

Corsi Multimediali su: Controlli Non Distruttivi – Metallurgia e Corrosione Phased Array e TOFD

INDICE CORSI

INDICE CORSI	1
CONTROLLO CON ULTRASUONI.....	2
CONTROLLO CON METODO RADIOGRAFICO	9
CONTROLLO CON PARTICELLE MAGNETICHE	16
CONTROLLO CON LIQUIDI PENETRANTI	22
CONTROLLO VISIVO	26
PRINCIPI BASE DI CORROSIONE	36
CORSO BASE DI METALLURGIA	40
TECNICA PHASED ARRAY	48
TECNICA TOFD (TIME OF FLIGHT DIFFRACTION).....	54



CONTROLLO CON ULTRASUONI

1. METALLURGIA DEGLI ACCIAI

- Produzione dell'acciaio
- Trattamenti termici
- Prove meccaniche
- Tipi di rottura
- Prodotti dell'acciaio
- Difettologia
- Test di autovalutazione

2. GLI ULTRASUONI

- Introduzione agli ultrasuoni
- Tipi di onde ultrasonore
- Parametri delle onde
- Propagazione ultrasuoni
- Test di autovalutazione

3. STRUMENTAZIONE ESAME

- Trasduttori
- Apparecchio per ultrasuoni
- Apparecchi digitali
- Test di autovalutazione

4. METODI E TECNICHE

- Metodi di esame
- Tecniche di esame
- Test di autovalutazione

5. PREPAZIONE STRUMENTI

- Taratura unità segnalazione
- Controlli periodici calibrazione
- Caratterizzazione trasduttori
- Blocchi campione
- Test di autovalutazione

6. CONDUZIONE DELL'ESAME

- Esame del pezzo e scelta strumentazione
- Modalità di esecuzione
- Tecniche di esecuzione
- Valutazione dei riflettori
- Test di autovalutazione

TEST FINALI

VIDEOTECA

CONTROLLO CON ULTRASUONI: INDICE DETTAGLIATO

1. METALLURGIA DEGLI ACCIAI

Produzione dell'acciaio

- Processo di fabbricazione
- Diagramma Ferro-Carbonio
- Aggiunta elementi
- Classificazione degli acciai
- Designazione degli acciai
- Acciai inossidabili

Trattamenti termici

- Introduzione (teoria)
- Ricottura completa
- Normalizzazione
- Tempra
- Rinvenimento
- Trattamenti termochimici: Cementazione, Nitrazione

Prove meccaniche

- Prova a trazione
- Prova di durezza
- Prova di resilienza
- Prova di scorrimento a caldo

Tipi di rottura

- Rottura tenace
- Rottura fragile
- Rotture per fatica

Prodotti dell'acciaio

- Classificazione prodotti
- Forgiati, Getti
- Lamiera, Tubi
- Giunti saldati

Difettologia

- Discontinuità nell'acciaio
- Discontinuità nei forgiati
- Discontinuità nei getti
- Discontinuità nelle lamiera
- Discontinuità nei tubi
- Discontinuità di saldatura

Test di autovalutazione

- Trattamenti termici
- Prove meccaniche
- Tipi di rottura
- Produzione acciai
- Difettologia

2. GLI ULTRASUONI

Introduzione agli ultrasuoni

- Generalità sulle onde
- Propagazione di un'onda
- Grandezze fisiche di un'onda
- Fronti d'onda
- Onde ultrasonore

Tipi di onde ultrasonore

- Onde longitudinali
- Onde trasversali
- Onde superficiali
- Onde di Lamb

Parametri delle onde

- Velocità di propagazione
- Frequenza
- Lunghezza d'onda
- Impedenza acustica
- Pressione acustica
- Intensità acustica

Propagazione degli ultrasuoni

- Principio di Huygens
- Campo di irradiazione
- Attenuazione del fascio
- Leggi della riflessione
 - Riflessione su strati sottili
- Leggi della rifrazione
 - Legge di Snell
 - Angoli critici
 - Fasci di onde trasversali
- Diffusione
- Diffrazione

Test di autovalutazione

- Gli Ultrasuoni

3. STRUMENTAZIONE D'ESAME

Trasduttori

- Introduzione ai trasduttori
- Trasduttori piezoelettrici
- Trasduttori elettrostrittivi
- Caratteristiche dei materiali
- Eccitazione dei trasduttori
- Tipi di trasduttori ultrasonori
 - Trasduttori a fascio normale
 - Trasduttori a fascio angolato
 - Trasduttori doppi
 - Trasduttori a rullo
 - Trasduttori a colonna d'acqua
 - Trasduttori a immersione

Apparecchio per ultrasuoni

- Introduzione
- Tubo a raggi catodici
- Sincronizzatore
- Trasmettitore
- Generatore della tensione di scansione
- Circuito di ritardo
- Ricevitore
- Dispositivi addizionali
- Presentazioni dell'ecogramma

Apparecchi digitali per ultrasuoni

- Introduzione
- Architettura di un sistema digitale
- Apparecchio US digitale
- Componenti di un apparecchio US
 - Convertitore AD
 - Processore del segnale digitale
 - Schermo digitale
- Memorizzazione dati
- Modalità multicanale
- SIMULATORE di apparecchio digitale
- Esempi di apparecchi in commercio

Test di autovalutazione

- Strumentazione d'esame

4. METODI E TECNICHE D'ESAME

Metodi d'esame

- Metodo per riflessione ad impulsi
 - Segnali di base
 - Presenza di una discontinuità
 - Casi tipici di riflessione
 - Caratterizzazione delle discontinuità
- Metodo per risonanza
 - Frequenza di risonanza
 - Profondità della discontinuità
- Metodo per trasparenza
 - con trasmissione
 - con riflessione
 - con conduzione

Tecniche d'esame

- Tecnica a contatto
 - Esame della superficie
 - Mezzi di accoppiamento
- Tecnica ad immersione
 - Esame con fascio normale
 - Esame con fascio angolato
- Confronto tecniche di esame

Test di autovalutazione

- Metodi e tecniche d'esame

5. PREPARAZIONE STRUMENTI

Taratura dell'unità di segnalazione

- Taratura asse dei tempi
 - Taratura con ritardo
 - Sonda a fascio longitudinale
 - Sonda a fascio angolato
- Taratura della sensibilità
- Costruzione curva distanza-ampiezza
 - Procedura operativa
 - Valutazione delle discontinuità
 - Diagramma Distanza-Ampiezza
 - Esempi costruzione curva DAC
- Diagrammi AVG
 - Adattamento di diagrammi universali
 - Valutazione delle discontinuità
 - Determinazione del diametro equivalente

Controlli periodici di calibrazione

- Controlli periodici di calibrazione
- Controllo linearità orizzontale
- Controllo linearità verticale
 - Verifica rapporto tra le altezze degli echi
 - Verifica rapporto superficie-ampiezza
- Controllo linearità amplificazione

Caratterizzazione dei trasduttori

Caratterizzazione sonde longitudinali

- Profilo del fascio ultrasonoro
- Allineamento del fascio

Caratterizzazione sonde angolate

- Punto di emissione
- Angolo di emissione
- Allineamento del fascio
- Profilo del fascio:
 - Profilo su piano verticale
 - Profilo su piano orizzontale
- Riserva di amplificazione
- Potere risolutore trasversale

Blocchi campione

- Blocchi campione
- Blocco SDH, Blocco 10W
- Blocco in acciaio 25 x 150 x 250 mm
- Blocco IIW V1, Blocco IIW V2
- Blocchi ASTM
- Altri tipi di blocchi campione

Test di autovalutazione

- Preparazione strumenti

6. CONDUZIONE DELL'ESAME

Esame del pezzo e scelta della strumentazione

- Esame del pezzo
- Scelta della strumentazione
 - Apparecchiatura ad ultrasuoni
 - Sonda
 - Mezzo di accoppiamento

Modalità di esecuzione

- Preparazione della superficie
- Calibrazione dell'apparecchiatura
- Manufatti non saldati
 - Controlli con sonde longitudinali
 - Controlli con sonde angolate
- Controlli di saldature
- Normative e standard

Tecniche di esecuzione

- Esame di lamiere
- Esame di fucinati
 - Esame con sonda longitudinale
 - Esame con sonda angolata
- Esame di getti
- Esame tubi senza saldatura
 - Discontinuità longitudinali
 - Discontinuità trasversali
- Esame di giunti saldati
 - Discontinuità longitudinali in giunti di testa
 - Discontinuità trasversali in giunti di testa
 - Natura della discontinuità
 - Discontinuità tipiche delle saldature
 - Ricerca di discontinuità in giunti a "T"

Valutazione dei riflettori

- False indicazioni
- Metodi di localizzazione
 - Esame con fascio longitudinale
 - Esame con fascio angolato
- Metodi di dimensionamento
 - Sistema di misura dell'intensità riflessa
 - Sistema di ricerca del contorno

Test di autovalutazione

- Conduzione dell'esame

CONTROLLO CON METODO RADIOGRAFICO

1. METALLURGIA DEGLI ACCIAI

- Produzione dell'acciaio
- Trattamenti termici
- Prove meccaniche
- Tipi di rottura
- Prodotti dell'acciaio
- Difettologia
- Test di autovalutazione

2. ELEMENTI DI FISICA DI BASE

- Struttura della materia
- Onde elettromagnetiche
- Elettricità
- Test di autovalutazione

3. RADIOATTIVITA' E RADIOPROTEZIONE

- Radioattività
- Radioprotezione
- Test di autovalutazione

4. STRUMENTAZIONE E TECNICA

- Generatori di radiazione
- Pellicole
- Qualità dell'immagine
- Fattori di esposizione
- Tecniche radiografiche
- Esempi ed esercitazioni
- Test di autovalutazione

5. PRATICA DELL'ESAME

- Attività preliminari
- Effettuazione della radiografia
- Sviluppo della pellicola
- Test di autovalutazione

6. ANALISI ED INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

- Strumenti di analisi
- Segnali radiografici
- Lettura delle lastre
- Test di autovalutazione

TEST FINALI

VIDEOTECA

CONTROLLO RADIOGRAFICO: INDICE DETTAGLIATO

1. METALLURGIA DEGLI ACCIAI

Produzione dell'acciaio

- Processo di fabbricazione
- Diagramma Ferro-Carbonio
- Aggiunta elementi
- Classificazione degli acciai
- Designazione degli acciai
- Acciai inossidabili

Trattamenti termici

- Introduzione (teoria)
- Ricottura completa
- Normalizzazione
- Tempra
- Rinvenimento
- Trattamenti termochimici: Cementazione / Nitrurazione

Prove meccaniche

- Prova a trazione
- Prova di durezza
- Prova di resilienza
- Prova di scorrimento a caldo

Tipi di rottura

- Rottura tenace
- Rottura fragile
- Rotture per fatica

Prodotti dell'acciaio

- Classificazione prodotti
- Forgiati , Getti
- Lamiere, Tubi
- Giunti saldati

Difettologia

- Discontinuità nell'acciaio
- Discontinuità nei forgiati
- Discontinuità nei getti
- Discontinuità nelle lamiere
- Discontinuità nei tubi
- Discontinuità di saldatura

Test di autovalutazione

- Trattamenti termici
- Prove meccaniche
- Tipi di rottura
- Produzione acciai
- Difettologia

2. ELEMENTI DI FISICA DI BASE

Struttura della materia

- Struttura dell'atomo
- Isotopi naturali e artificiali
- Struttura dei metalli

Onde elettromagnetiche

- Concetto di onda
- Grandezze caratteristiche di un'onda
- Onde elettromagnetiche

Elettricità

- Carica elettrica
- Campo elettrico
- Differenza di potenziale
- Corrente elettrica
- Resistenza elettrica
- Effetto Joule
- Trasformatore

Test di autovalutazione

- Elementi di Fisica di Base

3. RADIOATTIVITA' E RADIOPROTEZIONE

Radioattività

- Le radiazioni
- Il decadimento
- Raggi X
- Spettri di emissione
- Potere di penetrazione
- Ionizzazione
- Assorbimento
- Unità di misura

Radioprotezione

- Concetto di dose
- Effetti biologici delle radiazioni
- Protezione dalle radiazioni
- Misura delle radiazioni
- Normativa vigente

Test di autovalutazione

- Radioattività e radioprotezione

4. STRUMENTAZIONE E TECNICA

Generatori di radiazione

- Apparecchi a raggi X
- Apparecchi a raggi gamma
- Sorgenti X e gamma a carrello

Pellicole

- La pellicola
- Curve sensitometriche
- Tipi di pellicole
- Scelta della pellicola
- Schermi rinforzatori
- Confronto tra raggi X e gamma

Qualità dell'immagine

- Sensività
- Fattori che influenzano la qualità
- Indicatori di qualità di immagine
- Sintesi degli elementi di qualità

Fattori di esposizione

- Diagrammi (abachi) di esposizione
- Fattori di correzione
- Radiografie equivalenti
- Regolo per raggi gamma

Tecniche radiografiche

- Controllo di saldature
- Controllo di fusioni e fucinati

Esempi ed esercitazioni

- ESEMPI
- ESERCITAZIONI

Test di autovalutazione

- Strumentazione e tecnica radiografica

5. PRATICA DELL'ESAME

Attività preliminari

- Esame del pezzo
- Preparazione delle pellicole
- Posizionamento dati identificativi
- Posizionamento della pellicola
- Posizionamento della sorgente
- Posizionamento delle schermature
- Delimitazione dell'area di lavoro
- Sintesi filmata delle attività preliminari

Effettuazione della radiografia

- Impostazione parametri raggi X
- Preparazione apparecchio gamma
- Effettuazione radiografia
- Sicurezza durante l'esposizione
- Sicurezza dopo l'esposizione

Sviluppo della pellicola

- Preparazione della pellicola
- Processo di sviluppo
- Attrezzatura per lo sviluppo manuale
- Attrezzatura per lo sviluppo automatico
- Sintesi filmata dello sviluppo

Test di autovalutazione

- Pratica dell'esame

6. ANALISI ED INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Strumenti di analisi

- Negativoscopi
- Densitometri

Segnali radiografici

- Categorie di segnali radiografici
- Falsi segnali
- Radiografie difettose
- Segnali indicativi

Lettura delle lastre

- Condizioni di lettura delle lastre
- Aspetti generali di interpretazione
- Visibilità dei difetti
- Standard di accettabilità
- Archivio radiografico
- Esercitazione di lettura delle lastre

Test di autovalutazione

- Analisi ed interpretazione dei risultati

CONTROLLO CON PARTICELLE MAGNETICHE

1. METALLURGIA DEGLI ACCIAI

- L'acciaio
- Trattamenti termici
- Produzione dell'acciaio
- Difettologia
- Test di autovalutazione

2. ELEMENTI DI ELETTROTECNICA

- Magnetismo naturale
- Elettricità e magnetismo
- Proprietà magnetiche della materia
- Corrente elettrica
- Unità di misura
- Test di autovalutazione

3. ESAME MAGNETOSCOPICO

- Principio dell'esame
- Modalità d'esame
- Tecniche del sistema elettrico
- Tecniche del sistema magnetico
- Correnti di magnetizzazione
- Test di autovalutazione

4. STRUMENTAZIONE D'ESAME

- Rivelatori
- Caratteristiche delle polveri magnetiche
- Lampade di illuminazione
- Apparecchiature di magnetizzazione
- Test di autovalutazione

5. ESECUZIONE DELL'ESAME E VALUTAZIONE DEI RISULTATI

- Attività preliminari
- Regole di magnetizzazione
- Verifica campo magnetizzante
- Fasi operative dell'esame
- Valutazione dei risultati
- Test di autovalutazione

TEST FINALI

VIDEOTECA

NORMATIVA

CONTROLLO CON PARTICELLE MAGNETICHE: INDICE DETTAGLIATO

1. METALLURGIA DEGLI ACCIAI

L'acciaio

- Introduzione
- Componenti dell'acciaio
- Solidificazione
- Diagramma Ferro - Carbonio

Trattamenti termici

- Introduzione
- Ricottura
- Normalizzazione

Produzione dell'acciaio

- Processo di fabbricazione
- Tipologie di prodotti
 - Forgiati
 - Getti
 - Lamiere
 - Tubi
 - Giunti saldati

Difettologia

- Discontinuità nell'acciaio
- Discontinuità nei forgiati
- Discontinuità nei getti
- Discontinuità nelle lamiere
- Discontinuità nei tubi
- Discontinuità nelle saldature

Test di autovalutazione

- L'acciaio
- Trattamenti termici
- Produzione dell'acciaio
- Difettologia

2. ELEMENTI DI ELETTROTECNICA

Magnetismo naturale

- Magneti
- Campo magnetico

Elettricità e magnetismo

- Introduzione
- Conduttore rettilineo
- Spira circolare
- Bobina
- Solenoide
- Toroide
- Forza magnetomotrice

Proprietà magnetiche della materia

- Ferromagnetismo
- Induzione magnetica
- Ciclo di isteresi magnetica
- Flusso magnetico

Corrente elettrica

- Definizioni
- Tipi di corrente
- Proprietà della corrente alternata
- Strumenti di misura

Unità di misura

Test di autovalutazione

- Elementi di elettrotecnica

3. ESAME MAGNETOSCOPICO

Principio dell'esame

- Metodo magnetoscopico
- Vantaggi e limiti del metodo

Modalità d'esame

- Metodi d'esame
- Sistemi di magnetizzazione
- Tipi di magnetizzazione

Tecniche del sistema elettrico

- Tipi di tecniche
- Elettrodi alle estremità
- Magnetizzazione con puntali

Tecniche del sistema magnetico

- Tipi di tecniche
- Conduttore passante
- Magnete o elettromagnete
- Bobina passante
- Bobina a spire concatenate

Correnti di magnetizzazione

- Tipologie di correnti
- Corrente continua
- Corrente alternata
- Corrente raddrizzata
- Misure di corrente

Test di autovalutazione

- Esame magnetoscopico

4. STRUMENTAZIONE D'ESAME

Rivelatori

- Tipi di rivelatore
- Rivelatore secco
- Rilevatore umido
- Rivelatore con vernice di contrasto

Caratteristiche delle polveri magnetiche

- Tipi di polveri
- Efficienza delle polveri
- Verifica efficienza delle polveri

Lampade di illuminazione

- Classificazione delle lampade
- Lampada di Wood
 - Struttura e componenti
 - Verifica di efficienza
 - Distanza di illuminazione
 - Pulizia e manutenzione

Apparecchiature di magnetizzazione

- Categorie apparecchiature
- Magnetoscopio a bancale
- Generatore per esame con puntali
- Magneti portatili
- Elettromagneti portatili
- Controllo della strumentazione

Test di autovalutazione

- Strumentazione d'esame

5. ESECUZIONE DELL'ESAME E VALUTAZIONE DEI RISULTATI

Attività preliminari

- Esame del pezzo
- Normativa di riferimento

Regole di magnetizzazione

- Regole ASME

Verifica campo magnetizzante

- Livello ottimale di induzione
- Strumenti verifica campo magnetizzante
 - Sonda ASME
 - Sonda Berthold
 - Blocchi campione
 - Gaussometro

Fasi operative dell'esame

- Fasi dell'esame
- Fase1: Preparazione del pezzo
- Fase2: Verifica campi residui
- Fase 3: Magnetizzazione e irrorazione
- Fase 4: Osservazione
- Fase 5: Smagnetizzazione
- Fase 6: Eventuale trattamento protettivo

Valutazione dei risultati

- Rilevabilità di una discontinuità
- Tipologie di indicazioni
- Tipologie di discontinuità

Test di autovalutazione

- Esecuzione dell'esame e valutazione dei risultati

CONTROLLO CON LIQUIDI PENETRANTI

1. METALLURGIA DEGLI ACCIAI

- L'acciaio
- Trattamenti termici
- Produzione dell'acciaio
- Difettologia
- Test di autovalutazione

2. PRINCIPI DEL METODO

- Penetranti e rivelatori
- Lampade di illuminazione
- Test di autovalutazione

3. PRATICA DELL'ESAME

- Attività preliminari
- Fasi operative del controllo
- Prove
- Test di autovalutazione

TEST FINALI

VIDEOTECA

NORMATIVA

CONTROLLO CON LIQUIDI PENETRANTI: INDICE DETTAGLIATO

1. METALLURGIA DEGLI ACCIAI

L'acciaio

- Introduzione
- Componenti dell'acciaio
- Solidificazione
- Diagramma Ferro - Carbonio

Trattamenti termici

- Introduzione
- Ricottura
- Normalizzazione

Produzione dell'acciaio

- Processo di fabbricazione
- Tipologie di prodotti
 - Forgiati
 - Getti
 - Lamiere
 - Tubi
 - Giunti saldati

Difettologia

- Discontinuità nell'acciaio
- Discontinuità nei forgiati
- Discontinuità nei getti
- Discontinuità nelle lamiere
- Discontinuità nei tubi
- Discontinuità nelle saldature

Test di autovalutazione

- L'acciaio
- Trattamenti termici
- Produzione dell'acciaio
- Difettologia

2. PRINCIPI DEL METODO

Penetranti e rivelatori

- Principio dell'esame
- Classificazione dei penetranti
- Composizione chimica
- Proprietà fisiche
- Altre proprietà
- Sensibilità d'esame
- Liquido rivelatore
- Classificazione dei rivelatori
- Sintesi delle caratteristiche

Lampade di illuminazione

- Classificazione delle lampade
- Lampada di Wood
 - Struttura e componenti
 - Verifica di efficienza
 - Distanza di illuminazione
 - Pulizia e manutenzione

Test di autovalutazione

- Principi del metodo

3. PRATICA DELL'ESAME

Attività preliminari

- Esame del pezzo
- Normativa di riferimento
- Scelta del metodo e del tipo di liquido

Fasi operative del controllo

- Introduzione
- FASE 1: pulizia della superficie
- FASE 2: applicazione del penetrante
- FASE 3: tempo di penetrazione
- FASE 4: asportazione del penetrante
- FASE 5: applicazione del rivelatore
- FASE 6: esame dei segnali
- Sintesi fasi operative

Prove

- Prova di tenuta
- Prova di attendibilità
 - Blocco di comparazione
 - Esecuzione della prova

Test di autovalutazione

- Pratica dell'esame

CONTROLLO VISIVO

1. DIFETTOLOGIA E METALLOGRAFIA

- Difetti di produzione materiali
- Discontinuità della saldatura
- Discontinuità indotte in esercizio
- Metallografia
- Test autovalutazione

2. OTTICA E FOTOMETRIA

- Fisiologia della visione
- Principi di ottica
- Fotometria
- Test autovalutazione

3. STRUMENTI

- Strumenti di misura
- Indicatori di temperatura
- Strumenti di ausilio visione
- Endoscopi
- Altri sistemi
- Test autovalutazione

4. PRINCIPI DI BASE

- Procedure di esame
- Elementi base dell'esame
- Sicurezza negli esami visivi
- Test autovalutazione

5. ESAMI VISIVI

- Esame visivo dei prodotti lavorati
- Esame visivo delle saldature
- Esame visivo degli elementi di collegamento
- Esame visivo dei tubi
- Esame visivo delle valvole, esame visivo delle pompe
- ESEMPI DI ESAME VISIVO
 - Industria automobilistica
 - Controllo serbatoi petroliferi
 - Controllo viadotti metallici
 - Settore automotive, Settore Power Gen. e impianti
 - Settore aerospaziale, Settore edilizia e costruzioni
- Test autovalutazione

NORMATIVA

CONTROLLO VISIVO: INDICE DETTAGLIATO

1. DIFETTOLOGIA E METALLOGRAFIA

Difetti di produzione materiali

- Produzione dell'acciaio
 - Difetti di produzione dell'acciaio
 - Difetti nel lingotto
 - Difetti dei laminati
- Fucinatura (e stampaggio): Difetti dei fucinati
- Fusione: Difetti dei getti
- Tubi: Difetti dei tubi
- Estrusi: Difetti degli estrusi
- Trafilati: Difetti dei trafilati
- Lavorazioni termomeccaniche
 - Cricche da rettifica o da molatura
 - Cricche da trattamento termico

Discontinuità della saldatura

- Giunti saldati
 - Posizioni di saldatura
 - Simbologia della saldatura
- Discontinuità nei giunti saldati
 - Cricche in zona fusa
 - Cricche in ZTA
 - Penetrazione incompleta
 - Inclusioni
 - Profili impropri
 - Inneschi d'arco

Discontinuità indotte in esercizio

- Introduzione
- Cricche in esercizio
 - Fatica meccanica
 - Fatica termica
 - Infragilimento
 - Tensocorrosione
 - Corrosione per fatica
- Perdite di materiale
 - Corrosione generalizzata
 - Usura
 - Corrosione erosione
 - Corrosione localizzata
 - Corrosione interstiziale
 - Vaiolatura
- Deformazioni
 - Deformazioni termiche e meccaniche
 - Blistering (bugne da idrogeno)

Metallografia

- Campione metallografico
 - Preparazione dei campioni
 - Repliche metallografiche
- Tecniche metallografiche
 - Macrografia
 - Micrografia

- Microscopia ottica
- Microscopia elettronica a scansione

Test autovalutazione

- Test: Produzione materiali
- Test: Discontinuità saldatura
- Test: Discontinuità esercizio
- Test: Metallografia

2. OTTICA E FOTOMETRIA

Fisiologia della visione

- La visione
 - Struttura dell'occhio
 - Recettori oculari: coni e bastoncelli
 - Angolo visivo (angolo ottico)
 - Test di acuità visiva
- Grandezze associate alla visione
 - Luminosità
 - Contrasto
 - Tempo di esposizione
- Sensibilità dell'occhio umano
 - Legge di Weber
 - Sensibilità cromatica
- Difetti visivi
 - Ipermetropia
 - Miopia
 - Presbiopia
 - Astigmatismo
 - Percezione cromatica anomala

Principi di ottica

- La luce
 - Grandezze caratteristiche
 - Spettro elettromagnetico e spettro visibile
 - Produzione di onde elettromagnetiche
 - Generazione della luce
 - Il colore
 - Caratteristiche della luce
- Leggi fondamentali dell'ottica
 - Trasmissione e Assorbimento
 - Riflessione e Diffusione
 - Rifrazione
 - Diffrazione
- Focalizzazione e diffusione
 - Lenti focalizzatrici
 - Specchi
 - Superfici diffondenti e fasci paralleli
- Difetti e limiti degli strumenti ottici
 - Aberrazioni ottiche
 - Potere Risolutivo

Fotometria

- Sorgenti luminose
 - Corpo Nero
 - Temperatura di colore
- Propagazione e misure della luce
 - Effetto dimensioni sorgente
 - Effetto angolo incidenza del fascio
 - Misura della luce (Energia Potenza e Intensità)

- Misura delle grandezze luminose
 - Steradiante
 - Flusso radiante e Flusso luminoso
 - Intensità luminosa
 - Irraggiamento e illuminamento
 - Radianza e Luminanza
 - Efficienza luminosa
 - Conversioni tra grandezze luminose
- Sensori per fotometria
 - Fotodiodi al silicio
 - Fotodiodi a vuoto
 - Termosensori
- Illuminazione artificiale
 - Illuminazione a incandescenza
 - Illuminazione a scarica elettrica

Test autovalutazione

- Test: Fisiologia visione
- Test: Principi di ottica
- Test: Fotometria

3. STRUMENTI

Strumenti di misura

- Introduzione
- Riga metallica graduata
- Goniometri
- Calibri
- Micrometri
- Comparatori
- Calibri per saldatura
- Profilometri ed altri strumenti

Indicatori di temperatura

- Misura della temperatura
- Tipi di termometri
 - Termometri a contatto*
 - Termometro ad espansione
 - Termometro bimetallico
 - Termometro a resistenza
 - Termometro a termocoppia
 - Termometri senza contatto*
 - Termometro ad infrarossi

Strumenti di ausilio visione

- Sistemi di ingrandimento
 - Ingranditore misuratore
 - Ingranditori illuminatori
 - Comparatori di superficie
 - Microscopi
- Sistemi ottici speciali
 - Piano ottico
 - Comparatore ottico
- Specchi
- Stroboscopio

Endoscopi

- Endoscopia
 - Endoscopio
 - Boroscopio
 - Fibroscopio
 - Videoendoscopio
 - Endoscopi speciali
- Metodi di misurazione
 - Misurazione per comparazione
 - Misurazione Shadow
 - Misurazione stereoscopica
- Campi di applicazione

Altri sistemi

- Sistemi televisivi a circuito chiuso
- Sistemi computerizzati

- Sistemi di elaborazione delle immagini
- Sistemi automatici
- Sistemi robotizzati

Test autovalutazione

- Test: strumenti di misura
- Test: termometri e strumenti
- Test: endoscopi

4. PRINCIPI DI BASE DELL'ESAME VISIVO

Procedure di esame

- Introduzione
- Procedure tipiche di esame
 - Esame visivo generale
 - Esame visivo locale
 - Esame visivo diretto
 - Esame visivo remoto
 - Tipologie d'ispezione
- Valutazione e documentazione
- Normativa

Elementi base dell'esame

- Elementi base - Introduzione
- ISPETTORE DELL'ESAME VISIVO
 - Capacità visiva e cromatica
 - Preparazione e competenza tecnica
 - Formazione e certificazione
 - Fattori fisiologici ed ambientali
- OGGETTO DA ESAMINARE
 - Caratteristiche del materiale
 - Posizionamento oggetto e attrezzatura
- ATTREZZATURA OTTICA
 - Scelta attrezzatura
 - Verifica attrezzatura
- ILLUMINAZIONE NEGLI ESAMI VISIVI
 - Distribuzione spettrale e luce visibile
 - Livello di illuminamento
 - Luminosità della superficie
 - Riflettività e ombre dell'ambiente
 - Modalità di illuminamento
 - Abbagliamento
- REGISTRAZIONE DEI RISULTATI
 - Scelta apparecchiatura e pellicola
 - Illuminazione e uso del flash
 - Profondità di campo
 - Evidenziazione dell'immagine
 - Ingrandimento dell'immagine
 - Processamento digitale

Sicurezza negli esami visivi

- Sicurezza - Introduzione
- Pericoli da sorgenti di luce
 - Pericoli da sorgenti laser
 - Pericoli da sorgenti di luce visibile
 - Pericoli da radiazioni infrarossi
 - Pericoli da radiazioni ultraviolette
- Valutazione del rischio
 - Danni alla retina
 - Fattore termico

- Rischio blu
- Raccomandazioni e mezzi di protezione
 - Mezzi di protezione degli occhi

Test autovalutazione

- Test: Procedure di esame
- Test: Elementi base esame
- Test: Sicurezza esami visivi

5. ESAMI VISIVI

Esame visivo dei prodotti lavorati

- Fusioni (getti)
- Forgiati
- Laminati
- Estrusi
- Tubi senza saldatura
- Lavorazioni meccaniche

Esame visivo dei giunti saldati

Esame visivo degli elementi di collegamento

Esame visivo dei tubi

Esame visivo delle valvole

Esame visivo delle pompe

ESEMPI DI ESAME VISIVO

- Industria automobilistica
- Controllo serbatoi petroliferi
- Controllo viadotti metallici
- Settore automotive
- Settore Power Generation e impianti
- Settore aerospaziale
- Settore edilizia e costruzioni

Test autovalutazione

- Test: Esame Visivo

PRINCIPI BASE DI CORROSIONE

1. ELEMENTI DI BASE

- Introduzione
- Aspetti termodinamici
- Considerazioni di cinetica
- Esempi: celle di corrosione nelle condotte
- Fattori di corrosione interna nelle condotte
- Ambienti di corrosione
- Test di autovalutazione

2. MORFOLOGIA DELLA CORROSIONE

- Forme di corrosione
- Esami di casi reali
- Test di autovalutazione

3. CENNI SU PREVENZIONE E PROTEZIONE

- Introduzione
- Protezione dalla corrosione interna
- Protezione passiva
- Protezione catodica
- Test di autovalutazione

PRINCIPI BASE DI CORROSIONE: INDICE DETTAGLIATO

1. ELEMENTI DI BASE

Introduzione

- Il fenomeno della corrosione
- Danni diretti e indiretti
- Classificazione della corrosione

Aspetti termodinamici

- Generalità
- Anodo
- Catodo
- Conduttore metallico
- Elettrolita
- Cella di corrosione
- Forza elettromotrice
- Velocità di corrosione

Considerazioni di cinetica

- Polarizzazione
- Passività
- Caratteristica catodica dell'ossigeno

Esempi: celle di corrosione nelle condotte

- Generalità
- Accoppiamento di materiali diversi
- Esposizione a suoli diversi
- Corrosione per aerazione differenziale
- Contatto tra tubo nuovo e vecchio

Fattori di corrosione interna nelle condotte

- Generalità
- Condizioni di bagnamento da acqua
- Condizioni fluidodinamiche
- Composizione dell'acqua
- Ossigeno
- Anidride carbonica
- Idrogeno solforato
- Batteri solfato riduttori

Ambienti di corrosione

- Corrosione in acqua di mare
- Corrosione nei terreni
- Corrosione atmosferica

Test di autovalutazione

2. MORFOLOGIA DELLA CORROSIONE

Forme di corrosione

- Generalità
- Corrosione generalizzata
- Corrosione localizzata
- Corrosione per contatto galvanico
- Forma interstiziale (crevice)
- Vaiolatura (pitting)
- Tensocorrosione (SSC)
- Corrosione per fatica
- Hydrogen Induced Cracking (HIC)
- Corrosione intergranulare
- Corrosione - erosione
- Saldatura e corrosione

Esami di casi reali

- Corrosione generalizzata
- Corrosione puntiforme / crateriforme (pitting)
- Corrosione intergranulare
- Corrosione interstiziale e sotto deposito
- Corrosione sotto tensione
- Fatica e corrosione fatica

Test di autovalutazione

3. CENNI SU PREVENZIONE E PROTEZIONE

Introduzione

- Il controllo della corrosione
- Scopi del controllo
- Esempi di controllo
- Metodi di controllo

Protezione dalla corrosione interna

- Inibitori di corrosione
- Inibitori passivanti
- Inibitori filmanti

Protezione passiva (rivestimenti)

- Introduzione
- Rivestimenti metallici
- Pitture
- Rivestimenti organici a spessore
- Proprietà dei rivestimenti
- Preparazione delle superfici
- Rivestimenti disponibili

Protezione catodica

- Principi di protezione catodica
- Sistemi di protezione catodica
- Attivazione della protezione

Test di autovalutazione

CORSO BASE DI METALLURGIA

1. PRINCIPI DI BASE

- Sistemi chimici
- Fisica dei metalli
- Diagrammi di equilibrio
- Diagrammi di stato delle leghe metalliche binarie
- Metallurgia di processo
- Trattamenti termici
- Test di autovalutazione

2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI METALLICI

- Caratterizzazione fisica e meccanica
- Preparazione e verifica dei campioni
- Procedure di prova e normativa di riferimento
- Risultati di prova ed idoneità all'impiego
- Test di autovalutazione

3. LEGHE METALLICHE

- Introduzione
- Leghe ferrose
- Leghe non ferrose
- Test di autovalutazione

4. METALLOGRAFIA

- Tecniche metallografiche
- Preparazione campioni
- Tecniche di preparazione
- Esami micrografici
- Strutture caratteristiche dei materiali ferrosi
- Procedure di prova e normativa di riferimento
- Risultati di prova ed idoneità all'impiego dei materiali
- Controlli non distruttivi
- Test di autovalutazione

CORSO BASE DI METALLURGIA: INDICE DETTAGLIATO

1. PRINCIPI DI BASE

Sistemi chimici

- Sistemi Omogenei ed Eterogenei
- Chimica-fisica dei processi metallurgici

Fisica dei metalli

- Struttura della materia
- Metalli e leghe di solidificazione
- Reticoli cristallini
- Soluzioni solide
- Deformazioni del reticolo cristallino
- Trasformazioni allo stato solido

Diagrammi di equilibrio

- Curva di raffreddamento di un metallo puro
- Solubilità allo stato liquido
- Insolubilità allo stato solido

Diagrammi di stato delle leghe metalliche binarie

- Regole generali di interpretazione
- Diagramma di stato Ferro-Carbonio
 - Acciaio ipoeutettoide
 - Acciaio ipereutettoide
 - Acciaio eutettoide
 - Ghisa ipoeutettica
 - Ghisa ipereutettica
 - Trasformazioni strutturali
 - Punti critici
- Aggiunta elementi

Metallurgia di processo

- Processi metallurgici
- Processo di fabbricazione dell'acciaio
 - Produzione della ghisa
 - Affinazione
 - Colata e solidificazione
 - Laminazione

Trattamenti termici

- Introduzione ai trattamenti termici
 - Fasi
 - Punti critici
 - Trasformazioni termiche lente / rapide
 - Velocità di raffreddamento
 - Curve TTT / CCT
 - Temprabilità degli acciai

- Cinetica di formazione della struttura degli acciai
 - Austenite
 - Ferrite
 - Perlite
 - Cementite
 - Bainite
 - Martensite
- Tipologia di trattamenti termici
- Trattamenti con riscaldamento superiore i punti critici
 - Ricottura completa
 - Ricottura isoterma
 - Ricottura di coalescenza
 - Normalizzazione
 - Tempra
- Trattamenti senza variazioni di fase
 - Rinvenimento
 - Ricottura di addolcimento
 - Distensione
- Bonifica
- Trattamenti termici particolari
 - Tempra ad induzione
 - Trattamenti di diffusione
 - Cementazione
 - Nitrurazione
 - Confronto cementazione-nitrurazione

Test di autovalutazione

2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI METALLICI

Caratterizzazione fisica e meccanica

- Proprietà meccaniche
- Resistenza a trazione
- Durezza
 - Durezza Brinell
 - Durezza Vickers
 - Durezza Rockwell
 - Microdurezza
- Resilienza
 - Transizione duttile-fragile
 - Temperatura di transizione
 - Prova di resilienza
 - Parametri di prova
 - Prova Izod
- Scorrimento viscoso
- Comportamento a fatica
 - Aspetto caratteristico di una rottura
 - Prove di fatica
 - Curve di Wöhler
 - Limite di fatica
- Rugosità
 - Parametri di rugosità
 - Misura della rugosità

Preparazione e verifica dei campioni

- Campionatura per prove meccaniche
 - Definizioni
 - Identificazione e preparazione delle provette
- Localizzazione e Prelievo campioni
 - Prodotti piani
 - Prodotti lunghi
 - Tubi

Procedure di prova e normativa di riferimento

- Procedure di prova e norme
- Normativa prove
- Incertezza di misura
 - Possibili fattori di incertezza
 - Tipi di incertezza di misura
 - Espressione dell'incertezza di misura

Risultati di prova ed idoneità all'impiego

- Utilizzo dei risultati di prova
- Progettazione
 - Resistenza a trazione
 - Rigidezza a trazione
 - Resistenza a compressione
 - Misura della durezza

- Resistenza a Torsione, Flessione, Taglio
- Resistenza a Taglio
- Resistenza alla propagazione di cricca
- Resistenza a Fatica
- Resistenza allo Scorrimento Viscoso
- Effetti ambientali sulle proprietà meccaniche
 - Stress Corrosion Cracking
 - Fragilità da Idrogeno
 - Fatica per Corrosione
 - Resistenza all'urto
- Fabbricazione
 - Criticità di Trasformazione
 - Proprietà Meccaniche e Trasformazione
 - Controlli e Collaudi
- Failure analysis e Life assessment
 - Life assessment
 - Failure analysis
- Valutazione risultati di prova
 - Risultati delle riprove

Test di autovalutazione

3. LEGHE METALLICHE

Introduzione

Leghe ferrose

- Designazione degli acciai
 - Norma UNI EN 10027
 - AISI (American Iron and Steel Institute)
- Classificazione in base agli elementi di lega
- Classificazione in base alle applicazioni
- Acciai da costruzione
 - Acciai di uso generale
 - Acciai saldabili
- Acciai speciali
 - Acciai da bonifica
 - Acciai da nitrurazione
 - Acciai da cementazione
 - Acciai autotempranti
 - Acciai per utensili
 - Acciai per cuscinetti a rotolamento
 - Acciai per molle
 - Acciai da stampaggio
- Acciai inossidabili: Classificazione
- Acciai per getti
- Ghise: Classificazione

Leghe non ferrose

- Leghe di Alluminio
 - Diagramma di stato Al/Si
 - Strutture caratteristiche
 - Influenza degli elementi leganti
 - Leghe industriali di Alluminio
- Leghe di Magnesio
 - Influenza degli elementi leganti
 - Leghe industriali di Magnesio
- Leghe di Titanio: Leghe industriali di Titanio
- Leghe di Rame: Influenza degli elementi leganti
- Leghe di Nichel
- Leghe di Cobalto

Test di autovalutazione

4. METALLOGRAFIA

Tecniche metallografiche

Preparazione campioni

- Campione metallografico
- Operazioni fondamentali
 - Sezionatura o taglio
 - Inglobamento in resina
 - Levigatura
 - Lucidatura
 - Attacco chimico
- Repliche metallografiche

Tecniche di preparazione

- Leghe ferrose
- Leghe antifrizione
- Leghe di alluminio
- Leghe di rame
- Leghe magnesio
- Leghe di nickel
- Leghe di titanio
- Leghe di zinco

Esami micrografici

- Microscopia ottica
 - Esami al microscopio ottico
- Microscopia elettronica a scansione
 - Composizione
 - Principi funzionali
 - Tecniche correlate
 - Applicazioni
 - Evoluzione delle tecniche di microscopia
 - Evoluzione delle tecniche di microanalisi

Strutture caratteristiche dei materiali ferrosi

- Austenite, Ferrite
- Cementite, Perlite
- Martensite
- Bainite
- Grafite

Procedure di prova e normativa di riferimento

- Procedure di prova e norme
- Livelli di standardizzazione

Risultati di prova ed idoneità all'impiego dei materiali

- Utilizzo dei risultati di prova
- Esami microstrutturali
 - Classificazione struttura a bande nei laminati
 - Determinazione dimensione media del grano
 - Determinazione stato inclusionale negli acciai
 - Valutazione decarburazione superficiale

Controlli non distruttivi

- Introduzione
- RT - Radioscopia e Radiografia
- UT - Ultrasuoni
- MT - Magnetoscopia
- PT - Liquidi penetranti
- ET - Correnti indotte
- VT - Esame visivo
- IT - Termografia all'infrarosso
- CT - Tomografia computerizzata
- Thermal stress analysis

Test di autovalutazione

TECNICA PHASED ARRAY

1. TECNOLOGIA PHASED ARRAY

- Introduzione
- Vantaggi e svantaggi del Phased Array

2. SONDA PHASED ARRAY

- Struttura della sonda
- Trasduttore
- Zoccolo e tipo di onde

3. PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

- Formazione del fascio
- Controllo elettronico del fascio
- Ciclo di acquisizione

4. SCANSIONE ELETTRONICA

- Movimento elettronico del fascio
- Meccanismi di scansione elettronica

5. FOCALIZZAZIONE DEL FASCIO

- Controllo della focalizzazione
- Modalità di focalizzazione
- Focalizzazione dinamica
- Risoluzione spaziale
- Risoluzione e caratteristiche della sonda

6. RAPPRESENTAZIONI DEL SEGNALE

- Tipi di rappresentazione
- Rappresentazione A-scan
- Rappresentazione B-scan
- Rappresentazione C-scan
- Rappresentazione D-scan
- Rappresentazione S-scan
- Rappresentazioni combinate

7. CALIBRAZIONE

- Introduzione
- Blocco di calibrazione
- Regolazione della sensibilità
- Costruzione curve DAC
- Determinazione della risoluzione laterale
- Curve di calibrazione per dimensionamento
- Normativa

8. CARATTERIZZAZIONE E DIMENSIONAMENTO DEI DIFETTI

- Introduzione
- Tipologie dei difetti
- Dimensionamento dei difetti
- Posizionamento del difetto

9. APPLICAZIONE AL CONTROLLO DELLE SALDATURE

- Controllo con Phased Array
- Movimentazione della sonda
- Copertura volumetrica
- Linee di scansione
- Zone di profondità (Depth zones)
- Modalità multicanale (Sonde virtuali)
- Impostazione del Gate
- Focalizzazione per saldature
- Velocità di esecuzione del controllo
- Piano di scansione (Scan Plan)

TEST DI AUTOVALUTAZIONE

TECNICA PHASED ARRAY: INDICE DETTAGLIATO

1. TECNOLOGIA PHASED ARRAY

Introduzione

- Trasduttore Phased Array
- Formazione del fascio ultrasonoro
- Orientazione del fascio
- Focalizzazione del fascio
- Scansione elettronica
- Rappresentazioni del segnale

Vantaggi e svantaggi del Phased Array

2. SONDA PHASED ARRAY

Struttura della sonda

Trasduttore

- Geometrie del trasduttore
- Parametri dimensionali
- Trasduttore virtuale

Zoccolo e tipo di onde

- Zoccolo a forma di cuneo
- Zoccolo di zero gradi (Pattino)
- Zoccoli per geometrie complesse

3. PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

Formazione del fascio

Controllo elettronico del fascio

- Leggi focali
- Fascio diritto: Legge focale costante
- Fascio angolato: Legge focale lineare
- Fascio focalizzato: Legge focale quadratica
- Fascio angolato e focalizzato

Ciclo di acquisizione

- Fase di emissione
- Fase di ricezione

4. SCANSIONE ELETTRONICA

Movimento elettronico del fascio

Meccanismi di scansione elettronica

- Scansione ad angolo fisso
- Scansione settoriale
- Combinazione delle scansioni di base
- Modalità multicanale

5. FOCALIZZAZIONE DEL FASCIO

Controllo della focalizzazione

Modalità di focalizzazione

- Distanza focale costante
- Variazione delle distanza focale

Focalizzazione dinamica

Risoluzione spaziale

- Risoluzione assiale
- Risoluzione laterale
- Risoluzione in elevazione

Risoluzione e caratteristiche della sonda

- Frequenza della sonda
- Apertura virtuale del trasduttore
- Apertura virtuale e comparsa dei lobi
- Tabella riassuntiva effetti su risoluzione

6. RAPPRESENTAZIONI DEL SEGNALE

Tipi di rappresentazione

Rappresentazione A-scan

- Sistema convenzionale con fascio diritto
- Sistema convenzionale con fascio angolato
- Sistema Phased Array

Rappresentazione B-scan

- Sistema convenzionale (codifica a singolo valore)
- Codifica in scala di colori
- Sistema Phased Array
- Estensione della mappa

Rappresentazione C-scan

- Sistema convenzionale
- Sistema Phased Array

Rappresentazione D-scan

Rappresentazione S-scan

- Costruzione della mappa S-scan
- Onde longitudinali e trasversali
- Estensione della mappa S-scan
- Diversa terminologia S-scan

Rappresentazioni combinate

7. CALIBRAZIONE

Introduzione

Blocco di calibrazione

Regolazione della sensibilità

Costruzione curve DAC

- Procedura costruzione curve DAC
- Valutazione di una discontinuità
- Misura delle altezze apparenti dei riflettori
- Impostazione della scala cromatica

Determinazione della risoluzione laterale

Curve di calibrazione per dimensionamento

- Costruzione curve di calibrazione

Normativa

- Normativa Europea / Americana

8. CARATTERIZZAZIONE E DIMENSIONAMENTO DEI DIFETTI

Introduzione

Tipologie dei difetti

- Cluster di inclusioni
- Difetti volumetrici singoli
- Difetti planari (cricche, mancata fusione, ecc.)

Dimensionamento dei difetti

- Cluster di inclusioni
- Difetti volumetrici singoli
 - Dimensionamento con curve di calibrazione
 - Dimensionamento con eco satellite
- Difetti planari
 - Dimensionamento con “tip diffraction”
- Discriminazione fra indicazioni volumetriche e planari
 - Allineamento degli echi
 - Rapporto tra le ampiezze dei due echi

Posizionamento del difetto

- Migrazione del punto indice
- Correzione della scala di profondità

9. APPLICAZIONE AL CONTROLLO DELLE SALDATURE

Controllo con Phased Array

Movimentazione della sonda

Copertura volumetrica

Linee di scansione

Zone di profondità (Depth zones)

Modalità multicanale (Sonde virtuali)

Impostazione del Gate

Focalizzazione per saldature

Velocità di esecuzione del controllo

Piano di scansione (Scan Plan)

- Software di simulazione

TECNICA TOFD (Time Of Flight Diffraction)

1. INTRODUZIONE ALLA TECNICA TOFD

- Principio della tecnica TOFD
- Vantaggi e svantaggi del TOFD
- Rappresentazioni del segnale TOFD

2. ESAME DELLE DISCONTINUITA'

- Esplorazione del difetto
- Caratterizzazione dei difetti
- Dimensionamento del difetto

3. LIMITI E SCANSIONI AGGIUNTIVE

- Limiti della tecnica
- Scansioni aggiuntive

4. CALIBRAZIONE DEI SISTEMI TOFD

- Scansioni aggiuntive
- Struttura dei sistemi TOFD
- Calibrazione del sistema
- Blocchi di riferimento
- Qualità delle immagini TOFD

5. ANALISI DEI SEGNALI TOFD

- Introduzione
- Difetti delle saldature
- Dimensionamento dei difetti
- **NORMATIVA TOFD**

6. TEST AUTOVALUTAZIONE

- Introduzione tecnica TOFD
- Esame delle discontinuità
- Limiti e scansioni aggiuntive
- Calibrazione dei sistemi TOFD
- Analisi dei segnali TOFD

TECNICA TOFD: INDICE DETTAGLIATO

1. INTRODUZIONE ALLA TECNICA TOFD

Principio della tecnica TOFD

- Introduzione
- Segnali TOFD
 - Segnali in assenza di discontinuità
 - Segnali in presenza di discontinuità
 - Influenza della posizione della discontinuità
 - Influenza dell'orientazione della discontinuità
 - Influenza della forma della discontinuità
- Tipi di onde e segnali prodotti
 - Interazione di un'onda ultrasonora con una discontinuità (cricca)
- Dimensionamento di una discontinuità
- Zona esaminabile e zone morte
- Materiali esaminabili

Vantaggi e svantaggi del TOFD

- Percentuale di accuratezza
- Vantaggi del TOFD
- Svantaggi di TOFD

Rappresentazioni del segnale TOFD

- Rappresentazione A-scan
- Rappresentazione B-scan

2. ESAME DELLE DISCONTINUITA'

Esplorazione del difetto

- Tipi di scansione
- Scansione non parallela (longitudinale)
- Scansione parallela (trasversale)
- Scansioni combinate (longitudinale e trasversale)

Caratterizzazione dei difetti

- Rapporti di fase fra i segnali
 - Assenza di discontinuità
 - Presenza di discontinuità
- Tipologia delle discontinuità
 - Difetti planari (o bidimensionali)
 - .. Difetto planare interno
 - .. Difetti planari affioranti alla superficie d'ispezione
 - .. Difetti planari affioranti alla superficie di fondo
 - Difetti volumetrici (o tridimensionali)
 - Difetti filiformi
 - Difetti puntiformi

Dimensionamento del difetto

- Calcolo della profondità
- Calcolo dell'altezza
- Misura dei tempi di volo
- Calcolo: Tempi di volo / Profondità e altezza difetto
- Incertezza nella valutazione della profondità

3. LIMITI E SCANSIONI AGGIUNTIVE

Limiti della tecnica

- Precisione di localizzazione
 - a. Errore nella velocità degli ultrasuoni nel mezzo
 - b. Errore di calcolo dei tempi
 - c. Errore nella distanza tra le sonde
 - d. Errore dovuto alla posizione laterale
 - Errore totale di localizzazione
 - Calcolo errore di localizzazione
- Risoluzione spaziale
- Zone morte
- Calcolo risoluzione spaziale e zone morte

Scansioni aggiuntive

- Scansioni con frequenze diverse
- Scansioni con angoli di emissione diversi
- Scansioni con distanze sfalsate

4. CALIBRAZIONE DEI SISTEMI TOFD

Struttura dei sistemi TOFD

- Funzionamento e caratteristiche
- Sonde ultrasonore

Calibrazione del sistema

- Calibrazione geometrica
 - Impostazione della separazione delle sonde
 - Scelta delle caratteristiche delle sonde
 - Zone di ispezione (Depth zones)
- Calibrazione ultrasonora
 - Regolazione della finestra temporale
 - Calibrazione della base dei tempi
- Calibrazione del sistema di acquisizione
 - Regolazione amplificazione (Sensibilità)
 - Regolazione amplificazione (Rumore)
 - Regolazione amplificazione (Averaging)
 - Regolazione risoluzione e velocità di scansione
 - .. Frequenza di ripetizione dell'impulso (PRF)
 - .. Numero di medie eseguite sul segnale (Averaging)
 - Altre regolazioni
 - .. Frequenza di ripetizione dell'impulso (PRF)
 - .. Frequenza di campionamento (Sampling Rate)

Blocchi di riferimento

- Blocco secondo EN 14751
- Blocco in accordo ad ASME V (art. 4)

Qualità delle immagini TOFD

- Requisiti base di un'immagine TOFD
- Anomalie dell'immagine TOFD
 - Eco dell'onda laterale non chiaramente visibile
 - Mancanza di linee di scansione
 - Perdita del segnale (mancanza di accoppiamento)
 - Ondulazione dei segnali

5. ANALISI DEI SEGNALI TOFD

Introduzione

Difetti delle saldature

1. Mancanza di fusione della radice
2. Cricca marginale (Toe crack)
3. Porosità
4. Mancanza di fusione della parete laterale
 - Esempi di difetti
 - Cricca laterale vicino alla superficie (Near Surface Crack)
 - Mancata fusione laterale (Lack of Fusion, Side Wall)
 - Mancata fusione fra passate (Lack of Fusion, Interpass)
 - Cricca trasversale (Transverse Crack)
 - Porosità (Porosity)
 - Mancata penetrazione alla radice (Lack of Root Penetration)
 - Penetrazione incompleta (Incomplete Root Penetration)
 - Concavità alla radice (Concave Root)

Dimensionamento dei difetti

- Misure di profondità e altezza
 - Metodo 1: Punto di inizio (A-scan)
 - Metodo 1: Punto di inizio (B-scan)
 - Metodo 2: Punto di primo massimo
 - Metodo 3: Punto di massima ampiezza
- Misure di lunghezza
 - Misura della forma parabolica
 - Misura della regione perturbata
- Esempi di dimensionamento
 - Discontinuità sulla superficie di scansione
 - Discontinuità sulla superficie di fondo
 - Discontinuità affioranti in superficie ed estese attraverso lo spessore
 - Discontinuità interne (sotto la superficie)
 - Altre indicazioni

NORMATIVA TOFD

- Normativa europea
- Normativa americana

6. TEST AUTOVALUTAZIONE

Introduzione tecnica TOFD

Esame delle discontinuità

Limiti e scansioni aggiuntive

Calibrazione dei sistemi TOFD

Analisi dei segnali TOFD