

ARGOMENTI TRATTATI NEL CORSO BASE PER 3ⁱ Livelli AERONAUTICI

INTRODUZIONE

PROCESSI SPECIALI E QUALIFICAZIONE DEL PERSONALE

MATERIALI AERONAUTICI

MATERIALI METALLICI

Metalli

Proprietà dei metalli

Durezza

Resistenza

Resistenza termica

Elasticità

Plasticità

Duttilità

Malleabilità

Tenacità

Fragilità

Conducibilità

Durabilità

Densità

MATERIALI METALLICI FERROSI

Produzione della Ghisa

Fabbricazione dell'Acciaio

Lavorazioni dell'acciaio

A CALDO

Laminazione

Fucinatura

Estrusione

Trafilatura

DISCONTINUITA' DA LAVORAZIONE A CALDO

Cricche di forgiatura

Cricche interne e superficiali

Formatura a temperatura troppo elevata

Ripiegatura

Sdoppiatura

A FREDDO

DISCONTINUITA' DA LAVORAZIONE A FREDDO

FONDERIA DELL'ACCIAIO

Generalità

Esecuzione della forma (formatura)

Formatura al silicato

Formatura in conchiglia

Formatura a cera fusa

Il modello della forma

Fusione del metallo

Distaffatura

Finitura

Processo di fusione

Fusione in sabbia (Sand Casting)

Fusione a cera persa

Fusione in conchiglia (permanent mold casting)

Pressofusioni (Die casting)

Getto centrifugato (centrifugal casting)

DISCONTINUITA' NEI GETTI

Inclusioni

Discontinuità di cristallizzazione

Riprese

Soffiature

Rifiuti

Sbolliture

Vaiolature

Spugnosità

Cavità dovute a sviluppo gassoso del metallo

Cavità interdendritiche e porosità

Punte di spillo

Discontinuità di segregazione

Discontinuità di cavità di ritiro

Cavità interne di ritiro

Cavità esterna di ritiro

Cavità assiali di ritiro

Cricche

Strappi o lacerazioni a caldo

Cricche o lacerazioni a freddo

Discontinuità dovute a raffreddatori e supporti non fusi

METALLURGIA DELLE POLVERI

Tipi di Acciaio

Acciaio al Carbonio

Acciai Legati

Norme per gli Acciai Legati

Classificazione SAE degli Acciai

Acciaio al carbonio 1xxx

Acciaio al Nichel 2xxx

Acciaio al nichel-cromo 3xxx

Acciaio al cromo-molibdeno 4xxx

Acciaio al cromo-vanadio 6xxx

Classificazione AISI degli Acciai

Elementi di lega

Carbonio

Manganese

Silicio

Fosforo

Nichel

Cromo

Molibdeno

Vanadio

Tungsteno

Acciaio (Inossidabile) Resistente alla corrosione

Ferritico

Austenitico

Martensitico

Duplex

Da Invecchiamento (Indurimento per Precipitazione)

Peculiarità della Manipolazione dei CRES

DIAGRAMMA DI STATO FERRO-CARBONIO

Generalità

Costituenti strutturali- Punti Critici - Eutettoide

Trattamento Termico dell'Acciaio

Trattamenti termici con riscaldamento sopra AC₃

Normalizzazione
Ricottura completa
Tempra
Patentamento

Trattamenti termici con riscaldamento sotto AC₁

Ricottura di globulizzazione o di coalescenza
Ricottura di lavorabilità
Rinvenimento
Distensione
Bonifica

Trattamenti termici speciali d'indurimento superficiale

Carbo cementazione
Nitrurazione

Determinazione della temperatura dell'Acciaio

PROVE SUI MATERIALI FERROSI

Prova di durezza

Metodo Brinell
Metodo Rockwell
Metodo Vickers

Prova di trazione

Esecuzione della prova
Determinazione delle deformazioni
Carico totale al limite di elasticità

Prova di resilienza

Prova d'urto

Secondo Izod
Secondo Charpy
Torre verticale

Prova di piega

Esecuzione della prova

Prova di imbutitura

Prove a caldo

Prova di scorrimento

Prove a bassa temperatura

Prova di fatica

Piegatura di Fogli e Lamiere (Fatica a flessione)
Trazione/compressione (stress diretto)
Prova di flessione ad alta velocità

MATERIALI METALLICI NON FERROSI

Introduzione

Norme per i Metalli Non Ferrosi

Alluminio

La materia prima

Proprietà dell'alluminio

Vantaggi rispetto all'acciaio dolce

Leghe di alluminio

Leghe sperimentali
Alluminio puro 1xxx
Rame (Cu) 2xxx

Manganese (Mn) 3xxx

Silicio (Si) 4xxx

Magnesio (Mg) 5xxx

Zinco (Zn) 7xxx

Applicazioni delle leghe di alluminio

Alluminio 1100

Alluminio 2011

Alluminio 2017

Alluminio 2024

Alluminio 3003

Alluminio 5052

Alluminio 6061

Alluminio 6063

Alluminio 7075

Lavorazioni dell'alluminio

Fonderia dell'alluminio

Lavorazione plastica

Placcatura delle leghe di alluminio

Magnesio

Titanio

Caratteristiche generali del titanio che influenzano la sua lavorazione

Leghe speciali

Monel

Trattamento Termico dei Metalli Non Ferrosi

Leghe di Alluminio e Magnesio

Trattamento termico di leghe di alluminio

Leghe di Alluminio Indurite con il Calore

Leghe di Alluminio Non Induribili con il Calore

Nomenclatura della Tempra delle Lega di Alluminio

Trattamento Termico di Solubilizzazione

Trattamento Termico per Precipitazione

Ricottura

Ripetizione del Trattamento Termico

Prove sui Materiali Non Ferrosi

MATERIALI NON METALLICI

Introduzione

MATERIALI CERAMICI

MATERIALI PLASTICI

Termoindurenti

Termoplastici

Resine Termoplastiche

Elastomeri

Materiali Compositi

Resine plastiche

Resine Termoindurenti

Resine Polimero

Resina Poliesteri

Resina Epossidica

Materiali di rinforzo

Fibre di vetro

Fibra di Carbonio (Graphite)

Aramide

Kevlar

Boro

Prodotti intessuti

Tela (Plain Weave)

Tessuto diagonale (Twill Weave) - Spigato

Tessuto Raso (Satin Weave)

Tessuto unidirezionale

Tappetino di trefoli tagliati a pezzi (Chopped Strand Mat)

Prodotti basati su fasci di fibre

Orientamento della fibra

Ordito (Warp)

Trama (Weft o Fill)

Cimosa (Selvage Edge)

Orientamento in Diagonale, Grano diagonale o Polarizzazione (Bias)

Orientamento della fibra

Sistemi di Polimerizzazione

Polimerizzazione a freddo

Polimerizzazione a caldo

Rapporto Resina/Fibra

Calcolo del Peso Finale

Tempo utile (Pot life)

Conservabilità (shelf Life)

Pre-impregnati

Pellicole adesive

Pellicola adesiva a espansione

Materiali d'anima

Espanso

Nido d'ape (Honeycomb)

Tipi di Materiale di Anima a Nido d'Ape

Danneggiamento delle strutture sandwich

Controllo del danneggiamento

FABBRICAZIONE DEI MATERIALI COMPOSITI

Premessa

METODI DI FABBRICAZIONE

Compositi plastici

Pre-preg

Termoplastici con fibre corte

fase di DEPOSIZIONE

per lavorazione manuale

per lavorazione semi-manuale

per lavorazione automatizzata

per processo continuo

per iniezione

fase di POLIMERIZZAZIONE

per riscaldamento senza pressione

per stampaggio in pressa a caldo.

Stampaggio in sacco

con sacco a vuoto

con sacco a pressione

Compositi metallici

Compositi ceramici

Discontinuità tipiche delle strutture in composito

Abrasiono (*Abrasion*)
Ammaccatura (*Dent*)
Area con scarsa alimentazione di resina (*Resin Starved Area*)
Cresta di resina (*Resin Ridge*)
Cricche nella resina del laminato (*Laminate Resin Crack*)
Cricche, Graffi, Solchi, Intagli, ecc. nella resina superficiale (*Surface Resin Cracks, Scratches, Digs, Nicks, etc*)
Delaminazione (*Delamination*)
Delaminazione attorno a un foro (*Delamination at a Hole*)
Depressione dell'anima (*Core Depression*)
Depressione superficiale (*Surface Depression*)
Eccesso di resina (*Resin Rich*)
Fibre rotte (*Broken Fibers*)
Foro (*Hole*)
Bruciatura (*Burned*)
Frantumazione laterale dell'anima (*Core Lateral Crushing*)
Gradino (*Step*)
Graffio/Rigatura (*Scratch/Score*)
Grinza (*Wrinkle*)
Impronte a onde (*Telegraphing*)
Inclusioni (*Inclusions*)
Ingobbamento (*Bulging*)
Interruzione del nido d'ape (*Honeycomb Gaps Splices*)
Distacchi in zona giunzione (*Gaps at Splices*)
Non corretto calcolo degli strati (*Incorrect Ply Count*)
Non corretto impilamento degli strati (*Incorrect Plies Stack-up*)
Non corretto orientamento dello strato (*Incorrect Ply Orientation*)
Piega d'angolo (*Corner Fold*)
Scheggiatura (*Nick*)
Scollamento (*Disbond*)
Degno di utensile (*Gouge*)
Sfrangiatura (*Fraying*)
Strati discontinui – Cricca nel laminato (*Discontinuous Plies - Laminate Crack*)
Vuoti (*Voids*)
 In generale
 Condizione tipo spruzzo di aria (Airshot Condition)
 Bolla, vescica (Blister)
 Porosità (Porosity)

Controllo Visivo

Controllo con Moneta (Coin Tap test)

Controllo Radiografico (raggi X)

Controllo a Ultrasuoni

Prova di rottura della pellicola di acqua (Water Break Test)

Asciugatura dei Pannelli compositi

RIPARAZIONI

Riparazione di una struttura composita

Taglio e levigatura dei Materiali Compositi

Precauzioni

Riparazione con sacco a vuoto

Delaminazione al bordo

Fori nei laminati con superficie limitata

Riparazione di strutture a nido d'ape

Danni a una superficie e all'anima

Riparazione di entrambe le superfici e dell'anima in nido d'ape

Riparazione di entrambe le superfici e dell'anima in nido d'ape

Sicurezza nella fabbricazione di compositi

Protezione della Pelle

Protezione degli occhi

Protezione delle vie respiratorie

CORROSIONE

Principi Chimici

Corrosione Chimica

Corrosione Elettrochimica

Formazione della Corrosione

Azione galvanica

Serie Elettrochimica per i Metalli

Azione Elettrochimica

Microbiologica

Da Sollecitazione

Effetti della Corrosione

Effetti della corrosione sui metalli

Fattori che influenzano la Corrosione del Metallo

Cause di Corrosione

Acidi

Alcali

Sali

Atmosfera

Atmosfera Industriale

Atmosfera Marina

Acqua

Microorganismi

Tipi di Corrosione

Corrosione Alveolare (Pitting)

Corrosione Intergranulare

Corrosione Filiforme

Corrosione Esfoliante

Corrosione da contatto

Corrosione da Fatica

Biocorrosione

Tensocorrosione

Corrosione Galvanica

Corrosione Interstiziale

Corrosione per Cavitazione ed Erosione

Ambienti chimici aggressivi

Usura

Fatica

SALDATURA

Premessa

PROCEDIMENTI di SALDATURA

BRASATURA

Saldobrasatura

Brasatura capillare

SALDATURA AUTOGENA PER FUSIONE

Saldatura ad arco manuale
Saldatura automatica ad arco sommerso
Saldatura semiautomatica ad arco sommerso
Saldatura ad arco sommerso a doppio filo
Saldatura ad arco in atmosfera gassosa
Procedimenti MIG e MAG

DISCONTINUITA' CHE POSSONO GENERARSI IN SALDATURA

Saldatura ad arco

DISCONTINUITA' AL VERTICE (RADICE)

Mancanza di penetrazione
Mancanza di penetrazione per slivellamento
Concavità al vertice
Eccesso di penetrazione
Incisione marginale interna (al vertice)
Mancanza di penetrazione al vertice
Cordone cavo
Slivellamento
Inserito non consumato
Vertice ossidato

DISCONTINUITA' NELLA PASSATA FINALE O CAPPELLO

Incompleto riempimento dello smusso di saldatura
Incompleta fusione (nella parte alta della saldatura)
Incisione marginale esterna
Inadeguato rinforzo
Eccessivo rinforzo (sovracordone)
Porosità superficiale
Spruzzi
Sputi
Insellamento

DISCONTINUITA' INTERNE ALLA SALDATURA

Inclusioni non metalliche (scoria)
Linee di scoria
Incompleta fusione
Incollatura
Inclusioni di tungsteno
Porosità (o soffiature)
Tarlo
Cricche a caldo
Cricche a freddo
Fiocco
Soffiatura vermicolare

SALDATURA PER BOMBARDAMENTO ELETTRONICO (Electronbeam)

Discontinuità della saldatura a fascio elettronico

SALDATURA LASER

SALDATURA PER ESPLOSIONE

SALDATURA ELETTRICA A RESISTENZA

Saldatura per punti

Saldatura per rilievi

Saldatura a rulli

SALDATURA ULTRASONORA

PROCESSI ED IMPIANTI CHIMICI ED ELETTROCHIMICI (GALVANICI)

Vasche

Anodi

RISCALDAMENTO DELLE SOLUZIONI

PROCESSO GALVANICO

Definizione

Galvanoplastica

Galvanostegia

Finalità

PROCESSI CHIMICI

DI RIPORTO

DI CONVERSIONE

DI ASPORTAZIONE

PROCESSI ELETTROCHIMICI

DI RIPORTO

DI CONVERSIONE

DI ASPORTAZIONE

TRATTAMENTI PRELIMINARI

PREMESSA

SGRASSATURA IN FASE VAPORE

SGRASSATURA ALCALINA

SGRASSATURA CON ULTRASUONI

Principio di funzionamento

Unità radianti

SGRASSATURA ELETTROLITICA

Sgrassatura catodica

Sgrassatura anodica

Inversione periodica della corrente

DECAPAGGIO ACIDO

DECAPAGGIO MECCANICO

SABBIATURA

SABBIATURA AD UMIDO

PROCESSI CHIMICI

CONVERSIONE CHIMICA COLORATA

LA FOSFATAZIONE DEGLI ACCIAI

PROCESSI ELETTROCHIMICI

CROMATURA DURA