คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ

Creating and Evaluating the Effectiveness of Computer Assisted Instruction Program Practice Cutting Spure Gear ,Shaping Operation , Milling Operation and Drilling Operation.

นายพลังวัชร์ แพ่งธีระสุขมัย

Mr. Plangwath Paengteeresukkamai

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งในการดำเนินงานของคณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ได้รับการอุดหนุนงบประมาณในการดำเนินการ

ปี พ.ศ. 2553

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 17 คน ผู้วิจัยทำการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วให้ทำการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นหลังจากนั้นให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

(นายพลังวัชร์ แพ่งธีระสุขมัย)

ผู้วิจัย

ABSTRACT

The purposes of the research were to create and efficiency validation of computer assisted for the courses of practiced to reading. Creating and Evaluating the Effectiveness of Computer Assisted Instruction Program Practice Cutting Spure Gear ,Shaping Operation, Milling Operation and Drilling Operation based standard and analyses the leaning achievement of the student after by using computer assisted instruction.

The subjects in the study were first year diploma students enrolled in Rajamangala University of Technology Phra Nakhon . The Researcher using the experiment by let the students do until test before class, And then study by using computer assisted instruction focused on practiced to basic turning. After that let students do the unit test again at the class and calculate to find out the efficiency of the computer assisted instruction and analyses the leaning achievement of students after study .

The research result revealed that the efficiency of the computer assisted Instruction was efficient in standard, Moreover after learning achievement At significant level of 0.05 .

(Mr. Plangwath Paengteeresukkamai)

RESEARCHER

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทนำ	1
- ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
- วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
- ขอบเขตของการวิจัย	2
- ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้	2
- ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	2
- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	3
- สมมติฐานการวิจัย	5
- ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	5
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
- การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา	6
- การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	7
- การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	8
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	9
วิธีการวิจัย	11
- ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้	11
- กลุ่มตัวอย่าง	11
- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	11
- การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	13
- สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	14
ผลของการวิจัย	17
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	17
- สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	18

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 19

- สรุปผลการวิจัย 19

บรรณานุกรม 20

ภาคผนวก 22

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสื่อการสอน และหนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสื่อการสอน 23
- ขอบข่ายของเนื้อหาวิชา 25
- แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา 26
- แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 27
- เกณฑ์การประเมินสื่อการสอน 28
- ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา 29
- ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 30
- ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของข้อสอบกับวัตถุประสงค์ 31
- แสดงผลการประเมินหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ฯ 32
- แสดงผลการประเมินหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ฯ 34
- แสดงค่า T-test ของแบบทดสอบ 42
- แสดงผลการประเมินหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ฯ 43
- ผลการคำนวณวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 44
- ลักษณะรายวิชา 45
- บทดำเนินเรื่อง 46
- แบบทดสอบ 140

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1. แสดงการทดลองที่มีกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม ทำการทดลองก่อนและหลังการทดลองทันที 11
2. แสดงค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ 17
3. แสดงค่าประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา 29
4. แสดงค่าประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 30
5. แสดงการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงข้อแบบทดสอบตามวัตถุประสงค์ 31
6. แสดงผลการประเมินค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ 32
7. แสดงการประเมินค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ 35
8. แสดงหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย กลุ่มได้คะแนนสูง 36
9. แสดงหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย กลุ่มได้คะแนนน้อย 37
10. แสดงผลค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ 38
11. แสดงผลการประเมินค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 39
12. แสดงค่า T-test ของแบบทดสอบ 41

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1. แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3
2. แสดงขั้นตอนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล 4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การปฏิบัติอาชีพราชการครูสายการสอนหรือเป็นอาจารย์ผู้สอน เมื่อได้รับการสอบคัดเลือกแต่งตั้งให้มาปฏิบัติหน้าที่ ถ้าไม่มีประสบการณ์การสอนหรือไม่มีความรู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาที่สอน ผู้สอนต้องศึกษาค้นคว้าหาความรู้ให้เข้าใจจัดเตรียมการสอนด้านเนื้อหาและอุปกรณ์สื่อการสอน ดังนั้นการสอนในวิชาเดิมหลายครั้งหลายภาคเรียน จะทำให้ผู้สอนมีความรู้อย่างเชี่ยวชาญและมีการพัฒนาทักษะการสอน นอกจากงานหน้าที่หลัก คือ การสอนและยังมีภาระหน้าที่อย่างอื่นอีก เช่นงานธุรการด้านต่างๆ หรือกิจกรรมต่าง ๆ ในหน่วยงานตามที่ได้รับมอบหมายจากผู้บริหาร นอกจากนี้สถานศึกษาในปัจจุบันยังมีนโยบายพัฒนาด้านอื่น ๆ เช่น การพัฒนาบุคลากร การดำเนินงานวิจัย การดำเนินงานโครงการต่างๆ ที่ตอบสนองความต้องการของชุมชนหรือองค์กรของรัฐ จากภาระงานหน้าที่ทั้งหมดของผู้สอนดังที่กล่าวมาต้องปฏิบัติควบคู่กับการสอนทำให้มีผลกระทบต่อหน้าที่หลัก คือ การสอนไม่มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการแก้ปัญหาของอาจารย์แต่ละท่าน

ปัจจุบันความเจริญทางเทคโนโลยี มีบทบาทต่อการพัฒนากิจการต่างๆมาก การนำเทคโนโลยีมาใช้พัฒนาสื่อการเรียนการสอนเป็นวิธีการที่อาจารย์ผู้สอนให้ความสนใจ มีการประดิษฐ์คิดค้นอุปกรณ์สื่อสารและสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันโดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ “ คอมพิวเตอร์ ” และได้มีการนำมาใช้เพื่อการศึกษากันอย่างแพร่หลาย (กรมการศึกษานอกโรงเรียน , 2541 : 2)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการสำเสนอสื่อประสม ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วีดีทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียน หรือองค์ความรู้ในลักษณะที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับธรรมชาติและโครงสร้างของเนื้อหา มีเป้าหมาย คือ ดึงดูดความสนใจ และกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความการต้องอยากเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะและเพิ่มเติมความรู้ เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้เรียนอื่นได้ ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปใช้ในการสอนเสริมหรือสอนทบทวนการสอนปกติในชั้นเรียนได้ โดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำกับผู้เรียนที่เรียนตามไม่ทันจัดการสอนเพิ่มเติม (ถนอมพร เลาหจรัสแสง , 2541 : 7 – 12)

ปัญหาของผู้ทำวิจัย คือการสอนวิชาที่มีนักศึกษาจำนวนตั้งแต่ 30-40 คน ต่อการสอน1 ครั้ง ลักษณะเนื้อหาวิชามีทฤษฎีและปฏิบัติ การสอนวิชาดังกล่าวจำเป็นต้องสอนสาธิตและมีทฤษฎีเข้ามาเกี่ยวข้อง สอนโดยการแบ่งนักศึกษาออกออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ แล้วสอนสาธิตทุกกลุ่มจึงจะทำให้นักศึกษาได้รับความรู้ตามวัตถุประสงค์การสอนที่ตั้งไว้ จากลักษณะการสอนดังกล่าวอาจารย์ผู้สอนต้องเหนื่อยมากกว่าปกติที่สอนครั้งเดียว เพราะการสอนสาธิตครั้งเดียวทั้งห้อง อาจมีนักศึกษาบางคนที่ยังไม่เข้าใจเนื่องจากมองดูการสาธิตไม่เห็นชัดเจนและไม่กล้าถามก็ทำให้นักศึกษาดังกล่าวไม่สามารถปฏิบัติงานตามวัตถุประสงค์การสอนได้ ทำให้การฝึกปฏิบัติงานของนักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ยังไม่ดี ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ทำให้ผู้วิจัยสนใจใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการสอนเพื่อใช้แก้ปัญหาของผู้วิจัยในการสอนปัจจุบัน คือ ประกอบการสอนเป็นกลุ่มเล็กหรือกลุ่มใหญ่ สอนทบทวนนักศึกษาที่ยังไม่เข้าใจและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยอาจารย์ใหม่ที่ยังไม่มีประสบการณ์หรือความเชี่ยวชาญในการสอนหรืออาจารย์ที่ได้รับมอบหมายให้มาสอนแทน เนื่องจาก

ผู้สอนประจำติดธุระราชการ เพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างต่อเนื่องซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้การฝึกปฏิบัติงานของนักศึกษา

วัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย

1.เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ

2.เพื่อหาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัดและการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ

ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. เนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยอ้างถึงที่ใช้ทำเป็นสื่อในการสอนนี้ ใช้เนื้อหาวิชาการฝึกพื้นฐานทางวิศวกรรม หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต หลักสูตรปรับปรุงปี 2550 ที่ใช้ในการสอนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2553

2. ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะจัดทำเป็นโปรแกรมบรรจุลงในแผ่นดีวีดี หรือวีซีดี ผู้เรียนหรือผู้ใช้สื่อจะต้องนำแผ่นใส่ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถอ่านข้อมูลได้ จากนั้นโปรแกรมจะทำงานโดยอัตโนมัติแสดงภาพหน้าจอหลักให้ทราบ ผู้เรียนหรือผู้ใช้สามารถเลือกเนื้อหาที่ต้องการเรียนรู้ได้โดยการเลือกหัวข้อที่ต้องการ โปรแกรมจะแสดงเนื้อหาทั้งภาพและเสียงในเนื้อหานั้น ๆ เมื่อเรียนรู้จบ มีแบบทดสอบ 4 หัวเลือกให้ทำ เมื่อทำเสร็จทุกข้อ โปรแกรมจะบอกผู้เรียนว่าผ่านการทดสอบหรือไม่ โดยตั้งเกณฑ์ผ่าน 80 % ขณะการใช้งานบทเรียนผู้เรียนสามารถเลือกพักหยุดชั่วขณะ หรือออกจากโปรแกรมได้ลอดเวลา

3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ในปีการศึกษา 2553 โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง

ในการทดลองครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีรายละเอียดการวิจัยดังนี้

1. ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการทดลองที่มีกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม ทำการทดสอบก่อนและทดสอบหลังการทดลองทันที

(One – GroupPretest – Posttest Design

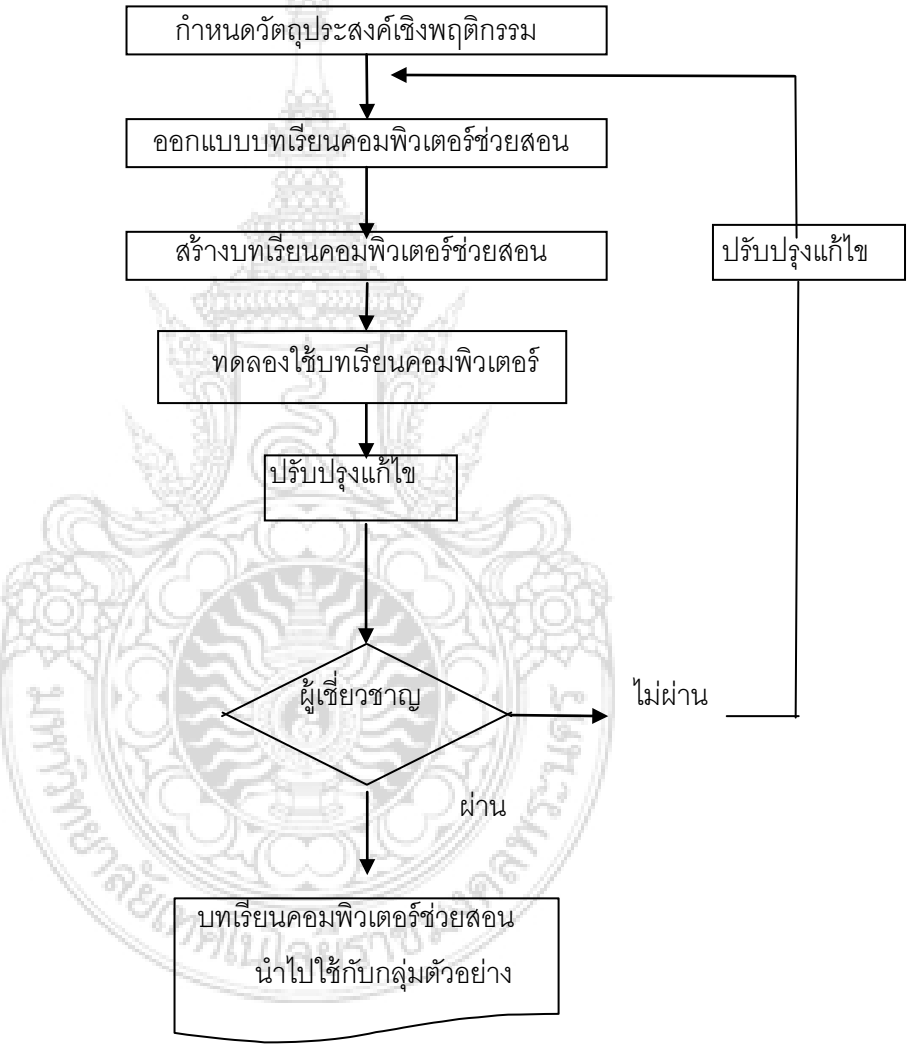
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรมที่เปิดสอน ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษานักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรมคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาหรือเนื้อหาวิชาตรงกับหัวข้องานวิจัยของผู้วิจัย ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โดยจะทำการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจำนวนนักศึกษาทั้งห้อง เพื่อนำมาทดลองและใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีอาจารย์ผู้สอนและผู้วิจัยควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีขั้นตอนการสร้างดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

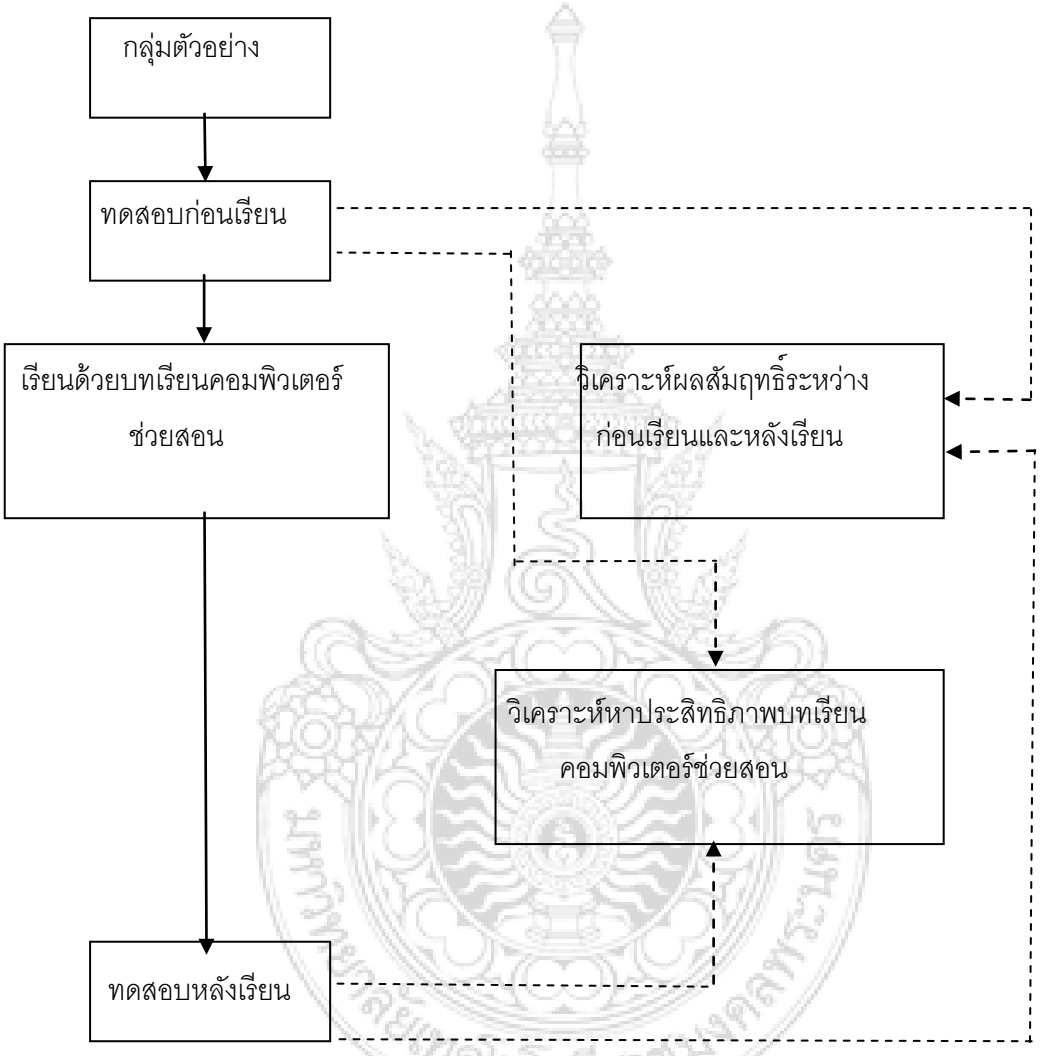
การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้
การทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดการทดลอง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ดังนี้

1. การเตรียมสถานที่
2. แจกแบบทดสอบให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน

3. ทำการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4. แจกแบบทดสอบเดิม ทำแบบทดสอบ

5. นำผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนำผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล โดยการคำนวณหาค่าทางสถิติ ในการวิเคราะห์แบบทดสอบ การคำนวณค่าความยากง่าย (Difficulty Power) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งสถิติในการวิเคราะห์ ข้อมูลดังนี้

1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทดสอบ

1.1 หาค่าความยากง่าย (Difficulty Power) และค่าอำนาจจำแนก

(Discrimination Power) ของแบบทดสอบ

1.2 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

1.3 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

2. การวัดความเที่ยงตรงของข้อสอบตามวัตถุประสงค์

3. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน

4. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องตามชื่อเรื่องแผนงานวิจัย

ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน

2. หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น นักศึกษามีความรู้เพิ่มมากอย่างมีนัยสำคัญที่ .05

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. หน่วยงานของผู้วิจัยได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งผ่านการหาประสิทธิภาพแล้วทำให้ผู้ที่นำไปใช้ในการเรียนการสอนมีความมั่นใจว่า สามารถใช้ในการประกอบการเรียนในชั้นเรียนได้ตั้งแต่ปีการศึกษาที่ 2554

2. นักศึกษาสามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนศึกษาก่อนเรียนในชั้นหรือทบทวนนอกเวลาได้

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ช่วยแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัยและอาจารย์ผู้สอนท่านอื่นๆ เรื่อง “รอยต่อการถ่ายทอดทางการศึกษา ” ตลอดจนบุคลากรในหน่วยงานอื่น ฯ หรือองค์กรต่าง ฯ ที่นำไปใช้และทำให้เกิดประโยชน์ในการปฏิบัติงานยิ่งขึ้น

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งแยกกล่าวรายละเอียดเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหาเนื้อหาวิชา
2. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา

การวิเคราะห์เนื้อหาคือ การนำเอาเนื้อหาวิชาจากหลักสูตรมาแบ่งออกเป็นเรื่องย่อยๆ หรือหน่วยย่อยตามสมควร การแบ่งเนื้อหานี้พยายามแบ่งให้แต่ละตอนใหญ่ไล่เลี่ยกันอาจจะสลับหัวข้อได้เพื่อให้มีความต่อเนื่องก้น หรือเนื้อหาตอนใดควรต่อเติมก็ทำได้ ข้อสำคัญคือไม่ควรมีการตัดทอนเนื้อหาของหลักสูตรให้น้อยลงไป (เสาวนีย์ , 2528 : 105)

การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา คือ การคัดเลือกเนื้อหาวิชา เพื่อให้ได้เนื้อหาวิชาที่เหมาะสมและสมบูรณ์ที่สุด เป็นการวิเคราะห์และสังเคราะห์เนื้อหาเพื่อจะนำมาใช้สอนในบทเรียนนั้น ๆ
(กฤษมันต์ , 2540 17 – 23) ประกอบด้วย

1. ขอบเขตหรือความสมบูรณ์ของเนื้อหาวิชาเป็นการศึกษาสำรวจขอบเขตหรือเนื้อหาวิชาเกี่ยวข้องกันที่มีอยู่ในตำราหลาย ๆ เล่มและตำราที่นำมาใช้เลือกเพื่อศึกษานั้น ควรเป็นตำราที่ใหม่และทันสมัยเพื่อนำมาเปรียบเทียบและคัดเลือกเนื้อหาที่เหมาะสม

2. ความถูกต้องและความทันสมัยของเนื้อหาวิชา คือ การคัดเลือกเนื้อหาวิชาที่มีความเหมาะสมและถูกต้องมากที่สุด โดยพิจารณาลักษณะของเนื้อหาก่อนเป็นอันดับแรก

3. การจัดลำดับของเนื้อหาวิชา คือ เนื้อหาวิชา ความรู้ หรือประสบการณ์ที่ส่งมาจากผู้ส่งไปถึงผู้รับอาจไม่เป็นที่เข้าใจของผู้รับได้ หรือเข้าใจได้อย่างยากลำบาก จึงต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขในการเข้าใจเนื้อหาวิชา ดังนี้

3.1 เนื้อหาวิชาหรือประสบการณ์ ต้องถูกย่อย หรือแยกเป็นส่วน ๆ ได้ โดยที่ผู้เรียนต้องเข้าใจเนื้อหาแต่ละส่วนนั้น

3.2 เนื้อหาวิชาหรือประสบการณ์ที่ย่อยแล้วนั้น ต้องเรียงลำดับอย่างเหมาะสม ซึ่งอาจถือหลักปฏิบัติได้ดังนี้ คือ

3.2.1 สอนจากง่ายไปหายาก

3.2.2 สอนจากสิ่งที่แลเห็นง่ายเป็นชิ้นไปสู่ชิ้นประกอบหลาย ๆ ส่วนอย่างยาก

3.2.3 สอนจากสิ่งที่พบเห็นทั่ว ๆ ไปไปสู่สิ่งเฉพาะพิเศษ หรือไปหาเหตุผล

3.2.4 สอนจากสิ่งที่รู้แล้วไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้

3.2.5 สอนจากสิ่งที่อยู่ใกล้ ไปสู่สิ่งที่อยู่ไกล ๆ

3.2.6 สอนจากสิ่งที่มีทรงชัดเจน ไปสู่สิ่งมโนภาพ

3.2.7 สอนให้เป็นไปตามธรรมชาติของเด็ก

3.2.8 สอนให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้วิจัย มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาหรือเนื้อหาวิชา แบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

ก) ศึกษาเนื้อหาวิชาหรือเนื้อหาเนื้อหาวิชาหัวข้อเรื่องงานวิจัยของผู้วิจัย ตามหลักสูตรระดับปริญญาตรี ที่เปิดสอนที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะวิศวกรรมศาสตร์

ข) วิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน ในเนื้อหาวิชาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัยของผู้วิจัย ด้านความรู้ (Knowledge) ที่จำเป็นแล้วนำมาแบ่งบทเรียนและเขียนวัตถุประสงค์การสอน

ค) วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อเลือกเนื้อหาให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ด้วยวิธีการ จัดเรียงลำดับเนื้อหาให้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. การสร้างชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของผู้วิจัยมีขั้นตอนดังนี้

ก) เตรียมเนื้อหาบทเรียน ตามหัวข้อเรื่องของผู้วิจัย

ข) นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาของผู้วิจัยแต่ละท่านมาจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ

ค) นำเนื้อหาบทเรียนมาทำบทเรื่อง(Scrip) ด้วยลักษณะคำบรรยายด้วยอักษร

ง) นัดผู้ถ่ายทำวีดีโอเพื่อจัดทำเป็นชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถ่ายทำตามบทเรื่อง

จ) ผู้ถ่ายทำวีดีโอ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้จัดจ้างให้ดำเนินการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้วิจัย นำวีดีโอที่ถ่ายทำแล้วไปดำเนินการสร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ฉ) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

ช) นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อการสอน ประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนา

พิจารณาตามเกณฑ์การประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จากผลของค่าเฉลี่ยที่ได้รับตามแนวทางของเบสท์ (Best) ดังนี้ (Best , 1983 : 179 – 187)

ค่าเฉลี่ย	สรุปการประเมิน
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ใช้ได้
1.50 – 2.49	ควรปรับปรุง
1.00 – 1.49	ใช้ไม่ได้

ซ) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สมบูรณ์แล้วไปใช้เก็บข้อมูลจริงจากกลุ่มทดลอง

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1 วิเคราะห์เนื้อหาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัยของผู้วิจัยแต่ละท่าน

2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาทั้งหมด

3 ศึกษาตำราและเอกสารเกี่ยวกับการวัดและการประเมินผลการศึกษาเพื่อใช้เป็นแนวทางการสร้างข้อสอบ และเขียนข้อสอบ

4 สร้างแบบทดสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

5. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 1 ท่าน ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ข้อสอที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและด้านอื่น ๆ ที่มีผลต่อการวิจัย

6. นำแบบทดสอบ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลอง (Tryout) กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เปิดสอน ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Level of Difficult) และค่าอำนาจจำแนก(Discrimination Power) โดยถือเกณฑ์พิจารณาดังนี้ ให้ข้อสอบมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก(D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และการหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ กลุ่มผู้วิจัยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์สัน (Kuder Richardson Formular 20) (ล้วนและอังคณา ,2538 :198) เมื่อได้ค่าความเชื่อมั่นแล้วนำมาดำเนินการเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าว และนำมาหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้ง เมื่อได้ค่าความเชื่อมั่นตามที่ต้องการแล้ว จึงนำข้อสอบชุดนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งข้อสอบออกเป็น 2 ชุด ชุดแรกใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและชุดที่สองเป็นแบบทดสอบหลังเรียนโดยครอบคลุมเนื้อหาวัตถุประสงค์ทั้งหมดแล้วนำแบบทดสอบชุดที่สองมาหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้ง

ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการสำเสนอสื่อประสม ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วีดีทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับธรรมชาติและโครงสร้างของเนื้อหา มีเป้าหมาย คือการได้มาซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และต้องการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความต้องอยากเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะและเพิ่มเติมความรู้ เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้เรียนอื่นได้ ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ช่วยในการสอนเสริม หรือสอนทบทวนการสอนปกติในชั้นเรียนได้ โดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำกับผู้เรียนที่ตามไม่ทัน หรือจัดการสอนเพิ่มเติมผู้เรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลา และสถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก สามารถเรียนในเวลาใดก็ได้ที่ต้องการ สามารถที่จะจูงใจผู้เรียน (Motivated) ที่จะเรียนและสนุกสนาน

ไปกับการเรียนตามแนวคิดของการเรียนรู้ในปัจจุบันที่เรียกว่า “Learning is Fun “ ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้เป็นเรื่องสนุก (ถนอมพร,2541:7–12)

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร (เสาวณีย์ , 2528 : 284)

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{M_2 - M_1}{P - M_1} + \frac{M_2 - M_1}{P}$$

M_1 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียน (Pre - test)

M_2 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน (Post - test)

P = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0 – 2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การศึกษาในปัจจุบันมุ่งส่งเสริมผู้เรียนให้มีความรู้ในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นจากอาจารย์ผู้สอนโดยตรงหรือจากการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งการมีสื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจเพื่อจะนำเสนอเนื้อหาต่าง ๆ นั้นจะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมและช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชานั้นดีขึ้น ดังนั้นจึงมีการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เพิ่มมากขึ้น ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้สามารถติดต่อข่าวสารกันได้แทบทุกหนทุกแห่งในโลกมีการประดิษฐ์คิดค้นอุปกรณ์สื่อสารและสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้แล้วยังมีการประดิษฐ์คิดค้นสื่อการศึกษาใหม่ ๆ ออกสู่ท้องตลาดมากมายโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ “คอมพิวเตอร์“ และได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อการศึกษากันอย่างแพร่หลาย (กรมการศึกษานอกโรงเรียน , 2541 : 2)

คอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ด้านการเรียนการสอน (Computer – Based Instruction) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer - Assisted Instruction: CAI) และคอมพิวเตอร์ช่วยจัดการเรียนการสอน (Computer – Managed Instruction: CMI) ซึ่งจะแบ่งตามลักษณะการนำไปใช้ในกิจกรรมของการเรียนการสอนทั้งหมด (กฤษมันต์, 2536:136)

สำเริง (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการฝึกปฏิบัติลับดอกสว่านด้วยมือ และเรื่องการฝึกปฏิบัติการกลึงงานขั้นพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาแผนกเทคนิคอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พิเชฐ (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการฝึกปฏิบัติการทดสอบวัสดุในทางวิศวกรรม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยสอน ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ทินกร (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฝึกปฏิบัติ ในงานวิชาโลหะวิทยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บุญธรรม (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ฝึกปฏิบัติในงานงานไม้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สิงห์แก้ว (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การฝึกปฏิบัติงานบนเครื่องกลึงอัตโนมัติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คมพันธ์ (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การฝึกปฏิบัติงานบนเครื่องกัดอัตโนมัติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ประเสริฐ (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอ เรื่องการถอดประกอบปั้มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วิธีการวิจัย

ในการทดลองครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีรายละเอียดการวิจัยดังนี้

1. ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้
2. กลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการทดลองที่มีกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่มทำการทดสอบก่อนและทดสอบหลังการทดลองทันที (One – Group Pretest – Posttest Design) มีรูปแบบดังตารางที่ 1

สอบก่อนเรียน	การทดลอง	สอบหลังเรียน
T1	X	T2

ตารางที่ 1 แสดงการทดลองที่มีกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม ทำการทดลองก่อนและหลังการทดลองทันที

เมื่อ X คือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

T_1 คือ คะแนนสอบก่อนเรียน

T_2 คือ คะแนนสอบหลังเรียนทันที

กลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรมที่เปิดสอน ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษานักศึกษาระดับปริญญาตรีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาหรือเนื้อหาวิชาตรงกับหัวข้องานวิจัยของผู้วิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โดยจะทำการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจำนวนนักศึกษาทั้งห้องเพื่อนำมาทดลองและใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีอาจารย์ผู้สอนและผู้วิจัยควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาหรือเนื้อหาวิชาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย

ก) ศึกษาเนื้อหาวิชาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย ตามหลักสูตรปริญญาตรี สาขาช่างอุตสาหกรรมที่เปิดสอนที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ข) วิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนในเนื้อหาวิชาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัยด้านความรู้ที่จำเป็น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจาณาเนื้อหาที่จะสอนเนื่องจากเนื้อหาเน้นทางทฤษฎีหรือปฏิบัติ แล้วนำมาแบ่งบทเรียนและเขียนวัตถุประสงค์การสอน

ค) วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อเลือกเนื้อหาให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

- จัดเรียงลำดับเนื้อหาให้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- นำเนื้อหาให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

1.2 การสร้างชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีขั้นตอนดังนี้

ก) เตรียมเนื้อหาบทเรียน ตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย

ข) นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหา ตามหัวข้อเรื่องงานวิจัยมาจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ

ค) นำเนื้อหาบทเรียนมาทำบทเรื่อง (Scrip) ด้วยลักษณะคำบรรยายด้วยอักษร

ง) นัดผู้ถ่ายทำวีดีโอเพื่อจัดทำเป็นชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถ่ายทำตามบทเรื่อง

จ) ผู้ถ่ายทำวีดีโอ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้จัดจ้างให้ดำเนินการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย นำวีดีโอที่ถ่ายทำแล้วไปดำเนินการสร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ฉ) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

ช) การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การทดลองเพื่อศึกษาข้อบกพร่องต่าง ๆ ทางด้านเนื้อหา การดำเนินเรื่อง รูปภาพและภาษาที่ใช้ การเชื่อมโยงเสียงรวมถึงเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง

ซ) นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อการสอน ประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนา

พิจารณาตามเกณฑ์การประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จากผลของค่าเฉลี่ยที่ได้รับตาม แนวทางของเบสท์ (Best) ดังนี้ (Best ,1983 :179 –187)

ค่าเฉลี่ย	สรุปการประเมิน
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ใช้ได้
1.50 – 2.49	ควรปรับปรุง
1.00 – 1.49	ใช้ไม่ได้

ฌ) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามหัวข้อเรื่องของผู้วิจัยแต่ละท่านที่สมบูรณ์แล้วไปใช้เก็บข้อมูลจริงจากกลุ่มทดลอง

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 วิเคราะห์เนื้อหาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย

2.2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาทั้งหมด

2.3 ศึกษาตำราและเอกสารเกี่ยวกับการวัด และการประเมินผลการศึกษาเพื่อใช้เป็นแนวทางการสร้างข้อสอบ และเขียนข้อสอบ

2.4 สร้างแบบทดสอบ ที่ครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและด้านอื่น ๆที่มีผลต่อการวิจัย

2.6 นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลอง (Tryout) กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาช่างอุตสาหกรรมที่เปิดสอน ณ คณะวิศวฯ ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวนทั้งห้อง ซึ่งกำลังเรียนวิชาหรือเนื้อหาตรงกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยถือเกณฑ์พิจารณาดังนี้ ให้ข้อสอบมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.2–0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และการหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ ผู้วิจัยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์สัน (Kuder Richardson Formular 20) (ล้วนและอังคณา,2538:198) เมื่อได้ค่าความเชื่อมั่นแล้วนำมาดำเนินการเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าว และนำมาหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้ง เมื่อได้ค่าความเชื่อมั่นตามที่ต้องการแล้ว จึงนำข้อสอบชุดนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งข้อสอบออกเป็น 2 ชุด ชุดแรกใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและชุดที่สองเป็นแบบทดสอบหลังเรียน โดยครอบคลุมเนื้อหาวัตถุประสงค์ทั้งหมด แล้วนำแบบทดสอบชุดที่สองมาหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้ง

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ดังนี้

1. การเตรียมสถานที่ ใช้ห้องปฏิบัติการสอนของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2. แจกแบบทดสอบให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน

3. ทำการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย โดยมีอาจารย์ผู้สอน 1 ท่าน คือ ผู้ที่ทำวิจัยเป็นผู้สอน

4. แจกแบบทดสอบเดิมให้กลุ่มตัวอย่างทำอีกครั้ง

5. นำผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนำผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล โดยการคำนวณหาค่าทางสถิติ ในการวิเคราะห์แบบทดสอบ การคำนวณค่าความยากง่าย (Difficulty Power) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทดสอบ

1.1 หาค่าความยากง่าย (Difficulty Power) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) ของแบบทดสอบ

สูตรหาค่าความยากง่ายของข้อสอบ (ล้วนและอังคณา , 2538 : 210 – 211)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P คือ ค่าความยากง่าย

R คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก

N คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

โดยพิจารณาเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายในช่วง 0.20 – 0.80

สูตรหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (ล้วนและอังคณา , 2538 : 211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{N/2}$$

เมื่อ D คือ ค่าอำนาจจำแนก

R_U คือ จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูกในกลุ่มเก่ง

R_L คือ จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูกในกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

โดยพิจารณาเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

1.2 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

สูตรหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR_{-20} (Kuder Richardson Formula 20) (ล้วนและอังคณา , 2538 : 198)

$$r_{tt} = \frac{n}{N-1}\left[1 - \frac{S\,pq}{S_t^2}\right]$$

เมื่อ r_{tt} คือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

N คือ จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

p คือ สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ นั่นคือสัดส่วนของคนทำถูกกับคน ทั้งหมด

q คือ สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ 1 – p

S_t^2 คือ คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

1.3 **หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต** (ล้วนและอังคณา , 2538 : 73)

$$\overline{X} = \frac{S X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนน

$S X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เข้าสอบ

2. การวัดความเที่ยงตรงของข้อสอบตามวัตถุประสงค์

สูตรการวัดความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์ โดยใช้สูตร Rovinell and Hambeton (กังวล , 2536 : 185 – 186)

$$O.V. = \frac{\sum_{I=1}^{n} X_I}{N}$$

เมื่อ O.V. คือ ความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์

n คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

X คือ ความตรงตามวัตถุประสงค์ มีค่าเป็น + 1 , 0 และ -1

โดยพิจารณาเลือกข้อสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงของวัตถุประสงค์ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

3. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน

ใช้โปรแกรมทดสอบ Pre – Post test ของโปรแกรม Exel ที่นัยสำคัญ 0.05

4. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร (เสาวณีย์ , 2528 : 284)

$$\text{ประสิทธิภาพ ฯ} = \frac{M_2 - M_1}{P - M_1} + \frac{M_2 - M_1}{P}$$

M_1 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียน (Pre - tese)

M_2 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน (Post - test)

P = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0 – 2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

ผลของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ
2. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ปรากฏผลดังนี้

1 การวิเคราะห์หาค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญ	จำนวน (คน)	$\overline{X}$	ระดับความคิดเห็น
ด้านเนื้อหา	2	5.00	ดีมาก
ด้านการผลิตสื่อการสอน	2	5.00	ดีมาก

ตารางที่ 2 แสดงค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความคิดเห็นจองผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาอยู่ที่ระดับ 5.00 และค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านการผลิตสื่ออยู่ที่ระดับ 5.00 สรุปได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ทั้งทางด้านเนื้อหาและทางด้านการผลิตสื่อการสอน

2. การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร (เสาวณีย์ , 2528 : 284)

$$\text{ประสิทธิภาพ ฯ} = \frac{M_2 - M_1}{P - M_1} + \frac{M_2 - M_1}{P}$$

M_1 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียน (Pre - tese)

M_2 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน (Post - test)

P = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0 – 2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

แทนค่า $M_1 = 12.769$

$M_2 = 25.038$

$P = 30$

$$\text{ประสิทธิภาพ ฯ} = \frac{25.038 - 12.769}{30 - 12.769} + \frac{25.038 - 12.769}{30}$$

$$= 0.712 + 0.408$$

$$= 1.12$$

ค่าที่ได้ = 1.12 ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้เกณฑ์มาตรฐาน

3. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปของ เอกซ์เซล (Exel) ปรากฏผลดังนี้ ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจริงเชื่อได้ 95 % หรือนักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาอยู่ที่ระดับ 5.00 และด้านการผลิตสื่อการสอนอยู่ที่ระดับ 5.00 ถือว่าอยู่ในระดับดีมาก

2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

3. หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีคณะวิศวกรรมศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในการวิจัย คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวิจัยนี้ เริ่มต้นจากศึกษาหลักสูตรและข้อมูลต่าง ๆ การวิเคราะห์เนื้อหา การกำหนดวัตถุประสงค์ การสร้างแบบทดสอบ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเก็บบันทึกไว้ในแผ่นซีดีรอมจำนวน 2 แผ่น การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ใช้เกณฑ์การหาค่าประสิทธิภาพ การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยแบบทดสอบด้วยผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และผ่านการวิเคราะห์ข้อสอบแล้ว โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์การทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน (t-test : One – Group Pretest – Posttest)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น
3. เพื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน
2. หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น นักศึกษามีความรู้เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียน

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาอยู่ที่ระดับ 5.00 และด้านการผลิตสื่อการสอนอยู่ที่ระดับ 5.00 ถือว่าอยู่ในระดับดีมาก
2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะได้เกณฑ์มาตรฐาน
3. หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บรรณานุกรม

การุณ ชนะชัย, “13-Test for Different of Continuous Data” <http://www.dld.go.th/dcontrol/04Knowledge/Reserchperson/measring5Nov07/13-Test%20for%20Different%20of%20Continuous%20Data.pdf>

กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์. 2540. **การวัด การวิเคราะห์ การประเมินทางการศึกษาเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536. **เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

กรมการศึกษานอกโรงเรียน. กระทรวงศึกษาธิการ. 2541. **วิจัยความต้องการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. กรุงเทพมหานคร : บริษัทศูนย์การพิมพ์แก่นจันทร์ จำกัด.

คมพันธ์ ชมสมุทร . 2547. “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเรื่องการฝึกปฏิบัติงานบนเครื่องกลึงอัตโนมัติ. “ งานวิจัย สาขาวิชาเครื่องจักรอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร .

จันทรัตน์ วรสรรพวิทย์, “การใชโปรแกรมสำเร็จรูป Excel ในการทดสอบความแตกต่างแบบจับคู่” www.dss.go.th/dssweb/st-articles/files/bla_5_2550_pair_t-test.pdf

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541. **คอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. กรุงเทพ ฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทินกร จันทร์กระจ่าง . 2547. “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติในงานโลหะวิทยา. “ งานวิจัย สาขาวิชาช่างโลหะ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร .

บุญธรรม พ่วงลา . 2547. “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติในงานไม้. “ งานวิจัย สาขาวิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร .

ประเสริฐ วิโรจน์ชีวัน . 2547. “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการถอดประกอบปั้มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องยนต์ดีเซล. “ งานวิจัย สาขาวิชาเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร .

พิเชฐ จิรประเสริฐวงศ์ . 2547. “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติการทดสอบวัสดุในทางวิศวกรรม. “ งานวิจัย สาขาช่างโลหะ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร .

ล้วน สายยศ. และ อังคณา สายยศ. 2538 **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพ ฯ : สุวีริยาสาส์น.

สิงห์แก้ว ป๊อกเทิ่ง . 2547. " การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เรื่องการฝึกปฏิบัติงานบนเครื่องกัดอัตโนมัติ. " งานวิจัย สาขาวิชาเครื่องจักรอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร .

สำเริง แพ่งศรี . 2547. " การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติลับดอกสว่านด้วยมือ. " งานวิจัย สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร .

สำเริง แพ่งศรี . 2547. " การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติการกลึงงานขั้นพื้นฐาน. " งานวิจัย สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร .

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528. **เทคโนโลยีทางการศึกษา**. กรุงเทพ ฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Best , John W .1983. **Research in Education** . 4th ed. Englewood Cliffs , New Jersey : Practice Hall , Inc .

Gagne , R et al. 1988. **Principles of Instruction Design.** New York, NY : The Dryden Press.

ภาคผนวก

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ

ที่ **วันที่** 7 มิถุนายน 2553

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตในโครงการวิจัยของมหาวิทยาลัย ฯ

เรียน อาจารย์มนต์ชัย นรเศรษฐ์สิงห์

ตามที่โครงการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง งานไส งานเครื่องกัดและงานเครื่องเจาะ ปีงบประมาณ 2553 ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการ ผู้วิจัยได้ปรึกษาผู้บริหารแผนกวิจัยและฝึกอบรมแล้วว่าอาจารย์มนต์ชัย นรเศรษฐ์สิงห์ มีคุณสมบัติเหมาะสมในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิต เพื่อประกอบในการดำเนินโครงการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(นายพลังวัชร์ แพ่งธีระสุขมัย)

ผู้วิจัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ

ที่ **วันที่** 7 มิถุนายน 2553

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสื่อการสอนด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในโครงการวิจัยของ คณะวิศวกรรมศาสตร์

เรียน อาจารย์บรรพต ขุนจันทร์

ตามที่โครงการวิจัย การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง งานไส งานเครื่องกัดและงานเครื่องเจาะ ปีงบประมาณ 2553 ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการ ผู้วิจัยได้ปรึกษาฝ่ายวิจัยและฝึกอบรมพิจารณาแล้วว่าอาจารย์บรรพต ขุนจันทร์ มีคุณสมบัติเหมาะสม ในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสื่อการสอนด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์โครงการวิจัย ประกอบในการดำเนินโครงการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(นายพลังวัชร์ แพ่งธีระสุขมัย)
ผู้วิจัย

ขอบข่ายของเนื้อหาวิชา

ขอบข่ายของเนื้อหาวิชา เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ

วัตถุประสงค์

1.เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ

2. เพื่อหาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น

แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในระดับใดโปรดทำเครื่องหมาย ☐ ลงในช่องบอกระดับคุณภาพเพียงช่องเดียวตามความคิดเห็นของท่าน

1. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่าควรมีการปรับปรุง
2. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะพอใช้
3. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้อ งชัดเจนหรือเหมาะสมปานกลาง
4. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมดี
5. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมดีมาก

เรื่องที่จะประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	
1. **เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง**						
1.1 **เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม**...	....	....	....	....	....	.....
1.2 **ความชัดเจนถูกต้องของเนื้อหา**	....	....	....	....	....	.....
1.3 **ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีการนำเสนอ**	....	....	....	....	....	.....
2. **ภาพ**						
2.1 **คุณภาพของภาพ**	....	....	....	....	....	.....
2.2 **ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย**.....	....	....	....	....	....	.....
2.3 **ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย**	....	....	....	....	....	.....
2.4 **ความเหมาะสมของเทคนิคสร้างภาพในบทเรียน**.....	....	....	....	....	....	.....
2.5 **ความเหมาะสมของงานด้านกราฟฟิก**	....	....	....	....	....	.....
3. **เสียงและภาษา**						
3.1 **ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย**	....	....	....	....	....	.....
3.2 **ความชัดเจนของเสียงบรรยาย**	....	....	....	....	....	.....
3.3 **ความถูกต้องของการใช้ภาษา**	....	....	....	....	....	.....
4. **เวลา**						
4.1 **ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอกับเนื้อหาในภาพ**.....	....	....	....	....	....	.....
4.2 **ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอกับเนื้อหาคำบรรยาย**	....	....	....	....	....	.....
4.3 **ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอทั้งเรื่อง**.....	....	....	....	....	....	.....

ความคิดเห็นเรื่องอื่น ๆ .....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

(.....)

...../ ...../ .....

แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในระดับใดโปรดทำเครื่องหมาย ☐ ลงในช่องบอกระดับคุณภาพเพียงช่องเดียวตามความคิดเห็นของท่าน

1. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่าควรมีการปรับปรุง
2. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะพอใช้
3. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมปานกลาง
4. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมดี
5. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมดีมาก

เรื่องที่จะประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม...	....	....	....	....	....	.....
1.2 ความชัดเจนถูกต้องของเนื้อหา	....	....	....	....	....	.....
1.3 ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีการนำเสนอ	....	....	....	....	....	.....
2. ภาพ						
2.1 คุณภาพของภาพ	....	....	....	....	....	.....
2.2 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย.....	....	....	....	....	....	.....
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย	....	....	....	....	....	.....
2.4 ความเหมาะสมของเทคนิคสร้างภาพในบทเรียน.....	....	....	....	....	....	.....
2.5 ความเหมาะสมของงานด้านกราฟฟิก	....	....	....	....	....	.....
3. เสียงและภาษา						
3.1 ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	....	....	....	....	....	.....
3.2 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	....	....	....	....	....	.....
3.3 ความถูกต้องของการใช้ภาษา	....	....	....	....	....	.....
4. เวลา						
4.1 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอกับเนื้อหาในภาพ.....	....	....	....	....	....	.....
4.2 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอกับเนื้อหาคำบรรยาย	....	....	....	....	....	.....
4.3 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอทั้งเรื่อง.....	....	....	....	....	....	.....

ความคิดเห็นเรื่องอื่น ๆ .....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

(.....)

...../ ...../ .....

เกณฑ์การประเมินสื่อการสอน

การประเมินความคิดเห็นจากการตอบแบบสอบถาม จากผู้เชี่ยวชาญด้วยหาค่าเฉลี่ยของข้อคำถามแต่ละข้อ แล้วหาผลรวมของค่าเฉลี่ยของแบบสอบถามทั้งฉบับ แล้วแปลความหมายของผลรวมค่าเฉลี่ยเพื่อหาเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยของการตอบแบบสอบถามตามช่วงของค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตามแนวทางของเบสท์ (Best) ดังนี้ ค่าเฉลี่ยตั้งแต่

4.50 – 5.00 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าข้อคำถามนั้นอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

3.50 – 4.49 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าข้อคำถามนั้นอยู่ในเกณฑ์ดี

2.50 – 3.49 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าข้อคำถามนั้นอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

1.50 – 2.49 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าข้อคำถามนั้นอยู่ในเกณฑ์ควรปรับปรุง

1.00 – 1.49 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าข้อคำถามนั้นอยู่ในเกณฑ์ใช้ไม่ได้

ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา

เรื่องที่จะประเมิน	ผู้ประเมินเรียงตามรายชื่อ				$\overline{X}$
	1	2	3	4	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	5	5	-	-	5.0
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	-	-	5.0
1.3 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน	5	5	-	-	5.0
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	5	5	-	-	5.0
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5	5	-	-	5.0
1.6 ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	-	-	5.0
2. รูปภาพและภาษา					
2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา.....	5	5	-	-	5.0
2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5	5	-	-	5.0
2.3 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	5	5	-	-	5.0
3. เวลาในการนำเสนอ					
3.1 ความเหมาะสมของเวลานำเสนอกับเนื้อหาในภาพ ...	5	5	-	-	5.0
3.2 ความเหมาะสมของเวลานำเสนอกับเนื้อหาคำบรรยาย	5	5	-	-	5.0
3.3 ความเหมาะสมของเวลาที่นำเสนอทั้งเรื่อง	5	5	-	-	5.0
$\overline{X}$	5	5	-	-	5.0

ตารางที่ 3 ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา

ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรื่องที่จะประเมิน	ผู้ประเมินเรียงตามรายชื่อ				$\overline{X}$
	1	2	3	4	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	5	5	-	-	5.0
1.2 ความชัดเจนถูกต้องของเนื้อหา	5	5	-	-	5.0
1.3 ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีนำเสนอ	5	5	-	-	5.0
2. ภาพ					
2.1 คุณภาพของภาพ	5	5	-	-	5.0
2.2 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย	5	5	-	-	5.0
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย	5	5	-	-	5.0
2.4 ความเหมาะสมของเทคนิคสร้างภาพในบทเรียน	5	5	-	-	5.0
2.5 ความเหมาะสมของงานด้านกราฟฟิก	5	5	-	-	5.0
3. เสียงและภาษา					
3.1 ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	5	5	-	-	5.0
3.2 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	5	5	-	-	5.0
3.3 ความถูกต้องของการใช้ภาษา	5	5	-	-	5.0
4. เวลา					
4.1 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอกับเนื้อหาในภาพ	5	5	-	-	5.0
4.2 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอกับเนื้อหาคำบรรยาย	5	5	-	-	5.0
4.3 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอทั้งเรื่อง	5	5	-	-	5.0
$\overline{X}$	5	5	-	-	5.0

ตารางที่ 4 ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

แสดงผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญประเมิน		ผลค่า	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญประเมิน		ผลค่า
	คนที่ 1	คนที่ 2	O.V.		คนที่ 1	คนที่ 2	O.V.
1	1	1	1	21	1	1	1
2	1	1	1	22	1	1	1
3	1	1	1	23	1	1	1
4	1	1	1	24	1	1	1
5	1	1	1	25	1	1	1
6	1	1	1	26	1	1	1
7	1	1	1	27	1	1	1
8	1	1	1	28	1	1	1
9	1	1	1	29	1	1	1
10	1	1	1	30	1	1	1
11	1	1	1				
12	1	1	1				
13	1	1	1				
14	1	1	1				
15	1	1	1				
16	1	1	1				
17	1	1	1				
18	1	1	1				
19	1	1	1				
20	1	1	1				

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์

<u>สรุปผล</u> แบบทดสอบเรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ ทุกข้อตรงวัตถุประสงค์การสอน

แสดงผลการประเมิน หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ

ระดับ ปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาเครื่องกล วศ.บ 4 ปี ชั้นปีที่ 1 ประจำปีการศึกษา 1 / 2553

ที่	รหัส	ข้อทดสอบที่ (30 ข้อ)																														คะแนน 30
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	055350401001-6	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	13
2	055350401002-4	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	12
3	055350401004-0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
4	055350401006-5	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	18
5	055350401007-3	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	17
6	055350401008-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	7
7	055350401009-9	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	20
8	055350401010-7	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	14
9	055350401012-3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	7
10	055350401013-1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4
11	055350401014-9	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	16
12	055350401015-6	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	13
13	055350401016-4	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	12
14	055350401017-2	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	12
15	055350401018-0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	10
16	055350401019-8	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	12
17	055350401020-6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5
18	055350401022-2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	6
19	055350401024-8	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	10
20	055350401025-5	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12
21	055350401027-1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	7
22	055350401028-9	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	9

ตารางที่ 6 แสดงผลการประเมินหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบเรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ

23	055350401029-7	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	9
24	055350401030-5	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	12
25	055350401031-3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	15
26	055350401032-1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
รวมคะแนนรายข้อ (R)		6	7	18	12	7	10	6	6	10	10	8	5	7	9	14	12	14	9	6	9	7	6	10	6	6	6	19	11	10	18	
ค่าความยากง่าย (0.2 - 0.8)		0.2	0.3	0.7	0.5	0.3	0.4	0.2	0.2	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.7	0.4	0.4	0.7	

ตารางที่ 6 แสดงผลการประเมินหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบเรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ

พิจารณาข้อสอบที่มีค่า ความยากง่าย = 0.2 - 0.8

หมายเหตุ ช่องคะแนน 0 = ทำผิด

ช่องคะแนน 1 = ทำถูก

สูตร ค่าความยากง่าย P = R / N

R = จำนวนคนที่ทำถูก

N = จำนวนคนทั้งหมด = 26 คน

แสดงผลการประเมิน หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ

ระดับปริญญาตรี วศ.บ.4 ปี ชั้นปีที่ รอบปกติ สาขาเครื่องกล ประจำปีการศึกษา 1 / 2553

ที่	ข้อทดสอบที่ (30 ข้อ)																															รวม 30 ข้อ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	20
2	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	18
3	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	17
4	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	16
5	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	15
6	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	14
7	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	13
8	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	13
9	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	12
10	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	12
11	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	12
12	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	12
13	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12
14	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	12
15	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	10
16	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	10
17	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	9
18	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	9

ตารางที่ 7 แสดงผลการประเมิน หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด

ระดับปริญญาตรี วศ.บ.4 ปี ชั้นปีที่ รอบปกติ สาขาเครื่องกล ประจำปีการศึกษา 1 / 2553

ที่	ข้อทดสอบที่ (30 ข้อ)																														คะแนนรวม 30 คะแนน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	150	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
19	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
20	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	7
21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	7
22	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	7
23	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	6
24	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5
25	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
26	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4

ตารางที่ 7 แสดงผลการประเมิน หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เรียงคะแนนจากมากไปน้อย

เรียงคะแนนจากมากไปน้อย

แสดงหาค่าอำนาจจำแนกของแบ เรียงลำดับคะแนน จากมากไปหาน้อย กลุ่มได้คะแนนสูง

ระดับปริญญาตรี วศ.บ.4 ปี ชั้นปีที่ รอบปกติ สาขาเครื่องกล ประจำปีการศึกษา 1 / 2553

ที่	ข้อทดสอบที่ (30 ข้อ)																															คะแนนรวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	20
2	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	18
3	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	17
4	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	16
5	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	15
6	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	14
7	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	13
8	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	13
9	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	12
รวมค	2	4	6	4	5	4	3	5	3	5	5	2	4	5	7	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5	8	4	6	7	138

ตารางที่ 8 แสดงหาค่าอำนาจจำแนกของแ เรียงลำดับคะแนน จากมากไปหาน้อย กลุ่มได้คะแนนสูง

แสดงหาค่าอำนาจจำแนกของแบ เรียงลำดับคะแนน จากมากไปหาน้อย กลุ่มได้คะแนนต่ำ

ระดับปริญญาตรี วศ.บ.4 ปี ชั้นปีที่ รอบปกติ สาขาเครื่องกล ประจำปีการศึกษา 1 / 2553

ที่	ข้อทดสอบที่ (30 ข้อ)																															รวม 30
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
18	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1		9
19	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		7
20	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0		7
21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1		7
22	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1		7
23	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1		6
24	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		5
25	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		5
26	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0		4
รวมค	1	1	5	3	1	2	1	0	2	2	0	1	2	2	3	3	3	2	0	3	1	0	2	0	1	0	5	3	3	5		57

ตารางที่ 9 แสดงหาค่าอำนาจจำแนกของแบ เรียงลำดับคะแนน จากมากไปหาน้อย กลุ่มได้คะแนนต่ำ

แสดงผลค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ระดับปริญญาตรี วศ.บ.4 ปี ชั้นปีที่ รอบปกติ สาขาเครื่องกล ประจำปีการศึกษา 1 / 2553

รายการ	ข้อทดสอบที่ (30 ข้อ)																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
รวมคะแนนรายข้อ(RU)	3	3	7	5	5	4	3	5	4	4	5	3	4	4	6	5	5	4	5	5	3	3	4	5	3	5	7	5	5	7
รวมคะแนนรายข้อ(RL)	1	1	5	3	1	2	1	0	2	2	0	1	2	2	3	3	3	2	0	3	1	0	2	0	1	0	5	3	3	5
N / 2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
ค่าอำนาจจำแนก (D)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.6	0.2	0.2	0.6	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.6	0.2	0.2	0.3	0.2	0.6	0.2	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2

ตารางที่ 10 แสดงผลค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

สูตร ค่าอำนาจจำแนก = $\frac{RU - RL}{N / 2}$

พิจารณาข้อสอบที่มี ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

สรุป แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยทุกข้อ มีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

t-Test: Paired Two Sample for Means

	Pre-test	*Post-test*
Mean	12.76923077	25.03846154
Variance	4.904615385	3.718461538
Observations	26	26
Pearson Correlation	0.208223795	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	25	
t Stat	-23.91274786	
P(T<=t) one-tail	4.81285E-19	
t Critical one-tail	1.708140189	
P(T<=t) two-tail	9.6257E-19	
t Critical two-tail	2.05953711	

การอ่านค่า

ค่า T Stat มีค่าน้อยกว่า t Critical one-tail (-23.912 >1.708) แสดงว่า ผลการทดสอบ Post test ของการอบรมวิชานี้มีค่าเฉลี่ยดีกว่า Pre-test อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95% หรือ 0.05

ตารางที่ 11 แสดงหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ

ระดับปริญญาตรี วศ.บ.4 ปี ชั้นปีที่ รอบปกติ สาขาเครื่องกล ประจำปีการศึกษา 1 / 2553

ที่	รหัส	ข้อทดสอบที่ (30 ข้อ)																														รวม 30 คะแนน (x)	x ยกกำลังสอง
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	055350401001-6	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	13	169
2	055350401002-4	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	12	144
3	055350401004-0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	49
4	055350401006-5	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	18	324
5	055350401007-3	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	17	289
6	055350401008-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	7	49
7	055350401009-9	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	20	400
8	055350401010-7	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	14	196
9	055350401012-3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	7	49
10	055350401013-1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4	16
11	055350401014-9	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	16	256
12	055350401015-6	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	13	169
13	055350401016-4	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	12	144
14	055350401017-2	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	12	144
15	055350401018-0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	10	100
16	055350401019-8	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	12	144

17	055350401020-6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	25
18	055350401022-2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	6	36
19	055350401024-8	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	10	100
20	055350401025-5	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	144
21	055350401027-1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	49
22	055350401028-9	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	9	81
23	055350401029-7	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	9	81
24	055350401030-5	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	12	144
25	055350401031-3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	15	225
26	055350401032-1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	25
รวมรายข้อ		6	7	18	12	7	10	6	6	10	10	8	5	7	9	14	12	14	9	6	9	7	6	10	6	6	6	19	11	10	18	284	3552
p		0.23	0.26	0.69	0.46	0.26	0.38	0.23	0.23	0.38	0.38	0.3	0.19	0.26	0.34	0.53	0.46	0.53	0.34	0.23	0.34	0.26	0.23	0.38	0.23	0.23	0.23	0.73	0.42	0.38	0.69		
q		0.77	0.74	0.31	0.54	0.74	0.62	0.77	0.77	0.62	0.62	0.7	0.81	0.74	0.66	0.47	0.54	0.47	0.66	0.77	0.66	0.74	0.77	0.62	0.77	0.77	0.77	0.27	0.58	0.62	0.31		
pq		0.17	0.19	0.21	0.24	0.19	0.23	0.17	0.17	0.23	0.23	0.21	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24	0.24	0.22	0.17	0.22	0.19	0.17	0.23	0.17	0.17	0.17	0.19	0.24	0.23	0.21	6.1	

ตารางที่ 11 แสดงหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ (ต่อ)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ตารางที่ 12 แสดงค่า T-test ของแบบทดสอบ เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ ระดับปริญญาตรี วศ.บ.4 ปี ชั้นปีที่ รอบปกติ สาขาเครื่องกล ประจำปีการศึกษา 1 / 2553

ที่	รหัส	Pre-test	Post-test
1	055350401001-6	10	26
2	055350401002-4	11	20
3	055350401004-0	14	26
4	055350401006-5	10	26
5	055350401007-3	10	25
6	055350401008-1	13	22
7	055350401009-9	18	26
8	055350401010-7	14	23
9	055350401012-3	13	28
10	055350401013-1	13	26
11	055350401014-9	14	27
12	055350401015-6	12	25
13	055350401016-4	11	23
14	055350401017-2	14	22
15	055350401018-0	14	27
16	055350401019-8	14	27
17	055350401020-6	14	23
18	055350401022-2	10	25
19	055350401024-8	14	25
20	055350401025-5	16	27
21	055350401027-1	16	26
22	055350401028-9	14	25
23	055350401029-7	10	26
24	055350401030-5	13	26
25	055350401031-3	10	23
26	055350401032-1	10	26

ตารางที่ 12 แสดงค่า T-test ของแบบทดสอบ เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ

ผลการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

เรื่องการปฏิบัติงานกัดเฟืองตรง การปฏิบัติงานไส การปฏิบัติงานเครื่องกัด และการปฏิบัติงานเครื่องเจาะ

$S_{pq} = 6.1$, $S_X = 284$, $S_{X^2} = 3,552$

คำนวณค่า $S^2_t = \dfrac{N S_{X^2} - (S_X)^2}{N^2}$

$= \dfrac{26 \times 3,552 - (284)^2}{26 \times 26}$

$= 17.30$

จาก $r_{tt} = \dfrac{n}{n-1}\left[1 - \dfrac{S_{pq}}{S^2_t}\right]$

เมื่อ r_{tt} คือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

N คือ จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

p คือ สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ นั่นคือสัดส่วนของคนทำถูกกับคนทั้งหมด

q คือ สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ $1 - p$

S^2_t คือ คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

แทนค่า $r_{tt} = \dfrac{30}{30-1}\left[1 - \dfrac{6.1}{17.30}\right] = 0.67$

ดังนั้นแบบทดสอบฉบับนี้ มีความเชื่อมั่น = 0.67

ผลการคำนวณวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร (เสาวณีย์ , 2528 : 284)

$$\text{ประสิทธิภาพ ฯ} = \frac{M_2 - M_1}{P - M_1} + \frac{M_2 - M_1}{P}$$

M_1 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียน (Pre - tese)

M_2 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน (Post - test)

P = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0 – 2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

แทนค่า M_1 = 15.038

M_2 = 23.923

P = 30

$$\text{ประสิทธิภาพ ฯ} = \frac{23.923 - 15.038}{30 - 15.038} + \frac{23.923 - 15.038}{30}$$

$$= 0.593 + 1.298$$

$$= 1.891$$

ค่าที่ได้ = 1.891 ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวิชากลศาสตร์วัสดุบทที่ 3-6 ได้เกณฑ์มาตรฐาน

ลักษณะรายวิชา

04-311-101 **การฝึกพื้นฐานทางวิศวกรรม** 3(1-6-2)

Basic Engineering Training

รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : -

รายวิชาที่ต้องเรียนควบคู่ : -

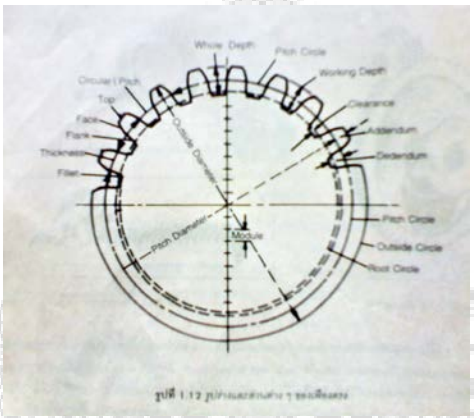
ศึกษา และปฏิบัติเกี่ยวกับงานพื้นฐานทางด้านวิศวกรรม ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือกล การใช้เครื่องมือวัด งานตะไบ พื้นฐานงานเจาะ การทำเกลียวระบบต่างๆ ตลอดจนเครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ

บทดำเนินเรื่อง

เนื้อหาบทเรียน การกัดเฟืองตรง

เฟือง หมายถึง เฟืองที่มีฟันตรงขนานไปกลับแกนของเพลาของตัวมันเอง เฟืองตรงจะมีลักษณะเป็นล้อทรงกระบอก รอบผิวของล้อทรงกระบอกจะมีฟันเฟืองโดยรอบ ซี่ฟันของเฟืองทุก ๆ ซี่จะมีลักษณะตรงยาวกับแกนของเฟือง หรือขนานกับแกนเพลาที่เฟืองติดอยู่ เฟืองจะใช้สำหรับส่งกำลังและถ่ายทอดการหมุนระหว่างเพลาสองเพลาที่วางขนานกัน และเฟืองตรงยังทำหน้าที่คู่กับเฟืองสายพาน (Rack) เพื่อส่งกำลังจากการหมุนให้เป็นการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

ลักษณะส่วนโค้งของฟันเฟืองจะเป็นแบบโค้งอินโวลูท (Involute curve) ซี่ของฟันจะทำหน้าที่รับและส่งกำลังไปยังเฟืองตัวต่อ ๆ ไป ที่ขบกันอยู่ให้หมุนตากัน ซึ่งเฟืองตัวตามหรือเฟืองที่จะมาขบกันได้นั้น จะต้องมีขนาดของฟันคือ ความสูงของฟัน ความหนา และ ระยะพิตช์ของฟันจะต้องเท่ากัน ความกว้างของฟันที่ใช้งานประเภทเดียวกันจะต้องมีขนาดเท่ากันด้วย



รูปร่างของเฟือง

ADDENDUM คือ ระยะห่างผิวโค้งระหว่างวงกลมพิต กับเส้นผ่าศูนย์กลางนอกสุดหรือความสูงของฟันเหนือวงกลมพิต

CHORDAL ADDENDUM คือ ระยะห่างตามผิวโค้งวัดจากยอดฟันไปยังจุดที่ซึ่งวัดความหนาของฟันตามเส้นคอร์ด

CHORDAL THICKNESS คือ ความหนาของฟันวัดที่วงกลมพิตหรือความยาวที่เส้นคอร์ด ซึ่งลากตัดส่วนโค้งของฟันตามวงกลมพิต จากขอบฟันด้านหนึ่งไปยังขอบฟันอีกด้านหนึ่ง

CIRCULAR PITCH คือ ระยะห่างจากจุด ๆ หนึ่งบนฟัน ๆ หนึ่งไปยังจุดเดียวกันของฟันที่อยู่ถัดไปวัดบนวงกลมพิต

CIRCULAR THICKNESS คือ ความหนาของฟันวัดตามเส้นรอบวงกลมพิต ซึ่งเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Arc Thickness

CLEARANCE คือ ระยะห่างวัดตามผิวโค้งระหว่างยอดฟันกับโคนฟันของเฟืองที่นำมาขบกัน

DEDENDUM คือ ระยะห่างวัดตามผิวโค้งจากวงกลมพิตถึงโค้นร่องฟัน Addendum จะเท่ากับ Addendum บวก Clearance

DIAMETRAL PITCH คือ อัตราส่วนจำนวนฟันกับเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมพิตของเฟือง

LINEAR PITCH คือ ระยะห่างจากจุด ๆ หนึ่งบนฟัน ๆ หนึ่งไปยังจุดเดียวกันของฟันถัดไปตามแนวเส้นพิตของเฟืองสะพาน

MODULE (ระบบเมตริก) คือ เส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมพิตของเฟืองหารด้วยจำนวนฟันซึ่งเป็นขนาดจริงไม่เหมือนกับ Diametral Pitch ซึ่งเป็นอัตราส่วนของจำนวนฟันกับเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมพิต

OUTSIDE DIAMETER คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตสุดของเฟือง ซึ่งเท่ากับวงกลมพิตบวกด้วย 2 เท่าของ Addendum

PITCH CIRCLE คือ วงกลมซึ่งมีรัศมีเท่ากับครึ่งหนึ่งของเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมพิต ซึ่งมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่แกนของเฟือง

PITCH CIRCUMFERENCE คือ เส้นรอบวงกลมพิตซ์

PITCH DIAMETER คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมพิตเท่ากับวงกลมนอกลบด้วย 2 เท่าของ Addendum

PRESSURE ANGLE คือ มุมระหว่างเส้นตรงที่ลากผ่านจุดสัมผัสของฟันเฟืองสองฟันเฟืองที่ขบกันและเส้นสัมผัสวงกลมพื้นฐาน ของเฟืองทั้งสองและเส้นที่ทำมุมฉากกับเส้นผ่าศูนย์กลางของเฟือง

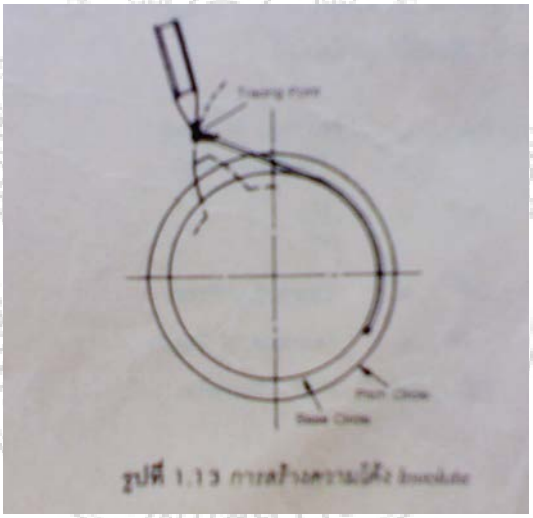
ROOTH CIRCLE คือ วงกลมที่เกิดจากโคนของร่องฟันเฟือง

TOOTH THICKNESS คือ ความหนาของฟันวัดบนวงกลวพิต

WHOLE DEPTH คือ ความลึกเต็มของฟันหรือระยะที่เท่ากับ Addendum+Dedendum

WORKING DEPTH คือ ระยะที่ฟันของเฟืองตัวหนึ่งขบเข้าหากับช่องว่างของฟันเฟืองอีกตัวหนึ่ง ซึ่งเท่ากับ 2 เท่าของ Addendum

INVOUTE CURVE ถ้าเราพันเชือกไว้โดยรอบวงกลม โดยดึงปลายเชือกด้านหนึ่งไว้ด้วยหมุด เมื่อคลี่ปลายเชือกด้านที่เหลือแล้วดึงให้ตึงตลอดเวลา แนวของปลายเชือกที่เคลื่อนไป มีลักษณะเป็นเส้นโค้งแบบ Involute ลักษณะของฟันเฟืองจะมีความโค้งฟันเป็นแบบ Involute



รูปที่ 1.13

ระบบเฟือง

เฟืองที่ใช้อยู่กันทั่ว ๆ ไป มี 3 ระบบ คือ

1. Circular Pitch System
2. Diametral Pitch System
3. Module System

Circular Pitch System คือ ระยะห่างจากจุด ๆ หนึ่งบนฟัน ๆ หนึ่งไปยังจุดเดียวกันของฟันที่อยู่ถัดไปวัดตามเส้นรอบวงกลมพิต ดังนั้นแสดงว่าจะต้องมี Circular Pitch เป็นจำนวนมากบนล้อฟันเฟืองเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมพิต คูณ 3.1416 ดังนั้นเมื่อรู้เส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมพิตและจำนวนฟันก็จะหา Circular Pitch ได้จาก

Circular Pitch = $\frac{P.D \times 3.1416}{N}$

เมื่อ CP = Circular Pitch

PD= Pitch Diameter

N = Number of Teeth

Diametral Pitch System (D.P) คือ อัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันของเฟืองกับเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิตในระบบนิ้ว เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

Diametral Pitch = $\frac{\text{Number of Teeth}}{\text{Pitch Diameter}}$

$DP = \frac{N}{PD}$

DP = Diametral Pitch

N = Number of Teeth

PD = Pitch Diameter

Module System ถ้าเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิตของเฟืองถูกแบ่งออกเป็นหลาย ๆ ส่วนในขณะที่มีฟันอยู่บนล้อเฟือง และแต่ละส่วนมีระยะห่างที่แน่นอน เราเรียกว่าโมดูล (Moduie)

ถ้าเฟืองมี 40 ฟัน และเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิตเท่ากับ 4 นิ้ว ดังนั้นโมดูลจึงเท่ากับ 4/40 หรือ 1/10 นิ้ว เมื่อเปรียบเทียบกันกับระบบ D.P เราจะได้ D.P =40/4= 10 หรือ10 D.P ซึ่งถ้าเรานำระบบทั้งสองมาเปรียบเทียบกันแล้วจะพบว่า Module = 1/DP

ขนาดของฟันเฟือง

ผู้ออกแบบจะต้องพยายามพิจารณาจำนวนฟันบนล้อเฟืองให้เหมาะสม เมื่อกำหนดเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิตมาให้

ด้วยเหตุที่ D.P คือ จำนวนฟันของเฟืองในแต่ละนิ้วของเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิต ดังนั้น D.P จึงมีความสำคัญในการกำหนดขนาดของฟันเฟือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเฟืองที่มีขนาด D.P เดียวกันจะสามารถส่งกำลังขับกันได้

มาตรฐานฟันเฟือง

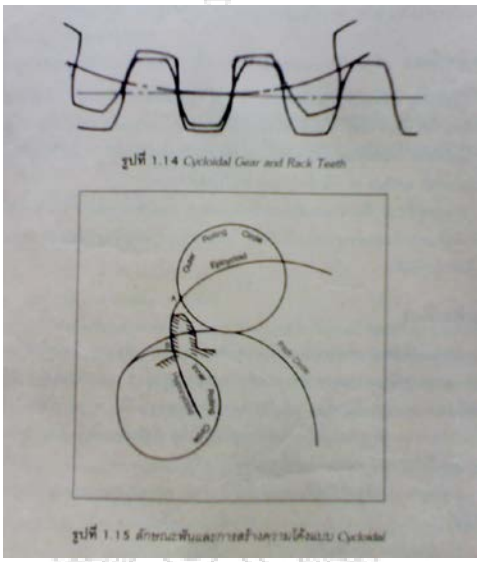
ถ้าเฟืองที่ใช้สามารถสับเปลี่ยนกันได้ จะต้องมีมาตรฐานเดียวกัน มีขนาดและรูปร่างของฟันที่เกี่ยวข้องกัน ด้วยเหตุนี้ในวงงานอุตสาหกรรมได้กำหนดมาตรฐานของฟันเฟืองแตกต่างกันออกไป

มาตรฐานของเฟืองที่มีใช้กันอยู่หลายมาตรฐาน พอจะแบ่งแยกมาตรฐานของเฟืองที่ผลิตบนเครื่องกัดได้ดังนี้

1. Cycloidal (เลิกใช้แล้ว)
2. Brown & Sharpe Involute

3. British Standard
4. Compound Stub
5. A.G.M.A. Stub
6. Metric

Cycloidal รูปแบบฟันเฟือง Cycloidal โดยปกติจะไม่ใช้กับเครื่องจักรกล เพราะว่ารูปร่างของฟันเฟืองชนิดนี้ยากต่อการสร้าง มีความเสียงดัง ความเที่ยงตรงทางขนาดน้อย ยากต่อการประกอบเฟืองให้มีระยะห่างระหว่างศูนย์ที่ถูกต้อง



รูปที่ 1.14 *Cycloidal Gear and Rack Teeth*

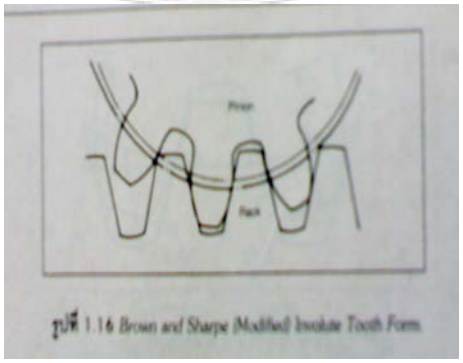
รูปที่ 1.15 ลักษณะฟันและการสร้างความโค้งแบบ Cycloidal

Brown & Sharpe Involute เป็นมาตรฐานหนึ่งสำหรับเฟืองที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป ที่ตัดบนเครื่องกัด เป็นเฟืองที่ปรับปรุงให้มีความโค้งฟันแบบ Involute ยอดฟันและโคนฟันจะโค้งมนแบบ Cycloidal

วัตถุประสงค์ในการแก้ไขปรับปรุงก็เพื่อกำจัดความยุ่งยากที่เกิดขึ้นจาก Undercutting ของเฟืองที่มีจำนวนน้อยกว่า 32 ฟัน หรือ 20 ฟัน ของเฟืองระบบนี้ 14½ องศา ความลึกฟัน 2.157/DP

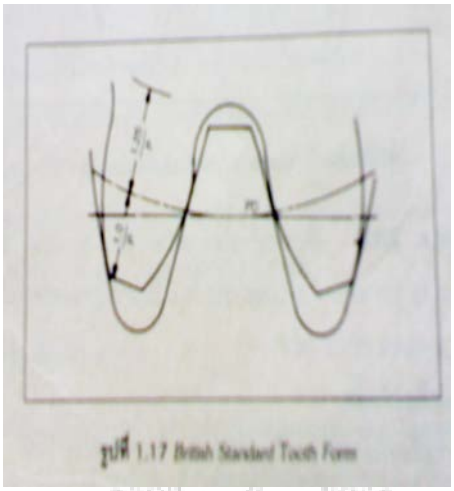
$$\text{Addendum} = \frac{1}{DP}$$

$$\text{Clearance} = \frac{0.157}{DP}$$



รูปที่ 1.16 *Brown and Sharpe (Modified) Involute Tooth Form*

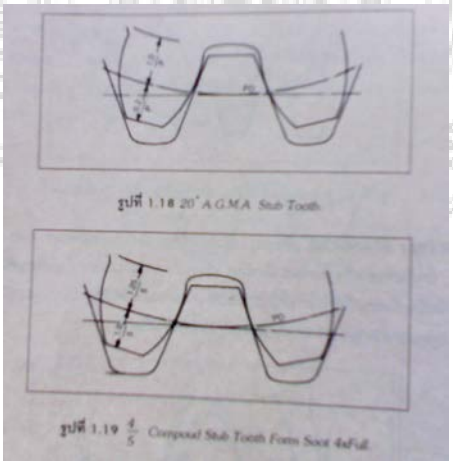
British Standard เฟืองระบบนี้แนะนำโดย British Standard Association มีฟันแบบ Involute Form ยกเว้นยอดฟันจะโค้งมนเล็กน้อย Clearance ที่โคนฟันจะมีความโค้งต่อเนื่องกัน เฟืองชนิดนี้จะมีความลึกฟันเท่ากับ 2.25/DP Association เท่ากับ 1/DP Clearance เท่ากับ.25/DP ขณะที่ Pressure Angle 20 องศา ซึ่งจะให้รูปร่างฟันที่แข็งแรงกว่า



รูปที่ 1.17 British Standard Tooth Form

Compound Stub Teeth เฟืองชนิดนี้ฟันสั้นกว่าปกติ แข็งแรง รูปแบบของฟันมีความโค้งอยู่ในรูปInvolute Form โดยปกติมี Pressure Angle 20 องศา บางครั้งก็อาจใช้ 14½ องศา

เฟืองชนิดนี้จะใช้ DP. แตกต่างกัน 2DP. ในการคำนวณหาขนาดต่าง ๆ ของเฟือง เช่น 6/8DP หมายถึง DP และความหนาของฟันมีขนาด 6DP. แต่ความลึกของฟัน 8DP. ซึ่งให้ Addendum เท่ากับ 1/DP และ Clearance เท่ากับ 1/DP .DP ขนาดฟิตที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปคือ 3/4, 4/5, 5/7, 6/8, 7/9, 8/10, 10/12



รูปที่ 1.18 20° A.G.M.A. Stub Tooth.

รูปที่ 1.19 $\frac{4}{5}$ Compound Stub Tooth Form Soot 4oFull.

A.G.M.A. Stub เฟืองฟันสั้นชนิดนี้ถูกนำมาใช้โดย American Gear Manufacturing Association รูปร่างฟันคล้าย Compound Stub มีมุมกด 20 องศา ความลึกฟันเท่ากับ 1.8DP Addendum .8/DP Clearance เท่ากับ .2/DP

ข้อดีของเฟืองฟันสั้น

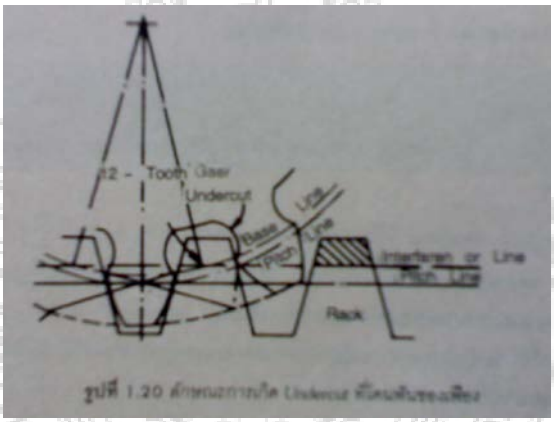
1. มีความแข็งแรงมากกว่าและต้านทานต่อแรงกระแทรกได้ดี
2. มีการบิดเบี้ยวต่อความแข็งแรงของฟันน้อย

Metric Standard มีฟันในรูป Involute Form และมุมกด 20 องศา Clearance แปรค่าจาก 0.1 คูณโมดูล ถึง 0.3 คูณโมดูล แต่คัตเตอร์ที่ใช้ในการตัดจะถูกสร้าง ให้มี Clearance เท่ากับ 0.157 คูณโมดูล หรือเหมือนกับมาตรฐานของ Brown & Sharpe Involute Addendum เท่ากับโมดูลมิลลิเมตรและความลึกฟันเท่ากับ 2.157 คูณโมดูล

การหลีกเลี่ยง Undercutting

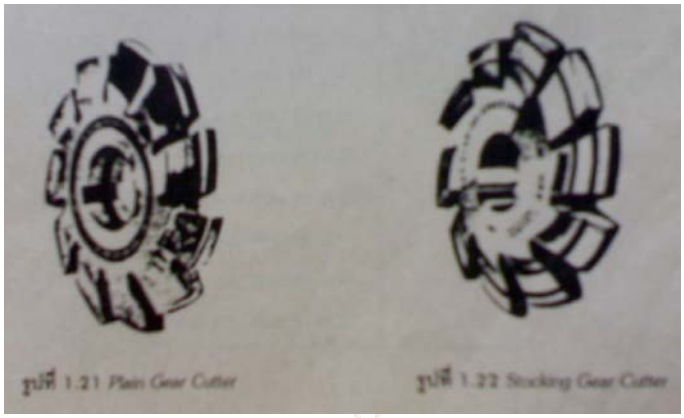
การหลีกเลี่ยงการเกิด Undercut จะทำได้โดยการเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางนอกสุดของเฟืองตัวเล็ก (Pinion) เมื่อฟันถูกตัดให้มีขนาดความลึกจริง(Full Depth) วงกลมพื้นฐาน(Base Circle) จะเท่ากับวงกลม Working Depth ใหม่ของเฟืองตัวเล็กและ Addendum จะมีขนาดใหญ่กว่ามาตรฐาน

ในการรักษาระยะห่างระหว่างศูนย์กลาง วงกลมนอกของเฟืองที่จะนำมาประกอบจะต้องถูกทำให้มีขนาดเล็กกว่าปกติเท่ากับจำนวนที่เพิ่มขนาดของเฟืองตัวเล็ก ดังนั้นเมื่อตัดให้ได้ความลึกมาตรฐานจะได้เฟืองที่มี Addendum สั้นกว่าปกติ และ Dedendum ยาวกว่าปกติ



คัดเตอร์ที่ใช้สำหรับตัดเฟือง

คัดเตอร์ที่ใช้ตัดเฟืองปกติทำด้วยเหล็กรอบสูง(High Speed Steel) มีฟันอยู่ในรูป Formed ผ่านการชุบแข็งอย่างดี



รูปที่ 1.21 Plain Gear Cutter รูปที่ 1.22 Stocking Gear Cutter

ชนิดของคัตเตอร์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. **Plain** ใช้สำหรับตัดเฟืองได้ทั้งตัดหยาบและตัดละเอียด โดยเฉพาะเฟืองขนาดเล็ก ๆ
2. **Stocking** ใช้ในการตัดเฟืองขนาดใหญ่ (DP 8-Dp 1¾) สำหรับตัดแบบหยาบ ๆ และเป็นการตัดพร้อมกันเป็นจำนวนมาก ๆ ซึ่งจะต้องตัดละเอียดด้วย Plain Cutter อีกครั้ง

รูปร่างและขนาดของคัตเตอร์ตัดเฟือง

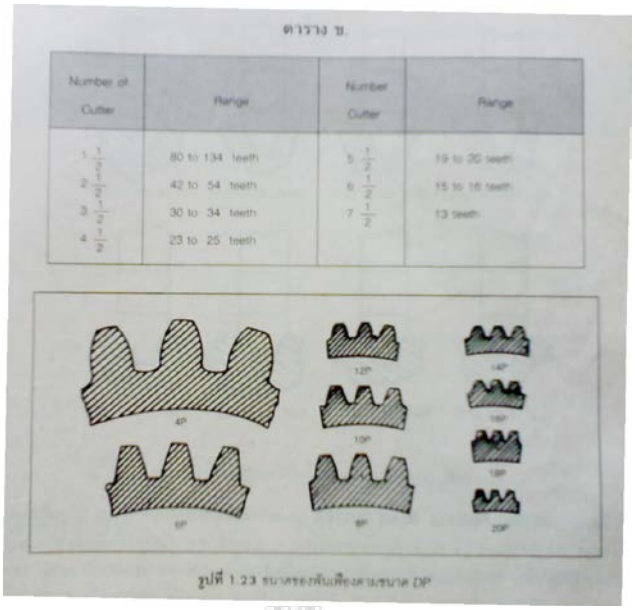
ถ้าต้องการให้การเคลื่อนไหวระหว่างฟันของเฟืองที่ขับกันเป็นไปอย่างราบเรียบ ความแตกต่างของรูปร่างความโค้งฟันก็เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับขนาดของเฟืองแต่ละขนาดที่มีระยะฟิตเดียวกัน

ขนาดของ Cutter มีขนาดตั้งแต่ 1¾ DP จนถึง 48DP และการเลือกใช้ Cutter แต่ละเบอร์นั้นหาได้จากตาราง ก.

ตาราง ก.

Involute Gear Cutter	
Cutter Number	Range
1	135 teeth to a rack
2	55 to 134 teeth to a rack
3	35 to 54 teeth to a rack
4	26 to 34 teeth to a rack
5	21 to 25 teeth to a rack
6	17 to 20 teeth to a rack
7	14 to 16 teeth to a rack
8	12 to 13 teeth to a rack

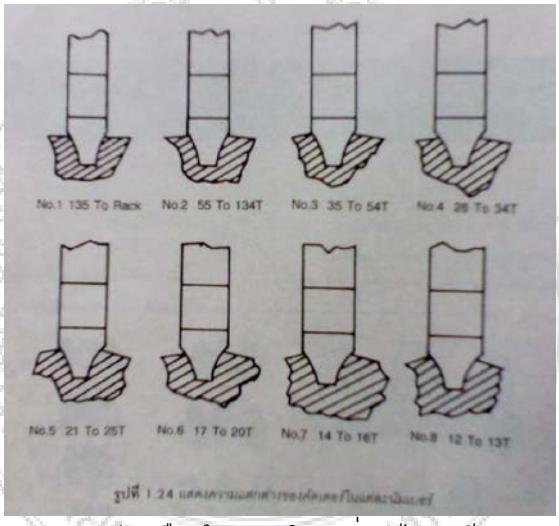
Fine Range Cutter ถ้าต้องการรูปร่างของฟันที่เที่ยงตรงกว่า เมื่อตัดเฟืองที่มีจำนวนฟันใกล้เคียงกับช่วงสูงสุดของแต่ละ DP ในงานอุตสาหกรรมยังแบ่งช่วงของคัตเตอร์ ออกเป็น Hale Number ตามตาราง ข.



รูปที่ 1.23

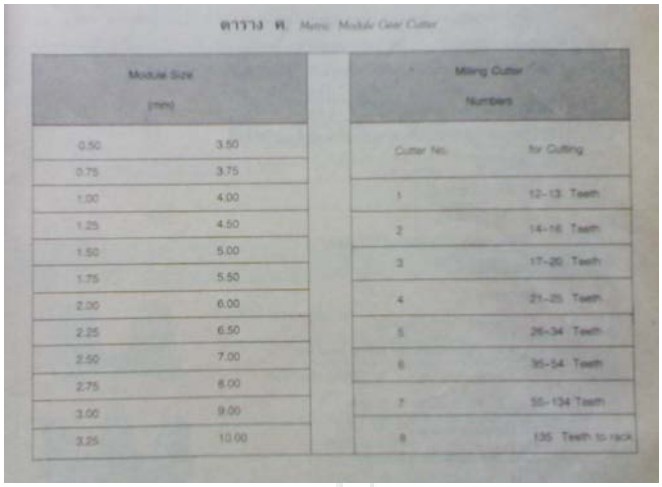
Stub Tooth Cutter เฟืองฟันสั้นโดยปกติจะตัดด้วย Generating Machine แต่ถ้าต้องการตัดบนเครื่อง Milling ก็สามารถที่จะหา Milling Cutter แบบพิเศษ ที่ใช้สำหรับตัดเฟืองฟันสั้นโดยเฉพาะก็ได้

Cycloidal Cutter ฟันเฟืองชนิดนี้ปัจจุบันเลิกใช้แล้ว



รูปที่ 1.24

Metric Module Gear Cutter คัตเตอร์ตัดเฟืองในระบบโมดูลทั่ว ๆ ไป จะมีช่วงตัดจากโมดูล 0.5 มิลลิเมตร ถึง 10 มิลลิเมตร ตามตาราง ค. คัดเตอร์ตัดเฟืองในระบบโมดูลอาจจะหาได้ถึงขนาด 75 มิลิเมตร ซึ่งในแต่ละขนาดโมดูลจะมี คัตเตอร์ 8 ตัว เช่นเดียวกับระบบ DP แต่ช่วงของการตัดฟันของคัตเตอร์แต่ละนัมเบอร์จะกลับตรงกันข้าม คัตเตอร์ระบบ DP กล่าวคือ คัตเตอร์เบอร์ 1 ในระบบโมดูลจะใช้ตัดเฟือง 12 ถึง 13 ฟัน เบอร์ 8 ใช้ตัดฟัน 135 ฟัน ถึงเฟืองสะพาน ในขณะที่เบอร์ 1 ระบบ DP ใช้ตัดเฟือง 135 ฟัน ถึงเฟืองสะพาน ซึ่งช่วงการตัดของคัตเตอร์แต่ละเบอร์จะหาได้จากตาราง ค.



ตาราง ค. Metric Module Gear Cutter

Module Size (mm)		Milling Cutter Numbers	
0.50	3.50	Cutter No.	for Cutting
0.75	3.75	1	12-13 Teeth
1.00	4.00	2	14-16 Teeth
1.25	4.50	3	17-20 Teeth
1.50	5.00	4	21-25 Teeth
1.75	5.50	5	26-34 Teeth
2.00	6.00	6	35-54 Teeth
2.25	6.50	7	55-134 Teeth
2.50	7.00	8	135 Teeth to rack
2.75	8.00		
3.00	9.00		
3.25	10.00		

วัตถุที่ใช้ทำเฟือง

การออกแบบและเลือกใช้วัสดุทำเฟืองจะต้องพิจารณาถึงราคา อายุการใช้งานความเร็วรอบกำลังขับและการรับภาระ

ลำดับวัสดุเรียงตามความคงทนต่อการสึกกร่อน

1. Pressed Plastic
2. Cast Iron
3. Steel Cast
4. Malleable Cast Iron
5. Structural Steel
6. Annealed Steel
7. Hardened Steel

วิธีการที่ใช้ในการผลิตเฟือง

วิธีการทางด้านการค้าที่ใช้ในการผลิตเฟืองพอจำแนกได้ดังนี้

ก. CASTING

1. Sand Casting
2. Die Casting
3. Precision & Investment Casting

ข. STAMPING

ค. MACHINING

1. Formed Tooth Process
   1.1 Form Cutter In Milling Machine
   1.2 Form Cutter In Broaching Machine
   1.3 Form Cutter In Shaper
2. Template Process
3. Cutter Generating Process

3.1 Cutter Gear In Shaper

3.2 Hob

3.3 Rotary Cutter

3.4 Reciprocating Cutter Simulating a Rack

ง. POWDER METALLURGY

จ. EXTRUDING

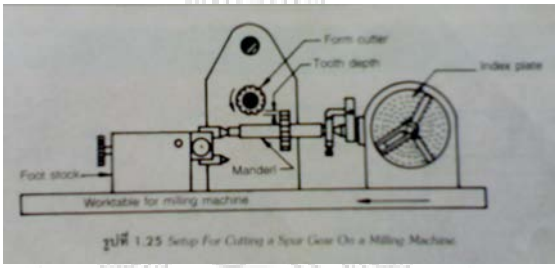
ฉ ROLLING

ช. GRINDING

ซ. PLASTIC MOLDING

การตัดเฟืองด้วย Form Cutter บนเครื่องกัด

การตัดเฟืองตรงด้วยคัตเตอร์ บนเครื่องกัดเป็นวิธีที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป ในโรงงานแบบซ่อมสร้างซึ่งมีลักษณะการทำงานดังรูป ก่อนที่จะเรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติการตัด ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับรูปร่างและส่วนต่าง ๆ รวมทั้งกฎ สูตร ที่ใช้ในการคำนวณ ดังในตารางต่อไปนี้



รูปที่ 1.25 Setup For Cutting a Spur Gear On a Milling Machine

ตัวอย่างที่ 1 ต้องการตัดเฟืองตรงตัวหนึ่ง DP.16 จำนวน 48 ฟัน จงคำนวณหาส่วนต่าง ๆ ของเฟืองตัวนี้

Addendum = $\frac{1}{DP}$ = $\frac{1}{16}$ = 0.625 Inch

Circular pitch = $\frac{3.1416}{16}$ = 0.196 Inch

Clearance = $\frac{0.157}{DP}$ = $\frac{0.157}{16}$ = 0.009 Inch

Dedendum = $\frac{1.157}{DP}$ = $\frac{1.157}{16}$ = 0.072 Inch

Outside Diameter = $\frac{N + 2}{DP}$ = $\frac{48 + 2}{16}$ = 3.125 Inch

Pitch Diameter = $\frac{48}{16}$ = $\frac{N}{DP}$ = 3 Inch

Tooth Thickness = $\frac{1.5708}{DP}$ = $\frac{1.5708}{16}$ = 0.098175 Inch

Whole Depth = $\frac{2.157}{DP}$ = $\frac{2.157}{16}$ = 0.134 Inch

Chordal Addendum = $[(1-\cos\frac{90}{N})\ \frac{PD}{2}] + Ad$

$= [(1-\cos\frac{90}{48})\ \frac{3}{2}] + 0.0625$

= 0.633 Inch

Chordal Thickness = $\sin\frac{90}{N} \times PD$ = $\sin\frac{90}{48} \times 3$

= 0.098157 Inch

Cutter Number = 3 #

ตัวอย่างที่ 2 เฟืองตรงคู่หนึ่ง DP.12 มีอัตราทด 3:2 เฟืองตัวใหญ่มี 126 ฟันจงคำนวณหาส่วนต่างๆ ที่จำเป็นในการตัดเฟืองคู่นี้

กำหนดให้อัตราทดเฟืองก็เป็น 3:2 เฟืองตัวใหญ่มี 126 ฟัน

ดังนั้นเฟืองตัวเล็กจะมีจำนวนฟัน 2/3 × 126 = 84 ฟัน

(Gear)

Ad = $\frac{1}{DP}$ = $\frac{1}{12}$ = 0.083 Inch

CP = $\frac{3.1416}{DP}$ = $\frac{3.1416}{12}$ = 0.261 Inch

Cl = $\frac{0.157}{DP}$ = $\frac{0.157}{12}$ = 0.013 Inch

Dd = $\frac{1.157}{DP}$ = $\frac{1.157}{12}$ = 0.096 Inch

OD = $\frac{N + 2}{DP}$ = $\frac{126 + 2}{12}$ = 10.666 Inch

PD = $\frac{N}{DP}$ = $\frac{126}{12}$ = 10.5 Inch

T = $\frac{1.5708}{DP}$ = $\frac{1.5708}{12}$ = 0.130 Inch

DP 12

WD = 2.157 = 2.157 = 0.179 Inch

DP 12

Cutter Number = 2 #

(Pinion)

OD = 84 + 2 = 7.166 Inch

12

PD = 84 = 7.00 Inch

12

Cutter Number = 2 #

Center Distance = PDg + PDp = 10.5 + 7

2 2

= 8.76 Inch

ตัวอย่างที่ 3 ต้องการตัดเฟืองตรงระบบโมดูล ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมพิตช์ 60 มิลลิเมตร จำนวน 20 ฟัน จงคำนวณหา

A. Module

B. Circular Pitch

C. Addendum

D. Outside Diameter

E. Dedendum

F. Whole Depth

G. Cutter Number

A. M = PD = 60 = 3 mm.

N 20

B. CP = M × 3.1416 = 3 × 3.1416 = 9.245 mm.

C. A = M = 3 mm.

D. OD = (N + 2) × M = (20 + 2) × 3 = 66 mm.

E. D = M × 1.166 = 3 × 1.166 = 3.498 mm.

F. WD = M × 2.166 = 3 × 2.166 = 6.498 mm.

G. Cutter No. = 3 #

การ Set Up สำหรับการตัดเฟือง

หลังจากได้ตรวจสอบเส้นผ่าศูนย์กลางนอกของชิ้นงานและเลือกเบอร์ของคัตเตอร์ ตามขนาดพิตช์และจำนวนฟัน ขั้นตอนต่อไปก็คือการประกอบเครื่องเพื่อกัดฟันเฟือง

การยึดงาน (Holding The Work)

ถ้าหากเส้นอรอบรูปของเฟืองตรงไม่ได้ศูนย์กับรูคว้านของตังมันเองและฟันถูกตัดให้ได้ความลึกที่ถูกต้องแล้ว จะทำให้ได้รูปฟังเฟืองที่ผิดไป ซึ่งจะมีผลทำให้การส่งกำลังขับม่เรียบและมีเสียงดังโดยปกติชินงาน (Mandrel) เพื่อทำการตัด วิธีนี้เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ยึดชิ้นงานบนหังแบ่งที่ได้ผลดีและรวดเร็ว

โดยปกติชิ้นงานจะถูกยึดระหว่างศูนย์ของหังแบ่ง ดังรูป โดยมีห่วงพา (Dog) ยึดอยู่บนเพลายึดงาน หางของห่วงพาจะยึดแน่นระหว่าง Set Screw ของตัวพาเพื่อป้องกันเกิด
Backlash ระหว่างเพลาของหัวแบ่งกับชิ้นงาน เพลายึดงานที่ดีจะต้องมีแกนด้านหนึ่งเรียว
เพื่ออัดเข้ากับรูเพลาของหัวแบ่งขณะที่เพลาอีกข้างหนึ่งถูกรองรับด้วยศูนย์ท้ายแท่น และถ้าการตัดเฟืองที่มีขนาดเดียวกันจำนวนมากๆมักจะใช้เพลาชนิด Gang Mandrel

การจับยึดชิ้นงานเฟืองขนาดใหญ่

เมื่อต้องการตัดเฟืองระหว่างศูนย์ที่มีขนาดใหญ่มาก ๆ จะต้องยึดชิ้นงานบนหัวแบ่งในแนวตั้ง ดังรูป ในกรณีเช่นนี้จะต้องป้อนตัดงานด้วย Vertical Feed และจะต้องใช้ Steagyrest รองรับชิ้นงาน การจับบนเพลางานจะยึดให้ใกล้หัวแบ่งใหมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

นอกจากนี้การยึดงานตัดเฟืองขนาดใหญ่จะทำได้โดยยึดบน Circular Attachment
ดังรูป ชิ้นงานจะถูกวางบนแท่งขนาน (Parallels) เพื่อให้เกิดช่องว่างพอที่ Cutter จะตัดผ่านได้ และชิ้นงานจะถูกจัดอยู่ในตำแหน่งศูนย์กลางบน Circular Table

การประกอบชิ้นงาน

สมมติชิ้นงานเฟือง (Gear Blank) ถูกอะดด้วยแกนยึดงานมาตรฐานและประกอบอยู่ระหว่างศุนย์ของหัวแบ่งแล้ว ขั้นตอนในการติดตั้งชิ้นงานมีดังนี้

1. ตั้ง Table ให้ขนานกับ Column (ในกรณีที่เป็น Universal Machine ทั้งนี้ชิ้นงานตัดเฟืองจะได้ขนานกับแนวแกน)

2. ประกอบหัวแบ่งและแท่นท้าย (Tailstock) บน Table ในตำแหน่งที่ชิ้นงานได้ศูนย์กับ Table โดยประมาณ

3. เลื่อน Table เข้าใกล้ Column โดยเหลือช่องว่างระหว่าง Table กับ Column ประมาณ 1 นิ้ว เพื่อไว้ปรับระยะ

4. เลือกเพลายึดงานและตรวจสอบดูว่าได้ศูนย์สะอาดและมีรอยเยินหรือไม่แล้วประกอบระหว่างศูนย์โดยให้สามารถหมุนอิสระด้วยมือได้พอประมาณ

5. ตรวจสอบเพลายึดงานที่ส่วนหัว ตอนกลางและส่วนท้ายว่าได้ศูนย์หรือไม่ด้วย Dial Indicator

6. เอาเพลายึดงานออก ทำความสะอาดรูคว้านของชิ้นงานตัดเฟือง หล่อลื่นด้วยน้ำมันและอัดเพลายึดงานลงในรูคว้าน

7. ประกอบห่วงพาที่ปลายด้านโตของเพลายึดงาน ยึดให้แน่นแล้วประกอบเพลายึดงานระหว่างศูนย์

8. ขัน Driver Set Screw บนหัวแบ่งเพื่อยึดหางของห่วงพาให้แน่น ทั้งนี้เป็นการป้องกันการเกิด Blacklash ระหว่างเพลาหัวแบ่งกับงาน

9. เลือกจานแบ่งที่ต้องการและตั้งแขนแบ่งงานให้ถูกต้องตามจำนวนฟันที่จะตัด

การประกอบคัตเตอร์

1. เลือกคัตเตอร์ ที่มีขนาดพิตช์และเบอร์ที่ต้องการ

2. ประกอบคัตเตอร์ เข้ากับเพลาของเครื่องกัดโดยให้ได้ศูนย์กลางกับชิ้นงานโดยประมาณแล้วตรวจสอบดูว่าหมุนถูกทิศทางหรือไม่

3. ตรวจสอบดูว่าคัตเตอร์ หมุนถูกต้องหรือไม่ ถ้าคัตเตอร์ หมุนสายจะทำให้ร่องฟันเฟืองกว้างกว่าปกติ และฟันจะบางกว่าขนาดจริงอีกด้วย

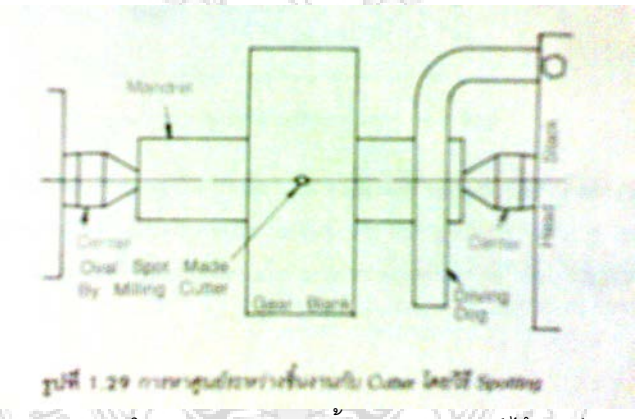
การประกอบชิ้นงานให้ได้ศูนย์กับคัตเตอร์

ชิ้นงานตัดเฟืองจะต้องปรับให้ได้ศูนย์กับคัตเตอร์ ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. เดินเครื่องแล้วเลื่อนชิ้นงานให้ได้ศูนย์กลางกับคัตเตอร์ โดยประมาณ

2. ยก Table ขึ้นจนกระทั้งคัตเตอร์ เริ่มตัดชิ้นกระดาษบนผิวงานแล้วตั้งหน้าปัทม์ในแนวตั้งไปที่ศูนย์

3. เลื่อน Table ขึ้นประมาณ 0.004 – 0.005 นิ้ว จนกระทั้งคัตเตอร์ ตัดชิ้นงาน แล้วเลื่อนชิ้นงานเข้าออกตามแนวขวางจนกระทั้งเกิดจุดรอยตัดเล็ก ๆ บนชิ้นงานตามรูป



รูปที่ 1.29

4. หยุดเครื่องแล้วปรับ Table ในแนวขวางจนกระทั้งฟันของคัตเตอร์ ได้ศูนย์กลางกับรอบตัดนั้น แล้วยึดแท่นตัดขวาง

ข้อควรจำ ถ้าจุดหรือรอยตัดมีขนาดเล็ก ก็สามารถปรับให้ได้ศูนย์อย่างแม่นยำ

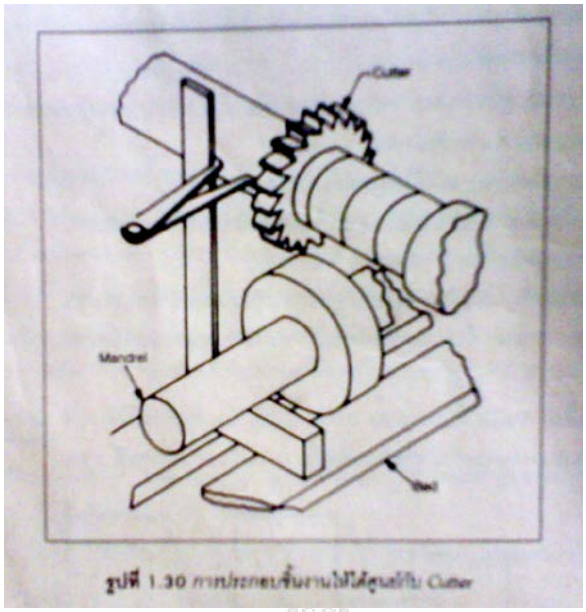
5. เลื่อนชิ้นงานไปตามแนวยาวจนกระทั่งขอบของชิ้นงานพ้นจากคัตเตอร์

วิธีการใช้ฉากและวัดใน

1. วางฉากบน Table โดยให้ใบด้านในของฉากชนกับด้านข้างของชิ้นงานตัดเฟืองหรือด้านข้างของเพลายึดงานก็ได้

2. วัดระยะห่างระหว่างใบของฉากไปยังด้านข้างของคัตเตอร์ด้วยวัดใน (Inside Caliper) หรือเวอร์เนียร์ ตามรูปที่ 1.30

3. ทำเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1 และ 2 ที่อีกด้านหนึ่งของชิ้นงานตัดเฟืองปรับ Table ที่แท่นตัดขวาง (ถ้าจำเป็น) จนกระทั่งระยะห่างทั้งสองข้างเท่ากัน



รูปที่ 1.30 การประกอบชิ้นงานให้ได้ศูนย์กับ Cutter

ความเร็วของ Cutter **ตัดเฟือง** ในการตั้งความเร็วรอบของคัตเตอร์ เราจะต้องพิจารณาข้อมูลจากหลาย ๆ ภาวะการณ์ที่เกี่ยวข้อง เช่น วัสดุงาน ชนิดของคัตเตอร์ ขนาดของ Blank เป็นต้น ซึ่งไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนตายตัว อย่างไรก็ตามความเร็วรอบก็อาจจะเลือกใช้ได้จากตาราง

ตาราง ฉ. Cutting Speeds for Gear Cutter

Material	Cutting Speeds in Feet Per Minute	
	Carbon Steel Cutters	High Speed Steel Cutters
Cast Iron	60-70	80-125
Mold Steel	30-40	65-100
Brass	120-50	160-250

อัตราการป้อน (Rate of feed) อัตราการป้อนชิ้นงานขึ้นอยู่กับ D.P และวัสดุงานตามตารางข้างล่างนี้

ตาราง ช. Feed of High Speed Steel Cutters

Diametral Pitch	2	2.5	3	4	5	6	7	8	10	12	16
Feed Inches Per Minute-											
Cast Iron	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	4	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	5	6	6	7	8	9
Mild Steel	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	3	4	4	$4\frac{1}{2}$	5	6

การใช้อัตราการป้อนตามตารางนี้ขึ้นอยู่กับความลึกเต็ม (Full Depth) ในการตัดครั้งเดียว โดยไม่ได้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอีกหลาย ๆ อย่างเช่น ความแข็งแรงของวัสดุ ขนาด รูปร่างของชิ้นงาน

MILLING THE TEETH เมื่อประกอบชิ้นงาน และคัตเตอร์ตั้งความเร็วรอบ อัตราการป้อนเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปก็คือ การตัดเฟือง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. เลื่อน Table ขึ้นเท่ากับความลึกตัด (Full Depth) หรือเท่ากับความลึกเพื่อตัดหยาบ ถ้าต้องการตัด 2 แล้วล็อค Knee

2. ตรวจสอบหัวแบ่งว่าถูกต้องหรือไม่ แล้วหมุน Index Crank ไป 1 รอบ เพื่อจำกัด Backlash

3. เดินเครื่องแล้วเคลื่อน Table ไปตามยาวด้วยมือจนกระทั่งคัตเตอร์ ตัดขอบของชิ้นงานเป็นรอยแหว่ง

4. เคลื่อนชิ้นงานให้พ้นคัตเตอร์อีกครั้ง หมุนแบ่งชิ้นงานเพื่อตัดฟันต่อไป แล้วตัดขอบของชิ้นงานเพื่อทำเครื่องหมายแบ่งเช่นเดียวกับข้อ 3 ทำเช่นนี้จนกระทั่งได้รอยแบ่งรอบชิ้นงาน แล้วตรวจสอบรอยตัดว่าถูกหรือไม่

ข้อควรจำ บางครั้งอาจจะเกิดการผิดพลาดขึ้นเนื่องจากการเซตหัวแบ่ง ซึ่งจะเป็นผลต่อการตัดฟัน เฟือง ฟันสุดท้าย เราอาจจะพบว่ามีความหนาหรือบางกว่าปกติ หรืออาจจะมีจำนวนฟันที่ผิดไปความผิดพลาดเหล่านี้มีผลมาจาก

ก. Index Pin ถูกเซตอยู่ในแถวรูจานที่ผิด

ข. ตั้งแขนแบ่งงานไม่ถูกต้อง

ค. ประกอบห่วงพาหลวม ชิ้นงานกับเพลายึดหลวม

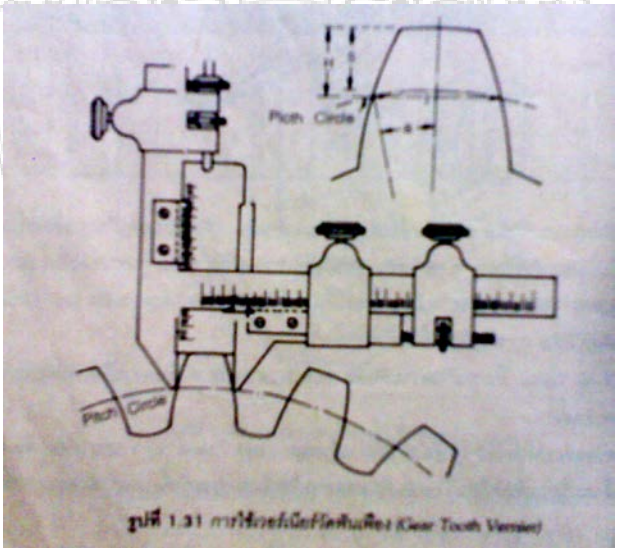
ง. หมุน Index Crank ไปไม่ถูกต้อง

จากเหตุผลเหล่านี้ จึงต้องทำการตรวจสอบการแบ่งงานเสียก่อน เพื่อป้องกันการผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น

5. ทำการตัดเฟืองจนกระทั่งศูนย์กลางของคัตเตอร์ตัดผ่านขอบของชิ้นงานไปเป็นระยะสั้น ๆ แล้วเคลื่อนชิ้นงานออกจากคัตเตอร์

6. หมุน Index Crank เพื่อตัดฟันต่อไป

7. ถอนชิ้นงานออกจากคัตเตอร์, คำนวณหา Chordal Thickness ดังรูปที่ 1.31 แล้ววัด Chordal Thickness ด้วย Gear Tooth Verneir



8. ปรับความลึกตัด ถ้าฟันยังไม่ได้ความหนาที่ถูกต้องและทดลองกัดจนได้ขนาดตามต้องการ

9. ทำการตัดจนกระทั่งได้ฟันที่สมบูรณ์

การใช้เวอร์เนียร์วัดฟันเฟือง

เวอร์เนียร์วัดฟันเฟือง ดังรูปที่ 1.31 ใช้วัดความหนาของฟันเฟืองที่เส้นคอร์ดซึ่งประกอบด้วย Vernier 2 ตัวใน 1 ชุด ซึ่งทำมุมฉากต่อกันมีจขนาดที่ใช้ 2 ขนาด ขนาดหนึ่งจาก DP.20 ถึง DP.2 และอีกขนาดวัดจาก DP.10 ถึง DP.1

ปากของเวอร์เนียร์ในแนวตั้งจะเลื่อนอยู่ในระหว่างปากในแนวนอน 2 ปากและสามารถปรับได้เมื่อวางอยู่ที่ด้านบนของฟัน ดังรูปที่ 1.31 ปลายด้านต่ำสุดของปากในแนวนอนจะวางฟันสนิทกับเส้นพิตช์แล้วเลื่อนปากที่เหลือเข้าหาฟันสเกลในแนวนอนจะแสดงความหนาฟันที่เส้นคอร์ด ซึ่งเปรียบเทียบได้กับ Chordal Thicknessที่ได้จากการคำนวณ

ช่องระหว่างฟันเฟือง

BACKLASH หมายถึง ระยะที่สั้นที่สุด (หรือช่องว่าง) ระหว่างผิวด้านข้างของเฟืองที่จะขับกันตามทฤษฎีของเฟืองควรจะหมุนขับกันอย่างสมบูรณ์ โดยปราศจาก Backlash แต่ในทางปฏิบัติเป็นไปไม่ได้ที่จะหลีกเลี่ยงความเที่ยงตรงของการตัด และการหมุนแบ่งชิ้นงาน และอีกประการหนึ่งคือ จำเป็นที่จะต้องมีการหล่อลื่นบนฟันเฟืองด้วย เพื่อลดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องยอมให้เกิด Backlash ระหว่างฟันเฟืองอย่างไรก็ตาม Backlash จะไม่มีผลต่อการทำงานของเฟือง

จำนวนของ BACKLASH Standard Allowance สำหรับ Backlash ในเฟืองตรงได้กำหนดค่าโดยประมาณไว้ดังนี้

$$\text{Minimum Backlash} = \frac{0.030}{DP}$$

$$\text{Average Backlash} = \frac{0.040}{DP}$$

$$\text{Maximum Backlash} = \frac{0.050}{DP}$$

การสร้าง Backlash ที่กำหนดกระทำได้โดยการตัดร่องฟันให้ลึกกว่ามาตรฐาน ซึ่งจะมีผลทำให้ฟันเฟืองมีความบางกว่ามาตรฐานกำหนด

ความลึกตัดที่มากกว่าปกติสำหรับ BACKLASH ที่ต้องการ

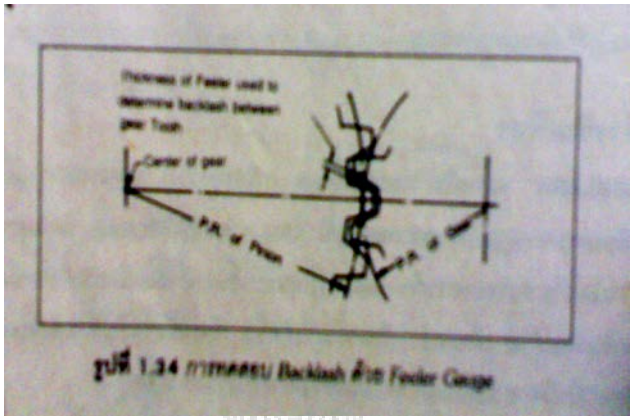
กฎข้อ 1 เมื่อมุมกด 14.5 องศา ความลึกตัดที่มากกว่าปกติของฟันเฟืองทั้งสองจำนวน เท่ากับจำนวน Backlash ที่คำนวณได้

กฎข้อ 2 เมื่อมุมกด 14.5 องศา เฟืองตัวใหญ่ถูกขับด้วยเฟืองตัวเล็ก ให้ตัดเฟืองตัวเล็ก ให้ความลึกมาตรฐานแล้วตัดเฟืองตัวใหญ่ให้มีความลึกฟันมากกว่าปกติ เท่ากับสองเท่าของจำนวน Backlash

กฎข้อ 3 เมื่อมุมกด 20 องศา ความถึงตัดที่เกินกว่ามาตรฐานของเฟืองทั้งสองเท่ากับ Backlash คูณ 0.73

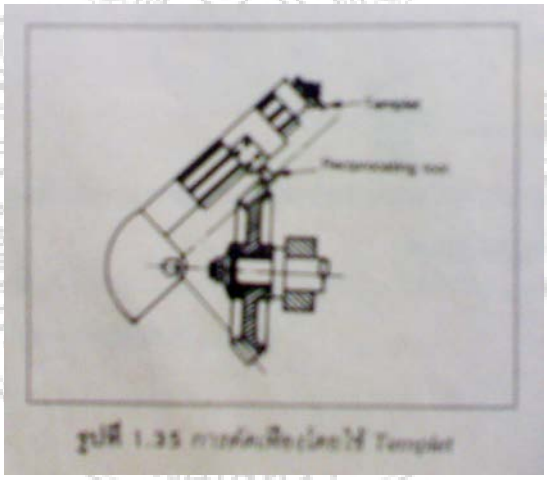
กฎข้อ 4 เมื่อมุมกด 20 องศา ถ้าความลึกตัดที่เกินกว่าปกติถูกนำมาใช้กับเฟืองตัวใหญ่ โดยเฉพาะให้คูณ Backlash ด้วย 1.46

การตรวจสอบ BACKLASH วิธีการตรวจสอบ Backlash ที่ง่ายที่สุด คือ ประกอบเฟืองทั้งสองบนเพลาให้มีระยะระหว่างศูนย์ที่ถูกต้อง แล้วตรวจสอบ Backlash โดยใช้ Feeler Gauge ระหว่างฟันของเฟืองทั้งสอง ดังรูปที่ 1.34



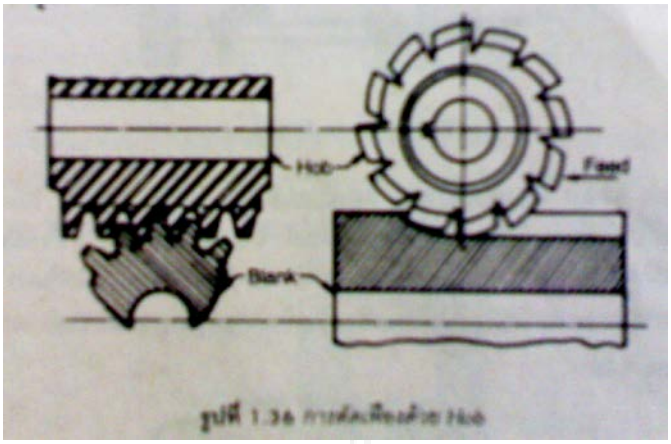
รูปที่ 1.34

TEMPLET GEAR-CUTTING PROCESS วิธีการตัดเฟืองแบบ Templet รูปแบบของฟันเฟืองจะถูกควบคุมด้วยแผ่นแบบ แทน Formed Tool ลักษณะการทำงานของเครื่องมือตัด จะเลื่อนที่ใสกลับไปกลับมา (Reciprocating) วิธีการนี้เหมาะสมกับการตัดเฟืองที่มีขนาดใหญ่โดยเฉพาะ เช่นการตัดฟันเฟืองดอกจอก ลักษณะการทำงานดังรูป 1.35



รูปที่ 1.35

GENERATING GEAR WITH HOB เฟือง Involute จะสามารถขับกันได้กับเฟืองสะพานที่มีขนาดพิตช์เดียวกัน จากความคิดนี้ รูปแบบหนึ่งของคัตเตอร์ตัดเฟืองก็ใช้ประโยชน์จากเฟืองสะพานนั่นเอง ถ้าให้เฟืองสะพานมีการเคลื่อนที่กลับไปกลับมา รูปฟันแบบ Involute จะถูกสร้างขึ้น บนชิ้นงานเฟือง เช่นเดียวกันกับการหมุนขับกัน ดังรูปที่ 1.36



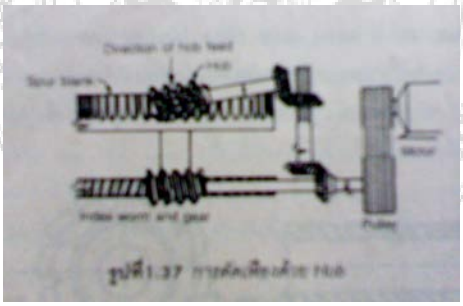
ดังนั้นเมื่อต้องการตัดฟันเฟืองบนเส้นรอบวงของชิ้นงานเฟืองขนาดใหญ่ จึงจำเป็นที่จะต้องใช้ Rack Cutter ที่มีความยาวมาก ๆ ด้วยเหตุผลนี้มันจึงถูกนำมาใช้ในงานผลิตเฟืองน้อยมาก

ในระยะของการเจเนอเรตเฟืองด้วย Hob ก็มีหลักการเช่นเดียวกันกับเหตุผลข้างต้น Rack Cutter ได้ถูกพัฒนาให้มีรูปร่างทรงกระบอก มีฟันในรูปเกลียว และให้ Lead เช่นเดียวกับสกรูขนาดใหญ่ มีรูปฟันเช่นเดียวกับเฟืองสะพาน (Rack-Shaped Cutting Teeth) ถ้ามองจากด้านข้างจะมองเห็นคล้ายกับคัตเตอร์ตัดเฟืองธรรมดาที่ใช้ตัดเฟืองทั่ว ๆ ไป เราเรียกเครื่องมือตัดชนิดนี้ว่า Hob

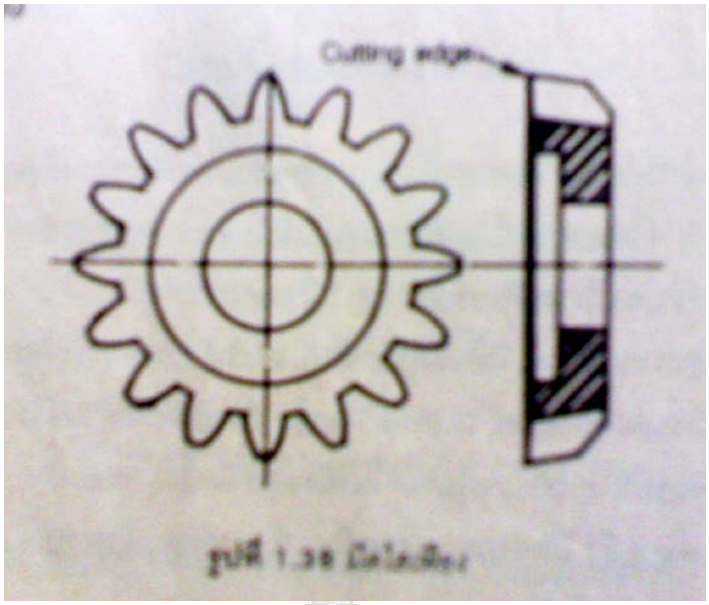
HOBBING หมายถึง วิธีการเจเนอเรตเฟือง ซึ่งประกอบด้วย Flut Steel Worm Cutter (Hob) หมุนตัดชิ้นงานในขณะที่ชิ้นงานหมุนไปด้วย

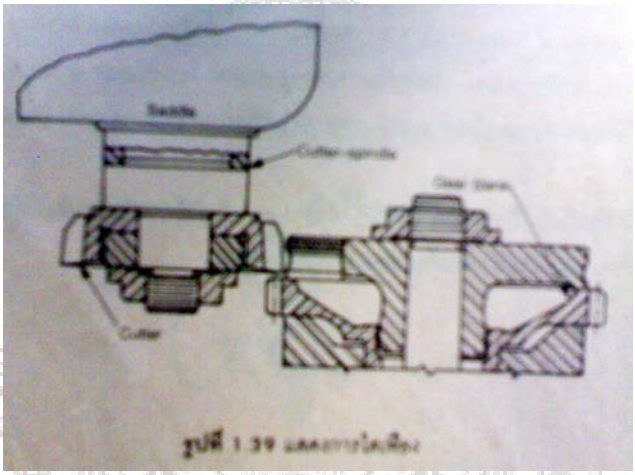
ถ้ามองดูตามแผนภาพ รูปที่ 1.37 จะเห็น Hob กำลังหมุนตัดเฟืองตรง ชุดเฟืองประกอบจะเป็นตัวนำในการขัดเพลาเกลียวหนอน เพื่อให้ชิ้นงานที่อยู่บนแกนเดียวกันหมุนตามไปด้วย เพื่อให้ Hob หมุนตัดฟังต่อ ๆ ไป ชุดเฟืองประกอบจะเป็นตัวควบคุมเพลาขับให้มีความเร็วแตกต่างกัน เพื่อตัดเฟืองที่มีขนาดพิตช์ต่าง ๆ

การตัดเฟืองโดยวิธีการ Generating ด้วย Hob เป็นวิธีการที่ผลิตเฟืองได้รวดเร็ว เหมาะสมกับงานการค้า ทั้งยังให้ขนาดและรูปร่างฟันที่ถูกต้องอีกด้วย



CUTTER GEAR GENERATING PROCESS วิธีการของ Cutter Generating Process สำหรับการตัดเฟืองแบบ Involute มีพื้นฐานการทำงานเช่นเดียวกับเฟือง Involute 2 ตัว ที่มีขนาดพิตช์เดียวกัน ขบขันกัน โดยที่เฟืองตัวหนึ่งถูกทำหน้าที่เป็น Cutter และมีการเคลื่อนที่ตัดกลับไปกลับมา เหมือนการไสของเครื่องไส ซึ่งสามารถทำชิ้นงานเฟืองให้มีรูปแบบฟันเฟืองกับตัวมันเอง รูปแบบของ Gear Shaper Cutter แสดงให้เห็นดังรูป 1.38 และ 1.39

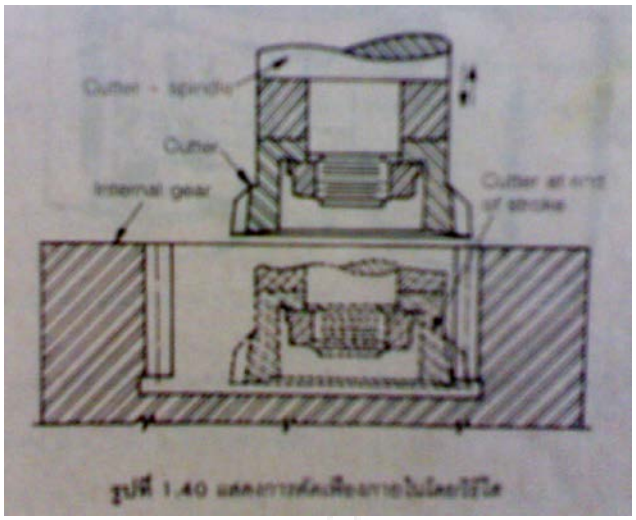




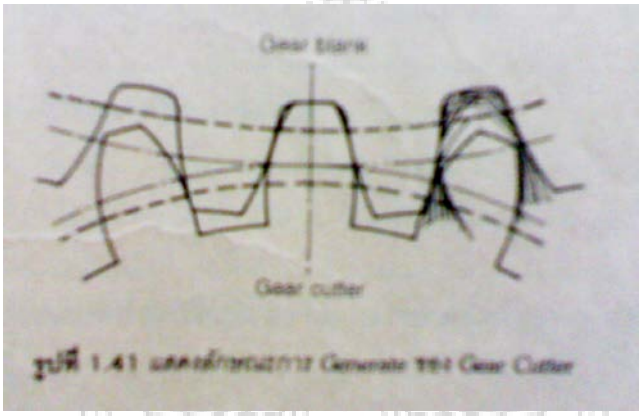
ในขณะปฏิบัติการทั้งคัตเตอร์ และชิ้นงานจะหมุนไปด้วยความเร็วรอบเท่ากันในเวลาเดียวกันนั้นคัตเตอร์จะเคลื่อนที่ขึ้น-ลง เพื่อทำหน้าที่ตัดชิ้นงานด้วย

กลไกการป้อนตัดจะกำหนดให้คัตเตอร์ป้อนตัดชิ้นงานให้ได้ความลึกตัดโดยอัตโนมัติในเวลาเดียวกับที่คัตเตอร์และชิ้นงานหมุน ดังรูปที่ 1.40 แสดงให้เห็นการตัดเฟืองภายใน ซึ่งมีวิธีการเช่นเดียวกับรูปที่ 1.39 ซึ่งทั้งสองกรณีนี้ปฏิกิริยาการเจเนอเรตของคัตเตอร์ และชิ้นงานแสดงดังรูปที่ 1.41 เส้นละเอียดเหล่านั้นแสดงจำนวนของโลหะที่ถูกตัดออกบนร่องฟัน ปฏิกิริยาการตัดจะทำได้ทั้งช่องไสลงหรือช่วงไสขึ้น ในรูปที่ 1.41 แสดงให้เห็นลักษณะของเครื่องไสเฟือง

วิธีการตัดเฟืองด้วยการเจเนอเรตไม่ได้จำกัดอยู่แค่เฟืองตรงเท่านั้น ยังสามารถตัดเฟืองเฉียงโดยใช้ Spiral Cutter หมุนปิดตัดชิ้นงานในช่วงชักตัด การตัดเกลียวหนอนก็ทำได้เช่นเดียวกัน นอกจากนั้นวิธีการนี้ยังใช้ตัดเฟืองสะพาน, Spocket, Wheel, Gear-Type, Clutches, Cams, Ratchet Wheel ETC.



รูปที่ 1.40



รูปที่ 1.41

1. โมดูล (m)

$$m = \frac{do}{z} = \frac{t}{\P}$$

2. ระยะพิตช์ (t)

$$t = m \times \P = \frac{\P \times do}{z}$$

3. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมพิตช์ (do)

$$do = m \times z = dk - 2m$$

4. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางยอดฟัน (dk)

$$dk = do + 2m$$

5. ขนาดเส้นผ่าศุนย์กลางโคนฟัน df)

$$df = do - 2.4\ m$$

6. จำนวนฟัน (z)

$$z = \frac{do}{m}$$

7. ความลึกของฟัน (hz)

$$hz = 2.2 \times m$$

8. ความสูงของยอดฟัน (hk)

$$hk = 1 \times m$$

9. ความสูงโคนฟัน (hf)

$$hf = 1.2 \times m$$

10. ความหนาของฟัน (s)

$$s = \frac{t}{2} = \frac{m \times \P}{2}$$

11. ความกว้างของฟัน (b)

$$b = 6 \ldots 10 \times m$$

12. ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของเฟือง (a)

$$a = \frac{do1 + do2}{2} = \frac{(z1 + z2)}{2} m$$

ตัวอย่างที่ 1 กำหนดให้เฟืองมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพิตช์เท่ากับ 100 มม. จำนวนฟันเท่ากับ 40 ฟัน จงคำนวณ m และ t

do= 100 มม. $z = 40$

$$m = \frac{do}{z} = \frac{100}{40} = 2.5 \text{ มม.\#}$$

$$t = m \times \P = 2.5\P = 7.85 \text{ มม.\#}$$

ตัวอย่างที่ 2 กำหนดให้เฟืองโมดูล 3 มม. จำนวนฟัน 60 ฟัน จงคำนวณ do , t , และ dk

$m = 3$ มม. $z = 60$ ฟัน

do= m × z = 3 × 60 = 180 มม.#

t = m × ¶ = 3 × ¶ = 9.42 มม.#

dk = do + 2m = 180 + (2 × 3) = 186 มม.#

ตัวอย่างที่ 3 กำหนดให้เฟืองตัวหนึ่งมีโมดูลเท่ากับ 4 มม. z เท่ากับ 48 ฟัน จงคำนวณหา do , dk , df , hz , hk , hf , t , b

m = 4 มม.z = 48 ฟัน

do = mz = 4 × 48 = 192 มม.#

dk = do + 2m = 192 + (2×4) = 200 มม.#

df = do – 2.4m = 192 – 9.6 = 182.4 มม.#

hz = 2.2 × m = 2.2 × 4 = 8.8 มม.#

hk = 1 × m = 1 × 4 = 4 มม.

hf = 1.2 × m = 1.2 × 4 = 4.8 มม.#

t = m × ¶ = 4 × ¶ = 12.57 มม.#

b = 10 = 10 × 4 = 40 มม.#

ตัวอย่างที่ 4 กำหนดให้เฟืองโมดูล 3 มม. จำนวนฟันเฟืองขับเท่ากับ 24 ฟัน เฟืองตามเท่ากับ 36 ฟัน จงคำนวณหา t , dk , เฟืองขับ dk เฟืองตาม และ a

m = 3 มม. z1 = 24 z2 = 36

do1 =mz1 = 3 × 24 = 72 มม.#

do2 = mz2 = 3 × 36 = 108 มม.#

t = m × ¶ = 3 × ¶ = 9.42 มม.#

dk1 = do1 + 2m = 72 + (2 × 3) = 78 มม.#

dk2 = do2 + 2m = 108 + (2 × 3) = 114 มม.#

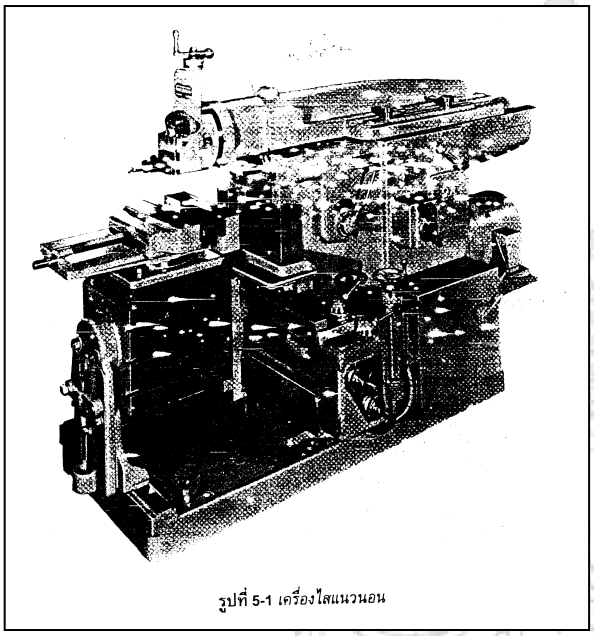
$a = \frac{do1 + do2}{2} = \frac{72 + 108}{2} = 90$ มม.#

$a = \frac{(z1 + z2)\, m}{2} = \frac{(24 + 36)\, 3}{2} = 90$ มม.#

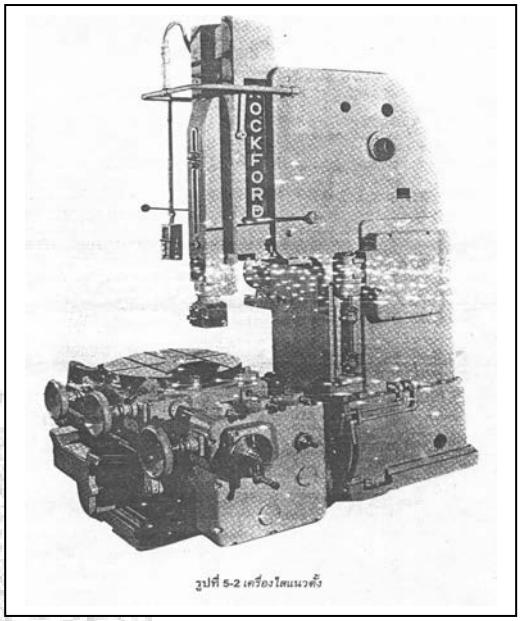
เนื้อหาบทเรียน งานไส

ชนิดเครื่องไส

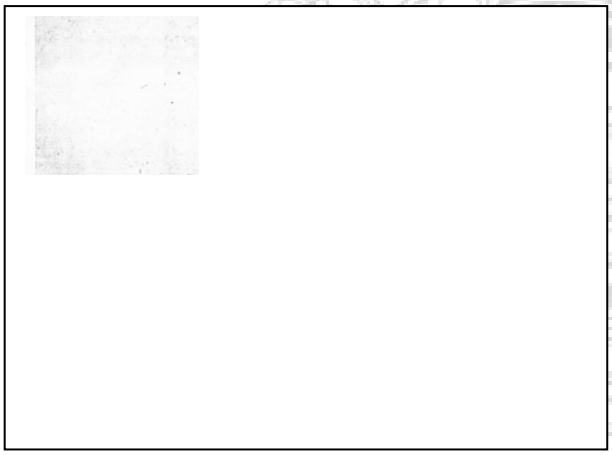
เครื่องไสโดยทั่วไปจะแบ่งออกได้ดังนี้ คือ เครื่องไสแนวนอน เครื่องไสแนวตั้ง เครื่องไส Planer และเครื่องไสเฉพาะอย่าง เช่น เครื่องไสเฟือง ฯลฯ เครื่องไสแนวนอนและเครื่องไสแนวตั้ง จะมีลักษณะการทำงานที่มีดไสเคลื่อนที่ตัดชิ้นงานโดยอาศัยการเคลื่อนที่ของแคร่เลื่อน ส่วนเครื่องไสแบบ Planer จะอาศัยหลักการใช้ชิ้นงานที่อยู่บนโต๊ะทำงานเคลื่อนที่ผ่านมีดไสเพื่อตัดชิ้นงาน

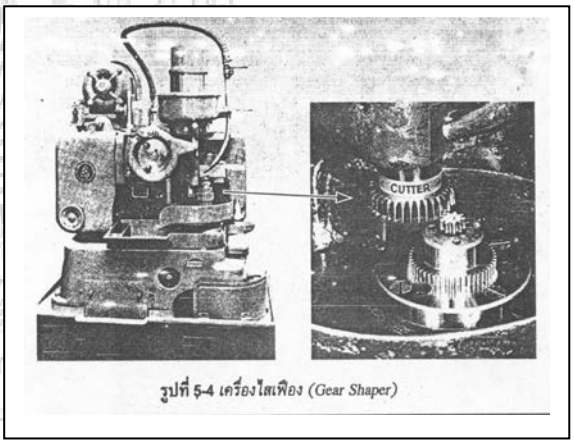


รูปที่ 5-1 เครื่องไสแนวนอน



รูปที่ 5-2 เครื่องไสแนวตั้ง





รูปที่ 5-4 เครื่องไสเฟือง (Gear Shaper)

การไส Shaping

เครื่องจักรที่จะกล่าวถึงในบทนี้อาจเป็นได้ใน 2 ลักษณะคือ ประเภทที่เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ไปในแนวเส้นตรงผ่านชิ้นงาน หรือประเภทที่ชิ้นงานเครื่องที่ไปในแนวเส้นตรงโดยอาศัยเครื่องมือกล ส่วนลักษณะการเคลื่อนที่ประเภทอื่นนอกจากที่กล่าวถึงข้างต้นจะมีใช้มากใช้น้อย พิจารณาการเลื่อย

(sawing) ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างไปจากการไส (shaping) ที่สามารถใช้เครื่องมือในแนวฉากโดยสิ้นเชิง แต่เมื่อมีการขยายรายละเอียดของเศษโลหะที่ได้จากกแนวฉากโดยสิ้นเชิงแต่เมื่อมีการขยายรายละเอียดของเศษโลหะที่ได้จาการปฏิบัติการจะพบว่าลักษณะที่คล้ายกันเป็นอย่างมากในลักษณะเดียวกับเศษที่ได้จากการคว้านเช่นเดียวกัน

เครื่องไส (shapers)

เครื่องไส เป็นเครื่องจักรที่มีเครื่องตัดเป็นลักษณะเดียวกับเครื่องกลึงแต่จะมีการเคลื่อนที่แบบไป-มาซึ่งเป็นผลทำให้สามารถทำการตัดในแนวเส้นตรง โดยการเคลื่อนที่ผ่านชิ้นงานผ่านตามทางเดินของเครื่องมือตัดนี้

จะมีผลให้ได้ผิวหน้าราบของชิ้นงานความสมบูรณ์ จะไม่ขึ้นอยู่กับความถูกต้องของเครื่องมือดังเช่นในดอกกัดที่ใช้กับงานรูปแบบเดียวกันนี้ ในกรณีที่มีการใช้เครื่องมือตัดพิเศษอุปกรณ์ติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานเครื่องไสสามารถตัดร่องลิ่มภายในภายนอกได้ ร้องเวียนรูปก้นหอย spiral grooves เฟืองสะพาน ร่องหางเหยี่ยว และร่องตัวที

ประเภทของเครื่องไส (classification of shapers)

เครื่องไสสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะการออกแบบโดยทั่วไป ดังต่อไปนี้

ก แบบตัดผลักในแนวราบ(horizontal push cut)

1.ชนิดสามัญ plain สำหรับงานผลิต

2.ชนิดอเนกประสงค์ (universal) สำหรับงานในห้องปฏิบัติการทั่วไป

ข. แบบตัดดึงในแนวราบ(horizontal draw cut)

ค.แบบแนวดิ่ง(verticall)

1.ชนิดตัวทำร่อง(slotter)

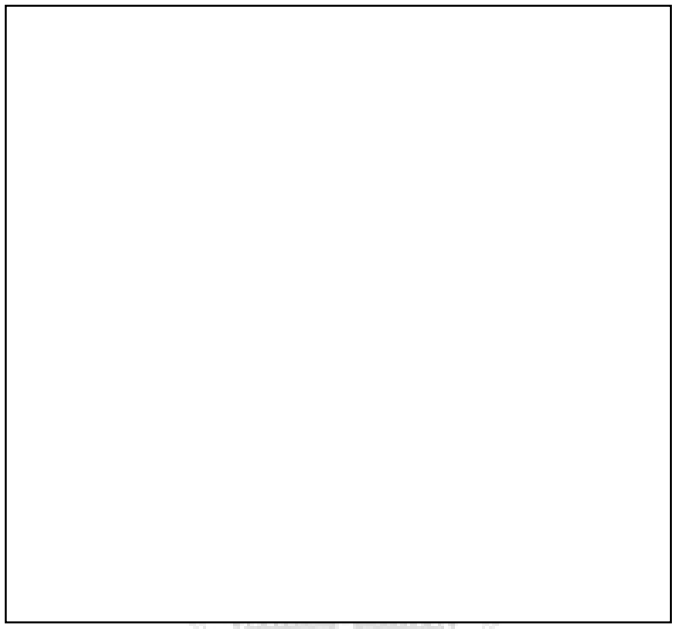
2.ชนิดเซาะร่องลิ่ม(key seater)

ง.แบบจุดประสงค์พิเศษ เช่น ในงานกัดเฟือง ต้นกำลังของเครื่องจักรอาจเป็นมอเตอร์ ซึ่งมีการส่งผ่านกำลังได้ ทั้งการใช้ชุดเฟือง,สายพานหรือระบบไฮดรอลิก ส่วนในด้านการเคลื่อนที่ไปกลับไปมาอาจใช้กลไกชุดเฟือง,สกรู ป้อน หรือกลไกแขนแกว่งและเพลาข้อเหวี่ยงที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน

เครื่องไสแนวราบตัดผลักในแนวราบ(horioizontal push cut shapers)

โครงสร้างในรูป21.1 เป็นรูปโดยสังเขปโดยทั่วไปของเครื่องจักรชนิดนี้ ซึ่งปกติใช้สำหรับผลิตงานและ งานอเนกประสงค์ เครื่องไสแนวราบโดยทั่วไปจะประกอบด้วยฐานและโครงเครื่องที่รองรับการกระทุ้งแนวนอน (horioizontal ram) ในส่วนลูกกระทุ้งซึ่งประกอบกับเครื่องมือตัดจะมีการเคลื่อนที่กลับไปมาในช่วงความยาวของระยะชักได้ตามต้องการ กลไกแบบเคลื่อนที่กลับเร็ว (puick-return mechan ism) ที่ใช้ขับเคลื่อนลูกกระทุ้งถูกออกแบบมาเพื่อให้เวลาที่ใช้ในช่วงระยะชักกับสั้นกว่าช่วงเวลาการตัด อันจะเป็นการลดเวลาที่เครื่องมือตัดไม่ถูกใช้งาน หัวเครื่องมือ (toolhead) ที่ติดอยู่บริเวณตอนปลายของลูกกระทุ้ง จะสามารถแกว่งปรับเป็นมุมต่างๆ ได้ โดยเป็นลักษณะที่ในการป้อน

เครื่องมือตัดเข้าสู่ชิ้นงาน ชุดกล่องลงเดือย (clapper box) ที่ยึดจับมีดตัดจะยึดเข้ากับสลักของลูกกระทุ้งที่ปลายด้านบนและโยนตัวขึ้นในช่วงระยะชักกลับ เพื่อที่คมตัดจะไม่กินชิ้นงาน

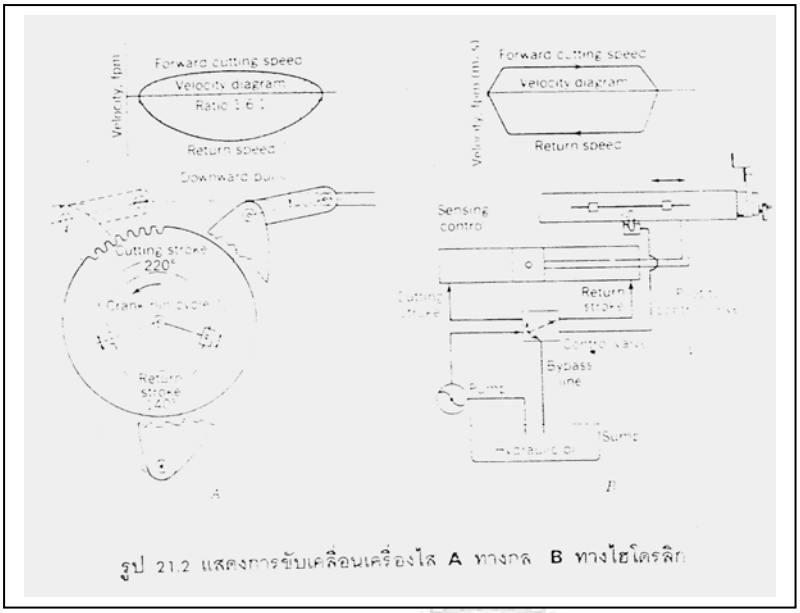


เครื่องสามารถขับเคลื่อนทางกลไกลด้วยกลไกลแบบเคลื่อนที่กลับเร็ว(quick return-mechanisium)

ดังในรูป 21.2a หรือด้วยไอโดรลิกในรูป 21.2b สำระบบทางกลจะประกอบด้วยเพลาข้อเหวี่ยงหมุนที่ขับเคลื่อนด้วยอัตราเร็วคงที่ ซึ่งประกอบเข้ากับแขนแกว่งโดยลุกเลื่อน (sliding block) lณ ศูนย์กลางแขนแกว่งใหญ่ ข้อเหวี่ยงจะถูกบรรจุในเฟือง (Gear) ขนาดใหญ่ที่สามารถปรับตั้งระบบทางกลได้โดยสลักเกลียวในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งของระยะชัก ตัวจับยึด (clamp) ที่จับยึดแขนต่อเชื่อม (connecting link) เข้ากับสลักเกลียวของลูกกระทุ้งจะถูกคลายออก จากนั้นจึงทำการหมุนตัวตั่งตำแหน่งลูกกระทุ้ง ซึ่งจากการหมุนสลักเกลียวปรับตำแหน่งจะสามารถปรับตำแหน่งของลูกกระทุ้งเดินหน้าหรือถอยหลังไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้ดั้งในรูป21.2ส่วนความยาวของระยะชักจะทำการปรับได้โดยการเปลี่ยนความยาวของเพลาขอเหวี่ยง และอัตราส่วนความเร็วชักกลับต่อความเร็วตัดจะมีค่าประมาณ3:2

การเคลื่อนที่ไปกลับเร็วในเครื่องไสแบบขับเคลื่อนด้วยไฮดรอลิก จะทำได้โดยการเพิ่มอัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิค ในระหว่างช่วงชักกลับ โดยข้อดีของเครื่องไสแบบนี้ที่มีเหนือเครื่องไสทางกลคือ ในช่วยระยะการตัดของมันจะให้ความเร็วที่สม่ำเสมอมากกว่าและมีความแปรปรวนเกิดขึ้นน้อยกว่า ซึ่งอัตราเร็วในการ ตัดโดยทั่วไปจะแสดงออกมาทางตัวตรวจวัดและไม่จำเป็นต้องคำนวณ นอกจากนี้ระยะชักและตำแหน่งของมันสัมพันธ์กับชิ้นงาน จะทำงานปรับตั้งอย่ารวดเร็วไม่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักรหรือจับยึดด้านข้างแคร่เลื่อน สำหรับแคร่เลื่อนการเคลื่อนย้อนกลับของมันจะทำได้อย่าง

สม่ำเสมอในบริเวณและทิศทางการเคลื่อนที่ต่างๆ การป้อนของไฮดรอลิคจะกระทำอยู่บนชิ้นงานด้วยความเงียบ โดยอัตราส่วนความเร็วสูงสุดของช่วงกลับต่อช่วงตัดจะมีค่าประมาณ 2 : 1



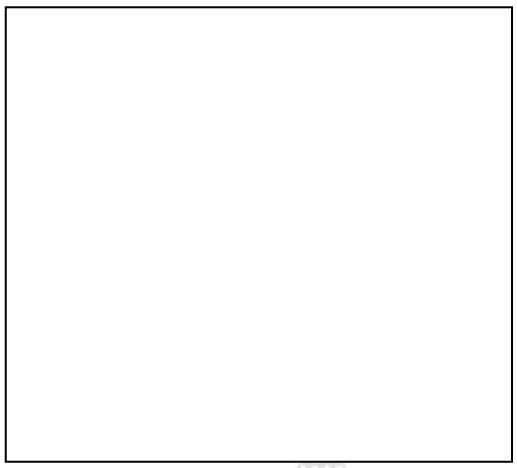
รูป 21.2 แสดงการขับเคลื่อนเครื่องไส A ทางกล B ทางไฮโดรลิก

เครื่องไสแบบตัดดึงในแนวราบ (Horizontal Draw Act Shapers)

ในเครื่องไสชนิดนี้เครื่องมือตัดจะถูกดึงผ่านชิ้นงานโดยแคร่เลื่อนแทนผลัก ลักษณะการใช้งานของมัน คือ การใช้งานตัดขนาดหนัก ,การตัด (block) แม่แบบขนาดใหญ่การตัดปาดชิ้นส่วนขนาดใหญ่ในงานด้านรถไฟ ระหว่างการตัด ชิ้นงานจะถูกดึงผ่านตลับลูกปืน หลังที่ได้รับหรือบริเวณด้านหน้าของเสา (columm) ดังนั้นจึงเป็นการลดความเครียดบนสะพานขวางและตลับลูกปืนที่ฐาน ซึ่งสัมผัสได้มีการสั่นหรือการกระทบกันน้อยมากจากความเค้นดึงที่เกิดขึ้นในแคร่เลื่อนระหว่างการตัด

เครื่องไสแนวตั้ง (Vertical Shapers)

เครื่องไสหรือตัวทำร่อง (slotter) ในแนวดิ่งจะเป็นเครื่องจักรหลักสำหรับการตัดและการทำผิวงานภายในมุมต่างๆ รวมทั้ง ปฏิบัติการที่ต้องการในแนวดิ่งเนื่องจากตำแหน่งที่ชิ้นงานต้องถูกจับยึดประยุกต์ใช้จะพบในงานทำแม่พิมพ์, แบบหล่อโลหะ และกระสวนโลหะ แคร่เลื่อนของเครื่องไสจะทำงานในแนวดิ่งโดยมีลักษณะการเคลื่อนที่กลับเร็วเช่น เดียวกับเครื่องจักรในแนวนอน งานที่จะถูกตัดปาดจะถูกจับยึดอยู่บนแท่นกลมที่มีการป้อนแบบหมุน (rotary feed) เพิ่มเข้าไปจากการเคลื่อนที่ของแท่นยึดงานโดยปกติ และด้วยการป้อนงานแบบหมุนจะทำให้สามารถตัดปาดผิวหน้าที่เป็นเส้นโค้งได้โดยเป็นลักษณะการป้อนพิเศษ สำหรับชิ้นงานที่มีลักษณะซับซ้อนเป็นจำนวนมากที่ไม่สามารถทำการตัดปาดได้บนเครื่องกลึง ในส่วนของการตัดปาดผิวหน้าราบจะทำได้โดยการป้อนตรงทั้งสองรูปแบบของแท่นยึดงาน เครื่องไสในแนวดิ่งอีกชนิดหนึ่งคือเครื่องเซาะร่องลิ่ม (key seater) ซึ่งถูกออกแบบเพื่อการเซาะร่องลิ่มในเฟือง, ล้อพานหมุน, ลูกเบี้ยวและชิ้นงานที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน



เครื่องไสช่วงยาว (Planers)

เครื่องไสช่วงยาวเป็นเครื่องจักรกลที่ถูกออกแบบมา เพื่อขจัดโลหะออกโดยการเคลื่อนชิ้นงานในแนวเส้นตรงตัดกับเครื่องมือคมเดี่ยว (single-edge tool) ลักษณะของงานที่ทำบนเครื่องจักรนี้คล้ายคลึงกับในเครื่องไสแบบสามัญ แต่มันจะถูกดัดแปลงใช้งานที่มีขนาดใหญ่กว่ามาก และสามารถทำการตัดซึ่งทำเป็นผิวราบโดยส่วนใหญ่ได้ในแนวนอน, แนวดิ่งหรือมุมใดๆ นอกเหนือไปจากการตัดปาดขนาดใหญ่และเครื่องไสช่วงยาวอาจจะจับชิ้นงานตัดปาดผิวหน้าโดยการกัด การแทงเจาะหรือการเจียรนัยแต่จะใช้ในงานสำหรับวัตถุประสงค์พิเศษ

ประเภทของเครื่องไสช่วงยาว (Classification of Planers)

เครื่องไสช่วงยาวอาจจะถูกแบ่งแยกตามลักษณะต่างๆ แต่ในด้านการสร้างโดยทั่วไปจะแบ่งได้เป็น 4 รูปแบบคือ 1. จานครอบคู่ (double housing) 2. เปิดข้าง (open side) 3. แบบหลุม (pit type) และ 4. แบบแผ่นหรือขอบ (plate or edge)

การขับเคลื่อนเครื่องไสช่วงยาว (Planer Drive)

ในการขับเคลื่อนของเครื่องไสช่วงยาวจะใช้หลักการของไฮโดรลิก เนื่องจากระบบไฮโดรลิกจะให้อัตราการตัดที่สม่ำเสมอตลอดระยะชักของการตัด รวมทั้ง ความเร่งหรือความหน่วงของงานจะมีขึ้นในช่วงสั้นๆ จนอาจละเลยได้

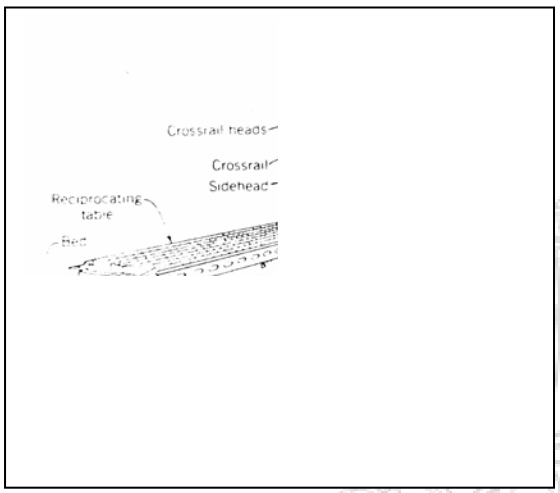
เครื่องไสช่วงยาวแบบเสาครอบคู่ (Double-Housing Planers)

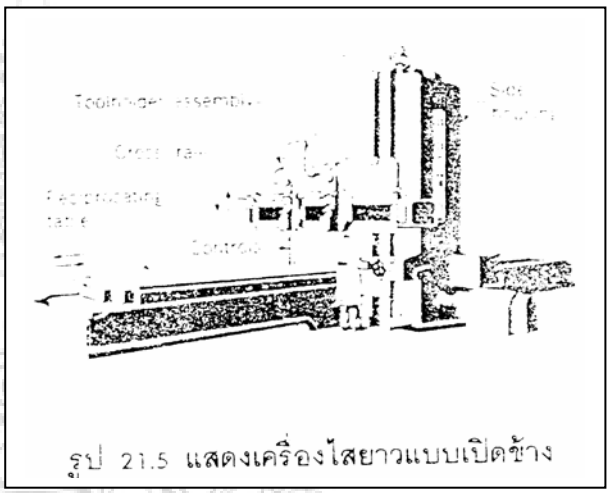
เครื่องไสชนิดนี้ประกอบขึ้นด้วยฐานยาวใหญ่ซึ่งเป็นทางเลื่อนกลับไปมาของแท่นจับงาน ส่วนเสาครอบ (housing) จะประกอบอยู่ใกล้บริเวณกึ่งกลางบนด้านทั้งสองของฐานโดยทำหน้าที่เป็นตัวรองรับสะพานขวาง ซึ่งเป็นทางเลื่อนของเครื่องมือที่จะเคลื่อนตัดขวางกับชิ้นงาน รูป 21.4 แสดงให้เห็นถึงเครื่องมือตัดซึ่งถูกประกอบไว้ที่ด้านบนและด้านข้างทั้งสอง ในลักษณะที่สามารถทำการปรับให้

สามารถทำการตัดเป็นมุมได้โดยการปรับตั้งอาจทำได้โดยใช้แรงมนุษย์ หรือต้นกำลังอื่นทั้งในแนวดิ่งและแนวขวาง

เครื่องไสยาวแบบเปิดข้าง (Open Side Planers)

เครื่องไสยาวแบบเปิดข้างไว้ในรูป 21.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าจะมีเสาครอบอยู่เพียงด้านเดียว โดยด้านเปิดจะทำให้สามารถตัดปาดชิ้นงานที่มีความกว้างสูง ๆ ได้ ในเครื่องไสนี้มักจะประกอบไปด้วยร่องแบนหนึ่งร่องและร่องวีอีกหนึ่งคู่ ซึ่งจะทำให้สามารถรับความผิดปรกติจากความไม่เท่ากันของแท่นราบ (bed) และการขยายตัวของแผ่นรับงาน (platen) อนึ่ง ความถูกต้องของเครื่องไสทั้งแบบเปิดข้าง (open side) และแบเสาครอบคู่ (double housing) จะถูกกำหนดโดย ความแข็งแรงและลักษณะของทางวิ่งที่ถูกตัดปาดไว้





รูป 21.5 แสดงเครื่องไสยาวแบบเปิดข้าง

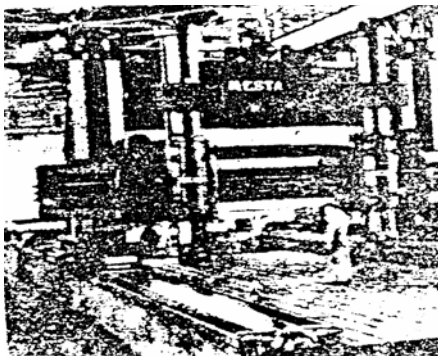
เครื่องไสยาวแบบหลุม (Pit Type Planers)

เครื่องไสช่วงยาวแบบหลุมจะมีโครงสร้างที่ใหญ่และมีน้ำหนักสูง รวมทั้งมีข้อแตกต่างจากเครื่องไสช่วงยาวธรรมดา โดยมีการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดไปบนชิ้นงานในขณะแท่นงานถูกยึดนิ่ง รูป 21.6 เป็นรูปแสดงเครื่องไสช่วงยาว ที่ออกแบบไว้สำหรับงานที่มีความกว้าง 4 เมตร และมีความยาวถึง 11 เมตร แต่ละเครื่องจะประกอบขึ้นจาก หัวลูกกระทุ้ง 2 หัว ที่ยึดติดบนรางขวาง (crossrail) โดยหัวลูกกระทุ้งเหล่านี้ที่ตอนปลายจะถูกติดตั้งด้วยกล่องจับยึดเครื่องมือตัด 2 กล่อง สำหรับการไสสองทาง เสาครอบ (housing) เลื่อนไป – มาได้บนทางวิ่ง 2 จาน ซึ่งทำหน้าที่ในการรองรับสะพานขวางและสกรูตัวหนอนขับแบบปิดที่ใช้ในการขับเคลื่อนสะพานทางโดยประกอบไว้ที่ปลายด้านหนึ่งของแท่น การป้อนทุกรูปแบบจะทำ ได้โดยระบบอัตโนมัติ ที่ย้อนกลับได้ และถูกออกแบบให้สามารถทำงานได้ทั้งสองปลายของระยะชักไสหรือที่เพียงปลายด้านหนึ่งได้ตามต้องการ

เครื่องไสช่วงยาวแบบแผ่นหรือขอบ (Plate or Edge Planers)

เครื่องไสช่วงยาวแบบพิเศษชนิดนี้ ถูกประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้ในการตัดปาดมุมของแผ่นเหล็กกล้าขนาดใหญ่ ที่ใช้ในการผลิตถังความดันและแผ่นเกราะกับกระสุน โดยแผ่นโลหะจะถูกยึดอยู่บนแท่น

และแคร่เลื่อนจะถูกขับโดยสกรูขับขนาดใหญ่ เครื่องไสยาวแบบขอบ (edge planners) ส่วนมากจะใช้มีดกัด (milling cutter) แทนการใช้เครื่องมือตัดปกติในเครื่องไสช่วงยาวแบบสามัญ เพื่อเป็นการเพิ่มอัตราเร็วและความถูกต้อง



ความแตกต่างระหว่างเครื่องไสช่วงยาวและเครื่องไสแบบสามัญ

แม้ว่าเครื่องไสช่วงยาวและเครื่องไสสามัญต่างสามารถใช้ในการตัดปาดผิวเรียบได้ แต่ทั้งสองชนิดจะไม่สามารถใช้ทดแทนกันได้มากนัก เนื่องจากความแตกต่างในด้านการสร้างและวิธีการปฏิบัติการ ซึ่งอาจแยกข้อแตกต่างออกได้ดังนี้

1. เครื่องไสช่วงยาวถูกออกแบบขึ้นเป็นพิเศษเพื่อใช้ในงานขนาดใหญ่ ในขณะที่เครื่องไสสามัญจะใช้กับชิ้นงานขนาดเล็ก

2.บนเครื่องไสช่วงยาวชิ้นงานจะวิ่งเข้าหาเครื่องมีดตัดส่วนในเครื่องไสสามัญเครื่องมือตัดจะวิ่งเข้าหาชิ้นงาน

3.บนเครื่องไสช่วงยาวเครื่องมือตัดจะป้อนเข้าไปในชิ้นงานส่วนในเครื่องไสสามัญชิ้นงานมักจะป้อนตัดขวางเครื่องมือ

4. การขับเคลื่อนของแท่นเครื่องไสช่วงยาวจะทำได้โดยใช้ชุดเฟืองหรือไฮโดรลิกส่วนในเครื่องไสสามัญส่วนมากจะใช้กลไกแบบเคลื่อนที่กลับเร็วในการขับลูกกระทุ้ง มีเพียงส่วนน้อยที่ใช้การขับเคลื่อนเช่นเครื่องไสช่วงยาว

5. เครื่องไสช่วงยาวโดยมากจะมีอัตราเร็วในการตัดที่สม่ำเสมอกว่าในเครื่องไสสามัญ

เครื่องมือตัดและอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (Tool and Workholding Devices)

เครื่องมือตัดที่ใช้ในเครื่องไสทั้งแบบยาว จะเป็นแบบจุดเดียว (single – point tool) เช่นเดียวกับที่ใช้ในเครื่องกลึงแต่จะมีโครงสร้างที่ใหญ่กว่า ในด้านของตัวจับยึดควรออกแบบให้

สามารถป้องกันปลายคมตัดซึ่งอยู่ใกล้เส้นศูนย์กลางของตัวจับยึดหรือเดือย (pivot point) มากกว่าที่มุมดังเช่นในเครื่องกลึงโดยทั่วไป และโดยการโยนที่ปลายด้านหลังของเครื่องมือแนวโน้มที่จะขุดลึกลงไปและเกิดเสียงจาก การเสียดสีจะน้อยกว่า

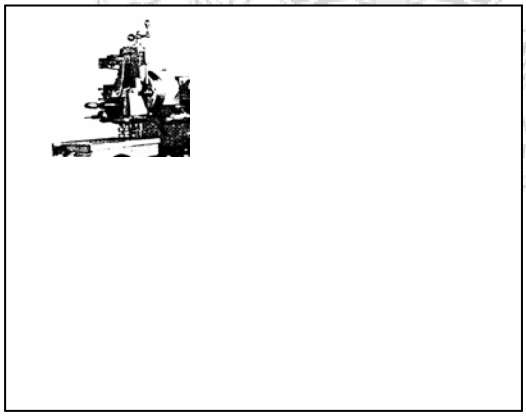
ที่ปลายของเครื่องมือไสช่วงยาวโดยปรกติมักจะมีการเสริมด้วย เหล็กกล้าความเร็วสูง, โลหะผสมหล่อหรือคาร์ไบด์ (carbide) สำหรับเหล็กกล้ารอบสูงหรือโลหะผสมหล่อจะใช้ในการตัดหนักแบบหยาบ ส่วนคาร์ไบด์จะใช้ในการตัดหยาบขั้นที่สองและในขั้นผิวสำเร็จ เฉพาะเครื่องมือตัดคาร์ไบด์ความระมัดระวังเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากเครื่องจักรที่ไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ยกกลับ โดยอัตโนมัติ ถ้ามีการตัดของเครื่องมือแบบเนื้อโลหะขณะช่วงชักกลับ จะมีแนวโน้มในการบิ่นของมุมตัดเกิดขึ้นได้

มุมตัดในเครื่องมือตัดจะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องมือตัดและวัสดุที่นำเข้าปฏิบัติการ โดยมีความคล้ายคลึงกับเครื่องมือตัดจุดเดี่ยวแบบอื่น ๆ ยกเว้นในเรื่องของระยะห่างตอนปลายซึ่งจะต้องมีค่าไม่เกิน 4° ส่วนในด้านของอัตราเร็วตัดนั้นจะขึ้นอยู่กับ ความแข็งแกร่งของเครื่องจักร, การจับยึดชิ้นงาน, เครื่องมือตัดวัสดุและจำนวนของเครื่องมือตัดในการปฏิบัติการ

แท่นงานในเครื่องไสช่วงยาวและสามัญ จะสร้างขึ้นโดยมีร่องรูปตัวทีอยู่บนผิวหน้าเพื่อใช้ในการจับยึด หรือบีบชิ้นงานที่จะนำเข้าขบวนการตัดปาด โดยในเครื่องไสช่วงยาวส่วนมากจะทำการจับยึดชิ้นงานไว้ที่แท่นโดยตรง ด้วยตัวจับ (clamp) สลักตั้งตำแหน่ง (stop pin) และอุปกรณ์ยึดจับที่ได้พัฒนาขึ้นมาอีกหลายชนิด

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องไสนอน

1. ฐานเครื่องไสนอน (Base) ทำด้วยเหล็กหล่อเป็นส่วนที่รองรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่องเป็นชิ้นส่วนที่วางอยู่บนพื้นโรงงานส่วนใหญ่จะมีหลักฐานรองเครื่องรองรับเพื่อความสะดวกในการปรับระดับ



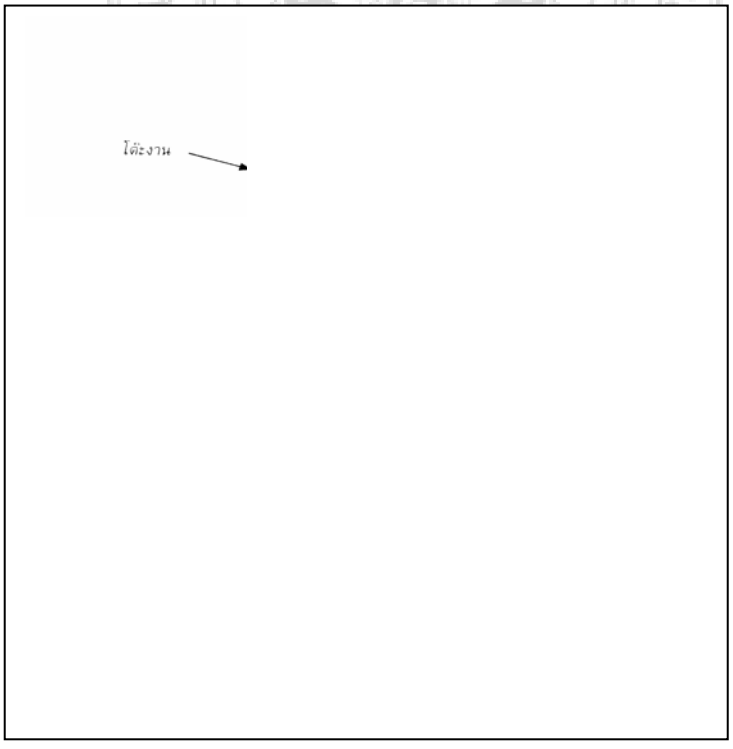
2. โครงเครื่อง (Body casting) เป็นเหล็กหล่อที่ติดกับเครื่อง เป็นโครงหลักที่ใช้ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องภายในเป็นโพรงประกอบด้วยชุดส่งกำลังของเครื่อง

3. เสาเครื่อง (Columm) เป็นชิ้นส่วนเดียวกับโครงเครื่องจะเป็นส่วนที่ขึ้นลงของรางเลื่อนขวางและชุดโต๊ะงาน

4. รางเลื่อนขวาง (Cross Rail) สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้บนสาเครื่องเป็นลางสำหรับให้ Apron ซึ่งมีโต๊ะงานติดตั้งอยู่เคลื่อนที่ในแนวขวางซ้ายขวา ด้วยเพลาเกลียวป้อน

6. Apron เป็นส่วนที่เคลื่อนที่ซ้ายขวาบนรางเลื่อนขวางที่ Apron จะมีโต๊ะงานจับยึดอยู่

6. โต๊ะงานไส (Table) เป็นส่วนที่ยึดติดบน Apron บนโต๊ะงานจะมีร่องตัวทีเพื่อใช้จับยึดปากกาจับงานหรือใช้จับยึดชิ้นงานโดยตรง



7. ขารองรับโต๊ะงาน (Table Support) ทำหน้าที่รองรับน้ำหนักของโต๊ะงานซึ่งมีน้ำหนักมาก และยังช่วงรับแรงกระแทกในขณะไสงานด้วย ก่อนปรับรับโต๊ะงานขึ้นลงจะต้องคลายเกลียวที่ขารองรับโต๊ะงานก่อน

8. แคร่เลื่อน (Ram) เป็นชิ้นส่วนที่อยู่ด้านบนของหัวเครื่องไสทำหน้าที่เคลื่อนที่เดินหน้าและถอยหลังเพื่อทำมีดไสตัดงาน สามารถปรับระยะชักได้เพื่อให้มีความเหมาะสมกับความยาวงานที่ไส และสามารถปรับความเร็วของคู่จังหวะชักต่อนาทีได้เพื่อความเหมาะสมกับชิ้นงาน

9. หัวเครื่องไส (Tool Head) เป็นชิ้นส่วนที่ยึดติดอยู่ด้านหน้าของแคร่เลื่อน หัวไสเครื่องไสทำหน้าที่เคลื่อนขึ้นลงเพื่อป้อนมีดไสกินลึกลงไปในชิ้นงาน สามารถปรับองศาได้เพื่อใช้ในการไสงานให้เป็นมุมต่างๆ

9.1 แขนหมุนป้อน (Vertical Feed Handle) ใช้สำหรับป้อนมีดไสกินลึกกับชิ้นงาน

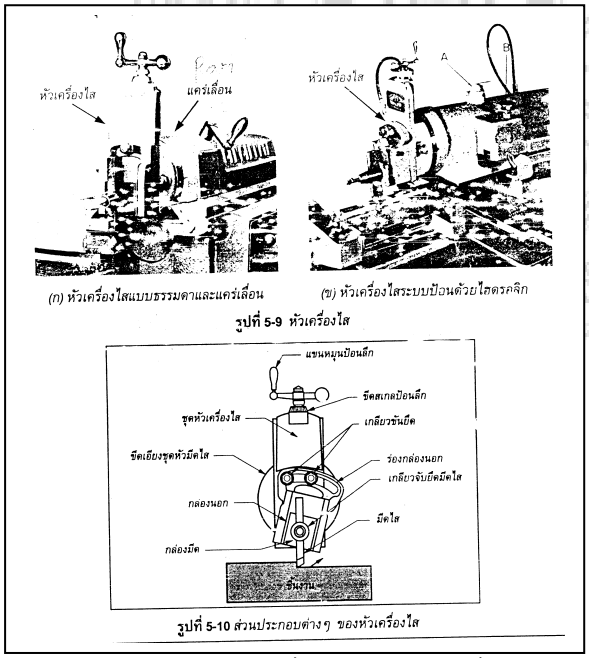
9.2 ขีดสเกลป้อนลึก (Graduated Feed Screw Dial) ทำหน้าที่เป็นขีดบอกตำแหน่งป้อนกินลึกชิ้นงาน

9.3 แท่นเลื่อนป้อมมีด (Tool Slide) ทำหน้าที่เลื่อนขึ้นลงเพื่อป้อนมีดกินลึกในชิ้นงาน

9.4 กล่องนอก (Clapper Box) เป็นที่ยึดของกล่องมีด

9.5 กล่องมีด (Hinged Clapper Box) เป็นส่วนที่ยึดติดอยู่กับกล่องนอก สามารถกระดกขึ้นได้ขณะที่แคร่เลื่อนถอยหลังกลับเพื่อป้อนมีดไสเสียดสีกับชิ้นงาน

9.6 ป้อมมีดไส (Tool Post) เป็นส่วนที่ยึดติดอยู่กับกล่องมีด ใช้สำหรับจับยึดมีดไส



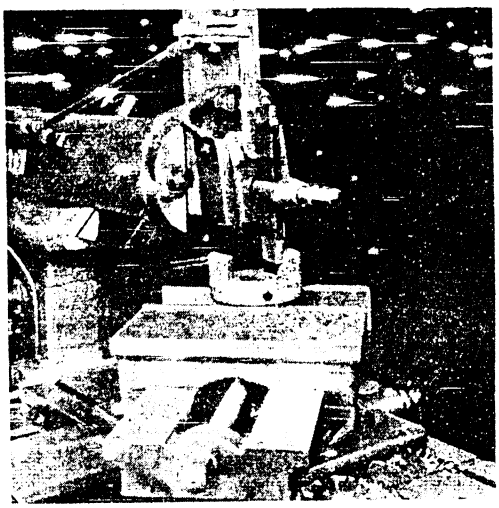
รูปที่ 5-9 หัวเครื่องไส

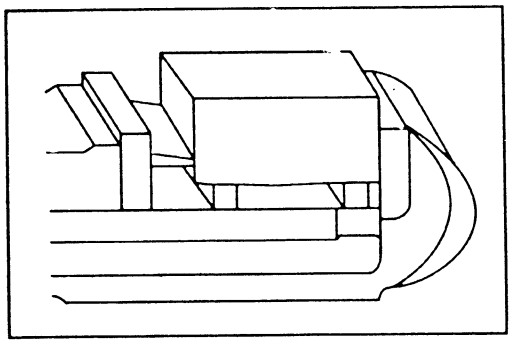
รูปที่ 5-10 ส่วนประกอบต่างๆ ของหัวเครื่องไส

10. มอเตอร์ (Motor) เป็นส่วนที่สำหรับทำหน้าที่ส่งกำลังในการขับเคลื่อนส่วนต่างๆ ของเครื่อง

เครื่องมือและอุปกรณ์ใช้กับเครื่องไส

1. ปากกาจับงานไส (Vise) เป็นส่วนที่จับยึดโต๊ะงานเพื่อใช้จับยึดชิ้นงานทำให้สามารถจับยึดชิ้นงานได้สะดวกและรวดเร็วมาก

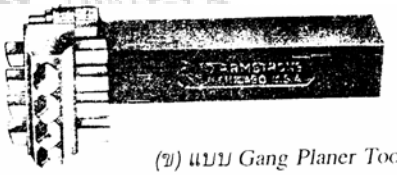




รูปที่ 5-11 *ปากกาจับงานไส*

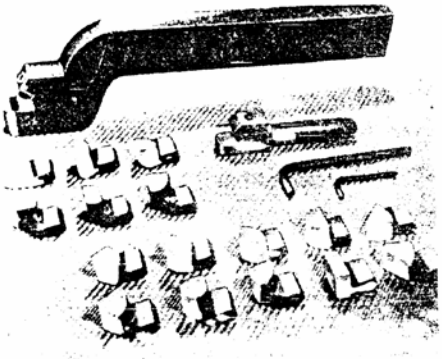
2. ด้ามจับมีดไสและอุปกรณ์จับยึดมีดไส

(ก) แบบ Tool Holde



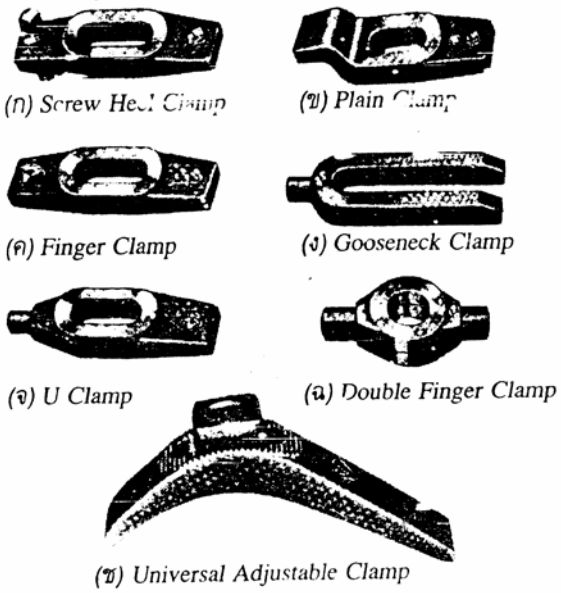
(ข) แบบ Gang Planer Tool

รูปที่ 5-12 *ด้ามมีดจับงานไส*

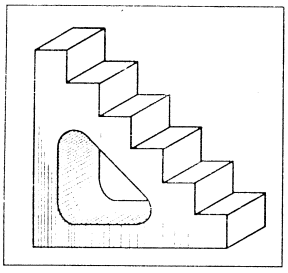


รูปที่ 5-13 *รูปร่างและชนิดมีดไสแบบต่างๆ พร้อมด้ามมีดและด้ามจับสำหรับเจียะไน*

3. อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานไสแบบต่างๆ

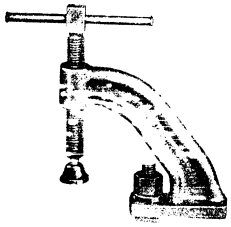


รูปที่ 5-14 ชุด *Strap Clamps* สำหรับจับงาน



รูปที่ 5-15 *Step Block*

รูปที่ 5-16 *Adjustable Block*



รูปที่ 5-17 *T-Slot Clamp*

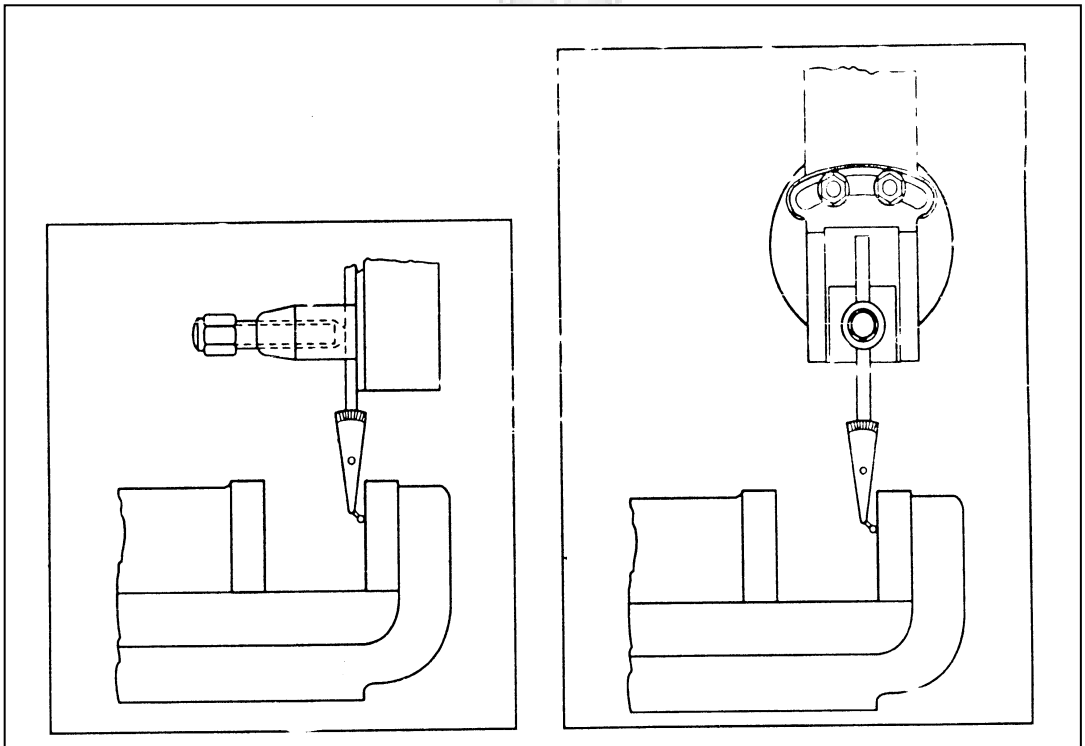
รูปที่ 5-18 *เกลียวปรับรองรับชิ้นงาน (Jack Screw หรือ Standard Plane Jack)*

รูปที่ 5-19 *เกลียวปรับรองรับชิ้นงาน (Vertical Jack)*

รูปที่ 5-20 *เกลียวปรับรองรับชิ้นงาน (Braching Jack)*

ขั้นตอนการทำงานของเครื่องไส

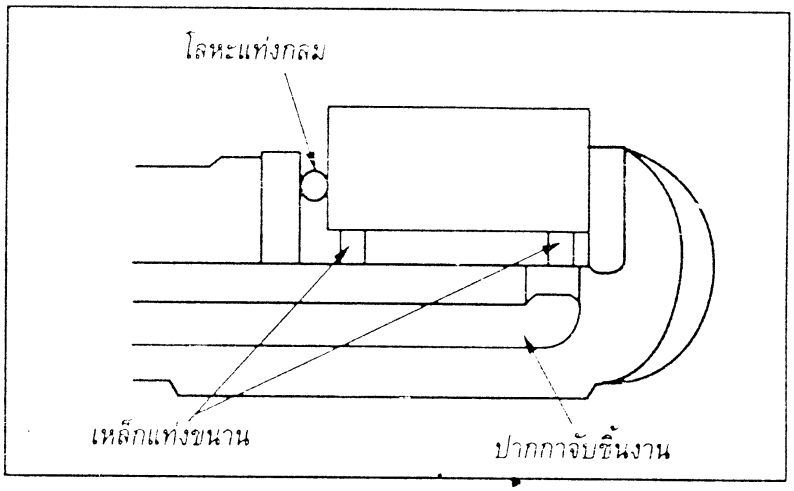
1. ตรวจหาคามพร้อมของเครื่องไส
2. ตรวจสอบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่จะใช้จับยึดชิ้นงาน เช่นปากกา ฯลฯ
3. นำชิ้นงานที่ต้องการไสร่างแบบแล้วนำมาจับยึดด้วยอุปกรณ์จับยึด
4. จับยึดมีดไสให้แน่น
5. ตั้งระยะชักเครื่องไสให้เหมาะสมกับงาน
6. ตั้งความเร็วไสงานให้ถูกต้อง พร้อมทั้งเปิดเครื่องทดสอบ
7. ปฏิบัติการไสงานตามขั้นตอน
8. ตรวจสอบขนาดของชิ้นงานตามขั้นตอนจนชิ้นงานเสร็จ
9. ลบคมชิ้นงาน
10. ปิดเครื่อง ทำความสะอาดชิ้นงานและเครื่องไสให้เรียบร้อย



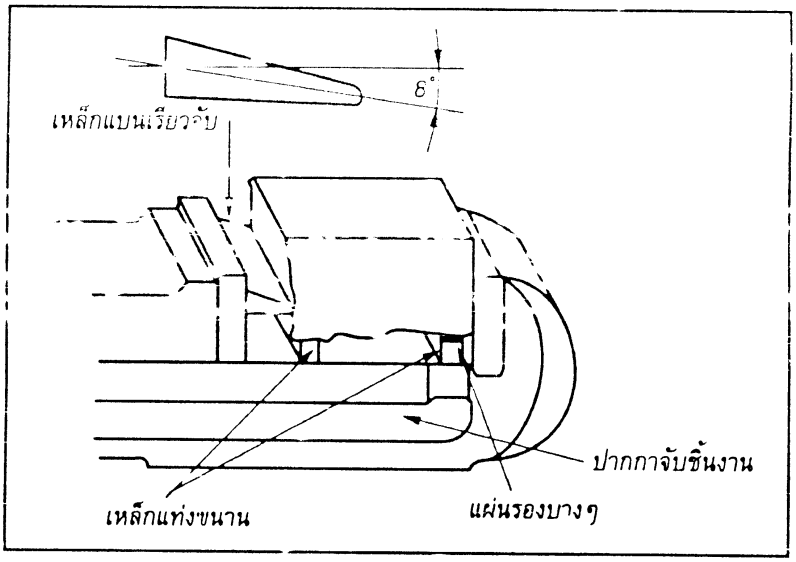
(ก) การตรวจสอบปากกาจับงาน ให้ตั้งฉากกับแคร่เลื่อน (Ram)

(ข) การตรวจสอบปากกาจับงาน ให้ตั้งขนานกับแคร่เลื่อน (Ram)

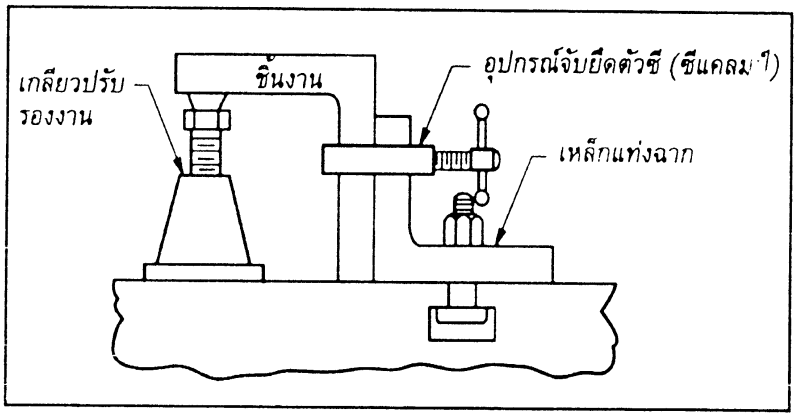
รูปที่ 5-21 การตรวจสอบปากกาจับงาน



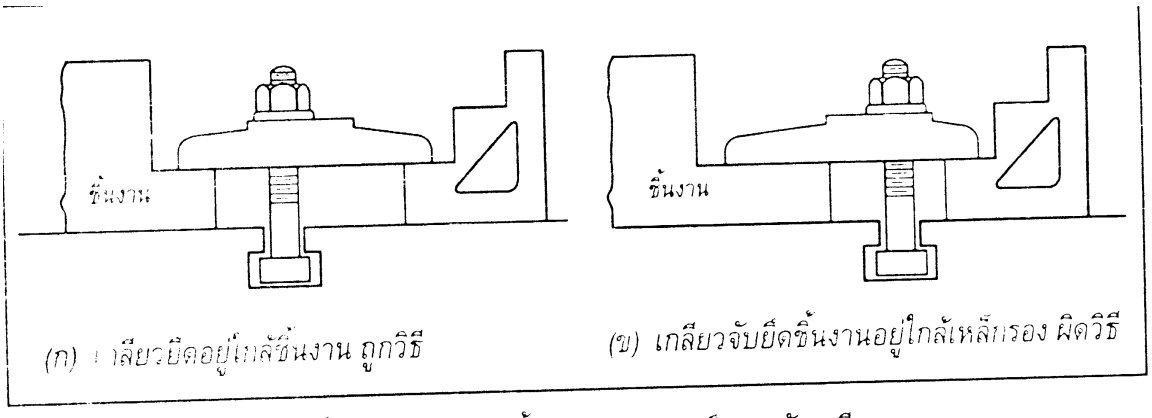
รูปที่ 5-22 *การจับยึดชิ้นงานด้วยปากกาโดยมีเหล็กแท่งขนานรองและมีโลหะกลมจับยึด*



รูปที่ 5-23 *การจับยึดชิ้นงานด้วยปากกาโดยมีเหล็กแท่งขนานรองและมีเหล็กแบนเรียวจับยึด*

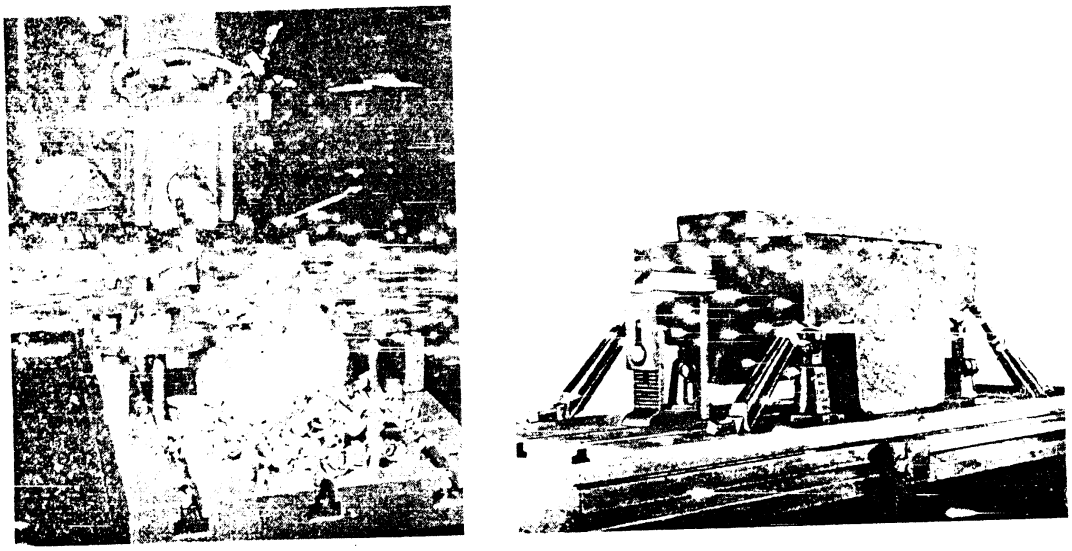


รูปที่ 5-24 *การจับยึดชิ้นงานด้วยแท่งฉาก*

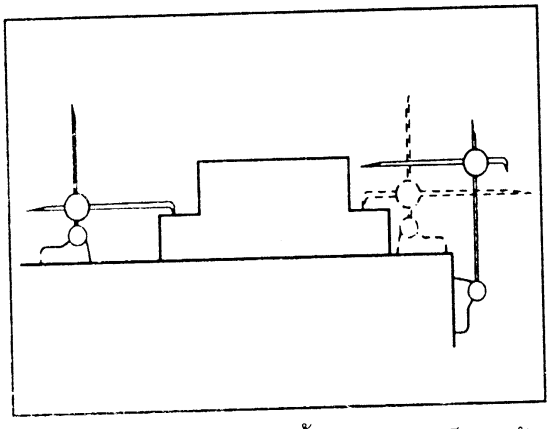


(ก) เกลียวยึดอยู่ใกล้ชิ้นงาน ถูกวิธี (ข) เกลียวจับยึดชิ้นงานอยู่ใกล้เหล็กรอง ผิดวิธี

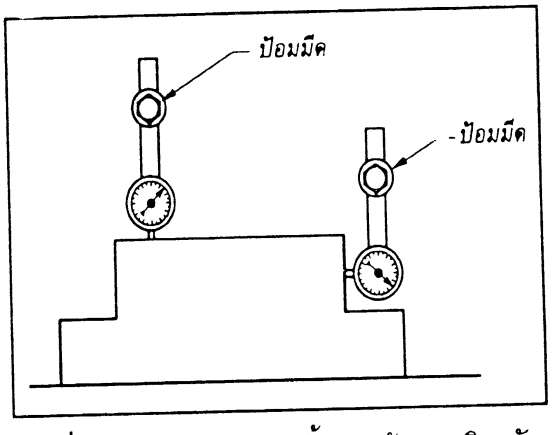
รูปที่ 5-25 การจับยึดชิ้นงานด้วยแคลมป์และสลักเกลียว



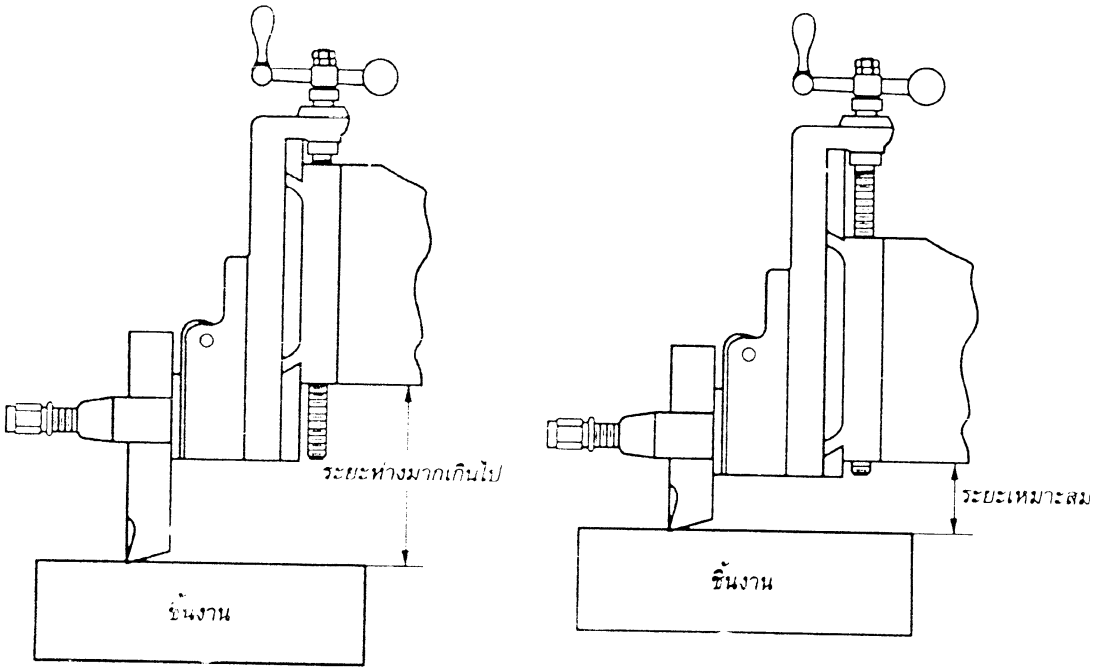
รูปที่ 5-26 การจับยึดชิ้นงานด้วยอุปกรณ์จับยึดชนิดต่าง ๆ



รูปที่ 5-27 การตรวจสอบชิ้นงานด้วยเหล็กขอช้าง



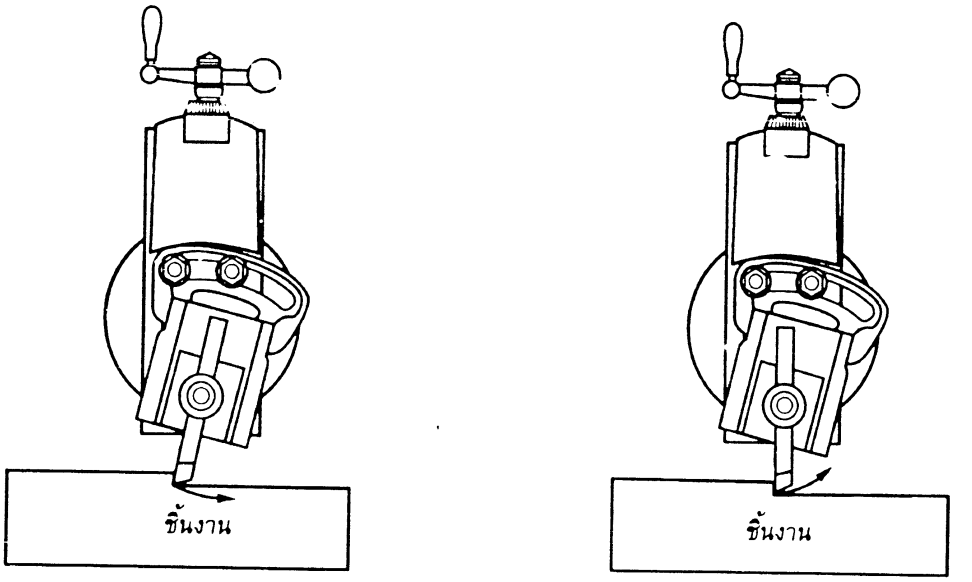
รูปที่ 5-28 การตรวจสอบชิ้นงานด้วยนาฬิกาวัด



(ก) ตั้งระยะห่างมากเกินไปเมื่อไสเกิดการกระแทก ชุดหัวเครื่องไสอาจแตกหักได้

(ข) ตั้งระยะห่างได้ถูกต้องเหมาะสม

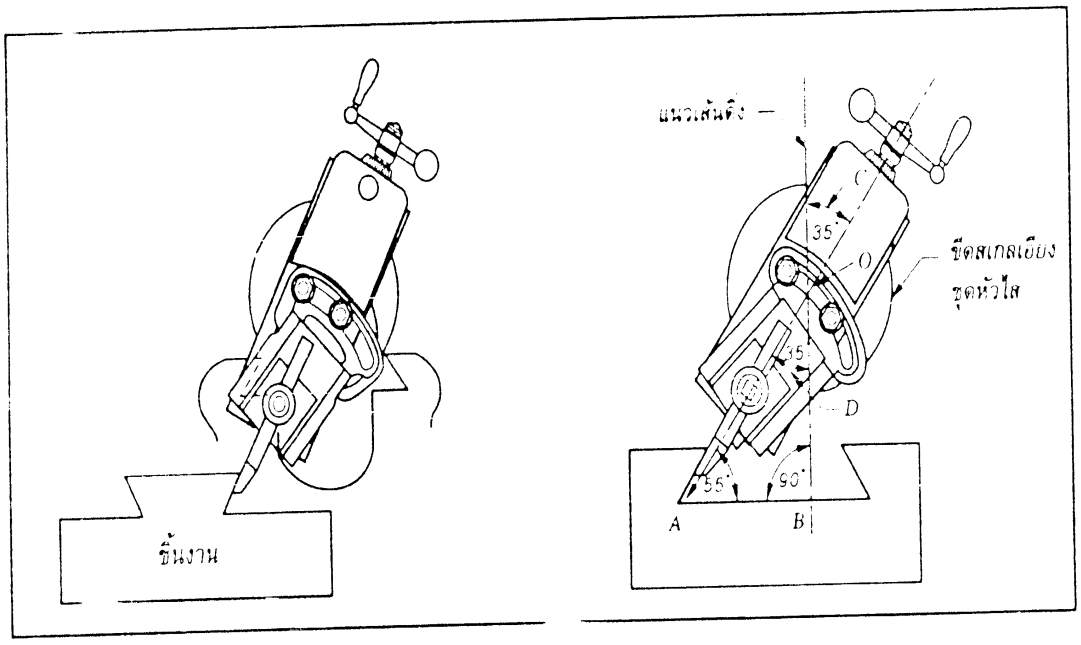
รูปที่ 5-29 *การตั้งระยะห่างระหว่างชุดหัวเครื่องไสกับชิ้นงาน*



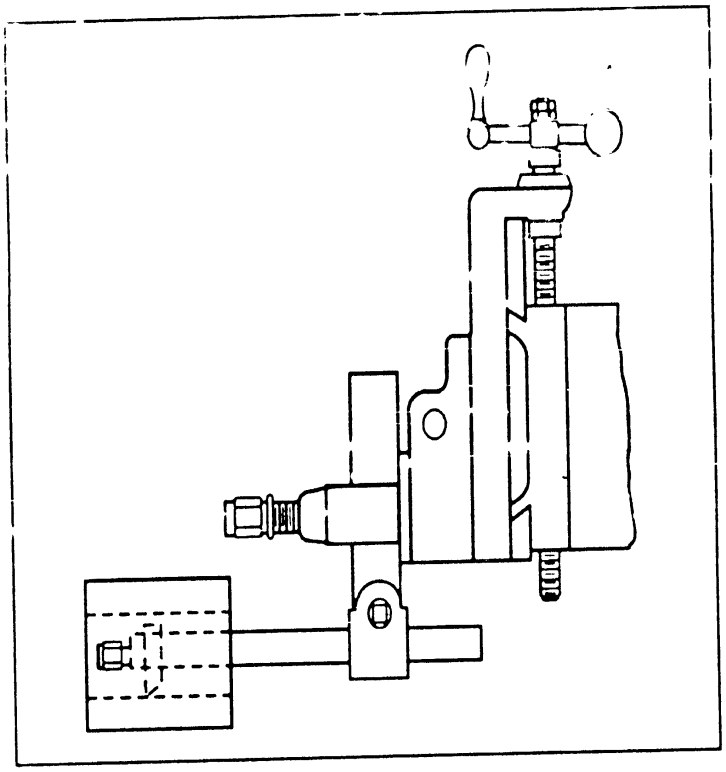
(ก) การจับมีดกลึงที่ผิดวิธี

(ข) การจับมีดกลึงที่ถูกวิธี

รูปที่ 5-30 *การจับมีดกลึง*



รูปที่ 5-31 *การเอียงชุดหัวเครื่องเพื่อไสมุมร่องหางเหยี่ยว*



รูปที่ 5-32 *การไสร่องด้านใน*

ขการบำรุงรักษาเครื่องไส

เครื่องไสมีระบบส่งกำลังที่เป็นลักษณะที่หมุนส่งกำลังอยู่ภายในและส่งกำลังเคลื่อนที่ชักไปกลับเพื่อให้มีดไสตัดชิ้นงาน ดังนั้น จึงต้องมีการบำรุงรักษาที่ดีเพื่อให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ดังนี้คือ

1. ควรหมั่นตรวจสอบน้ำมันเครื่องในโครงเครื่องอยู่เสมอ เพราะเป็นน้ำมันที่นำไปหล่อลื่นชุดส่งกำลังภายในและเครื่องไสบางรุ่นยังฉีดไปหล่อลื่นส่วนที่เคลื่อนที่ต่าง ๆ อีกด้วย ตัวอย่างเช่น แคร่เลื่อน ฯลฯ
2. ควรหยอดน้ำมันส่วนที่เคลื่อนที่ต่าง ๆ นอกเหนือจากข้อ 1 ด้วย
3. ควรปรับระยะชักและความเร็วของคู่จังหวะชัก/นาที ให้เหมาะสมเพื่อเป็นการยืดอายุการทำงาน

ของเครื่องไส ในการปรับความเร็วต่าง ๆ จะต้องโยกคันบังคับให้ตรงตำแหน่งเพื่อป้องกันเฟืองขบกันไม่เต็มหน้าอาจจะทำให้เฟืองสึกหรอหรือเกิดรอบเยินของเฟืองส่งกำลังได้

4. ทำความสะอาดเครื่องไสทุกครั้งหลังเลิกใช้เครื่องแล้วทำการชโลมด้วยน้ำมัน

5. ในการปรับโต๊ะทำงานขึ้นลง จะต้องคลายเกลียวที่ขารองรับน้ำหนักของโต๊ะทำงานทุกครั้งหลังจากปรับได้ตำแหน่งก็ขันเกลียวให้แน่นอย่างเดิม

ความปลอดภัยในการใช้เครื่องไส

1. ก่อนใช้ทุกครั้งจะต้องตรวจดูความพร้อมของเครื่องไสทุกครั้ง
2. ผู้ปฏิบัติงานจะต้องแต่งกายให้รัดกุมถูกต้องตามหลักความปลอดภัย เช่น มีชุดฝึกงานสวม

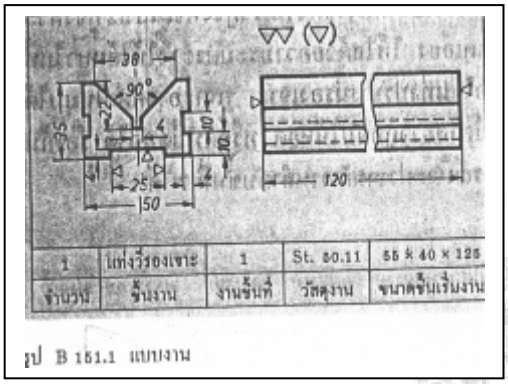
รองเท้านิรภัย สวมแว่นตานิรภัย

3. ตั้งระยะชักและความเร็วเครื่องไสให้ถูกต้อง
4. จะต้องตั้งระยะห่างของชุดหัวเครื่องไสกับชิ้นงานให้เหมาะสม
5. ขณะวัดขนาดงานจะต้องหยุดเครื่องไสก่อนวัดขนาดงานทุกครั้ง
6. จะต้องใช้แปรงปัดเศษโลหะ ห้ามใช้มือหยิบหรือปัดเศษโลหะ เพราะเศษโลหะ หรือรอยเยินของชิ้นงานอาจบาดมือได้
7. ขณะเริ่มเดินเครื่องไสชิ้นงานควรจะต้องค่อย ๆ โยกคลัตช์เพื่อเดินเครื่องไสงาน เพื่อป้องกันการกระแทกของแคร่เลื่อน อาจจะเกิดอันตรายได้ และในการโยกคลัตช์ไสงานจะต้องทำด้วยตนเองไม่ต้องให้เพื่อนช่วย
8. การจับยึดมีดไส ควรจะต้องใช้เหล็กแผ่นที่เป็นเหล็กเหนียวรองหน้ามีดไสและหลังมีดไส เพื่อป้องกันการหักกระเด็นของมีดไส เนื่องจากมีดไสมีความแข็งและเกลียวจับยึดมีดไสก็มีความแข็ง เมื่อขันยึดมีดไสแน่นมากจะทำให้มีดไสแตกกระเด็นโดยผู้ปฏิบัติงานได้

9. ขณะไสงานควรยืนอยู่ด้านข้าง ๆ เครื่องไสอย่ายืนหน้าเครื่องไส เพราะอาจประสบอุบัติเหตุได้ เช่น แคร่เลื่อนมากระแทกส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย หรือเศษโลหะที่ร้อนกระเด็นมาเข้าตา กรณีไม่สวมแว่นตา หรือโดนส่วนต่าง ๆของร่างกายได้

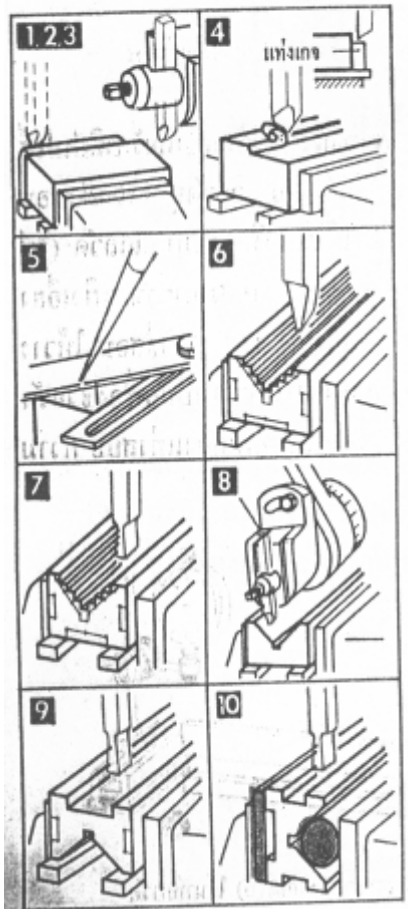
งานไสแท่งปริซึมรองเจาะ

<u>ตัวอย่างงาน</u> งานให้ไสแท่งปริซึม (รูป B 151.1) ตัดชิ้นงานด้วยความยาวพอสมควรแก่งาน และแต่งผิวหน้าตัดให้เรียบร้อยเสียก่อน และกำหนดให้เครื่องไสช่วงสั้นเครื่องหนึ่งให้



รูป B 151.1 แบบงาน

แผนงาน

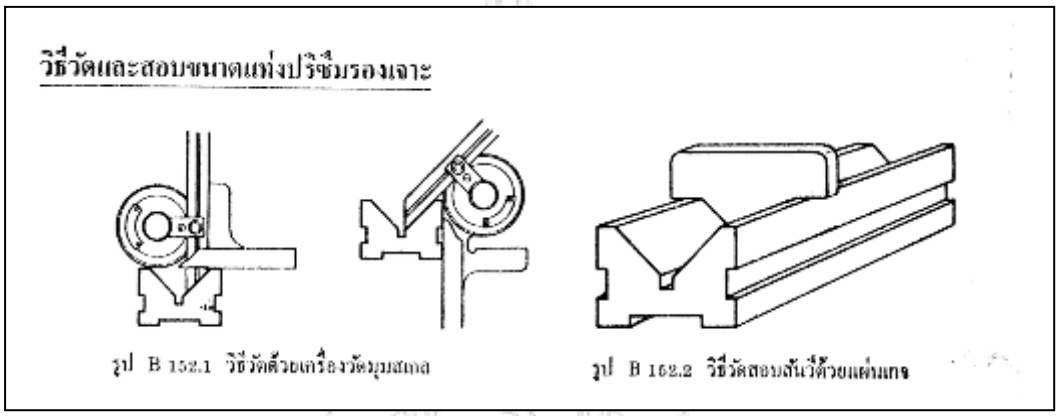


	ลำดับขั้นงาน	เครื่องมือเครื่องใช้
1.	จับชิ้นงานเข้าที่ ให้มั่นและได้แนวตรง	ปากกาเครื่องมือกล ขันแท่งขนาน
2.	จับมีดไส	มีดไสหยาบคมซ้าย
3.	กำหนด จำนวนคู่จังหวะไส ช่วงชักมีด ตำแหน่งชักมีด และช่วงป้อนไส	
4.	เดินไสตามยาวทีละหน้า (ให้ตั้งความลึกรอยไสด้วยแท่งเกจ)	มีดปอกคมซ้าย, มีดคมแหลม แท่งเกจ
5.	ขีดรูปแท่งปริซึมทั้งผิวโผล่และร่องฝัง	ฉาก 90° เครื่องมือวัดมุม เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์, เหล็กขีด, เหล็กดอกนำศูนย์
6.	ไสขึ้นรูปปริซึม	มีดคมแหลม
7.	จับมีดกลึงร่องไสร่องลึก	มีดกลึงร่อง
8.	เหวี่ยงหัวจับมีดให้เอียง สวมมีดไสละเอียด แล้วลงมือไสผิวลาดเอียง	มีดคมแหลม
9.	เหวี่ยงหัวจับมีดเข้าในลักษณะปกติ กลับชิ้นงาน แล้วลงมือไสร่องสี่เหลี่ยมข้างใต้	มีดคมแหลม มีดกลึงร่อง
10.	จับชิ้นงานตั้งบนด้านข้าง เดินมีดไสร่องที่แก้ม	มีดกลึงร่อง
11.	ลบคม	ตะไบละเอียด
เครื่องมือวัดและทดสอบ — เวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์ เวอร์เนียร์วัดลึก ฉาก 90° เครื่องวัดมุมสเกล		

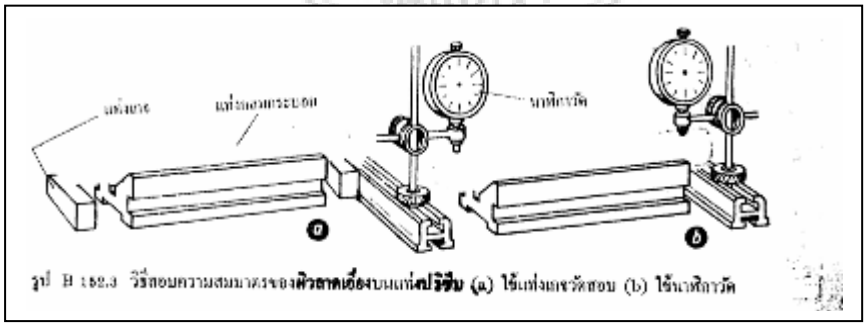
วิธีกลึงแท่งปริซึมรองเจาะ

จับชิ้นงานเข้าไว้ในปากกาให้มั่น ใช้แท่งเกจช่วยจับระยะว่าจะต้องไสลึกเพียงใด ตั้งช่วงหน้ามีดไส 20 มม. ช่วงหลังมีด 10 มม. ตรวจตาราง T 149.2 จะพบว่าต้องใช้ความเร็วคู่จังหวะไส 52 คู่จังหวะต่อนาที ตั้งไส ด้วยความเร็วนี้ ในขระที่ไสผิวลาดเอียง ให้ไสด้วยความระมัดระวังให้ได้แนวไสที่ขนานกับผิวแท่นรองชิ้นงานจริง ๆมิฉะนั้น เมื่อใช้แท่งปริซึมนี้รองเจาะ รูเจาะอาจคดเป็นมุมได้ เมื่อไสร่องก้นปริซึม ให้ไสครั้งละตื้น ๆ มิฉะนั้นมีดไสอาจถูกขับให้หยุด หรือคมมีดหักได้ ร่องก้นปริซึมนี้จะไสก่อนไสพื้นลาดเอียงก็กระทำได้ ในกรณีนี้จะประหยัดงานลำดับขั้นที่ 7 ได้

วิธีวัดและสอบขนาดแท่งปริซึมรองเจาะ

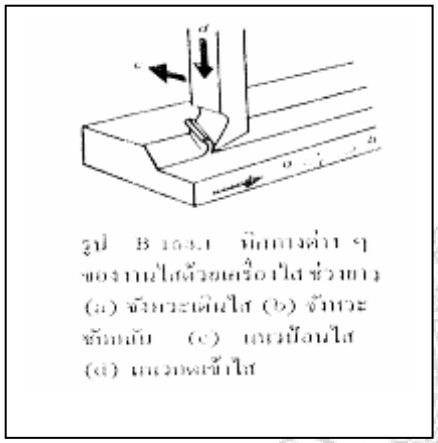


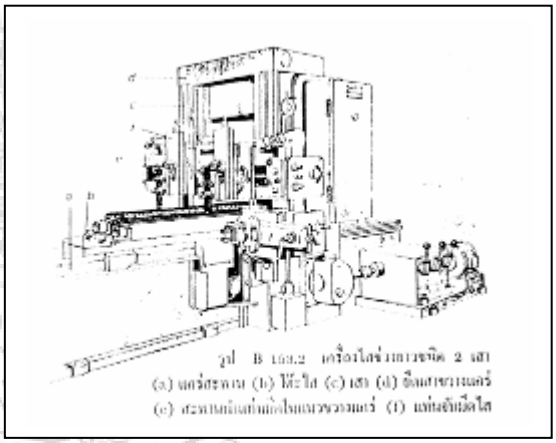
ขนาดความยาว ความกว้าง ความสูง ความกว้างและความลึกของร่องฝัง ให้ใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ และเวอร์เนียร์วัดลึกวัด วิธีสอบความราบเรียบของผิวให้ใช้บรรทัดเส้นผม วิธีวัดฉากของผิวขอบนอก ให้สอบวัดด้วยฉาก 90° และวิธีวัดสอบความลาดของผิวเอียงให้ใช้ เครื่องวัดมุมสเกลวัด (รูป B 152.1) วิธีวัดฟอร์ม โดยปกติให้วัดด้วยแผ่นเกจ (รูป B 152.2) ความสมมาตรของผิวเอียงวัดสอบได้หลายวิธี เช่น ใช้นาฬิกาวัด หรือใช้แท่งเกจเป็นตัวสอบ (รูป B 152.3) วิธีสอบ ให้วางแท่งปริซึมนี้ลงบนผิวแท่งระดับซึ่งปัดไว้สะอาด วางแท่งกระบอกกลมลงในร่องวี เป็นเครื่องช่วยวัดแล้วใช้นาฬิกาวัด จับเปรียบเทียบดูทั้งสองปลาย หรือจะใช้แท่งเกจขนาดเท่ากันสองแท่งสอบ ความสูงที่สองปลายว่าเท่ากันหรือไม่ก็ได้



ลักษณะของเครื่องไสช่วงยาว

เครื่องไสช่วงยาวนั้น โต๊ะงานเป็นตัวเลื่อนไสพร้อมกับชิ้นงาน ส่วนวิธีป้อนไส และแนวกดเข้าไสนั้น กระทำด้วยมือ (รูป B 153.1) เครื่องไสช่วงยาวมีช่วงไสตั้งแต่ 1 เมตรถึง 20 เมตร (รูป B 153.2) โต๊ะงานไสเลื่อนได้ไปตามสะพานเลื่อนบนแคร่เครื่อง วิธีจับชิ้นงานให้จับติดแน่นเข้ากับร่องตัว T ในโต๊ะไส แท่นจับมีดนั้นเลื่อนได้ด้วยแกนเกลียว ตามแนวขวางของแคร่ ที่จับมีดมีกรับกระดกมีดไสขึ้นได้ในจังหวะชักกลับ คร่อมแคร่อยู่ เป็นเสาตั้ง 2 เสา ระหว่างเสาจะมีแท่นมีดติดอยู่ เลื่อนมีดไส ขึ้นลงได้ตามต้องการ ถ้าเป็นเครื่องไสขนาดใหญ่ แท่นมีดจะมีถึง 2 แท่ง ใช้ได้พร้อมกัน ยิ่งกว่านั้น ยังจะมีชุดจับมีดให้ไสในแนวข้างหรือแนวดิ่งได้อีกด้วย สำหรับชิ้นงานโต ๆ ซึ่งกว้างไม่สามารถลอดเข้าไประหว่างเสาแท่นมีดได้ ให้ไสด้วยเครื่องไสเสาเดี่ยวแทน





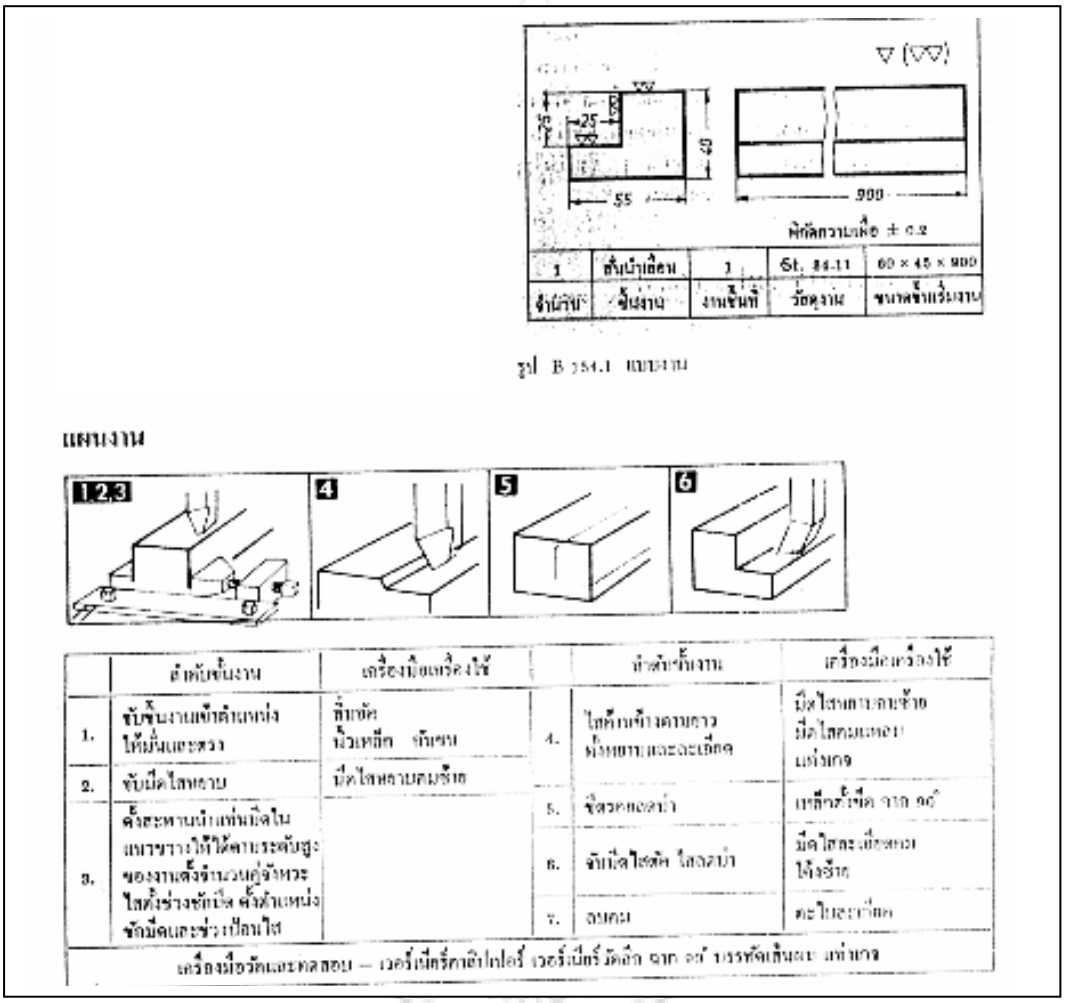
ระบบกำลังขับงานไส (รูป B 153.3)

ระบบกำลังขับงานไส จะพบอยู่ใต้แคร่เครื่อง ขับโต๊ะไสให้เลื่อนไปมาได้เป็นจังหวะงาน ระบบส่งกำลังขับที่แพร่หลายมากที่สุดในเครื่องไสชนิดนี้ คือชุดเฟืองทด ที่ขอบล่างของโต๊ะจะมีเฟืองสะพานยาวขับด้วยเฟืองตรงตัวหนึ่ง ซึ่งมีกำลังขับส่งมาเป็นขบวนสายส่งกำลังจากมอเตอร์ โดยเหตุที่โต๊ะไสนี้จะต้องเลื่อนไปมา ดังนั้นทุกครั้งที่เปลี่ยนจังหวะ ฟันเฟืองก็จะต้องหมุนขับกลับทาง การทำให้หมุนกับทางควบคุมได้ด้วยลักษณะเลื่อนของโต๊ะนั้นเอง คือที่ปลายทั้งสองของช่วงชักจะมีปุ่มกระแทกอยู่ 2 ปุ่ม เมื่อโต๊ะไสเดินมากระแทกปุ่มกระแทกอยู่ 2 ปุ่ม เมื่อโต๊ะไสเดินมากระแทกปุ่ม ปุ่มนี้จะกระดกแขนงัด ขับล้อสายพานชุดใหม่ ให้ทำงานแทนชุดเก่า ทำให้ทิศทางหมุนเปลี่ยนไปตรงกันข้าม เครื่องไสใหม่ ๆ จะใช้คลัชแม่เหล็กไฟฟ้ากระทำหน้าที่ดังกล่าวเพื่อเป็นการประหยัดเวลา เครื่องไสทุกเครื่องจะชักกลับได้รวดเร็วกว่าเดินในจังหวะไส

งานไสสันนำเลื่อน

<u>ตัวอย่างงาน</u> งานต้องการไสสันนำเลื่อน (รูป B 154.1) ให้ได้ความยาวตามสมควร ด้วยเครื่องไส

<u>วิธีไสสัน</u>นำเลื่อน สันนำเลื่อนเช่นนี้ จะจับยึดลงมาจากผิวบนไม่ได้ ให้ยึดด้วยลิ่มอัดนิ้วเหล็กและกันชนก่อนลงมือไส ตรวจให้แน่ใจเสียก่อนว่าจะต้องเดินเครื่องกี่คู่จังหวะไส จะต้องตั้งช่วงชักมีด และใช้ความเร็วไสเท่าใด แล้วจึงตั้งความยาวช่วงชักมีด ตั้งตำแหน่งเดินมีดโดยกำหนดตำแหน่งปุ่มกระแทก วิธีตั้งความลึกรอยไสให้ตั้งด้วยแท่งเกจ



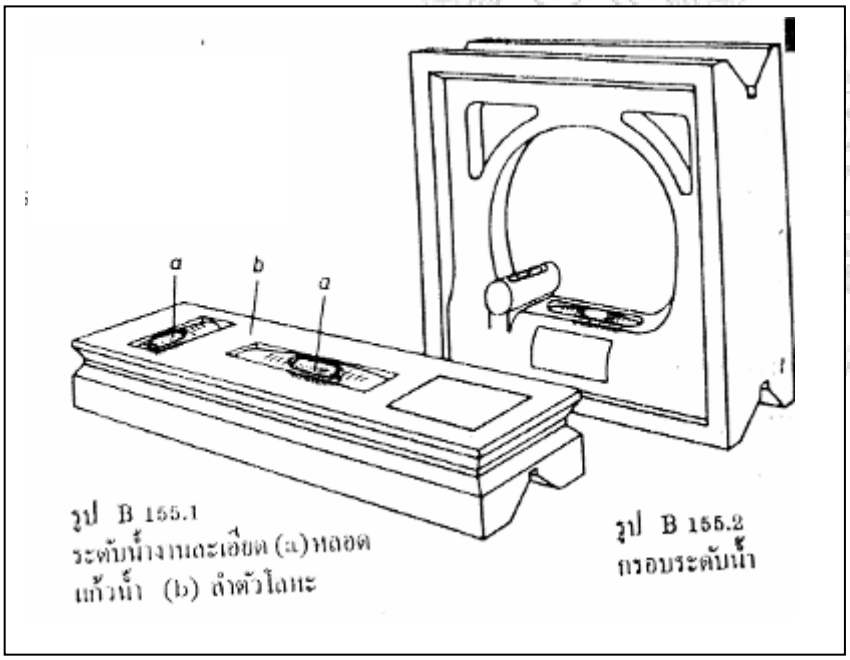
วิธีวัดและสอบขนาดสันนำเลื่อน

ความเที่ยงขนาดก็ดี ความเรียบของผิวและความเที่ยงของมุมก็ดี ให้วัดสอบด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ เวอร์เนียร์วัดลึก บรรทัดเส้นผม และฉาก 90° วิธีวัดความลึกของลดบ่าจะวัดด้วยแท่งเกจก็ย่อมกระทำได้

วิธีสอบด้วยระดับน้ำ

ระดับน้ำเหมาะสำหรับวัดสอบผิวราบที่ผิดจากแนวระดับออกไปเป็นมุมไม่โตนัก มีประโยชน์ในการติดตั้งเครื่องจักร เครื่องมือกล ตลอดจนการจับชิ้นงานบนเครื่องมือกล ว่าอยู่ในแนวระดับจริงหรือไม่ ระดับน้ำที่ใช้มากที่สุดในโรงงาน คือ “ระดับน้ำงานละเอียด” (รูป B 155.1) ที่เรียกเช่นนี้ก็เพื่อจะให้เข้าใจว่า ไม่ใช่ระดับน้ำชนิดเดียวกันกับที่ช่างไม้ใช้อยู่ ซึ่งเป็นหลอดระดับน้ำฝังอยู่ในท่อนไม้ “กรอบระดับน้ำ” (รูป B 155.2) ใช้สำหรับช่วยวัดความเที่ยงของแนวดิ่ง

ส่วนประกอบที่สำคัญของระดับน้ำ (รูป B 155.3) เป็นหลอดแก้วน้ำฝังอยู่ในลำตัวโลหะ หลอดแก้วน้ำเป็นหลอดแก้วบาง ๆ ผิวนอกเจียระไนเรียบ รูปร่างของหลอดเป็นแท่งยาว ภายในบรรจุอีเทอร์ไว้เกือบเต็ม ขาดไปเพียงหนึ่งหยด เหตุที่บรรจุอีเทอร์ ไม่บรรจุน้ำ ก็เพราะอีเทอร์ไหลภายในหลอดแก้วนี้ได้ง่ายกว่า ยิ่งกว่านั้น ในฤดูหนาวของต่างประเทศ อีเทอร์ไม่แข็งตัวเหมือนน้ำ ไอของอีเทอร์ที่แลเห็นเป็นฟองอากาศนั้น จะต้องลอยอยู่ในตำแหน่งสูงสุดเสมอ ด้วยเหตุนี้เอง ถ้าฟองนี้อยู่ระหว่างเส้นขีดดำ จะแสดงว่า วางได้ระดับ หากฟองเอียงไปทางซ้ายหรือขวา ก็จะหมายความว่าผิวนั้นข้างซ้าย หรือข้างขวา สูงกว่าอีกข้างหนึ่ง ตามลำดับ ระดับน้ำที่ใช้วัดระดับของเพลากลมนั้นจะต้องมีขาเป็นทรงปริซึม วิธีวัดความผิดจากระดับนั้น ทราบได้ที่เดียวจากขีดเส้นดำบนหลอดแก้วระดับนั้นเอง ขีดดำเส้นหนึ่ง ๆ จะบอกว่า ผิดระดับไป 0.2 มม. ต่อความยาว 1 เมตร ถ้าฟองอากาศนั้นอยู่ผิดจากตำแหน่งกึ่งกลางไปกี่ขีดสเกล เราก็จะทราบ ได้ทันทีว่า ผิดจากแนวราบระดับไปเท่าใด



รูป B 155.1
ระดับน้ำงานละเอียด (a) หลอดแก้วน้ำ (b) ลำตัวโลหะ

รูป B 155.2
กรอบระดับน้ำ

ตัวอย่าง ต้องการปรับเครื่องมือกล แคร่ยาว 2.5 เมตร เครื่องหนึ่ง ให้เข้าในแนวระดับ โดยใช้ระดับน้ำชนิด ขีดสเกล 0.2 มม./ม. จับระดับดู ปรากฏว่าฟองอากาศคลาดจากตำแหน่งกึ่งกลางไป 3 ขีดสเกล ถามว่า จะต้องหนุนด้านที่ต่ำกว่าขึ้นมาเท่าใดจึงจะได้ระดับ

วิธีคำนวณ ถ้าความยาวแคร่ 1 เมตร จะต้องหนุน 3 x 0.2 มม. = 1.5 มม.

ดังนั้นเครื่องมือกลที่แคร่ยาว 2.5 เมตร จะต้องหนุน 2.5 x 0.6 มม. = 1.5 มม.

ชิ้นงานไสในแนวดิ่ง

งานไสในแนวดิ่ง ใช้สร้างชิ้นงานที่มีร่องภายใน ฟันเฟืองภายใน รูไสเจาะ และชิ้นงานที่ต้องเดินไสให้เป็นเส้น ผิวโค้ง (รูป B 156.1) เครื่องไสแนวดิ่งนี้ ทำงานได้ช้า ถ้าต้องการทำงานเช่นนี้ให้เร็วจะต้องหันไปใช้เครื่องแทง สำหรับเครื่องไสดิ่ง มีดไสจะเป็นตัวเดินไส ส่วนการป้อนไสและการปรับขนาดรอยไส ปรับกับชิ้นงาน (รูป B 156.2)

ลักษณะสร้างเครื่องไสแนวดิ่ง (รูป B 156.3)

ชิ้นงานไสต้องวางอยู่บนโต๊ะงาน โต๊ะงานนี้เลื่อนตำแหน่งได้ในแนวยาว แนวขวาง และถ้าหากเป็นเครื่องไสขนาดเล็กจะเลื่อนได้ในแนวสูงอีกด้วย ตัวมีดไสเลื่อนอยู่ในแนวดิ่ง คือมีร่องนำ เลื่อนติดอยู่กับเครื่องในแนวดิ่ง เครื่องไสแนวดิ่งนี้ มิใช่ว่าจะไสได้แต่แนวดิ่งเท่านั้น เราอาจใช้ไสผิวเอียงจากแนวดิ่งได้อีก เช่น ไสรูไสเจาะที่ต้องเอียงด้วยเป็นต้น (รูป B 156.4)

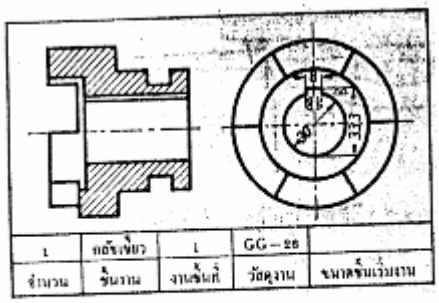
ระบบกำลังขับ ของเครื่องไสแนวดิ่งนี้ ใช้ขับด้วยเพลาที่มีจุดเขี้ยวเหวี่ยงความเหวี่ยงนี้ปรับขนาดได้ ทำให้สามารถปรับความยาวช่วงชักมีดได้สั้นและยาวต่าง ๆ กัน

ระบบป้อนไส โต๊ะไสนี้ นำเข้าป้อนไสได้ทั้งในแนวยาว แนวขวาง และแนวหมุนเป็นวงกลม กำลังที่ใช้ขับระบบป้อนไสนี้ ต่อมาจากกำลังขับเมนของเครื่อง การนำป้อนไส ให้เป็นทีละจังหวะ ๆ นั้นทำได้โดยอาศัยเฟืองตรงตัวหนึ่ง

มีดไสแนวดิ่ง มีดไสแนวดิ่งนี้ จะเป็นมีดแข็งทั้งแท่ง หรือแข็งแต่มีคมมีดก็ได้ (รูป B 156.5) มีดไสก็คล้ายกับมีดกลึง จะต้องมีมุมฟรี มุม ลิ่ม และมุมคาย ลักษณะคมของมีดไสจะต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องกับลักษณะงาน

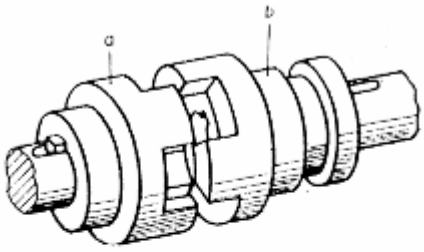
งานไสร่องภายใน

ตัวอย่างงาน ต้องการไสรองภายใน เพื่อใช้เป็นร่องลิ่ม ขัดคลัชชนิดเป็นเขี้ยว (รูป B 157.2) ด้วยเครื่องไสแนวดิ่ง



1	คลัชเข้ียว	1	GG – 25	
จำนวน	ชื่องาน	งานชิ้นที่	วัสดุงาน	ขนาดชิ้นเริ่มงาน

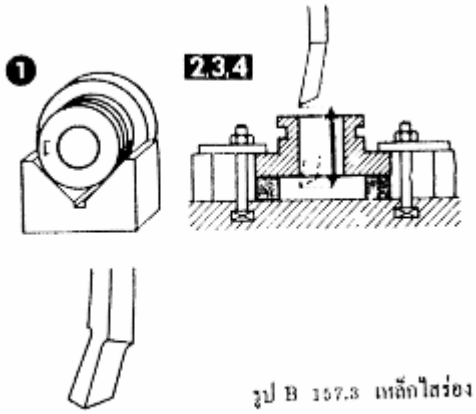
รูป B 157.2 แบบงาน



รูป B 157.1 คลัชเข้ียว (a) เข้ียวคลัชเพลาข้างซ้าย ติดแน่น (b) เข้ียวคลัชเพลาข้างขวา ซึ่งเลื่อนเข้าออกได้ตามแนวยาว

แผนงาน

	ลำดับขั้นงาน	เครื่องมือเครื่องใช้
1.	ขีดแนวร่อง	เหล็กตั้งขีดขนาน ฉาก ขด
2.	จับชิ้นงานให้มั่น	เหล็กจับ ชิ้นแท่งขนาน ปากกาจับ
3.	จับมีดไสร่องเข้าในแท่นจับมีด	มีดไสร่องขนาดกว้าง 8 มม.
4.	ตั้งจำนวนคู่จังหวะไว้ ช่วงชักมีด และตำแหน่งชักมีด	
5.	เดินไส และป้อนไสด้วยมือ	
เครื่องมือวัดและทดสอบ – ฉาก ๙๐, เวอรเนียร์คาลิปเปอร์, นาฬิกาวัด		



รูป B 157.3 เหล็กไสร่อง

แผนงาน

NO.	ลำดับขั้นงาน	เครื่องมือเครื่องใช้
1	ขีดแนวร่อง	เหล็กตั้งขีดขนานฉาก 90°
2	จับชิ้นงานให้มั่น	เหล็กจับชิ้นแท่งขนานปากกาจับ
3	จับมีดไสร่องเข้าในแท่นจับมีด	มีดไสร่องขนาดกว้าง 8 มม.
4	ตั้งจำนวนคู่จังหวะไว้ ช่วงชักมีด และตำแหน่งชักมีด	
5.	เดินไส และป้อนไสด้วยมือ	
เครื่องมือวัดและทดสอบ – ฉาก 90°, เวอรเนียร์คาลิปเปอร์ , นาฬิกาวัด		

วิธีเดินไสร่อง

ชิ้นงานที่จะจับให้มั่นเพื่อไสร่องนั้น จะต้องจับให้ไสได้ร่องตรงศูนย์พอดี หากพลาดศูนย์เพลาคลัช และลิ่มขัดคลัช เมื่อประกอบเข้าด้วยกันจะผิดศูนย์หมด การเลือกมีดไสร่อง จะต้องเลือกให้

ได้ความกว้างมีดถูกขนาด ช่วงหลังมีดจะต้องสั้นที่สุดอีกด้วย มิฉะนั้นมีดจะกระแทกผิวโต๊ะไสเสียหายได้ วิธีปฏิบัติก็คือ จะต้องใช้ ชิ้นแท่งขนานรองรับผิวงานให้สูงพอ ไว้ที่ข้างใต้ ก่อนลงมือเดินเครื่องไส มีดไสจะต้องยกพ้นผิวงานพอสมควร ทั้งนี้เพื่อให้มีเวลาที่จะหันไปป้อนไสได้ทันการ การป้อนไส ณ ที่นี้ ให้ป้อนด้วยมือ

วิธีวัดและสอบขนาดร่องภายใน

งานไสร่องภายในเช่นนี้ มีโอกาสกระทำงานผิดได้หลายประการ เช่น ความกว้างและความลึกของร่อง ไม่เที่ยงขนาด ร่องไม่ยาวขนานไปกับรูคว้าน และร่องผิดตำแหน่งศูนย์ เป็นต้น

ความกว้างของร่อง วัดสอบได้ด้วยแท่งเกจ

วิธีวัด ความลึกของร่อง ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ให้ใช้ปลายเขา ซึ่งมีลดบ่าเข้าชนวัด (รูป B 158.1) แต่เวอร์เนียร์วัดลึกเป็นเครื่องมือที่วัดได้สะดวกกว่า (รูป B 158.2)

วิธีสอบความขนานของร่องกับรูคว้านนั้น ทำได้หลายวิธี วิธีที่สอบด้วยนาฬิกาวัด (รูป B 158.3) นั้น ให้นำแท่งกระบอกสวมเข้ากับคลัช และสอดสลักลิ่มเข้าในร่อง นำแท่งกระบอกนี้วางหนุนลงบนสันบากตัววีสองอันซึ่งสูงเท่ากัน ต่อจากนั้นให้ใช้นาฬิกาวัด วัดเปรียบเทียบกันทั้งสองปลาย ถ้าร่องลิ่มขนานกับรูคว้านดีอยู่ เข็มนาฬิกาวัดจะไม่วัดระยะ เหวี่ยงออกจากศูนย์ได้เลย

ในกรณีที่ต้องการวัดสอบว่าร่องนั้น ได้ฉากกับภาคตัดหรือไม่ (รูป B 158.4) ให้สวมสลักลิ่มเข้าในร่อง และใช้ฉากวัดทาบดู แล้วตรวจดูลำแสงลอด

ส่วนที่จะวัดตรวจว่า ร่องนั้นอยู่ ณ ตำแหน่งศูนย์หรือไม่ ให้วัดสอบในลักษณะเช่นเดียวกับวัดสอบร่องบนเพลา

การบำรุงรักษาเครื่องไส

เครื่องไสมีระบบส่งกำลังที่เป็นลักษณะที่หมุนส่งกำลังอยู่ภายในและส่งกำลังเคลื่อนที่ชักไปกลับเพื่อให้มีดไสตัดชิ้นงาน ดังนั้น จึงต้องมีการบำรุงรักษาที่ดีเพื่อให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ดังนี้คือ

6. ควรหมั่นตรวจสอบน้ำมันเครื่องในโครงเครื่องอยู่เสมอ เพราะเป็นน้ำมันที่นำไปหล่อลื่นชุดส่งกำลังภายในและเครื่องไสบางรุ่นยังฉีดไปหล่อลื่นส่วนที่เคลื่อนที่ต่าง ๆ อีกด้วย ตัวอย่างเช่น แคร่เลื่อน ฯลฯ
7. ควรหยอดน้ำมันส่วนที่เคลื่อนที่ต่าง ๆ นอกเหนือจากข้อ 1 ด้วย
8. ควรปรับระยะชักและความเร็วของคู่จังหวะชัก/นาที ให้เหมาะสมเพื่อเป็นการยืดอายุการทำงาน

ของเครื่องไส ในการปรับความเร็วต่าง ๆ จะต้องโยกคันบังคับให้ตรงตำแหน่งเพื่อป้องกันเฟืองขบกันไม่เต็มหน้าอาจจะทำให้เฟืองสึกหรอหรือเกิดรอบเยินของเฟืองส่งกำลังได้

9. ทำความสะอาดเครื่องไสทุกครั้งหลังเลิกใช้เครื่องแล้วทำการชโลมด้วยน้ำมัน
10. ในการปรับโต๊ะทำงานขึ้นลง จะต้องคลายเกลียวที่ขารองรับน้ำหนักของโต๊ะทำงานทุกครั้งหลัง

จากปรับได้ตำแหน่งก็ขันเกลียวให้แน่นอย่างเดิม

ความปลอดภัยในการใช้เครื่องไส

7. ก่อนใช้ทุกครั้งจะต้องตรวจดูความพร้อมของเครื่องไสทุกครั้ง
8. ผู้ปฏิบัติงานจะต้องแต่งกายให้รัดกุมถูกต้องตามหลักความปลอดภัย เช่น มีชุดฝึกงานสวม

รองเท้านิรภัย สวมแว่นตานิรภัย

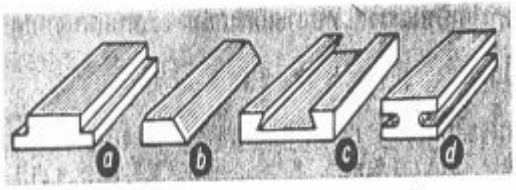
9. ตั้งระยะชักและความเร็วเครื่องไสให้ถูกต้อง
10. จะต้องตั้งระยะห่างของชุดหัวเครื่องไสกับชิ้นงานให้เหมาะสม
11. ขณะวัดขนาดงานจะต้องหยุดเครื่องไสก่อนวัดขนาดงานทุกครั้ง
12. จะต้องใช้แปรงปัดเศษโลหะ ห้ามใช้มือหยิบหรือปัดเศษโลหะ เพราะเศษโลหะ หรือรอย

เยินของชิ้นงานอาจบาดมือได้

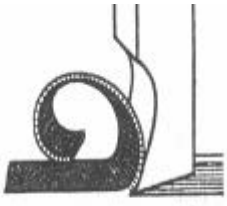
7. ขณะเริ่มเดินเครื่องไสชิ้นงานควรจะต้องค่อย ๆ โยกคลัตช์เพื่อเดินเครื่องไสงาน เพื่อป้องกันการกระแทกของแคร่เลื่อน อาจจะเกิดอันตรายได้ และในการโยกคลัตช์ไสงานจะต้องทำด้วยตนเองไม่ต้องให้เพื่อนช่วย
8. การจับยึดมีดไส ควรจะต้องใช้เหล็กแผ่นที่เป็นเหล็กเหนียวรองหน้ามีดไสและหลังมีดไส เพื่อป้องกันการหักกระเด็นของมีดไส เนื่องจากมีดไสมีความแข็งและเกลียวจับยึดมีดไสก็มีความแข็ง เมื่อขันยึดมีดไสแน่นมากจะทำให้มีดไสแตกกระเด็นโดยผู้ปฏิบัติงานได้
9. ขณะไสงานควรยืนอยู่ด้านข้าง ๆ เครื่องไสอย่ายืนหน้าเครื่องไส เพราะอาจประสบอุบัติเหตุได้ เช่น แคร่เลื่อนมากระแทกส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย หรือเศษโลหะที่ร้อนกระเด็นมาเข้าตากรณีไม่สวมแว่นตา หรือโดนส่วนต่าง ๆของร่างกายได้

ชิ้นงานไส

งานไส คืองานไสผิวตามยาวให้ราบเรียบหรือโค้ง และเป็นงานกัดผิวอีกชนิดหนึ่ง ต่างไปจากงานกัด



รูป B 143.1 ตัวอย่างงานไส (a) และ (b) ร่องนำเลื่อน (c) ร่องเลื่อนทางเหนี่ยว (d) ร่องประกับ

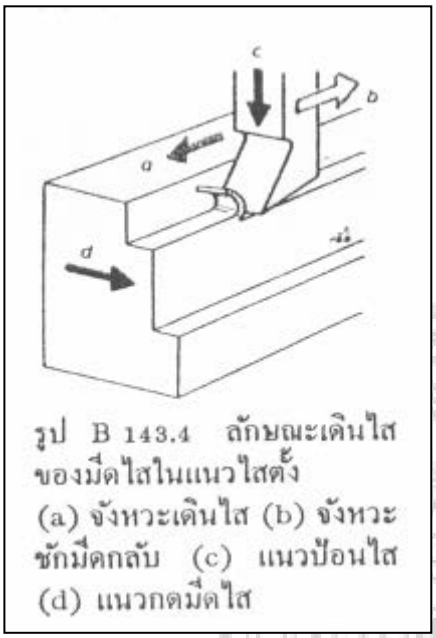


รูป B 143.2 ลักษณะไสผิวงานของมีดไส

ทิศทางเดินของมีดไสนั้น เดินเป็นเส้นตรงไสไปตามหน้าผิวงาน ชิ้นงานไสนั้นอาจจะมีช่วงไสสั้น หรือยาว สุดแต่ลักษณะทำให้เกิดมีเครื่องไสอยู่มากมายหลายชนิด

เครื่องไสช่วงสั้น (รูป B 143.5)

เครื่องไสชนิดนี้มีช่วงไสได้อย่างยาวที่สุด 800 มม. และมีดไสเป็นตัวเลื่อนไส ผิวงานในแนวนอน เศษไสนั้น มีเกณฑ์ลักษณะสุดแต่ แนวเดินไส แนวป้อนไส และแนว กดมีดไส (ดูรูป B 144.4 และ .5)



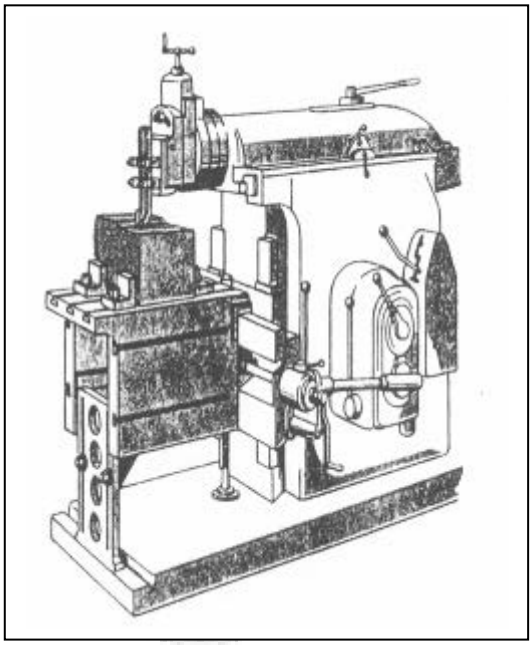
รูป B 143.4 ลักษณะเดินไสของมีดไสในแนวไสตั้ง (a) จังหวะเดินไส (b) จังหวะชักมีดกลับ (c) แนวป้อนไส (d) แนวกดมีดไส

รูป B 143.3 ลักษณะเดินไสของมีดไสในแนวไสนอน (a) จังหวะเดินไส (b) จังหวะชักมีดกลับ (c) แนวป้อนไส (d) แนวกดมีดไส

แนวเดินไส คือแนวที่มีดเดิน มีอยู่สองจังหวะ คือ จังหวะเดินไส (จังหวะเดินไปหน้า) และจังหวะชักมีดกลับ ซึ่งมิได้เป็นจังหวะงาน ฉะนั้นในการเดินไสครั้งหนึ่งๆ มีดจึงต้องเดินสองจังหวะ เป็นจังหวะคู่ ไปและกลับ

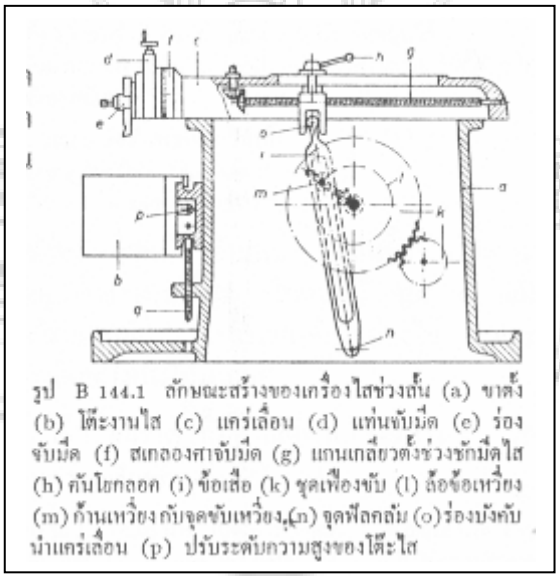
แนวป้อนไส แนวป้อนไสนี้ทำให้เศษไสกว้างหรือแคบได้ตามต้องการ ถ้าเป็นชิ้นงานไสธรรมดา คือมีดไสวิ่งไปอยู่ในแนวนอน แนวป้อนไสจะต้องดันชิ้นงานเข้าหามีด แต่ถ้าเป็นงานไสชนิดโต๊ะไสเคลื่อนเข้าหามีดแนวป้อนไส จะต้องดันมีดไสเข้าหาชิ้นงาน

แนวกดมีดไส ทำให้ไสได้รอยไสลึกหรือตื้น งานไสธรรมดาให้ปรับมีดไส ให้กัดลึกหรือตื้นตามต้องการแต่สำหรับงานไสที่ต้องเครื่องโต๊ะไสเข้าหามีด การตั้งความลึกของรอยไสให้กัดผิวงานเข้ากับข้างมีด (รูป B 143.5 เครื่องไสช่วงสั้น)



ลักษณะสร้างของเครื่องไสช่วงนั้น (รูป B 144.1)

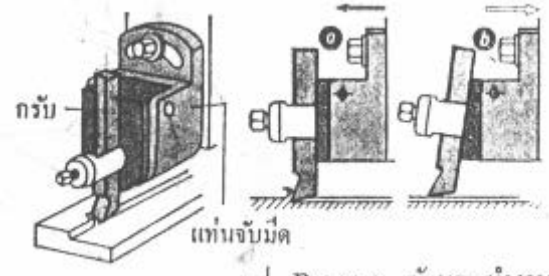
ส่วนประกอบสำคัญๆ ของเครื่องไส ได้แก่ โต๊ะ และแคร่มีดไส ตลอดไปจนถึงระบบขับมีดให้เดินไส และป้อนไส



รูป B 144.1 ลักษณะสร้างของเครื่องไสช่วงต้น (a) ขาตั้ง (b) โต๊ะงานไส (c) แคร่เลื่อน (d) แท่นจับมีด (e) ร่องจับมีด (f) สเกลองศาจับมีด (g) แกนเกลียวตั้งช่วงชักมีดไส (h) คันโยกลอก (i) ข้อเสือ (k) ชุดเฟืองขับ (l) ล้อข้อเหวี่ยง (m) ก้านเหวี่ยงกับจุดขับเหวี่ยง (n) จุดฟิลคลัม (o) ร่องบังคับนำแคร่เลื่อน (p) ปรับระดับความสูงของโต๊ะไส

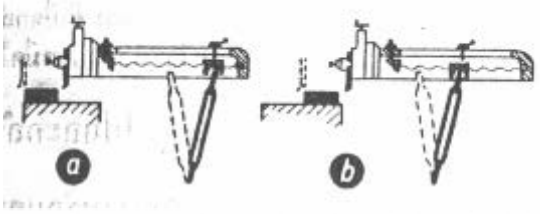
ระบบขับมีด นั้น ใช้ผิวเลื่อน นำมีดให้เดินได้เป็นแนวไส ที่ปลายแคร่เลื่อน จะเป็นแท่นจับมีดไสวิธีจับมีดจะต้องจับ ให้มีกรับกระดกได้อีกโสดหนึ่งด้วย (รูป B 144.2 และ .3) ในจังหวะเดินหน้า ซึ่งหน้าจังหวะไส กรับนี้จะไม่กระดก แต่จะกดแน่นเข้ากับแท่นจับมีด ทำให้มีดไสเดินไสได้ แต่ในจังหวะชักกลับ กรับนี้จะกระดกยกมีดไสขึ้นพ้นผิวงาน ทำให้ทั้งคมมีดไสไม่หักและผิวงานก็ไม่เป็นรอยขุดที่ไม่ต้องการ แท่นจับมีด ทำให้มีดไสเดินไสได้ แต่ในจังหวะชักกลับ กรับนี้จะกระดกยกมีดไสขึ้นพ้นผิวงาน ทำให้ทั้งคมมีดไสไม่หักและผิวงานก็ไม่เป็นรอยขุดที่ไม่ต้องการ แท่นจับมีดที่ปลายแคร่เลื่อนนั้น จับมีด

โดยถอดเปลี่ยนมีดได้ ยิ่งกว่านั้นจะยังมีสเกลองศาตั้งมีดไสให้เป็นมุมต่าง ๆ ได้อีกด้วย แกนเกลียวภายในแคร่เลื่อนมีไว้ให้ปรับขนาดช่วงชักมีดไสได้



รูป B 144.2
กรับจับมีด

รูป B 144.3 ลักษณะทำงานของกรับจับมีด (a) ในจังหวะไส (b) ในจังหวะชักกลับ



รูป B 144.4 วิธีปรับขนาดและตำแหน่งช่วงชักมีดไส (a) เมื่อชิ้นงานวางอยู่ที่ขอบโต๊ะด้านนอก (b) เมื่อชิ้นงานวางอยู่ที่ขอบโต๊ะด้านใน

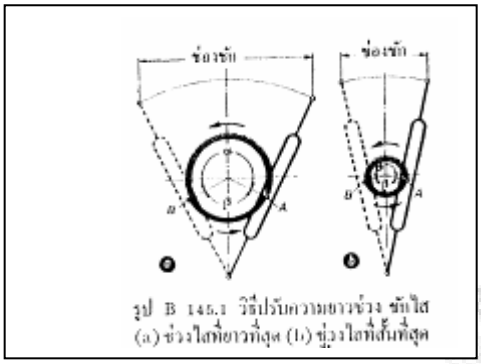
ชิ้นงานไสนั้น จับวางไสได้หลายลักษณะบนโต๊ะไส (รูป B 144.4) ช่วงชักมีดจะต้องตั้งให้ตรงกับขนาดของงาน วิธีตั้งช่วงชัก ให้คลายคันโยกลอคออกเสียก่อน แล้วหมุนแกนเกลียว ตั้งช่วงชักมีดไสจนได้ช่วงชักที่ต้องการ ต่อจากนั้นจึงโยกค้นโยกลอคคืนตำแหน่งลอคดังเดิม

โต๊ะงานไส ใช้สำหรับจับชิ้นงานไส ปรับให้สูงต่ำหรือไปทางด้านข้างได้ด้วยแกนเกลียว

ระบบขับมีด จะต้องขับมีดให้เดินได้ทั้งไปข้างหน้าและถอยหลัง กลไกที่ทำให้เดินไปหน้าถอยหลังได้นี้ ใช้กลไก ข้อเสือเหวี่ยง ซึ่งทำให้เปลี่ยนการหมุนรอบ เป็นการเคลื่อนที่ได้ในแนวเส้นตรง เครื่องไส มักขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า จากมอเตอร์กำลังขับจะส่งไปขับเฟืองหมุนให้หมุนทางเดียวตัวเฟืองตาม โดยเหตุที่ร่วมแกนหมุนอยู่กับล้อข้อเหวี่ยง ก็จะเหวี่ยงไปในแนวเส้นรอบวงกลม จุดเหวี่ยงนี้สวมอยู่ในแขนเหวี่ยงโยก ซึ่งปลายล่างติดแน่นเป็นจุดฟัลคลัม ก็จะเหวี่ยงโยกไปมา ที่จุดปลายแขนเหวี่ยงโยกด้านบนจะพอดีสวมอยู่ในร่องบังคับนำแคร่เลื่อนได้ไปมา ยังมีเครื่องไสอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งมิได้เลื่อนไสด้วยกลไกดังกล่าว แต่เลื่อนด้วยพลังไฮโดรลิค

ความยาวช่วงไส ปรับได้โดยเลื่อนตำแหน่งจุดเขี้ยวเหวี่ยง โดยปรกติเครื่องไสจะต้องชักกลับภายในเวลาที่สั้นกว่าชักในจังหวะไส (รูป B 145.1) ช่วงชักที่ยาวที่สุด (รูป B 145.1) ได้แก่ตำแหน่งที่จุดเขี้ยวเหวี่ยง อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางมากที่สุด ช่วงไสนั้น เหลาเหวี่ยงจะต้องหมุนจาก A ไป B ด้วยมุม α และในช่วงชักกลับจาก B สู่ A ด้วยมุม α มุม β โตกว่ามุม β ช่วงไสต้องใช้เวลานานกว่าช่วงชักกลับ ข้อนี้สมเหตุสมผลดีแล้ว เพราะจังหวะชักกลับมิได้เป็นจังหวะงาน ยิ่งชักได้เร็วยิ่งดี

ส่วนช่วงชักที่สั้นที่สุดนั้น ตำแหน่งของจุดเขี้ยวเหวี่ยง จะต้องอยู่ใกล้จุดศูนย์กลางมากที่สุด ในกรณีนี้ มุม α และ β จะต่างกันไม่มากนัก ระยะเวลาชักในช่วงไส และช่วงชักกลับจะแตกต่างกันไม่มากเลย



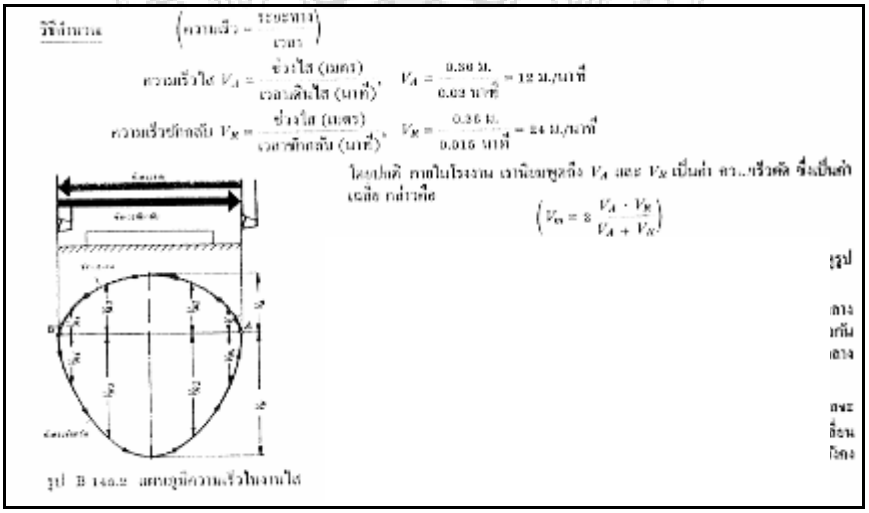
รูป B 145.1 วิธีปรับความยาวช่วง ชักไส
(a) ช่วงไสที่ยาวที่สุด (b) ช่วงไสที่สั้นที่สุด

ตัวอย่าง ถ้า $\alpha = 240^\circ$ $\beta = 120^\circ$ และเพลาเหวี่ยงไสหมุนได้ครบรอบภายใน 3 วินาที จงคำนวณระยะเวลาในจังหวะไส และจังหวะชักกลับ

วิธีคำนวณ 1 รอบ = 360° ภายใน 3 วินาที
จังหวะชักกลับ = 120° ด้วยเวลา 1 วินาที
จังหวะไส = 240° ด้วยเวลา 2 วินาที

ความเร็วตัดในงานไส ความเร็วไส ($V\alpha$) ได้แก่อัตราเร็วที่มีดไสเดินไสในจังหวะไส วัดเป็น เมตร/นาที ความเร็วในจังหวะ ชักกลับ เรียกว่า ความเร็วชักกลับ (VR)

<u>ตัวอย่าง</u> กำหนดให้ ช่วงไส L = 360 มม. เวลางานในจังหวะไส t_A = 0.03 นาที ในจังหวะชักกลับ t_R = 0.015 นาที จงคำนวณ ความเร็วไส V_A และความเร็วชักกลับ V_R (ค่า V_A และ V_R ที่กำหนดให้นี้ ให้ถือเป็นค่าเฉลี่ย ไม่ใช่ถือเป็นค่าเฉลี่ย ไม่ใช่ความเร็วค่าสูงสุด)


วิธีคำนวณ $\left(\text{ความเร็ว} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}\right)$

ความเร็วไส $V_A = \frac{\text{ช่วงไส (เมตร)}}{\text{เวลาเดินไส (นาที)}}$, $V_A = \frac{0.36\ \text{ม.}}{0.03\ \text{นาที}} = 12\ \text{ม./นาที}$

ความเร็วชักกลับ $V_R = \frac{\text{ช่วงไส (เมตร)}}{\text{เวลาชักกลับ (นาที)}}$, $V_R = \frac{0.36\ \text{ม.}}{0.015\ \text{นาที}} = 24\ \text{ม./นาที}$

โดยปกติ ตามในโรงงาน เขานิยมพูดถึง V_A และ V_R เป็นค่า ความเร็วตัด ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ย ค่าหนึ่ง

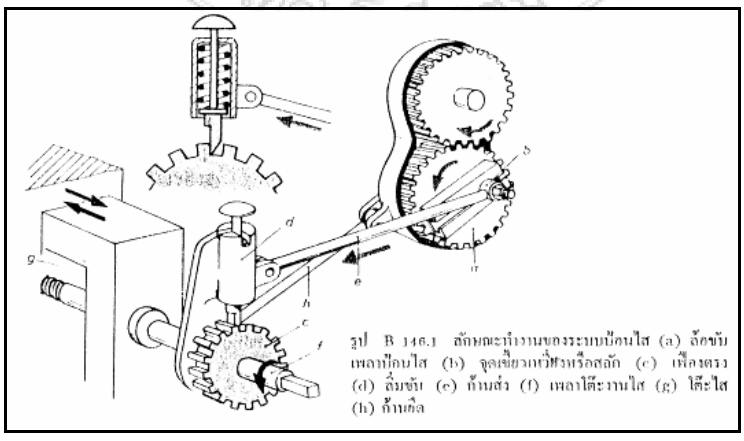
$\left(V_\alpha = 2\ \frac{V_A \cdot V_R}{V_A + V_R}\right)$

รูป B 145.2 แสดงหลักความเร็วในงานไส

เครื่องไสชนิดขับเคลื่อนด้วยจุดเขี้ยวเหวี่ยงนี้ ความเร็วตัดจะไม่เป็นค่าคงที่เลย (ดูรูป B 145.2) เมื่อเริ่มเดินไส ความเร็วตัดแรกเท่ากับศูนย์ และจะเร็วที่สุดด้วยค่า V_A ณ กึ่งกลางช่วงชัก แล้วลดลง จนเมื่อสุดช่วงชักไส ความเร็วตัดจะเท่ากับศูนย์อีก เช่นเดียวกันในจังหวะชักกลับ ความเร็วชักกลับ จะเริ่มจากศูนย์ จบลงด้วยศูนย์ และตรงกึ่งกลางช่วงชักกลับพอดี ความเร็วชักกลับจะมากที่สุด และมากกว่าความเร็วไส

ความยาวช่วงไสกับความเร็วตัด เมื่อจุดเขี้ยวเหวี่ยงหมุนไปครบหนึ่งรอบ เครื่องไสจะเคลื่อนเสร็จครบ สองจังหวะพอดี (1รอบ = 2 จังหวะชัก) ถ้าความยาวช่วงไสเปลี่ยนความเร็วตัดก็จะต้องเปลี่ยนตาม กล่าวคือ ระยะเวลาของจังหวะชักทั้งสองยังคงเดิมอยู่ แต่ความยาวช่วงไส จะเปลี่ยนไปเท่านั้น

ระบบป้อนไส การป้อนไสมักป้อนก่อนจังหวะเดินไสหน่อยหนึ่ง แลเห็นได้ชัดว่าเป็นการป้อนไสจังหวะกระตุกๆ วิธีป้อนไสตามหลักให้ป้อนด้วยเครื่อง คือ มีเพลาป้อนไสขับป้อนอยู่ ไม่ให้ป้อนไสด้วยมือ เพราะมิฉะนั้น รอยไสจะไม่เป็นรอย สม่ำเสมอ และผิวงานก็จะหยาบขรุขระมากเกินควร ข้อพึงระวังก็คือ อย่าป้อนไสมากเกินควร จนเป็นการบังคับ เครื่องอาจเกิดเสียหายได้ ล้อขับเพลาป้อนไส จะมีร่องตัว T ฝังอยู่เป็นร่องยาว (ดูรูป B 146.1) ในร่องมีจุดเขี้ยวเหวี่ยง หรือสลักติดอยู่เลื่อนได้ไปตามร่อง T บนจุดเขี้ยวเหวี่ยงจะมีก้านส่งสวมอยู่ที่อีกข้างหนึ่งของปลายก้านส่งจะมีชุดลิ่มขับร่องฟันเฟืองให้หมุนขยับเคลื่อนโต๊ะงานไสได้ที่ละน้อย คือทีละฟัน หรือสองสามฟันสุดแต่จะตั้งโดยเหตุที่ล้อขับเพลาป้อนไสนั้น ต้องหมุนเป็นวงกลม ในขณะที่ล้อหมุนดึงก้านส่งไปทางข้างหลัง เพื่อที่จะป้องกันมิให้ลิ่มขัดต้องตึงโต๊ะไสตามกลับไปด้วย ลิ่มขัดนั้นจะต้องมีลักษณะเป็นแรตเชต กล่าวคือ ยกตัวเองให้ขึ้นพ้นฟันเฟืองซี่เก่าได้ และกลับไปตกที่ระหว่างซี่ฟันเฟืองข้างหลัง เมื่อล้อขับเพลาป้อนไสนั้นหมุนกลับมา ก็จะทำให้ลิ่มขัดนี้ ขับเฟือง หมุนเพลาโต๊ะไสได้อีกจังหวะหนึ่ง เป็นเช่นนี้ติดต่อกันเรื่อยไปเป็นจังหวะดันป้อนไส และถอยลิ่มออกไปเพื่อเริ่มจังหวะใหม่ที่ละ 180□ของอัตราหมุน ระยะป้อนไสนั้น ตั้งได้โดยกำหนดตำแหน่งของจุดเขี้ยวเหวี่ยง หรือสลัก ถ้าเป็นงานไสหยาบให้ตั้งก้านส่งให้ขับเฟืองได้ทีละหลาย ๆ ฟัน แต่ถ้าเป็นงานไสละเอียด ให้ตั้งขยับได้ทีละฟัน



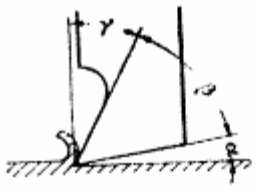
รูป B 146.1 ลักษณะทำงานของระบบป้อนไส (a) ล้อขับเพลาป้อนไส (b) จุดเขี้ยวเหวี่ยงหรือสลัก (c) เฟืองตรง (d) ลิ่มขับ (e) ก้านส่ง (f) เพลาโต๊ะงานไส (g) โต๊ะไส (h) ก้านดึง

ตัวอย่างงาน เพลาโต๊ะไสตัวหนึ่ง เป็นเพลาที่มีระยะพิต 4 มม. ซึ่งหมายความว่า เมื่อเพลานี้หมุนครบหนึ่งรอบ โต๊ะงานไสจะขยับได้ช่วงป้อนไส 4 มม. ถ้าฟันเฟืองป้อนไสนั้นมี 20 ฟัน ซี่ฟันเฟืองหนึ่ง ๆ เมื่อเคลื่อนไป จะให้ระยะป้อนไสยาวเท่ากับ 4 มม. ÷ 20 = 0.2 มม.

สำหรับเครื่องไสที่ปรับความสูงของโต๊ะไสได้หลายตำแหน่ง จำเป็นต้องมีก้านส่งที่ปรับขนาดความยาวได้ต่าง ๆ กัน วิธีทำก็คือ ให้ใช้ก้านยึดช่วยจับให้ล้อขับเพลาป้อนไส อยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ ที่ระยะจากศูนย์ของล้อนั้น อยู่ห่างจากเพลาโต๊ะ เป็นระยะคงที่เสมอ

มีดไส

มีดไส โดยปรกติเป็นมีดเหล็กรอบสูง และส่วนที่เป็นคมมักเป็นคมเหล็กโลหะแข็ง ลักษณะของมีดไสเหมือนกับมีดกลึงเป็นส่วนมาก ใช้แทนกันได้ ที่แตกต่างกันใช้แทนกันไม่ได้ ก็มีแต่เป็นส่วนน้อย (รูป B 147.1)



รูป B 147.1 มุมของมีดไส
α = มุมฟรี β = มุมลิ่ม
γ = มุมคาย

มีดไสหยาบ (รูป B 147.2) มีดชนิดนี้ต้องการไสผิวให้เสร็จโดยเร็วที่สุด เศษไสจะต้องเป็นเศษหนา มีเนื้อที่ภาคตัดโต มีดต้องมีลำตัวแข็งแรง

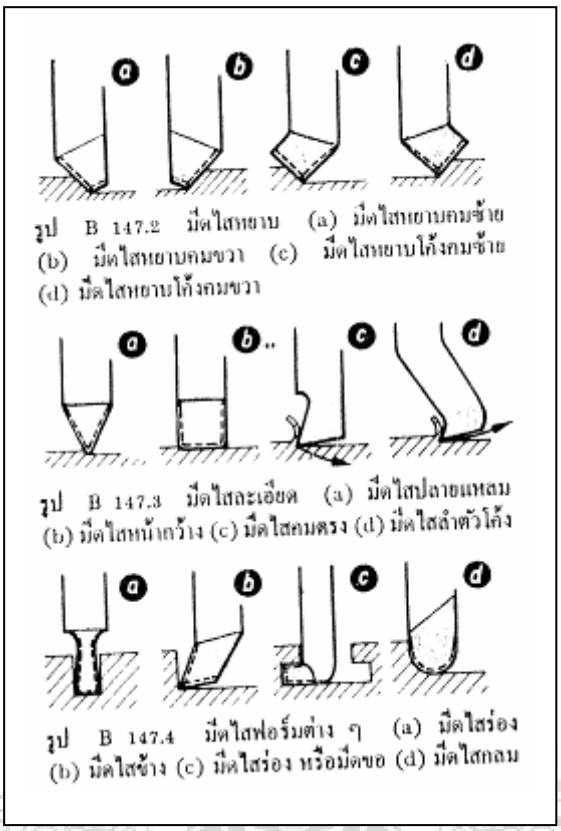
มีดไสละเอียด (รูป B 147.3) ใช้ไสผิวละเอียดเรียบ สะอาด คมมีด มักเป็นคมโค้งบนหรือเป็นหน้าคมมีด ในจังหวะชักกลับ มีดไสละเอียด จะต้องยกให้พ้นผิวงาน มิฉะนั้นจะทำให้ผิวเป็นรอยถู มีดไสละเอียดชนิด ลำตัวโค้ง ใช้สำหรับไสผิวงานที่มีความแข็งไม่คงที่ เพราะในทันทีที่คมมีดสะดุดความแข็ง คมมีดไสจะสปริงตัวเองหนีออกมาพ้นผิวงานได้เองไม่สะดุด เป็นรอบเหมือนมีดไสธรรมดา ถ้าต้องการปัดเศษไสออกให้พ้นผิว ก็จงอย่าใช้ขอเกี่ยวเศษไสออกมา ขอจะขูดผิวงานเป็นรอยได้

มีดไสรอยพิเศษ (รูป B 147.4) ใช้สำหรับไสรอยไสที่ต้องมีทรงหรือลักษณะเป็นพิเศษแตกต่างออกไป

วิธีจับมีด วิธีจับมีดต้องจับให้แน่นอย่าได้ดีเป็นสปริงได้เป็นอันขาด การติดมีให้โผล่มีดออกมาจากแท่นมีดให้น้อยที่สุด (รูป B 147.5)

สำหรับงานไสแนวนอน วิธีจับมีดจะต้องจับให้อยู่ในแนวดิ่งตั้งฉากกับชิ้นงาน และในจังหวะชักมีดกลับ กรับมีดจะต้องยกมีดไสขึ้นจากผิวงาน จะได้ไม่เกิดรอยขูดขึ้นบนผิว

ถ้าเป็นงานไส ผิวเอียง และผิวดิ่ง ช่างจะต้องเอียงสะพานเลื่อยมีด และปรับ ตำแหน่งกรับมีดให้เข้าลักษณะตำแหน่งที่ยกมีดไสพ้นจากผิวงานได้ในจังหวะชักกลับ (ดูรูปอธิบาย B 147.6)



รูป B 147.2 มีดไสหยาบ (a) มีดไสหยาบคมซ้าย (b) มีดไสหยาบคมขวา (c) มีดไสหยาบโค้งคมซ้าย (d) มีดไสหยาบโค้งคมขวา

รูป B 147.3 มีดไสละเอียด (a) มีดไสปลายแหลม (b) มีดไสหน้ากว้าง (c) มีดไสคมตรง (d) มีดไสลำตัวโค้ง

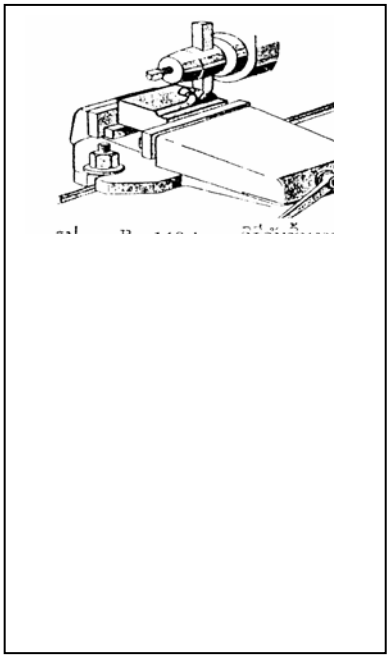
รูป B 147.4 มีดไสฟอร์มต่าง ๆ (a) มีดไสร่อง (b) มีดไสข้าง (c) มีดไสร่อง หรือมีดขอ (d) มีดไสกลม

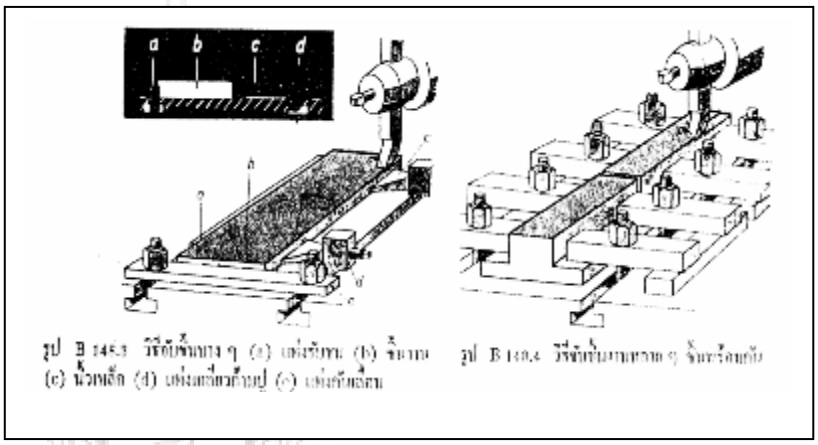
วิธีจับชิ้นงานไส

วิธีจับชิ้นงานไส จะต้องจับให้ระหว่างชิ้นงานและแท่นรองรับมีความฝืดมากที่สุด ทั้งนี้เพื่อป้องกันมอให้ชิ้นงานเลื่อนหนีออกไปได้เพราะถูกแรงตัด ณ บริเวณดังกล่าวนั้น ค่าความฝืดนี้จะมีความฝืดมากขึ้น ถ้าความหยาบของผิวแท่นรอง รับและแรงที่นับยึดได้นั้นมีมาก ถ้าแรงจับยึดนั้นมากเกินควรก็ไม่ดีเหมือนกัน อาจเกิดอันตรายได้ หากชิ้นงานนั้นเป็นชิ้นบาง ๆ บริเวณพื้นที่จับยึดชิ้นงานจะต้องโตพอประมาณ เพราะหากพื้นที่นี้โตไม่พอ ขณะจับจะต้องใช้แรงกดอัดมากเกินไปบนผิวงานจะปรากฏเป็นรอยกดขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่พึงประสงค์ผิวที่จับยึดกับผิวแท่นรองรับ ก่อนจับชิ้นงานจะต้องปัดสะอาดปราศจากเศษ โลหะ และเศษไส โดยสิ้นเชิงเสียก่อน

ชิ้นงานเล็ก ๆ ควรใช้จับด้วยปากกาเครื่องมือกล (รูป B 148.1) วิธีจับให้จับโดยโผล่ผิวงานให้พ้นแนวผิวปากกาขึ้นมาพอสมควร วางแท่นรองรับในปากกา ใช้ค้อนไม้ตอกให้แน่ใจว่า ได้แนวระดับและแน่น ลักษณะการวางปากกาให้วางในลักษณะที่เมื่อเดินมีดไส มีดจะเดินขนานกับแนว

ปากกา ยิ่งถ้าเป็น ชิ้นงานที่ผิวขนานกัน จะไสได้แนวตรง และจับให้แน่นได้ง่ายมาก วิธีวัดและวิธีสอบขนาดชิ้นงาน จะทำได้สะดวกไม่เสียเวลาเลย





<u>ชิ้นงานโต ๆ</u> ให้จับมั่นเข้ากับโต๊ะไสเลยทีเดียว (ดูรูป B 148.2) เครื่องช่วยจับได้แก่ สลักและเหล็กจับ หัวของสลักนั้นเลื่อนอยู่ในร่องตัว T ในโต๊ะไส ตัวเหล็กจับ ทำหน้าที่จับชิ้นงานให้แน่นติดกับผิวโต๊ะได้ด้วยสลักยึดลงไว้ เหล็กจับนี้ จะต้องวางได้ขนานกับผิวที่จับยึด มิฉะนั้นบริเวณจับยึดจะมีพื้นที่เล็กกว่าควร ตัวสลักควรอยู่ใกล้ ๆ กับชิ้นงาน จะได้มีแรงยึดลงบนโต๊ะไสได้มาก และโดยปรกติกฎของคานงัดจะช่วยให้บังเกิดแรงยึดได้แน่นแข็งแรงขึ้น ในกรณีที่ไม่ต้องการจับของชิ้นงาน ก็ให้ใช้นิ้วเหล็กจับยันไว้ที่ข้าง ๆ ชิ้นงาน กับโต๊ะ (รูป B 148.3)

วิธีตั้งคู่จังหวะไส

วิธีตั้งความเร็วคู่จังหวะไสต่อนาที จะต้องตั้งโดยพิจารณาจากค่าความเร็วไสที่ต้องใช้ และระยะช่วงชัก ความเร็วไส ดูได้จากตาราง T 149.1

จำนวนคู่จังหวะไสต่อนาที อ่านได้จากตารางบนเครื่องไส โดยทราบว่าจะต้องใช้ความเร็วไสเร็วเท่าใดเสียก่อน (ตาราง T 149.2) หรือจะใช้วิธีคำนวณก็ได้ จำนวนคู่จังหวะไสต่อนาทีนี้สำหรับเครื่องไสต่างชนิดกัน ใช้ไม่เท่ากัน

วิธีกำหนด จำนวนคู่จังหวะไสต่อนาทีด้วยตารางบนเครื่องไส

ตัวอย่าง ต้องการไสหยาบผิวเหล็กหล่อ ด้วยมีดไสเหล็กรอบสูง ระยะช่วงชักมีด 300 มม. จะต้องใช้ความเร็ว คู่จังหวะไสเท่าใด

วิธีคำนวณ จากตาราง T 149.1 ให้ใช้ความเร็วไสประมาณ 14 ม./นาที

จากตาราง T 149.2 ให้ใช้จำนวนคู่จังหวะไส 28 คู่ ต่อนาที

วิธีตั้งช่วงชักมีด (รูป B149.1)

ระยะช่วงชักมีดเท่ากับผลบวกของความยาวงานไส l ช่วงหน้ามีด l_a และช่วงหลัง มีด l_u รวมกันเพื่อมิให้มีระยะปลอดงานแฝงอยู่มากเกินไป ทั้ง l_a และ l_u จะต้องเป็นระยะที่แคบที่สุดที่จะทำงานได้ โดยปกติ เรามักใช้ l_a = 20 มม. และ l_u = 10 มม.

วิธีตั้งช่วงป้อนไสปละความลึกรอยไส (รูป B 149.2)

ช่วงป้อนไสจะตั้งให้ป้อนมากหรือน้อยสุดแต่ลักษณะงานไสที่ต้องกระทำ

พื้นที่ภาคตัดเศษไส = ความลึกรอยไส x ช่วงป้อนไส A = a.s

พื้นที่ภาคตัดของเศษไส จะไสให้ได้ขนาดตามอำเภอใจไม่ได้ ทั้งนี้ต้องดูกำลังเครื่องเป็นเกณฑ์ ขนาดของเศษไสจะต้องมีขนาดอยู่ในกำลังเครื่อง

ถ้าเป็นงาน ไสหยาบ ความลึกรอยไสควรโตกว่าช่วงป้อนไส ประมาณ 3-5 เท่า

ถ้าเป็น งานไสละเอียด ความลึกรอยไสและช่วงป้อนไสควรจะเท่า ๆ กัน และเป็นค่าน้อย ๆ

ตาราง T 149.1 ความเร็วไส (ม./นาที)

วัสดุมีด	เหล็ก, ทำความแข็งดึง กก./มม.²			เหล็กหล่อ	บรอนซ์ หล่อทอง เหลือง
	40	60	80		
เหล็กเครื่องมือ	16	12	8	12	20
เหล็กรอบสูง	22	16	12	14	30

ตาราง T 149.2 วิธีกำหนดความเร็วคู่จังหวะไส

จำนวนคู่จังหวะไสต่อนาที	ช่วงชักมีด, มม.			
	100	200	300	400
	v_m – ม./นาที			
28	5.3	10.2	14.2	18.2
52	9.8	19	26.2	33.6
80	15.2	29	41	52

วิธีป้องกันอันตรายจากงานไส

1. ก่อนเดินเครื่องไส ให้หมุนด้วยมือหนึ่งรอบดูเสียก่อน ว่าจะมีส่วนใดไม่ควรกระทบกัน แต่เกิดกระทบกันบ้าง
2. เศษไส ให้ใช้ขอเกี่ยวดึงออกไปจากบริเวณงาน หรือใช้แปรงปัด
3. งานวัดทุกชนิด ให้วัดได้เฉพาะแต่เมื่อเครื่องหยุดนิ่ง

วิธีคำนวณเวลางานไส

L = ช่วงชักมีด, $L = l + l_a + l_u$

V_R = ความเร็วในจังหวะชักกลับ ม./นาที

V_A = ความเร็วไส ม./นาที

s = ช่วงป้อนไส ในหนึ่งคู่จังหวะไส, มม.

เวลางานไส คำนวณได้จากสูตร

$$\text{เวลา} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{ความเร็ว}}$$

ระยะทางคือ ระยะชักมีด ความเร็วได้แก่ V_R และ V_A

เวลาเดินไส t_A = $\frac{\text{ระยะชักมีด (ม.)}}{\text{ความเร็วเดินไส ม./นาที}}$ $\boxed{t_A = \frac{L}{V_A}}$ (นาที)

เวลาเดินไส t_R = $\frac{\text{ระยะชักมีด (ม.)}}{\text{ความเร็วเดินกลับ ม./นาที}}$ $\boxed{t_R = \frac{L}{V_A}}$ (นาที)

เวลาสำหรับหนึ่งคู่จังหวะไส t = เวลาเดินไส + เวลาชักกลับ $\boxed{t = t_A + t_R}$

ในงานไสนั้น เราจะต้องทราบขนาดช่วงป้อนไส และความกว้างงานไส โดยแท้จริง เพื่อจะได้คำนวณคู่จังหวะชักล่วงหน้าได้ถูกต้อง ความกว้างงานไส เท่ากับ ความกว้างของชิ้นงานรวมกับช่วงนำมีดข้างซ้ายและข้างขวา ข้างละ 5 มม. (รูป B 150.1)

ความกว้างงานไส B = ความกว้างชิ้นงาน + ช่วงนำมีดที่ข้างซ้ายและขวา $\boxed{B = b + 2 \times 5 \text{ มม.}}$

จำนวนคู่จังหวะไสเท่ากับ ความกว้างงานไส หารด้วย ช่วงป้อนไส

จำนวนคู่จังหวะไส Z = $\frac{\text{ความกว้างงานไส}}{\text{ช่วงป้อนไส}}$ $\boxed{Z = \frac{B}{s}}$

เวลางานไส คำนวณได้จากผลคูณ ของจำนวนคู่จังหวะไส กับเวลาไสที่ต้องใช้ในหนึ่งคู่จังหวะ

เวลางานไส t_h = จำนวนคู่จังหวะไส x เวลาไสต่อหนึ่งคู่จังหวะ $\boxed{t_h = Z \cdot t}$

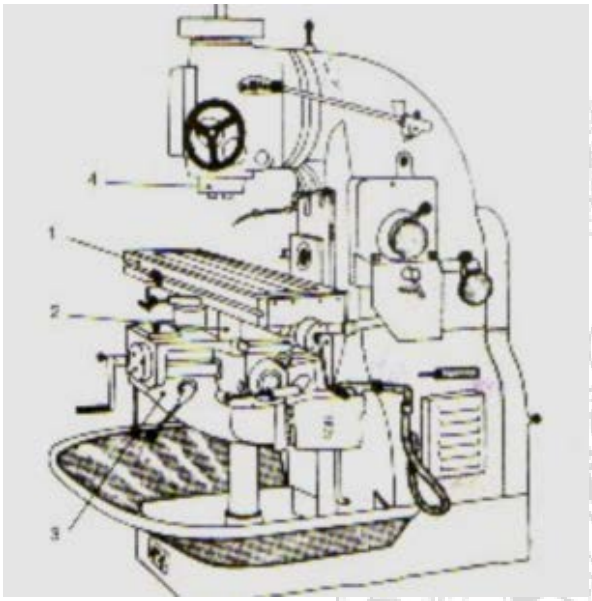
<u>ตัวอย่าง</u> ต้องการไสผิวหยาบแผ่นงานแผ่นหนึ่ง จงคำนวณ เวลางานไส

กำหนดให้ ความยาวงาน 260 มม. ความกว้างของชิ้นงาน 90 มม. t_a = 30 ม./นาที t_u = 10 มม. V_R = 20 ม./นาที ช่วงป้อนไส 1 มม./คู่จังหวะไส ช่วงนำมีดข้างซ้ายและขวาข้างละ 5 มม.

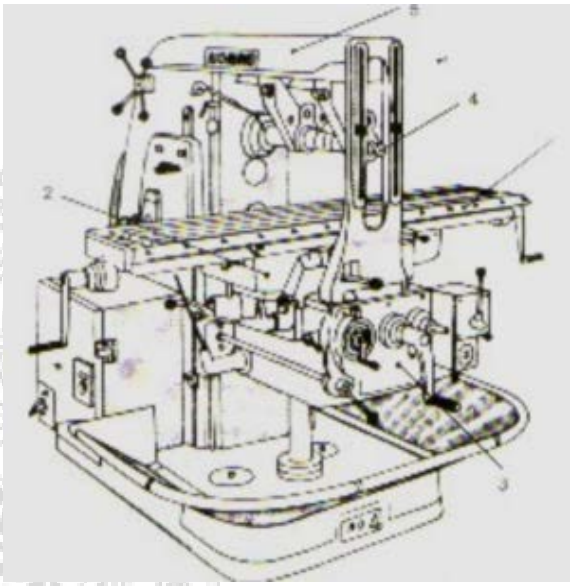
เนื้อหาบทเรียน เครื่องกัด (Milling mchine)

ประเภทหรือชนิดของเครื่องกัด

งานกัดเป็นขั้นตอนการตัดเฉือนลดขนาดวัสดุชิ้นงานโดยอาศัยมีดกัดที่หมุนอยู่ ชิ้นงานสามารถเคลื่อนที่ได้ 3 ทิศทางที่ตั้งฉากซึ่งกันและกันและในตำแหน่งที่สัมพันธ์กับมีดกัด ทิศทางทั้งสามได้แก่ ในแนวยาว แนวขวาง และแนวตั้ง ตามลำดับ เครื่องกัดที่แบ่งตามลักษณะของเพลามีดกัดมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิดคือ ชนิดหนึ่งเพลามีดกัดจะตั้งฉากกับผิวหน้าของชิ้นงาน (รูปที่ 1) ชนิดนี้เรียกว่า เครื่องกัดตั้ง อีกชนิดหนึ่งเพลามีดกัดจะอยู่ในแนวขนานกับผิวหน้าของชิ้นงาน และชนิดนี้เรียกว่า เครื่องกัดเพลานอน (รูปที่ 2) ทั้ง 2 ชนิดใช้ในการผลิตชิ้นส่วนของแม่พิมพ์กันอย่างแพร่หลาย



เครื่องกัดแกนเพลาตั้ง

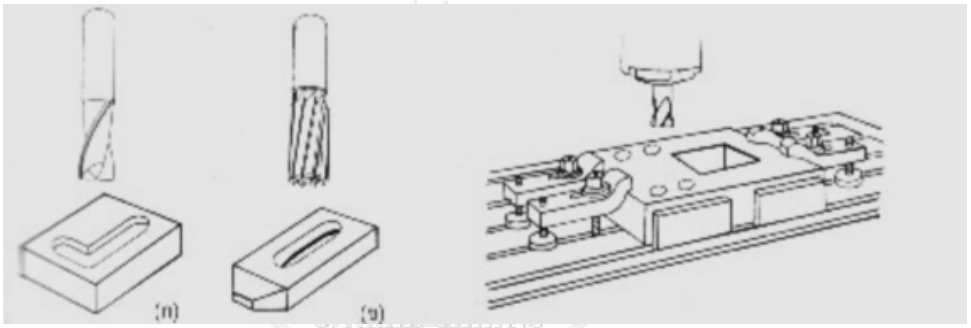


เครื่องกัดแกนเพลานอน

รูปที่ 1-2

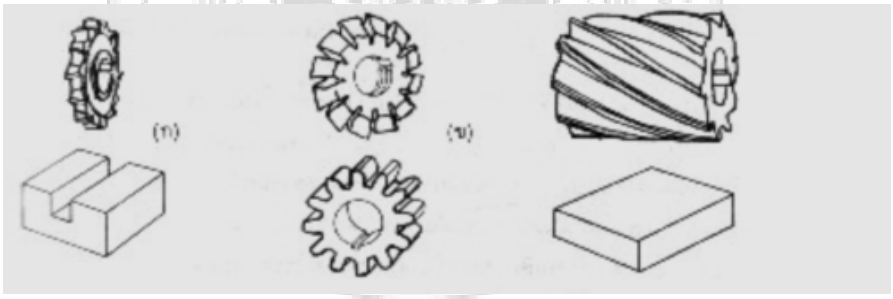
ทั้งสองชนิดนี้จะมีลักษณะส่วนประกอบของโต๊ะงานกัด (1) ที่เหมือนกัน ซึ่งเราจะกล่าวถึงส่วนเครื่องนี้เป็นอันดับแรก โต๊ะงานกัด (1) จะประกอบอยู่บนรางเลื่อนของอานม้า (2) ทำให้สามารถเคลื่อนที่ตามแนวยาวได้ส่วนอานม้าจะประกอบอยู่บนแท่นโต๊ะงาน (3) ซึ่งมีรางเลื่อนทำมุม 90 องศากับรางเลื่อนของอานม้า ทำให้ชิ้นงานสามารถเคลื่อนที่ตามแนวขวางได้ ส่วนแท่นโต๊ะงานที่เป็นส่วนรองรับหักของโต๊ะงานจะประกอบอยู่กับรางเลื่อนแนวตั้ง ทำให้สามารถเลื่อนป้อนชิ้นงานขึ้น-ลงได้ สำหรับเครื่องกัดเพลานอนความลึกรอยกัดตั้งได้โดยอาศัยการเคลื่อนที่ในแนวตั้งนี้ ส่วนเครื่องกัดตั้งการเคลื่อนที่ในแนวตั้งองโต๊ะงานนี้ใช้สำหรับปรับระยะห่างของชิ้นงานกับมีดกัดให้มีระยะที่เหมาะสมและตั้งความลึกรอยกัดด้วยมือหมุนป้อนของเพลามีดกัด

เครื่องกัดแกนเพลาตั้ง (รูปที่ 1) ประกอบด้วยชุดหัวกัดตั้ง (4) ภายในหัวฉีดกัดตั้งจะประกอบด้วยเพลาหัวเครื่อง ซึ่งได้รับกำลังขับหมุนจากมอเตอร์ไฟฟ้าผ่านชุดระบบส่งกำลัง เพลาหัวเครื่องที่หมุนด้วยความเร็วสูงสามารถเลื่อนขึ้น-ลงได้ในแนวตั้ง ด้วยมือหมุนหรือกลไกอัตโนมัติ เครื่องกัดชนิดนี้จะใช้มีดกัดตั้ง ดังแสดงในรูปที่ 3 ยึดกับเพลาหัวเครื่องด้วยจำปาจับ มีดกัดชนิดนี้จะประกอบด้วยคมตัดตามแนวเส้นรอบวงและที่ปลายหน้าตัดของมีดกัด ด้วยเหตุนี้ทำให้สามารถกัดกินลึกลงไปในผิวงานและป้อนกดตามแนวยาวหรือแนวขวาง ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปร่างของชิ้นงานที่ต้องการ รูปที่ 4 แสดงให้เห็นการใช้มีดกัดตั้งกัดแผ่นแม่พิมพ์ให้เป็นแอ่งหรือเบ้าที่ต้องการ



รูปที่ 3-4

เครื่องกัดเพลานอน (รูปที่ 2) จะประกอบด้วยเพลาหัวเครื่องที่ส่งกำลังขับให้กับเพลามีดกัด (4) ที่ใช้ยึดมีดกด โดยมีแท่นประคอง (5) ยื่นออกมารองรับเพามีดกัดไม่ให้เกิดการโก่งงอในขณะกัดผิวชิ้นงานมีดกัดที่นิยมใช้ในเครื่องกัดชนิดนี้ คือ จานมีดกัดที่มีคมมีดกัดตามแนวเส้นรอบวงและผิวด้านข้างของจานมีดกัดนิยมใช้ในงานกัดร่องและปาดผิวหน้าชิ้นงาน นอกจากนี้การใช้มีดกัดที่มีรูปฟอร์มหน้าตัดแบบอื่น ๆ จะทำให้สามารถกัดชิ้นงานให้มีรูปร่างที่ต้องการได้ ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5

ขั้นตอนการใช้งานของเครื่องกัดทั้งสองชนิดนี้จะคล้ายคลึงกัน การเคลื่อนที่ของชิ้นงานทั้ง 3 ทิศทาง สามารถทำได้โดยใช้มือหมุนเลื่อนหรือใช้ระบบส่งกำลังขับให้เคลื่อนที่อัตโนมัติ ในทางปฏิบัติ

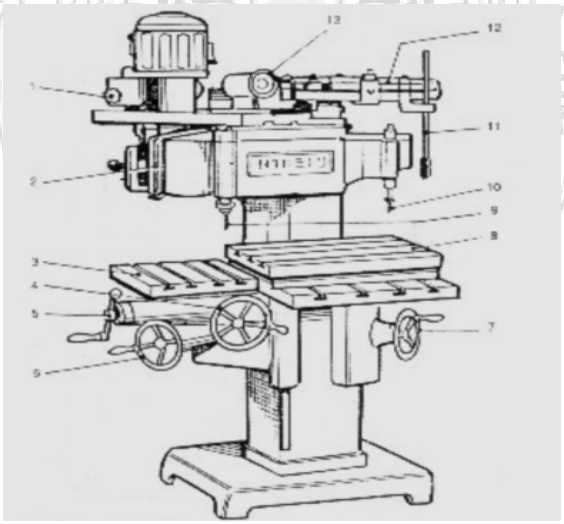
ควรจะเลื่อนโต๊ะงานครั้งละ 1 ทิศทาง ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน ลองพิจารณาตัวอย่างการกัดร่องบนแผ่นยึดแม่พิมพ์ (bolster)

ดังได้กล่าวข้างต้น เครื่องกัดเป็นเครื่องจักรกลที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ได้มากมาย แต่หากต้องการใช้ในงานกัดชิ้นงานที่เป็นรูปทรงสามมิติจะกระทำได้ยากและมักจะพบอยู่เสมอในการทำเบ้าและคอร์ของแม่พิมพ์สำหรับรูปทรงที่ซับซ้อนเช่นนี้ จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรกลที่มีระบบลอกแบบ เช่น เครื่องกัดลอกแบบ เป็นต้น และเครื่องกัดที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์

เครื่องกัดลอกแบบ หลักการทำงานของเครื่องกัดชนิดนี้จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับเครื่องกัดตั้งตรงที่การปาดผิวงานใช้มีดกัดตั้งเดินป้อนกัดหลาย ๆ เที่ยวจนได้ขนาดที่ต้องการ เครื่องกัดลอกแบบจะมีก้านลอกแบบ (tracer) ที่มีระบบควบคุมต่อเข้ากับชุดหัวกัด ก้านลอกแบบจะเคลื่อนที่ตามแผ่นแบบ (template) หรือแบบจำลอง (model) และควบคุมให้มีดกัดเคลื่อนที่ตาม ทำให้สามารถผลิตชิ้นงานที่มีขนาดและรูปร่างถูกต้องตามต้นแบบ (master)

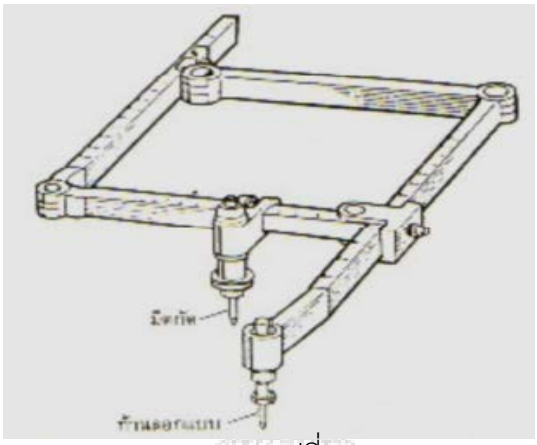
เครื่องกัดลอกแบบสามารถจะแบ่งตามลักษณะของระบบควบคุมของชุดลอกแบบได้เป็น 2 ชนิด คือ เครื่องกัดลอกแบบลายเส้นและเครื่องกัดลอกแบบสามมิติ

เครื่องกัดลอกแบบลายเส้น (Pantograph milling machine) เครื่องกัดลอกแบบชนิดนี้จะอาศัยชุดแขนต่อเป็นตัวถ่ายทอดการเคลื่อนที่จากก้านลอกแบบไปยังมีดกัด โดยทั่วไปจะใช้สำหรับงานเบาๆ การเคลื่อนที่ของก้านลอกแบบจะใช้มือบังคับให้เคลื่อนที่ไปตามแผ่นแบบ ส่วนใหญ่จะลอกแบบขนาด 1:1 หรือลอกแบบได้เท่ากับขนาดแผ่นแบบ แต่เครื่องคัดลอกแบบบางเครื่องสามารถย่อขนาดได้ ทำให้สามารถปรับขนาดของชิ้นงานให้มีความเที่ยงขนาดได้สูง



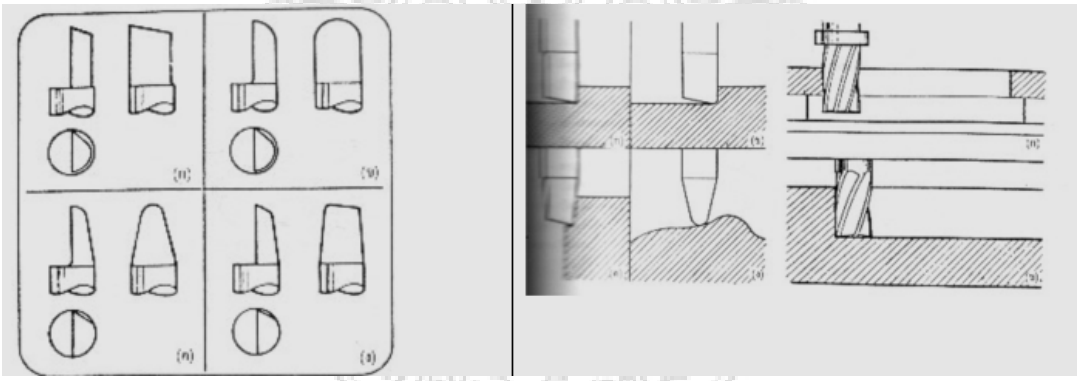
รูปที่ 7

ส่วนต่าง ๆ ของเครื่องกัดลอกแบบลายเส้นได้แสดงไว้ในรูปที่ 7 ชิ้นงานจะถูกจับยึดอยู่บนโต๊ะงานและแผ่นแบบจะยึดเข้ากับโต๊ะแผ่นแบบ ชิ้นงานกับแผ่นแม่แบบจะต้องปรับให้ได้ศูนย์เดียวกัน สำหรับชุดแขนต่อที่สามารถย่อขนาดได้จะต้องปรับอัตราส่วนย่อให้ได้ขนาดตามต้องการ



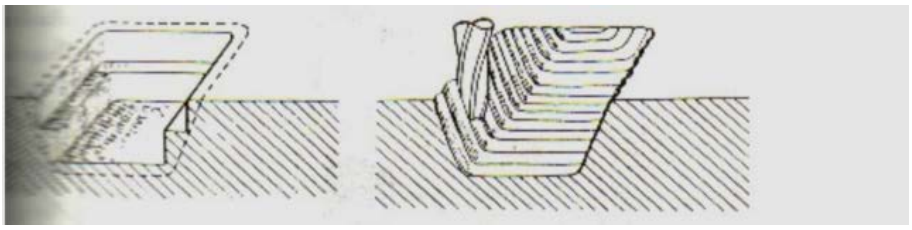
รูปที่ 8

มีดกัดส่วนใหญ่จะใช้มีดกัดแบบคมเดี่ยว ดังแสดงไว้ในรูปที่ 9 ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายฟอร์ม การเลือกใช้จะขึ้นอยู่กับลักษณะงานเป็นสำคัญ ส่วนก้านลอกแบบจะต้องเลือกใช้ให้ฟอร์มที่สัมพันธ์กับมีดกัดที่ใช้ด้วย สำหรับมีดกดที่ใช้นอกจากจะใช้แบบมีดคมเดี่ยวแล้วยังสามารถใช้มีดกัดตั้งที่ใช้ในงานกัดทั่วไปได้ด้วย

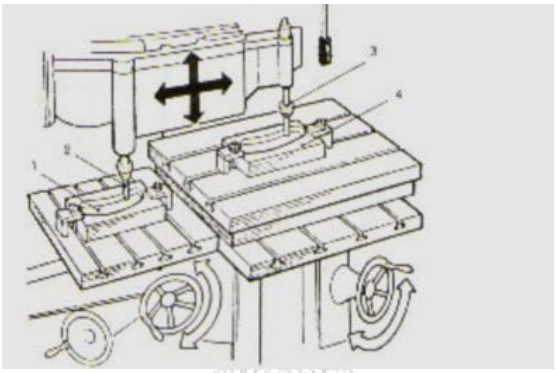


รูปที่ 9-11

ในงานกัดลอกแบบสำหรับชิ้นงานตื้น ๆ สามารถกัดลอกแบบให้สำเร็จในครั้งเดียวได้ แต่สำหรับชิ้นงานที่มีความลึกมากอาจจะแบ่งขั้นตอนงานกัดออกหลาย ๆ ครั้ง เช่น กัดหยาบด้วยเครื่องกัดตั้งทั่วไปจนเกือบได้ขนาดสำเร็จ จากนั้นจึงนำมากัดละเอียดด้วยเครื่องกัดลอกแบบอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งในขั้นนี้อาจจะเดินกัดเพียงเที่ยวเดียวหรือกัดหลาย ๆ เที่ยวก็ได้

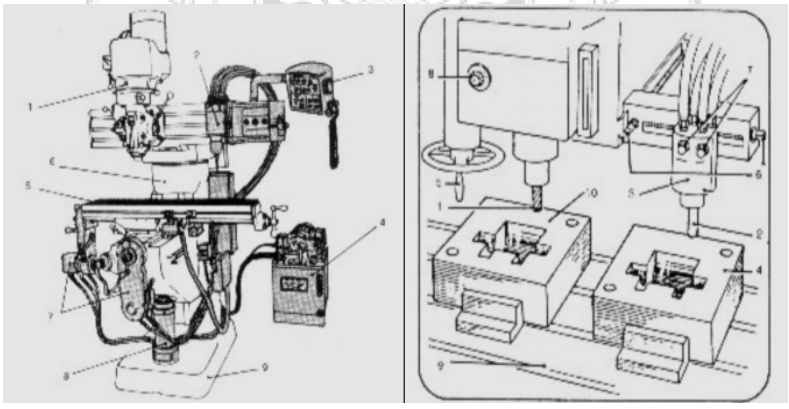


รูปที่ 12-13



เครื่องกัดลอกแบบสามมิติ

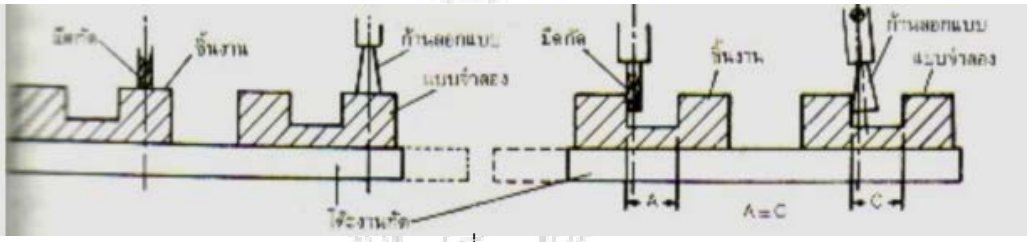
สำหรับชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ เช่น ส่วนเบ้าและส่วนคอร์ที่มีรูปร่างซับซ้อนสามารถผลิตได้โดยใช้เครื่องกัดลอกแบบสามมิติ ซึ่งจะอาศัยก้านลอกแบบที่ติดอยู่กับชุดลอดแบบถ่ายทอดรูปร่างของแผ่นแบบหรือแบบจำลองไปยังชิ้นงาน ระบบควบคุมของชุดลอกแบบมีทั้งที่เป็นระบบไฟฟ้าและระบบไฮดรอลิค ซึ่งจะมีการเคลื่อนที่ลอกแบบโดยอัตโนมัติ สำหรับในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะระบบลอกแบบที่ควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิคเท่านั้น รูปที่ 13 แสดงลักษณะและส่วนประกอบสำคัญของเครื่องกัดลอกแบบสามมิติที่ควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิคมีส่วนประกอบสำคัญ ดังนี้



รูปที่ 14-15

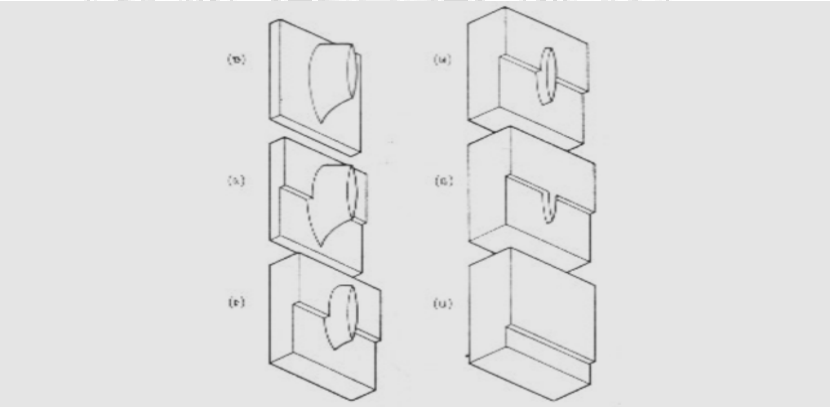
ชิ้นงานและแบบจำลองจะยึดเข้าโต๊ะงานกัด โดยยึดชิ้นงานให้โต๊ะตรงกับตำแหน่งของเพลามีดกัด ส่วนแบบจำลองจะยึดอยู่ทางด้านชุดลอกแบบ ซึ่งอาจยึดโดยตรงเข้ากับโต๊ะงานกัดหรือมีแท่นยึด

แผ่นแบบต่างหากก็ได้ ในขณะทำการกัดลอกแบบ ก้านลอกแบบจะสัมผัสอยู่กับผิวของแบบจำลองอยู่ตลอดเวลา ขณะที่ส่วนปลายของก้านลอกแบบสัมผัสอยู่กับผิวราบ ดังแสดงในรูปที่ 16 เมื่อเปิดสวิทช์ควบคุมให้โต๊ะงานเคลื่อนที่ โต๊ะงานเคลื่อนที่ไปปะทะกับปุ่มตั้งระยะโต๊ะงานจะหยุดเคลื่อนที่ตามแนวยาวหรือแนวขวาง และเกิดการเคลื่อนที่ป้อนในทิศทางที่ตรงกันข้ามการเดินลอกแบบ คือ แนวขวางหรือแนวยาวตามระยะป้อนที่ตั้งไว้ และโต๊ะงานก็ลอกเดินแบบกลับ แต่ถ้าผิวด้านข้างของก้านลอกแบบไปสัมผัสกับส่วนที่นูนหรือเว้าลงไปของแบบจำลองดังแสดงในรูปที่ 17 การเคลื่อนที่ลอกแบบและการเคลื่อนที่ป้อนจะหยุดจากการที่ผิวสัมผัสกับผิวของแบบจำลองนี้จะทำให้ก้านลอกแบบเอียงไปและควบคุมวาล์วไฮดรอลิคบังคับให้กระบอกสูบเลื่อนโต๊ะงานกัดขึ้นหรือลงจนก้านลอกแบบสัมผัสกับผิวราบอีกครั้งหนึ่งก็จะเกิดการเคลื่อนที่ลอกแบบและการเคลื่อนที่ป้อนต่อไปจะเป็นเช่นนี้เรื่อย ๆ จนเสร็จสิ้นการลอกแบบ



รูปที่ 16-17

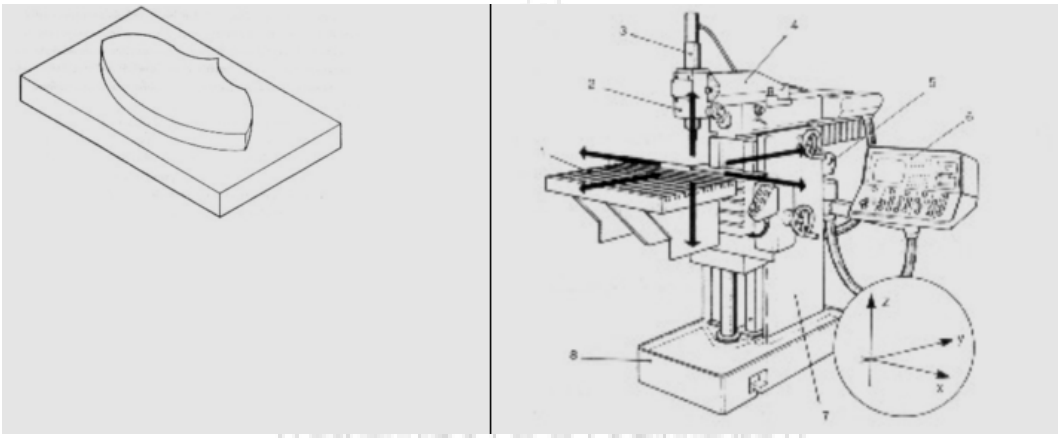
ในทางปฏิบัติจะทำงานกัดลอกแบบชิ้นงานที่มีความลึกมากให้สำเร็จในครั้งเดียวนั้นกระทำได้ยากจำเป็นจะต้องทำการลดขนาดลงเป็นขั้น ๆ ตามขีดความสามารถของเครื่องจักร รูปที่ 18 แสดงให้เห็นขั้นตอนการผลิตคอร์ (core) ของแม่พิมพ์ทำเรือเด็กเล่น ในขั้นแรกจะกัดลอกแบบเฉพาะส่วนด้านบนออกเท่านั้น (ก) , (ข) จากนั้นในขั้นต่อไปจึงค่อย ๆ เพิ่มขนาดความลึกรอยกัดขึ้น (รูป (ค),(ง),(จ)) ซึ่งสังเกตได้จากส่วนของคอร์ที่โผล่ออกมา และในขั้นสุดท้ายเพิ่มความลึกรอยกัดตามขนาดที่ต้องการกัดลอกแบบให้ได้ขนาดสำเร็จ (ฉ)



รูปที่ 18

เครื่องกัดที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์

ชิ้นส่วนแม่พิมพ์ที่มีรูปร่างซับซ้อนและต้องการความเที่ยงตรงขนาดสูง นอกจากจะใช้วิธีกัดด้วยเครื่องกัดลอกแบบซึ่งต้องทำแม่แบบหรือแบบจำลองให้มีขนาดและรูปร่างที่ถูกต้องแล้วยังสามารถทำได้โดยใช้เครื่องกัดควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยโปรแกรมที่ได้รับการออกแบบเฉพาะสำหรับชิ้นงานหนึ่ง ตัวอย่างชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ เช่น ส่วนเบ้าและส่วนคอร์ที่สามารถผลิตได้ด้วยเครื่องกัดชนิดนี้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 1.46 ซึ่งมีลักษณะเป็นส่วนโค้งของรัศมีหลาย ๆ ขนาดประกอบกัน เครื่องกัดที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ส่วนใหญ่จะใช้โปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนงานกัด ลักษณะและการใช้งานทั่วไปจะคล้ายคลึงกับเครื่องกัดอเนกประสงค์ (universal milling machine)



รูปที่ 19-20

จะแตกต่างกันตรงระบบการควบคุมการเคลื่อนที่ ดังกล่าวแล้ว คือ โต๊ะงานและแท่นเลื่อน นอกจากจะมีมือหมุนสำหรับเลื่อนป้อนแล้วจะมีมอเตอร์กระแสตรง (DC motor) ต่อเข้ากับปลายของสกรูแท่นเลื่อนต่าง ๆ สำหรับหมุนขับให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่ มอเตอร์กระแสตรงที่ใช้จะสามารถเคลื่อนที่ได้จังหวะทำให้สามารถควบคุมให้ขับหมุนแท่นเลื่อนไปตามระยะที่ต้องการได้ มอเตอร์เหล่านี้จะต่อเข้ากับแผงควบคุม ในชุดแผงควบคุมนี้จะมีแป้นสำหรับป้อนข้อมูลของโปรแกรมสำเร็จซึ่งจัดเตรียมไว้โดยบริษัทผู้ผลิต เช่น โปรแกรมกัดโค้ง โปรแกรมลบมุม โปรแกรมกัดวงกลม เป็นต้น ผู้ใช้เพียงแต่เลือกใช้โปรแกรมให้เหมาะสมกับงาน และป้อนข้อมูลที่จำเป็นเท่านั้น นอกจากนี้ในแผงควบคุมจะมีระบบจำทำให้สามารถบันทึกโปรแกรมต่าง ๆ เก็บไว้ได้ ดังนั้นชิ้นส่วนของแม่พิมพ์เช่น ส่วนเบ้า ส่วนคอร์ การเจาะรูใส่สลักปลด ปลอกปลด เพลานำ ปลอกนำ เป็นต้น จะสามารถทำได้ง่ายและสามารถทำได้หลาย ๆ ชิ้นที่ต้องการโดยออกแบบโปรแกรมเพียงครั้งเดียวเท่านั้น นอกจากจะใช้ชิ้นส่วนของแม่พิมพ์แล้วยังสามารถใช้ทำแท่งอีเล็คโทรดที่ใช้กับเครื่องสปาร์คที่มีความซับซ้อนและต้องการความเที่ยงขนาดสูงได้

อีกด้วย ส่วนต่าง ๆ ของเครื่องกัดที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ได้แสดงไว้ในรูปที่ 20ซึ่งมีส่วนประกอบใหญ่ ๆ ดังนี้

1 = โต๊ะงานกัด

2 = เพลามีดกัด

3 = ระบบล็อคมีดกัด

4 = แท่นเลื่อน

5 = มอเตอร์กระแสตรง

6 = แผงควบคุม

7 = โครงเครื่อง

8 = ฐานเครื่อง

X = การเคลื่อนที่ตามแนวยาวของโต๊ะงานกัด

Y = การเคลื่อนที่เข้า-ออกของแท่นเลื่อน

Z = การเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของโต๊ะงานกัด

<u>หัวข้อที่ 2</u> ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องกัด

1.เครื่องกัดเพลานอนแบบ Plain Knee and Column ประกอบด้วยส่วนต่างๆที่สำคัญดังนี้

1.1 ฐานเครื่องกัด(Base)ทำด้วยเหล็กหล่ออยู่ติดกับพื้นโรงงานโดยตรง หรืออาจจะมีฐานรองเครื่องรองเพื่อความสะดวกในการปรับระดับ เป็นส่วนที่รองรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่องกัดภายในเป็นโพรงเพื่อบรรจุน้ำหล่อเย็นเพื่อนำไปหล่อเย็นขณะกัดชิ้นงาน

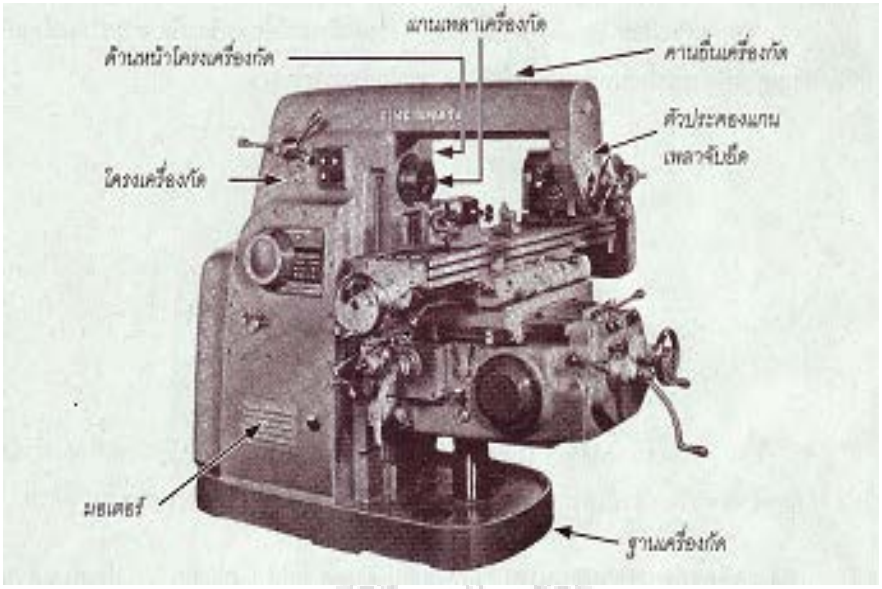
1.2 โครงเครื่องกัด(Column) เปรียบเสมือนลำตัวเครื่องกัด ทำด้วยเหล็กหล่อเป็นส่วนที่ต่อจากฐานเครื่องกัดส่วนใหญ่จะต่อเป็นชิ้นเดียวกันกับฐานเครื่องเป็นส่วนที่รองรับส่วนต่างๆ ของเครื่องกัด ส่วนหน้าของโครงเครื่องกัดจะมีแท่นเลื่อนยึดติดอยู่ ด้านบนของโครงเครื่องกัดจะมีคานยื่นเครื่องกัดประกอบอยู่

1.3 ด้านหน้าโครงเครื่องกัด(Column Face) เป็นส่วนที่อยู่ด้นหน้าของโครงเครื่องกัด

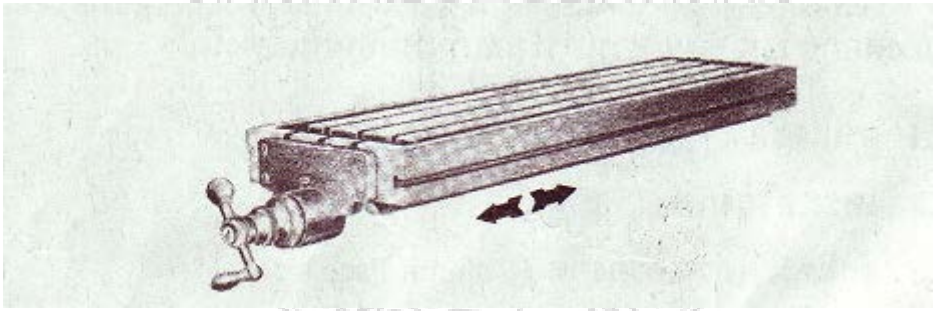
1.4 คานยื่นเครื่องกัด(Over Amn) เป็นส่วนที่ประกอบอยู่ด้านบนของเครื่องกัดสามารถเลื่อนเข้าออกได้ตามความยาวของเพลาจับมีดกัด โดยการคลายเกลียวออกแล้วทำการเลื่อนเข้าออกบนร่องหางเหยี่ยว เมื่อได้เมื่อได้ตำแหน่งแล้วทำการขันเกลียยึดให้แน่นอย่างเดิม

1.5 แกนเพลาเครื่องกัด(Spindel) เป็นส่วนที่อยู่ด้นหน้าของโครงเครื่องกัด เป็นส่วนที่รับกำลังจากชุดเฟืองทดแล้วส่งกำลังให้แกนเพลาจับยึดมีดกักพามีดกัดหมุนตัวงาน

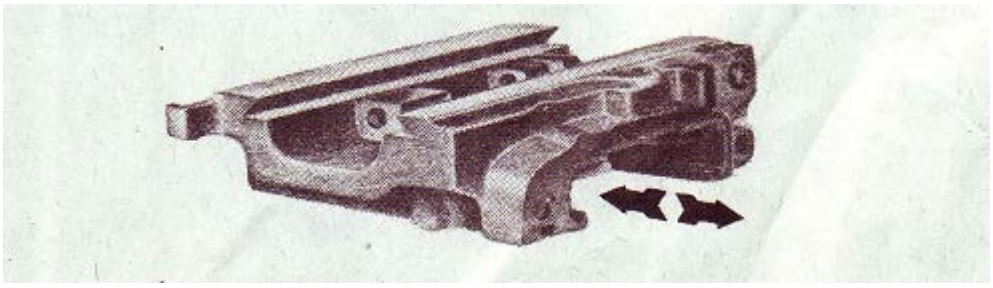
1.6 ตัวประคองแกนเพลาตับมีดกัด (Arbor Support) ทำหน้าที่เป็นตัวประคองแกนเพลาจับมีดกัด เป็นส่วนที่จับยึดอยู่กับตัวคานยื่นเครื่องกัด สามารถเลื่อนเข้าออกได้บนร่องหางเหยี่ยวของคานยื่นเครื่องกัด เมื่อได้ตำแหน่งแล้วสามารถยึดให้แน่นด้วยการขันเกลียว



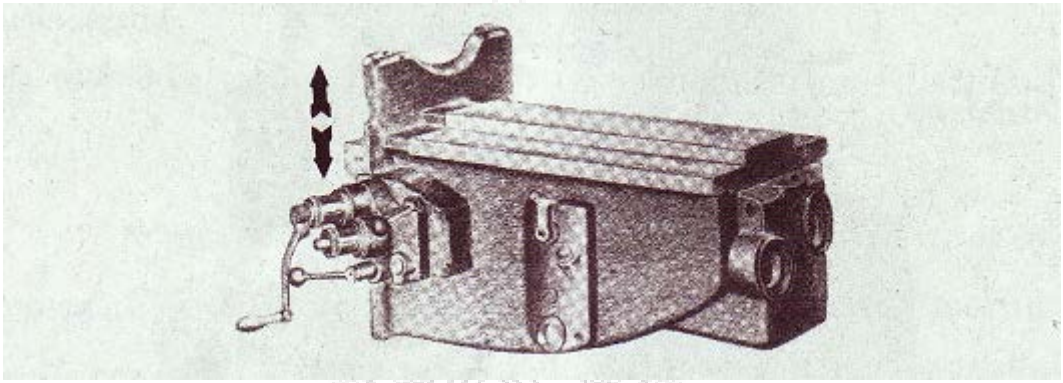
1.7 โต๊ะงาน(Table) เป็นส่วนที่มีไว้จับชิ้นงานโดยตรง หรือจับยึดอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ปากกาจับงาน หัวแบ่งศูนย์ท้ายเครื่องกัด สามารถเคลื่อนซ้ายขวาได้เพื่อป้อนชิ้นงาน



1.8 แคร่เลื่อน (Saddle) จะประกอบอยู่บนแท่นเลื่อน ทำหน้าที่เคลื่อนที่เข้าออกอยู่บนแท่นเลื่อน ไม่สามารถหมุนเป็นองศาได้



1.9 แท่นเลื่อน(Knee) จะยึดติดอยู่ด้านหน้าของโครงเครื่องกัด สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้บนหน้าของโครงเครื่องกัด เพื่อป้อนความลึกในการกัดงาน



1.10 มอเตอร์(Motor) ไปตัวกำลังที่ส่งกำลังไปยังเพลาหัวเครื่องกัดเพื่อส่งกำลังให้ดอกกัดหมุนกัดงาน และยังส่งกำลังไปยังชุดขับเคลื่อนส่วนต่างๆให้เคลื่อนที่อัตโนมัติด้วย

2. **เครื่องกัดเพลานอนแบบ** Universal Knee and Column ประกอบด้วยส่วนต่างๆที่สำคัญ และวิธีการทำงานเหมือนกับเครื่องกัดธรรมดาทุกอย่าง มีส่วนประกอบเหมือนกันต่างกันตรงที่โต๊ะทำงานของเครื่องกัด Universal Knee and Column สามารถบิดเอียงเป็นองศาได้ทั้งซ้ายและขวาเพื่อใช้ในการกัดงานเป็นมุม เช่นงานกัดเฟืองเฉียงงานกัดมุมบิดของดอกสว่าน ส่วนประกอบที่เหมือนกันมีดังนี้

2.1 ฐานเครื่องกัด(Base)ทำด้วยเหล็กหล่อ อยู่ติดกับพื้นโรงงานโดยตรง หรืออาจจะมีฐานรองเครื่องรองเพื่อความสะดวกในการปรับระดับ เป็นส่วนที่รองรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่องกัดภายในเป็นโพรงเพื่อบรรจุน้ำหล่อเย็นเพื่อนำไปหล่อเย็นขณะกัดชิ้นงาน

2.2 โครงเครื่องกัด(Column) เปรียบเสมือนลำตัวเครื่องกัด ทำด้วยเหล็กหล่อเป็นส่วนที่ต่อจากฐานเครื่องกัดส่วนใหญ่จะต่อเป็นชิ้นเดียวกันกับฐานเครื่องเป็นส่วนที่รองรับส่วนต่างๆของ

เครื่องกัด ส่วนหน้าของโครงเครื่องกัดจะมีแท่นเลื่อนยึดติดอยู่ ด้านบนของโครงเครื่องกัดจะมีคานยื่นเครื่องกัดประกอบอยู่

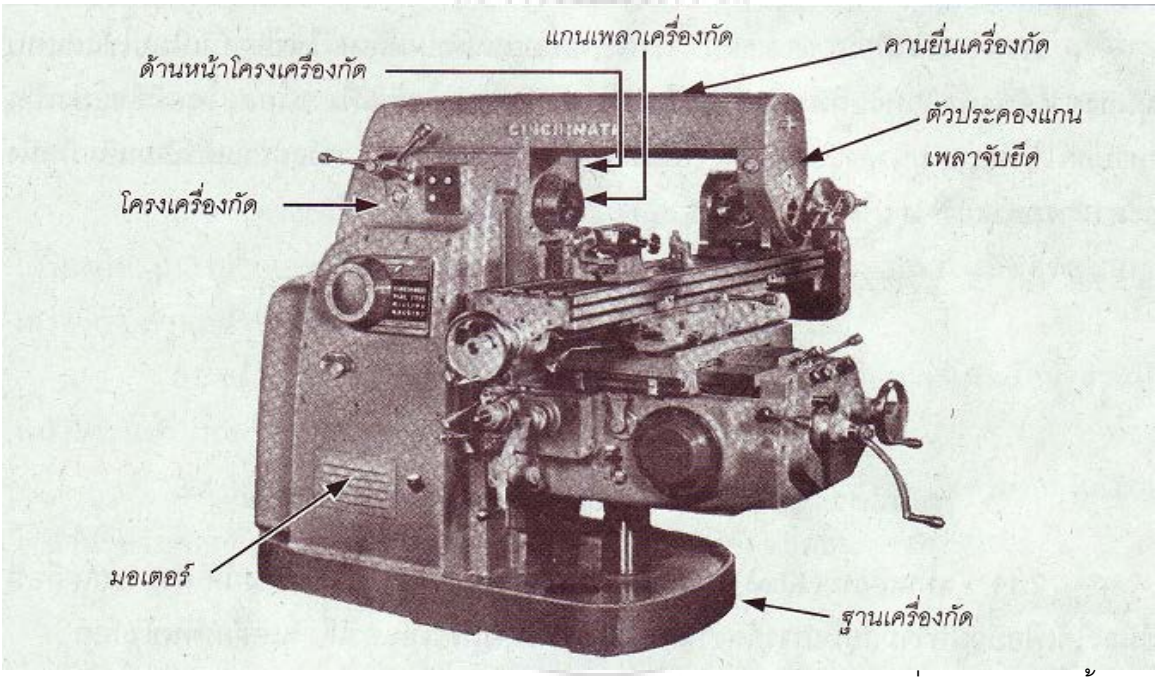
2.3 ด้านหน้าโครงเครื่องกัด(Column Face) เป็นส่วนที่อยู่ด้นหน้าของโครงเครื่องกัด

2.4 คานยื่นเครื่องกัด(Over Amn) เป็นส่วนที่ประกอบอยู่ด้านบนของเครื่องกัด สามารถเลื่อนเข้าออกได้ตามความยาวของเพลาจับมีดกัด โดยการคลายเกลียวออกแล้วทำการเลื่อนเข้าออกบนร่องหางเหยี่ยว เมื่อได้เมื่อได้ตำแหน่งแล้วทำการขันเกลียวยึดให้แน่นอย่างเดิม

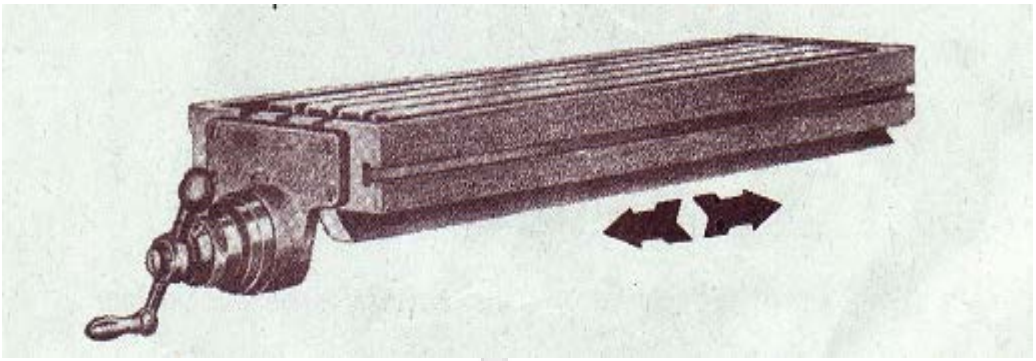
2.5 แกนเพลาเครื่องกัด(Spindel) เป็นส่วนที่อยู่ด้นหน้าของโครงเครื่องกัด เป็นส่วนที่รับกำลังจากชุดเฟืองทดแล้วส่งกำลังให้แกนเพลาจับยึดมีดกักพามีดกัดหมุนตัวงาน

2.6 ตัวประคองแกนเพลาตับมีดกัด (Arbor Support) ทำหน้าที่เป็นตัวประคองแกนเพลาจับมีดกัด เป็นส่วนที่จับยึดอยู่กับตัวคานยื่นเครื่องกัด สามารถเลื่อนเข้าออกได้บนร่องหางเหยี่ยวของคานยื่นเครื่องกัด เมื่อได้ตำแหน่งแล้วสามารถยึดให้แน่นด้วยการขันเกลียว

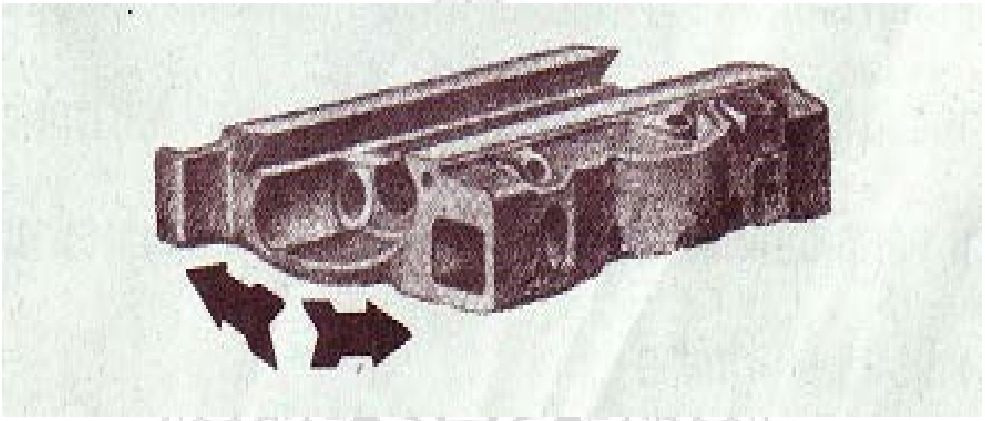
2.7มอเตอร์(Motor) ไปตัวกำลังที่ส่งกำลังไปยังเพลาหัวเครื่องกัดเพื่อส่งกำลังให้ดอกกัดหมุนกัดงาน และยังส่งกำลังไปยังชุดขับเคลื่อนส่วนต่างๆให้เคลื่อนที่อัตโนมัติด้วย



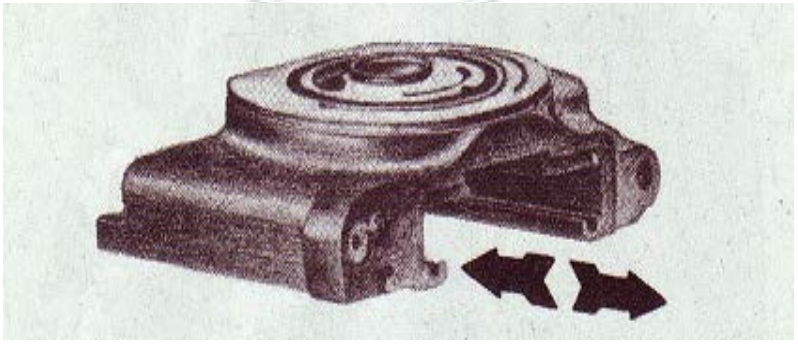
2.8 โต๊ะงาน(Table) จะว่างอยู่บนฐานหมุนรองรับโต๊ะงาน เป็นที่สำหรับจับยึดชิ้นงานโดยตรงหรือจะนำอุปกรณ์ต่างๆมาจับยึดเพื่อใช้จับยึดชิ้นงานอื่นอีก เช่น ปากกาจับงาน หัวแบ่งโต๊ะงานจะมีแขนหมุนเพื่อเดินป้อนชิ้นงานกัดงานด้วยดอกกัดชนิดต่างๆ



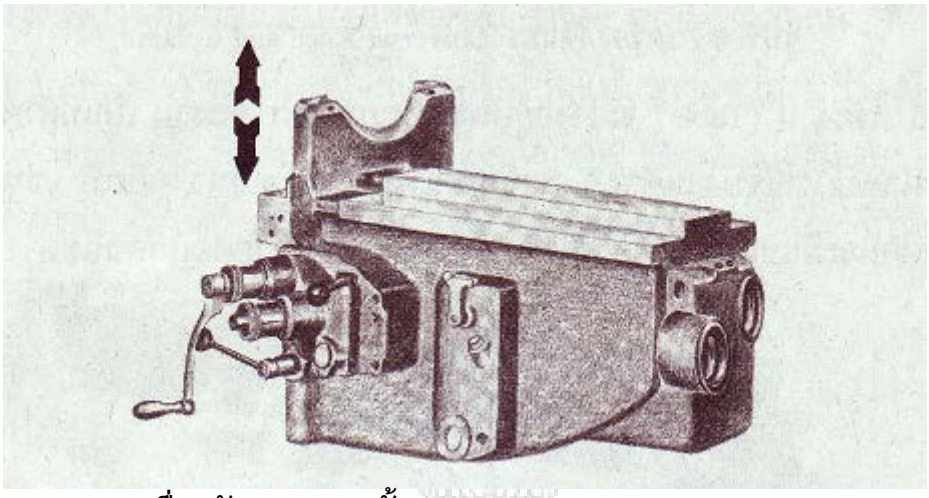
2.9 ฐานหมุนรองรับโต๊ะงาน (Swiveling Table Housing) จะวางอยู่บนแคร่เลื่อน สามารถหมุนเป็นองศาได้เพื่อทำให้โต๊ะงานหมุนเอียงเป็นองศาโดยมีขีดบอกและยังมีรางให้โต๊ะงานเคลื่อนที่ซ้ายขวาได้ด้วย



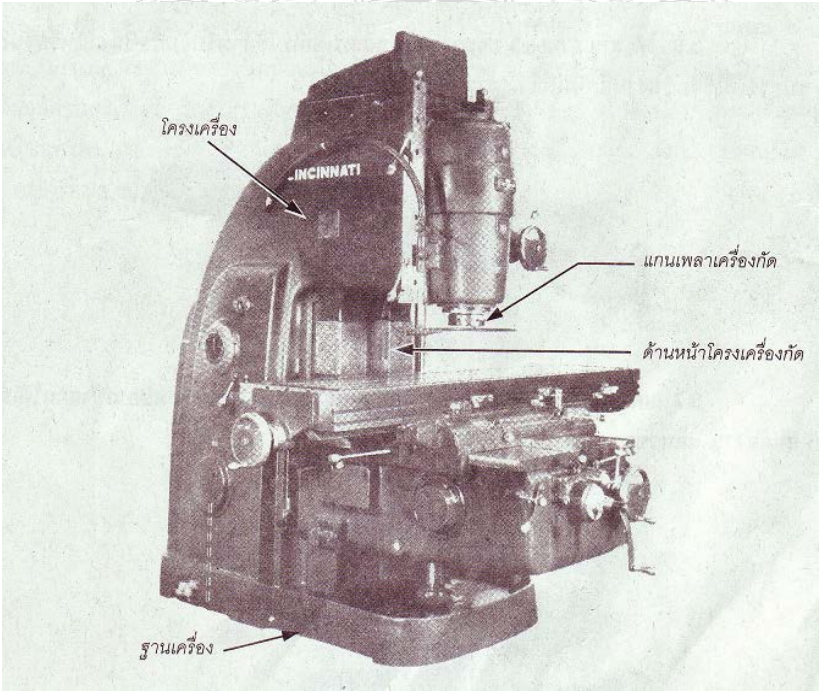
2.10 แคร่เลื่อน(Saddle) จะประกอบอยู่บนแท่นเลื่อน ในปัจจุบันนิยมใช้แต่แบบหมุนองศาได้ เพื่อสำหรับกัดงานเอียงเป็นองศาต่างๆ เช่น กัดเฟืองเฉียง โดยมีขีดแบ่งเป็นองศาบอกไว้ มีฐานหมุนรองรับโต๊ะงาน (Swiveling Table Housing) ว่างอยู่บนแคร่เลื่อนอีกทีหนึ่งและสามารถหมุนเป็นมุมได้ทั้งซ้ายขวา



2.11 แท่นเลื่อน(Knee) จะยึดติดอยู่ด้านหน้าบนโครงเครื่องกัด สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้เพื่อป้อนความลึกในการกัดงาน ด้านบนจะมีรางเพื่อให้แคร่เคลื่อนที่เข้าออก



3. **เครื่องกัดแกนเพลาตั้งแบบ** Vertical Knee and Column Milling Machine ส่วนต่างๆโดยทั่วไปของเครื่องกัดแกนเพลาตั้งจะเหมือนเครื่องกัดเพลานอน จะต่างกันตรงที่เครื่องกัดเพลาตั้งไม่มีคานยื่นเครื่องกัด และเพลาเครื่องกัดเพลาตั้งจะเปลี่ยนจากแกนเพลานอนมาเป็นแกนเพลาตั้ง เครื่องกัดแกนเพลาตั้งจะนำมาใช้ประโยชน์ในการกัดงานในแนวตั้งด้วยดอกกัดต่างๆ เช่น ดอกกัดเอนมิลล์ ดอกกัดปาดหน้า แล้วยังสามารถนำมาใช้เจาะรู คว้านรู กัดลูกเบี้ยว และงานอื่นๆอีกมากมาย



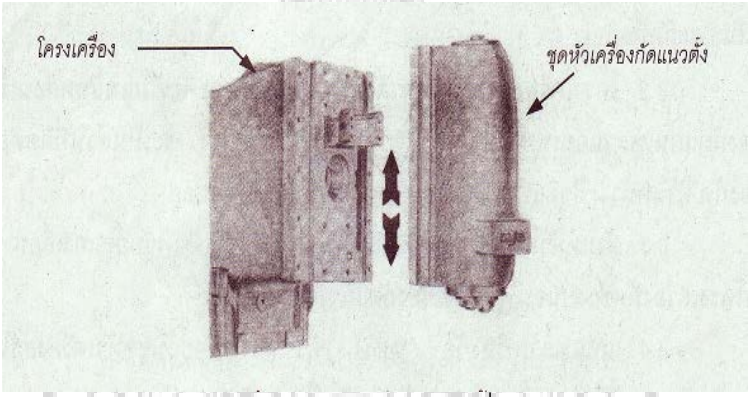
3.1 ฐานเครื่องกัดแกนเพลาตั้ง (Base) ทำด้วยเหล็กหล่อเหมือนกับเครื่องกัดแกนแนวนอน เครื่องกัดภายในเป็นโพรงเพื่อบรรจุน้ำหล่อเย็นเพื่อนำไปหล่อเย็นเพื่อระบายความร้อนในขณะกัดชิ้นงาน

3.2 โครงเครื่องกัดแกนเพลาตั้ง (Column) จะทำด้วยเหล็กหล่อเหมือนโครงเครื่องกัดแกนแนวนอนแต่อาจมีรูปร่างต่างกันบ้าง จะเป็นส่วนที่ติดต่อจากฐานเครื่องกัด ด้านหน้าจะมีชุดแท่นเลื่อนและชุดหัวเครื่องประกอบอยู่

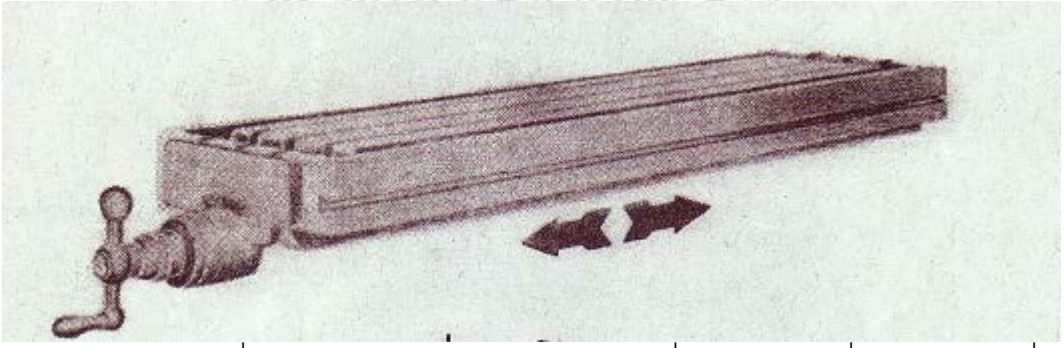
3.3 ด้านหน้าโครงเครื่องกัด(Column Face) จะเป็นที่จับยึดแคร่เลื่อน ส่วนด้านหน้าโครงเครื่องกัดช่วงบนจะมีชุดหัวเครื่องกัดแนวตั้งประกอบอยู่

3.4 แกนเพลาเครื่องกัด(Spindel) เป็นส่วนที่อยู่กับชุดหัวเครื่องอยู่ในแนวตั้ง ใช้สำหรับจับดอกกัดในแนวตั้ง ดอกกัดเอนมิลล์ ดอกกัดปากหน้า

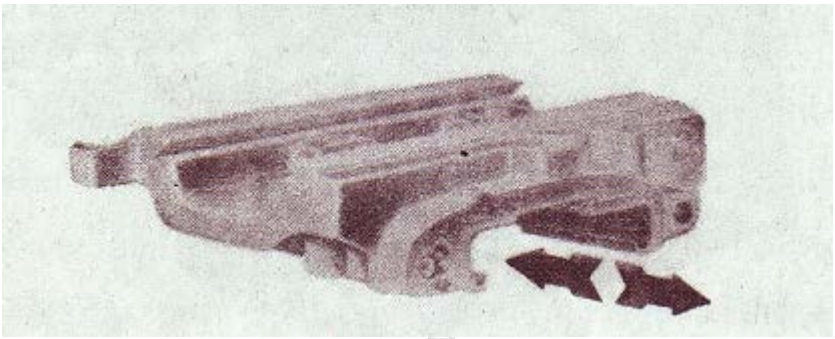
3.5 ชุดหัวเครื่องกัดแนวตั้ง (Vertical Head) เป็นชุดที่ประกอบอยู่ด้านหน้าของโครงเครื่องและประกอบด้วยแกนเพลาเครื่องกัดแนวตั้ง



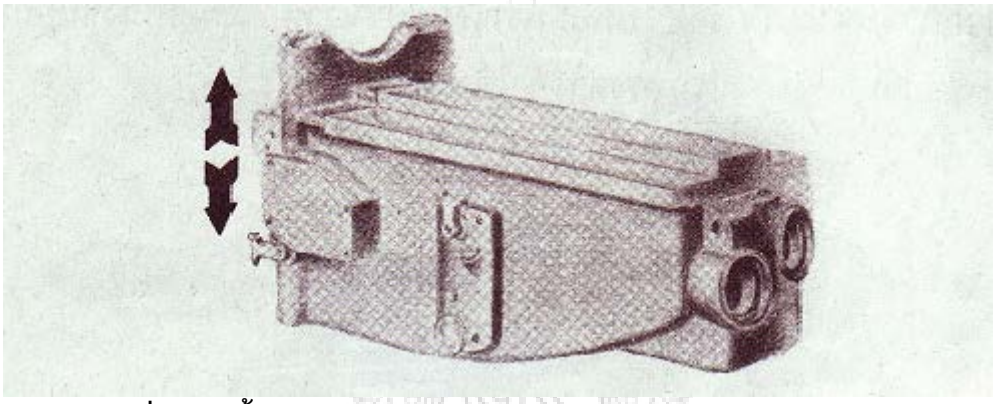
3.6 โต๊ะงาน (Table) ประกอบอยู่บนแคร่เลื่อน ใช้สำหรับจับยึดชิ้นงานหรือจับยึดอุปกรณ์ที่ใช้จับชิ้นงานอีกทีหนึ่ง สามารถเคลื่อนซ้ายขวาได้



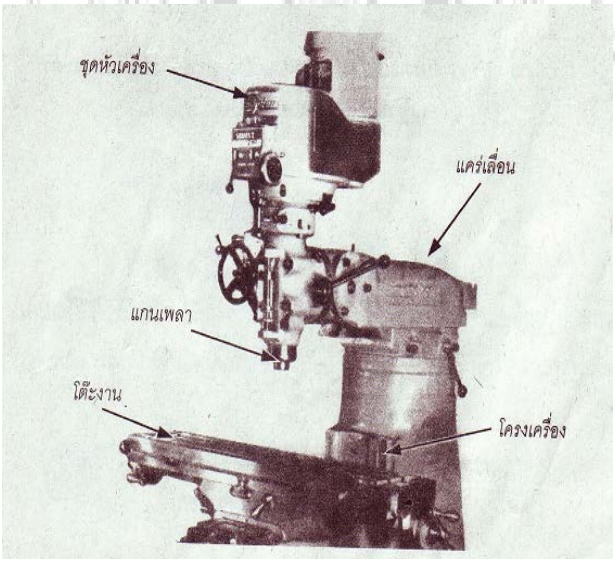
3.7 แคร่เลื่อน (Saddle) ประกอบอยู่บนแท่นเลื่อน สามารถเลื่อนเข้าออกได้เพื่อป้อนกัดแนวงานได้ในแนวขวาง



3.8 แท่นเลื่อน(Knee) ประกอบอยู่ด้านหน้าของโครงเครื่อง สามารถเลื่อนขึ้นลงได้เพื่อป้อนการกินลึกชิ้นงานเวลากัดงาน จะมีแขนหมุนเพื่อใช้ยกขึ้นโดยมีเกลียวยกขึ้น (Elevating Screw)

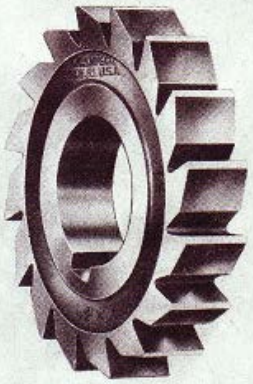


4. **เครื่องกัดตั้งแบบ Ram Type** จะมีส่วนต่างๆคล้ายกัน แบบ Knee and Column จะต่างกันตรงชุดหัวเครื่องแบบ Ram type จะมีแคร่เลื่อน เหมือนด้นไสอยู่ด้านบนโครงเครื่อง ชุดหัวเครื่องจะอยู่ด้านบนส่งกำลังมายังแกนเพลาเครื่อง แกนเพลาเครื่องสามารถป้อนเคลื่อนที่ขึ้นลงได้เหมือนการป้อนกินงานของเครื่องเจาะโดยมีแขนหมุน

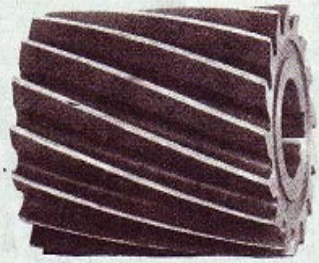


หัวข้อที่ 3 **ชนิดดอกกัด** (Cutter) **และ มีดกัด** (End mill)

เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับเครื่องกัด สามารถทำให้เครื่องกัดทำงานหลากหลาย เพราะอุปกรณ์เหล่านี้มีมากมายหลายแบบ ดังนี้

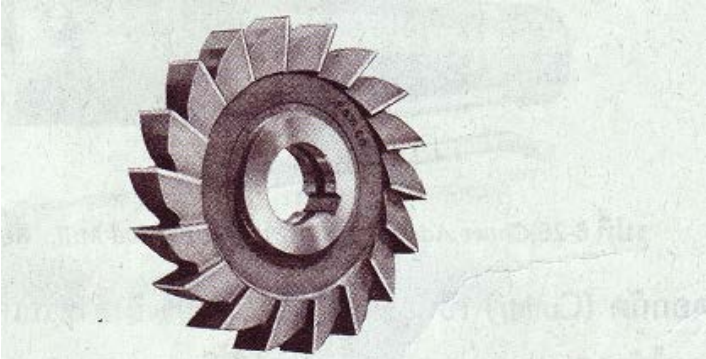


Plain-Milling Cutter เป็นดอกกัดสำหรับกัดร่อง กัดร่องลิ่มและกัดผิวราบ จะมีฟันตรงส่วนใหญ่มีขนาดความหนาไม่เกิน ¾ นิ้ว หรือประมาณ 19 มม.

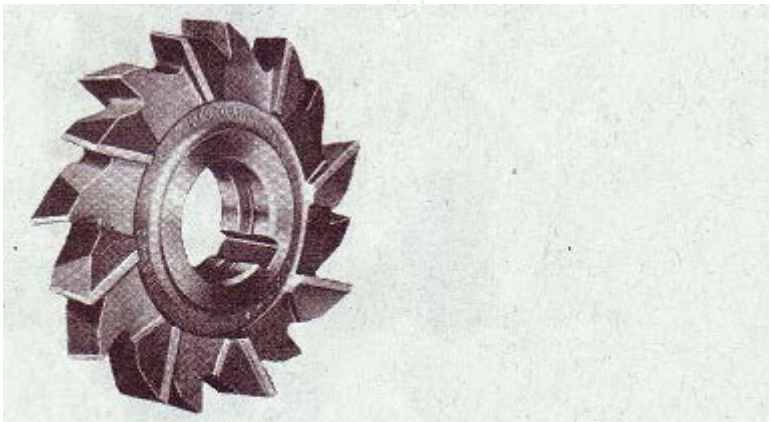


Plain Spiral-Tooth Milling Cutter เป็นดอกกัดสำหรับกัดผิวราบ จะมีฟันเอียง ส่วนใหญ่จะมีขนาดความหนามากกว่า ¾ นิ้ว หรือประมาณ 19 มม.

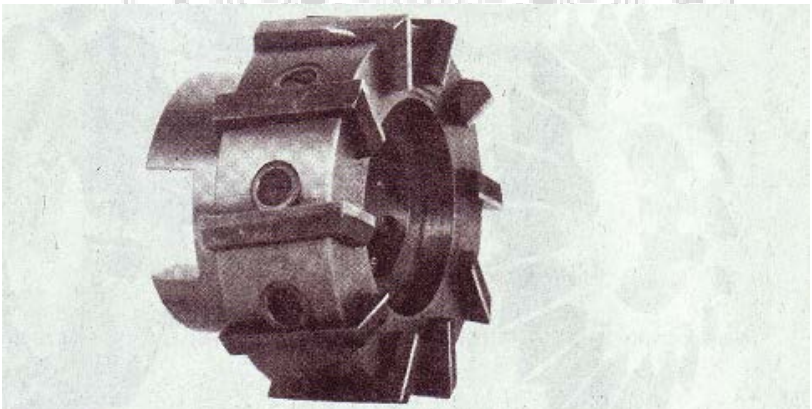
Helical Plain-Milling Cutter เป็นดอกกัดสำหรับกัดผิวราบ จะมีฟันบิดเอียงมากกว่าแบบ Plain Spiral-Tooth Milling Cutter



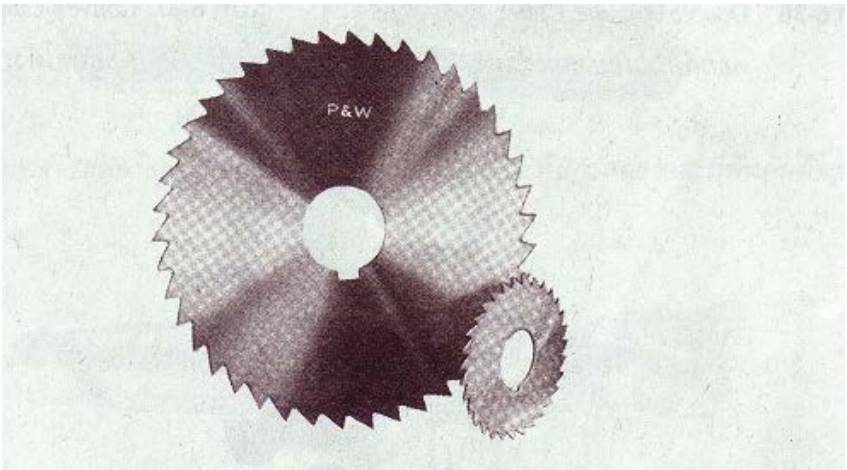
Side-Milling Cutter เป็นดอกกัดที่มีคมตัดด้านข้างทั้งสองข้าง



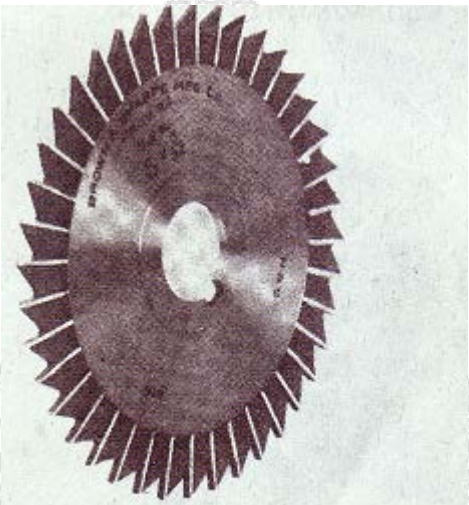
Staggered-Tooth Side-Milling Cutter
เป็นดอกกัดที่มีคมตัดด้านข้างทั้งสองข้างแต่ฟันสลับไปมา



Face-Milling Cutter เป็นดอกกัดผิวเรียบแบบใช้มีดคมตัดเดียวหลายๆ อัน

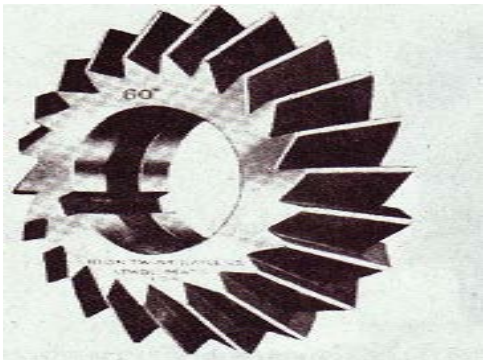


Slitting Saws มีลักษณะเหมือนเลื่อยวงเดือนใช้สำหรับเซาะร่องและตัดชิ้นงาน

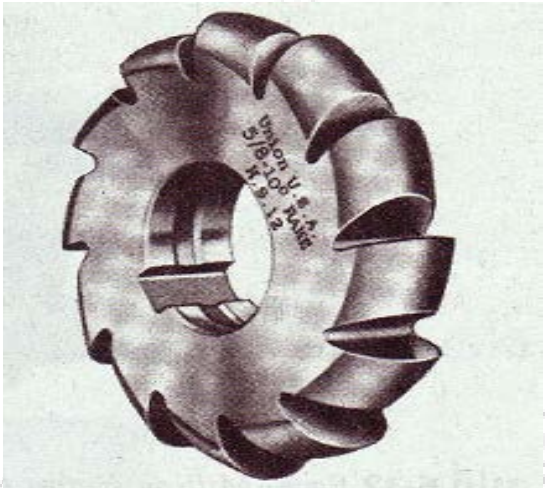


Slitting Saws แบบมีคมตัดด้านข้าง

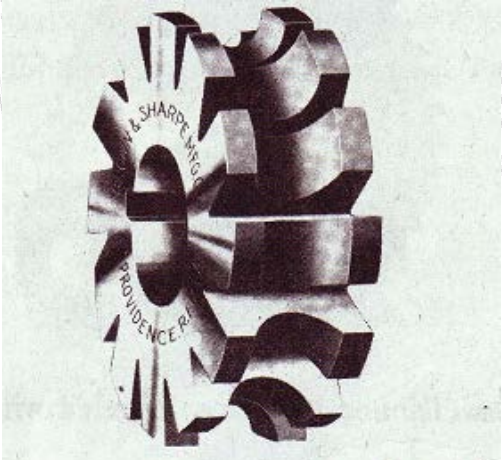
Angular Cutter ดอกกัดมุมเอียง



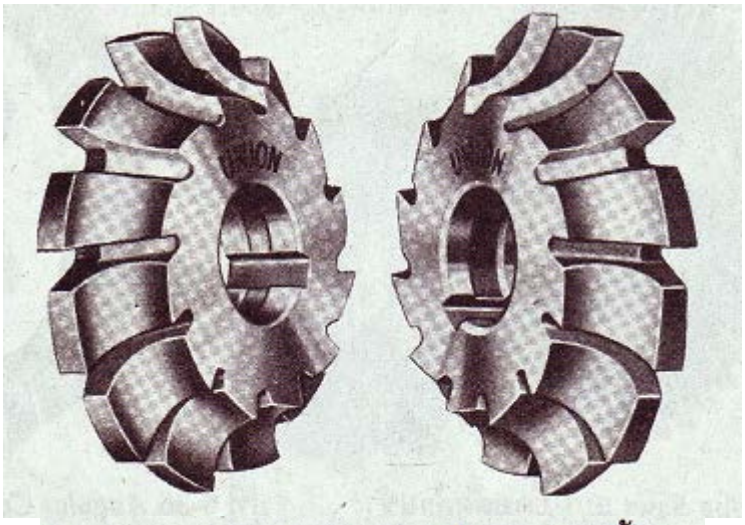
Double Angular Cutter
ดอกกัดมุมเอียงสองด้าน



Convex Cutter
ดอกกัดโค้งเว้าในชิ้นงาน



Concave Cutter ดอกกัดร่องโค้งบนชิ้นงาน



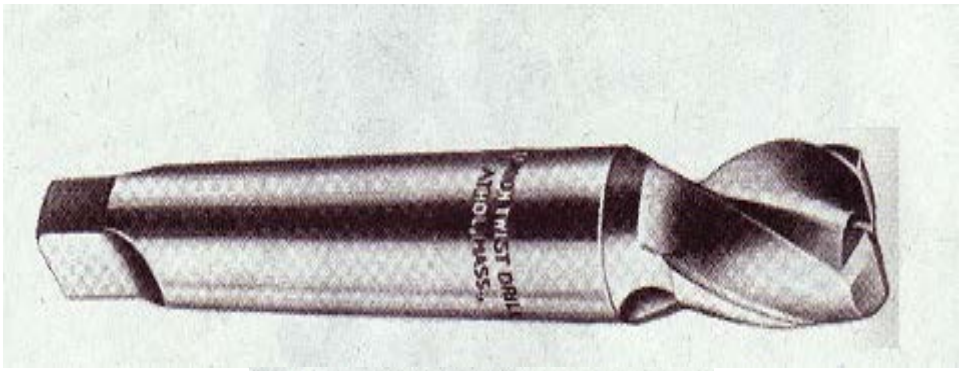
Corner-Rounding Cutter ดอกกัดมุมมนบนชิ้นงาน

(ก) End Mill แบบสองคมตัดใช้กัดร่องหรือเจาะรูคล้ายดอกสว่าน

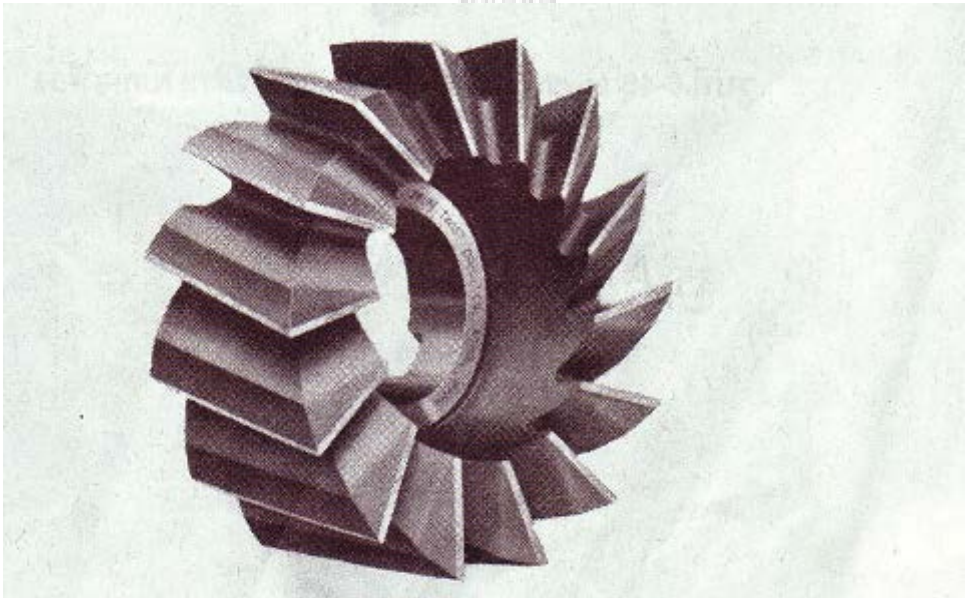
(ข) End Mill แบบสี่คมตัดใช้กัดร่องหรือกัดผิวราบ

End mill เป็นดอกกัดที่มีรูปร่างคล้ายดอกสว่านส่วนปลายมีคมตัด

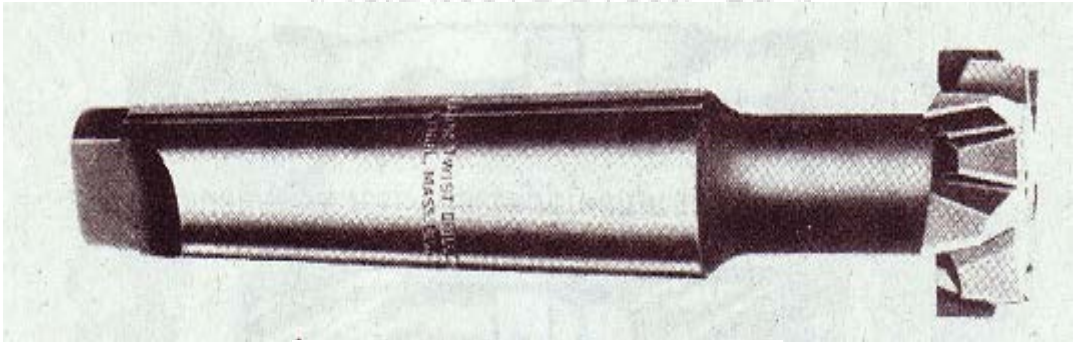
Straight-Shank Spiral End Mill เป็นดอก End mill ที่มีก้านตรงและมีฟันคมตัดเอียง



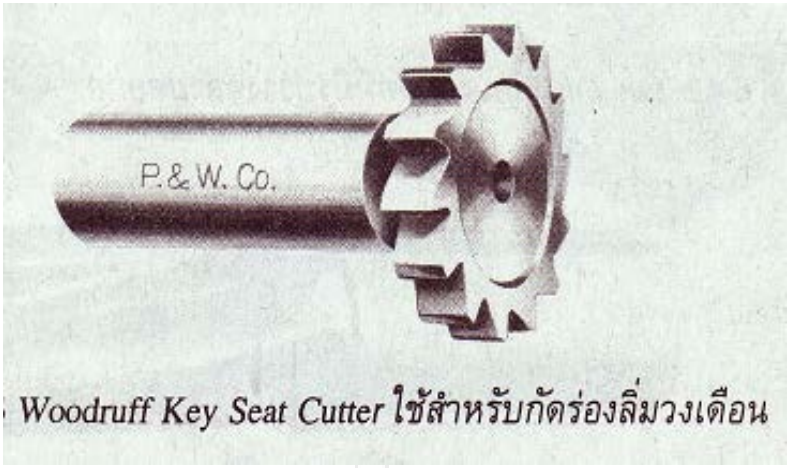
End Mill แบบสองคมตัดก้านเรียว



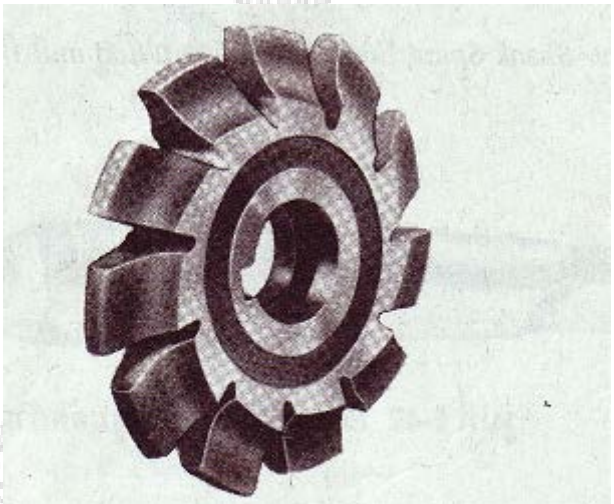
Shell End Mill ใช้ร่วมกับ Arbor (รูปที่ 6-24) ใช้สำหรับกัดปาดหน้าผิวงาน



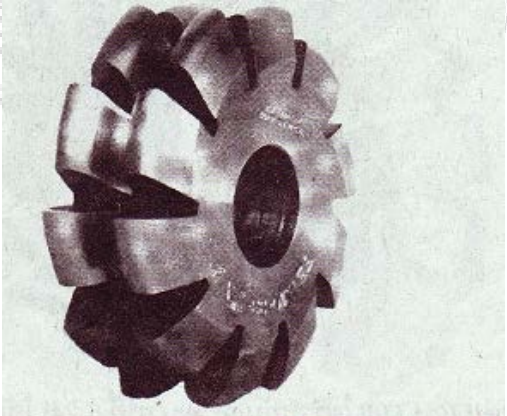
T-Slot Cutter ใช้สำหรับกัดร่องตัวที



Woodruff Key Seat Cutter ใช้สำหรับกัดร่องลิ่มวงเดือน



Involute Spur Gear Cutter ใช้สำหรับกัดเฟือง



Straddle Sprocket Cutter ใช้สำหรับกัดจานโซ่

หัวข้อที่ 4_ความเร็วในงานกัด

ความเร็วในงานกัด

ความเร็วในงานกัดที่ควรรู้จักก็คือความเร็วตัดและความเร็วรอบความเร็วทั้งสองจะแตกต่างกันกับความเร็วของงานกลึงตรงที่งานกัดดอกกัดจะเป็นส่วนที่หมุนจึงใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกกัดแทนเส้นผ่านศูนย์กลางของงานกลึง ซึ่งมีสูตรคำนวนดังนี้

สูตรการคำนวนค่าความเร็วตัด

$$V = \frac{¶ D N}{1000}$$

เมื่อกำหนด

V = ความเร็วตัดงานกัด เมตร/นาที

N = ความเร็วรอบดอกกัด เมตร/นาที

D = ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางดอกกัด มม.

ตัวอย่าง จงคำนวนหาความเร็วตัดสำหรับงานกัด ในการกัดงานด้วยดอกกัดที่มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางโต 20 มม. ด้วยความเร็วรอบ 300 รอบ/นาที

วิธีทำ

$$V = \frac{¶ D N}{1000}$$

$$= \frac{3.14 \times 20 \times 200}{1000}$$

ความเร็วตัด = 18.85 เมตร/นาที

สูตรการคำนวนหาความเร็วรอบในการทำงานจริงเราจะต้องคำนวนหาค่าความเร็วรอบเพื่อตั้งความเร็วรอบของเครื่อง เพื่อกัดชิ้นงานโดยการย้ายสมการของสูตรจากสูตรความเร็วตัด

สูตรการคำนวณหาความเร็วรอบ $n = \frac{1000\ v}{¶d}$ รอบ/นาที

ตัวอย่าง ต้องการกัดงานด้วยดอกกัดเหล็กรอบสูงความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกกัด 75 มม. ด้วยความเร็วตัด 30 เมตร/นาที จงคำนวนหาค่าความเร็วรอบที่ใช้งาน

วิธีทำ

$$N = \frac{1000\ v}{¶d}$$

$$= \frac{1000 \times 22}{3.14 \times 30}$$

ความเร็วรอบ = 127.32 รอบ/นาที

นำความเร็วรอบที่คำนวนได้ไปเลือกความเร็วรอบของเครื่องกัด

หัวข้อที่ 5 ข้อควรปฏิบัติและข้อควรระวังเกี่ยวกับเครื่องกัด

ข้อควรปฏิบัติและข้อควรระวัง

เครื่องกัดเป็นเครื่องจักรกลอีกชนิดหนึ่งที่สามารถทำงานได้หลากหลายและมีราคาแพงดังนั้น เพื่อให้เครื่องกัดมีอายุการใช้งานที่ยาวนานและใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพจะต้องมีการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธี

1. จะต้องตรวจสอบชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องกัดเป็นประจำ
2. หยดน้ำมันหล่อลื่นในส่วนที่เคลื่อนที่ทุกจุดก่อนใช้เครื่องกัดปฏิบัติงาน
3. เครื่องมือจะต้องมีผ้าหรือวัสดุที่อ่อนรองรับไม่วางบนโต๊ะงานโดยตรงเพราะจะทำให้โต๊ะงานเกิดความเสียหายได้
4. ตั้งความเร็วรอบและอัตราป้อนกัดให้เหมาะสมกับวัสดุงานและวัสดุที่ทำมีดกัดเพื่อเป็นการรักษาอายุการใช้งานของเครื่องกัด
5. ควรหล่อเย็นด้วยน้ำหล่อเย็น ขณะกัดงานเพื่อลดการเสียดสี และความร้อนที่เกิดขึ้น
6. หลังจากเลิกใช้งานจะต้องทำความสะอาดเครื่องกัดและหยอดน้ำมันในส่วนที่เคลื่อนที่ได้ทุกจุด
7. ผู้ปฏิบัติงานต้องแต่งกายให้รัดกุม และถูกต้องตามกฎระเบียบของโรงงานขณะปฏิบัติงาน
8. จะต้องสวมแว่นตานิรภัยขณะปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันเศษโลหะเข้าตา
9. จะต้องศึกษาขั้นตอนการใช้เครื่องกัดให้เข้าใจ
10. จะต้องตรวจสอบความพร้อมของเครื่องก่อนใช้งานทุกครั้ง
11. ขณะทำงานจะต้องมีแสงสว่างอย่างเพียงพอ
12. จะต้องใช้แปรงปัดเศษโลหะห้ามใช้มือ
13. จะต้องปิดสวิตซ์เครื่องให้เครื่องหยุดสนิทก่อน ทำการวัดขนาดงาน
14. ห้ามหยอกล้อกันขณะปฏิบัติงาน

เนื้อหาบทเรียน งานเจาะ

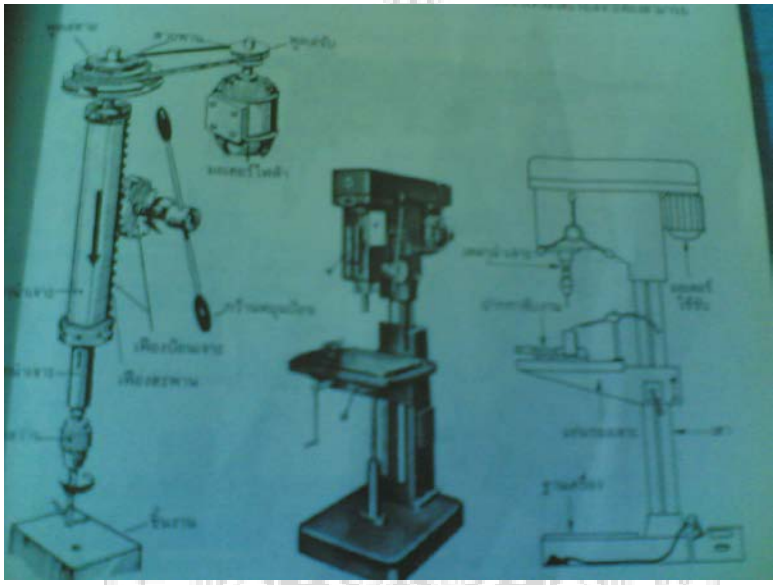
เครื่องเจาะ

เครื่องเจาะมีชื่อเรียกอีกอย่างนี้ว่า เครื่องสว่าน มีหน้าที่หลักที่สำคัญคือใช้จำดอกสว่านเพื่อเจาะรูชิ้นงาน จับดอกสว่านเพื่อคว้านรูสว่าน และจับดอกคว้านรูเรียบเพื่อแต่งผิวรู

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเจาะ

-เพลานำเจาะและระบบหมุนขับ เพลานำเจาะจะมีปลายล่างสุดทำหน้าจับยึดหัวดอกสว่าน หรือจับดอกสว่านชนิดจับเรียวได้

-แท่งรองเจาะหรือแท่งรองเจาะ แท่งรองเจาะเป็นแท่งรองรับชิ้นงานเพื่อจับเจาะรูชิ้นงานบางชิ้นวางจับเจาะบนโต๊ะโดยตรงหรือเป็นแท่งรองจับยึดปากกาจับชิ้นงานเจาะอีกทอดหนึ่ง ประการสำคัญที่สุดต้องสามารถจับชิ้นงานให้เจาะรูได้รูตั้งฉากหรือมีมุมเอียงถูกต้องตามกำหนด



ส่วนประกอบของเครื่องเจาะ

-เสาและฐานเครื่อง เสาเครื่องเจาะทำด้วยเหล็กเพลากลมกลวง หรือเพลากลมตัน หรือเชื่อมโครงยึดติดกับฐานเครื่องอย่างมั่นคงและได้ฉาก

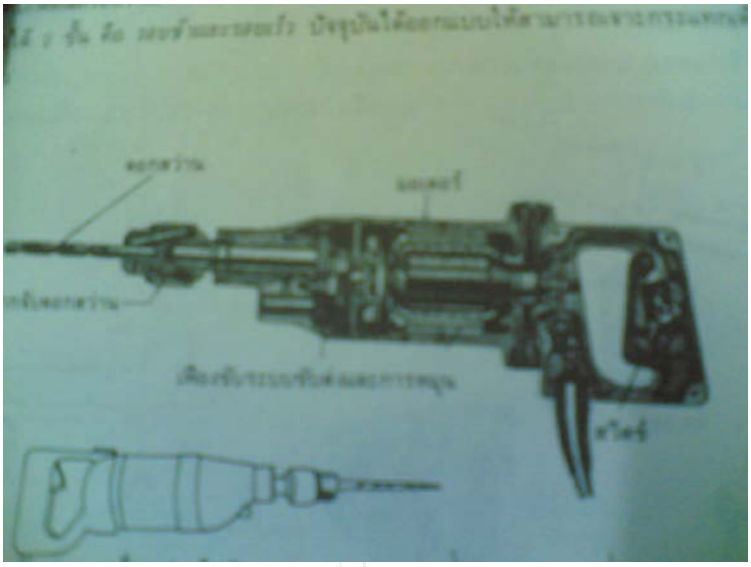
ชนิดของเครื่องเจาะหรือเครื่องสว่าน

-เครื่องสว่านมือ เครื่องสว่านมือมี 2 ลักษณะคือ

1.ชนิดหมุนขับแกนนำด้วยกำลังจากกล้ามแขน

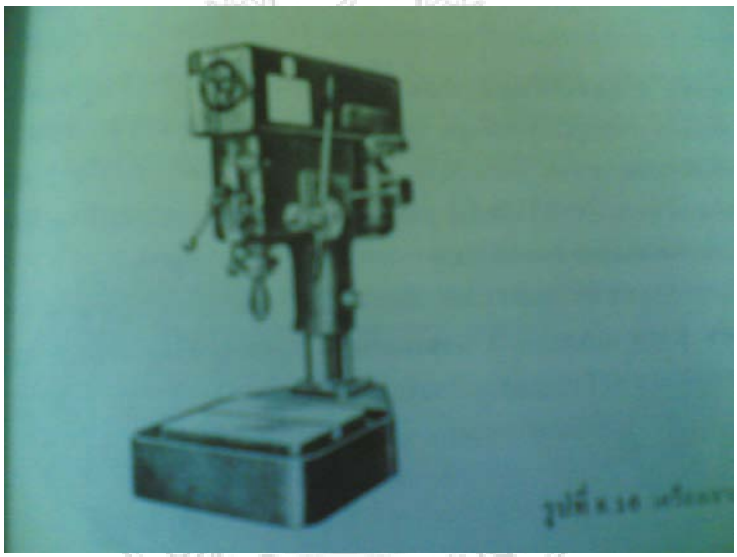
2.ชนิดหมุนขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือลมอัด

เครื่องสว่านมือมีประโยชน์ใช้งานเจาะในหน่วยงานก่อสร้างซึ่งตั้งอยู่นอกโรงงานหรืองานติดตั้งเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในโรงงาน ความเร็วของดอกสว่านมี 2 ขั้นคือ รอบช้ากับรอบเร็ว



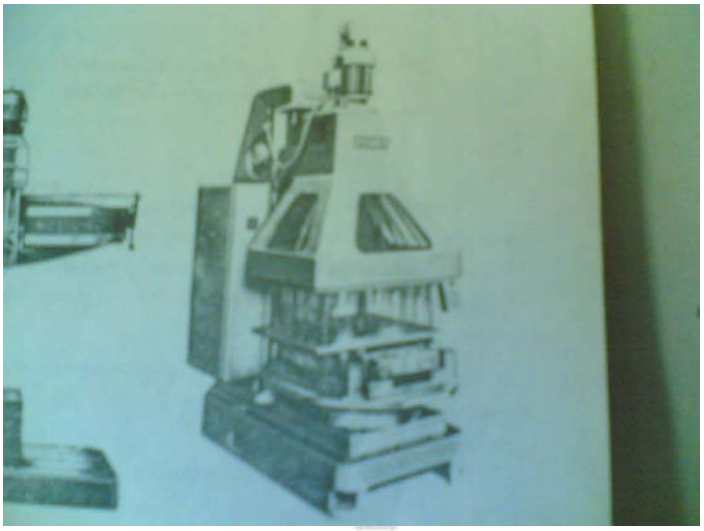
ลักษณะของสว่านมือ

-เครื่องเจาะแท่งแบบโต๊ะ เป็นเครื่องเจาะที่ใช้งานโดยช่างทั่วไป สามารถวางบนโต๊ะเพื่อสะดวกในการปฏิบัติงาน หมุนขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นเครื่องเจาะขนาดกลางปากกาของเครื่องเจาะแท่งตั้งโต๊ะ

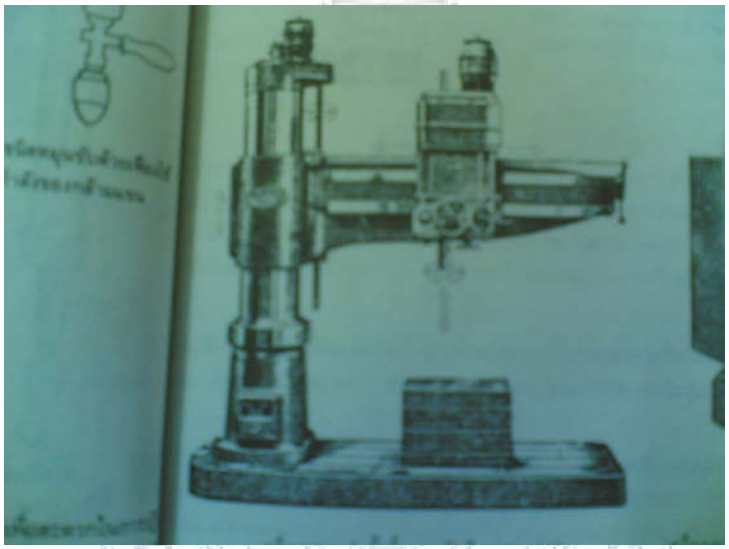


เครื่องเจาะแบบตั้งโต๊ะ

-เครื่องเจาะแท่งตั้งพื้น เป็นเครื่องเจาะแท่งตั้งอยู่กับพื้นโรงงาน สามารถใช้เจาะรุชิ้นงานขนาดเล็กใหญ่ได้ตามขนาดและกำลังของเครื่อง เครื่องเจาะแท่งตั้งพื้นมีหลายขนาดทั้งขนาดกลางและขนาดใหญ่



เครื่องเจาะแท่งตั้งพื้นขนาดกลาง



เครื่องเจาะแท่งตั้งพื้นแบบรัศมี

การหมุนเจาะ

-ความเร็วของเพลานำเจาะ เครื่องเจาะที่ส่วนปลายมีปลอกยึด หรือปากจับดอกสว่านติดอยู่ทำหน้าที่เป็นตัวรับการหมุนตัด ทุกๆส่วนของเพลานำเจาะจะหมุนไปรอบตัวเอง มีจุดศูนย์กลางร่วมกัน เพลานำเจาะเป็นตัวทดความเร็วรอบและเป็นตัวทำให้เกิดความเร็วของดอกสว่าน

จากรูป ความเร็วรอบของเพลานำเจาะของเครื่องเจาะจะเห็นว่าขณะหมุนตัด เพลานำเจาะ และดอกสว่านจะหมุนไปพร้อมกันด้วยจำนวนรอบ/เวลา เท่ากัน

-ความเร็วตัดที่เกิดจากความร็วรอบ พิจารณาหินเจียระไนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโต ขณะที่ความเร็วรอบเท่าเดิม เมื่อหมุนจะมีความเร็วตัดเกิดขึ้นที่ผิวมากกว่าหินเจียระไนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก จึงเป็นข้อยืนยันได้ว่า การกำหนดค่าความเร็วรอบจะเป็นการกำหนดค่าความเร็วตัดด้วย

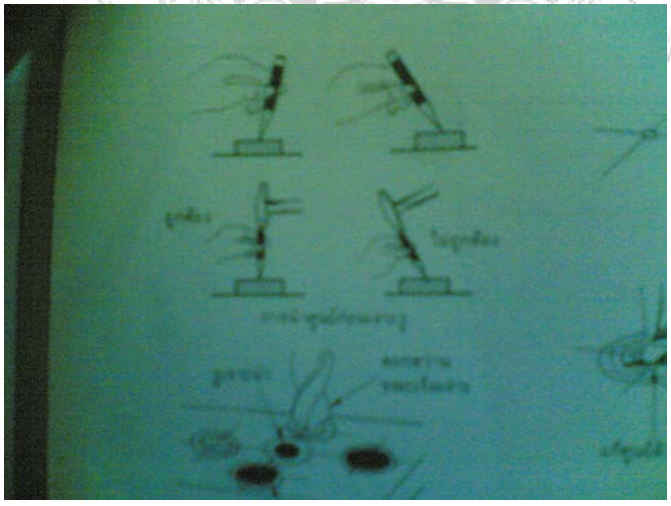
เปรียบเทียบความเร็วตัดที่เกิดจากความเร็วรอบ

ที่จุดศูนย์กลางของเพลานำเจาะแม้ว่าจะเป็นจุดหมุนเร็วที่สุดแต่จะไม่มีความเร็วตัด ณ จุดนี้จะมีความเร็วตัดเท่ากับศูนย์เพราะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับศูนย์ต้องจำให้แม่นยำว่าความเร็วรอบกับความเร็วตัดไม่เหมือนกันและอย่าจำสลับกัน

ทิศทางหมุนในทางปฏิบัติ ดอกสว่านที่เจาะชิ้นงานจะต้องหมุนตามทิศทางที่ต้องการทิศทางหมุนที่ใช้งานคือหมุนทางขวา ซึ่งเป็นทิศทางหมุนตัดเจ้าเนื้อโลหะหมุนตามเข็มนาฬิกาขณะเดียวกันที่มีการสร้างดอกสว่านให้หมุนซ้ายบ้างเพื่อผลประโยชน์บางอย่างไม่ได้สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ผลประโยชน์ทั่วไปการกำหนดว่าหมุนซ้ายหรือขวาให้มองจากทิศทางขันหรือจากด้ามสว่านไปยังปลายดอกสว่านมิใช่มองจากปลายดอกสว่านายังด้ามจับ

เทคนิคการเจาะรู

การนำศูนย์ ศูนย์กลางเจาะรู การกำหนดตำแหน่งรูเจาะในแบบ กำหนดระยะจากศูนย์ถึงศูนย์หรือจากขอบงานถึงศูนย์รูเป็นหลัก ปลายคมขวางหรือปลายคมจิกของดอกสว่านเริ่มจิกตรงศูนย์กลางรูเจาะลึกลงไปในวัสดุชิ้นงาน ฉะนั้นการเริ่มเจาะจะต้องใช้ความรอบคอบระมัดระวัง เจาะให้ตรงที่นำศูนย์และขีดหมายไว้ ถ้าเกิดผลผิดพลาดดอกสว่านเจาะไม่ตรงรูที่ขีดหมายไว้ จำเป็นต้องแก้ตำแหน่งศูนย์รูให้ตรงเสียก่อน ก่อนเจาะลึกลงไปในเนื้อชิ้นงาน โดยใช้สกัดช่วยสกัดปากรูเพื่อให้ดอกสว่านเลื่อนไปตรงรูศูนย์กลางที่ต้องการ



การเลือกขนาดดอกสว่านที่ถูกต้อง โดยปกติดอกสว่านทุกตัวจะบอกขนาดของตัวมันเองไว้ที่ด้ามจับบริเวณสุดร่องคายเศษโลหะ เช่น ขนาด 6.5 มิลลิเมตร หรือ 16 นิ้ว เป็นต้น หลังจากใช้งานไปสักระยะหนึ่งจะไม่ปรากฏรอยบอกขนาดให้เห็นอีก เนื่องจากด้ามจับเกิดความสึกหรอฉะนั้นต้องใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์วัดขนาดที่ตอนสุดคมดอกสว่านเสียก่อน ก่อนที่จะนำไปเจาะรูทุกครั้งห้ามมิให้วัดที่ส่วนคมของดอกสว่าน
จะได้ค่าผิดพลาด ดอกสว่านขนาดโตจะมีคมขวางหรือคมจิกโตจะนำเจาะไม่ได้ดีหนีศูนย์ได้ง่าย ฉะนั้นจำเป็นต้องใช้ดอกสว่านนำศูนย์หรือดอกสว่านขนาดเล็กที่มีขนาดโตกว่าความกว้างของคมขวางของดอกสว่านที่จะใช้เจาะเล็กน้อย เจาะนำเสียก่อน

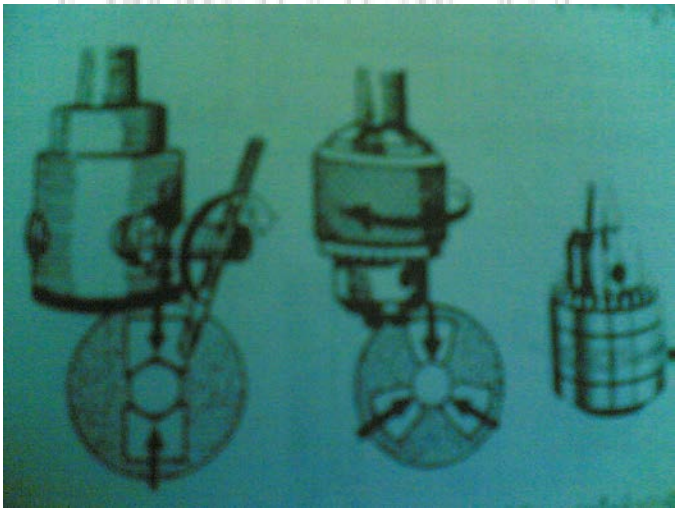
การตั้งความเร็วของระบบเครื่องเจาะ การเลือกตั้งความเร็วรอบที่ถูกต้องเราพิจารณาจากขนาดของดอกสว่านถ้าดอกสว่านมีขนาดโตให้เลือกใช้ความเร็วรอบสูงก็จะทำให้ความเร็วตัดของคมดอกสว่านสูงตามไปด้วย

ตัวอย่าง

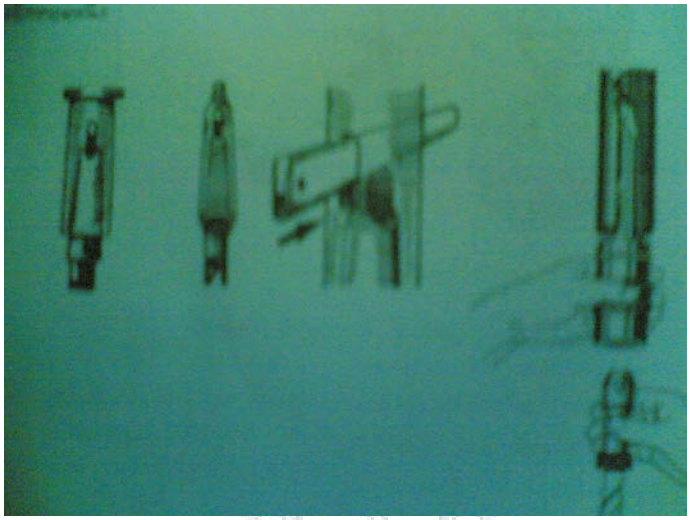
ขนาดดอกสว่านเส้นผ่านศูนย์กลาง/มิลลิเมตร		10	30
ความเร็วรอบ	รอบ/นาที	1000	1000
เส้นรอบวงดอกสว่าน	เมตร	0.0314	0.0942
ความเร็วตัด	เมตร/นาที	31.4	94.2

การใช้ความเร็วตัดสูง จะทำให้ดอกสว่านไหม้หรือบิ่น หรือคมอ่อน เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการไหม้หรือบิ่น ฉะนั้นขนาดรูเจาะเล็กให้ใช้ความเร็วรอบสูงขนาดรูเจาะโตให้ใช้ความเร็วรอบต่ำส่วนความเร็วรอบตัดจะยังคงเดิม ถ้าดอกสว่านและวัสดุที่นำมาเจาะรูเป็นวัสดุชนิดเดียวกัน

การจับยึดดอกสว่านและชิ้นงาน ดอกสว่านชนิดด้ามตรงจับกับหัวจับชนิด 3 ปากจับฟันพร้อมสามารถหมุนปรับปากเลื่อนเข้าออกเพื่อจับดอกสว่านขนาดต่างๆได้

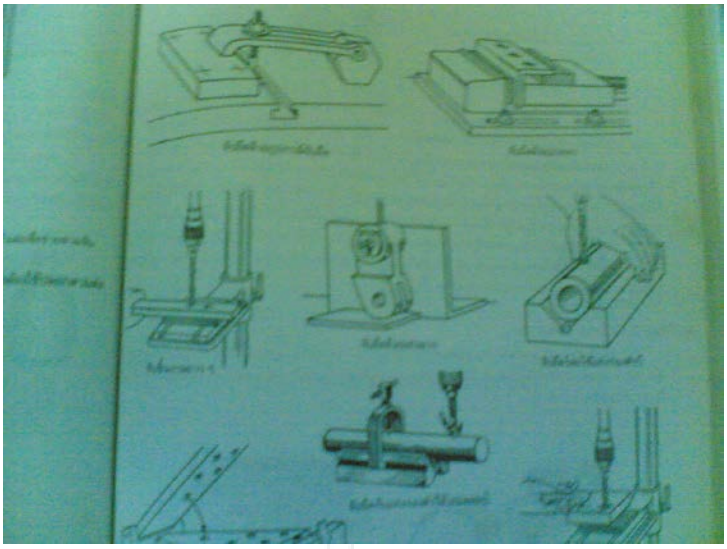


การเจาะด้วยดอกสว่านขนาดเล็กที่มีแกนเรียวเล็กกว่ารูในของหัวสปินเคิล จำเป็นต้องใช้ปลอกสวมต่อเป็นตัวกลางอีกทอดหนึ่ง



สำหรับชิ้นงานที่เจาะต้องจับชิ้นงานให้แน่นบนโต๊ะแท่นเจาะไม่ให้เอียงหรือกระดกหลวมหรือลื่นหลุดขณะเจาะได้ ก่อนเจาะควรทำความสะอาดโต๊ะให้สะอาด ไม่ให้มีเศษโลหะเพื่อป้องกันไม่ให้พื้นโต๊ะแท่นเจาะเกิดการเสียหายจำเป็นต้องใช้ตัวรองรับงานเจาะ เช่น ใช้แท่นรองตัววี ไม้เนื้อแข็ง หรือปากการองรับและจับชิ้นงานขณะเจาะรู การเจาะชิ้นงานรูปร่างทรงกระบอกกลมให้จับยึดแท่นรองตัววีด้วยแคมป์เพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นงานหมุนขณะทำการเจาะ และให้สามารถเจาะได้ตรงศูนย์ดียิ่งขึ้น

การใช้คีมหรือมือเปล่าจับยึดชิ้นงานเจาะจะต้องระมัดระวัง เพราะขณะหมุนตัดเกิดแรงบิดสูง จะทำให้มีแรงจับชิ้นงานไม่พอ ชิ้นงานหลุดและตีมือหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกาย



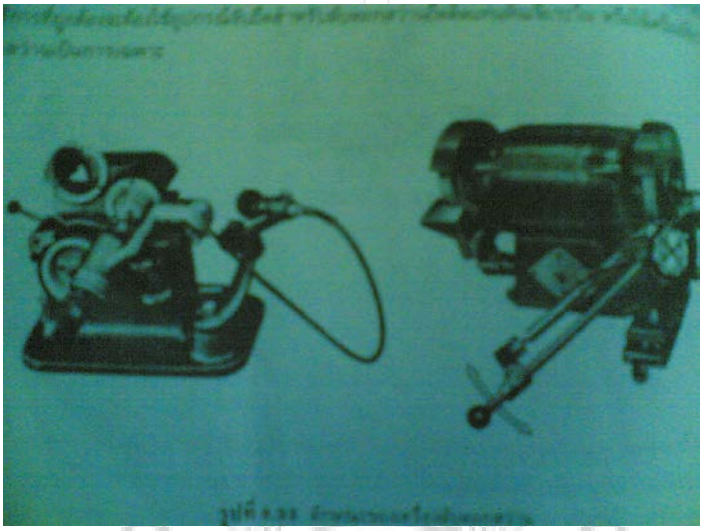
การป้อนเจาะ การเจาะรูขนาดเล็กใช้ระบบการป้อนเจาะด้วยมือใช้ความรู้สึกและความสังเกตด้วยสายตาโดยเฉพาะอย่างยิ่งดอกสว่านขนาดเล็ก ต้องคอยสังเกตไม่ให้เกิดการคดงอ หรือบิ่นเพราะจะทำให้หักได้ง่าย ถ้าเป็นเครื่องเจาะขนาดใหญ่ใช้ระบบป้อนอัตโนมัติให้เลือกใช้อัตราป้อนให้ถูกต้องตามขนาดและชนิดของดอกสว่านนั้นๆ

การหล่อเย็นดอกสว่านขณะเจาะ ขณะเจาะรูเกิดการเสียดสีระหว่างคมดอกสว่านและผิวของรูชิ้นงานและดอกสว่านจะเกิดความร้อน ความร้อนจะสูงขึ้นจนโลหะชิ้นงานหรือดอกสว่านไหม้ปลายดอกสว่านอาจจะร้อนแดงทำให้ดอกสว่านทู่เร็วก่อนอายุใช้งานปกติ

วัสดุหล่อเย็นที่ใช้งานมากที่สุดคือ น้ำ น้ำมันผสมน้ำ น้ำมันเครื่อง น้ำมันกัด การหล่อเย็นใช้แปรงจุ่มน้ำหรือน้ำมันชะโลมหือทาปลายดอกสว่านหรือติดปั๊มน้ำขนาดเล็กไว้กับเครื่อง เพื่อช่วยหล่อเย็นดอกสว่านได้อย่างสม่ำเสมอ

การลับคมดอกสว่าน

ดอกสว่านจะเจาะงานได้ดี เมื่อปลายคมดอกสว่านไม่มีตำหนิ หมายถึงว่า คมของดอกสว่านทุกตำแหน่ง มีมุมถูกต้อง วิธีการที่ถูกต้องต้องใช้วอุปกรณ์จับยึดสำหรับดอกสว่านยึดติดแท่นหินเจียระไนหรือใช้เครื่องเจียระไนสำหรับลับดอกสว่างเป็นการเฉพาะ



การลับดอกสว่างด้วยมือ ให้สังเกตุดังต่อไปนี้

1.คมทั้งสองต้องทำมุมกับแกนดอกสว่านตรงกันเท่ากัน

2ปลายคมดอกสว่านจะต้องอยู่ตรงกลางพอดี

3.เจียระไนลบคมมุมฟรีดอกสว่านถูกต้อง

ข้อผิดผลาดในการเจาะที่เกิดจาการลับดอกสว่านด้วยมือ

1.การเจาะเหล็กหรือวัสดุที่เหนียวมักจะทำให้เศษโลหะจุกตัว มีผลทำให้คมทู่อย่างรวดเร็ว พิจารณาเฉพาะคมที่ตัด มุมของคมทั้งสองทำมุมกับแนวแกนดอกสว่านไม่เท่ากันคมจะทำงานหนักเพียงคมเดียวตลอดระยะความลึกของรู

2.ขนาดของรูเจาะจะโตกว่าขนาดดอกสว่านเล็กน้อย ดอกสว่าน 12 มิลลิเมตร รูจะโต 12.6 มิลลิเมตร เป็นต้น ดอกสว่านทุกขนาดจะเจาะรูได้โตกว่าขนาดดอกสว่านเล็กน้อย สาเหตุประการแรกเกิดดจาก เราไม่สามารถเริ่มเจาะลงไปตรงศูนย์กลางของศูนย์เจาะได้ระหว่างการเจาะปลายคมดอกสว่านจะหนีศูนย์ทำให้สันคมเลื่อยดอกสว่านบาดผิวของรูรอบๆได้

3.ดอกสว่านจะไม่เข้าได้แต่กดอัดเฉยๆในการเจาะต้องใช้แรงป้อนเจาะสูง โดยที่ไม่คายเศษโลหะเลยที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากไม่ได้เจียระไนลบคมให้เกิดมุมฟรี ผิวฟรีสูงกว่าหน้าคมตัดหลักทำให้คมไม่สามารถจิกลงในเนื้องานได้ ขณะเจาะให้สังเกตุเสียงดังผิดปกติ

การบำรุงรักษาในการป้องกันอุบัติเหตุในงานเจาะรู

การบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ ช่างที่ดีต้องบำรุงรักษาดอกสว่านให้มีสภาพคมพร้อมจะใช้งานอยู่เสมอ เนื่องจากดอกสว่านผ่านการชุบแข็งฉะนั้นต้องป้องกันมิให้รับแรงกระแทก หรือการตกหล่นบนพื้น

หลังจากใช้เครื่องเจาะแล้วต้องทำความสะอาดปัดกวาดเศษโลหะบริเวณแท่งเจาะให้เรียบร้อย เศษเจาะชิ้นเล็กๆ เศษเหล็กหล่อต้องระมัดระวังไม่ให้หล่นเข้าไปแทรกอยู่ในแบริ่งหรือแท่นเลื่อนของเครื่อง

การป้องกันอุบัติเหตุขณะที่เปิดเครื่องเจาะปฏิบัติงาน เครื่องกำลังหมุนอยู่ย่อมมีโอกาสทีจะเกิดอุบัติเหตุได้ ฉะนั้นผู้จะปฏิบัติงานที่สวมใว่เสื้อผ้าหลวมๆหรือผู้ที่ไว้ผมยาวจะมีโอกาสได้รับอุบัติเหตุ ผู้ปฏิบัติงานต้องสวมเสื้อผ้าที่รัดตัวและไว้ผมสั้นหรือใช้ตะข่ายคลุมผม การจับชิ้นงานเจาะต้องจับกับปากกาป้องกันไม่ให้ชิ้นงานหมุนตาม การนำเศษโลหะออกจากรูไม่ควรใช้มือจับเศษโลหะควรใช้ตะขอเกี่ยวดึงเศษโลหะทุกครั้งขณะปฏิบัติงานต้องสวมแว่นตานิรภัยเสมอเช่นเดียวกับการลับคมดอกสว่านจะต้องสวมแว่นตาเพื่อป้องกันเศษหินเจียระไนและประกายไฟที่เกิดขึ้นไม่ให้กระเด็นเข้าตา

การใช้เครื่องเจาะอย่าปล่อยลิ่มตอกก้านดอกสว่านหรือจำปาขัดหัวดอกสว่านคาเครื่องไว้ การจับชิ้นงานเจาะด้วยคีมสั้นๆไม่ปลอดภัยเพราะแรงจับไม่พอ ถ้าชิ้นงานหลุดออกจากคีม ชิ้นงานจะเหวี่ยวไปรอบๆและจะตีข้อมือหรือส่วนอื่นๆของร่างกายได้

แบบทดสอบ

คำสั่ง ข้อสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ

เลือกคำตอบที่ถูกที่สุด

1. CHORDAL THICKNESS คือ

ก. ระยะห่างวัดตามผิวโค้งระหว่างยอดฟันกับโคนฟันของเฟืองที่นำมาขบกัน

ข. ความหนาของฟันวัดตามเส้นรอบวงกลมฟิต ซึ่งเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Arc Thickness

ค. ระยะห่างจากจุด ๆ หนึ่งบนฟัน ๆ หนึ่งไปยังจุดเดียวกันของฟันที่อยู่ถัดไปวัดบนวงกลมฟิต

ง. ความหนาของฟันวัดที่วงกลมฟิตหรือความยาวที่เส้นคอร์ด ซึ่งลากตัดส่วนโค้งของฟันตามวงกลมฟิต จากขอบฟันด้านหนึ่งไปยังขอบฟันอีกด้านหนึ่ง

2. CIRCULAR PITCH คือ

ก. ระยะห่างวัดตามผิวโค้งระหว่างยอดฟันกับโคนฟันของเฟืองที่นำมาขบกัน

ข. ความหนาของฟันวัดตามเส้นรอบวงกลมฟิต ซึ่งเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Arc Thickness

ค. ระยะห่างจากจุด ๆ หนึ่งบนฟัน ๆ หนึ่งไปยังจุดเดียวกันของฟันที่อยู่ถัดไปวัดบนวงกลมฟิต

ง. ความหนาของฟันวัดที่วงกลมฟิตหรือความยาวที่เส้นคอร์ด ซึ่งลากตัดส่วนโค้งของฟันตามวงกลมฟิต จากขอบฟันด้านหนึ่งไปยังขอบฟันอีกด้านหนึ่ง

3. CLEARANCE คือ

ก. ระยะห่างวัดตามผิวโค้งระหว่างยอดฟันกับโคนฟันของเฟืองที่นำมาขบกัน

ข. ความหนาของฟันวัดตามเส้นรอบวงกลมฟิต ซึ่งเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Arc Thickness

ค. ระยะห่างจากจุด ๆ หนึ่งบนฟัน ๆ หนึ่งไปยังจุดเดียวกันของฟันที่อยู่ถัดไปวัดบนวงกลมฟิต

ง. ความหนาของฟันวัดที่วงกลมฟิตหรือความยาวที่เส้นคอร์ด ซึ่งลากตัดส่วนโค้งของฟันตามวงกลมฟิต จากขอบฟันด้านหนึ่งไปยังขอบฟันอีกด้านหนึ่ง

4. DEDENDUM คือ

ก. อัตราส่วนจำนวนฟันกับเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิตของเฟือง

ข. ระยะห่างวัดตามผิวโค้งจากวงกลมฟิตถึงโคนร่องฟัน Addendum จะเท่ากับ Addendum บวก Clearance

ค. ระยะห่างจากจุด ๆ หนึ่งบนฟัน ๆ หนึ่งไปยังจุดเดียวกันของฟันถัดไปตามแนวเส้นฟิตของเฟืองสะพาน

ง. เส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิตของเฟืองหารด้วยจำนวนฟันซึ่งเป็นขนาดจริงไม่เหมือนกับ Diametral Pitch ซึ่งเป็นอัตราส่วนของจำนวนฟันกับเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิต

5. DIAMETRAL PITCH คือ

ก. อัตราส่วนจำนวนฟันกับเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิตของเฟือง

ข. ระยะห่างวัดตามผิวโค้งจากวงกลมฟิตถึงโคนร่องฟัน Addendum จะเท่ากับ Addendum บวก Clearance

ค. ระยะห่างจากจุด ๆ หนึ่งบนฟัน ๆ หนึ่งไปยังจุดเดียวกันของฟันถัดไปตามแนวเส้นฟิตของเฟืองสะพาน

ง. เส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิตของเฟืองหารด้วยจำนวนฟันซึ่งเป็นขนาดจริงไม่เหมือนกับ Diametral Pitch ซึ่งเป็นอัตราส่วนของจำนวนฟันกับเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิต

6. LINEAR PITCH คือ

ก. อัตราส่วนจำนวนฟันกับเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิตของเฟือง

ข. ระยะห่างวัดตามผิวโค้งจากวงกลมฟิตถึงโค้นร่องฟัน Addendum จะเท่ากับ Addendum บวก Clearance

ค. ระยะห่างจากจุด ๆ หนึ่งบนฟัน ๆ หนึ่งไปยังจุดเดียวกันของฟันถัดไปตามแนวเส้นฟิตของเฟืองสะพาน

ง. เส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิตของเฟืองหารด้วยจำนวนฟันซึ่งเป็นขนาดจริงไม่เหมือนกับ Diametral Pitch ซึ่งเป็นอัตราส่วนของจำนวนฟันกับเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิต

7. MODULE (ระบบเมตริก) คือ

ก. อัตราส่วนจำนวนฟันกับเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิตของเฟือง

ข. ระยะห่างวัดตามผิวโค้งจากวงกลมฟิตถึงโคนร่องฟัน Addendum จะเท่ากับ Addendum บวก Clearance

ค. ระยะห่างจากจุด ๆ หนึ่งบนฟัน ๆ หนึ่งไปยังจุดเดียวกันของฟันถัดไปตามแนวเส้นฟิตของเฟืองสะพาน

ง. เส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิตของเฟืองหารด้วยจำนวนฟันซึ่งเป็นขนาดจริงไม่เหมือนกับ Diametral Pitch ซึ่งเป็นอัตราส่วนของจำนวนฟันกับเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิต

8. OUTSIDE DIAMETER คือ

ก. เส้นรอบวงกลมพิตซ์

ข. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิตเท่ากับวงกลมนอกลบด้วย 2 เท่าของ Addendum

ค. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตสุดของเฟือง ซึ่งเท่ากับวงกลมฟิตบวกด้วย 2 เท่าของ Addendum

ง. วงกลมซึ่งมีรัศมีเท่ากับครึ่งหนึ่งของเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิต ซึ่งมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่แกนของเฟือง

9. PITCH CIRCLE คือ

ก. เส้นรอบวงกลมพิตซ์

ข. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิตเท่ากับวงกลมนอกลบด้วย 2 เท่าของ Addendum

ค. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตสุดของเฟือง ซึ่งเท่ากับวงกลมฟิตบวกด้วย 2 เท่าของ Addendum

ง. วงกลมซึ่งมีรัศมีเท่ากับครึ่งหนึ่งของเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิต ซึ่งมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่แกนของเฟือง

10. PITCH CIRCUMFERENCE คือ

ก. เส้นรอบวงกลมพิตช์

ข. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิตเท่ากับวงกลมนอกลบด้วย 2 เท่าของ Addendum

ค. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตสุดของเฟือง ซึ่งเท่ากับวงกลมฟิตบวกด้วย 2 เท่าของ Addendum

ง. วงกลมซึ่งมีรัศมีเท่ากับครึ่งหนึ่งของเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมฟิต ซึ่งมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่แกนของเฟือง

11. เครื่องไสแบ่งออกได้คือ

ก. เครื่องไสแนวนอน

ข. เครื่องไสแนวนอน และเครื่องไสแนวตั้ง

ค. เครื่องไสแนวนอน เครื่องไสแนวตั้ง และเครื่องไส Planer

ง. เครื่องไสแนวนอน เครื่องไสแนวตั้ง เครื่องไส Planer และเครื่องไสเฉพาะอย่าง

12. ฐานเครื่องไสนอน (Base) คือ

ก. เป็นชิ้นส่วนเดียวกับโครงเครื่องจะเป็นส่วนที่ขึ้นลงของรางเลื่อนขวางและชุดโต๊ะงาน

ข. เป็นเหล็กหล่อที่ติดกับเครื่อง เป็นโครงหลักที่ใช้ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องภายในเป็นโพรงประกอบด้วยชุดส่งกำลังของเครื่อง

ค. สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้บนสาเครื่องเป็นลางสำหรับให้ Apron ซึ่งมีโต๊ะงานติดตั้งอยู่เคลื่อนที่ในแนวขวางซ้ายขวา ด้วยเพลาเกลียวป้อน

ง.ทำด้วยเหล็กหล่อเป็นส่วนที่รองรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่อง เป็นชิ้นส่วนที่วางอยู่บนพื้นโรงงานส่วนใหญ่จะมีหลักฐานรองเครื่องรองรับเพื่อความสะดวกในการปรับระดับ

13. โครงเครื่อง (Body casting) คือ

ก. เป็นชิ้นส่วนเดียวกับโครงเครื่องจะเป็นส่วนที่ขึ้นลงของรางเลื่อนขวางและชุดโต๊ะงาน

ข. เป็นเหล็กหล่อที่ติดกับเครื่อง เป็นโครงหลักที่ใช้ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องภายในเป็นโพรงประกอบด้วยชุดส่งกำลังของเครื่อง

ค. สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้บนสาเครื่องเป็นลางสำหรับให้ Apron ซึ่งมีโต๊ะงานติดตั้งอยู่เคลื่อนที่ในแนวขวางซ้ายขวา ด้วยเพลาเกลียวป้อน

ง.ทำด้วยเหล็กหล่อเป็นส่วนที่รองรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่อง เป็นชิ้นส่วนที่วางอยู่บนพื้นโรงงานส่วนใหญ่จะมีหลักฐานรองเครื่องรองรับเพื่อความสะดวกในการปรับระดับ

14. เสาเครื่องไส (Columm) คือ

ก. เป็นชิ้นส่วนเดียวกับโครงเครื่องจะเป็นส่วนที่ขึ้นลงของรางเลื่อนขวางและชุดโต๊ะงาน

ข. เป็นเหล็กหล่อที่ติดกับเครื่อง เป็นโครงหลักที่ใช้ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องภายในเป็นโพรง ประกอบด้วยชุดส่งกำลังของเครื่อง

ค. สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้บนสาเครื่องเป็นลางสำหรับให้ Apron ซึ่งมีโต๊ะงานติดตั้งอยู่เคลื่อนที่ในแนวขวางซ้ายขวา ด้วยเพลาเกลียวป้อน

ง.ทำด้วยเหล็กหล่อเป็นส่วนที่รองรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่อง เป็นชิ้นส่วนที่วางอยู่บนพื้นโรงงาน ส่วนใหญ่จะมีหลักฐานรองเครื่องรองรับเพื่อความสะดวกในการปรับระดับ

15. รางเลื่อนขวาง เครื่องไส (Cross Rail) คือ

ก. เป็นชิ้นส่วนเดียวกับโครงเครื่องจะเป็นส่วนที่ขึ้นลงของรางเลื่อนขวางและชุดโต๊ะงาน

ข. เป็นเหล็กหล่อที่ติดกับเครื่อง เป็นโครงหลักที่ใช้ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องภายในเป็นโพรง ประกอบด้วยชุดส่งกำลังของเครื่อง

ค. สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้บนสาเครื่องเป็นลางสำหรับให้ Apron ซึ่งมีโต๊ะงานติดตั้งอยู่เคลื่อนที่ในแนวขวางซ้ายขวา ด้วยเพลาเกลียวป้อน

ง.ทำด้วยเหล็กหล่อเป็นส่วนที่รองรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่อง เป็นชิ้นส่วนที่วางอยู่บนพื้นโรงงาน ส่วนใหญ่จะมีหลักฐานรองเครื่องรองรับเพื่อความสะดวกในการปรับระดับ

16. Apron ของเครื่องไส คือ

ก. เป็นส่วนที่เคลื่อนที่ซ้ายขวาบนรางเลื่อนขวางที่ Apron จะมีโต๊ะงานจับยึดอยู่

ข. เป็นส่วนที่ยึดติดบน Apron บนโต๊ะงานจะมีร่องตัวทีเพื่อใช้จับยึดปากกาจับงานหรือใช้จับยึดชิ้นงานโดยตรง

ค. ทำหน้าที่รองรับน้ำหนักของโต๊ะงานซึ่งมีน้ำหนักมากและยังช่วงรับแรงกระแทกในขณะไสงานด้วย ก่อนปรับรับโต๊ะงานขึ้นลงจะต้องคลายเกลียวที่ขารองรับโต๊ะงานก่อน

ง. เป็นชิ้นส่วนที่อยู่ด้านบนของหัวเครื่องไสทำหน้าที่เคลื่อนที่เดินหน้าและถอยหลังเพื่อทำมีดไสตัดงาน สามารถปรับระยะชักได้เพื่อให้มีความเหมาะสมกับความยาวงานที่ไส และสามารถปรับความเร็วของคู่จังหวะชักต่อนาทีได้เพื่อความเหมาะสมกับชิ้นงาน

17. โต๊ะงานไส (Table) คือ

ก. เป็นส่วนที่เคลื่อนที่ซ้ายขวาบนรางเลื่อนขวางที่ Apron จะมีโต๊ะงานจับยึดอยู่

ข. เป็นส่วนที่ยึดติดบน Apron บนโต๊ะงานจะมีร่องตัวทีเพื่อใช้จับยึดปากกาจับงานหรือใช้จับยึดชิ้นงานโดยตรง

ค. ทำหน้าที่รองรับน้ำหนักของโต๊ะงานซึ่งมีน้ำหนักมากและยังช่วงรับแรงกระแทกในขณะไสงานด้วย ก่อนปรับรับโต๊ะงานขึ้นลงจะต้องคลายเกลียวที่ขารองรับโต๊ะงานก่อน

ง. เป็นชิ้นส่วนที่อยู่ด้านบนของหัวเครื่องไสทำหน้าที่เคลื่อนที่เดินหน้าและถอยหลังเพื่อทำมีดไสตัดงาน สามารถปรับระยะชักได้เพื่อให้มีความเหมาะสมกับความยาวงานที่ไส และสามารถปรับความเร็วของคู่จังหวะชักต่อนาทีได้เพื่อความเหมาะสมกับชิ้นงาน

18. ขารองรับโต๊ะงานเครื่องไส (Table Support) คือ

ก. เป็นส่วนที่เคลื่อนที่ซ้ายขวาบนรางเลื่อนขวางที่ Apron จะมีโต๊ะงานจับยึดอยู่

ข. เป็นส่วนที่ยึดติดบน Apron บนโต๊ะงานจะมีร่องตัวทีเพื่อใช้จับยึดปากกาจับงานหรือใช้จับยึดชิ้นงานโดยตรง

ค. ทำหน้าที่รองรับน้ำหนักของโต๊ะงานซึ่งมีน้ำหนักมากและยังช่วงรับแรงกระแทกในขณะไสงานด้วยก่อนปรับรับโต๊ะงานขึ้นลงจะต้องคลายเกลียวที่ขารองรับโต๊ะงานก่อน

ง. เป็นชิ้นส่วนที่อยู่ด้านบนของหัวเครื่องไสทำหน้าที่เคลื่อนที่เดินหน้าและถอยหลังเพื่อทำมีดไสตัดงาน สามารถปรับระยะชักได้เพื่อให้มีความเหมาะสมกับความยาวงานที่ไส และสามารถปรับความเร็วของคู่จังหวะชักต่อนาทีได้เพื่อความเหมาะสมกับชิ้นงาน

19. แคร่เลื่อนเครื่องไส (Ram) คือ

ก. เป็นส่วนที่เคลื่อนที่ซ้ายขวาบนรางเลื่อนขวางที่ Apron จะมีโต๊ะงานจับยึดอยู่

ข. เป็นส่วนที่ยึดติดบน Apron บนโต๊ะงานจะมีร่องตัวทีเพื่อใช้จับยึดปากกาจับงานหรือใช้จับยึดชิ้นงานโดยตรง

ค. ทำหน้าที่รองรับน้ำหนักของโต๊ะงานซึ่งมีน้ำหนักมากและยังช่วงรับแรงกระแทกในขณะไสงานด้วยก่อนปรับรับโต๊ะงานขึ้นลงจะต้องคลายเกลียวที่ขารองรับโต๊ะงานก่อน

ง. เป็นชิ้นส่วนที่อยู่ด้านบนของหัวเครื่องไสทำหน้าที่เคลื่อนที่เดินหน้าและถอยหลังเพื่อทำมีดไสตัดงาน สามารถปรับระยะชักได้เพื่อให้มีความเหมาะสมกับความยาวงานที่ไส และสามารถปรับความเร็วของคู่จังหวะชักต่อนาทีได้เพื่อความเหมาะสมกับชิ้นงาน

20. ฐานเครื่องกัด(Base) คือ

ก. เป็นส่วนที่อยู่ด้นหน้าของโครงเครื่องกัด

ข. ทำด้วยเหล็กหล่ออยู่ติดกับพื้นโรงงานโดยตรง หรืออาจจะมีฐานรองเครื่องรองเพื่อความสะดวกในการปรับระดับ เป็นส่วนที่รองรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่องกัดภายในเป็นโพรงเพื่อบรรจุน้ำหล่อเย็นเพื่อนำไปหล่อเย็นขณะกัดชิ้นงาน

ค. เปรียบเสมือนลำตัวเครื่องกัด ทำด้วยเหล็กหล่อเป็นส่วนที่ต่อจากฐานเครื่องกัดส่วนใหญ่จะต่อเป็นชิ้นเดียวกันกับฐานเครื่องเป็นส่วนที่รองรับส่วนต่างๆ ของเครื่องกัดส่วนหน้าของโครงเครื่องกัดจะมีแท่นเลื่อนยึดติดอยู่ ด้านบนของโครงเครื่องกัดจะมีคานยื่นเครื่องกัดประกอบอยู่

ง. เป็นส่วนที่ประกอบอยู่ด้านบนของเครื่องกัดสามารถเลื่อนเข้าออกได้ตามความยาวของเพลาจับมีดกัด โดยการคลายเกลียวออกแล้วทำการเลื่อนเข้าออกบนร่องหางเหยี่ยว เมื่อได้เมื่อได้ตำแหน่งแล้วทำการขันเกลียวยึดให้แน่นอย่างเดิม

21 . โครงเครื่องกัด(Column) คือ

ก. เป็นส่วนที่อยู่ด้นหน้าของโครงเครื่องกัด

ข. ทำด้วยเหล็กหล่ออยู่ติดกับพื้นโรงงานโดยตรง หรืออาจจะมีฐานรองเครื่องรองเพื่อความสะดวกในการปรับระดับ เป็นส่วนที่รองรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่องกัดภายในเป็นโพรงเพื่อบรรจุน้ำหล่อเย็นเพื่อนำไปหล่อเย็นขณะกัดชิ้นงาน

ค. เปรียบเสมือนลำตัวเครื่องกัด ทำด้วยเหล็กหล่อเป็นส่วนที่ต่อจากฐานเครื่องกัดส่วนใหญ่จะต่อเป็นชิ้นเดียวกันกับฐานเครื่องเป็นส่วนที่รองรับส่วนต่างๆ ของเครื่องกัดส่วนหน้าของโครงเครื่องกัดจะมีแท่นเลื่อนยึดติดอยู่ ด้านบนของโครงเครื่องกัดจะมีคานยื่นเครื่องกัดประกอบอยู่

ง. เป็นส่วนที่ประกอบอยู่ด้านบนของเครื่องกัดสามารถเลื่อนเข้าออกได้ตามความยาวของเพลาจับมีดกัด โดยการคลายเกลียวออกแล้วทำการเลื่อนเข้าออกบนร่องหางเหยี่ยว เมื่อได้เมื่อได้ตำแหน่งแล้วทำการขันเกลียวยึดให้แน่นอย่างเดิม

22. ด้านหน้าโครงเครื่องกัด(Column Face) คือ

ก. เป็นส่วนที่อยู่ด้นหน้าของโครงเครื่องกัด

ข. ทำด้วยเหล็กหล่ออยู่ติดกับพื้นโรงงานโดยตรง หรืออาจจะมีฐานรองเครื่องรองเพื่อความสะดวกในการปรับระดับ เป็นส่วนที่รองรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่องกัดภายในเป็นโพรงเพื่อบรรจุน้ำหล่อเย็นเพื่อนำไปหล่อเย็นขณะกัดชิ้นงาน

ค. เปรียบเสมือนลำตัวเครื่องกัด ทำด้วยเหล็กหล่อเป็นส่วนที่ต่อจากฐานเครื่องกัดส่วนใหญ่จะต่อเป็นชิ้นเดียวกันกับฐานเครื่องเป็นส่วนที่รองรับส่วนต่างๆ ของเครื่องกัดส่วนหน้าของโครงเครื่องกัดจะมีแท่นเลื่อนยึดติดอยู่ ด้านบนของโครงเครื่องกัดจะมีคานยื่นเครื่องกัดประกอบอยู่

ง. เป็นส่วนที่ประกอบอยู่ด้านบนของเครื่องกัดสามารถเลื่อนเข้าออกได้ตามความยาวของเพลาจับมีดกัด โดยการคลายเกลียวออกแล้วทำการเลื่อนเข้าออกบนร่องหางเหยี่ยว เมื่อได้เมื่อได้ตำแหน่งแล้วทำการขันเกลียวยึดให้แน่นอย่างเดิม

23. คานยื่นเครื่องกัด(Over Arm) คือ

ก. เป็นส่วนที่อยู่ด้นหน้าของโครงเครื่องกัด

ข. ทำด้วยเหล็กหล่ออยู่ติดกับพื้นโรงงานโดยตรง หรืออาจจะมีฐานรองเครื่องรองเพื่อความสะดวกในการปรับระดับ เป็นส่วนที่รองรับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่องกัดภายในเป็นโพรงเพื่อบรรจุน้ำหล่อเย็นเพื่อนำไปหล่อเย็นขณะกัดชิ้นงาน

ค. เปรียบเสมือนลำตัวเครื่องกัด ทำด้วยเหล็กหล่อเป็นส่วนที่ต่อจากฐานเครื่องกัดส่วนใหญ่จะต่อเป็นชิ้นเดียวกันกับฐานเครื่องเป็นส่วนที่รองรับส่วนต่างๆ ของเครื่องกัดส่วนหน้าของโครงเครื่องกัดจะมีแท่นเลื่อนยึดติดอยู่ ด้านบนของโครงเครื่องกัดจะมีคานยื่นเครื่องกัดประกอบอยู่

ง. เป็นส่วนที่ประกอบอยู่ด้านบนของเครื่องกัดสามารถเลื่อนเข้าออกได้ตามความยาวของเพลาจับมีดกัด โดยการคลายเกลียวออกแล้วทำการเลื่อนเข้าออกบนร่องหางเหยี่ยว เมื่อได้เมื่อได้ตำแหน่งแล้วทำการขันเกลียวยึดให้แน่นอย่างเดิม

24. แกนเพลาเครื่องกัด(Spindle) คือ

ก. จะประกอบอยู่บนแท่นเลื่อน ทำหน้าที่เคลื่อนที่เข้าออกอยู่บนแท่นเลื่อน ไม่สามารถหมุ่นเป็นองศาได้

ข. เป็นส่วนที่อยู่ด้นหน้าของโครงเครื่องกัด เป็นส่วนที่รับกำลังจากชุดเฟืองทดแล้วส่งกำลังให้แกนเพลาจับยึดมีดกักพามีดกัดหมุนตัวงาน

ค. เป็นส่วนที่มีไว้จับชิ้นงานโดยตรง หรือจับยึดอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ปากกาจับงาน หัวแบ่งศูนย์ท้ายเครื่องกัด สามารถเคลื่อนซ้ายขวาได้เพื่อป้อนชิ้นงาน

ง. ทำหน้าที่เป็นตัวประคองแกนเพลาจับมีดกัด เป็นส่วนที่จับยึดอยู่กับตัวคานยื่นเครื่องกัด สามารถเลื่อนเข้าออกได้บนร่องหางเหยี่ยวของคานยื่นเครื่องกัด เมื่อได้ตำแหน่งแล้วสามารถยึดให้แน่นด้วยการขันเกลียว

25. ตัวประคองแกนเพลาตับมีดกัดเครื่องกัด (Arbor Support) คือ

ก. จะประกอบอยู่บนแท่นเลื่อน ทำหน้าที่เคลื่อนที่เข้าออกอยู่บนแท่นเลื่อน ไม่สามารถหมุ่นเป็นองศาได้

ข. เป็นส่วนที่อยู่ด้นหน้าของโครงเครื่องกัด เป็นส่วนที่รับกำลังจากชุดเฟืองทดแล้วส่งกำลังให้แกนเพลาจับยึดมีดกักพามีดกัดหมุนตัวงาน

ค. เป็นส่วนที่มีไว้จับชิ้นงานโดยตรง หรือจับยึดอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ปากกาจับงาน หัวแบ่งศูนย์ท้ายเครื่องกัด สามารถเคลื่อนซ้ายขวาได้เพื่อป้อนชิ้นงาน

ง. ทำหน้าที่เป็นตัวประคองแกนเพลาจับมีดกัด เป็นส่วนที่จับยึดอยู่กับตัวคานยื่นเครื่องกัด สามารถเลื่อนเข้าออกได้บนร่องหางเหยี่ยวของคานยื่นเครื่องกัด เมื่อได้ตำแหน่งแล้วสามารถยึดให้แน่นด้วยการขันเกลียว

26. โต๊ะงานเครื่องกัด (Table) คือ

ก. จะประกอบอยู่บนแท่นเลื่อน ทำหน้าที่เคลื่อนที่เข้าออกอยู่บนแท่นเลื่อน ไม่สามารถหมุ่นเป็นองศาได้

ข. เป็นส่วนที่อยู่ด้นหน้าของโครงเครื่องกัด เป็นส่วนที่รับกำลังจากชุดเฟืองทดแล้วส่งกำลังให้แกนเพลาจับยึดมีดกักพามีดกัดหมุนตัวงาน

ค. เป็นส่วนที่มีไว้จับชิ้นงานโดยตรง หรือจับยึดอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ปากกาจับงาน หัวแบ่งศูนย์ท้ายเครื่องกัด สามารถเคลื่อนซ้ายขวาได้เพื่อป้อนชิ้นงาน

ง. ทำหน้าที่เป็นตัวประคองแกนเพลาจับมีดกัด เป็นส่วนที่จับยึดอยู่กับตัวคานยื่นเครื่องกัด สามารถเลื่อนเข้าออกได้บนร่องหางเหยี่ยวของคานยื่นเครื่องกัด เมื่อได้ตำแหน่งแล้วสามารถยึดให้แน่นด้วยการขันเกลียว

27. แคร่เลื่อนเครื่องกัด (Saddle) คือ

ก. จะประกอบอยู่บนแท่นเลื่อน ทำหน้าที่เคลื่อนที่เข้าออกอยู่บนแท่นเลื่อน ไม่สามารถหมุ่นเป็นองศาได้

ข. เป็นส่วนที่อยู่ด้นหน้าของโครงเครื่องกัด เป็นส่วนที่รับกำลังจากชุดเฟืองทดแล้วส่งกำลังให้แกนเพลาจับยึดมีดกักพามีดกัดหมุนตัวงาน

ค. เป็นส่วนที่มีไว้จับชิ้นงานโดยตรง หรือจับยึดอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ปากกาจับงาน หัวแบ่งศูนย์ท้ายเครื่องกัด สามารถเคลื่อนซ้ายขวาได้เพื่อป้อนชิ้นงาน

ง. ทำหน้าที่เป็นตัวประคองแกนเพลาจับมีดกัด เป็นส่วนที่จับยึดอยู่กับตัวคานยื่นเครื่องกัด สามารถเลื่อนเข้าออกได้บนร่องหางเหยี่ยวของคานยื่นเครื่องกัด เมื่อได้ตำแหน่งแล้วสามารถยึดให้แน่นด้วยการขันเกลียว

28. เครื่องเจาะมีชื่อเรียกอีกอย่างนี้ว่า

ก. เครื่องเจาะ ข. เครื่องสว่าน ค. สว่านแท่น ง. สว่านมือ

29. เทคนิคการเจาะรู คือ

ก. มุมจิกของดอกสว่านต้องถูกต้อง

ข. การเจาะนำศูนย์ก่อนเจาะด้วยดอกสว่านจริง

ค. ถ้าเกิดผลผิดพลาดดอกสว่านเจาะไม่ตรงรูที่ขีดหมายไว้ จำเป็นต้องแก้ตำแหน่งศูนย์รูให้ตรงเสียก่อน

ง. ถูกทุกข้อ

30. การตั้งความเร็วของระบบเครื่องเจาะ คือ

ก. เลือกตั้งความเร็วรอบที่ถูกต้องเราพิจารณาจากขนาดของดอกสว่านถ้าดอกสว่านมีขนาดโตให้เลือกใช้ความเร็วรอบต่ำ

ข. เลือกตั้งความเร็วรอบที่ถูกต้องเราพิจารณาจากขนาดของดอกสว่านถ้าดอกสว่านมีขนาดเล็กให้เลือกใช้ความเร็วรอบสูง

ค. ถ้าใช้ความเร็วรอบสูงก็จะทำให้ความเร็วตัดของคมดอกสว่านสูงตามไปด้วย

ง. ถูกทุกข้อ

เฉลย

1.ง	2.ค	3.ก	4.ข	5.ก
6.ค	7.ง	8.ค	9.ง	10.ก
11.ง	12.ง	13.ข	14.ก	15.ค
16.ก	17.ข	18.ค	19.ง	20.ข
21.ค	22.ก	23.ง	24.ข	25.ง
26.ค	27.ก	28.ข	29.ง	30.ง