

## Letteratura tecnica

### Fundamentals of Hydrogen Embrittlement

Nagumo, Michihiko

Springer International Publishing

[www.springer.com](http://www.springer.com)

1st ed. 2016, IX, 239 p. 140 illus., 131 illus. in color.

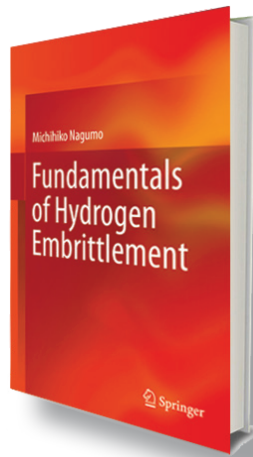
Hardcover: 135,19 €.

Softcover: 93,59 €

eBook: 74,89 €

L'infragilimento da idrogeno o, in generale, la degradazione delle proprietà meccaniche causate dalla presenza di idrogeno, rappresentano per i materiali strutturali un problema di particolare rilevanza, da non sottovalutare in tutte le fasi di fabbricazione. Tra questi materiali, i più suscettibili risultano essere gli acciai ad elevata resistenza, per i quali l'importanza del controllo dell'effetto infragilente è di crescente attualità in riferimento ai più stringenti requisiti richiesti nella fabbricazione di apparecchi adatti ad esercire in ambiente idrogeno (p.e. settore petrolchimico e generazione di energia), potenzialmente a rischio di rottura fragile.

Nonostante siano stati oggetto di studio per molti decenni, i fenomeni di fragilità e i meccanismi attraverso i quali si manifestano, rappresentano ancora oggi una questione irrisolta e un argomento di dibattito all'interno della comunità scientifica internazionale. Ciò può essere attribuito principalmente alla



interdisciplinarietà dell'approccio a tale fenomenologia, che interessa campi che vanno dall'elettrochimica alla scienza dei materiali fino alla meccanica, rendendone così molto complessa la comprensione globale. Di conseguenza, dal punto di vista sperimentale, l'analisi dei meccanismi di infragilimento e delle cause di failure diventa un processo di indagine critico e articolato.

Questo libro offre a studenti, ricercatori e progettisti una visione completa del fenomeno di infragilimento da idrogeno, combinando i risultati ricavati da studi più datati con i recenti progressi disponibili nella letteratura scientifica.

La prima parte del libro descrive il comportamento dell'idrogeno nei materiali e la sua interazione con essi, successivamente alla permeazione. I capitoli 1 e 2 si riferiscono alle interazioni dell'idrogeno con il reticolo cristallino ed alla chimica/cinetica di diffusione ed assorbimento nei metalli; in particolare, vengono introdotti il concetto di "trappola" del reticolo cristallino, che ha un impatto significativo sulla solubilità e sulla diffusione dell'idrogeno, e anche il fenomeno del desorbimento,

indotto dalla temperatura e pertanto dalla dilatazione e dalla vibrazione del reticolo cristallino che lo ospita. I capitoli successivi descrivono l'interazione dell'idrogeno con le vacanze del reticolo cristallino, la sua capacità di migrazione e le proprietà di diffusione nel materiale, anche dal punto di vista chimico ed elettrochimico oltre che fisico. La seconda parte del libro tratta l'analisi della degradazione delle proprietà meccaniche dei materiali e le diverse tipologie di frattura indotte dall'idrogeno ed è preceduta dal capitolo 5, in cui vengono riportate le principali modalità di deformazione dei metalli, associate alla presenza dell'idrogeno. Successivamente, si introduce il concetto di fragilità, descrivendo le prove meccaniche comunemente impiegate nella caratterizzazione dei materiali (prova di trazione, prove di meccanica della frattura, prove di fatica) e l'effetto che l'idrogeno produce sulle caratteristiche del metallo così determinate. Tale capitolo è utile per comprendere la metodologia più idonea per valutare il meccanismo di infragilimento da idrogeno di un componente, in funzione della sua applicazione finale, o della suscettibilità del materiale a tale fenomeno. I capitoli successivi considerano in dettaglio gli aspetti morfologici della rottura da idrogeno (frattografia, microstruttura, presenza di fasi secondarie ecc.) e raccolgono diversi modelli dedicati all'interpretazione della rottura

fragile (capitolo 9) e delle rotture dominate da plasticizzazione (rotture prevalentemente duttili ma comunque influenzate dalla presenza dell'idrogeno).

Nel descrivere tali modelli vengono presentati differenti risultati sperimentali e test dedicati, per confermare ognuna delle teorie presentate.

Dato che il meccanismo di infragilimento dell'idrogeno differisce a seconda dei materiali e dell'ambiente, vengono esaminati i risultati rilevati sperimentalmente prestando attenzione al loro significato piuttosto che all'aspetto fenomenologico ed associandoli alle condizioni adottate. Il libro di Nagumo, nella revisione del 2016, si pone l'obiettivo di fornire un quadro completo delle attuali conoscenze scientifiche in merito al fenomeno dell'infragilimento da idrogeno.

Seppur le teorie, le ipotesi e le premesse impiegate per la descrizione di tali meccanismi siano esaminate con livelli crescenti di approfondimento, la comprensione degli argomenti trattati richiede una non trascurabile interdisciplinarietà. Allo scopo, data la vastità degli argomenti trattati, l'autore offre approfondimenti puntuali di alcuni concetti di base, in modo da agevolare ulteriormente il lettore nella comprensione.

**Marco Palombo, IIS**

## Codici e Norme

### Selezione delle norme pubblicate nel periodo compreso tra il 10 agosto 2020 e il 18 novembre 2020

**UNI EN ISO 75-1:2020** *Materie plastiche - Determinazione della temperatura di flessione sotto carico - Parte 1: Metodo di prova generale.*

**UNI EN ISO 294-3:2020** *Materie plastiche - Stampaggio ad iniezione di provette di materiale termoplastico - Parte 3: Piccole lastre.*

**UNI EN ISO 1460:2020** *Rivestimenti metallici - Rivestimenti su materiali ferrosi per immersione a caldo - Determinazione gravimetrica della massa per Unità di area.*

**UNI CEN/TS 1519-2:2020** *Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polietilene (PE) - Parte 2: Guida per la valutazione della conformità.*

**UNI EN ISO 1628-2:2020** *Materie plastiche - Determinazione della viscosità dei polimeri in una soluzione diluita per mezzo di viscosimetro capillare - Parte 2: Resine di policloro-ruro di vinile.*

**EN ISO 2409:2020** *Paints and varnishes - Cross-cut test (ISO 2409:2020).*

**EN ISO 2560:2020** *Welding consumables - Covered electrodes for manual metal arc welding of non-alloy and fine grain steels - Classification (ISO 2560:2020).*

**UNI ISO 3506-6:2020** *Elementi di collegamento - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio inossidabile resistente alla corrosione - Parte 6: Regole generali per la selezione di acciai inossidabili e leghe di nichel per gli elementi di collegamento.*

**EN ISO 6259-2:2020** *Thermoplastics pipes - Determination of tensile properties - Part 2: Pipes made of Unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U), oriented Unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-O), chlorinated poly(vinyl chloride) (PVC-C) and high-impact poly(vinyl chloride) (PVC-HI) (ISO 6259-2:2020).*

**EN ISO 6847:2020** *Welding consumables - Deposition of a weld metal pad for chemical analysis (ISO 6847:2020).*

**ISO 7438:2020** *Metallic materials - Bend test.*

**EN ISO 8501-4:2020** *Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 4: Initial surface conditions, preparation grades and flash rust grades in connection with water jetting (ISO 8501-4:2020).*

**EN ISO 8502-9:2020** *Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Tests for the assessment of surface cleanliness - Part 9: Field method for the conductometric determination of water-soluble salts (ISO 8502-9:2020).*

**ISO 8502-15:2020** *Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Tests for the assessment of surface cleanliness Extraction of soluble contaminants for analysis by acid extraction.*

**ISO 8794:2020** *Steel wire ropes - Spliced eye terminations for slings.*

**EN ISO 9453:2020** *Soft solder alloys - Chemical compositions and forms (ISO 9453:2020).*

**ISO 9454-2:2020** *Soft soldering fluxes - Classification and requirements Performance requirements.*

**EN ISO 9455-5:2020** *Soft soldering fluxes - Test methods - Part 5: Copper mirror test (ISO 9455-5:2020).*

**ISO 9455-9:2020** *Soft soldering fluxes - Test methods Determination of ammonia content.*

**EC 1-2020 UNI EN 10025-2:2019** *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali.*

**EC 1-2020 UNI EN 10025-3:2019** *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato per impieghi strutturali.*

**EC 1-2020 UNI EN 10025-4:2019** *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai saldabili a grano fine per impieghi strutturali ottenuti mediante laminazione termomeccanica.*

**EC 1-2020 UNI EN 10025-5:2019** *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica per impieghi strutturali.*

**EC 1-2020 UNI EN 10025-6:2019** *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 6: Condizioni*