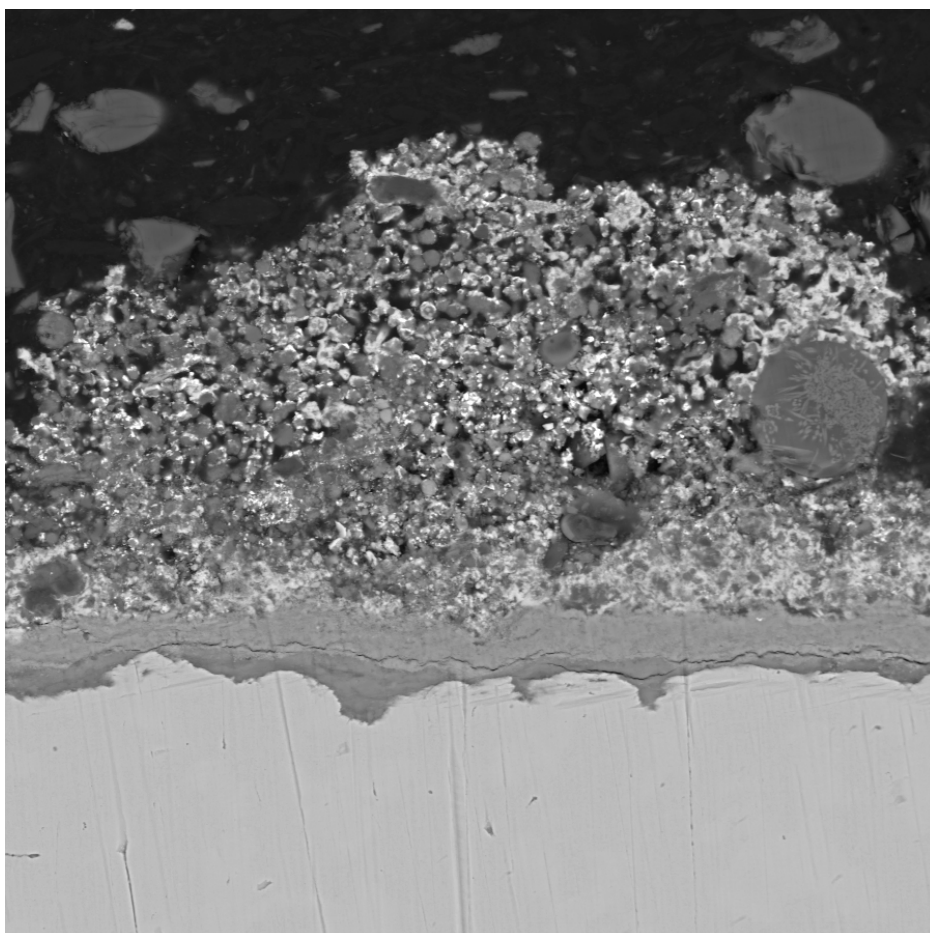
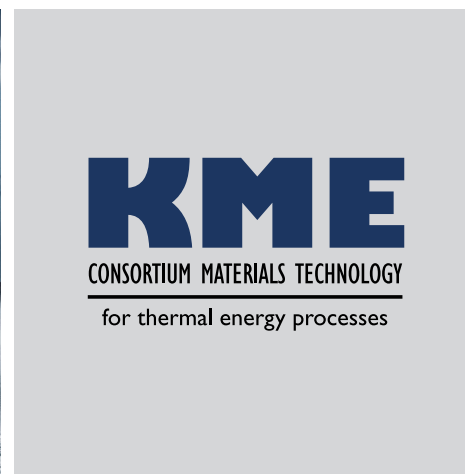


HÖGTEMPERATURKORROSION I RETURTRÄ-ELDADE PANNOR

RAPPORT 2018:488



Högtemperaturkorrosion i returträ-eldade pannor

Bränsleadditiv och ytbeläggningar

KME 718

ANNIKA TALUS, PAMELA HENDERSON, CLARA LINDER, RIKARD NORLING, COLIN DAVIS

ISBN 978-91-7673-488-9 | © Energiforsk April 2018

Energiforsk AB | Phone: 08-677 25 30 | E-mail: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Projektet har genomförts inom ramen för sjätte etappen av materialforskningsprogrammet KME, Konsortiet materialteknik för termiska energiprocesser, som pågår 2014–2018. KME bildades 1997 och inkluderar företag över hela värdekedjan från materialtillverkare, tillverkande industriföretag och energiföretag (anläggningsägare). I den senaste etappen har åtta industriföretag och 14 energiföretag deltagit. KME leds av Energiforsk.

KME:s syfte är att genom material- och processteknisk utveckling möjliggöra kostnadseffektiva förbättringar av termiska energiprocesser så att förnybara bränslen och avfall effektivt kan användas för el- och värmeproduktion. KME har som mål att uppnå ökad elproduktion och tillgänglighet, förbättrad driftflexibilitet och förbättrad bränsleflexibilitet.

KME:s verksamhet kännetecknas av långsiktig näringslivsrelevant och efterfrågestyrd forskning och utgör en viktig del i den samlade insatsen för att främja utvecklingen av ny energiteknik i syfte att skapa ett långsiktigt hållbart energisamhälle och samtidigt stärka svensk industris konkurrenskraft på den globala marknaden.

Rikard Norling, Swerea KIMAB, har varit projektledare. Övriga primära projektdeltagare och rapportförfattare har varit Annika Talus, Pamela Henderson, Clara Linder och Colin Davis.

Vattenfall, Andritz, E.ON, Kanthal (tidigare Sandvik Heating Technology), Sandvik Materials Technology, Stockholm Exergi (tidigare Fortum Värme), Sumitomo SHI FW (tidigare Amec Foster Wheeler) och MH Engineering har deltagit i projektet genom egna insatser. Energimyndigheten har finansierat de akademiska utförarna Swerea KIMAB. Projektet har även haft en referensgrupp bestående av projektdeltagarna och representanter från Babcock & Wilcox Völund och Chalmers.

Rapporten är en kortrapport av den fullständiga engelska KME-rapporten.

Författarna och Energiforsk vill tacka alla deltagare för det väl genomförda projektet.

Bertil Wahlund, Energiforsk

Här redovisas resultat och slutsatser från ett projekt inom ett forskningsprogram som drivs av Energiforsk. Det är rapportförfattaren/-författarna som ansvarar för innehållet och publiceringen innebär inte att Energiforsk har tagit ställning till innehållet

Sammanfattning

Andelen returträ som används som bränsle i kraftvärmeverk ökar hela tiden, eftersom det är billigare än jungfruligt träbränsle såsom skogsflis. Returträ orsakar dock mer korrosionsproblem, särskilt i eldstaden i syrefattiga områden (orsakade av låg-NO_x-förbränning). Projektet syftade till att undersöka om samförbränning av olika typer av slammer kan minska korrosionen hos vanligen använda material och på så sätt minska underhållskostnaderna och öka bränsleflexibiliteten. Även olika varianter av material lämpade som skydd (i form av påsvetsning) för de låglegerade tuberna utvärderades i tester där returträ eldades.

Korrosionstester med sameldning av olika slamtyper genomfördes i 336 h-försök i eldstadsposition och då studerades det låglegerade 16Mo3, vanligen använt som tubmaterial i eldstaden samt nickelbaslegeringen Alloy 625 som ofta används som ytbeläggning i pannorna. Kortare försök (3-timmars test) genomfördes också i överhettarposition.

Korrosionsprovning för att utvärdera material möjligen lämpliga som ytbeläggning utfördes av Vattenfall och E.ON (Uniper) i egna fluidiserad-bäddpannor som använder returträ. I beläggningsprojektet provades många olika legeringar i eldstadsposition, bland annat FeCrAl-legeringar, termiskt sprutade skikt av modifierad nickelbaslegering Alloy 625, påsvets av nickelbaslegering Alloy 625 och Kanthal APMT. Solida prover av nickelbaslegeringen Alloy 625 som ofta tillämpas som ytbeläggning i eldstäder, användes som referens för testerna i Idbäcken. Tester genomfördes under ca 1000 h i Vattenfalls anläggning Idbäcken och under ca 7000 h i E.ON (Unipers) anläggning Blackburn Meadows.

Proverna utvärderades efter exponering med avseende på avlagringskemi och korrosionsbeteende i tvärsnitt av Swerea KIMAB. Vattenfall AB utvärderade korrosionshastigheten på de prov som exponerats i Idbäcken genom tjockleksmätning.

Resultaten visade att:

(1) Sameldning av både rötat avloppslam och fiberslam minskar korrosionen för det låglegerade stålet 16Mo3 samt nickelbaslegeringen Alloy 625 när det exponeras i eldstadsposition. Även i överhettarposition visar sameldningen på positiva trender då den initiala korrosionen av testade material minskar.

(2) Flera av de testade materialen i ytbeläggningstesterna visade på bra korrosionsegenskaper, ibland bättre än det idag använda nickelbaslegeringen Alloy 625. Kanthal APMT samt FeCrAl modellegeringar visade låga korrosionshastigheter när de testades som svetsade prover medan svetsat 625 inte riktigt nådde upp i samma goda beteende. Tester i Blackburn Meadows under längre tider visade på liknande korrosionsbeteende för nickelbaslegeringen Alloy 625 (Sanicro 60) och Kanthal APMT (jämfört med testerna som genomfördes i Idbäcken).

Summary

Increasing use is being made of used (recycled) wood as a fuel in heat and power boilers, because it is cheaper than virgin wood. However used wood causes more corrosion problems, especially in the furnace where there is a lack of oxygen (low NO_x combustion). This project aimed to evaluate if co-firing of different types of sludge can reduce the corrosion for commonly used materials and in that way save maintenance costs and increase fuel flexibility. In addition, different materials suitable for coatings should be evaluated when exposed during used wood firing.

Corrosion tests with co-firing of different sludges were performed during 336 h in furnace wall position. In these tests the low alloyed steel 16Mo3, usually used as tube material in the furnace, and the nickel base Alloy 625, usually used as coating materials at the same position, were evaluated. Shorter tests (3h deposit tests) were also performed at superheater position.

Corrosion tests to evaluate materials suitable as coating materials were performed by Vattenfall and E.ON (Uniper) in their boilers firing used wood fuel. In these coating tests several alloys were tested at furnace wall position, for instance FeCrAl alloys, HVOF and HVOF-sprayed modified Alloy 625, as well as welded samples of Alloy 625 and Kanthal APMT. Alloy 625 as solid material was used as reference in the tests performed in Idbäcken. In Idbäcken the tests duration was approximately 1000 h and in E.ON (Unipers) boiler in Blackburn Meadows the test duration was approximately 7000 h.

After exposure the samples were evaluated by Swerea KIMAB with respect to deposit composition and corrosion behaviour in cross section. Vattenfall AB evaluated the corrosion rate for the samples exposed in Idbäcken through thickness measurements.

The results showed that:

- (1) Co-firing of used wood with both sewage and fibre sludge decreased the corrosion rate of the low alloyed steel 16Mo3 and the nickel base Alloy 625 when exposed at furnace wall position. Also, at superheater position co-firing of the sludges showed positive effects with decreased initial corrosion of tested materials.
- (2) Several of the tested materials in the coating campaigns showed good corrosion properties, sometimes better than the presently used nickel base Alloy 625. Kanthal APMT and the model FeCrAl-alloys showed low corrosion rates when they were tested as welds while welded Alloy 625 did not reach as good corrosion behaviour. Tests in Blackburn Meadows with longer test times showed similar corrosion behaviour for the nickel base Alloy 625 (Sanicro 60) and Kanthal APMT (compared to Idbäcken tests).

Innehållsförteckning

1	Inledning/Bakgrund	7
2	Genomförande	8
3	Resultat	10
3.1	Samförbränning av slam	10
3.2	Material och ytbelägningsförsök	11
4	Diskussion	12
5	Publikationslista	13
6	Referenser, källor	14
7	Bilaga	15

1 Inledning/Bakgrund

Förbränning av biomassa och avfall utgör ett allt större bidrag till Sveriges energiproduktion och minskar beroendet av icke förnybara energikällor och därmed CO₂ utsläpp. För att minska driftskostnaderna (vilket är särskilt viktigt när elpriserna är låga) används ofta bränslen av låg kvalitet, som returträ (RT-flis), istället för skogsflis (jungfrulig biomassa). RT-flis består av biprodukter från konsumtion, såsom rivnings- och byggavfall och innehåller ofta spår av färg eller plast och andra polymerer. Detta ger upphov till en ökning av mängden klor, zink och bly i bränslet som tros öka korrosionsrisken för pannkomponenter, jämfört med rent biobränsle.

Problem har uppstått med eldstadskorrosion med så låg RT-flisblandning som 20 %, i kombination med låg-NO_x-förbränning och avancerade ångdata, cirka 140 bar/540 °C. I Vattenfalls panna i Idbäcken, Nyköping (100 MWth BFB bubblande fluidiserad bädd, 100 % RT-flis), uppmättes korrosionshastigheter på upp till 1,5 mm per år på väggar av 16Mo3 (låglegerat stål). Denna korrosionshastighet ger en livslängd på 3 år. En ny eldstadsvägg för en panna av denna storlek kostar runt 25 miljoner kronor.

Väggarna har sedan dess påsvetsats med nickelbaslegering (Alloy 625) för att minska korrosionen, men även denna legering korroderar (med en lägre takt) så problemet är inte löst. Dessutom är Ni-baslegeringar dyra. Det finns en stor brist på arbete inom ämnet eldstadskorrosion i bioeldade pannor och p.g.a. detta började man med forskning inom området för några år sedan inom KME.

Syftet med projektet är att minska högtemperaturkorrosion, på ett kostnads-effektivt sätt, i kraftvärmepannor som eldar främst returträ. Detta sker med val av legering till tub-ytbeläggningar, kontroll över bränslesammansättning och tillämpning av billiga (eller kostnadsfria) additiv till returträ. Merparten av arbetet har inriktats mot eldstadsväggar.

Tidigare arbete visade att ytbeläggningar av austenitiska rostfria stål kan vara ett konkurrenskraftigt alternativ till Ni-baslegeringar och preliminära resultat med aluminiumoxid-bildande legeringar (i jämförelse med kromoxidbildande) visade att dessa FeCrAl legeringar, såsom Kanthal APMT, hade mycket låga korrosionshastigheter vid eldstadsväggstemperaturer (400 °C), som matchar de för Ni-baslegeringar, [1]. Dessa alternativ har utvärderats ytterligare i projektet så att pannägare och -tillverkare kan ha förtroende för att använda dem i stället för traditionella Ni-baslegeringar.

Initiala resultat från KME 708, [2], visade att sameldning med rötat avloppsslam har minskar eldstadskorrosion och i projektet har långtidsprovning med två olika slamtyper genomförts för att säkerställa dessa initiala resultat samt för att få en djupare förståelse för hur olika slammer kan reducera korrosionsproblem.

Detta projektet, KME 718, som genomförts inom KME, startade i februari 2016 och avslutades i april 2018. Swerea KIMAB har varit projektledare samt ansvarat för handledning av en industridoktorand, Annika Talus. Vattenfall AB har gjort merparten av anläggningstesterna. Övriga deltagare har angivits under Förord.

2 Genomförande

Vattenfall AB utförde korrosionsprovning med sonder vid Vattenfalls 100MWth BFB-panna i Nyköping. Denna panna använder 100 % RT-flis och höga korrosionshastigheter har tidigare uppmätts i den nedre av eldstaden, där korrosionsprovning nu utfördes.

För att jämföra olika legeringars korrosionshastigheter (både i solid och svetsat utförande) genomfördes flera sondtester som varade ca 6 veckor (1000 timmar).

För att jämföra två olika slamtypers inverkan på korrosionshastighet genomfördes sondtester som varade i två veckor (330 timmar) i eldstaden och provmaterialen var 16Mo3 (låglegerat stål som används i obelagda pannväggar) samt Alloy 625 (Ni-baslegering som används som påsvetsmaterial på 16Mo3). Vattenfall har utvecklat en speciell sond för detta ändamål, som innehåller fyra provbitar och kan insättas vertikalt i slitsar gjorda i fenorna mellan två tuber i eldstadsväggen, Fig 1.

Under slamtesterna genomförde Vattenfall även tester med avlagringssonder som varade i tre timmar för att studera avlagringsskemin i överhettarposition. (Testerna genomfördes i samband med provningen i eldstaden). Sönderna var placerade nära överhettare och innehöll ringar med tre olika temperaturer, 350°C, 450°C och 550°C. Ringarna vid 350 och 450°C var gjorda av SS2216 (låglegerat stål) och vid 550°C av SS2352 (rostfritt stål) som speglade ståltypen i överhettarna vid olika temperaturer.



Fig. 1 Övre vänster. Del av en eldstadsvägg före installation i en panna. Väggen består av tuber svetsade tillsammans med en fena i mellan.

Övre höger Slitsen i fenan mellan tuberna där sonden kommer att sitta, sedd från utsidan av pannan. Obs, pannan är i drift.

Nedre. Vattenfalls sond efter exponering i pannan.

E.ON (sedermera Uniper) utförde en lårtids korrosionsprovning med en provtub fast installerad i E.ONs egna panna, Blackburn Meadows, Storbritannien, en 97 MW BFB panna som också använder 100% RT-flis. På denna provtub provades flertalet påsvetsade materialkombinationer och legeringar.

KIMAB analyserade avlagrings- och korrosionsprover från Vattenfalls och E.ON:s (sedermera Uniper:s) anläggningar. Analyserna gjorde med svepelektronmikroskopi med energidispersiv spektrometri (SEM-EDS) för att studera kemisk sammansättning av avlagringar och korrosionsprodukter samt tvärsnitt av korrosionsfronten under oxidskiktet. Röntgendiffraktion (XRD) användes för att identifiera kristallina faser.

3 Resultat

3.1 SAMFÖRBRÄNNING AV SLAM

Vattenfall AB genomförde korrosionsprovning med det låglegerade stålet 16Mo3 och nickelbaslegering Alloy 625 i eldstadsposition med metalltemperaturer 350 °C och 400 °C i Idbäckenverket som eldar 100 % returträ. Under provningen eldades ett aggressivt bränsle med höga klor och blyhalter och samtidigt samförbrändes slam. Två kampanjer genomfördes då två olika slammer provades och varje kampanj pågick i 2 veckor (330 h). Slammerna som användes var ett rötat avloppsslam och ett fiberslam. Under försöken användes också avlagringssonder i överhettarposition för att studera effekten på hur avlagringssammansättningen påverkas av slameldningen.

Resultaten visade att korrosionshastigheten minskar för båda materialen vid båda metalltemperaturerna, se fig 2. Detta speglades även i tvärsnittsanalyser. För det låglegerade stålet minskade korrosionen markant även om korrosion uppträdde. För det höglegerade, som vid eldning av endast aggressivt returträ uppvisade en tunn oxid vid 350 °C och flertalet lokala angrepp vid 400 °C, kunde inte någon lokal korrosion och inte heller oxidbildning urskiljas.

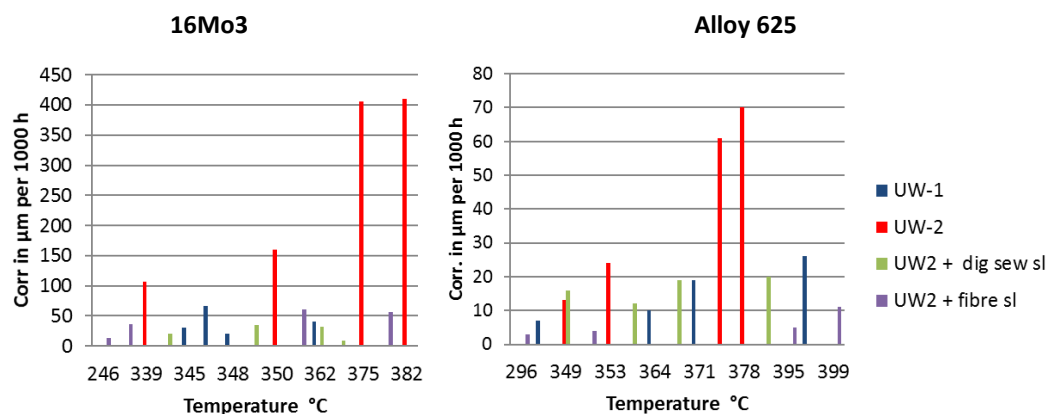


Fig. 2 Korrosionshastighet mätt i $\mu\text{m}/1000\text{ h}$ för 16Mo3 och Alloy 625 då de exponeras vid returträeldning och samtidig förbränning av slam. (UW1 = mindre aggressivt returträ, UW2 = mer aggressivt returträ, dig sew sl = avloppsslam, fibre sl = fiberslam)

Avlagringskemin på proverna som exponerats i eldstadsposition visade alla en minskad andel klor, se fig 3. I övrigt speglades bränslets kemi och en trolig sulfatering tros för bägge slammerna omvandla aggressiv alkaliklorid till mindre aggressiv alkalisulfat. Till viss del observerades också en ökad andel av elementen Al, Si, och Mg vilka också kan ha reagerat med kalium och därmed minskat andelen kaliumklorid i avlagringen.

Ljus- och mörkgrå staplar representerar returträ 1 (mindre aggressivt) och returträ 2 (mer aggressivt). Gröna staplar representerar aggressivt bränsle sameldat med röttslam och blå staplar aggressivt returträ sameldat med fiberslam.

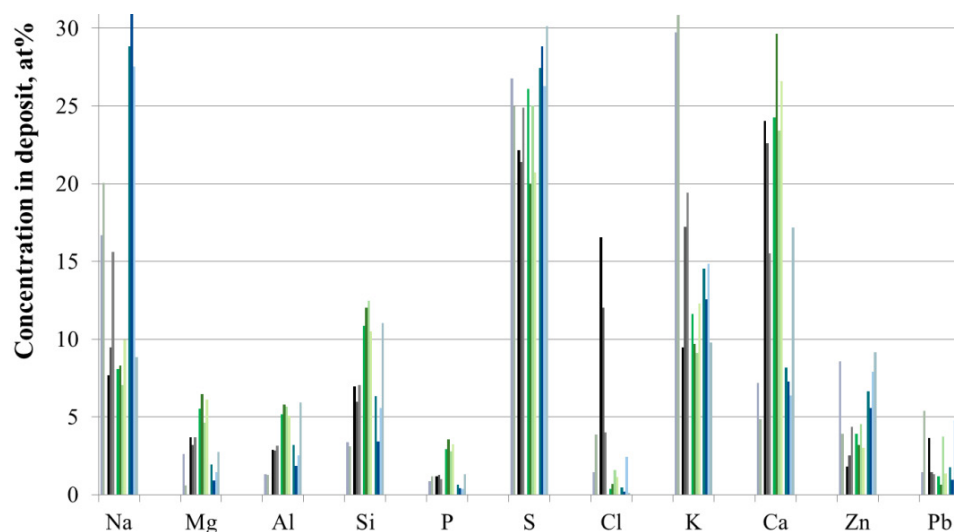


Fig 3. Avlagringskemi (EDS-analys) för Alloy 625 prover. Utvalda element normaliserade.

En positiv effekt både vad det gäller minskad andel klor och alkali i avlagringen och minskad initial korrosion sågs för överhettarproverna. Då dessa bara exponerades under tre timmar kan inget sägas om långtidseffekten men dessa initiala försök indikerar en positiv effekt för bägge slammerna.

3.2 MATERIAL OCH YTBELÄGGNINGSFÖRSÖK

Vattenfall AB genomförde korrosionsprovning av ett antal, av medverkande företag utvalda, legeringar och påsvetsar vid metalltemperatur 400 °C i Idbäckenverket som eldar 100 % returträ. Två kampanjer á 1000 h genomfördes med åtta prov exponerade per kampanj.

Resultaten från denna provning visade att flertalet av de testade materialen visade på bra korrosionsegenskaper, ibland bättre än den idag ofta använda nickelbaslegeringen Alloy 625. Kanthal APMT samt FeCrAl modellegeringar visade låga korrosionshastigheter när de testades som svetsade prover medan svetsat 625 inte riktigt nådde upp i samma goda beteende.

Tester i Blackburn Meadows under längre tider visade på liknande korrosionsbeteende för nickelbaslegeringen Alloy 625 (Sanicro 60) och Kanthal APMT, som vid testerna som genomfördes i Idbäcken, dock vid en lägre materialtemperatur.

4 Diskussion

Projektet visade på flera sätt att minska högtemperaturkorrosion i kraftvärmepannor som eldar returträ. En minskning av korrosionen leder till minskade underhållskostnader och ökad tillgänglighet, vilket gynnar användningen av värme och el från sådana kraftvärmeverk. En minskning av korrosionen underlättar också en ökning i ångtemperatur vilket ökar elverkningsgraden.

Projektet visade att det finns stor potential hos olika FeCrAl-legeringar att användas som påsvetsmaterial istället för den idag ofta använda nickel-baslegeringen Alloy 625. Både korta (1000 h) och längre (7000 h) försök visade på en positiv effekt för Kanthal APMT i svetsat utförande. Viss korrosion uppträdde men verkade inte markant öka med exponeringstid.

Rötat avloppsslam minskade korrosionen i alla undersökta eldstadsprover. Det var tidigare känt att slammet minskar korrosionen vid överhettare, [4-6] och korttidstester (14 h) hade indikerat ett positivt resultat också i eldstaden [7-8] men projektet kunde nu fastställa att en positiv effekt var tydlig också efter längre exponering (330 h).

Eftersom slammet har en negativ kostnad (pannägare kan få betalt för att ta emot det) bidrar slammet till att minska driftkostnader samtidigt som det ökar bränsleflexibiliteten genom att minska korrosionsproblem även vid eldning av mer aggressiva (ofta billigare) bränslen.

5 Publikationslista

Annika Talus

DECREASED FURNACE WALL CORROSION IN FLUIDISED BED BOILERS – THE
INFLUENCE OF FUEL LEAD CONTENT AND SEWAGE SLUDGE ADDITIVE

Thesis for the degree of licentiate of engineering, Chalmers University of Technology,
December 2016

6 Referenser, källor

1. FURNACE WALL CORROSION IN BIOMASS-FIRED BOILERS AT HIGHER STEAM TEMPERATURES AND PRESSURES
Pamela Henderson, Yousef Alipour, Mattias Mattsson, Annika Stålenheim, Christer Forsberg, Carl Nordenskjöld *et al.* KME 508 . Final report (2014)
2. HIGH TEMPERATURE CORROSION IN USED-WOOD FIRED BOILERS- PART 1, Pamela Hendersson, Annika Talus, Mattias Mattsson, Colin Davis, Fredrik Niklasson, Jouni Mahanen, Susanne Selin och Rikard Norling, KME 708 Final report (2016).
3. BRÄNSLEHANDBOKEN 2012. B. Strömberg och S. Herstad Svärd. Värmeforskrapport 1234. (2012)
4. SEWAGE SLUDGE AS ADDITIVE TO REDUCE THE INITIAL FIRESIDE CORROSION CAUSED BY COMBUSTION OF SHREDDER RESIDUES IN A WASTE-FIRED BFB BOILER, T. Jonsson , J. Pettersson, K. Davidsson, L-G. Johansson and J-E. Svensson.
Proceedings of 9th Liege Conference : Materials for Advanced Power Engineering 2010 edited by J. Lecomte-Beckers, Q. Contrepolis, T. Beck and B. Kuhn.
5. CO-FIRING OF SEWAGE SLUDGE WITH BARK IN A BENCH-SCALE BUBBLING FLUIDIZED BED –A STUDY OF DEPOSITS AND EMISSIONS Patrik Yrjas, Martti Aho, Maria Zevenhoven, Raili Taipale, Jaani Silvennoinen, and Mikko Hupa. Proceedings of the 20th International Conference on Fluidized Bed Combustion. 2010. Edited by Guangxi Yue, Hai Zhang, Changsui Zhao and Zhongyang Luo. Springer (2010).
6. ADDITIVE FOR REDUCING OPERATIONAL PROBLEMS IN WASTE FIRED GRATE BOILERS Marianne Gyllenhammar, Solvie Herstad Svärd, Kent Davidsson, Sven Hermansson, Jesper Liske, Erik Larsson, Torbjörn Jonsson, Dongmei Zhao. Waste Refinery WR 47, (2013).
7. THE EFFECT OF CO-FIRING SEWAGE SLUDGE WITH USED WOOD ON THE CORROSION OF AN FECRAL ALLOY AND A NICKEL-BASED ALLOY IN THE FURNACE REGION, Yousef Alipour, Annika Talus, Pamela Henderson and Rikard Norling, Fuel Processing Technology, **138**, 805 (2015).
8. INITIAL CORROSION OF 16MO3 AND 310S WHEN EXPOSED IN A USED FIRED BOILER WITH AND WITHOUT SEWAGE SLUDGE ADDITIONS, Annika Talus, Yousef Alipour, Rikard Norling and Pamela Henderson, Materials and Corrosion, 67, 683 (2016)

7 Bilaga

Administrativ bilaga.

<i>Svensk titel på projektet</i> Högtemperaturkorrosion i returträ-eldade pannor – Bränsleadditiv och ytbeläggningar	
<i>English project title</i> High temperature corrosion in used-wood fired boilers – fuel additives and coatings	
<i>Universitet/högskola/företag</i> Swerea KIMAB AB	<i>Avdelning/institution</i> Korrosion
<i>Adress</i> Isafjordsgatan 28 A, 164 40, Kista	
<i>Namn på projektledare</i> Rikard Norling	
<i>Namn på ev övriga projektdeltagare</i> Pamela Hendersson, Mattias Mattsson, Carl Nordenskjöld m. fl., Vattenfall AB; Annika Talus, Swerea KIMAB; Andritz; E.ON Värme/Uniper; Kanthal (tidigare Sandvik Heating Technology); Sandvik Materials Technology; Stockholm Exergi (tidigare Fortum Värme); Sumitomo SHI FW (tidigare Amec Foster Wheeler); MH Engineering.	
<i>Nyckelord: 5-7 st</i> Returträ, korrosion, kraftvärmeverk, pannor, eldstad, additiv, ytbeläggning	

HÖGTEMPERATURKORROSION I RETURTRÄ-ELDADE PANNOR

Andelen returträ som används som bränsle i kraftvärmeverk ökar eftersom det är billigare än skogsflis och andra trädbränslen. Men returträ orsakar mer problem med korrosion, särskilt i eldstaden i syrefattiga områden.

Här har man undersökt om samförbränning av olika typer av slam kan minska korrosionen hos de material som vanligen används för att öka bränsleflexibiliteten och minska underhållskostnaderna.

Resultaten visar att sameldning av rötat avloppsslam och fiberslam minskar korrosionen för det låglegerade stålet 16Mo3 och för nickelbaslegeringen alloy 625. Flera av de testade materialen i ytbeläggningstesterna visade bra korrosionsegenskaper, ibland bättre än det idag använda nickelbaslegeringen alloy 625. Kanthal APMT samt FeCrAl modellelegeringar visade låga korrosionshastigheter när de testades som svetsade prover medan svetsat 625 inte riktigt nådde upp till samma goda egenskaper.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se