



N° 1 prototipo di coating per ricevitore operante in aria a temperatura massima pari a 500 °C, depositato su tubo di acciaio (LA1.19)

A. D'Angelo, C. Diletto, S. Esposito, A. Guglielmo, G. Rossi

N° 1 PROTOTIPO DI COATING PER RICEVITORE OPERANTE IN ARIA A TEMPERATURA MASSIMA PARI A 500 °C, DEPOSITATO SU TUBO DI ACCIAIO (LA1.19) A. D'Angelo, C. Diletto, S. Esposito, A. Guglielmo, G. Rossi (TERIN-STSN-SCIS)

Dicembre 2021

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero della Transizione Ecologica - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - III annualità 2021

Obiettivo: *Sistema Elettrico*

Progetto: '1.9 Solare Termodinamico''

Linea di attività: *LA1.19 N° 1 prototipo di coating per ricevitore operante in aria a temperatura massima pari a 500 °C, depositato su tubo di acciaio.*

Responsabile del Progetto: Alberto Giaconia, ENEA

Indice

SOMMARIO.....	3
INTRODUZIONE.....	4
1 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI.....	5
1.1 PROTOTIPO DI COATING PER RICEVITORE OPERANTE IN ARIA A TEMPERATURA MASSIMA PARI A 500 °C, DEPOSITATO SU TUBO DI ACCIAIO	5
2 CONCLUSIONI.....	7

Sommario

Come previsto nel PTR del progetto, sono stati ultimati i lavori relativi alla LA1.19 con la realizzazione di un prototipo di coating avanzato operante in aria alla temperatura di 500 °C, depositato su tubo di acciaio. Il prototipo di coating, sviluppato e realizzato nell'ambito di questo progetto, è stato depositato su un tubo di acciaio inossidabile con diametro esterno 70 mm, spessore di parete di 2 mm e lunghezza 60 cm. Il prototipo di coating presenta proprietà molto interessanti in termini di efficienza fototermica, stabilità ottica e chimico-strutturale ed è stato depositato mediante processi robusti ed efficienti, quindi, particolarmente adatti per la produzione industriale. In questo rapporto sono riepilogate le caratteristiche principali del prototipo di coating ed è mostrata un'immagine del prototipo di coating depositato sul tubo di acciaio.

Introduzione

Il prototipo di coating mostrato in questo report è stato realizzato nell'ambito di questo progetto per operare in aria alla temperatura di 500 °C. I materiali utilizzati per realizzare il prototipo di coating sono stati il WCrTi, in qualità di riflettore IR, un multistrato CERMET di WCrTi-Al₂O₃, in qualità di assorbitore solare e l'Al₂O₃, in qualità di antiriflesso. Tutti i processi impiegati per depositare i diversi strati del coating sono robusti ed efficienti, quindi, particolarmente adatti per la produzione industriale. Il prototipo di coating realizzato presenta un'assorbanza solare (α_s) pari a 94.11% e un'emissività termica (ϵ_{th}), a 500 °C, pari a 19.25%. Il coating realizzato è stato sottoposto a una serie di trattamenti termici in aria a 500 °C per valutarne la relativa stabilità ottica e chimico-strutturale. I test sperimentali hanno mostrato che, a valle di un primo periodo piuttosto lungo di circa 30 giorni durante il quale si osservano modifiche significative dei parametri fototermici α_s e ϵ_{th} a causa dell'ossidazione delle componenti metalliche del coating solare, questi stessi parametri tendono a stabilizzarsi non mostrando più importanti variazioni. I valori stabilizzati dell'assorbanza solare e dell'emissività emisferica, a 500 °C, risultano pari, rispettivamente, a 90.8% e a 18.1%.

Nel paragrafo successivo è mostrato il progetto ottico del prototipo di coating, la curva di riflettanza con i parametri fototermici di assorbanza solare ed emissività termica a 500 °C e, infine, l'immagine del prototipo di coating depositato su un tubo di acciaio inossidabile con diametro esterno 70 mm, spessore di parete di 2 mm e lunghezza 60 cm.

1 Descrizione delle attività svolte e risultati

1.1 Prototipo di coating per ricevitore operante in aria a temperatura massima pari a 500 °C, depositato su tubo di acciaio

In questo paragrafo è presentato il prototipo di coating realizzato nell'ambito di questo progetto per operare in aria alla temperatura di 500 °C, depositato su un tubo di acciaio inossidabile con diametro esterno 70 mm, spessore di parete 2 mm e lunghezza 60 cm. I materiali utilizzati per realizzare il prototipo di coating sono stati il WCrTi, in qualità di riflettore IR, un multistrato CERMET di WCrTi-Al₂O₃, in qualità di assorbitore solare e l'Al₂O₃, in qualità di antiriflesso. In Tabella 1 è riportato il progetto ottico in base al quale è stato realizzato il prototipo di coating ottimizzato per i 500 °C. Come si può osservare, l'assorbitore solare è formato da 7 strati CERMET realizzati con potenza applicata al target di WCrTi decrescente da 1200 W a 300 W a partire dal primo strato CERMET depositato sul riflettore a IR di WCrTi.

In Figura 1 è mostrata la curva di riflettanza del coating realizzato che presenta un'assorbanza solare pari a 94.11% e un'emissività termica, a 500 °C, pari a 19.25%. I parametri fototermici riportati in Figura 1 sono quelli del coating as-grown mentre quelli che ne determinano l'efficienza fototermica sono valutati dopo l'assestamento termico. Nella fattispecie, l'assestamento termico porta a un peggioramento del parametro α_s , che passa dal valore as-grown di 94.11% al valore dopo assestamento di 90.8%, e a un miglioramento di ϵ_{th} a 500 °C, che passa dal valore as-grown di 19.25% al valore di 18.1% successivo all'assestamento.

Il coating appena descritto è stato depositato su un tubo di acciaio inossidabile con diametro esterno 70 mm, spessore di parete 2 mm e lunghezza 60 cm, e il prodotto finale dell'attività appena descritta è mostrato in Figura 2.

Tabella 1. Progetto ottico del coating solare sviluppato per applicazioni in aria a 500 °C

N° strato	Sigla Materiale	Spessore (nm)
1	Al ₂ O ₃	65.3
2	C300W	21.6
3	C500W	7.2
4	C800W	9.0
5	C900W	9.3
6	C1000W	9.5
7	C1100W	9.7
8	C1200W	19.8
9	WCrTi	500

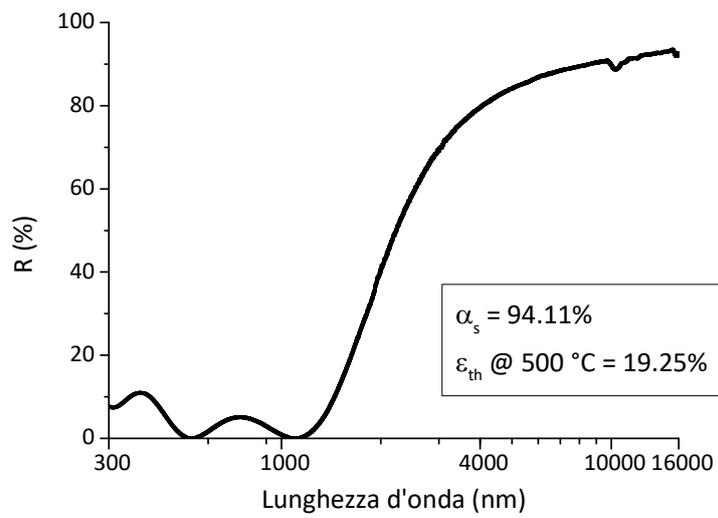


Figura 1. Riflettanza del coating solare realizzato per operare in aria a 500 °C

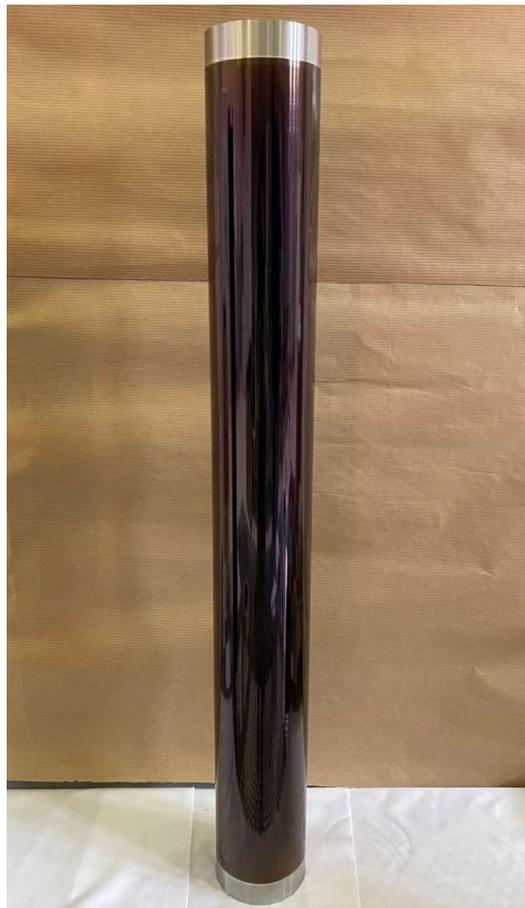


Figura 2. Immagine del prototipo di coating realizzato per operare in aria alla temperatura di 500 °C, depositato su tubo di acciaio

2 Conclusioni

Come previsto dalla terza annualità del PTR 2019-2021 del progetto, l'attività descritta nel presente rapporto tecnico ha riguardato la realizzazione, mediante processi di interesse industriale, di un prototipo di coating in grado di operare in aria alla temperatura di 500 °C, depositato su tubo di acciaio. Il prototipo di coating è stato depositato su un tubo di acciaio inossidabile con diametro esterno 70 mm, spessore di parete 2 mm e lunghezza 60 cm, ed è caratterizzato da proprietà molto interessanti in termini di efficienza fototermica, stabilità ottica e chimico-strutturale.

I materiali utilizzati per realizzare il prototipo di coating in grado di operare in aria alla temperatura di 500 °C sono stati il WCrTi, in qualità di riflettore IR, un multistrato CERMET di WCrTi-Al₂O₃, in qualità di assorbitore solare e l'Al₂O₃, in qualità di antiriflesso.

Il prototipo di coating realizzato presenta un'assorbanza solare pari a 94.11% e un'emissività termica, a 500 °C, pari a 19.25%. I trattamenti termici condotti in aria a 500 °C hanno mostrato che, a valle di un primo periodo piuttosto lungo di circa 30 giorni durante il quale si osservano modifiche significative dei parametri fototermici α_s e ϵ_{th} , questi stessi parametri tendono a stabilizzarsi non mostrando più importanti variazioni per cui il coating solare può essere considerato stabile sia da un punto di vista ottico che chimico-strutturale. Nella fattispecie, l'assestamento termico porta a un peggioramento del parametro α_s , che passa dal valore as-grown di 94.11% al valore dopo assestamento di 90.8%, e a un miglioramento di ϵ_{th} a 500 °C, che passa dal valore as-grown di 19.25% al valore di 18.1% successivo all'assestamento.

Infine, un prototipo di coating per ricevitore solare operante in aria alla temperatura di 500 °C è stato depositato su un tubo di acciaio inossidabile con diametro esterno 70 mm, spessore di parete 2 mm e lunghezza 60 cm, e l'immagine del tubo di acciaio ricoperto con il prototipo del coating è mostrata nel presente rapporto tecnico.