

MATERIALI DA COSTRUZIONE

Generalità

La scelta dei materiali più opportuni per la costruzione delle apparecchiature dell'industria chimica è guidata dall'esigenza fondamentale di resistere alla sollecitazioni termo-meccaniche e alla corrosione, quasi sempre concomitanti, realizzando al tempo stesso la soluzione economicamente più favorevole.

La selezione dei materiali fondata sulle sole caratteristiche meccaniche e di resistenza alla corrosione conduce spesso a soluzioni alternative.

La scelta deve naturalmente cadere su quella che, nel rispetto assoluto di tutte le esigenze di carattere tecnico, permette la minore spesa complessiva.

Nella valutazione occorre tenere conto dei seguenti fattori:

- ⤴ Costo del materiale grezzo;
- ⤴ Costi di preparazione e di messa in opera;
- ⤴ Costi di mantenimento durante l'esercizio;
- ⤴ Periodo di esercizio previsto;
- ⤴ Periodo di ammortamento del capitale investito e corrispondente tasso.

I *metalli* e le loro *leghe* costituiscono i materiali più largamente impiegati, anche se per applicazioni particolari risultano insostituibili materiali diversi come *refrattari, prodotti ceramici, gomme e resine sintetiche, grafite ecc..* .

Proprietà meccaniche

Per definire il comportamento meccanico di un materiale si eseguono secondo modalità standard delle prove atte a misurare i valori di alcune proprietà fondamentali, quali:

- ⤴ **Resistenza a trazione e a compressione** ⇒ *indica la capacità del materiale di resistere deformatosi a sollecitazioni di trazione o di compressione;*
- ⤴ **Resistenza a fatica** ⇒ *indica la capacità del materiale di resistere a sollecitazioni applicate ripetutamente con periodicità;*
- ⤴ **Durezza** ⇒ *indica la resistenza che il materiale oppone ad una deformazione permanente della sua superficie;*
- ⤴ **Resilienza** ⇒ *indica la capacità del materiale di assorbire energia nel campo elastico, il suo inverso costituisce l'indice di fragilità;*
- ⤴ **Resistenza allo scorrimento viscoso** ⇒ *indica la capacità del materiale di opporsi alle deformazioni conseguenti all'applicazione di una sollecitazione statita prolungata nel tempo.*

Proprietà termiche

Le proprietà di carattere termico che interessano nella scelta dei materiali sono:

- ⤴ **Dilatazione termica**⇒ indica l'incremento lineare o volumetrico conseguente ad un aumento di temperatura;
- ⤴ **Resistenza agli sbalzi termici**⇒ indica la capacità del materiale di resistere alla tensione creata da brusche e sensibili variazioni di temperatura;
- ⤴ **Conducibilità termica**⇒ rappresenta l'attitudine del materiale a trasmettere il calore secondo il meccanismo della conduzione.

Resistenza alla corrosione

La corrosione consiste in una alterazione superficiale del materiale. Essa può essere uniformemente distribuita su tutta la superficie ovvero localizzata in zone particolari.

La sua conseguenza più grave può essere la progressiva riduzione della sezione meccanicamente resistente dei manufatti; in taluni casi, inoltre, risulta assai deleterio anche l'inquinamento delle sostanze con cui il materiale viene in contatto da parte dei prodotti della corrosione.

La corrosione può avere molteplici origini:

- ▲ **Meccanica** ⇒ se dovuta ad urti o sfregamenti superficiali con altri materiali o con parti dello stesso materiale in moto relativo;
- ▲ **Biologica** ⇒ se dovuta all'azione di organismi viventi;
- ▲ **Chimica** ⇒ se il materiale reagisce chimicamente con le sostanze con cui viene in contatto, dando prodotti di reazione facilmente asportabili;
- ▲ **Elettrochimica** ⇒ se la reazione chimica è accompagnata dal passaggio di corrente elettrica.

Le ultime due sono predominanti negli impianti chimici.

Praticamente tutti i materiali sono soggetti alla corrosione, ma l'intensità con cui ciascuno di essi la subisce varia fortemente in dipendenza del particolare ambiente aggressivo.

La temperatura, esaltando le velocità di reazione, favorisce lo sviluppo di fenomeni corrosivi di origine chimica ed elettrochimica.

La determinazione della resistenza che un materiale oppone alla corrosione richiede prove di lunga durata nei diversi ambienti corrosivi e in diverse condizioni di temperatura.

Gli effetti della corrosione possono essere spesso ritardati mediante vari sistemi di protezione:

- ▲ Correzione dell'ambiente mediante l'aggiunta di sostanze inibitrici della corrosione,
- ▲ Copertura della superficie soggetta a corrosione mediante film di materiali dotati di elevata resistenza (*verniciatura, smaltatura, placcatura*)
- ▲ Copertura della superficie soggetta a corrosione con strati molto sottili di metalli nobili (*cromatura, nichelatura, argentatura, doratura*);
- ▲ Protezione catodica con anodo di sacrificio o con generatore di tensione.

Minerali di ferro

Dei numerosissimi minerali di ferro esistenti in natura soltanto pochi vengono impiegati come materia prima per fabbricare **ghisa** e poi **acciaio**.

Dal punto di vista della composizione chimica dei minerali si ha la seguente classificazione:

- ⤴ **Gruppo della magnetite:** (Fe_3O_4) è il minerale a più alto titolo teorico di ferro 72,4%, è magnetite, spesso contiene alti tenori di cromo e titanio.
- ⤴ **Gruppo della limonite:** ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$) contenuto teorico in ferro 52,3 – 66,3 %,
- ⤴ **Gruppo della ematite:** (Fe_2O_3) ha un contenuto teorico in ferro del 70%. È il minerale più importante e più utilizzato,
- ⤴ **Gruppo dei carbonati:** (FeCO_3) contenuto teorico in ferro 48,3%;
- ⤴ **Ceneri di pirite:** minerale polverulento artificiale, residuo dell'arrostimento delle pirite per la fabbricazione dell'acido solforico. Si può considerare di formula Fe_2O_3 .

LEGHE METALLICHE

Le leghe sono soluzioni solide a temperatura ambiente (*eccetto alcune particolari amalgame*), formate da un componente principale che detiene in fase altri componenti metallici o metalloidi.

I costituenti aggiunti possono sussistere in soluzione solida dell'elemento allegante, perciò grazie a similitudini dei raggi atomici possono sostituirsi nel suo reticolo cristallino, oppure, come nel caso di elementi con piccolo raggio (**H, B, C, N,**) possono entrare negli interstizi del reticolo.

I costituenti della lega possono formare anche **composti intermetallici**.

Questi sono classificati in composti *Daltonidi* e *nondaltonidi*, secondo che i rapporti tra gli atomi costituiscono o no una serie di numeri multipli.

Si hanno composti intermetallici nondaltonidi nel caso del *rame* legato con lo *zinco* in (Cu_5Zn_3 , $CuZn_3$) o con lo *stagno* in (Cu_3Sn , Cu_5Sn).

Principali leghe di uso industriale

La Ghisa

La ghisa è ricavata per riduzione dei minerali di ferro con carbone, negli altiforni o nei forni elettrici.

La ghisa consiste in una lega di ferro contenente dal **2 al 4%** \sim (*in forma granitica nelle ghise grigie, in forma di cementite Fe_3C nelle ghise bianche e nelle due forme nelle ghise tratte*).

Gli acciai

Le leghe ferro-cementite contenenti fino a **1,7%** di carbonio si chiamano acciai.

Le materie prime per la fabbricazione degli acciai sono:

▲ *la ghisa, il ferro, rottami di ferro e talvolta i minerali di ferro.*

Il complesso delle operazioni attraverso le quali si opera la trasformazione della ghisa in acciaio si chiama **affinazione**.

Per trasformare la ghisa in acciaio è necessario ridurre i tenori di *C, S, Si, P*; inoltre è necessario eliminare altri elementi non desiderati o impurezze, provenienti dalla ghisa e prodotti durante le prime fasi della trasformazione (*O₂, H₂, inclusioni, ecc...*).

L'affinazione è quindi essenzialmente un processo di purificazione.

Le proprietà degli acciai dipendono dal trattamento termico o meccanico cui sono sottoposti e dalla composizione dei metalli addizionati alla lega.

Acciai al carbonio⇒ sono costituiti essenzialmente da ferro e da carbonio, sono chiamati *acciai comuni*.

Acciai speciali⇒ correttamente si chiamano acciai speciali gli acciai legati, cioè quelli che oltre al carbonio contengono degli elementi in lega capaci di modificare le caratteristiche o chimiche o meccaniche. Così il tenore di carbonio è direttamente legato alla durezza ottenibile dall'acciaio. La resistenza all'ossidazione è conferita dal cromo, il manganese riduce la fragilità a caldo, il nichel aumenta la tenacia, ecc... .

I principali acciai speciali utilizzati nell'industria sono:

- ⤴ **Acciai inossidabili**, per definizione contengono più del **4%** di cromo e sono noti per la loro resistenza all'arrugginimento e all'ossidazione, anche ad alta temperatura mantengono buone proprietà meccaniche.
- ⤴ **Acciai a bassa lega** sono acciai al carbonio **0,7 – 1,2%** temprati per raffreddamento da 800°C in acqua.
- ⤴ **Acciai a media tempra**, contengono **W, Mo, Cr**, sono resistenti, all'usura.
- ⤴ **Acciai rapidi**, contengono alte percentuali di : **W 18%, V 2%, Mo 1-9%, Cr 4%**, alta resistenza al rammollimento alle alte temperature di lavoro.
- ⤴ **Acciai al silicio**, sono impiegati nell'industria elettrica, contengono dallo **0,5 al 5%** di silicio.

LEGHE NON FERROSE

Leghe di Rame

Dopo l'*argento* è il metallo a più alta conducibilità elettrica.

Tenori dell'*1%* di *cadmio* legato al *rame* conferiscono un aumento della resistenza meccanica e all'usura che fa adottare queste leghe per le linee elettriche e telefoniche.

La lega **rame-berillio** , **rame-cobalto-berillio** è adottata per la manifattura di molle e contatti in elettrotecnica, **rame-nichel-silicio** viene anche usata per produrre bulloneria e viteria di alta resistenza.

- ▲ **Ottone** ⇒ lega *rame-zinco* può contenere : *Zn*, ed anche *Fe*, *Sn*, *Mn*.
- ▲ **Bronzo** ⇒ lega *rame-stagno* con l'aggiunta di *Zn* serve per ottenere componenti ad alte prestazioni.

Leghe di Alluminio

Grazie alle caratteristiche di leggerezza l'alluminio viene impiegato in lega con *rame*, *magnesio* e *zinco* (*magnalio*,*electron*,*duralluminio*) nell'industria navale, automobilistica e aerea.

Leghe **Al-Si-Mg** sono utilizzate per serramenti e infissi; **Al-Zn-Mg** hanno doti di resistenza alla corrosione.

Leghe di Magnesio

Il magnesio si lega con **Al, Zn, Cr, Mn**, le leghe di magnesio non possono sopportare la lavorazione plastica a freddo, solo con alluminio è possibile sottoporle a trafilatura a caldo.

Leghe di Nichel

Legato con *rame*, il *nichel* è presente nelle leghe **monel (70% Ni)** aventi notevole resistenza alla corrosione da parte degli agenti chimici, nella **costantana (45% Ni)** usata per resistenze elettriche.

- ⤴ **Hastelloy** ⇒ leghe ad alto contenuto di **Ni 53-62%** contenenti **Fe 6-22%**, oltre a **Cr** e **W**;
- ⤴ **Chromel** ⇒ lega **80% Ni, 20%Cr** ;
- ⤴ **Inconel** ⇒ lega **80% Ni, 14% Cr, 6% Fe.**

MATERIE PLASTICHE

Le materie plastiche consistono essenzialmente di molecole *polimeriche* risultanti dalla ripetizione di una semplice unità chimica (*monomeri*).

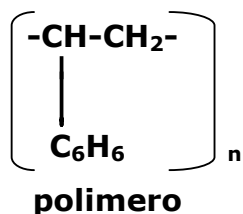
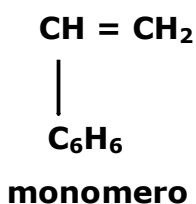
Quando, tale ripetizione è lineare si ha la formazione di lunghe catene; in molti altri casi queste catene possono presentarsi ramificate ed anche formare reticoli tridimensionali.

Il diverso tipo di forma della molecola è uno dei criteri che indirizza verso la scelta di particolari applicazioni.

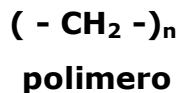
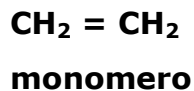
L'unità che si ripete è normalmente molto simile al monomero, la sostanza base da cui il polimero viene preparato, e che, nella maggior parte dei casi, è ricavata da risorse naturali come *petrolio, carbone, gas naturali*

Principali polimeri di interesse per le industrie

^ **Polistirolo** ⇒ usato come isolante elettrico, termico e acustico, il monomero si prepara da *benzene ed etilene*



^ **Polietilene** ⇒ usato come rivestimento isolante per cavi elettrici, tubi, contenitori ecc....



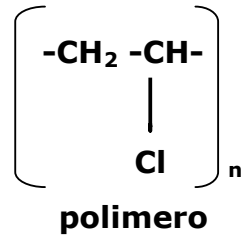
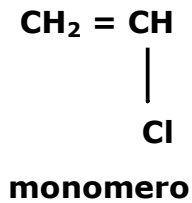
- ⤴ **Polipropilene** ⇒ usato per film, laminate, oggetti stampati di pregiate proprietà meccaniche e dielettriche.



- ⤴ **Politetrafluoroetilene** ⇒ usato nell'industria chimica per guarnizioni, parti di valvole per rivestimenti protettivi ecc.. .In commercio viene chiamato anche: **teflon, fluon, algoflon**.



- ⤴ **Cloruro di polivinile** ⇒ usato per realizzare tubi, lastre, profilati e come materiale di costruzione nell'industria chimica



- ⤴ **Acetato di polivinile, poliacetati, fenoplasti, poliammidi, poliesteri, poliuretani, siliconi, resine epossidiche, gomma naturale, capolimeri del butadiene, neoprene, etil-propilene ecc..** sono altri polimeri di notevole interesse per le industrie.

PRODOTTI CERAMICI

Si intendono per prodotti ceramici quei materiali ottenuti per cottura di sostanze argillose.

Le ceramiche sono di diverso tipo, variano infatti per la porosità e per il colore della pasta, che passa dal *bianco al verde, al grigio, al nero*.

Esse si suddividono in:

Prodotti ceramici a pasta porosa

- ⤴ **Colorata** ⇒ Terracotte (*non rivestite*); Faenza (*con vernice*); Maioliche (*con smalto*);
- ⤴ **Bianche** ⇒ Terraglie (*non rivestite*); Terraglie (*rivestite*);

Prodotti ceramici a pasta compatta

- ⤴ **Colorata** ⇒ Gres(*non rivestite*); Gres (*rivestite*);
- ⤴ **Bianche** ⇒ Porcellane (*non rivestite*); Porcellane (*rivestite*);

La distinzione tra prodotti a *pasta porosa* ed a *pasta compatta* dipende dal grado di cottura.

Laterizi

Si definiscono laterizi, i mattoni e le tegole, costituiti da materiale argilloso cotti aventi un titolo alto di *ferro* (*da cui la colorazione rossa*), e refrattarietà generalmente bassa.

Il ciclo di lavorazione è simile ai materiali ceramici.

I materiali devono resistere all'azione di disgregamento dell'atmosfera ed avere buona resistenza meccanica.

Le cause che ne favoriscono la disgregazione sono:

- ⤴ **Cause fisiche** ⇒ acqua, azione del gelo, azione dell'aria;
- ⤴ **Cause meccaniche** ⇒ compressione, flessione, urto;
- ⤴ **Cause chimiche** ⇒ idratazione della calce e della magnesia con aumento di volume; soluzione dei solfati solubili.

Refrattari

Si definiscono refrattari tutti quei materiali capaci di resistere alle alte temperature senza deformarsi e fondere.

La temperatura minima perché un prodotto venga considerato refrattario corrisponde a **1680°C**.

La preparazione dei refrattari segue grosso modo la tecnica di lavorazione dei prodotti ceramici.

Per essere impiegati come refrattari i materiali devono avere i seguenti requisiti:

- ▲ Resistere ai salti termici a cui sono sottoposti;
- ▲ Resistere senza deformazioni e rammollimenti alla massima temperatura di esercizio;
- ▲ Resistere all'attacco chimico e fisico delle sostanze con le quali vengono a contatto;
- ▲ Porosità minima 5-10% per limitare la penetrazione dei gas caldi.