

Prelievo dell'acciaio dal magazzino

L'operatore riceve dal magazzino il modulo di lancio produzione con indicato:

- ✓ disegno molla;
- ✓ diametro del filo;
- ✓ lunghezza barra;
- ✓ numero di pezzi da produrre;
- ✓ Kg da prelevare;
- ✓ colata;
- ✓ linea di produzione.

A questo modulo è allegato il tabulato di magazzino in cui sono riportate le seguenti indicazioni:

- ✓ codice dell'articolo;
- ✓ descrizione;
- ✓ identificazione;
- ✓ colata;
- ✓ ubicazione;
- ✓ quantità;
- ✓ numero di bolla;
- ✓ data.

Sarà cura dell'operatore prelevare il materiale necessario secondo le tecniche FIFO.

L'operatore di linea bada a togliere il cartellino identificativo del fascio d'acciaio e depositarlo in un'apposita casella; quotidianamente il magazziniere preleva i cartellini identificativi per lo scarico da conto deposito.

Caricamento su caricatore automatico

L'operatore addetto preleva il fascio dal magazzino e lo pone sul caricatore (indicato in figura 2.21 con il numero 2), il quale alimenta automaticamente il forno di riscaldamento.

Marcatura

In considerazione della tipologia e criticità del prodotto la rintracciabilità è un requisito essenziale, infatti, essa assicura che il singolo prodotto sia rintracciabile sino al materiale d'origine che compone il prodotto.

Rendendo necessaria la rintracciabilità esterna, successiva alla spedizione, viene effettuata una marcatura indelebile sul prodotto.

Tale sistema d'identificazione è composto di un codice alfanumerico, riportante, come indicato di seguito:

- ✓ marchio emblematico;
- ✓ codice fornitore (es. A535);
- ✓ giorno:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V

- ✓ mese:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C

- ✓ anno (ultime due cifre; es. 02);
- ✓ turno (1,2,3),
- ✓ lettera che identifica il fornitore della materia prima (acciaio):
 - V-Vertek;
 - A-Allevar;
 - O-Ori Martin;
- ✓ ultimi tre numeri di colata.

Esempio di marcatura:

M	A535	L	3	97	1	O	243
----------	-------------	----------	----------	-----------	----------	----------	------------

Allo scopo di identificare l'origine del sito produttivo, la marcatura indelebile viene differenziata per l'aggiunta della lettera "M" che contraddistingue l'Unità Produttiva di Melfi.

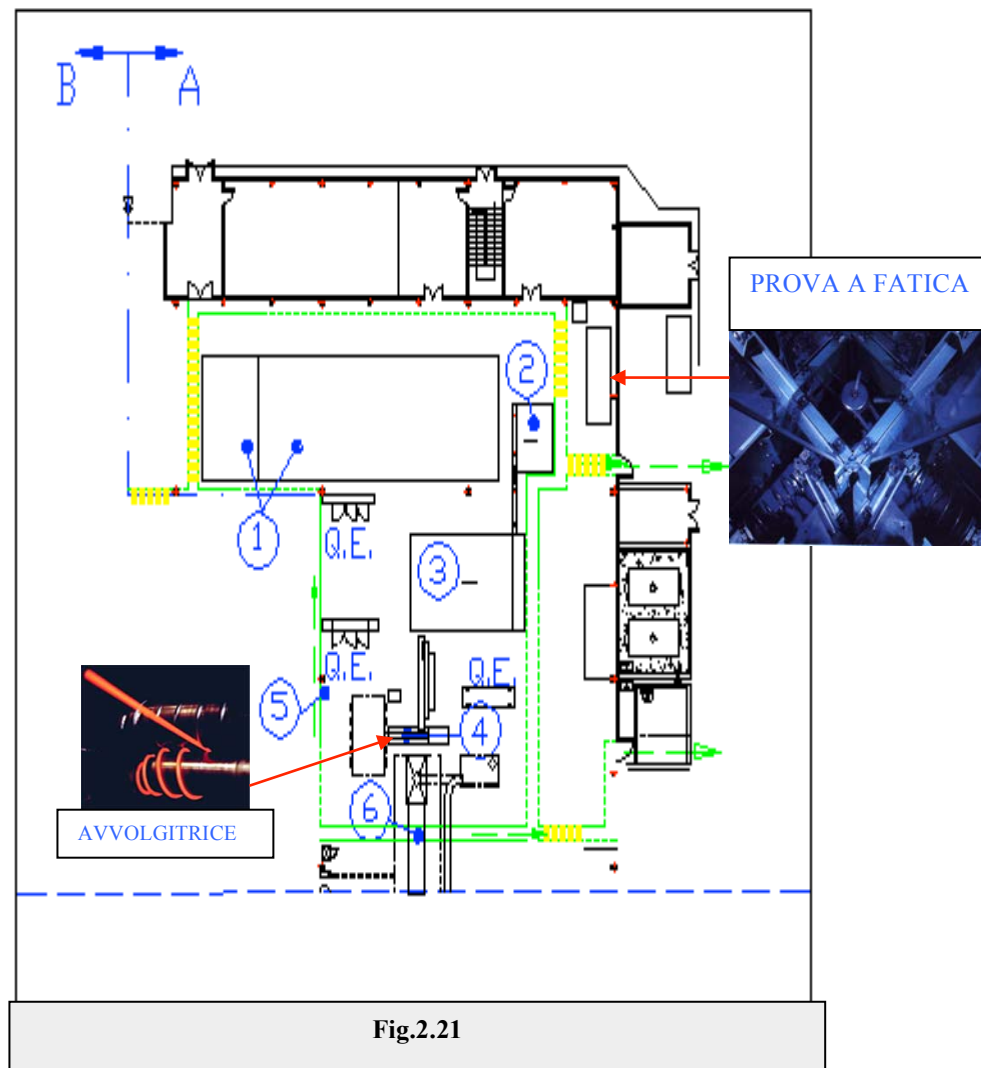


Fig.2.21

Forno di riscaldamento

Con il forno di riscaldamento (n°3 in figura 2.21), iniziano i *trattamenti termici* degli acciai.

Per *trattamento termico* si intende una operazione, o una successione di operazioni, mediante le quali un metallo o una lega metallica vengono assoggettati, al di sotto del punto o dell'intervallo di fusione, in ambiente di natura determinata, a uno o più cicli termici (riscaldamento, permanenza a temperatura e raffreddamento) entro temperature e per durate e velocità di variazione della temperatura prefissate, nell'intento di impartire loro determinate proprietà.

Il forno è a movimentazione meccanica con vite senza fine (coclee) che portano in avanti la barra.

Il riscaldamento avviene per irraggiamento e quindi per emissione d'onde elettromagnetiche da parte della sorgente. Tale tipologia di riscaldamento è preferita al riscaldamento a fiamma

libera per evitare la decarburazione, in quanto affinché possa avvenire la combustione c'è bisogno del comburente ossigeno; l'ossigeno presente nel forno, non sarà tutto utilizzato per la combustione, il restante porterà la decarburazione. Per evitare quest'inconveniente si preferisce utilizzare un forno ad atmosfera controllata; il riscaldamento avviene utilizzando tubi radianti alimentati da 12 bruciatori controllati da PLC.

La decarburazione è un processo consistente nell'eliminare del carbonio dalle leghe di ferro; tutto ciò è un effetto indesiderato essendo l'acciaio una lega ferro-carbonio. Nell'industria tale processo è utilizzato per passare dalla ghisa ai vari "ferri" ed "acciai ad uso industriale".

Lo scopo del riscaldamento è riassunto nei seguenti due punti:

- ✓ permettere una maggiore lavorabilità del pezzo;
- ✓ passare da una struttura *perlitica/ferritica* ad una *austenitica*.

La maggiore lavorabilità del pezzo è necessaria per permettere l'avvolgimento sul mandrino.

La struttura di partenza dell'acciaio proveniente dall'acciaieria è di tipo perlitica/ferritica e quindi costituita di laminette parallele delle fasi ferrite- α e cementite, dove la ferrite- α è una soluzione solida interstiziale di carbonio nel ferro CCC. A seguito del riscaldamento, si ottiene austenite, in altre parole una soluzione solida interstiziale di carbonio nel ferro CFC.

Le temperature raggiunte in questo primo riscaldamento sono comprese tra i 900-940°C definiti in funzione del diametro e della lunghezza del tondino d'acciaio; il riscaldamento è necessario per portare la struttura dello stesso ad *austenite omogenea*.

Il riscaldamento deve essere il più possibile uniforme, e quindi lento, in modo tale da eliminare, o almeno ridurre al minimo, le differenze di temperatura tra zone superficiali e cuore del pezzo, tra sezioni piccole e grosse, perché la diversa dilatazione delle zone a temperatura diversa sarebbe causa di tensioni, distorsioni o anche rotture; non solo, ma l'ingresso non contemporaneo delle diverse zone del pezzo in campo austenitico -col passaggio dal reticolo cubico a corpo centrato del ferro α (cella elementare formata da 9 atomi) a quello cubico a facce centrate del ferro γ (cella elementare formata da 14 atomi)-provoca una forte, improvvisa contrazione non uniforme nelle varie parti del pezzo con conseguenti maggiori pericoli di deformazioni e rotture. La temperatura di austenizzazione e il tempo di permanenza a detta temperatura dipendono dal tipo di acciaio; devono comunque essere in grado da consentire la solubilizzazione, non totale ma quasi, della cementite e, eventualmente, di altri carburi e di carburi complessi. La solubilizzazione totale di tutti i carburi non è in generale conveniente perché i residui indisciolti divengono, nel successivo raffreddamento e trasformazione γ - α , germi di ricristallizzazione. Il tempo di mantenimento

alla temperatura di austenizzazione è di 15 minuti ogni 25 mm di spessore; una durata maggiore produrrebbe fragilità.

Un fenomeno da evitare, è dovuto alla presenza di dislocazioni che provocano una migrazione degli atomi di carbonio verso le zone periferiche del pezzo indebolendolo.

Avvolgitrice



Fig.2.22

La macchina avvolgitrice, rappresentata in figura 2.22 (indicata con il n°4 in figura 2.21), ha il compito di accogliere la barra d'acciaio incandescente fuoriuscita dal forno di riscaldamento e avvolgerla su di un *mandrino* oppure su di una *patrona*.

*Barra d'acciaio
incandescente*



Molla

Questa fase di produzione conferisce alla molla le caratteristiche geometriche richieste dal committente mediante deformazione plastica a caldo.

Il *mandrino*, Fig.2.10.1, è un rullo che ha il compito di accogliere la barra incandescente e di avvolgerla su di esso. Le caratteristiche richieste dal committente sono conferite da un *guida rullo* che guida la barra in modo che la molla avvolta sia conforme alle richieste. Essendo una macchina a controllo numerico, il guida rullo è guidato da un software che viene anticipatamente programmato con i valori delle caratteristiche che dovrà avere la molla.

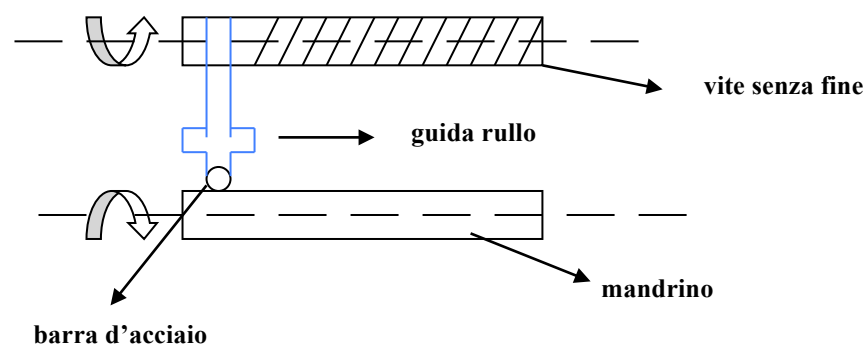


Fig.2.10.1
Macchina avvolgitrice con mandrino

I dati richiesti dalla macchina a controllo numerico sono i seguenti:

- giri;
- passo;
- cumulata giri;
- cumulata passo.

In fase progettuale si definiscono le caratteristiche geometriche della molla che dovrà essere realizzata; il passo tra una spira e quella successiva o la distanza tra due punti appartenenti alla spira, lo si definisce come quella distanza in senso orizzontale che si deve spostare il guida rullo dopo aver eseguito un certo angolo che dovrà essere opportunamente tradotto alla macchina e quindi al software in termini di giri della vite senza fine. Per far in modo che anche l'estremità finale della barra d'acciaio venga avvolta seguendo delle specifiche di progetto è posto un ulteriore rullo che esegue proprio questa funzione.

La *patrona*, Fig.2.10.2, è un rullo sul quale vengono praticate, mediante lavorazione di tornitura, delle scanalature in grado di guidare la barra incandescente durante l'avvolgimento. Per poter al meglio raffigurare la patrona, dovremmo immaginarla come se fosse il negativo della molla che vorremmo realizzare.

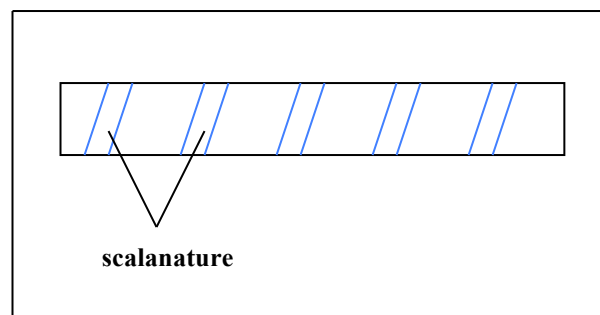


Fig.2.10.2
Macchina avvolgitrice
con patrona

La patrona, oggi giorno è stata sostituita del tutto o quasi dalle macchine a controllo numerico in quanto richiede:

- maggiori costi;

- bassa praticità;
- maggiore usura.

I maggiori costi, sono dovuti principalmente alla lavorazione di tornitura alla quale il rullo deve essere sottoposto per eseguire la scalanatura; la bassa praticità è soprattutto dovuta all'impossibilità di variare istantaneamente alcuni parametri geometrici della stessa, senza ricorrere ad ulteriori lavorazioni di tornitura, per poter trovare la soluzione migliore al raggiungimento dell'obiettivo definito dal progetto, cosa semplice da eseguire con una macchina a controllo numerico in quanto è sufficiente impostare diversi dati di ingresso.

La patrona, oggi, trova sporadiche applicazioni legate soprattutto alle produzioni di particolari molle le quali caratteristiche geometriche sono di difficile implementazione su di una macchina a controllo numerico.

Sia l'utilizzo della patrona che del mandrino, prevedono una fase preventiva di raccolta di dati.

Le fasi tecnologiche dell'avvolgimento

Per poter al meglio rappresentare il primo processo di formatura della molla, si ritiene opportuno porre di seguito la sequenza di immagini che portano all'avvolgimento della barra a partire dal momento in cui essa fuoriesce dal forno di riscaldamento.



Fig.2.10.3

La barra incandescente fuoriesce dal forno di riscaldamento ed è immessa sul nastro trasportatore.



Fig.2.10.4

La barra incandescente trasportata verso la macchina avvolgitrice.



Fig.2.10.5

La barra incandescente è raccolta dal mandrino posto in rotazione.



Fig.2.10.6

La barra incandescente è guidata dal "guida rullo" che conferisce alla molla il passo tra una spira e quella successiva.



Fig.2.10.7

Stato d'avanzamento della barra incandescente durante l'avvolgimento.



Fig.2.10.8

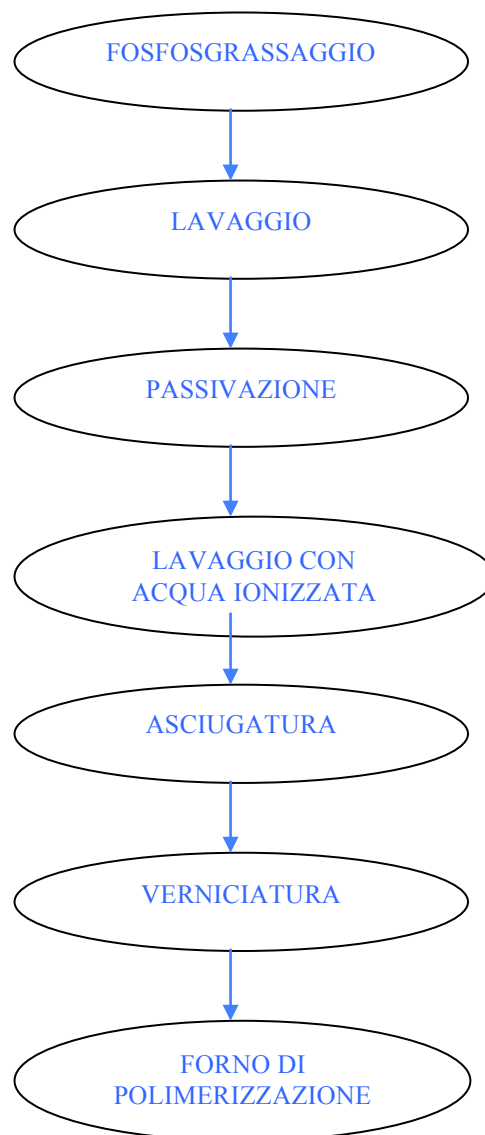
La barra incandescente è stata completamente avvolta e si è così realizzata la molla elicoidale.



Fig.2.10.9

Il mandrino si ritira per permettere ad un braccio meccanico di far proseguire la molla nei processi successivi della produzione.

Ciclo di verniciatura



Il fosfosgrassaggio, rappresenta un pretrattamento della superficie del manufatto affinché possa ricevere il rivestimento a polvere.

Negli anni recenti l'industria delle vernici, per problematiche legate all'ecologia ambientale e alla sicurezza sul lavoro, è stata sottoposta a considerevoli pressioni per produrre vernici esenti o a basso contenuto di solventi. Tra i numerosi processi emersi, l'applicazione di vernici in forma solida (polveri) è una tecnologia di finitura oggi all'avanguardia.

Esistono diversi cicli di pretrattamento, a seconda delle esigenze finali del manufatto; nell'impianto industriale di Melfi viene utilizzato il fosfosgrassaggio (fosfato di Fe).

Le fosfatazioni ai sali di ferro, sono largamente le più impiegate per la facilità della conduzione e il minor numero di stadi; infatti il ciclo di pretrattamento si compone di tre stadi:

1. fosfosgrassaggio;
2. lavaggio con sola acqua industriale per eliminare i residui dovuti al fosfosgrassaggio;
3. lavaggio con acqua deionizzata, utilizzata per liberare la superficie da ogni impurità.

Sono presenti sulla linea di produzione due vasche contenenti due soluzioni fosfanti una più concentrata dell'altra.

La chimica della fosfatazione al ferro, a differenza d'altre tipologie di pretrattamento, quali fosfatazione allo zinco e fosfatazione tricationica, permette di combinare in un unico stadio le fasi di sgrassaggio e fosfatazione realizzando così un'ottimizzazione economica e impiantistica.

Questo ciclo presenta limitate caratteristiche in termini di resistenza alla corrosione e alle penetrazioni sottopellicolari, ma migliora l'adesione del sub-strato verniciato.

A seguito del lavaggio con acqua deionizzata, si esegue la fase di passivazione (ecologica/cromica C3), che rappresenta uno stadio di finitura atto a migliorare ulteriormente le caratteristiche di corrosione e adesione delle fosfatazione. La sigla C3, indica la concentrazione di cromo nella soluzione passivante e in funzione della stessa la si può considerare ecologica/non ecologica. Ciascuno stadio del pretrattamento è condizionato, mantenuto e controllato da parametri fondamentali quali:

- temperatura;
- titolazione (concentrazione della soluzione);
- acidità della soluzione (PH);
- conducibilità della soluzione.

Alla fase di passivazione, segue l'asciugatura;

il forno di asciugatura (indicato in figura 2.49 con il n°15), lungo 10 m e costituito da 1 bruciatore e 4 ventole necessarie al ricircolo dell'aria calda, riveste il compito di riscaldare l'ambiente contenente il manufatto, raggiungendo temperature di 120°C, asciugando il pezzo.

Una volta asciugato il pezzo segue la fase di verniciatura (indicata in figura 2.57 con il n°16).

La verniciatura viene eseguita mediante un sistema di pistole triboelettriche che presenta le seguenti caratteristiche:

1. le pistole caricano positivamente le particelle di polvere tramite l'attraversamento della pistola stessa e quindi per frizione (sfregamento); la linea presenta un collegamento di messa a terra permettendo così alla polveri di vernice di attecchirsi sulla superficie della molla in

maniera uniforme. La presenza di un misuratore elettro-potenziiale permette di controllare la quantità di vernice in polvere da inviare al pezzo nel seguente modo: elevate differenze di potenziale corrispondono ad elevate quantità di vernice in polvere da depositare;

2. maggiore uniformità di spessore;
3. basse portate;
4. maggiore usura della macchina.

Le polveri utilizzate per la verniciatura sono di tipo epossipoliesteri. Tali polveri sono degli ibridi caratterizzati da buone resistenze agli agenti chimici, ottime caratteristiche meccaniche, discreta stabilità alla luce, presentano inoltre ottime caratteristiche a spruzzo elettrostatico mostrando buona penetrazione negli angoli e nelle parti scatolate.

Il forno di polimerizzazione (indicato in piantina con in n°17), ha il compito di realizzare un reticolo delle particelle di polveri di vernice formando una patina omogenea sulla superficie della molla attraverso le seguenti fasi (Fig.2.61):

- fusione delle particelle;
- dilatazione delle particelle;
- creazione di un “gel” omogeneo con consecutiva formazione del reticolo;
- raffreddamento.

A valle del forno di polimerizzazione, si eseguono due prove:

1. prova in nebbia salina: il manufatto è posto a contatto con una soluzione di vapor acqueo e sali che aggrediscono la superficie;
2. prova di scalfittura: il manufatto è scalfito da un oggetto più duro verificando di conseguenza la tenuta elastica dello strato di vernice;

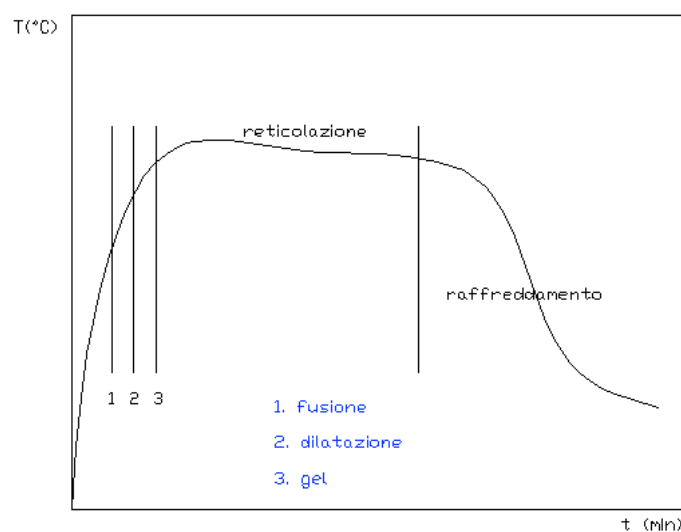


Fig.2.61