บทที่ 2

การศึกษาสภาวะทั่วไปของอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์

2.1 สภาวะทั่วไป

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ของไทยนั้นเป็นอุตสาหกรรมต่อเนื่องและเติบโตมาพร้อมกับอุตสาหกรรมรถยนต์ ในระยะแรกนั้นอุตสาหกรรมนี้มุ่งเน้นการผลิตไปที่ตลาดอะไหล่เพื่อการทดแทน (REPLACEMENT EQUIPMENT MARKET, REM) คือชิ้นส่วนที่พื้นฐานใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก (LABOUR INTENSIVE)และใช้เทคโนโลยีการผลิตแบบง่ายๆ แต่ปี พ.ศ.2514 รัฐได้เห็นความสำคัญของอุสาหกรรมประกอบรถยนต์ในประเทศเพื่อทดแทนการนำเข้ารถยนต์ และป้องกันเงินตราไม่ให้รั่วไหลออกนอกประเทศมากเกินไป ด้วยการส่งเสริมการประกอบรถยนต์ในประเทศจึงเป็นการกระตุ้นให้มีการลงทุนผลิตชิ้นส่วน และอะไหล่รถยนต์ เพื่อป้อนให้กับโรงงานประกอบรถยนต์ (ORRIGINAL EQUIPMENT MARKET, OEM),ในประเทศ ต่อมาในปีพ.ศ.2521ทางรัฐบาลได้ประกาศห้ามนำเข้ารถยนต์นั่ง และบังคับให้ใช้ชิ้นส่วนรถยนต์ที่ผลิตในประเทศ(LOCAL CONTENT) ตั้งแต่ร้อยละ 35-70 ตามชนิดของรถยนต์

ในปี 2530 ภาวะเศรษฐกิจของไทยขยายตัวไปอย่างรวดเร็ว มีผลทำให้อุตสาหกรรมรถยนต์ของไทยขยายตัวตามไปด้วย เพื่อสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้นของผู้บริโภคภายในประเทศ และมีการผลิตรถยนต์นั่งสำเร็จรูป เพื่อส่งออกไปขายยังต่างประเทศอีกด้วย ต่อมาในปี 2532 อุตสาหกรรมรถยนต์ผลิตไม่ทันกับความต้องการของตลาด ทำให้รถยนต์มีราคาจำหน่ายสูงขึ้น ทำให้รัฐต้องเข้ามาควบคุมราคาจำหน่าย และอนุมัติให้มีการนำเข้ารถยนต์ขนาดต่ำกว่า 2300 ซีซี โดยเสรี และลดภาษีนำเข้าชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากร้อยละ 112 เหลือ ร้อยละ 20 ทำให้อุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ภายในประเทศจะต้องพัฒนาคุณภาพขึ้นไปอีก และมีผู้มาลงทุนในอุตสาหกรรมนี้มากขึ้น

2.1.1 การผลิตชิ้นส่วนรถยนต์

1. โครงสร้างอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ในประเทศไทย สามารถแบ่งตามลักษณะของตลาดได้ 2 ประเภทใหญ่ คือ

1.1 ชิ้นส่วนรถยนต์เพื่อป้อนอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ (OEM) เป็นชิ้นส่วนที่ผู้ประกอบรถยนต์ผลิตเองหรือว่าจ้างผู้ผลิตรายอื่นๆทำการผลิตให้ชิ้นส่วนประเภทนี้จะมีคุณภาพสูงกว่ามาตรฐานทั่วๆไป

1.2 ชิ้นส่วนรถยนต์เพื่อการใช้ทดแทน (REM)

1. อะไหล่แท้ เป็นชิ้นส่วนรถยนต์ที่บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ผลิตเอง หรือว่าจ้างผู้อื่นผลิตให้โดยกำหนดมาตราฐานและคุณภาพ มีการตรวจสอบและรับรองคุณภาพ แล้วจึงยินยอมให้ใช้เครื่องหมายการค้าได้ อะไหล่แท้เหล่านี้จึงจะนำไปใช้ในการประกอบรถยนต์ และใช้สำหรับจำหน่ายเป็นอะไหล่เพื่อเปลี่ยนซ่อม

2. อะไหล่เทียมเป็นชิ้นส่วนอะไหล่ที่ผลิตโดยไม่ใช้เครื่องหมายการค้าของบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ ซึ่งอาจจะผลิตจากโรงงานเดียวกันกับอะไหล่แท้แต่ไม่ได้ใช้เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตรถยนต์นั้นๆ หรืออาจจะผลิตในโรงงานผลิตอะไหล่ทั่ว ๆ ไปแล้วใช้เครื่องหมายการค้าของตนเองซึ่งมีคุณภาพที่อาจจะใกล้เคียง หรือต่ำกว่าอะไหล่แท้ก็ได้แล้วแต่ผู้ผลิต

3. อะไหล่ปลอมเป็นชิ้นส่วนที่ผลิตขึ้นโดยปลอมเครื่องหมายการค้าของอะไหล่แท้ หรือเทียมหรืออาจนำชิ้นส่วนอะไหล่ที่ใช้แล้วมาปรับปรุงและบรรจุกล่องจำหน่ายอีกครั้งชิ้นส่วนเหล่านี้ จะมีคุณภาพต่ำกว่ามาตราฐานโรงงานที่ผลิตจะเป็นโรงงานเล็กๆ ใช้ความชำนาญของตนเอง

2. ปัจจุบันประเทศไทยสามารถผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ได้ทั้งOEM และ REM ซึ่งมีผู้ผลิตชิ้นส่วน OEM ประมาณ 150ราย และผู้ผลิตชิ้นส่วนอะไหล่เทียมและอะไหล่ปลอมประมาณ 200ราย ตามรูปที่ 2.1 ผู้ผิตชิ้นส่วนรถยนต์อาจแบ่งตามลักษณะของกิจการ หรือตามระดับเทคโนโลยี และการใช้แรงงานได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

2.1 กลุ่มผู้ผลิตที่ใช้แรงงานเป็นหลักและใช้เทคโนโลยีระดับต่ำผู้ผลิตในกลุ่มนี้จะเป็นกลุ่มโรงงานขนาดเล็กใช้เงินทุนต่ำ เป็นการผลิตแบบง่ายๆ วัตถุดิบสามารถหาได้ในประเทศ

2.2 กลุ่มผู้ผลิตที่ใช้แรงงานเป็นหลักและใช้เทคโนโลยีระดับกลางผู้ผลิตในกลุ่มนี้ประกอบอุตสาหกรรมมาเป็นเวลานานจนมีประสบการณ์และมีการนำเทคโนโลยีทันสมัยระดับกลางมาใช้พัฒนาการผลิตจนมีคุณภาพได้มาตราฐานเป็นที่ยอมรับ

2.3 กลุ่มผู้ผลิตที่ใช้เทคโนโลยีชั้นสูง มีการนำเครื่องจักรที่ทันสมัยมาใช้ควบคู่กับแรงงานคน ได้แก่ผู้ผลิตชิ้นส่วนเครื่องยนต์เป็นต้น ส่วนใหญ่จะเป็นบริษัทรวมทุนกับต่างประเทศหรือบริษัทในเครือของผู้ประกอบรถยนต์

3. เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตจะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะการผลิตชิ้นส่วน ดังนี้

3.1 การผลิตชิ้นส่วนเหล็กและโลหะอื่นๆ ได้แก่ชิ้นส่วนโลหะหล่อชิ้นส่วนโลหะอัดขึ้นรูป,ชิ้นส่วนโลหะทุบ และชิ้นส่วนโลหะด้วยกรรมวิธีอื่น ๆ

รูปที่ 2.1 รูปภาพชิ้นส่วนรถยนต์ที่ผลิตภายในประเทศ

3.2 การผลิตชิ้นส่วนพลาสติกและวัสดุที่อยู่ในประเภทเดียวกันเช่น ใบพัด คอนโซล โดยใช้เม็ดพลาสติกเป็นวัตถุดิบในการผลิต

3.3 การผลิตชิ้นส่วนยางเช่นยางแท่นเครื่อง ท่อยางหม้อน้ำ ยางกันโคลน การผลิตชิ้นส่วนยางจะมีเทคโนโลยี และวิธีการแตกต่างกันไปตามประเภทชิ้นส่วน

3.4 การผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเลคทรอนิคส์เช่น ไฟส่องสว่าง เรกูเรเตอร์ สำหรับชิ้นส่วนที่ต้องนำเข้าแล้วนำมาประกอบกับชิ้นส่วนในประเทศเช่น แกนหัวเทียน ฉนวนทนความร้อน อุปกรณ์วัดความเร็ว เป็นต้น

3.5 การผลิตชิ้นส่วนอื่นๆ ที่ทำจากวัสดุประเภทอื่นๆ แตกต่างกันไปตามกรรมวิธีเทคโนโลยี และวัตถุดิบที่ใช้ บางครั้งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

4. แหล่งวัตถุดิบ ส่วนใหญ่ยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศทั้งที่เป็นวัตถุดิบและชิ้นส่วนสำเร็จรูป (COMPLETELY KNOCKED DOWN, CKD)ซึ่งมีรายการวัตถุดิบที่สำคัญต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ดังนี้

รายการวัตถุดิบ	แหล่งที่มา
เหล็กชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะเหล็กแผ่น	ญี่ปุ่น,เยอรมนี,ฝรั่งเศษ
อลูมิเนียม	ญี่ปุ่น,สหรัฐอเมริกา,ฝรั่งเศษ
ยางสังเคราะห์	ญี่ปุ่น,เยอรมนี
พลาสติก และใยสังเคราะห์	ญี่ปุ่น,เยอรมนี
เคมีภัณฑ์ต่าง ๆ	ญี่ปุ่น,สหรัฐอเมริกา,.เยอรมนี
แผงวงจรไฟฟ้า	ญี่ปุ่น
กระจก	ญี่ปุ่น
ลวดทองแดง	ญี่ปุ่น,สหรัฐอเมริกา,ในประเทศ
ยางธรรมชาติ	ในประเทศ

2.1.2 <u>การตลาดชิ้นส่วนรถยนต์</u>

1. ตลาดภายในประเทศตลาดชิ้นส่วนยานยนต์ภายในประเทศจำแนกตามลักษณะการใช้ หรือความต้องการออกได้เป็น 2 ตลาด ดังนี้

1.1 ตลาดอะไหล่(REPLACEMENT EQUIPMENT MARKET, REM) คือ ตลาดที่

จำหน่ายชิ้นส่วนยานยนต์เป็นอะไหล่ทดแทนชิ้นส่วนที่เสื่อมสภาพหรือหมดอายุความต้องการของตลาดส่วนนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้รถยนต์เป็นหลัก ปริมาณการใช้รถยนต์ในปี 2535 มีรถยนต์จดทะเบียนทั้งสิ้น 9,595,191 คัน เพิ่มขึ้นจากปี 2531 ซึ่งมีปริมาณรถยนต์ที่จดทะเบียนทั้งสิ้นเพียง 5,800,416 คัน หรือเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 65.42 นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น ๆ สภาพอากาศ สภาพถนน เป็นต้น

1.2 ตลาดโรงงานประกอบรถยนต์(ORIGINAL EQUIPMENT MARKET, OEM) คือชิ้นส่วนยานยนต์ที่ผลิตขึ้นเพื่อป้อนโรงงานประกอบรถยนต์ในประเทศ ความต้องการของตลาดขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตรถยนต์ภายในประเทศการผลิตรถยนต์ในช่วงที่ผ่านมามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยในปี 2535 มีปริมาณการผลิตรถยนต์ 323,961 คันเพิ่มขึ้นจากปี2530 ซึ่งมีปริมาณการผลิต 98,148 คัน หรืออัตราร้อยละ 30 นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับนโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้องกับการบังคับใช้ชิ้นส่วนภายในประเทศ(LOCAL CONTENT) ภาษีนำเข้าวัตถุดิบและกึ่งวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตชิ้นส่วนตลอดจนขนาดชิ้นส่วน หรือราคานำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศ

2. ตลาดส่งออก การส่งออกชิ้นส่วนและอะไหล่รถยนต์มี2 ประเภท คือ ชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์เพื่อการทดแทน(REM) และชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์เพื่อการประกอบรถยนต์(OEM) ในรูปของCKDซึ่งในอดีตที่ผ่านมาการส่งออกของไทยส่วนใหญ่จะเป็นประเภทแรกและมีปริมาณสูงขึ้นจนถึงปัจจุบันสำหรับชิ้นส่วนและอะไหล่รถยนต์เพื่อการประกอบรถยนต์มีบทบาทเพิ่มขึ้นและมีปริมาณส่งออกสูงเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการส่งออกรวมในปี 2535 มีมูลค่า 8,802 ล้านบาท อย่างไรก็ตามการส่งออกชิ้นส่วนยานยนต์ของไทยยังคงต้องการ การส่งเสริมและการสนับสนุนจากรัฐบาลทั้งทางด้านการผลิตและการตลาดเพื่อให้อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ของไทยได้มาตราฐานที่เท่าเทียมกันและเป็นที่ยอมรับของตลาดต่างประเทศรวมทั้งการขยายตลาดต่างประเทศให้กว้างขวางยิ่งขึ้นสินค้าชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ส่งออกที่สำคัญแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.1 ยางรถยนต์ กลุ่มประเทศที่ส่ง ได้แก่ ไต้หวัน, ญี่ปุ่น และ สหรัฐอเมริกา

2.2 แบตเตอรี่ กลุ่มประเทศที่ส่ง ได้แก่ มาเลเซีย, อินโดนีเซีย, บากีสถาน

2.3 อะไหล่รถยนต์ส่วนใหญ่เป็นอะไหล่เพื่อการทดแทน(REM)เช่นแหนบ,หม้อน้ำ ไส้กรองอากาศ เป็นต้น ซึ่งกลุ่มประเทศที่ส่งออกได้แก่ สหรัฐอเมริกา,ญี่ปุ่น,สิงค์โปร์,มาเลเซีย, อินโดนีเซีย,ซาอุดิอาระเบีย,ฮ่องกง เป็นต้น

<u>ชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ที่มีสู่ทางการลงทุนในอนาคต</u> ได้แก่

1. ชิ้นส่วนตัวถังรถยนต์ เช่น เหล็กแผ่นที่เป็นพื้นรถ , แผ่นเหล็กภายในตัวถัง,

ฝากระโปรงหลังคา และประตู

2. ชิ้นส่วนเครื่องยนต์และส่วนประกอบ เช่น ชุดลูกสูบ คาร์บูเรเตอร์,ไส้กรองอากาศ,ใบพัด และท่อยาง

ชิ้นส่วนเหล่านี้บางชนิดไม่สามารถผลิตได้เอง บางชนิดต้องร่วมทุนกับต่างชาติรวมทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีด้วย และบางชนิดต้องมีการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศ

3. ตลาดนำเข้าโดยทั่วไปแล้วแนวโน้มการนำเข้าเพิ่มขึ้นตามความต้องการใช้ยานยนที่เพิ่มมากขึ้นการนำเข้าส่วนใหญ่จะเป็นการนำเข้าชิ้นส่วนรถยนต์ประเภทเครื่องยนต์และชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ เมื่อมีการปรับโครงสร้างภาษีนำเข้ารถยนต์สำเร็จรูปและชิ้นส่วนCKD ทำให้ผลต่างของต้นทุนการนำเข้าและต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนภายในประเทศมีความใกล้เคียงกัน ผู้ประกอบการบางรายจึงหันไปนำเข้าชิ้นส่วนแทนการซื้อภายในประเทศ หรือ การนำเข้ารถยนต์สำเร็จรูปแทนจึงทำให้แนวโน้มการนำเข้าชิ้นส่วนรถยนต์และอุปกรณ์ลดลง กล่าวคือในช่วง 8 เดือนแรกของปี 2535 ได้นำเข้าชิ้นส่วนรถยนต์และอุปกรณ์เป็นมูลค่า 21,284 ล้านบาท ลดลงปี 2534 ซึ่งมีมูลค่า 27,589 ล้านบาท หรือลดลงอัตราร้อยละ 23

แหล่งนำเข้าที่สำคัญ มีดังนี้

1. ยุโรป ได้แก่ เยอรมนี,อังกฤษ,อิตาลี,สเปน,ฝรั่งเศส

2. อเมริกาเหนือ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา,แคนาดา

3. เอเชีย ได้แก่ ญี่ปุ่น,ไต้หวัน,สิงค์โปร์,จีน,เกาหลีใต้

4. อื่น ๆ ได้แก่ ออสเตรเลีย

ชิ้นส่วนรถยนต์นำเข้าที่สำคัญได้แก่ส่วนประกอบเครื่องยนต์ เพลาส่งกำลัง ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ เครื่องยนต์ดีเซล เครื่องยนต์เบนซิน อุปกรณ์ไฟฟ้ารถยนต์ โชคอัพ เป็นต้น

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ไทยยังมีโอกาสที่จะขยายตัวเพิ่มขึ้นอีกมากในอนาคตทั้งตลาดภายในประเทศและต่างประเทศหากผู้ประกอบการสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตและการแข่งขันโดยเฉพาะการพัฒนารูปแบบและเทคโนโลยีการผลิตให้สามารถผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพ และมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้อุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ไทยยังต้องการสนับสนุนจากภาครัฐบาลทางด้านการลดภาษีนำเข้า การพัฒนาด้านเทคโนโลยี และการปรับตัวเกี่ยวกับกฎระเบียบ และข้อบังคับ

เมื่อพิจารณาถึงสภาพของตลาดทั่วๆ ไปแล้วอาจสรุปได้ว่าความต้องการอะไหล่ชิ้นส่วนรถยนต์ ยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉพาะทางด้านการส่งออก ซึ่งมีอนาคตค่อนข้างดี และความต้องการมีความแตกต่างกันผู้ประกอบการที่จะส่งออกควรจะศึกษาลักษณะความต้องการอย่างละเอียด

ขณะเดียวกันควรศึกษาศักยภาพ และขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยกับคู่แข่งขันในกลุ่มประเทศต่างๆด้วย ทั้งนี้เพื่อจะได้มีแนวทางในการพัฒนาการผลิตอะไหล่และชิ้นส่วนรถยนต์ให้เหมาะสมกับสถานการณ์การผลิตการจำหน่าย และพัฒนาเทคโนโลยี

2.2 วัตถุดิบ

แผ่นวัสดุที่ใช้ในการอัดขึ้นรูปส่วนใหญ่จะได้แก่โลหะซึ่งนอกจากนั้นก็จะมี ยาง พลาสติก ฯลฯโลหะที่มีความอ่อนนิ่มสามารถทำการอัดเป็นรูปได้อย่างดีในงานอัดโลหะ พวกวัสดุที่เปราะหรือมีความอ่อนนิ่มน้อยจะไม่สามารถอัดแปรรูปได้ด้วยวิธีนี้สำหรับวัสดุในงานอัดขึ้นรูป แบ่งออกเป็นกลุ่ม แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ได้ 2 กลุ่ม

2.2.1 <u>วัสดุโลหะกลุ่มเหล็กสำหรับงานอัดขึ้นรูป</u> คือเหล็กกล้าประเภทต่างๆ แต่ละประเภทที่มีส่วนประกอบเหมือนกันจะมีคุณลักษณะต่างๆ ไม่เหมือนกัน แล้วแต่งานที่เกี่ยวข้อง เหล็กกล้าแต่ละประเภทขึ้นอยู่กับความจำเป็นที่แตกต่างกันในการใช้งานอุตสาหกรรมที่มีขอบเขตตามจำนวนการผลิตที่ต้องการนั้นขึ้นอยู่กับระดับของเหล็กกล้า คุณภาพ และ คุณลักษณะของเหล็กกล้าประเภทนั้นๆ ตามรูปที่ 2.2ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับมาตราฐาน และลักษณะจำเพาะที่สัมพันธ์เพื่อโรงงานผู้ผลิตเหล็กกล้าและการใช้งาน จึงได้มีการกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับมาตราฐานและลักษณะจำเพาะโดยใช้ลักษณะพื้นฐานดังนี้ ลักษณะทางเคมี,ส่วนประกอบทางเคมี,คุณสมบัติการใช้และวิธีการผลิตตัวอย่างข้อมูล หรือ ข้อกำหนดในการบอกมาตราฐานนี้ จะมีชื่อบอกโดยเฉพาะ

เช่น ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS)

AISI (AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE)

ซึ่งเป็นมาตราฐานที่สำคัญของอเมริกา นอกจากนี้ยังมีมตราฐานเยอรมัน คือ

DIN (DEUTSTHE INSTITUTE FUER NORMUNG)

ของญี่ปุ่น คือ

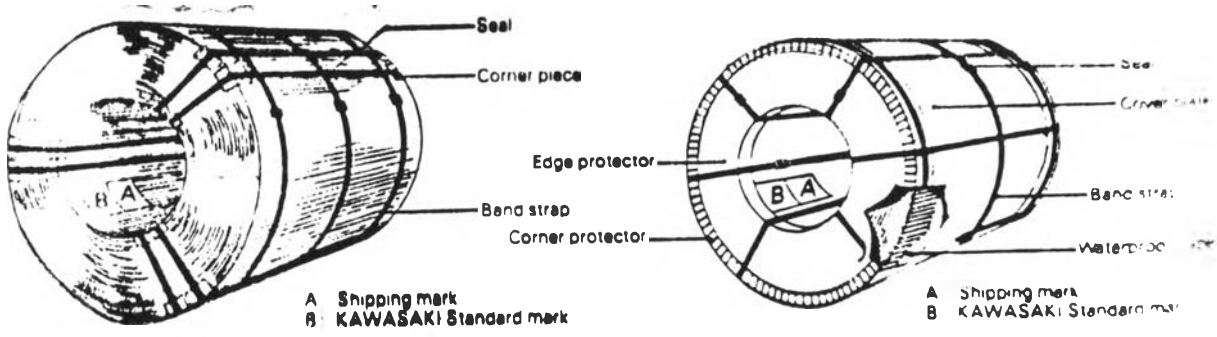
JIS (JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD)

ของอังกฤษ B.S. (BRITISH STANDARDS)

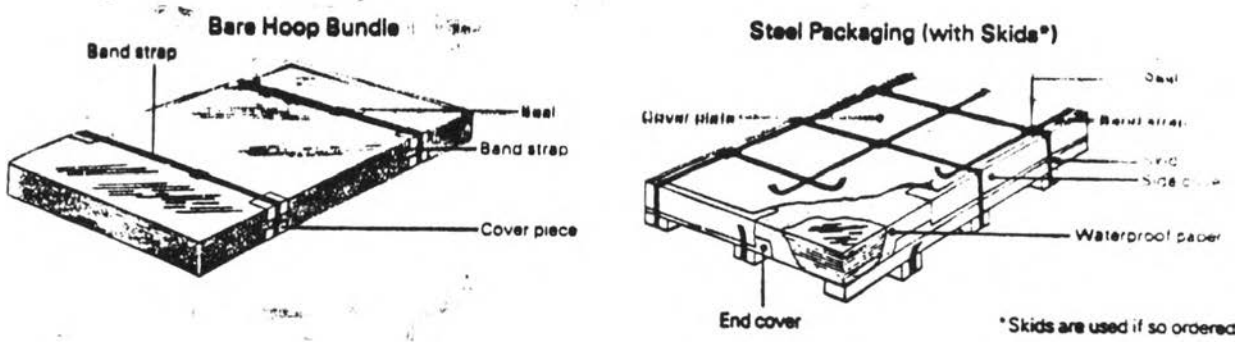
หรือมาตราฐานนานาชาติ คือ

ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION)

สำหรับประเภทของเหล็กกล้ารีดแบนแบบเคลือบและไม่เคลือบ ซึ่งเป็นแผ่น และแผ่นซอย (STRIP) มีใช้มากในการขึ้นรูป โดยมีรายการดังนี้



เหล็กม้วน



แผ่นเหล็ก

รูปที่ 2.2 แผ่นเหล็กและเหล็กม้วนที่ใช้ในการทำชิ้นส่วนรถยนต์

1. แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็น เป็นโลหะที่ใช้มากในการอัดโลหะ เนื่องจากเหล็กแผ่นชนิดนี้จะถูกรีดเป็นแผ่น ณ อุณหภูมิห้องจึงได้ผิวเรียบ และละเอียดนิยมใช้ทำตัวถังส่วนนอกของรถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือชิ้นส่วนของเครื่องใช้ที่ต้องการความสวยงาม

JIS (JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD) ได้กำหนดชนิดของเหล็กแผ่น ดังนี้

SPCC เป็นชนิดที่นิยมใช้มากที่สุดในงานอัดโลหะ ยกเว้นการอัดขึ้นรูปลึกมาก (DEEP-DRAWING)

ผิวของเหล็กแผ่นเหล่านี้จะแบ่งออกเป็นชนิดด้าน(DULL SHEET) ซึ่งรีดจากลูกรีดผิวหยาบ และผิวเรียบ (BRIGHT SHEET) ซึ่งรีดจากลูกรีดละเอียด

ความหนามตรฐาน 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.3, 2.5, 2.8, 3.2

แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็น จะมีราคาแพงกว่าแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนรีดร้อน

2. แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนรีดร้อน เหล็กแผ่นชนิดนี้ทำการรีดในอุณหภูมิสูง ผิวจะมีสีดำและมีสะเก็ด จึงนิยมเรียกว่าเหล็กแผ่นดำ (BLACK SHEET) ในการใช้งานจะต้องกำจัดสะเก็ดเหล่านี้เสียก่อน

เหล็กแผ่นรีดร้อน (SPHC) ราคาถูกกว่าชนิดรีดเย็น(SPCC) ซึ่งใช้เป็นชิ้นส่วนรถบรรทุก เครื่องจักร ซึ่งไม่ต้องการความสวยงามมากนัก สำหรับแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนรีดร้อนตามมตรฐานญี่ปุ่น คือ JIS G3131

มีความหนามตรฐานตั้งแต่ 1.0 มิลลิเมตร ถึง 6 มิลลิเมตร

3. แผ่นเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีมีความทนทานต่อการเกิดสนิมและสังกะสีที่เคลือบอยู่จะทำหน้าที่เป็นตัวหล่อลื่นทำให้คุณมีสมบัติอัดขึ้นรูปลึก(DEEP-DRAWABILITY) ได้ดี และเชื่อมได้ง่าย ซึ่งเหล็กชนิดนี้เป็นที่ใช้กันมากในรถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น

แผ่นเหล็กกล้าเหล่านี้เคลือบสังกะสีโดยขบวนการ HOT-DIP ซึ่งประกอบด้วยการผ่านเหล็กกล้าไปยังอ่างสังกะสีที่ละลาย แผ่นเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีมีการผลิตโดยมีความหนาเป็นจุดทศนิยม

สำหรับแผ่นเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีตามมตรฐานญี่ปุ่น คือ JIS G3313

4. แผ่นเหล็กกล้าวิลาส(TERNE SHEETS) แผ่นเหล็กเคลือบตีบุกต้านทานการเกิดสนิมได้ดี,เช่นเดียวกับแผ่นเหล็กชนิดรีดเย็นเมื่อเคลือบตีบุกแล้วจึงดูเรียบและเป็นเงาเนื่องจากตีบุกทำหน้าที่เป็นตัวหล่อลื่นเช่นเดียวกันซึ่งทำให้เหล็กแผ่นชนิดนี้มีคุณสมบัติอัดขึ้นรูปลึกดีแผ่นเหล็กกล้าเหล่านี้

เคลือบโดยการจุ่มลงในอ่างของตะกั่ว และดีบุกที่ละลายที่รู้จักในนามของ "TERNE METAL" ซึ่งมีตะกั่วประมาณ 85% และดีบุกประมาณ 15%

แผ่นเหล็กกล้านี้ต้านทานการกัดกร่อน ผิวดูเรียบเป็นเงา เนื่องจากตะกั่วและดีบุกทำหน้าที่เป็นตัวหล่อลื่น

2.2.2 วัสดุโลหะนอกกลุ่มเหล็กสำหรับงานอัดขึ้นรูป

1. ทองแดงและทองแดงผสม ทองแดงเจือเป็นโลหะนอกกลุ่มเหล็กที่มีใช้กันอยู่อย่างกว้างขวางในเชิงพาณิชย์ ทั้งนี้เพราะมีคุณสมบัติที่ดีเลิศทางการนำไฟฟ้าและ ความร้อน ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก และแปรรูปได้ง่าย และทนต่อการล้าดี

2. อลูมีเนียมและอลูมีเนียมผสมเนื่องจากอลูมีเนียมเป็นโลหะที่เบาผิวเรียบนำความร้อนและไฟฟ้าดี ทนต่อการผุกร่อนจึงนิยมใช้ทำเครื่องใช้และเครื่องประดับภายในบ้าน กรอบประตูและหน้าต่าง ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า และอุตสาหกรรมผลิตนถยนต์

การอัดแปรรูปอลูมีเนียมแผ่นทำได้ค่อนข้างง่ายเพราะเป็นโลหะอ่อนแม่พิมพ์ไม่สึกง่าย

อลูมีเนียมผสมชนิดนี้มีส่วนผสมของแมกนิเซียม (Mg) และแมงกานีส (Mn) มีความแข็งแรงสูง ใช้ทำชิ้นส่วนของเครื่องบิน รถยนต์ เป็นต้น

2.3 งานอัดขึ้นรูปชิ้นส่วนโลหะรถยนต์

ชิ้นส่วนหรือชิ้นงานที่ได้จากการอัดโลหะ(METAL STAMPING)มีใช้กันอย่างกว้างขวางในรถยนต์, เครื่องใช้ไฟฟ้า, รถจักรยานยนต์ และในอุตสาหกรรมอื่นๆ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าสิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ รอบตัวเราส่วนใหญ่จะเป็นผลผลิตของการอัดโลหะโดยที่การอัดโลหะมีใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุดในอุตสาหกรรมรถยนต์ ในตัวรถทั้งหมดจะประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆ เป็นจำนวนพันจำนวนหมื่นชิ้นซึ่งได้มาจากการอัดโลหะในการผลิตรถยนต์บริษัทหนึ่งอาจผลิตรถหลายชนิดซึ่งชิ้นส่วนของรถแต่ละชนิดก็แตกต่างกัน ฉนั้นชิ้นส่วนรวมทั้งหมดจึงมีจำนวนมากมาย

งานอัดขึ้นรูป (PRESS WORKING)เป็นงานที่ใช้วิธีการขั้นสูงสุดและใช้กันมากที่สุดในงานโลหะ ซึ่งในงานอัดขึ้นรูปประกอบไปด้วย

2.3.1 ลักษณะของงานอัดโลหะ

1. การอัดโลหะซึ่งใช้ผลิตชิ้นงานเป็นจำนวนมากในอุตสาหกรรมนั้นมีลักษณะที่เปรียบเทียบกับการแปรรูปโลหะโดยวิธีอื่นเช่น การแปรรูปโดยเครื่องมือกล (MACHINING) การหล่อ (CASTING) การเชื่อมประสาน (WELDING) ดังต่อไปนี้

1.1 การทำวัสดุให้เป็นรูปร่างโดยใช้แรงขนาดหนักการอัดโลหะเป็นกรรมวิธีการเปลี่ยนรูป (DEFORMATION PROCRESSING)โดยเปลี่ยนรูปโลหะ หรือวัสดุอื่นด้วยแรงขนาดหนักโดยอัดโลหะหรือวัสดุในระหว่างแม่พิมพ์ (DIE)โดยใช้เครื่องอัดโลหะให้เปลี่ยนรูปตามลักษณะของแม่พิมพ์ซึ่งทำเป็นรูปร่างที่ต้องการเพื่อให้ชิ้นงานซึ่งเปลี่ยนรูปไปตามลักษณะของแม่พิมพ์ให้ได้รูปร่างและขนาดที่ถูกต้องจึงจำเป็นต้องทำแม่พิมพ์ให้มีความถูกต้องเที่ยงตรงด้วย

1.2 ในวิธีการอัดโลหะโดยปกติเราสามารถทำงานขั้นตอนเดียวสำเร็จในช่วงชักเดียว (ONE STROKE) ของเครื่องอัดโดยไม่ต้องใช้ความร้อน ดังนั้นวงจรทำงานจึงสั้นกว่าวิธีอื่นจึงทำให้ผลิตชิ้นงานได้เป็นจำนวนมากและราคาถูก

1.3 ทำภาชนะรูปลึกหรือดัด โดยใช้โลหะแผ่นเดียวโดยการใช้ขึ้นรูปลึก(DRAW)โดยทำจากโลหะแผ่นเดียว และอาจกล่าวได้ว่าไม่สามารถทำได้โดยวิธีอื่นๆ นอกจากการอัดโลหะ

1.4 ทำชิ้นงานได้จำนวนมากโดยมีรูปร่างและคุณภาพเหมือนกันเนื่องจากได้ทำรูปร่างที่ต้องการไว้ที่แม่พิมพ์ ดังนั้นจึงสามารถทำชิ้นงานที่มีลักษณะเดียวกันได้เป็นจำนวนมาก และสามารถทำชิ้นงานที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ

1.5 ทำได้ง่ายและไม่ต้องการความชำนาญ เราสามารถผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพเหมือนกันได้โดยวิธีอัดโลหะซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะเป็นการยากและต้องอาศัยความชำนาญที่จะทำงานรูปร่างแปลก ๆ และเที่ยงตรงสูง

1.6 ใช้วัสดุได้เต็มที่เนื่องจากเราทำชิ้นงานหนึ่งชิ้นจากโลหะหนึ่งแผ่น การเสียเศษจึงน้อยมากทำให้ค่าวัสดุลดลง

1.7 ได้ชิ้นงานที่แข็งแรงชิ้นงานที่ได้จากการอัดโลหะจะแข็งแรงเพราะไม่มีรอยต่อเหมือนกับการทำโดยเครื่องมือกล และเชื่อมประสาน นอกจากนั้นยังบางและเบา

2. งานที่ได้จากกรรมวิธีการอัดมักจะผ่านขั้นตอนการอัดหลายวิธีซึ่งการอัดแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด ตามลักษณะการใช้เครื่องมือ คือ

2.1 การตัด (SHEARING)

2.2 การดัด (BENDING)

2.3 การอัดเป็นรูป (FORMING)

2.4 การอัดขึ้นรูป (DRAWING)

ซึ่งชิ้นงานที่มีรูปร่างยุ่งยากซับซ้อนเท่าไร จำนวนลำดับขั้นและแม่พิมพ์จะมากขึ้นเท่านั้น

หลักที่สำคัญสองประการในการตัดสินใจในการเลือกขั้นตอนคือ

1. ในการผลิตงานที่ต้องการนั้น ต้องการขั้นตอนชนิดใดบ้าง

2. การจัดลำดับขั้นตอนไหนที่สะดวกที่สุดในการทำงาน และการสร้างแม่พิมพ์ และอื่น ๆ

2.1 การตัด (SHEARING) การตัดในกรรมวิธีการอัดโลหะตามรูปที่ 2.3 แบ่งออกได้ดังนี้

1. ตัดขาด (CUTTING) เป็นการตัดที่ไม่ทำให้เหลือเศษวัสดุ(SCRAP) รอยตัดตัดทั้งสองด้านจะเหมือนกัน รอยเยิน (BURR) จะอยู่ในทิศทางกันข้ามแต่ละรอยตัด การตัดชนิดนี้ให้ความเที่ยงตรงไม่ดี และอาจมีการบิดงอได้

2. ตัดแยก (PARTING) เป็นการตัดแยกแผ่นวัสดุที่ผ่านขั้นตอนอื่น เมื่อตัดแยกออกมาแล้วจะได้รูปของงานที่มีลักษณะสมบูรณ์ตามต้องการ ซึ่งการตัดวิธีนี้เศษวัสดุจะมีลักษณะเหมือนกับพั้นช์(PUNCH) รอยเยินอยู่ด้านเดียวกัน

3. ตัดแผ่นเปล่า (BLANKING) กรรมวิธีการตัดจากแผ่นวัสดุโดยใช้คมรอบรูปพั้นช์อัดแผ่นวัสดุเข้ากับคมรอบรูปของดาย(DIE) ลักษณะของแผ่นงานที่ได้ออกมาจะมีขนาดและรูปร่างเหมือนกับดาย และจะหลุดออกจากช่องว่างของดายส่วนที่ค้างอยู่ที่ปากดายจะถือว่าเป็นเศษวัสดุ

4. การเจาะ (PIERCING)ในการเจาะรูโครงสร้างและการทำงานของแม่พิมพ์จะเหมือนกับตัดแผ่นเปล่าแต่ชิ้นงานที่ต้องการคือส่วนที่ถูกเจาะและค้างอยู่บนปากดาย ส่วนที่เป็นเศษวัสดุ คือส่วนที่หลุดออกไปจากช่องว่างของดาย รูเจาะจะมีขนาดและรูปร่างเหมือนพั้นช์

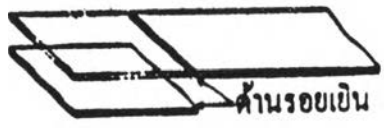
5. การตัดขอบ (TRIMMING)เป็นการตัดที่ใช้ตัดขอบงานที่ผ่านการอัดเป็นรูป หรืออัดขึ้นรูปมาแล้ว เพื่อให้ได้ขนาดและรูปร่างที่ต้องการ

6. การตัดอื่น ๆ นอกจากที่กล่าวมาแล้วยังมีการตัดบาก(NOTHING) ตัดแทงรอย (LANCHING) เป็นการตัดให้เป็นรอยขาด โดยที่ส่วนวัสดุที่ถูกตัดยังติดอยู่กับชิ้นงานการตัดแต่ง (SHAVING)เป็นการตัดแต่งเพื่อให้ได้ขนาดและรอยตัดที่เรียบ

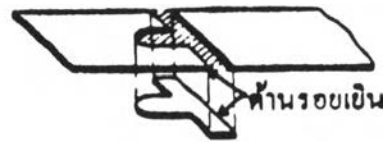
2.2 การดัด (BENDING) การอัดดัดมีอยู่หลายลักษณะ เช่นดัดรูปตัววี,ดัดรูปตัวยู (U-BENDING) ดัดรูปตัวแอล (L-BENDING),ดัดม้วน (CURLING)และอื่น ๆ ตามรูปที่ 2.4

1. ดัดรูปตัววี(V-BENDING)การดัดรูปตัววีเป็นการอัดโลหะในระหว่างพั้นช์และดายที่เป็นรูปตัววี เป็นการดัดที่ง่ายที่สุด

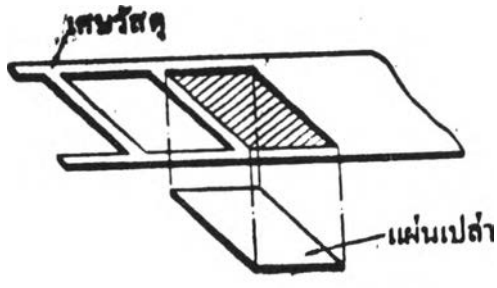
2. ดัดรูปตัวยู(U-BENDING)เนื่องจากลักษณะ ที่ถูกดัดแล้วเป็นรูปตัวยูจึง



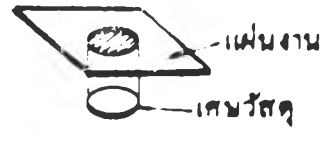
(a) ตัดขาด



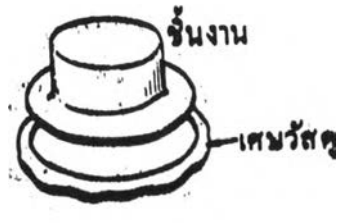
(b) ตัดแยก



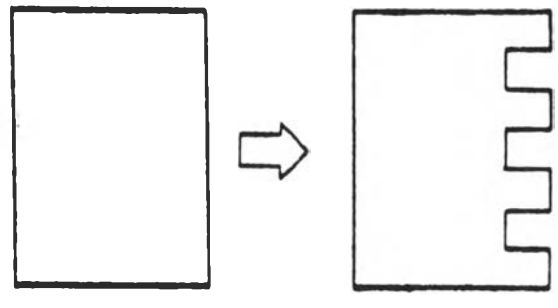
(c) ตัดแผ่นเปล่า



(d) การเจาะ



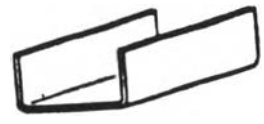
(e) ตัดขอบ



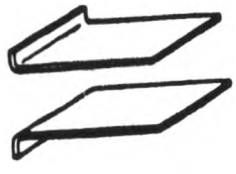
(f) การบาก

รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะการตัด (SHEARING) โดยวิธีอัดโลหะ

(a) รูปตัววี

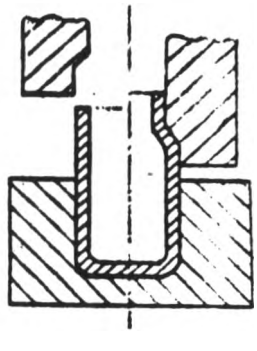


(b) รูปตัวยู



(c) รูปตัวแอล

(d) ตัดม้วน



(e) คอคอด

รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะการตัด (BENDING) โดยวิธีอัดโลหะ

เรียกวิธีดัดนี้ว่า ดัดรูปตัวยู โดยทั่วไปจะใช้ดัดงานให้เป็นรูปเหลี่ยม

ในแม่พิมพ์ดัดรูปตัวยู นอกจากจะมีพั้นช์และดายแล้วยังต้องมีเบาะแรงอัด (CUSHION-PRESSURE) สำหรับแผ่นอัด (PRESSURE PAD) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของแม่พิมพ์

3.ดัดรูปตัวแอล (L-BENDING) ในกรณีที่ความสูงของขาดัด(BEND LEG) สั้นกว่าร่องตัววีของดายรับตัววี จะทำให้ขาดัดเลื่อนลงไปในร่องดาย ทำให้การดัดไม่คงที่

4.ดัดม้วน (CURLING)ดัดม้วนเป็นการดัดให้ได้งานเป็นรูปท่อกลม ซึ่งมีอยู่ 2 วิธี คือม้วนภายหลังดัดเป็นรูปตัวยู และม้วนภายหลังการดัดเป็นรูปคลื่น

5.ดัดเป็นรูปต่างๆ การดัดเป็นรูปต่างๆนั้นใช้วิธีดัดขึ้นและดัดลงโดยใช้แผ่นอัดหรือการดัดด้านช้าง

2.3 การอัดเป็นรูป (FORMING) ในการอัดโลหะ เราอาจพิจรณาได้ว่างานทุกชนิดยกเว้นการตัดด้วยคมตัด เป็นการอัดเป็นรูปในความหมายที่กว้างๆ อย่างไรก็ตามในที่นี้จะกล่าวถึงการอัดเป็นรูปในความหมายที่แคบเข้า ตามรูปที่ 2.5

1. ขึ้นขอบยืด(STRETCH FLANGING)เป็นการดัดขึ้นขอบโค้งออกส่วนของโลหะที่เป็นขอบตั้งและโค้งออกจะยืดออกไปทางด้านช้าง ส่วนการขึ้นขอบหด(SHRINK FLANGING) เป็นการดัดขึ้นขอบโค้งเข้าส่วนของโลหะที่เป็นขอบตั้งและโค้งเข้าจะหดเข้าทางด้านใน

2. ขึ้นขอบ(BURRING) เป็นการเจาะรูในแผ่นโลหะแล้วบานขึ้นเป็นขอบใช้ในกรณีที่เจาะทำเกลียวในโลหะแผ่น

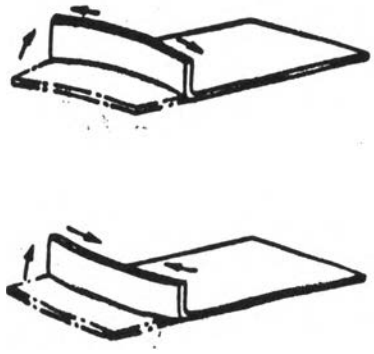
3. ม้วนขอบ(CURLING)ซึ่งมีทั้งม้วนขอบตรงและม้วนขอบโค้งม้วนขอบโค้งจะยากกว่าม้วนขอบตรง

4. อัดโป่ง(BULGING) เป็นการอัดให้งานเป็นเป็นรูปโป่งออก มีลักษณะคล้ายรูปขวด

5. ทำคอคอด(NECKING) เป็นการทำปากทางเข้าให้เล็กลงกว่าส่วนในการลดความโตทีละน้อย และหลายขั้นตอน

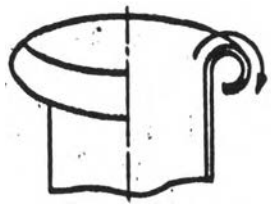
6. การอัดยืด(EXPANDING) เป็นการขึงแผ่นโลหะให้แน่น ด้วยการยึดแผ่นงาน(BLANK HOLDER)แล้วใช้หัวพั้นช์ดันโลหะให้ยืดวิธีนี้มักจะเกิดรอยย่นและเป็นคลื่นที่ขอบงาน

7. ทำลอน(BENDING) เป็นการทำลอนบนแผ่นโลหะเพื่อเสริมความแข็ง-แรงของแผ่นโลหะ เนื่องจากเป็นการทำให้โลหะเปลี่ยนรูปเฉพาะจุดจึงอาจจะทำให้ตัวแผ่นทั้งหมดเกิดการบิดได้ จึงต้องระมัดระวังในการทำลอน

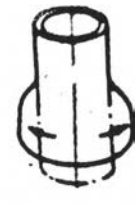


(a) ขึ้นรอบเดียว

(b) ขึ้นรอบรู

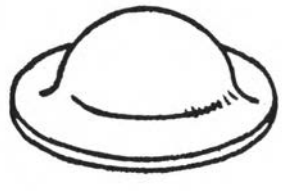


(c) ม้วนขอบ

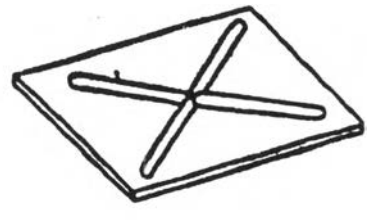


(d) อัดโป่ง

(e) คอคอด



(f) อัดยึด



(g) ทำลอน

รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะการอัดเป็นรูป (FORMING) โดยวิธีอัดโลหะ

2.4 การอัดขึ้นรูป (DRAWING) เป็นกรรมวิธีในการทำภาชนะรูปถ้วยไร้ตะเข็บจากแผ่นโลหะ นอกจากวิธีเคาะขึ้นรูปด้วยมือซึ่งใช้เวลานานในการทำแล้วไม่มีวิธีอื่นที่จะทำภาชนะลักษณะดังกล่าวได้นอกจากวิธีอัดขึ้นรูป ตามรูปที่ 2.6

การอัดขึ้นรูปแบ่งออกได้ตามลักษณะรูปร่างของงานและชนิดของแม่พิมพ์

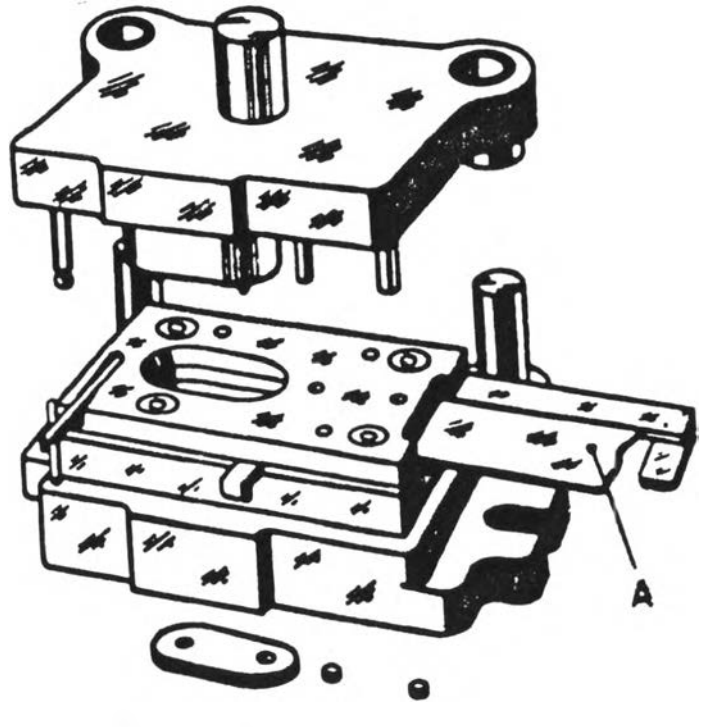
1. แบ่งตามลักษณะรูปร่าง เช่น ภาชนะรูปกลม รูปเหลี่ยม และ รูปอื่นๆ การอัดขึ้นรูปทรงกระบอกกลม เป็นการอัดขึ้นรูปที่ใช้กันมาก

2. แบ่งตามลักษณะของแม่พิมพ์ ซึ่งแม่พิมพ์อัดขึ้นรูปมีอยู่หลายชนิด เช่นแม่พิมพ์อัดขึ้นรูปใช้ตัวยึดแผ่นเปล่าด้วยแรงสปริง แม่พิมพ์อัดขึ้นรูปชนิดใช้เบาะอัดแรง และแม่พิมพ์ชนิดตัดแผ่นเปล่าและอัดขึ้นรูป เป็นต้น

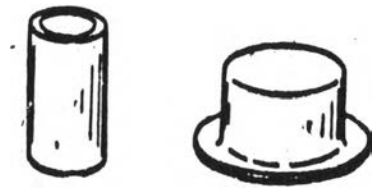
ในจำนวนแม่พิมพ์อัดขึ้นรูปดังกล่าว แม่พิมพ์ที่ใช้เบาะอัดแรงจะใช้มากที่สุดเพราะสามารถเลือกใช้ขนาดของแรงอัดสำหรับตัวยึดแผ่นเปล่าได้ตามความเหมาะสม

การอัดขึ้นรูปเป็นการอัดภาชนะรูปกลวงจากแผ่นโลหะโครงสร้างหรือลักษณะแม่พิมพ์ไม่ซับซ้อน แต่การอัดขึ้นรูปงานให้ได้รูปร่างที่ต้องการโดยไม่ให้เกิดรอยย่น (WRINKLE)และรอยแตก (CRACK) นั้นค่อนข้างยาก

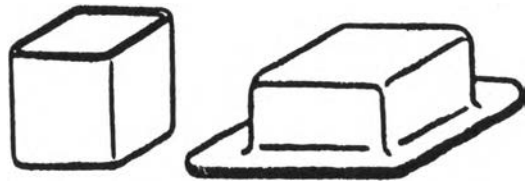
2.3.2 แม่พิมพ์อัดโลหะ แม่พิมพ์ที่ใช้ในงานอัดโลหะทั่วๆไปจะมีลักษณะแตกต่างกันตามลักษณะของการทำงาน และจำนวนการผลิต ซึ่งเราพอจะแบ่งได้ดังนี้ ตามรูปที่ 2.7



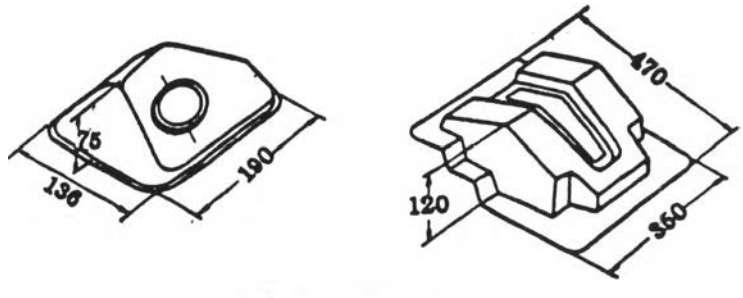
รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะแม่พิมพ์ขึ้นรูปชิ้นส่วนโลหะ



งานขึ้นรูปทรงกระบอก



งานขึ้นรูปเหลี่ยม



งานขึ้นรูปชนิดอื่น

รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะการสั่งชิ้นรูป (DRAWING) โดยวิธีสัญลักษณ์

1.โครงสร้างแม่พิมพ์

1.1 แม่พิมพ์ตัดแผ่นเปล่า (BLANKING DIE)มีลักษณะเป็นแม่พิมพ์ที่ตัวพั้นช์จะถูกยึดโดยแผ่นพั้นช์ (PUNCH PLATE) แผ่นรูด(STRIPPERPLATE)นอกจากจะทำหน้าที่แผ่นรูดแล้วยังทำหน้าที่เป็นตัวนำแผ่นวัสดุและพั้นช์การกำหนดตำแหน่งวัสดุโดยหมุดกัก(STOP PIN) การป้อนแผ่นวัสดุใช้ป้อนด้วยมือ

1.2 แม่พิมพ์อัดขึ้นรูป (DRAW DIE)โดยการอัดแผ่นโลหะกลมแบนขึ้นเป็นรูปถ้วย-กลมเราสามารถควบคุมความสูงของรูปถ้วยให้ตื้นหรือลึกในขนาดหนึ่งโดยเปลี่ยนช่วงชักของเครื่องอัดโดยใช้แม่พิมพ์อันเดิม ส่วนใหญ่แม่พิมพ์ชนิดนี้จะเอาพันช์อยู่ทางส่วนล่าง ดายจะอยู่ทางส่วนบนใช้แรงอัดของสปริงซึ่งอยู่ทางส่วนล่างแทนแรงอัดของเบาะอัดแรง สปริงจะทำเป็นมตราฐาน เพื่อให้ได้แรงกดตามที่ต้องการ

2. หน้าที่ส่วนสำคัญของแม่พิมพ์

2.1 ด้ามชุดยึดแม่พิมพ์ (SHANK)ทำหน้าที่ยึดตัวแม่พิมพ์ด้านบนเข้ากับตัวหัวเลื่อน (SLIDE) ของเครื่องอัดโลหะ ด้ามชุดยึดแม่พิมพ์จะต้องสรวมเข้าพอดีกับรูของหัวเลื่อน

2.2 แผ่นพั้นช์(PUNCH PLATE)แผ่นพั้นช์ใช้เป็นตัวยึดพันช์ให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ พั้นช์ที่มีรูปร่างบอบบางจะใช้วิธีอัดแน่นกับรูที่แผ่นพั้นช์ ถ้าเป็นพั้นช์ขนาดใหญ่จะยึดแน่นด้วยสกรูและให้อยู่ในตำแหน่งโดยใช้สลัก (DOWEL PIN) สองตัว

2.3 พั้นช์(PUNCH)เนื่องจากงานอัดโลหะแผ่นซึ่งกระทำโดยใช้พั้นช์และดายพั้นช์จึงเป็นส่วนที่สำคัญส่วนหนึ่ง พั้นช์จะต้องทำการชุบแข็งเพื่อรักษารูปร่างขนาดความคมและทนทานต่อการสึกหรอ ในการอัดโลหะพั้นช์จะต้องรับแรงกระแทกขนาดหนักและซ้ำๆ กันเป็นเวลานานคุณภาพของชิ้นงานจึงขึ้นอยู่กับความหยาบของผิวหน้าพั้นช์ ดังนั้นจึงต้องตกแต่งผิวหน้าของพั้นช์ให้เรียบอยู่เสมอเวลาใช้งาน

2.4 ดาย (DIE)ตัวดายต้องการคุณสมบัติเช่นเดียวกับพั้นช์คือมีความแข็งและทนต่อการสึกหรอส่วนมากจะทำจากเหล็กกล้าทำเครื่องมือและเมื่อทำการไส เจาะ เจียรนัย ตบแต่งได้ตามแบบแล้วก็จะทำการชุบแข็งตรงส่วนที่จะต้องทำการเจาะ หรือตัดชิ้นส่วน ส่วนรูอื่นๆ คือรูเกลียวสำหรับยึดดายให้ติดกับแผ่นยึด นอกจากนี้ก็มีรูที่คว้านสำหรับใส่สลัก (DOWEL PIN) เพื่อไม่ให้ดายเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิม

2.5 ชุดยึดแม่พิมพ์(DIE SET) ชุดยึดแม่พิมพ์แบ่งออกเป็นสองส่วนโดยทั่วไปแล้วส่วนบนจะใช้ยึดพั้นช์ ส่วนล่างจะใช้ยึดดาย ชุดยึดแม่พิมพ์ใช้ยึดส่วนต่างๆ ของแม่พิมพ์ แล้วนำชุด

แม่พิมพ์ยึดเข้ากับเครื่องอัดโดยส่วนบนของชุดยึดแม่พิมพ์จะยึดติดเข้ากับหัวเลื่อนของเครื่องและส่วนล่างของชุดยึดแม่พิมพ์จะยึดติดเข้ากับแท่นเครื่อง (BLOSTER)

2.6 แผ่นรูด(STRIPPER PLATE)ตัวแผ่นรูดเป็นส่วนของแม่พิมพ์ที่ใช้รูดชิ้นงานหรือเศษวัสดุที่ติดอยู่กับพั้นช์ให้หลุดออก และทำหน้าที่ในการประคองพั้นช์ ซึ่งบอบบางด้วย

แผ่นรูดมีอยู่ 2 ชนิด คือ แผ่นรูดอยู่กับที่ (FIXED STRIPPER) คือแผ่นรูดที่ติดอยู่กับผิวหน้าของดาย แผ่นรูดเคลื่อนที่ (MOVING STRIPPER)เป็นแผ่นรูดที่เคลื่อนที่ขึ้นลงตามพั้นช์และจะรูดงานหรือเศษวัสดุให้หลุดออกด้วยแรงสปริงหรือยาง

2.7 อุปกรณ์กำหนดตำแหน่ง(POSITION DEVICE)ตัวกำหนดตำแหน่งชิ้นงานจะทำเป็นแผ่นหรือเป็นหมุด เพื่อกำหนดตำแหน่งของชิ้นงานให้ตรงช่องว่างของดาย แผ่นกำหนดตำแหน่งแบ่งเป็น ชนิดแผ่นเดียว (SOLID TYPE) และชนิดแยก

2.8 แผ่นรองหัวพั้นช์ (BACKING PLATE)ในกรณีที่พั้นช์ขนาดเล็กรับแรงกดมาก หัวของพั้นช์จะกระแทกทำให้แผ่นยึดแม่พิมพ์ส่วนบนเป็นรอยถ้ารอยนี้มีขนาดลึกมากขึ้นจะทำความเสียหายให้แก่แผ่นยึดแม่พิมพ์ และพั้นช์ได้จึงต้องใส่แผ่นรองหัวพั้นช์ ซึ่งบางครั้งจะใส่เฉพาะตำแหน่งที่รับแรงกระแทก

2.9 แผ่นนำวัสดุ(STOCK GUIDES)เป็นส่วนนำแผ่นวัสดุเข้าสู่ตำแหน่งการทำงานของแม่พิมพ์ แผ่นนำวัสดุมักจะทำร่วมกับแผ่นรูดหรือทำแยกกับแผ่นรูดแผ่นวัสดุจะเคลื่อนผ่านโดยด้านหนึ่งของแผ่นนำวัสดุจะทำให้ยาวออกมา เพื่อความมั่นคงในการป้อนแผ่นวัสดุ

2.10 หมุดกัก(STOP PIN)ในการตัดแผ่นเปล่าและป้อนแผ่นวัสดุด้วยมือด้านช้างของแผ่นวัสดุจะถูกนำโดยร่องนำแผ่นวัสดุ ระยะทางในการป้อนจะกำหนดโดยหมุนกัก

2.11 แท่งกระทุ้ง(KNOCK OUT ROD) ในการตัดแผ่นเปล่า และเจาะรูพร้อมกัน การอัดดัดรูปตัวยู และอัดขึ้นรูป ชิ้นงานจะค้างอยู่ในช่องว่างดาย แท่งกระทุ้งจะกระทุ้งให้หลุดออก ในกรณีที่ดายอยู่ส่วนบนการกระทุ้งเกิดขึ้นเมื่อเกือบจะสุดช่วงชักขึ้นของหัวเลื่อนของเครื่อง ในกรณีที่ดายอยู่ส่วนล่างการกระทุ้ง ทำโดยแรงจากเบาะอัดแรง

2.12 สลัก (DOWEL PIN) ตำแหน่งการยึดระหว่างแผ่นยึดพั้นช์กับแผ่นยึดแม่พิมพ์ระหว่างแผ่นรูดและดาย และระหว่างดายกับแผ่นยึดแม่พิมพ์จะต้องเป็นการยึดที่เที่ยงตรงและมั่งคงการยึดจะใช้สกรูเพียงอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอจะต้องใช้สลักอัดแน่นลงไปในรูที่เจาะผ่านชิ้นส่วนที่ประกอบกันเพื่อมิให้ชิ้นส่วนเคลื่อนที่ด้านช้าง

2.3.3 <u>เครื่องอัดโลหะ</u>

1. อุปกรณ์เครื่องอัดโลหะนั้นมีมากมาย ซึ่งแต่ละแบบจะมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่เหมาะกับงานแปรรูปโลหะแต่ละอย่างจึงจะขอเลือกชนิดทั่วๆ ไปมากล่าวถึงส่วนประกอบต่างๆ อย่างย่อๆ ตามรูปที่ 2.8

1.1 ส่วนของโครงเครื่องอัดโลหะ (FRAME)ซึ่งนอกจากทำหน้าที่รับแรงกดของเครื่องแล้วยังช่วยติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยทั่ว ๆ ไปรูปร่างของโครงอาจจะเป็นรูปตัว C ซึ่งการเข้าใกล้แม่พิมพ์จะสะดวกใช้งานง่าย ราคาถูกทำให้มีการใช้งานอย่างกว้างขวางมักใช้งานในช่วงแรงอัด 200-250 ตันส่วนโครงแบบSTRAIGHT SIDEนั้นเป็นการแก้ไขปรับปรุงของโครงระบบ C ในขณะมีภาระให้ดีขึ้น จึงมีการใช้งานตั้งแต่ขนาดเล็ก จนถึงขนาดใหญ่

1.2 คอลัม (COLUMN)เป็นแท่งเชื่อมระหว่างคราวน์กับแท่งรับคอลัมเป็นส่วนที่มีไกด์สำหรับนำให้สไลด์เคลื่อนไปกลับ

1.3 แท่งรับ(BED)เป็นส่วนที่แม่พิมพ์ยึดติดอยู่และเป็นฐานของตัวเครื่องปั๊มทั้งหมด และภายในอาจมีแท่นรองรับแม่พิมพ์ (DIE CUSHION) จะผ่าน BOLSTER ลงสู่แท่นรับ (BED)

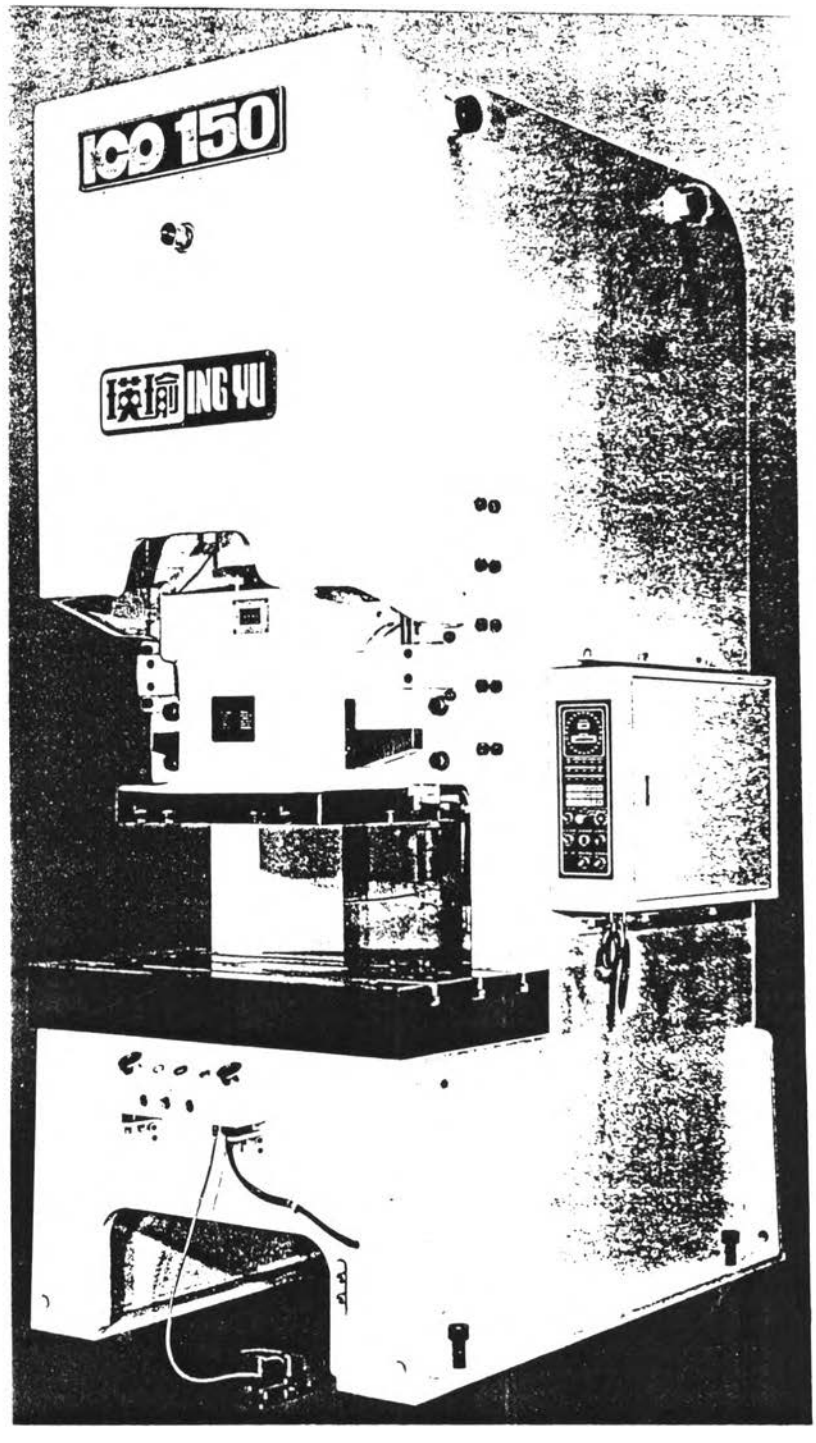
1.4 ส่วนระบบส่งกำลังระบบที่ช่วยส่งให้สไลด์เคลื่อนกลับไปมาได้คือส่วนที่เรียกว่าระบบส่งกำลัง ส่วนสำคัญซึ่งเป็นต้นกำลังของเครื่องปั๊ม คือ มอเตอร์ไฟฟ้านอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยส่วนสะสมกำลัง ฟลายวีล เพื่อขับเคลื่อน

1.5 ฟลายวีล จะยึดต่อเข้ากับแกนหมุนมอเตอร์ โดยมูเล่กับสายพาน เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการเก็บพลังงานสะสม ฟลายวีลยิ่งมีความเร็วสูงยิ่งดีวิธีการในการรองรับฟลายวีลมีทั้งแบบแกนรับกับแบบ BOSE SUPPORT โดยแบบหลังใช้กับเครื่องขนาดใหญ่มากกว่า

1.6 คลัช-เบรค คลัชของเครื่องอัดโลหะแบ่งเป็น2 แบบ คือ เป็นแบบกล และแบบแรงเสียดทาน โดยทั่วๆ ไปเครื่องขนาดใหญ่มักใช้คลัชแบบเครื่องกลมากกว่า นอกจากจะต้องการใช้งานบางอย่างที่จำเป็น แต่คลัชแบบเสียดทานนั้นมีจุดเด่นในเรื่องความเร็วขนาดการใช้งานและยังได้เปรียบเรื่องความปลอดภัยโดยสามารถหยุดได้ทุกมุมของช้อเหวี่ยงดังนั้นอุปกรณ์เครื่องปั๊มในปัจจุบันยกเว้นแบบเล็ก ๆ เท่านั้น หันมาใช้แบบแรงเสียดทานเกือบทั้งนั้น

1.7 ส่วนสไลด์ สไลด์นั้นเป็นส่วนที่มีแบบแม่พิมพ์ติดอยู่บนด้านบนและขับเคลื่อนให้มีความเร็ว กล่าวคือส่วนที่นำพาให้แบบหรือแม่พิมพ์เคลื่อนไปกับโครงของเครื่องอัดขึ้นลงหรือไปกลับหรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นส่วนนำมาถ่ายทอดให้แท่นรองรับ BED

ส่วนของสไลด์นี้ จำเป็นต้องมีไกด์เพื่อช่วยในการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงเป็นไปได้อย่างถูกต้อง จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ในการปรับสไลด์โดยการปรับระดับความสูงของแม่พิมพ์ (DIE-



รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะเครื่องอัดโลหะแบบข้อเหวี่ยง (CRANK PRESS)

HEIGHT) สไลด์นั้นจะติดกับส่วนบน และเพื่อป้องกันปัญหาเกิดช่องว่างตามส่วนต่างๆ จึงมีอุปกรณ์เคาน์เตอร์บาลานซ์ อุปกรณ์ช่วยผลักดันแบบ เพื่อให้ชิ้นงานที่ติดอยู่บนด้านบนของแบบออกมาได้ (KNOCK OUT DEVICE) นอกจากนี้เครื่องปั๊มที่ได้รับการพัฒนาเป็นระบบอัตโนมัติจะมีอุปกรณ์จับยึด (CLAMP)เพื่อยึดแม่พิมพ์บนให้อยู่ผิวล่างของสไลด์จะมีร่องรูปตัว T รูที่มีเกลียวหรือรูแซงคล่อยู่ด้วย เพื่อให้สามารถยึดแม่พิมพ์ตัวบนได้

1.8 สไลด์ไกด์ตัวสไลด์นั้นถูกคุมอยู่ด้วยสไลด์ไกด์หรือสไลด์กิบค่าความแน่นอนในการเคลื่อนที่ของสไลด์นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวหน้าไกด์จำนวนความยาวเครื่องปั๊มที่ต้องการความถูกต้องสูงมักใช้ไกด์รูปร่างเป็นเหลี่ยมถ้าเป็นเครื่องปั๊มแบบจุดเดียวนั้นมักพยายามให้ความยาวของสไลด์มากกว่าความกว้างของสไลด์ให้มากที่สุด โดยทำเป็นสไลด์ยาว

2. ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องอัดโลหะหมายถึงค่าความแน่นอนที่เครื่องอัดโลหะทำงานให้แม่พิมพ์บน-ล่างเคลื่อนอย่างถูกต้องสัมพันธ์กันได้แค่ไหน ซึ่งจะมีผลทำให้ชิ้นงานที่แบรูปมีความถูกต้อง การจะดูความถูกต้องของการเคลื่อนไหวนั้นในรูปแบบทั่วๆ ไป ก็คงจะต้องดูสภาพลักษณะในขณะที่ใช้งานอยู่ แต่ในความเป็นจริงจะวัด หรือแยกวิเคาะห์ได้ยาก การวัดจึงควรทำในสภาพไม่มีภาระหรือสภาพไม่เคลื่อนไหว การกล่าวถึงค่าความถูกต้องจึงหมายถึงสภาพดังกล่าวการวัดค่าความถูกต้องในสภาพไม่มีภาระเรียกว่า STATIC PRECISION ถ้าเป็นการวัดค่าในขณะที่ใช้งานเรียกว่า DYNAMIC PRECISION

2.1 ค่าความถูกต้องในสภาพอยู่กับที่ (STATIC PRECISION)วิธีการวัดค่าและมาตราฐานกำหนดไว้ใน JIS B6402 นั้นกล่าวถึงวิธีการตรวจ หัวข้อการตรวจและกรรมวิธีในการวัด ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ หัวข้อในการตรวจนั้นมี เช่น

1. โบลสเตอร์ ค่าความตรงของส่วนผิวหน้าบนกับผิวด้านล่างของสไลด์

2. ค่าความขนาน ระหว่างผิวหน้าด้านล่างของสไลด์กับผิวหน้าด้านบนของโบลสเตอร์

3. ค่าความตั้งฉาก ระหว่างแนวชิ้น ลงของสไลด์ กับผิวหน้าด้านบน ของโบลสเตอร์

4. ค่าความตั้งฉากระหว่างรูติดแซงค์กับผิวด้านล่างของสไลด์

5. ค่าระยะห่างทั้งหมด 5 หัวข้อของส่วนบนล่างของอุปกรณ์เชื่อมต่อ

นอกจากนี้ยังมีค่าผิดพลาดที่ยอมรับได้ยังแบ่งออกเป็นชั้นต่าง ๆ ชั้นพิเศษ ชั้นที่หนึ่ง ชั้นที่สอง กับชั้นที่สาม ซึ่งจะมีตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างชั้นต่างๆ กับการใช้งานของอุปกรณ์

เครื่องอัดโลหะ ซึ่งรายละเอียดอยู่ในท้ายบทของ JIS B6402

2.2 ความถูกต้องแน่นอนขณะเคลื่อนไหว (DYNAMIC PRECISION) ความจริงแล้วค่าความถูกต้องแน่นอน ในขณะเคลื่อนไหวของเครื่องอัดเป็นค่าที่มีความสำคัญมากแต่เนื่องจากการวัดการวิเคราะห์ ตลอดจนการปฏิบัติทำได้ลำบาก จึงได้หันไปพึ่งวิธีวัดค่าความถูกต้องขณะหยุดนิ่งดังที่กล่าวมาข้างต้น

ค่าความถูกต้องขณะเคลื่อนไหวนั้นเป็นค่าที่วัดในสภาพที่มีภาระและต้องคิดถึงสภาพการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุตามส่วนต่างๆ ในขณะที่รับภาระจึงต้องยุ่งยาก ในการหาวิธีวัดปริมาณการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือค่าความแข็ง แต่สำหรับคุณสมบัติค่าความแข็งนี้ยังไม่มีมาตรฐานรวบรวมไว้

ค่าที่ความถูกต้องที่วัดในสภาพอยู่นิ่ง จะเปลี่ยนไปในขณะเคลื่อนไหว

1.ค่าความตรงโบลสเตอร์ของเครื่องอัดโลหะและผิวหน้าของสไลด์นั้น ในขณะที่มีภาระจะมีการแอ่นโค้งทำให้ค่าความตรงเสียไป

2.ค่าความขนาน,ค่าตั้งฉาก จากลักษณะของชิ้นงาน ตำแหน่งงานตำแหน่งยึดติดแม่พิมพ์ ทำให้งานปั๊มเกิดการเยื้องศูนย์ได้ง่าย นอกจากนี้สไลด์ซึ่งอยู่ในสภาพมีภาระ เมื่อภาระ เมื่อเคลื่อนตัวจะมีการสั่นเสทือนในแนวระนาบ ดังนั้นจึงต้องมีความต้านทานต่อแรงต่อแรงน้ำหนักที่จะทำให้เยื้องศูนย์ และแรงสั่นในแนวระนาบ เพื่อให้อยู่ในระนาบขนาน

2.4 งานเชื่อมประกอบชิ้นส่วนโลหะรถยนต์

ชิ้นส่วนโลหะรถยนต์นั้น บางชิ้นส่วนหลังจากขึ้นรูปโลหะเสร็จแล้วจะต้องนำมาเชื่อมประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งมีอยู่หลายประเภทและหลายวิธี ซึ่งพอจะแบ่งประเภทของการเชื่อมได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การเชื่อมแบบใช้ความดัน (PRESSURE WELDING)
2. การเชื่อมแบบหลอมละลาย (FUSION WELDING)
3. การบัดกรีอ่อนและแข็ง (BRAZING)

ซึ่งในงานเชื่อมทั้ง 3 ประเภทนี้ ยังแบ่งเป็นวิธีการเชื่อมได้อีกหลายแบบ แต่จะขอกล่าวเฉพาะวิธีที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

2.4.1 <u>ลักษณะของการเชื่อมโลหะ</u>

การเชื่อมแบบใช้ความดัน โดยใช้หลักว่า โลหะชิ้นงานไม่หลอมเหลวละลาย

I16843642

ติดกันรอยต่อประสานกันด้วยวิธีการแพร่กระจายของอะตอมซึ่งเร่งปฏิกริยาให้เร็วขึ้นด้วยความร้อน และแรงอัดที่เพิ่มขึ้นไปเช่น แรงจากความกดดันเพื่อให้อะตอมสามารถกระโดดข้ามผิวหน้ารอยต่อที่สัมผัสกันได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งแบ่งออกเป็นประเภทที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรม ดังนี้

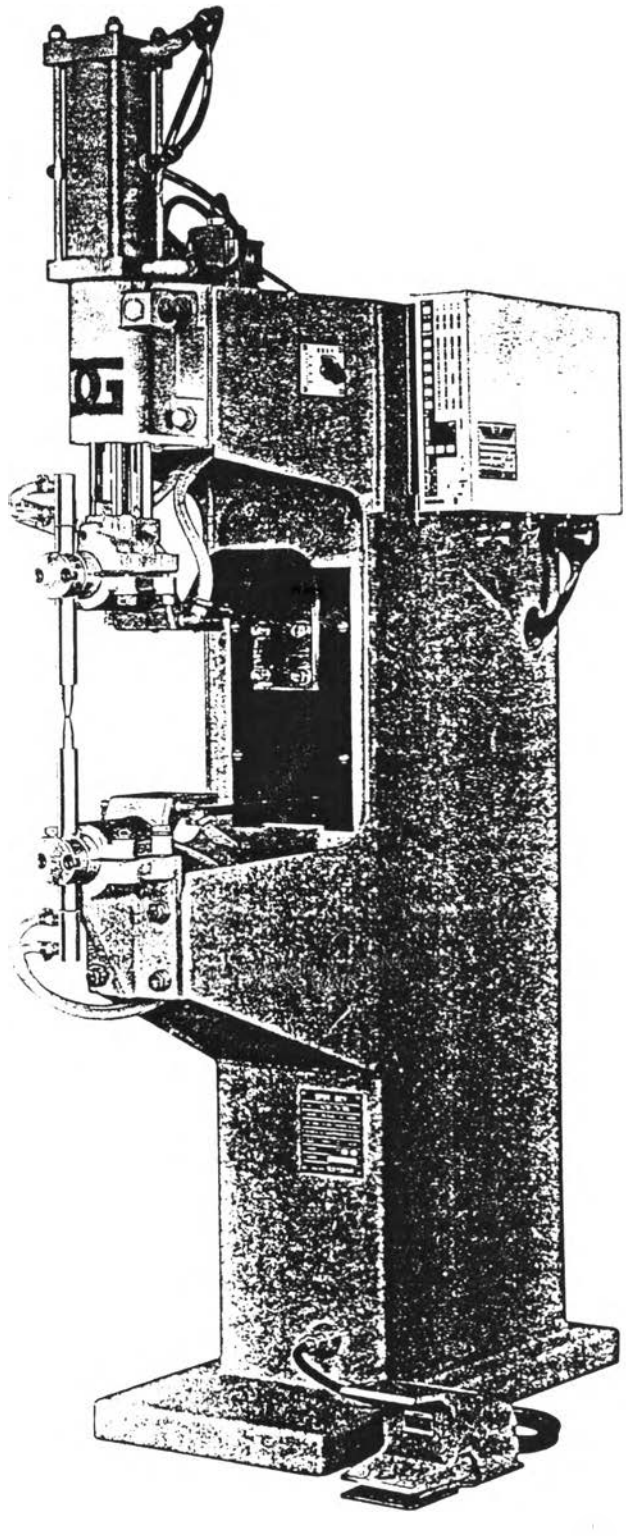
1. การเชื่อมแบบความต้านทาน (RESISTANT WELDING) เป็นขบวนการเชื่อม-ไฟฟ้าที่นิยมใช้ในวงการอุตสาหกรรมปัจจุบัน การเชื่อมแบบความต้านทาน อาศัยองค์ประกอบร่วมกัน 3 ประการคือ ความร้อน (HEAT),ความดัน(PRESSURE),และเวลา (TIME)สาเหตุที่เรียกว่าการเชื่อมแบบความต้านทานเพราะว่าความต้านทานของโลหะงานที่มีต่อการไหลของกระแสจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นเฉพาะจุดที่ต้องการเชื่อมโดยกระแสจะไหลผ่านปลายอิเล็คโทรด ซึ่งเป็นตัวกดให้งานแนบชิดติดกันทั้งก่อน ระหว่าง และหลังจากกระแสไฟไหลผ่าน เวลาที่ต้องการให้กระแสไฟไหลผ่านขึ้นอยู่กับชนิดและความหนาของวัสดุงาน,ปริมาณกระแสและพื้นที่หน้าตัดของปลายหัวเชื่อมที่สัมผัสกับผิวโลหะงาน

การเชื่อมแบบความต้านทานมีหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปได้แก่

1.1 การเชื่อมจุด (SPOT WELDING) จะเชื่อมโลหะงานให้ติดกันเป็น จุด ๆ บริเวณใต้ปลายอีเล็คโทรด และอาจจะเชื่อมพร้อมกันหลายจุดก็ได้ โดยใช้อิเลคโทรดที่มีปลายหัวเนื้อเชื่อมของรอบเชื่อมจุดแบบความต้านทานจะอยู่ภายใต้ผิวงาน ซึ่งแตกต่างจากรอยเชื่อมชนิดอื่นโดยจะใช้อิเลคโทรดกดแผ่นงานแนบชิดทั้งสองด้าน และจะเชื่อมในตำแหน่งใดก็ได้ เนื้อเชื่อมของรอยเชื่อมจุดแบบความต้านทานเริ่มหลอมเมื่อผิวรอยต่อได้รับความร้อน(เนื่องจากความนต้านทาน-ต่อการไหลของกระแส) ในขณะเดียวกัน อิเลคโทรดจะกดงานให้ติดกันตลอดเวลาเชื่อม ตามรูปที่ 2.9

1.ขบวนการเชื่อมจุด การเชื่อมจุดจะใช้กับงานโลหะแผ่น ที่มีความ-หนาไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ใช้เมื่อไม่ต้องการถอดออกมาซ่อมบำรุงอีก ซึ่งประหยัดและรวดเร็วกว่าการใช้สลักเกลียวหรือหมุดย้ำ การเชื่อมจุดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

การเชื่อมจุดโดยตรง	ป้อนกระแสและแรงกดผ่านหัวอิเลคโทรด
การเชื่อมจุดโดยอ้อม	ป้อนกระแสผ่านตัวนำขนาดใหญ่ที่ติดไว้ใกล้-เคียงกับอิเลคโทรดเข้าไปสู่โลหะงานแผ่นหนึ่ง ส่วนอิเลคโทรดจะเป็นตัวกดงานขณะเชื่อม โดยรอยเชื่อมจะเกิดขึ้นในบริเวณที่สัมผัสกับอิเลคโทรด



รูปที่ 2.9 ลักษณะเครื่องเชื่อมจุด (SPOT WELDING)

2. กระแสเชื่อม (WELD CURRENT) กระแสจะมีอิทธิพลต่อการเกิดความร้อนมากกว่าความต้านทานหรือเวลา ดังนั้นจึงต้องควบคุมกระแสให้ดีกระแสต้องมีความหนาแน่นเพียงพอ เพื่อให้ผิวงานหลอมภายในเวลากำหนดและความร้อนต้องเกิดขึ้นมากพอเพื่อชดเชยความร้อนที่สูญเสียแก่โลหะงาน และอิเลคโทรดด้วย เมื่อกระแสมีความหนาแน่นสูงขึ้นจะทำให้ขนาดและความแข็งของรอยเชื่อมเพิ่มขึ้น แต่ถ้าความหนาแน่นกระแสสูงเกินไปจะทำให้รอยเชื่อมแหว่ง,แตกร้าวและไม่แข็งแรง ซึ่งเมื่อกระแสสูงเกินไปจะเกิดผลเสีย คือ โลหะงานร้อนจัดและรอยบุ๋ม และอิเลคโทรดเสียเร็ว

3. เวลาเชื่อม (WELD TIME) อัตราความร้อนที่เกิดขึ้นต้องพอเหมาะเพื่อให้รอยเชื่อมแข็งแรงเพียงพอ และอิเลคโทรดไม่เสียเร็วเกินไป ความร้อนที่เกิดขึ้นจะเป็นปฏิภาคกับเวลาเชื่อม โดยมีความร้อนบางส่วนสูญเสียให้แก่โลหะงานโดยรอบและอิเลคโทรด โดยการนำความร้อน และสูญเสียโดยการแผ่รังสีเพียงเล็กน้อย ถ้าเวลาเชื่อมนานจะสูญเสียความร้อนมากขึ้น ดังนั้นจึงต้องใช้เวลาน้อยที่สุดที่สามารถให้ความร้อนจนถึงจุดหลอมเหลว เมื่อกระแสมีค่าความหนาแน่นต่าง ๆ กัน ถ้ากระแสไหลต่อเนื่องไปอีก อุณภูมิที่จุหลอมเหลวจะสูง ความดันภายในอาจจะดันโลหะเชื่อมให้หลุดจากรอยต่อ แก๊สหรือไอโลหะที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดเม็ดโลหะขนาดเล็กกระเด็นออกจากรอยเชื่อมเรียกว่า"SPITTING"ถ้าเวลาเชื่อมนานเกินไปจะมีผลต่อโลหะงานและอิเลคโทรด และเมื่อกระแสมากเกินไปบริเวณจุดหลอมเหลวจะกินลึกเข้าไปในโลหะงาน

4. แรงกดขณะเชื่อม (WELD FORCE) ความต้านทานได้รับอิทธิพลจากความดันขณะเชื่อม (ปลายอิเลคโทรดจะกดโลหะงานเข้าด้วยกัน)ตามปกติแล้วงานที่จะเชื่อมจุดจะต้องตรึงติดกันให้แน่นตามตำแหน่งเชื่อม เพื่อให้กระแสไหลผ่านได้สะดวกสม่ำเสมอ แรงที่อิเลคโทรดกดบนแผ่นงานจะมีผลต่อความต้านทานรวมระหว่างอิเลคโทรดและกระแสไฟฟ้าที่ผ่านรอยเชื่อมเมื่อแรงกดอิเลคโทรดหรือแรงดันขณะเชื่อมเพิ่มขึ้นกระแสจะเพิ่มขึ้นถึงชีดกำหนดค่าความร้อนระหว่างผิวโลหะงานจะคงที่

เมื่อใช้แรงกดต่ำโลหะงานจะสัมผัสเฉพาะจุดที่นูนขึ้นมาเท่านั้นซึ่งทำให้พื้นที่สัมผัสน้อยความต้านทานที่จุดสัมผัสจึงสูง ถ้าใช้แรงกดมากขึ้นพื้นผิวที่นูนกว่าปกติจะถูกกดแบนลง ผิวโลหะงานสัมผัสกันมากขึ้น ความต้านทานที่จุดสัมผัสจะลดลง

5. ระยะขอบงาน (EDGE DISTANCE) หมายถึงระยะจากศูนย์กลางเนื้อเชื่อมถึงขอบโลหะงาน ซึ่งจะต้องมีเนื้อโลหะงานมากพอเพื่อต่อต้านแรงดันภายในเนื้อเชื่อมถ้าเชื่อมจุดใกล้ชิดขอบงานเกินไป เนื้อโลหะบริเวณขอบงานจะร้อนจัดจนละลายหรือปื้ออก ทำให้รอย

เชื่อมจุดมีคุณภาพไม่ดี มีความแข็งแรงต่ำ อิเลคโทรดกดลึกเกินไประยะขอบงานที่เหมาะที่สุดจะขึ้นอยู่กับส่วนผสมและความแข็งแรงของโลหะงาน ความหนาของงาน ลักษณะผิวหน้าอิเลคโทรด และวัฏจักรการเชื่อม

6. ระยะเกยของรอยต่อ (JOINT OVERLAP) ระยะเกยของงานเชื่อมจุดจะต้องประมาณ 2 เท่าของระยะขอบงานเป็นอย่างน้อยถ้าระยะเกยน้อยเกินไประยะขอบงานก็จะน้อยตามไปด้วย

7. ระยะระหว่างจุดเชื่อม (WELD SPACING) เมื่อเชื่อมหลายจุดเรียงกันจะมีกระแสบางส่วนไหลผ่านจุดเชื่อมข้างเคียงเรียกว่าSHUNTING EFFECTจึงต้องพิจรณาปรากฏการณ์นี้ด้วย เมื่อจะกำหนดระยะจุดเชื่อมและตั้งเครื่องเชื่อมถ้าหากระยะจุดเชื่อมข้างเคียงอยู่ไกล (เปรียบเทียบกับความหนาของจุดที่กำลังเชื่อม)จะไม่ต้องคำนึงถึง(SHUNTING EFFECT) เลยก็ได้ ระยะระหว่างจุดเชื่อมแต่ละจุดที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับความหนาและความนำของโลหะงาน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเนื้อเชื่อม และความสะอาดของผิวงาน ซึ่งระยะห่างระหว่างของจุดเชื่อมน้อยที่สุดสำหรับความหนาต่าง ๆ มักจะแจกแจงในตารางเพื่อความสะดวกแก้การทำเชื่อมจุด

8. ความหนาแตกต่าง (DISSIMILAR THICKNESS) ค่าอัตราส่วนสูงสุดระหว่างความหนาของโลหะงานชนิดเดียวกันที่มีความหนาต่างกันที่นำมาเชื่อมจุดขึ้นอยู่กับความหนาของงานแผ่นนอกเป็นหลักในกรณีเหล็กกล้าคาร์บอนจะมีค่าอัตราส่วนความหนาสูงสุด คือ 4:1 (เชื่อม 2 แผ่นติดกัน) ถ้าเชื่อมงานติดกัน 3 แผ่นอัตราส่วนความหนาระหว่างความหนาของงานที่อยู่ด้านนอก 2 แผ่นไม่ควรเกิน 2:5:1

1.2 การเชื่อมโปรเจ็กชั่น (PROJECTION WELDING) การเชื่อมแบบโปรเจ็กชั่น เป็นวิธีเชื่อมงานขึ้นรูป,งานตีขึ้นรูปหรืองานตัดแต่งขึ้นรูปกับชิ้นส่วนอื่นๆ โดยทำปุ่มที่จะเชื่อมนั้นพร้อมกับการขึ้นรูป นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมสลักเกลียว น็อต,สลัก,มือจับ และชิ้นส่วนอื่น ๆ ให้ติดกับโลหะงาน ด้วยวิธีโปรเจ็กชั่น การเชื่อมโปรเจ็กชั่นเหมาะกับงานที่หนาตั้งแต่ 0.5 mm. ถึง 3 mm. ถ้าบางกว่านี้ต้องใช้เครื่องเชื่อมพิเศษการเชื่อมโปรเจ็กชั่นสามารถใช้เชื่อมชิ้นส่วนเล็กๆ เข้าด้วยกัน หรือเชื่อมชิ้นเล็ก ๆ ติดกับชิ้นใหญ่ แทนการเชื่อมจุด

ขบวนการเชื่อมแบบโปรเจกชั่นนั้นคล้ายคลึงกับการเชื่อมจุดโดยทำให้งานชิ้นใดชิ้นหนึ่ง เป็นปุ่มคล้ายโดมหรือปุ่มยาว จำนวนปุ่มขึ้นอยู่กับความแข็งแรงที่ต้องการเชื่อมโปรเจ็กชั่น มักจะใช้แม่พิมพ์รองรับงานร่วมกับอิเลคโทรดเสมอ โดยแม่พิมพ์รองรับงานมีลักษณะคือ

เป็นตัวกำหนดตำแหน่งงานเอางานเข้า-ออกได้รวดเร็ว,ปลอดภัยขณะใช้งาน,ไม่ยอมให้กระแสไหลผ่าน

1.3 การเชื่อมตะเข็บ (SEAM WELDING) การเชื่อมแบบตะเข็บนี้เหมาะกับงานผลิตถังบรรจุน้ำมันหรือของเหลวต่างๆ โดยใช้อิเลคโทรดล้อกลม 2 อันหมุนกดบนผิวที่ต้องการเชื่อมเป็นแนวตะเข็บยาวตามต้องการหรืออาจใช้อิเลคโทรดชนิดล้อเดียวและอีกข้างเป็นแกนตรึงอยู่กับที่ก็ได้

1. ขบวนการเชื่อมแบบตะเข็บมีหลายลักษณะ เช่นการเชื่อมแบบตะเข็บเกย (LAP SEAM WELDING)คล้ายกับการเชื่อมจุดเพียงแต่ใช้อิเลคโทรดเป็นล้อหมุนลักษณะการเตรียมรอยต่อใช้หลักการเดียวกับการเชื่อมจุด

FOIL BUTT SEAM WELDเป็นการเชื่อมโดยใช้ขอบงานต่อชนกันแล้วใช้โลหะแผ่นบางประกบรอยต่อชนนั้นด้านใดด้านหนึ่ง หรือทั้งสองด้านด้วยวิธี SEAM

MASK SEAM WELDING เป็นการเชื่อมเกยแต่ระยะเกยจะน้อยกว่าปกติ โดยมีระยะเกยประมาณ 1 ถึง 1.5 เท่าของความหนางานหลังจากเชื่อมแล้วรอยเชื่อมจะหนาประมาณ120% ถึง 150% ของความหนางาน

2.ความเร็วเชื่อม ความเร็วเชื่อมจะขึ้นอยู่กับชนิดโลหะ,ความหนา, ความแข็งแรง และคุณภาพรอยเชื่อมที่ต้องการ ถ้าเชื่อมแต่ละช่วงต้องหยุดทั้งงาน และอิเลคโทรดซึ่งการเชื่อม ๆ หยุด ๆ นี้จะทำให้ความเร็วเชื่อมลดลง ถ้าเชื่อมอย่างต่อเนื่องโดยตลอดกระแสจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เวลาให้ความร้อนแก่งานจะน้อยลงซึ่งหมายถึงว่าต้องเพิ่มความเร็วเพื่อคุณภาพและและความแข็งแรงของรอยเชื่อม

2. การเชื่อมแบบหลอมละลาย (FUSION WELDING) เป็นขบวนการเชื่อมโดยการทำให้โลหะชิ้นงานหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกันโดยการเติมหรือไม่เติมเนื้อโลหะเชื่อมเข้าไปก็ได้ ลักษณะพิเศษอีกอย่างหนึ่งคือ ลักษณะโครงสร้างของการเชื่อม ซึ่งกำหนดได้จาก ลักษณะที่ความร้อนเกิดขึ้นในโลหะชิ้นงาน ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้โดยตรงจากการอาร์คไฟฟ้า เรียกว่าขบวนการพลังงานรังสี การเชื่อมแบบหลอมละลายนี้มีอยู่ด้วยกันหลายแบบแต่ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะแบบที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนโลหะรถยนต์ ได้แก่

2.1การเชื่อมแบบ TIG (TUNGSTEN INERT GAS ARC WELDING) เป็นกระบวนการเชื่อมด้วยการอาร์คชนิดหนึ่ง ที่มีแก๊สเฉื่อยเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยความร้อน ในการเชื่อมที่ได้รับจากการอาร์คระหว่างแท่งทังสเตน (TUNGSTEN ELECTRODE)กับแผ่นงานโดยมีแก๊ส

เฉื่อยหรือส่วนผสมของแก๊สเฉื่อยทำหน้าที่เป็นเกราะป้องกันการอาร์คจากบรรยากาศภายนอก การเชื่อมชนิดนี้ตามปกติจะใช้ลวดเชื่อม (FILLER WIRE) เว้นแต่การเชื่อมโลหะบางอาจไม่ใช้ลวดเชื่อมก็ได้

2.2 การเชื่อมแบบ MIG (METAL INERT GAS ARC WELDING)

เป็นกระบวนการเชื่อมโดยการอาร์คแบบหนึ่ง ซึ่งได้รับความร้อนจากการอาร์ค ระหว่างลวดเชื่อมแบบต่อเนื่อง (CONTINUOUS FILLER METAL) กับชิ้นงานและมีแก๊สจากแหล่งภายนอก ถูกจัดให้จ่ายออกมาเป็นเกราะบกคลุมแนวเชื่อมกับการอาร์คเพื่อป้องกันการรวมตัวจากบรรยากาศกระบวนการเชื่อมแบบนี้แบ่งออกได้เป็น4 วิธีการตามชนิดของแก๊สที่ใช้เป็นเกราะป้องกันการอาร์คหรือชนิดของการส่งป้อนโลหะไปยังแนวเชื่อม ตามรูปที่ 2.10 ได้แก่

MIG เป็นการเชื่อมโดยใช้แก๊สเฉื่อยบริสุทธิ์เป็นเกราะป้องกันอาร์คในการเชื่อมโลหะจำพวกที่ไม่ใช่เหล็ก

MICRO WIRE เป็นการเชื่อมโดยใช้การส่งป้อนโลหะ(METAL TRANSFER)เป็นแบบวงจรลัด โดยสามารถเชื่อมได้ทุกท่าเชื่อม

CO2 เป็นการเชื่อมโดยใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเกราะป้องกันการอาร์ค และใช้ลวดเชื่อมขนาดโตกว่า

SPRAY เป็นการเชื่อมโดยใช้ส่วนผสมของแก๊สอาร์กอน (ARGON) กับแก๊สออกซิเจนเป็นเกราะป้องกันการอาร์คด้วยลักษณะการเชื่อมแบบต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ การเชื่อมโดยใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเกราะป้องกันการอาร์ค เป็นแบบที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์นั้นราคาถูกและหาได้ง่ายกว่าแก๊สชนิดอื่น ซึ่งวิธีการเชื่อมจะเป็นลักษณะกึ่งอัตโนมัติซึ่งนิยมใช้กันมากที่สุด

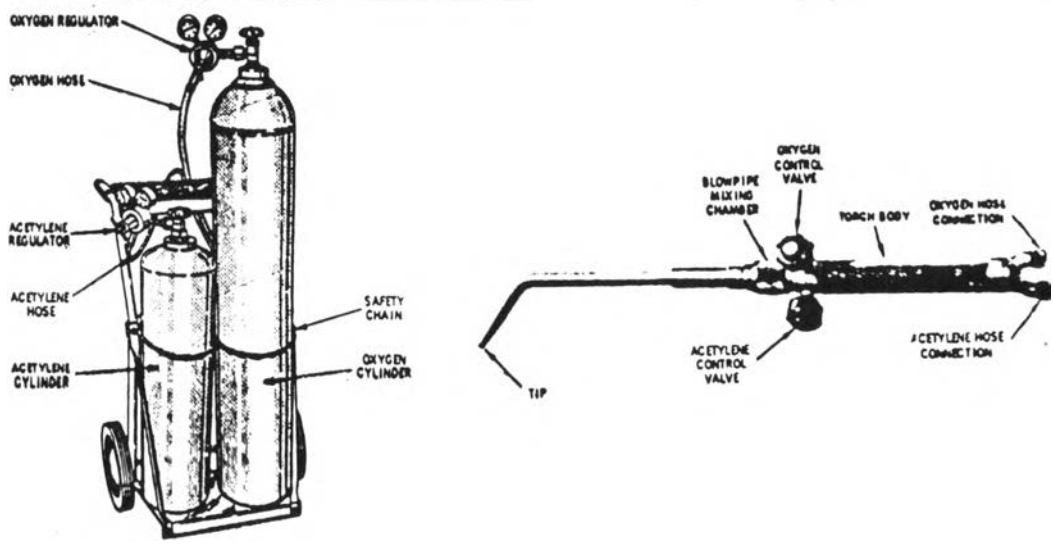
การเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัติ เป็นกระบวนการเชื่อมที่ใช้ลวดเชื่อมชนิดต่อเนื่องป้อนไปยังการอาร์คหรือแนวเชื่อมโดยใช้เครื่องป้อนลวดที่สามารถควบคุมบังคับได้ ส่วนการเชื่อมอาจกระทำได้โดยใช้กลไกอัตโนมัติหรือควบคุมการเชื่อมด้วยมือกระบวนการเชื่อมที่นิยมใช้ในระบบกึ่งอัตโนมัตินี้ คือ กระบวนการเชื่อมแบบ MIG และกระบวนการเชื่อมแบบ FLUX-CORE ข้อแตกต่างของกระบวนการเชื่อมทั้งสองได้แก่การใช้ลวดเชื่อม หรือ ELECTRODE WIRE

กระบวนการเชื่อมแบบ MIG ใช้ลวดเชื่อมชนิดต่อเนื่องที่มีลักษณะกลมตัน ขนาดเล็กใช้กับงานเชื่อมโลหะทั้งที่เป็นเหล็กและโลหะจำพวก NON-FERROUS ในการเชื่อมจำเป็นต้องใช้แก๊ส ซีลส่งผ่านออกมาทางหัวเชื่อมทั้งนี้เพื่อป้องกันบรรยากาศภายนอกไม่ให้เข้ารวมตัวกับแนวเชื่อม

รูปที่ 2.10 ลักษณะเครื่องเชื่อมแบบ CO_2

การนำไปใช้กระบวนการเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัตินี้ถูกนำมาใช้ในการเชื่อมเหล็กคาร์บอนต่ำ เหล็กคาร์บอนปานกลาง และเหล็กชนิดรับแรงสูง ซึ่งมีความหนาปานกลาง การเชื่อมด้วยกระบวนการเชื่อมแบบนี้จะให้คุณภาพแนวเชื่อมสูงกับงานผลิตที่เกี่ยวแก่อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ ถังน้ำมัน อุปกรณ์ทางไฟฟ้า งานเชื่อมท่อตลอดจนโครงสร้างต่างๆ เทคนิคในการเชื่อมจะเหมือนๆ กันทั่ว ๆ ไป แต่สิ่งสำคัญ คือการเลือกใช้แก๊สชีลชนิดของโลหะชิ้นงานตลอดจนท่าเชื่อม

3. การบักรีอ่อนและแข็ง (BRAZING) การเชื่อมโลหะต่าง ๆ ด้วยวิธีการหลอมละลายนั้น (FUSION WELDING) ลวดเชื่อมจะมีจุดหลอมเหลวใกล้เคียงกับโลหะงานและทั้งลวดเชื่อม และโลหะงานจะหลอมละลายเข้าด้วยกัน แต่กรรมวิธีเชื่อมอย่างหนึ่งคล้ายกับการเชื่อมหลอมละลาย แต่ลวดเชื่อมมีจุดหลอมต่ำกว่าโลหะงาน ดังนั้นลวดเชื่อมเท่านั้นที่จะหลอมส่วนโลหะงานไม่หลอมเรียกว่าการเป่าแส่น หรือ BRAZE WELDING ตามรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ลักษณะเครื่องบักรีอ่อนและบักรีแข็งท่าเชื่อม

ความแตกต่างระหว่างการบักรีอ่อนและบักรีแข็งก็คือ จุดหลอมละลายของวัสดุประสาน

โดยกำหนดความแตกต่าง ดังนี้

- ถ้าวัสดุประสานมีจุดหลอมละลายต่ำกว่า 450 C คือกรรมวิธีบัดกรีอ่อน
- ถ้าวัสดุประสานมีจุดหลอมละลายสูงกว่า 450 C คือกรรมวิธีบัดกรีแข็ง

3.1 การบัดกรีอ่อน วิธีนี้จะใช้ลวดเชื่อมที่เป็นบรอนซ์ หรือทองเหลือง ซึ่งจะหลอมและเป็นตัวยึดโลหะงาน (ไม่หลอม) ให้ติดกันและจัดอยู่ในขบวนการเชื่อมแก๊ส ความร้อนจากเปลวแก๊สออกซิอะเซทิลีนจะทำให้งานร้อนจนสามารถไล้ลวดเชื่อมบนผิวงานแล้วจึงเชื่อมติดกับชิ้นอื่น การบัดกรอ่อนต้องควบคุมการหลอมของลวดเชื่อม,อุณหภูมิโลหะงาน และสภาวะของเปลวไฟ (กลาง,หรือ ออกซิไดซิ่งอ่อน ๆ)

การยึดเหนี่ยวของรอยเชื่อมบัดกรีอ่อนนั้น ถ้าหากลวดเชื่อมไล้ผิวงานอย่างเหมาะสม แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโลหะงานและโลหะเชื่อมควรจะเท่ากับความแข็งแรงของเนื้อลวดเชื่อมเป็นอย่างน้อย และอาจจะเท่ากับความแข็งแรงของโลหะงานในบางกรณีดังกล่าวในตอนต้นว่าการบัดกรีอ่อนนั้นโลหะจะไม่หลอมแต่ที่จริงแล้วบริเวณผิวโลหะงานจะหลอมรวมตัวกับลวดเชื่อมซึ่งจะมองเห็นเมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง

3.2 การบัดกรีแข็งในการบัดกรีแข็งนั้นเนื้อโลหะที่เติมลงไปจะถูกดูดเข้าไปตามซอกผิวสัมผัสของงานด้วยแรงดึงดูด (CAPILLARY ATTRACTION)

สมาคม AWS ได้จำกัดความไว้ว่า"การบัดกรีแข็งเป็นขบวนการเชื่อมโดยใช้โลหะเติมที่มีจุดหลอมละลายสูงกว่า 450 C แต่ต่ำกว่าโลหะงานและโลหะเติมที่หลอมเหลวนั้น จะถูกดึงดูดเข้าไปในบริเวณรอยต่อด้วยแรงดึงดูด CAPILLAARY ATTRACTIONซึ่งหมายถึงความสามารถของของเหลวที่ยกระดับ หรือไหลเข้าไปในซอกแคบๆ ในทิศทางตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลกเมื่อพิจรณาตามวิธีให้ความร้อนแก่ชิ้นงานจะสามารถแบ่งขบวนการ บัดกรีแข็งออกเป็นหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้กันในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ คือ การบัดกรีด้วยหัวเชื่อมแก๊ส (TORCH BRAZING)

การบัดกรีแข็งด้วยหัวเชื่อมแก๊สซึ่งอาจจะใช้หัวเดียวหรือหลายหัวเผาให้งานร้อนทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และปริมาณความร้อนที่ต้องการ และแก๊สที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงได้แก่ อะเซทิลีน,แก๊สหุงต้มทั่วไปลวดบัดกรีแข็งมีหลายลักษณะบางชนิดทำเป็นวงแหวน,เส้นหรือผงเพื่อวางไว้ที่บริเวณรอยต่อก่อนการบัดกรี บางชนิดเป็นเส้นยาวป้อนด้วยมือ แต่ไม่ว่าจะใช้ลวดบัดกรีชนิดใดองค์ประกอบที่สำคัญคืองานต้องสะอาดและใช้ฟลั๊กซ์เสมอ

2.4.2 <u>อุปกรณ์จับยึดงาน</u>

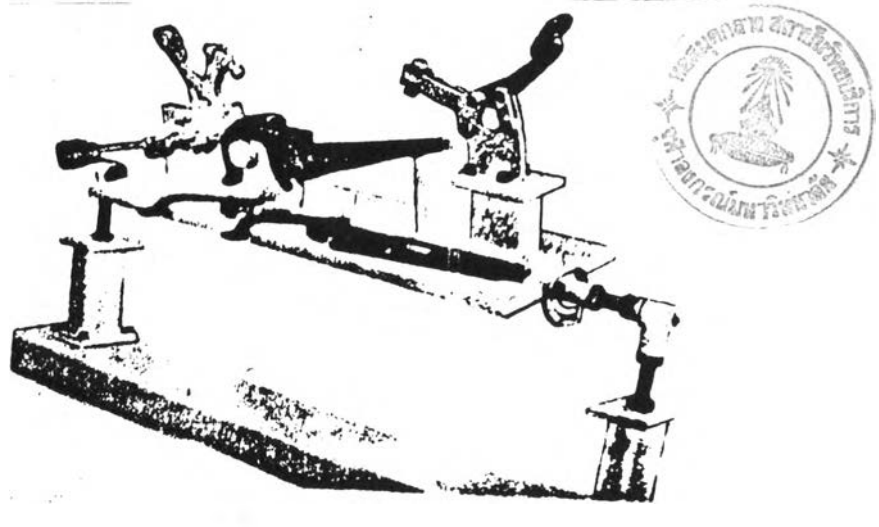
อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานสำหรับการผลิต (JIG) นั้นเป็นเครื่องมือสำหรับงานใน

อุตสาหกรรม ซึ่งถูกนำมาใช้สำหรับการผลิตชิ้นงานที่เที่ยงตรงเหมือนกันทุกๆ ชิ้น ความสัมพันธ์และตำแหน่งที่ถูกต้องระหว่างจิ๊กกับชิ้นงาน จะต้องถูกรักษาให้คงเดิมอยู่ตลอดเวลา จิ๊กจะถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อทำการยึดจับรองรับ และกำหนดตำแหน่งชิ้นงานทุก ๆ ชิ้นเพื่อให้แน่ใจว่าในการเชื่อมประกอบหรือตกแต่งด้วยวิธีอื่นๆ จะได้ตรงตำแหน่งเดิมหรือขนาดตามรายละเอียดที่กำหนดมาทุกประการ

โดยทั่วไปจิ๊ก (JIG) นั้นมีอยู่หลายแบบและหลายชนิด ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งาน แต่ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะจิ๊กที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งมีจิ๊กที่นิยมใช้กัน 2 ชนิดคือ จิ๊กของงานเชื่อม และจิ๊กสำหรับงานตรวจสอบ ซึ่งในปัจจุบันสิ่งเหล่านี้กำลังเป็นที่นิยมใช้กันอย่างมากในโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหลาย

1. จิ๊กสำหรับงานเชื่อม(WELDINGJIG)การเชื่อมเป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดและประหยัดที่สุดในการประสานโลหะให้ติดกัน ด้วยเหตุผลนี้งานทางด้านการเชื่อม จึงเป็นวิธีการประกอบเริ่มแรกที่ถูกใช้กันในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปถึงแม้ว่าปริมาณความร้อนจำนวนมากต้องถูกใช้ในงานเชื่อม อีกทั้งการบิดตัวก็เป็นปัญหาอีกอย่างหนึ่ง ดังนั้นในการใช้จิ๊กจึงเป็นสิ่งสำคัญในการที่จะลดหรือขจัดปัญหาที่เกิดขึ้นมานี้ให้น้อยลงหรือหมดปัญหาในงานการผลิต ที่ต้องมีการเชื่อมเข้ามาเกี่ยวข้อง ตามรูปที่ 2.12

สำหรับคำว่าจิ๊ก เมื่อใช้กับงานการเชื่อมนี้ จะมีความหมายแตกต่างไปจากจิ๊กที่ใช้กับเครื่องจักรกล จิ๊กที่ใช้สำหรับงานเชื่อมก็คือ เครื่องมือที่สำหรับยึดจับชิ้นงานแบบตายตัว(A FIXED POSITION TOOL) ซึ่งจิ๊กที่ใช้ในงานเชื่อมสามารถที่จะแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ



รูปที่ 2.12 ลักษณะจิ๊กสำหรับงานเชื่อมชิ้นส่วนรถยนต์

1.1 จิ๊กสำหรับการเชื่อมตรึงเป็นจุด (TACKING) โดยทั่วไปจิ๊กชนิดนี้ใช้สำหรับชิ้นงานที่จะนำมาประกอบกัน โดยทำการเชื่อมตรึงบนชิ้นงานเป็นจุดๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นงานเกิดการโค้งงอหรือบิดในระหว่างการเชื่อม หลังจากชิ้นงานถูกประกอบ โดยการเชื่อมตรึงเป็นจุด ๆ แล้วก็ถอดออกจากจิ๊กเพื่อนำมาทำการเชื่อมให้สมบูรณ์ต่อไปโดยอาจจะใช้หรือไม่ใช้จิ๊กสำหรับยึดจับในการจับชิ้นงานนั้น

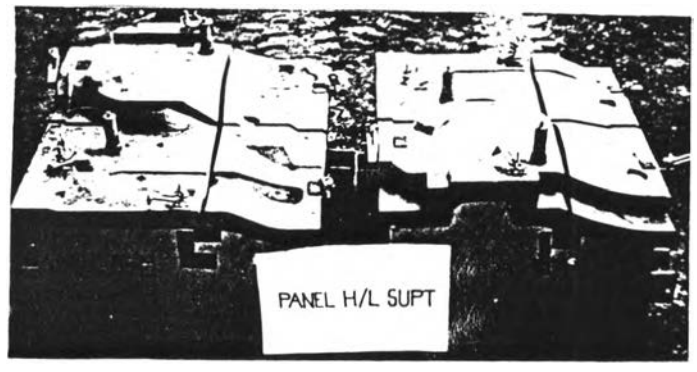
1.2 จิ๊กสำหรับงานเชื่อม (WELDING)จะถูกใช้งานสำหรับยึดจับชิ้นงานที่ จะนำมาประกอบกันในตำแหน่งที่จะทำการเชื่อมประสานให้ติดกันอย่างสมบูรณ์ สำหรับจิ๊กในงานเชื่อมนี้ปกติแล้วจะถูกสร้างขึ้นมาให้มีความแข็งแรงมากกว่าจิ๊กสำหรับงานเชื่อมตรึงเป็นจุดเพื่อป้องกันแรงที่เกิดขึ้นเนื่องจากความร้อนบนชิ้นงาน

1.3 จิ๊กสำหรับการยึดจับ (HOLDING) จะถูกใช้สำหรับยึดจับงาน เพื่อทำการเชื่อมให้สมบูรณ์ โดยงานนี้จะผ่านการเชื่อมตรึงเป็นจุดๆ มาแล้ว ซึ่งจิ๊กชนิดนี้ ต้องทำให้มีความแข็งแรงมั่นคง เพื่อป้องกันไม่ให้งานเกิดการบิดตัวหรือโค้งงอขึ้นมาได้

สำหรับจิ๊กงานเชื่อมทั้ง3 ชนิดที่กล่าวมานี้ จะต้องใช้อุปกรณ์ช่วยเสริม คือการกำหนดตำแหน่งและการยึดชิ้นงาน ซึ่งชิ้นงานที่นำมาประกอบกันก็จะต้องคงถูกจับยึดและอยู่ในตำแหน่งที่ให้มีความสัมพันธ์ถูกต้องอยู่ด้วยสำหรับตัวจับยึดชิ้นงานที่ใช้งานได้อย่างสะดวกสบายและปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ได้อย่างดีที่สุดสำหรับการทำงานด้านการเชื่อม ก็คือ แบบท็อกเกิ้ล (TOGGLE STYLE CLAMP) ซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ กันตามการใช้งาน ซึ่งเวลากด CLAMP นี้แล้วจะล็อกตัวเองทำให้จับชิ้นงานได้มั่นคง ไม่หลุดง่าย โดยอาศัยหลักงาน งานกล ลูกเบี้ยว

สำหรับการยึดจับชิ้นงาน และการรองรับชิ้นงานก็จะต้องมีการป้องกันการบิดตัวของชิ้นงาน ในระหว่างชิ้นงานกำลังได้รับความร้อนอยู่ด้วย ถ้าเป็นไปได้ควรจะกำหนด ให้ตัวยึดจับชิ้นงานกระทำต่อชิ้นงานตรงส่วนที่ชิ้นงานอยู่ในตำแหน่งของตัวรองรับชิ้นงานพอดี

2. จิ๊กสำหรับการตรวจสอบ (INSPECTION JIG)ชิ้นงานทุกๆ ชิ้นที่ทำขึ้นมาแล้วจะต้องมีขนาดและรูปร่างให้ถูกต้องตามมตราฐาน หรือแบบที่ได้รับการออกแบบมาขนาดทุกๆ ส่วน จะต้องได้รับการวัดและตรวจสอบซึ่งจะมีผลต่อค่าใช้จ่ายอย่างมากในการที่จะควบคุมคุณภาพของขนาดต่าง ๆ และเพื่อที่จะให้ความจำเป็นสิ่งนี้ได้รับความสำเร็จทั้งทางด้านอัตราความเร็วและความถูกต้องแน่นอน จึงต้องมีการใช้จิ๊กสำหรับตรวจสอบ (INSPECTION JIG) ตามรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ลักษณะจิ๊กสำหรับตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนรถยนต์

ความต้องการของจิ๊กสำหรับการตรวจสอบก็คือความละเอียดเที่ยงตรงของจิ๊กแต่ละตัว ควรที่จะทำหรือบรรจุสิ่งที่จำเป็นในการตรวจสอบรายละเอียดของขนาดต่างๆ หรือแบบฟอร์มต่างๆ จิ๊กสำหรับตรวจสอบทั่ว ๆ ไปมีอยู่ 2 ชนิด คือ

2.1 จิ๊กตรวจสอบ (GAUGING)จิ๊กนี้จะถูกใช้สำหรับตรวจสอบชิ้นงานว่าได้ขนาดตามมาตราฐานที่ตั้งหรือกำหนดไว้หรือไม่ โดยมีลักษณะรูปร่างของแบบชิ้นงานและการวัดโดยใช้ชิ้นงานวางทาบลงบนแบบนั้น เพื่อดูว่ามีรูปร่างลักษณะเหมือนตามแบบหรือไม่

2.2 จิ๊กการวัด (MEASURING) จิ๊กแบบนี้สามารถที่จะเป็นตัวชี้ได้อย่างละเอียดเที่ยงตรงว่าชิ้นงานมีความผิดพลาดไปเท่าไร โดยมีลักษณะรูปร่างตามวัตถุประสงค์ในการวัด เช่น วัดขนาดของรู หรือศูนย์กลางของรู

โดยทั่วๆไปแล้วจิ๊กการวัดนั้นจะนำไปใช้งานในห้องตรวจสอบ(INSPECTION ROOM) เพราะมีความเปราะบาง และแตกหักง่าย ส่วนจิ๊กตรวจสอบจะถูกสร้างให้มีความแข็งแรง และคงทนต่อการสึกหรอ ปกติจะใช้ในโรงงานเสมอ

นอกจากนี้ยังมีเกจ ชนิดอื่นๆ อีก ซึ่งเกจเหล่านี้สามารถที่จะใช้งานโดย จะเป็นส่วน

หนึ่งของจิ๊กหรือแยกส่วนออกมาได้ชนิดเกจที่นิยมใช้กันมากที่สุดก็คือ FLUSH PIN, FIXED LIMIT และ TEMPLATE GAUGES

วัสดุที่ใช้ทำจิ๊กจะต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้ได้แก่ ความแข็ง (HARDNESS) ความเหนียว (TOUGHNESS),สามารถตกแต่งได้ (MACHINABILITY), ความต้านทานการสึกหรอ (WEAR-RESISTANCE) เป็นต้น ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำจิ๊กมีหลายชนิด เช่น เหล็กหล่อ,เหล็กเหนียวผสมคาร์บอนต่ำ-สูง,เหล็กทำเครื่องมือนอกจากนี้ยังมีวัสดุชนิดที่ไม่ใช่เหล็กเช่น อะลูมินัม,ยางยูเรเทน อีป๊อกซี และพลาสติกเรซิน เป็นต้น

2.4.3 <u>อุปกรณ์เชื่อมโลหะ</u>

ขบวนการเชื่อมโลหะทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นจะต้องอาศัยอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงจะทำให้คุณภาพของงานเชื่อมออกมาได้ดี ซึ่งทั้งอุปกรณ์ และเครื่องมือของชนิดการเชื่อมแต่ละชนิดก็จะแตกต่างกันออกไป ซึ่งพอสรุปได้เป็นหัวข้อใหญ่ ๆ คือ

1.อุปกรณ์และเครื่องมือของงานเชื่อมแบบความต้านทาน ซึ่งในการเชื่อมแบบความต้านทานนั้น อุปกรณ์ที่สำคัญมี 4 ส่วนคือ

1.1 หม้อแปลงไฟฟ้าโดยมีขดลวดให้นำกระแสป้อนเข้าขดลวดปฐมภูมิ(PRIMARY) และจ่ายออกทางขดลวดทุติยภูมิ(SECOUNDARY)เป็นไฟแรงเคลื่อนสูงซึ่งวงจรทุติยภูมิอาจต่ออนุกรมหรือขนานกับวงจรปฐมภูมิ การเชื่อมแบบความต้านทานใช้ได้ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ เครื่องเชื่อมจะแปลงกระแสจากสายส่งให้มีโวลเทจต่ำ,แอมแปร์สูง

1.2 อิเลคโทรด ในงานเชื่อมแบบความต้านทานอิเลคโทรดมีหน้าที่ 4 ประการ คือ นำกระแสเชื่อมไปสู่โลหะงาน, ให้แรงกดแก่โลหะงาน,กระจายความร้อนบางส่วนจากบริเวณรอยเชื่อม, บังคับให้งานอยู่ในแนว และตำแหน่งที่ต้องการ ซึ่งในกรณี เชื่อมแบบความต้านทานอิเลคโทรดจะได้รับแรงเสมอจึงต้องเลือกวัสดุที่สามารถทนต่อแรงกดที่อุณหภูมิสูงโดยไม่เสียรูปและสามารถนำความร้อนได้ดีปกติจะทำด้วยทองแดงผสมชนิดต่างๆ การเลือกอิเลคโทรดจะต้องพิจารณาความแข็งของวัสดุทำอิเลคโทรดและคุณสมบัติเชิงกลให้เหมาะสม

1.3 อุปกรณ์ควบคุม ซึ่งจะทำหน้าที่ดังนี้ เปิด-ปิดกระแสไฟฟ้าไปยังหม้อแปลง, ควบคุมปริมาณกระแส,ควบคุมกลไกเปิด-ปิดแรงกดขณะเชื่อม

อุปกรณ์ควบคุมแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ WELDING CONTACTOR, TIMING และ SEQUENCING CONTROLS,CURRENT CONTROL,REGULATORS

WELDING CONTACTORเป็นตัวปิด-เปิดกระแสสู่หม้อแปลงอาจเป็นแบบกลไก

แม่เหล็ก หรืออิเลคโทรนิคก็ได้

TIMING และ SEQVENCE CONTROLเป็นตัวควบคุมขั้นตอน และเวลาของแต่ละขั้นตอน

CURRENT CONTROL เป็นตัวควบคุมกระแสเชื่อม

1.4 ระบบกลไกเครื่องเชื่อมแบบความต้านทาน จะมีการทำงานโดยอิเลคโทรดจะกดลงบนชิ้นงาน และแยกออกตามเวลาที่ควบคุม แรงกดของอิเลคโทรดได้มาจาก ไฮดรอลิค, นิวเมติก, แม่เหล็กทำให้อัตราการกดของอิเลคโทรดพอเหมาะเพื่อไม่ให้ผิวสัมผัสเสียรูปถ้าแรงกดระหว่างอิเลคโทรดกับงานลดลงอย่างรวดเร็ว (ขณะเชื่อม)ผิวสัมผัสจะร้อนเกินไป และเกิดการอาร์คระหว่างอิเลคโทรดและงาน ทำให้ผิวอิเลคโทรดไหม้ และติดกับงาน

2. อุปกรณ์และเครื่องมือของงานเชื่อมแบบหลอมละลายส่วนประกอบที่สำคัญของการเชื่อมแบบหลอมละลายนี้ จะกล่าวถึงเฉพาะการเชื่อมแบบ CO2 ARC WELDING ซึ่งเป็นกระบวนการแบบกึ่งอัตโนมัติที่นิยมใช้มีส่วนสำคัญ ดังนี้

2.1 เครื่องเชื่อมแบบแรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่(CONSTANT VOLTAGE-CV)ซึ่งอาจเป็นแบบDC.GENERATORที่ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแรงเคลื่อนไฟฟ้าทางออก(OUT PUT)สามารถปรับให้มีค่าคงที่ ณ ค่าใดค่าหนึ่งแม้กระแสไฟเชื่อมจะเปลี่ยนแปลงไปขนาดใดก็ตามค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้านี้สามารถดูได้จากมาตรวัดที่ติดอยู่กับตัวเครื่องเชื่อมกระแสไฟเชื่อมจะถูกกำหนดโดยเป็นสัดส่วนกับอัตราเร็วในการป้อนลวดเชื่อมขณะทำการเชื่อม

2.2 เครื่องป้อนลวดเชื่อม (WIRE FEEDER)คือหัวใจสำคัญของขบวนการเชื่อมแบบนี้ ด้วยอัตราเร็วของการป้อนลวดเชื่อมอันหนึ่ง จะทำให้เครื่องเชื่อมผลิตกระแสไฟขนาดหนึ่งที่มากพอจะทำให้เกิดการอาร์คเชื่อมได้อย่างพอเหมาะ ดังนั้นอัตราเร็วในการป้อนลวดเชื่อมจึงเป็นตัวกำหนดขนาดของกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม การปรับอัตราเร็วในการป้อนลวดเชื่อมสามารถกระทำได้โดยการหมุนปุ่มปรับที่เครื่องป้อนลวดเชื่อม

2.3 ลวดเชื่อม (ELECTRODE WIRE) ลวดเชื่อมที่ใช้เป็นลวดเชื่อมชนิดกลมตัน (SOLID WIRE) เคลือบผิวด้วยทองแดง(ในกรณีลวดเชื่อมเป็นเหล็ก ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเกิดสนิมและเพื่อช่วยให้การไหลของกระแสไฟเชื่อมเป็นไปด้วยดีลวดเชื่อมจะมีส่วนผสมของสารจำพวกที่ช่วยขจัดอ๊อกซิเจน (DEOXIDIZERS)ในแนวเชื่อมขณะเชื่อม ซึ่งจะทำให้ได้โลหะเชื่อมที่สะอาดได้แนวเชื่อมที่ดีมีคุณภาพอย่างไรก็ตามส่วนผสมของโลหะลวดเชื่อมควรมีส่วนผสมที่เข้ากับโลหะชิ้นงานได้ดี

2.4 หัวเชื่อม (WELDING GUN) หัวเชื่อมประกอบด้วยท่อรวมสายเคเบิ้ลต่างๆ

เช่น สายนำลวดเชื่อม สายเคเบิ้ลนำกระแสไฟเชื่อม สายส่งแก๊สซีลตลอดจนท่อส่งน้ำหมุนเวียนไปยังหัวเชื่อม ในกรณีที่หัวเชื่อมเป็นชนิดหล่อเย็นด้วยน้ำ เพราะต้องใช้กระแสไฟฟ้าในการเชื่อมสูง การควบคุมการเชื่อมกระทำได้ที่หัวเชื่อมโดยการควบคุม STICK OUT หมายถึงระยะจากปลายทิปถึงปลายสุดของลวดเชื่อมหรือผิวงานหัวเชื่อมถือว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุดของกระบวนการเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัติ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องรู้วิธีระวังรักษาหัวเชื่อมอย่างถูกต้อง

2.5 แก๊สซีล (SHIELDING GAS)แก๊สซีลที่นำมาใช้มีหลายชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของกระบวนการเชื่อมและวิธีการที่ใช้ แก๊ส CO2 เป็นแก๊สที่นิยมมากที่สุดเพราะราคาถูก แก๊ส CO2ที่ใช้ควรเป็นแก๊สที่มีเกรดสูงโดยมีเปอร์เซนต์ความชื้นต่ำที่สุด,อัตราการไหลของแก๊สซีลก็ถือว่ามีความสำคัญมาก โดยเฉพาะการเชื่อมในที่ๆ มีกระแสลมไหลผ่าน จำเป็นต้องเพิ่มอัตราการไหลของแก๊สให้สูงขึ้น แต่อัตราการไหลที่สูงนี้จะทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ และจะเป็นผลเสียต่อการเชื่อม ฉะนั้นจึงอาจจำเป็นต้องต่อHEATER เข้าไปในวงจรจ่ายแก๊สด้วย เพื่อแก้ปัญหานี้

3. อุปกรณ์และเครื่องมือของการบักรีอ่อนและแข็งการบักรีอ่อนและบักรีแข็งนั้นส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมแก๊สทั่ว ๆ ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ ดังนี้

3.1 ลวดเชื่อมและฟลั๊กซ์ ลวดเชื่อมที่ใช้ในการบักรีส่วนมาก ได้แก่ ทองแดงผสมที่มีทองแดงประมาณ 60% สังกะสี 40%,ดีบุก, เหล็ก, แมงกานีส อีกเล็กน้อย ซึ่งลวดเชื่อมดังกล่าวไส้ผิวงานได้ดี,ไหลตัวง่าย มีความแข็งแรง และสามารถยืดตัวสูงถ้าหากต้องการเชื่อมไส้ผิวงานเพื่อเพิ่มความต้านทานการสึกหรอ ให้ใช้ลวดเชื่อมที่ให้ความแข็งสูงกว่าปกติ

3.2 เครื่องปรับความดันแก๊ส ทำหน้าที่ลดความดันสูงจากถังแก๊สให้ต่ำลง เพื่อง่ายแก่การควบคุม ซึ่งมีลักษณะสำคัญ 4 ประการ คือ ลดความดันสูงให้ต่ำลงเพื่อใช้งาน,สามารถตั้งความดันได้ตามความต้องการ, ควบคุมอัตราการไหลของแก๊สให้สม่ำเสมอ, ให้ปริมาณการไหลของแก๊สสูงพอที่จะนำไปใช้งาน และควบคุมได้ตามความต้องการ

3.3 หัวเชื่อมแก๊ส (WELDING TORCH) เป็นอุปกรณ์หลัก ของการเชื่อมแก๊ส ประกอบด้วยวาล์วควบคุมการไหล,หัวกระบอกเชื่อม,ตัวกระบอกเชื่อมที่เป็นทางผ่านของออกซิเจนและแก๊สอะเซติลีน

3.4 หัวทิพเชื่อม(WELDING TIP)มีลักษณะเหมือนท่อทองแดงเจาะรูไว้ที่มีขนาดแตกต่างกันจะให้เปลวไฟต่างกัน ถ้าขนาดรูใหญ่ก็จะให้เปลวไฟใหญ่ถ้ารูทิพเล็กก็จะให้เปลวไฟเล็ก หัวทิพที่จะใช้งานต้องทำความสะอาดและรักษารูให้กลมอยู่เสมอ

3.5 แก๊ส ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนในการบักรี ซึ่งแก๊สที่ใช้มีอยู่หลายชนิด

เช่น อเซติลีน,แก๊สหุงต้ม เป็นต้น

2.5 ขบวนการผลิตชิ้นส่วนโลหะรถยนต์

ในขบวนการผลิตชิ้นส่วนโลหะรถยนต์หมายถึงการผลิตชิ้นส่วนโลหะที่ได้มาจากวิธีการอัดขึ้นรูปโดยเครื่องอัดโลหะ หรือแปรสภาพวัตถุดิบที่เป็นเหล็กแผ่นให้กลายเป็นชิ้นส่วนรถยนต์ซึ่งมีขั้นตอนใหญ่ ๆ อยู่ 3 ขั้นตอนคือ การเตรียมการผลิต,การขึ้นรูปชิ้นงานโดย เครื่องอัดโลหะ,การเชื่อมประกอบชิ้นงาน

2.5.1 <u>การเตรียมการผลิต</u> ก่อนที่จะทำการผลิตจำเป็นจะต้องมีการเตรียมการให้พร้อมใน 2 ส่วนนี้ก่อน คือ

1. อุปกรณ์การผลิต หมายถึง แม่พิมพ์เครื่องมือต่างๆ ซึ่งตัวแม่พิมพ์จะต้องใช้สำหรับขึ้นรูปชิ้นงาน โดยนำไปติดตั้งกับตัวเครื่องอัดโลห ซึ่งแม่พิมพ์แต่ละชิ้นงาน ก็จะมีจำนวนแม่พิมพ์ (ขั้นตอนในการขึ้นรูป) ที่แตกต่างกันไปแล้วแต่การออกแบบเพื่อให้สามารถอัดโลหะให้มีรูปร่างตามความต้องการได้ บางชิ้นอาจจะสามารถทำเสร็จได้ในครั้งเดียว แต่บางชิ้นก็จะต้องขึ้นรูปหลายขั้นตอน โดยเฉพาะชิ้นงานที่มีความซับซ้อน สำหรับขั้นตอนการเตรียมอุปกรณ์การผลิตนี้ เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ถ้าแม่พิมพ์หรืออุปกรณ์ไม่พร้อม ก็ไม่สามารถดำเนินการผลิตที่มีคุณภาพได้

2. วัตถุดิบ ซึ่งเป็นเหล็กแผ่นมีขนาดต่างๆ กันเพื่อใช้ในการป้อนเข้าสู่แม่พิมพ์ในการขึ้นรูปต่างๆ วัตถุดิบที่นำเข้ามานี้บางครั้งจะต้องนำมาตัดซอยเพื่อให้มีขนาดพอเหมาะในการใส่เข้าไปในแม่พิมพ์ได้ ขนาดต่าง ๆ ของเหล็กแผ่นนี้ จะขึ้นอยู่กับการออกแบบของแม่พิมพ์ และชนิดของวัตถุดิบที่เป็นเหล็กแผ่นนี้จะขึ้นอยู่กับแบบของลูกค้า

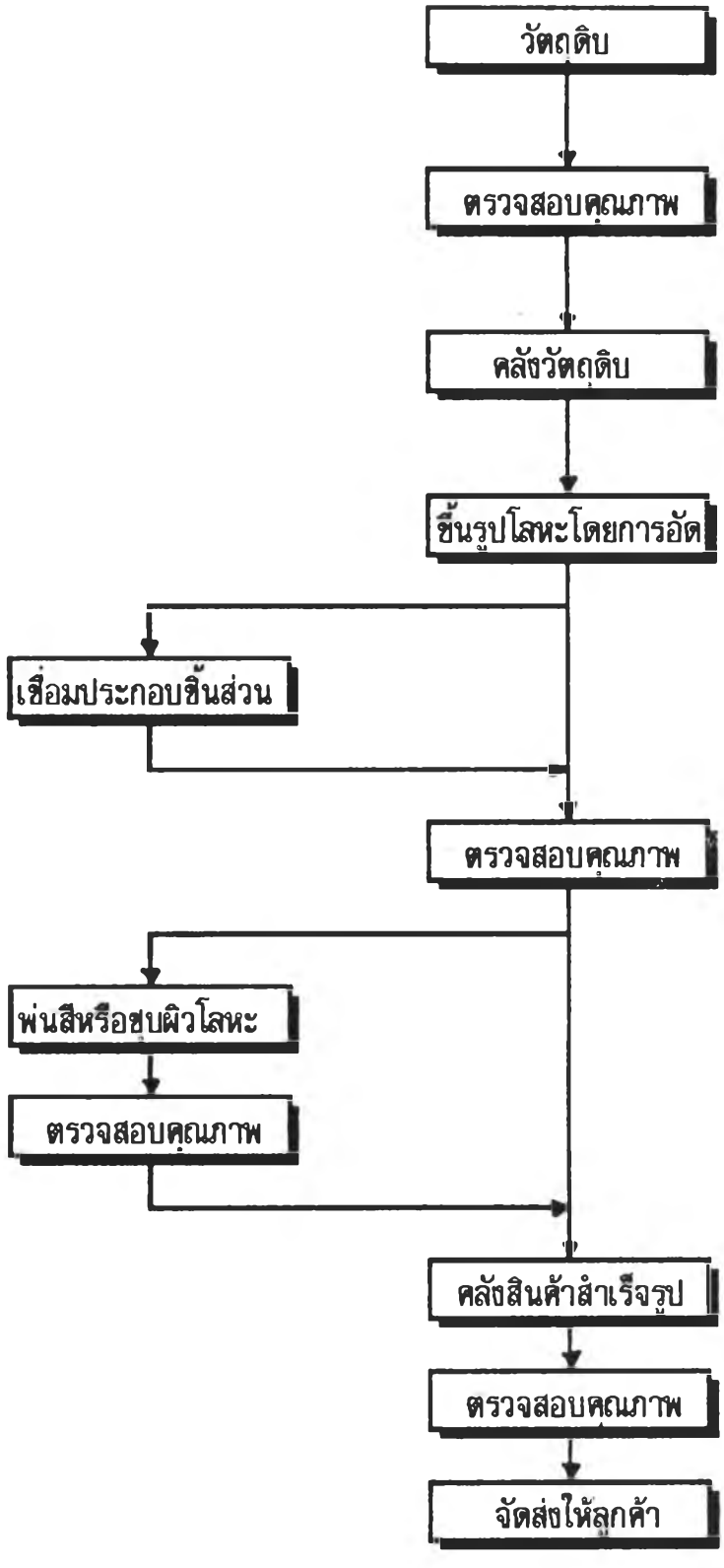
2.5.2 <u>การขึ้นรูปชิ้นงาน</u> เครื่องจักรสำคัญที่ใช้คือเครื่องอัดโลหะซึ่งมีทั้งระบบไฮดรอลิคและแมคคานิค (MECHANIC) ซึ่งความแตกต่างของระบบทั้งสอง คือ ระบบไฮดรอลิคจะมีจังหวะอัดช้ากว่าระบบแมคคานิค จึงเหมาะที่จะใช้ขึ้นรูปโลหะที่มีความลึกมากๆ เช่น ส่วนโค้งลึกทรงกระบอก เป็นต้น นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึง กำลังของเครื่องจักรกำลังอัดตั้งแต่ 35 ตัน ถึง 2000 ตัน ซึ่งเครื่องจักรที่มีกำลังอัดน้อย จะเหมาะกับงานขนาดเล็ก ถ้าเป็นชิ้นงานใหญ่ๆ ก็เลือกใช้เครื่องอัดขนาดใหญ่ที่มีกำลังอัดสูง

ในขั้นตอนการขึ้นรูป อุปกรณ์การผลิตที่ต้องใช้ประกอบกับเครื่องอัดโลหะ ก็คือแม่พิมพ์ ในแต่ละขั้นตอนการขึ้นรูป ก็จะมีแม่พิมพ์เฉพาะสำหรับขั้นตอนนั้นๆ เช่นงานชิ้นหนึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ ตัดขอบ,ขึ้นรูป,เจาะรู,พับ ซึ่งแต่ละขั้นตอนก็ต้องใช้แม่พิมพ์ 4 ชุด ดังนั้นจะเห็นว่างานแต่ละตัวว่าจะผลิตเสร็จได้จะต้องใช้แม่พิมพ์จำนวนมาก และเครื่องอัดโลหะที่มีหลายขนาด

2.5.3 การเชื่อมประกอบชิ้นงาน อุปกรณ์การผลิตที่สำคัญสำหรับการเชื่อมประกอบคือเครื่องเชื่อมโลหะ และ ตัวจับยึด ที่เรียกว่า JIGเมื่อได้ชิ้นงานสำเร็จรูป จากขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นงานแล้ว ในขั้นต่อไป ก็คือการเชื่อมประกอบชิ้นงานเข้าด้วยกันชิ้นส่วนสำเร็จรูปแต่ละชิ้น ประกอบด้วยชิ้นงานย่อยๆ หลายชิ้นมากบ้างน้อยบ้างแล้วแต่การออกแบบใช้งาน ซึ่งในการเชื่อมประกอบแต่ละชิ้นเข้าด้วยกันจะต้องนำชิ้นงานเหล่านั้นมาจับยึดด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า JIG ซึ่งจะถูกออกแบบให้มีลักษณะตามแบบที่จะนำมาประกอบตามลักษณะของชิ้นงานนั้น ๆ สำหรับชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตได้ ก็จะรวบรวมส่งไปยังขั้นตอนงานต่อไป เช่น การพ่นสีหรือไม่ ก็ส่งเข้าคลังสินค้าสำเร็จรูปรอส่งมอบให้ลูกค้าต่อไป

2.5.4 การเคลือบผิวโลหะ สำหรับชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการเสร็จแล้วซึ่งอาจจะจบขั้นตอนหลังจากขึ้นรูปโลหะหรือต้องนำมาเชื่อมประกอบ ซึ่งเมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนใดๆ แล้ว บางชิ้นงานจะต้องทำการเคลือบผิวโลหะก่อนการนำไปใช้งานเพื่อป้องกันสนิม หรือการกัดกร่อนจากสภาพการใช้งาน ซึ่งการเคลือบผิวโลหะที่นิยมใช้คือ การชุบสังกะสี (ZINC PLATING)ซึ่งมีทั้งสีทองและสีดำ, สีเงิน เป็นต้น และการพ่นสีเคลือบผิว ซึ่งเหมาะกับชิ้นงานขนาดใหญ่ และมีพื้นที่มาก ซึ่งสีที่ใช้ก็เป็นสีพิเศษทนการกัดกร่อนได้ดี การเคลือบผิวโลหะนี้จะกระทำเป็นบางชิ้นงานตามที่ลูกค้ากำหนดในแบบของชิ้นงาน หรือตามสภาพของการนำชิ้นส่วนนั้นๆ ไปใช้งาน ซึ่งนับได้ว่าขั้นตอนนี้มีความสำคัญเช่นกัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณภาพในการใช้งาน และการเก็บรักษา

ขบวนการผลิตชิ้นส่วนโลหะรถยนต์ตามที่กล่าวในหัวข้อข้างต้นนั้นเป็นขบวนการเบื้องต้นที่ใช้ผลิตอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งส่วนใหญ่ชิ้นส่วนรถยนต์ที่มาจากงานอัดขึ้นรูปนั้น บางชิ้นส่วนก็ส่งเข้าคลังสินค้าเพื่อรอส่งมอบให้ลูกค้าแต่บางชิ้นส่วนจะต้องนำมาเชื่อมประกอบเสียก่อนจึงจะส่งมอบให้ลูกค้าได้ และบางชิ้นส่วนจะต้องนำมาพ่นสี หรือชุบผิว และเคาะแต่งก่อนจึงจะส่งมอบได้ ซึ่งพอจะสรุปเป็นแผนผังขั้นตอนได้ดังนี้ ตามรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนโลหะรถยนต์โดยการอัดขึ้นรูปโลหะ