

Terästuotteen valmistajat haluavat laadukkaan maalausjärjestelmän tuotteen käyttöiän pidentämiseksi korroosion ja mekaanisen rasituksen vaikutuksilta sekä visuaalisen miellyttävyyden saavuttamiseksi. Näiden ominaisuuksien lisäksi yhä useampi valmistaja haluaa ympäristöystävällisyyden ja tehokkuuden samaan pakettiin. Maalausjärjestelmä käsittää käsitellyn materiaalin, esikäsitteilyasteen sekä maaliyhdistelmän. Oikeanlaisen maalausjärjestelmän valinta riippuu tuotteen loppusijoituskohteesta. Lämpimiin sisätiloihin menevät tuotteet eivät vaadi niin rajua järjestelmää kuin esimerkiksi meri- tai kaivosteollisuuteen menevät tuotteet.

Insinööriyössä keskityttiin testaamaan ja esittämään asiakkaan kaivoskoneen osien pintakäsittelylle läpimenoa nopeuttava sekä energia- ja kustannustehokkaampi maalausjärjestelmä, jolla saavutetaan myös asiakkaan vaatima rasitusluokka C4-M. Tärkeimmät kriteerit testattaville maalausjärjestelmille olivat läpimenoajan parantaminen ja maalin kovettuminen ilman korotettua lämpöä.

Työn tarkoituksena oli löytää maaliyhdistelmä, jossa pohja- ja pintamaalaus suoritetaan märkää märälle -tekniikalla, jolloin pintamaalaus saataisiin suoritettua jo pelkän lyhyen haihdutusajan jälkeen. Lisäksi energia- ja kustannustehokkuutta sekä ympäristöystävällisyyttä haluttiin lisätä korvaamalla korotettua lämpötilaa kaipaavat maalituotteet sellaisella vaihtoehdolla, jossa ilmanlämpötilan sekä ilman suhteellisen kosteuden yhdistelmä kiihdyttävät kovettumisreaktiota ja erilliset lämmittimet voitaisiin korvata ilmankostuttimilla.

Työssä testattiin viittä, ominaisuuksiltaan poikkeavaa EPPUR 200/2, yhtä EPPAS 200/2 sekä yhtä PVBPAS 135/2 -järjestelmää. Nopean päällemaalattavuuden lisäksi testattujen maalausjärjestelmien pintamaalit olivat korkean kuiva-ainepitoisuuden omaavia tuotteita tuotantotehokkuuden ja ympäristöystävällisyyden lisäämiseksi. Yksi testattu pintamaali oli korkean kuiva-ainepitoisuuden lisäksi myös isosyanaattivapaa. Muisa järjestelmissä pohjamaalia ruiskutettiin 120 µm, mutta PVBPAS 135/2 -järjestelmässä poikkeava ominaisuus oli hyvin ohuella maalattu, 15 µm kerros yksikomponenttista polyvinyylibutyyraalipohjamaalia, jonka päälle levitettiin korkean kuiva-aineinen pintamaali. Testattavat maalituotteet varastoitiin 2 vuorokautta huoneenlämmössä ennen testien aloitusta tasalaatuisuuden saavuttamiseksi.

Koemaalaukset tehtiin 100 mm x 150 mm:n teräväreunaisiin standardikoelevyihin. Esipuhdistus, esikäsitteily sekä maalaus suoritettiin asiakkaan pintakäsittelyohjeen mukaisesti korkeapaineruiskulla. Testit aloitettiin esipuhdistamalla levyt öljystä ja rasvasta. Koelevyt esikäsiteltiin särmikkäällä teräsmurskeella puhdistusasteeseen Sa 2½. Pintaprofiili luokiteltiin grit-pintaprofiilivertailukiekolla standardin SFS EN ISO-8503-1 mukaan keskikarheaksi, jolloin maalikalvon korjausarvona pidettiin standardin

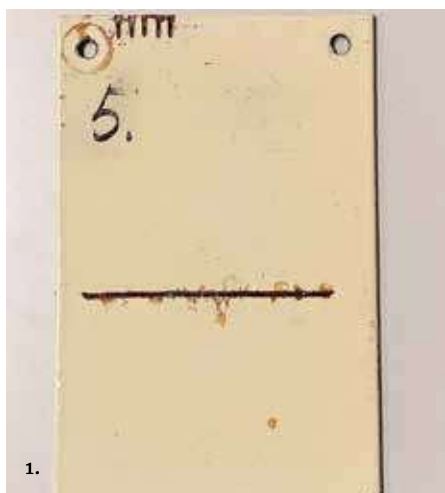
Kokemuksia maalausjärjestelmän päivityksestä

SFS EN-ISO 19840 mukaan 25 µm.

Esikäsitteilyn jälkeen, ennen maalaustyön aloittamista olosuhdemittarin annettiin vakiintua käsiteltävän kappaleen pinnalla, kunnes mittari saavutti maalattavan pinnan lämpötilan. Ilman suhteellinen kosteus oli testien aikana n. 30 % ja maalauskammion lämpötila 20 °C. Maalaus suoritettiin maalintoimittajan ohjeiden mukaisesti, jonka jälkeen koelevyistä mitattiin kuivakalvonpaksuudet.

Koemaalausten ja vakioitumisen jälkeen levyistä mitattiin kiillot ja tehtiin viillot alustaan asti korroosion etenemän seuranta varten. Näiden jälkeen koelevyt vietiin kaivosolosuhteisiin rasitustesteihin 6 kk:n ajaksi, jonka jälkeen levyissä tarkasteltiin korroosion etenemää viillon ympärillä, tehtiin irtivetokoe sekä mitattiin vielä kiilto.

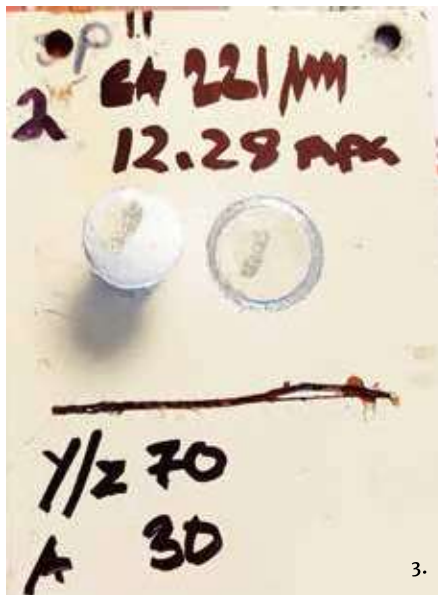
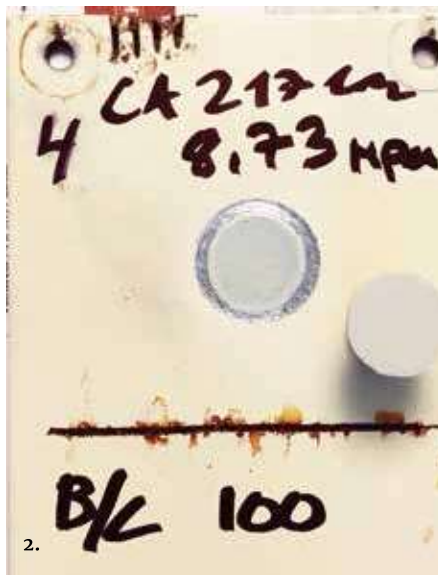
Kuuden kuukauden jälkeen korroosion etenemää levyjen viilloissa tarkasteltiin mittaamalla etenemää työntömitalla sekä lisäksi tarkastelemalla standardin SFS EN-ISO 4628-8 kuvastandardin mukaisesti. Tutkimuksessa hyväksyttynä raja-arvona pidettiin 0–3 mm korroosion etenemistä. Neljässä levyssä seitsemästä etenemä jäi alle 3 mm, jotka voitiin hyväksyä. Kuvassa 1. on esitetty koelevy, jossa on korroosion etenemää viillossa, kaivoksen jäljiltä.



Kuva 1. Koelevy kaivoksen jälkeen.

Levyille tehtiin irtivetokokeet standardin SFS-EN ISO 4624 mukaisesti. Levyjen pinnat karhennettiin ja puhdistettiin, minä jälkeen 19 mm koelieriöt liimattiin kaksikomponenttiepoksiliimalla. Liima kuivui 16 tuntia ennen leikkausta ja lieriöiden vetämistä. Liiman kuivumisen ja leikkauksen jälkeen levyjen vetokokeet suoritettiin automaattisella adheesiotesterillä. Irtivetokokeet suoritettiin vasta, kun testilevyt olivat vakioituneet maalinvalmistajalta saadun

läpikuivumisajan verran. Kuvassa 2. ja 3. on vetokoeistetut levyt, joihin on merkattu kalvonpaksuuden keskiarvo, kestetty vetolujuus sekä murtumatyyppi.



Kuvat 2–3: Vetokoeistetut levyt

Kaikkien levyjen kestävät vetolujuudet olivat hyvällä tasolla ja hyväksytyt. Murtumatyyppit arvioitiin vielä silmämääräisesti standardin SFS-EN ISO 4624 mukaan. Maalausjärjestelmissä 2. ja 3. liimaus oli pettänyt, mutta vetolujuusarvot olivat niin korkeat, ettei koetta tarvinnut toistaa. Taulukossa on esitetty vetokokeen tulokset sekä murtumatyyppit.

Kiiltomittauksen tulokset osoittivat, että 6 kk:n mittainen ajanjakso realistisissa olosuhteissa vaikutti kaikkien maalausjärjestelmien kiilttoon. Kiillon heikkeneminen pysyi EPPUR-järjestelmissä maltillisina (1–5 GU). EPPAS-järjestelmässä kiillon heik-

Maalausjärjestelmä	Vetokokeen tulos (MPa)	Murtuman tyyppi
1.	12,85	Y/Z 40 % B 60 %
2.	11,7	Y/Z 100 %
3.	12,28	Y/Z 70 % A 30 %
4.	8,73	B/C 100 %
5.	9,17	B/C 100 %
6.	6,72	A/B 50 % B 50 %
7.	8,72	B/C 100 %

Taulukko: Irtivetokokeen tulokset sekä murtumatyyppi

neminen oli hieman rajumpaa. Viiden järjestelmän kiilto oli hyväksytyllä tasolla kaivoskokeen jälkeen. Vaadittu kiiltoaste oli 80 ±5 60°:n kulmassa. Ennen mittausta työssä varmistettiin, ettei öljyä, rasvaa tai muita epäpuhtauksia ole mitattavalla pinnalla. Lisäksi kiiltomittarille tehtiin standardikalibrointilevyllä päivittäiskalibrointi.

Virallisten ja standardien mukaisten tutkimusten lisäksi yhdellä maalausjärjestelmällä teetettiin isoon teräskappaleeseen asiakkaan toiveesta epävirallinen ylimaalauskoee, jossa pyrittiin simuloimaan tuotteen ylimaalaus asiakkaan toivomilla esikäsitteilyvaihtoehdoilla. Kokeessa teräskappale jaettiin neljään osaan, jossa kaikki osat esikäsiteltiin eri tavoilla ennen maalausta. Käytetyt esikäsitteilymenetelmät olivat karhennus P180-hiomapaperilla, karhennus karhunkielihioima-arkilla ja kuumavesipesu alkalisella pesuliuksella ilman karhennusta. Näiden lisäksi yksi osa-alue puhdistettiin ainoastaan paineilmalla, jotta maalaus tehtäisiin suoraan kiiltävän maalipinnan päälle. Esikäsitteilyjen jälkeen teräskappale maalattiin tasaisesti yli maalausohjeiden mukaisesti korkeapaineruiskulla. Koekappaleen jokaisen esikäsitellyn alueen tartunta oli riittävällä tasolla, joten ylimaalaus olisi mahdollinen.

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli testata ja esittää tehokkaampi maalausjärjestelmä asiakkaan valmistamiin työkooneisiin kaivosteollisuuteen. Tutkimuksissa huomattiin, että EPPUR- sekä EPPAS-maalausjärjestelmät ja niiden ominaisuudet sopivat hyvin kaivosympäristöön. Tässä työssä tutkituista maalausjärjestelmistä asiakkaalle esitettiin kolme maalausjärjestelmää osien pintakäsittelyille, sillä ne tarjosivat hyvää korroosionestokykyä rankoissa olosuhteissa, hyvät kiilto-ominaisuudet, nopeampaa läpimenoaikaa nopeiden päällemaalausaikeiden vuoksi sekä kustannustehokkuutta ja ympäristöystävällisyyttä korotetun lämmön tarpeen poistuttua.

Esittämättä jätettyjen järjestelmien korroosionesto- ja kiilto-ominaisuudet eivät olleet riittävällä tasolla kaivosolosuhteiden jälkeen. Lisäksi yksi järjestelmä hylättiin, sillä tuotteiden käytettävyys ei sopinut pintakäsittelyprosessiin.

Teksti ja kuvat: Pasi Koskinen
Artikkeli perustuu kirjoittajan Metropolia ammattikorkeakouluun tekemään insinööriyöhön