



Pensa in **HSS**
(Acciaio Super Rapido)

METALLURGIA DELL'ACCIAIO SUPER RAPIDO

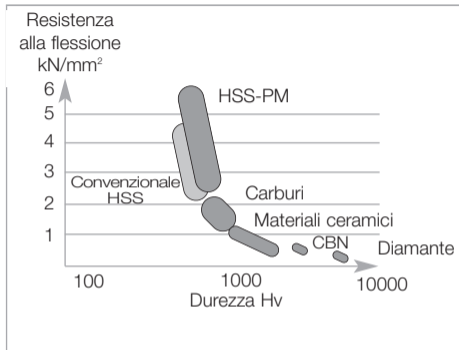
- 2** Resistenza eccezionale
- 3** Un tagliente super affilato
- 4** Utensili sicuri ed affidabili
- 5** Elementi leganti
- 6** L'influenza degli elementi leganti
- 7** Composizione standard dell'HSS
- 8** La rivoluzione HSS-PM
- 9** Perché scegliere HSS-PM
- 10** Uniformità della microstruttura
- 11** Il processo di metallurgia delle polveri
- 12** Composizioni standard di HSS-PM
- 13** HSS-PM e rivestimenti

RIVESTIMENTI

- 14** Rivestimenti PVD moderni per risultati migliori
- 15** Vantaggi degli utensili HSS rivestiti
- 16** Rivestimenti PVD standard
- 17** Tipi di rivestimenti moderni
- 18** Ritardo della frattura nei diversi rivestimenti
- 19** Conduttività termica dei rivestimenti
- 20** Il processo PVD

**SUGGERIMENTI
AI PRODUTTORI
DI UTENSILI**

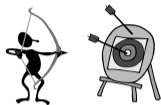
*Resistenza
eccezionale*



Gli acciai super rapidi offrono una resistenza alla flessione maggiore di qualsiasi altro materiale da taglio.

Un'elevata resistenza alla flessione consente:

- miglior resistenza alla scheggiatura del filo tagliente
- maggiore profondità di taglio, ovvero numero minore di passate
- aumento dell'avanzamento per dente



Grazie alla resistenza straordinaria degli acciai super rapidi, I produttori di utensili saranno in grado di produrre taglienti super affilati. Un tagliente affilato presenta molti vantaggi:

- **Leghe difficili da lavorare**

Miglior lavorabilità delle leghe di titanio. Minor incrudimento degli acciai inossidabili austenitici e delle leghe di nickel.

- **Migliore qualità**

Migliore qualità della superficie e tolleranze dei pezzi lavorati, in quanto il metallo viene tagliato e non strappato. Forze di taglio inferiori – fondamentali durante la lavorazione di pareti sottili.

- **Allungamento della vita dell'utensile**

Temperatura sul filo tagliente inferiore grazie a minori forze di taglio.

- **E risparmio!**

Consumo di potenza inferiore da parte delle macchine utensili.

**SUGGERIMENTI
AI PRODUTTORI
DI UTENSILI**

*Utensili sicuri ed
affidabili*



Grazie alla resistenza eccezionale degli acciai super rapidi, gli utensili da taglio HSS si rompono raramente e quindi durano più a lungo. Utensili da taglio HSS:

- **Resistenza alle vibrazioni**, qualunque sia il tipo di macchina utensile, anche se la rigidità si è persa nel tempo e non considerando le condizioni di bloccaggio del pezzo
- **Resistenza agli shock meccanici** a livello del dente durante le operazioni di fresatura o di taglio di ingranaggi
- **Sono adatti a condizioni di lavoro particolari e difficili** come materiale non omogeneo, fori, giunzioni saldate, pannelli sovrapposti, piano inclinato, etc
- **Resistono agli shock termici**, e sono adattabili a qualunque condizione di lubrificazione



Cr	W	Mo	V	Co
<p>Cromo</p> <p>Quantità</p> <ul style="list-style-type: none"> • circa 4% <p>Funzione</p> <ul style="list-style-type: none"> • migliora la durezza • previene l'ossidazione <p>Origine</p> <ul style="list-style-type: none"> • vari paesi 	<p>Tungsteno</p> <p>Quantità</p> <ul style="list-style-type: none"> • fino al 20% <p>Funzione</p> <ul style="list-style-type: none"> • efficienza di taglio • resistenza al rinvenimento <p>Origine</p> <ul style="list-style-type: none"> • principalmente Cina 	<p>Molibdeno</p> <p>Quantità</p> <ul style="list-style-type: none"> • fino al 10% <p>Funzione</p> <ul style="list-style-type: none"> • efficienza di taglio • resistenza al rinvenimento • migliora la durezza <p>Origine</p> <ul style="list-style-type: none"> • sottoprodotto di produzione rame e tungsteno 	<p>Vanadio</p> <p>Quantità</p> <ul style="list-style-type: none"> • da 1 a 5%, max.10% <p>Funzione</p> <ul style="list-style-type: none"> • forma carburi molto duri per una buona resistenza all'abrasione <p>Origine</p> <ul style="list-style-type: none"> • presente in molti minerali 	<p>Cobalto</p> <p>Quantità</p> <ul style="list-style-type: none"> • da 0 a 16% <p>Funzione</p> <ul style="list-style-type: none"> • migliora la resistenza al calore • migliora la durezza a caldo • migliora leggermente la conduttività termica <p>Origine</p> <ul style="list-style-type: none"> • principalmente Canada, Marocco e Zaire

Nota: 1 w%Mo=2w%W



	Cr	W	Mo	V	Co
Durezza	↗	↗	↗	↗	↗
Resistenza all'impatto	→	→	↗	→	↘
Resistenza al calore	→	↗	↗	↗	↗
Resistenza all'usura	↗	↗	↗	↗	↗

HSS

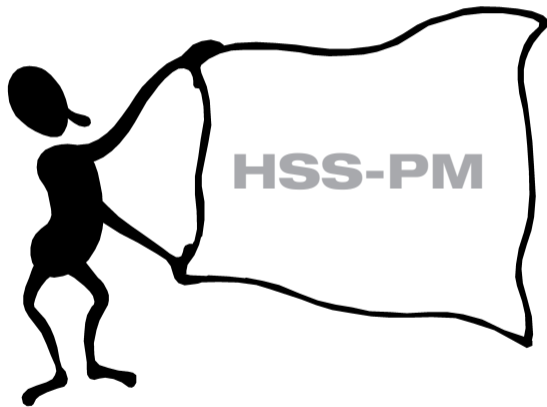
ISO (AISI) standards	C	Cr	W	Mo	V
HS 6-5-2 (M2)	0.9	4	6	5	2
HS 1-8-1 (M1)	0.8	4	1.5	8.75	1
HS 2-8-2 (M7)	1	4	1.75	8.75	2
HS 18-0-1 (T1)	0.75	4	18	0	1

HSS-E 5% cobalto

ISO (AISI) standards	C	Cr	W	Mo	V	Co
HS 6-5-2-5 (M35)	0.9	4.2	6.4	5	1.9	4.8
(T15)	1.5	4	12	0	5	5

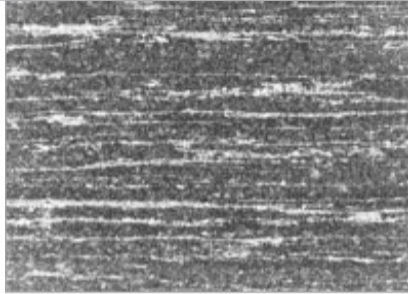
HSS-E 8% cobalto

ISO (AISI) standards	C	Cr	W	Mo	V	Co
HS 2-9-1-8 (M42)	1.1	4	1,5	9,5	1.2	8

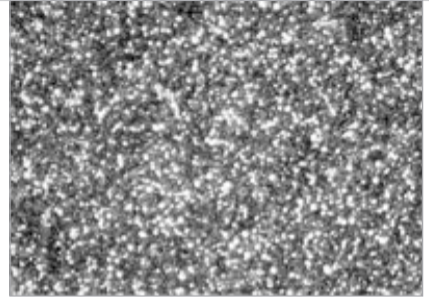


- L'HSS prodotto con la metallurgia delle polveri dispone di un maggior contenuto di elementi leganti e una **combinazione di proprietà uniche**
 - maggiore tenacità
 - maggiore resistenza all'usura
 - maggiore durezza
 - maggiore durezza a caldo
- L'impiego di HSS-PM **prolunga la vita dell'utensile**, la rende più prevedibile, migliora le prestazioni (avanzamento e velocità) e offre una soluzione ai problemi di scheggiatura. HSS-PM è un substrato eccellente per ottenere le migliori prestazioni dai rivestimenti.
- HSS-PM presenta molti vantaggi nelle **applicazioni di prestazioni elevate** come fresatura di sgrossatura, taglio di ingranaggi e brocciatura ed anche in casi di filettatura difficile, di foratura e di operazioni di alesatura. HSS-PM viene anche impiegato in seghe a nastro, coltelli, utensileria per lavorazione a freddo, laminatoi etc.





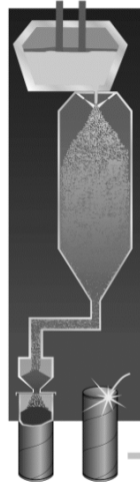
HSS



HSS-PM

Molto importanti per l'affidabilità dell'utensile sono l'uniformità della microstruttura e la purezza di HSS-PM

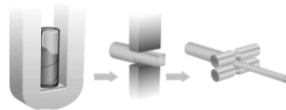
Atomizzazione delle polveri



HIP

Forgiatura

Laminazione



**SUGGERIMENTI
AI PROUTTORI
DI UTENSILI**

*I produttori
di acciaio stanno
costantemente
sviluppando nuovi
gradi di acciaio PM
per ottenere sempre
migliori prestazioni
di taglio*

HSS-PM

ISO (AISI) standards	C	Cr	W	Mo	V
HS 6-5-3 (M3:2)	1,3	4,1	6,4	5	3
HS 6-5-4 (M4)	1,45	4,1	6,4	5	4

HSS-E-PM

ISO (AISI) standards	C	Cr	W	Mo	V	Co
HS 12-0-5-5 (T15)	1,5	4	12	0	5	5
HS 6-5-3-8	1,3	4,2	6,4	5	3,1	8,5
HS 6-7-6-10	2,3	4,2	6,5	7	6,5	10,5

**SUGGERIMENTI
AI PRODUTTORI
DI UTENSILI**

*Per ottenere
prestazioni elevate,
combinare
l'efficienza
dei rivestimenti PVD
con i vantaggi
dell' HSS-PM*

HSS-PM

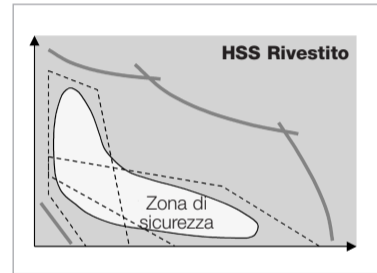
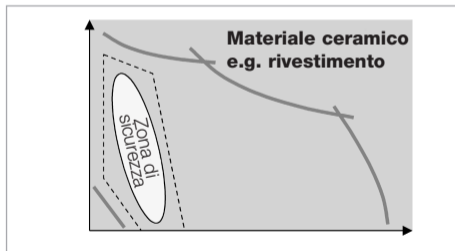
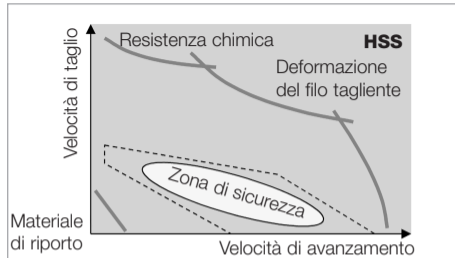


RIVESTIMENTO

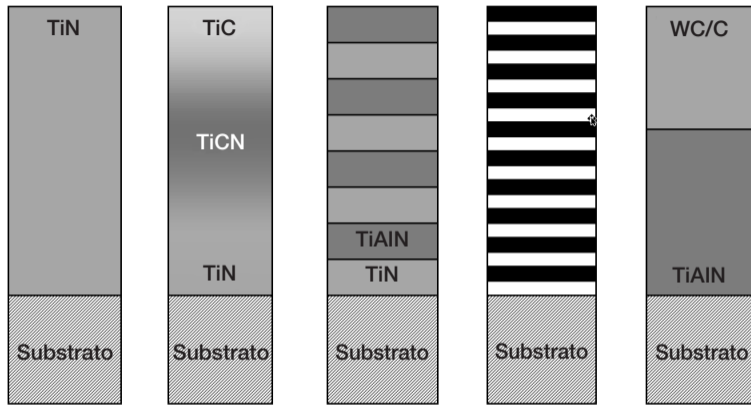


- HSS e HSS-PM sono substrati eccellenti per tutti i rivestimenti PVD quali TiN, TiAlN, TiCN, rivestimenti lubrificanti solidi e rivestimenti multistrato.
- I rivestimenti **migliorano considerevolmente la vita dell'utensile** e **rafforzano la prestazione** degli utensili HSS nell'elevata produttività, alta velocità ed elevati avanzamenti del taglio o nella lavorazione a secco e nella lavorazione di materiali difficili da lavorare.
- I rivestimenti permettono:
 - **Aumento della durezza della superficie**, per ottenere una **maggior resistenza all'usura** (usura abrasiva e adesiva, usura sul diam e da craterizzazione)
 - **Ridotti coefficienti di attrito** per un migliore scorrimento del truciolo, per ridurre le forze di taglio, prevenire la formazione di materiale di riporto, ridurre la generazione di calore, etc.
 - **Ridotto riscaldamento dell'utensile**
 - Resistenza alla corrosione ed ossidazione grazie alla **barriera chimica**
 - Resistenza all'usura diffusiva
 - **Migliore qualità della superficie** delle parti finite





TiN Oro	TiCN Grigio-viola	TiAlN o TiAlCN Nero-viola	WC-C o MoS₂ Grigio-nero	CrN Metallo
<p>Durezza HV(0,05) 2300</p> <p>Coeff. di attrito: 0,3</p> <p>Stabilità termica 600 °C</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rivestimento per applicazioni generiche • Per un migliore scorrimento dell'utensile • Migliora la resistenza all'abrasione 	<p>Durezza HV(0,05) 3000</p> <p>Coeff. di attrito: 0,4</p> <p>Stabilità termica 750 °C</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rivestimento per applicazioni di vario tipo • Prestazione elevata negli acciai da costruzione • Maggiore resistenza all'usura rispetto ai rivestimenti TiN • Disponibile sia in monostrato che in multistrato 	<p>Durezza HV(0,05) 3000-3500</p> <p>Coeff. di attrito: 0,45</p> <p>Stabilità termica 800° - 900° C</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elevata prestazione del rivestimento per l'aumento dei parametri di taglio e una più lunga vita dell'utensile. Adatto anche per lavorazione a secco. • Riduzione del riscaldamento dell'utensile • Versioni multistrato, nanostrutturate o con diverse composizioni offrono prestazioni ancora migliori 	<p>Durezza HV(0,05) 1000-3000</p> <p>Coeff. di attrito: 0,1</p> <p>Stabilità termica 300 °C</p> <ul style="list-style-type: none"> • Miglior scivolamento • Ma resistenza alla temperatura limitata • Per materiali tendenti all'incollaggio del truciolo come le leghe di alluminio, rame e materiali non metallici 	<ul style="list-style-type: none"> • Per rame, ottone, bronzo ecc.



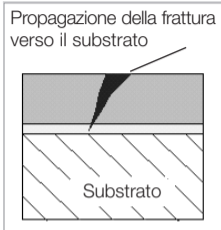
Monostrato

Gradiente

Multistrato

Nanostrati

Strati duri/
morbidi



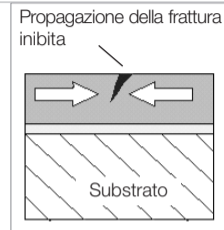
Monostrato con ridotto stress di compressione interna



Struttura nano cristallina

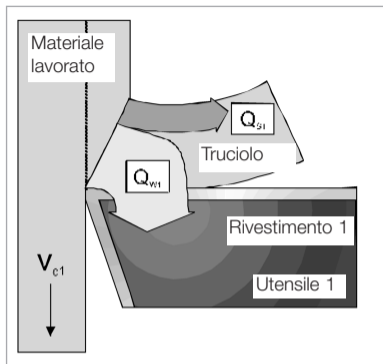


Multistrato



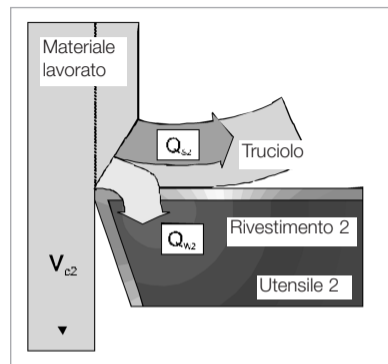
Monostrato con alto stress di compressione interna

- La resistenza alla frattura è, per il rivestimento, una proprietà importante quanto la durezza
- E' necessario un equilibrio tra stress di compressione troppo elevati (che ritardano la frattura, ma causano scarsa adesione), o troppo bassi (non ritardano la frattura).



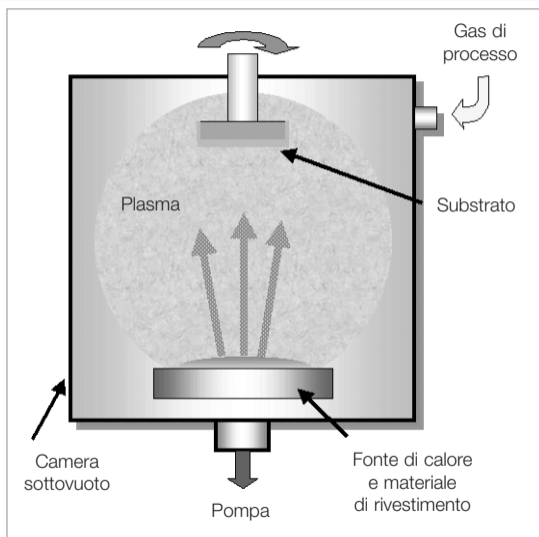
Rivestimento con alta conduttività termica

- Velocità di taglio
 $V_{c1} = V_{c2}$
- Flusso termico, truciolo
 $Q_{s2} > Q_{s1}$
- Flusso termico, utensile
 $Q_{w2} > Q_{w1}$
- Forza di taglio
 $F_{c1} > F_{c2}$
- o Lunghezza della Zona di contatto
 $l_{k1} > l_{k2}$



Rivestimento con bassa conduttività termica

CONDUTTIVITA' TERMICA DEI RIVESTIMENTI



- Un materiale viene fatto evaporare e quindi viene condensato e solidificato sul substrato (= l'utensile)
- Sottovuoto: 10^{-6} - 10^{-4} torr
- Temperatura: 200 - 500 °C
- Processo Plasma-assistito