

Lebensdauererlängerung von auftragsgeschweißten Membranwänden

Oliver Gohlke

1.	Einleitung.....	369
2.	Grundlagen HVCC Spray	370
3.	HVCC Beschichtung von MVA Membranwänden	371
4.	Fallstudie: Lebensdauererlängerung von auftragsgeschweißten Membranwänden	372
5.	Zusammenfassung	373
6.	Literaturverzeichnis.....	374

1. Einleitung

Ein neues Hochgeschwindigkeits-Metallspray Verfahren (HVCC) ermöglicht Lebensdauer Verlängerung von Membranwänden. Es ist auch besonders gut geeignet, um in MVA's auf Membranwände mit vorhandener Auftragsschweißung eine zusätzliche Beschichtung aufzubringen. Das Spray hat die Besonderheit, dass es sich nicht von dem Grundmetall ablöst und in Dicken von 100 µm bis über 2 mm gesprüht werden kann. Die Fallstudie bezieht sich auf eine Anlage, wo eine Testfläche mit dem Material diesen Sommer nach 5 Jahren Betrieb ohne signifikante Veränderung herausgenommen wurde (um sie im Labor zu untersuchen).

Der Korrosionsschutz von Wärmetauscherflächen in Abfallverbrennungsanlagen erfordert besondere Sorgfalt.

Die Belastung des Abgases mit Chlorwasserstoff und Schwermetallsalzen führt zu einem Korrosionsbild, das sich deutlich von anderen mit fossilen Brennstoffen befeuerten Kesseln unterscheidet. Die feuerungsseitige Korrosion bei Abfallverbrennungsanlagen ist geprägt von folgenden Mechanismen [1]:

- Hochtemperatur Gasphasenkorrosion durch HCl und Cl₂
- Sulfatisierung von kondensierten Chloriden in den Belägen
- Kondensation von Alkali- und Schwermetallchloriden sowie Bildung eutektischer Salzmischungen (lösen von Oxidschichten und Rohrmaterial)

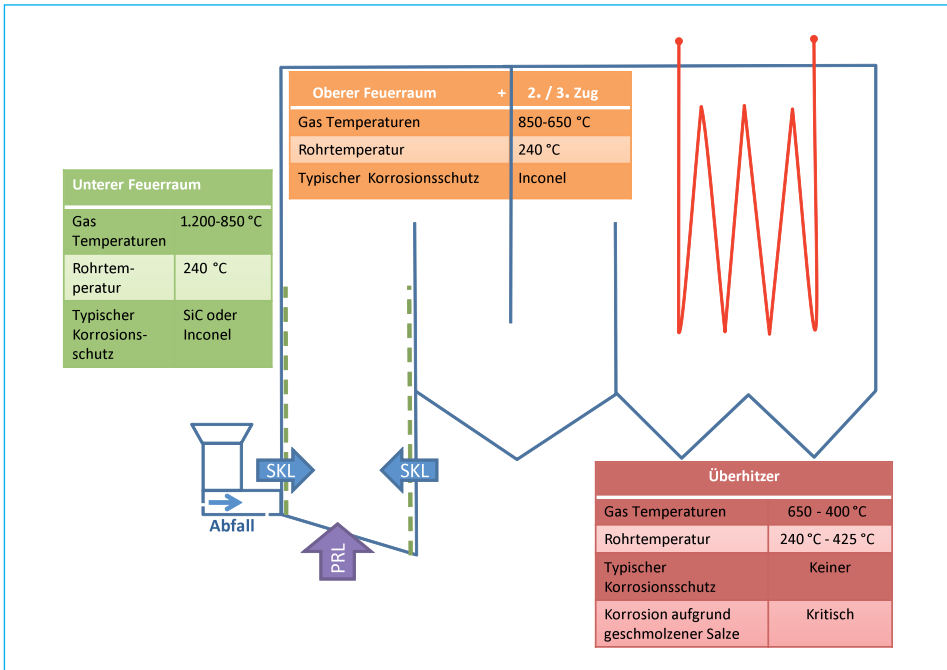


Bild 1: Schematische Darstellung einer typischen Abfallverbrennungsanlage (40 bar /400 °C) im Hinblick auf Korrosion (SiC = Feuerfestmaterial als Masse oder Platten; Inconel = Auftragsschweißung mit Nickelbasislegierungen; PRL=Primärluft; SKL = Sekundärluft)

In diesem Beitrag wird beschrieben, wie ein effizienter Korrosionsschutz von Abfallverbrennungs-Kesseln mit HVCC-Spray erzielt werden kann (HVCC = High Velocity Continous Combustion). Im Folgenden beziehen sich alle Angaben, die mit HVCC bezeichnet sind, auf das ALSTOM-Produkt mit dem Markennamen AMSTAR 888.

2. Grundlagen HVCC Spray

HVCC wurde 1993 erfunden und verwendet einen Draht, der in einem Überschall-Luftstrahl mit einem Lichtbogen zerstäubt wird. Der Bogenpunkt befindet sich in der Mitte des Luftstrahls und erzeugt extrem fein zerstäubte Partikel mit 10 bis 50 µm Durchmesser. Die Morphologie der HVCC Beschichtungen besteht aus flachen Plättchen mit dünner Oxidschicht. Das Beschichtungsmaterial ist eine Nickel – basierte Superlegierung. Entscheidend ist, dass die Beschichtung wenig Restspannung hat, um eine Ablösung (*Peeling*) auszuschließen. Durch freies Chrom entsteht bei Kesselbetrieb eine selbstdichtende Schutzschicht, die vollständig diffusionsdicht gegen Abgase ist und eine Unterkorrosion verhindert.

Mit dem weniger als ½ kg schweren Sprühbrenner wird eine Fläche von 40 mm Durchmesser besprüht. Die typische Schichtdicke für Korrosionsschutz liegt zwischen 300 µm und 750 µm. Für durch Erosion beanspruchte Flächen werden auch Schichtdicken von über 1,5 mm aufgebracht.

HVCC ist besonders interessant für den On-Site Einsatz. Es ist keine Kühlung der Membranwände erforderlich und es kann mit einer relativ hohen Geschwindigkeit von 5 m² pro Maschine und Schicht aufgetragen werden. Ein weiterer entscheidender Vorteil gegenüber Auftragsschweißungen ist, dass die Schichten einfach entfernt oder für Reparaturen übersprüht werden können.

HVCC-Beschichtungen haben folgende Eigenschaften:

- Geringe innere Spannungen und damit kein Ablösen der beschichteten Fläche
- Korrosionsbeständigkeit 180 x höher als C-Stahl (18 x höher als klassische Nickelbasislegierungen)
- Erosionsbeständigkeit 5 x höher als C-Stahl
- Unmagnetisch (präzise Schichtdickenmessung auf FE-Stählen)

HVCC spray hat sich in zahlreichen Industrien durchgesetzt. AMSTAR Beschichtungen sind vielfach in Kohle-Staubfeuerungen (> 62 Einheiten), Zirkulierenden Wirbelschicht Kraftwerken (36) und Black Liquor Recovery Boiler (11; Schwarzaugen Kessel in der Papierindustrie) erfolgreich eingesetzt worden [2].



Bild 2:

HVCC Spray
von Membranwand

3. HVCC Beschichtung von MVA Membranwänden

Die klassische Anwendung von HVCC in Abfallverbrennungsanlagen (MVA) ist die Beschichtung von Verdampfer-Membranwänden. In den USA wurden 21 Anlagen ausgerüstet. Ein Überblick über die Erfahrungen in diesen Anlagen ist zum Beispiel gegeben in [1].

HVCC ist besonders interessant für On-site Applikationen:

- Korrosionsfestigkeit vielfach höher als Inconel 625
- Schnelles Auftragen (5 m²/Schicht und Maschine ; zum Vergleich typisch für Auftragsschweißen: 0,6 m²/Maschine und Schicht)
- Keine Kühlung der Membranwände bei Auftrag erforderlich
- Beschichtung entfernbar und reparierbar

Hierdurch ermöglichen HVCC Beschichtungen für den Betreiber eine mehr Flexibilität bei der Instandhaltung und kürzere Revisionszeiten. Besonders gut geeignet sind im Übrigen HVCC Beschichtungen im Zusammenhang mit Off-Line Wasserreinigung (als Ersatz für Sandstrahlen bei Revisionen). Detaillierte Berichte aus der Praxis sind diesbezüglich von Dr. Jörg Krüger beschrieben [3].

In Europa wurde in 2013 für HVCC entsprechende eigene Produktionskapazitäten ausgebaut. Im Dezember 2013 wurde hiermit erstmals eine 520 m² Beschichtung von Membranwänden in dem Biomasse-Kraftwerk in Sembcorb (Großbritannien) erfolgreich eingebracht.

Abfallverbrennungs-Langzeiterfahrung in Europa ist vorhanden aus einer Testfläche an der Feuerraum-Vorderwand 1 m oberhalb der Ausmauerung. Hierbei besteht die Besonderheit, dass die Beschichtung zur Lebensdauerverlängerung auf eine bestehende Inconel 625-Auftragsschweißung aufgebracht wurde. Die Erfahrung aus dieser Applikation wird im Folgenden genauer beschrieben.

4. Fallstudie: Lebensdauerverlängerung von auftragsgeschweißten Membranwänden

Auftragsschweißung mit Nickelbasislegierung hat sich gut bewährt zum Schutz von Membranwänden in Abfallverbrennungs-Feuerräumen oberhalb von SIC-Platten oder anderen Feuerfest-Systemen. Trotzdem ist eine regelmäßige Kontrolle und Reparatur (Nachschweißung) erforderlich und die Lebensdauer begrenzt. Dies ist insbesondere der Fall bei Anlagen, die im Hinblick auf eine Erhöhung der Wirkungsgrade mit Dampfparametern betrieben werden, die oberhalb der in Europa typische 40 bar/400 °C liegen. Außerdem tritt erhöhter Verschleiß von auftragsgeschweißten Schichten auf, wenn Flossenbreiten größer 20 mm vorliegen (wegen gegenüber dem Rohr erhöhter Material-Temperaturen). Kritisch ist wegen Schwefel-Korrosion auch der untere Feuerraum, wenn dieser mit auftragsgeschweißten Schichten versehen ist (statt SIC-Platten oder anderem Feuerfestmaterial).

Für Anlagen mit Auftragsschweißungen, die absehbar am Ende ihrer Lebensdauer sind, kann eine zusätzliche HVCC Beschichtung eine vorteilhafte Lösung bieten. Das HVCC-coating haftet sehr gut auf der Auftragsschweißung und ist schnell und sicher aufgesprüht. Wie oben beschrieben ist die Korrosionsbeständigkeit 18-mal größer als bei klassischen Nickelbasislegierungen. Der Aufwand ist im Vergleich zu einem Austausch der Membranwände gering (Kosten und Stillstandzeit).

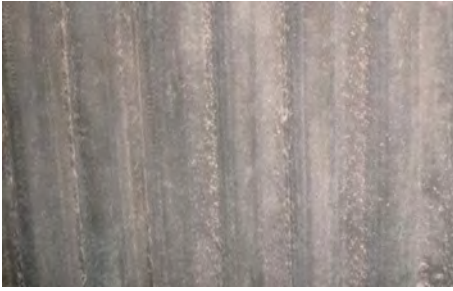


Bild 3: HVCC zur Lebensdauerverlängerung auf bestehender Auftragsschweißung nach einem Jahr Betrieb (2009). Gute Anhaftung und Bestand der Beschichtung

In einer europäischen Abfallverbrennungsanlage sind Testflächen in 2008 mit HVCC Spray aufgebracht worden (AMSTAR). Es wurde eine Fläche von 54 m² entsprechend beschichtet (750 µm Schichtdicke).

Bei der Inspektion nach einem Jahr zeigte sich in Bild 3 ein Bild von guter Anhaftung und Bestand der HVCC Beschichtung.

Nach 5 Jahren Betrieb im Sommer 2013 konnte die Testfläche ausgeschnitten und für weitere Untersuchungen im Labor analysiert werden.



Bild 4:

HVCC zur Lebensdauerverlängerung auf bestehender Auftragsschweißung nach 5 Jahren Betrieb (2013). Gute Anhaftung und Bestand der Beschichtung gab der unterliegenden Auftragsschweißung perfekten Schutz. Die obere rechte Ecke ist durch Sandstrahlen im Labor freigelegt worden.

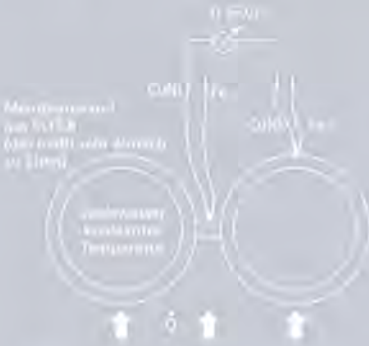
5. Zusammenfassung

Auftragsschweißungen von Nickel-Basislegierungen haben sich in Abfallverbrennungsanlagen bewährt. Trotzdem kommen in vielen Anlagen diese Flächen an das Ende ihrer Lebenszeit. Als Alternative zu einem Austausch bietet sich HVCC Spray an. In Amerika gibt es zahlreiche Applikationen und in 2013 wurden nun auch in Europa Produktionskapazitäten eingerichtet, die in der Werkstatt und vor allem On-Site die Applikation von Coatings ermöglichen. Anhand von Testflächen in einer europäischen Abfallverbrennungsanlage konnte nach 5 Jahren Betrieb gezeigt werden, dass die Beschichtung langfristig eine gute Haltbarkeit und perfekten Schutz der darunter liegende Auftragsschweißung bietet.

6. Literaturverzeichnis

- [1] Epelbaum, G.; Hanson, E.;Seitz, M.: New Generation of Tube Surface Treatments Help Improve EfW Boiler Reliability. Orlando: 2010.
- [2] Hill, H.: High Velocity Continuous Combustion - A Review of the Technology and Performance History, Thermal Spray 2003 _ Advancing the Science and Applying the Technology, 2003.
- [3] Krüger, J.: Alternative boiler cleaning methods to increase the availability at ZMS, in Prewin General Assembly Meeting. Mannheim: 2011.

Wärmestrommessung an Membranwänden von Dampferzeugern



Autor: Sascha Krüger
ISBN: 978-3-935317-41-2
Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky
Erscheinung: 2009
Gebund. Ausgabe: 117 Seiten
Preis: 30.00 EUR



Die Wärmestromdichte ist der auf eine Fläche bezogene Wärmestrom. Die Ermittlung dieser Größe stellt für Strahlungswärmeübergangsflächen von Dampferzeugern, die üblicherweise aus Membranwänden aufgebaut sind, eine wichtige Information mit Bezug auf die Wärmeverteilung, d. h. die lokale Wärmeabgabe in der Brennkammer, dar. Beispielsweise besteht die Möglichkeit, anhand der Wärmestromdichte

- die Feuerlage auf dem Rost oder in der Brennkammer,
 - Schief lagen der Gasströmung in den Strahlungszügen,
 - den lokalen Belegungszustand (Verschmutzungszustand) oder
 - den Zustand des Wandaufbaus (Ablösen von Feuerfestmaterial)
- zu bewerten.

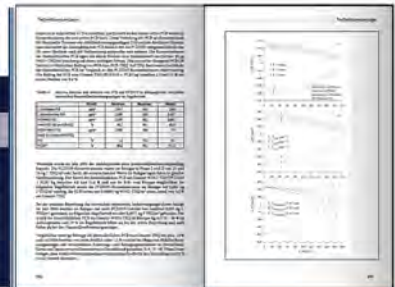
Die Entwicklung und Anwendung von Wärmestromdichtemessungen an Membranwänden war bereits Gegenstand vielfacher Forschung in den letzten Jahren. Zumeist wurden Messzellen entwickelt, zu deren Installation Umbauten am Siederohr, d. h. am Druck tragenden Teil des Wasser-Dampf-Kreislaufes notwendig sind.

In der vorliegenden Arbeit wird eine nicht-invasive Methode zur Bestimmung der Wärmestromdichte an Membranwänden mit und ohne Zustellung sowie deren Anwendung im technikum- und großtechnischen Maßstab beschrieben.

Bestellungen unter www.vivis.de
oder

vivis
TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Dorfstraße 51
D-16816 Nietwerder-Neuruppin
Tel. +49.3391-45.45-0 • Fax +49.3391-45.45-10
E-Mail: tkverlag@vivis.de



A close-up portrait of a man with a shaved head, blue eyes, and a slight smile. He has a small goatee and is wearing a grey t-shirt. He has several piercings in his left ear: a hoop earring, a stud, and a small hoop. A tattoo is visible on his left shoulder.

Wir sind die Guten!

A stylized, handwritten signature in white ink, appearing to read 'Ralf Schuster'.

Ralf Schuster
Schlosser, 17 Jahre bei J+G

Als Experten im Feuerfestbau schaffen wir innovative Lösungen für alle Industriebereiche. Seit mittlerweile mehr als 75 Jahren. Weltweit. Dabei hat uns immer die Nähe zu unseren Kunden stark gemacht. Denn wir konzentrieren uns auf die individuellen Bedürfnisse unserer Geschäftspartner und beantworten diese mit maßgeschneiderten Gesamtlösungen. Grenzen im Feuerfestbau kennen wir nicht. In diesem Sinne sind wir gerne uneingeschränkt für Sie da. Jünger+Gräter GmbH • D-68723 Schwetzingen • www.jg-refractories.com

J+G
REFRATORIES

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Energie aus Abfall – Band 11

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Michael Beckmann.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2014

ISBN 978-3-944310-06-0

ISBN 978-3-944310-06-0 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2014

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,

Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M.Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky

Erfassung und Layout: Ginette Teske, Fabian Thiel, Cordula Müller, Ina Böhme,

Janin Burbott

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.