

3. útgáfa.

Val á stáli til heitsínkhúðunar (galvaniseringar).

1.0 Inngangur.

Hvaða kröfur þarf að gera til stáls þannig að það sé heppilegt til heitsínkhúðunar ?

Með réttu vali á stáli til heithúðunar getur heitsínkhúðin gefið langan viðhaldslausan líftíma og fallega áferð.

Fyrir marga er stál bara stál. En málið er ekki svo einfalt.

Við stálframleiðslu þá er notað járngrýti og koks. Járngrýtið inniheldur um 30-60 % Fe (Járn) Koksið sem er afurð frá kolum leggur til mikið kolefni við fyrstu bræðsluna á járngrýtinu.

Fyrsta málmblandan sem verður til er með um 10% af óhreinindum, þar af um 4-5% kolefni (C).

Smíðastál inniheldur um 0,1-0,2% kolefni. Til að minnka magn kolefnis í blöndunni þá er súrefni blásið í gegnum málmbráðina og bindst þannig kolefninu. Upp stígur kolmónoxíð (CO) og koltvísýringur (CO₂).

Sé ekki fleira gert við málmbráðina þá verður stálið kallað óþétt eða óróað stál. Í óróðu stáli er efnasamsetning stálsins ekki eins í öllu þversniðinu. Stundum verða til eitlar og valda vandræðum vegna hörku sinnar. Óróað stál sem er notað í heitsínkhúðun getur orðið mislitt, vegna ójafnrar efnasamsetningar.

Sé haldið áfram við hreinsun stálblöndunnar með íblöndun kísils (Si) eða áls (Al) þá verður til róað (þétt) stál sem hefur sömu efnasamsetningu í öllu þversniðinu. Þannig fæst mun jafnari og áferðarfallegri eftir heitsínkhúðun. Í stálstaðlinum ÍST EN 10025 +A1 1993 eru sex gerðir af stáli St-37 (S-235) og stáli St-52 (S-355) allt eftir því hversu vel eða illa stálið er hreinsað.

Heitsínkhúðunin á stáli fer venjulega fram við að dýfa stálinu ofan í 460°C heitt sínkbað, eftir hreinsun í síru og/eða lútbaði.

2.0 Heitvalsað smíðastál.

Fyrir hefðbundið smíðastál eru það fyrst og fremst frumefnin kísill (Si) og forsfor (P) sem hafa áhrif á byggingu sínklagsins utan á stálið og sínkþykktina. Önnur frumefni hafa ekki teljandi áhrif.

Mælt er með eftirfarandi efnahlutföllum til þess að stálið henti vel til sínkhúðunar;

Stál 1 (S1)	Óþétt stál án ál íblöndunar Getur fengið ójafna og mislita sínkhúð.	$Si + P \leq 0,040 \%$
	þétt stál með álíblöndun (Al >0,020 %)	$Si + P \leq 0,040 \%$
Stál 2 (S2)	þétt stál með kísilíblöndun.	$Si = 0,15-0,25 \%$

Stál með þessa efnasamsetningu eru algeng lagervara.

Stál 3 (S3) Þétt stál með kísilblöndun. Si = 0,25– 0,35% (hámark)

Stál með hærra kísilinnihaldi en 0,35% er einnig unnt að heitsínkhúða en sínkþykktin eykst hratt með auknum ídýfingartíma. Þykkari sínkhúð er venjulega stökkari og viðkvæmari fyrir höggálagi. Þannig húðað stál þarf að meðhöndlast varlega.

2.1 Stál sem er óheppilegt til heitsínkhúðunar;

Stál 4 (S4) Stál með kísil og fórfór á bilinu; $0,040 < Si + P < 0,15\%$.

Sínkið hvarfast mjög hratt við stál með þessa efnasamsetningu og sínkhúðin verður þykk, stökk og dökk grá. Þannig sínkhúð getur brotnað af við meðhöndlun.

3.0 Kaldvalsað stál.

Kaldvalsað stál sem fer í heitsínkhúðun missir hluta af áhrifum kaldvölsunarinnar og meiri líkur eru á því að hlutir aflagist, verpast vegna spennulosunar (afglóðunar), en þegar heitvalsað stál er sínkhúðað.

Heppilegt kaldvalsað stál til heitsínkhúðunar eru;

Stál 5 (S5) $Si + P \leq 0,040\%$

Stál 6 (S6) $Si = 0,25$ til $0,35\%$

***Bæði kaldvalsað og heitvalsað stál með:
Si + P (S4) milli 0,040%-0,15%
eru óheppileg til heitsínkhúðunar.***

4.0 Aðrar stáltegundir;

4.1 Vélvinnslustál (automatstál) inniheldur brennistein (S) er ekki heppilegt til heitsínkhúðunar. Ef brennisteinsinnihaldið er hærra en 0,18% þá ætist stálið hratt í sýruhreinsunni og eyðileggst.

4.2 Ryðfrítt stál annað hvort AISI 304 eða AISI 316 eru stundum heitsínkhúðuð ef það er ásoðið á smíðastál. Þykkt sínkhúðarinnar getur orðið mikil með gráu útliti, sem stafar af meira magni af kísil, krómi og nikkeli. Eftir heitsínkhúðunina geta komið “helgidagar” á ryðfría stálinu í litlum mæli.

Heitsínkhúðun á ryðfríu stáli getur valdið “sínkstökkeika” þ.e.a.s. sínkíð fer inn í kornamörkin á ryðfría stálinu ef spennur eru í efninu t.d. frá suðum eða álagsherslu.

Húðunaraðili ber að láta viðskiptavininn vita af þessari áhættu eða neita að taka ábyrgð á afleiðingum húðunarinnar. Annar möguleiki er að húða prófunarstykki til að sjá niðurstöðurnar.

Stál með háum flotmörkum (ReH) > 650 MPa verður eftir heitsínkhúðun fyrir rýrnun á þreytuþoli (allt að 35%). Stál með lægri flotmörkum fær hlutfallslega sömu rýrnun á þreytuþoli. Þetta gildir fyrir nýtt stál.

Stál án verndarhúðunar sem verður fyrir tæringu getur orðið fyrir mikilli rýrnun á þreytuþoli, allt að 100 %, háð aðstæðum. Heitsínkhúðað stál hefur því mun betra þreytuþol en ómeðhöndlað stál.

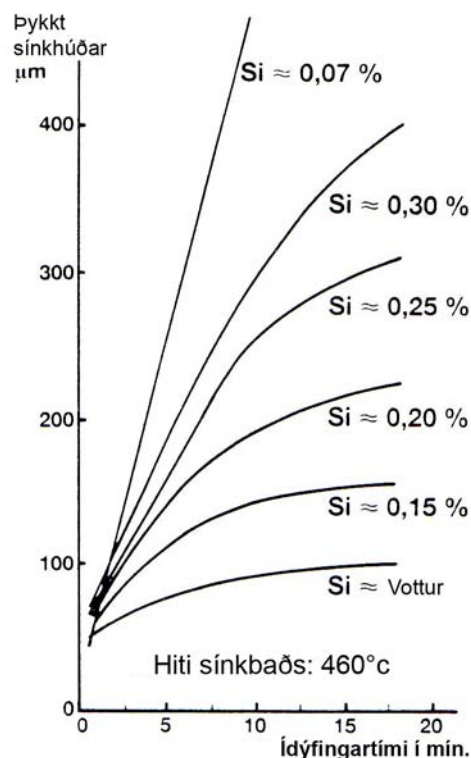
4.3 Þykkt heitsínkhúðar er háð nokkrum þáttum, m.a.

- Kísilinnihaldi stálsins
- Fosfórinnihaldi stálsins
- Ídýfingartíma
- Hrjúfleika og þykkt stálsins, meiri stálþykkt gefur þykkari sínkíð
- Hugsanlegri hitameðhöndlun stálsins

5,0 Áhrif kísils, hrjúfleika og logskurðar á á sínkþykktina.

5.1 Mynd 1. Áhrif kísilinnihalds á sínkþykkt.

Mynd 1.
Samhengið á milli ídýfingartíma og sínkíðunarþykkta á stáli með mismunandi kísilinnihaldi. Kúrfurnar eru fengnar úr rannsóknum og einnig af reynslu. Töluverð frávík geta komið fram á stáli með svipað kísilinnihald eftir því úr hvaða deiglu stálið er.



Mynd 1 sýnir hvernig magn kísils hefur áhrif á þykkt sínxhúðar. Hrjúfleiki stálsins hefur mikið að segja á sínkþykktina. Rannsóknir hafa sýnt að sandblástur getur haft veruleg áhrif á þykkt sínxhúðarinnar til aukningar, allt að 80–100%. Sandblástur hefur einnig áhrif á hrjúfleika sínxhúðarinnar. Rispur eða staðbundin aflögun (kaldformun) getur haft áhrif á á hrjúfleikann þannig að sínxhúðin getur orðið misþykk.

5.2 Áhrif log-, plasma og laser skurðar á sínkþykkt skurðarflatar.

Log-, plasma og laser skurður á kísilþéttu stáli hefur samsvarandi áhrif og hitameðferð á sínkþykktina við heithúðunina. Þannig getur skurðarflöturinn fengið annaðhvort minni eða meiri sínkþykkt við heithúðunina en aðrar hliðar. Þetta stafar af oxun á efnum eins og kísil. Eðlileg sínkþykkt fæst fram ef skurðarflöturinn er sandblásinn eða slípaður þannig að áhrif skurðarins (hitaáhrifin) hverfa.

6.0 Hvernig á að skilgreina kröfur um heitsínxhúðun á stáli ?

Það er ekki nægilegt að gefa upp sínkþykktina sem á að vera á stálinu. Réttast er að fara fram á, að heitsínxhúðunin sé í samræmi við staðalinn ÍST-EN -ISO 1461-1999.

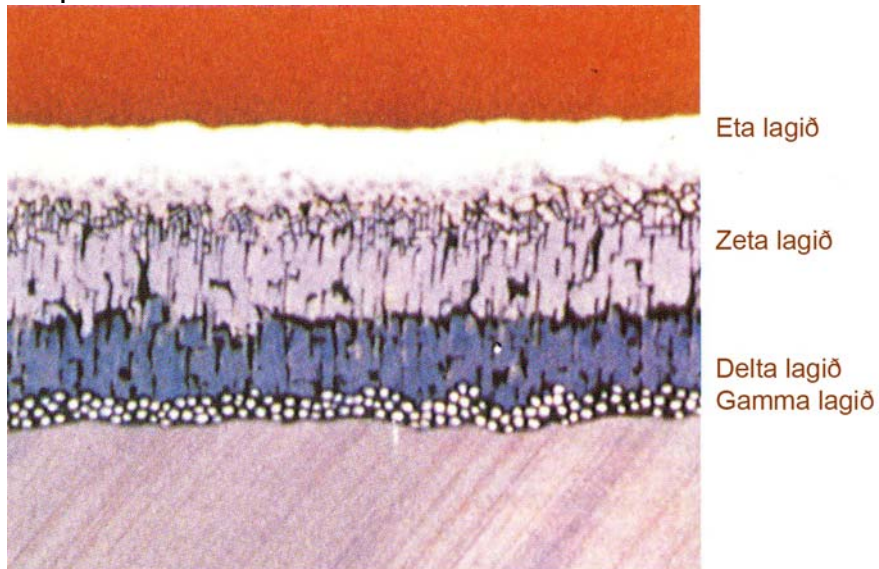
Unnt er að fara fram á meiri kröfur en í staðlinum ef það er gert með samþykki húðunaraðilans.

Sé hlutur úr misþykku stáli þá fær hann misþykka sínxhúð. Þykkari hlutinn fær þykkari húð og þynnri hlutinn minni sínxhúð.

Tafla 1. Lágmarks þykkt sínxhúðar, skv staðli ÍST EN ISO 1461-1999		
Hlutir og efnisþykkt	Staðbundin lágmarksþykkt	Lágmarks meðal sínkþykkt
	µm	µm
Stál ≥ 6 mm.	70	85
Stál ≥ 3 mm og < 6 mm	55	70
Stál ≥ 1,5 mm og < 3 mm	45	55
Stál < 1,5 mm	35	45
Járnsteypa ≥ 6mm	70	80
Járnsteypa < 6mm	60	70

7.0 Útlit og áferð á sínhúð.

Heitsínkhúðað stál með lágt kísil og fosfór innihald (S1 og S2) fá ljósa og glansandi sínhúð. Utanhúss verður sínhúðin smá saman mött og ljósgrá. Mynd 2 sýnir þversnið sem verður til við heitsínkhúðun á stáli.



Þverskurður af sínhúð á stáli. Eta lagið inniheldur 0,03% Fe.
Zeta lagið 5,8-6,7% Fe. Deltalagið 7-11% Fe og gammalagið 21-28 % Fe.

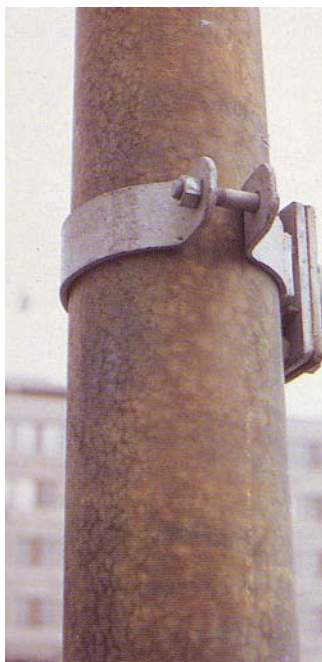
Stál með kísilinnihald 0,15–0,25% (S2) fær venjulega ljósa áferð svo framarlega að kísilinnihaldið sé ekki í efri mörkunum. Sé kísilinnihaldið í efri mörkunum þá getur sínhúðin orðið dökk grá eða blanda af dökk gráu og ljós gráu.

Stál með hærra kísilinnihald (S3, S6) fær venjulega matta gráa sínhúð, sem verður dekkri með auknu kísilinnihaldi. Gráa sínhúðin er venjulega þykkari og þar með endingarbetri.

Gráa sínhúðin kemur fram þegar járn-sínklagið nær í gegnum alla þykktina á sínhúðinni. Þegar þannig sínklag tærist losnar um járníð sem getur leitt til rauðbrúns litar eftir einhvern tíma. Rauðbrúni liturinn eykst smá saman þegar meira af sínkinu tærist.

Rauðbrúni liturinn á sínhúðinni er einungis áferðarbreyting en ekki að sínhúðin sé horfin.

Mynd 3 sýnir ryðbrúnan lit á sínhúð.



Mynd 3. Húðin er járn sínkblanda sem nær út í yfirborðið. Vegna tæringar ryðgar járnið. Þetta er einungis útlitslýti. Festingin á stólpanum er með hreint sínklag yst.

Ljós sínk húð, þ.e.a.s. með hreint sínk yst getur einnig orðið brúnleit eftir að hreina sínkið hefur tærst í burtu. Brúni liturinn kemur þó mun seinna og er háð þykkt hreina sínsins á yfirborðinu. Á stáli (S1 og S5) er þykkt hreina sínsins um 30–50 % af heildarþykktinni.

Viti aðilar ekki um kísilinnihald stálsins og þess vegna ekki um hvernig útlit (áferð) stálið fær eftir heitsínkhúðun, þá er unnt að heitsínkhúða prufu af stálinu fyrir smíði.

Eigi að rafsjóða stálið fyrir húðun þá verður að velja vír sem hefur svipað kísilinnihald og stálið, ella getur orðið áferðarmunur á suðunni og stálinu.

8.0 Pöntun á stáli;

Þær kröfur sem heithúðunaraðilar gera til stáls eru ekki uppfylltar með hinum stöðluðu gæða og styrkleikakröfum sem gilda um stáltegundir. Því er nauðsynlegt að tilgreina að stálið eigi að heitsínkhúðast með ákveðinni sínkþykkt, og gefa upp mörkin á kísil (Si) og fosfór (P) innihaldi.

Því miður er ekki alltaf unnt að verða við þessum óskum, nema þegar um stórar pantanir er að ræða.

Því fyrr sem rætt er við söluaðila stálsins því meiri líkur á að unnt sé að uppfylla óskirnar.

9.0 Málun á sínk húðuðu stáli.

9.1. Hreinsun.

Ef mála á nýtt sínk húðað stál þá þarf að huga að nokkrum atriðum.

Í fyrsta lagi þá verður að hreinsa sínk yfirborðið þrátt fyrir að það sé “nýtt”

- a) Nota olíuhreinsiefni og síðan að skola það af með volgu vatni, eða háþrýstipvotti.

Olíuhreinsað yfirborð verður að málast sem fyrst og innan 12 klst.

Þegar oliuhreinsi kerfið (a) er notað þá er gott að slípa létt yfir sínxhúðina til að fjarlægja smá örður sem geta verið og sjást betur þegar búið er að mála, ef þær eru ekki fjarlægðar fyrir málu.

Ef mála á sínxhúð sem hefur náð að veðrast þá þarf aðeins að háþrýstipvo fyrir málu.

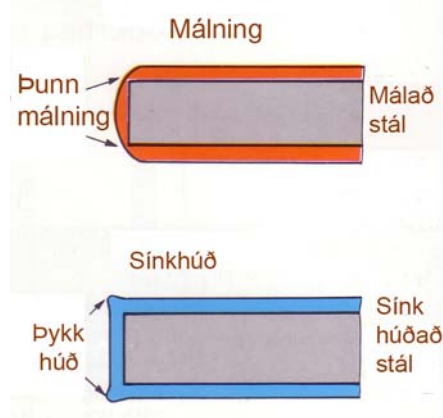
9.2 Málningarkerfi;

Mörg málningarkerfi koma til greina. Í staðlinum ÍST EN 12944 hluta 5 (tafla A9) er mælt með nokkrum kerfum eftir því hvaða kröfur um líftíma eru gerðar og einnig eftir því hver tæringarflokkur umhverfisins er á hverjum stað. Algengt er að mælt sé með epoxy málningarkerfi og málningarþykkt um 160–200 µm þykkri málningu. (1 µm= 0,001mm).

Sandblástur og Málmhúðun flytur inn málningu sem hentar vel á hreinsað sínk og hefur reynst vel.

9.3 Kostir sínxhúðunar fram yfir málu á stáli:

Ef stál er einungis málað þá fer stálið að ryðga um leið og gat, skemmd kemur á málninguna. Ef gat kemur á sínxhúðina þá verður sínknið umhverfis gatið stálið þannig að það ryðgi ekki., þ.e.a.s. ef gatið er ekki því stærra. Einnig er málning venjulega mjög misþykk. Sínxhúðin er sem næst jafnþykk alls staðar háð stálþykkt. Málningarþykkir á köntum eru venjulega mun þynnri en á sléttum flötum. Þetta leiðir til ryðmyndunar mun fyrr. Sjá ljósmynd 4.



Ljósmynd 4. Samanburður á málningu á stáli og sínxhúðar á stáli.

Sínxhúð á köntum er jafn þykk eða þykkari en á sléttum flötum.

Það að mála sínxhúð er mjög góð aðferð og líftíminn eykst verulega. Hollenskar rannsóknir hafa sýnt að líftími málaðra sínxhúðar er u.þ.b.

$Heildarlíftíminn = K \times (\text{Líftími sínxhúðar} + \text{líftími málningar})$

K er fasti sem er háður umhverfinu.

K = 1,5 fyrir erfiðar aðstæður eða ef hlutur er neðansjávar.

$K = 1,6-2,0$ ef hluturinn er við minna tærandi aðstæður og raki er sjaldnar en 60 % af tímanum.