

Introduzione

Grazie al basso costo delle lamiere di alta qualità prodotte in grande serie, la lavorazione delle lamiere ha guadagnato una posizione di rilievo tra i processi produttivi.

L'evoluzione dei laminati ha reso possibile la produzione di coils (detti anch bobine) con una vasta gamma di dimensioni.

I coils possono essere tagliati sia nel laminatoio che in centri appositi, per facilitare la manipolazione negli impianti del costruttore secondario; tuttavia, c'è una tendenza crescente per spedire interi coils (talvolta tagliati in larghezze inferiori) che vengono quindi alimentati nelle presse e nelle linee di stampa del produttore.

Materiali per lamiere

Tutte le leghe per deformazione plastica sono adatte per applicazioni sotto forma di lamiera.

Le proprietà critiche sono tuttavia un po' diverse da quelle discusse per la deformazione massiva, in parte perché la deformazione si verifica ora soprattutto a trazione piuttosto che in compressione, e in parte perché molte parti in lamiera sono grandi e usate in posizioni visibili, rendendo l'aspetto un'esigenza importante.

Molto acciaio è utilizzato come laminato a caldo per cerchi automobilistici, alloggiamenti x assali, parti di carrozzeria, cilindri x ammortizzatori, ecc., ma la maggior parte delle lamiere in acciaio sono laminate a freddo.

Acciai a basso tenore di carbonio

Tra gli acciai al carbonio, gli acciai con tenore di carbonio fino allo 0,15% C sono i più usati.

Acciai effervescenti

L'elevata duttilità e il costo relativamente basso degli acciai effervescenti hanno reso gli acciai di qualità commerciale e adatti all'imbutitura i favoriti per applicazioni meno critiche. La superficie molto povera di carbonio è un vantaggio nella smaltatura.

La dimensione del grano è controllata con pesanti passate di laminazione a freddo (riduzione del 50-70%) seguite da ricottura. Tuttavia, la presenza di carbonio e di azoto produce un allungamento del punto di snervamento e bande di Luders che possono essere contestate. Pertanto, alla striscia è di solito data una riduzione leggera di laminazione, dell'ordine dell'1% o meno, detta skin-pass, per eliminare il difetto.

Questo valore è inferiore all'allungamento allo snervamento e quindi riduce minimamente la duttilità, e produce bande di Luders molto distanziate in modo che, alla successiva deformazione di trazione, non siano più visibili. La figura b mostra l'esecuzione dello skin-pass. Tuttavia, se il materiale viene conservato prima della stiratura, avviene l'invecchiamento entro poche settimane o mesi (a seconda della composizione e della temperatura di stoccaggio), la duttilità si riduce e l'allungamento allo snervamento si ripresenta (figura d). Il livellamento con rulli piega la striscia ripetutamente e aiuta a nascondere le bande di Luders con un meccanismo simile allo skin-pass, ma la duttilità si riduce (figura e).

Acciai calmati

L'acciaio di alta qualità per trafilatura ha proprietà uniformi ed elevati valori di n , sensibilità all'incrudimento, e r , parametro usato per definire l'anisotropia, e viene scelto quando si devono realizzare pesanti imbutiture o stretching (come la coppa dell'olio di un motore per auto) o quando l'immagazzinaggio è inevitabile.

Anche l'acciaio calmato contiene carbonio e azoto ma l'azoto viene combinato con l'alluminio in un composto e solo il carbonio rimane in una forma che ne permetta la concentrazione presso le dislocazioni a formare le atmosfere di Cottrell.

Anche le lamiere ricotte mostrano l'allungamento del punto di snervamento, ma lo skin-pass elimina definitivamente l'allungamento in corrispondenza dello snervamento; il carbonio non si diffonde ai siti delle dislocazioni a meno che l'acciaio non sia riscaldato a 120°C.

acciai interstitial-free

Il contenuto di carbonio è ridotto a livelli molto bassi e l'azoto è legato con piccole quantità di altri elementi. Non esiste un allungamento in corrispondenza dello snervamento, la tensione di snervamento è bassa, perciò è piccolo il ritorno elastico, e il valore di n è elevato.

Nel settore automobilistico si cerca di ridurre il peso.

La carrozzeria più sottile deve essere bilanciata da una resistenza maggiore, per cui la ricerca di un peso ridotto ha determinato lo sviluppo di materiali più resistenti. Tutti i meccanismi di rafforzamento sono utilizzati a questo scopo:

1. Lamiere laminate a freddo

L'incrudimento è il meccanismo di rinforzo meno costoso e, se possibile, il processo di lavorazione della lamiera è diretto in modo che il materiale risulti fortemente deformato.

Se la lamiera di partenza è incrudita, la residua duttilità permette solo deformazioni molto leggere.

2. lamiere parzialmente ricotte

Se la laminazione a freddo è seguita da una ricottura di distensione il materiale è caratterizzato da maggiore duttilità e una resistenza ragionevole.

3. lamiere ricotte

L'affinamento del grano è un mezzo potente per aumentare la resistenza. La ricottura di ricristallizzazione dopo laminazione a freddo può essere applicata a tutti i materiali.

4. acciai induriti mediante soluzione solida

Le soluzioni solide di acciai con Mn, P, o Si incrudiscono più rapidamente.

5. acciai induribili mediante cottura

Questi di solito sono laminati per eliminare le bande di Luder; dopo la formatura invecchiano rapidamente durante la verniciatura in forno, che determina un incremento di resistenza di 30-40 MPa grazie alla formazione di aree dense di C.

L'incremento di resistenza nell'invecchiamento può essere massimizzato aumentando il contenuto di N.

6. acciai dual-phase

Un tenore più alto di C, necessario per il trattamento di bonifica, è utile negli acciai per molle ma ridurrebbe troppo la duttilità negli acciai per imbutitura. Tuttavia acciai a basso tenore di carbonio con 1.4% Mn possono essere ricotti per ottenere una struttura costituita da ferrite rinforzata da martensite dispersa.

Questi acciai dual-phase hanno una tensione di snervamento bassa che è un vantaggio quando il ritorno elastico può essere contestato; nello stesso tempo, il rapido incrudimento durante le lavorazioni impartisce una resistenza elevata (fino a TS = 1000 MPa) nel prodotto finale.

7. acciai HSLA (High-strength low-alloy)

L'uso di questi acciai aumenta progressivamente nelle automobili e in altre strutture. Una caratteristica negativa importante è il valore elevato del rapporto tra tensione di snervamento e modulo elastico che determina uno springback elevato.

Molte lamiere sono lavorate con rivestimenti pre-applicati che migliorano le caratteristiche operative o l'aspetto delle parti finite.

1. lamiere stagnate

La lamiera d'acciaio stagnata è resistente alla corrosione finché lo strato di stagno è privo di graffi e la non tossicità dello stagno rende la latta stagna adatta per contenitori alimentari.

2. Lamiere zincate

Un rivestimento in zinco protegge l'acciaio grazie alla preferenziale corrosione dello zinco, quindi anche un rivestimento danneggiato è protettivo.

In passato utilizzato principalmente per coperture, canalizzazioni e simili applicazioni low-tech, il foglio zincato è diventato il principale materiale per il corpo auto. Lo zinco viene applicato passando la striscia attraverso una fusione di Zn o mediante elettrodeposizione.

Le caratteristiche di attrito delle lamiere rivestite sono sostanzialmente diverse da quelle dell'acciaio nudo e devono essere scelti lubrificanti per ridurre al minimo gli attriti. Alcune lamiere vengono ulteriormente trattate per migliorare il loro comportamento.

3. Lamiere piombate

La lamiera rivestita di piombo resiste alla corrosione in alcuni ambienti per i quali la latta o lo zinco non offrono protezione, ma, a causa della tossicità di Pb, l'uso di queste lamiere è limitato alle applicazioni non alimentari e viene sempre più limitato anche in quelle.

4. Lamiera rivestita in alluminio

Una lega alluminio-ferro formata a temperature elevate protegge dalla corrosione da gas caldi, quindi la lamiera è adatta per scambiatori di calore, sistemi di scarico automobilistici, parti di grill, ecc.

Fogli preverniciati

Rivestimenti con vernici e film più spessi in plastica offrono protezione e una finitura piacevole. Se la lamiera è stata correttamente pretrattata e viene formata con cura, i rivestimenti rimangono aderenti alla superficie.

Viene eliminata la necessità di finitura della parte, la qualità dei rivestimenti è spesso superiore alle finiture con vernici applicate dopo la formatura e il processo può anche essere più economico.

Acciai inossidabili

L'elevata capacità di incrudimento e quindi la loro eccellente formabilità, combinata con la resistenza alla corrosione, rendono gli acciai austenitici la scelta ottimale per gli strumenti per il settore alimentare e per altri prodotti fortemente deformati quali lavelli, scambiatori di calore e apparecchiature per processi chimici.

Gli acciai ferritici e martensitici, meno costosi, vengono utilizzati quando siano accettabili minori formabilità e resistenza alla corrosione.

Il rame, e specialmente gli ottoni, sono tra i materiali più deformabili, e vengono utilizzati abitualmente.

Con le leghe di alluminio il problema è lo snervamento seghettato (soprattutto nelle leghe Al-Mg della serie 5000) che porta a segni superficiali contestabili. Le leghe indurite per precipitazione (serie 6000) sono prive di questo problema.

Beneficiano anche di trattamenti termomeccanici: quando vengono lavorate dopo invecchiamento naturale, indicato con la sigla T4, un ulteriore rafforzamento avviene durante il ciclo di verniciatura. La lamiera di alluminio è il principale materiale costruttivo degli aerei subsonici e trova applicazione nelle automobili (principalmente abitacolo e cofano).

Per molte applicazioni, le caratteristiche di rugosità delle lamiere sono critiche.

Si potrebbe pensare che le lamiere dovrebbero essere più lisce possibile, in realtà sono necessari limiti di rugosità superiori e inferiori, strettamente controllati, per due motivi:

prima di tutto la rugosità aiuta a trattenere la vernice e quindi influenza l'aspetto superficiale del prodotto finito, ma le asperità di un foglio troppo ruvido si mostrano attraverso la pellicola di vernice. In secondo luogo, una superficie molto liscia non intrappolerebbe abbastanza lubrificante; il contatto lamiera-stampo porterebbe a saldature a freddo e le parti pressate potrebbero essere rifiutate a causa di incisioni sulla superficie.

Tuttavia, su una superficie molto ruvida ci sarebbero troppo poche asperità su cui si può distribuire la pressione di stampaggio e non può essere raggiunto il flusso controllato del metallo nello stampo. Un orientamento casuale delle caratteristiche superficiali è preferibile per migliorare l'aspetto ed è essenziale per assicurare un allungamento uguale in tutte le direzioni.

La rugosità tipica è R_a di 1-1,5 micron con 3-6 picchi /mm.

La tecnica più diffusa per la produzione di tali superfici è quella di laminare in finitura con rulli pallinati in modo casuale.

Più recentemente, i rulli hanno una tessitura superficiale: crateri sono formati in modo predeterminato mediante raggi laser o scariche elettriche.