuvassa 13. testitulokset silikoninuolijaa käytettäessä.

7.2 Levitys liimatelalla

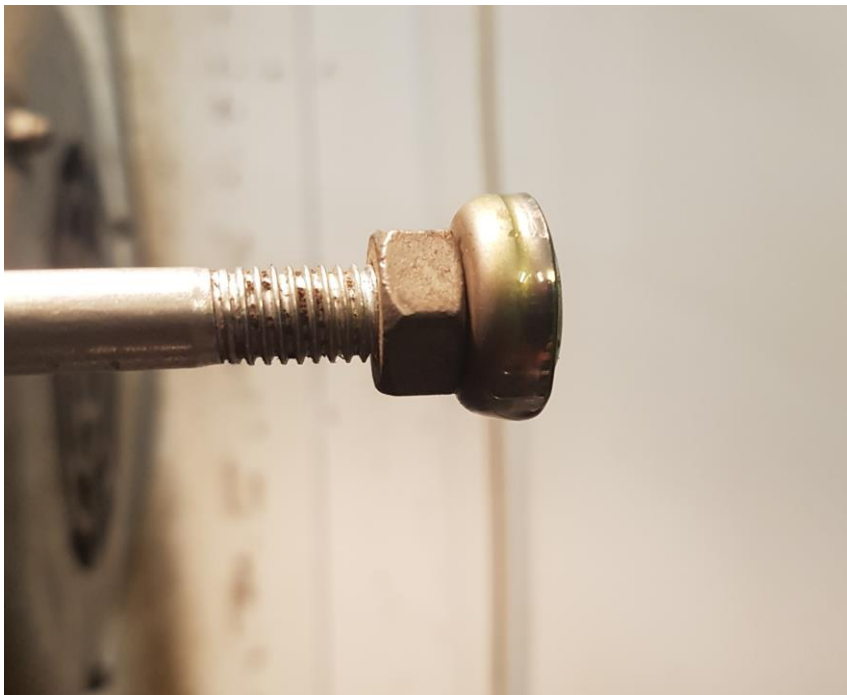
Toisena tarkastelussa oli liimatelan käyttö levityksessä. Liimatelalla levitettäessä lopputulos oli myös siisti ohut kalvo liimaa tulpan ympärillä. Ongelmaksi ilmeni kuitenkin se, että tela ei tahtonut pyöriä tulpan ympärillä, koska tulpan pinnan ja telan välissä oleva liima pienensi kitkaa ja tela jäi helposti jumiin. Liimatelan käytössä ilmeni myös sama ongelma kuin silikoninuolijan käytössä eli ylimääräinen liima kertyi telan pintaan.

7.3 Levitys paineilmalla

Viimeiseksi tarkasteltiin liiman levittämistä paineilman avulla. Paineilmalla levittäessä saavutettiin myös siisti ohut liimakalvo vesitulpan ympärille. Tulpan pohjapinnasta ulospäin puhallettaessa ylimääräinen liima irtosi siististi eikä ylimääräistä liimaa jäänyt tulppaan. Tästä suunnasta puhallettaessa ongelmaksi tulee kuitenkin se, että irronnut liima lentää asennustyökaluun, mikä todennäköisesti aiheuttaa pitempiaikaisessa käytössä ongelmia. Puhallettaessa poispäin työkalusta tuli liimakalvosta siisti ja tasainen. Ongelmaksi tuli kuitenkin se, että suuri osa liimasta ei irronnut tulpasta vaan valui tulpan taustapinnalle. Liiman levityksen jälkeen paineilman avulla täytyy toimintoon lisätä piste, missä robotti käy pyyhkäisemässä vesitulpan taustapinnan puhtaaksi esimerkiksi kumilevyä vasten. Kuvassa 14 esitetty testitulokseksi paineilmaa levitykseen käytettäessä.



Kuva 12. Valutettu liima.



Kuva 13. Silikoninuolijalla levitetty liima.



Kuva 14. Paineilmalla levitetty liima.

8 O-RENGASURIEN MAHDOLLINEN LISÄSUOJAUS

O-rengasurien mahdollinen lisäsuojauksen tarve olisi mahdollista toteuttaa esimerkiksi asentamalla vastaava suojakaulus sylinterikannen pyöritystelineeseen kuin maalaussolussa. Lisäsuojauksia ei kuitenkaan ole todennäköisesti välttämätöntä suorittaa, koska pelkästään liiman määrän sääntelyn levitysratkaisujen vaikuttaisi olevan riittävä ratkaisu eikä valumia enää pääse syntymään. Kuvassa 15 maalaussolun sylinterikannen suojakaulus.



Kuva 15. Maalaussolun suojakaulus.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön alkuperäinen tarkoitus oli saada liimavalumat pois alempien vesitulppien alapuolella olevista O-rengasurista. Tällä olisi mahdollistettu O-renkaiden automatisoidun asennuksen suunnittelu sekä asennusvalmiin sylinterikannen toimitus asiakkaalle. Ongelman syvempi tarkastelu osoitti kuitenkin muitakin ongelmia, mitkä johtuivat liiman valumisesta.

Alkuperäinen ajatus työn toteuttamisesta oli poistaa liimavalumat, mutta muiden ongelmien selviäminen muutti ratkaisua liimavalumiin ehkäisemiseksi sekä vesitulppaan levitettävän liiman määrän säätelyksi.

Opinnäytetyössä ei ole tutkittu kustannuksia juuri lainkaan, koska jokainen mahdollinen ratkaisu, mitä työssä on esitetty, on melko edullinen ja yksinkertainen toteuttaa. Lopullinen ratkaisun valinta ja mahdollinen toteutus jää AACH-linjan päätettäväksi.

Opinnäytetyön haasteita olivat työn aikataulu sekä AACH-linjan tuntemuksen puute tekijältä. Opinnäytetyön tekemisen aikana kuitenkin AACH-linja, linjan toiminta, sekä laitteet tulivat tutuiksi ja työ saatiin päätökseen. Jokainen työssä esitetty ratkaisu vähentää AACH-linjan kunnossapidon huollollisia kustannuksia.

Työssä esitetyt ratkaisut eivät myöskään merkittävästi pidennä Automated Puch-in Cap -solun läpimenoaikaa, vaan tuotanto pystytään toteuttamaan normaalissa aikataulussa. Näin ollen jokin työssä esitetyistä ratkaisuista olisi järkevää toteuttaa.

10 JATKOKEHITETTÄVÄÄ

Jos aikaa olisi ollut enemmän, olisi tarkasteluun voinut ottaa myös robotin asennustyökalun erilaiset suojausvaihtoehdot. Käytettäessä paineilmaa liiman levittämiseen, oli ylimääräisen liiman irtoamisen kannalta paras puhallussuunta työkaluun päin. Asennustyökalun olisi voinut suojata esimerkiksi jonkinlaisella levyllä, missä olisi ura, minkä lävitse asennustyökalu tuodaan levityspisteelle. Tällöin irtoavat liimaroiskeet osuisivat suojalevyyn eivätkä asennustyökaluun.

Myös liiman valuttamisen sijaan voitaisiin tutkia keinoja ruiskuttaa liimaa tulpan ympärille ohuena sumuna. Näin liimakalvo voitaisiin säädellä ohueksi eikä ylimääräistä liimaa tarvitsisi levittää ja poistaa. Tällä tavalla, myös liimaa kuluisi vähemmän.

LÄHTEET

/1/ Seijari, J. Process Developer, W32/34 Serial Module Assembly. Haastattelu 16.3.2018.

/2/ Vaarasto, E. Tuotekehitysinsinööri, Lumikko Technologies Oy. Haastattelu 30.3.2018.

/3/ Hellmann, T. Kunnossapidon työnjohtaja, Wärtsilä Oy. Haastattelu 13.4.2018.

/4/ Wärtsilä Oyj Abp Vuosikertomus 2017, 7.4.2018, <https://mb.cision.com/>

/5/ Fanuc 2018, 14.4.2018, <http://www.fanuc.eu/fi/fi>

/6/ Tuomaala, T. 2017. Opinnäytetyö. Aach Lämpömenon Kehittäminen.

/7/ Loctite 2018. 24.4.2018, <http://www.loctite.fi/homepage.htm>

M-710iC/50



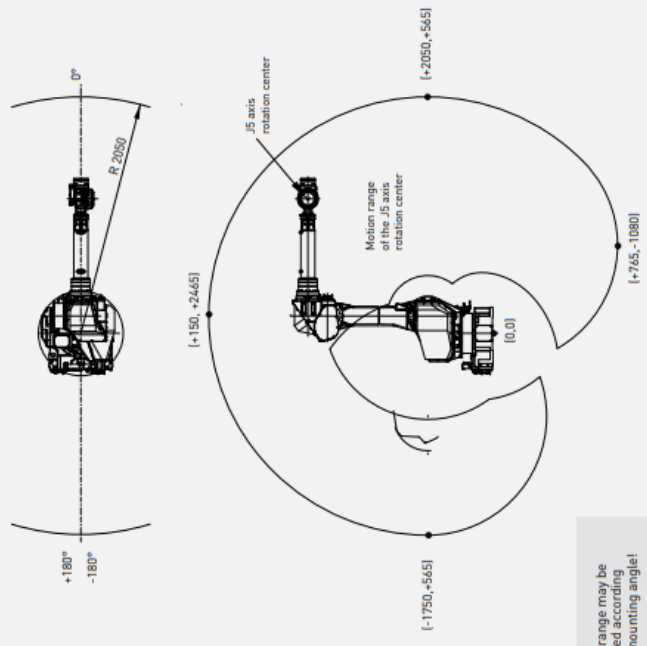
Max. load capacity
at wrist: **50 kg**



Max. reach:
2050 mm

Controlled axes	Repeatability (mm)	Mechanical weight (kg)	Motion range [°]						Maximum speed [°/s]						J6 Moment/Inertia (Nm/kgm ²)	J5 Moment/Inertia (Nm/kgm ²)	J4 Moment/Inertia (Nm/kgm ²)	J6 Moment/Inertia (Nm/kgm ²)	
			J1	J2	J3	J4	J5	J6	J1	J2	J3	J4	J5	J6					
6	± 0.03*	560	360	225	440	720	250	720	250	720	175	175	175	250	250	355	206/28	206/28	127/11

Working range



Robot

- Robot footprint (mm)..... **M-710iC/50**
- Robot footprint (mm)..... 535 X 550
- Mounting position Floor..... •
- Mounting position Upside down..... •
- Mounting position Angle..... •

Controller

- Open air cabinet..... **R30iB**
- Mate cabinet..... ○
- A-cabinet..... •
- B-cabinet..... ○
- iPendant Touch..... •

Electrical connections

- Voltage 50/60Hz 3-phase [V]..... 380-575
- Voltage 50/60Hz 1-phase [V]..... -
- Average power consumption [kW]..... 2.5

Integrated services

- Integrated signals on upper arm In/Out..... 8/8
- Integrated air supply..... 1

Environment

- Acoustic noise level [dB]..... 71.3
- Ambient temperature [°C]..... 0-45

Protection

- Body standard/optional..... IP54/IP67
- Wrist & J3 arm standard/optional..... IP67

• standard ○ on request - not available [] with hardware and/or software option *Based on ISO2933

Liite 2

LOCTITE

Technical Data Sheet

LOCTITE® 648™

(TDS for the new formulation of LOCTITE® 648™) August 2016

PRODUCT DESCRIPTION

LOCTITE® 648™ provides the following product characteristics:

Technology	Acrylic
Chemical Type	Urethane methacrylate
Appearance (uncured)	Green liquid ^{MS}
Fluorescence	Positive under UV light ^{MS}
Components	One component - requires no mixing
Viscosity	Low
Cure	Anaerobic
Secondary Cure	Activator
Application	Retaining
Strength	High

This Technical Data Sheet is valid for LOCTITE® 648™ manufactured from the dates outlined in the "Manufacturing Date Reference" section.

LOCTITE® 648™ is designed for the bonding of cylindrical fitting parts. The product cures when confined in the absence of air between close fitting metal surfaces and prevents loosening and leakage from shock and vibration. Typical applications include holding gears and sprockets onto gearbox shafts and rotors on electric motor shafts. LOCTITE® 648™ provides robust curing performance. It not only works on active metals (e.g. mild steel) but also on passive substrates such as stainless steel and plated surfaces. The product offers high temperature performance and oil tolerance. It tolerates minor surface contaminations from various oils, such as cutting, lubrication, anti-corrosion and protection fluids.

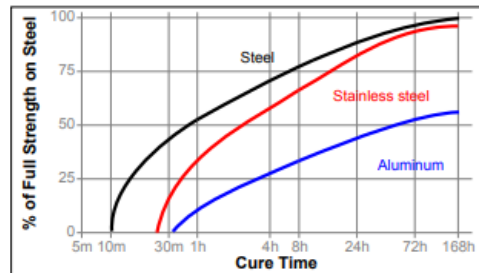
TYPICAL PROPERTIES OF UNCURED MATERIAL

Specific Gravity @ 25 °C	1.1
Viscosity, Brookfield - RVT, 25 °C, mPa·s (cP): Spindle 2, speed 20 rpm	400 to 600 ^{MS}
Viscosity, Cone & Plate, 25 °C, mPa·s (cP): Shear rate 129 s ⁻¹	400 to 600

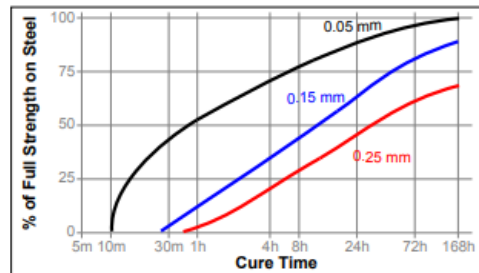
Flash Point - See SDS

TYPICAL CURING PERFORMANCE**Cure Speed vs. Substrate**

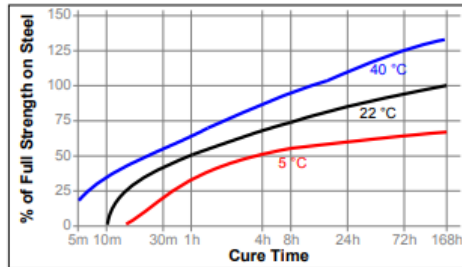
The rate of cure will depend on the substrate used. The graph below shows the shear strength developed with time on steel pins and collars compared to different materials and tested according to ISO 10123.

**Cure Speed vs. Bond Gap**

The rate of cure will depend on the bondline gap. The following graph shows shear strength developed with time on steel pins and collars at different controlled gaps and tested according to ISO 10123.

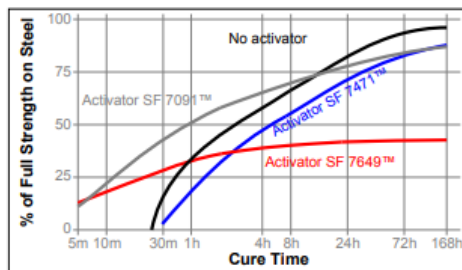
**Cure Speed vs. Temperature**

The rate of cure will depend on the temperature. The graph below shows the shear strength developed with time at different temperatures on steel pins and collars and tested according to ISO 10123.



Cure Speed vs. Activator

The graph below shows the shear strength developed with time on stainless steel pins and collars using Activator SF 7471™, SF 7649™ and SF 7091™ and tested according to ISO 10123.



TYPICAL PROPERTIES OF CURED MATERIAL

Physical Properties:

Glass Transition Temperature ISO 11359-2, °C	100
Coefficient of Thermal Expansion, ISO 11359-2 K ⁻¹ :	
Below Tg	93×10 ⁻⁰⁶
Above Tg	184×10 ⁻⁰⁶

TYPICAL PERFORMANCE OF CURED MATERIAL

Adhesive Properties

Cured for 15 minutes @ 22 °C

Compressive Shear Strength, ISO 10123:	
Steel pins and collars	N/mm ² ≥13.5 ^{M5} (psi) (1,960)

Cured for 24 hours @ 22 °C

Compressive Shear Strength, ISO 10123:	
Steel pins and collars	N/mm ² ≥25 ^{M5} (psi) (≥3,625)

Cured for 7 days @ 22 °C

Compressive Shear Strength, ISO 10123:

Steel pins and collars	N/mm ² 31 (psi) (4,480)
Stainless Steel pins and collars	N/mm ² 30 (psi) (4,350)
Aluminum pins and collars	N/mm ² 18 (psi) (2,610)

Cured for 24 hours @ 22 °C

Breakaway Torque, ISO 10964:

M10 black oxide bolts and mild steel nuts	N-m 58 (lb.in.) (515)
3/8 x 16 steel nuts (grade 2) and bolts (grade 5)	N-m 32 (lb.in.) (285)

Prevail Torque, ISO 10964:

M10 black oxide bolts and mild steel nuts	N-m 40 (lb.in.) (355)
3/8 x 16 steel nuts (grade 2) and bolts (grade 5)	N-m 16 (lb.in.) (140)

Breakloose Torque, ISO 10964, Pre-torqued to 5 N-m:

3/8 x 16 steel nuts (grade 2) and bolts (grade 5)	N-m 29 (lb.in.) (255)
---	--------------------------

Prevail Torque, ISO 10964, Pre-torqued to 5 N-m:

3/8 x 16 steel nuts (grade 2) and bolts (grade 5)	N-m 29 (lb.in.) (255)
---	--------------------------

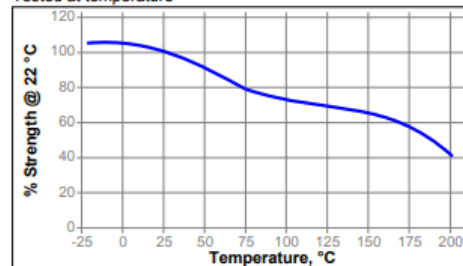
TYPICAL ENVIRONMENTAL RESISTANCE

Cured for 1 week @ 22 °C

Compressive Shear Strength, ISO 10123:
Steel pins and collars

Hot Strength

Tested at temperature

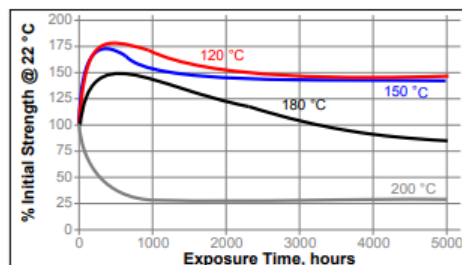


Cold Strength

This product has been tested to -75°C (-100 F). This product may work below this temperature, but has not been tested.

Heat Aging

Aged at temperature indicated and tested @ 22 °C

**Chemical/Solvent Resistance**

Aged under conditions indicated and tested @ 22 °C.

Environment	°C	% of initial strength			
		500 h	1000 h	3000 h	5000 h
Motor oil (5W40 -Synthetic)	125	170	165	150	145
Unleaded Petrol	22	130	130	110	105
Brake fluid	22	130	140	135	125
Water/glycol 50/50	87	85	80	80	80
Ethanol	22	130	130	125	120
Acetone	22	100	100	100	100
B100 Bio-Diesel	22	115	115	105	100
DEF (AdBlue®)	22	95	95	90	100

Stainless Steel pins and collars

Environment	°C	% of initial strength			
		500 h	1000 h	3000 h	5000 h
Sodium Hydroxide, 20%	22	115	105	95	90
Phosphoric Acid, 10%	22	75	60	40	35

GENERAL INFORMATION

This product is not recommended for use in pure oxygen and/or oxygen rich systems and should not be selected as a sealant for chlorine or other strong oxidizing materials.

For safe handling information on this product, consult the Safety Data Sheet (SDS).

Where aqueous washing systems are used to clean the surfaces before bonding, it is important to check for compatibility of the washing solution with the adhesive. In some cases these aqueous washes can affect the cure and performance of the adhesive.

This product is not normally recommended for use on plastics (particularly thermoplastic materials where stress cracking of the plastic could result). Users are recommended to confirm compatibility of the product with such substrates.

Directions for use:**For Assembly**

- For best results, clean all surfaces (external and internal) with a LOCTITE® cleaning solvent and allow to dry.
- To accelerate cure speed or where large gaps are present, use activator and allow to dry.
- For Slip Fitted Assemblies**, apply adhesive around the leading edge of the pin and the inside of the collar and use a rotating motion during assembly to ensure good coverage.
- For Press Fitted Assemblies**, apply adhesive thoroughly to both bond surfaces and assemble at high press on rates.
- For Shrink Fitted Assemblies**, the adhesive should be coated onto the part to produce a smooth, even film of material. If heating the hub for assembly, coat the pin. If the pin is to be cooled for assembly, coat the hub. If both heating and cooling is to be done, apply material to cooled part. Avoid condensation on cooled parts.
- Parts should not be disturbed until sufficient handling strength is achieved.

For Disassembly

- Remove with standard hand tools.
- If needed, apply localized heat to the assembly to approximately 250 °C. Disassemble while hot.
- If this temperature is not possible, heat as much as possible and use mechanical aids.

For Cleanup

- Cured product can be removed with a combination of soaking in a LOCTITE® solvent and mechanical abrasion such as a wire brush.

Loctite Material Specification^{MS}

LMS dated July 10, 2013. Test reports for each batch are available for the indicated properties. LMS test reports include selected QC test parameters considered appropriate to specifications for customer use. Additionally, comprehensive controls are in place to assure product quality and consistency. Special customer specification requirements may be coordinated through Henkel Quality.

Storage

Store product in the unopened container in a dry location. Storage information may be indicated on the product container labeling.

Optimal Storage: 8 °C to 21 °C. Storage below 8 °C or greater than 28 °C can adversely affect product properties. Material removed from containers may be contaminated during use. Do not return product to the original container. Henkel Corporation cannot assume responsibility for product which has been contaminated or stored under conditions other than those previously indicated. If additional information is required, please contact your local Technical Service Center or Customer Service Representative.

Conversions

(°C x 1.8) + 32 = °F
 kV/mm x 25.4 = V/mil
 mm / 25.4 = inches
 µm / 25.4 = mil
 N x 0.225 = lb
 N/mm x 5.71 = lb/in
 N/mm² x 145 = psi
 MPa x 145 = psi

Henkel Americas
 +860.571.5100

Henkel Europe
 +49.89.320800.1800

Henkel Asia Pacific
 +86.21.2891.8859

For the most direct access to local sales and technical support visit: www.henkel.com/industrial

N·m x 8.851 = lb·in
 N·m x 0.738 = lb·ft
 N·mm x 0.142 = oz·in
 mPa·s = cP

Trademark usage

Except as otherwise noted, all trademarks in this document are trademarks of Henkel Corporation in the U.S. and elsewhere. ® denotes a trademark registered in the U.S. Patent and Trademark Office.

Manufacturing Date Reference

This Technical Data Sheet is valid for LOCTITE® 648™ manufactured from the dates below:

Reference 2.2

Made in:	First manufacturing date:
U.S.A.	September 2013
EU	Pending
China	August 2013
Brazil	November 2013
India	Pending

Note:

The information provided in this Technical Data Sheet (TDS) including the recommendations for use and application of the product are based on our knowledge and experience of the product as at the date of this TDS. The product can have a variety of different applications as well as differing application and working conditions in your environment that are beyond our control. Henkel is, therefore, not liable for the suitability of our product for the production processes and conditions in respect of which you use them, as well as the intended applications and results. We strongly recommend that you carry out your own prior trials to confirm such suitability of our product.

Any liability in respect of the information in the Technical Data Sheet or any other written or oral recommendation(s) regarding the concerned product is excluded, except if otherwise explicitly agreed and except in relation to death or personal injury caused by our negligence and any liability under any applicable mandatory product liability law.

In case products are delivered by Henkel Belgium NV, Henkel Electronic Materials NV, Henkel Nederland BV, Henkel Technologies France SAS and Henkel France SA please additionally note the following:

In case Henkel would be nevertheless held liable, on whatever legal ground, Henkel's liability will in no event exceed the amount of the concerned delivery.

In case products are delivered by Henkel Colombiana, S.A.S. the following disclaimer is applicable:

The information provided in this Technical Data Sheet (TDS) including the recommendations for use and application of the product are based on our knowledge and experience of the product as at the date of this TDS. Henkel is, therefore, not liable for the suitability of our product for the production processes and conditions in respect of which you use them, as well as the intended applications and results. We strongly recommend that you carry out your own prior trials to confirm such suitability of our product.

Any liability in respect of the information in the Technical Data Sheet or any other written or oral recommendation(s) regarding the concerned product is excluded, except if otherwise explicitly agreed and except in relation to death or personal injury caused by our negligence and any liability under any applicable mandatory product liability law.

In case products are delivered by Henkel Corporation, Resin Technology Group, Inc., or Henkel Canada Corporation, the following disclaimer is applicable:

The data contained herein are furnished for information only and are believed to be reliable. We cannot assume responsibility for the results obtained by others over whose methods we have no control. It is the user's responsibility to determine suitability for the user's purpose of any production methods mentioned herein and to adopt such precautions as may be advisable for the protection of property and of persons against any hazards that may be involved in the handling and use thereof. In light of the foregoing, **Henkel Corporation specifically disclaims all warranties expressed or implied, including warranties of merchantability or fitness for a particular purpose, arising from sale or use of Henkel Corporation's products. Henkel Corporation specifically disclaims any liability for consequential or incidental damages of any kind, including lost profits.** The discussion herein of various processes or compositions is not to be interpreted as representation that they are free from domination of patents owned by others or as a license under any Henkel Corporation patents that may cover such processes or compositions. We recommend that each prospective user test his proposed application before repetitive use, using this data as a guide. This product may be covered by one or more United States or foreign patents or patent applications.

Henkel Americas
 +860.571.5100

Henkel Europe
 +49.89.320800.1800

Henkel Asia Pacific
 +86.21.2891.8859

For the most direct access to local sales and technical support visit: www.henkel.com/industrial