



PSO 2005 - FORSKNING & UDVIKLING I EFFEKTIV ENERGIANVENDELSE

El-besparelser ved kalk-, fouling- og friktionsnedsættende materialer – fase 2



Laboratorie- og felttest af tribologiske overfladebelægninger samt overfladebehandling med sol-gel

Den overfladebelagte svejsesål fra Brabrand Mejeri.



danskenergi | elforsk

RESUMÉ:

Teknologisk Institut har i forlængelse af positive resultater fra projekt 334-008 fortsat sine eksperimenter med at beskytte forskellige produkter mod korrosion, tilsmudsning og tilkalkning med tribologiske og sol-gel baserede overfladebehandlinger. Resultaterne har været entydigt positive for varmevekslere, svejsesål, blæserhjul og ladeluftskølere, hvorimod teknologierne ikke gav de forventede resultater efter behandling af

flow- og tryksensorer samt cirkulationspumper. Enkelte af de udviklede metoder kan nu betragtes som kommercielle aktiviteter.

I det videre arbejde skønnes der at være et stort potentiale for at anvende ny viden fra nanoteknologi.

FIGUR NR. 1



Typisk tilkalkning og tilsmudsning af veksler hos Brabrand Mejeri.

MÅLSÆTNING:

Projektet skulle løse nogle af de problemer med belægningsmetoder, der i fase 1 bl.a. medførte forringet varmeovergang i nogle ellers lovende produkter. Herudover skulle projektet teste, om de to typer overfladebehandling kunne anvendes på andre produkter, såsom varmevekslere, svejsesål, varmelegemer, sensorer, cirkulationspumper mv.

Overfladebelæggningerne skulle testes både i laboratorium og under felttest. Foruden undersøgelser af konkrete produkter skulle projektets fase 2 resultere i en øget viden om de fysiske og kemiske parametre, der har betydning for vedhæftning af kalk og andre belæggninger til forskellige overflader.

BÅDE TRIBOLOGISKE OG SOL-GEL TEKNOLOGIER TIL OVERFLADEBEHANDLING KAN GIVE STORE BESPARELSER PÅ RENGØRING OG VEDLIGEHOLDELSE FORUDEN ELBESPARELSER

PROCESSEN:

Projektet er gennemført med Teknologisk Institut som projektleder og som den aktør, der har overfladebehandlet de afprøvede produkter og målt resultaterne. APV Heat Transfer har leveret en varmeveksler, der er afprøvet hos Brabrand Mejeri - en del af Arla Foods. Elektrolux har fortsat afprøvningen af blæserhjul og varmelegemer. Grundfos har stillet flow- og tryksensorer samt cirkulationspumper til rådighed, mens Vestas aircoil har fået testet en mindre varmeveksler og ladeluftskøler til en større varmeveksler hos Varpelev Gartneri.

Teknologisk Institut har i sit laboratorium tilkalket en række metalrør og keramiske aksler, der forinden var blevet overfladebehandlet med

forskellige tribologiske og sol-gel baserede teknologier. Kalkens vedhæftning på metalrør er efterfølgende blevet testet under simple faldtests. Keramiske aksler, der ville være gået i stykker under en faldtest, er blevet vurderet visuelt.

Felttestene har omfattet varmevekslere og svejsesål på Brabrand Mejeri. Elektrolux har fortsat testet af det sol-gel belagte blæserhjul i USA og Tyskland samt overfladebehandlinger af varmelegemer. Hos Grundfos blev overfladebehandlinger af sensorer og cirkulationspumper afprøvet, mens Vestas aircoil benyttede en ny belægningsmetode for sol-gel på ladeluftskøler.

RESULTATER:

De gennemførte faldtest med tilkalkede produkter har ikke dokumenteret nogen væsentlig forskel i vedhæftning mellem de overfladebehandlede emner og de ikke-behandlede referencer.

APV's stålplade varmeveksler klarede sig meget fint under felttesten på Brabrand Mejeri. Reference-varmeveksleren skal normalt CIP-renses med miljøbelastende kemikalier efter 4-6 ugers drift, mens den sol-gel behandlede varmeveksler ikke havde tilsmudsning-problemer under de første 4 måneders drift. På den baggrund anslår mejeriet, at det kan spare ca. 10.000 kr. om året alene på renholdelse og vedligeholdelse.

Også den tribologisk behandlede svejsesål, der bruges til at påsvejs plast eller lakeret metalfolie som låg på plastbægre, viste forbedrede egenskaber. Den behandlede svejsesål var nem at rengøre og fungerede problemfrit gennem de 5 måneders prøvetid, mens en ubehandlet svejsesål normalt skal rengøres hver anden uge.

Blæserhjulet med sol-gel belægning fra projektets første fase holdt sig fortsat rent under den videre test i USA – ikke mindst i sammenligning med den ubehandlede reference. Metoden betragtes derfor som kommercielt fornuftig, og Electrolux er gået i gang med at undersøge praktiske muligheder for en industrialiseret belægningsproces.

Ladeluftskøleren fra Vestas aircoil blev behandlet med en ny sol-gel-belægningsmetode, der betød, at varmeledningstallet ikke længere blev forringet, sådan som det var tilfældet i fase 1. Veksleren har ydet den beregnede effekt og havde ingen synlige tegn på korrosion efter 6 måneders drift. På den baggrund besluttede virksomheden at sol-gel behandle en række kølere, der blev solgt i 2007.

Til gengæld viste det sig, at Grundfos ikke kunne bruge de nye belægningsmetoder til at beskytte sine produkter, og en utilsigtet afkalkning af testprodukter ødelagde felttesten med varmelegemer hos Electrolux.

FIGUR NR. 2



Veksler med sol-gel belagte plader efter ca. 12 ugers drift. Kalk og andet snavs var meget let at fjerne.

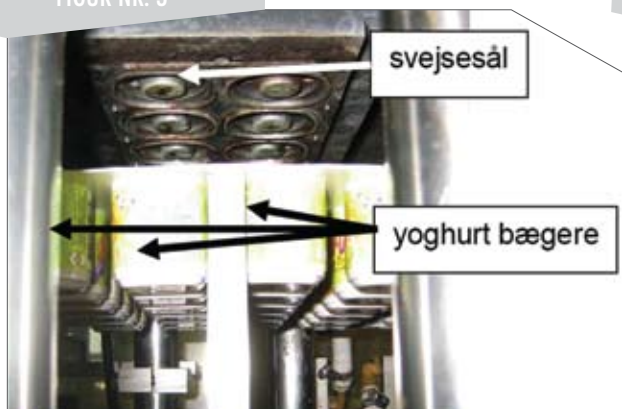
KONKLUSION:

Det er projektgruppens vurdering, at både tribologisk belægning og sol-gel-belægning med fordel kan anvendes til at beskytte kritiske komponenter i elforbrugende udstyr mod tilkalkning, tilsmudsning og korrosion. Det gælder ikke mindst udstyr, der skal fungere i korrosions-aggressive miljøer. Der kan opnås betydelige driftbesparelser, ligesom elforbruget reduceres. Derfor bør der arbejdes videre med at effektivisere belægningsmetoderne, så de kan udnyttes i industriel storskala produktion hos fabrikanterne.

Gentagne laboratorieprøvninger af testrør med forskellige overflader har vist gode slidegenskaber, men der er behov for at finde metoder, der kan få kalken til at springe af eller krakelere, inden kalklaget bliver for tykt.

DER BØR ARBEJDES VIDERE MED AT EFFEKTIVISERE BELÆGNINGSMETODERNE.

FIGUR NR. 3



Den overfladebehandlede svejsesål under felttest hos Brabrand Mejeri.

FIGUR NR. 4



Foto af Grundfos' testopstillingen i Brabrand.

ANBEFALINGER FOR VIDERE ANVENDELSE AF FORSKNINGRESULTATERNE

HVAD KAN PROJEKTET BRUGES TIL?

Projektet har bekræftet, at det er muligt at beskytte visse stærkt udsatte komponenter i elforbrugende udstyr mod tilkalkning og korrosion og derigennem opnå betydelige driftsbesparelser. Målgruppen for resultaterne er især producenter af bl.a. husholdningsmaskiner som (op) vaskemaskiner og tørretumblere samt tilsvarende maskiner til professionel brug. Dertil kommer producenter af varmevekslere og svejsesål.

En ekstra beskyttende overfladebehandling vil alt andet lige gøre slutprodukterne dyrere, men markedsføringen kan profitere af udsigt til markant lavere udgifter til elforbrug, vedligeholdelse og renholdelse.

EFFEKT:

Projektets resultater vidner om, at en stor del af det forventede besparelses-potentiale kan realiseres ved at benytte de belægningsmetoder, der er udviklet og anvist i projektet. En belægning på vekslerplader kan ikke alene reducere det samlede elforbrug med op til 40 GWh/år, men også bidrage til betydelige øvrige driftsbesparelser. Dermed kan det være et interessant indsatsområde for energirådgivningen.

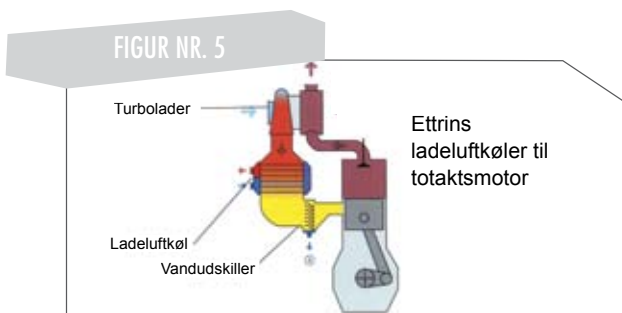
Belægningen på blæserhjul anslås til at give elbesparelser på ca. 5 %, svarende til 75 kWh/år for hver af de ca. 50.000 professionelle maskiner, der er i drift i Danmark. Samlet potentiale ca. 3,8 GWh/år. Ladeluftkøler skønnes efter belægning at kunne spare op til 500 MWh/år på kraftvarmeværker samt et yderligere potentiale ved anden motordrift, fx i gartnerier.

Grundfos har vist betydelig interesse i arbejdet med de nye belægningsmetoder, og hvis det lykkes at udvikle metoder med en

Det er projektgruppens opfattelse, at ny viden fra nanoteknologi kan bruges til at udvikle forskellige overfladebehandlings multi-lags teknikker, der kan påføre nanostrukturerede belægninger med skræddersyede slidegenskaber. Der burde derfor være et yderligere potentiale for en innovativ indsats inden for overfladebehandling.

Hvis det lykkes at effektivisere belægningsmetoder, så det fx bliver rationelt at efterbehandle eksisterende udstyr, der opererer i korrosions-aggressive miljøer, kan der opstå et interessant indsatsområde for elskabernes energirådgivning, ikke mindst inden for fødevarerindustrien.

positiv effekt på cirkulationspumper og sensorer, kan det realisere et besparelsespotentiale på 14-15 GWh/år alene i Danmark. Men da omkring en procent af verdens elforbrug foregår i Grundfos-pumper, er det globale besparelsespotentiale kolossalt, hvis den rigtige metode udvikles, fx ved brug af nanoteknologi.



Forbrændingsmotor med turbolader, ladeluftkøler og vandudskiller.

FIGUR NR. 6



Ladeluftkøler monteret hos gartneriet Varpelev Tomater A/S.

WWW.ELFORSK.DK

KONTAKTPERSON:

Niels H.W. Nielsen
Teknologisk Institut
Kongsvang Allé 29
8000 Århus C

E-mail: niels.h.w.nielsen@teknologisk.dk
Telefon: 72 20 12 08
Web: www.teknologisk.dk

PROJEKT:

Titel: El-besparelser ved kalk-, fouling- og friktionsnedsættende materialer
Nr.: 337-092
PSO Program 2005
Budget: 2.130.000 kr., hvoraf 1.065.000 kr. i tilskud fra Dansk Energi - Net
Tidsplan: 01.04.2005 – 31.03.2007

PROGRAMKOORDINATOR:

Forskningskoordinator Jørn Borup Jensen
Dansk Energi - Net
Rosenørns Allé 9
1970 Frederiksberg C.

E-mail: jbj@danskenergi.dk
Telefon: 35 300 934
Web: www.danskenergi.net