

Rauno Toppila

Kirjallisuusselvitys

Ferriittiset ruostumattomat teräkset



Rauno Toppila

Kirjallisuusselvitys

Ferriittiset ruostumattomat teräkset

Sarja E. Työpapereita 1/2010

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu
Kemi 2010

© Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu ja tekijät

ISBN 978-952-9785-96-4 (pdf)
ISSN 1456-1093

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu
PL 504, 94101 Kemi
Puh. 010 353 50

www.tokem.fi/kirjasto/julkaisut

Sisällys

1	YLEISTÄ	4
1.1	Austeniittiset ruostumattomat teräkset	5
1.2	Ferriittiset ruostumattomat teräkset	5
1.3	Austeniittis-ferriittiset ruostumattomat teräkset	5
1.4	Martensiittiset ruostumattomat teräkset	6
2	LAADUT	7
2.1	Ryhmä 1 (Laatu 409/410L)	7
2.2	Ryhmä 2 (Laatu 430)	7
2.3	Ryhmä 3 (Laadut 430Ti, 439, 441 jne.)	7
2.4	Ryhmä 4 (Laadut 434, 436, 444 jne.)	7
2.5	Ryhmä 5 (Laadut 446, 445/447 jne.)	8
3	MEKAANISET OMINAISUUDET	10
4	KÄYTTÖKOHTEET	12
5	KORROOSIONKESTÄVYYS	14
5.1	Ruosteen välttäminen	16
5.2	Ilmaston aiheuttama ruostuminen	16
6	LÄHTEET	17

Johdanto

Ferriittiset ruostumattomat teräkset ovat maailmanlaajuisesti tunnettuja, ruostumattomia teräslaatuja, joiden alati lisääntyvän käytettävyyden tutkimusta pyritään lisäämään. Samalla pyritään löytämään ferriittisille ruostumattomille teräksille aivan uudenlaisia käyttökohteita. Tässä kirjallisuusselvityksessä tutustutaan yleisesti ruostumattomiin teräksiin, niiden käyttökohteisiin ja sovellusalueisiin. Laajimmin käsitellään ferriittiset ruostumattomat teräkset.

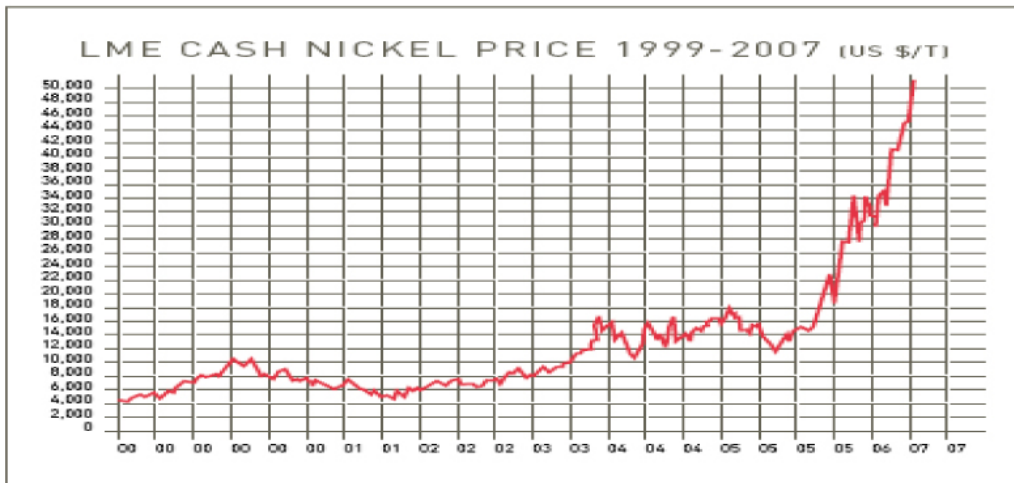
Ferriittiset ruostumattomat teräslaadut (AISI 400-sarja) eivät sisällä lainkaan nikkeliä, vaan ne koostuvat ainoastaan raudasta sekä vähintään 10,5 prosenttisesta kromista. Kromiseostuksen ansiosta ruostumattomaan teräkseen muodostuu korroosiolta suojaava sekä itsekorjautuva suoja- eli passiivikalvo. /1/ Kromipitoisuuden kasvaessa paranee korroosiokestävyys ja hapettumisenkestävyys korkeissa lämpötiloissa, mutta samalla terästen käsittely, muun muassa hitsaus ja muokkaus, yleensä hankaloituu sitkeysominaisuuksien huonontuessa. /12/ Tietyt ferriittiset laadut sisältävät seosaineita, kuten molybdeeniä ja titaania, joiden tarkoitus on parantaa tiettyjä ominaisuuksia. Kromin hintakehitys on pysynyt melko vakaalla tasolla, mikä lisää kiinnostusta kasvattaa ferriittisten ruostumattomien terästen sovelluskohteita. /1/

1 Yleistä

Ruostumattomina teräksinä pidetään yleisesti sellaisia rautapohjaisia seoksia, joiden kromipitoisuus on vähintään 10,5 prosenttia. Yleisesti voidaan sanoa, että ruostumaton teräs koostuu kromista, nikkelistä ja raudasta. Kromia on normaalisti hieman vajaat 20 prosenttia ja nikkeliä noin 10 prosenttia. Ruostumattomia teräksiä käytetään yleisesti kemian-, puunjalustus-, energia- ja elintarviketeollisuudessa. /3/

Ruostumattomien terästen hyvä korroosionkestävyys perustuu teräksen pinnalle muodostuvaan hyvin ohueen kromi-oksidikerrokseen, jolla on kyky uusiutua rikkoutuessaankin. Yleisemmin ruostumattomat teräkset luokitellaan kiderakenteensa mukaan austeniittisiin, ferriittisiin, austeniittis-ferriittisiin (*duplex*) sekä martensiittisiin ruostumattomiin teräksiin. /2/

Kaavio 1. Ruostumattoman teräksen hintakehitys 1999–2007. /1/



1.1 AUSTENIITTISET RUOSTUMATTOMAT TERÄKSET

Austeniittisiä ruostumattomia teräksiä voidaan pitää yleisteräksinä. Austeniittista käytetään eniten kaikista ruostumattomista teräksistä. Käyttölämpötila ulottuu -270 °C :sta $+800\text{ °C}$:een ja niillä on erinomainen sitkeys yhdistettynä kohtalaiseen lujuuteen. Austeniittiset teräokset ovat hyvin hitsattavia. Hitsattaessa tulee kuitenkin ottaa huomioon lämpölaajeneminen, joka on hiiliteräksiin verrattuna noin 1,5-kertainen. Lastuavassa työstössä tarvitaan terävät työkalut, suurehko syötöt ja tehokas jäähdytys. Tämä johtuu metallin suuresta muokkauslujuuttamisesta. Korroosionkestävyydeltään austeniittiset ruostumattomat teräokset sijoittuvat tavanomaisimpien ferriittisten ja austeniittis-ferriittisten terästen välille. Austeniittiset teräokset sisältävät vähintään 17 prosenttia kromia ja 7 prosenttia nikkeliä. Nikkeliseostus muuttaa teräksen kiderakenteen austeniittiseksi. Hiilipitoisuus pyritään pitämään alhaisena, jolloin niukkahiiliset laadut sopivat hitsaukseen myös suurina ainepaksuuksina. /2/

1.2 FERRIITTISET RUOSTUMATTOMAT TERÄKSET

Käytetyin ferriittinen teräs sisältää 17 prosenttia kromia (1.4510). Sitä löytää usein kotitaloustarvikkeista, pesukoneiden rummuista, lämminvesivaraajista ja sisätilojen arkkitehtonisista kohteista. Ferriittisten ruostumattomien terästen kiderakenne on raudan ferriitti, ja niiden fysikaaliset ja usein myös mekaaniset ominaisuudet ovat lähellä hiiliteräksiä. Korroosiokestävyys on kuitenkin hiiliteräksiä parempi. Ferriittisten terästen korroosiokestävyyttä voidaan parantaa lisäämällä molybdeeniä seostukseen. Näitä teräksiä kutsutaan superferriiteiksi. Ferriittisiä teräksiä käytetään kasvavissa määrin myös autoteollisuudessa. Näissä teräksissä kromin määrä on noin 12 prosenttia ja ne ovat hyvin hitsattavia. Auton pakoputkissa käytetään hyvin muovattavaa mutta heikosti hitsattavaa ferriittistä terästä (1.4512). /2/

1.3 AUSTENIITTIS-FERRIITTISET RUOSTUMATTOMAT TERÄKSET

Austeniittis-ferriittisiä ruostumattomia teräksiä voidaan kutsua myös duplex-teräksiksi, koska niillä on kaksi eri kiderakennetta. Duplex-terästen myötölujuudet ovat luokkaa 500 N/mm^2 . Niiden käyttö on lisääntynyt öljynjalostus-, kemian-, paperin- ja laivarakennusteollisuudessa. Duplex-terästen sitkeyden, hitsattavuuden ja korroosionkestävyyden ansiosta niitä voidaan käyttää erilaisissa rakenteissa, tällöin saadaan keveitä ja hyvin korroosionkestäviä rakenteita. Hitsauksessa on kiinnitettävä huomiota lämmöntuontiin ja lisäaineen valintaan. Koska duplex-terästen lämpölaajenemiskerroin on hyvin lähellä hiiliterästen kerrointa ovat ne yleistyneet säiliöiden vuorausmateriaaleina. Duplex-teräokset voidaan jakaa neljään eri ryhmään. Ryhmät määräytyvät seostuksen mukaan, ja ne ovat

- matala-,
- keski- ja
- runsasseosteiset sekä
- niin sanotut superduplexit.

Näistä eniten käytetty on keskiseosteinen duplex-teräs. /2/

1.4 MARTENSIITTISET RUOSTUMATTOMAT TERÄKSET

Martensiittiteräket ovat tyypillinen veitsien, haarukoiden ja puukkojen terämateriaali. Yleensä martensiittisten terästen kromipitoisuus on noin 13 prosenttia. Martensiittiset ruostumattomat teräket eivät ole niin korroosionkestäviä kuin austeniittiset ruostumattomat teräket, eivätkä niin kovia ja lujia kuin seostamattomat ja niukkaseosteiset karkaistut teräket parhaimmillaan. Moniin tarkoituksiin niissä on kuitenkin paras mahdollinen syöpy- mis- ja kulumiskestävyuden yhdistelmä. Niiden koostumuksella syntyy teräkseen martensiittinen rakenne vapaasti jäähtymällä, mutta lopullinen rakenne varmistetaan lähes aina karkaisulla. /2/

2 Laadut

Ferriittiset laadut voidaan jakaa viiteen eri ryhmään: kolmeen standardilaatuun ja kahteen erikoislaatuun. Ferriittisten käyttö on keskittynyt lähinnä standardilaatujen ympärille, sillä ne ovat sopivia erilaisiin, vaativiin käyttökohteisiin. /1/

2.1 RYHMÄ 1 (LAATU 409/410L)

Ryhmä 1. sisältää laadut, joiden kromipitoisuus on alhaisin kaikista ruostumattomista teräs-laaduista. Ryhmään kuuluvat laadut ovat halvimpia ja niiden sovelluskohteita ovat muun muassa pakoputkien äänenvaimentimet, kontit, linja-autot ja junien vaunut sekä LCD-näyt-
töjen kehykset.

2.2 RYHMÄ 2 (LAATU 430)

Ryhmään 2. kuuluva laatu on laajimmin käytetty ferriittinen ruostumaton teräs. Suuremman kromipitoisuuden vuoksi laadulla on hyvä korroosionkestävyys ja se käyttäytyy kuten austeniittinen 304 -laatu. Ferriittisellä 430 -laadulla voidaan korvata tietyissä sovelluskoh-teissa austeniittinen laatu, ja niitä onkin käytetty muun muassa pesukoneen rummuissa, sisäpaneelissa sekä kotitaloustavaroissa.

2.3 RYHMÄ 3 (LAADUT 430TI, 439, 441 JNE.)

Ryhmään 3. kuuluvat laadut ovat paremmin hitsattavia ja muovattavia kuin perinteinen AISI 430 -laatu. Näiden terästen käyttäytyminen työstömenetelmissä on yleensä jopa parempi kuin austeniittisen 304 -laadun, ja niiden tyypillisiä sovelluskohteita ovat pesualtaat, teolli-suuden lämmönvaihtimet, pakoputkistot sekä pesukoneiden hitsatut osat.

2.4 RYHMÄ 4 (LAADUT 434, 436, 444 JNE.)

Ryhmään 4. kuuluviin laatuihin on seostettu molybdeeniä korroosionkestävyyden paranta-miseksi, ja esimerkiksi laadun AISI 444 korroosionkestävyys vastaa austeniittisen AISI 316 korroosionkestävyyttä. Tyypillisiä sovelluskohteita ovat muun muassa kuumavesisäiliöt, pako-putkistojen näkyvät osat, vedenkeitinten ja mikrojen osat sekä ulkoverhouspaneelit.

2.5 RYHMÄ 5 (LAADUT 446, 445/447 JNE.)

Ryhmään 5. kuuluviin laatuihin on seostettu enemmän kromia ja ne sisältävät myös molybdeeniä. Seosaineiden vuoksi niillä on erityisen hyvät korroosion- ja kulutuksenkestävyys ominaisuudet. Tyypillisiä käyttökohteita ovat sovellukset, joita käytetään rannikko-olosuhteissa tai muissa korroosiolle altistavissa ympäristöissä.

Hitsattavuuden kannalta ferriittiset ruostumattomat teräkset voidaan jakaa kolmeen ryhmään /3/:

- stabiloimattomat teräkset
- stabiloidut teräkset
- niukkahiiliset ferriittis-martensiittiset teräkset

STABILOIMATTOMAN TERÄKSEN tunnetuin edustaja on EN 1.4016 (AISI 430). Teräs sisältää usein hiiltä 0,10 prosenttiin saakka, jolloin siihen syntyy korkeissa lämpötiloissa (+850 °C) austeniittia. Teräksen jäähtyttyä nopeasti austeniitti muuttuu martensiitiksi ja samanaikaisesti raekoko kasvaa (yli +900 °C). Näin syntynyt isorakeinen martensiittinen mikrorakenne haurastuttaa teräksen. /3/

STABILOIDUISTA TERÄKSISTÄ tunnetuimpia ovat titaanistabiloidut EN 1.4512 (AISI 409), EN 1.4510 (AISI 430Ti), EN 1.4521 ("AISI 444") ja niobistabiloitu EN 1.4526 (AISI 436). Tässä ferriittisten terästen ryhmässä on myös erittäin matalahiilisiä laatuja, joissa hiilipitoisuus on alle 0,025 prosenttia. Lisäksi tyypipitoisuus on erittäin matala, niin että C + N < 0,03 %. Näitä teräksiä kutsutaan usein ELI-teräksiksi (*extra low interstitial*). Näissä teräksissä titaani- ja niobistabiloinnin (tai titaani+niobi-kaksoisstabiloinnin) avulla hiili ja typpi sidotaan stabiileiksi karbonitrideiksi, jolloin herkistyminen ja martensiitin syntyminen estyvät. Nämä teräkset ovat siis kaikissa lämpötiloissa ferriittisiä. Tosin EN 1.4512 teräkseen (AISI 409) voi korkeassa lämpötilassa (yli +850 °C) syntyä pieni määrä austeniittia, joka jäähtyesään muuttuu martensiitiksi kuten stabiloimattomissa teräksissä. /3/

NIUKKAHIILISISTÄ FERRIITTIS-MARTENSIITTISISTA TERÄKSISTÄ tunnetuin teräs on EN 1.4003, joka sisältää 10,5–12,5 prosenttia kromia ja noin prosentin nikkeliä. Hiili- ja tyypipitoisuudet on rajoitettu hyvin mataliksi (0,01–0,02 prosenttia). Perinteisistä runsashiilisten martensiittisten teräksistä poiketen hiukkahiilisten 12 prosenttisten Cr-terästen sitkeysominaisuudet ovat parhaat, kun muutosvyöhykkeen mikrorakenne on oleellisesti martensiittinen, koska niukkahiilisen sälemartensiitin sitkeys on hyvä. Seosaineiden, erityisesti hiilen, mangaanin, kromin, nikkelin ja titaanin, määrien mukaan 12 prosenttinen Cr-ruostumaton teräs tulee hitsauksessa mikrorakenteeltaan joko ferrittiseksi, ferriittis-martensiittiseksi tai martensiittiseksi. /3/

Yleisimpien ferriittisten ruostumattomien terästen koostumuksia ja tyypillisiä käyttökohteita on esitetty taulukossa 1. /2/

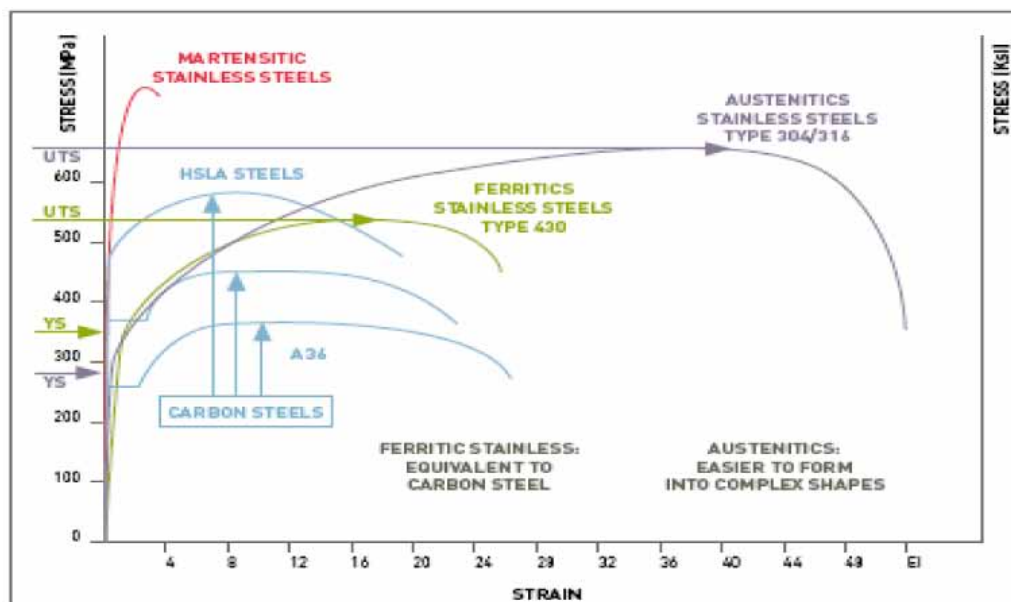
Taulukko 1. Yleisimpien ferriittisten ruostumattomien terästen koostumuksia.

Teräs- laatu	C max. (%)	Cr (%)	Ni (%)	Mo (%)	Muut	Kuvaus/käyttö
1.4003	0,03	10,5–12,5	0,3–1	–	1,5 Mn	12-krominen rakenneteräs
1.4512	0,03	10,5-12,5	–	–	Ti	Pakoputki- ja katalysaattoriteräs
1.4016	0,08	16–18	–	–	–	17-krominen yleisteräs
1.4510	0,05	16–18	–	–	Ti/Nb	17-krominen yleisteräs
1.4521	0,02	17–20	–	1,8–2,5	Ti/Nb	Kuumavesivaraajateräs

3 Mekaaniset ominaisuudet

Ferriittisten teräksien mekaaniset ominaisuudet ovat hyvät. Niillä on korkeampi myötöraja kuin austeniittisilla laaduilla, kun taas niiden venymis- ja muovaamisominaisuudet ovat samanlaiset kuin hiiliteräksillä (kaavio 2). Fysikaalisilta ominaisuuksiltaan ferriittisten terästen lämmönjohtokyky on huomattavasti parempi kuin austeniittisilla ruostumattomilla teräksillä. Lämpölaajenemiskerroin on samankaltainen kuin hiiliteräksillä ja paljon alhaisempi kuin austeniittisilla laaduilla, minkä vuoksi ferriittiset vääristyvät vähemmän kuumetessaan. /1/

Kaavio 2. Eri terästen jännitys–venymä-käyriä. /1/



Taulukossa 2. on esitetty kylmävalssatun ferriittisten ruostumattomien terästen mekaanisia ominaisuuksia. Ferriittisillä ruostumattomilla teräksillä on melko samanlaiset jännitys–venymä-käyrät kuin hiiliteräksillä. Melko korkean myötörajan (yleisesti korkeampi kuin

austeniittisilla ruostumattomilla teräksillä) vetolujuuden ja hyvän venymisarvon ansiosta ne ovat hyvin muokattavia. /1/

Taulukko 2. Kylmävalssatun ferriittisten ruostumattomien terästen mekaanisia ominaisuuksia EN 10088-2 mukaan. /1/

Tunnus	Tunnus	Rm min	Rp0,1 min	A5 min
1.4512	AISI 409	380-560	220	25
1.4003	AISI 410S	450-650	320	20
1.4016	AISI 430	450-600	280	18
1.4113	AISI 434	450-630	280	18
1.4526	AISI 436	480-560	300	25
1.4520	AISI 439	380-500	200	24
1.4510	AISI 430Ti	420-600	240	23
1.4509	AISI 441	430-600	250	18
1.4521	S44400 (444)	420-640	320	20

Ferriittisten terästen käyttölämpötila-alue on melko rajallinen ja varsinkin matalissa lämpötiloissa käytettävien hitsattujen rakenteiden iskusitkeydet tulee varmistaa. Ferriittisillä ruostumattomilla teräksillä esiintyy hyvin yleisesti haurasmurtumaa alhaisissa lämpötiloissa. Hitsatut rakenteet voivat olla alttiita haurasmurtumalle jopa huonelämpötiloissa. Rakennesuunnittelussa tulee ottaa huomioon yleisten rakenneterästen yhteydessä mainitut ohjeet.

4 Käyttökohteet

Ferriittiset ruostumattomat teräkset ovat laaja-alaisesti käytetty ruostumattomien teräksien ryhmä joiden käyttö lisääntyy koko ajan. Ferriittisillä ruostumattomilla teräksillä on paljon edellä lueteltuja hyviä ominaisuuksia, joiden ansiosta niitä käytetään muun muassa

- autoteollisuudessa,
- kaupallisissa ruoanvalmistuslaitteissa,
- koti- ja toimistovälineissä (kuva 1.),
- rakennusteollisuudessa (kuva 2.),
- raskaassa teollisuudessa ja
- kuljetusvälineiteollisuudessa (kuva 3.).

Kuva 1. Ruokailuvälineitä /7/



Kuva 2. Pilvenpiirtäjä /8/



Kuva 3. Rahtikontti /9/



Taulukko 3. Ferriittisen ruostumattoman teräksen käyttösovelluksia /10/

EN 10088-2	ASTM A-240	C	Cr	Ni	Mo	Muut	Käyttösovelluksia
1.4003	S40977	0,01	11,2	0,4			Rakenneputket, linja-autojen ja tavaravaunujen runkorakenteet. Siltarakenteet.
1.4016	430	0,05	16,2	-			Ruokailuvälineet, kattilat, pesukoneen rummut ja kodinkoneiden pintaverhoilu.
1.4509	S43940 '441'	0,02	18,0			Ti, Nb	Pakoputkistot, äänenvaimentimet, verhoilulevyt, kiinnittimet, yleiskäyttö.
1.4512	409	0,01	11,5	0,1		Ti	Pakoputkistot; kiinnikkeet ja kylmän pään osat. Suodattimet.
1.4521	444	0,02	18,0		2,0	Ti, Nb	Kuumavesivaraajat, lämmönvaihtimet, koriste-listat, ulkoverhoilut ja vesiputkistot.

5 Korroosionkestävyys

Kaikki teräkset ovat alttiita korroosiolle, toiset enemmän ja toiset vähemmän. Ruostumattomat teräkset ovat kuitenkin huomattavasti vastustuskykyisempiä ruosteelle kuin hiiliteräkset, niiden sisältämän kromin vuoksi. Kromi, ei nikkeli, kuten joskus kuvitellaan, on avainaines ruostumattomien terästen korroosionkestävyydelle.

Ruostumattomasta teräksestä valmistetut tuotteet ovat enimmäkseen kunnossapitovapaita, mutta joissakin tapauksissa kevyt kunnossapito (esimerkiksi lian poisto) voi olla tarpeen, jotta ruostumattomuus voidaan taata koko tuotteen käyttöajan ajan.

Ruostumattomien terästen korroosionkestävyys johtuu enemmän kemiallisesta koostumuksesta kuin austeniittisesta tai ferriittisestä atomirakenteesta. Itse asiassa, puhuttaessa korroosionkestävyydestä, ferriittiset ja austeniittiset voidaan nähdä kahtena keskenään vaihtoehtoisina ruostumattomina teräsuperheinä.

Verratessa viiden ferriittisen ryhmän sekä austeniittisen peruslaadun 304 korroosionkestävyysominaisuuksia, voidaan selvästi havaita kromin avainasema tässä ominaisuudessa. Nikkeliä sisältävien austeniittisten laatuojen korroosionkestävyys on samaa luokkaa kuin enemmistöllä ferriittisiä laatuja.

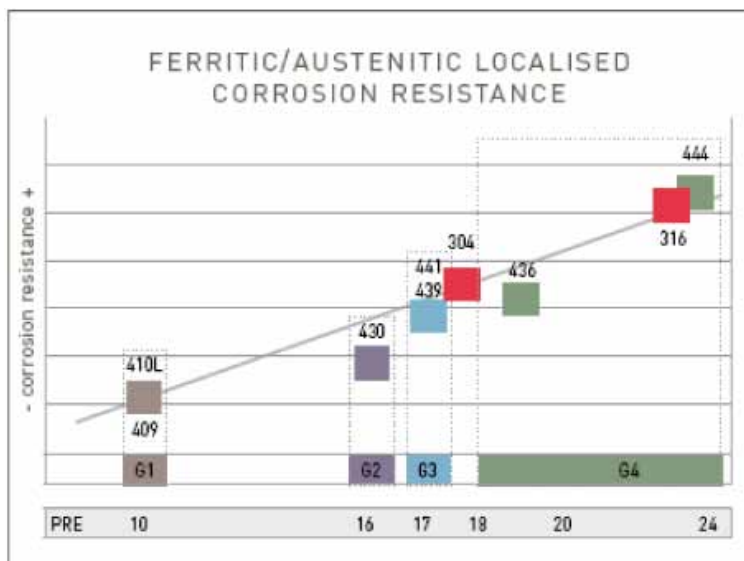
Kaaviosta 4. voidaan havaita, että ainoastaan molybdeeniseosteisilla ferriittisillä laaduilla on parempi kestävyys pistekorroosiota vastaan kuin austeniittisellä 304 -laadulla. Kuitenkin stabiloiduilla ferriittisillä peruslaaduilla on hyvä kestävyys pistekorroosiota vastaan, vaikkakin ne ovat sijoittuneet hieman austeniittisten laatuojen alapuolelle.

RYHMÄN 1. ferriittiset teräkset soveltuvat parhaiten vakaisiin olosuhteisiin, kuten asuntojen sisätiloihin, missä materiaali ei altistu jatkuvasti vedelle tai sitä kuivataan säännöllisesti tai ulos paikkoihin, joissa pinnallinen ruoste on sallittua. Vakaisissa olosuhteissa ferriittisten ryhmällä 1. on pidempi käyttöikä kuin hiiliteräksillä.

RYHMÄN 2. laadut ovat tehokkaita vakaisissa olosuhteissa, joissa tuote on ajoittain kosketuksissa veden kanssa.

RYHMÄN 3. laadut sopivat samankaltaisiin kohteisiin kuin ryhmän 2. laadut. Ryhmän 3. laadut ovat vain helpommin hitsattavia.

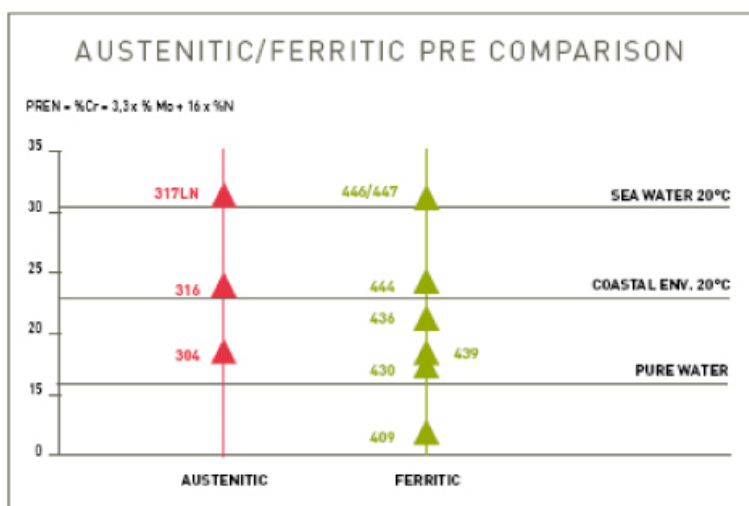
Kaavio 4. Vertailu Ferriittisten ja austeniittisen ruostumattoman teräksen korroosionkestävyydestä /1/



RYHMÄN 4. ferriittiset ovat korroosionkestävämpiä kuin austeniittinen laatu 304 ja niiden käyttöalue on tällöin laajempi.

RYHMÄ 5. sisältää esimerkiksi laadut, joiden kromipitoisuus on korkea, noin 29 prosenttia. Lisäksi näihin on seostettu molybdeeniä noin neljä prosenttia, joka tekee niistä yhtä korroosionkestävän merivedessä kuin titaaniin.

Kaavio 5. Ferriittisen ja austeniittisen ruostumattoman teräksen vastaavuudet korroosio-ominaisuuksien mukaan /1/



PKV-vertailusta (kaaviosta 5.) voidaan havaita, että jokaista austeniittista laatua vastaan löytyy ferriittinen laatu, jolla on vertailukelpoinen korroosionkestävyys.

Yleisesti käytetyssä PKV-kaavan lyhennyksessä muodossa ($PKV = \% Cr + 3,3 \% Mo$), molybdeenin esitetään olevan 3,3-kertaa tehokkaampaa pistekorroosiota vastaan kuin kromin. Tästä huolimatta kromia tarvitaan aina, jotta teräkselle saadaan peruskorroosionkestävyys. Molybdeeni ei voi siis korvata perusannosta kromia ruostumattomissa teräksissä, mutta sitä voidaan käyttää tehostamaan korroosionkestävyyttä. Nikkelipitoisuutta ei oteta PKV-kaavassa huomioon, sillä suurimmassa osassa tuotteita, sillä ei ole merkitystä pistekorroosionkestävyyteen.

5.1 RUOSTEEN VÄLTÄMINEN

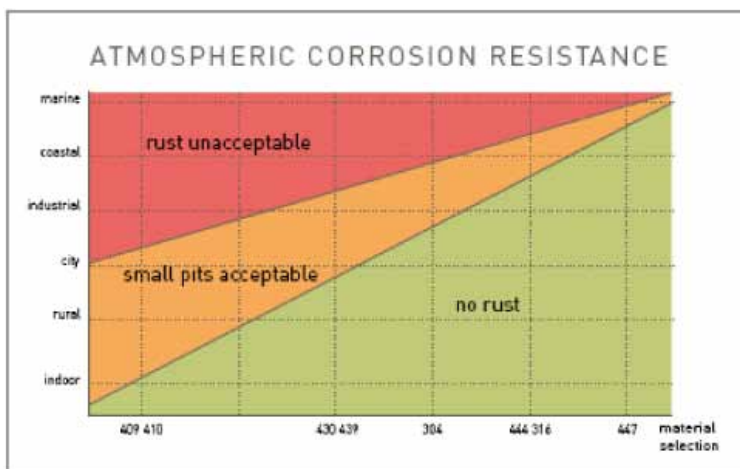
Ruostumattoman teräksen passiivikerros tarvitsee happea pysyäkseen ehjänä. Lian kerääntyminen voi haitata teräksen hapensaantia, jolloin passiivikerros heikkenee ja tuote on alttiimpi ruostumiselle. Ruosteen leviäminen voi johtaa lopulta tuotteen hajoamiseen.

Ruostetta muodostuu silloin kun pH saavuttaa kriittisen alarajan. Mitä alhaisempi pH on sitä enemmän teräs syöpyy. pH-pitoisuus on mittayksikkö, joka kuvaa liuoksen happo- tai emäksisyyspitoisuutta. Sen mittaskaala on 0–14 välillä.

5.2 ILMASTON AIHEUTTAMA RUOSTUMINEN

Ilmaston aiheuttamaa korroosiota syntyy teräksen pinnalle, ilmankosteuden ja epäpuhtauksien sekoituksen, muodostaman ohuen ja märän kalvon vuoksi. Useimmiten esiintymispäikassa on kloridi- tai rikkiyhdisteitä, yleisimmin yhdisteitä löytyy teollisuusympäristöistä. Tyypilliset esiintymisolosuhteet voivat olla esimerkiksi kloridiesiintymät yhdessä kosteaan meri-ilmastoon.

Kaavio 6. Ilmastolliset korroosionkestävyysominaisuudet /1/



6 Lähteet

- /1/ *The Ferritic Solution – Essential Guide to Ferritic Stainless Steels* (2007). ISSF-julkaisuja.
- /2/ KOIVISTO, KAARLO & LAITINEN, ESKO & NIINIMÄKI, MATTI & TIAINEN, TUOMO & TIILIKKA, PENTTI & TUOMIKOSKI, JUHO (2004). *Konetekniikan materiaalioppi*. 10.painos. Helsinki: Edita Prima Oy.
- /3/ LEPOLA, PERTTI & MAKKONEN, MATTI (2004). *Materiaalit ja niiden käyttö*. 3.–4.painos. Vantaa: WSOY.
- /4/ LINDROOS, VEIKKO & SULONEN, MATTI & VEISTINEN, MAURI (1986). *Uudistettu Miekkojan metallioppi*. Keuruu: Otavan painolaitokset.
- /5/ TAULAVUORI, TERO. *Ferriittisten ruostumattomien terästen merkitys lisääntyy*. Ohutlevy 2/2009.
- /6/ *Ruostumattomat teräkset osa 1*. Ruostumattomien terästen luettelo (2005). 2.painos. Suomen standardoimisliitto. SFS-EN 10088-1
- /7/ <http://cn1.kaboodle.com/hi/img/c/o/o/57/9/AAAADeRcbWMAAAAAAFeRBQ.jpg> (haettu 17.2.2010)
- /8/ http://wikitravel.org/upload/shared/f/fe/JP-13_Nihonbashi_mitsui_tower.jpg (haettu 17.2.2010)
- /9/ <http://www.remontti.net/media/Containers/container.gif> (haettu 17.2.2010)
- /10/ TAULAVUORI, TERO. *Ferriittisten ruostumattomien terästen merkitys lisääntyy*. Ohutlevy 2/2009.
- /11/ KAUPPI, TIMO. *Ruostumattomat teräkset ja niiden valmistusprosessit*. Luento 9.1.2007. 070109_TKa01_3K3012_luentomateriaali.doc.
- /12/ KYRÖLÄINEN, A. & LUKKARI, J. (2002). *Ruostumattomat teräkset ja niiden hitsaus*. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.

Kirjallisuusselvityksessä käydään lyhyesti läpi ruostumattomat teräkset ja niiden pääryhmät eli austeniittiset, ferriittiset, austeniittis-ferriittiset ja martensiittiset ruostumattomat teräkset. Ferriittiset ruostumattomat teräkset käsitellään laajimmin.

Ferriittiset ruostumattomat teräkset ovat maailmanlaajuisesti tunnettuja, ruostumattomia teräslaatuja, joiden käytettävyyden tutkimusta pyritään lisäämään ja löytämään uudenlaisia käyttökohteita.

Ferriittiset ruostumattomat teräslaadut, erityisesti AISI 400 -sarja, eivät sisällä lainkaan nikkeliä, vaan ne koostuvat raudasta ja kromista. Ruostumattomaan teräkseen muodostuu kromin ansiosta korroosiolta suojaava sekä itsekorjautuva suoja- eli passiivikalvo.

Kiinnostusta ferriittisten ruostumattomien terästen sovelluskohteista lisää se, että kromin hintakehitys on pysynyt vakaalla tasolla. Lisäksi ferriittisten laatuojen hinta pysyy pitkällä aikajaksolla tasaisempuna, koska niissä ei ole seosaineena nikkeliä.