

VIDEO

Corso stampaggio ad iniezione

Corso di stampaggio
ad iniezione

3° Livello

per materiali termoplastici

Ing. Franco Adessa

DVD n. 1

per
materiali termoplastici

Corso di 3° livello

Anno 2012

VIDEO CORSO DI STAMPAGGIO AD INIEZIONE per materiali termoplastici

Questo **Corso di 3° livello** è rivolto a responsabili di produzione, capi reparto, capi turno, attrezzisti con alcuni anni di esperienza di stampaggio, ed ha come obiettivo principale la formazione e l'addestramento mirati all'**ottimizzazione del programma stampo** sulla pressa.

La caratteristica principale del Corso è la sua impostazione scientifica con la quale si trasmettono definizioni, scopi, criteri e sequenze di ottimizzazione. Inoltre, durante l'esposizione degli argomenti, si presentano le principali formule con le quali si possono effettuare scelte di produzione, oppure calcolare parametri di stampaggio. In questo livello di Corso, però, si è cercato di fornire le formule più importanti in una versione pratica, sotto forma di tabulato o in altri modi semplificati, per renderle accessibili e utilizzabili anche agli attrezzisti, durante lo svolgimento della loro attività sulla macchina.

Questo Corso costituisce la base comune per due altri Corsi di livello più elevato:

1. **Corso per Responsabili di produzione** per il calcolo di tutti i parametri del programma stampo;
2. **Corso per progettisti stampo**, per il calcolo dei dimensionamenti cavità stampo, in modo da consentire uno stampaggio ottimale all'interno della "finestra di stampaggio".

Indice

Presentazione

Stampaggio, qualità e profitto

Materiali

Gruppo chiusura

Plastificazione

Iniezione

Grafici d'iniezione

Modifiche allo stampo

Raffreddamento

Problematiche di stampaggio

Difetti sul pezzo

Dati tecnici sulla pressa

Analisi programma

Ottimizzazione programma

Verifiche sulla pressa

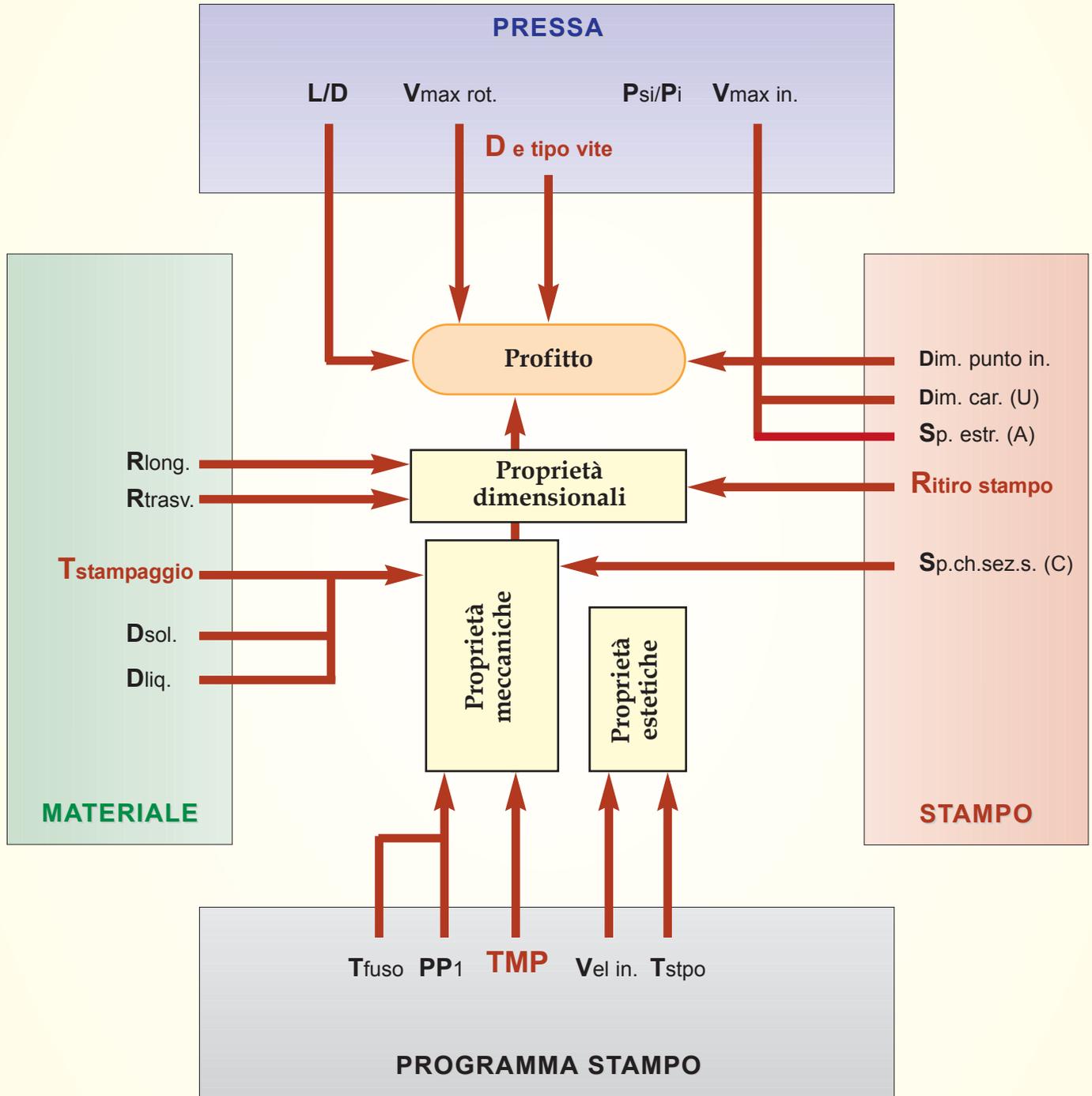
Trasferimento programma

1

2

2. Stampaggio, qualità e profitto

Lo schema illustra i **20 dati fondamentali**, associati a pressa, stampo, materiale e programma stampo, e le loro relazioni con la **qualità** e il **profitto**.



Il Corso inizia con la presentazione dei **4 elementi** dello stampaggio ad iniezione: **stampo, materiale, pressa, programma stampo**

e illustra le relazioni esistenti tra i **5 dati fondamentali** di ciascuno di questi elementi con le **proprietà estetiche, meccaniche e dimensionali pezzo** e col **profitto**.

Questa visione completa e interattiva dei 4 elementi dello stampaggio e la sua impostazione scientifica costituiscono la caratteristica principale nello svolgimento del corso.

3. Materiali

- Le due categorie dei materiali termoplastici: Amorfi e Semi-cristallini;
- Comportamento al riscaldamento e al raffreddamento degli Amorfi e Semi-cristallini;
- Le proprietà degli Amorfi e dei Semi-cristallini;
- La vite e il ciclo di stampaggio degli Amorfi (viti proprie per Amorfi);
- La vite e il ciclo di stampaggio dei Semi-cristallini (viti proprie per Semi-cristallini);
- Le temperature caratteristiche dei termoplastici nello stampaggio a iniezione;
- La **Densità solida** e **Densità liquida** e il loro utilizzo;
- Il dato più importante del materiale: la **Temperatura di stampaggio**;
- La **Temperatura dello stampo**: come determinarla e come ottimizzarla;
- La **Temperatura di estrazione del pezzo**: la sua importanza nel tempo di raffreddamento;
- I **Ritiri del materiale** e la determinazione del ritiro ideale sullo stampo;
- Confronto tra i Ritiri materiale e il Ritiro adottato sullo stampo;
- Le due postpressioni limite del materiale nello stampaggio;
- La Velocità massima periferica del materiale e della vite;
- La Velocità massima di avanzamento del fronte della plastica in impronta;
- La velocità di cristallizzazione dei Semi-cristallini;
- Il Tempo massimo di permanenza del materiale nel gruppo cilindro-vite;
- I dati minimi di stampaggio del materiale da richiedere al fornitore;
- Analisi di alcune schede tecniche materiale;
- La Tabella dei materiali Amorfi con i dati principali di stampaggio.
- La Tabella dei materiali Semi-cristallini con i dati principali di stampaggio.

Esempio della pagina del Vademecum che illustra la Tabella dei materiali Amorfi.

1.3. TABELLA MATERIALI AMORFI (dati tecnici principali)

Codice	Mater.	Nome commerciale	Dens. sol. (g/cm³)	Dens. liq. (g/cm³)	Dsol-Dliq. (%)	Rit. long. (%)	Rit. trsv. (%)	TA min. (°C)	TA cons. (°C)	TA max. (°C)	Tspo cons. (°C)	Tstr pzo (°C)
	ABS tutti tipi		1,04	0,88	15	0,4	0,7	240	240	250	70	95
	ABS rit. flam.		1,04	0,88	15	0,4	0,7	220	230	240	70	95
	ABS (visc. <<)		1,04	0,88	15	0,4	0,7	200	210	220	70	95
	PS		1,06	0,91	14	0,5	0,3	210	220	230	40	80
	HI-PS		1,08	0,91	16	0,5	0,5	210	220	230	40	85
	SAN		1,07	0,8	25	0,5	0,5	220	240	270	70	85
	CA		1,28	1,02	20	0,6	0,7	190	220	240	40	80
	CAB		1,18	0,97	18	0,5	0,6	190	220	240	40	80
	CP		1,22	1,04	15	0,5	0,5	210	230	240	40	80
	PMMA		1,18	0,94	20	0,2	0,5	220	230	270	60	85
	PPO		1,06	0,94	11	0,6	0,8	250	280	300	80	140
	PPE		1,06	0,94	11	0,6	0,8	240	280	340	80	128
	PPS Ryton		1,98	1,78	10	0,25	0,55	305	330	340	<90	204
	PPS		1,3	1,1	15	0,7	0,7	320	330	350	60	204
	PC		1,2	0,97	19	0,6	0,6	280	290	320	80	105
	TMBRA PC		1,2	0,96	19	0,6	0,6	280	300	320	80	105
	PVCr		1,34	1,12	16	0,4	1,5	170	180	190	30	70
	PVCp		1,3	1,12	14	0,4	1,5	170	180	190	30	70
	PVCm		0,9	0,8	11	0,4	1,5	170	180	190	30	70

Mater.	PP1 min. (bar)	PP1 max. (bar)	Vper. max. (m/s)	Vper. reale (m/s)	Vel. av.fr. (m/s)	Vel. crist. (mm)	D.Tp (°C)	Tingr vite (°C)	Pres. Tem. (°C)	Pres. T.po (h)	Mac. max. (%)	Calore plast. (Kcal/Kg)	Tpmv TAO (min)	Tr. Den A
ABS tutti tipi	350	550	0,3	0,42	24	-	30	80	90	2	30	100	5	1,30
ABS rit. flam.	350	550	0,3	0,42	22	-	30	70	90	2	30	100	6	1,30
ABS (visc. <<)	350	500	0,3	0,42	20	-	30	70	90	2	30	100	7	1,30
PS	400	600	0,6	0,84	24	-	30	30	70	2	30	100	8	1,29
HI-PS	350	550	0,5	0,7	22	-	30	80	70	2	30	100	8	1,26
SAN	400	550	0,3	0,42	22	-	30	80	80	2	30	100	3,5	1,28
CA	350	550	0,3	0,42	20	-	30	80	70	2	20	108	8	1,06
CAB	350	550	0,3	0,42	20	-	30	80	70	2	20	108	8	1,10
CP	350	550	0,3	0,42	20	-	30	80	70	2	20	108	8	1,00
PMMA	350	550	0,3	0,42	25	-	30	90	75	3	20	95	6	1,02
PPO	350	550	0,3	0,42	20	-	30	90	100	2	20	140	12	0,87
PPE	600	770	0,3	0,42	20	-	30	90	100	2	20	150	10	1,53
PPS Ryton	400	600	0,5	0,7	15	-	30	150	150	5	20	160	60	0,56
PPS	300	700	0,5	0,7	22	-	30	110	150	6	20	155	60	1,64
PC	350	550	0,3	0,42	20	-	30	110	120	4	20	108	6	1,47
TMBRA PC	350	550	0,3	0,42	20	-	30	110	120	4	20	108	6	1,8
PVCr	500	700	0,2	0,42	15	-	30	30	-	-	10	50	30	1,30
PVCp	350	500	0,4	0,56	20	-	30	30	-	-	10	70	30	0,63 1,26
PVCm	350	500	0,4	0,56	18	-	30	30	-	-	10	70	30	1,8

4. Gruppo chiusura

I gruppi chiusura delle presse a ginocchiera, a pistone e hydroblock;
Vantaggi e svantaggi dei diversi gruppi chiusura;
I parametri del gruppo chiusura a ginocchiera, a pistone e hydroblock;
Le forze idraulica, meccanica ed elastica applicata allo stampo;

La forza di chiusura stampo è un parametro da ottimizzare;

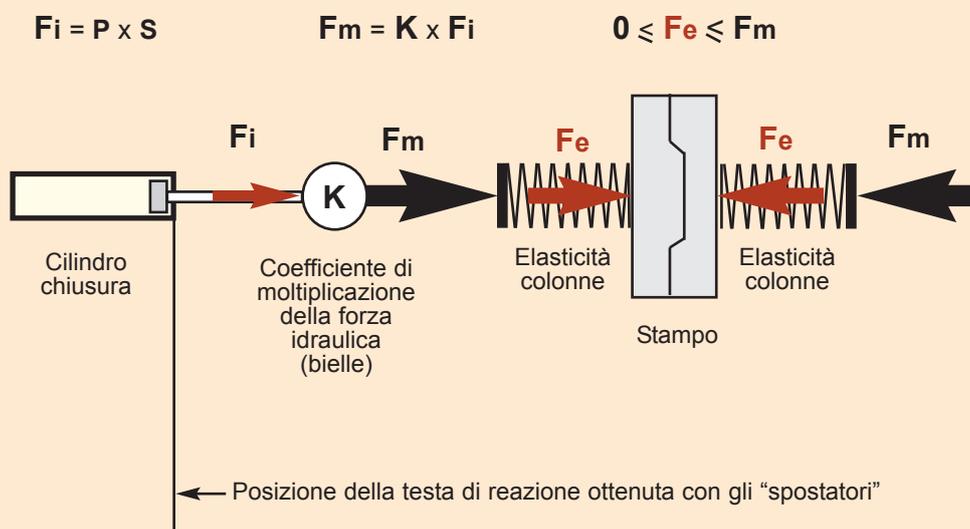
Criterio di ottimizzazione della forza chiusura stampo;
Determinazione del valore della forza di chiusura stampo sui vari tipi di pressa;
Problemi per produzioni successive, in mancanza del valore della forza di chiusura ottimizzata;
La forza di chiusura ottimale e la sua influenza su qualità e profitto;
La determinazione della pressione media in cavità stampo;

La corsa chiusura/apertura: chiusura-blocco-sblocco-apertura;
La Quota Alta Pressione (ginocchiera): significato e ricerca pratica;
La regolazione della Quota Alta Pressione (ginocchiera);

I parametri di chiusura e apertura: finalità e ottimizzazione;
Ottimizzazione dei parametri chiusura/apertura per un migliore tempo di ciclo;
Il ciclo salva-stampo: sua influenza sulla sicurezza stampo e sul tempo di ciclo;
Ottimizzazione pratica del ciclo salva-stampo;
Esempi pratici di ottimizzazione parametri chiusura/apertura e ciclo salva-stampi;
Il ciclo estrattore centrale: sua influenza sulla qualità e tempo di ciclo;
La lubrificazione centralizzata del Gruppo chiusura;

Analisi delle schermate: Chiusura/apertura, Estrazione centrale.

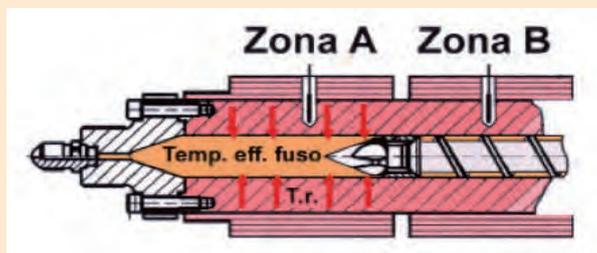
Schema delle forze in gioco nel gruppo chiusura a ginocchiera



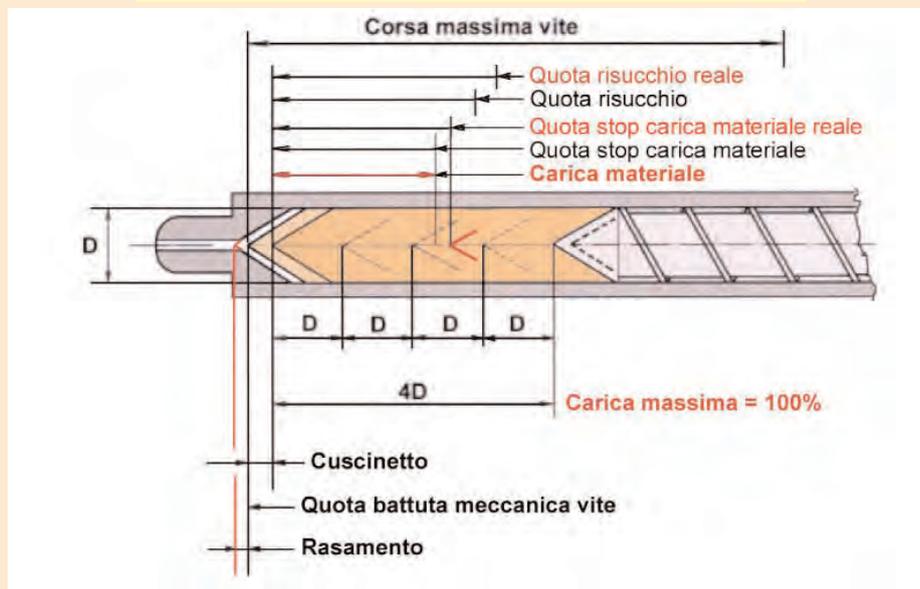
5. Plastificazione

- Parametri di plastificazione: definizioni, criteri d'ottimizzazione e sequenza d'impostazione;
 - Temperatura di stampaggio: valore e determinazione pratica sulla pressa;
 - Carica materiale: definizione e determinazione del suo valore;
 - La formula per il calcolo della carica materiale e le variabili in gioco;
 - Cuscino: sua funzione e criterio di ottimizzazione;
 - Corsa massima, carica massima e carica percentuale;
 - Determinazione del profilo di temperatura zone cilindro e relazioni con la carica materiale;
 - Velocità rotazione vite: sua relazione con la temperatura di stampaggio;
 - La Velocità periferica della vite e la plastificazione del materiale;
 - L'energia termica trasmessa al materiale dal motore e dalle resistenze;
 - Un esempio di calcolo dell'energia totale trasmessa al materiale;
 - Contropressione: definizione, scopo e criterio di ottimizzazione pratica;
 - Risucchio: definizioni, scopi e impostazioni;
 - La curva di degradazione del materiale;
 - Il tempo di permanenza del materiale nella vite e la formula di calcolo;
 - Ottimizzazione pratica della temperatura di stampaggio;
 - Ottimizzazione pratica della velocità rotazione vite;
 - Ottimizzazione pratica della contropressione;
 - Ottimizzazione pratica del risucchio
- Analisi delle schermate: Temperature, Trafila.

Determinazione della temperatura di stampaggio sulla pressa



I parametri fondamentali della carica materiale



6. Iniezione

I parametri d'iniezione: definizioni, criteri d'ottimizzazione e sequenza d'impostazione;

Verifica della Temperatura di stampaggio e della Temperatura stampo;

Riempimento e mantenimento: controllo di velocità e controllo di pressione;

La commutazione: il suo significato sui parametri velocità e pressione;

Quota di commutazione: sua fondamentale importanza per lo stampaggio;

Formula di calcolo della Quota di commutazione e sua ottimizzazione pratica;

Velocità d'iniezione e portata d'iniezione: l'importanza di questo parametro;

Il calcolo della portata massima d'iniezione in impronta e della portata totale;

Esempi di calcolo della portata massima con una o più impronte e con uno o più flussi di riempimento;

Il profilo di velocità in impronta: criterio di determinazione;

Impostazione parametri velocità e pressione in riempimento;

Mantenimento: lo scopo fondamentale è fare la densità solida del pezzo;

Il Mantenimento dei Semi-cristallini: a pressione costante, cioè, una sola pressione costante;

Il Mantenimento degli Amorfi: a volume costante; profilo decrescente di pressione;

Mantenimento e impaccamento degli Amorfi in cavità stampo;

Il Tempo di mantenimento in pressione (TMP) e la regolazione della densità del pezzo;

Determinazione del TMP teorico per i Semi-cristallini - criteri di calcolo;

Determinazione del TMP teorico per gli Amorfi - criteri di calcolo;

Ricerca del TMP economico e le prove di peso stampata;

La "finestra di stampaggio": i 5 parametri fondamentali e le condizioni ottimali dello stampaggio;

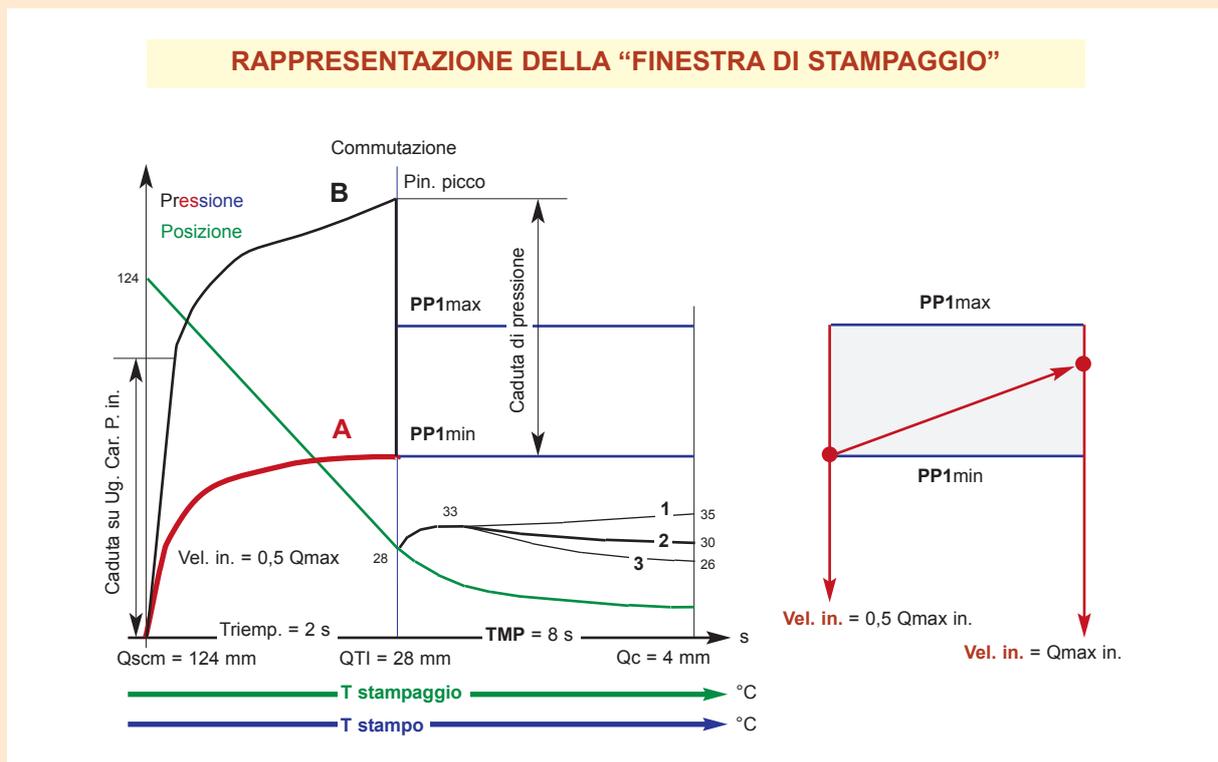
Dimensioni del punto d'iniezione e loro influenza sulla "finestra di stampaggio";

Dimensioni dei canali e della carota e loro influenza sulla "finestra di stampaggio";

Dimensioni dell'ugello e loro influenza sulla "finestra di stampaggio";

Analisi delle schermate: Iniezione, Tempi di ciclo pressa.

Esempio della pagina del Vademecum che illustra la "finestra di stampaggio".



7. Grafici d'iniezione

Grafici d'iniezione: l'importanza dei grafici per la comprensione del processo di stampaggio;

I grafici di posizione, pressione e velocità;

Analisi delle curve dei grafici per la comprensione dei problemi di stampaggio;

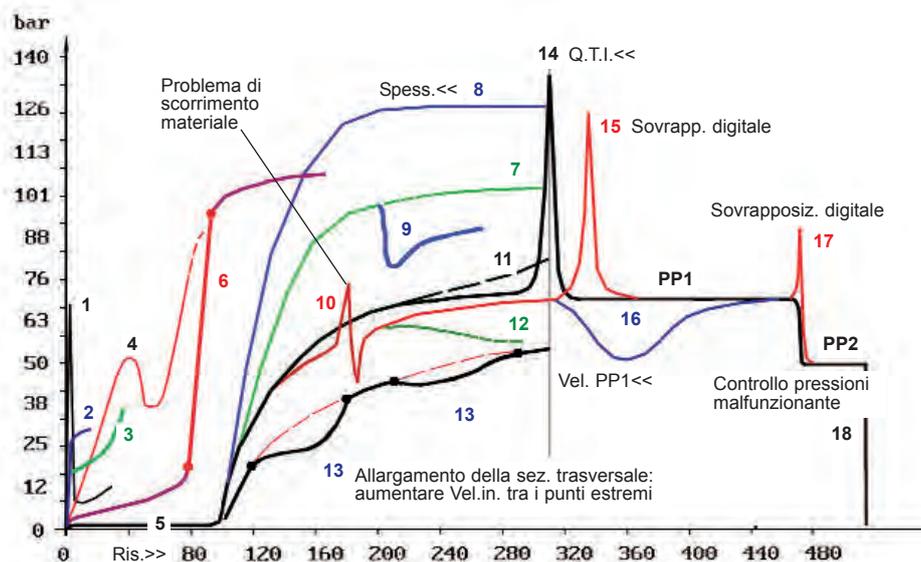
Grafico di pressione: il "volto" del processo di stampaggio;

Le forme "ottimali" dei tre grafici che rappresentano le condizioni ottimali dello stampaggio;

Esercitazioni pratiche sulla comprensione delle forme e irregolarità delle curve dei grafici.

Esempio della pagina del Vademecum che illustra le cause di ogni forma del grafico di pressione.

6.2. ANALISI DEL GRAFICO DI PRESSIONE



1. **Press. inizio molto alta:** con PC e PMMA, formazione di un velo di materiale davanti all'ugello, con slitta non accostata e fuori uscita materiale.
2. **Gradino di press. iniziale:** ugello troppo stretto (anche D minore carota?).
3. **Valore di press. iniziale:** non viene usato il risucchio.
4. **Picco di press. in fase iniziale:** indurimento materiale all'ugello (tappo).
5. **Pressione 0 iniziale:** la "quota stop risucchio reale" è troppo elevata.
6. **Rampa di pressione:** indica che il Punto d'iniezione è troppo stretto.
7. **Press. iniez. oltre la PP1:** cause: Temper. di stampaggio e/o Temper. stampo troppo basse, oppure Velocità d'iniezione troppo elevata.
8. **Press. molto elevate:** spessori sottili (1-1,5 mm) e percorsi riemp. elevati.
9. **Flessione di pressione:** riduzione a gradino della velocità d'iniezione.
10. **Gravi irregolarità di press.:** problemi gravi nello scorrimento materiale.
11. **Crescita pressione prima commutazione:** manca rallentamento finale.
12. **Abbassamento pressione:** la velocità d'iniez. diminuisce gradualmente.
13. **Sacche di perdita di pressione:** la sezione trasversale è aumentata: si deve aumentare la velocità d'iniezione tra i punti estremi delle sacche.
14. **Crescita o picco prima della commutazione:** la Q.T.I. è troppo bassa.
15. **Picco dopo la commutazione:** la causa è il sistema digitale pressioni.
16. **Calo di pressione dopo la commutazione:** la causa è il valore di "velocità di postpressione" impostato troppo basso.
17. **Picco al cambio di pressione da PP1 a PP2:** sistema digitale pressioni.
18. **Valori di postpressione non corrispondenti alle impostazioni:** la causa è un funzionamento non corretto del sistema di controllo delle pressioni.

8. Modifiche allo stampo

Determinazione della riduzione delle cadute di pressione per stampare nella “finestra di stampaggio”;
 Riduzione della caduta di pressione al punto d’iniezione;
 Riduzione della caduta di pressione sui canali;
 Riduzione della caduta di pressione sulla carota;
 Riduzione della caduta di pressione sull’ugello pressa;
 Calcoli per le modifiche da apportare ad ogni passaggio materiale per ottimizzare lo stampaggio.
 Esempi di calcolo relativi a casi pratici della produzione.

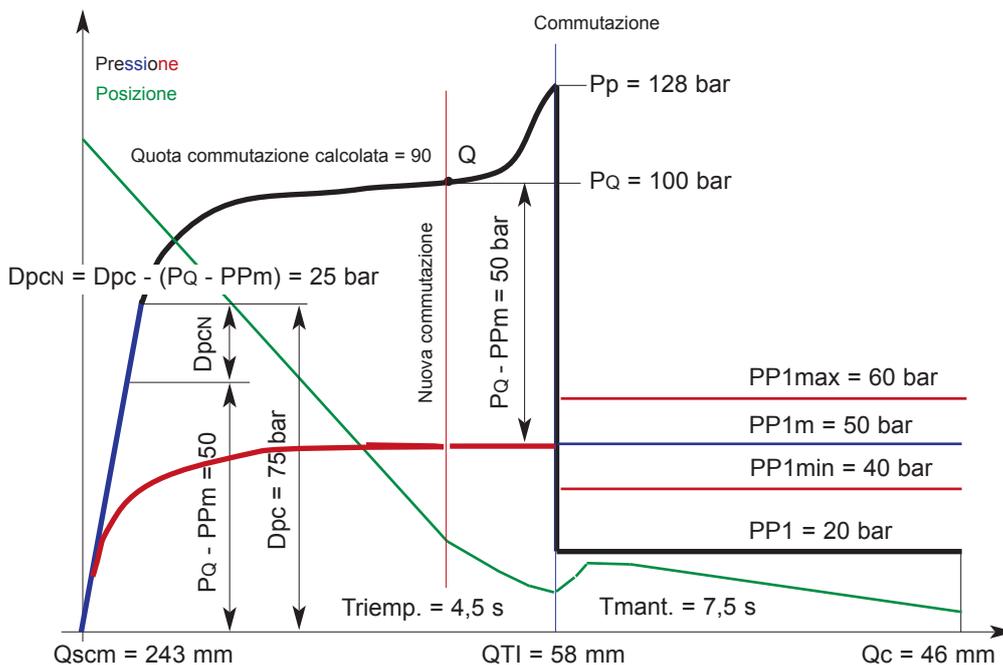
Esempio della pagina del Vademecum che mostra il calcolo di modifica di un punto d’iniezione circolare.

10.8. MODIFICA DEL PUNTO D’INIEZIONE CIRCOLARE

RMP 280
 D = 60
 Psi/Pi = 12
 Vmax rot. = 0,75 m/s
 Qmax in. = 298 cm³/s

Materiale = PA66
 PP1min = 500 bar
 PP1max = 700 bar
 Ds-DL% = 17

1 Punto iniez. circolare
 D = 1,6 mm
 L = 1,4 mm



$$R_N = D_{pcN} / D_{pc} = 25 / 75 = 0,33$$

$$D_{NO} = \text{Radice quarta } ((D^4 \times L_0) / (L \times R_N)) = 1,77 \text{ mm}$$

$$D_{NL} = \text{Radice quarta } (D^4 / R_N) = \text{Radice quarta } (19,86) = 2,11 \text{ mm}$$

Per una caduta di pressione $D_{pcN} = 25 \text{ bar}$, i risultati estremi sono:

$$L_0 = 0,7 \text{ mm} \quad D_{NO} = 1,77 \text{ mm}$$

$$L = 1,4 \text{ mm} \quad D_{NL} = 2,11 \text{ mm}$$

9. Raffreddamento

- Il tempo di raffreddamento materiale reale e impostato;
- Il raffreddamento dei materiali Amorfi e dei Semi-cristallini;
- La Formula per il calcolo del tempo di raffreddamento;
- La Formula semplificata per l'uso pratico dell'attrezzista;
- Il tempo di raffreddamento degli amorfi e la chiave per la sua riduzione;
- Perchè si dice che il tempo di raffreddamento dei cristallini non esiste?
- Quando si deve calcolare il tempo di raffreddamento dei Semi-cristallini;
- Il tempo di raffreddamento nella "conformatura" del pezzo;
- Il pezzo "conformato" e "stampato": illusioni e realtà;
- Quando il tempo di "ritiro" viene considerato tempo di "raffreddamento";
- Il tempo di raffreddamento e l'estrattore centrale;
- Il tempo di raffreddamento e i problemi nascosti dello stampaggio;
- Il calcolo del tempo di raffreddamento come punto di riferimento per i problemi nascosti di stampaggio;
- Esempi di calcolo pratico dei tempi di raffreddamento di materiali Amorfi e Semi-cristallini;
- Criteri per la riduzione del tempo di raffreddamento per Amorfi.
- La riduzione del tempo di raffreddamento per Semi-cristallini con spessori enormi.

Tabella di esempi di calcolo dei materiali più usati

Mat.	ABS	PS	PMMA	PC	SAN	PA6	PA66	PP	PE	PBT	POM
A	1,30	1,29	1,02	1,47	1,28	1,47	1,47	1,20	1,80	0,74	1,33
Testr.	95	80	85	105	85	130	158	93	90	170	118
Tstpo	70	40	60	80	70	90	90	50	40	90	80
TA	240	220	230	290	240	270	290	240	230	250	215

Spessore pezzo = 2 mm

Mat.	Vcrist.	Traff.R.	Traff.
ABS	-	6,4	
PS	-	5,2	
PMMA	-	8,2	
PC	-	6,2	
SAN	-	8,1	
PA6	3	3,9	
PA66	3	3,3	
PP	6	5,4	
PE	6	3,4	
PBT	4	4,7	
POM	8	4,4	

Spessore pezzo = 3 mm

Mat.	Vcrist.	Traff.R.	Traff.
ABS	-	14,4	
PS	-	11,6	
PMMA	-	18,4	
PC	-	13,8	
SAN	-	18,2	
PA6	3	10,1	
PA66	3	7,5	
PP	6	12,2	
PE	6	7,4	
PBT	4	10,5	
POM	8	9,9	

Spessore pezzo = 4 mm

Mat.	Vcrist.	Traff.R.	Traff.
ABS	-	24,8	
PS	-	20,6	
PMMA	-	22,6	
PC	-	24,5	
SAN	-	32,4	
PA6	3	18	
PA66	3	13,3	
PP	6	21,2	
PE	6	13,1	
PBT	4	18,7	
POM	8	17,7	

Il Tempo di raffreddamento impostato da fine iniezione (Traff.)
si determina sottraendo al Traff. Reale, riportato in Tabella, il TMP del mantenimento.

10. Problematiche di stampaggio

La problematica di stampaggio non è un problema ma un insieme di problemi relativi ad un aspetto del processo di stampaggio. La problematica viene risolta solo quando si fa chiarezza su ogni suo aspetto e si risolvono tutti i problemi che ne impediscono una completa comprensione.

Durante il Corso, vengono illustrate le principali problematiche sotto elencate.

Plastificazione

- Temperatura di stampaggio;
- Velocità periferica vite
- I punti di ristagno: cause e sintomi;

Iniezione

- Quota commutazione;
- Picco di pressione;
- Arretramento della vite;
- Linee di giunzione;
- Bruciature sulla linea di separazione stampo;
- avvallamenti dovuti a variazione di spessore;
- Deformazioni dovute a spessori enormi;
- Risucchi per masse troppo calde;
- Risucchi al punto d'iniezione;
- Svergolamento superfici e chiusura sez. sottili;
- Riduzione eccessiva passaggio materiale;
- Iniezione in figure a spessori enormi;

Ritiro

- Ottimizzazione ritiro di stampaggio;
- Perdita di parallelismo e perpendicolarità;
- Bolle interne a superfici curve;
- Ottimizzazione post-Ritiro;

Raffreddamento

- Tempo di raffreddamento eccessivo;
- Temperatura di estrazione pezzo, e no altre;
- Impaccamento materiale in cavità stampo;
- Raffreddamento masse enormi della carota;
- Raffreddamento tira-carota;
- Impaccamento materiali in canali-carota;
- Conformatura del pezzo;

Stampo

- Determinazione del ritiro ottimale sullo stampo;
- Confronto tra il ritiro materiale e ritiro stampo;

- Identificazione criticità cavità stampo;
- Punti d'iniezione e influenza sulla pressione;
- Diametro e lunghezza del punto d'iniezione;
- B, H e L del punto d'iniezione rettangolare;
- Forme del punto d'iniezione;
- Flusso e frangi-flusso;
- Regolazione del percorso del flusso materiale;
- Sezioni ottimali canali di alimentazione;
- Percorso ottimale canali;
- La lunghezza carota;
- Diametro maggiore carota e masse materiale;
- Diametro minore carota e spessore pezzo;
- Diametro minore carota e diametro ugello;
- Conicità carota;
- Tira-carota: dimensioni e posizione;
- Spessore estrazione pezzo;
- Chiusura sezioni sottili;
- Lunghezza del percorso di riempimento e ritiro;
- Messa a punto dello stampo: verifica pratica;
- Temperatura stampo e valore ottimale;
- Non uniformità della temperatura stampo;

Estrattore

- Impostazione "anticipo estrattore";
- Impostazione velocità estrattore;
- Impostazione colpi multipli;
- Estrazione e impaccamento materiale;

Pressa

- La scelta della pressa ottimale;
- Forza di chiusura stampo;
- Dimensioni minime e massime dell'ugello;
- Ugelli doppio-conici: il problema;
- Usura dell'anello: le cause e la formula;
- Corrosione della vite: le cause e la formula;
- Problema delle produzioni successive;
- Trasferimento programma stampo.

11. Difetti sul pezzo

Il capitolo **Difetti e azioni correttive** del Vademecum può essere consultato solo dopo aver eseguito tutte le ottimizzazioni previste nei capitoli precedenti.

I difetti sono suddivisi in “**Difetti funzionali**” e “**Difetti estetici**”. I primi sono gravi e comportano quasi sempre lo scarto del pezzo, mentre i secondi, ciò dipende dalla loro gravità.

In questo capitolo, inoltre, vi sono i paragrafi:

- I parametri di stampaggio e i difetti sul pezzo;
- Lo stampo e i difetti sul pezzo;

dove, in relazione ad ogni parametro di stampaggio e dato dello stampo, sono riportati i corrispondenti difetti che possono essere causati sul pezzo.

Nelle sezioni **Difetti funzionali** e **Difetti estetici**, ogni difetto viene definito nella sua natura, sono elencate le sue possibili cause ed è fornito un elenco di azioni correttive suddiviso in 4 parti: parametri di stampaggio, stampo, pressa, materiale, ciascuna evidenziata con un colore diverso e con una sequenza progressiva tale da iniziare con le azioni correttive più semplici e immediate e, man mano, sempre più onerose come tipo di intervento e come tempo di realizzazione.

Esempio di una pagina del capitolo “Difetti e azioni correttive” del Vademecum.

11.9. DIFETTI ESTETICI: Venature-striature superficiali del pezzo

Le **venature** o **striature**, causate da bruciature, degradazioni della massa, da umidità, da aria inglobata, possono essere molto simili tra loro, per cui l'operatore, spesso, si trova in difficoltà nel classificare visivamente il difetto.

5.1. Superfici con venature da degradazione (brune argentee)

Questo difetto può apparire sotto forma di **venature brune**, **venature brunastrastre**, oppure di **venature argentee**.

Cause: (brune) è dovuta alla **degradazione termica** del materiale; (brunastrastre), da **degradazione chimica**; (argentee), da **fenomeni fisici** quali la rottura delle macromolecole.

La **degradazione termica** è causata da:

- Temperature o tempo di essiccazione troppo elevati;
- Temperatura della massa troppo elevata;
- Sforzo di taglio eccessivo della vite (velocità di rotazione vite eccessiva);
- Sforzo di taglio eccessivo al punto d'iniezione (velocità d'iniezione elevata);



Sfiamature da degradazione termica, causata da attrito eccessivo nel punto d'iniezione.



Venature da degradazione chimica, causata da un eccessivo tempo di permanenza del materiale nel cilindro.



Esempi di pezzi con venature da degradazione.

143

La **degradazione chimica** è causata da:

- Temperatura di stampaggio troppo elevata;
- Tempo di permanenza del materiale nel cilindro oltre il massimo consentito;
- Punti di ristagno, angoli morti, usura, corrosione della vite, cilindro, valvola;
- Temperatura eccessiva in uno o più canali caldi.

La temperatura di stampaggio supera il massimo consentito

- a - **Verificare** la temperatura del fuso con uno spurgo e con un pirometro;
- b - **Ridurre** la temperatura di stampaggio, se oltre il massimo consentito;
- c - **Riverificare** la temperatura effettiva del fuso;
- d - **Ottimizzare** la velocità di rotazione della vite;
- e - **Ottimizzare** il profilo di temperatura delle zone termiche del cilindro;
- f - **Ridurre** la contropressione;
- g - **Verificare il funzionamento dei controlli termici delle zone termiche.**

Il tempo di permanenza nel cilindro supera il massimo consentito

- a - **Se il tempo di permanenza supera di molto** il massimo consentito scegliere un di amento vite inferiore;
- b - **Se il tempo di permanenza supera di poco** il massimo consentito, ridurre la velocità di rotazione vite o, se possibile, il tempo di ciclo;
- c - **Ridurre** la percentuale di macinato;
- d - **Ridurre** la velocità di rotazione della vite;
- e - **Controllare** la temperatura del canale caldo (se presente);
- f - **Verificare il funzionamento del controllo termico del canale caldo.**

Le venature si notano dopo aver scaricato il cilindro

- a - **Controllare** gli elementi: cilindro, vite, valvole di non ritorno e superfici di tenuta nei riguardi delle “zone di ristagno”;
- b - **Controllare** lo stato di usura della vite-cilindro, valvola;
- c - **Controllare lo stato dei granuli e la pulizia della tramoggia.**

Le venature da degradazione sono vicino al punto d'iniezione

- a - **Ridurre** la velocità d'iniezione, e usare il profilo lento-veloce;
- b - **Verificare se esistono spigoli vivi nei canali di alimentazione;**
- c - **Controllare i canali caldi se presenti.**

Le venature da degradazione sono lontano dal punto d'iniezione

- a - **Ridurre** la velocità d'iniezione;
- b - **Verificare la presenza di spigoli vivi nei canali di passaggio della massa;**
- c - **Verificare la presenza di spessori troppo sottili nei canali di alimentazione;**
- d - **Controllare lo stato di essiccazione del granulato;**
- e - **Ridurre la percentuale di macinato;**
- f - **Impiegare materiali termicamente più stabili;**
- g - **Impiegare coloranti termicamente più stabili.**

144

12. Dati tecnici sulla pressa

Prima di iniziare l'analisi programma e l'ottimizzazione programma, è necessario che sulla pressa siano esposte due tabelle di dati relativi alla pressa ed ai materiali, per consentire un immediato reperimento dei dati indispensabili per la comprensione del processo di stampaggio, per pervenire ad una rapida presa di coscienza del problema ed attuare gli interventi necessari.

La **Tabella dati pressa**, deve essere collocata sulla Consolle o in aree ad essa adiacenti, in modo che l'attrezzista, con un colpo d'occhio, possa leggere il dato di cui ha bisogno.

La **Tabella dati materiali**, invece, viene generalmente inserita in una busta di plastica e appesa anch'essa in prossimità della consolle.

I dati pressa e materiale che interessano l'attrezzista sono sotto elencati.

DATI PRESSA

Da esporre, ben visibili, sulla consolle o in sua prossimità.

D	..... [mm]		Pressa N°	.....
Sez. vite	..... [cm ²]	Tipo	.....	Forza chius: [t]
L/D [-]			
Psi/Pi [-]			
Vmax rot.	..... [g/min]	.....	[m/s]	
Vmax in.:	..... [cm/s]	.....	[cm ³ /s]	
Pl.vol.un.:	..... [cm ³ /s]			
Tc.avuoto:	..... [s]			

DATI MATERIALE

La Tabella materiali Cliente, presente su ogni pressa, deve contenere, per ogni materiale, i seguenti dati di stampaggio.

Dsolida	..... [gr/cm ³]	Dliquida	..... [gr/cm ³]	Diff. % [%]
TAmin	..... [°C]	TAcons.	..... [°C]	TAmass	..... [°C]
Tstpo min	..... [°C]	Tstpo cons.	..... [°C]	Tstpo max	..... [°C]
Tstr. pzo	..... [°C]				
PP1min	..... [bar]	PP1max	..... [bar]		
Vmax periferica reale		.....	[m/s]		
Vmax avanz. del fronte		.....	[cm/s]		
Vcristallizzazione		.....	[s/mm]		
A (den. formula raffr.)		.....	[-]	

13. Analisi programma

Lo scopo dell'analisi programma è di preparare, a tavolino, una strategia d'intervento successivo e per eliminare eventuali errori di impostazione parametri, per ridurre il tempo di ciclo.

Le fasi sono: raccolta dati; rappresentazione dei tempi di ciclo; discussione su ogni fase del ciclo; individuazione parametri e tempi errati; individuazione interventi immediati; stesura strategia interventi successivi; individuazione criticità stampo e interventi sulla pressa; scommessa sull'eventuale riduzione del tempo di ciclo; esecuzione interventi immediati; analisi dei risultati.

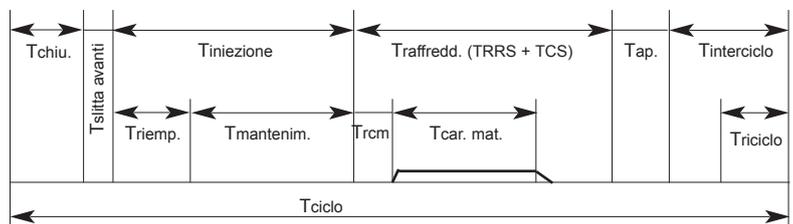
Pagina del Vademecum che mostra il Modulo per la raccolta dati necessaria per l'analisi programma

10.3. MODULO ANALISI PROGRAMMA STAMPO

Stampo		Pstampata:	Psfido	Ppezzo	No pezzi	Sp pezzo	Sp estraz.	Sp ch.sez.s.		
Articolo										
Materiale		TAcons.	Tstpo	Dsol	Dliq	PP1min	PP1max	Rlong	Rtrasv	
Pressa		D	Sv	L/D	PSI/PI	Vmaxrot.	Vmax.per.	Vin.max	Qin.max	CsaMAp

TStpo	TU	TA	TB	TC	TD	TE	TF	%rA	Qscm	Qcus.	Carica	Vrot	Vper	Cp	QrisR	Qstop Ap

Qcom	V1in.	V2in.	V3in.	Pcom	PP1	Tpp1	PP2	Tpp2	Dpi	Lpi	Bpi	Hpi	Lpi	Dcan.	Dmgc.	Dmnc.	Du



- Analisi tempi**
1. Tempo C/A
 2. Par. plastific.
 3. Par. riempim.
 4. Par. manten.
 5. Tempo raffr.
 6. Interciclo



- Interventi sullo stampo**
1.
 2.
 3.
 4.

Note

.....

.....

.....

- Interventi sul programma stampo**
1.
 2.
 3.
 4.
 5.
 6.

14. Ottimizzazione programma

Lo scopo è di stabilire un criterio per l'ottimizzazione di un programma stampo fatto senza utilizzare l'impostazione scientifica del calcolo dei parametri.

La differenza con l'analisi programma è la possibilità di intervenire direttamente sul programma stampo in macchina ed eseguire tutte le operazioni che si ritengono utili per l'ottimizzazione del programma.

Le fasi dell'ottimizzazione sono:

- Analisi grafici d'iniezione;
- Verifica dei 5 parametri fondamentali;
- Verifica della Quota commutazione;
- Verifica su "finestra di stampaggio";
- Verifica dei punti iniezione, canali, carota, ugello;
- (Verifica camere calde);
- Calcoli per le modifiche delle dimensioni ugello;
- Calcoli per le modifiche alle cavità stampo;
- Verifica eventuale presenza di sezioni sottili (con Semi-cristallini);
- Analisi del tempo di carica materiale;
- Analisi del tempo di raffreddamento;
- Analisi del tempo chiusura/apertura;
- Analisi del tempo di interciclo.

15. Verifiche sulla pressa

Quando si inizia ad analizzare i grafici d'iniezione e ad usare le formule, per determinare i parametri di stampaggio, cominciano a "non tornare i conti" e iniziano le "sorpresa". Sulla pressa, c'è qualcosa che non quadra. Generalmente, le verifiche più frequenti, che si rendono necessarie sulla pressa, dopo alcune ottimizzazioni eseguite in produzione, sono le seguenti:

- Verifica presenza e corretto funzionamento dei grafici d'iniezione;
- Verifica del controllo delle pressioni;
- Verifica del controllo delle velocità (portate);
- verifica della massima velocità rotazione vite;
- verifica delle termocoppie delle zone termiche del cilindro di plastificazione;
- Verifica... del diametro della vite.

Per lo stampaggio ad iniezione, il problema più grave è la quasi totale indifferenza ai grafici d'iniezione. Purtroppo, si deve riconoscere che l'assenza dell'uso appropriato dei grafici, in modo particolare di quello di pressione, è una lacuna radicata e troppo diffusa nel mondo dello stampaggio.

Durante il Corso, si insiste e si ribadisce il fatto che, **senza l'uso dei grafici, è:**

- **impossibile un'adeguata comprensione del processo di stampaggio;**
- **impossibile individuare e rimediare alle criticità dello stampo;**
- **impossibile ottimizzare in modo completo i parametri del programma stampo;**
- **impossibile usufruire dei vantaggi completi che si potrebbero ottenere sulla qualità e sul profitto.**

Pertanto, le verifiche sopra elencate, possono essere effettuate, anche in tempi brevi dal personale di manutenzione, inclusa la prima della lista, ma il salto di qualità che si può ottenere nello stampaggio ad iniezione **dipende solo dalla corretta comprensione e dall'appropriato uso che l'attrezzista e il responsabile di produzione saprà fare dei grafici d'iniezione.**

16. Trasferimento programma

Il programma stampo è individuato dall'insieme: stampo-materiale-pressa;
 Il trasferimento di un programma stampo da una pressa all'altra: i casi più comuni.
 I parametri macchina e i parametri specifici;
 I dati pressa che modificano i parametri del programma stampo;
 Formule e modulo di trasferimento del programma da una pressa P1 ad un'altra P2.

Pagina del Vademecum che mostra il Modulo per il calcolo dei parametri del nuovo programma.

10.22. MODULO TRASFERIMENTO PROGRAMMA

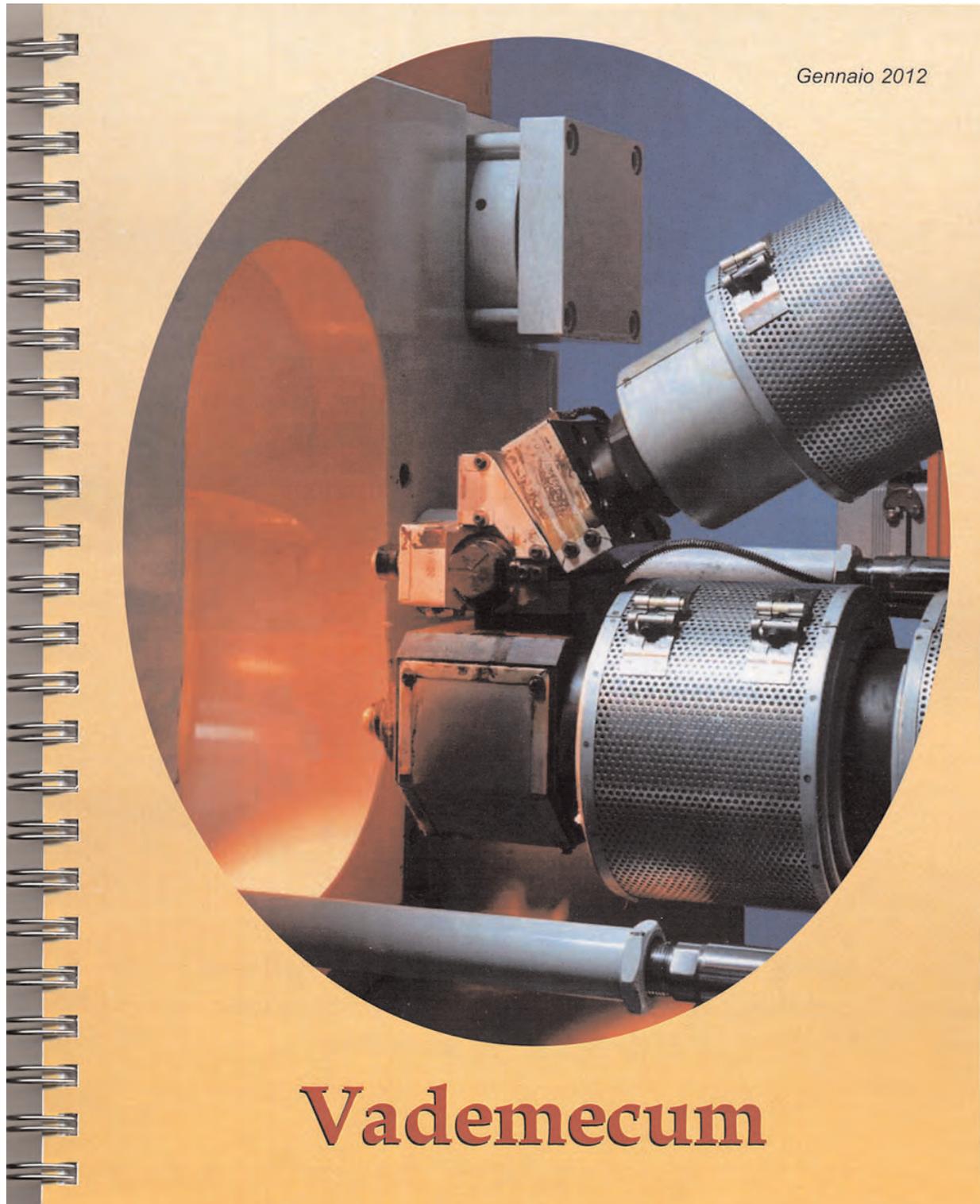
Pressa 1 Stampo Pressa 2

Parametro	Un. di mis.	Valore ottim. P1	Rapporti diametri vite	Rapporti tra i dati presse	Valore teor. P2	Valore ottim. P2	Ver. prel. fatt.
Forza chiusura	ton		La forza non cambia.				
Vel. rotaz. vite	%		D1/D2	$\frac{n1M}{n2M}$			
Carica materiale	mm		D ² ₁ /D ² ₂				
% Carica mater.	%t		D ³ ₁ /D ³ ₂				
Temperat. fuso	°C		La Temp. fuso non cambia.				
Profilo temperat.	°C		Si ricava dalla nuova % Carica.				
Contropressione	bar			$\frac{Psi/Pi1}{Psi/Pi2}$			
Risucchio	mm		D ² ₁ /D ² ₂				
Vel iniez. max	%		D ² ₁ /D ² ₂	$\frac{V1M}{V2M}$			
Press. in. max	bar			$\frac{Psi/Pi1}{Psi/Pi2}$			
Quota Commut.	mm		D ² ₁ /D ² ₂				
PP1	bar			$\frac{Psi/Pi1}{Psi/Pi2}$			
PP2	bar			$\frac{Psi/Pi1}{Psi/Pi2}$			
PP3	bar			$\frac{Psi/Pi1}{Psi/Pi2}$			
TMP	s		Il TMP non cambia.				
Temper. stampo	°C		La Temp. stampo non cambia.				

D1 =	D1/D2 =	n1M =	$\frac{Psi/Pi1}{Psi/Pi2}$ =	V1M =
D2 =	D ² ₁ /D ² ₂ =	n2M =	$\frac{Psi/Pi1}{Psi/Pi2}$ =	V2M =
	D ³ ₁ /D ³ ₂ =	n1M/n2M =	$\frac{Psi/Pi1/Psi/Pi2}{Psi/Pi1/Psi/Pi2}$ =	V1M/V2M =

Supporti didattici

Durante il Corso, ad ogni partecipante è possibile fornire il “**Vademecum**”: manuale di 150 pagine a colori, formato A5, stampato da tipografia, che espone e illustra tutti gli argomenti trattati durante il Corso. Per la sua natura concisa e schematica, la comprensione delle potenzialità del Vademecum è possibile solo dopo aver assistito ad un Corso di 3° livello. L’attrezzista potrà, quindi, utilizzare il Vademecum come un documento pratico, sicuro e facilmente accessibile per effettuare tutti i calcoli, le operazioni, le ottimizzazioni che sono state eseguite durante il Corso e per reperire le informazioni necessarie per svolgere in modo più appropriato il suo lavoro di ottimizzazione programma e riduzione del tempo di ciclo.



SVILUPPI SUCCESSIVI al Corso di 3° livello

Dopo aver assimilato i contenuti del Corso di 3° livello, è possibile procedere, nella formazione e addestramento dello stampaggio ad iniezione, con uno, o più, dei seguenti interventi, presso la sede Cliente: **Corso parte pratica; Corso di 2° livello; Corso di 1° livello.**

1. Corso parte pratica

Il Corso inizia con la verifica della preparazione dei partecipanti sui punti fondamentali dello stampaggio, con specifici interventi sulla macchina che mirano a stabilire l'operatività dei partecipanti nel definire, determinare e risolvere le problematiche più significative. Poi, scelte le presse più idonee, soprattutto per la disponibilità dei grafici d'iniezione, si verifica la presenza dei **dati pressa** e i **dati materiale**. Quindi, si procede con l'**analisi programma**, per studiare la strategia di intervento su diversi programmi stampo. In seguito, stabilite le presse sulle quali poter effettuare le modifiche, si procede con l'**ottimizzazione programma**. Questa fase, che è la più importante, una volta completata, viene completata dall'**analisi e dal calcolo delle eventuali modifiche** da apportare allo stampo.

2. Corso 2° livello

Questo Corso, rivolto ai responsabili di produzione, che devono previamente aver assimilato i contenuti del Corso di 3° livello, inizia con una verifica teorica sui punti fondamentali dello stampaggio, per procedere alla **presentazione progressiva di tutte le formule per calcolare i parametri del programma stampo**, per effettuare le scelte di produzione più accurate e quelle relative ad una possibile riduzione del tempo di ciclo.

Il Corso, inoltre, offre le formule per il calcolo delle cadute di pressione sulle cavità stampo e sull'ugello, non solo per la prevenzione dei problemi di stampaggio, ma anche per fornire un elevato contenuto tecnologico-scientifico che consente ai responsabili di produzione di affrontare le problematiche di stampaggio, insieme ai progetti dello stampo.

3. Corso 1° livello

Questo Corso, rivolto ai progettisti stampo, che devono previamente aver assimilato i contenuti del Corso di 3° livello, inizia con la verifica teorica sugli aspetti fondamentali dello stampaggio e sulle criticità dello stampo. Seguono i dimensionamenti delle cavità stampo con lo **studio della curva di viscosità** e la presentazione di **tutte le formule indispensabili per questi calcoli**, col preciso scopo di consentire uno stampaggio all'interno della "finestra di stampaggio". Si continua con la stesura di un programma stampo, facendo uso delle formule a disposizione dei responsabili di produzione, e si procede con l'addestramento all'ottimizzare del programma stampo e all'uso dei grafici d'iniezione, come verifica finale sulla bontà del lavoro svolto dal progettista.

Ci si può domandare: sarà possibile un giorno, integrare il mondo dello stampaggio con quello dei progettisti stampo? La nostra risposta è affermativa, ma solo se si segue la via di adeguate conoscenze comuni ed una rigorosa impostazione scientifica.

Per informazioni sui Corsi e per programmarne uno presso la sede Cliente

rivolgersi a:

Ing. Franco Adessa
e-mail: franco.etel@gmail.com
Tel. 030 25.33.99.5

Richiesta di un Corso

Per concordare contenuti e modalità di un Corso e ricevere un eventuale preventivo, contattare l'Ing. Franco Adessa. Per avere una presentazione completa sui tipi di Corso di stampaggio ad iniezione per materiali termoplastici disponibili, fare richiesta all'Ing. Franco Adessa oppure visitare il sito:

www.corsidistampaggio.com.

Costi unitari per un Corso teorico-pratico presso la sede Cliente

Costo orario della docenza	: Euro 90
Costo orario viaggio	: Euro 50
Rimborso chilometrico	: Euro 0,45/Km
Spese vitto e alloggio/giornata	: Euro 110
Costo Manuale "Vademecum"	: Euro 50/cad

Pagamenti: 30 gg. d.f.

Documenti per la richiesta di finanziamenti per Corsi di formazione

Se il Cliente si rivolgesse ad Enti finanziatori di Corsi di formazione, per l'approntamento della documentazione necessaria, siamo in grado di fornire:

- il "Curriculum vitae" del Docente;
- il programma del Corso, previamente concordato;
- i documenti necessari per dimostrare la professionalità dei supporti didattici forniti durante i Corsi.

Ing. Franco Adessa
Nave (BS), 29 febbraio 2012



Per informazioni e acquisti dei 16 DVD della video-registrazione del Corso di 3° livello e per i Manuali “Vademecum”,

rivolgersi a:

P.i. Luca Adessa

e-mail: info@corsidistampaggio.com

Tel. 377 5161732

Per visione Demo della Video-registrazione del Corso,
visitare il sito:

www.corsidistampaggio.com