

Maggio 2024

Compatibilità dei prodotti di Emerson Pressure Management con il gas idrogeno

Introduzione

Si prevede che l'idrogeno assumerà un ruolo chiave come vettore energetico nei prossimi anni, quando il mondo migrerà verso un'economia a basse emissioni di carbonio. È stata da più parti proposta la miscelazione di idrogeno e gas naturale come un metodo per ottenere una riduzione delle emissioni di gas a effetto serra in tempi brevi. Alcune altre applicazioni che utilizzano l'idrogeno sono elettrolizzatori, celle a combustibile e stazioni di rifornimento. Emerson Process Management Regulator Technologies, Inc. (Emerson) si impegna a supportare le esigenze dei clienti, al fine di garantire un avanzamento sicuro e affidabile dei progetti di aggiornamento delle loro infrastrutture fondamentali.

A causa delle sue proprietà specifiche, l'idrogeno presenta una serie di problemi. Nel caso dei prodotti di gestione della pressione di Emerson, i problemi principali da risolvere sono la compatibilità dei materiali e le perdite/permeazioni.

Compatibilità dei materiali

L'esposizione al gas idrogeno riduce la duttilità di molti materiali metallici, causando un aumento del tasso di rotture e fessurazioni da sollecitazione e una riduzione della resistenza alle fratture.

Questo fenomeno è noto come infragilimento da idrogeno (HEE, Hydrogen Environment Embrittlement). Il grado di infragilimento dipende dall'ambiente a idrogeno, dalle proprietà del materiale e dalle sollecitazioni applicate. Il fenomeno viene spesso illustrato qualitativamente utilizzando il diagramma di Venn illustrato nella Figura 1. L'HEE si verifica all'intersezione dei tre cerchi.

Ambiente a idrogeno

I parametri chiave dell'ambiente a idrogeno che determinano l'infragilimento sono temperatura, pressione, concentrazione e impurità del gas. Per molti materiali, l'HEE più grave si verifica a temperatura ambiente. Inoltre, è più probabile che il fenomeno dell'HEE si verifichi a pressioni e concentrazioni di idrogeno elevate. Infine, si è scoperto che alcune impurità, come l'ossigeno e il monossido di carbonio, riducono l'effetto dell'HEE. Al contrario, altre impurità, come il solfuro di idrogeno, accelerano l'HEE.

Proprietà dei materiali

Le proprietà più importanti dei materiali che hanno un impatto in termini di HEE sono resistenza, durezza e microstruttura. In generale, i materiali più resistenti e più duri sono più suscettibili a infragilimento rispetto ai materiali meno resistenti e più morbidi. Inoltre, le microstrutture martensitiche e ferritiche sono più soggette a HEE rispetto alle microstrutture austenitiche. Queste



Figura 1. Schema dell'infragilimento nell'ambiente a idrogeno

proprietà possono variare a seguito di trattamenti termici, quindi un materiale può essere adatto per applicazioni su idrogeno con alcuni trattamenti termici, ma non con altri.

In base ai dati disponibili, acciai a bassa resistenza, acciaio inossidabile austenitico, leghe di rame e di alluminio sono i materiali più adatti per le applicazioni su idrogeno, mentre acciai ad alta resistenza, acciaio inossidabile martensitico e leghe di nichel devono essere utilizzati con cautela.

Sollecitazioni applicate

In generale, le parti sottoposte a sollecitazioni da trazione elevate sono più suscettibili all'infragilimento rispetto alle parti soggette a sollecitazioni ridotte o a sollecitazioni da compressione. Inoltre, il numero e la frequenza dei cicli di carico a cui viene sottoposta una parte può influire sul rischio di HEE. Le parti utilizzate per le applicazioni su idrogeno devono essere progettate in modo da ridurre al minimo le concentrazioni delle sollecitazioni (ad esempio, spigoli affilati).

Perdite e permeazione

Grazie alle dimensioni molecolari ridotte e alla bassa densità, l'idrogeno ha una maggiore propensione alle perdite rispetto al gas naturale. Inoltre, l'idrogeno può diffondersi direttamente attraverso materiali solidi come tubi in polietilene e membrane elastomeriche. Le piccole perdite di solito si disperdono rapidamente, ma possono diventare un problema in spazi chiusi.

Idrogeno

Le ricerche più recenti hanno rilevato che una giunzione che si dimostra a tenuta stagna con il gas naturale garantisce la tenuta anche con l'idrogeno. Le ricerche suggeriscono anche che, in caso di piccole perdite (ad esempio una giunzione filettata) alle pressioni tipiche del gas residenziale, le velocità delle perdite di idrogeno saranno simili a quelle del gas naturale. Tuttavia, a pressioni e/o tassi di perdita più elevati (ad esempio, per una rottura del tubo o della membrana), la perdita di idrogeno può arrivare a velocità quasi triple rispetto al gas naturale.

Emerson ha condotto test sulle perdite con idrogeno ed elio giungendo alla conclusione che i nostri prodotti garantiscono una tenuta affidabile anche con il gas idrogeno. Quando esplicitamente richiesto dal cliente, Emerson può offrire un test opzionale delle perdite di elio in fabbrica per i prodotti destinati ad applicazioni su idrogeno.

Valvole di sfioro interne

L'idrogeno è molto più infiammabile del metano. Miscelato con aria, il metano brucia a concentrazioni comprese tra il 4,4% e il 17% in volume. L'idrogeno invece è infiammabile a concentrazioni comprese tra il 4% e il 75% in volume. A causa di questa ampia forbice in termini di infiammabilità, diventa necessario fare considerazioni specifiche sui regolatori di pressione dotati di valvole di sfioro interne. È responsabilità del cliente garantire che vengano rispettati i codici in vigore.

Livelli di idrogeno

Emerson ha studiato a fondo la letteratura disponibile sugli aspetti tecnici della miscelazione dell'idrogeno nelle infrastrutture destinate al gas naturale. Inoltre, abbiamo testato i materiali, i componenti a contatto con il fluido e i prodotti assemblati. Con i nostri test abbiamo studiato la compatibilità dei materiali, la capacità di tenuta e le perdite esterne con varie miscele di idrogeno/metano fino al 100% di idrogeno.

Sulla base dello studio della letteratura e dei risultati dei test, Emerson ha definito tre livelli per i prodotti idonei per l'uso con l'idrogeno. I prodotti idonei a ciascun livello sono riportati nella Tabella 1.

- **Livello H₂ al 10%** — per i prodotti di questo livello i materiali di costruzione a contatto con il fluido sono stati valutati in relazione alla compatibilità con basse concentrazioni di idrogeno.
- **Livello H₂ al 25%** — per i prodotti di questo livello si sono eseguite le stesse valutazioni dei materiali previste per i prodotti del Livello H₂ al 10%. Inoltre i prodotti del Livello H₂ al 25% sono stati testati con miscele di idrogeno/metano.
- **Livello H₂ al 100%** — per i prodotti di questo livello i materiali di costruzione a contatto con il fluido sono stati valutati in relazione alla compatibilità con concentrazioni del 100% di idrogeno. I materiali sono stati aggiornati in modo da garantire un servizio sicuro e affidabile.

Nota

I prodotti devono essere selezionati e utilizzati in modo corretto in base all'applicazione. Al fine di garantire sicurezza e prestazioni, è necessario

attenersi alla frequenza e alle procedure di manutenzione raccomandate utilizzando parti di ricambio autorizzate da Emerson. I prodotti devono essere ispezionati con regolarità per rilevare condizioni anomale e monitorare l'eventuale presenza di perdite con regolazioni e/o riparazioni appropriate in base al risultato delle ispezioni.

A causa dell'incertezza delle condizioni e dello storico dell'assistenza di un prodotto installato, Emerson non è al momento in grado di fornire una dichiarazione di carattere generale sulla compatibilità dei prodotti attualmente installati con l'idrogeno. Per indicazioni su prodotti e applicazioni specifici, rivolgersi al produttore o all'ufficio vendite locale.

Emerson si riserva il diritto di aumentare o diminuire le concentrazioni consentite per un prodotto in base ai risultati di ulteriori test e/o esperienze sul campo.

Fonti di informazione aggiuntive

- **ANSI/AIAA G-095A** — Guide to Safety of Hydrogen and Hydrogen Systems
- **ASME B31.12** — Hydrogen Piping and Pipelines
- **ASME STP-PT-003** — Hydrogen Standardization Interim Report for Tanks, Piping and Pipelines
- **ASME STP-PT-006** — Design Guidelines for Hydrogen Piping and Pipelines
- **California Public Utilities Commission** — Hydrogen Blending Impacts Study
- **CGA G-5.6** — Hydrogen Pipeline Systems
- **CEN/TR 17797** — Gas infrastructure - Consequences of hydrogen in the gas infrastructure and identification of related standardisation need in the scope of CEN/TC 234
- **CEN/TR 17924** — Safety and control devices for burners and appliances burning gaseous and/or liquid fuels - Guidance on hydrogen specific aspects
- **ISO/TR 15916** — Basic Considerations for the Safety of Hydrogen Systems
- **MARCOGAZ** — Overview of Available Test Results and Regulatory Limits for Hydrogen Admission into Existing Natural Gas Infrastructure and End Use
- **NASA/TM-2016-218602** — Hydrogen Embrittlement
- **National Renewable Energy Laboratory** — NREL/TP-5600-51995 — Blending Hydrogen into Natural Gas Pipeline Networks: A Review of Key Issues
- **National Renewable Energy Laboratory** — NREL/TP-5400-81704 — Hydrogen Blending into Natural Gas Pipeline Infrastructure: Review of the State of Technology
- **Sandia National Laboratories** — SAND2012-7321 - Technical Reference for Hydrogen Compatibility of Materials

Tabella 1. Prodotti idonei all'utilizzo con l'idrogeno⁽¹⁾

SERIE O TIPO	MATERIALE DEL CORPO	IDONEITÀ ALL'IDROGENO (IN VOLUME)		
		Fino al 10%	Fino al 25%	Fino al 100% ⁽²⁾
Anderson Greenwood 80	Acciaio, acciaio inossidabile	X	X	X
Anderson Greenwood 90	Acciaio, acciaio inossidabile	X	X	X
Anderson Greenwood 200	Acciaio, acciaio inossidabile	X	X	X
Anderson Greenwood 400	Acciaio, acciaio inossidabile	X	X	X
Anderson Greenwood 800	Acciaio, acciaio inossidabile	X	X	X
Anderson Greenwood 9000	Acciaio, acciaio inossidabile	X	X	X
Crosby J Series	Acciaio, acciaio inossidabile	X	X	X
Crosby OMNI-TRIM	Acciaio, acciaio inossidabile	X	X	X
Fisher 63EG	Acciaio, acciaio inossidabile	X	X	X
Fisher 67CF/67CFS	Alluminio, acciaio inossidabile	X	X	X
Fisher 133H	Acciaio	X	X	----
Fisher 133L	Acciaio	X	X	----
Fisher 161EB	Acciaio, acciaio inossidabile	X	X	X
Fisher 289H	Alluminio	X	X	----
Fisher 289L	Alluminio	X	X	----
Fisher 299H	Acciaio	X	X	----
Fisher 310A-32A	Acciaio	X	----	X
Fisher 627	Acciaio	X	X	X
Fisher 630	Acciaio	X	X	X
Fisher 912N	Lega alluminio/zinco	X	X	X
Fisher 1098-EGR	Acciaio, acciaio inossidabile	X	X	X
Fisher 1301	Ottone, acciaio inossidabile	X	X	X
Fisher 6350/6360	Alluminio	X	X	X
Fisher B/25	Lega alluminio/zinco	X	----	----
Fisher B/40	Lega alluminio/zinco	X	----	----
Fisher BLE	Acciaio	X	X	----
Fisher BLX	Acciaio	X	X	----
Fisher CS400	Acciaio	X	X	X
Fisher CS800	Acciaio	X	X	X
Fisher CSB400	Acciaio	X	X	X
Fisher CSB600	Acciaio	X	X	X
Fisher CSB700	Acciaio	X	X	X
Fisher EZH	Acciaio	X	X	X
Fisher EZHSO	Acciaio	X	X	X
Fisher EZL	Acciaio	X	X	----
Fisher EZR	Acciaio	X ⁽⁴⁾	----	X
Fisher HSR	Ghisa	X ⁽⁵⁾	----	----
Fisher LS200	Acciaio	X	X	----
Fisher MR95	Acciaio, acciaio inossidabile	X	X	X
Fisher MR98	Acciaio, acciaio inossidabile	X	X	X
Fisher OSE	Acciaio	X	X	X
Fisher OSX	Acciaio	X	X	X
Fisher T205/T205B	Acciaio, acciaio inossidabile	X	X	X
Fisher T208	Acciaio, acciaio inossidabile	X	X	X
Fisher VS100	Acciaio	X	X	----
Fisher VSX4	N/D	X	X	----
Fisher VSX8	N/D	X	X	----

Nota: Rivolgersi al produttore o all'ufficio vendite locale per determinare le configurazioni appropriate per l'idrogeno.

1. Per i regolatori di pressione Emerson, le informazioni si applicano solo ai prodotti prodotti dopo Settembre 2022.

2. L'idoneità è determinata da compatibilità dei materiali, tenuta e perdite esterne. È responsabilità del cliente verificare che il prodotto sia idoneo per la propria applicazione.

3. I prodotti che rientrano nel Livello del 100% sono in genere configurazioni speciali con materiali aggiornati.

4. Pressione massima 16 bar / 232 psi

5. Pressione massima 4 bar / 60 psi

Idrogeno

Tabella 1. Prodotti idonei all'utilizzo con l'idrogeno⁽¹⁾ (continua)

SERIE O TIPO	MATERIALE DEL CORPO	IDONEITÀ ALL'IDROGENO (IN VOLUME)		
		Fino al 10%	Fino al 25%	Fino al 100% ⁽²⁾
Fisher Y692	Acciaio, acciaio inossidabile	X	X	X
Fisher Y693	Acciaio, acciaio inossidabile	X	X	X
Jeon FEQ	Acciaio	X	X	----
Jeon JEQ	Acciaio	X	X	----
Tartarini A/140	Ghisa sferoidale, acciaio	X	----	----
Tartarini B/240	Ghisa sferoidale	X	----	----
Tartarini BM5	Acciaio	X	X	X
Tartarini BM6X	Acciaio	X	X	X
Tartarini CF/CN/CNF ⁽⁴⁾	Acciaio	X	----	----
Tartarini Cronos	Acciaio	X	X	----
Tartarini FA	Acciaio	X	----	----
Tartarini FAG	Acciaio	X	----	----
Tartarini FL	Acciaio	X	X	X
Tartarini M	Acciaio	X ⁽⁵⁾	----	----
Tartarini OL	Steel, SST	X	----	----
Tartarini PRX	Acciaio	X	X	X
Tartarini PS/79	Acciaio	X	X	X
Tartarini PS/79-1	Alluminio	X	X	X
Tartarini PS/79-2	Alluminio	X	X	X
Tartarini PS/80	Acciaio	X	X	X
Tartarini R/25	Lega alluminio/zinco	X	----	----
Tartarini R/70	Alluminio	X	----	----
Tartarini R/72	Alluminio	X	----	----
Tartarini SA/2	Acciaio	X	X	X
Tartarini V/20-2	Ottone	X	X	X
Tartarini V/50	Alluminio	X	X	X
Tartarini V/60	Alluminio	X	X	X
Tartarini VFA	Acciaio	X	----	----

Nota: Rivolgersi al produttore o all'ufficio vendite locale per determinare le configurazioni appropriate per l'idrogeno.
 1. Per i regolatori di pressione Emerson, le informazioni si applicano solo ai prodotti prodotti dopo Settembre 2022.
 2. L'idoneità è determinata da compatibilità dei materiali, tenuta e perdite esterne. È responsabilità del cliente verificare che il prodotto sia idoneo per la propria applicazione.
 3. I prodotti che rientrano nel Livello del 100% sono in genere configurazioni speciali con materiali aggiornati.
 4. Esclude CNF-05-AP e CNF-1-AP.
 5. Pressione massima 16 bar / 232 psi

-  Webadmin.Regulators@emerson.com
-  Facebook.com/EmersonAutomationSolutions
-  Emerson.com
-  LinkedIn.com/company/emerson-automation-solutions
-  Twitter.com/emr_automation

Emerson

Americhe
 McKinney, Texas 75069, USA
 Tel. +1 800 558 5853
 +1 972 548 3574

Stafford, Texas 77477 USA
 T +1 281 274 4400

Europa
 Bologna 40013, Italia
 Tel. +39 051 419 0611

Asia Pacifico
 Singapore 128461, Singapore
 Tel. +65 6777 8211

Medio Oriente e Africa
 Dubai, Emirati Arabi Uniti
 Tel. +971 4 811 8100

D104663XIT2 © 2024 Emerson Process Management Regulator Technologies, Inc. Tutti i diritti riservati. 06/24.
 Il logo Emerson è un marchio e un marchio di servizio di Emerson Electric Co. Tutti gli altri marchi appartengono ai rispettivi proprietari.

I contenuti del presente documento sono presentati a solo scopo informativo e, pur essendo stato fatto quanto possibile per garantirne l'accuratezza, non devono essere intesi come garanzie, espresse o implicite, relative ai prodotti o servizi ivi descritti o al loro utilizzo o applicabilità. Tutte le vendite sono soggette ai nostri termini e condizioni commerciali, disponibili su richiesta. Emerson si riserva il diritto di modificare o migliorare il design o le specifiche di tali prodotti in qualsiasi momento senza preavviso.

Emerson Process Management Regulator Technologies, Inc. non si assume alcuna responsabilità della selezione, dell'uso o della manutenzione dei propri prodotti. La responsabilità della selezione, dell'uso e della manutenzione corretti dei prodotti Emerson Process Management Regulator Technologies, Inc. è esclusivamente dell'acquirente.

