

Mole in CBN

Il Nitruro di Boro Cubico, conosciuto con la sigla CBN della General Electric e con la sigla ABN dalla Van de Beers è un materiale che come durezza è inferiore solo al diamante. Esso è usato nella fabbricazione delle mole in due modi diversi: per elettrodeposizione dei grani su un corpo metallico oppure includendo i grani in una matrice ceramica.

Il primo tipo di mola ha il profilo fisso e non è diamantabile, cioè si usa fino ad usura e poi si manda al costruttore per una successiva ricopertura con CBN.

Il secondo tipo invece consente la diamantatura e la modifica del profilo, ottenendo complessivamente un maggior rendimento e, in specifiche condizioni, un minor costo dell'operazione di rettifica.

Le mole in CBN elettrodeposto sono generalmente indicate per produzioni di grandi e medie serie, dove il profilo sul pezzo, ed in particolare sugli ingranaggi, è lo stesso per un grande numero di pezzi.

Le mole in CBN ceramico invece sono più indicate nelle produzioni di serie più limitate in cui c'è la necessità di variare il profilo con una certa frequenza.

Negli ultimi tempi è aumentato l'impiego di materiali difficili da lavorare, le tolleranze si sono ristrette, si richiedono superfici sempre più accurate e tempi di produzione sempre più stretti. L'industria delle macchine utensili ha messo sul mercato rettifiche sempre più potenti, veloci e precise e parallelamente la tecnologia degli abrasivi ha compiuto grandi progressi.

Il Nitruro di Boro Cubico sia nelle mole elettrodeposte che quelle con legante ceramico è sempre più presente nelle operazioni di rettifica perché permette cicli di lavoro più brevi e consente anche un taglio più "freddo" evitando problemi di variazione della struttura superficiale del materiale lavorato.

Bisogna precisare che le mole in CBN e (anche in diamante) con legante metallico possono essere di due tipi come risulta chiaramente dalla figura N°1, cioè la prima ottenuta con un processo di elettrodeposizione, la seconda con un processo di sinterizzazione. Nel primo caso si ha un solo strato di grani di abrasivo legati normalmente da nichel, nel secondo caso i grani sono più piccoli e possono essere legati con materiali ceramici (V), resinoidi (B) metallici (M).

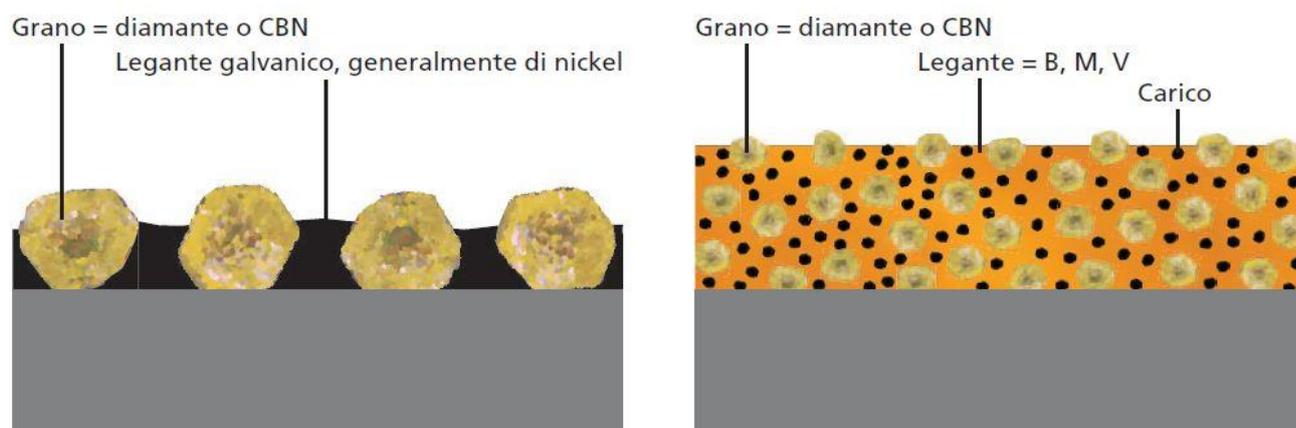


Figura N°1 - (immagine ricavata dal sito WEB : www.diametal.ch)

A differenza delle mole con legante metallico, quelle ceramiche possono essere prodotte con una porosità controllata. Gli interstizi tra grano e grano possono essere così dimensionati in modo da ottimizzare l'allontanamento dei trucioli e del calore, favorendo l'afflusso del refrigerante nella zona di contatto. E' questo il motivo per cui si ha una minore concentrazione di calore nella zona in cui si stacca il truciolo e i rischi di bruciature sono drasticamente ridotti.

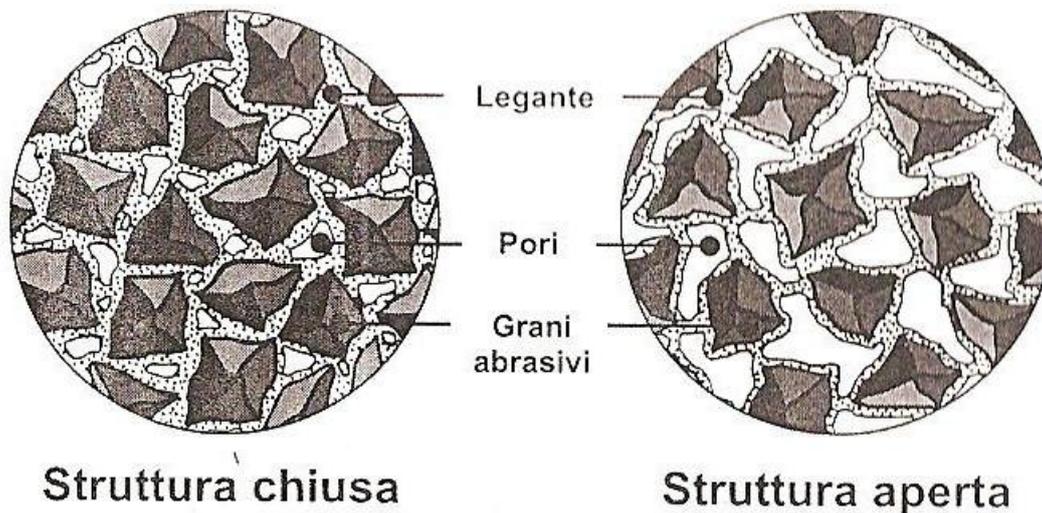


Figura N°2- Esempi di struttura di mole in CBN

Nella figura N°2 sono rappresentate schematicamente una struttura chiusa ed una aperta e ci si rende immediatamente conto che la struttura aperta permette una più facile penetrazione del grano di abrasivo sulla superficie da rettificare, migliorando la capacità di taglio. E' evidente altresì che la grandissima durezza dei grani in CBN permette di eseguire un numero di pezzi molto più grande rispetto ad una mola in ossido di alluminio, prima di essere diamantata.

Intanto bisogna dire che i cristalli di Nitrato di boro cubico si formano con pressioni che vanno da 50.000 a 90.000 Bar e temperature da 1800 °C a 2700 °C, cioè campi di pressioni e temperature molto ampi e quindi anche le caratteristiche potranno variare in modo notevole. I diamanti sintetici vengono prodotti con pressioni da 70.000 a 120.000 Bar e temperature intorno a 2000 °C.

Esistono vari tipi di cristalli di CBN, con diverse caratteristiche, non solo, ma i singoli cristalli possono anche subire degli speciali trattamenti allo scopo di esaltare qualche particolare caratteristica.

Per esempio sono utilizzati CBN con grani ricoperti in titanio che isolano in un certo senso il grano dal calore. Questo ricoprimento funziona come una specie di by-pass nella trasmissione del calore. Ma quello che più differenzia i grani sono la loro forma e la loro durezza, e i vari tipi si distinguono dal loro colore, come indicato in figura N°3.



Figura N°3- *Diversi tipi di CBN*

In sintesi si può dire:

- *CBN chiaro: geometricamente irregolare, di durezza media. Adatto ad ogni impiego*
- *CBN marrone scuro: Molto stabile termicamente, adatto alle lavorazioni di acciai temprati con scarsa truciolabilità*
- *CBN scuro: elevata durezza. Adatto alla rettifica interna di acciai temprati*
- *Diamante sintetico: adatto alla lavorazione di materiali duri e fragili, come carburi sinterizzati, vetro, ceramica, granito.*

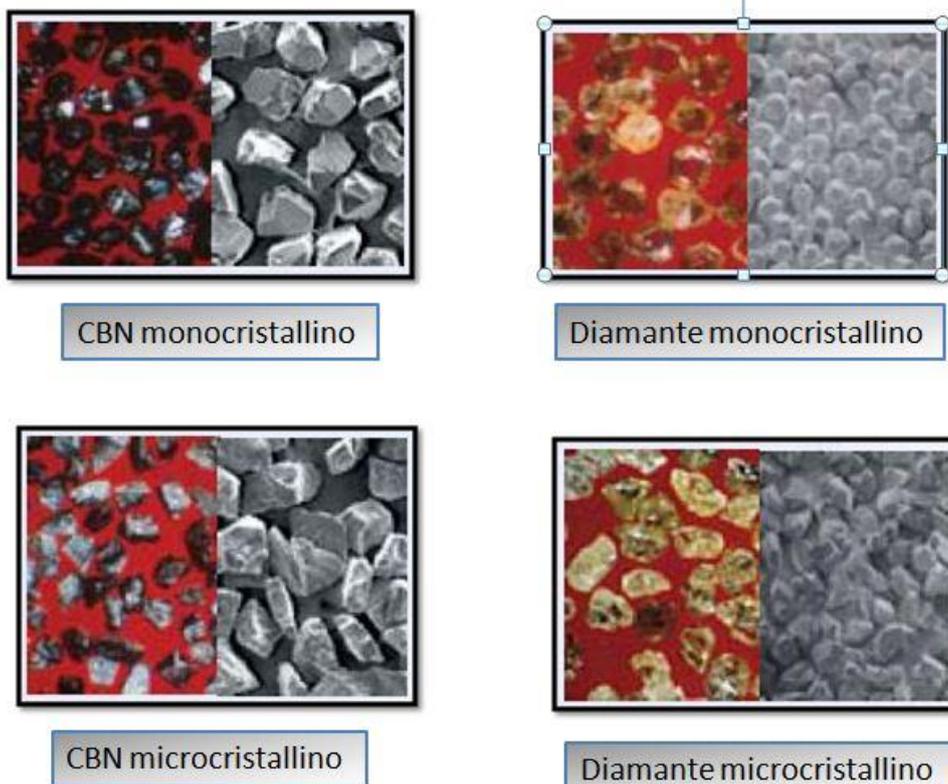


Figura N°4- *Vari tipi di cristalli in CBN e in Diamante sintetico*

I cristalli di CBN e di diamante sintetico si differenziano anche per la loro struttura. Il tipo più comunemente usato è quello monocristallino, che si rompe sotto una elevata pressione di lavoro esponendo nuovi spigoli taglienti, cioè ha una certa possibilità di auto-ravvivarsi.

L'altro tipo è il CBN microcristallino, in cui ogni grano è composto da particelle di dimensioni inferiori al micrometro. Vedere figura N°4.

Le caratteristiche di una mola in CBN sotto il punto di vista della capacità di asportazione, della tenuta del profilo, e della qualità della superficie ottenuta, sono definite dai seguenti parametri:

- *Dimensione del grano*
- *Concentrazione*
- *Durezza*
- *Struttura*

Dimensione del grano

La dimensione maggiore, una grana grossa, consente un'asportazione più rapida del materiale mentre una grana più fine permette di ottenere superfici migliori.

La maggior parte delle applicazioni usa delle grane comprese tra 76 e 151.

La dimensione del grano è individuata da un numero fissato dalle norme FEPA secondo la seguente tabella:

Dimensione in μm del grano in Diamante e in CBN secondo FEPA e DIN e comparazione con altri standard

Diamante FEPA DIN 848	CBN – FEPA DIN 848	Larghezza nominale della maglia (μm) ISO 565	USA - ASTM E11-70 (Mesh) Maglie per 1"	Giappone JIS 6002-63 dimensione μm	Russia Gost 3647-71 dimensione μm
D251	B251	212 – 250	60 – 70	250 – 210	250 – 200
D213	B213	180 – 212	70 – 80	210 – 177	250 – 200
D181	B181	150 – 180	80 – 100	--	200 – 160
D151	B151	125 – 150	100 – 120	149 – 125	160 – 125
D126	B126	106 125	120 – 140	125 – 105	125 – 100
D107	B107	90 – 106	140 – 170	--	100 – 80
D91	B91	75 – 90	179 -200	105 – 75	--
D76	B76	63 75	200 – 230	88 – 63	80 – 63
D64	B64	53 – 63	230 – 270	--	63 – 50
D54	B54	45 – 53	270 – 325	53 – 44	60 – 40
D46	B48	38 – 45	325 – 400	44 – 37	50 – 40
---	B30	40 – 25	--	--	40 – 28
D25	--	52 - 32	--	--	--

Durezza della Mola

La mola, secondo la sua durezza, è adatta ad una specifica lavorazione.

Mole tenere sono più adatte a lavorazioni di materiali o pezzi che possono modificarsi per effetto dell'elevarsi della temperatura. Mentre mole più dure sono più adatte in quelle lavorazioni dove è necessario mantenere la costanza del profilo.

La durezza delle mole viene indicata con una lettera da B (molto tenera) a X (molto dura).

Nelle mole in CBN con legante ceramico si identificano:

- *Mole tenere: N, O, P*
- *Mole dure: Q, R, S*

Mole più tenere sono adatte alla rettifica di pezzi che possono variare la loro forma o struttura sotto l'effetto di riscaldamenti locali. Le mole dure sono impiegate dove è richiesta una buona tenuta del profilo.

Concentrazione

La concentrazione è il rapporto del peso del CBN in carati, dove il carato corrisponde a 0,2 grammi, e al peso di un centimetro cubo di riporto.

La concentrazione incide molto sulla capacità di taglio e sulla produzione possibile fra due rinvivature della mola, ma evidentemente incide anche sul suo prezzo.

La concentrazione è individuata da un numero a cui corrisponde una certa quantità di CBN come nella tabella seguente.

Concentrazione	Carati/ cm ³
50	2,2
75	3,3
100	4,4
125	5,5
150	6,6
175	7,7
200	8,8

Struttura

In tutte le operazioni di rettifica, sia con mole in ceramica che con mole in CBN, la struttura ha un ruolo fondamentale ai fini di un buon risultato dell'operazione e di un elevato rendimento. Mole aperte, con porosità artificiale sono indicate per la rettifica ad alto rendimento. Il grado della struttura è indicato con un numero come nella seguente tabella:

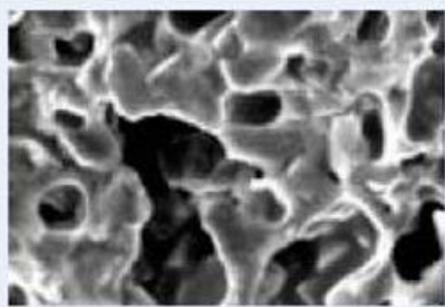
CBN Struttura standard						CBN Struttura porosa		
chiusa		aperta		media		media	alta	Molto alta
1	2	3	4	5	6	15	16	18

Riepilogo dei vari tipi di legante

All'inizio di queste note, si è già detto qualcosa sul tipo di legante nelle mole al CBN e in Diamante. Qui si fa un rapido riepilogo di questo argomento.

- Legante vetrificato. Chiamato anche legante ceramico. Esso presenta diversi vantaggi in quasi tutte le operazioni di rettifica in cui sia richiesta un'alta precisione. La struttura dei granuli e della matrice legante consente una facile rinvivatura e ricondizionamento della mola, cioè una sua variazione di forma. Il legante vetrificato è tenace e resistente e ciò rende le mole di questo tipo molto efficienti dal punto di vista della durata e della tenuta del profilo. Il legante vetrificato ha una struttura porosa che favorisce l'afflusso di refrigerante ed evita l'intasamento dei trucioli.
- Legante resinoide. Vengono utilizzate resine fenoliche o poliammidiche per bloccare i grani di CBN o diamante. Le mole di questo tipo sono discretamente taglienti ma devono essere rinvivate frequentemente con una barretta di ossido di alluminio. Con l'utilizzo di diversi leganti si può variare la durezza della mola.

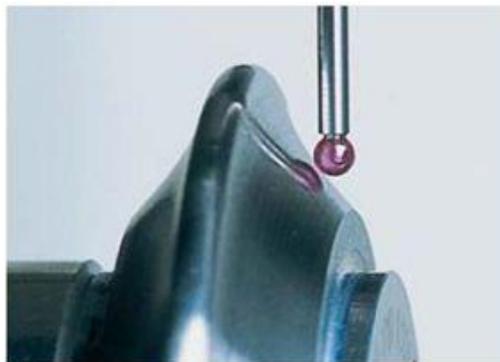
- Legante metallico. Il primo tipo è quello elettrodeposto con nichel. Queste mole sono meno costose delle precedenti, ma dispongono di un solo strato di abrasivo per cui la loro durata risulta inferiore. La mola è molto aggressiva ed asporta con maggior rapidità. L'altro tipo, come risulta dalla figura N°1, è il tipo con legante metallico sinterizzato. I leganti metallici sono estremamente compatti e molto più duri delle mole con legante resinoide. Tendono a scaldarsi e devono sempre lavorare ad umido.



Legante vetrificato



Legante resinoide



Controllo di un corpo della mola in CBN elettrodeposta

Figura N°5