บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 บทนำ

ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า อุตสาหกรรมที่ผลิตผลิตภัณฑ์จากพลาสติกและโลหะในประเทศไทยมีการพัฒนาและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยมีผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกหรือโลหะปรากฏให้เห็นอย่างมากมาย มีทั้งผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอุตสาหกรรมทั่วๆ ไป ตัวอย่างเช่น ของเล่นเด็ก ภาชนะบรรจุของ ชิ้นส่วนอุปกรณ์และอะไหล่ของเครื่องจักร และผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น

สิ่งที่อยู่เบื้องหลังการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมเหล่านี้อย่างหนึ่งก็คือ ผลผลิตที่เกิดจากอุตสาหกรรมเครื่องมือ โดยที่เครื่องมือต่างๆ ที่ผลิตขึ้นมานั้นจะถูกนำไปใช้ในขบวนการผลิตชิ้นส่วนและขบวนการประกอบผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรม และถ้ามีการนำเอาเครื่องมือที่มีคุณภาพและมาตรฐานไปใช้ในงานการผลิต จะทำให้ผลผลิตที่ผลิตได้มีคุณภาพและมาตรฐาน ตลอดจนเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำลง อันจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค

เครื่องมือ (Tools) เป็นอุปกรณ์ที่ได้ถูกนำไปใช้งานในขั้นตอนของการผลิตชิ้นส่วนและขั้นตอนของการผลิตผลิตภัณฑ์ ส่วนใหญ่แล้วจะถูกนำไปใช้งานร่วมกับเครื่องจักร โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างสะดวกรวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่าย นอกจากนั้นยังทำให้เครื่องจักรที่มีอยู่ได้ถูกใช้งานได้หลายรูปแบบโดยไม่ต้องเปลี่ยนเครื่องจักร จะเปลี่ยนเฉพาะเครื่องมือเท่านั้น

เครื่องมือจัดแบ่งได้หลายประเภทคือ

1. เครื่องมือตัด (Cutting Tools) เช่น ดอกสว่าน ดอกคว้านเรียบ มีดกัด มีดกลึง แท๊ปตาย
   และแท่งกัดงาน
2. จิ๊กและฟิกซ์เจอร์ (Jigs and Fixtures) เช่น จิ๊กที่ใช้สำหรับการเจาะรู จิ๊กที่ใช้สำหรับงาน
   เชื่อม ฟิกซ์เจอร์ที่ใช้สำหรับงานบนเครื่องกัด และฟิกซ์เจอร์ที่ใช้สำหรับจับชิ้นงาน
3. เกจและเครื่องมือวัด (Gauges and Measuring Instruments) เช่น เกจวัดความโตใน เกจวัดความโตนอก เวอร์เนียและไมโครมิเตอร์

4. แม่พิมพ์สำหรับงานขึ้นรูปโลหะแผ่น (Sheet Metal Press Working Dies) เช่น แม่พิมพ์ตัด แม่พิมพ์ขึ้นรูปและแม่พิมพ์ลากขึ้นรูป
5. แม่พิมพ์สำหรับงานพลาสติก (Plastic Mould) แม่พิมพ์สำหรับงานหล่อโลหะ (Die Casting) แบบหล่อถาวร (Permanent Moulding)
6. แม่พิมพ์สำหรับงานขึ้นรูป (Forging Dies) แบบตีร้อนและตีเย็น แม่พิมพ์อัดขึ้นรูป (Extrusion Die) และแม่พิมพ์รีดขึ้นรูป

เครื่องมือเหล่านี้ได้ถูกนำไปใช้เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์จากพลาสติกและโลหะ โดยจะถูกนำไปใช้
งานร่วมกับเครื่องจักรเพื่อใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ ให้ได้คุณภาพและมาตรฐาน ประหยัดแรงงานและเวลาในการผลิต รวมไปถึงการลดชิ้นส่วนที่อาจจะเกิดการเสียหายให้น้อยที่สุด

2.2 การออกแบบเครื่องมือ

การออกแบบเครื่องมือเป็นขบวนการของการออกแบบและปรับปรุงเครื่องมือ โดยใช้วิธีการและเทคนิคที่จำเป็น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน

2.2.1 จุดประสงค์ของการออกแบบเครื่องมือ

จุดประสงค์ของการออกแบบเครื่องมือโดยทั่วไปคือ การลดค่าใช้จ่ายในการผลิตงาน ประหยัดแรงงานและเวลาในการผลิต รวมไปถึงการลดชิ้นส่วนที่อาจจะเกิดการเสียหายให้น้อยที่สุด และทำให้ด้านคุณภาพ มาตรฐานและผลผลิตเพิ่มขึ้น

2.2.2 การวางแผนสำหรับการออกแบบ

การวางแผนงานเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องมือจะเกี่ยวกับ รายละเอียด และรายการต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ เพื่อที่จะให้ได้การผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด จะต้องศึกษาอย่างละเอียดรอบคอบเกี่ยวกับแบบของชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์และแผนการของการผลิต ซึ่งจะต้องรู้และเข้าใจผลิตภัณฑ์รวมทั้งกระบวนการของการผลิตเป็นอย่างดียิ่ง

2.2.3 ขอบเขตการออกแบบเครื่องมือ

ขอบเขตการออกแบบเครื่องมือ ได้แก่เทคนิคในการออกแบบและอาจรวมถึงการกำหนดและการเลือกใช้วัสดุ และการตรวจสอบเครื่องมือซึ่งในการออกแบบเครื่องมือจะต้องมีความเข้าใจขอบเขตหน้าที่ของชิ้นส่วนต่างๆ

2.2.4 การออกแบบ

ในขั้นตอนของการออกแบบจะต้องปรับปรุงการเขียนแบบและภาพสเก็ตตามความคิดต่างๆ ของการออกแบบเครื่องมือแบบที่เขียนเรียบร้อยแล้วจะถูกส่งไปยังหัวหน้านักออกแบบเพื่อพิจารณาอนุมัติต่อไป

2.2.5 การตรวจสอบ

การตรวจสอบโดยทั่วๆ ไปมี 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือเครื่องมือจะถูกตรวจสอบว่าถูกต้องตามแบบครออิ้งหรือไม่ ส่วนในขั้นที่ 2 คือชิ้นส่วนที่ถูกทำมาแล้วจะถูกต้องตามรายละเอียดที่กำหนดหรือไม่

2.2.6 การวิเคราะห์ก่อนการออกแบบ

ความคิดของการออกแบบ จิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ทั้งหมดนั้นจะเริ่มต้นมาจากจินตนาการของนักออกแบบ การวางแผนงานและการค้นคว้าวิจัย ซึ่งจะได้การเปลี่ยนแปลงความคิดเหล่านั้นมาสู่การปฏิบัติให้เป็นรูปร่างต่อไป

ขั้นตอนของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์คือ การพิจารณาข้อมูลความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด แบบของชิ้นส่วนและแผนการผลิตจะต้องถูกศึกษาอย่างละเอียดรอบครอบเพื่อหาความต้องการหรือจุดประสงค์ที่แน่นอนของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์นั้นๆ

การสเก็ตภาพหรือการออกแบบคร่าวๆ เป็นขั้นเริ่มแรกของการพัฒนาการออกแบบเครื่องมือ และในขั้นสุดท้ายแบบของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ก็จะถูกทำขึ้นมาเพื่อที่จะนำไปสร้างต่อไป

ก่อนที่จะคิดออกแบบในขั้นสุดท้าย จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวกับคนซึ่งจะสัมพันธ์กับการทำงานของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์นั้นๆ ผู้ที่จะคุมเครื่องและตรวจสอบจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ทั้งหมดนี้จะเกี่ยวข้องกับการออกแบบและการทำงานของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์

ในการออกแบบจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ สิ่งแรกที่จะต้องพิจารณาก่อนเสมอคือเรื่องของความปลอดภัย ความปลอดภัยในการทำงานจะต้องถูกวางแผนไว้ในทุกๆ จุดของการออกแบบ สำหรับ

รายละเอียดเป็นสิ่งที่ควรพิจารณาในระหว่างทุกๆ ขั้นตอนของการออกแบบ เพื่อเป็นการประกันว่าจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์มีความปลอดภัยในการทำงาน

2.3 การวางแผนการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์

ปัญหาอย่างหนึ่งของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์คือ การรวบรวมความคิดเกี่ยวกับหัวข้อรายละเอียดปลีกย่อย ซึ่งจะต้องนำมาพิจารณาในการวางแผนการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ จึงควรจะมีวิธีการที่แน่นอนของการเริ่มต้น การพัฒนาปรับปรุง และความสมบูรณ์ในการออกแบบ

ชิ้นงานต่างๆ จะมีความแตกต่างกันทั้งทางด้านขนาด รูปร่าง และเงื่อนไขต่างๆ สำหรับจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ที่ถูกออกแบบสำหรับงานเหล่านี้ก็จะมีตั้งแต่แบบที่ธรรมดาจนถึงแบบที่ยุ่งยากซับซ้อนด้วย

โดยทั่วๆ ไปงานของการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์สามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ

1. การศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับแบบดรออิ้งของชิ้นงานและแผนการของการผลิตคลอดจนจำนวนของชิ้นงานที่จะทำ
2. การวางแผนเริ่มต้นสำหรับจิ๊กและฟิกซ์เจอร์จะถูกพัฒนาปรับปรุง กล่าวคือการสเก็ตภาพ
3. การเขียนแบบที่สมบูรณ์ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการผลิตจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ต่อไป

2.4 ชนิดและหน้าที่ของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์

2.4.1 จิ๊กและฟิกซ์เจอร์

จิ๊กและฟิกซ์เจอร์ เป็นเครื่องมือสำหรับงานในอุตสาหกรรมซึ่งถูกนำมาใช้สำหรับการผลิตชิ้นงานที่เที่ยงตรงเหมือนกันทุกๆชิ้น ความสัมพันธ์และตำแหน่งที่ถูกต้องระหว่างจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์กับชิ้นงานจะต้องถูกรักษาให้คงเดิมอยู่ตลอดเวลา จิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ถูกออกแบบและสร้างขึ้นมาเพื่อทำการยึดจับ รองรับ และกำหนดตำแหน่งชิ้นงานทุกๆชิ้น เพื่อให้แน่ใจว่าในการเจาะรูหรือการตกแต่งด้วยวิธีอื่นๆ จะได้ตรงตำแหน่งเดิมหรือขนาดตามรายละเอียดที่กำหนดทุกประการ

จิ๊กและฟิกเจอร์จะมีความหมายเกี่ยวพันใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามความแตกต่างระหว่างจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ขึ้นอยู่กับแนวทางของเครื่องมือที่จะนำไปใช้กับชิ้นงาน

จิ๊ก

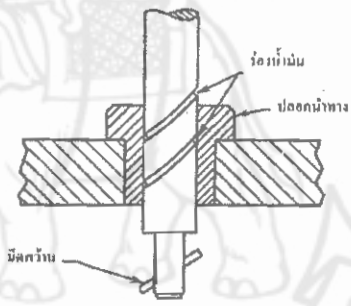
จิ๊กเป็นเครื่องมือพิเศษที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยในการกำหนดตำแหน่ง จับยึดชิ้นงานและยังเป็นตัวนำทางของเครื่องมือตัด

ฟิกซ์เจอร์

ฟิกซ์เจอร์เป็นเครื่องมือสำหรับการผลิตที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่ง ยึดจับ และรองรับชิ้นงานให้อยู่คงที่ขณะเครื่องจักรกำลังทำงานอยู่

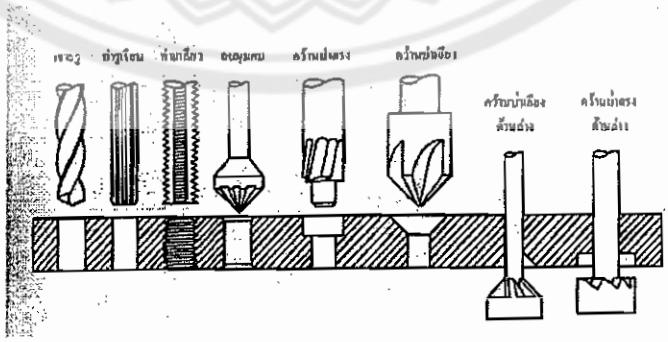
2.4.2 ชนิดของจิ๊ก

โดยทั่วๆไปจิ๊กแบ่งออกเป็น 2 อย่างใหญ่ๆ คือ จิ๊กคว้านรู และจิ๊กเจาะรู สำหรับจิ๊กคว้านรูนั้นจะถูกใช้งานสำหรับการคว้านรูซึ่งมีขนาดใหญ่เกินกว่าที่ทำการเจาะด้วยดอกสว่านได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ส่วนจิ๊กเจาะรูจะถูกใช้สำหรับการเจาะรู ทำรูเรียบ ทำเกลียว ลบมุมคม ทำรูมุมฉาก ทำรูมุมเอียง เป็นต้นดังแสดงในรูปที่ 2.2



ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.1 แสดงจิ๊กคว้านรู



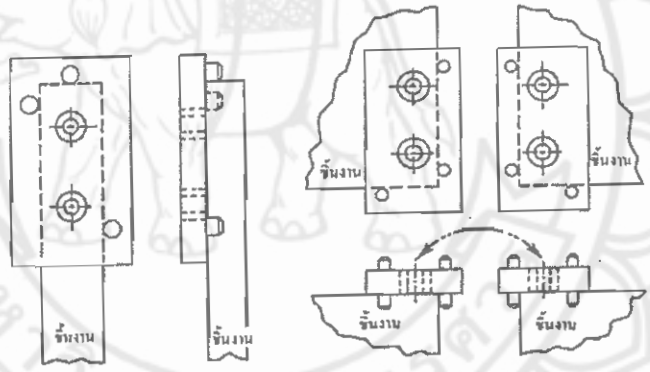
ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.2 แสดงการทำงานต่างๆ โดยใช้จิ๊กเจาะรู

สำหรับจิ๊กต่อไปนี้เป็นจิ๊กชนิดต่างๆที่ถูกเรียกชื่อแตกต่างกันออกไปตามลักษณะการสร้างขึ้นมาใช้งาน

จิ๊กแบบเทมเพลท

จิ๊กชนิดนี้จะถูกใช้สำหรับงานที่ต้องการให้ชิ้นงานมีความละเอียดถูกต้องมากกว่าจะผลิตชิ้นงานได้รวดเร็ว โดยจะครอบอยู่บนชิ้นงานหรืออยู่ข้างในชิ้นงาน โดยไม่จำเป็นต้องมีการจับยึดใดๆ ดังแสดงในรูปที่ 23

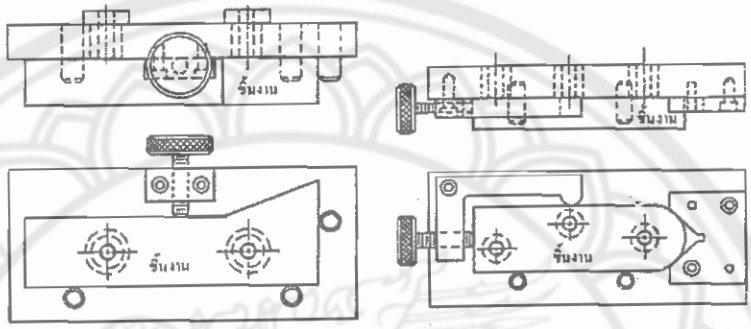


ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.3 แสดงจิ๊กแบบเทมเพลท

จิ๊กแบบแผ่น

จิ๊กชนิดนี้จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบเทมเพลต แต่จะแตกต่างกันตรงที่แบบแผ่นนี้จะมีตัวยึดงานติดตั้งอยู่เพื่อไว้ใช้สำหรับจับชิ้นงานดังแสดงในรูปที่ 2.4

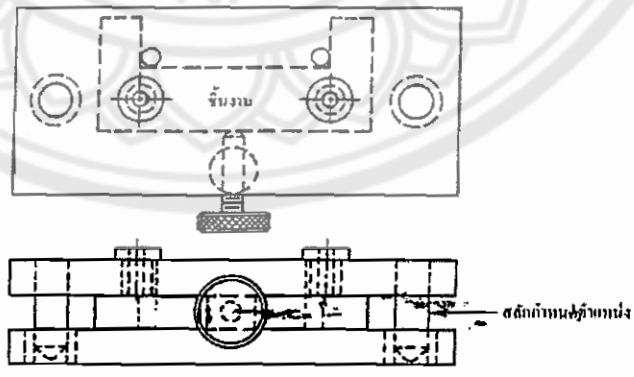


ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.4 แสดงจิ๊กแบบแผ่น

จิ๊กแบบแซนวิช

เป็นจิ๊กที่อยู่ในแบบของแบบแผ่นแต่มีแผ่นประกอบด้านหลังของจิ๊กอยู่ด้วย ดังแสดงในรูปที่2.5 จิ๊กชนิดนี้จะถูกใช้กับชิ้นงานที่มีลักษณะอ่อนและบาง

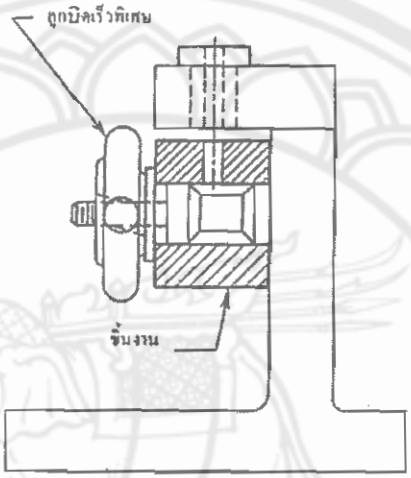


ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.5 แสดงจิ๊กแบบแซนวิช

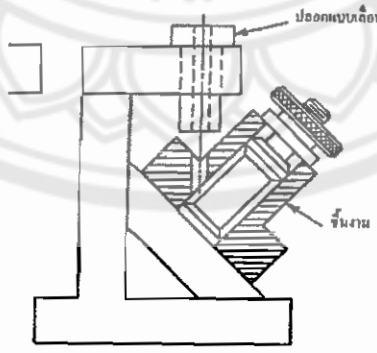
จิ๊กแบบแผ่นมุมฉาก

เป็นจิ๊กที่ถูกใช้สำหรับยึดจับชิ้นงานซึ่งจะถูกกระทำเช่น เจาะรู ในตำแหน่งที่ตั้งฉากกับตัวกำหนดตำแหน่ง ดังแสดงในรูปที่ 2.6 นอกจากนี้ยังมี จิ๊กที่ลักษณะคล้ายกัน แต่ใช้ทำงานกับการทำงานที่ไม่ใช่มุม 90 ก็คือ จิ๊กแบบแผ่นปรับมุม ดังแสดงในรูปที่ 2.7



ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.6 แสดงจิ๊กแบบแผ่นมุมฉาก

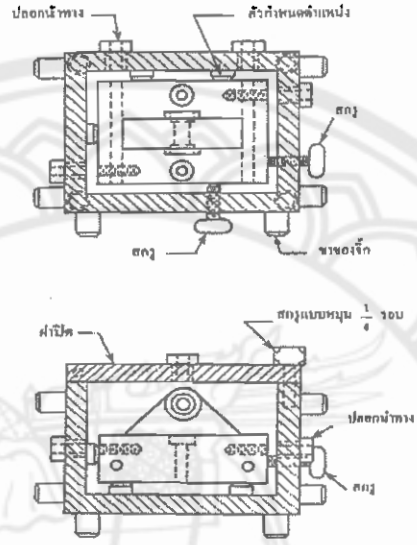


ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.7 แสดงจิ๊กแบบแผ่นปรับมุม

จิ๊กแบบกล่อง

เป็นจิ๊กที่ถูกทำขึ้นมามีลักษณะครอบคลุมชิ้นงานทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 2.8

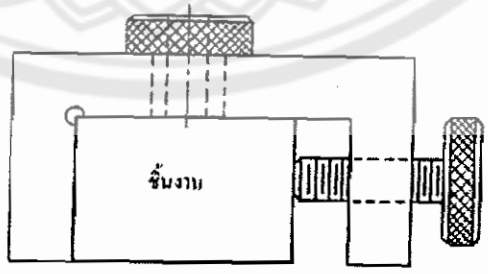


ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.8 แสดงจิ๊กแบบกล่อง

จิ๊กแบบแชลเนล

เป็นจิ๊กที่มีแบบเป็นธรรมดาง่ายๆในบรรดาชนิดของแบบกล่อง ดังแสดงในรูปที่ 2.9

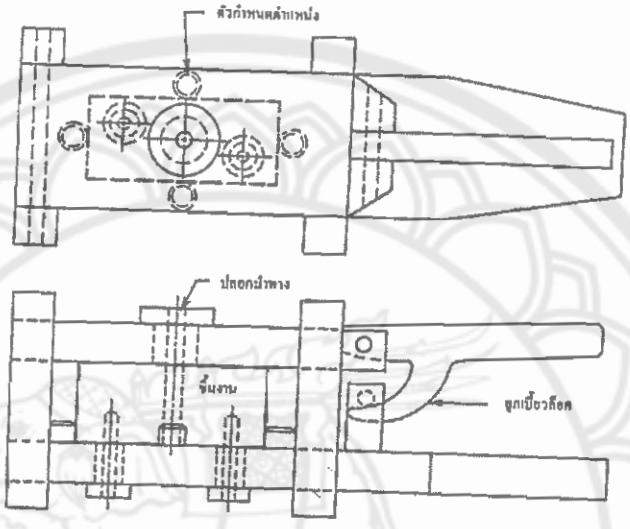


ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.9 แสดงจิ๊กแบบแชลเนล

จิ๊กแบบฝาปิด

เป็นแบบกล่องชนิดหนึ่งมีขนาดเล็กมีฝาปิด-เปิดได้ ทำให้ง่ายต่อการเอาชิ้นงานเข้าไปหรือถอดออกอย่างสะดวก ดังแสดงในรูปที่ 2.10

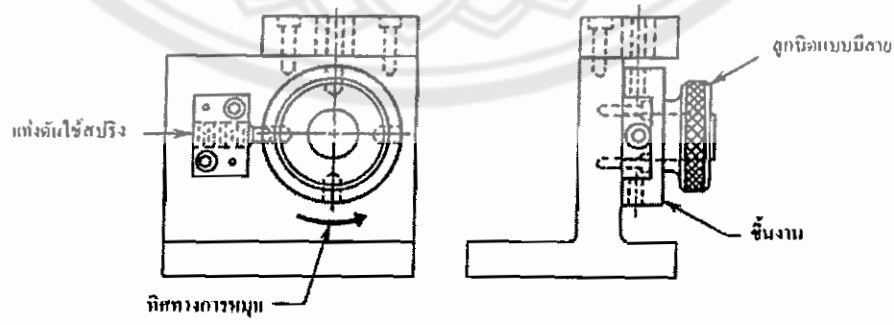


ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.10 แสดงจิ๊กแบบฝาปิด

จิ๊กแบบหัวแบ่งหรือโรตารี่จิ๊ก

เป็นจิ๊กที่ถูกใช้สำหรับการเจาะหรือตกแต่งบนชิ้นงานที่ต้องการให้มีระยะห่างของการกระทำนั้นห่างเท่าๆกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.11

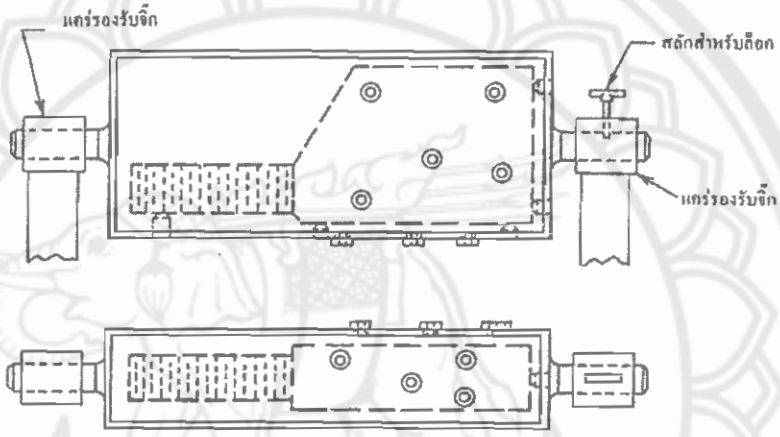


ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.11 แสดงจิ๊กแบบหัวแบ่ง

จิ๊กแบบแคร่

เป็นจิ๊กแบบหนึ่งของโรตารี่จิ๊กที่ใช้สำหรับงานที่มีขนาดใหญ่หรือมีรูปร่างเฉพาะอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 2.12



ที่มา: วชิระ,2547

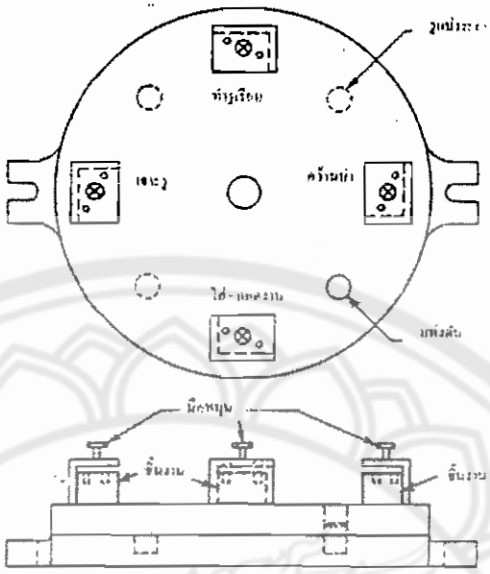
รูปที่ 2.12 แสดงจิ๊กแบบแคร่

จิ๊กแบบปั๊ม

เป็นจิ๊กที่ถูกผลิตขึ้นทางด้านการค้าซึ่งผู้ใช้จะต้องเอาไปดัดแปลงใช้กับชิ้นงานที่ต้องการ

จิ๊กแบบหลายตำแหน่ง

เป็นจิ๊กที่ถูกทำขึ้นมาสำหรับใช้งานได้หลายๆอย่างจนเสร็จเรียบร้อย ดังแสดงในรูปที่ 2.13



ที่มา: วชิระ,2547

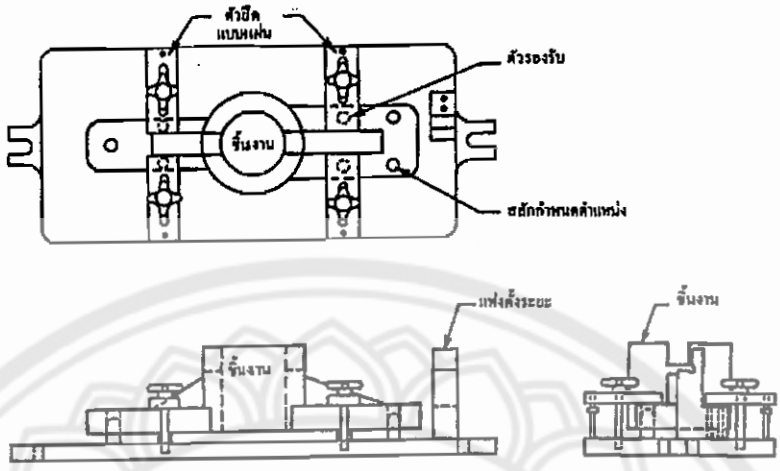
รูปที่ 2.13 แสดงจิ๊กแบบหลายตำแหน่ง

2.4.3 ชนิดของฟิกซ์เจอร์

สำหรับชื่อต่างๆที่ใช้เรียกฟิกซ์เจอร์แต่ละชนิดนั้น โดยหลักใหญ่แล้วจะพิจารณาจากฟิกซ์เจอร์ถูกสร้างมาอย่างไร ดังนั้นฟิกซ์เจอร์จึงถูกสร้างให้มีความแรงมากกว่าจิ๊ก สำหรับชิ้นงานแบบเดียวกัน และต่อไปนี้เป็นฟิกซ์เจอร์ชนิดต่างๆ

ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่น

ฟิกซ์เจอร์ชนิดนี้จะถูกสร้างมาจากแผ่นเรียบๆซึ่งมีตัวยึดจับชนิดต่างๆกันติดอยู่ และยังมีตัวกำหนดตำแหน่งอยู่ด้วย ซึ่งจะทำหน้าที่ในการยึดจับและกำหนดตำแหน่งของชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.14

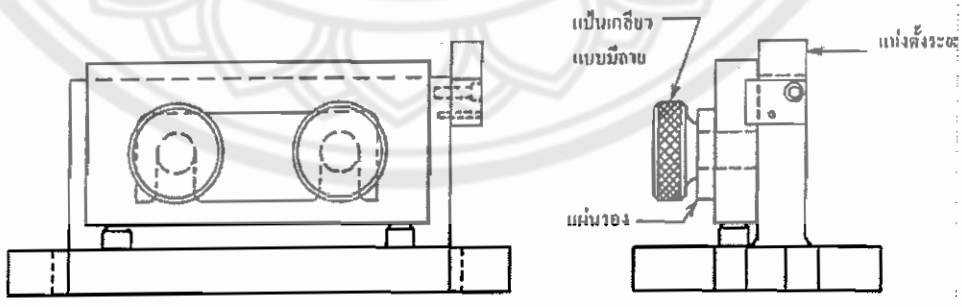


ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.14 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบแผ่น

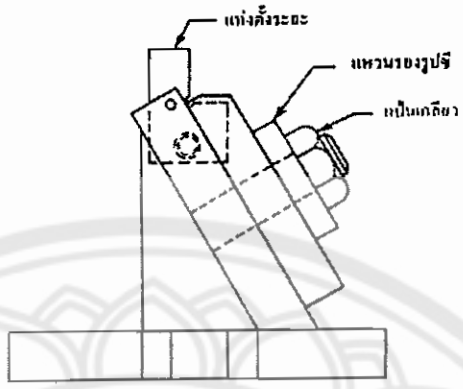
ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นตั้งฉาก

เป็นฟิกซ์เจอร์แบบหนึ่งของฟิกซ์เจอร์แบบแผ่น การทำงานของฟิกซ์เจอร์ชนิดนี้คือ ชิ้นงานจะถูกกระทำในทางตั้งฉากกับตัวกำหนดตำแหน่ง ดังแสดงในรูปที่ 2.15 แต่บางครั้งจำเป็นต้องใช้มุมอื่นที่ไม่ใช่ 90 องศา ในกรณีนี้ต้องเปลี่ยนมาใช้ฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นปรับมุม ดังแสดงในรูปที่ 2.16



ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.15 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นตั้งฉาก

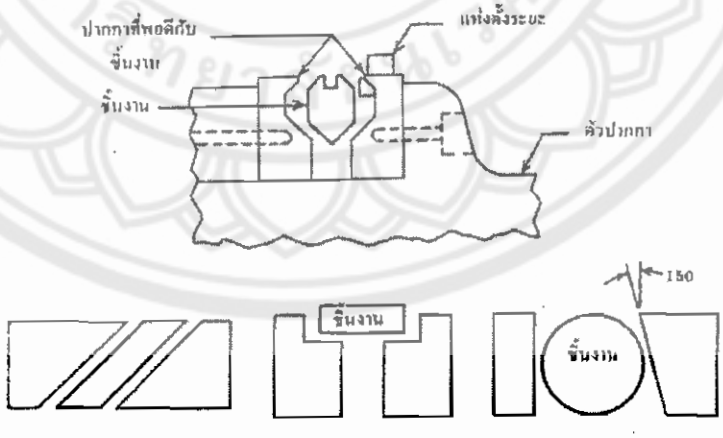


ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.16 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบแผ่นปรับมุม

ฟิกซ์เจอร์แบบปากกา

เป็นฟิกซ์เจอร์ที่ใช้กับการทำงานที่มีชิ้นงานขนาดเล็ก ดังนั้นจึงสามารถที่จะเปลี่ยนปากสำหรับชิ้นงานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ดังแสดงในรูปที่ 2.17

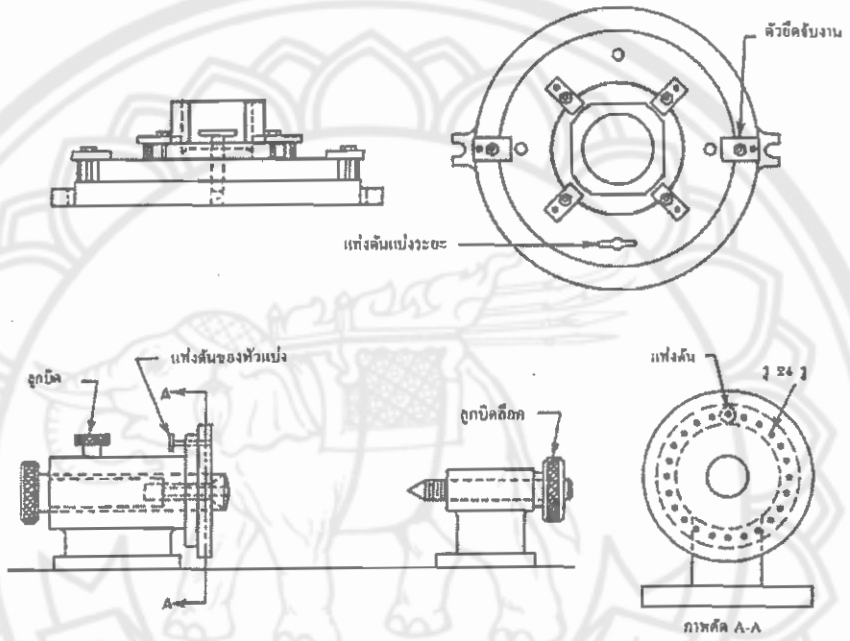


ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.17 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบปากกา

ฟิกซ์เจอร์แบบหัวแบ่ง

เป็นฟิกซ์เจอร์ที่ลักษณะคล้ายกับจิ๊กแบบหัวแบ่ง จะถูกใช้สำหรับการทำงานกับชิ้นงานที่ต้องมีการตกแต่งให้มีช่องว่าง หรือระยะห่างเท่าๆกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.18



ที่มา: วชิระ,2547

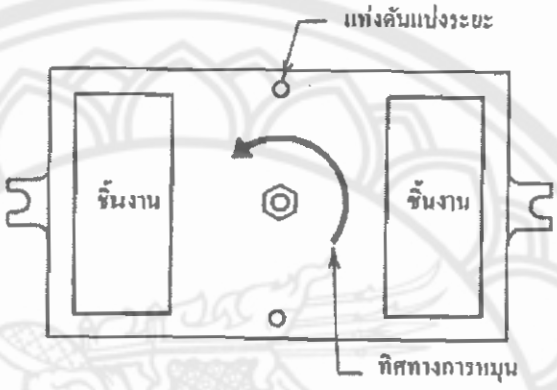
รูปที่ 2.18 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบหัวแบ่ง

ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.19 แสดงชิ้นงานที่ถูกกระทำโดยฟิกซ์เจอร์แบบหัวแบ่ง

ฟิกซ์เจอร์แบบหลายตำแหน่ง

เป็นฟิกซ์เจอร์ที่ถูกนำมาใช้เมื่อต้องการการผลิตที่ต้องการความรวดเร็ว และมีปริมาณมากๆ ในขณะที่การทำงานของเครื่องจักรจะต้องทำงานเป็นจังหวะต่อเนื่องกันไปตลอด ดังแสดงในรูปที่ 2.20

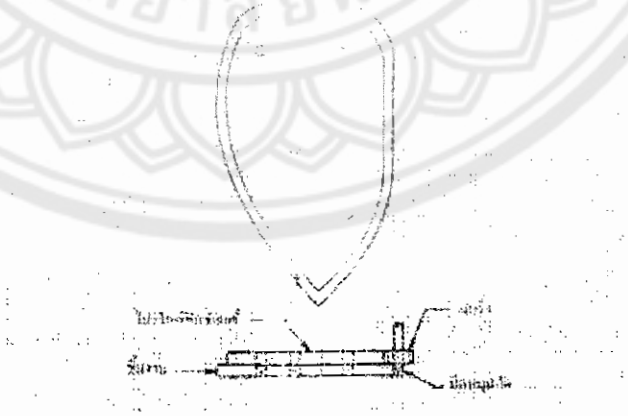


ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.20 แสดงฟิกซ์เจอร์แบบดูเพล็ก

ฟิกซ์เจอร์แบบโปรไฟล์

เป็นฟิกซ์เจอร์ที่จะถูกใช้เป็นตัวนำทางสำหรับการทำงานที่กระทำตามเส้นรอบรูปที่เครื่องจักรไม่สามารถไปตามทิศทางปกติได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.21



ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.21 แสดงโปรไฟล์

2.4.4 ประเภทของฟิกซ์เจอร์

โดยปกติแล้วฟิกซ์เจอร์จะถูกแบ่งตามชนิดของเครื่องจักรที่ฟิกซ์เจอร์นั้นๆถูกนำไปใช้งานด้วย และสามารถที่จะเรียกชนิดเฉพาะเจาะจงไปตามการใช้งานย่อยๆไปอีกก็ได้ ดังตัวอย่างเช่น ถ้าฟิกซ์เจอร์ถูกออกแบบมาให้ใช้กับเครื่องกัดจะถูกเรียกว่าฟิกซ์เจอร์เครื่องกัด

2.5 หลักการของการสร้างจิ๊กและฟิกซ์เจอร์

2.5.1 โครงสร้างลำตัวของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์

ส่วนของลำตัวที่จะนำไปใช้งานจะต้องถูกทำขึ้นมาให้มีความแข็งแรงมั่นคงเพื่อที่จะถูกติดตั้งโดยสิ่งต่างๆ ได้ เป็นอย่างดี คือ ตัวกำหนดตำแหน่ง, ตัวรองรับ, ตัวจับยึดชิ้นงาน และชิ้นส่วนอื่นๆ ที่ต้องการจะอ้างอิง กำหนดตำแหน่งและยึดจับชิ้นงาน ขณะที่กำลังอยู่ระหว่างการทำงาน สำหรับขนาด รูปร่าง วัสดุและขบวนการที่ใช้ในการทำส่วนของลำตัว เบื้องต้นนี้จะถูกนำมาพิจารณาโดยดูจากขนาดของชิ้นงานที่จะถูกกระทำ

โดยทั่วๆ ไปแล้วขนาดและรูปร่างของส่วนที่เป็นลำตัวจะถูกนำมาพิจารณาโดยดูจากขนาดของชิ้นงานและวิธีที่จะกระทำต่อชิ้นงาน ส่วนที่เกี่ยวกับวัสดุและขบวนการที่ใช้ในการทำส่วนของลำตัวนั้นจะขึ้นอยู่กับความประหยัด ความแข็งแรงมั่นคง ความเที่ยงตรงและอายุการใช้งาน

2.5.2 อุปกรณ์สำหรับยึดงาน

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ยึดงานให้ติดแน่นเข้าด้วยกันจะมีอยู่หลายชนิดที่ใช้สำหรับการทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ เช่น สกรู, น๊อต, สลักเกลียว และสลัก

2.6 วัสดุที่ใช้ทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์

นอกจากการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์แล้วนั้นยังจะต้องมีความรับผิดชอบต่อการเลือกใช้วัสดุด้วยว่าควรจะเลือกใช้วัสดุชนิดไหน อย่างไร เพื่อที่จะนำมาทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ให้ได้ผลดีมากที่สุด

ความสามารถในการดัดแปลง ความคงทนในการนำไปใช้งาน และความประหยัดจะต้องถูกนำมาพิจารณาก่อนที่วัสดุจะถูกเลือกเข้ามาใช้งาน อย่างไรก็ตามก่อนที่จะทำหรือเลือกสิ่งต่างๆ เหล่านี้ขึ้นมาได้ จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติและคุณลักษณะต่างๆ ของวัสดุทั่วๆ ไปสำหรับการสร้างจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ก่อน

2.6.1 คุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุที่ใช้ทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์

คุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุที่ใช้ทำจิ๊กและฟิกซ์เจอร์จะมีผลกระทบโดยตรงต่อวัสดุนั้นๆ ในระหว่างการใช้งาน คุณสมบัติเหล่านี้มีทั้งผลดีและผลเสีย ซึ่งขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการใช้งานว่าต้องการคุณสมบัติอย่างไรบ้าง

คุณสมบัติของวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ ได้แก่ ความแข็ง ความเหนียว การต้านทานความสึกหลอ ความสามารถในการตกแต่ง ความเปราะ ความแข็งแรงต่อแรงดึง และความแข็งแรงต่อแรงเฉือน

2.7 หลักการของการกำหนดตำแหน่งและการรองรับชิ้นงาน

2.7.1 การอ้างอิง

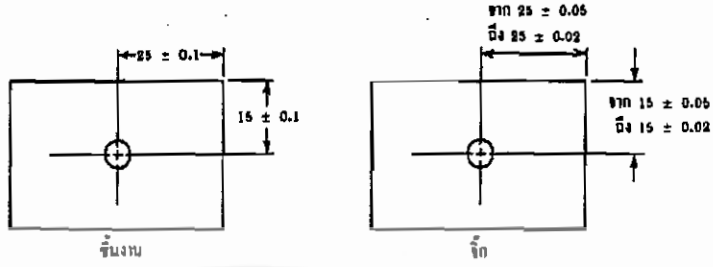
การที่จะทำให้เป็นที่แน่ใจว่าการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ ที่กระทำต่อชิ้นงานจะเกิดความถูกต้องเที่ยงตรงเป็นอย่างดีนั้น ชิ้นงานจะต้องถูกวางไว้ในตำแหน่งที่ถูกต้องอยู่ในจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์เท่านั้น ซึ่งสิ่งนี้คือการอ้างอิง จะต้องมีความถูกต้องเป็นอย่างดี

2.7.2 การกำหนดตำแหน่งและตัวกำหนดตำแหน่ง

เมื่อใดก็ตามถ้าเป็นไปได้ตัวกำหนดตำแหน่ง ควรจะใส่ให้สัมผัสกับงานตรงส่วนที่ได้รับการตกแต่งมาแล้วเสมอ ซึ่งสิ่งนี้จะเป็นการทำให้ตำแหน่งของชิ้นงานที่อยู่ในจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์มีความเที่ยงตรงและเป็นการประกันได้ว่าจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์นี้จะสามารถใช้กับชิ้นงานได้ซ้ำๆ กันตลอดไป หรือมีความหมายว่าเมื่อนำชิ้นงานใหม่มาใส่แทนชิ้นงานเก่าแล้วตำแหน่งของชิ้นงานที่ใส่ไปใหม่ก็จะยังคงเหมือนเดิมไม่เปลี่ยนแปลงไปจากตำแหน่งของชิ้นงานเก่า ซึ่งมีประโยชน์อย่างมาก เพราะทำให้การทำงานจะต่อเนื่องไปเรื่อยๆ ไม่ติดขัด และความละเอียดถูกต้องของการกำหนดตำแหน่งก็เป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งของคุณสมบัติเกี่ยวกับความสามารถในการทำงานซ้ำๆ กันไปตลอดของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์

2.7.3 ค่าผิดพลาดที่ยอมรับให้ใช้ได้

เมื่อทำการออกแบบจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ จะต้องคำนึงถึงค่าความผิดพลาดของชิ้นงานที่ยอมรับให้ใช้ได้ ซึ่งตามกฎทั่วๆ ไปค่าความผิดพลาดของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์จะมีค่าอยู่ระหว่าง 20-50 % ของค่าความผิดพลาดที่ยอมรับให้ใช้ได้ของชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.22

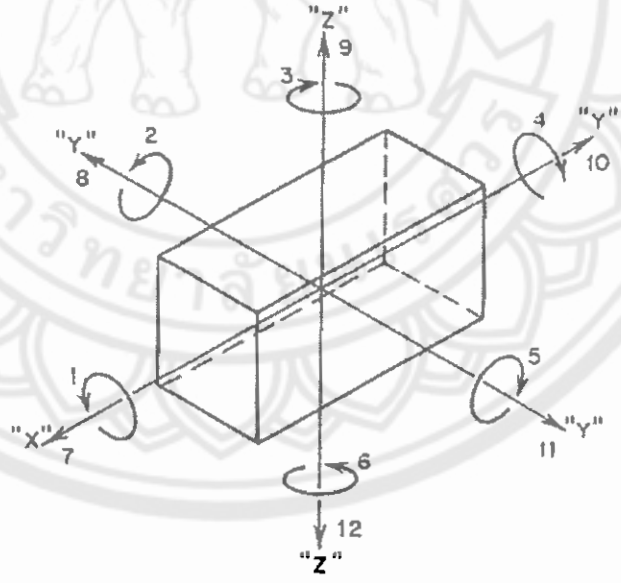


ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.22 แสดงความสัมพันธ์กันของค่าที่ยอมรับได้ระหว่างชิ้นงานกับจิ๊ก

2.7.4 แนวการเคลื่อนที่

วัตถุที่ไม่ได้ถูกจำกัดการเคลื่อนที่และมีอิสระในการเคลื่อนที่ไปในตำแหน่งต่างๆ สามารถที่จะเคลื่อนที่ได้ทั้งหมด 12 ทิศ ดังแสดงในรูปที่ 2.23

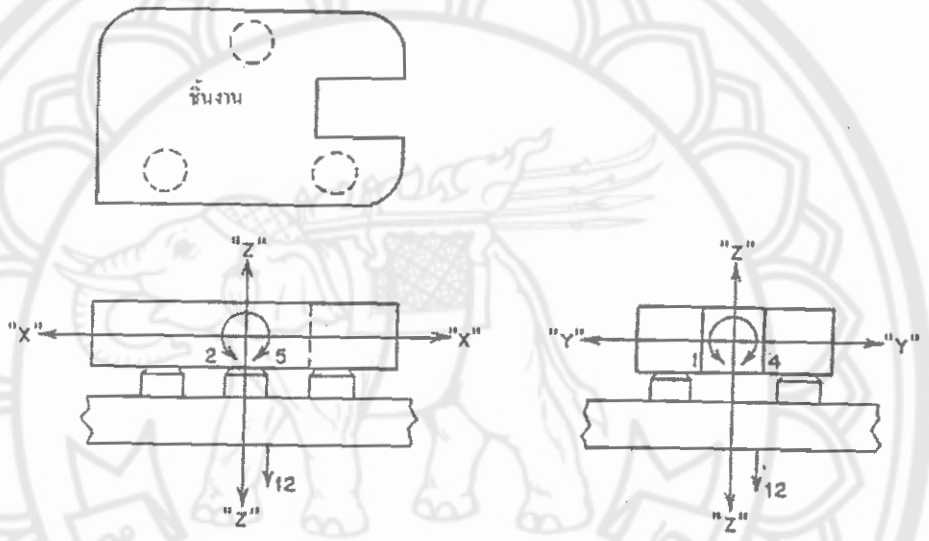


ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.23 แสดงแนวของการเคลื่อนที่

2.7.5 การจำกัดการเคลื่อนที่

ในการที่จะกำหนดตำแหน่งของชิ้นงานให้อยู่ในจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์โดยที่จะได้ตำแหน่งที่ถูกต้องเที่ยงตรงนั้นการเคลื่อนที่ของชิ้นงานจะต้องถูกจำกัดไว้ด้วย และการที่จะจำกัดหรือบังคับไม่ให้ชิ้นงานเกิดการเคลื่อนที่นั้นกระทำโดยใช้ตัวกำหนดตำแหน่งและตัวจับยึดชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.24



ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.24 แสดงสลัก 3 ตัวที่จำกัดการเคลื่อนที่ 5 ทิศทาง

2.7.6 การกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน

ชิ้นงานต่างๆ ที่ถูกทำขึ้นมาจะมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันออกไป จึงต้องหาตำแหน่งการวางชิ้นงานให้เที่ยงตรงมากที่สุด และจะต้องพิจารณาด้วยว่าการทำงานที่จะกระทำต่อชิ้นงานนั้นๆ จะต้องทำอย่างไร จึงต้องรู้จักชนิดต่างๆ ของตัวกำหนดตำแหน่งตลอดทั้งประโยชน์ในการใช้งานและคุณสมบัติพิเศษของตัวกำหนดตำแหน่งเหล่านี้ว่ามีอย่างไรบ้าง เพื่อที่จะได้การกำหนดตำแหน่งชิ้นงานที่ดีที่สุดด้วยการใช้ตัวกำหนดตำแหน่งน้อยที่สุด

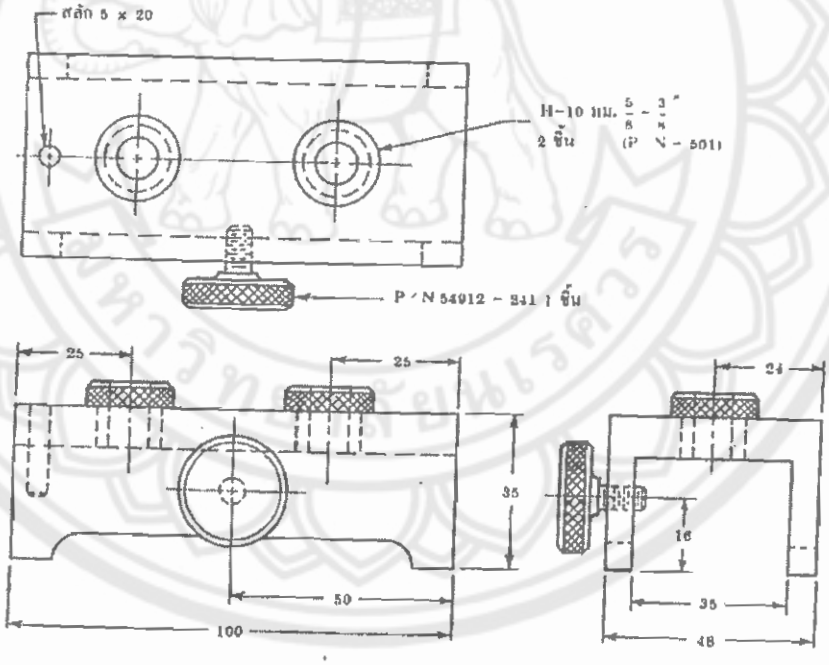
2.8 ดรออิ้งของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์

แบบของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ถูกใช้สำหรับถ่ายทอดรายละเอียดในการก่อสร้างจิ๊กและฟิกซ์เจอร์จากนักออกแบบไปสู่ผู้ทำจิ๊กหรือฟิกเจอร์ สำหรับแบบฟอร์มและรายละเอียดเกี่ยวกับดรออิ้งนี้ปกติแล้วจะถูกกำหนดขึ้นตามแต่ความต้องการของแต่ละบริษัท

ดรออิ้งของจิ๊กและฟิกซ์เจอร์มี 2 อย่างคือ แบบประกอบรวม (Assembly) และแบบแยกส่วน (Detail)

2.8.1ดรออิ้งแบบประกอบรวม (Assembly)

ดรออิ้งแบบประกอบรวมจะแสดงรายละเอียดของส่วนต่างๆ ของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ในตำแหน่งจริง

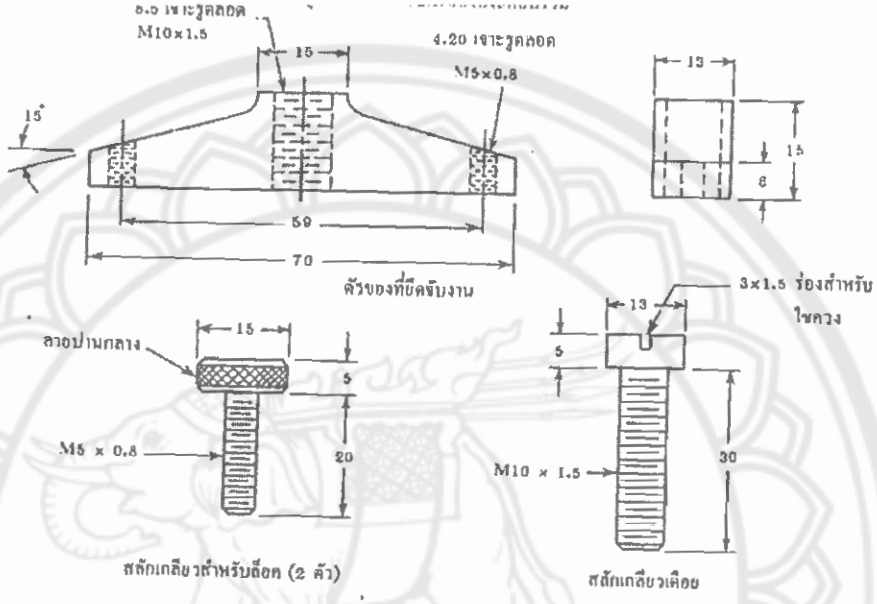


ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.25 แสดงดรออิ้งแบบประกอบรวม

2.8.2 ดรออิ้งแบบแยกส่วน (Detail)

ดรออิ้งแบบแยกส่วนใช้สำหรับแสดงแบบของจิ๊กหรือฟิกเจอร์ที่มีชิ้นส่วนเป็นจำนวนมาก ซึ่งจำเป็นต้องเขียนแยกออกมาแสดงขนาดและรูปร่างที่แท้จริง

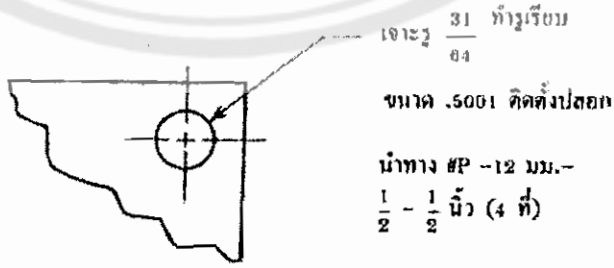


ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.26 แสดงดรออิ้งแบบแยกส่วน

2.8.3 การใช้ข้อความบนดรออิ้ง

การใช้ข้อความสามารถที่จะประหยัดเวลาในการเขียนแบบ ดังแสดงในรูปที่ 2.27



ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.27 แสดงการใช้ข้อความกำหนดขนาด

ป
T
603
ป48ก
2548.
1. 33594125
17 มี.ค. 2551
สำนักหอสมุด

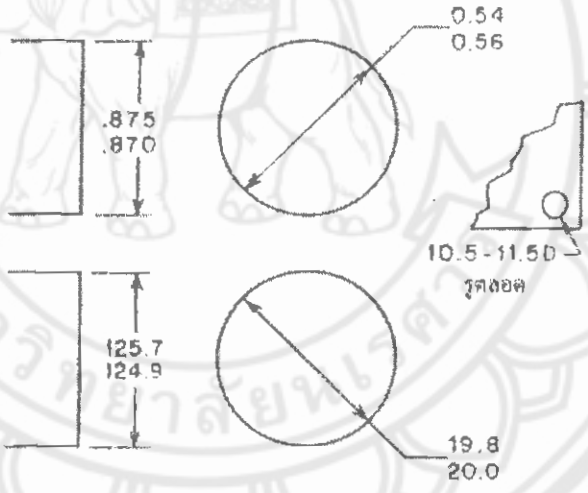
2.8.4 การกำหนดขนาดบนดรออิ้ง

ขนาดต่างๆ จะกำหนดลงบนส่วนต่างๆ ของชิ้นงานหรือส่วนย่อยต่างๆ สำหรับขนาดที่จะต้องกำหนดลงไปเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับงานและการตรวจสอบชิ้นส่วนต่างๆ รวมทั้งสำหรับการเขียนแบบของจิ๊กหรือฟิกเจอร์ด้วย

การกำหนดขนาดมี 2 วิธีคือ การกำหนดขนาดแบบขนาดจำกัด (Limit dimensioning) และการกำหนดขนาดแบบอิงขนาดหลัก (Basic SizeDimensioning)

2.8.4.1 การกำหนดขนาดแบบขนาดจำกัด (Limit dimensioning)

การกำหนดขนาดแบบนี้จะแสดงให้เห็นค่าสูงสุดและต่ำสุดของแต่ละส่วนของชิ้นส่วนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.28

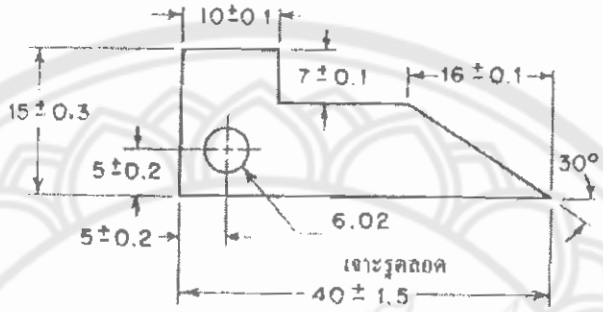


ที่มา: วชิระ,2547

รูปที่ 2.28 แสดงการกำหนดขนาดแบบขนาดจำกัด

2.8.4.2 การกำหนดขนาดแบบอิงขนาดหลัก (Basic SizeDimensioning)

การกำหนดขนาดแบบนี้จะถูกใช้สำหรับการบอกขนาดโดยใช้ขนาดหลักและค่าที่สามารถแปรเปลี่ยนได้มากน้อยเพียงไร ดังแสดงในรูปที่ 2.29



ที่มา: วชิระ,2547

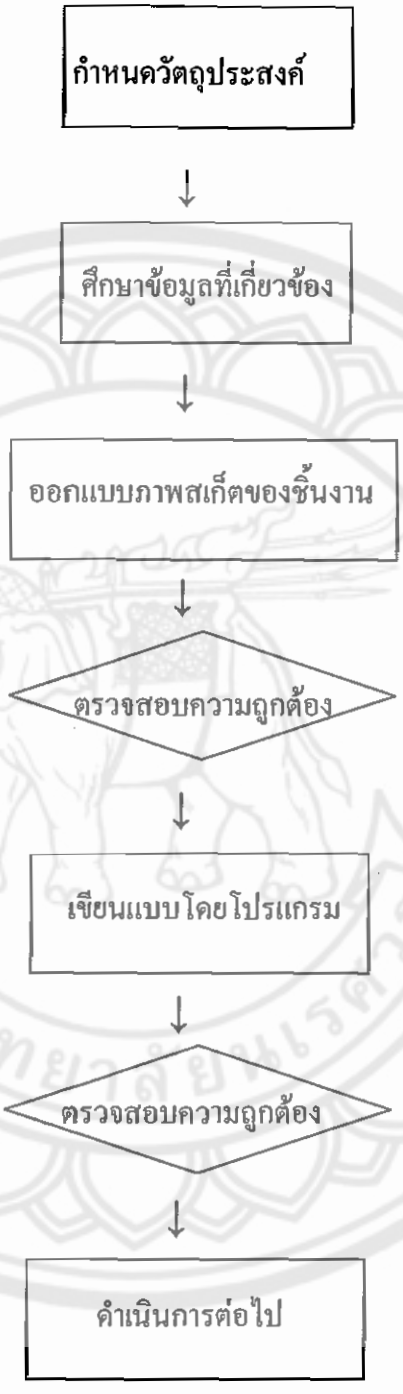
รูปที่ 29 แสดงการกำหนดขนาดแบบอิงขนาดหลัก

2.9 การแนะนำโปรแกรมเขียนแบบ

Pro Engineer, Solid Work และ Auto Cad เป็นโปรแกรมเขียนแบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นโปรแกรมพื้นฐานที่มีความสามารถในหลายๆ ด้าน และใช้งานง่าย ซึ่งผู้ใช้สามารถเริ่มทำได้ตั้งแต่การออกแบบ การจัดเก็บข้อมูล ตลอดจนการทำแสดงผลของข้อมูล

สำหรับนักออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์นั้น เป็นโปรแกรมพื้นฐาน โดยที่จำเป็นต้องมีความเข้าใจในการเขียนแบบ จำเป็นต้องศึกษารายละเอียดในการใช้งานโปรแกรมและการนำข้อมูล

แผนผังขั้นตอนการออกแบบ



รูปที่ 2.30 แสดงแผนผังขั้นตอนการออกแบบ

2.10 การออกแบบเครื่องจักรกล

2.10.1 การออกแบบสปริง

สปริงเป็นชิ้นส่วนที่มีความยืดหยุ่นซึ่งมีใช้ในเครื่องจักรทั่วไป สปริงอาจมีรูปร่างและทำจากวัสดุหลายชนิด ส่วนมากทำจากโลหะ โลหะผสม และอโลหะ สปริงอาจทำหน้าที่ได้หลายประเภท ดังนี้

- ใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับกลไกต่างๆ เช่น ลานนาฬิกา ของเด็กเล่น เป็นต้น
- ใช้วัดแรง เช่น ตาชั่งสปริง เป็นต้น
- ใช้ทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลกลับคืนสู่ตำแหน่งเดิม เช่น ก้านวาล์ว เป็นต้น
- ใช้ส่งแรงจากชิ้นส่วนหนึ่งไปยังอีกชิ้นส่วนหนึ่ง เช่น สปริงแผ่นคลัตช์ เป็นต้น

2.10.1.1 วัสดุสำหรับลวดสปริง

วัสดุสำหรับลวดสปริงต้องนำวัสดุที่มีความแข็งแรงสูง โดยทั่วไปเหล็กสำหรับใช้ทำสปริงจะเป็นเหล็กที่มีคาร์บอนสูงกว่า 0.5 % แล้วผ่านกรรมวิธีทางความร้อนเพื่อให้มีความยืดหยุ่นสูง เพื่อให้สปริงมีความยืดหดได้ นอกจากนี้ยังมีวัสดุประเภทโลหะผสม เหล็กกล้าไร้สนิม และอื่นๆ

ขนาดของลวดสปริง ขนาดของสปริงและวัสดุดังนี้

- Hard-drawn wire (ASTM A227) เป็นวัสดุที่มีราคาถูกที่สุด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50-16 มม. มีคาร์บอนผสม 0.45%-0.75% คุณภาพผิวต่ำ ไม่ควรใช้กับชิ้นงานที่ต้องการอายุการทำงานยาวนานมาก อุณหภูมิขณะใช้งานไม่ควรสูงกว่า 120°C หรือต่ำกว่า 0 °C
- Music wire (ASTM A228) ทำโดยวิธี Hard-drawn แต่ใช้เหล็กกล้าที่มีคุณภาพสูง คุณภาพผิวดี มีคาร์บอนผสม 0.70%-1.00% มีความแข็งแรงสูงและสามารถที่จะทนแรงกระทำซ้ำๆ ได้ดี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.10-6.35 มม. อุณหภูมิขณะใช้งานไม่ควรสูงกว่า 120°C หรือต่ำกว่า 0 °C
- Oil-tempered wire (ASTM A229) ผิวดีกว่า Hard-drawn ราคาถูกกว่า Music wire มีคาร์บอนผสม 0.55%-0.75% มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50-16 มม. อุณหภูมิขณะใช้งาน 0 °C - 180 °C
- Valve spring quality carbon steel (ASTM 230)เป็น Oil-tempered wire ที่คุณภาพดีสูงสุด ผิวดีกว่า Music wire มีคาร์บอนผสม 0.60%-0.75% มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.50-6.25 มม.

- Chrome vanadium steel (ASTM 231) มีสามารถที่จะทนแรงกระทำซ้ำๆ ได้ดี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50-12.50 มม. อุณหภูมิขณะใช้งานสูงประมาณ 230°C
- Chrome silicon steel (ASTM A401) มีสามารถที่จะทนแรงกระทำซ้ำๆ ได้ดี รับแรงได้สูง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80-12.00 มม. อุณหภูมิขณะใช้งานสูงประมาณ 250°C
- Stainless steel (chrome nickel ASTM A313 or AISI 302) เป็นโลหะที่ราคาแพง รับแรงได้สูง ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีเหมาะสำหรับรับแรงกระแทก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.20-12.50 มม.

2.10.1.2 คุณสมบัติทางกลของลวดสปริง

ค่าความต้านแรงของวัสดุที่ใช้ทำลวดสปริงจะเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของลวดสปริง เขียนในรูปสมการ ดังนี้

$$\sigma_u = \frac{A}{d^x} \qquad (2.1)$$

$$\tau_n = \frac{B}{d^y} \qquad (2.2)$$

โดยที่ σ_u คือ ความต้านแรงดึงต่ำสุด

τ_n คือ ความต้านแรงเฉือนทนทาน

d คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น มม.

สำหรับค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นและโมดูลัสเฉือนของวัสดุในตารางใช้ค่าประมาณ ดังนี้

$E = 200\ kN/mm^2$ $G = 80\ kN/mm^2$

สำหรับเหล็กกล้าไร้สนิม

$E = 180\ kN/mm^2$ $G = 70\ kN/mm^2$

สำหรับค่าความต้านทานแรงเฉือนดรากให้ใช้ค่าประมาณ

$\tau_y = 0.60\sigma_u$ สำหรับวัสดุทั่วไป

$\tau_y = 0.47\sigma_u$ สำหรับเหล็กกล้าไร้สนิม

2.10.1.3 ความเค้นในสปริงขดรับแรงกด

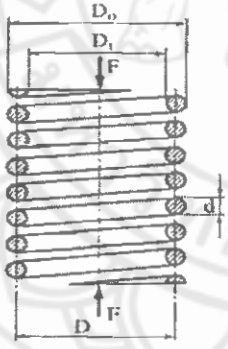
พิจารณาสปริงขดซึ่งรับแรงกด F ในแนวแกนของสปริงดังรูป กำหนดให้

D_o คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของขดสปริง

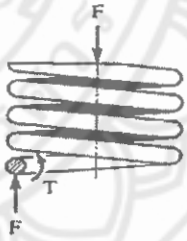
D_i คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของขดสปริง

$D = (D_o + D_i)/2$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของขดสปริง

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของลวดสปริง



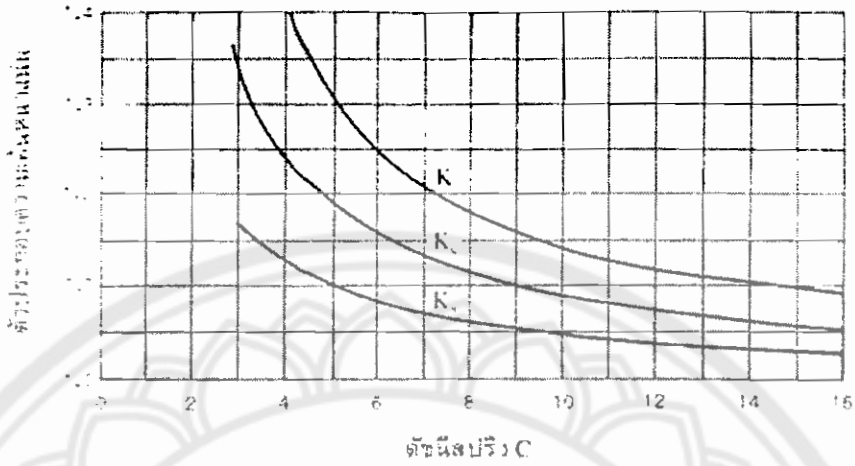
(ก) แรงกดกระทำในแนวแกนของสปริง



(ข) แผนภาพวัตถุอิสระแสดงให้เห็นว่าลวดอยู่ภายใต้แรงเฉือนและโมเมนต์บิด

ที่มา: วริทธิ์,2541

รูปที่ 2.31 แสดงสปริงขด



ที่มา: วริทธิ์,2541

รูปที่ 2.32 แสดงค่าตัวประกอบความหนาแน่นสำหรับสปริงขดรับแรงดึงและรับแรงกด

2.10.1.4 การออกแบบสปริงขดรับแรงกด

โดยปกติแล้วสปริงขดจะขยายตัวกว้างเล็กน้อยเมื่ออยู่ภายใต้แรงกด ดังนั้น ในกรณีที่มีช่องว่างจำกัด ก็อาจต้องเหลือช่องว่างไว้โดยรอบสปริงประมาณ $d/4$ การขยายตัวของสปริงอาจจะประมาณค่าได้จากสมการ

$$\overline{D}_o = \left(D_o^2 + 0.1\varepsilon^2\right)^{1/2} \qquad (2.3)$$

โดยที่ $\overline{D}_o$ คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของสปริงขดหลังขยายตัว

D_o คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของสปริงขดก่อนขยายตัว

$$\varepsilon = \frac{L_f - d(n_t - n)}{n} \qquad (2.4)$$

2.10.1.5 การคำนวณเกี่ยวกับสปริงขด

การคำนวณเกี่ยวกับสปริงขด อาจจะแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีคือ

1. ให้คิดว่าแรงที่มากระทำต่อตัวสปริงเป็นแบบอยู่นิ่ง แล้วคิดว่าแรงที่กระทำกับสปริงจัดอยู่ในประเภทใด แบ่งออกเป็น

(ก) งานเบา (light service) หมายถึงแรงที่มากระทำตลอดอายุการใช้งานของสปริงไม่เกิน 10^4 ครั้ง

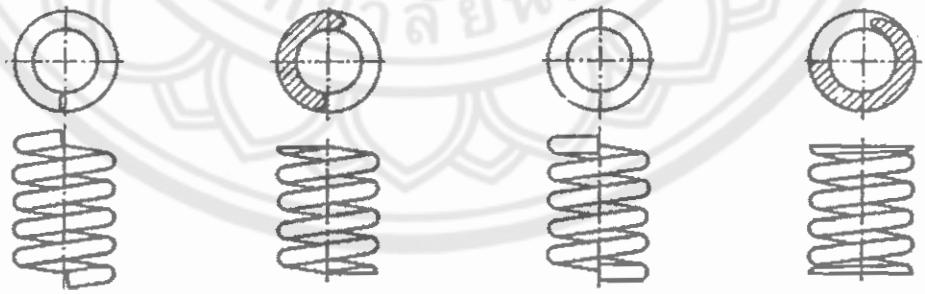
(ข) งานปานกลาง (average service) หมายถึงแรงที่มากระทำตลอดอายุการใช้งานของสปริงอยู่ระหว่าง 10^4 ถึง 10^6ครั้ง

(ค) งานหนัก (severe service) หมายถึงแรงที่มากระทำตลอดอายุการใช้งานของสปริงมากกว่า 10^6ครั้ง

2. ให้พิจารณาว่าแรงเปลี่ยนแปลงจากค่าสูงสุดไปถึงต่ำสุด แล้วคำนวณออกแบบสปริงโดยใช้สมการลักษณะเดียวกับของโซเดอร์เบอร์ก สำหรับการคำนวณนี้เหมาะสำหรับงานที่ต้องการให้สปริงมีอายุการใช้งานไม่จำกัด

2.10.1.6 การออกแบบสปริงขดโดยคิดให้แรงอยู่นิ่ง

ในการออกแบบสปริงขดโดยคิดให้แรงอยู่นิ่ง ให้ใช้ค่าความเค้นเฉือนที่แสดงในตารางในภาคผนวกเป็นค่าความเค้นออกแบบ



(ก) ปลายธรรมดา (ข) ปลายธรรมดาและเจียระไน (ค) ปลายตรง (ง) ปลายตรงและเจียระไน

ที่มา: วริทธิ์,2541

รูปที่ 2.33 ปลายสปริงขดรับแรงกด

ที่มา: วริทธิ์,2541

รูปที่ 2.34 ระยะยุบตัวของสปริงขด

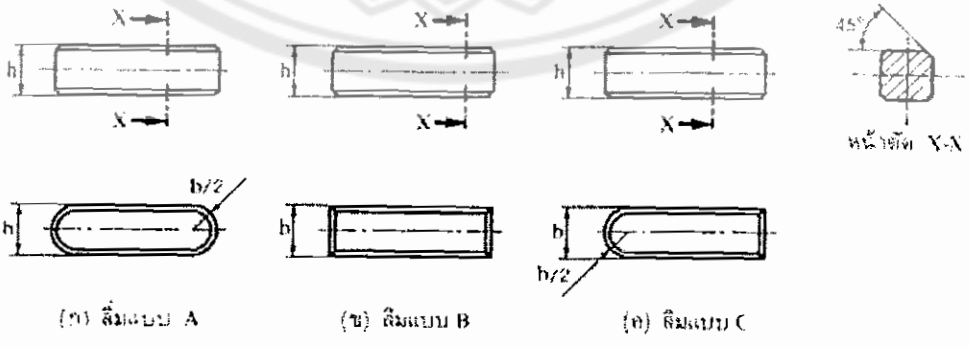
2.10.2 การออกแบบลิ่มและสลัก

ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เช่น เฟือง และอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้รับหรือส่งกำลังจากเพลา โดยที่จะต้องยึดแน่นกับเพลาเพื่อให้หมุนไปพร้อมกับเพลา ดังนั้นจึงมักยึดติดกับเพลาโดยใช้ลิ่ม ลิ่มเป็นแท่งโลหะที่ใส่ไว้ในร่องของชิ้นส่วนทั้งสองที่ยึดอยู่ด้วยกัน ดังนั้นการเลือกใช้และการติดตั้งจึงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายๆ อย่าง เช่น กำลังที่จะส่ง ชนิดของพิกัดความเผื่อ ความมั่นคงของรอยต่อ และราคา

2.10.2.1 ชนิดของลิ่ม

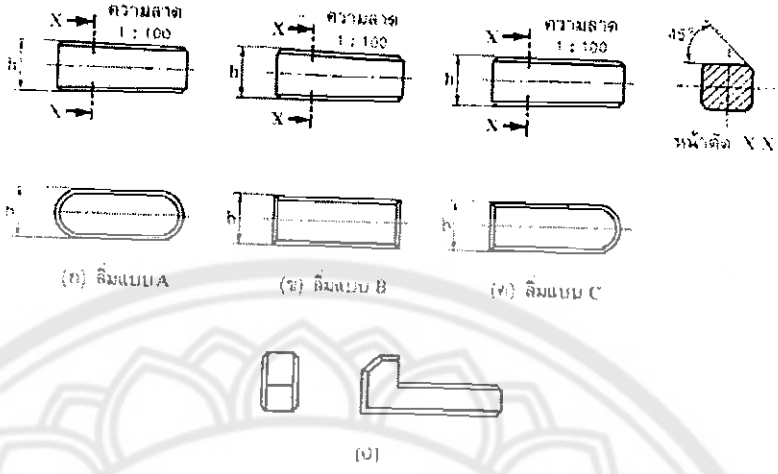
ลิ่มแบ่งเป็นหลายชนิดดังนี้คือ

1.ลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้าและลิ่มสี่เหลี่ยมจัตุรัส ลิ่มชนิดนี้จะฝังอยู่ในเพลาครึ่งหนึ่ง และฝังอยู่ในดุมของเฟือง มีลักษณะดังรูป



ที่มา: วริทธิ์,2541

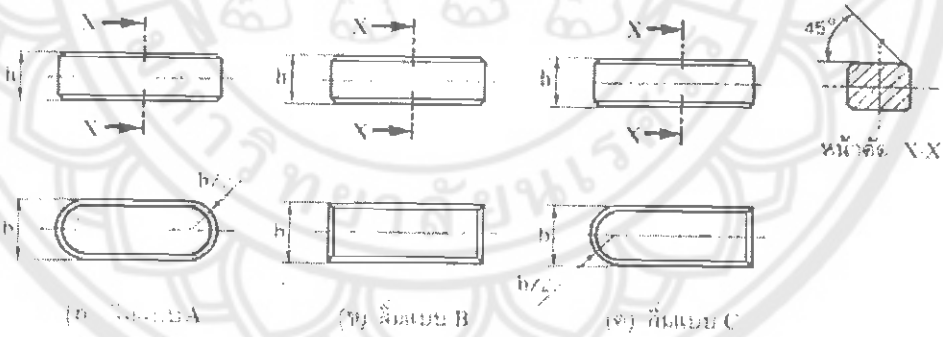
รูปที่ 2.35 ลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้าและลิ่มสี่เหลี่ยมจัตุรัส



ที่มา: วริทธิ์,2541

รูปที่ 2.36 ลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้าและลิ่มสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบบเรียว

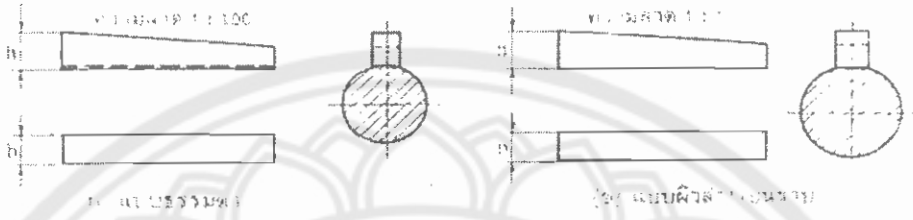
2.ลิ่มแบน ลิ่มชนิดนี้มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเช่นกัน แต่มีลักษณะบางกว่า มีลักษณะดังรูป



ที่มา: วริทธิ์,2541

รูปที่ 2.37 ลิ่มแบน

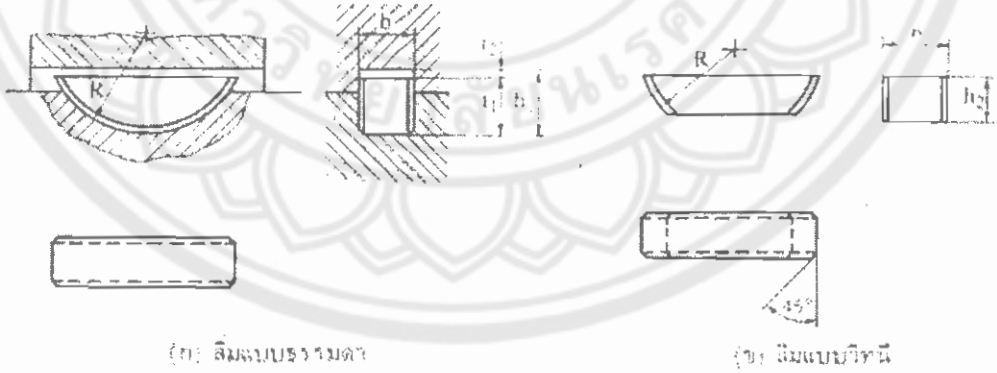
3.แซดเดิลคีย์ ลิ่มชนิดนี้ใช้กับงานเบาหรือในกรณีที่ต้องการให้มีการหมุนสัมพัทธ์ระหว่างเพลากับดุมล้อเพื่อใช้ในการปรับแต่ง ดังรูป



ที่มา: วริทธิ์,2541

รูปที่ 38 แซดเดิลคีย์

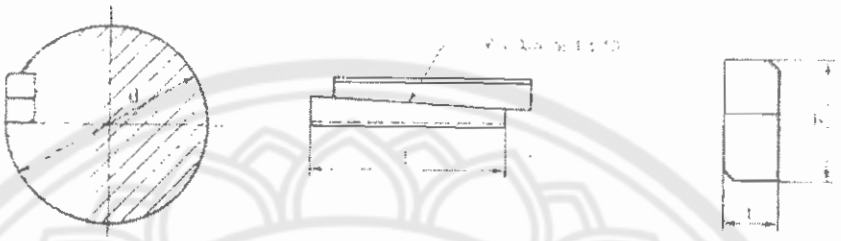
4.ลิ่มวงเดือน ลิ่มชนิดนี้ใช้ในเครื่องมือกลต่างๆ และต้องใช้ร่องลิ่มที่มีลักษณะเป็นพิเศษ และใช้กับการยึดชิ้นส่วนที่ใช้แรงน้อย และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 75 มม.



ที่มา: วริทธิ์,2541

รูปที่ 2.39 ลิ่มวงเดือน

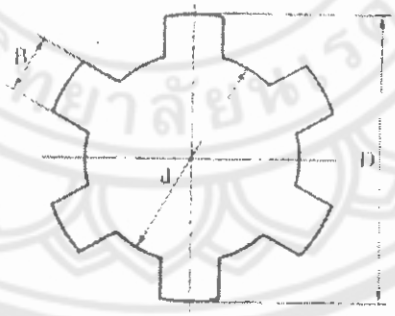
5.แทนเจนเชียลคีย์ ลิ่มชนิดนี้มีลักษณะการใช้งานเป็นชุดประกอบด้วยลิ่ม 2 ชิ้น แต่ละชิ้นมีความเรียวเพื่อให้อัดกันแน่น สามารถส่งกำลังได้มากในทิศทางเดียว ดังรูป



ที่มา: วริทธิ์,2541

รูปที่ 2.40 แทนเจนเชียลคีย์

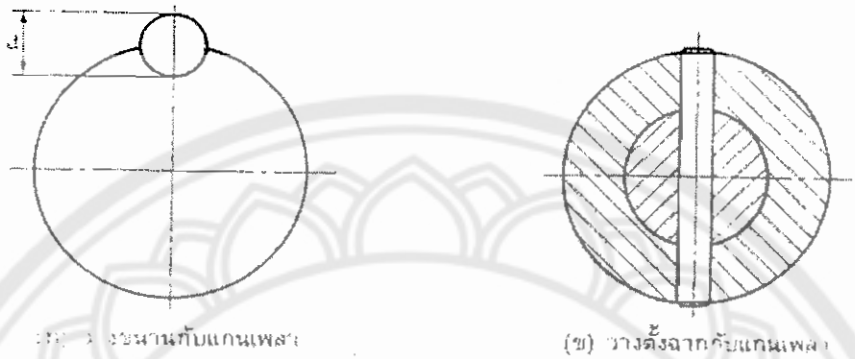
6.สปลายน์ มีลักษณะคล้ายกับลิ่มหลายๆ อันติดอยู่รอบเพลาดังรูป



ที่มา: วริทธิ์,2541

รูปที่2. 41 สปลายน์

7.ลิ่มกลมหรือสลัก ลิ่มชนิดนี้ทำให้มีความเค้นหนาแน่นที่เพลาน้อยกว่าลิ่มชนิดอื่น การถอดประกอบง่าย



(ข) วางตั้งฉากกับแกนเพลา

ที่มา: วริทธิ์,2541

รูปที่ 2.42 ลิ่มกลมหรือสลัก

2.10.2.2 การให้ชื่อลิ่ม

ลิ่มแบ่งออกเป็นหลายชนิดและมีขนาดเป็นมาตรฐาน ดังนั้นการเลือกใช้ลิ่มจึงต้องเลือกขนาดตามมาตรฐาน

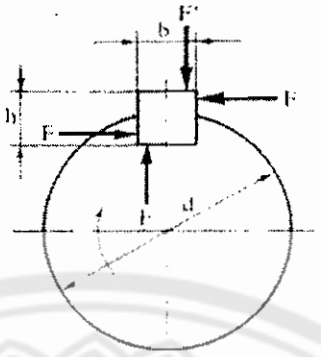
การให้ชื่อลิ่มให้บอกชื่อลิ่มเป็นมาตรฐานระหว่างประเทศหมายเลขเท่าใด ตามด้วยเครื่องหมาย – แล้วตามด้วยขนาดความกว้างของลิ่ม x ความสูงของลิ่ม x ความยาวของลิ่ม เช่น ลิ่มสี่เหลี่ยม ผืนผ้า แบบ A กว้าง 12 มม. สูง 8 มม. และยาว 70 มม. ก็ให้ชื่อว่า ลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้า ISO/R 773-A12x8x70

2.10.2.3 ความเค้นที่รอยต่อด้วยลิ่ม

เมื่อใช้ลิ่มต่อเพลากับดุมล้อเพื่อส่งโมเมนต์บิด ความเค้นที่เกิดขึ้นในลิ่มจะเป็นแบบสามมิติความเค้นที่เกิดขึ้นนี้เป็นผลมาจากแรง 2 ชนิด คือ

1.แรงเนื่องจากการสวมอัดลิ่มลงในร่องลิ่ม ทำให้เกิดความเค้นอัดขึ้นในลิ่มซึ่งไม่อาจหาค่าได้แน่นอนของแรงเหล่านี้

2.แรงเนื่องจากการส่งโมเมนต์บิด ทำให้เกิดความเค้นอัดและความเค้นเฉือนในลิ่ม



ที่มา: วริทธิ์,2541

รูปที่ 2.43 แรงบนรอยต่อด้วยลิ่ม

พิจารณารอยต่อด้วยลิ่มดังรูป ให้ F เป็นแรงที่กระทำกับลิ่มเนื่องจากโมเมนต์บิด และ F' เป็นแรงที่กดลิ่มไว้ไม่ให้ลิ่มเอียง โมเมนต์บิดที่เพลาทำให้ดุมล้อมีแรงต้านทาน F เกิดขึ้นซึ่งกระทำในแนวตั้งฉากกับลิ่ม

สมมติว่าแรงนี้กระทำที่จุดกึ่งกลางของลิ่มส่วนที่โผล่พ้นจากเพลา ดังนั้นแรงหาได้จากสมการ

$$T = F\left(\frac{d}{2}+\frac{h}{4}\right) \qquad (2.5)$$

จากข้อสมมติฐานที่ได้กล่าวมา เมื่อคิดว่าลิ่มขาดเนื่องจากแรงเฉือน ฉะนั้น

$$T = \frac{Fd}{2} = \frac{bl\tau d}{2} \qquad (2.6)$$

โดยที่ T คือโมเมนต์บิดบนเพลา

F คือ แรงที่กระทำกับลิ่ม

d คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลา

b คือ ความกว้างของลิ่ม

l คือ ความยาวของลิ่ม

τ คือ ความเค้นเฉือนบนลิ่ม

แต่เมื่อคิดว่าลิ่มโดนแตกอัดแตก

$$T = \frac{Fd}{2} = \frac{hl\sigma_c d}{4} \qquad (2.7)$$

โดยที่ h คือความสูงของลิ่ม

σ_c คือความเค้นอัดบนลิ่มหรือเพลาหรือดุมล้อ

ในกรณีที่ลิ่ม เพลา และดุมล้อทำจากวัสดุต่างชนิดกัน ให้ทำการคำนวณในสมการที่ 2.7 โดยใช้ค่าความเค้นอัดของวัสดุที่มีความต้านแรงอัดน้อยที่สุด

ถ้าลิ่มและเพลาทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน ก็สามารถจะหาความยาวของลิ่มได้โดยถือว่าลิ่มและเพลารับโมเมนต์เท่ากัน

2.10.3 การออกแบบเพลา

เพลาเป็นชิ้นส่วนที่มีอยู่ในเครื่องจักรกลเกือบทุกชนิด ดังนั้นจึงสมควรพิจารณาถึงการออกแบบเพลา เพลามีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามลักษณะการใช้งานดังต่อไปนี้

เพลา(shaft) เป็นชิ้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลัง

แกน(axle) เป็นชิ้นส่วนลักษณะเดียวกันกับเพลาแต่ไม่หมุน ส่วนมากเป็นตัวรองรับชิ้นส่วนที่หมุน เช่น ล้อ สายพาน เป็นต้น

สพินเดิล(spindle) เป็นเพลาขนาดสั้นที่ไม่หมุน เช่น เพลาที่หัวแท่นกลึง เป็นต้น

สตับชาฟต์(stub shaft) บางครั้งเรียกว่าเฮดชาฟต์(head shaft) เป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องกับเครื่องยนต์ หรือเครื่องต้นกำลัง

เพลาแนว(line shaft) หรือเพลาส่งกำลัง(power transmission shaft) หรือเพลาเมน (main shaft) เป็นเพลาซึ่งต่อตรงกับเครื่องต้นกำลัง และใช้ในการส่งกำลังไปยังเครื่องจักรอื่นๆ

แจ็คชาฟต์(jackshaft)หรือเคาน์เตอร์ชาพต์(counter shaft)เป็นเพลาขนาดสั้นที่ต่อระหว่างเครื่องต้นกำลังกับเพลาเมนหรือเครื่องจักรกล

เพลาอ่อน(flexible shaft) เป็นเพลาที่อ่อนตัวหรืองอโค้งได้ ใช้ในการส่งกำลังในลักษณะที่แกนหมุนทำมุมกันได้ แต่ส่งกำลังได้น้อย

เพลาอาจรับแรงดึง แรงกด แรงบิดหรือแรงดัด หรือแรงหลายอย่างรวมกันก็ได้ ดังนั้นการคำนวณจึงต้องใช้ความเค้นผสมเข้าช่วย ฉะนั้นจึงต้องออกแบบเพลาให้มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้งาน

2.10.3.1 วัสดุเพลา

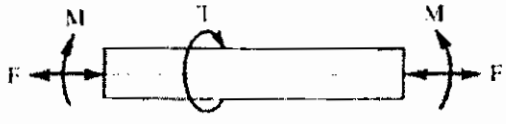
วัสดุที่ใช้ทำเพลาคือเหล็กกล้าละมุน(mild steel) แต่ถ้าต้องการให้มีความเหนียวและความทนทานต่อแรงกระตุก มักใช้เหล็กกล้าผสมโลหะอื่นทำเพลา เช่น AISI 1347 3140 4150 เป็นต้น

2.10.3.2 ขนาดของเพลา

เพื่อให้เพลามีขนาดมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดมาตรฐานของเพลาซึ่งเป็นขนาดระบุ(nominal size) ใน ISO/R 775-1969 ไว้สำหรับออกแบบ

2.10.3.3 การออกแบบเพลาตามโค้ด ASME

วิธีการออกแบบเพลาตามโค้ด AMSE ใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด และไม่พิจารณาความล้าหรือความหนาแน่นที่เกิดขึ้นกับเพลา ซึ่งเป็นการออกแบบโดยวิธีสถิตยศาสตร์ ในการหาสมการออกแบบเพลาพิจารณารูปด้านล่าง ให้เพลาเป็นแบบกลมและกลวง โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอกเท่ากับ d_i และ d_o ตามลำดับ ความเค้นต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับเพลามีดังต่อไปนี้



ที่มา: วริทธิ์,2541

รูปที่ 2.44 แสดงเพลาอยู่ภายใต้แรงต่างๆ

ความเค้นดึงหรือกด $$\sigma_a = \frac{4F}{\pi\left(d^2 - d_i^2\right)} \quad (2.8)$$

ความเค้นดัด $$\sigma_b = \frac{Mc}{I} = \frac{32Md}{\pi\left(d^4 - d_i^4\right)} \quad (2.9)$$

ความเค้นเฉือน $$\tau_{xy} = \frac{Tr}{J} = \frac{16Td}{\pi\left(d^4 - d_i^4\right)} \quad (2.10)$$

ในกรณีที่เป็นแรงกด อาจมีผลทำให้โก่งงอได้ ดังสมการ

$$\sigma_a = \frac{4\alpha F}{\pi\left(d^2 - d_i^2\right)} \quad (2.11)$$

สำหรับวิธีคำนวณของ ASME ใช้วิธีการแบบสถิตยศาสตร์ ดังนั้นจึงต้องมีตัวประกอบความล้า(fatigue factor) มาเกี่ยวข้องด้วย

ถ้าให้ C_m = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด

C_t = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด

ดังสมการ

$$\sigma_b = \frac{32C_mMd}{\pi\left(d^4 - d_i^4\right)} \quad (2.12)$$

$$\tau_{xy} = \frac{16C_tTd}{\pi\left(d^4 - d_i^4\right)} \quad (2.13)$$

ความเค้นกดหรือความเค้นดึงรวมคือ

$$\sigma = \sigma_a + \sigma_b \quad (2.14)$$

จากทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด

$$\tau = \left(\tau_{xy}^2 + \left(\frac{\sigma}{2} \right)^2 \right)^{1/2} \qquad (2.15)$$

จากสมการจัดรูปใหม่จะได้

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau(1-K^4)} \left[(C_t T)^2 + \left(\frac{\alpha F d(1+K^2)}{8} + C_m M \right)^2 \right]^{1/2} \qquad (2.16)$$

2.10.3.4 การออกแบบเพลาภายใต้แรงเปลี่ยนแปลง

การออกแบบเพลาโดยคิดถึงแรงที่เปลี่ยนแปลง สามารถกระทำได้ตามวิธีการออกแบบสำหรับความล้า อย่างไรก็ตามการที่จะถือทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด หรือทฤษฎีความเค้นเฉือนออคตะฮีดรัลเป็นหลักในการออกแบบ จะต้องเลือกใช้ค่า และ ให้ถูกต้องกับทฤษฎี

2.10.4 การออกแบบเฟือง

เฟืองเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลชนิดหนึ่งที่พบอยู่ใน เครื่องจักรกลทั่วไป โดยใช้ทำหน้าที่ส่งกำลังและการหมุนจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่ง

2.10.4.1 ประเภทของเฟือง

เฟืองโดยทั่วไปมี 4 ประเภทดังนี้

1.เฟืองตรง

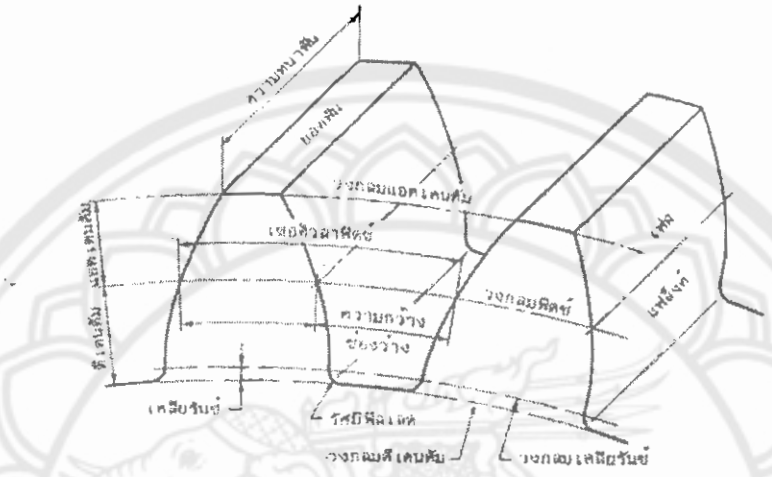
2.เฟืองเฉียง

3.เฟืองดอกจอก

4.ชุดเฟืองหนอน

2.10.4.2 คำจำกัดความ

ในการให้คำจำกัดความเรียกชื่อส่วนต่างๆ ของเฟือง ให้พิจารณาดังรูปต่อไปนี้



ที่มา: วริทธิ์,2541

รูปที่ 2.45 แสดงการเรียกชื่อส่วนของฟันเฟือง

วงกลมพิตช์(pitch circle) เป็นมิติหลักในการเรียกขนาดของเฟือง โดยบอกขนาดของเฟืองด้วยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์

เซอคิวลาพิตช์(circular pitch) p เป็นระยะที่วัดบนวงกลมพิตช์ จากจุดหนึ่งบนฟันเฟืองไปยังอีกจุดหนึ่ง ณ ตำแหน่งเดียวกันบนฟันถัดไป

โมดุล (module) m เป็นอัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์กับจำนวนฟันบนเฟือง

ไดอะมิทรัลพิตช์ (diametral pitch) P เป็นอัตราส่วนระหว่าง จำนวนฟันบนเฟืองกับเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์

แอดเดนดัม (addendum) a หรือช่วงสูงบน เป็นระยะที่วัดในแนวรัศมีระหว่างยอดฟันถึงวงกลมพิตช์

ดีเดนดัม(dedendum) d หรือช่วงสูงล่าง เป็นระยะที่วัดในแนวรัศมีระหว่างโคนฟัน ถึงวงกลมพิตช์ ฉะนั้นความสูงของฟันเฟืองคือ ผลรวมระหว่าง a กับ d

เคลียรันซ์ (clearance) c ในการที่เฟืองสองอันขบกัน ดีเดนดัมของเฟืองหนึ่งต้องมีค่ามากกว่าแอดเดนดัมของอีกเฟืองหนึ่ง เพื่อที่จะไม่ให้เกิดการขัดกันขึ้น ผลต่างระหว่างค่าดีเดนดัมและแอดเดนดัมเรียกว่า เคลียรันซ์

แบ็คแล็ช (backlash) คือผลต่างระหว่างความกว้างช่องว่างระหว่างฟันเฟืองหนึ่งกับความกว้างช่องว่างระหว่างฟันเฟืองหนึ่งที่ขบกัน โดยวัดตามแนวเส้นวงกลมพิตช์

ความหนาของฟัน (face width) b คือความหนาของฟันเฟืองวัดในทิศทางเดียวกับแนวแกนของเฟือง

แฟล็งค์ (flank) คือผิวทางด้านข้างของฟันเฟือง ซึ่งอยู่ระหว่างวงกลมพิตช์กับวงกลมดีเดนดัม

อัตราทด (velocity ratio) m_w คืออัตราส่วนระหว่างความเร็วเชิงมุมของเฟืองขับต่อความเร็วเชิงมุมของเฟืองตาม

อัตราส่วนเฟือง (gear ratio) mg คืออัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันของเฟืองต่อจำนวนฟันของพิเนียน

2.10.4.3 มาตรฐานการบอกขนาดฟัน

ดัชนีสำหรับการบอกขนาดฟันเฟือง จะบอกเป็นพิตช์ในระบบหน่วยอังกฤษ หรือบอกเป็นโมดุลในหน่วยเอสไอ ดังในตารางในภาคผนวก

2.10.4.4 วัสดุสำหรับเฟือง

วัสดุที่ใช้ทำเฟืองมีหลายชนิดทั้งที่เป็นโลหะและอโลหะ หลักทั่วไปในการออกแบบชิ้นส่วนใดๆ ของเครื่องจักรกลคือ การเลือกใช้วัสดุที่ราคาถูก ผลิตได้ง่าย และสามารถทำงานได้ตามความประสงค์

วัสดุที่นิยมใช้ทำเฟืองมากที่สุดคือ เหล็กหล่อ เพราะมีราคาต่ำ หล่อได้ง่าย ทนต่อการสึกหลอได้ดี และดูดเสียงได้พอสมควร แต่ข้อเสียคือมีความแรงดึงต่ำ ทำให้ฟันเฟืองหนา ดังนั้นจึงใช้เหล็กหล่อเหนียวพิเศษทำให้มีความแข็งแรงมากขึ้น

เหล็กกล้าที่ใช้ในการทำเฟืองโดยมากเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดา หรือเหล็กกล้าผสม ซึ่งมีความด้านแรงดึงสูงกว่าเหล็กหล่อ โดยที่ราคาไม่สูงมากนัก แต่ผิวหน้าของเหล็กกล้ามีความแข็งน้อย ดังนั้นจึงต้องมีระบวนการทำผิวหน้าให้แข็งขึ้น

โลหะผสมที่นิยมนำมาทำเฟืองได้แก่ ทองแดง สังกะสี อลูมิเนียม และไตเตเนียม เพราะทนต่อการกัดกร่อนได้ดี มีความเสียดทานน้อย และทนต่อการสึกหลอ

อโลหะที่นิยมใช้ทำเฟืองได้แก่ rawhide nylon และพลาสติกชนิดต่างๆ เพราะวัสดุเหล่านี้จะทำงานเงียบ มีความเสียดทานน้อย และผลิตได้ง่าย นอกจากนี้ยังดูดซึมการสั่นสะเทือนได้เป็นอย่างดี