

CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU HỢP KIM KHÓ GIA CÔNG

Hợp kim khó gia công được phân loại dựa theo nhiều đặc điểm khác nhau : theo nhiệt độ nóng chảy, theo độ cứng, theo cơ tính của vật liệu,... Sau đây chúng ta sẽ xét một số kim loại và hợp kim :

1.1 KIM LOẠI KHÓ CHẢY

Vật liệu khó nóng chảy là các loại kim loại có nhiệt độ nóng chảy $T > 1539\text{ }^{\circ}\text{C}$ hoặc các kim loại kết hợp với các nguyên tố hợp kim khác.

Ví dụ :

Ti	= 1672 °C	Zr	= 1855 °C	Cr	= 1875 °C
V	= 1900 °C	Hf	= 1975 °C	Nb	= 2415 °C
Mo	= 2610 °C	Ta	= 2996 °C	Tc	= 2700 °C
Re	= 3180 °C	W	= 3410 °C		

1.2 THÉP HỢP KIM

Thép hợp kim được chia ra theo nhiều dấu hiệu khác nhau:

1. Thép chịu ăn mòn trong các môi trường khác nhau.
2. Thép bền nhiệt .
3. Thép chịu nhiệt.
4. Thép có độ bền cao.
5. Hợp kim bột kim loại.
6. Hợp kim cứng .
 - Hợp kim do biến cứng
 - Hợp kim được chế tạo với những thành phần các chất khác nhau.

1.3 CÁC HỢP KIM ĐẶC BIỆT KHÁC

1. Thép đặc biệt có nhiệt độ làm việc đến 700 °C.
2. Hợp kim bền nhiệt trên nền Niken (Nhiệt độ làm việc đến 1100 °C)
3. Hợp kim nền Mo và Nb có nhiệt độ làm việc đến 1500 °C.
4. Hợp kim nền vonfram (W) có nhiệt độ làm việc đến 2000 °C.
5. Thép hợp kim chịu ăn mòn . Trong thực tế có 3 nhóm chính sau đây :
Nhóm I - Thép chịu ăn mòn hợp kim thấp có độ bền cao

Bảng 1.1

Tên nguyên tố	C	Cr	Ni	Mn	Mo	W	V	Si
Thành phần %	0,25 - 0,45	<= 5	<= 2,5	<= 1,5	<= 1,5	<= 1,5	<= 1	<= 1
Giới hạn bền	160 - 220 KG/mm ²							

Nhóm II : thép chịu ăn mòn có độ bền cao

Bảng 1.2

Tên nguyên tố	C	Cr	Ni	Mn	Mo	W	V	Si
---------------	---	----	----	----	----	---	---	----

CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU HỢP KIM KHÓ GIA CÔNG

Hợp kim khó gia công được phân loại dựa theo nhiều đặc điểm khác nhau : theo nhiệt độ nóng chảy, theo độ cứng, theo cơ tính của vật liệu,... Sau đây chúng ta sẽ xét một số kim loại và hợp kim :

1.1 KIM LOẠI KHÓ CHẢY

Vật liệu khó nóng chảy là các loại kim loại có nhiệt độ nóng chảy $T > 1539\text{ }^{\circ}\text{C}$ hoặc các kim loại kết hợp với các nguyên tố hợp kim khác.

Ví dụ :

Ti	= 1672 °C	Zr	= 1855 °C	Cr	= 1875 °C
V	= 1900 °C	Hf	= 1975 °C	Nb	= 2415 °C
Mo	= 2610 °C	Ta	= 2996 °C	Tc	= 2700 °C
Re	= 3180 °C	W	= 3410 °C		

1.2 THÉP HỢP KIM

Thép hợp kim được chia ra theo nhiều dấu hiệu khác nhau:

1. Thép chịu ăn mòn trong các môi trường khác nhau.
2. Thép bền nhiệt .
3. Thép chịu nhiệt.
4. Thép có độ bền cao.
5. Hợp kim bột kim loại.
6. Hợp kim cứng .
 - Hợp kim do biến cứng
 - Hợp kim được chế tạo với những thành phần các chất khác nhau.

1.3 CÁC HỢP KIM ĐẶC BIỆT KHÁC

1. Thép đặc biệt có nhiệt độ làm việc đến 700 °C.
2. Hợp kim bền nhiệt trên nền Niken (Nhiệt độ làm việc đến 1100 °C)
3. Hợp kim nền Mo và Nb có nhiệt độ làm việc đến 1500 °C.
4. Hợp kim nền vonfram (W) có nhiệt độ làm việc đến 2000 °C.
5. Thép hợp kim chịu ăn mòn . Trong thực tế có 3 nhóm chính sau đây :
Nhóm I - Thép chịu ăn mòn hợp kim thấp có độ bền cao

Bảng 1.1

Tên nguyên tố	C	Cr	Ni	Mn	Mo	W	V	Si
Thành phần %	0,25 - 0,45	<= 5	<= 2,5	<= 1,5	<= 1,5	<= 1,5	<= 1	<= 1
Giới hạn bền	160 - 220 KG/mm ²							

Nhóm II : thép chịu ăn mòn có độ bền cao

Bảng 1.2

Tên nguyên tố	C	Cr	Ni	Mn	Mo	W	V	Si
---------------	---	----	----	----	----	---	---	----

Thành phần %	0,25 - 0,45	<= 12	<= 2,5	<= 1,5	<= 1,5	<= 1,5	<= 1	<= 1
Giới hạn bền	<= 180 , sau nhiệt luyện có thể đạt 260 - 300 KG/mm ²							

Nhóm III : Thép hợp kim martensit - hoá già

Bảng 1.3

Tên nguyên tố	C	Cr	Ni	Co	Mo	Ti		
Thành phần %	0,25 - 0,45		17 - 19	<= 7 - 9	<= 4- 6	<= 0,5-1		
Giới hạn bền	(<= 190 - 210), thêm 12-16 % Co, 8-10% Mo, 12-13%Ni thì độ bền có thể đạt 280 KG/mm ² , HRC 62, δ=8%							

1.4 HỢP KIM CÓ TỶ BỀN CAO (σ_B/γ)

Hợp kim có tỷ bền cao : Nhôm, ti tan

γ - khối lượng riêng của vật liệu g/cm³.

σ_B - Giới hạn bền của vật liệu KG/mm².

Ví dụ : Hợp kim titan $\sigma_B > 160 \text{ KG/mm}^2$. $\gamma = 4,51 \text{ Tỷ bền}$ $K = 34,5$

Đặc biệt hợp kim ti tan còn có tính chịu ăn mòn trong các loại môi trường cao nên được ứng dụng rất rộng rãi.

Hợp kim nhôm AlMg6 $\sigma_B = 39 \text{ KG/mm}^2$.

$\gamma = 2,7$

Hệ số tỷ bền là $K = 14,4$

Chúng ta có thể so sánh với thép thông thường :

Thép CT38 $\sigma_B = 38 \text{ KG/mm}^2$.

$\gamma = 7,87 \text{ g/cm}^3$.

Hệ số tỷ bền là $K = 4,8$

1.5 TÍNH CHẤT CỦA MỘT SỐ KIM LOẠI NGUYÊN CHẤT KHÓ CHẢY VÀ KHÓ GIA CÔNG

Bảng các tính chất của các kim loại khó nóng chảy và các nguyên tố hợp kim

Bảng 1-4

Đặc tính	Đơn vị tính	Be	V	W	Hf	Co	Si	Mn	Mo	Ni
Khối lượng riêng	G/cm ³	1,84	6,11	19,3	13,31	8,92	2,33	7,4	10,2	8,91
Nhiệt độ nóng chảy	°C	1283	1900	3410	2222	1495	1412	1245	2625	1425
Nhiệt độ bay hơi	°C	2450	3400	5930	5400	3100	2600	2150	4800	3080
Hệ số giãn nở vì nhiệt	x 10.	11,6	10,6	4,0	5,9	12,08	6,95	23	5,49	13,3
Giới hạn bền	KG/mm ²	40-60	22-48	100-120	40-45	50	70		70	28-30
Độ giải dài tương đối	%	0,2-2	17	0	30	5	0		30	40
Độ cứng Brinel	HB	60-85	70	350	120	125	240		125	65-70

Bảng 1-5

Đặc tính	Đơn vị tính	Nb	Re	Ta	Ti	Cr	Zr	Ghi chú
Khối lượng riêng	G/cm ³	8,57	21	16,6	4,51	7,19	6,45	
Nhiệt độ nóng chảy	°C	2500	3180	2996	1668	1910	1860	
Nhiệt độ bay hơi	°C	5127	5900	5300	3277	2469	3700	
Hệ số giãn nở vì nhiệt	x 10.	7,1	6,8	6,6	8,3	6,7	6,3	
Giới hạn bền	KG/mm ²	30-45	50	45-55	40-45	30-35	25	
Độ giãn dài tương đối	%	20	24	25-35	30-40	15	15-30	
Độ cứng Brinel	HB	75	250	45-125	130-150	100	65	

Tính chất của một số các bít, Borit, Silixit, Nitrit

Bảng 1-6

Các bít	Thành phần	Ti	Zr	Hf	V	Nb	Ta	Cr	Mo	W
Các bon	C %	20,05	11,64	6,31	19,08	11,45	6,22	13,34	5,89	6,13
Khối lượng riêng	G/cm ³	4,94	6,60	12,65	5,50	7,82	14,50	6,74	9,06	17,13
T _{nc}	°C	3150	3420	3700	2850	3600	3880	1895	2410	2790
Hệ số truyền dẫn nhiệt	Cal/(cm.s. °C)	0,069	0,09	0,07	0,09	0,04	0,053	0,046	0,076	0,072
Hệ số giãn nở nhiệt x 10(-6)		8,50	6,95	6,06	7,20	6,50	8,29	11,70	7,80	3,84
Độ cứng HRA	HRA	93,00	87	84	91	83	82	81	74	81

Bảng 1-7

Borits (+ B)	Thành phần	Ti	Zr	Hf	V	Nb	Ta	Cr
Bo	B %	31,20	19,17	10,81	29,81	18,89	10,68	29,38
Khối lượng riêng	G/cm ³	4,52	6,09	11,20	5,10	7,00	12,62	5,60
T _{nc}	°C	2980	3040	3250	2400	3000	3100	2200
Hệ số truyền dẫn nhiệt	cal/(cm.s. °C)	0,144	0,058	-	0,137	0,040	0,026	0,053
Hệ số giãn nở nhiệt x 10e(-6)		8,10	6,88	5,73	7,5	8,10	5,12	11,10
Độ cứng HRA	HRA	86	84		83			84

Bảng 1-8

Nitrit (+ N ₂)	Thành phần	Ti	Zr	Hf	V	Nb	Ta	Cr
Ni tơ	N %	22,63	13,31	7,28	21,56	13,10	7,19	
Khối lượng riêng	g/cm ³	5,44	7,35	13,84	6,10	8,41	15,86	
T _{nc}	°C	2950	2980	2980	2050	2050	2890	
Hệ truyền dẫn nhiệt	cal/(cm.s. °C)	0,046	0,049		0,027	0,009	0,021	
Hệ số giãn nở nhiệt x 10e(-6)		9,35	7,24	6,9	8,10	10,10	3,60	
Độ cứng HRA	HRA							

Bảng 1-9

Si líc	Si %	53,98	38,11	23,93	52,44	37,68	23,69	51,93
Khối lượng riêng	g/cm ³	4,13	4,86	8,03	4,66	5,66	9,10	5,00

T _{nc}	°C	1540	1750	1660	2160	2200	1500	2030
Hệ số truyền nhiệt	cal/(cm.s.°C)	0,111	0,037		0,383	0,397	0,052	0,025
Hệ số giãn nở nhiệt x 10e(-6)		8,8	8,6		11,2	11,7	8,8	10,0
Độ cứng HRA	HRA	81						

1.6 VẬT LIỆU BỘT

Vật liệu kim loại hợp kim có thể được chế tạo từ bột kim loại bằng phương pháp nấu chảy thông thường hoặc kết hợp ép bột kim loại với thành phần các nguyên tố khác : C, Al₂O₃, Các bít, borit, ... để nhận được hợp kim cứng hay kim loại gốm.

Bảng 1.10 [2]

Loại vật liệu	Các cấu tử chính
Vật liệu kết cấu	Fe, Fe-Cu, Fe-P, Fe - C Fe-Ni-Cu, Fe-Cu-C Fe-Ni-Cu-Mo-C Thép không gỉ, Brông (Cu+Sn), Latông (Cu +Zn),... Ti Au-Cu
Kim loại và hợp kim có cấu trúc xít chặt - Kim loại chịu nhiệt - Kim loại dùng trong kỹ thuật hạt nhân - Siêu hợp kim - Thép hợp kim	W, Mo, Ta, Nb, Re Be, Zr Các hợp kim trên cơ sở Ni, Co Thép dụng cụ, thép gió
Vật liệu có độ xốp cao - Bạc xốp tự bôi trơn - Tấm lọc	Brông (Cu+Sn+Al,Pb,) thép không gỉ, Cu-Al Ni-Cr, monel, Ti, Zr, Ag, Ta, Thép không gỉ
Vật liệu liên kim loại	Ni - Al MoSi ₂ Ti-Al Co - Mo- Si

Hợp kim cứng được chế tạo bằng phương pháp ép và thiêu kết với áp lực và nhiệt độ thích hợp.

Hợp kim cứng có hai loại : đặc và xốp (có lỗ rỗng). Chúng thường được ứng dụng để chế tạo dụng cụ cắt gọt, vật liệu phủ, vỏ bọc, ... Nhiệt độ làm việc có thể đạt 1000 - 2000 °C

Hợp kim cứng có nhiều loại : (trang 19 - 20)

- Hợp kim cứng vonfram (WC)
- Hợp kim cứng W - Ti
- Hợp kim cứng Ti-Ta-W

Bảng 1.7 [2] [9]

Mác hợp kim	Thành phần %						
Ký hiệu theo LX và theo TCVN	Các bít W	Các bít tanta n	Các bít Titan	Co Coban	σ (KG/m ²)	γ (g/cm ³)	HRA >=
Nhóm WC							
BK3M (WCCo3)	97			3	110	15-15,3	91,0
BK4 (WCCo4)	96			4	130	14,9-15,1	89,5
BK60M	91,9			6	120	>=14,75	91,5
BK6M (WCCo6)	94			6	130	14,8-15,1	90
BK8 (WCCo8)	92			8	140	14,4-15,8	87,5
BK100M	90			10	140	>=14,3	-
BL10M (WCCo10)	90			10	140	>=14,3	88,5
BK15M (WCCo15)	85			15	155	>=13,8	87,0
BK150M (WCCo15)	82,9			15	150	>=13,8	-
BK25 (WCCo25)	75			25	220	12,9-13,2	82

Nhóm Ti-WC							
T15K6 (WCTi15Co6)	79		15	6	110	11-11,7	90
T5K10 (WCTiCo10)	85		6	9	130	12,3-13,2	88,5
Nhóm Ti-Ta-WC							
TT7K12 (WCTTC7Co12)	81	3	4	12	170	13-13,3	87
TT10K8 (WCTTC10Co8)	82	7	3	8	140	13,5-13,8	89
TT20K9 (WCTTC20Co9)	71	12	8	9	150	12-13	89

Chú ý : Vật liệu ký hiệu theo TCVN được đặt trong dấu ngoặc đơn.

1.7 NHÓM VẬT LIỆU CÁC BÓN - NITRIT - TITAN

Khối lượng riêng	5,6 - 6,2	g/cm ³
HRC	88 - 93	HRC
Giới hạn bền uốn	120 - 180	KG/mm ² .

1.8 NHÓM VẬT LIỆU CÁC BÍT - CRÔM + HỢP KIM CỨNG (page 208)

Khối lượng riêng	6,6 - 7,0	g/cm ³
HRC	80 - 90	HRC
Giới hạn bền uốn	40 - 70	KG/mm ² .

1.9 NHÓM VẬT LIỆU KHÔNG CÓ VÔNFRAM

Gồm có các thành phần các chất như sau :

	TiC%	TiN%	4Ni1Mo	Khối lượng riêng	HRA	Giới hạn bền uốn
THM-20	79%	-	21%	5,5 g/cm ³ .	91	115 KG/mm ² .
THM-25	74		26	5,7	90	130
THM30	70		30	5,9	89	140
KTHM30A	26	42	32	5,8	88	150

1.10 VẬT LIỆU BỘT MÀI VÀ DỤNG CỤ CẮT

Bảng 1.8

Loại vật liệu	Độ cứng Knoop	Giới hạn bền Mpa = N/mm ²	T nc °C	HRA
Kim cương	8000	7000	3500	
Nitrit Bo (BN)	5000	7000	1540	
TiC	3100	2800	3100	93
SiC	3000	1000	2400	
WC	2700	5000	2780	82 - 90
Al ₂ O ₃	2100	3000	2050	
SiO ₂	1000	1200		
Thép đã tôi (để so sánh)	800	1200		

1.11 VẬT LIỆU SIÊU CỨNG. [2]

Bảng 1.9

Vật liệu	KL riêng g/cm ³	Độ cứng HV	Giới hạn bền MPa	Nhiệt độ giới hạn của độ bền
Kim cương tự nhiên	3,01-3,56	10.000	1900-2100	600-850
Kim cương nhân tạo				
• Loại đơn tinh thể	3,48-3,54	8.600-10.000	2000	850
• Loại đa tinh thể	3,30-4,00	8.000-10.000	200-800	700
Nitri Bo (BN)				
• Loại đơn tinh thể	3,44-3,49	9.000-9500	500	1200
• Loại đa tinh thể	3,30-3,40	7.000-8.000	2000-3000	1400

Vật liệu kim cương tuy có độ cứng cao nhưng bị giới hạn bởi độ bền nhiệt (Có nhiệt độ giới hạn của độ bền thấp)

Vật liệu nitrit bo (BN) có độ cứng cao và có tính bền nhiệt cao nên thích hợp với gia công cơ (khoan tiện, phay, ...

Chú ý :

Càng tăng độ bền và độ cứng vật liệu thì vận tốc cắt giảm đi . Tốc độ cắt gọt tỷ lệ nghịch với bình phương giới hạn bền của vật liệu.

Khó khăn chủ yếu khi gia công là do :

- Lực cắt yêu cầu phải lớn; đối với thép bền nhiệt tăng 1,5 lần; đối với hợp kim bền nhiệt tăng 2 - 2,5 lần so với khi gia công thép C45.
- Các hợp kim này có tính dẫn nhiệt kém nên nhiệt độ sinh ra tại vùng cắt rất cao
- Khi gia công cắt các loại thép có độ bền nhiệt vận tốc cắt giảm 10 - 20 lần so với khi gia công thép C45 (Ký hiệu theo Nga 45).
- Giá thành bột kim loại thường đắt hơn 1,5 - 3,5 lần so với kim loại cơ bản. Nhưng với kim loại chế tạo bột ngay từ đầu thì thường có giá thành rẻ hơn. Tuy giá đắt hơn nhưng nó được bù lại do có hệ số sử dụng cao với những tính chất đặc biệt.
- Theo các chuyên gia kinh tế để đánh giá hiệu quả của vật liệu gốm người ta thấy : Cứ cho 1000 tấn sản phẩm thì tiết kiệm được 1500 - 2000 tấn kim loại, vì lẽ đó mà nó giảm bớt được 50 đơn vị máy gia công, cùng lúc làm giảm 120.000 giờ gia công và năng suất nói chung tăng lên 1,5 lần.

CHƯƠNG 2 : GIỚI THIỆU MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG ĐẶC BIỆT

2.1 GIỚI THIỆU

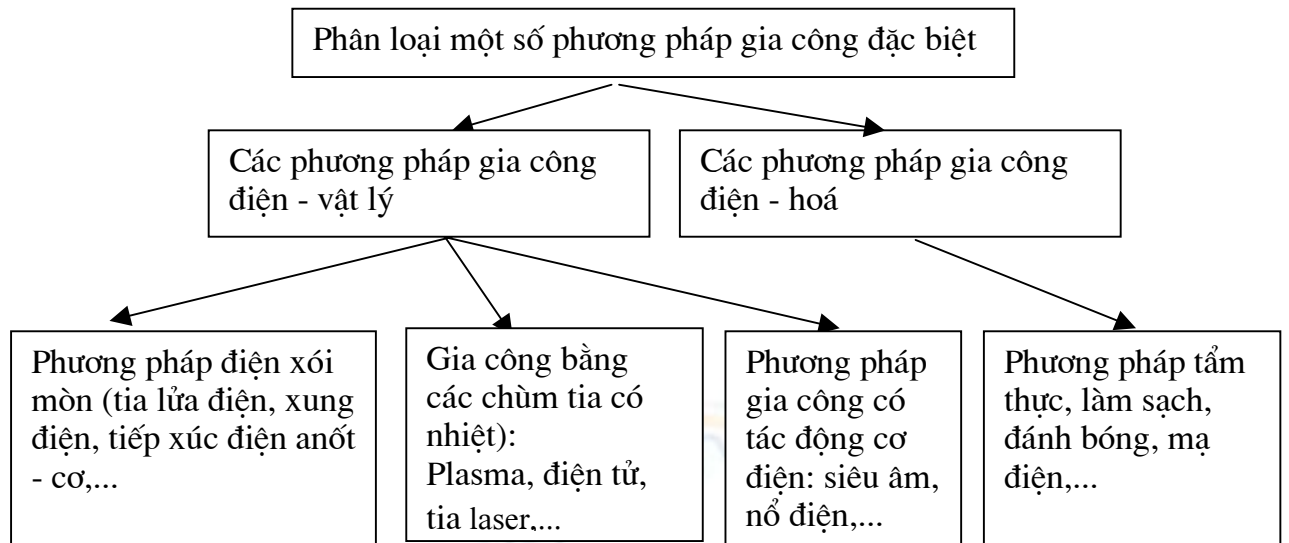
Trong việc hoàn chỉnh các kết cấu máy, nâng cao khả năng gia công các kết chi tiết máy, người ta đang ứng dụng các công nghệ mới và các phương pháp gia công mới, sử dụng có hiệu quả các loại vật liệu mới, ... nhằm nhận được các tính chất đặc biệt mà bằng các phương pháp gia công thông thường khó thực hiện hoặc không thể thực hiện được. Trong lĩnh vực cắt và gọt vật liệu có nhiều phương pháp : gia công bằng điện, điện - vật lý, điện - hoá, gia công bằng nguồn năng lượng tập trung,... Các phương pháp này được sử dụng khá rộng rãi để gia công kim loại. Các phương pháp này cho phép sau khi gia công nhận được cơ tính cao và không yêu cầu lực cắt gọt lớn hoặc cho phép không sử dụng dụng cụ cắt gọt với các yêu cầu đặc biệt về độ cứng, độ chịu mài mòn. Các phương pháp này cũng đảm bảo độ chính xác, độ bóng bề mặt nhất định và cho phép nâng cao năng suất lao động [6], [8].

2.2 PHÂN LOẠI MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG ĐẶC BIỆT

Các phương pháp gia công đặc biệt có thể kể đến các phương pháp gia công điện vật lý và điện hoá.

Các phương pháp này được phân loại thành các nhóm như sau:

1. Theo phương pháp sinh ra dạng năng lượng (Popilov L.IA) : Phương pháp điện hoá, Phương pháp điện - Hoá - Cơ (phương pháp anốt - cơ), phương pháp điện vật lý,...
2. Theo cơ chế tác dụng : Phương pháp xói mòn điện (mài mòn điện), Phương pháp điện - thuỷ lực, phương pháp nổ - điện, phương pháp từ trường, phương pháp siêu âm,...
3. Gia công bằng các nguồn nhiệt: Phương pháp dùng tia điện tử, Phương pháp dùng plasma, Phương pháp dùng chùm tia laser, ...



Hình 2-1 Sơ đồ phân loại một số phương pháp gia công đặc biệt

2.3- Đặc điểm của các phương pháp gia công đặc biệt :

- Trong quá trình gia công, tốc độ, chất lượng gia công hầu như không phụ vào tính chất cơ lý của vật liệu..
- Có thể gia công hầu hết các loại vật liệu với bất kỳ cơ tính nào mà không cần có lực lớn tác dụng, có thể gia công kim loại, hợp kim cứng và kim cương, kính, ...
- Không yêu cầu các dụng cụ có độ cứng cao hơn độ cứng vật liệu gia công (ví dụ khi gia công bằng siêu âm hoặc bằng các chùm tia laser, tia điện tử,...
- Giảm tiêu hao vật liệu vì chiều rộng rãnh cắt nhỏ, mức độ chính xác cao,...
- Có thể gia công những chi tiết phức tạp và có độ chính xác, độ bóng cao (lỗ khuôn kéo có đường kính nhỏ, gia công lỗ nhỏ và sâu, cắt hình, có thể gia công chép hình,...
- Có thể gia công cục bộ (tại những điểm nhỏ) trên bề mặt chi tiết lớn, giảm bớt các bước gia công trung gian (khâu chuyển tiếp) hoặc phải yêu cầu sử dụng đồ gá đặc biệt để gia công vật liệu cứng, dòn, đánh bóng hợp kim cứng,...
- Có thể cơ khí hoá và tự động hoá.
- Có năng suất và hiệu quả kinh tế cao và giảm phế phẩm.