

CONTROLLO DEL MATERIALE

RIFERIMENTI NORMATIVI

Alcuni degli argomenti che seguono sono tratti dalla Biblioteca Tecnica Hoepli - La conduzione dei generatori di vapore di Pierangelo Andreini e Fernando Pierini.

LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

CONTROLLO DEL MATERIALE

Il controllo del materiale si effettua attraverso l'ispezione visiva delle superfici interne ed esterne che può essere coadiuvato mediante l'utilizzo di apparecchiature endoscopiche.

Nei casi di limitata accessibilità o a fronte di situazioni di danno evidenti o ragionevolmente prevedibili che, in base alle condizioni di esercizio dell'attrezzatura, possano pregiudicarne l'ulteriore esercizio e/o in base alle indicazioni del fabbricante, l'ispezione visiva deve essere coadiuvata da opportuni controlli non distruttivi atti a stabilire oltre all'entità del difetto anche la sua possibile origine.



LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

CONTROLLO DEL MATERIALE

La ricerca di possibili difetti e la loro eliminazione, o in alternativa la valutazione per una loro eventuale tolleranza, costituisce un passo fondamentale dei controlli in ogni fase di vita del generatore di vapore.

Si possono distinguere i difetti a seconda che possano esser stati presenti fin dall'origine (difetti di origine) nel manufatto oppure che siano intervenuti successivamente per qualche processo degenerativo (difetti degenerativi).

LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

CONTROLLO DEL MATERIALE

I DIFETTI DI ORIGINE

- ❖ Irregolarità superficiali o interne
- ❖ Sfogliature o sdoppiature
- ❖ Difetti di saldatura

LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

CONTROLLO DEL MATERIALE

IRREGOLARITA' SUPERFICIALI NEI LAMINATI

I difetti di superficie possono derivare da:

- ❖ inclusioni nel materiale (es. scaglie d'ossido o sporcizia) incollati alla lamiera in fase di laminazione;**
- ❖ cause derivanti dai processi pre-laminazione.**

Sono più frequenti nella laminazione a freddo, perché in quella a caldo si rimuovono in anticipo gli ossidi con un trattamento.

LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

CONTROLLO DEL MATERIALE

IRREGOLARITA' INTERNE NEI LAMINATI

I difetti interni in genere sono di tipo strutturale e distorgono o compromettono l'integrità del laminato:

- ❖ ondulazioni;
- ❖ cricche a cerniera nel centro;
- ❖ cricche al bordo;
- ❖ delaminazione

LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

CONTROLLO DEL MATERIALE

SFOGLIATURE (SDOPPIATURE)

Le sfogliature delle lamiere, dette anche sdoppiature, sono difetti interni che, a differenza dei difetti sopra citati, che sono generalmente individuati dai controlli in fase di produzione, spesso sfuggono a tali controlli e possono essere presenti anche nel manufatto finito.

Esse si formano nel corso della laminazione quando all'interno della massa del materiale rimane conglobata una certa quantità di gas che, premuta anch'essa dai rulli, resta imprigionata nello spessore della lamiera per un'estensione considerevole, costituendo un sottile ma esteso film gassoso che interrompe la continuità dal grano cristallino dell'acciaio.

LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

CONTROLLO DEL MATERIALE

SFOGLIATURE (SDOPPIATURE)

La conseguenza è che lo spessore effettivamente resistente non corrisponde più allo spessore nominale della lamiera, preso a base della progettazione, ma risulta ridotto in relazione alla posizione assunta dalla sfogliatura all'interno del laminato.

Se, per esempio, questa si trovasse a metà dello spessore del foglio, lo spessore resistente risulterebbe pari a metà dello spessore nominale e quindi molto probabilmente non sufficiente a superare lo spessore minimo di calcolo.

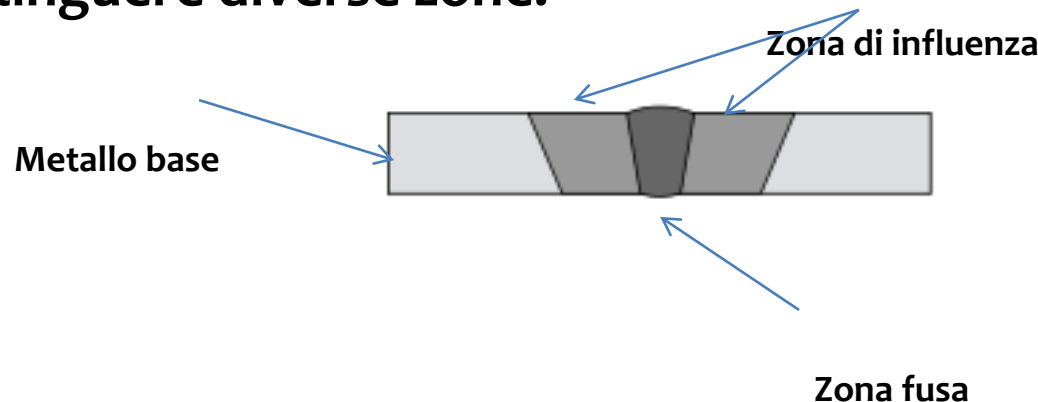
LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

CONTROLLO DEL MATERIALE

Nei generatore di vapore si possono trovare diverse tipologie di saldatura.

Quella più frequente e maggiormente soggetta alle sollecitazioni è la **saldatura testa a testa**.

A seguito di una saldatura testa a testa nella zona saldata si possono distinguere diverse zone:

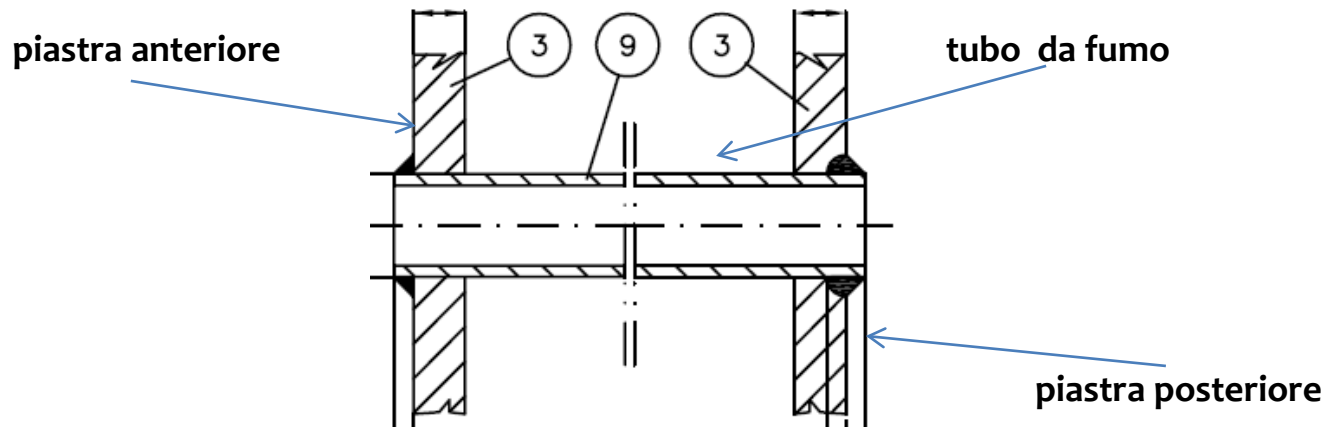


LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

CONTROLLO DEL MATERIALE

Altre tipologie di saldature frequenti nei generatori di vapore sono:

- ❖ la saldatura dei tubi da fumo alle piastre tubiere (generatori a tubi da fumo);
- ❖ la saldatura dei tubi d'acqua ai collettori (generatori a tubi d'acqua)



LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

CONTROLLO DEL MATERIALE

IL METALLO BASE

E' quella parte del giunto saldato che si trova ad una distanza tale dalla saldatura, da non risentire delle variazioni termiche causate dai cicli termici di saldatura.

In questa zona il metallo non subisce alterazioni a livello transgranulare e quindi non vengono modificate le sue caratteristiche meccaniche.

LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

CONTROLLO DEL MATERIALE

LA ZONA DI INFLUENZA

Definita anche **Zona Termicamente Alterata (ZTA)**, è quella parte in cui il materiale base ha subito un'elevazione della temperatura, a seguito dei cicli termici di saldatura, tale da non farlo fondere, ma da determinare delle modifiche a livello transgranulare quali:

- ❖ variazioni dimensionali del grano cristallino;
- ❖ formazione di nuovi costituenti strutturali.

LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

CONTROLLO DEL MATERIALE

LA ZONA FUSA

Si distingue in:

- ❖ **zona di penetrazione** in cui la temperatura ha determinato la fusione di parte del materiale base e la sua compenetrazione col collante di saldatura;
- ❖ **materiale d'apporto.**

LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

CONTROLLO DEL MATERIALE

LE TIPOLOGIE DI **DIFETTI DELLA SALDATURA**

Classificazione internazionale UNI EN ISO 6520-1

Vengono classificati i difetti in sei gruppi:

1. Cricche
2. Cavità
3. Inclusioni solide
4. Mancanza di fusione e di penetrazione
5. Difetti di forma e dimensionali
6. Altre imperfezioni

LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

CONTROLLO DEL MATERIALE

I difetti delle saldature vengono individuati attraverso opportuni controlli non distruttivi (radiografia, mediante liquidi penetranti, magnetoscopia, ultrasuoni) in sede di costruzione e se non accettabili devono essere riparati.

Tuttavia anche durante l'esercizio di un generatore di vapore, a causa delle sollecitazioni cui l'apparecchiatura è sottoposta, si possono originare dei difetti sulle saldature o in zona termicamente alterata.

LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

CONTROLLO DEL MATERIALE

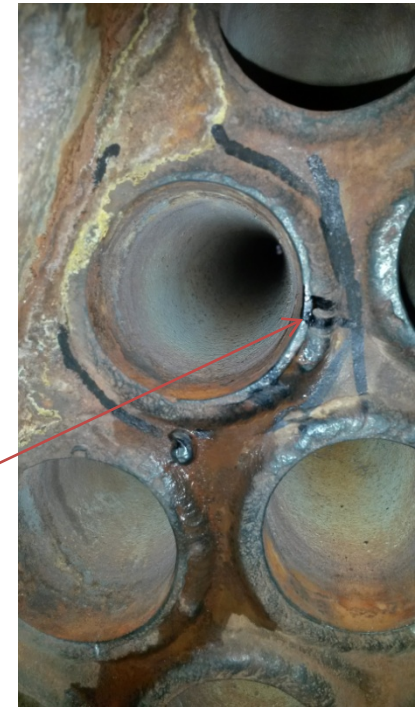
I difetti più pericolosi che si possono originare sulla saldatura o nelle immediate vicinanze di essa sono le cricche.

Le cricche sono imperfezioni prodotte da una rottura del materiale, possono essere superficiali, profonde o passanti quando interessano tutto lo spessore della membratura; sono difetti importanti che essendo bidimensionali possono propagarsi anche velocemente, pertanto una volta individuati devono essere riparati.

Una cricca passante sulla saldatura di un tubo da fumo alla piastra tubiere provoca un trafilamento di acqua nella zona dei fumi.

LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

CONTROLLO DEL MATERIALE



Cricca passante su saldatura tubo - piastra tubiera

LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

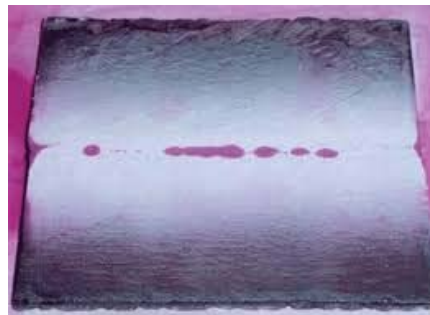
CONTROLLO DEL MATERIALE

Alcune tipologie e tecnologie per i controlli non distruttivi per la ricerca e la valutazione dei difetti

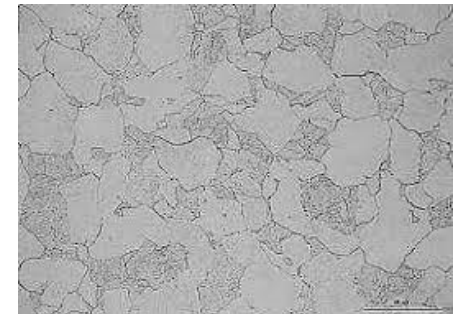
- ❖ **spessimetria ad ultrasuoni**
- ❖ **difettoscopia ad ultrasuoni**
- ❖ **radiografia**
- ❖ **magnetoscopia**
- ❖ **liquidi penetranti**
- ❖ **repliche metallografiche**



spessimetria ad ultrasuoni



liquidi penetranti



replica metallografica

LA CONDUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

I RIFERIMENTI NORMATIVI

UNI EN 13018 - Tecniche dell'esame visivo - Prove non distruttive -
Esame visivo - Principi generali.

UNI EN ISO 17637:2017

Controllo non distruttivo delle saldature - Esame visivo dei giunti
saldati per fusione

UNI EN ISO 5817:2014

Saldatura - Giunti saldati per fusione di acciaio, nichel, titanio e loro
leghe (esclusa la saldatura a fascio di energia) - Livelli di qualità delle
imperfezioni.