

Minnisblað vegna gangsetningar kísilofna PCC BakkiSilicon

Þann 27. mars sl. sendi Umhverfisstofnun PCCBakkiSilicon hf. beiðni (UST201502-081/S.I.) um frekari gögn frá fyrirtækinu varðandi lykt, loftdreifilíkan og fleiri þætti vegna gangsetningar kísilvers okkar á Bakka. Samkvæmt þeirri beiðni höfum við tekið saman efni sem hér fer á eftir, en það er stutt samantekt á gangsetningarferli ofna kísilverksmiðju PCC BakkiSilicon ásamt þeim ráðstöfunum sem við höfum fyrir hendi til að lágmarka mengun við gangsetningu. Minnisblaðið byggir á gögnum frá alverktaka framkvæmdarinnar SMS Siemag.

1. Framkvæmd og fjármögnun verkefnisins

Öll hönnun verksmiðjunnar á Bakka og sú tækni sem er notuð kemur frá þýska fyrirtækinu SMS Siemag AG í Düsseldorf. Það er rótgróið og virt þýskt iðnfyrirtæki sem rekur rætur sínar allt til 1871. SMS hefur áratuga langa reynslu af slíkum verkefnum og er síðasta verkefni þeirra bygging á sambærilegri verksmiðju fyrir fyrirtækið Mississippi Silicon LLC í Bandaríkjunum sem var gangsett í september 2015. Verkefnið á Bakka byggir á sambærilegri tækni, og er unnið samkvæmt alverktökusamningi (e. *Turn-Key Contract*) þar sem SMS sér alfarið um alla verkþætti í uppbyggingu verksmiðjunnar og ber jafnframt ábyrgð á að rekstur ofna verði í samræmi við starfsleyfi Umhverfisstofnunar.

Verkefnið er að stærstum hluta fjármagnað af þýskum ríkisbanka, KfW og með ábyrgð þýska ríkisins. KfW og þýska ríkið setja sér ströng viðmið í sinni verkefnisfjármögnun og hafa til dæmis skuldbundið sig til þess að fylgja Equador-grunnreglunum (e. *Equador Principles*) í sinni verkefnisfjármögnun. Þær reglur kveða á um að félagslegir þættir, umhverfisáhrif og sjálfbærni séu sérstaklega metin fyrir hvert verkefni og gera jafnframt kröfu um upplýsingagjöf aðildarstofnana hvað þau mál varðar. KfW hefur því mjög ríka hagsmuni af því að bygging og rekstur verksmiðjunnar verði eins og samningurinn kveður á um varðandi rekstraröryggi, gæði framleiðslunnar og umhverfismál. Til þess að fylgja því eftir hafa þeir ráðið utanaðkomandi eftirlitsaðila, McLellan, virta breska verkfræðistofu sem hefur langa reynslu af verkefnum sem þessum. McLellan fylgist með framgangi á öllum stigum verkefnisins, skilar reglubundnum skýrslum og er ætlað að tryggja að öllum ítrustu kröfum í samningi sé fylgt.

2. Tæknin

Öll tækni og aðferðir sem verða notaðar í verksmiðjunni á Bakka er meðal þeirrar bestu sem er fánleg í dag og sú sem best reynsla er af. Dæmi um þetta eru rafskautin sem eru notuð til að breyta raforku í varmaorku í ljósbogaofnunum. Í dag eru nokkrar aðferðir notaðar fyrir þessi rafskaut. Fyrst ber að nefna tækni sem hefur vísun í Söderberg tækni sem var mikið notuð á síðustu öld en víkur nú fyrir nýrri og betri tækni. Þannig verða rafskautin í raun til í ofninum sjálfum þar sem hráefnum í skautin er mokað í málmhólka þar sem þau bakast og verða að skautum neðst í ofninum. Næst ber að nefna forbökuð skaut. Þau eru framleidd þannig að koxi er blandað saman við bindiefni og skautin síðan formuð og bökuð við háan hita í langan tíma. Þessi skaut eru síðan flutt sem tilbúnar einingar til notkunar í kísilveri. Þriðja tæknin og sú sem er talin best í dag er að taka þessi tilbúna skaut og baka þau áfram í rafmagnsofnum þannig að þau breytast í grafit og eru þá kölluð grafitiseruð skaut. Þetta er sú tækni sem PCC BakkiSilicon

hefur valið þar sem hún gefur bestu niðurstöður í rekstri, minnkar orkunotkun og hefur minnstu umhverfisáhrifin af þessum þremur aðferðum og lágmarkar losun efna sem valda lykt í gangsetningu.



Mynd 1: Forbökun grafitiseruð skaut eins og þau sem verða notuð hjá PCC BakkiSilicon

Aflþörf ofnana sem voru valdir í kísilverið á Bakka er 24MW. Í dag er verið að byggja kísilver með mun stærri ofnum en ein af ástæðunum fyrir því að þessi stærð var valin er að þetta er sú stærð sem best reynsla er á og það er þekkt í þessum iðnaði að eftir því sem ofninn stækkar því erfiðari og óstöðugri verður reksturinn. Orkunýtni þessara ofna er líka með því besta sem þekkist.

3. Yfirlit gangsetningarferlis kísilofna

Almennt ferli við ræsingu ofns felst í eftirfarandi skrefum:

1. Fyrst eru kaldprófanir, þar sem gengið er úr skugga um að allur búnaður sé tilbúinn til framleiðslu.
2. Næst er heitræsing, en þá er ofninn hitaður upp og þessu skrefi lýkur með fyrstu hleðslu í ofninn.
3. Síðan er uppkeyrsla, þar sem hraði framleiðslunnar er aukinn til að ná tilgreindri framleiðslugetu.
4. Þegar stöðugleiki hefur áunnist er framkvæmd prófun á afköstum, sem er lokastig innleiðingarinnar.

3.1 Kaldprófanir

Áhrifarikasta aðferðin til að lágmarka mengun á meðan á innleiðingu og framleiðslu stendur er að gefa sér nægan tíma fyrir kaldprófanir. Kaldprófanir munu hefjast í ágúst 2017 og þeim lýkur þegar heitræsing hefst um miðjan desember. Þetta þýðir að allan búnaður verður prófaður og settur upp eins vel og tæknilega er mögulegt áður en nokkur orka er sett á ofninn.

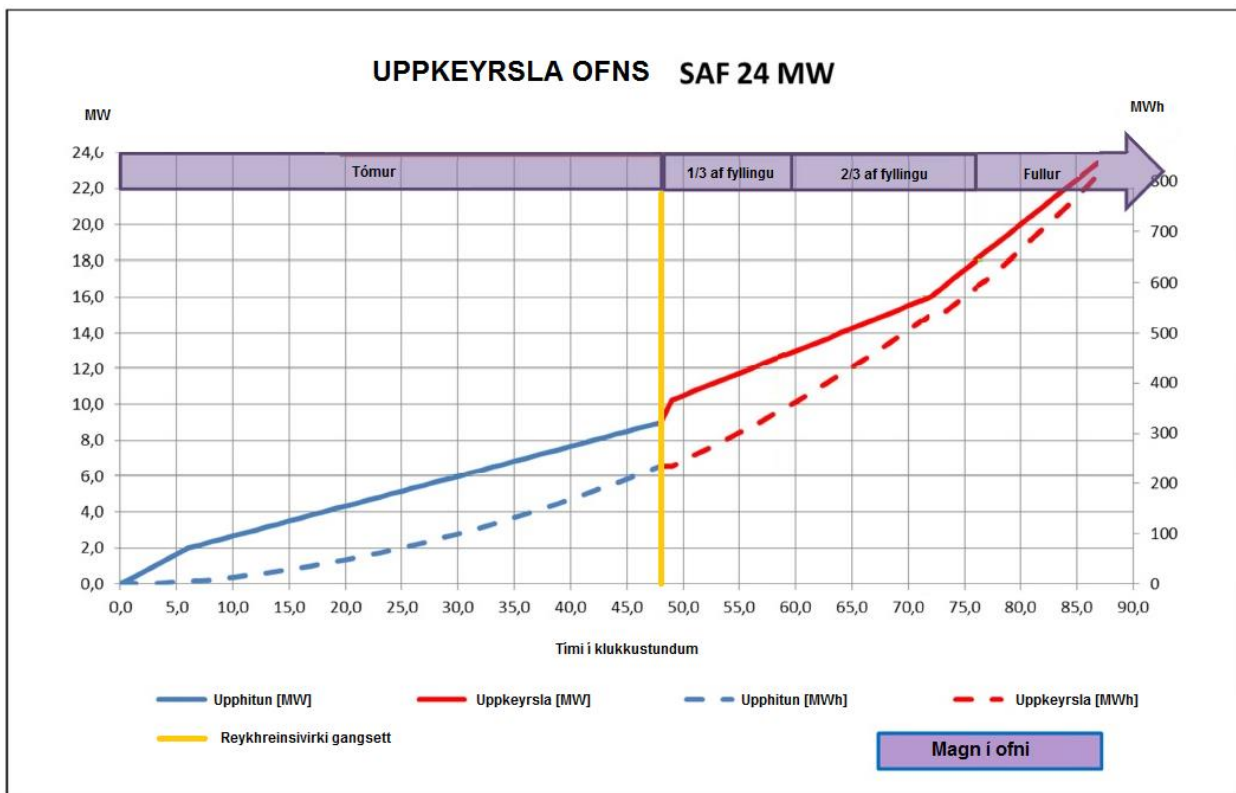
Ekki er hægt að besta allar stillingar án þess að ofninn sé kominn í gang, en að lágmarki eru allir hlutir prófaðir sem mögulegt er að prófa.

Hlutar af kaldprófunum áður en kveikt er á ofninum eru m.a. yfirgrípsmiklar prófanir á reykhreinsivirki og afsogskerfum á hinum ýmsu stöðum. Áður en ofninn er settur í gang, er skylda samkvæmt gæðakröfum SMS að framkvæma 72ja klst. prófun á kælivatns- og rykskiljuckerfi til að tryggja virkni þeirra. Reykhreinsivirki gegnir lykilhutverki í rekstri við hreinsun reyks og lágmörkun loftmengunar. Það hreinsar við eðlilegan rekstur 99.9% ryks í útblæstri frá ljósogaofnunum.

3.2 Forhitun ofns

Í upphafi er fóðringin þurrkuð í ofninum með því að hefja upphitun ofnsins, en það er gert með brennslu viðar. Brunahraði viðarins er 1 tonn á klst. og stendur í 24 klukkustundir. Eftir þann tíma er ofninn hitaður upp með rafmagni.

Á þessu stigi er fjarlægt eins mikið af vatni og hægt er úr ofnskelinni og fóðringu án þess að valda skemmdum á þeim og haldið áfram með þurrkun fóðringar. Á þessu stigi getur reykhreinsivirkið ekki hreinsað gasið og gufuna sem kolefnin gefa frá sér, þannig að á þessum tíma verður sýnilegur reykur frá neyðarreykháfum verksmiðjunnar



Mynd 2: Upphitun og uppkeyrsla ofns

3.3 Uppkeyrsla

Eftir að forhitunarferli ofnsins lýkur er byrjað að mata ofninn með hráefnum. Fyrst er trjáviður settur í ofninn til að mynda lag sem er u.þ.b. 1 m að þykkt. Þessi trjáviður er til að hindra að köld blanda hráefna falli niður í neðri

hluta ofnsins. Í ferlið er notaður hreinn viður, Um leið og kviknað hefur í viðnum má setja fyrstu blönduna í ofninn ofan á viðarlagið.



Mynd 3: Fyrsta hleðsla

Við hefðbundin rekstrarskilyrði nemur notkun timburkurls u.þ.b. 1.000-1.500 kg/t af kísilmálm. Á meðan á uppkeyrslu stendur má reikna með að notkun timburkurls sé meiri.

Í allra síðasta lagi ætti reykhreinsivirkið að vera komið í fullan rekstur þegar ofninn er stöðugt mataður með blöndu. Allt fram að þeirri stundu þegar hægt er að setja reykhreinsivirkið í gang án þess að skaða það, má búast við sýnilegum reyk og mögulegri lykt. Á því tímabili halda prófanir áfram til að tryggja að allur rekstur sé í lagi og reykhreinsivirkið og annar búnaður sýni rétt viðbrögð. Forhitun ætti ekki að taka meira en 48 klst. Þar til reykhreinsivirkið er komið í gang og því er heildartíminn með mögulegum sýnilegum reyk um 72 klst.

3.4 Heitræsing

Heitræsingarstig er það þrep þegar kveikt er á ofninum en stöðug framleiðsla hefur ekki hafist. Það er þekkt að ýmislegt getur gerst í gangsetningunni, þar sem búnaðurinn keyrir nú í fyrsta skipti á auknum hita. Við öll alvarleg frávík verður slökkt á ofninum áður en byrjað er að fylla ofninn með hráefnum. Um leið og stöðugt er farið að fylla ofninn með efni, myndast mengunarefni í útblæstri frá ljósbogaofninum (SAF), þ.á.m. gróðurhúsalofttegundir (GHG), svifryk (PM), og þungmálmar. Reykhreinsivirkið, hreinsar nær allt ryk frá ofninum og þá um leið þungmálma. Helstu efni sem eru í útblæstri frá kísilverinu eru koltvísýrlingur, nituroxíð, og brennisteinsoxíð auk efna sem fjallað er nánar um í hluta 4 hér fyrir neðan.

4. Efni í útblæstri

Í ofanefndri beiðni Umhverfisstofnunar frá 27. mars óskaði stofnunin eftir nánari upplýsingum um dreifingu þungmálma og efna sem gætu myndað lykt í framleiðsluferlinu. Þau eru helst þessi:

Fjölaramatískt vetniskolefni (PAH)/díoxín

Fjölaramatískt vetniskolefni (PAH) er samheiti yfir ýmiss konar mismunandi efnablöndur sem samanstanda af lífrænni formgerð. Þar sem PAH eyðist við hátt hitastig hefur PAH losun frá ljósbogaofnum minnkað talsvert þegar afganghitastig hækkar. Fram að þeim tímapunkti má búast við að þessi efni losni í andrúmsloftið. Ekki er búist við að það muni valda óþægindum í nálægustu byggð þar sem mikil þynning hefur átt sér í stað þegar efnin hafa borist þangað. Rafskautin eru forbökuð sem þýðir að mikið af rokgyörnum efnum eru ekki lengur til staðar sem lágmarkar alla lyktarmengun og myndun PAH efna.

Á meðan á upphitun stendur, getur eitthvert magn af rokgyörnum efnum, raka og tjöru losnað úr kolefniskubbunum og sallanum sem mynda fóðringu ofnsins.

Þungmálmar

Þungmálmar koma inn í framleiðsluferlið sem snefilefni í hráefnum og rafskautum. Á hinum ýmsu stigum framleiðsluferlisins dreifast þungmálmar í kísilmálminn, gjall, ryk og gas. Loftdreifilíkan í viðauka sýnir áætlaða dreifingu þungmálma við rekstur.

Önnur efni sem geta myndast við gangsetningu ofns.

Í beiðni Umhverfisstofnunar er sagt að við lágan bruna myndist efni eins og ediksýra, maruarsýra, metýlklórið, metýl, merkapatan og ýmis aldehyð. Einnig að þessi efni geta valdið einkennum hjá fólki jafnvel við lágan styrk. Við eðlilegan rekstur sundrast þessi efni vegna hás rekstrarhita ofnanna, en við upphitun þeirra er möguleiki að þessi efni myndast. Til að lágmarka myndun þeirra er notaður hreinn viður eins og áður er getið. Sú staðreynd að skautin eru forbökuð dregur einnig verulega úr myndun þessara efna. Sá tími sem þess efni geta myndast verður að öllum líkindum ekki lengri en 72 tímar. Þess ber að geta ef ekki eru notuð forbökuð skaut þá getur þessi tími verið allt að 7 dögum. Þar sem hæð strompa er 38 m.y.s. er þynning reyks mikil sem dregur verulega úr áhrifum við jörðu.

5. Lokaorð

Umgjörð verkefnisins á Bakka er mjög traust hvort sem litið er til framkvæmdar, tækni eða fjármögnunar. Að því standa aðilar sem þekkja vel til verkefna af þessu tagi, hafa langa reynslu og gera ríkar kröfur varðandi verksmiðjuna, áhrif hennar á umhverfið og í sátt við nærumhverfið.

Sýnilegur reykur verður frá verksmiðjunni þegar ofnar eru ræstir vegna þess að ekki er hægt að hafa reykhreinsivirki virkt í byrjun. Af sömu ástæðu verður magn svifryks (PM10) meira en við eðlilegan rekstur, en þó er gert ráð fyrir að styrkleikinn verði undir heilsuverndarmörkum í mælistöðvum. Allt verður gert til að gangsetningin muni ekki valda íbúum í nágrenni ónæði. Í uppkeyrslunni getur einhver lykt fundist, líklegast viðarbrenslulykt en styrkur hennar ætti að vera mjög lítill. Gert er ráð fyrir að eftir u.þ.b. 72

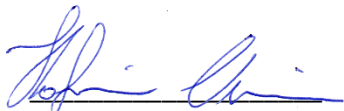
tíma frá því að upphitun hefst muni reykhreinsivirki hafa náð fullum afköstum og þá sést enginn reykur og lykt ætti ekki að finnast.

Á fyrstu stigum gangsetningarferlisins geta myndast snefilefni, t.d. díoxíð, PAH og önnur efni, en magn þeirra mun ekki ógna heilsu manna eða vistkerfi þar sem losun þeirra er yfir mjög skamman tíma og þynning mikil áður en að byggð er náð. Því ættu áhrif sem eru af völdum þessara efna að vera að sama skapi óveruleg. Þegar hiti afgassins frá ofnunum nær 1600 °C sundrast þessi efni, og losun þeirra verður í algjöru lágmarki.

Einn aðalverktaki sér um samræmingu hönnunarinnar og verklegar framkvæmdir. Eins og áður segir hefur þessi aðili langa reynslu að baki. Einnig munu sérfræðingar á vegum PCC vera til ráðgjafar sem hafa langa reynslu af rekstri og gangsetningu kísilvera og munu leiða rekstur ofnanna fyrstu mánuðina.

Komi upp frávik í gangsetningarferlinu verður gripið til tafarlausra aðgerða. Málið verður rannsakað til að finna rótarorsök vandans og nauðsynlegar umbætur gerðar til að hindra endurtekningu. Mjög mikið verður lagt upp úr að hafa öll samskipti við opinbera aðila og almenning opin og gangsæ.

Húsavík 04.05.2017



Hafsteinn Viktorsson

Viðauki 1

Minnisblað

Dreifing þungmálma - niðurstöður líkanreikninga

Verkfræðistofan EFLA