
		Technischer Bericht				
Titel:		CCII 00014 Verfärbung von aluminierem Stahl und Edelstahl				
Autor:		Erstelldatum:	Ersetzt:	Dokument		Vollständiger Bericht
				Code	Nummer	
Dr. Gerard McGranaghan Mike Sheehan		31/03/14		<i>CCII-00014</i>		Y

Einleitung

Dieser Bericht präsentiert Untersuchungsergebnisse zur temperaturbedingten Verfärbung von aluminierem Stahlblech sowie Edelstahlblech, welches beides zur Herstellung von Quarzstrahlerkassetten verwendet wird. Der Bericht beinhaltet Ergebnisse aus Ofentests mit Edelstahlteststreifen sowie frühere Untersuchungen an aluminierem Stahlblech.

Ergebnisse und Diskussion

Quarzkassetten aus aluminierem Stahlblech und Edelstahlblech können sich bei hohen Einsatztemperaturen verfärben, folglich ihre Emissivität erhöhen und ihr Reflektionsvermögen einbüßen. Im Falle einer Edelstahl-Quarzstrahlerkassette, kann eine solche Verfärbung bereits in einem frühen Stadium des Produktlebenszyklus auftreten, abhängig von der elektrischen Leistung der eingebauten Quarzröhren und den operativen Umgebungstemperatur (siehe Abbildung 1). In diesem Versuch wurden 12 Edelstahlstreifen in einem elektrisch beheizten Ofen jeweils über 30 Minuten Temperaturen von 150°C bis 600°C ausgesetzt. Wie sich die Temperatur beaufschlagten Streifen verfärbt haben, zeigen die Abbildungen 2 und 3, einmal mit und einmal ohne Blitzlicht aufgenommen.



Figure 1: Discoloured stainless steel body,

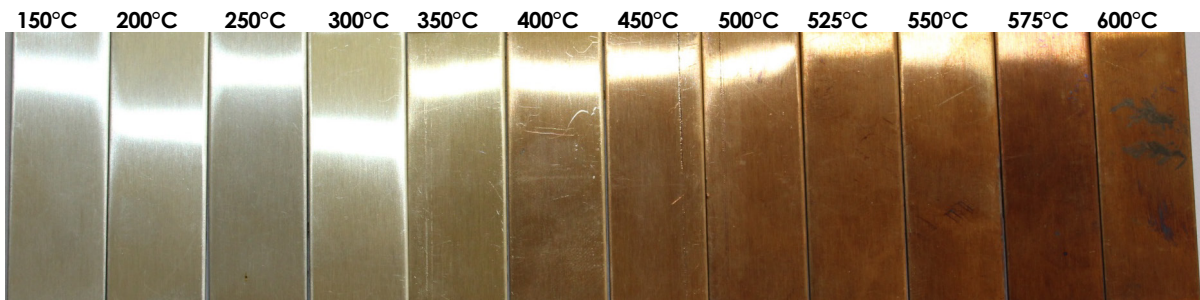


Abbildung 2: Verfärbung von Edelstahl bei Temperaturen von 150°C bis 600°C. Mit Blitzlicht.

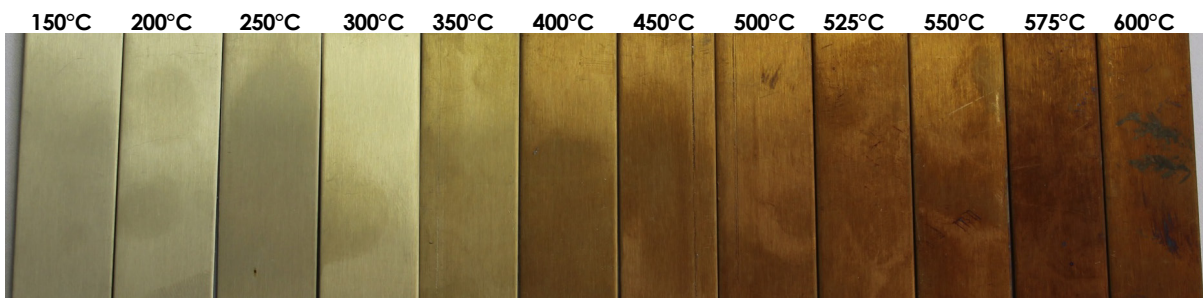


Abbildung 3: Verfärbung von Edelstahl bei Temperaturen von 150°C bis 600°C. Mit Blitzlicht.

Bis zu einer Temperatur von 350°C bewahrt das Edelstahlblech seinen glänzend silbernen Farbton. Bei 350°C ist eine beginnende bräunliche Verfärbung erkennbar, die mit steigenden Temperaturen deutlich dunkler wird. Tabelle 1 liefert eine Hilfestellung bei der Zuordnung von Anlassfarben und Temperatur (Quelle: British Stainless Steel Association). Die Tabelle kann nur als Orientierung dienen, da wichtige Einflussgrößen wie Ofenzeit oder Sauerstoffgehalt der Ofenatmosphäre unberücksichtigt bleiben. Die in der Tabelle enthaltenen Blaufärbungen haben sich beispielsweise in dieser Testreihe gar nicht gezeigt.

Tabelle 1: BSSA Leitfaden für Anlassfarben von AISI 304 Edelstahl

Colour Formed	Approx Temperature °C
pale yellow	290
straw yellow	340
dark yellow	370
brown	390
purple brown	420
dark purple	450
blue	540
dark blue	600

Mit steigender Temperatur nimmt zugleich der Emissionswert des Stahls zu. Das veranlasst den Stahl, mehr Infrarotstrahlung zu absorbieren, was den Aufheizeffekt und somit den Oxidationsprozess zusätzlich beschleunigt. Da die verfärbte Strahlerkassette in höherem Maße Strahlung der Heizstäbe absorbiert und rückwärtig abstrahlt, wird im Falle von Edelstahlkassetten die Verwendung eines Reflektors empfohlen.

Vorausgegangene Vergleichsuntersuchung von aluminieren Stählen und Galvalum/Alu-Zink beschichtetem Stahl

Diese Studie diente dem Zweck, die Widerstandsfähigkeit von aluminierem Stahl gegenüber hohen Betriebstemperaturen zu untersuchen, insbesondere die bei hohen Temperaturen zuweilen beobachtete Schwarzfärbung zu provozieren. Zu Vergleichszwecken wurden außerdem die Quarzgehäuse zweier Mitbewerber untersucht. Von dem einen Gehäuse wird behauptet, dass es Galvalum bzw. Alu-Zink beschichtetes Stahlblech verwendet, wobei es dem Augenschein nach eher einem aluminieren Stahlblech ähnelt. Um die Eignung des Galvalum/Alu-Zink-Materials bewerten zu können, wurden Proben eines US-Herstellers und internationalen Lieferanten mit dem von Ceramicx verwendeten aluminieren Stahlblech verglichen.

Abbildung 4 zeigt das Aussehen der Proben nach einer Temperaturbeaufschlagung von 500°C. Die Alu-Zink-Probe des internationalen Lieferanten ist komplett degeneriert und vollständig schwarz verfärbt. Die Galvalum-Probe des US-Herstellers beginnt ein ausgeprägtes Kornwachstum bei dieser Temperatur zu zeigen. Das von Ceramicx verwendete aluminieren Stahlblech bewahrt seinen Glanz und bleibt vollständig unbeeinträchtigt bei dieser Temperatur.

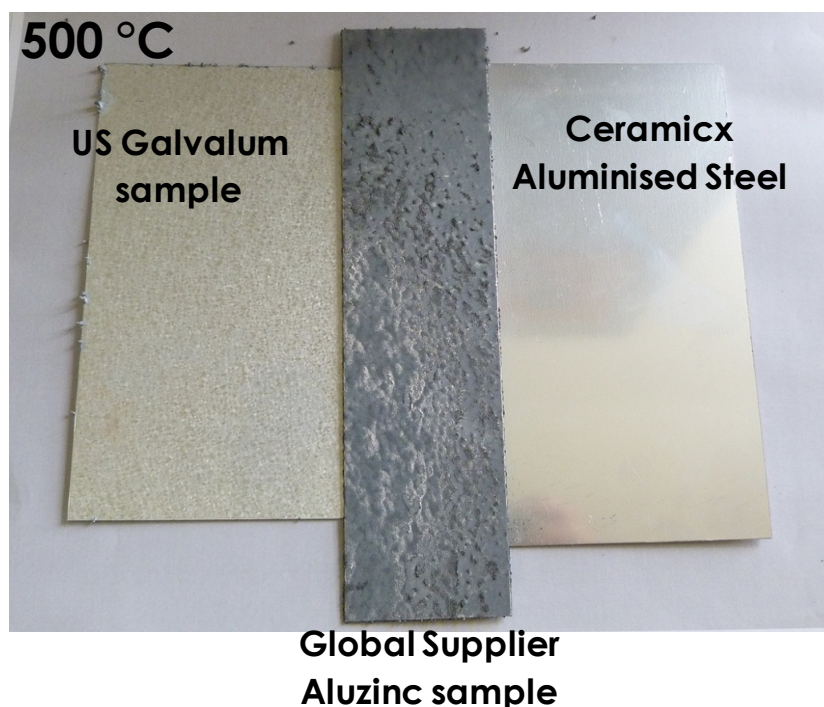


Abbildung 4: Galvalum-Probe des US-Lieferanten , Aluzink-Probe des internationalen Lieferanten und aluminieren Stahlblech aus aktueller Ceramicx-Fertigung nach Temperaturbeaufschlagung mit 500°C

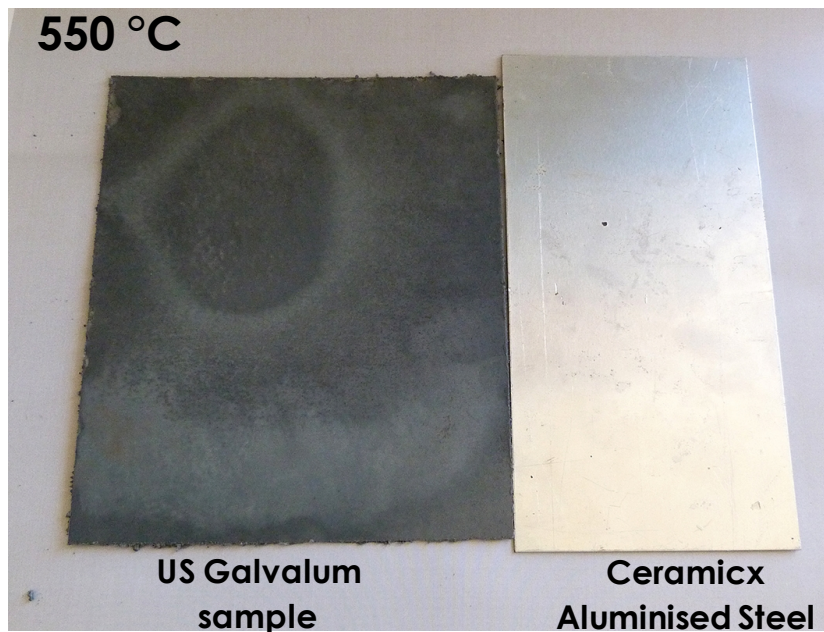


Abbildung 5: Galvalum-Probe des US-Lieferanten und aluminisiertes Stahlblech aus aktueller Ceramicx-Fertigung nach Temperaturbeaufschlagung mit 550°C

Wie man in Abbildung 5 erkennen kann, degeneriert die Galvalum-Probe des US-Lieferanten bei Erreichen von 550 °C und 1 Stunde Verweilzeit im Ofen. Im Gegensatz dazu zeigt sich das Ceramicx-Material immer noch in gutem Zustand.

Schließlich wurde das Kassettengehäuse des europäischen Wettbewerbers und das entsprechende Ceramicx-Pendant bei 600°C für 1 Stunde in den Ofen gegeben. Beide Gehäuse wurden danach auf Degenerationsspuren untersucht. Die Gehäuse wurde durch neue Gehäuse ersetzt und dem gleichem gleichen Versuch unterzogen, wobei die Temperatur jeweils um 10°C erhöht wurde. Beide Gehäuse zeigten keine Oberflächen-Degeneration bei 600°C, 610°C und 620°C. Bei 630°C begann das Gehäuse des europäischen Wettbewerbers schließlich deutlich zu degenerieren, während das Ceramicx-Gehäuse nur eine leichte Verfärbung aufwies. Die Degenerationsspuren des Wettbewerbsgehäuses und die Gelbfärbung des Ceramicx-Gehäuses sind in Abbildung 6 dokumentiert.

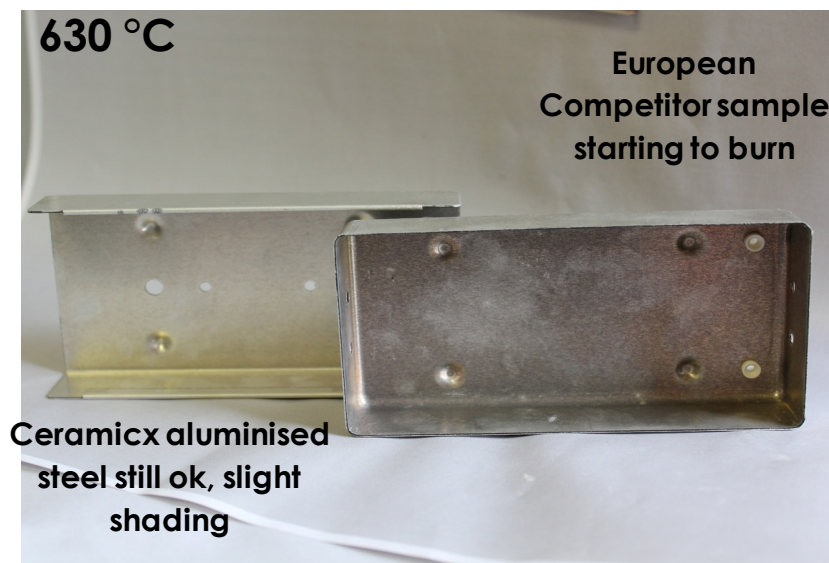


Abbildung 6: Ceramicx- und Wettbewerbsgehäuse nach Temperaturbeaufschlagung mit 630°C

Diesen Untersuchungsergebnissen nach zu urteilen, dürften beide Hersteller für ihre Quarzstrahler-Gehäuse ein ähnliches Material verwenden (aluminierter Stahl) und beide sind temperaturstabil bis 620°C. Das Ceramicx-Material besitzt leichte Vorteile, da es bei 630°C im Vergleich zum Wettbewerbsgehäuse, wenn überhaupt, nur geringe Degenerationserscheinungen zeigt. Beide Gehäuse versagen schließlich bei 640°C und zeigen ausgedehnte Verfärbungen der aluminieren Oberfläche. Das Ceramicx-Gehäuse degeneriert nicht bei niedrigeren Temperaturen als das Wettbewerbsgehäuse; tatsächlich scheint das Gegenteil richtig zu sein, wenn auch über einen sehr engen Temperaturbereich.

Zusammenfassung

Edelstahl ändert mit der Temperatur zunehmend die Farbe als Folge von Oxid-Bildung auf seiner Oberfläche. Eintrübung und Farbänderung werden augenscheinlich bei Temperaturen ab 350°C. Da der Emissionsfaktor der oxidierten Oberfläche zunimmt, wird mehr Strahlungsenergie absorbiert und rückwärtig abgestrahlt. Daher wird die Verwendung eines Reflektors empfohlen, der die rückwärtige Strahlung reflektieren kann.

Das aluminierete Stahlblech, wie es gegenwärtig von Ceramicx für seine Quarkassetten eingesetzt wird, widersteht Temperaturen bis 630°C, ca. 10°C mehr als das Wettbewerbsgehäuse. Da die Oberfläche des aluminieren Stahlblechs selbst bei diesen hohen Temperaturen ein guter Reflektor bleibt, ist die Verwendung eines zusätzlichen Reflektors nicht erforderlich. Galvalum und Aluzink-Materialien degenerieren bei deutlich niedrigeren Temperaturen und werden folgerichtig nicht von Ceramicx eingesetzt.

Die Entscheidung zwischen Edelstahl und aluminieretem Stahl führt häufig zurück auf die Frage nach der Betriebstemperatur und den Umgebungsbedingungen, insbesondere wenn diese Korrosion begünstigen. Kontaktieren Sie Freek/Ceramicx, dass wir Sie beraten können.