

# INTRODUZIONE AGLI ACCIAI DA UTENSILI

## DEFINIZIONI

Secondo il Vocabolario della lingua italiana dell'Istituto dell'Enciclopedia Italiana fondata da Giovanni Treccani esistono l'aggettivo **utensile** ed il sostantivo **utensile**, che significano rispettivamente:

- **Utensile** (aggettivo, dal latino *utensilis*, derivato di *uti* "usare, servirsi di"). Propriamente: che serve a un caso pratico; soltanto nella locuzione macchine utensili, macchine operatrici che forniscono a un attrezzo, appositamente realizzato, l'energia necessaria per la lavorazione dei metalli, legnami, pietre e altri materiali impiegati nella tecnica, soprattutto quando occorra produrre con tali materiali pezzi di forma prestabilita (la denominazione è per lo più riferita alle macchine che lavorano con distacco di materia: per esempio, asportazione di trucioli); queste macchine sostituiscono i più comuni utensili manuali nelle lavorazioni che richiedono notevoli forze applicate, precisione o rapidità di esecuzione e sono, in generale, costituite da organi di fissaggio del pezzo e dell'utensile e da organi per stabilire moti relativi, con la velocità voluta tra pezzo e utensile.

- **Utensile** (sostantivo maschile derivato dell'aggettivo precedente. Già in latino esisteva il plurale neutro sostantivato *utensilia*: "cose utili specifiche per la vita domestica, utensili" e su esso è fondata l'accezione piana *utensile*). Propriamente: nome generico di vari arnesi che servono agli usi della vita domestica, specialmente in cucina; *utensili domestici*; *gli utensili più necessari in cucina sono le pentole, i tegami e le posate*.

In botteghe artigiane, laboratori, officine ogni attrezzo semplice atto alla lavorazione dei metalli, del legno, della pietra o di ogni altro materiale; per esempio il martello, lo scalpello, le tenaglie, le pinze, le forbici, la sega, la lima, il trapano, il punteruolo, ecc.

Nella tecnologia d'officina, pezzo meccanico di forma, dimensioni e qualità meccaniche adeguate che, usato manualmente o applicato alla macchina, serve ad asportare o a incidere il materiale (legno, metalli, pietre, ecc.) dei pezzi in lavorazione o anche ad imprimervi delle deformazioni permanenti.

Nell'Enciclopedia Italiana di scienze, lettere ed arti dell'Istituto dell'Enciclopedia Italiana fondata da Giovanni Treccani alla parola utensile si legge:

*"Utensile. Si chiama utensile qualsiasi strumento di lavoro. L'utensile può essere azionato a mano o mosso da una macchina. A seconda del loro scopo gli utensili si distinguono in otto famiglie che possono essere raggruppate in due grandi categorie come segue:*

- *Utensili che modificano l'oggetto con lo scopo di:*
  - *rompere o schiacciare;*
  - *tagliare o dividere;*
  - *raschiare;*
  - *perforare.*
- *Utensili che non modificano l'oggetto con lo scopo di:*
  - *mantenere fermo;*
  - *fissare;*
  - *svellere;*
  - *sollevare".*

Si definiscono **acciai da utensili** quegli acciai che sono impiegati per la fabbricazione di attrezzi necessari alla lavorazione a caldo o a freddo dei materiali metallici e non metallici in generale. Per le elevate caratteristiche loro richieste, essi sono impiegati anche in altre applicazioni, quali la fabbricazione di strumenti di precisione o di componenti meccanici altamente sollecitati.

## GENERALITÀ

Esiste una sostanziale differenza tra gli acciai da utensili e quelli da costruzione. Questi ultimi sono quasi sempre usati per la fabbricazione di strutture o componenti sottoposti a sollecitazioni generalmente note o prevedibili e la cui durata prevista è pari alla vita della macchina o della struttura di cui fanno parte. Invece, agli acciai da utensili si chiede di dare le migliori prestazioni possibili in determinate condizioni d'uso e per loro non esiste un limite di durata. Più l'utensile è in grado di conservare la forma e le caratteristiche, tanto più è apprezzato dall'utilizzatore, al punto che egli valuta la redditività del processo anche, e talvolta soprattutto, dalla durata dell'utensile. Pertanto, utensili ottimali costituiscono la base per un redditizio processo di lavorazione, mentre utensili scadenti renderanno inefficace e soprattutto inefficiente anche la miglior macchina, impianto o processo.

L'importanza degli acciai da utensili è molto maggiore di quanto comunemente si creda considerando soltanto il loro impiego per la fabbricazione di utensili. Infatti, quasi tutti gli oggetti che usiamo nella vita quotidiana sono costruiti con utensili d'acciaio, ma in Europa la produzione di acciai da utensili copre solo l'1 % circa della produzione globale d'acciaio e il 4 % circa del valore del fatturato. Tuttavia, nessun processo sarebbe efficace o efficiente se gli utensili non mantenessero a lungo le loro caratteristiche, tali da incidere modestamente sul costo finale degli oggetti lavorati.

La maggior parte degli acciai da utensili è fornita in prodotti deformati a caldo, ma per alcune applicazioni possono essere usati vantaggiosamente anche prodotti microfusi. Anche la metallurgia delle polveri è un processo largamente usato per la fabbricazione degli acciai da utensili. Esso garantisce una migliore e uniforme distribuzione dei carburi, soprattutto nei prodotti di grosse dimensioni, e la possibilità di allargare i limiti della composizione chimica ad alti valori di carbonio e vanadio; cosa difficilmente o per nulla ottenibile coi metodi tradizionali di fusione e colata.

Le materie prime usate per la preparazione di tutti i tipi d'acciai da utensili sono selezionate con cura, non solo per il contenuto di elementi di lega, ma anche per assicurare un'elevata purezza e omogeneità nel prodotto finale.

Gli acciai da utensili sono generalmente fabbricati in piccole colate da poche tonnellate, usando forni elettrici ad arco per ottenere economicamente la composizione entro le tolleranze desiderate o anche forni ad induzione sotto vuoto (VIM – Vacuum Induction Melting), quando si dispone di rottame selezionato omogeneo. Per raggiungere la micro purezza richiesta si usano procedure d'affinazione in forni siviera (LF), seguite da trattamento sotto vuoto dell'acciaio liquido mediante processi VD (Vacuum Degassing), VOD (Vacuum Oxygen Decarburization) o AOD (Argon Oxygen

Decarburization), spesso abbinati a processi successivi di rifusione sotto scoria elettroconduttrice ESR (Electro Slag Remelting) o sotto vuoto VAR (Vacuum Arc Remelting). L'alto contenuto di elementi di lega di molti acciai da utensili richiede particolare attenzione nel controllo dei processi di laminazione o fucinatura, per evitare difetti inaccettabili e fonte di scarto dei prodotti.

Le barre semilavorate o finite sono sottoposte ad accurati e numerosi controlli da un'estremità all'altra, che spaziano dalla verifica della macrostruttura alla purezza (esame inclusionale), dalla grossezza del grano alla microstruttura dello stato ricotto, dalla durezza alla temprabilità. Inoltre l'ispezione prevede le prove non distruttive con particelle magnetiche, liquidi penetranti, correnti indotte ed esame con ultrasuoni per garantire la totale assenza di difetti superficiali o interni. È molto importante che le barre finite siano esenti o possiedano una limitata decarburazione, cosa che si può ottenere soltanto con una ricottura condotta in condizioni rigorosamente controllate, in forni statici o continui ad atmosfera controllata, o sotto vuoto.

Tutte queste particolari procedure di produzione e di controllo per ottenere un'elevatissima qualità, contribuiscono ad aumentare il costo dell'acciaio ben oltre quello dovuto alla presenza di elementi di lega. L'attenzione alla qualità degli acciai da utensili nella produzione è giustificata dal fatto che le barre saranno trasformate in utensili, sovente complicati, dal costo decine di volte superiore al costo dell'acciaio. Benché alcuni acciai da costruzione abbiano una composizione assai simile a quella di acciai da utensili, non è buona cosa usarli per la fabbricazione di utensili, perché, in generale, essi non sono fabbricati con la stessa rigorosa qualità dedicata agli acciai da utensili.

Il rendimento di un utensile in esercizio dipende da:

- appropriata progettazione dell'utensile;
- accuratezza nella fabbricazione dell'utensile;
- selezione dell'acciaio più adatto allo scopo;
- corretta esecuzione del trattamento termico più appropriato.

Un utensile si comporterà in modo soddisfacente solo se tutti e quattro i requisiti saranno pienamente soddisfatti.

La scelta di un acciaio da utensili passa attraverso valutazioni che tengono conto dei principali fattori in gioco e cioè il costo dell'acciaio, il costo della sua lavorazione e il rendimento in esercizio dell'utensile, che contribuiscono a determinare il costo per unità prodotta. Per la scelta dell'acciaio più appropriato è opportuno che l'utilizzatore s'avvalga dell'assistenza metallurgica di esperti o delle acciaierie più qualificate. Infatti, soltanto dalla collaborazione tra le esperienze reciproche può nascere l'uso più corretto dell'acciaio che porta ai migliori risultati tecnici ed economici, evitando gli errori di un impiego non corretto, di un trattamento termico sbagliato o di una tecnica di lavorazione non appropriata.

Una classificazione degli acciai per utensili non è facile. Infatti, ogni paese con le sue norme ha cercato di dare una configurazione propria al vasto campo che essi abbracciano. Le possibili sollecitazioni cui sono sottoposti gli utensili d'acciaio sono straordinariamente numerose. Basta pensare alla varietà degli impieghi degli utensili, che va dalle lavorazioni per asportazione di truciolo alla formatura per fucinatura, laminazione, stampaggio o estrusione, alla formatura di oggetti partendo da metallo fuso, plastico o vetroso, tipica delle varie tecniche di fonderia. Le sollecitazioni variano

considerevolmente da un tipo all'altro d'utensile e richiedono molti acciai di diverse caratteristiche. Per questa ragione, la composizione chimica o gli elementi di lega caratteristici non sempre indicano a quale classe l'acciaio per utensili appartenga, come invece accade per gli acciai da costruzione. La grande varietà delle applicazioni implica che gli acciai da utensili possano essere impiegati anche in molti altri campi. Per esempio gli acciai da utensili non legati possono essere usati per pistoni dei compressori, mentre gli acciai per cuscinetti antifrizione sono anche usati per fabbricare utensili da taglio, gli acciai da utensili per lavorazioni a caldo sono usati per la costruzione di componenti super resistenti destinati all'aviazione, molti acciai usati per la fabbricazione di stampi per le materie plastiche sono acciai da bonifica, mentre quelli per stampi dell'industria vetraria sono acciai resistenti al calore e all'ossidazione.

Non esiste alcuna proprietà che sia tipica di tutti gli acciai da utensili. Infatti, molti acciai da utensili possiedono un elevato contenuto di carbonio per garantire un'elevata durezza e resistenza all'usura, mentre esiste un grande numero d'acciai da utensili con basso contenuto di carbonio, tale da permetterne l'impiego a durezza molto bassa, come negli stampi per il vetro, o acciai con medio carbonio e durezza intermedia, usati soprattutto per le lavorazioni a caldo e per gli stampi della plastica.

Poiché non è possibile trovare una caratteristica comune a tutti gli acciai da utensili, sia nella composizione che in altre proprietà, un acciaio per utensili può essere classificato solo sulla base dell'impiego del particolare utensile cui è destinato. Di conseguenza, in accordo con la norma DIN 17350, si possono considerare acciai da utensili tutti gli acciai destinati a lavorare vari materiali, o di manipolare o misurare pezzi in lavorazione. Essi appartengono tutti alla categoria degli acciai speciali.

I diversi campi d'applicazione e le diverse sollecitazioni cui sono soggetti gli acciai da utensili richiedono una classificazione più precisa, affinché i requisiti e le proprietà possano essere pienamente descritti. In passato la classificazione si basava su alcuni aspetti quali la composizione (acciai legati o non legati), il tipo di trattamento termico (temprabili in acqua, olio o aria), il tipo di sollecitazione (acciai rapidi) e soprattutto secondo la temperatura d'esercizio (acciai da utensili per lavorazioni a caldo o a freddo). Le moderne tecniche di produzione hanno portato ad una grande quantità di sovrapposizioni soprattutto rispetto alle sollecitazioni, rendendo la vecchia classificazione sempre più indistinta.

La classificazione degli acciai da utensili secondo la norma DIN 8580 segue il criterio della destinazione d'uso o del tipo d'utensile e cioè:

- acciai per formatura di base, come gli acciai destinati a stampi per la plastica, per la colata del vetro o per la pressocolata dei metalli;
- acciai per deformazione, come per esempio gli acciai destinati agli utensili per la fucinatura e lo stampaggio;
- acciai da taglio, destinati ad utensili per lavorazioni con asportazione di truciolo o da trancitura;
- acciai destinati a sollecitazioni complesse o composte, come per esempio gli utensili manuali.

La tabella 1.01 riassume la classificazione basata sui criteri su esposti e dà informazioni qualitative sulle proprietà richieste ai diversi acciai da utensili destinati alle varie applicazioni.

Tabella 1.01. Requisiti e proprietà richieste per l'uso di acciai da utensili.

Proprietà considerate	APPLICAZIONI DEGLI UTENSILI												
	lavorazioni di base a			per lavorazioni							per separare a freddo o caldo		altre
	freddo	caldo		a freddo			a caldo				Lavor. meccanica	Tranciatura	
		Stampi plastica	Pressocolata	Stampi vetro	Tranciatura	Estrusione	Laminazione	Fucinatura		Estrusione			
						maglio		pressa		diretta		inversa	
Durezza	1 o 3	2	1	3	3	3	2	2	2	2	3	3	2
Durezza a caldo	0	3	2	0	0	0	3	3	3	3	3	1	0
Temprabilità	2	3	2	1 o 3	3	1	3	3	2	3	3	2	2
Resistenza al rinvenimento	1	3	3	1	1 o 3	1	3	3	3	3	3	1	0
Resistenza a compressione	2	2	2	3	3	3	2	2	1	2	3	3	1
Resistenza a fatica	2	2	1	3	3	3	3	3	1	2	2	3	1
Tenacità	2	3	2	3	3	2	3	2 o 3	2	2	2	2	3
Tenacità a caldo	0	3	2 o 3	0	1	0	3	3	3	3	2	0	0
Resistenza all'usura	1 o 3	2	1	3	3	3	1	1	1	1	3	3	1
Resistenza all'usura a caldo	0	2	2	0	2	0	3	3	3	3	3	1	0
Resistenza del tagliente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0 o 2
Conducibilità termica	2 o 3	3	2	0	0	0	2	3	2	2	3	2	0
Resistenza a fatica termica	1	3	3	0	0	0	3	3	2	1	1	1	0
Resistenza alla corrosione	0 o 2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stabilità dimensionale	3	3	2	2	1	1	1	1	2	1	1 o 2	3	0
Formabilità a caldo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 o 3	0	0 o 3
Formabilità a freddo	1 o 3	0	0	1 o 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0 o 2
Lavorabilità	3	3	2	2	1	1	3	3	2	2	2 o 3	3	1
Rettificabilità	1	1	1	2	2	3	1	1	1	1	3	3	1
Lucidabilità	3	0	2	1 o 3	1	3	1	1	0	0	1	1	0
Elettroerodibilità	3	3	2	3	3	1	0	0	3	3	1	1	0
Saldabilità	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Legenda: 0 = non richiesta; 1 = poco importante; 2 = di media importanza; 3 = molto importante.

Per classificare gli acciai da utensili si dovrebbe focalizzare l'attenzione sulle proprietà speciali e sulla possibilità della loro valutazione. Per esempio, nell'applicazione della maggior parte dei tipi d'acciai da utensili il comportamento in esercizio può essere previsto sulla base delle proprietà dell'acciaio, quali la capacità di sopportare le sollecitazioni meccaniche, valutabile tramite prove di trazione, compressione, flessione o torsione, o il comportamento alla corrosione in ambiente umido, valutabile tramite misure di potenziale elettrochimico. Comunque non è possibile predire l'efficienza o classificare o raggruppare gli acciai da utensili secondo la capacità del processo in cui sono impiegati.

Finora non è stato sviluppato alcun metodo di prova degli acciai da utensili sufficientemente accurato per simularne il comportamento in esercizio, sotto diverse sollecitazioni variamente combinate, tale da stimare la durata dell'utensile. Quando si valuta l'affidabilità dell'utensile mediante prove pratiche d'esercizio, raramente si ottengono risultati universalmente validi. Ciò dipende dal fatto che le proprietà e lo stato del materiale da lavorare influiscono largamente sul processo di lavorazione e che tale influenza non può essere elaborata statisticamente, perché gli utensili spesso sono attrezzature o pezzi unici.

Nelle piccole serie d'utensili i dati rilevabili non sono generalmente sufficienti per garantire l'affidabilità statistica. In ogni caso i dati sulla vita degli utensili o sulla loro efficienza non sono mai esenti da influenze soggettive.

Date le suddette difficoltà, nella classificazione degli acciai da utensili, seguiremo la logica della norma UNI EN ISO 4957, che li suddivide nelle seguenti classi:

- acciai da utensili non legati;
- acciai da utensili per lavorazioni a freddo;
- acciai da utensili per lavorazioni a caldo;
- acciai rapidi.

Ad ognuna dedicheremo un capitolo di questo libro. Sebbene la norma non preveda specificatamente la classe degli acciai da stampi per materie plastiche anche a loro dedicheremo un capitolo, data l'importanza tecnico economica. In questa specifica classe troveremo:

- acciai da bonifica;
- acciai da cementazione;
- acciai per lavorazioni a caldo;
- acciai per lavorazioni a freddo;
- acciai inossidabili.