บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบและพัฒนาเครื่องปิดปากถุงพลาสติกของกลุ่มโรงงานน้ำแข็งขนาดย่อมบ้านวังน้ำขาว อำเภอหนองมะโมง จังหวัดชัยนาท ศึกษาเอกสารและ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 กลุ่มโรงงานน้ำแข็งบ้านวังน้ำขาว อำเภอหนองมะโมง จังหวัดชัยนาท

2.2 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์

2.3 ความสำคัญของขนาดสัดส่วนของมนุษย์

2.4 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

2.5 กรรมวิธีผลิตงานพลาสติก

2.1 กลุ่มโรงงานน้ำแข็งบ้านวังน้ำขาว อำเภอหนองมะโมง จังหวัดชัยนาท

โรงงานน้ำแข็งขนาดย่อมบ้านวังน้ำขาว อำเภอหนองมะโมง จังหวัดชัยนาท ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2543โดย นาย ยุทธนา พลอยเพชร เริ่มจากทำธุรกิจภายในครอบครัว ทำในครัวเรือนมีผู้ร่วมธุรกิจจำนวน 3 คน และสมาชิกอื่น ๆ โดยช่วงแรกเริ่มจากการซื้อเครื่องผลิตน้ำแข็งจำนวน 1 เครื่อง เมื่อผลิตน้ำแข็งออกมาได้ทำการจัดจำหน่ายแบบกระสอบ โดยกระสอบ 1 กระสอบ จะมีปริมาณน้ำแข็ง 10กิโลกรัม ได้ผลิตออกจัดจำหน่ายตามร้านค้าทั่วไปภายในหมู่บ้าน นายยุทธนา ผลิตน้ำแข็งแบบแบ่งกระสอบ มาเป็นเวลา 3 ปี ซึ่งได้รับผลตอบแทนที่ดีและสินค้าติดตลาดจึงมองเห็นลู่ทางที่จะทำการค้าและขยายตลาด ต่อมาเมื่อปี พ.ศ.2546 ได้ซื้อเครื่องปิดปากถุงพลาสติกจำนวน 1 เครื่อง เพื่อที่จะทำการแบ่งขายน้ำแข็งโดยการใช้เครื่องปิดปากถุงพลาสติกปิดผนึกถุงพลาสติกที่บรรจุน้ำแข็งในปริมาณต่างๆ

ภาพที่ 2.1 แสดงภาพเครื่องปิดปากถุงพลาสติกของกลุ่มโรงงานน้ำแข็ง

ปัจจุบันนายยุทธนา ได้จัดจำหน่ายน้ำแข็งแบบผนึกปากถุงจำนวนมากส่งตามร้านค้าขนาดย่อมและขนาดใหญ่ในหมู่บ้านวังน้ำขาว และหมู่บ้านใกล้เคียงจนได้รับผลตอบรับที่ดี

2.2 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ดีย่อมเกิดมาจากการออกแบบที่ดีในการออกแบบผลิตภัณฑ์ นักออกแบบต้องคำนึงถึงหลักการทำการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ที่ดีเอาไว้ว่า ควรมีองค์ประกอบอะไรบ้างแล้วใช้ความคิดสร้างสรรค์วิธีต่างๆ ที่ได้กล่าวมา เสนอแนวคิดให้ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมตามหลักการออกแบบ โดยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่นักออกแบบควรคำนึงถึงดังนี้

1. หน้าที่ใช้สอย

หน้าที่ใช้สอยถือเป็นหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกที่ต้องคำนึงถึงผลิตภัณฑ์ทุกชนิด ต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกสบาย ผลิตภัณฑ์นั้นถือว่ามีประโยชน์ใช้สอยดี (High Function) แต่ถ้าหากผลิตภัณฑ์ใดไม่สามารถสนองความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลิตภัณฑ์นั้นก็จะถือได้ว่ามีประโยชน์ใช้สอยไม่ดีเท่าที่ควร (Low Function)

สำหรับคำว่าประโยชน์ใช้สอยดี (High Function) ควรประกอบด้วยความง่ายแก่การเข้าใจมีประสิทธิภาพ และมีประโยชน์ใช้สอยดี ทำความสะอาดได้ง่าย การเก็บและบำรุงรักษาจะต้องง่ายสะดวกด้วย ประโยชน์ใช้สอยของจึงจะครบถ้วนสมบูรณ์

2. ความปลอดภัย

สิ่งที่อำนวยประโยชน์ได้มากเพียงใด ย่อมจะมีโทษเพียงนั้น ผลิตภัณฑ์ที่ให้ความสะดวกต่างๆ มักจะเกิดจากเครื่องจักรกลและเครื่องใช้ไฟฟ้า การออกแบบควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้ ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็ต้องแสดงเครื่องหมายไว้ให้ชัดเจนหรือมีคำอธิบายไว้

3. ความแข็งแรง

ผลิตภัณฑ์จะต้องมีความแข็งแรงในตัวผลิตภัณฑ์หรือโครงสร้างเป็นความเหมาะสมในการที่นักออกแบบรู้จักใช้คุณสมบัติของวัสดุและจำนวน หรือปริมาณของโครงสร้าง ในกรณีที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่จะต้องรับน้ำหนัก เช่น โต๊ะ เก้าอี้ ต้องเข้าใจหลักโครงสร้างและการรับน้ำหนัก อีกทั้งต้องไม่ทิ้งเรื่องของความงามทางศิลปะ เพราะมีปัญหาว่า ถ้าใช้โครงสร้างให้มากเพื่อความแข็งแรง

จะเกิดสวนทางกับความงาม นักออกแบบจะต้องเป็นผู้ดึงเอาสิ่งสองสิ่งนี้เข้ามาอยู่ในความพอดีให้ได้ ส่วนความแข็งแรงจองผลิตภัณฑ์เองนั้นก็ขึ้นอยู่ที่การออกแบบรูปร่างและการเลือกใช้วัสดุ และประกอบกับการศึกษาข้อมูลการใช้ผลิตภัณฑ์ว่า ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวต้องรับน้ำหนักหรือกระทบกระแทกอะไรหรือไม่ในขณะทำงานก็คงต้องทดลองประกอบการออกแบบไปด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ความแข็งแรงของโครงสร้างหรือตัวผลิตภัณฑ์ นอกจากเลือกใช้ประเภทของวัสดุโครงสร้างที่เหมาะสมแล้วยังต้องคำนึงถึงความประหยัดควบคู่กันไปด้วย

4. ความสะดวกสบายในการใช้

นักออกแบบต้องศึกษาวิชากายวิภาคเชิงกลเกี่ยวกับสัดส่วน ขนาด และขีดจำกัดที่เหมาะสมสำหรับอวัยวะส่วนต่างๆ ในร่างกายของมนุษย์ทุกเพศ ทุกวัยซึ่งจะประกอบด้วยความรู้ทางด้านขนาดสัดส่วนมนุษย์ (ANTHROPOMETRY) ด้านสรีรศาสตร์ (PHYSIOLOGY) จะทำให้ทราบ ขีดจำกัด ความสามารถของอวัยยะส่วนต่างๆ ในร่างกายมนุษย์เพื่อใช้ประกอบการออกแบบหรือศึกษาด้านจิตวิทยา(PSYCHOLOGY) ซึ่งความรู้ในด้านต่างๆ ที่กล่าวมานี้ จะทำให้นักออกแบบออกแบบและกำหนดขนาด (DIMENSIONS) ส่วนโค้ง ส่วนเว้า ส่วนตรง ส่วนแคบของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อย่างพอเหมาะกับร่างกายหรืออวัยวะของมนุษย์ที่ใช้ ก็จะเกิดความสะดวกสบายในการใช้การไม่เมื่อยมือหรือเกิดการล้าในขณะที่ใช้ไปนานๆ ผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาวิชาดังกล่าว ก็จะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ใช้ต้องใช้อวัยวะร่างกายไปสัมผัสเป็นเวลานาน เช่น เก้าอี้ ด้ามเครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ การออกแบบภายในห้องโดยสารรถยนต์ ที่มือจับรถจักยาน ปุ่มสัมผัสต่างๆ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่ยกตัวอย่างมานี้ถ้าผู้ใช้ผู้ใดไม่เคยใช้มาก่อนแล้วเกิดความไม่สบายร่างกายขึ้นก็แสดงว่าศึกษากายวิภาคเชิงกลไม่ดีพอแต่ทั้งนี้ก็ต้องศึกษาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวให้ดีก่อน จะไปเหมาว่าผลิตภัณฑ์นั้นไม่ดี เพราะผลิตภัณฑ์บางชนิดผลิตมาจากประเทศตะวันตกซึ่งออกแบบโดยใช้มาตรฐานของผู้ใช้ชาวตะวันตก ที่มีรูปร่างใหญ่โตกว่าชาวเอเชีย เมื่อชาวเอเชียนำมาใช้อาจจะไม่พอดีหรือหลวม ไม่สะดวกในการใช้งาน นักออกแบบจึงจำเป็นต้องศึกษาสัดส่วนร่างกายของชนชาติหรือเผ่าพันธุ์ ที่ใช้ผลิตภัณฑ์เป็นเกณฑ์

5. ความสวยงาม

ผลิตภัณฑ์ในยุคปัจจุบันนี้ความสวยงามนับว่าเป็นความสำคัญไม่ยิ่งหยอนไปกว่าหน้าที่ใช้สอยเลย ความสวยงามจะเป็นที่ทำให้เกิดการตัดสินใจซื้อ ประทับใจ ส่วนหน้าที่ใช้สอยจะดีหรือไม่

ต้องใช้เวลาอีกระยะหนึ่ง คือใช้ไปเรื่อยๆ ก็จะเกิดข้อบกพร่องในหน้าที่ใช้สอยให้เห็นภายหลัง ผลิตบางอย่างความสวยงามก็คือหน้าที่ใช้สอยนั้นเอง ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแต่งต่างๆ ซึ่งผู้ซื้อเกิดความประทับใจในความสวยงามของผลิตภัณฑ์ความสวยงามจะเกิดมาจากสิ่งสองสิ่งด้วยกัน ก็คือ รูปร่าง (FORM) และสี (COLOR) การกำหนดรูปร่างและสี ในงานออกแบบผลิตภัณฑ์ไม่เหมือนกับการกำหนด รูปร่าง สี ในงานศิลปะแขนงอื่นๆ เช่น กิจกรรม ซึ่งสามารถที่จะแสดงหรือกำหนดรูปร่าง สี ได้ตามความนึกคิดของจิตกรที่ต้องการ แต่ในงานออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นในลักษณะศิลปะอุตสาหกรรมจะทำความชอบ ความรู้สึกนึกคิดของนักออกแบบแต่เพียงผู้เดียวไม่ได้ และจำเป็นต้องยึดข้อมูล และกฎเกณฑ์ผสมผสานรูปร่างและสีสันให้เหมาะสม

6. ราคาพอสมควร

ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมาขายนั้นย่อมต้องมีข้อมูลผู้บริโภคและการตลาดที่ได้ค้นคว้าและสำรวจแล้ว ผลิตภัณฑ์ย่อมจะต้องมีการกำหนดกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้ว่าเป็นคนกลุ่มใด อาชีพฐานะเป็นอย่างไร มีความต้องการใช้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์นี้เพียงใด นักออกแบบก็จะเป็นผู้กำหนดแบบผลิตภัณฑ์ ประมาณราคาขายให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายที่จะซื้อได้ การจะได้มาเพื่อผลิตภัณฑ์ที่มีราคาเหมาะสมกับผู้ซื้อนั้น ก็อยู่ที่การเลือกใช้ชนิดหรือเกรดของวัสดุ และเลือกวิธีการผลิตที่ง่ายรวดเร็ว เหมาะสม

อย่างไรก็ดี ถ้าประมาณการออกมาแล้ว ปรากฏว่า ราคาค่อนข้างจะสูงกว่าที่กำหนดไว้ ก็อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาองค์ประกอบด้านต่างๆ กันใหม่ แต่ก็ยังต้องคงไว้ซึ่งคุณค่าของผลิตภัณฑ์นั้น เรียกว่าเป็นวิธีการลดค่าใช้จ่าย

7. การซ่อมแซมง่าย

หลักการนี้คงจะใช้กับผลิตภัณฑ์ เครื่องจักรกล เครื่องยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ที่มีกลไกซับซ้อน อะไหล่บางชิ้นย่อมต้องมีการเสื่อมสภาพไปตามอายุการใช้งานหรือการใช้งานในทางที่ผิด นักออกแบบจะต้องศึกษาถึงตำแหน่งในการจัดวางกลไกแต่ละชิ้นตลอดจนน๊อตสกรูเพื่อที่จะได้ออกแบบส่วนของฝาครอบบริเวณต่างๆ ให้สะดวก ในการถอดซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอะไหล่ง่าย

8. วัสดุและวิธีผลิต

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ผลิตด้วยวัสดุสังเคราะห์อาจมีกรรมวิธีเลือกใช้วัสดุและวิธีผลิตได้หลายแบบ แต่แบบหรือวิธีใดถึงจะเหมาะสมที่สุด ที่จะไม่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าที่ประมาณ

ฉะนั้น นักออกแบบคงจะต้องศึกษาวัสดุและวิธีผลิตให้ลึกซึ้ง โดยเฉพาะวัสดุจำพวกพลาสติกในแต่ละชนิด จะมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ต่างกันออกไป เช่น มีความใส ทนความร้อน ผิวมันวาว ทนกรดด่างได้ดี ไม่ลื่น เป็นต้น ก็ต้องเลือกใช้คุณสมบัติดังกล่าวให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่พึงมียิ่งในสมัยนี้ มีการรณรงค์ช่วยกันพิทักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยการใช้วัสดุที่นำกลับหมุนเวียนมาใช้ใหม่ ก็ยิ่งทำให้นักออกแบบย่อมต้องมีบทบาทเพิ่มขึ้นอีกคือ เป็นผู้ช่วยพิทักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยการเลือกใช้วัสดุที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ ที่เรียกว่า “รีไซเคิล”

9. การขนส่ง

นักออกแบบต้องคำนึงถึงการประหยัดค่าขนส่ง การขนส่งสะดวกหรือไม่ระยะใกล้หรือระยะไกลกินเนื้อที่ในการขนส่งมากเพียงใด การขนส่งทางบกทางน้ำหรือทางอากาศต้องทำการบรรจุหีบห่ออย่างไร ถึงจะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการเสียหายชำรุด ขนาดของตู้คอนเทนเนอร์บรรทุกสินค้าหรือเนื้อที่ที่ใช้ในการขนส่งมีขนาด กว้าง ยาว สูง เท่าไร เป็นต้น หรือในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบมีขนาดใหญ่โตยาวมาก เช่น เตียงหรือพัดลมแบบตั้งพื้น นักออกแบบต้องควรคำนึงถึงเรื่องการขนส่งตั้งแต่ขั้นตอนของการออกแบบกันเลยคือ ออกแบบให้มีชิ้นส่วนสามารถถอดประกอบได้ง่ายสะดวก เพื่อทำให้หีบห่อมีขนาดเล็กสุดสามารถบรรจุในลังที่เป็นขนาดมาตรฐาน เพื่อการประหยัดค่าขนส่ง เมื่อผู้ซื้อซื้อไปก็สามารถที่จะขนส่งได้ด้วยตนเองนำกลับไปบ้านก็สามารถประกอบชิ้นส่วนให้เข้ารูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้โดยสะดวกด้วยตนเอง

10. ความถูกต้องตามกฎระเบียบ ระบบและการคำนึงถึงสภาพแวดล้อม

เกณฑ์การพิจารณาเหล่านี้มาจากปัจจัยภายนอกงานออกแบบ ลักษณะงานออกแบบที่ดีควรมีความสอดคล้องกับความต้องการของตลาด มีราคาที่เหมาะสมสามารถแข่งขันได้เป็นอย่างดี มีการออกแบบอย่างรอบคอบไม่ขัดกับกฎระเบียบข้อบังคับตลอดจนระบบที่ใช้กันเป็นมาตรฐานสากลในขณะนั้น นอกจากนี้ยังเป็นงานออกแบบที่แสดงสำนึกความมีส่วนรับผิดชอบต่อปัญหาสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้น ปัจจัยจากภายนอกเหล่านี้แม้จะไม่ใช่เกณฑ์สำคัญเป็นอันดับแรกของการพิจารณางานออกแบบ แต่ก็อาจเป็นเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินชี้ขาดเมื่อเปรียบเทียบกันในด้านต่างๆ แล้ว

11. ความก้าวหน้าทางการประดิษฐ์คิดค้น

นอกเหนือจากเกณฑ์พื้นฐานแล้ว ในปัจจุบันจะพบว่างานออกแบบส่วนใหญ่ได้รับการออกแบบให้ถูกต้องตามมาตรฐานและมีลักษณะสอดคล้องตามเกณฑ์เบื้องต้นครบถ้วน จึงทำให้การพิจารณาผลิตภัณฑ์ที่ดีของสมัยใหม่นี้มุ่งเน้นไปในประเด็นการประดิษฐ์คิดค้นหรือการสร้างให้เกิดสิ่งใหม่ นวัตกรรมนั้นอาจทำได้ 2 ลักษณะคือ การนำงานออกแบบเก่ามาปรับปรุงทั้งทางด้านการใช้สอยให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น และอยู่ในลักษณะหน้าตาใหม่ และการสร้างให้เกิดการใช้งานอย่างใหม่สอดคล้องตามวิถีชีวิตที่เปลี่ยนไปโดยอาศัยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นมาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม

เกณฑ์การพิจารณางานออกแบบดังกล่าว เป็นการกำหนดหัวข้อหรือประเด็นในขอบเขตที่ใช้สำหรับการตรวจสอบ เพื่อคัดแยกงานออกแบบที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมออกไป จากนั้นในการพิจารณาตัดสินเพื่อเฟ้นหางานออกแบบที่ดีผู้พิจารณาคัดเลือกจะมุ่งเปรียบเทียบงานออกแบบด้วยคุณสมบัติที่สำคัญ 2 ประการ คือ (1) ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดริเริ่มในงานออกแบบไม่ได้หมายถึงความแปลกประหลาดมหัศจรรย์ และก็ไม่ใช่แค่การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบบางอย่างเพื่อไม่ให้ซ้ำแบบใคร เป็นผลงานขั้นสุดท้าย ที่มีความโดดเด่นแตกต่าง (2) ความเรียบง่าย (Simplicity) ความเรียบง่ายเป็นสิ่งที่จำเป็นในงานออกแบบ ความเรียบง่ายไม่ได้หมายถึงความโล้น

เกลี้ยงปราศจากการประดับตกแต่งของรูปทรง แต่หมายถึงความหมดจดของแนวความคิดลักษณะการใช้งานตลอดจนลักษณะภาพพจน์ของงาน

12 การใช้สีเพื่อการออกแบบ

การตกแต่งผิวภายนอกเพื่อเกิดความสวยงามตามลักษณะของสุนทรียภาพและเพื่อชักจูงใจการขายและความชอบนั้นส่วนใหญ่มีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ทุกชนิดด้วยสี การตกแต่งผิวเพื่อการชักนำให้โน้มน้าวให้เกิดผลทั้งการขาย ความสะดุดตา และความงามทั้งหลายแล้วนอกจากนี้ยังมีประโยชน์คือ เป็นสีกันสนิม กันน้ำ หรือต่อต้านสภาวะการทำลายจากภายนอกสำหรับวัตถุหรือผลิตภัณฑ์นั้นด้วย

แต่การที่จะตกแต่งสีสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด นอกจากผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องการความงดงามในแง่ตกแต่งแล้วสียังเป็นสัญลักษณ์บอกเป้าหมายสำหรับการทำงานหรือเตือนใจสำหรับผลิตภัณฑ์ในด้านประโยชน์ใช้สอยแต่ละอย่างด้วยโดยมีการกำหนดความหมายของสีจากความรู้สึก

2.3 ความสำคัญของขนาดสัดส่วนของมนุษย์

มนุษยวิทยาแขนงวิชาที่ว่าด้วยการวัดขนาดสัดส่วนของมนุษย์ (Anthropometry) เป็นการศึกษาข้อมูลที่มุ่งเน้นการวัดขนาดสัดส่วนของมนุษย์ในมิติต่างๆ เช่น ความสูงยืน และความกว้าง และความยาวส่วนต่างๆของร่างกายมนุษย์ เป็นต้น การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขนาดสัดส่วนมนุษย์มีความสำคัญยิ่งต่อการออกแบบ เนื่องจากขนาดสัดส่วนของมนุษย์ส่วนที่ปฏิสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์โดยตรงจะเป็นหนึ่งในตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ยกตัวอย่างเช่น ความสูงยืนมีอิทธิพลต่อการการกำหนดความสูงของประตูรถโดยสารประจำทาง และความสูงนั่งของมนุษย์มีอิทธิพลต่อการกำหนดความสูงของเก้าอี้นั่ง เป็นต้น

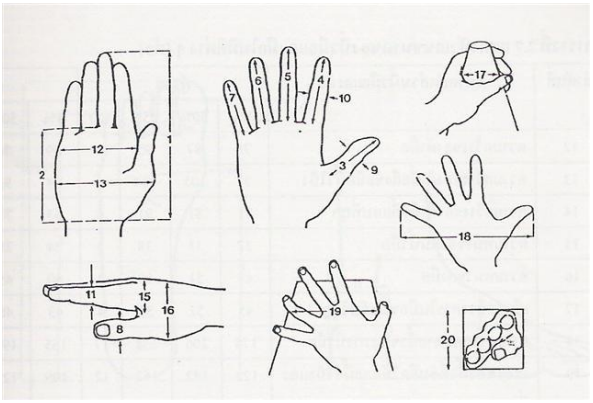
จากการศึกษาข้อมูลของขนาดสัดส่วนของมนุษย์จากการรายงานวิจัยของฝ่ายวิจัยก่อสร้าง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทยและหนังสือ Bodyspace : Anthropometry ,Ergonomics ans design ของสตีเวน เฟเซ่น (Stephen Pheasant) พบว่ามนุษย์มีขนาดสัดส่วนแตกต่างไปตามอายุ เพศ ชาติพันธุ์ พันธุกรรม แนวโน้มของสังคมในช่วงหนึ่งๆชนชั้นทางสังคม และอาชีพหน้าที่การงาน ดังนั้น การกำหนดกลุ่มประชากรที่ใช้งานผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจนก่อน

การออกแบบจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะการระบุกลุ่มประชากรที่แน่นอนจะช่วยให้นักออกแบบ สามารถคัดสรรใช้เฉพาะข้อมูลขนาดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นๆ ได้ นอกจากนั้นนักออกแบบสามารถนำเอาผลิตภัณฑ์ต้นแบบไปทำการทดลองใช้กับกลุ่มประชากรนั้นได้ และสามารถแก้ไขปรับปรุงขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ให้มีสอดคล้องกับขนาดสัดส่วนและพฤติกรรมในการใช้งานของกลุ่มประชากรนั้นๆได้ดียิ่งขึ้น

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวเลขขนาดของนิ้วมือและมือในมิติต่างๆ

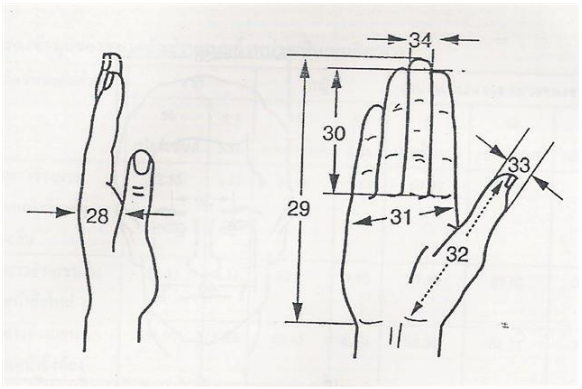
ที่มา(ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2549 : 26)

ลำดับ	ขนาดของสัดส่วนนิ้วมือและมือ	ผู้ชาย				ผู้หญิง			
		5%	50%	95%	SD	5%	50%	95%	SD
1	ความยาวของมือ	173	189	205	10	159	174	189	9
2	ความยาวของฝ่ามือ	98	107	116	6	89	97	105	5
3	ความยาวของนิ้วโป้ง	44	51	58	4	40	47	53	4
4	ความยาวของนิ้วชี้	65	72	79	5	60	67	74	4
5	ความยาวของนิ้วกลาง	76	83	90	5	69	77	84	5
6	ความยาวของนิ้วนาง	65	72	80	4	59	66	73	4
7	ความยาวของนิ้วก้อย	48	55	63	4	43	50	57	4
8	ความกว้างของนิ้วโป้ง	20	23	26	2	17	19	21	2
9	ความหนาของนิ้วโป้ง	19	22	24	2	15	18	20	2
10	ความกว้างของนิ้วชี้	19	21	23	1	16	18	20	1
11	ความหนาของนิ้วชี้	17	19	21	1	14	16	18	1
12	ความกว้างของฝ่ามือ	78	87	95	5	69	76	83	4
13	ความกว้างของฝ่ามือถึงข้อมือนิ้วโป้ง	97	105	114	5	84	92	99	5
14	ความกว้างของฝ่ามือที่แคบที่สุด	71	81	91	6	63	71	79	5
15	ความหนาของคนนิ้วมือ	27	33	38	3	24	28	33	3
16	ความหนาของมือ	44	51	58	4	40	45	50	3
17	เส้นรอบวงภายในมือขณะจับวัตถุ	45	52	59	4	43	48	53	3
18	ความยาวสุดปลายนิ้วขณะกางนิ้วมือ	178	206	234	17	165	190	215	15
19	ระยะของนิ้วที่จับยึดได้ด้วยนิ้วโป้งและนิ้วนาง	122	142	162	12	109	127	145	11
20	ขนาดของนิ้วมือที่สามารถสอดผ่านพื้นที่สี่เหลี่ยม	56	66	76	6	50	58	67	5



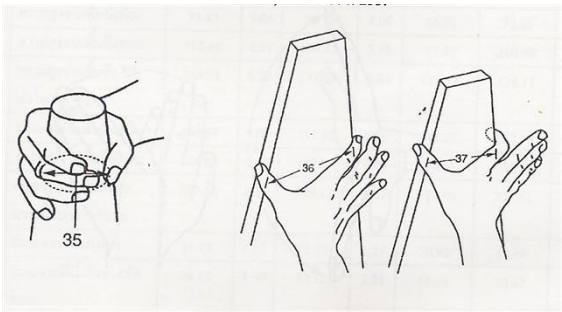
ภาพที่ 2.2 แสดงภาพการวัดมือและนิ้วมือในมิติต่าง ๆ

ที่มา(ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2549 : 27)



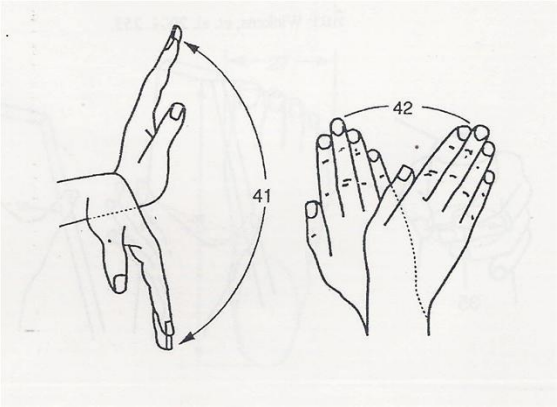
ภาพที่ 2.3 แสดงภาพสัดส่วนมือด้านหน้าและด้านข้าง

ที่มา(ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2549 : 33)



ภาพที่ 2.4 แสดงภาพสัดส่วนของมือกำโดยรอบวัตถุ

ที่มา (ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2549 : 33)



ภาพที่ 2.5 แสดงภาพระยะห่างของการพับข้อมือขึ้นและลงและระยะการบิดข้อมือไปด้านข้าง

ที่มา (ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2549 : 34)

2.4 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

ในการนำวัสดุต่างๆ มาใช้เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้น มีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ที่ถูกต้องและเหมาะสม ในการเลือกใช้วัสดุมีข้อกำหนดและกฎในการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. Formalbility ความสามารถที่จะทำให้วัสดุนั้นเป็นงานสำเร็จรูปได้ง่าย
2. Machinability ความสามารถที่จะทำให้วัสดุนั้นสำเร็จรูปได้ ต้องอาศัยเครื่องจักรกล
3. Macanical-Stability คุณสมบัติทางกลไกในขณะใช้งานไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
4. Electical Behariours คุณสมบัติทางไฟฟ้าต้องเหมาะสมกับงาน
5. Cost ราคาพอสมควร

2.4.1 วัสดุที่เป็นโลหะมี ดังนี้

1. อลูมิเนียม

โลหะพวกอลูมิเนียมมีการนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด คือใช้ในการทำภาชนะบรรจุวัตถุดิบต่างๆ อลูมิเนียมที่ใช้ควรจะเป็นชนิดที่ผสมกับโลหะอื่นๆ ทั้งนี้เพื่อให้มีความแข็งพอเพียงและทนต่อการกัดกร่อนได้

2. เหล็กปลอดสนิม

เหล็กปลอดสนิมนั้นนิยมใช้กันทั่วไปในการสร้างอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนของเครื่องมือที่จะต้องสัมผัสกับอาหาร การที่เหล็กปลอดสนิมทนทานต่อการกัดกร่อนได้อย่างดีนั้น เนื่องมาจากมีการเคลือบด้วยฟิล์มของ Chromium Oxide อย่างไรก็ดีถึงแม้ว่าจะเป็นเหล็กปลอดสนิมที่มีความทนทานต่อการกัดกร่อนได้ดีที่สุด ก็ยังพบว่าถูกกัดกร่อนได้ ถ้าไม่ได้รับการระวังรักษาเป็นอย่างดี โดยทั่วไปจะใช้เหล็กปลอดสนิมชนิด 304L และ 316L ในบริเวณที่มีการเชื่อม เพื่อป้องกัน Intergranular Corrosion โดยเฉพาะอย่างยิ่งในท่อหรือแท้งค์น้ำ ซึ่งมีการทำความสะอาดแบบ Clean-In-Place ส่วนอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการแปรรูปอาหารนั้น มักจะใช้เหล็กปลอดสนิมชนิด NO.4 (120-150 GRIT) Polished Finish แต่บางกรณีก็จะใช้ชนิด 180 Grit Polished มากกว่าตัวอย่างอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้เหล็กปลอดสนิม

3. เหล็ก

แร่เหล็กพบอยู่มากมายในโลก ประกอบกับการถลุงเหล็กก็กระทำได้ไม่ยากนัก เครื่องจักร เครื่องมือตลอดจนอุปกรณ์ทางช่างกลต่างๆ ส่วนมากทำด้วยเหล็กทั้งเหล็กเส้นและเหล็กกล้า เป็นโลหะที่ใช้งานมากกว่าโลหะอื่นรวมกัน แม้ว่าเหล็กกล้าจะสามารถหล่อลงแบบให้มีรูปร่างต่างๆ ที่สลับซับซ้อนได้โดยตรงก็ตามแต่ ส่วนมากจะหล่อเหล็กกล้าเป็นแท่ง (Ingot) ไว้ใช้สำหรับนำไปทำท่อเหล็กเส้น เหล็กแผ่น หรือมีรูปร่างอื่นต่อไป

เหล็กกล้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1) เหล็กกล้าธรรมดา (Plain Carbon Steels)

2) เหล็กกล้าผสม (Alloy steels)

เหล็กกล้าสามารถแบ่งแยกประเภทได้ตามจำนวนธาตุต่างๆ ที่ผสมอยู่ภายใน คาร์บอนเป็นธาตุที่สำคัญมากที่สุด เหล็กกล้าชนิดธรรมดา จะมีเนื้อเหล็กและคาร์บอนเป็นธาตุเหล็ก เหล็กกล้า

ชนิดนี้จะแยกรหัส เช่น 10xx เลขสองตัวแรกจะหมายถึงเหล็กกล้าชนิดธรรมดา เลขตัวที่ 3 และตัวที่ 4 หมายถึง ส่วนผสมของคาร์บอนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 1/100 เช่น 1035 Steel หมายถึง เหล็กกล้าที่มีส่วนผสมต่ำและทนแรงดึงดูด เหล็กกล้าที่ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักร เหล็ก กล้าทำเครื่องมือ เหล็ก สแตนเลส เหล็กใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า

การทำเส้นลวด เหล็กแผ่น เหล็กเส้น ท่อเหล็ก หรือเหล็กรูปต่างๆ ทำโดยการนำเอาแท่งเหล็กกล้าไปเผาให้ร้อนแล้วนำไปรีด นำไปอัด หรือนำไปดึงให้ได้รูปต่างๆ ตามต้องการแท่งเหล็กกล้านี้จะหล่อไว้ เป็นแท่งๆ น้ำหนักของเหล็กอาจมีตั้งแต่ 300 ปอนด์ถึง 25 ตัน

4. สแตนเลส สตีล

(Stainless Steel) ทวีศักดิ์ อ่วมน้อย. (2543:60-61) ปกติแล้วเหล็กจะเกิดออกซิเดชั่น (Oxidize) ของเหล็กเรียกว่า สนิมเหล็ก ซึ่งจะเกิดเป็นแผ่นบางๆ จับอยู่ที่ผิวของเหล็ก แผ่นของเหล็กจะไม่คงทน ถูกทำลายได้ง่าย ไม่สามารถป้องกันการกร่อนได้เมื่อเปรียบเทียบกับโลหะอื่นๆ เช่น อลูมิเนียม ทองแดง ทองเหลือง เป็นต้น โลหะเหล่านี้จะถูกออกซิไดซ์ในอากาศแล้วจะเกิดเป็นแผ่นอลูมิเนียมออกไซด์หรือเกิดสนิมของอลูมิเนียมแผ่นจะมีความคงทนสามารถต้านทานการกัดกร่อนได้โดยจะเป็นเสมือนเกราะหุ้มไม่ให้อากาศและความชื้นเข้าไปทำปฏิกิริยาได้อีก

ถ้าในส่วนผสมของโลหะธาตุบางประเภทเข้าไป เช่น โครเมี่ยม และนิเกิล ในปริมาณที่สูงในเหล็ก เหล็กจะกลายเป็นเหล็กกล้าไร้สนิม ซึ่งสามารถต้านทานการกัดกร่อนได้ดีขึ้น และมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีขึ้นกว่าเดิม

2.4.2 เหล็กกล้าเครื่องมือ

เหล็กกล้าเครื่องมือ คือ เหล็กกล้าที่ใช้สำหรับทำเครื่องมือขึ้นรูปโลหะเป็นส่วนใหญ่ เช่น แบบหล่อโลหะในขบวนการอัดฉีดโลหะร้อน (Die Casting) แม่พิมพ์สำหรับตีขึ้นรูป หรือตัดวัสดุต่างๆ ซึ่งรวมถึงเหล็ก โลหะนอกกลุ่มเหล็ก และพลาสติก

เหล็กกล้าเครื่องมือจัดเป็นเหล็กกล้าที่มีคาร์บอนและธาตุผสมอื่นๆ ในปริมาณสูง เพื่อให้มีความสามารถในการชุบแข็งสูงและเพื่อสร้างคาร์ไบด์ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติต้านทานการสึกหรอ ความสามารถในการชุบแข็ง (Hardenability) คือ คุณสมบัติที่เหล็กกล้าที่บ่งถึงความยาก-ง่ายในการชุบแข็งและความลึกของเหล็กที่แข็งขึ้นจากการชุบแข็ง (Quenching) คุณสมบัตินี้จะขึ้นกับ

ส่วนผสมทางเคมีและขนาดของเกรนของเหล็กกล้า โดยเหล็กกล้าที่มีความสามารถในการชุบแข็งสูง จะสามารถทำการชุบแข็งได้ง่ายด้วยลม แต่ถ้าเหล็กกล้ามีความสามารถในการชุบแข็งต่ำ การชุบแข็งด้วยลมจะไม่สามารถทำให้ได้เฟสมาร์เทนไซต์ จึงอาจต้องทำการชุบแข็งด้วยน้ำหรือของเหลวอื่น ซึ่งจะมีผลต่อการบิดตัวของชิ้นงานที่ทำการชุบ คุณสมบัตินี้เพิ่มขึ้นตามปริมาณ

ธาตุผสม ดังนั้น การทำให้ได้ชิ้นงานที่มีความแข็งสูงตลอดชิ้น หรือสามารถชุบแข็งได้ลึก จึงควรเลือกใช้เหล็กกล้าที่มีธาตุผสมสูง โดยโคบอลต์เป็นเพียงธาตุเดียวที่ลดคุณสมบัตินี้

ความเหนียว (Toughness) คือ ความสามารถในการรับพลังงานของวัสดุก่อนที่จะเกิดการแตกหัก เหล็กกล้าเครื่องมือที่ถือว่ามีคุณสมบัติด้านความเหนียวที่ดี คือ กลุ่มที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำหรือปานกลาง คุณสมบัตินี้จำเป็นสำหรับการใช้งานในสภาวะที่ต้องรับแรงกระแทก

ความทนต่อการเสียดสี (Wear resistance) คือ ความสามารถทนต่อการถูกขัดสี ซึ่งรวมถึงการเสียดสีของคมตัดด้วย คุณสมบัตินี้จะเกี่ยวข้องกับความแข็งของเหล็ก และปริมาณคาร์ไบด์ที่ไม่ละลาย (คาร์ไบด์ที่ไม่สลายตัวเมื่อมีการใช้งานในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง) โดยหากเหล็กกล้าเครื่องมือมีความแข็งสูงก็จะทนการเสียดสีได้ดี หรือหากมีคาร์ไบด์ที่ไม่ละลาย (แม้อุณหภูมิสูง) ก็จะทำให้ทนการเสียดสีได้ดีขึ้นเช่นกัน เนื่องจากคาร์ไบด์จะมีความแข็งสูง

การรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง (Red-hardness) เป็นคุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับการใช้งานเหล็กกล้าเครื่องมือที่ต้องได้รับความร้อนจนมีอุณหภูมิสูงกว่า 480 °C โดยธาตุผสมที่ทำให้เกิดคาร์ไบด์ที่เสถียรจะช่วยปรับปรุงคุณสมบัตินี้ ซึ่งจะทำให้เหล็กกล้าเครื่องมือไม่อ่อนลง (ความแข็งลดลง) อันเนื่องมาจากผลของความร้อนในขณะใช้งานที่อุณหภูมิสูง หรือในขณะทำการอบคืนตัว (Tempering) ความสามารถในการกลึงไส (Machinability) คือ ความสามารถของโลหะที่จะกลึงไส ตกแต่งได้ง่าย และมีผิวที่เรียบภายหลังการกลึงไส

ความต้านทานการสูญเสียคาร์บอน (Resistance to decarburization) การสูญเสียคาร์บอนซึ่งจะเกิดเมื่ออบเหล็กที่อุณหภูมิสูงกว่า 704 °C (1300°F) เป็นผลให้ความแข็งที่ได้ภายหลังการชุบแข็งต่ำลง เหล็กกล้าเครื่องมือที่มีคุณสมบัตินี้ต่ำจะต้องมีวิธีป้องกัน/ควบคุมบรรยากาศในการอบชุบความร้อนเพื่อไม่ให้ชิ้นงานสูญเสียคาร์บอนโดยเฉพาะที่ผิว สำหรับเหล็กกล้าเครื่องมือที่มีคาร์บอนเป็นส่วนผสมหลักจะสามารถต้านทานการสูญเสียคาร์บอนได้ดี

การไม่เปลี่ยนรูปร่างหรือขนาด (Non deformation properties) คุณสมบัตินี้สัมพันธ์กับความสามารถในการชุบแข็ง โดยทั่วไปเหล็กกล้าที่สามารถชุบแข็งได้ด้วยลมจะมีการบิดตัวน้อยที่สุด เหล็กกล้าที่ทำการชุบแข็งด้วยน้ำมันทำให้เกิดการบิดตัวปานกลาง และเหล็กกล้าที่ทำการชุบ

แข็งด้วยน้ำทำให้เกิดการบิดตัวสูงที่สุด ดังนั้นในการออกแบบเลือกเหล็กกล้าเครื่องมือจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติด้านนี้ด้วย

1. การแบ่งกลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือ

แบ่งเหล็กกล้าเครื่องมือตามลักษณะการใช้งานจะสามารถแบ่งได้ 6 ประเภทดังนี้

1. เหล็กกล้าเครื่องมือชุบแข็งด้วยน้ำ เป็นเหล็กกล้าคาร์บอน (Plain Carbon) ที่ผสมคาร์บอน ตั้งแต่ 0.60-1.40% ดังนั้นคุณสมบัติด้านการชุบแข็ง หรือความลึกของผิวชุบแข็งจึงต่ำ และจำเป็นต้องชุบแข็งด้วยน้ำ ในบางเกรดอาจมีการผสมโครเมียมหรือวานาเดียมลงไปเล็กน้อยเพื่อเพิ่มความสามารถในการชุบแข็ง และทนต่อการเสียดสี เหล็กกล้ากลุ่มนี้จะมีราคาถูกกว่ากลุ่มอื่น และมีจุดเด่น คือ สามารถกลึงไสเพื่อตกแต่งชิ้นงานได้ง่าย สูญเสียคาร์บอนที่ผิวยาก จุดด้อยของเหล็กกลุ่มนี้ คือ การชุบแข็งด้วยน้ำอาจมีผลทำให้ชิ้นงานบิดเบี้ยวได้ง่าย และไม่สามารถทนต่อความร้อนได้ จึงไม่สามารถใช้สำหรับงานตัดที่รุนแรงหรือใช้งานซ้ำๆ กันจนเกิดความร้อนได้ ดังนั้นโดยทั่วไปจึงไม่นิยมใช้งานกัน อาจมีการใช้งานบ้างสำหรับทำเครื่องมือตัดที่ใช้ความเร็วต่ำและตัดด้วยแรงเบาๆ เช่น ไม้ อะลูมิเนียม แม่พิมพ์สำหรับทุบหัวขึ้นรูปเย็น (Cold Heading) เป็นต้น ตัวอย่างการใช้งานของเหล็กกลุ่มนี้ เช่น W1 W2 และ W5

2. เหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็น (Cold Work Tool Steels) เป็นกลุ่มที่ใช้ผลิตเครื่องมือสำหรับนำไปใช้ในงานแปรรูปโลหะที่ไม่ได้ให้ความร้อนก่อนการแปรรูป เช่น แม่พิมพ์ตัดแผ่นโลหะเย็น ใบมีดตัดกระดาษ เฟืองกัดไม้ คัตเตอร์ เป็นต้น คุณสมบัติสำคัญที่ต้องการสำหรับเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้ คือ ความสามารถในการกลึงไสดี เปลี่ยนแปลงขนาดน้อยหลังการชุบแข็ง(เนื่องจากการชุบแข็งจะทำโดยการชุบน้ำมันหรือให้เย็นตัวในอากาศ) ต้านทานการสึกหรอสูง และมีความเหนียวทนแรงอัดกระแทกได้ดี เหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็น ได้แก่ เหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็นประเภทชุบด้วยน้ำมัน เป็นกลุ่มที่มีคุณสมบัติต้านทานการสึกหรอสูง และมีความแข็งสูง ซึ่งเป็นผลมาจากมีปริมาณคาร์บอนสูง และคาร์ไบด์ขนาดเล็กที่มีอยู่อย่างกระจัดกระจาย ธาตุผสมเพียงเล็กน้อยของโครเมียม โมลิบดินั่ม และทังสเตน ทำให้สามารถชุบแข็งได้ด้วย

น้ำมัน ซึ่งมีข้อดีกว่าเหล็กกล้าเครื่องมือชุบแข็งด้วยน้ำ เนื่องจากการชุบแข็งด้วยน้ำมันจะทำให้ชิ้นงานบิดตัว และมีโอกาสแตกน้อยกว่าการชุบแข็งด้วยน้ำอย่างมาก ตัวอย่างการใช้งานเหล็กกล้ากลุ่มนี้ ได้แก่ เครื่องทำเกลียว (Taps) เครื่องคว้าน (Reamers) ใบตัด (Circular Cutters) เครื่องคว้านรู (Broaches) สว่าน (Drills) แม่พิมพ์เจาะรู (Blanking Dies) หัวกด (Punches) แม่พิมพ์ขึ้นรูป (Forming Dies) แม่พิมพ์สำหรับงานตัดขอบเย็น (Cold-Trimming Dies) ใบมีดตัดขนาดเล็ก (Small Shear Blades) แม่พิมพ์งานลากขึ้นรูป (Drawing Dies) รวมถึงแม่พิมพ์สำหรับพลาสติกหรือยาง เป็นต้น

โดยทั่วไปเกรดที่มีการใช้งานกันมาก ได้แก่ O1 เนื่องจากมีความสามารถในการชุบแข็งสูง และเกรนขยายตัวช้าที่อุณหภูมิสูง นอกจากนี้ยังมีความเหนียวเหนือกว่าเกรดอื่น ๆ เล็กน้อย สำหรับเกรด O6 จะมีคุณสมบัติกลึงไสที่ดีในสภาพการอบอ่อน เนื่องจากมีการฟอร์มตัวของเกล็ดกราไฟต์ แต่คุณสมบัติการรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูงยังต่ำพอๆ กับเหล็กกล้าเครื่องมือชุบแข็งด้วยน้ำ สำหรับการใช้ในงานที่ต้องการอายุการใช้งานที่นานขึ้นอาจใช้เกรด O7 ซึ่งมีคุณสมบัติต้านทานการสึกหรอสูงที่สุด

เหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็นประเภทชุบด้วยลม เป็นกลุ่มที่มีธาตุผสมมากกว่าเหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็นประเภทชุบด้วยน้ำมัน โดยมีปริมาณคาร์บอนสูงและธาตุผสมสูงปานกลาง ซึ่งจากปริมาณธาตุผสมที่สูงทำให้เหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้มีความสามารถในการ ชุบแข็งสูง ซึ่งเพียงพอที่จะชุบแข็งให้ได้โครงสร้างมาร์เทนไซต์ด้วยลม การเย็นตัวในอัตราที่ต่ำจะทำให้ชิ้นงานบิดเบี้ยวน้อย ลดโอกาสที่ชิ้นงานจะแตกได้ และมีคุณสมบัติการไม่เปลี่ยนรูปร่างหรือขนาดได้เยี่ยมมากในระหว่างการอบชุบความร้อน นอกจากนี้ปริมาณคาร์ไบด์จำนวนมากทำให้มีคุณสมบัติทนต่อการเสียดสีที่ดี อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีธาตุผสมที่สูง แต่ก็ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้เหล็กกล้ากลุ่มนี้มีคุณสมบัติความสามารถรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูงได้สูงพอที่จะใช้กับงานร้อน หรืองานตัดความเร็วสูง ดังนั้นส่วนใหญ่เหล็กกลุ่มนี้จึงเหมาะกับงานเย็นเท่านั้น

การใช้งานเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้สามารถใช้งานได้ประเภทเดียวกับกลุ่มที่ชุบด้วยน้ำมัน แต่คุณสมบัติที่เหนือกว่า คือ ความสามารถในการชุบแข็ง ซึ่งจะมีข้อได้เปรียบด้านการบิดเบี้ยวของชิ้นงานที่น้อยกว่า และเพิ่มความปลอดภัยในระหว่างการชุบแข็ง เกรดที่นิยมใช้งานกันมาก ได้แก่

A2 สำหรับเกรดอื่นที่มีการใช้งานอยู่บ้าง ได้แก่ A6 A8 และ A10 (มีกราไฟต์อิสระในโครงสร้าง เพื่อเพิ่มความสามารถในการกลึงไส)

เหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็นประเภทคาร์บอนสูงและโครเมียมสูง เป็นกลุ่มที่มีการใช้งานกันมากที่สุดในกลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือเย็น ธาตุผสมหลัก คือ คาร์บอน โครเมียม และโมลิบดินั่ม โดย

มีคุณสมบัติทนต่อการสึกหรอ และการเสียดสีที่ดีเยี่ยม ทำให้สามารถรักษาคมตัดไว้ได้นาน ซึ่งเป็นผลมาจากการมีปริมาณคาร์ไบด์ในระดับสูง และโครงสร้างเทมเปอร์มาร์เทนไซต์ภายหลังการชุบแข็งและอบคืนตัว (Tempering) อย่างไรก็ตามข้อจำกัดประการสำคัญของเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้ คือ ความสามารถในการกลึงไสที่ต่ำมาก และมีความเหนียวที่ลดต่ำลงเมื่อเทียบกับเหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็นในกลุ่มอื่น

การใช้งานเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้สามารถใช้กับงานเย็นได้ทุกประเภท เช่น แม่พิมพ์เจาะรู (Blanking Dies) ใบมีดตัด (Slitting Cutters)แม่พิมพ์ขึ้นรูป (Forming Dies) แม่พิมพ์ลากขึ้นรูปลึก (Deep-Drawing Dies) แม่พิมพ์ดึงลวด (Wire-Drawing Dies)แม่พิมพ์อัดขึ้นรูปเย็น (Cold-Extrusion Dies) ลูกรีดสำหรับดัดโค้งและขึ้นรูป(Bending And Forming Rolls) ใบมีด(Shear Blades) ชิ้นส่วนต่างๆ ที่ทนต่อการสึกหรอ เป็นต้น โดยส่วนใหญ่นิยมใช้งานสำหรับงานแม่พิมพ์ และหัวกดของงานขึ้นรูปเย็น งานเจาะรู (Blanking) เหล็กเกรด D2 จะหาซื้อได้ง่ายและมีการใช้งานมากมาก สำหรับการใช้งานที่ต้องการอายุยาวนานขึ้นอาจเลือกใช้กลุ่มที่มีคาร์บอนสูงกว่า ได้แก่ D3 D4 และ D7 ซึ่งจะมีความต้านทานต่อการสึกหรอสูงกว่า D2 แต่จะมีข้อจำกัด คือ การกลึงไสทำได้ยาก

3. เหล็กกล้าเครื่องมือทนต่อแรงกระแทก (Shock resisting Tool steels) เป็นเหล็กกล้าเครื่องมือที่พัฒนาให้มีความเหนียว ความแข็งแรง และความต้านทานการสึกหรอสูง เพื่อใช้สำหรับงานที่ต้องรับแรงกระแทกซ้ำๆ กัน เช่น สิ่ว (Chisel) หัวกด (punch) และแม่พิมพ์ (Die) เป็นต้น โดยความเหนียวสูงเป็นผลจากปริมาณคาร์บอนในระดับปานกลาง และทำให้ภายหลังการอุบความร้อนที่เป็นโครงสร้างมาร์เทนไซต์ และมีคาร์ไบด์ละเอียดที่กระจัดกระจาย นอกจากนี้ธาตุแมงกานีส โครเมียม โมลิบดินั่ม จะช่วยเพิ่มความสามารถในการชุบแข็ง และช่วยให้คงความแข็งไว้ได้ดีในขณะอบคืนตัว (Tempering) ซิลิกอนจะเพิ่มความแข็งให้กับเฟอไรท์ และช่วยให้คงความแข็งไว้ได้ดีในขณะอบคืนตัวด้วย แต่ข้อเสียของเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้เป็นผลจากปริมาณซิลิกอน ซึ่งจะเร่งให้เกิดการสูญเสียคาร์บอนที่ผิวได้ง่าย ทำให้ความต้านทานต่อการสึกหรอ และ

ความต้านทานต่อความล้าต่ำลง ดังนั้นในการอบชุบความร้อนจะต้องระวังเรื่องนี้ให้มาก เกรดที่นิยมใช้งาน เช่น S1 S2 S5 และ S7 โดย S1 เป็นเกรดที่นิยมใช้งานมาก เพราะจะมีส่วนผสมของทังสเตนด้วย ซึ่งจะเพิ่มคุณสมบัติด้านทานการสึกหรอ เพิ่มความเหนียว และเพิ่มความสามารถ

ในการรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูงให้ดีกว่าเกรด Sอื่นๆ จึงสามารถใช้ในงานที่ต้องทนต่อความร้อนได้ การใช้งาน เช่น สิ่ว ใบมีดตัด (Shear Blades) แม่พิมพ์ขึ้นรูป เครื่องเจาะหิน เป็นต้น

4. เหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อน (Hot Work Tool Steels) ในงานบางประเภทที่ต้องใช้อาศัยอุณหภูมิสูงในการแปรรูป เช่น งานทุบขึ้นรูปร้อน (Hot Forging) งานหล่อแบบฉีด (Die Casting) งานอัดขึ้นรูปร้อน (Hot Extrusion) งานตัดร้อน (Hot Shear Blade) งานอัดร้อน (Hot Press) สิ่งสำคัญ คือ เหล็กกล้าเครื่องมือจะต้องรักษาคุณสมบัติความแข็งที่อุณหภูมิสูงได้ดี (Red Hardness) ต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal Shock) ต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง และมีความเหนียวที่ดี ธาตุผสมที่จะทำให้ได้คุณสมบัติเหล่านี้ ได้แก่ โครเมียม โมลิบดินั่ม และทังสเตน ซึ่งผลรวมของธาตุเหล่านี้จะต้องมีปริมาณอย่างน้อย 5% เหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อนที่มีการใช้งาน ได้แก่

เหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อนที่มีโครเมียมเป็นส่วนผสมหลัก จะมีโครเมียมตั้งแต่ 3.25% ขึ้นไป และธาตุผสมอื่นอีกเล็กน้อย เช่น วานาเดียม ทังสเตน โมลิบดินั่ม ปริมาณคาร์บอนปานกลางจะช่วยส่งเสริมให้มีคุณสมบัติความเหนียวที่ดี คาร์ไบด์ของโครเมียมและธาตุผสมอื่นที่กระจัดกระจายละเอียดและขยายตัวช้าในขณะใช้งาน ทำให้ได้คงความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูง ซึ่งคุณสมบัติที่ดีเหล่านี้ทำให้เหมาะสำหรับใช้ในงานทุบขึ้นรูปร้อน และงานหล่อแบบฉีด (DieCasting) นอกจากนี้ยังสามารถชุบแข็งได้ด้วยลมแม้ชิ้นงานจะมีขนาดใหญ่ก็ตาม เหล็กกล้ากลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่นิยมใช้งานกันมากที่สุดในกลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อน เกรดที่มีการใช้งานกันมาคือ H10 H11 H12 H13 และ H14

เหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อนที่มีทังสเตนเป็นส่วนผสมหลัก เหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้จะต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูงได้ดีกว่ากลุ่มที่มีโครเมียมเป็นส่วนผสมหลัก การใช้งาน เช่น แมนเดรลสำหรับแม่พิมพ์งานอัดขึ้นรูปทองเหลือง โลหะนิเกิลผสม และเหล็กกล้า สำหรับเกรดที่มี

การใช้งาน คือ H21 อย่างไรก็ตาม เกรดนี้มีความเหนียวที่อุณหภูมิห้องจะต่ำกว่ากลุ่มที่มีโครเมียมเป็นส่วนผสมหลัก และจะมีราคาแพงเนื่องจากทังสเตนที่เป็นส่วนผสมมีราคาสูง การใช้งานจึงไม่นิยมใช้ โดยจะสามารถเลือกใช้เป็นกลุ่มที่ผสมโมลิบดินั่มแทน ซึ่งจะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน

เหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อนที่มีโมลิบดินั่มเป็นส่วนผสมหลัก เหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้จะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มที่มีทังสเตนเป็นส่วนผสมหลัก จึงทำให้กลุ่มมีข้อได้เปรียบมากกว่าทั้งในด้านราคาที่ถูกกว่า และความต้านทานต่อการแตกร้าว (Heat Cracking) ในขณะใช้งานลักษณะร้อนเย็นสลับกัน แต่ข้อควรระวัง คือ ในการอบชุบจะสูญเสียคาร์บอนที่ผิวได้ง่าย จึงต้องใช้เตาที่ควบคุมบรรยากาศ เกรดที่มีการใช้งาน เช่น H42

5. เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง (High Speed Tool Steels) เป็นเหล็กกล้าเครื่องมือที่มีจุดมุ่งหมายหลัก เพื่อใช้เป็นวัสดุในการตัดโลหะด้วยความเร็วสูง เช่น ใบเลื่อย (Saws), ใบตัด (Milling Cutters) เป็นต้น คุณสมบัติสำคัญของเหล็กกล้ากลุ่มนี้ คือ ความสามารถในการรักษาความแข็งของคมตัดที่อุณหภูมิสูงกว่าปกติไว้ได้ (ความแข็งของคมตัดยังคงสภาพเดิม แม้จะเกิดความร้อนจนร้อนจัดเป็นสีแดง) ซึ่งเหล็กกล้าเครื่องมือทำงานร้อนจะรักษาความแข็งไว้ไม่ได้ เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงที่มีการใช้งานสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1) เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงที่มีทังสเตนเป็นส่วนผสมหลัก ปริมาณทังสเตนที่สูงมาก (12-20%) จะเพิ่มคุณสมบัติความสามารถรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง ปริมาณคาร์บอนกับธาตุผสมที่สูงมีผลทำให้ความสามารถในการชุบแข็งสูง และมีปริมาณคาร์ไบด์ที่มีเสถียรภาพสูง (ไม่สลายตัวที่อุณหภูมิสูง) ซึ่งจะมีผลทำให้ต้านทานการสึกหรอดีเยี่ยม นอกจากนี้ส่วนผสมของ
วานาเดียมซึ่งฟอร์มตัวเป็นคาร์ไบด์ที่มีเสถียรภาพสูง และกระจายตัว จะช่วยป้องกันการขยายตัวของเกรนได้ในช่วงที่อุณหภูมิสูง และทำให้เกรนมีความละเอียดซึ่งส่งผลถึงความเหนียวของเหล็กด้วย เกรดที่นิยมใช้งาน คือ T1

2) เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงที่มีโมลิบดินั่มเป็นส่วนผสมหลัก เป็นกลุ่มที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงที่มีทังสเตนเป็นส่วนผสมหลัก เนื่องจากโมลิบดินั่มส่งผลให้คุณสมบัติคล้ายคลึงกับการผสมทังสเตน โดยพบว่าคุณสมบัติ

ที่สำคัญ เช่น ความสามารถรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง การทนต่อการเสียดสี หรือความเหนียวจะใกล้เคียงกัน โดยโมลิบดินั่ม 1% จะแทนทังสเตนประมาณ 1.6-2.0% สำหรับข้อแตกต่างมีเพียงเล็กน้อย คือ กลุ่มที่ผสมโมลิบดินั่มจะต้องระวังการสูญเสียคาร์บอนในการอบชุบ เนื่องจาก

ทังสเตนมีราคาสูงกว่าโมลิบดินั่มมาก ปัจจุบันการใช้งานส่วนใหญ่จึงนิยมกลุ่มที่ผสมโมลิบดินั่ม เกรดที่นิยมใช้งาน เช่น M2 M4 และ M42

นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาเติมธาตุโคบอลต์มากกว่า 10% เพื่อให้ได้คุณสมบัติความสามารถรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูงได้ดีกว่า 2 กลุ่มแรก ทำให้ได้เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงประเภทซุปเปอร์ (Superhigh-Speed Tool Steels) แต่สิ่งที่ต้องระวัง คือ การสูญเสียคาร์บอนในระหว่างการอบชุบ และการสั่นและกระแทกแรงๆ เนื่องจากเป็นเกรดที่เปราะมาก

6. เหล็กกล้าเครื่องมือสำหรับทำแม่พิมพ์พลาสติก (Plastic Mold Steels) เหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะใช้งานที่ช่วงอุณหภูมิ 175-200°c ภายใต้ความดันสูง มีการกัดกร่อนจากสารเคมี และต้องรับแรงเสียดสีกับผงพลาสติกด้วย ดังนั้นคุณสมบัติสำคัญจะต่างไปจากเหล็กกล้า

เครื่องมือกลุ่มอื่น โดยมีปัจจัยที่ต้องพิจารณาถึง ได้แก่ ความสามารถในการกลึงไส ความต้านทานแรงอัด ความแข็งที่ผิวสูง ความแข็งแรงที่แกนสูง ความแน่นอนของขนาดภายหลังการชุบแข็ง ความสามารถในการขัดผิวให้เรียบ ความต้านทานการกัดกร่อนที่ผิว ซึ่งจากคุณสมบัติข้างต้นหากนำเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มทำงานเย็นหรือทำงานร้อนมาใช้ก็อาจจะไม่ได้ผลดีเท่ากับการใช้งานเหล็กกล้าที่ใช้งานเฉพาะสำหรับกลุ่มนี้เท่านั้น อย่างไรก็ตาม เหล็กกล้ากลุ่มนี้สามารถใช้ผลิตแม่พิมพ์งานหล่อแบบฉีดสำหรับโลหะผสมที่มีอุณหภูมิจุดหลอมเหลวต่ำ เช่น สังกะสี และตะกั่วได้เช่นกัน เหล็กกล้าแม่พิมพ์ที่มีการใช้งานสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

เหล็กกล้าเครื่องมือสำหรับทำแม่พิมพ์พลาสติกกลุ่ม Pre-Hardened Steels เป็นกลุ่มที่มีคาร์บอนระดับ 0.20-0.30% มีโครเมียม นิเกิล และโมลิบดินั่มผสมในระดับปานกลาง เหล็กกล้ากลุ่มนี้จะมีคุณสมบัติการกลึงไส (Machinability) ดีมาก แต่ไม่สามารถทำการผลิตด้วยวิธีกัด (Hubbing / Hobbing) ได้โดยในการผลิตแม่พิมพ์จะนำเหล็กมาชุบแข็งก่อนการเจาะหรือตัดให้เป็นช่องว่าง และภายหลังทำเป็นแม่พิมพ์แล้วก็ไม่จำเป็นต้องชุบแข็งอีกสามารถใช้งานได้เลย หรืออาจทำการชุบแข็งผิวด้วยวิธีคาร์บูไรซิ่งเพื่อเพิ่มความแข็ง และการต้านทานต่อการสึกหรอ เกรดที่มีนิยมนำมาใช้งาน

ได้แก่ P20 ซึ่งเป็นเกรดที่มีธาตุผสมต่ำ ทำให้การใช้งานมีข้อจำกัดสำหรับชิ้นงานขนาดใหญ่ P20 ยังเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ทำแม่พิมพ์งานหล่อแบบฉีด (Die Casting) โลหะที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ เช่น สังกะสี ตะกั่ว และดีบุก

อีกเกรดที่นิยม ได้แก่ P21 ซึ่งผสมนิเกิล และอะลูมิเนียม ทำให้ในระหว่างการอบชุบความร้อนจะเกิดการตกตะกอนของสารประกอบนิเกิล-อะลูมิเนียมที่ช่วยเพิ่มความแข็งให้กับโครงสร้างชิ้นงานได้ ดังนั้นเกรดนี้จึงมีคุณสมบัติทนต่อการสึกหรอ และมีความเหนียวมากกว่า P20 ที่ความแข็งเดียวกัน สำหรับการชุบแข็งผิวเหล็กกล้าเกรดนี้จะไม่สามารถทำได้ด้วยวิธีคาร์บูไรซิ่ง แต่จะใช้วิธีไนตรายดิ้งแทน

เหล็กกล้าเครื่องมือสำหรับทำแม่พิมพ์พลาสติกกลุ่ม Case Hardening Steels เป็นกลุ่มที่มีคาร์บอนต่ำระดับ 0.07-0.10% ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการผลิตแม่พิมพ์ด้วยการกัด (Hobbing/Hubbing) โดยการผลิตจะนำเหล็กกล้ามาทำการอบอ่อนก่อนการกัด แล้วจึงนำไปชุบผิวแข็ง ซึ่งอาจทำด้วยกระบวนการคาร์บูไรซิ่ง หรือไนตรายดิ้ง (เนื่องจากเหล็กกลุ่มนี้ไม่สามารถทำการชุบแข็งได้) สุดท้ายจึงนำไปขัดผิวให้เรียบหรืออาจนำไปเคลือบผิวด้วยโครเมียมแข็งเพื่อเพิ่มคุณสมบัติต้านทานการกัดกร่อน เกรดที่นิยมใช้ได้แก่ P4 และ P6

เหล็กกล้าเครื่องมือสำหรับทำแม่พิมพ์พลาสติกที่ทนการกัดกร่อนสูง ในการใช้งานแม่พิมพ์ที่ต้องการคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อนสูงสามารถทำได้โดยการชุบผิวด้วยโครเมียม แต่ก็จะมีปัญหาที่เกิดจากการแตกร่อนของชั้นเคลือบเมื่อนำไปใช้งาน ดังนั้นจึงมีการใช้เหล็กกล้าไร้สนิมชนิดมาร์เทนซิติก เช่น เกรด 420 440C เป็นต้น โดยจะใช้ในสภาวะที่ต้องการคุณสมบัติต้านทานการกัดกร่อนสูง เช่น การฉีดพลาสติกในกลุ่มพีวีซี อะซิเตท (ซึ่งอาจทำให้เกิด HCl ในระหว่างกระบวนการฉีดพลาสติก) หรือการงานที่มีความชื้นสูง หรือต้องการผิวงานที่สวยงาม โดยเหล็กกล้ากลุ่มนี้จะมีความสามารถในการชุบแข็งสูง ต้านทานการกัดกร่อนได้ดีเยี่ยม ต้านทานการเกิดออกซิเดชั่นที่อุณหภูมิสูง และมีคุณสมบัติคงรูปจากการอบชุบความร้อนได้ดี นอกจากนี้ยังมีการใช้งานสำหรับทำแม่พิมพ์ฉีดแก้วด้วย เช่น แผ่นกระจกบนทีวี และคอมพิวเตอร์ ซึ่งในกระบวนการผลิตแก้วจะต้องการแม่พิมพ์ที่ต้านทานต่อการสึกหรอสูง ต้านทานต่อการเกิดสเกลที่อุณหภูมิสูง ความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูง และความสามารถในการขัดผิวให้เรียบได้

ตารางที่ 2.2 กระบวนกรรมวิธีการผลิต

กระบวนการ	คุณสมบัติที่ต้องการ
หล่อแบบฉีด	รักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง, ต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal Shock), ต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง, การบิดเบี้ยวต่ำ, ความสามารถในการกลึงไสสูง, ความแน่นอนของขนาดภายหลังการชุบแข็ง
แม่พิมพ์สำหรับพลาสติกและยาง	ความต้านทานแรงอัด, ความแข็งที่ผิวสูง, ความแข็งแรงที่แกนสูง, ความสามารถในการกลึงไส, ความแน่นอนของขนาดภายหลังการชุบแข็ง, ความสามารถในการขัดผิวให้เรียบ, ความต้านทานการกัดกร่อนที่ผิว (เฉพาะกรณีที่ใช้งานในสภาวะที่มีกัดกร่อนสูง)
ทุบขึ้นรูปร้อน	ความเหนียว, รักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง, ต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง, ต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal Shock), ทนการสึกหรอ
อัดขึ้นรูปร้อน	ความเหนียว, รักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง, ต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง, ต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal Shock), ทนการสึกหรอ
ทุบหัวเย็น	ความเหนียว, ความแข็ง, ทนการสึกหรอ, รักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง จากการแปรรูป , ต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง
หัวกดอัดขึ้นรูปเย็น	ความแข็ง, ทนการสึกหรอ, ทนการเสียดสี, รักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง (ถ้ามีการใช้งานที่อุณหภูมิสูง) , ต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง จากการแปรรูป
แม่พิมพ์อัดขึ้นรูปเย็น	ความเหนียว, ทนการสึกหรอ

2.4.3 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ แบ่งเป็น

1. การตัด เป็นการตัดโลหะออกเป็นชิ้นส่วนตามที่ต้องการ มีอยู่ 8 วิธี คือ

- การเลื่อย คือ การตัดที่มีเครื่องมือฟันตามขอบ
- ตัด คือ การตัดโดยใช้เครื่องมือที่มีของแข็งและคมเฉือนชิ้นงาน
- เจาะรู คือ การตัดทะลุเป็นรู โดยใช้ดอกสว่าน
- การขัด คือ การทำให้ส่วนที่ไม่ต้องการหลุดออกไป
- ตัดด้วยความร้อน คือ ตัดด้วยความร้อนเป็นตัวหลอมโลหะให้ขาดจากกัน
- การไส คือ การเอาเครื่องจักรตัดชิ้นงานให้เรียบ
- การกัด คือ การตัดโดยเครื่องจักรที่มีลักษณะคล้ายใบมีดใช้กับโลหะบาง
- การกลึง คือ การแยกส่วนที่ไม่ต้องการออก โดยขณะที่โลหะชิ้นงานหมุนอยู่บนเครื่องกลึง

2. การขึ้นรูป เป็นการนำเอาวัสดุไปเปลี่ยนรูปร่าง โดยไม่มีการนำวัสดุมาเพิ่มเข้าหรือตัดออกไป การขึ้นรูปที่นิยมใช้ในระบบอุตสาหกรรม แบ่งออกเป็น 7 วิธี คือ

- การหล่อ
- การพับ
- การใช้แรงอัด
- การใช้แรงดัน
- การดึงโลหะโดยใช้ความร้อน
- การรีด
- การปั๊มขึ้นรูป

3. การยึดโลหะ

กรรมวิธีการยึดติดโลหะ 2 ชิ้นเข้าด้วยกันจำเป็นที่จะต้องทราบถึงคุณสมบัติของโลหะก่อนว่าวิธีใดเหมาะสมจะใช้กับวัสดุใด โดยสามารถแบ่งกรรมวิธีได้ 6 วิธี คือ

- Riveting เป็นวิธี Mechanical โดยที่มีด้านหนึ่งเป็นหัวส่วนอีกด้านหนึ่งเป็นขาแหลมเพื่อสอดเข้าไปในรูปของเครื่องมือจะมีแรงอัดด้านข้างจะติดกับโลหะ

- Threading คล้ายวิธี Riveting แต่กลับใช้น๊อตและวงแหวนแทน จึงเป็นแบบกึ่งถาวร เพราะถอดออกได้ก่อนจะทำงานเจาะรูที่ชิ้นงานก่อนเหมือนกับแบบแรก

- Seaming เป็นการพับตะเข็บ เป็นวิธีใช้ตัวของมันยึดอยู่ด้วยกัน บางครั้งใช้เชื่อมพับรอยตะเข็บอีกด้านหนึ่ง เพื่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น

- Cermeting เป็นการเชื่อมโดยทางเคมีเข้าช่วย คล้ายกับงานไม้ที่ใช้กาวยาง แต่งานพวกนี้ต้องใช้แรงจับเป็นพิเศษ ตัวอย่างเป็น Expert ซึ่งใช้กับโลหะแผ่น

- Soldering เป็นการเชื่อมอย่างวิธี Welding โดยการใส่โลหะอื่นเข้าไปขณะเชื่อม เรียกว่า บัดกรี

- Welding เป็นการเชื่อมโลหะแบบที่นิยมใช้กันทั่วไป โดยการหลอมละลายโลหะให้ติดกันโดยวิธี Meiten metal ซึ่งละลายโลหะ เช่น ลวดเชื่อม หรือเชื่อมโดยใช้แรงกด เช่น การเชื่อมแบบ Spot Welding

4. กรรมวิธีการตกแต่งผิววัสดุชิ้นงาน

กรรมวิธีในขั้นนี้เพื่อต้องการทำให้ผิวชิ้นงานเรียบ มีขนาดที่แน่นอน มีความเที่ยงตรงและให้เกิดความสวยงาม รวมทั้งให้ทนต่อการกัดกร่อน กรรมวิธีในขั้นนี้แยกประเภทออก ได้ดังนี้

1) การขัดผิวชิ้นงานทั่วไป
2) การขัดด้วยเครื่องขัดสายพาน
3) การขัดโดยใส่ในถังหมุน
4) การชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า
5) การขัดพวกลิ้นไอดี ไอเสีย
6) การใช้ชิ้นงานสองชิ้นขัดด้วยกัน
7) การขัดแบบพิเศษ
8) การพ่นเม็ดโลหะ
9) การเคลือบด้วยสารอนินทรีย์
10) การเคลือบผิวด้วยวิธีทางเคมี
11) การเคลือบผิวงานประเภทอลูมิเนียม

5. กรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน การต่อหรือประสานวัสดุชิ้นงานเข้าด้วยกัน

1) การเชื่อม (Welding) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกันโดยการให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานจนหลอมละลายติดกันหรือเติมลวดเชื่อม นอกจากนี้อาจใช้แรงดันเข้าช่วยก็ได้

2) การบัดกรีอ่อน (Soldering) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกันโดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานที่ต่ำกว่า 700 องศาฟาเรนไฮต์ และวัสดุที่เติมจะมีจุดหลอมต่ำกว่าวัสดุชิ้นงาน เช่น การบัดกรีตะกั่ว การบัดกรีเงิน เป็นต้น

3) การบัดกรีแข็ง (Brazing) เป็นกรรมวิธีต่อชิ้นงาน ให้ติดกันโดยให้ความร้อนแก่วัสดุ ชิ้นงานสูงกว่า 800 องศาฟาเรนไฮต์ แต่ไม่ถึงกับวัสดุชิ้นงานนั้นหลอมละลายแล้วเติมลวดเชื่อมลงไป วัสดุที่เติมลงไปนี้จะไหลเข้าช่องของรอยต่อเพื่อยึดชิ้นงานให้ติดกันบางครั้งเราเรียกวิธีนี้ว่าการเป่าแล่น

4) การใช้แรงอัดผงยึดติดกัน (Sintering) เป็นกรรมวิธีการยึดติดต่อกันโดยทำให้วัสดุเป็นผงก่อนแล้วนำมาอัดยึดติดกัน อาจใช้ความร้อนหรือไม่ใช้ก็ได้ หากใช้ความร้อนอุณหภูมิจะต้องต่ำกว่าจุดหลอมของวัสดุนั้นๆ

5) การอัดยึด (Pressing) เป็นกรรมวิธีการอัดชิ้นงานให้ยึดติดกัน เช่น การอัดสวมเพลาแกน เป็นต้น การอัดนี้สามารถอัดให้ติดกันอย่างถาวรหรืออัดแล้วสามารถถอดออกจากกันได้

6) การย้ำหมุด (Riveting) เป็นกรรมวิธีในการทำให้วัสดุชิ้นงานติดกันโดยการใช้หมุนยึดติดระหว่างกัน

7) การใช้สลักเกลียวยึด (Screw fastening) เป็นกรรมวิธีในการทำให้วัสดุชิ้นงานติดกันโดยการใช้สลักเกลียวยึดระหว่างกัน

8) การใช้กาวยึดเหนี่ยว (Adhesive joining) เป็นกรรมวิธีการยึดหรือต่อวัสดุชิ้นงานให้ติดกันโดยการใช้กาว เช่น กาวสังเคราะห์ที่ใช้ภายในและภายนอก การต่อลักษณะนี้จะไม่นิยมใช้กับจุดที่ต้องรับน้ำหนักหรือมีการเสียดสีกันอย่างรุนแรง

2.5 กรรมวิธีผลิตงานพลาสติก

กรรมวิธีการผลิตพลาสติก คือ กระบวนการแปรรูปหรือแปสภาพพลาสติกให้เป็นชิ้นส่วน หรือผลิตภัณฑ์พลาสติกที่นำไปใช้ในงาน ต่างๆ โดยมีวิธีการผลิตต่างกันและคุณสมบัติก็ต่างกันด้วย ทั้งนี้มีผลจากความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นการผลิตพลาสติกจึงต้องมีการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค กรรมวิธีการผลิตพลาสติกทั่วๆ ไปที่พบในอุตสาหกรรมผลิตพลาสติก ได้แก่

1. งานกดรีดขึ้นรูป (Extrusion)
2. งานกดเป่าขึ้นรูป (Blow Moulding)
3. งานกดเป่าพลาสติกแผ่นบาง (Blow Film)
4. งานฉีดพลาสติก (Injection Moulding)
5. งานฉีดเป่าพลาสติก (Injection Blow Moulding)
6. งานอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่นบาง (Thermoforming)
7. งานอัดขึ้นรูปพลาสติก (Compression Moulding)
8. งานรีดพลาสติก (Calendering)
9. งานเคลือบผิวพลาสติก (Coating)
10. งานเคลือบผิวโลหะด้วยผงพลาสติก (Metal Coating)
11. งานหล่อโฟม (Foam)
12. งานไฟเบอร์กลาส (Fiberglass)

1. งานกดรีดขึ้นรูป

เป็นกรรรมวิธีการผลิตพลาสติกที่มีความยาวมาก ๆ หรือไม่มีที่สิ้นสุด เช่น สาย ไฟฟ้า ท่อยาว ถุงพลาสติก รวมทั้งผลิตภัณฑ์พลาสติกที่เป็นแผ่นบางต่าง ๆ ซึ่งกรรมวิธีการผลิตนี้คล้ายกับงานฉีดพลาสติก แต่วิธีนี้สามารถผลิตปริมาณงานได้มากกว่าในเวลาเท่ากันปัจจุบันในอุตสาหกรรมพลาสติกได้นำกรรมวิธีนี้มาผลิตพลาสติกแผ่นบาง พลาสติกแผ่นและท่อที่มีรูปร่างหน้าตัดต่าง ๆ (Profile, Detail Shapes)

2. งานกดเป่าขึ้นรูป

กรรมวิธีการผลิตนี้ต้องอาศัยงานกดรีดขึ้นรูป (Extrusion) เพื่ออัดรีดส่งพลาสติกที่หลอมละลายมีลักษณะเป็นท่อ (Parison) ไหลลงมาในแนวดิ่งเข้าไปในแม่พิมพ์ (Mould) แม่พิมพ์จะปิดปลายท่อและตัดปลายท่ออีกด้าน และจะถูกเป่าด้วยท่อเป่าลม (Blow Pin) แม่พิมพ์จะปิดปลายท่อและตัดปลายท่ออีกด้าน และจะถูกเป่าด้วยท่อเป่าลม (Blow Pin) เป็นภาชนะกลวงในแม่พิมพ์ที่มีช่องว่างตามรูปร่างของชิ้นงานนั้นๆ พลาสติกที่นำมาใช้ได้แก่เทอร์โมพลาสติกทุกชนิด แต่ที่นิยมมากที่สุดคือโพลีเอทิลีนและพีวีซี

3. งานกดเป่าพลาสติกแผ่นบาง (Blow Film)

กรรมวิธีการผลิตนี้จะคล้ายกับงานกดเป่าขึ้นรูป (Blow Moulding) จะต่างกันที่ผลิตภัณฑ์และวิธีการผลิตซึ่งงานกดเป่าพลาสติกแผ่นบางนี้จะอาศัยการเป่าพลาสติกให้พองตัวในอากาศผ่านแหวนหล่อเย็นและถูกรีดเก็บเป็นแผ่นพลาสติกบาง (Film) ชนิดพลาสติกที่นิยมนำมาใช้ผลิต ได้แก่ โพลีเอทิลีน โพลีโพรพีลีน และพีวีซีอ่อน ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ ถุงพลาสติกและแผ่นฟิล์มพลาสติกต่างๆ

4. งานฉีดพลาสติก

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับเทอร์โมพลาสติกโดยเฉพาะ ผลิตได้ปริมาณมากและรวดเร็ว โดยพลาสติกที่เป็นเม็ดหรือผงจะถูกเกลียวหนอนหมุนอัดส่งไปด้านหน้ากระบอกสูบซึ่งมีแผ่นความร้อน (Heater) หรือน้ำมันร้อนหุ้มอยู่ ทำให้พลาสติกหลอมละลาย เกลียวหนอนจะดันพลาสติกฉีดเข้าแม่พิมพ์ (Mould) หลังจากชิ้นงานเย็นและแข็งตัวก็จะสามารถถอดชิ้นงานออกจากแบบได้

5. งานฉีดเป่าพลาสติก

เป็นกรรมวิธีที่นำเอางานเป่าและงานฉีดมาประยุกต์ใช้ ทำให้ได้งานที่มีคุณภาพสูง โดยเฉพาะใช้ผลิตชิ้นงานรูปขวดขนาดเล็กที่ต้องการให้มีความหนาเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน ชุดขึ้นรูปในงานฉีดเป่าพลาสติกที่สำคัญได้แก่ ชุดฉีดเข้าประกบแกนกลาง (Core Pin) และชุดที่กำหนด

รูปร่างชิ้นงาน (Blow Mould) การผลิตด้วยวิธีนี้ช่วงการหลอมละลายพลาสติกเหมือนกับงานฉีดพลาสติก ต่างกันที่ขั้นตอนกาฉีดเป่าพลาสติกจะมีขั้นตอนดังรูปคือ ฉีดเข้าแม่พิมพ์ชุดแรก

แล้วจึงหมุนไปตำแหน่งแม่พิมพ์ชุดที่กำหนดรูปร่าง ชิ้นงานจะถูกลมเป่าให้ขยายตัวตามรูปร่างแม่พิมพ์

6. งานอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่นบาง

กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ใช้กับการผลิตชิ้นงานที่มีจำนวนไม่มาก บางครั้งใช้กับชิ้นงานทดสอบ (Prototype) หรือชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ได้ง่ายและรวดเร็ว ซึ่งลดต้นทุนในการทำแม่พิมพ์และลดเวลาในการเตรียมการผลิต ซึ่งกรรมวิธีการผลิตแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

1) อัดด้วยแม่พิมพ์ (Mechanical Thermoforming) เป็นกรรมวิธีการให้ความร้อนกับแผ่นพลาสติก (Thermoplastic) และกดลงในแม่พิมพ์หรือกรอบทิ้งไว้จนเย็นและแข็งตัวจึงถอดชิ้นงานออก ผลิตภัณฑ์ที่ได้ เช่น พวกกรอบพระ ป้ายโฆษณาต่างๆ

2) แบบสุญญากาศ (Vacuum Thermoforming) เป็นกรรมวิธีที่นำมาใช้มากที่สุดในปัจจุบันโดยอาศัยหลักการดูดอากาศในช่องว่างของแม่พิมพ์กับพลาสติกที่ให้ความร้อนจนอ่อนตัว เมื่อดูดอากาศออกพลาสติกจะถูกดูดติดกับแม่พิมพ์ที่เป็นรูปร่างที่ต้องการผลิตภัณฑ์ที่ได้คือภาชนะบรรจุต่างๆ

3) แบบเป่าลมอัด (Blow Thermoforming) เป็นกรรมวิธีตรงข้ามกับแบบสุญญากาศ คือ แทนที่จะดูดอากาศออกก็กลับกันเป็นการเป่าอัดอากาศเข้าแม่พิมพ์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็คล้ายกับแบบสุญญากาศ ชนิดพลาสติกที่นำมาใช้ ได้แก่ เทอร์โมพลาสติกแผ่นทุกชนิด แต่ที่นิยมได้แก่ พีวีซี โพลีสไตรีน และอะครีลิค

7. งานอัดขึ้นรูปพลาสติก

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ง่ายและธรรมดาที่สุด แต่ผลิตได้ไม่รวดเร็วนัก พลาสติกที่ใช้ส่วนมากเป็นเทอร์โมเซตติ้งชนิดผง เช่น เมลามีน ฟีนอลิก ยูเรีย เป็นต้น ไม่นิยมใช้ชนิดเม็ดเพราะหลอมละลายได้ช้า ลักษณะงานอัดขึ้นรูปพลาสติกคือ นำผงพลาสติกไปอบหลอมละลายให้ใกล้จุดหลอม และเทพลาสติกลงในแม่พิมพ์ กดอัดแม่พิมพ์ด้วยเครื่องกดอัด ความร้อนและแรงกดอัดจะทำ

ให้ผงพลาสติกหลอมละลายและไหลไปตามส่วนต่างๆ ของแม่พิมพ์ รอจนชิ้นงานแข็งตัวจึงปลดออก ซึ่งงานอัดขึ้นรูปพลาสติกมี 3 แบบ คือ

1) แบบอัดชนิด Flash Mould เป็นแบบที่มีความยุ่งยากน้อยที่สุด แบบอัดชนิดนี้ยอมให้พลาสติกไหลออกได้เมื่อแม่พิมพ์กดอัดลงมาและไม่ต้องใช้แรงอัดมาก แต่ข้อเสียคือเนื้อ

พลาสติกที่ได้จะไม่แน่นและแข็งแรงน้อย มีครีบที่ต้องตกแต่งมาก ชิ้นงานที่ใช้แบบอัดชนิดนี้ควรบางและตื้น

2) แบบอัดชนิด Full Positive Mould เป็นแบบตรงข้ามกับแบบ Flash Mould คือ ยอมให้พลาสติกไหลออกได้น้อยที่สุดหรือไม่สามารถไหลออกได้เลย ชิ้นงานที่ได้จึงมีเนื้อแน่นและแข็งแรงมากแต่มีข้อเสียคือ ถ้าใส่ผงพลาสติกมากไป จะต้องใช้แรงอัดมากอาจทำให้แม่พิมพ์ชำรุดเสียหายได้

3) แบบอัดชนิด Semipositive Mould เป็นแบบผสมระหว่าง Flash Mould กับ Full Positive Mould คือ ยอมให้มีพลาสติกไหลออกมาได้หลังจากกดอัดแม่พิมพ์แล้ว อีกทั้งยังสามารถกดอัดเนื้อพลาสติกให้แน่นและแข็งแรงได้พอสมควร จึงเหมาะสำหรับงานทั่วไป ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกรรมวิธีการผลิตนี้ส่วนใหญ่จะเป็นอุปกรณ์ทนความร้อนได้สูง เช่น จาน ชาม ช้อน อุปกรณ์ไฟฟ้า หูกระทะหูหม้อ เป็นต้น

8. งานรีดพลาสติก

เป็นกรรมวิธีการผลิตพลาสติกที่ได้รับการดัดแปลงมาจากอุตสาหกรรมผลิตแผ่นยาง และอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่ดัดแปลงไปใช้ ได้แก่ อุตสาหกรรมกระดาษ เสื่อน้ำมันและโลหะแผ่น เป็นต้น ลักษณะของงานรีดพลาสติกคือ ใช้เทอร์โมพลาสติกที่หลอมละลายแล้วผ่านลูกรีดทรงกระบอก รีดพลาสติกออกมาเป็นแผ่นและแผ่นชิ้นงานที่ได้จะเคลื่อนที่ผ่านลูกรีดเย็นช่วยให้แข็งตัวคงรูปเข้าม้วนเก็บต่อไป ชนิดพลาสติกที่ใช้ ได้แก่ โพลีสไตรีน เซลล์โลซิก แต่ที่นิยมมากคือพีวีซี ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ ผ้ายาง แผ่นพีวีซีชนิดต่างๆ กระเบื้องยาง เป็นต้น

9. งานเคลือบผิวด้วยพลาสติก

เป็นกรรมวิธีที่ทำให้ผิวของพลาสติกติดกับแผ่นวัสดุรองรับที่อ่อนตัวได้ (Flexible)อย่างต่อเนื่อง จนได้วัสดุที่เคลือบติดอย่างถาวร พลาสติกที่นำมาใช้เคลือบผิวส่วนใหญ่จะใช้พลาสติกในลักษณะเหลวเป็นขี้ผึ้งผสมกับผงพีวีซี รวมทั้งส่วนผสมอื่น ๆ กรรมวิธีเคลือบผิวด้วยพลาสติกสามารถแบ่งได้ 4 วิธีคือ

1) วิธีทาหรือปาดเคลือบผิว (Knkfe Coating) คือ วัสดุหรือพื้นผ้าที่จะเคลือบเคลื่อนที่อยู่ใต้มีดหรือเหล็กปาด เกลี่ยปาดพลาสติกให้เคลือบติดกับวัสดุหรือพื้นผ้าอย่างสม่ำเสมอ

2) วิธีรีดเคลือบผิว (Reverse-Roll Coating) คือพลาสติกที่จะเคลือบผิวจะถูกลูกกลิ้งรีดให้เป็นแผ่นบางๆ ประกบกับผืนผ้าหรือวัสดุที่จะเคลื่อน ซึ่งลูกกลิ้งรีดนี้จะมีหลายชุดในระบบรีดเคลือบผิว

3) วิธีจุ่มเคลือบผิว (Dip Coating) คือ จะต้องให้ผ้าหรือวัสดุที่ต้องการเคลือบจุ่มลงในอ่าง PVC เหลวที่มีความหนืดต่ำ

4) วิธีเคลือบผิวโดยการรีด (Roll Coating) คือ ผืนผ้าหรือวัสดุที่ต้องการเคลือบจะถูกดึงและรีดเข้ากับพลาสติก โดยลักษณะกรรมวิธีการผลิตคล้ายกับงานรีดพลาสติกแต่การเคลือบผิวพลาสติกกับพื้นผ้าจะถูกรีดเคลือบหลังจากพลาสติกถูกรีดมาเป็นแผ่นก่อน

10. งานเคลือบผิวโลหะด้วยพลาสติก

กรรมวิธีการผลิตนี้ เพื่อป้องกันการกัดกร่อนและเพื่อความสวยงามกับโลหะที่นำมาเคลือบ ซึ่งมีอยู่หลายวิธี หลักการเคลือบคือการนำเอาผงพลาสติกไปเกาะติดกับโลหะ การเคลือบผิวโลหะด้วยพลาสติกมี 3 วิธี คือ

1) การเคลือบผิวโดยการเป่า (Fluidized Bed Coating) อาศัยการหลอมละลายของผงพลาสติกให้ติดกับโลหะที่ถูกให้ความร้อน ซึ่งผงพลาสติกจะถูกเป่าให้เกาะติดกับโลหะ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด

2) การเคลือบผิวโดยการพ่นเปลวไฟ (Flame Spray Coating) พลาสติกจะถูกพ่นออกมาด้วยลมอัดผ่านปืนฉีด ออกมาบรรจบกับเปลวไฟที่ปลายหัวพ่นวิ่งไปปะทะเกาะติดผิวชิ้นงานที่ต้องการ การเคลือบผิวโดยการพ่นเปลวไฟนี้จะใช้ในกรณีที่ไม่สามารถเคลือบโดยวิธีจุ่มเคลือบได้

3) การเคลือบผิวโดยการใช้ไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Spray Coating) โดยวิธีการพ่นเช่นเดียวกับการพ่นด้วยเปลวไฟแต่จะพ่นพลาสติกที่ต้องการเคลือบผ่านปืนพ่นไปยังโลหะซึ่งอยู่ในสนามไฟฟ้า โลหะจะดูดผงพลาสติกให้ติดด้วยประจุไฟฟ้าสถิตจนทั่วหลังจากนั้นต้องให้ความร้อนจนพลาสติกหลอมละลายเคลือบติดกับผิวโลหะ ปัจจุบันเริ่มใช้วิธีนี้กันมากขึ้น

11.งานหล่อโฟม

กรรมวิธีผลิตโฟมนั้นสามารถทำได้ทั้งงานฉีดและงานหล่อ แต่ที่นิยมมากคือ งานหล่อโฟม โฟมคือวัตถุที่มีน้ำหนักเบา ในเนื้อมีรูปฟองอากาศคล้ายกับฟองน้ำ พลาสติกที่นิยมนำมาทำโฟมมีทั้งเทอร์โมเซตติ้งและเทอร์โมพลาสติก เช่น โพลีสไตรีน โพลียูรีเทน ซิลิโคนและไวนีล เป็นต้น กรรมวิธีงานหล่อโฟมแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

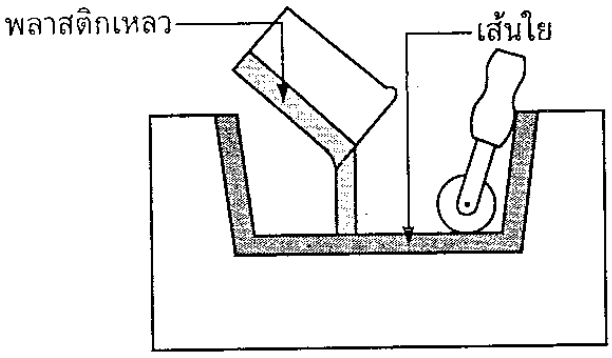
1) แบบหล่อโฟมพลาสติกเม็ด (Moulding Expandable Polystyrene) โดยการอบเม็ดพลาสติกให้ขยายตัว พอเริ่มฟูก็นำไปใส่ในแม่พิมพ์ แล้วจึงนำแม่พิมพ์เข้าอบไอน้ำให้เม็ดพลาสติกขยายตัวฟูอัดแน่นในแม่พิมพ์

2) แบบหล่อโฟมพลาสติกเหลว (Coating Rigid & Flexible Polyurethane Foam) กรรมวิธีนี้ใช้สารเคมีทำให้เกิดแก๊สกับพลาสติกและเทลงในแม่พิมพ์ รอจนฟูเต็มแม่พิมพ์และแข็งตัว กรรมวิธีนี้ถ้าใช้ในอุตสาหกรรมใหญ่ ๆ จะใช้เครื่องฉีดผสมสารเคมีต่าง ๆ กับพลาสติกเข้าไปในแม่พิมพ์โดยตรง เพื่อทำให้เกิดความแข็งแรงและทำให้ผลิตได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น

12. งานไฟเบอร์กล๊าส

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ต้องการผสมพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง เช่น เส้นใย ใยแก้ว ผ้า และอื่นๆ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับผลิตภัณฑ์เป็นพิเศษมากขึ้น กรรมวิธีการผลิตมีหลายวิธี ได้แก่

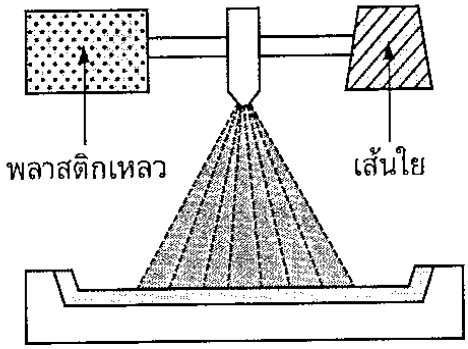
1) วิธีทำด้วยมือ (Hand Lay-Up) เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดสำหรับงานไฟเบอร์กล๊าส โดยการทาหรือใช้ลูกกลิ้งพลาสติกเหลวพวกโพลีเอสเทอร์เรซินให้ซึมผ่านใยแก้วให้ทั่ว และปล่อยให้พลาสติกแข็งตัว



ภาพที่ 2.6 แสดงภาพวิธีทำไฟเบอร์กล๊าส ด้วยมือ

ที่มา(ทานตวรรณ เต็กชื่น. 2544 : 35)

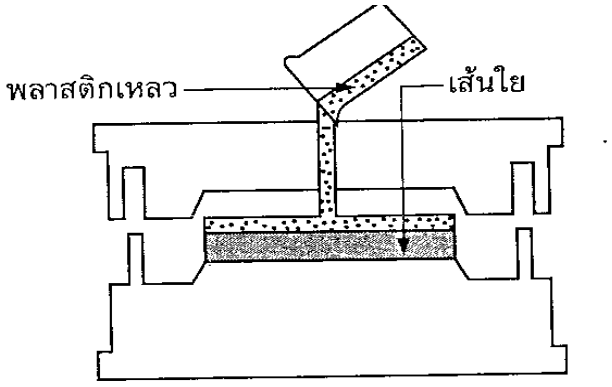
2) วิธีการพ่น (Spay Up) เป็นการพ่นใยแก้วผสมกับสารผสมอื่นๆ ใช้แรงลมพ่นอัด ทำให้เส้นใยและพลาสติกเหลวเกาะติดกันบนผิวหน้าแม่พิมพ์ เหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีพื้นที่กว้าง และการผลิตจำนวนน้อย



ภาพที่ 2.7 แสดงภาพวิธีการพ่น เบอร์กล๊าส

ที่มา(ทานตวรรณ เต็กชื่น. 2544 : 35)

3) วิธีใช้การอัด (Compression Moulding) เป็นกรรมวิธีที่ใช้แรงอัดกับความร้อน ใช้กับการผลิตชิ้นงานที่ต้องการความแข็งแรงเป็นพิเศษ วัสดุเสริมแรงหรือเส้นใยจะถูกวางหรือพ่นในแม่พิมพ์ตัวล่าง หลังจากนั้นจึงเทพลาสติกเหลวลงบนวัสดุเสริมแรง กดด้วยแม่พิมพ์ตัวบนทิ้งไว้จนชิ้นงานแข็งตัว



ภาพที่ 2.8 แสดงภาพการวิธีใช้การอัดเบอร์กล๊าส

ที่มา(ทานตวรรณ เต็กชื่น. 2544 : 37)

4) วิธีใช้การดึง (Pultrusion) โดยปกติกรรมวิธีนี้จะใช้ผลิตชิ้นงานยาวต่อเนื่องพวกแผ่นเรียบและแผ่นขึ้นลอน เนื่องจากช่วงแข็งตัวจะต้องอยู่ในกระบวนการผลิตจึงต้องมีช่วงยาวพอสมควร พลาสติกเหลวจะถูกเทลงบนแผ่นรับ หลังจากนั้นจึงเอาแผ่นใยแก้วทาบลงและปิดด้วยแผ่น Cell glass foil อีกครั้ง การขึ้นลอนจะกระทำตอนที่พลาสติกเริ่มแข็งตัวโดยใช้โซ่ขึ้นลอน