

บทที่ 2

เนื้อหาเหตุผลและทฤษฎีที่สำคัญ

ขวด PET (เพท) ที่ใช้บรรจุน้ำ จะใสเหนียว ไม่แตกง่าย ทนต่อความดันก๊าซได้สูง โดยปกติเม็ดพลาสติก PET มักมีความชื้นประมาณ 0.05% จึงต้องอบไล่ความชื้นในเม็ดพลาสติกให้เหลืออยู่ไม่สูงเกิน 0.005% ก่อนถูกทำให้หลอมเพื่อฉีดเป็นพรีฟอร์ม ในขั้นตอนการเปลี่ยนรูปร่างของพรีฟอร์มให้เป็นขวดเริ่มจากการทำให้พรีฟอร์มร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศา จนพรีฟอร์มเริ่มนิ่ม ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการเป่าแบบดึงยืดใน 2 ทิศทาง เพื่อให้ผนังพรีฟอร์มขยายตัวไปกระทบผนังแม่พิมพ์รูปขวด เมื่อกว๊าสติกเย็นตัวลงจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นขวดพลาสติกใส การควบคุมปริมาณผลึกในพรีฟอร์ม และขวดเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้ได้ขวดที่มีสมบัติตามต้องการ บริเวณคอและตัวของพรีฟอร์มควรใสและเป็นอสัณฐาน แต่ส่วนที่เป็นจุดที่ฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์จะเป็นส่วนที่ขุ่น และมีผลึกแบบ Spherulitic ภายหลังการเป่าแบบดึงยืดต้องทำให้พลาสติกมีปริมาณผลึกสูงสุด เพื่อให้ขวดมีความแข็งแรง การป้องกันการแพร่ผ่านของก๊าซ และทนสารเคมีได้ดี

ขวด PET (เพท) หลังจากขึ้นการผลิตแล้ว จะเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพ โดยการทดสอบความสามารถในการทนแรงดันของขวด ว่าถูกต้องตรงมาตรฐานที่บริษัทได้กำหนดไว้หรือไม่ ที่สำคัญที่บริเวณเกลียวขวดจะมีเลขบอกตำแหน่งของแม่พิมพ์ และตัวอักษรอีกด้านจะบอกชื่อโรงงานที่ผลิต ทำให้ทราบว่าขวด PET (เพท) นี้ผลิตมาจากที่ไหน

จากความนิยม ทำให้ขวด PET (เพท) เป็นที่ต้องการเพิ่มมากขึ้น และทำให้อัตราการผลิตสูงมากขึ้นด้วย คุ้ได้จากปริมาณขยะของ กทม. ในปี 2550 มีถึงวันละ 13,550 ตัน เป็นขวด PET (เพท) ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลของ กทม.

2.1 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

อ้างอิงจากรายงานการศึกษาอุตสาหกรรมระหว่างปี 2000-2008 ฉบับล่าสุด พบว่า ขวดน้ำ PET ขนาด 16.9 ออนซ์ แบบใช้ครั้งเดียวทิ้ง (single-serve) มีน้ำหนักเบาถึง 33% สมาคม International Bottled Water Association (IBWA) แห่งมลรัฐเวอร์จิเนีย ได้รับรายงานการศึกษาชิ้นสุดท้ายจากบริษัทที่ปรึกษา Beverage Marketing Corp. (BMC) แห่งมลรัฐนิวยอร์ก และมีผลการศึกษาโดยสรุปดังนี้

- ในปี 2000 ขวดน้ำดื่มพลาสติกที่ผลิตจาก PET มีน้ำหนักเฉลี่ย 19 กรัม และลดลงเหลือ 13 กรัมในปี 2008
- BMC ประเมินว่า ในช่วง 8 ปีที่ทำการศึกษา สามารถลดการใช้เม็ดพลาสติก PET ลงได้ถึง 1.3 พันล้านปอนด์ เมื่อผลิตขวดน้ำให้ม้ น้ำหนักเบาขึ้น
- ในปี 2008 การผลิตขวดน้ำที่มีน้ำหนักเบา ช่วยลดการใช้เม็ดพลาสติกลงได้ 445 ล้านปอนด์ Joseph

Doss ประธานและผู้บริหารระดับสูงแห่ง IBWA ได้กล่าวชมเชยผู้ผลิตที่พยายามทำงานอย่างหนักในการคงคุณภาพของขวดน้ำพลาสติกที่ผลิต ทั้งโครงสร้าง ความสะอาด และความปลอดภัย แม้ว่าจะต้องผลิตขวดที่มีน้ำหนักเบากว่าตาม

จากข้อมูลของสมาคม IBWA พบว่า ในปี 2008 สมาชิกของสมาคมแจ้งว่าขวดน้ำพลาสติกที่วางขายอยู่บนชั้นวางจำหน่ายสินค้ามีน้ำหนักลดลงเหลือน้อยกว่า 10 กรัม

Bill Carteaux ประธานและผู้บริหารระดับสูงแห่ง Society of the Plastics Industry ในมลรัฐวอชิงตัน ได้นำขวดพลาสติกน้ำหนักเบาที่ออกแบบด้วยนวัตกรรมใหม่ๆ ไปเป็นส่วนหนึ่งในการนำเสนอเกี่ยวกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainability) ด้วยอุตสาหกรรมการผลิตต้องเผชิญกับความต้องการจากผู้บริโภคที่เริ่มตระหนักในเรื่องความยั่งยืนมากขึ้น ดังนั้น อุตสาหกรรมการผลิตขวดพลาสติก PET ที่สามารถผลิตขวดให้มีน้ำหนักเบาจึงเป็นแม่แบบของการปฏิบัติเพื่อก่อให้เกิดความยั่งยืน

ชุดแม่พิมพ์(Mold Base) ชิ้นส่วนที่ไม่ได้รับแรงเค้นสูง จะใช้เหล็กเกรดDIN ST 37-2 No. 1.0037 or SEA 1010 (เหล็กหัวแดง), AIAI C 1010 เหล็กเกรดเทียบเท่าที่มีความต้านแรงดึง (Tensile Strength)340-470 N/mm² Locating Ring, Spacer, Ejector Plate

ชิ้นส่วนที่ได้รับแรงเค้นสูง จะใช้เหล็กเกรด DIN C 45 W No. 1.730, DIN CK 60 No 1.1221, SEA 1060, JIS S50C ,Cavity Plate ,Core Plate, Core Back Plate

ในกรณีที่เราต้องการใช้แม่พิมพ์ที่ลดการกัดกร่อน ของตะกอนและป้องกันสนิม เราก็สามารถใช้วัสดุที่เป็น Stainless Steel ได้แก่ P20, M300

เพลานำและปลอกนำ(Leader pin Leader Bush) รวมทั้งชิ้นส่วนอื่นๆ ที่ต้องทนต่อการสึกหรอ ควรทำด้วยเหล็กกล้าเกรด DIN 16Mn C5 หมายเลขวัสดุ1.7131, SAE/AISI 5115 หรือเกรดที่ใกล้เคียง

สลักเอียง(Angle Pin) ทำจากDIN C15 หมายเลขวัสดุ1.0401, SAE/AISI 1015

ปลอกนำฉีด(Sprue Bush) ทำจาก DIN 40 Cr. Mn. Mo 5 หมายเลขวัสดุ 1.2826,AISI H 10 หรือ H 11, JIS SKD 61

คอร์และเข้า(Mold Insert/Core & Cavity) เหล็กกล้าที่ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์เหล่านี้ ควรจะมีสมบัติทั่วไปดังนี้คือ

- มีสมบัติในการตัดปาดผิวและขึ้นรูปได้ โดยเสียค่าใช้จ่ายไม่สูงนัก
- ชุบแข็งแล้วเกิดการเสียรูปได้ โดยเสียค่าใช้จ่ายไม่สูงนัก
- ขัดผิวมันได้ดี
- ทนต่อการสึกหรอและการผุกร่อนได้ดี
- เหล็กกล้าที่ชุบผิวแข็งหรือไนไตรด์ธรรมชาติ
- ใช้ทำแผ่นแม่พิมพ์ คาวีดี และ Core Insert เนื่องจากตัดปาดผิวได้ง่าย ขัดผิวมันได้ดี และผิวชั้นนอกแข็ง ส่วนเนื้อในเหนียวทำให้ทนต่อการสึกหรอได้ดี

2.2 เหล็กกล้าชุบผิวแข็งธรรมดาที่ใช้

DIN 21 Mn Cr5 หมายเลขวัสดุ 1.2161 (AISI และ JIS ไม่มีเหล็กเกรดนี้) เป็นเหล็กที่ ชัดผิวมันและมีสมบัติตัดปาดผิวได้ดี และยังใช้ทำสลักน้ำเลื่อนด้วย

DIN 40 Mn Cr5 หมายเลขวัสดุ 1.2311 (AISI และ JIS ไม่มีเหล็กเกรดนี้) เป็นเหล็กกล้าที่ทนต่อการ ผุกร่อน (Corrosion Resistant Steel)

DIN X 42 Cr13 หมายเลขวัสดุ 1.2083, AISI 420 ทนต่อการผุกร่อนได้ดีมาก

DIN X 36 Mo17 หมายเลขวัสดุ 1.2316 (AISI และ JIS ไม่มีเกรดนี้) ทนต่อการผุกร่อนได้ดีกว่า 1.2083 ชัดผิวมันได้ดี

DIN X 40 Cr13 หมายเลขวัสดุ 1.4034 ใกล้เคียงกับ JIS SUS 420J2 เป็น Martensitic Stainless Steel (ชุบแข็งได้) ทนการผุกร่อนได้ดีมาก ชัดผิวมัน และสามารถชุบแข็งได้ดี

- ชั้นส่วนแม่พิมพ์ชั้นเล็กๆ ที่มีความแข็ง 53-58 HRc (ขนาดไม่เกิน 50 มม.)
- ชั้นส่วนแม่พิมพ์ขนาดกลาง ที่มีความแข็ง 48-53 HRc (ขนาด 50-100 มม.)
- ชั้นส่วนแม่พิมพ์ขนาดใหญ่ที่มีความแข็ง 30-48 HRc (ขนาดใหญ่กว่า 100 มม.)

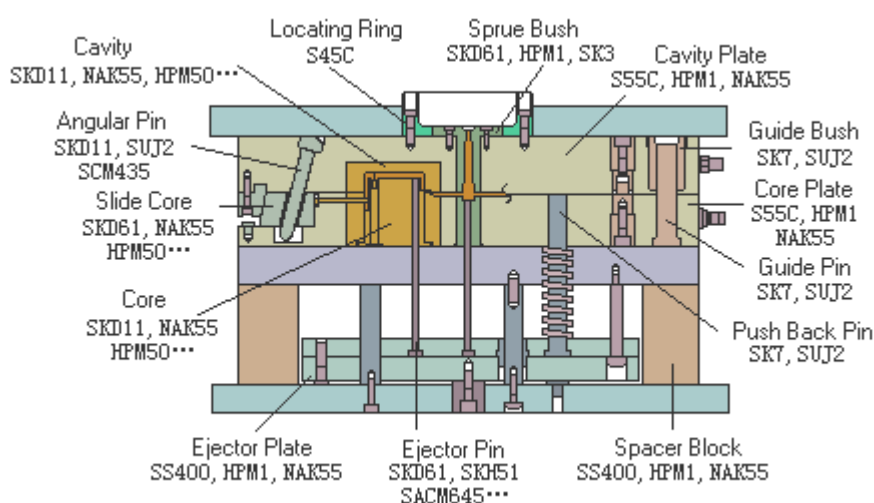
เหล็กกล้าชนิดนี้ชุบไนไตรด์ได้ แต่ความทนการผุกร่อนจะลดลง ความแข็งที่ผิวประมาณ 1000 HV

2.3 เหล็กกล้าชุบไนไตรด์พิเศษ (Special Nitriding Steel)

DIN 34 Cr.AL.Mo5 หมายเลขวัสดุ 1.8507, AISI A355 CLc ใกล้เคียงกับ JIS SACM 645 เป็นเหล็กกล้าผสมอลูมิเนียมและชุบไนไตรด์ ทนการสึกหรอ ความแข็งที่ผิวประมาณ 750 HV มักจะใช้ทำเครื่องมือ Extrusion ใช้ทำแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกก็ได้

DIN 34 Cr.AL.Ni 7 หมายเลขวัสดุ 1.8550 เป็นเหล็กกล้าผสมอลูมิเนียมและชุบไนไตรด์ มีความแข็งที่ผิวมากกว่า 1.8507 คือความแข็งประมาณ 950 HV การใช้งานเช่นเดียวกับ 1.8507

2.4 การเลือกใช้วัสดุทำแม่พิมพ์



ภาพที่ 2-1 วัสดุทำแม่พิมพ์

เหล็กกล้าทั่วไปจะจัดอยู่ในกลุ่มของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steels) โดยมีคาร์บอนสูงสุดไม่เกิน 0.25% โดยน้ำหนัก เป็นเหล็กที่มีราคาถูก ขึ้นรูปได้ง่าย เนื่องจากมีความแข็งต่ำ นอกจากนี้ยังสามารถทำการเชื่อมได้ดีจึงใช้ทำโครงสร้างทั่วไปของแม่พิมพ์ ในส่วนที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก เกรดที่นิยมใช้งานจะเป็นเกรด SS 400 และ SS410 เหล็กชุบผิวแข็ง (Case Hardening Steels)

เหล็กชุบผิวแข็งที่มักใช้ทำแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้แก่ เกรด AISI P20 และ P40 (ไม่สามารถเทียบเกรดได้ตาม JIS) นำไปทำการเสริมคาร์บอนที่ผิว (Carburizing) ทำให้แม่พิมพ์มีความแข็งผิวสูงประมาณ 58-62 HRC ส่วนแกนในจะมีความแข็งประมาณ 25-35 HRC สมบัติผิวแข็งแกนเหนียวนี้ จะทำให้แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกทนทานต่อการสึกหลอได้ดี และยังคงความเหนียวของแกนใน ทำให้รับแรงอัดและแรงกระแทกได้ดีด้วย ผิวที่แข็งนี้ จะทำให้การขัดเงาแม่พิมพ์ทำได้ดี แต่การนำแม่พิมพ์ไปชุบผิวแข็งจะมีข้อเสียคือหลังการชุบแข็งที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงและบังคับให้ชิ้นงานเย็นตัวอย่างรวดเร็วในสารชุบ จะทำให้เกิดการเสียรูป และเปลี่ยนขนาดได้ง่าย ดังนั้น ต้องมีการเผื่อขนาดเพื่อนำมาเจียรนัยตกแต่งภายหลังด้วย

เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (Medium Carbon Steels) เหล็กกลุ่มนี้ที่มักใช้ในงานแม่พิมพ์จะเป็นเกรด S45 C หรือ S50 C โดยทั่วไป จะนิยมใช้ทำโครงแม่พิมพ์ เช่น แผ่นประกบหน้า-หลัง ขารอง (Spacer Block) แผ่นรองรับ (Backing Plate หรือ Retaining Plate) นอกจากนี้ เหล็กในกลุ่มนี้ยังสามารถใช้ทำตัวแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ใช้ฉีดชิ้นงานจำนวนไม่มากนัก โดยสามารถขึ้นรูปเป็นแม่พิมพ์ แล้วนำไปชุบเคลือบผิวแข็งฮาร์ดโครมก่อนนำไปใช้งาน นอกจากนี้ ยังสามารถใช้เป็นแผ่นโครงสำหรับใช้เป็นฐานฝัง (Insert) ตัวแม่พิมพ์ได้ ในทางการค้ามักเรียกเหล็กพวกนี้ว่า “เหล็กหัวแดง” เหล็กกล้าคาร์บอนเครื่องมือ (Carbon Tool Steels)

การเลือกวัสดุทำแม่พิมพ์พลาสติก แม่พิมพ์พลาสติกมีอยู่ด้วยกันหลายประเภทตามลักษณะการใช้งาน นอกจากนี้ พลาสติกที่ ฉีด อัด หรือ เป่า เข้าไปในแม่พิมพ์ก็มีความแตกต่างกัน ดังนั้น การเลือกวัสดุ หรือ เหล็ก ให้มีสมบัติถูกต้อง เหมาะสมกับพลาสติกที่ใช้กับแม่พิมพ์ และลักษณะการใช้งานของแม่พิมพ์แต่ละประเภท จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง สมบัติของวัสดุ หรือ เหล็ก ที่ใช้ทำแม่พิมพ์ โดยทั่วไปจะประกอบด้วย

- มีความสามารถในการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลต่างๆ ได้ดี
- มีการเปลี่ยนรูปน้อยภายหลังการชุบแข็ง
- มีความสามารถในการขัดตกแต่งให้เป็นเงาได้ดี
- มีความทนทานต่อการสึกหรอได้ดี
- มีความทนทานต่อการกัดกร่อนได้ดี
- มีความสามารถในการระบายความร้อนได้ดี

2.5 การเลือกใช้วัสดุทำแม่พิมพ์พลาสติก

โดยแบ่งตามลักษณะการใช้งาน และประเภทของพลาสติกที่ผนังของแม่พิมพ์ต้องสัมผัส โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

2.5.1 เหล็กทำแม่พิมพ์พลาสติก (Plastic Mold Steels)

ก. แม่พิมพ์พลาสติกที่มีจำนวนการผลิตไม่สูงนัก แม่พิมพ์ ฉีด อัดและเป่า ชิ้นงานพลาสติกที่มีจำนวนไม่มากนักจะใช้เหล็กเกรด S45C หรือ S50C แม่พิมพ์ที่ทำจากเหล็กเกรดนี้จะมีราคาถูก นอกจากนี้ ถ้าต้องการเพิ่มความทนทาน และเพิ่มความมันเงาของผิว สามารถนำไปชุบเคลือบผิวแข็ง สารโครมได้ นอกจากนี้ ยังสามารถใช้อลูมิเนียมผสมทำแม่พิมพ์ชนิดนี้ได้

ข. แม่พิมพ์พลาสติกที่มีจำนวนการผลิตค่อนข้างสูง แม่พิมพ์ที่มีจำนวนการผลิตค่อนข้างสูงจะใช้เหล็กที่ผ่านการชุบแข็งมาแล้ว เกรด AISI P 20, P20+S, P21 (ไม่สามารถเทียบเกรดได้ตาม JIS) ในกรณีที่ต้องการใช้งานที่มีจำนวนการผลิตสูงขึ้น อาจเลือกใช้เหล็กในกลุ่มนี้ที่มีความแข็งในสภาพจำหน่วยประมาณ 40 HRC แต่ความแข็งที่เพิ่มขึ้นจะทำให้การขึ้นรูปแม่พิมพ์ค่อนข้างยาก นอกจากนี้ยังสามารถเลือกใช้เหล็กชุบผิวแข็งมาใช้ก็ได้ แต่ต้องระวังเรื่องการเสียรูป และขนาด ของแม่พิมพ์ ภายหลังการชุบผิวแข็งด้วย

ค. แม่พิมพ์พลาสติกที่มีจำนวนการผลิตที่สูง ในกรณีที่ต้องการให้แม่พิมพ์มีความแข็งแรงทนทาน สามารถผลิตชิ้นงานที่มีจำนวนมากได้และเหล็กที่ผ่านการชุบแข็งมาแล้ว มีความทนทานไม่พอกับจำนวนที่ต้องการผลิต จะใช้เหล็กกล้าผสม ที่สามารถชุบแข็งทั้งชิ้นมาใช้ทำแม่พิมพ์ โดยสามารถใช้ทำแม่พิมพ์ทั้งชิ้น หรือใช้ฝัง (Insert) เฉพาะบริเวณที่ต้องการก็ได้ เกรดที่นิยมใช้ทำแม่พิมพ์ที่ต้องการจำนวนผลิตสูงมีอยู่ด้วยกันหลายเกรดดังนี้

- เหล็กกล้าผสมเครื่องมืองานร้อน เกรด SKD 61 ในแม่พิมพ์ ฉีด อัด และ เป่า ชิ้นงานพลาสติกจะชุบแข็ง และอบคืนตัวให้มีความแข็งใช้งานระหว่าง 46-50 HRC นอกจากนี้ ยังสามารถเพิ่มความทนทานต่อการสึกหรอและการกัดกร่อนได้ด้วยการนำไปเสริม ไนโตรเจนที่ผิว (Nitriding)

- เหล็กกล้าผสมเครื่องมืองานเย็นเกรด SKD 11, SKS 3 และ SKD 12 เหล็กทั้ง 3 เกรดนี้ จะมีคาร์บอนผสมอยู่สูงทำให้เมื่อชุบแข็งแล้วจะมีความแข็งสูง ทนต่อการเสียดสีได้ดี จึงทำให้แม่พิมพ์มีความทนทานสูงสามารถใช้ผลิตชิ้นงานพลาสติกได้จำนวนมาก การใช้งานจะไม่นิยมทำแม่พิมพ์จากเหล็กกลุ่มนี้ทั้งชิ้น แต่จะนิยมใช้ทำแม่พิมพ์แบบฝัง(Insert) ข้อเสียของเหล็กในกลุ่มนี้ ที่จะนำมาทำแม่พิมพ์พลาสติกคือเหล็กกลุ่มนี้มีความเปราะและการขัดเงาเหล็กในกลุ่มนี้จะค่อนข้างยากเนื่องจากมีคาร์ไบด์ที่แข็งมากฝังตัวอยู่ในเนื้อเหล็ก

ง. แม่พิมพ์พลาสติกที่ต้องทนต่อการกัดกร่อนของพลาสติกบางประเภท สำหรับแม่พิมพ์ที่ต้องการให้ทนทานต่อการเกิดสนิม หรือ ให้ทนทานต่อการกัดกร่อนของพลาสติกบางประเภท เช่น PVC และ PET พลาสติกประเภทนี้ จะใช้แม่พิมพ์ที่ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม กลุ่มที่สามารถชุบแข็งได้ในเกรด SUS 420 J2 และ SUS 431 สำหรับแม่พิมพ์ที่ต้องการความทนทานสูง จะใช้เหล็กกล้าไร้สนิมเกรด SUS

440 C เนื่องจากมีคาร์บอนสูงกว่าใน 2 เกรดแรก นอกจากนี้ ยังสามารถใช้อลูมิเนียมผสมในกลุ่มที่ใช้ทำแม่พิมพ์ได้ แต่ความทนทานจะต่ำกว่าเหล็กกล้าไร้สนิม

2.5.2 เหล็กกล้าผสมเครื่องมืองานเย็น (Alloy Tool Steel Cold Work)

เหล็กกล้าผสมเครื่องมืองานเย็น ได้ถูกนำมาใช้งานกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีสมบัติที่ดีหลายประการ ทั้งความแข็ง ความเหนียว และทนการกัดกร่อน เหล็กกล้าผสมเครื่องมืองานเย็นสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ชุบแข็งด้วยน้ำมัน กลุ่มที่ชุบแข็งด้วยลมเป่า และกลุ่มที่มีส่วนผสมของคาร์บอนสูง และโครเมียมสูง ดังมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่มีธาตุผสมต่ำชุบแข็งด้วยน้ำมัน ที่นิยมนำมาใช้กันจะเป็นเกรด JIS SKS 3 และเนื่องจากชุบแข็งด้วยน้ำมัน จึงลดการบิดงอ และลดความเสี่ยงต่อการแตกร้าวขณะชุบแข็งได้ดีกว่าเหล็กกล้าคาร์บอน เครื่องมือที่ชุบแข็งด้วยน้ำ เหล็กกลุ่มนี้เป็นเหล็กที่มีราคาไม่สูงนัก ใช้ทำเครื่องมือแกะสลักโลหะอ่อน ดอกสว่านเจาะชิ้นงานที่ไม่ใช่เหล็ก ใบตัดโลหะบาง และแม่พิมพ์ปั๊มโลหะที่ใช้ในการขึ้นรูปเย็น ชิ้นงานที่มีจำนวนการผลิตปานกลางถึงค่อนข้างสูง

กลุ่มที่มีธาตุผสมปานกลางชุบแข็งโดยใช้ลมเป่า ที่นิยมนำมาใช้จะเป็นเหล็กกล้าผสมเครื่องมืองานเย็นเกรด JIS SKD 12 เนื่องจากเป็นเหล็กชุบลม จึงมีการบิดตัวน้อย ชิ้นงานที่ทำจากเหล็กเกรดนี้ภายหลังการชุบแข็งจะได้ความแข็งลึก มีการเสียน้อย คุณสมบัติทนการเสียดสีสูง ทนแรงกระแทกได้ดีพอใช้ ตัวอย่างชิ้นงาน เช่น เครื่องมือมีคม กรรไกรตัดเหล็ก แม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปโลหะที่ผลิตได้เป็นจำนวนมาก

กลุ่มที่มีปริมาณคาร์บอนสูง และผสมโครเมียมสูง ในกลุ่มนี้ที่นิยมนำมาใช้กันมากที่สุดจะเป็นเกรด JIS SKD 11 เนื่องจากมีความเหนียวทนแรงกระแทกได้สูงกว่าเกรดอื่น ๆ ในกลุ่ม สามารถชุบแข็งได้ดี ชิ้นงานจะมีสมบัติทนการเสียดสีได้สูงมาก แต่สมบัติด้านทนแรงกระแทกจะไม่สูงนัก ตัวอย่างชิ้นงาน เช่น เครื่องมือมีคมที่ใช้กับโลหะและเหล็ก แม่พิมพ์ปั๊มโลหะแผ่น แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก เป็นต้น

เหล็กกล้าผสมเครื่องมืองานร้อน (Alloy Tool Steel Hot Work)

เหล็กกลุ่มนี้จะมีสมบัติที่สามารถใช้งานที่ต้องสัมผัสกับความร้อนได้ดี โดยมีการเปลี่ยนรูปขณะใช้งานน้อย ทนแรงกระแทกได้ดี และมีความต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง เหล็กกลุ่มนี้แบ่งออกเป็นหลายเกรด แต่ที่นิยมนำมาใช้ภายในประเทศจะเป็นเกรด JIS SKD 61 เนื่องจากเหล็กเกรดนี้ มีความเหนียวทนแรงกระแทกได้สูงกว่าเกรดอื่น ๆ ในกลุ่ม มีความต้านทานต่อความร้อนและเย็นสลับกัน ในขณะที่ขึ้นรูปร้อนชิ้นงาน เช่น การตีขึ้นรูปร้อนชิ้นงานเหล็กกล้าที่ต้องมีการสเปรย์น้ำหล่อเย็น เพื่อไล่สะเก็ดล่อนจากผิวชิ้นงานตัวอย่างการใช้งาน เช่น แม่พิมพ์อัดขึ้นรูปร้อนอลูมิเนียม แม่พิมพ์หล่ออลูมิเนียม แม่พิมพ์ตีขึ้นรูปร้อนเหล็กกล้า (Hot Forging Dies) ชิ้นงานที่ทำจากเหล็กเกรดนี้ สามารถเพิ่มสมบัติทนต่อการเสียดสีได้ ด้วยการนำไปเสริมไนโตรเจนที่ผิว (Nitriding)

เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง (High Speed Tool Steels)

เหล็กในกลุ่มนี้ถูกออกแบบมาเพื่อ ใช้ในงาน กลึง ไส กัด ตัด และ เจาะ ชิ้นงานโลหะด้วยความเร็วสูง ด้วยสมบัติพิเศษที่สามารถรักษาคมตัดได้ขณะใช้งานที่อุณหภูมิสูง เนื่องจากเหล็กในกลุ่มนี้

มีธาตุผสมที่รักษาสมบัติด้านความแข็งแรงทนต่อการเสียดสี ทนความร้อน และยังคงรักษาความเหนียวไว้ได้ ธาตุผสมที่สำคัญคือ ทังสเตน โมลิบดีนัม โครเมียม และโคบอลต์ เหล็กกลุ่มนี้ที่นิยมใช้ทำแม่พิมพ์ปั๊มโลหะได้แก่เกรด JIS SKH 51 เป็นส่วนใหญ่ นอกนั้น จะเป็นเกรด JIS SKH 52, SKH 55 และ SKH 59 ที่อาจจะมีการใช้งานอยู่บ้างเล็กน้อย ตัวอย่างการใช้งาน เช่น ทำแม่พิมพ์อัดขึ้นรูป แม่พิมพ์ปั๊มโลหะ แผ่นที่มีคุณภาพสูง ชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก เป็นต้น

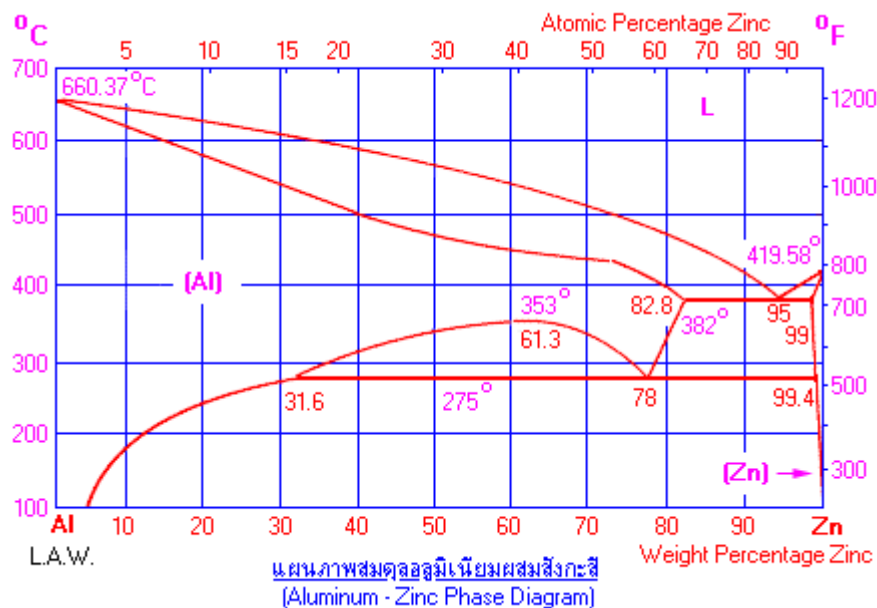
เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steels)

เหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มที่ใช้ทำแม่พิมพ์จะเป็นเหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มมาร์เทนซิติก (Martensitic Stainless Steels) เหล็กกลุ่มนี้ สามารถชุบแข็งได้ เมื่อทำการอบชุบแข็งแล้วจะได้โครงสร้างมาร์เทนไซต์ เหล็กกลุ่มนี้ จะผสมโครเมียมเป็นองค์ประกอบหลักในปริมาณ 11.5-18% แม่เหล็กสามารถดูดติด สามารถขึ้นรูปร้อนได้ถ้าทำการชุบแข็งตามอุณหภูมิและวิธีที่ถูกต้องจะทนต่อการกัดกร่อนและด้านทานการเกิดสนิมได้ดี แต่ถ้าชุบแข็งไม่ถูกต้องอาจทำให้สมบัติด้านนี้ลดลงได้ เนื่องจากถ้าการเย็นตัวในสารชุบแข็งเกินไป จะทำให้เกิดคาร์ไบด์ตกผลึกตามขอบเกรน ในบริเวณนี้จะมีโครเมียมต่ำทำให้เกิดสนิมได้ ในการชุบแข็งเหล็กกล้าไร้สนิม สามารถชุบได้ทั้งลม และน้ำมัน ขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นงาน มักนิยมใช้ทำแม่พิมพ์ที่ใช้ฉีดพลาสติกที่มีความกัดกร่อนสูง ดังเช่น พลาสติก PVC เกรดที่นิยมใช้งานจะเป็นเกรด JIS SUS 420J2, 431 และ เกรด 440 C

2.5.3 โลหะผสม (Alloy Metals) วัสดุทำแม่พิมพ์ที่เป็นโลหะผสมที่สำคัญมี ดังต่อไปนี้

อลูมิเนียมผสม (Aluminum Alloy)

อลูมิเนียมผสมที่ใช้ทำแม่พิมพ์ส่วนใหญ่จะเป็นเกรด A7079-61 ข้อดีของการนำอลูมิเนียมมาทำแม่พิมพ์คือ มีความสามารถในการระบายความร้อนได้ดี มีน้ำหนักเบา คือมีน้ำหนักประมาณ 1 ใน 3 ของเหล็ก จึงมักนิยมทำพ่นซ์โฮสเตอร์ หรือ คายโฮสเตอร์ ของแม่พิมพ์ขนาดใหญ่ วัสดุประสงค์เพื่อลดน้ำหนักแม่พิมพ์ให้เบาลง นอกจากนี้ อลูมิเนียมยังเป็นโลหะที่สามารถขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลได้ง่ายกว่าเหล็กมาก จึงสามารถประหยัดเวลาในการขึ้นรูปแม่พิมพ์ได้มาก อลูมิเนียมผสมที่ใช้ทำแม่พิมพ์มักจะเป็นเกรด A7079 และชนิดที่คล้าย ๆ กัน สมบัติของอลูมิเนียมเกรดนี้ จะใกล้เคียงกับเหล็กกล้าคาร์บอน เกรด S 50 C สามารถใช้ทำแม่พิมพ์พลาสติก ทั้งแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก และแม่พิมพ์เป่าพลาสติก ที่มีจำนวนการผลิตไม่มากนัก และเนื่องจากอลูมิเนียมผสมนี้ ทนทานต่อการกัดกร่อนจากสารเคมีได้ดี จึงใช้ทำแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก PVC ได้



ภาพที่ 2-2 สมดุลอลูมิเนียมสังกะสี

โลหะผสม Beryllium Copper Alloy

จากแผนภาพสมดุลอลูมิเนียมสังกะสี เราจะพบว่า สังกะสี (Zn) มีอุณหภูมิการหลอมละลายต่ำกว่า อลูมิเนียม (Al) คือ อุณหภูมิที่ 419.5°C นอกจากนี้แล้ว สังกะสียังมีโครงสร้างผลึก แบบ Hexagonal ซึ่งแตกต่างจากอลูมิเนียม การผสมสังกะสี 4-8% และแมกนีเซียม 1-3% ในอลูมิเนียม ใช้ในการผลิต อลูมิเนียมผสม ที่แปรรูปเย็น สามารถปฏิบัติการ ทางความร้อนได้ ในกลุ่ม 7XXX อลูมิเนียมผสมบาง กลุ่มถูกพัฒนาสมบัติความแข็งแรงสูงสุด ของพื้นฐาน อลูมิเนียมผสมสังกะสี และแมกนีเซียม ทั้งสอง ธาตุ มีความสามารถในการละลาย ในสภาวะสารละลายของแข็งสูง นอกจากนี้ การเพิ่มทองแดง 1-2% ลงในกลุ่ม 7XXX ทำให้มีสมบัติ ด้านความแข็งแรง ของอลูมิเนียมผสมสังกะสี และผสมแมกนีเซียม สูงขึ้น จะนิยมนำไปใช้งานทางด้านการอากาศยาน ที่มีความต้องการ ความแข็งแรงสูง

ความสำเร็จจากการพัฒนาของ อลูมิเนียมผสมสังกะสี และผสมแมกนีเซียม เป็นส่วนสำคัญของกลุ่ม 7XXX การพัฒนานี้เป็นไปได้ โดยผลของธาตุโครเมียมที่เติม ซึ่งเป็นการปรับปรุงครั้งใหญ่ ของความต้านทานการกัดกร่อน ที่เกิดจากการแตกร้าว (Stress-Corrosion Cracking Resistance) ของแผ่นอลูมิเนียม จากอลูมิเนียมผสมสังกะสี และผสมแมกนีเซียม และทองแดงผสม อลูมิเนียมหมายเลข 7075 มี 5.6%สังกะสี , 2.5%แมกนีเซียม , 1.6%ทองแดง และ 0.3%โครเมียม การเปลี่ยนแปลง ความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้น ของ อลูมิเนียมหมายเลข 7075 , 7178 เป็นการพัฒนาในปี ค.ศ. 1951 มีปริมาณธาตุ สังกะสี , แมกนีเซียม และ ทองแดงมาก อลูมิเนียมหมายเลข 7001 เป็นการเสนอในปี ค.ศ. 1960 และ มี 7.4%สังกะสี , 3.0%แมกนีเซียม , และ 2.1%ทองแดง

อลูมิเนียมผสมโลหะเกรดพิเศษ (Aluminum Alloys) เป็นโลหะอลูมิเนียมที่ผสมธาตุโลหะ ชนิดอื่น เพื่อปรับปรุงสมบัติทางด้านความแข็งแรงสมบัติเด่น มีน้ำหนักเบา ตัดกลึงง่าย มีความแข็งแรง สูงนำความร้อนได้ดีการใช้งานแม่พิมพ์เป่าอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

2024 (บ่มแข็ง , T451) อลูมิเนียมกลุ่มผสมทองแดงจึงมีความแข็งแรงสูง และทนต่อการล้าได้ดี นิยมใช้ทำแม่พิมพ์เป่าพลาสติก หรือแม่พิมพ์ขึ้นรูปพลาสติกในสูญญากาศ แม่พิมพ์ร่องเท้า ขึ้นส่วนเครื่องจักรกลโครงสร้างเครื่องบินอุปกรณ์จับยึดต่างๆ5052 (รีดแข็ง , H112) อลูมิเนียมกลุ่มผสมแมกนีเซียม สามารถชุบอะโนไดซ์สีได้ดีมาก ให้ผิวสวยงามเมื่อตัดกลึง สามารถใช้งานที่อุณหภูมิติดลบได้ดี นิยมใช้ทำอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน แม่พิมพ์ตัวอย่างภาชนะหรือเครื่องใช้ในอุตสาหกรรมเคมีและอาหาร ท่อไฮดรอลิกส์ หมุดย้ำชิ้นส่วนในยานพาหนะ5083 (รีดแข็ง , H112) อลูมิเนียมกลุ่มผสมแมกนีเซียม สามารถชุบอะโนไดซ์สีได้ดีมาก ให้ผิวสวยงามเมื่อตัดกลึง สามารถใช้งานที่อุณหภูมิติดลบได้ดี นิยมใช้ทำแม่พิมพ์เป่าพลาสติก แม่พิมพ์ขึ้นรูปยางและโฟม อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ถึงทนแรงดันสูง ตู้คอนเทนเนอร์ ขึ้นส่วนยานพาหนะและอาคาร6061 (บ่มแข็ง , T651) อลูมิเนียมกลุ่มผสมแมกนีเซียมและซิลิกอน ที่สามารถบ่มแข็งได้ จึงมีความแข็งแรงสูงและทนต่อการกัดกร่อนได้ดีเยี่ยม สามารถขัดเงาได้ดี และชุบอะโนไดซ์สีได้ผิวสวยงาม นิยมใช้ทำแม่พิมพ์เป่าพลาสติก แม่พิมพ์ฉีดโฟมและยาง โครงสร้างยานพาหนะและอาคาร หมุดย้ำราวสะพาน7022 (บ่มแข็ง , T651) อลูมิเนียมกลุ่มผสมสังกะสี ที่มีความแข็งแรงสูงมาก ตัดกลึงง่าย สามารถชุบอะโนไดซ์แข็งได้ดี นิยมใช้ทำแม่พิมพ์เป่าขวดพลาสติก แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกจำนวนน้อย อุปกรณ์ขึ้นส่วนเครื่องจักรกลแผ่นนำความร้อน7075 (บ่มแข็ง , T651) อลูมิเนียมกลุ่มผสมสังกะสี ที่มีความแข็งแรงสูงที่สุดในกลุ่ม ตัดกลึงง่าย สามารถชุบอะโนไดซ์แข็งได้ดีเยี่ยม นิยมใช้ทำแม่พิมพ์เป่าขวดพลาสติก แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก อุปกรณ์ขึ้นส่วนเครื่องจักรกล โต๊ะเครื่องมือ แผ่นรองสแตมปีง

© 2008 พลาสติกไทย Joomla 1.5 Templates by vonfio.de

http://aluminiumlearning.com/html/images/phase/Al_Zn.gif

2.6 อายุการใช้งานของวัสดุที่นำมาทำแม่พิมพ์

การส่งของให้ทันตามกำหนดเวลา มักจะเป็นเหตุผลทางการขายที่ไม่ควรปล่อยให้เลยกำหนดเวลาหรือส่งของช้ากว่ากำหนด ถึงแม้ว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นจะส่งผลเมื่อเวลาผ่านไปนานพอสมควรแล้วก็ตาม การบำรุงรักษาแบบป้องกันจะช่วยให้เกิดความเชื่อมั่นนี้ได้

ลักษณะและวิธีการจัดการบำรุงรักษาแบบป้องกันจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขเฉพาะ ซึ่งควรจะมีการวางแผนตามรายละเอียดของข้อมูลทางสถิติเกี่ยวกับข้อบกพร่องจากการใช้งานที่เกิดขึ้น สถิติเกี่ยวกับข้อบกพร่องจะช่วยให้การจัดเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นส่วนใดหรือกลุ่มชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ที่มีมักจะเกิดการชำรุดได้ง่าย หรือเกิดการสึกหรอสูง ช่วงเทคนิคที่จำเป็นต้องใช้ในการซ่อมตามลักษณะของการชำรุดที่เกิดขึ้น ระยะเวลาและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการซ่อม และสุดท้ายจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนครั้งในการฉีกจนกระทั่งเกิดการชำรุดขึ้น ถ้าสามารถทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนของแม่พิมพ์จากข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้ได้ การควบคุมให้เป็นไปตามยุทธวิธีในการบำรุงรักษาแบบป้องกันก็จะสามารถลดเวลาที่ต้องสูญเสียไปจากการหยุดการผลิตได้ ข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้จะได้จากการรวบรวมข้อมูลตามช่วงเวลาในการตรวจสอบแม่พิมพ์ที่ใช้งานอยู่ ช่วงเวลาในการตรวจสอบจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไข

เฉพาะแห่งในโรงงาน ชนิดและการออกแบบแม่พิมพ์ (เบ้าพิมพ์เดี่ยว , หลายเบ้าพิมพ์ , เบ้าพิมพ์แบบสฟลิต , แม่พิมพ์แบบใช้แทนเลื่อน เป็นต้น) และการเลือกใช้วัสดุทำแม่พิมพ์ ประการหลังนี้จะมีความสำคัญสำหรับการกำหนดอายุการใช้งานของแม่พิมพ์ แม่พิมพ์ที่มีอายุการใช้งานสั้นก็จะต้องมีช่วงเวลาในการตรวจสอบสั้นตามด้วย ตารางที่ 1 เป็นจำนวนชิ้นงานเฉลี่ยที่แม่พิมพ์สามารถผลิตได้ตามชนิดของวัสดุทำแม่พิมพ์ จนถึงช่วงเวลาที่ต้องการตรวจสอบ

ตารางที่ 2-1 ปริมาณชิ้นงานที่สามารถผลิตได้จากวัสดุทำพิมพ์ชนิดต่าง ๆ

วัสดุ		ปริมาณชิ้นงาน
โลหะผสมสังกะสี	หล่อ	100,000
อะลูมิเนียม	หล่อ	100,000
อะลูมิเนียม	รีด	100,000 – 200,000
เบอร์ริลเลียม คอปเปอร์	ชุบผิวแข็ง	250,000 – 500,000
เหล็ก		500,000 – 1,000,000

การตรวจสอบแม่พิมพ์ครั้งสุดท้ายพร้อม ๆ กับการบำรุงรักษาแม่พิมพ์ จะต้องทำให้เสร็จสิ้นก่อนที่จะถอดแม่พิมพ์ลงจากเครื่องฉีด วิธีนี้จะทำให้สามารถทำการบำรุงรักษาและตรวจสอบการทำงานจริงบนเครื่องฉีดได้ และในเวลาเดียวกันก็สามารถตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานฉีด ตลอดจนการจัดเตรียมข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับสถานะของแม่พิมพ์ได้ด้วย ชิ้นงานฉีดจะแสดงให้เห็นถึงความเสียหายของผิวเบ้าพิมพ์ การเลื่อนเปลี่ยนตำแหน่งของสลักปลด ประสิทธิภาพของทางน้ำหล่อเย็น ผิวที่เส้นแบ่งส่วนแม่พิมพ์ เป็นต้น ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการประเมินผลของชิ้นงานฉีดจะช่วยให้การตัดสินใจเกี่ยวกับสภาพของแม่พิมพ์และยังช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับงานบำรุงรักษาส่วนใดที่ต้องการกระทำทันที ถ้าไม่มีข้อบกพร่องใดๆ งานบำรุงรักษาก็จะทำตามปกติตามแผนงานที่วางไว้ และทำการซ่อมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่จำเป็นที่ได้จากการประเมินค่าทางสถิติของความบกพร่องที่เกิดขึ้น