

# บทที่ 6

## การแปรรูปวัสดุ (Machining Process)



รองศาสตราจารย์ธรรม์ณชาติ วันแต่ง

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

# วัสดุที่นำมาใช้ทำเครื่องมือตัด (Cutting Tool and Materials)

- คุณสมบัติทางเคมี คุณสมบัติด้านโลหะวิทยา
- ความซับซ้อนของงาน ความเที่ยงตรง พิกัดความเผื่อ และผิวที่ต้องการ
- ลักษณะของเครื่อง เช่น เครื่องกลึง เครื่องกัด
- สภาวะแวดล้อมอื่น ๆ เช่น ความสามารถและทักษะของผู้ปฏิบัติงาน  
การหล่อเย็น สารหล่อเย็น

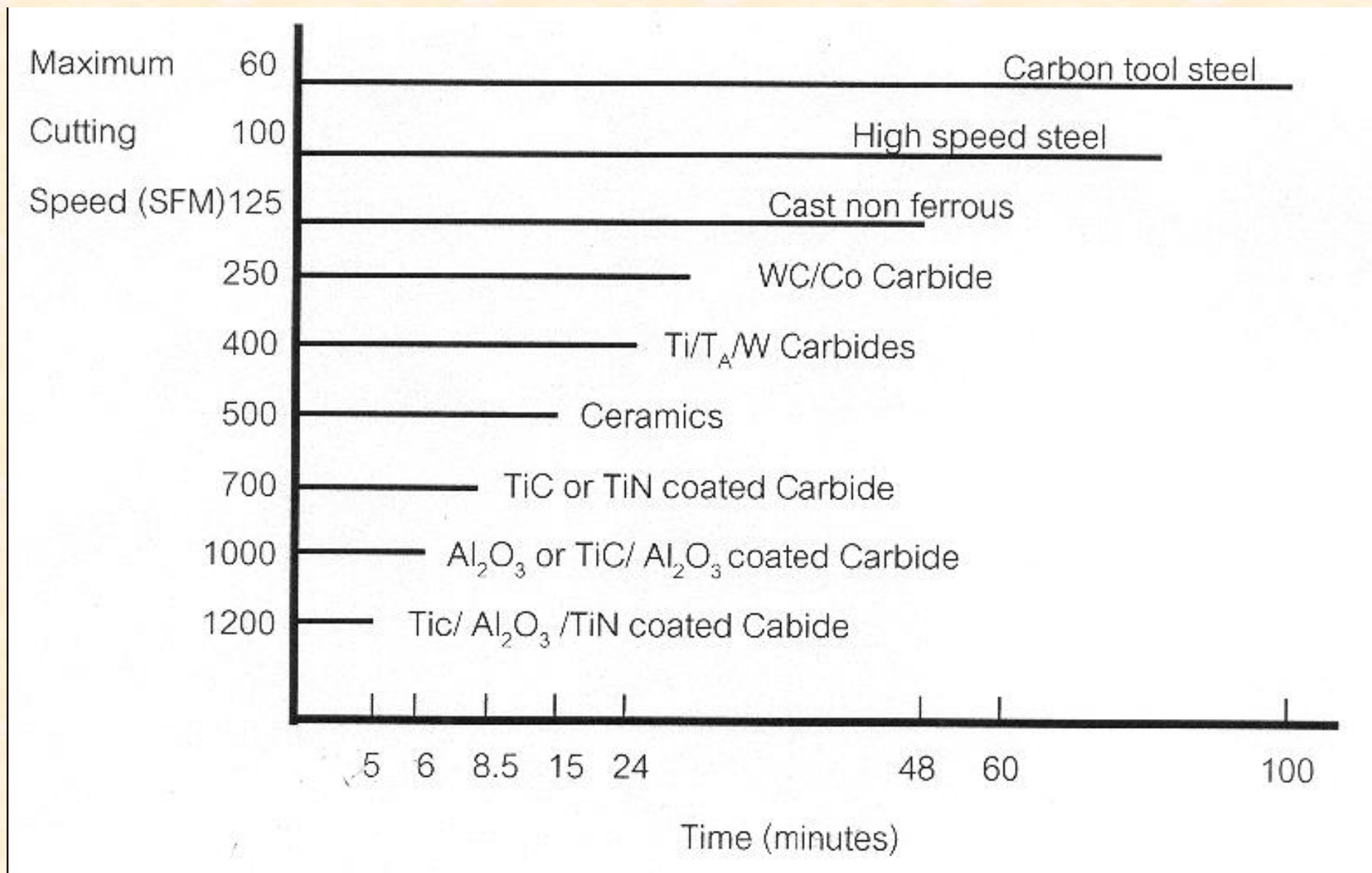
## (Cutting Speed)

$$V_c = \pi D n / 1000 \quad [m/min]$$

$V_c$  = ความเร็วตัด หน่วยที่ได้จะเป็น [m/min]

$D$  = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงาน [mm]

$n$  = จำนวนรอบของหัวจับ [1/min]



การเปรียบเทียบเครื่องมือตัดแต่ละชนิดเปรียบเทียบกันระหว่างเวลาและความเร็วตัด

# วัสดุมีดตัด

## 1 ชนิดและการนำไปใช้งานของวัสดุเครื่องมือตัด

1) เหล็กกล้าคาร์บอน และเหล็กกล้าผสมต่ำ เหล็กกล้าผสมปานกลาง (Carbon steels and Low/medium alloy steels) Tool steel

0.90 – 1.30 %

2) เหล็กกล้าผสมต่ำ และเหล็กกล้าผสมปานกลาง (Low/medium alloy steels) (Mo), (Cr) (W) (Cemented carbides) ดอกสว่าน ดอกตัดแปะ ริมเมอร์ ฯลฯ

3) เหล็กความเร็วสูง (High Speed Steels) หรือชื่อย่อคือ HSS

เหล็ก โครเมียม วานาเดียม ทังสเทน โมลิบดีนัม และคาร์บอน

ชนิด T มีทั้งสแตนเป็นส่วนผสมหลัก

ชนิด M มีโมลิบดีนัมเป็นส่วนผสมหลัก

เกรด M1,M2 และ T1 ทำเครื่องมือตัดเฉือนทั่วไป เหล็กเกรดนี้มีความแข็ง และความเหนียวสูง

เกรด M 3 class 2 และ M4 เป็นเหล็กروبสูงที่มีคาร์บอน และวานาเดียมสูง ใช้เป็นเครื่องมือตัดเหล็กหล่อ เหล็กหล่อเหนียว พลาสติก ทองเหลือง และเหล็กที่ผ่านการชุบแข็งมาแล้ว

เกรด T4, T5 และ T8 คงความแข็งที่อุณหภูมิสูง เหมาะสำหรับการตัดวัสดุที่แข็งมาก ๆ

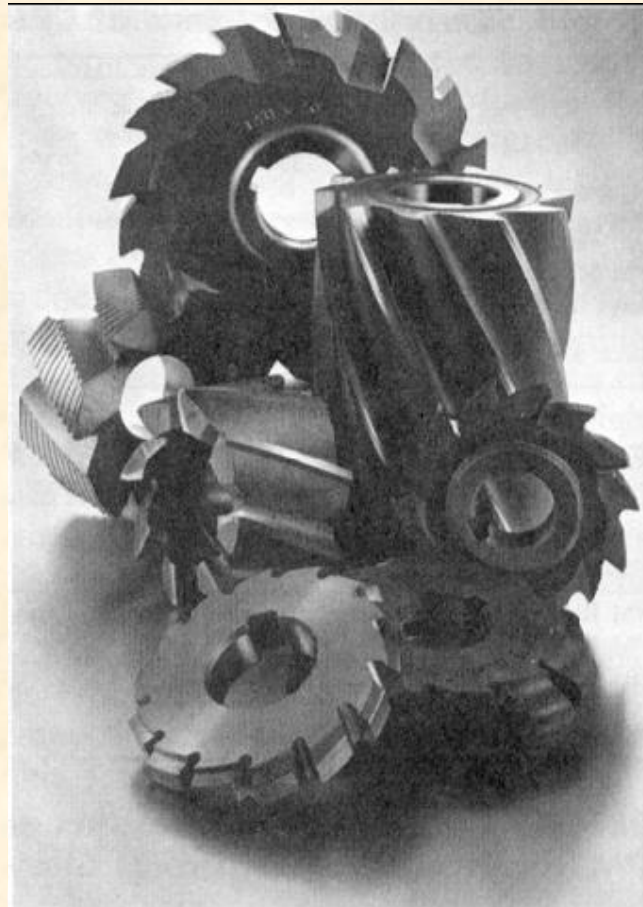
เกรด M1,M2,M7 ทั่วไป

เกรด M50 และ M52 ปานกลาง

เกรด M42,M33 และ T15 วัสดุที่มีความแข็งมากยากที่จะทำการตัดเฉือนก็จะใช้

## โลหะผง (Powder Metallurgy)

มีความแข็งแรงมาก ความเหนียว ทนต่อแรงกระแทกได้ดี มีขนาดที่เที่ยงตรง  
มากขึ้น การต้านทานต่อการสึกหรอดีมาก



## โคบอลต์หล่อผสม (Cast Cobalt Alloys)

38 – 53 % และจะมีธาตุอื่นผสม เช่น โครเมียม ทังสเทน และคาร์บอน

เหล็กروبสูง

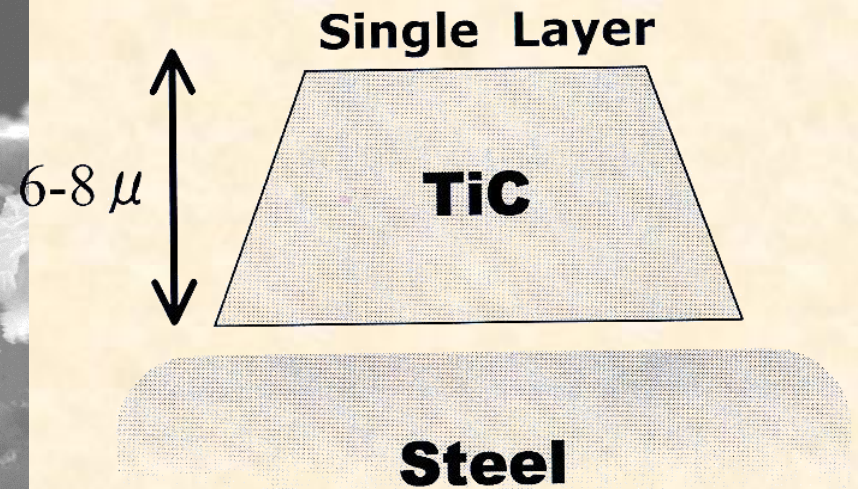
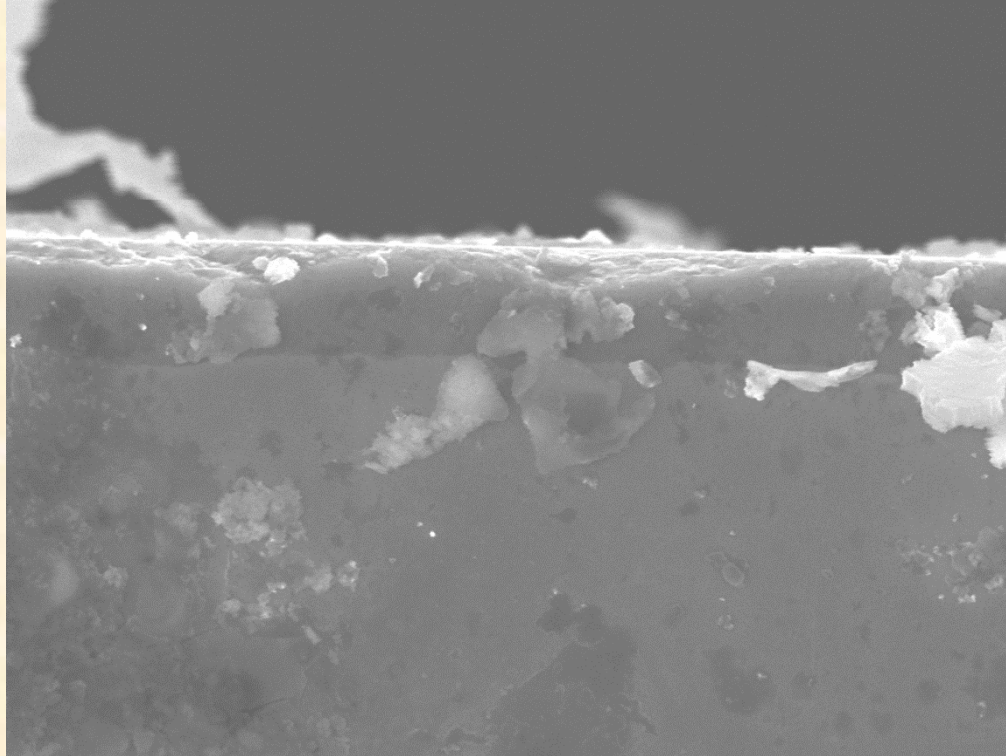
โคบอลต์หล่อผสม

ซีเมนต์คาร์ไบด์

ซีเมนต์คาไบด์ (WC)

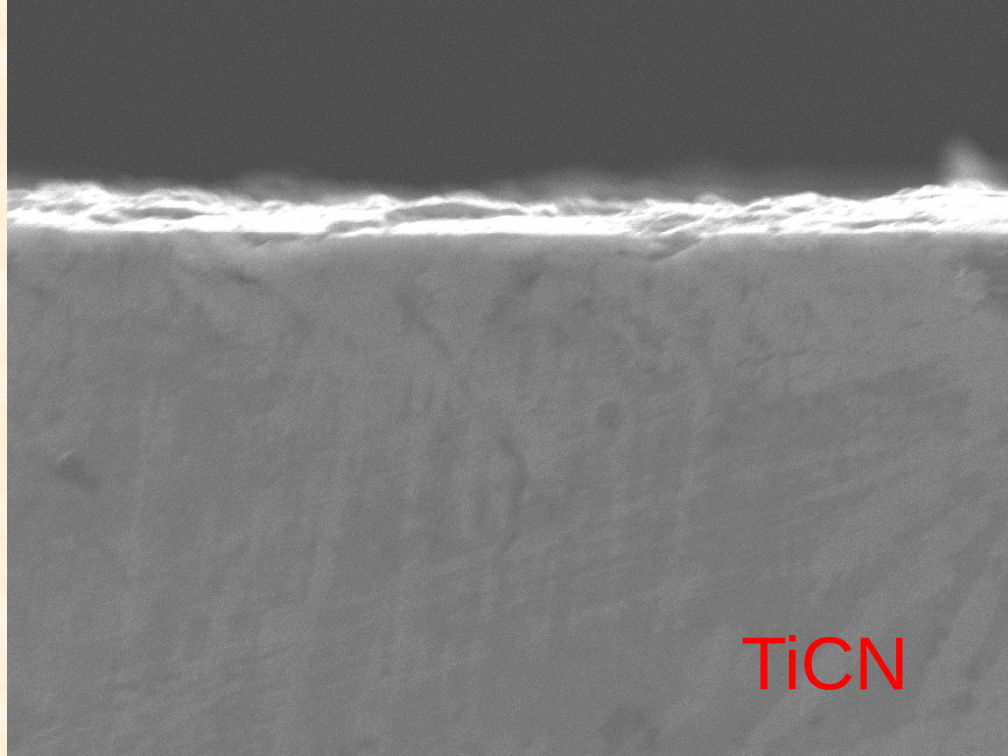
| C-grade                                                              | Application category      |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>Machining of cast iron, nonferrous, and nonmetallic materials</b> |                           |
| C-1 .....                                                            | Roughing                  |
| C-2 .....                                                            | General-purpose machining |
| C-3 .....                                                            | Finishing                 |
| C-4 .....                                                            | Precision finishing       |
| <b>Machining of carbon and alloy steels</b>                          |                           |
| C-5 .....                                                            | Roughing                  |
| C-6 .....                                                            | General-purpose machining |
| C-7 .....                                                            | Finishing                 |
| C-8 .....                                                            | Precision finishing       |

## การเคลือบผิวเครื่องมือตัด (Coating)

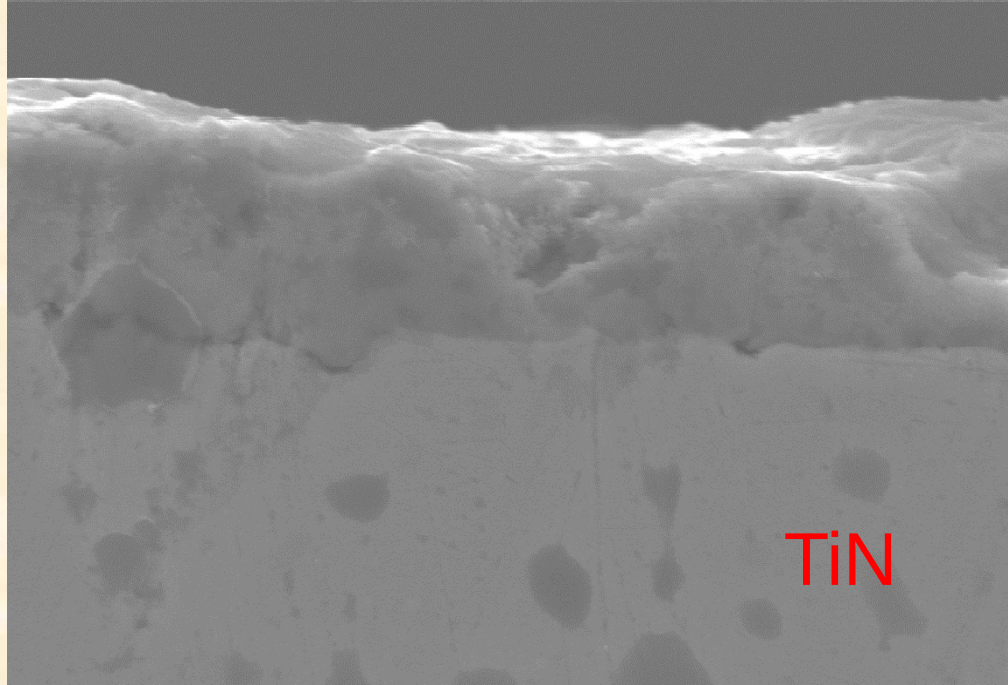


**TiC**

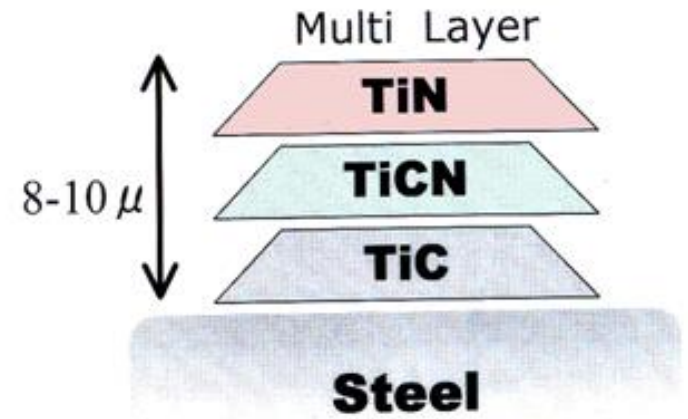
3600-4000 HV



TiCN



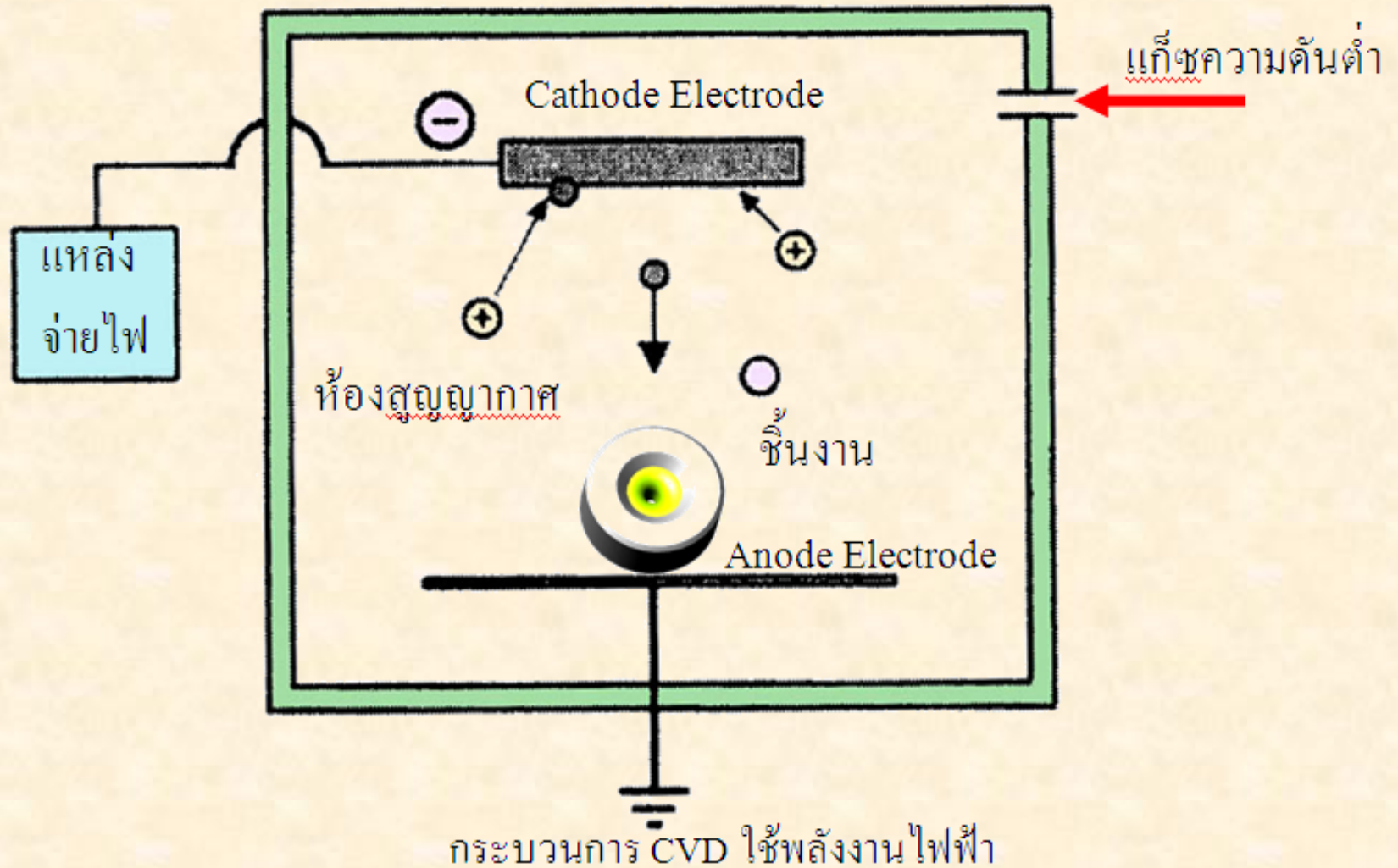
TiN

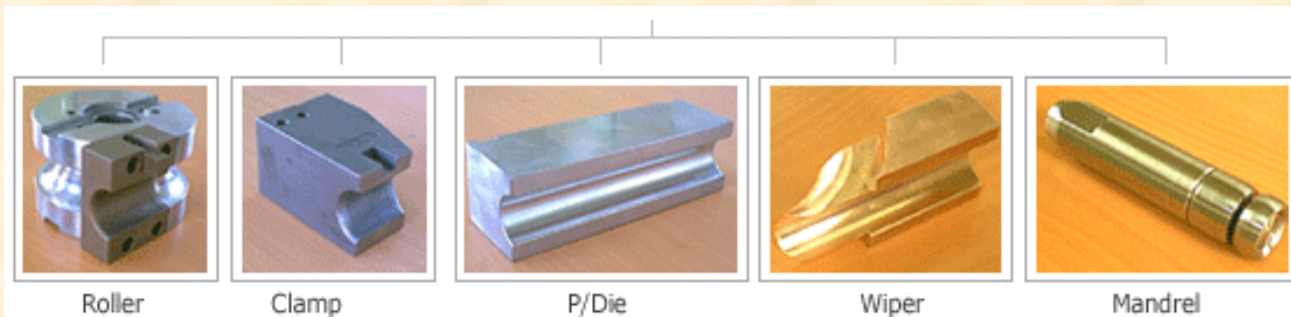


2800-3000 HV

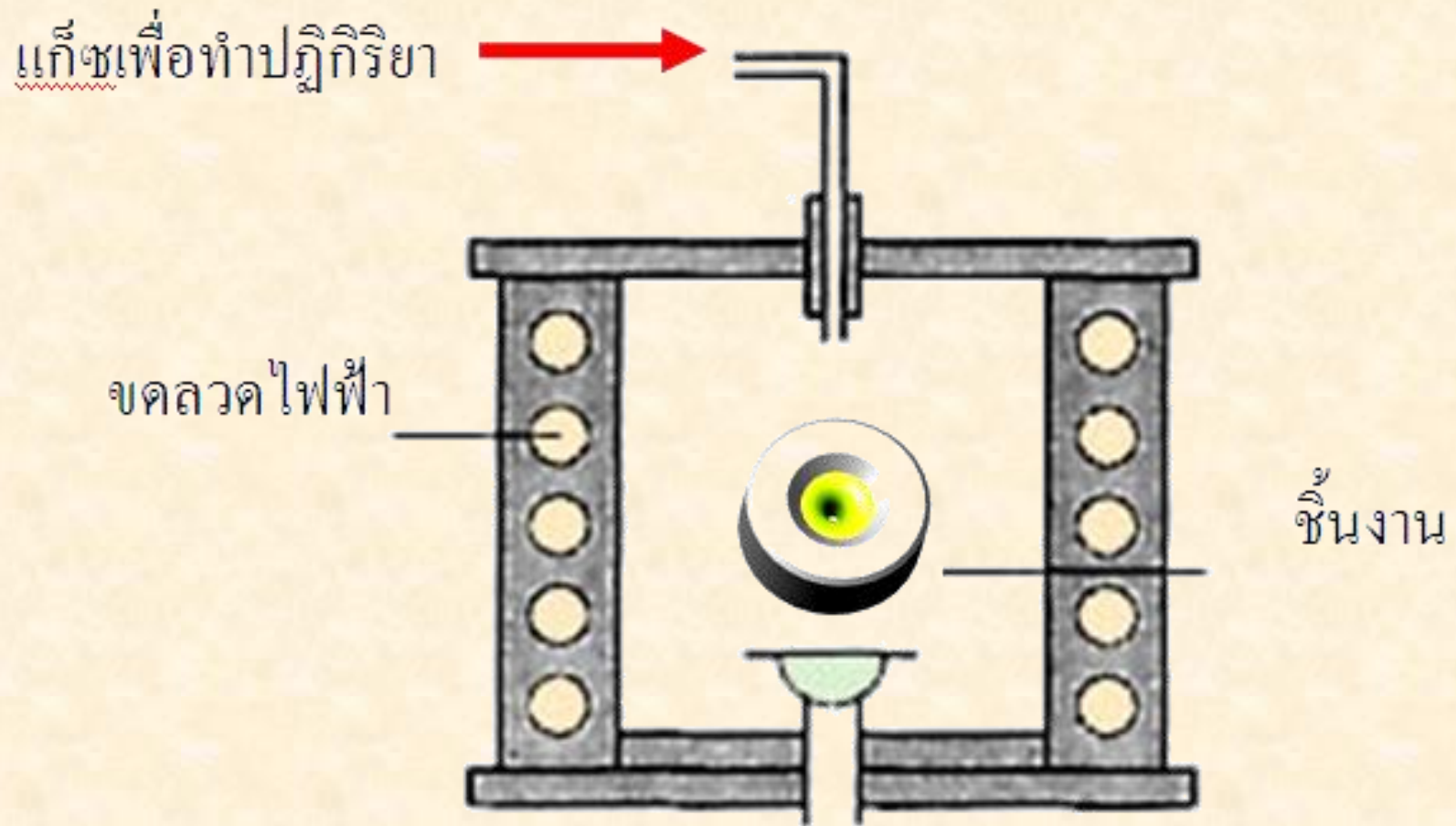
2000-3000 HV

## ก. การเคลือบผิวด้วยไอเคมี (Chemical Vapour Deposition, CVD)





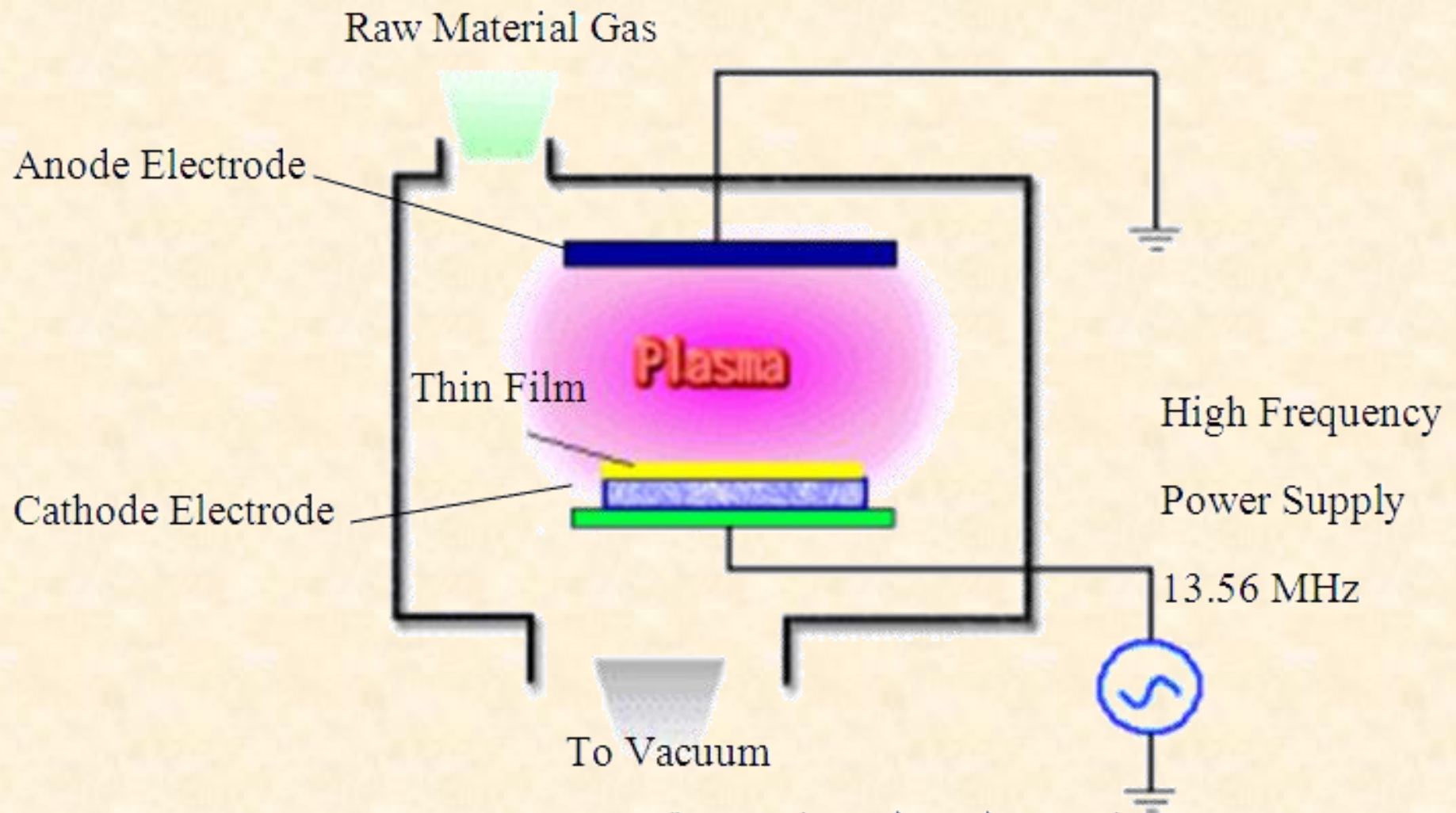
## ข. การเคลือบผิวด้วยไอกายภาพ (Physical Vapour Deposition, PVD)



กระบวนการ PVD ใช้พลังงานไฟฟ้า [11]



## ค. การเคลือบผิวด้วยฟิล์มคาร์บอนคล้ายเพชร (DLC)



กระบวนการการเคลือบผิวด้วยฟิล์มคาร์บอนคล้ายเพชร (DLC)



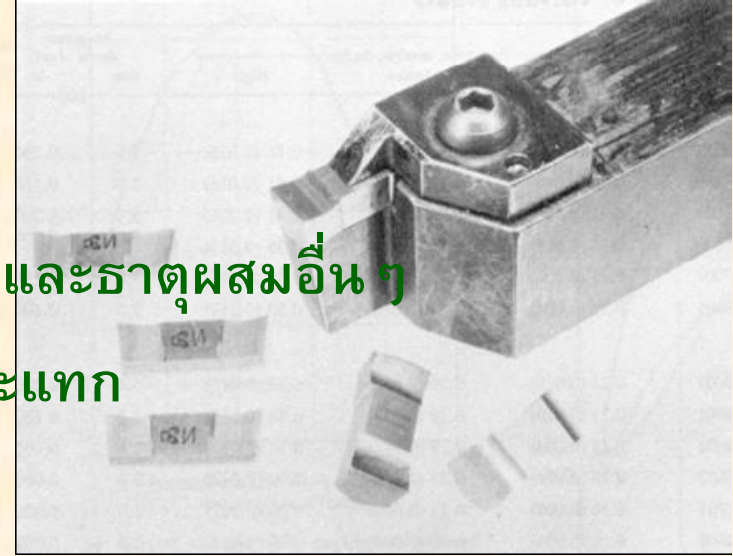
NICOclub.com



世界腕錶OnLine  
WORLD WRIST WATCH ON LINE

## เซอร์เมท (Cermets)

ซินเตอร์รีง มีส่วนประกอบที่สำคัญคือเซรามิกส์ และธาตุผสมอื่น ๆ  
มีความเหนียว การยืดหยุ่น การต้านทานแรงกระแทก



### ไททาเนียมคาร์โบไนไตรเซอร์เมท

การเติมนิเกิลลงไปเพื่อเป็นตัวประสานให้เนื้อของวัสดุเข้ากันได้ดี การตัดปาดผิว  
งานละเอียด มีราคาถูกและวัตถุดิบหาได้ง่าย

ความแข็งแรงต่ำ ความเปราะสูง

### คาร์โบไนไตรเซอร์เมท

ไททาเนียม-ทังสเตน-คาร์บอน-ไนโตรเจน ประสานคือ นิเกิล, โมลิบดีนัม, โค  
บอลต์ มีประสิทธิภาพในการตัดมากขึ้น

## เซรามิก (Ceramics)

เซรามิกฐานอลูมิน่า ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) เซรามิกฐานซิลิกอนไนไตร ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )

เซรามิกขาว ใช้ในงานการตัดปาดผิวที่ละเอียด และใช้ความเร็วในการตัดสูง ใช้ตัดปาดผิวเหล็กหรือเหล็กหล่อในอุตสาหกรรมรถยนต์ และสำหรับงานที่ยากแก่การตัดเฉือน เช่น โละผสมที่ผ่านการตีขึ้นรูปมา ซึ่งเกรนของเซรามิกจะมีความละเอียดประมาณ 5 ไมครอน

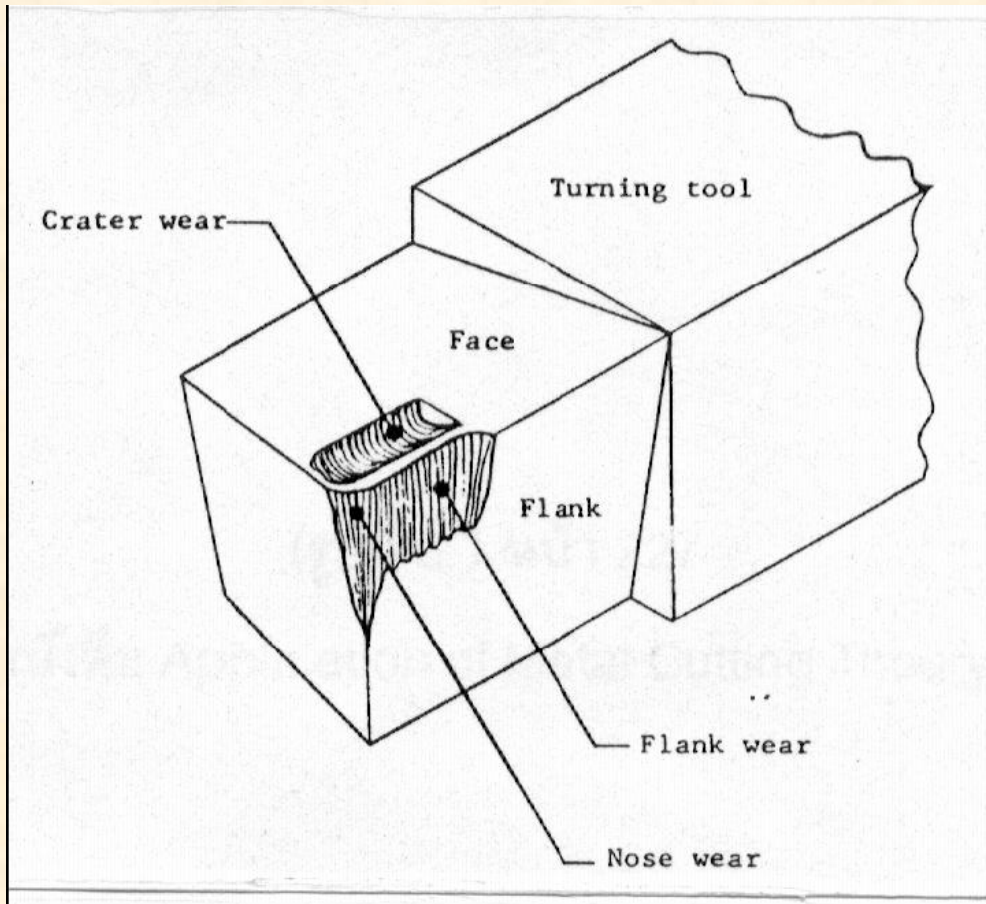
## วัสดุเครื่องมือตัดแข็งพิเศษ

วัสดุเครื่องมือตัดแข็งพิเศษ มี 2 ชนิดคือ เพชร (Diamond) และ CBN (Cubic Boron Nitride)

เพชรจะใช้เป็นเครื่องมือตัดวัสดุจำพวก อโลหะ เช่น อลูมิเนียมผสม ทองแดงผสม แก้ว เซรามิก ทังสเตนคาร์ไบด์ หิน คอนกรีต

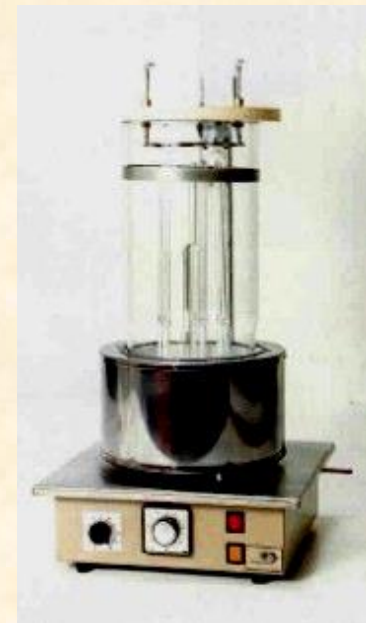
ส่วน CBN จะใช้กับวัสดุที่เป็นโลหะเช่น เหล็กเครื่องมือ (Tool Steels) เหล็กแข็ง เหล็กหล่อสีเทา เหล็กที่ผ่านการชุบแข็ง

## 2 การสึกหรอและอายุการใช้งานของเครื่องมือตัด



การหล่อเย็น

การวัดความหนืดหน่วยการ  
วัดคือเซนติสไตก์



## ชนิดของน้ำยาหล่อเย็น

- ☐ **Soluble Oils** ใช้ผสมกับน้ำ และจะอยู่ในสภาพของสารละลาย มีคุณสมบัติในการหล่อเย็นที่ดี ให้การหล่อลื่น และป้องกันการเกิดสนิม
- ☐ **Cutting Oils** เป็นน้ำมันตัดที่เติมสารที่มีคุณสมบัติในการตัดเฉือนเข้าไป และอยู่ในสภาพของสารละลาย เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการหล่อเย็น การหล่อลื่น และการสึกหรอของเครื่องมือตัด
- ☐ **Chemical Cutting Oils** เป็นน้ำยาหล่อเย็นที่เกิดจากการสังเคราะห์ทางเคมี อยู่ในสภาพของสารละลาย ลดการสึกหรอ และลดแรงเสียดทาน แต่จะขึ้นอยู่กับส่วนผสมทางเคมี และบางชนิดมีส่วนผสมของสาร **Extreme-Pressure (EP)** ซึ่งจะต่อต้านการเกิดความร้อน และแรงดันสูงเนื่องจากการตัดเฉือน

| สารเพิ่มคุณภาพ | คุณสมบัติ                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sulphur (S)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>●เพิ่มความสามารถในการรับแรงกดสูง (EP)</li> <li>●ต้านทานการสึกหรอและลดการเสียดทาน</li> <li>●ลดการจับตัวของเหล็ก (Metal Deactivator) ป้องกันการหลอมติดในภาวะที่ภาระน้ำหนักสูง</li> </ul> |
| Phosphorus (P) | <ul style="list-style-type: none"> <li>●ต้านทานการสึกหรอ</li> <li>●ลดการเสียดทานทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานที่ต่ำ</li> </ul>                                                                                             |
| Zinc (Zn)      | <ul style="list-style-type: none"> <li>●ต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในงานที่อาจมีความชื้นหรือน้ำเข้ามาสัมผัสกับผิวโลหะ</li> <li>●ต้านทานการสึกหรอ</li> </ul>                                                                |
| Magnesium (Mg) | <ul style="list-style-type: none"> <li>●ช่วยให้สารเพิ่มคุณภาพกระจายตัวได้ดี</li> <li>●ช่วยละลายสิ่งสกปรก</li> </ul>                                                                                                           |
| Calcium (Ca)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>●ช่วยรักษาความหนืดของน้ำมันเมื่อเกิดอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง</li> <li>●ลดการเกิดยางเหนียวและตะกอนจากน้ำมัน ยืดอายุการใช้งานของน้ำมัน</li> </ul>                                             |

## กระบวนการแปรรูปแบบคายนเฉ

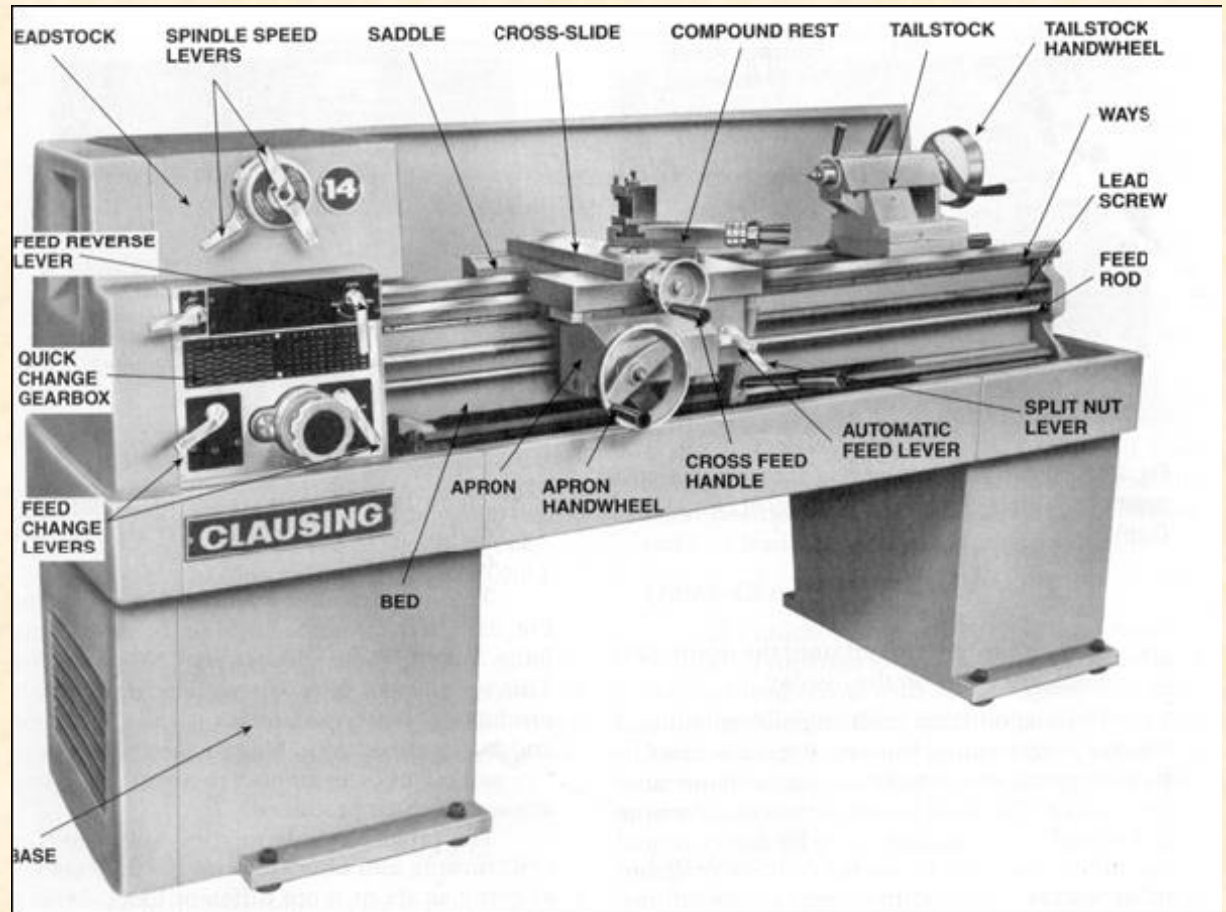
การกลึง (Turning)

$$V_c = \pi D n / 1000$$

$$V_c = (n D \pi) / 12 \text{ ft/min}$$

31.4 เมตร/นาที

104.7 ฟุต/นาที



ชิ้นงานกลึงขนาด  $D = 40$  มม. และ  $n = 250$  รอบ/นาที จะได้ความเร็วตัดกี่เมตร/นาที

ชิ้นงานกลึงขนาด  $D = 4.0$  นิ้ว และ  $n = 250$  รอบ/นาที จะได้ความเร็วตัดกี่ฟุตต่อนาที

# เอกสารอ้างอิง

1. ชลิตต์ มธุรสมนตรี ปราโมทย์ พูนนายม กุลชาติ จุลเพ็ญ, กระบวนการผลิต (Manufacturing Processes) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, กรุงเทพฯ, 2544
2. สารัมย์ บุญมี, Engineering Materials – วัสดุวิศวกรรม และ foundry sands, สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
3. อนุวัฒน์ จุติลาภถาวร, กรรมวิธีการผลิต2, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรักษ์ ,2548
4. SCHULER, Metal Forming Handbook, Springer, Verlag Berlin Heidelberg New York, 1998
5. Repp McCarthy, Metalwork Technology and Practice, New York, 1989
6. Matthew Yuen, Extrusion , Research. May 15, 2009 from <http://faculty.ksu.edu.sa/maesaleh/IE%20351/Ch6-Extrusion.ppt>
7. ทวี เทศเจริญ, กรรมวิธีการผลิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, พิมพ์ครั้งที่ 2, 2536.
8. สารัมย์ บุญมี, Engineering Materials, สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, Research. May 15, 2008 from <http://www.sut.ac.th/Engineering/Metal/courses/engmat.html>
9. ปัญญา บัวสมบุรา และอุษณีย์ กิตกำธร, Physical Metallurgy Lab I, สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, Research. May 15, 2012 from <http://www.sut.ac.th/Engineering/Metal/courses/phymet1.html>