สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

STUDY AND DEVELOPMENT OF EQUIPMENT TO PRODUCE PATTERN POLYESTER

จิรัฏฐ์ วิริยะขันติ

JIRAT VIRIYAKHANTI

DW.
จ527ก
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 78139
วัน,เดือน,ปี 20 ก.พ. 2551

b 11886560
i.....

สาระนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY AND DEVELOPMENT OF EQUIPMENT TO PRODUCE PATTERN POLYESTER

JIRAT VIRIYAKHANTI

A THEMATIC PAPER SUBMITTED IN PARTAIL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE INDUSTRIAL EDUCATION

IN INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสาระนิพนธ์	การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม
ชื่อนักศึกษา	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ
รหัสประจำตัว	48063615
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2550
อาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์	รองศาสตราจารย์สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์งานวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม เพื่อศึกษาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมสำหรับหล่อแม่พิมพ์รถยนต์ เพื่อพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึงสุกสำหรับเครื่องผลิตต้นแบบงานโฟม และตรวจสอบคุณภาพของโฟมต้นแบบที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึงสุก

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยจำนวน 12 ท่านโดยแบ่งออกเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบชุดอุปกรณ์กลึง จำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้าจำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมเครื่องกลจำนวน 3 ท่าน และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต จำนวน 3 ท่าน โดยจะประเมินถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบและการตรวจสอบคุณภาพ รวมทั้งการตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของงานโฟมจำนวน 100 ชิ้น แบ่งออกเป็นงานโฟมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 , 50, 63 ,80 ,100 มิลลิเมตร

สรุปผลการวิจัยพบว่า ชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม แบบที่ 3 มีความเหมาะสมสำหรับนำไปผลิตเป็นเครื่องผลิตต้นแบบงานโฟม ในด้านการออกแบบชุดอุปกรณ์และการตรวจสอบคุณภาพงานโฟมผู้เชี่ยวชาญให้ความคิดเห็นว่าชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมนั้นมาความเหมาะอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =4.34) ส่วนการตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมนั้นพบว่างานโฟมที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 ,50 มิลลิเมตร จะมีคุณสมบัติทั่วไปจากชุดอุปกรณ์กลึงดีกว่างานโฟมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 63 ,80 ,100 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thematic Paper Title	Study And Development Of Equipment To Produce Pattern Polyester
Student	Mr.Jirat Viriyakhanti
Student ID.	48063615
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Industrial Design Technology
Year	2007
Thematic Paper Advisor	Assoc. Prof.Sataporn D.Na-Chumphae

ABSTRACT

The purpose of the research for to study and development of equipment to produce foam prototype for study and design foam prototype of die casting develop lathe equipment for produce foam prototype and check the quality of foam prototype.

Sample of this research were 12 people , 3 expert of lathe design , 3 expert of electrical engineering, 3 expert of mechanical engineering and 3 expert of industrial to asses of equipment for produce foam prototype design . Quality check and general property check of 100 result foam of foam diameter size is 40 millimeter, 50 millimeter, 80 millimeter,100 millimeter.

Result of this research was purposed of equipment to produce foam prototype design 3 have suitability for develop to equipment to produce foam prototype. Purposed of research dimension found the estimate of quality check of result foam was very good ($\overline{X} = 4.34$) and general property check found the result foam of foam diameter size is 40 millimeter, 50 millimeter better than result foam of foam diameter size is 63 millimeter, 80 millimeter 100 millimeter.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

สาระนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ อาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดกระบวนการของการดำเนินงานทำสาระนิพนธ์เพื่อให้ได้สาระนิพนธ์นี้สัมฤทธิ์ผลอย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างมาก และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

พร้อมกันนี้ ขอขอบพระคุณ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร และ ดร.อภิสักก์ สินธุภัค คณะกรรมการสอบสาระนิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่อง อันทำให้สาระนิพนธ์นี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ตลอดจนข้อคิดต่างๆ อันก่อนให้เกิดประโยชน์ต่อการค้นคว้า และการดำเนินงานในด้านต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำสาระนิพนธ์จนประสบผลสำเร็จ

ที่สำคัญยิ่งต้องขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญและนักออกแบบทุกๆท่านที่ตรวจสอบ และประเมินให้คำแนะนำติชมผลงานการพัฒนา อันทำให้ผลงานการพัฒนามีความสมบูรณ์และมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

สำคัญที่สุดขอขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพรักอย่างยิ่ง รวมทั้งญาติพี่-น้องทุกคนที่ได้ให้ความรัก ความหวังดีและให้กำลังใจมาโดยตลอด ให้ความสนับสนุนและช่วยเหลือทุกด้านตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และบุคคลที่ผู้วิจัยมิได้กล่าวถึงในที่นี้ ที่ให้การสนับสนุน ตลอดจนความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

จิรัฏฐ์ วิริยะขันติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญภาพ.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....6

1.3 กรอบแนวความคิดที่ใช้การวิจัย..... 6

1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....6

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....9

2.1 โฟม.....9

2.2 พลาสติกประเภทงานโฟม.....27

2.3 ความหมายของการออกแบบ.....31

2.4 ชนิดและหลักการทำงานของมอเตอร์.....43

2.5 วัสดุและกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม.....50

2.6 ขนาดสัดส่วนที่ใช้ในการผลิต.....67

2.7 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องกล.....73

2.8 จิตวิทยาการใช้สี.....73

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....75

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....76

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 76

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....78

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....78

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....85

4.1การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดของใบมีดที่มาทำเป็นชุดอุปกรณ์อุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม.....85

4.2 การประเมินรูปแบบของชุดอุปกรณ์กลึงฮุกและการตรวจสอบคุณภาพโฟมเสำหรับกลึงฮุก.....86

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....94

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....94

5.2 วิธีดำเนินการวิจัย.....94

5.3 สรุปผลการวิจัย.....96

5.3 การอภิปรายผล.....97

5.4 ข้อเสนอแนะ.....98

บรรณานุกรม.....100

ภาคผนวก.....101

ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....102

แบบสำรวจชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม.....103

แบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อการวิจัย.....104

แบบตรวจสอบคุณภาพงานโฟม.....108

ผลการตรวจสอบคุณภาพงานโฟม.....111

ภาคผนวก ข เขียนแบบเพื่อการผลิต.....121

ภาคผนวก ค ภาพผลงาน ภาพเครื่องออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมแบบเดิม แม่พิมพ์และภาพเครื่องกลึงงานประเภทต่างๆ 138

ภาคผนวก ง หนังสือราชการ.....146

ประวัติผู้เขียน.....165

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 สารเร่งให้เกิดโฟมออกผลทางฟิสิกส์ 11

2.2 สารเร่งออกผลทางเคมี 12

2.3 กรรมวิธีการทำโฟมพลาสติกที่สำคัญบางชนิด 13

2.4 ข้อเปรียบเทียบของอุปกรณ์ความดันสูงและความดันต่ำ 24

2.5 แสดงชนิดและขนาดของพุกที่ฝังในกำแพง 56

2.6 แสดงสัดส่วนต่างๆ ของนอต 57

2.7 ตัวเลข มิติ ส่วนต่างๆ ของร่างกาย 68

2.8 แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน และมิติวิกฤติ 69

2.9 แสดงค่ามิติต่างๆ ของร่างกายคนไทยทั้งชายและหญิง 71

2.10 แสดงขนาดสัดส่วนของคนไทยช่วงอายุ 20-29 ปี 72

4.1 การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม เพื่อตรวจสอบคุณภาพงานโฟมต้นแบบที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึง 87

4.2 ตรวจสอบคุณภาพงานโฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม 88

4.3 ตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 40 mm 89

4.4 ตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 50 mm 90

4.5 ตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 63 mm 91

4.6 ตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 80 mm 92

4.7 ตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 100 mm 93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 โครงสร้างความเชื่อมโยงอุตสาหกรรม..... 2

2.1 แผนภูมิการทำงานผลิตโฟมปฏิกิริยา เช่น โฟม PUR.....14

2.2 เครื่องทำโฟมแท่งระบบ Hennecke.....15

2.3 แผนภูมิแสดงกรรมวิธีผลิตโฟมเทอร์โมพลาสติก.....17

2.4 ลักษณะของเครื่องผลิตโฟมชั้นแรกแบบต่อเนื่อง.....18

2.5 ลักษณะของเครื่องผลิตโฟมขั้นแรกแบบไม่ต่อเนื่อง.....19

2.6 ลักษณะของเครื่องผลิตโฟมแผ่นอย่างต่อเนื่องบนสายพานลำเลียง.....20

2.7 ลักษณะของเครื่องผลิตโฟมแผ่นอย่างต่อเนื่องในเครื่องมือขึ้นรูปโฟมอัตโนมัติ.....20

2.8 แสดงลักษณะการกระจายของความหนาแน่นของ Integral Foam จาก PUR ตลอดพื้นที่หน้าตัด.....22

2.9 อุปกรณ์ผสมเตรียมส่งเข้าแม่แบบ.....22

2.10 แผนภูมิของเครื่องผลิต Integral Foam พร้อมอุปกรณ์ต่าง ๆ.....23

2.11 อุปกรณ์เตรียมผสมพร้อมทั้งอุปกรณ์จับยึดแม่แบบหล่อ Integral Foam.....23

2.12 หลักการทำงานของหัวผสมแบบใช้ใบกวน.....25

2.13 หัวผสมแบบใช้หัวฉีด แบบมีกระเดื่องควบคุม.....25

2.14 อุปกณ์จับยึดแม่แบบสำหรับงานหล่อ PUR-Foam แบบหมุนพลิกได้ สำหรับชิ้นงานลักษณะแบนราบขนาดเล็ก.....26

2.15 รูปผลิตภัณฑ์จากวัสดุประเภทโฟม.....28

2.16 วงจรการเปลี่ยนแปรเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ใหม่.....33

2.17 มาตรฐานของบอสฮุกที่ใช้ในการผลิต.....41

2.18 รูปมาตรฐานขนาดของฮุก.....42

2.19 มอเตอร์กระแสสลับชนิด 1 เฟส.....43

2.20 ลักษณะของโบลต์ต่าง ๆ.....57

2.21 แสดงการใช้ Stud Bolt และ ลักษณะของหัว Cap Screws.....58

2.22 การใช้ Set-Screws ยึดมู่เลย์เข้ากับเพลา.....59

2.23 การขัน Socket – Head Set-Screws ด้วยประแจแอล.....59

2.24 การวัดขนาดของรูโดยใช้ Taper Gauge.....60

2.25 Thread – forming Screws.....60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.26 Thread – cutting Screws....60
2.27 ลักษณะหัวสกรูแบบต่างๆ....61
2.28 ลักษณะร่องแบบต่างๆบนหัวสกรู....61
2.29 Drive Screws....62
2.30 ตำแหน่งปกติของล็อคนัต.... 62
2.31 Self – Locking Nuts....63
2.32 Plain Washers....63
2.33 Tooth – Type Lock Washers....63
2.34 การประกอบสกรูและแหวน....64
2.35 การใช้ Helical Spring Type Lock Washers....64
3.1 แผนภาพแสดงกระบวนการออกแบบ....79
3.2 แบบร่างชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม....81
3.3 สเกต design เกจ Support สำหรับใบมีด....81
3.4 สเกต design ตัวล็อคใบมีดสำหรับการกลึงฮุก....82
3.5 สเกต design ใบมีดและแท่นรองมอเตอร์เพื่อนำไปประกอบกับตัวเครื่อง....82
3.6 สเกต design แบบที่ 1,2,3 ของตัวเครื่องออกแบบ....82
3.7 รูปแบบชุดอุปกรณ์กลึง....83
6.1 ภาพเครื่องชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมที่ได้พัฒนาแล้ว....139
6.2 ชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมที่ใช้ในการวิจัย....140
6.3 โฟม วัตถุดิบต้นแบบที่ใช้ในการผลิต....140
6.4 ภาพแสดงวิธีการทำงานของเครื่องออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม....140
6.5 เครื่องกลึง (Turning Machine หรือ Lathe) ซึ่งใช้สำหรับงานรูปทรงกระบอก 2 มิติ....141
6.6 เครื่องกัด (Milling Machine) และแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ (Maching Center) ซึ่งใช้สำหรับงานกัด 3 มิติ....141
6.7 เครื่องเจาะ (Drilling Machine) ซึ่งใช้สำหรับการเจาะรูกลมและการทำเกลียว....141
6.8 มาตรฐานของบอสฮุกที่ใช้ในการผลิต....142
6.9 ภาพผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึง....143
6.10 แสดงการตัดชิ้นงานโฟมในส่วนที่ไม่ใช้งานออก....143

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

6.11 แสดงการติดชิ้นงานผลิตภัณฑ์โฟมที่แม่พิมพ์ต้นแบบ....144
6.12 ต้นแบบแม่พิมพ์หลังจากติดฮุกพร้อมส่งงานหล่อโลหะ....144
6.13 ภาพแสดงแม่พิมพ์หลังจากการหล่อโลหะ....145
6.14 ภาพแสดงการยกแม่พิมพ์โลหะโดยใช้สายสลิงคล้อง....145

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สภาพสังคมไทยในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปสู่สังคมอุตสาหกรรมมากขึ้น มีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ออกมาทันความต้องการ ในการทำต้นแบบแม่พิมพ์รถยนต์เพื่อเข้าสู่กระบวนการในรูปแบบอุตสาหกรรม และมีการผลิตเป็นจำนวนมาก ๆ (Mass Production) โครงการพัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์เป็นโครงการที่กระทรวงอุตสาหกรรมทำเสนอคณะรัฐมนตรีให้ความเห็นชอบเมื่อวันที่ 10 สิงหาคม 2547 พร้อมทั้งมอบหมายให้กระทรวงอุตสาหกรรม เป็นหน่วยงานหลักในการบูรณาการทั้งภาครัฐและเอกชนให้โครงการสำเร็จตามวัตถุประสงค์ และเพื่อต้องการพัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทยให้เข้มแข็งอันจะนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้กับอุตสาหกรรมยุทธศาสตร์ของชาติ และให้เกิดชะลอการนำเข้าแม่พิมพ์จากต่างประเทศ ในขณะเดียวกันยังต้องการให้การส่งออกแม่พิมพ์ไทยไปยังตลาดสากลได้ขยายเป็นเท่าทวีคูณ ซึ่งเกิดจากผลการบูรณาการการทำงานอย่างเป็นระบบมีประสิทธิภาพและมีเป้าประสงค์ที่ชัดเจน (สถาบันไทย-เยอรมัน. โครงการพัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์)

อุตสาหกรรมแม่พิมพ์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่ออุตสาหกรรมขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะ ผลิตภัณฑ์พลาสติก และผลิตภัณฑ์อื่นๆ อุตสาหกรรมหลายแขนงไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมของเด็กเล่น อุตสาหกรรมพลาสติก หรือแม้แต่อุตสาหกรรมขนาดย่อมด้านอื่น ๆ ล้วนแต่พึ่งพาแม่พิมพ์ในการผลิตทั้งสิ้น เนื่องจากแม่พิมพ์เป็นเครื่องมือสำคัญในการผลิตสินค้า ชิ้นส่วน และบรรจุภัณฑ์ซึ่งรวมทั้งงานพลาสติก โลหะ แก้ว และยาง แม่พิมพ์คุณภาพสูงมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วน การเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ การลดต้นทุนในการผลิต และการเพิ่มประสิทธิภาพของโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมซึ่งอาจกล่าวได้ว่า “คุณภาพของอุตสาหกรรมแม่พิมพ์เป็นตัวกำหนดคุณภาพของสินค้าทุกชนิด” ในการผลิตแม่พิมพ์จะมีการผลิตแม่พิมพ์หลายรูปแบบ เช่นแม่พิมพ์โลหะเพื่อการปั๊มขึ้นรูป แม่พิมพ์พลาสติกเพื่อการฉีดและการเป่าพลาสติก แม่พิมพ์ยางเพื่อการปั๊มงานพันซ์ซิง และยังมีแม่พิมพ์อื่นๆ เช่น แม่พิมพ์แก้ว แม่พิมพ์เซรามิกส์ เป็นต้น ดังนั้นอุตสาหกรรมแม่พิมพ์จึงเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมสนับสนุน (Supporting Industry) ที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จของอุตสาหกรรมต่างๆ รวมทั้งยังมีความสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมอื่นๆ และมีส่วนในการสร้างความเข้มแข็งให้กับอุตสาหกรรมเป้าหมายหลักของประเทศ ให้สามารถเติบโตอย่างมั่นคงและยั่งยืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุตสาหกรรมแม่พิมพ์

อุตสาหกรรมแม่พิมพ์ถือเป็นอุตสาหกรรมสนับสนุนที่สำคัญยิ่งสำหรับประเทศไทย เนื่องจากอุตสาหกรรมหลักทุกประเภทต้องอาศัยแม่พิมพ์เป็นต้นแบบในการผลิตสินค้าประเภท Mass product ซึ่งมีปริมาณมาก ดังนั้นการเร่งพัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ของไทยจึงเป็นความจำเป็นเร่งด่วน ที่รัฐบาลให้การสนับสนุนทั้งด้านงบประมาณและประสิทธิภาพของการผลิตแม่พิมพ์ ให้ทันความต้องการของผู้ผลิตในอุตสาหกรรมต่างๆ และลดค่าใช้จ่ายในการนำเข้าแม่พิมพ์จากต่างประเทศ

ปัจจุบันสถาบันไทย-เยอรมัน ได้รับมอบหมายให้เป็นเจ้าภาพในการผลักดันโครงการพัฒนาอุตสาหกรรมภายใต้โครงการ "พัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ 2547-2552" ซึ่งเป็นการพัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์อย่างครบวงจร นับตั้งแต่การพัฒนาบุคลากรเทคโนโลยีการผลิตแม่พิมพ์ ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต การสร้างผู้ประกอบการใหม่ที่มีคุณภาพและการพัฒนาผู้ประกอบการใหม่ที่มีคุณภาพและศักยภาพ

นอกจากนี้ในการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์นั้น ยังมุ่งเน้นการเชื่อมโยงผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเข้าด้วยกัน ให้เป็นคลัสเตอร์ในรูปของห่วงโซ่อุปทาน

ภารกิจหลักในการพัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์จำแนกการดำเนินงานเป็น 4 ด้านคือ

1. การพัฒนาบุคลากร และสถานศึกษาสำหรับอุตสาหกรรมแม่พิมพ์
2. การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีสำหรับอุตสาหกรรมแม่พิมพ์
3. การสนับสนุนการเชื่อมโยงอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ให้มีการร่วมมือทางธุรกิจของผู้ประกอบการต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้อุตสาหกรรมแม่พิมพ์มีศักยภาพในการแข่งขัน
4. การส่งเสริมด้านการตลาด ทั้งในส่วนภายในและต่างประเทศ การร่วมงานแสดงสินค้า การจัดทำ Road Show ของผู้ประกอบการไทย การจัดตลาดนัดแม่พิมพ์

เป้าหมายในการพัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์

รัฐบาลได้กำหนดเป้าหมายในโครงการพัฒนาแม่พิมพ์ไว้ว่า ภายใน 5 ปี คือ พ.ศ.2552 ประเทศไทยจะสามารถลดการนำเข้าแม่พิมพ์จากต่างประเทศได้ราว 7000 ล้านบาทต่อปี เพิ่มปริมาณการส่งออกแม่พิมพ์ได้ราว 9000 ล้านบาทต่อปี และสร้างมูลค่าเพิ่มจากการพัฒนาบุคลากรได้ไม่น้อยกว่า 2.772 ล้านบาท

ปัจจุบันประเทศไทยใช้เทคโนโลยีในการผลิตแม่พิมพ์ในระดับที่ต่ำกว่าอีกหลายๆ ประเทศ ทั้งในการผลิตแม่พิมพ์โลหะ และพลาสติก ปริมาณการส่งออกแม่พิมพ์ ก็น้อยมาก เมื่อเทียบกับการนำเข้าทำให้ไทยต้องเสียดุลการค้าให้กับหลายๆ ประเทศ

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้การผลิตแม่พิมพ์ของไทยไม่สามารถตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมการผลิตได้เนื่องจากกำลังการผลิตแม่พิมพ์ในประเทศไม่เพียงพอต่อความต้องการที่

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังขยายตัวอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ในประเทศไทย ทำให้ต้องมีการนำเข้าแม่พิมพ์เพิ่มขึ้น

ในอนาคตการพัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ จะมุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีระดับ High End ที่ช่วยให้ผู้ผลิตแม่พิมพ์สามารถพัฒนาคุณภาพและศักยภาพในการผลิตได้มากขึ้น

สถานภาพอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ในปัจจุบัน

ประเทศไทยจะต้องพิจารณาสถานะของอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทยในปัจจุบันว่า มีกาผลิตแม่พิมพ์ชนิดใดบ้าง ปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลกระทบต่อการผลิตแม่พิมพ์ แนวโน้มความต้องการใช้แม่พิมพ์ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่นความต้องการแม่พิมพ์ประเภทต่างๆ ได้แก่ แม่พิมพ์โลหะ แม่พิมพ์พลาสติก และแม่พิมพ์ยาง เป็นต้น

แม่พิมพ์แต่ละชนิด มีคุณภาพและต้นทุนในการผลิตแตกต่างกัน ส่งผลให้ราคาจำหน่างแตกต่างกันด้วย ในส่วนของราคาแม่พิมพ์นั้น ค่าแรงผลิตและวัตถุดิบในการผลิตแม่พิมพ์ ก็มีความแตกต่างกันอย่างมาก ทั้งยังมีค่าใช้จ่ายสูงกว่า 50% ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด ทำให้แม่พิมพ์ที่ผลิตในประเทศมีราคาแพงกว่าประเทศที่มีค่าแรงต่ำ

นอกจากนี้ ศักยภาพของบุคลากร ก็นับเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมแม่พิมพ์ สำหรับปัจจุบันบุคลากรด้านแม่พิมพ์ของไทยยังมีพื้นฐานความรู้และทักษะในการผลิตที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับประเทศคู่แข่งอื่นๆ จึงเป็นความจำเป็นอย่างเร่งด่วนที่จะต้องพัฒนาศักยภาพและคุณภาพของบุคลากรในอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ให้สูงขึ้นทัดเทียมกับต่างประเทศ เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดแม่พิมพ์ ทั้งในและต่างประเทศ (PLANT MANAGER MAGAZINE :18-20, JUNE-JULY 2005)

มนู เลียวไพโรจน์ ปลัดกระทรวงอุตสาหกรรมเปิดเผยว่า ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2546 กระทรวงอุตสาหกรรมได้รับการจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปี รวมทั้งสิ้น 4,246.537 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2545 เป็นจำนวน 32.741 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 0.78 โดยกำหนดกำหนดยุทธศาสตร์ไว้ 7 ประการ ได้แก่

1. การชี้นำและกำกับดูแลอุตสาหกรรมและ SMEs โดยการพัฒนาธุรกิจอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ กฎระเบียบ มาตรฐานสากล และสามารถลดความเสี่ยงกับความไม่แน่นอนจากเศรษฐกิจโลก ให้สามารถแข่งขันได้ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

2. การพัฒนาปัจจัยสนับสนุนเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมและ SMEs โดยมีเป้าหมายให้การผลิตและการส่งออกภาคอุตสาหกรรมขยายตัวเพิ่มขึ้น และมีศักยภาพการแข่งขันในตลาดโลกเพิ่มสูงขึ้น

3. การพัฒนาและสร้างความเข้มแข็งของผู้ประกอบการ ส่งเสริมให้ผู้ประกอบการมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น และใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการผลิตและการบริหารจัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การพัฒนาและสร้างความเข้มแข็งของวิสาหกิจชุมชน มีเป้าหมายให้สินค้าของชุมชนมีคุณภาพสูงขึ้น สามารถเชื่อมโยงสู่ตลาดได้มากขึ้น ผู้ประกอบการสามารถปรับใช้ความรู้สมัยใหม่เข้ากับภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการผลิต

5. เพิ่มประสิทธิภาพการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติด้านทรัพยากรธรณี

6. เพิ่มประสิทธิภาพการพัฒนา ใช้ อนุรักษ์ และฟื้นฟูทรัพยากร น้ำบาดาล

7. เพิ่มขีดความสามารถในกาจัดหาพลังงาน

ทั้งนี้ งบประมาณของกระทรวงอุตสาหกรรมที่ได้รับในปีงบประมาณ พ.ศ.2546 แบ่งเป็นแผนงานด้านการผลิตและสร้างรายได้ และด้านทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อมและการพลังงาน ประกอบด้วย 3 แผนงาน ได้แก่ แผนงานนโยบายและแผน แผนงานส่งเสริมการผลิตอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการ และแผนงานอนุรักษ์พัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ

นอกจากนี้กระทรวงอุตสาหกรรมยังได้รับงบประมาณในส่วนเงินกองทุนจำนวน 1,020 ล้านบาท ได้แก่ กองทุนส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม จำนวน 1,000 ล้านบาท และเงินทุนหมุนเวียนเพื่อการส่งเสริมอาชีพอุตสาหกรรมในครอบครัวและหัตถกรรมไทย จำนวน 20 ล้านบาท อีกด้วย

ปัจจุบันการผลิตต้นแบบในการผลิตแม่พิมพ์รถยนต์ต้องอาศัยระยะเวลาในการผลิตค่อนข้างมาก ฉะนั้นการวางแผนจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และสิ่งที่สำคัญในการทำต้นแบบ (Poly Pattern) ต้องใช้ความสามารถอย่างสูงบวกกับประสบการณ์ของพนักงาน เพื่อให้งานที่ออกมาเหมือนแบบที่ได้กำหนดไว้ ได้อย่างชัดเจน

ชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมอย่างง่ายที่จะผลิตฮุก (Hook) สำหรับเป็นตัวยึดสำหรับสายสลิงเพื่อในการยกแม่พิมพ์ก่อนที่จะส่งเพื่อทำเป็นเหล็กหล่อ มีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อให้การผลิตฮุก (Hook) ทันต่อความต้องการ รวดเร็ว และมีคุณภาพ ตลอดจนสามารถที่จะผลิตได้ทุกขนาดตามมาตรฐานที่กำหนด

สำหรับธุรกิจประเภทอุตสาหกรรมแม่พิมพ์รถยนต์ขนาดย่อม (SMEs) ที่มีงบประมาณไม่มากนัก มีกำลังในการซื้อค่อนข้างน้อย การวิจัยเพื่อการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประเภทชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบสำหรับงานโฟม สำหรับผลิตต้นแบบในการทำ ฮุก (Hook) เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานได้อย่างรวดเร็ว และลดขั้นตอนในการทำงานได้ค่อนข้างมาก สามารถให้ผู้ประกอบการได้ใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุดกับผลิตภัณฑ์นี้

ดังนั้นจากปัญหาที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบสำหรับงานโฟมเพื่อเป็นต้นแบบในการสร้างงานโฟมก่อนทำการส่งหล่อในระบบอุตสาหกรรมแม่พิมพ์รถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมสำหรับหล่อแม่พิมพ์รถยนต์

1.2.2 เพื่อพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึงฮุกสำหรับเครื่องผลิตต้นแบบงานโฟม

1.2.3 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของโฟมต้นแบบที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึง

1.3 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมผู้วิจัยได้ใช้หลักในการออกแบบผลิตภัณฑ์ตามกรอบแนวความคิด และพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมนี้ ผู้วิจัยได้ใช้หลักการในการออกแบบตามกรอบแนวคิดของ จำรูญ ตันติพิศาลกุล(2545 : 18) ที่ได้กล่าวถึงหลักการออกแบบชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรกล ผู้ออกแบบจะต้องตัดสินใจว่ามีเกณฑ์หรือเงื่อนไขขีดจำกัดอะไรบ้างที่สำคัญที่สุด(วิกฤต) หรือมีหลายๆ เกณฑ์ที่สำคัญที่ต้องใช้ในการออกแบบ ชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรกลต่างๆ จะเกิดความเสียหายเมื่อการทำงานของมันอยู่นอกเกณฑ์ในการออกแบบหรือขีดจำกัดของการออกแบบตอนแรก ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบชุดอุปกรณ์โดยใช้กรอบแนวคิดในการออกแบบเครื่องกลเพื่อการผลิตชุดอุปกรณ์กลึงฮุก

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อแม่พิมพ์รถยนต์สำหรับสถานประกอบการ ผู้วิจัยได้กำหนดของเขตของการวิจัย ดังนี้

1.4.1 ตัวแปรที่ทำการศึกษา

ตัวแปรต้น ชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

ตัวแปรตาม ได้แก่

1.4.2 คุณภาพของโฟมที่ได้จากการผลิตเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อแม่พิมพ์รถยนต์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมเครื่องกลและการผลิต คือได้คัดเลือกประชากรกลุ่มตัวอย่างโดยการเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งทำการพิจารณาเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรแบบเดียวกัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 82) โดยคัดเลือกผู้ทรงเชี่ยวชาญจำนวน 12 ท่าน สามารถที่จะจำแนกได้ดังนี้ คือ ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ด้านวิศวกรรมเครื่องกลและการผลิต และ ด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรมการผลิต

1.4.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ผลิตภัณฑ์โฟมที่ได้จากการกลึงฮุกโดยแบ่งตามมาตรฐานของฮุกตามขนาด Diameter แบ่งออกเป็น ∅ 40 , ∅ 50 , ∅ 63 , ∅ 80 , ∅ 100 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำศัพท์ต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1.5.1 ด้านการออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึง หมายถึง การออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์การกลึงฮุกจากชุดอุปกรณ์เดิม เป็นชุดอุปกรณ์แบบใหม่ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน

1.5.2 ด้านคุณภาพงานโฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึงจากการวัดขนาด หมายถึง คุณภาพของงานโฟมที่ได้ทำการผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบชุดใหม่เพื่อการตรวจสอบคุณภาพที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมว่าได้ตามมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่

1.5.3 ด้านคุณภาพงานโฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึงจากการตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไป หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพของงานโฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึงโดยการตรวจสอบด้วยสายตา ว่าคุณภาพของงานโฟมเป็นที่ยอมรับหรือไม่

1.5.4 โฟม (Polyurethane PUR) หมายถึงพลาสติกประเภท พอลิเมอร์ที่ได้ผ่านกระบวนการผลิตเป็นรูปทรงต่างๆ และวัสดุประเภทโฟมที่ได้มากลึงเป็นรูปร่างฮุก (Hook) เพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อแม่พิมพ์รถยนต์

1.5.5 ชุดอุปกรณ์กลึง หมายถึง วัสดุที่ผลิตขึ้นมาสำหรับการใช้งานในการกลึงฮุก ประกอบด้วย ใบมีดสำหรับกลึง แท่นรองในการทำงานกลึงที่นำส่วนประกอบของชุดอุปกรณ์ไปติดกับเครื่องออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม การทำงานสัมพันธ์กับมอเตอร์ที่ใช้ในการผลิต

1.5.6 ต้นแบบงานโฟม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้ผลิตขึ้นมาตามแบบที่กำหนดก่อนนำไปสู่กระบวนการผลิตในขั้นตอนต่อไป

1.5.7 การศึกษาและพัฒนา หมายถึง การค้นคว้าและออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้นกว่าเดิม ตลอดจนวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง

1.5.8 แม่พิมพ์รถยนต์ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการขั้นตอนสุดท้าย โดยวัสดุที่ใช้เป็นเหล็กหล่อ (Casting Die)

1.5.9 โฟม หมายถึง วัสดุประเภทโพลิเมอร์ EPI ที่นำมาเป็นต้นแบบในการผลิตเกี่ยวกับการหล่อโลหะ เพื่อนำมาเป็นต้นแบบในการผลิตแม่พิมพ์รถยนต์

1.5.10 ฮุก (Hook) หมายถึงอุปกรณ์ส่วนหนึ่งของแม่พิมพ์ที่เป็นตัวรองรับให้สลิงเกี่ยวยึดเพื่อยกแม่พิมพ์และรูปร่างของฮุก ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นประเภทที่ติดกับแม่พิมพ์เพื่อการหล่อร่วมใช้สำหรับการยก

1.5.11 ใบมีด หมายถึง วัสดุที่ได้ทำการผลิตจกมาตรฐานเพื่อทำเป็นวัสดุเพื่อการกลึงงานโฟมให้มีลักษณะที่เป็นรูปร่างรูปทรงตามมาตรฐานที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.12 มอเตอร์ไฟฟ้า หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการกลึงงานโฟมโดยมอเตอร์ที่ใช้เป็นมอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟส

1.5.13 คุณภาพงานโฟม หมายถึง โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึงสุกได้ตามมาตรฐานที่กำหนด โดยแบ่งออกเป็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ∅ 40 , ∅ 50 , ∅ 63 , ∅ 80 , ∅ 100 และโฟมที่ผลิตออกมามีคุณลักษณะทั่วไปตามกำหนด เช่น ผิวงานต้องเรียบเป็นที่ยอมรับ และต้องไม่มีรอยบุบ ยุบตัวของงานที่ผ่านการกลึงออกมา

1.5.14 ใบตรวจสอบ หมายถึง ข้อมูลจากการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ผลิตออกมา เป็นกระบวนการควบคุมคุณภาพของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์เพื่อการตรวจสอบว่าได้ตามมาตรฐานหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาและวิจัยเรื่อง การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ การศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและการผลิตตลอดจนการทดลอง เพื่อใช้เป็นแนวคิดในการดำเนินการวิจัย

2.1 โฟม (Foam)

2.2 พลาสติก ประเภทงานโฟม

2.3 ความหมายของการออกแบบ

2.4 ชนิดและหลักการทำงานของมอเตอร์

2.5 วัสดุและกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

2.6 ขนาดสัดส่วนที่ใช้ในการผลิต

2.7 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องกล

2.8 จิตวิทยาการใช้สี

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โฟม

โฟม แบ่งออกได้เป็นสองลักษณะ คือ

- แบบที่มีโครงสร้างเป็นโฟมทั่วไปทั้งชิ้น

- แบบที่ตรงกลางมีโครงสร้างเป็นโฟม แต่ที่ขอบเป็นผิวเรียบไม่เป็นโฟม แบบหลังนี้เรียกว่า โฟมโครงสร้าง (Structural Foam) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Integral Foam ในระยะหลัง ๆ นี้วัสดุโฟมได้แทรกเข้ามาในตลาดอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ไม่เฉพาะว่าพลาสติกทุกชนิดจะสามารถทำให้เป็นโฟมได้ทุกกรรมวิธีด้วย แต่จะไม่กล่าวถึงกรรมวิธี Injection, Extrusion, Calendaring และ Compression เพราะกรรมวิธีเหล่านี้ได้กล่าวถึงในการผลิตชิ้นงานปกติแล้ว และในกรรมวิธีผลิตชิ้นงานจากโฟมก็ใช้หลักการเดียวกัน

การทำโฟม Polystyrene และ Polyurethane อย่างละเอียด เพราะวัสดุทั้งสองนี้มีมากที่สุดในตลาด วัสดุโฟมสามารถแยกออกได้หลายลักษณะ เช่น แยกตามโครงสร้างของเซล (Cell – structure) แยกตามความแข็งหรือแยกตามกรรมวิธีการผลิตก็ได้

การแบ่งแยกตามโครงสร้างของเซล แบ่งออกได้เป็นแบบเซลปิด เซลเปิด และเซลผสม

เซลปิด หมายถึง โฟมที่มีโพรงของเซลไม่ต่อถึงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลเปิด หมายถึง โฟมที่มีโพรงของเซลต่อถึงกันจนทำให้ก๊าซ หรือ อากาศหมุนเวียนถึงกันได้ ถ้าโฟมประกอบด้วยเซลปิดและเปิดอยู่ด้วยกันเรียกว่า แบบเซลผสม โครงสร้างของเซลนี้จะขึ้นอยู่กับกรรมวิธีของการทำให้เกิดฟองโฟม และชนิดของสารทำให้เกิดโฟม

ถ้าแบ่งชนิดของโฟมตามความแข็งจะแบ่งออกได้เป็น

1. แบบด้านการแปรรูปมากและยืดหยุ่นได้น้อย เช่น โฟม PS,PVC (แข็ง), UF, PF, UP, EP, PIR ,PMI

2. แบบด้านการแปรรูปน้อยและยืดหยุ่นได้ดี เช่น PUR (อ่อน), PVC (อ่อน)

ในที่นี้จะกล่าวถึง Integral Foam เป็นพิเศษ เพราะเป็นโฟมที่มีคุณสมบัติพิเศษคือ ยืดหยุ่นได้เล็กน้อย ในขณะที่มีความคงตัวสูง

2.1.1 การผลิตโฟม

โฟมพลาสติกประกอบด้วยโครงสร้างของเซลซึ่งได้จากการใช้สารเร่งให้ฟูเป็นฟอง สารเร่งให้เกิดฟองโฟมนี้หมายถึงสารที่เมื่อได้รับความร้อนถึงจุดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเป็นก๊าซขึ้น ทำให้พลาสติกฟูเป็นฟอง และในขณะขยายฟูตัวออกนี้จะต้องขยายแม่แบบออกให้ปริมาตรโตขึ้น ซึ่งจะทำให้ได้ชิ้นงานซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าพลาสติกปกติที่ไม่ได้ทำให้เป็นโฟม

พลาสติกที่เหมาะสมที่จะนำมาทำโฟมจะต้องเป็นพลาสติกที่สามารถลดความหนาแน่นได้นั่นเอง พลาสติกที่ทำเป็นโฟมได้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มด้วยกันคือ

1. กลุ่มที่สามารถเร่งให้ผลฟูเป็นโฟมได้เช่น PS
2. กลุ่มที่หลอมเหลวแล้วจึงทำให้ฟู เช่น PS, PE,PVC
3. กลุ่มสารเริ่มต้นเป็นของเหลวและทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นโฟม เช่น PUR,PF,UF

สารทำให้ฟูนี้แบ่งออกเป็นสารที่ออกผลทางฟิสิกส์และเคมี และนอกจากนี้แล้วยังต้องเติมสารอื่น ๆ เช่น Stabilizer และ Nucleater ลงไปเพื่อป้องกันการสลายตัวของโฟมหลังจากฟูออกแล้ว และโดยการใช้ Nucleater นี้เองที่สามารถทำให้เกิดโครงสร้างของเซลขึ้นในรูป 2.1 แสดงขั้นตอนการผลิตโฟม นอกจากพลาสติกทั้งสามกลุ่มที่กล่าวไปแล้วนั้นยังมีพลาสติกเหลว (Pasty) เช่น PVC ที่สามารถทำให้เกิดโฟมโดยใช้อากาศได้ แต่กรรมวิธีนี้ไม่นิยมใช้กัน

2.1.2 ชนิดของพลาสติกที่ใช้ทำโฟม

พลาสติกที่ใช้ทำโฟมที่สำคัญได้แก่ Polyurethane และ Polystyrene เทคนิคการทำโฟมนั้นเริ่มต้นมาตั้งแต่ราว ๆ ปีคริสต์ศักราช 1950 ซึ่งในครั้งแรกผลิตได้เฉพาะโฟมที่มีความหนาแน่นสม่ำเสมอเท่านั้น ส่วน Integral Foam เพิ่งจะทำได้ในระยะหลัง ๆ นี้เอง

โฟมทั้งสองชนิดนี้ส่วนใหญ่จะใช้ทำเป็นฉนวนความร้อน วัสดุหีบห่อและสำหรับโฟม Polyurethane จะใช้ในอุตสาหกรรมเบาะอีกด้วย สำหรับโฟมที่ใช้รองลงมา ได้แก่ โฟมปฏิกิริยาจาก PUR, PF, UF, UP, และ EP ทั้งนี้เพราะมีปัญหาในการทำโฟมมากกว่า และคุณสมบัติก็ใช้ได้ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว้างขวางมากนัก โฟมจากเทอร์โมพลาสติกนอกจากจะใช้ PS เป็นส่วนใหญ่แล้ว SB,ABS,PE,PP,PVC,PPO และ PMI ปรับปรุงและ PC ก็ยังสามารถทำเป็นโฟมได้อีกด้วย

2.1.3 สารเร่งให้เกิดโฟม

ดังที่ได้แสดงไว้ในรูป 2.2 แล้วว่าสารเร่งให้เกิดโฟมนั้นมีสองชนิดคือ แบบออกผลทางฟิสิกส์ และออกผลทางเคมี

ในตารางที่ 2.1 เป็นตัวอย่างของสารเร่งให้เกิดโฟมออกผลทางฟิสิกส์ พร้อมทั้งจุดเดือดบางชนิด และในตารางที่ 2.2 เป็นตัวอย่างสารเร่งออกผลทางเคมีพร้อมทั้งช่วงอุณหภูมิของการแตกตัวและการเกิดฟองก๊าซ

สารเร่งให้เกิดโฟมออกผลทางฟิสิกส์จะทำให้พลาสติกฟูตัวเหนืออุณหภูมิจุดเดือด โดยการเกิดฟองก๊าซและทำให้ปริมาตรของพลาสติกโตขึ้น ในระหว่างที่สารออกผลทางเคมีนั้น จะเกิดปฏิกิริยาขึ้นที่อุณหภูมิคงที่ และทำให้เกิดก๊าซขึ้น และเป็นผลให้พลาสติกฟูตัวออก

ตารางที่ 2.1 สารเร่งให้เกิดโฟมออกผลทางฟิสิกส์

สารเร่ง	จุดหรือช่วงเดือด (องศาเซลเซียส)
Pentane	30-38
Neopenthane	9.5
Hexane	60-70
Isohexane	55-62
Heptane	96-100
Isoheptane	88-82
Toluol	110-112
Methyl chloride	23.76
Methylene chloride	40.0
Trichloroethyene	83.5
Dichlorotetraflouroethane	3.6
Trichlorotriflouromethane	23.8
Trichloroflouroethane	47.6
Dichlorodiflouromethane	29.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 สารเร่งออกผลทางเคมี

สารเร่ง	ช่วงอุณหภูมิของการเกิดปฏิกิริยา (องศาเซลเซียส)	การเกิดก๊าซ
N,N' –dimethyl- N,N' – dinitrosoterephthalamide	90-105	126
Azobisisobutyronitrile (Aziobutter acid dinitrile)	90-115	130
4,4 –oxybis-benzol-sulfonylhydrazide	130-140	125
N,N' –dinitrosopentamethylenetetramine	130-190	265
Azobisformamide (Azodicarbonamide)	160-200	220
P – Toluolsulfonylsemicarbazide	225-235	146
semicarbazide	225-235	146
5-phenyltetrazol	240-250	190
Trihydrazintriazin	265-290	225

เทคนิคการทำโฟมชนิดที่ต้องการให้มีความหนาแน่นสม่ำเสมอ จะใช้สารเร่งแบบออกผลทางฟิสิกส์ การทำโฟมเทอร์โมพลาสติกและโฟม Polyurethane ก็จะใช้หลักการทางฟิสิกส์เช่นเดียวกัน

สารเร่งออกผลทางเคมีจะเกิดฟองก๊าซขึ้นในช่วงอุณหภูมิสูงกว่า ซึ่งจะทำได้เฉพาะในช่วงการหลอมของเทอร์โมพลาสติกเท่านั้น

ในการทำโฟม Polyurethane นั้นไม่จำเป็นต้องใส่สารเร่งเพิ่มเติมก็สามารถทำโฟมได้ ทั้งนี้เพราะในระหว่างปฏิกิริยาของ Isocyanante และน้ำ จะมี CO_2 แตกตัวออกมาเร่งพลาสติกให้เกิดโฟมได้ ในทางปฏิบัติจะเติมสารเร่งทางฟิสิกส์เข้าไปอีกเล็กน้อย เพื่อให้โฟมมีคุณสมบัติตามต้องการ

2.1.4 กรรมวิธีการผลิตโฟมโดยย่อ

พลาสติกเกือบทุกชนิดสามารถทำเป็นโฟมได้และสามารถใช้กรรมวิธีการทำงานที่กล่าวมาแล้วได้ทุกกรรมวิธี นอกจากนี้ยังมีเทคนิคในการทำงานอีกหลายวิธี เช่น การทำเป็นรูปทรงต่าง ๆ ทำเป็นก้อน ทำเป็นแผ่น ในตารางที่ 2.3 แสดงถึงกรรมวิธีต่างๆ ที่ใช้ผลิตชิ้นงานโฟมและในระยะหลัง ๆ นี้ก็ได้มีกรรมวิธีอื่นๆ เกิดขึ้นมาอีกเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 กรรมวิธีการทำโฟมจากพลาสติกที่สำคัญบางชนิด

โฟม / ลักษณะของวัสดุที่ใช้	โฟมแบบมีความหนาแน่นสม่ำเสมอ		Integral Foam	
	กรรมวิธี	พลาสติก	กรรมวิธี	พลาสติก
เทอร์โมพลาสติกหลอมเหลว	Extrusion Calandering Compression	PS,SB,ABS PVC,PE	Extrusion Calandering Injection Foaming	PS,SB,ABS PVC,PE,PC PPO-ปรับปรุง
ผงที่สามารถทำให้ฟูได้	กรรมวิธีผลิต Styropor	PS		
สารพลาสติกเหลวที่จะทำปฏิกิริยาเป็นโฟมได้	การหล่อโฟมอย่างต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องในแบบหรือฉีดลงบนสายพานให้ยาวต่อเนื่อง	PE,UF,PUR PUR,UF	การหล่อโฟมปฏิกิริยา (RSG)	PUR

2.1.5 โฟมชนิดที่มีความหนาแน่นสม่ำเสมอ

โฟมชนิดที่มีความหนาแน่นสม่ำเสมอ จะมีโครงสร้างของเซลสม่ำเสมอ ซึ่งอาจจะเป็นได้ทั้งโครงสร้างปิด โครงสร้างเปิด และโครงสร้างผสม

ที่ขอบของชิ้นโฟมจะมีผิวปิด และลักษณะของผิวจะไม่เหมือนกับของ Integral Foam วิธีการผลิตโฟมแบบนี้แบ่งออกได้ดังนี้

การทำโฟมต่อเนื่องบนสายพานหมุนเวียน (Conveyor) เพื่อทำเป็นแผ่น แท่งหรือแผ่นประกอบ

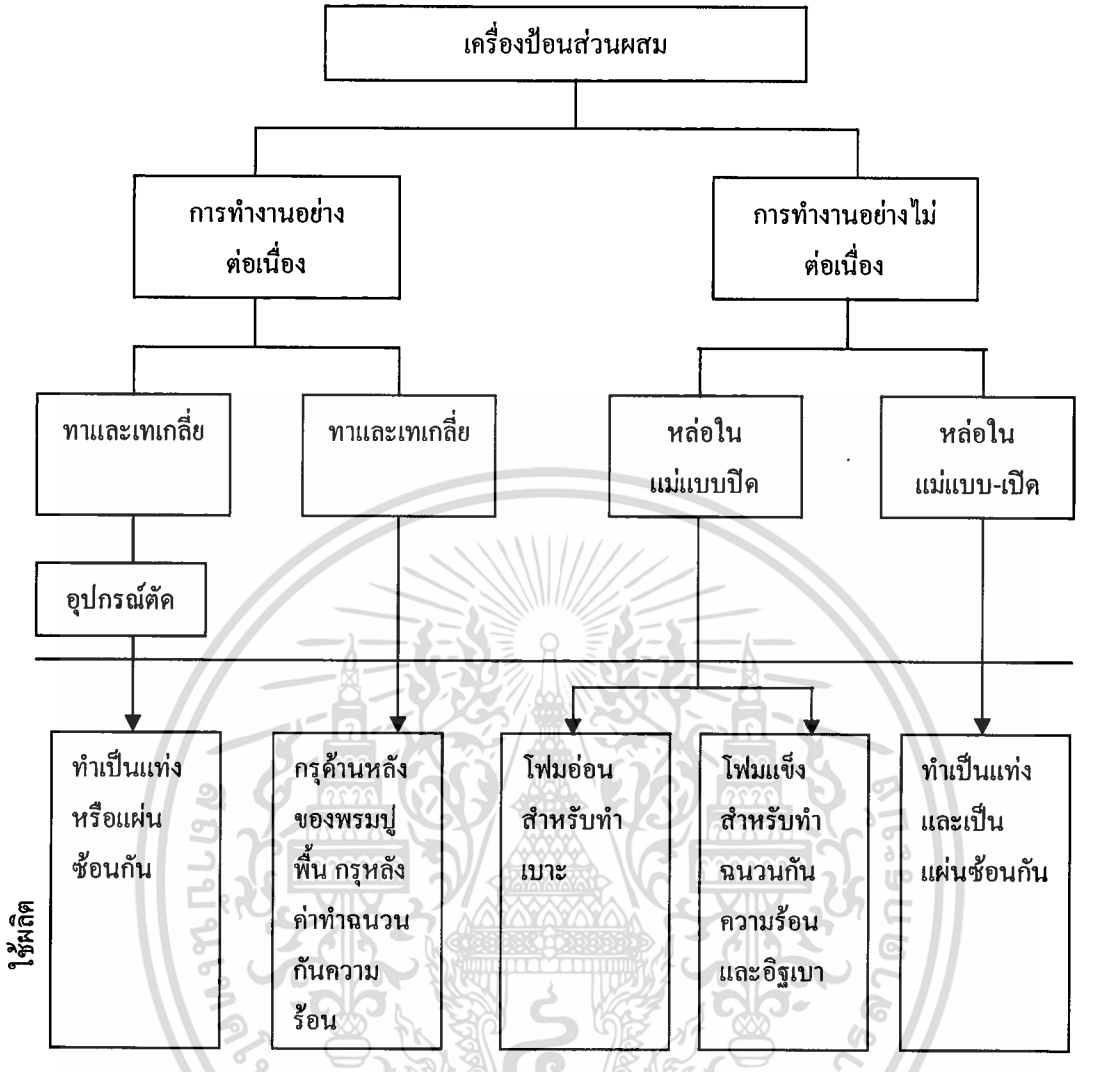
การทำโฟมไม่ต่อเนื่อง ในการทำแท่ง แผ่น แผ่นประกอบ และเป็นชิ้นงานรูปทรงต่างๆ

ฉีดโฟมเข้าไปในช่องว่าง หรือบนแผ่น (เช่น กรุผนังห้องเย็น) โดยการทาโฟมบนผืนผ้าหรือเส้นใย สำหรับโฟมทุกชนิด กรรมวิธีการทำงานในรายละเอียดจะแตกต่างกันออกไป ดังนั้นในการที่จะพูดถึงเทคนิคการทำโฟมของพลาสติกชนิดหนึ่งชนิดใด ก็จะไม่เหมือนกับอีกชนิดหนึ่ง

2.1.5.1 กรรมวิธีในการผลิตโฟมปฏิกิริยา

โฟม Polyurethane (PUR) นอกจากสามารถจะผลิตเป็นชิ้นงานได้ด้วยกรรมวิธีในตาราง 2.2 แล้วยังมีคุณสมบัติพิเศษ คือ สามารถจะทำเป็นโฟมอ่อนหรือแข็งได้ตามต้องการ ซึ่งมักจะเรียกโฟม PUR นี้ว่า "โฟมอเนกประสงค์" ซึ่งต่อไปนี้จะพูดถึงการทำโฟมแบบนี้โดยละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 แผนภูมิการทำงานผลิตโฟมปฏิกิริยา เช่น โฟม PUR

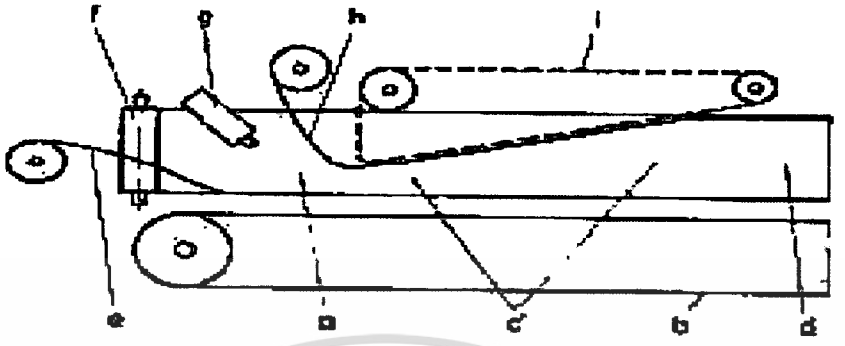
2.1.6 กรรมวิธีการทำโฟมอย่างต่อเนื่อง

การทำโฟม PUR อย่างต่อเนื่องนั้นสามารถทำได้ทั้งโฟมแข็งและโฟมอ่อน ซึ่งส่วนผสมในการทำปฏิกิริยาจะประกอบไปด้วย Diisocyanate, Polyol และสารเร่งให้เกิดโฟมผสมกันในถังผสมแล้วปล่อยให้ไหลลงสายพานลำเลียง (conveyor) ซึ่งส่วนผสมจะเกิดปฏิกิริยาทำให้เกิดก๊าซขึ้นระหว่างอยู่บนสายพานลำเลียง ความหนาของโฟมสามารถจำกัดได้ด้วยสายพานปิดที่ก๊าซผ่านได้ สำหรับโฟมอ่อนและผิวปิดสำหรับโฟมแข็งหลังจากเย็นตัวแล้วจึงใช้เครื่องมือตัดที่เหมาะสมตัดให้เป็นแท่ง หรือเป็นแผ่นได้ตามต้องการ

ในภาพที่ 2.2 เป็นลักษณะของเครื่องผลิตโฟมแท่ง ระบบ Hennecke ซึ่งจะได้โฟมแท่งทรงเหลี่ยมมุมฉาก หมายถึงการผลิตโฟมแผ่นที่มีขนาดความกว้าง x ยาว x สูง ตามมาตรฐานที่ใช้ในท้องตลาดทั่วไปในการผลิตงานต้นแบบแม่พิมพ์รถยนต์ โดยในตอนเริ่มต้นปฏิกิริยา สายพานด้านข้างจะถูกยกสูงขึ้นมาด้วย เพื่อป้องกันการล้นของโฟมที่ขอบ ความกว้างของแท่งโฟมระบบนี้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงประมาณ 2 เมตร ความหนาของโฟมทำได้ถึง 1 เมตร อุณภูมิภายในก้อนโฟมจะต้องรักษาไม่ให้สูงเกินไปจะทำให้เกิดการสลายตัวของเซลโฟมได้



ภาพที่ 2.2 เครื่องทำโฟมแท่งระบบ Hennecke

การผลิตโฟมประกบจะกระทำบนสายพานลำเลียงคู่ สามารถจะประกบผิวปิดได้ทั้งสองด้านตามต้องการ คุณสมบัติที่จับยึดดีของ Polyurethane จะทำให้ยึดกันได้แน่นดีมาก ความหนาโฟมแข็งสามารถจะปรับได้ตั้งแต่สอง สามมิลลิเมตรไปจนถึงประมาณ 20 มิลลิเมตร

2.1.7 กรรมวิธีการทำโฟมอย่างไม่ต่อเนื่อง

การผลิตโฟมเป็นแท่ง เป็นแผ่น หรือเป็นแผ่นประกบจะไม่กล่าวถึงซ้ำอีก เพราะกรรมวิธีไม่แตกต่างจากกรรมวิธีผลิตโฟมอย่างต่อเนื่องมาก ที่สำคัญในการทำโฟมอย่างไม่ต่อเนื่องก็คือ การผลิตชิ้นงานรูปทรงต่างๆ จากโฟม PUR อ่อนและโฟมแข็ง โฟมอ่อนนั้นเราจะพบมากในอุตสาหกรรมรถยนต์ กรรมวิธีการผลิตนั้นแยกออกเป็นระบบร้อนและระบบเย็น

ระบบร้อนจะมีการให้ความร้อนเพิ่มเติม ก่อนที่จะเอาออกจากแม่แบบ สำหรับระบบเย็นจะปล่อยให้เย็นตัวลงโดยไม่มีการให้ความร้อนเพิ่มเติม ในระบบหลังนี้มีข้อดีอยู่ตรงที่ระยะเวลาอยู่ในแม่แบบสั้น และแม่แบบยังสามารถใช้ไม้หรือพลาสติกแข็งได้

การผลิตชิ้นงานในขั้นแรกจะผสมพลาสติกกับสารเร่งแล้วเทลงในแม่แบบ เมื่อปิดแม่แบบขบวนการเกิดโฟมจะเริ่มต้นขึ้น ความแน่นของโฟมจะขึ้นอยู่กับปริมาณของสารเร่งที่ใช้ผสม ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของโฟมได้โดยการเปลี่ยนแปลงตัวเร่ง (ส่วนใหญ่ใช้ Diisocyanate) ถ้าจะให้ประหยัดควรใช้แม่แบบเป็นจำนวนมาก ๆ เพราะวัฏจักรในการทำงานใช้เวลาค่อนข้างนาน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ทาแม่แบบด้วยสารกันติดแม่แบบ
2. ทาพลาสติกผสมสารเร่งลงไปในแม่แบบ
3. ปิดแม่แบบ
4. ปล่อยให้ฟูเป็นโฟมและรอให้แข็งตัว
5. หล่อเย็นแม่แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เปิดแม่แบบปลดชิ้นงานออก

7. ทำความสะอาดแม่แบบ

เครื่องเติมส่วนผสมที่มีขายตามท้องตลาดสามารถจะเติมแม่แบบขนาดต่างๆ ได้ต่อเนื่องกัน เพราะสามารถกะเกณฑ์และเทออกตามขนาดที่ต้องการได้

โฟมที่ใช้ในงานก่อสร้าง คือ การนำมาทำอิฐเบาส่วนมากจะใช้ Polyester และ Epoxy มากกว่า PUR โดยอาจจะทำในแบบหล่อหรือทำด้วยแท่นอัด และสามารถใส่วัสดุที่เป็นผิวหน้าไว้ในแบบหล่อได้ วัสดุผิวหน้าของอิฐเบา ได้แก่ แผ่นใยแข็ง แผ่นกระดาษผสมปูนขาว ไม้ แผ่นเซรามิค และแอสเบสซีเมนต์

2.1.8 การทาและเท

การผลิตโฟมพลาสติกโดยการเทนั้น ส่วนใหญ่จะใช้ PUR และ UF กรรมวิธีนี้ส่วนใหญ่จะใช้เป็นการหล่อโฟม ณ ที่ก่อสร้าง เช่น การเทลงในช่องว่างระหว่างกำแพงคอนกรีต หรือกำแพงอิฐ ในการทำห้องเย็น หรือใช้เติมช่องว่างอื่น ๆ ที่ต้องการ โฟม PUR นอกจากจะใช้งานลักษณะเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว ยังสามารถเทเป็นผิวเคลือบหลังคาได้อีกด้วย การทำงานลักษณะนี้ควรใช้เครื่องป้อนผสมแบบ แบบเคลื่อนที่ได้ ในปัจจุบันมีเครื่องขนาดเล็ก ขนาดเติมแบบได้ครั้งละ 1 kg โดยใช้ความดันดันออกจากถังผสมสำหรับการทานั้นส่วนใหญ่จะใช้ PUR ที่พบมากได้แก่ การบุด้านหลังของพรมปูพื้น

2.1.9 เครื่องทำโฟม

การทำโฟมจาก Polyurethae และพลาสติกอื่น ๆ จะมีเครื่องผสมอยู่หลายชนิด ที่มีขนาดเล็กที่สามารถจะเคลื่อนย้ายไปยังสถานที่ที่จะใช้งานได้ง่าย จนถึงเครื่องขนาดใหญ่แบบตั้งอยู่กับที่ที่สามารถทำงานได้ถึง 12 โปรแกรม และผู้ใช้สามารถจะเลือกใช้แบบความดันสูงหรือความดันต่ำ ผสมด้วยมือหรือด้วยเครื่องได้ตามความพอใจ นอกจากนี้ยังมีเครื่องผสมแบบฉีดผสมด้วยความดันสูง ดังแสดงไว้ในข้อที่ 2.4.1

2.1.9.1 กรรมวิธีในการผลิตโฟมเทอร์โมพลาสติก

กรรมวิธีในการผลิตโฟมเทอร์โมพลาสติกแบบที่มีความหนาแน่นเท่ากันตลอด ที่รู้จักกันมากได้แก่กรรมวิธี Styorpor โดยใช้ Polystyrene มาทำเป็นโฟม

2.1.9.2 กรรมวิธีผลิตโฟม Styropor

วัสดุเริ่มต้นจะต้องเป็นผงพลาสติกที่พองตัวได้ซึ่งมีส่วนผสมของ Pentane อยู่ประมาณ 1 – 7 % เมื่อพ่นไอน้ำเข้าไปจะทำให้ตัวเร่งให้เกิดโฟมเดือดทำให้ผงพลาสติกฟูขึ้น มีลักษณะเป็นเม็ดกลม ๆ หลังจากเก็บไว้ 3 วันก็ให้นำเม็ดโฟมกลมนั้นนำมาเข้าแม่แบบแล้วอบไอน้ำอีกครั้งหนึ่ง ไอน้ำจะต้องมีอุณหภูมิอย่างน้อย 120 องศาเซลเซียส เพื่อให้เม็ดโฟมเชื่อมติดกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

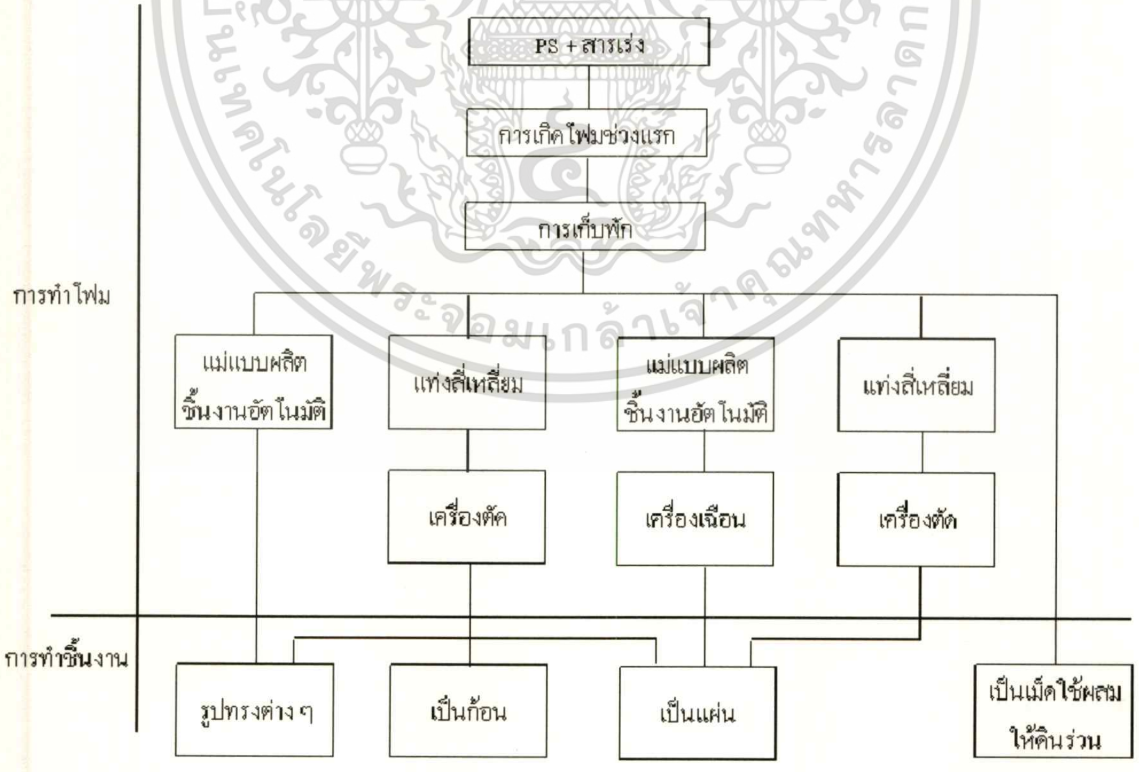
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เราอาจย่นเวลาในการเก็บพักในช่วงแรกลงได้สองสามชั่วโมง โดยการให้ความร้อนอุ่นเพื่อให้สารเร่งให้เกิดโฟมระเหยออกไปและให้อากาศเข้าไปแทนที่ในเม็ดโฟม การทำโฟมแบบนี้ต้องทำตามขั้นตอนอย่างถูกต้อง ถ้าจะให้ได้โฟมที่มีความหนาแน่นต่ำกว่า 100 kg/m^3 โฟมแบบมีความหนาแน่นต่ำถ้าเก็บพักในช่วงแรกไม่นากพอ จะเกิดการหดตัวขึ้นที่แท่งหรือชิ้นงานโฟม

แท่งโฟมสามารถจะใช้เครื่องมือที่เหมาะสมตัดเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ตามต้องการ ชิ้นส่วนที่ต้องการความสวยงามที่ใช้ในงานตกแต่งหรือหีบห่อสามารถผลิตในแม่แบบได้โดยอัตโนมัติ วิธีผลิตชิ้นงานโฟมแสดงไว้ในภาพที่ 2.3

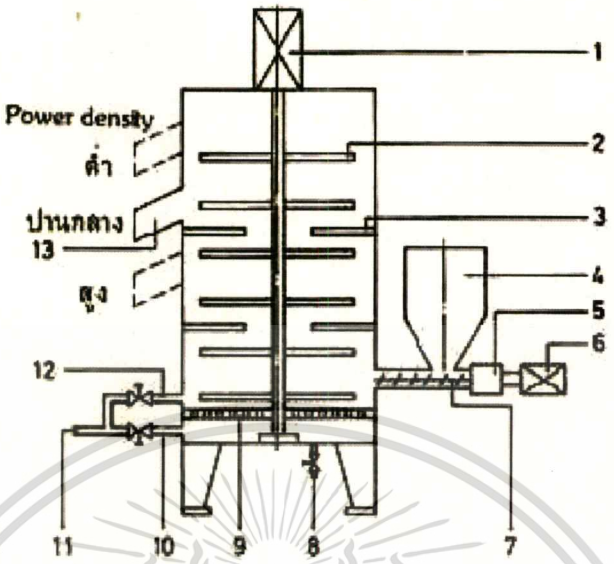
2.1.9.3 เครื่องที่ใช้ผลิตโฟมเทอร์โมพลาสติก

การทำให้ผง Polystyrene เป็นเม็ดโฟมในครั้งแรกนั้น สามารถจะทำแบบต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่องก็ได้ ดังรูป 2.4 และ 2.5 เครื่องทั้งสองวิธีนี้ ถ้าทำโฟมครั้งแรกอย่างต่อเนื่องมีข้อดีคือความหนาแน่นจะคงที่ทั้งๆ ที่ทำการผลิตเป็นจำนวนมาก เพราะไม่มีการหยุดเอาโฟมออกในระหว่างการผลิต สำหรับโฟมที่มีความหนาแน่นต่ำมาก ควรผลิตด้วยกรรมวิธีไม่ต่อเนื่องจะได้ผลดีกว่า การเก็บพักจะต้องไซโลที่ก๊าซผ่านได้ เพราะต้องการให้ Pentane ระเหยออกไปและจะต้องยึดหลักการป้องกันอันตรายอย่างเคร่งครัดเพราะ Pentane หนักกว่าอากาศ อาจลงมาคลุมอยู่บริเวณใกล้พื้นดิน ทำให้เกิดไฟไหม้ หรือเป็นอันตรายต่อคนโดยตรงได้



ภาพที่ 2.3 แผนภูมิแสดงกรรมวิธีผลิตโฟมเทอร์โมพลาสติก

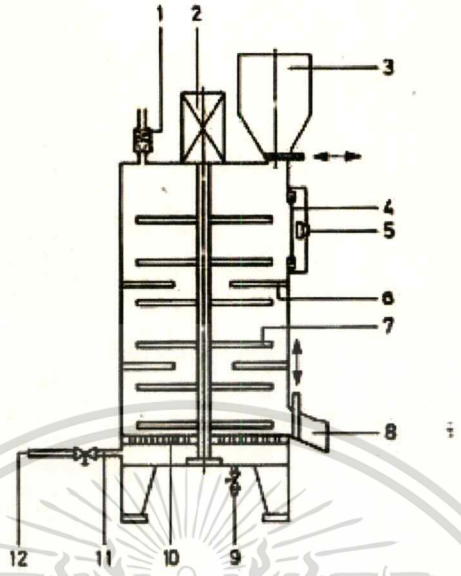
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
78139



ภาพที่ 2.4 ลักษณะของเครื่องผลิตโฟมชั้นแรกแบบต่อเนื่อง

1. มอเตอร์เครื่องกวน
2. ใบพัดกวน
3. ใบอยู่กับที่
4. กรวยเติม
5. เกียร์ปรับความเร็วได้ทุกขั้น
6. มอเตอร์หมุนเกลียวหนอน
7. เกลียวหนอน
8. ท่อปล่อยน้ำกลั่นตัว
9. ตะแกรง
10. ท่อส่งไอจากใต้ถัง
11. ท่อส่งไอ
12. ท่อส่งไอจากด้านข้าง
13. ปล่องปล่อยโฟมออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 ลักษณะของเครื่องผลิตโฟมขั้นแรกแบบไม่ต่อเนื่อง

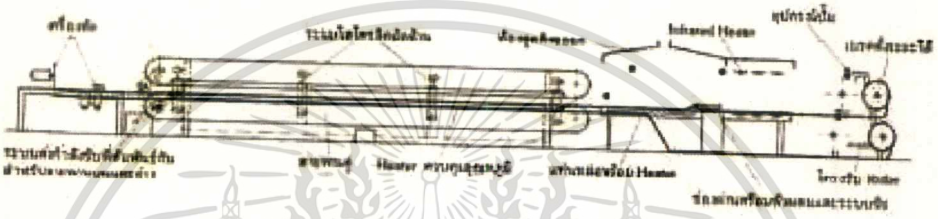
1. Safety Valve
2. มอเตอร์กวน
3. กรวยเติม
4. ช่องมอง
5. โฟโตเซลสำหรับปรับตั้ง
6. ใบอยู่กับที่
7. ใบกวน
8. ปล่องปล่อยโฟมออก
9. ท่อปล่อยน้ำกลั่นตัว
10. ตะแกรง
11. ท่อส่งไอจากใต้ถัง
12. ท่อส่งไอ
13. ท่อไอเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

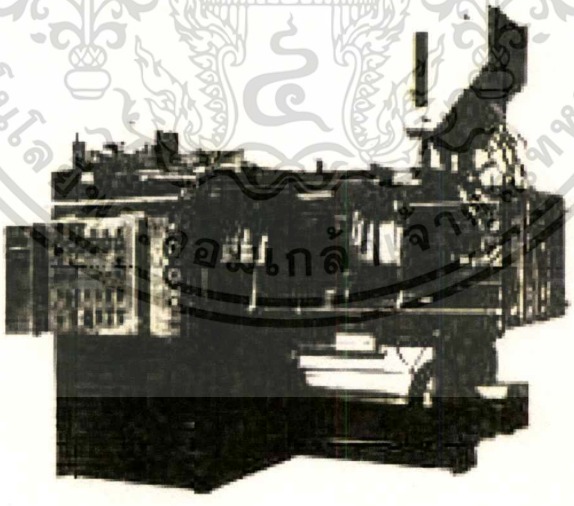
โฟมสำเร็จอาจจะทำได้โดยใช้แม่แบบ ทำบนสายพานลำเลียงดังภาพที่ 2.6 หรือทำในเครื่องมือขึ้นรูปโฟมอัตโนมัติดังภาพที่ 2.7

2.1.9.4 การเทเคลือบ

เช่นเดียวกับโฟม PUR สามารถจะทาเคลือบโฟม PVC ไว้ด้านหลังของพรมปูพื้นได้ โดยนำเอา PVC เหลว (pasty) ผสมกับสารเร่งให้เกิดโฟมทาลงบนผืนพรมด้านหลัง การทาเคลือบปกติจะใช้ถังผสมและหัวทาโดยใช้อากาศหรือ CO_2 อัด



ภาพที่ 2.6 ลักษณะของเครื่องผลิตโฟมแผ่นอย่างต่อเนื่องบนสายพานลำเลียง



ภาพที่ 2.7 ลักษณะของเครื่องผลิตโฟมแผ่นอย่างต่อเนื่องในเครื่องมือขึ้นรูปโฟมอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.10 Integral Foam

Integral Foam หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Structural Foam คือโฟมที่มีแกนกลางเป็นโฟมแต่ที่ผิวปิดทั้งสองข้างเป็นผิวเรียบ

นับเป็นการพัฒนาโครงสร้างของวัสดุประกบสมัยใหม่ที่มีโครงสร้างภายในดี ความหนาแน่นน้อยแต่ผิวนอกมีความหนาแน่นมาก ซึ่งจะทำให้ได้ชิ้นงานที่มีความคงตัวสูง ทนต่อแรงอัด และการขีดข่วนดีขึ้น

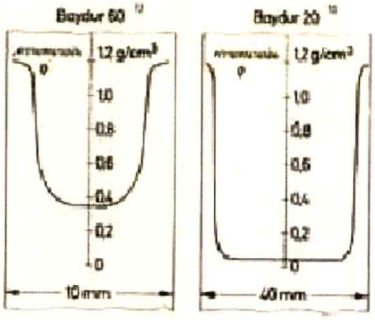
Integral Foam สามารถจะผลิตได้จากรรมวิธีต่าง ๆ ได้หลายกรรมวิธี เช่น โดยการรีด (Calandering) โดยการ Extrusion โดยการ Injection และโดยการหล่อ ในที่นี้จะเน้นในเรื่องของการหล่อ Integral Foam ส่วนกรรมวิธีอื่นๆ นั้นมีหลักการคล้าย ๆ กับการผลิตชิ้นงานพลาสติกปกติ

2.1.10.1 การหล่อ Integral Foam

การพัฒนาเกี่ยวกับการหล่อ Integral Foam เริ่มต้นจากพลาสติก PUR โดยการผลิตชิ้นงานจะเริ่มจากส่วนผสมของสารปฏิกิริยา อันมี Diisocyanate และ Polyol พร้อมทั้งตัวเร่งให้เกิดโฟม รวมทั้งสารเสริมที่ต้องการเทลงในแม่แบบหล่อ เนื่องจากปฏิกิริยาเคมีจะเกิดความร้อนขึ้น จะทำให้สารเร่งให้เกิดโฟม โดยมากจะใช้ Monofluortrichlormethane หรือ Trifluorchlorethane แตกตัวเป็นก๊าซ ทำให้สารผสมฟูออกเป็นโฟม ความดันที่ใช้อัดส่วนผสมในแม่แบบจะใช้ประมาณ 3 ถึง 6 bar และจะต้องมีการศึกษาอุณหภูมิและการระบายความร้อนของส่วนผสมตรงบริเวณผิวปิดเป็นอย่างดี จะทำให้โครงสร้างของเซลตรงบริเวณผิวสลายเป็นผิวเรียบ เนื่องจากกรรมวิธีนี้ใช้ความดันต่ำ จึงสามารถผลิตชิ้นงานขนาดใหญ่ ๆ ได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องขนาดใหญ่เกินความจำเป็น ระยะของชิ้นงานที่อยู่ในแม่แบบก็สั้น เพราะเพียงแต่รอให้ผิวปิดคงตัวดีแล้วก็สามารถจะเปิดแบบปลดชิ้นงานออกได้ทันที โดยมากบริษัทผู้ผลิตพลาสติกประเภทนี้จะมีสูตรสำเร็จสำหรับการผสมส่วนของ Diesocyanate กับ Polyol ไว้ให้ เป็นการให้ความสะดวกแก่ผู้ทำงานผลิตโฟมประเภทนี้

ความหนาแน่นของชิ้นงาน ดังในภาพที่ 2.8 จะหาได้จากปริมาณส่วนผสมที่ใส่ลงในแม่แบบและปริมาณสารแร่งให้เกิดโฟม การที่ความหนาแน่นสูงขึ้นไม่ได้หมายถึงแต่เพียงน้ำหนักของชิ้นงานเพิ่มขึ้นเท่านั้น แต่คุณสมบัติเชิงกลของชิ้นงานจะดีขึ้นด้วย ชิ้นส่วนที่ต้องรับแรง ควรมีความหนาแน่นสูง โดยเฉลี่ยประมาณ 0.6 Kg/cm^3 ข้อเสียของโฟม Polyurethane จะมีเฉพาะแบบย้อมสีเท่านั้น และสีที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นสีเข้ม ถ้าเป็นสีอ่อนจะต้องทาแลคเคอร์ปิดไว้อีกขั้นหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 แสดงลักษณะการกระจายของความหนาแน่นของ Integral Foam จาก PUR ตลอดพื้นที่หน้าตัด

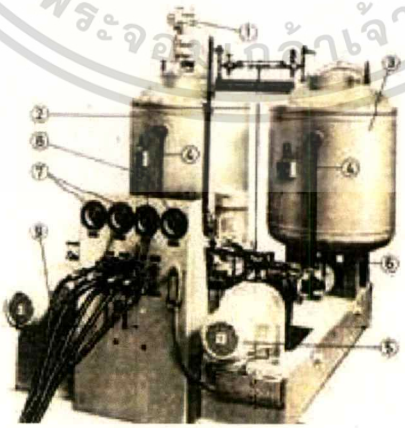
ข้อสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ในกรรมวิธีการผลิตจะต้องมีมาตรการป้องกันอันตรายที่จะเกิดแก่คนรวมไปถึงการเก็บรักษาวัตถุดิบ

ในการทำงานผลิตโฟมแบบนี้ผู้ที่ทำงานจะต้องสวมถุงมือ แว่นตา ชุดเสื้อผ้าพิเศษ เพราะว่าสาร Isocyanate และสารเสริมที่จะนำไปผสมกับ Polyol นั้น เป็นอันตรายต่อร่างกาย สารผสมที่ออกจากหัวผสมเมื่อถูกกับเสื้อผ้าหรือผิวหนังจะติดแน่นเอาออกยากมาก

การเก็บรักษาวัตถุดิบ จะต้องรักษาอุณหภูมิให้อยู่ประมาณอุณหภูมิห้อง ถังเตรียมจะต้องมีใบกวนเพื่อป้องกันการแยกตัวของ Polyol สาร Isocyanate ถ้ามีอุณหภูมิต่ำหรือเมื่อดูดความชื้นเข้าไปจะตกผลึก

2.1.10.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานหล่อ Integral Foam

อุปกรณ์ที่ใช้ในงานหล่อ Integral Foam จาก PUR ประกอบด้วยอุปกรณ์ผสมเตรียมส่งเข้าแบบหล่อดังภาพที่ 2.9 และ 2.10 และอุปกรณ์จับยึดแม่แบบดังภาพที่ 2.11 ที่อุปกรณ์ผสมนั้นสามารถตั้งโปรแกรมการผสมได้หลายโปรแกรม ดังนั้นแม่แบบก็สามารถเตรียมไว้พร้อมกันหลาย ๆ แบบได้



ภาพที่ 2.9 อุปกรณ์ผสมเตรียมส่งเข้าแม่แบบ

1 เครื่องกวนสำหรับ Polyol

2 ถังสองชั้นบรรจุ Poloy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 ถังสองชั้นบรรจุ Isocyanate

4 เกจบอกอัตราการเติมส่วนผสมของ Polyol และ Isocyanate

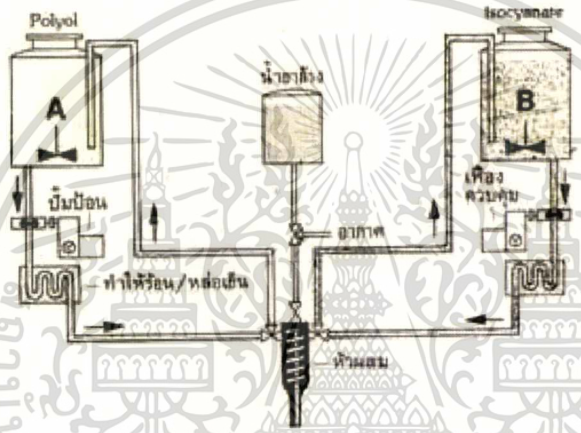
5 ชุดป้อน Polyol

6 ไฮโดรลิคสำหรับควบคุมหัวผสม

7 เกจควบคุมความดันของ Polyol

8 เกจควบคุมความดันของ Isocyanate

9 ท่อส่งไปยังหัวผสม



ภาพที่ 2.10 แผนภูมิของเครื่องผลิต Integral Foam พร้อมอุปกรณ์ต่าง ๆ

ภาพที่ 2.11 อุปกรณ์เตรียมผสมพร้อมทั้งอุปกรณ์จับยึดแม่แบบหล่อ Integral Foam

เนื่องจากระยะเวลาที่เกิดโฟมในแม่แบบนานพอประมาณ ดังนั้นสำหรับอุปกรณ์เตรียมชุดเดียว อาจจะมีแม่แบบจำนวนมาก ๆ ได้เพื่อจะได้ไม่ต้องรอเสียเวลานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสำคัญในการเลือกอุปกรณ์ผสมจะต้องพิจารณาลักษณะของปั๊มส่งและปั๊มร้อน รวมทั้งอุปกรณ์ผสมต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.4 ซึ่งแสดงความแตกต่างของอุปกรณ์ไว้ให้เลือกตามความเหมาะสม ในระยะหลังนี้ได้มีการสร้างระบบผสมป้อนความดันสูงขึ้นมาใช้ ซึ่งป้อนได้และแน่นอนกว่ารวมทั้งไม่มีปัญหาในการล้างทำความสะอาดด้วย

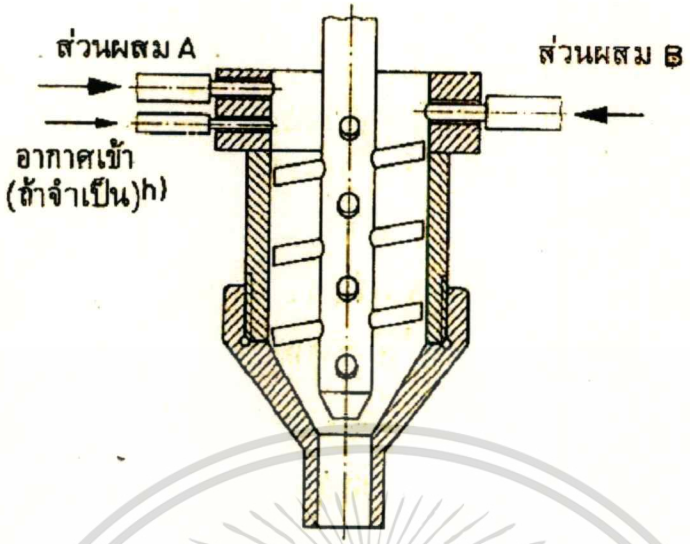
ตารางที่ 2.4 ข้อเปรียบเทียบของอุปกรณ์ความดันสูงและความดันต่ำ

	อุปกรณ์ความดันสูง	อุปกรณ์ความดันต่ำ
ปั๊ม	ปั๊มลูกสูบ	ปั๊มเฟือง
ความดันที่ใช้	150 – 300 bar	20 ถึง 40 bar
ความหนืดของส่วนผสม	3 – 5 pma.s	50 mpa.s
การหมุนเวียนของวัสดุ	ได้	ได้ต่อเมื่อใช้สกรูปั๊ม
การใช้หัวผสมหลายๆ หัว	ได้	ไม่ได้
วิธีการผสม	ฉีดผสม	กวนผสม
ปริมาตรของห้องผสม ขนาด 21 ลิตร / นาที ขนาด 200 ลิตร / นาที	 0.5 cm^3 2.5 cm^3	 ประมาณ 30 cm^3 ประมาณ 750 cm^3
ความหนืดของส่วนผสม	3 – 1500 mpa.s	50 mpa.s
วัสดุสูญเสีย	ต่ำ	สูง
ประกอบติดกับแม่แบบ	ได้	ไม่ได้
การล้างทำความสะอาด	ทำได้ง่ายด้วยลมอัดหรือโดยการถอดหัวนำฉีดพร้อมห้องผสมออก	ทำได้ยาก ต้องใช้น้ำยาล้างพร้อมทั้งใช้ลมอัด

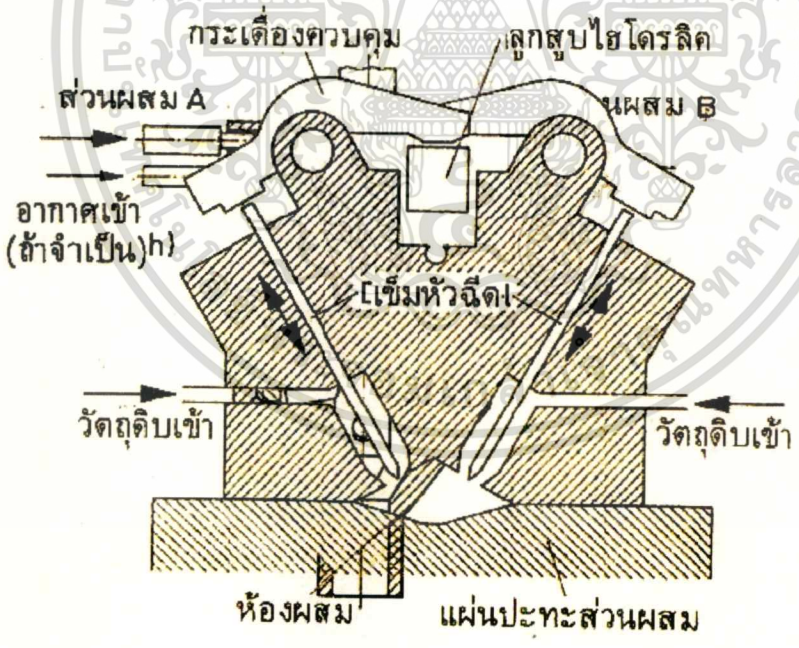
2.1.10.3 หัวผสม

ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.4 ว่าการผสมนั้นมีสองชนิดคือ แบบใช้เครื่องกวนและผสมโดยการฉีดในภาพที่ 2.12 แสดงหลักการของการผสมแบบใช้ใบกวนและในภาพที่ 2.13 เป็นแบบใช้หัวฉีดโดยมีกระเดื่องควบคุมการฉีด ในการฉีดเข้าผสมด้วยความดันสูงนั้นจะทำให้เกิดการผสมภายในขึ้นระหว่างสารผสมในระยะเวลาอันสั้นและสามารถนำมาหล่อได้ครั้งละมาก ๆ สำหรับการผสมโดยใช้เครื่องกวนนั้นเหมาะที่จะใช้ในการผลิตชิ้นงานขนาดใหญ่ ๆ จำนวนมาก ๆ จะไม่เป็นการประหยัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.12 หลักการทำงานของหัวผสมแบบใช้ใบกวน



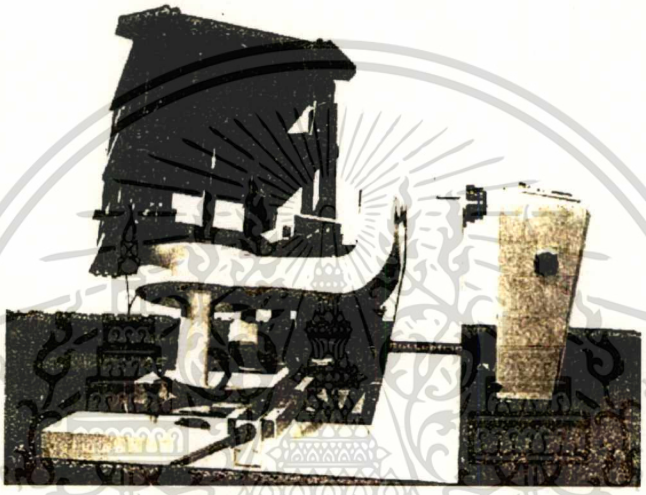
ภาพที่ 2.13 หัวผสมแบบใช้หัวฉีด แบบมีกระเดื่องควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.10.4 ที่จับยึดแม่แบบหล่อ Integral Foam

สิ่งสำคัญที่ชุดจับยึดแม่แบบควรมีคือ แผ่นติดแม่แบบควรโตที่สุดเท่าที่จะทำได้ สามารถเบี่ยงแม่แบบไปได้รอบตัว

จากความต้องการเหล่านี้ ได้มีบริษัทผลิตชุดจับยึดแม่แบบออกจำหน่ายในตลาดเครื่องจักรกลเกี่ยวกับงานผลิตเป็นจำนวนมากสำหรับในภาพที่ 12.14 เป็นชุดจับยึดแม่แบบขนาดเล็กแบบหนึ่ง



ภาพที่ 2.14 อุปกรณ์จับยึดแม่แบบสำหรับงานหล่อ PUR-Foam แบบหมุนพลิกได้ สำหรับชิ้นงานลักษณะแบนราบขนาดเล็ก

2.1.10.5 แม่แบบหล่อ Integral Foam

แม่แบบหล่อ Integral Foam ใช้วัสดุได้ทุกชนิดที่สามารถทนแรงอัดได้ประมาณ 3 ถึง 6 bar โดยอาจใช้ไม้, Polyester, Epoxy, Silicone, อะลูมิเนียม, หรือเหล็กก็ได้ การที่เลือกใช้วัสดุชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนชิ้นงานที่จะผลิตและดังที่กล่าวไว้แล้วว่าอุณหภูมิที่ผิวของชิ้นงานจะต้องควบคุมให้อยู่ระหว่าง 40 ถึง 60 องศาเซลเซียส ก็เป็นสิ่งที่ควรนำมาประกอบในการพิจารณาด้วย

สำหรับการผลิตชิ้นงานจำนวนมาก ๆ ก็จะใช้อะลูมิเนียมหรือเหล็กเท่านั้น สำหรับการทดลองหรือผลิตชิ้นงานจำนวนน้อย ปกติจะใช้ไม้หรือพลาสติก เช่น Polyester, Epoxy หรือ Silicone

ผิวของงานจะเรียบมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับผิวของแม่แบบ เนื่องจาก PUR ติดแม่แบบง่าย การออกแบบแม่แบบจะต้องคำนึงถึงตำแหน่งที่อากาศในแม่แบบจะต้องหนีออก ขณะโฟมฟูออก โดยปกติจะออกแบบให้อากาศเล็ดรอดออกตามแนวแยกของแม่แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.10.6 การทำความเรียบร้อยของชิ้นงาน

ครีบตรงแนวแยกของแม่แบบ ร่องรอยเปลี่ยนสีของ Polyurethane และสรกันติดแม่พิมพ์ที่ติดอยู่กับชิ้นงานที่ถอดออกจากแม่พิมพ์ใหม่ๆ จะต้องทำให้หดไป การตัดคลับออกจากเครื่องขัด หรือเหล็กขุดชาร์ป หรือกระดาษขัดออก

ผิวที่ป้อนกันสารกันติดจะต้องทำความสะอาดก่อนที่จะลงแลคเคอร์ ถ้าผิวเรียบการทำความสะอาดก็ไม่ยุ่งยาก ถ้าผิวขรุขระจะต้องใช้เวลาการทำความสะอาดมาก โดยปกติจะแบ่งการทำความเรียบร้อยชิ้นงานเป็น 2 ลักษณะคือ การทำความสะอาดโดยวิธีการกลและโดยวิธีเคมี โดยวิธกลได้แก่ การเจียระไนออกหรือการพ่น แต่โดยวิธีกลนี้จะมีส่วนทำให้คุณสมบัติทางกลของชิ้นงานลดลง

การทำความสะอาดด้วยสารเคมีโดยปกติจะใช้สารละลายล้างที่แนะนำให้ใช้อีกวิธีหนึ่งก็คือ การล้างผิวของชิ้นงานด้วยไอน้ำ

2.1.10.7 เทคนิคการผลิดโฟมโดยไม่ใช้ความดัน

กรรมวิธีการผลิต Integral Foam จาก PUR วิธีที่ 2 ก็คือ กรรมวิธีไม่ใช้ความดัน กรรมวิธีนี้ ใช้หลักการของ Rotation Forming โดยในครั้งแรกจะต้องเทส่วนผสมของสารพลาสติกที่ไม่มีตัวเร่งให้เกิดโฟม ที่จะเป็นผิวปิดลงไปในแม่แบบหมุน ซึ่งส่วนผสมจะเฉลี่ยไปจนทั่วผิวของช่องว่าง หลังจากนั้นจึงเทส่วนผสมที่จะเกิดเป็นโฟมลงไปเพื่อ ให้ฟูเต็มช่องว่างในแม่แบบ ข้อดีของกรรมวิธีนี้ก็คือ จะได้ผิวปิดของชิ้นงานหนาสม่ำเสมอกัน แต่เทคนิคการทำงานลักษณะนี้มีมาก จึงมีขอบเขตในการใช้จำกัด

2.2 พลาสติกประเภทงานโฟม

มานพ ตันตระบัณฑิต (287 : 2545) กล่าวว่า พลาสติกเป็นผลิตผลจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ด้วยวิธีการสังเคราะห์จากวัตถุดิบ เช่น น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติและถ่านหิน เป็นต้น เป็นวัสดุอินทรีย์เพราะเกิดจากการรวมตัวของคาร์บอนยกเว้นพลาสติกซิลิโคน (แทนที่จะเป็นคาร์บอนที่รวมตัวเป็นมหโมเลกุล (macro molecule)

พลาสติกยกเว้นซิโลโคนเกิจากการรวมตัวของคาร์บอนที่รวมตัวเป็นมหโมเลกุล นอกจากคาร์บอนแล้วพลาสติกสามารถเจือด้วยธาตุอื่นได้ เช่น ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน คลอไรด์ และฟลูออรีนได้ ธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนจะได้จากน้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ และถ่าน

พลาสติกประเภทงานโฟมในที่นี้แบ่งออกเป็นประเภทดังนี้

1. แอร์บับเบิล (AIR BUBBLE) คือ แผ่นพลาสติกกันกระแทก ลักษณะเม็ดฟองอากาศพลาสติก ใช้สำหรับห่อหุ้มสินค้าเพื่อป้องกันไม่ให้แตกหรือเป็นรอย สีขาวใสช่วยให้เห็นสินค้าภายใน มีน้ำหนักเบา ใช้งานง่าย และกันฝุ่นและน้ำ ทนต่อสารเคมีและเชื้อราได้ เช่นห่อหุ้มกรอบรูป เซรามิค หรือเฟอร์นิเจอร์ และมีสีชมพูแอนตี้กันไฟฟ้าสถิตได้ใช้กับงานอิเลคทรอนิคส์ ห่อหุ้มทีวี เครื่องเล่น VCD ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 . อีพีอี โฟม (EPE FOAM) ผลิตจาก โพลีเอสเทอร์รีน Polyethylene ใช้สำหรับห่อหุ้มสินค้า หรือทำเป็นถุงบรรจุสินค้าจะปกป้องพื้นผิวสินค้าไม่ให้เกิดริ้วรอย ลักษณะเป็นแผ่นเบาบางสีขาวเนื้อนุ่ม มีความยืดหยุ่นสูง ใช้สำหรับบรรจุงาน อิเลคทรอนิคส์ เช่น ทีวี เครื่องเล่น VCD และความหนา 2 mm.ใช้สำหรับรองปูพื้นก่อนปูพื้นปาเก้ ฯลฯ และรับทำเป็นซอง,ถุง ,แผ่น เพื่อให้เหมาะกับชิ้นงานหรือความต้องการของลูกค้า มีหลายขนาด แล้วแต่ความหนา EPE FOAM มีความหนาตั้งแต่

ความหนา 0.5 mm ขนาด 1.30m. x 300 m.

ความหนา 1 mm. ขนาด 1.30 m. x 150 m.

ความหนา 1.5 mm.ขนาด 1.30 m. x 150 m.

ความหนา 2 mm. ขนาด 1.30 m. x 150 m.

ความหนา 3 mm. ขนาด 1.30 m. x 150 m.

ความหนา 4 mm.ขนาด 1 m. x 100 m.

ความหนา 5 mm.ขนาด1 m. x 100 m.

ความหนา 10 mm. ขนาด 1 m. x 50 m.

ภาพที่ 2.15 รูปผลิตภัณฑ์จากวัสดุประเภทโฟม

พอลิเมอร์" วัสดุตกไม่แตก ในชีวิตประจำวันของเรา "พอลิเมอร์" (Polymer) ได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการดำรงชีวิต ไม่ว่าจะมองไปทางไหนเราก็จะพบผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากพอลิเมอร์ แต่คนส่วนใหญ่จะคุ้นเคยกับ "พลาสติก" มากกว่า ทั้งที่พลาสติกก็คือพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งนั่นเอง การนำพอลิเมอร์มาใช้มีมานานแล้วและยังคงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เหมาะกับการใช้งาน

ในทางวิชาการความหมายของพอลิเมอร์คือสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงโดยมีโครงสร้างทางเคมีที่ประกอบด้วยหน่วยย่อยซ้ำ ๆ ของโมเลกุลที่เรียกว่า "เมอร์" (mer) และหากเป็นโมเลกุลที่มี "เมอร์" เพียง 1 หน่วยก็จะเรียกว่า "มอนอเมอร์" (Monomer) ซึ่งสารตั้งต้นของพอลิเมอร์อีกที ทั้งนี้เราพบสารที่เป็นพอลิเมอร์ได้ในธรรมชาติและจากการสังเคราะห์ขึ้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับพลาสติกที่เราคุ้นเคยกันก็มีหลายชนิด ซึ่งที่พอจะคุ้นเคยกันและได้ยินติดหูกันก็มีอาทิ "ขวดเพท" ที่ทำมาจากพลาสติกประเภท "เพท" (PET) ซึ่งมีลักษณะใส เหนียว ไม่เปรอะแตกง่ายจึงนิยมนำมาทำเป็นขวดบรรจุน้ำอัดลม น้ำดื่ม น้ำอัดลมหรือน้ำมันพืช และ "พีวีซี" (PVC) ก็เป็นพลาสติกอีกชนิดที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากสามารถผลิตให้มีคุณสมบัติตามต้องการได้หลากหลาย เราอาจจะคุ้นเคยกับพีวีซีที่เป็นท่อน้ำหรือท่อหุ้มสายไฟ เนื่องจากมีความแข็งและเหนียว แต่ก็สามารถนำผลิตเป็นขวดสระผมหรือแม้แต่ฟิล์มห่ออาหารได้ด้วยการเติมสารเคมีให้นิ่มลง

ยังมีพลาสติกอีกชนิดซึ่งมีคุณสมบัติที่จะนำไปผลิตเป็นขวดยาสระผมได้ เช่น "พีอี" (PE) ที่มีลักษณะนิ่ม เหนียว ไม่แตก ทนสารเคมีและราคาถูก และยังนำพีอีไปผลิตเป็นถุงพลาสติกได้อีกด้วย ส่วนโต๊ะ เก้าอี้หรือตะกร้าพลาสติกก็ผลิตมาจากพลาสติก "พีพี" (PP) ที่มีลักษณะแข็ง ขุ่นและทนแรงกระแทกได้ดี

อย่างไรก็ดีแม้ว่าพลาสติกจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติหลากหลาย แต่ความสวยงามเมื่อเทียบกับภาชนะและบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ที่ผลิตจากแก้วก็ด้อยกว่ามาก จึงได้มีการพัฒนาพลาสติกชนิด "พีซี" (PC) ที่เหนียว ทนความร้อนและรอยขีดข่วนและ "พีเอ็มเอ็มเอ" (PMMA) ที่ใส เหนียว แต่ไม่ทนร้อนและรอยขีดข่วน พลาสติก 2 ชนิดนี้นำไปใช้เป็นขวดเครื่องสำอางหรือผลิตภัณฑ์ในครัว เช่น แก้วน้ำ เหยือก เป็นต้น แม้ความงามจะยังไม่เทียบเท่าแต่มีรวมคุณสมบัติ "ตกไม่แตก" ก็น่าจะเป็นอีกทางเลือกที่น่าสน

พอลิเมอร์อีกประเภทที่คุ้นเคยกันดีก็คือ "โฟม" ที่เราใช้ในการบรรจุอาหารหรือใช้เป็นวัสดุกันกระแทก ทั้งนี้โฟมก็คือพลาสติกที่มีโพรงอากาศอัดแน่นนั่นเองซึ่งพลาสติกทุกชนิดสามารถนำมาผลิตเป็นโฟมได้ โดยโฟมที่เราเห็นว่าเบานั้นผลิตมาจากเม็ดโฟมที่มีสาร "เพนเทน" (penthane) เมื่อเจอความร้อนสารดังกล่าวจะดันให้เม็ดโฟมขยายได้ถึง 50 เท่า ในการขึ้นรูปโฟมก็มีหลักการง่ายๆ โดยการให้ความร้อนกับเม็ดโฟมทั้งโดยไอน้ำหรือต้มในน้ำเดือด เมื่อเม็ดโฟมขยายจนได้ขนาดที่ต้องการก็นำเม็ดโฟมนั้นไปใส่ในแม่แบบแล้วให้ความร้อนอีกที เม็ดโฟมก็จะขยายจะอัดแน่นในแม่แบบ

ยังมีพอลิเมอร์อีกชนิดที่เราคุ้นเคยในด้านความงามนั่นคือ "ซิลิโคน" ซึ่งเราๆ อาจจะรู้จักในฐานะวัสดุเสริมขนาดหน้าอกหรือเสริมจมูกในการศัลยกรรมความงาม แต่ซิลิโคนยังใช้ในการผลิตเป็นจุกนมสำหรับเด็ก แผ่นเจลรักษาแผลเป็นที่ปูดนูน กาวซิลิโคน ฉนวนหุ้มสายไฟและสายยางได้ สำหรับผู้คิดค้นซิลิโคนคือ ดร.ยูจีน จอร์จ โรเชาว์ (Dr.Eugene George Rochow) ซึ่งผลิตซิลิโคนขึ้นครั้งแรกใน ค.ศ.1943

"เซรามิกส์" วัสดุที่ไม่ทิ้งความเป็นอมตะ ผลิตภัณฑ์จากเซรามิกส์ก็เป็นวัสดุอีกประเภทที่เราคุ้นเคยและมักเห็นเป็นประจำในเครื่องครัว สำหรับผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ในห้องครัวที่เราคุ้นเคยมีด้วยกัน 4 ประเภทหลักๆ คือ เอิร์ทเทนแวร์ (Earthernware) สโตนแวร์ (Stoneware) ปอร์ซเลน (Porcelain) และโบนไชน่า (Bone China) ซึ่งเมื่อแยกประเภทโดยคุณสมบัติโปร่งแสงแล้ว เอิร์ทเทนแวร์และสโตนแวร์จะทึบแสง ส่วนปอร์ซเลนและโบนไชน่าจะโปร่งแสงคือเมื่อนำไปส่องไฟจะเห็นว่าแสงสามารถผ่านได้

เอิร์ทเทนแวร์เป็นเซรามิกส์ที่มนุษย์รู้จักมานับพันปีแล้ว และปัจจุบันเราเห็นกันในรูปหม้อดิน กระถางต้นไม้ รูปปั้นต่างๆ เป็นต้น เซรามิกส์ประเภทนี้มีความพรุนสูง แตกหักง่าย เมื่อใส่อาหารหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเหลวจะถูกดูดซึมลงในเนื้อภาชนะ ทำให้มีการสะสมของกลิ่นหรือเชื้อโรคได้จึงควรใช้วัสดุอื่นรองก่อนใส่อาหารหรือของเหลวลงไป อีกทั้งยังไม่ควรใช้กับเครื่องไมโครเวฟเนื่องจากอากาศและน้ำอาจขยายตัวจนระเบิดอย่างรุนแรงได้

สโตนแวร์เป็นเซรามิกส์ที่เนื้อดินหลอมกันแน่นกว่าเอิร์ทเทนแวร์ ไม่เปราะและแตกง่ายเมื่อกระทบกัน สามารถใช้ได้กับเตาอบและไมโครเวฟ แต่ก็ควรจะเลือกที่มีสัญลักษณ์ Oven/Microwave safe เพื่อความปลอดภัย ส่วนความสามารถในการดูดซึมน้ำจะน้อยกว่าเอิร์ทเทนแวร์ เซรามิกส์ประเภทนี้มีกำเนิดในประเภทจีนและซีเรียเมื่อเกือบ 3,000 ปีก่อนศริสต์ศักราช

ปอร์ซเลนเป็นภาชนะที่บาง เบา มีความหรูหราและทันสมัย เนื้อดินมีความแข็งแกร่งมาก ไม่บิ่นและแตกง่ายเมื่อกระทบกัน แสงสามารถผ่านได้เมื่อส่องไฟ มีส่วนผสมของดินขาว เฟลด์สปาร์และควอตซ์ เซรามิกส์ชนิดนี้ถือกำเนิดในประเทศจีนยุคราชวงศ์ถัง ส่วนโบนไชน่าเป็นเซรามิกส์ที่มีความหรูหราเช่นเดียวกับปอร์ซเลนแต่มีส่วนผสมเป็นเถ้ากระดูก ดินขาวและเฟลสปาร์

สำหรับนิยามของเซรามิกส์คือผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารประกอบอนินทรีย์และผ่านกระบวนการเผา แต่ปัจจุบันมีเซรามิกส์ที่ไม่ต้องเผาแต่จัดเป็นเซรามิกส์คือ ผง “ไฮดรอกซี อะพาไทด์” (Hydroxyapatite) ซึ่งเป็นเซรามิกส์ที่สังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อใช้เป็นวัสดุทดแทนกระดูกโดยไม่ได้ผ่านกระบวนการเผา ดังนั้นกระบวนการเผาจึงเป็นข้อยกเว้นว่าอาจจะมีหรือไม่ก็ได้

การพัฒนาเซรามิกส์มีมาอย่างต่อเนื่องและไม่ได้จำกัดอยู่ที่ผลิตภัณฑ์ในครัวเรือนเท่านั้น แต่ยังพัฒนาเซรามิกส์เพื่อใช้งานอย่างอื่น เช่น “อีโคเซรามิกส” ซึ่งเป็นเซรามิกส์ที่ผลิตมาจากเถ้าแกลบและน้ำทิ้ง อันเป็นผลงานวิจัยของนักวิชาการจากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) ซึ่งเซรามิกส์ดังกล่าวมีความแข็งแรงและทนความร้อนได้ที่อุณหภูมิหลายพันองศาเซลเซียสเหมาะแก่การใช้งานในโรงงาน นอกจากนี้ก็ยังมีเซรามิกส์ที่ใช้เทคนิคในการผลิตแผ่นรองวงจรที่ใช้ในวงการอิเล็กทรอนิกส์มาผลิตเป็น “กระดาษเซรามิกส์” ซึ่งช่วยสร้างความหลากหลายให้กับผลิตเซรามิกส์มากขึ้น

นอกจากนี้ "แก้ว" ยังเป็นวัสดุอีกชนิดที่วนเวียนอยู่ในชีวิตประจำวันของเรา แก้วเป็นสารประกอบของซิลิกาและโลหะออกไซด์ ทั้งนี้แก้วมีความใกล้เคียงกับเซรามิกส์เนื่องจากเป็นสารประกอบอนินทรีย์และต้องผ่านการเผาที่อุณหภูมิสูงเช่นเดียวกัน แต่ก็ยังมีความแตกต่างกันคือแก้วจะต้องหลอมก่อนขึ้นรูปในขณะที่เซรามิกส์จะต้องขึ้นรูปก่อน และแก้วจะแข็งตัวโดยไม่ตกผลึก

การแบ่งชนิดของแก้วแบ่งได้หลายวิธีแต่โดยมากนิยมแบ่งตามส่วนประกอบทางเคมี โดยส่วนประกอบหลักๆ ของแก้วคือทรายแก้ว โซดาแอชและหินปูน และอาจจะเติมสารเคมีอื่นๆ เพื่อให้ได้แก้วที่มีคุณสมบัติตามต้องการ ทั้งนี้กว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของแก้วที่เราพบเห็นกันทั่วไปคือแก้วโซดาซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแก้วน้ำและขวด เป็นต้น และยังมีการนำแก้วไปประยุกต์ใช้ในรูปอื่นๆ อีก เช่น ไฟเบอร์กล๊าสซึ่งเป็นแก้วที่ถูกยืดให้เป็นเส้นๆ ด้วยความร้อนแล้วนำมาสานกันใช้เป็นฉนวนกันความร้อนเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ความหมายของการออกแบบ

การออกแบบเป็นคำกริยา หมายถึง ทำเป็นต้นแบบ ทำเป็นแผนผัง (พจนานุกรมฉบับเฉลิมพระเกียรติ, 2539 : 596)

Baxter (1995 : 611) ให้ความหมายว่า การออกแบบเป็นการจัดแต่งองค์ประกอบมูลฐานในการสร้างงานศิลปกรรม เครื่องจักร หรือประดิษฐ์กรรมของมนุษย์ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร, 2545 : 2)

Good (1973 :165) ได้ให้คำจำกัดความของการออกแบบว่า เป็นการวางแผน หรือกำหนดรูปแบบซึ่งรวมทั้งการตกแต่งในโครงสร้างรูปทรงของงานศิลปกรรมด้วยตัวกลางต่างๆ ในการแสดงออกทางทัศนศิลป์ ดนตรี ตลอดจนวรรณกรรม (อุดมศักดิ์ สาริบุตร, 2545 : 2)

การออกแบบคือ (Earle, 1994) กระบวนการคิดค้นข้ามสาขาซึ่งมนุษย์ค้นการและรวบรวมเพื่อสร้างความพึงพอใจให้ตนเองและเพื่อสนองความต้องการของคนอื่น (อุดมศักดิ์ สาริบุตร)

อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2540 : 21) กล่าวว่า การออกแบบ คือ การรวบรวมหรือการจัดองค์ประกอบทั้งที่เป็นงาน 2 มิติและ 3 มิติ เข้าด้วยกันอย่างมีหลักเกณฑ์ ในการนำองค์ประกอบของการออกแบบมาจัดรวมกัน ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงผลประโยชน์ใช้สอย ความงามอันเป็นลักษณะสำคัญที่พึงมีของการออกแบบ การออกแบบเป็นศิลปะของมนุษย์ เนื่องจากเป็นการสร้างค่านิยมทางความงามและตอบสนองการใช้ประโยชน์ใช้สอยที่คุ้มค่าให้แก่ผู้ใช้

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ การจินตนาการที่ก้าวกระโดดจากความเป็นจริงในปัจจุบัน สู่ความเป็นไปได้ในอนาคต การออกแบบผลิตภัณฑ์จึงเป็นการวิเคราะห์ ศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ผลงานด้านผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เกิดการใช้งานตามความต้องการของผู้บริโภคและต้องเป็นประโยชน์ที่คุ้มกับการคงทน ตลอดจนไม่มีผลกระทบจากการใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ทางตรงและทางอ้อม

ศิริพงศ์ พะยอมแย้ม (2537 : 22) กล่าวว่า การออกแบบย่อมหมายถึง กระบวนการทางความคิดในอันที่จะวางแผนการรวบรวมองค์ประกอบทั้งหลายเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ เพื่อสร้างสรรค์หรือปรับปรุงประดิษฐ์กรรมต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านประโยชน์ใช้สอยด้านความงาม (อุดมศักดิ์ สาริบุตร, 2545 : 1-3)

การออกแบบ คือ การวางแผนสร้างสรรค์รูปแบบโดยการวางแผนจัดส่วนประกอบของการออกแบบให้สัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอย วัสดุ และการผลิตสิ่งของที่ต้องการนั้น (วิรุณ ตั้งเจริญ, 2539 : 20)

จากการศึกษาการจัดการเรียนการสอนทางด้านออกแบบอุตสาหกรรมในประเทศไทยนั้น ชื่อหลักสูตรคำและความหมายมีหลายคำ และสังกัดอยู่ในหลาย ๆ คณะวิชา ความสับสนในเรื่องคำและความหมายของอุตสาหกรรมศิลป์ (Industrial art) ศิลปะอุตสาหกรรม (Industrial design) และออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product design) มักจะพบได้บ่อยในกลุ่มนักศึกษาที่ศึกษาเกี่ยวกับวิชาทางด้านเทคโนโลยีและบุคคลทั่วไป คำว่า อุตสาหกรรมศิลป์นั้นเป็นศิลปะและวิทยาการว่าด้วยการออกแบบผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมทั้งการศึกษาและค้นคว้าด้านเทคโนโลยีและวัสดุเพื่อนำมาประกอบในการออกแบบให้เกิดความกลมกลืนกับหน้าที่ใช้สอย มีความหมายเหมือน Industrial design ซึ่งมักแปลว่า ออกแบบอุตสาหกรรม และ Product design ซึ่งมักแปลว่า ออกแบบผลิตภัณฑ์ (พจนานุกรมศิลปะ อังกฤษ - ไทย, 2530)

สมาคมออกแบบอุตสาหกรรมนานาชาติ หรือ ICSID (International Council of Societies of Industrial Design) ให้คำจำกดความของการออกแบบอุตสาหกรรมว่า เป็นกิจกรรมของความคิดสร้างสรรค์ที่มีจุดประสงค์เพื่อกำหนดคุณภาพของวัสดุ การผลิตในระบบอุตสาหกรรม คุณภาพไม่เพียงแต่ความสามารถภายนอกแต่หมายถึงโครงสร้าง (Structural) และความสัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอย (functional relationships) คำจำกัดความที่ใช้อยู่เกิดจากแนวทางการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐศาสตร์ (Changing economic) อุตสาหกรรม (Industrial) และองค์)ประกอบของสังคมและวัฒนธรรม (Social and cultural) ก็มีอิทธิพลกับบริบท (Context) สภาพแวดล้อมทางการออกแบบด้วยทำให้ทุกวันนี้เราทำงานออกแบบอยู่บนการตีความหมายคำจำกัดความที่หลากหลายของแม่บทการออกแบบอุตสาหกรรม

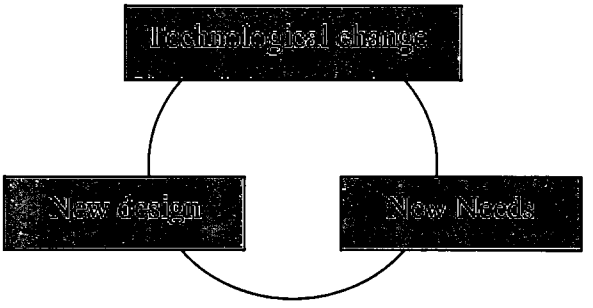
ในขณะเดียวกันสมาคมนักออกแบบอุตสาหกรรมของประเทศสหรัฐอเมริกา หรือ IDSA (The Industrial Designers Society of America) ได้ให้คำจำกัดความของการออกแบบอุตสาหกรรมว่า เป็นการบริการอย่างมืออาชีพในการสร้างสรรค์และพัฒนาแนวคิดในการออกแบบ โดยคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย (Function) คุณค่า (Value) ความงาม (Appearance) ของผลิตภัณฑ์แบะการ ได้รับผลประโยชน์อย่างเป็นระบบทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค

การออกแบบอุตสาหกรรม คือ จินตนาการที่ก้าวกระโดดจากความจริงในปัจจุบัน สู่ความเป็นไปได้ในอนาคต (Page, 1966) เป็นความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์ในสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งให้ความพึงพอใจ (Gregory, 1966) และมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหากิจกรรมต่างๆ (Archer,1965)

Wright and Helsel (1966) ได้ให้ความหมายของ Product Design ว่าเป็นกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ ความพึงพอใจ ความงามและความสำคัญของประโยชน์ใช้สอยก่อนที่กระบวนการออกแบบจะเริ่มต้นต้นรู้และเข้าใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เพื่อการบรรลุผลสำเร็จเป็นงานที่ต้องศึกษาและวิจัยข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับตัวแปรต่างๆ และข้อจำกัดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

Birmingham and Cleland (1985) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการในงานออกแบบใหม่ว่า เกิดจากผลกระทบของกิจกรรมการออกแบบไม่เพียงแต่จะมีเครื่องมือใหม่ๆ เท่านั้น แต่รวมถึงการค้นพบวัสดุใหม่ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี ผลิตภัณฑ์ใหม่ ความต้องการใหม่จึงเกิดเป็นวงจรดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.16 วงจรการเปลี่ยนแปรเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ใหม่

หลักเกณฑ์การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ช่วยให้ทีมงานนักออกแบบประสบความสำเร็จ เมื่อต้องการจะออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่นั้น Dreyfuss (1967) ได้กำหนดไว้ 5 ประเด็นหลักๆ คือ

1. การใช้สอย (utility) การออกแบการใช้งานสำหรับมนุษย์นั้นควรจะมีความปลอดภัย ง่ายต่อการใช้งานโดยสัญชาตญาณ เช่น สิ่งมีคม ก็ต้องออกแบบให้สามารถสื่อสารประโยชน์ใช้สอยในตัวเองแก่ผู้ใช้งานด้วย

2. ความงาม (appearance) รูปทรง เส้น สัดส่วน และสี ควรมีลักษณะที่ผสมผสานกันอย่างเหมาะสมก่อให้เกิดความพึงพอใจแก่ผู้ใช้

3. ง่ายต่อการซ่อมแซม (ease of maintenance) ผลิตภัณฑ์ต้องถูกออกแบบให้สื่อสารว่าจะบำรุงรักษาและซ่อมแซมได้อย่างไร

4. ต้นทุนต่ำ (low costs) รูปทรงที่มีลักษณะซ้ำซ้อน ใช้เครื่องจักรกลที่มีราคาแพงต้องพิจารณาให้เหมาะสม โดยทีมงานที่เกี่ยวข้อง

5. การสื่อสาร (communication) การออกแบบควรสื่อสารแบะสอดคล้องกับปรัชญามิติของคุณลักษณะทางการมอง

สำหรับอุตสาหกรรมศิลป์เป็นศิลปะที่มีหน้าที่ใช้สอยเพื่อความสุขในชีวิตประจำวัน อุตสาหกรรมศิลป์จึงแตกต่างกับวิจิตรศิลป์ตรงที่อุตสาหกรรมศิลป์สร้างขึ้นเพื่อสนองความต้องการในด้านความสุขทางกาย และอุตสาหกรรมศิลป์แตกต่างกับช่างหัตถกรรมที่กระบวนการการผลิตอุตสาหกรรมศิลป์มีกระบวนการการผลิตโดยใช้เครื่องจักรในการทุ่นแรง เพื่อจะได้สามารถผลิตได้จำนวนมากๆ เพียงพอกับจำนวนความต้องการและราคาถูกที่ประชาชนทั่วไปสามารถซื้อหาได้ง่าย จึงจำเป็นต้องประหยัดค่าแรงงานใช้เครื่องจักรช่วย เพื่อให้ต้นทุนในการผลิตถูกกว่าหัตถกรรมทั่วไปที่ใช้มือทำทีละชิ้นซึ่งต้องใช้แรงงานเสียเวลามาก (วิรัตน์ พิชญไพบูลย์,2528)

อุตสาหกรรมศิลป์ เป็นแขนงว่าวิชาหลักของการศึกษาทั่วไป โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนทุกคนและทุกระดับการศึกษาได้รู้จักใช้ความคิดและการปฏิบัติการใช้เครื่องมือเครื่องจักร วัสดุอุปกรณ์กระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงาน การจัดสภาพการเรียนการสอน ใช้ประสบการณ์จริงหรือจำลองในโรงฝึกงานเพื่อให้เกิดความเข้าใจในบทบาทของอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อการดำรงชีวิต (เปรื่อง กิจรัชนี, 2535)

การออกแบบผลิตภัณฑ์ (industrial deign) หรือชื่อย่อ ID. คือ การผสมผสานอย่างลงตัวของความเป็นวิทยาศาสตร์ (Science) กับความเป็นศิลปะ (art) ผสมกลมกลืนกันจนเป็นเนื้อเดียวกันในอัตราส่วนที่เท่าๆ กัน 50 : 50 เช่นการออกแบบรถยนต์ จะมีการผสมผสานของความเป็นวิทยาศาสตร์และความเป็นศิลปะเพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสุนทรียะในการใช้งาน ความเป็นวิทยาศาสตร์ คือ ประสิทธิภาพเครื่องดี ประหยัดเชื้อเพลิง มีระบบความปลอดภัย มีอัตราเร่งดี เป็นต้น ความเป็นศิลปะก็คือ รูปร่างมีความลงตัว สีสันถูกใจ ภายในตกแต่งสวยงาม อุปกรณ์ภายในดูน่าใช้ เป็นต้น ดังนั้นเวลามองดูรถที่เราคิดว่าดีเหลือเกินนั่นหมายถึงรถที่มีสมรรถนะดี รูปทรงสวยงาม หากเราเห็นรถที่สวยงามแต่ขับแล้วอัตราการเร่งไม่ดี ไม่เกาะถนนหรืออื่นๆ เราก็เห็นว่ารถคันนี้ออกแบบไม่ดี เป็นต้น หากอัตราส่วนของความเป็นวิทยาศาสตร์มากกว่าความเป็นศิลปะในอัตรา 75 : 25 นั่นหมายถึง วิศวกรรม (Engineering) ที่คำนึงถึงการใช้งาน (function) มากกว่าความงาม (aesthetic) เช่น การออกแบบเครื่องมือแพทย์ ที่ต้องการเน้นการใช้งานเป็นสำคัญ สวยหรือไม่สวยนั่นอีกเรื่องหนึ่ง ในทางกลับกัน หากอัตราส่วนของความเป็นศิลปะมีมากกว่าความเป็นวิทยาศาสตร์ในอัตรา 75 : 25 นั่นก็คือ อยู่ในกลุ่มที่เป็นศิลปหัตถกรรม (handicraft) เช่นตะกร้าหวาย ผ้าไหมที่ทอด้วยมือ เครื่องปั้นดินเผาที่เน้นความงามเป็นเอกลักษณ์ หรือหัตถกรรมอื่นๆ ซึ่งตรงนี้หาก Product Design ที่เน้นความงามมากกว่าการใช้งาน ก็จัดเป็นกลุ่มนี้ เช่น เก้าอี้ทรงแปลกตาตกแต่งให้ห้องสวยงาม แต่ถ้านั่งเล่นก็คงไม่เหมาะสม (นรินทร วิภาดา ,2539 : 89 – 90)

นวลน้อย บุญวงศ์ (2539) ได้สรุปความหมายของการออกแบบว่า งานออกแบบ หมายถึงสิ่งที่มนุษย์ทำขึ้นเท่านั้น การออกแบบเป็นความพยายามสร้างให้เกิดความเปลี่ยนแปลง โดยการจัดระเบียบด้วยความมุ่งหมายที่จะแก้ปัญหา และเพื่อสนองประโยชน์ทั้งของตนเองและคนในสังคม คุณสมบัติของนักออกแบบควรเป็นผู้มีความรู้ ความชำนาญ ตลอดจนประสบการณ์ และที่สำคัญคือเป็นผู้มีความคิดและจินตนาการ

สุกิตติ กลางวิสัย (2527) ได้ศึกษาคำว่า Industrial Design หรือที่เรียกในภาษาไทยว่า ออกแบบอุตสาหกรรมนั้นเชื่อว่ามีผู้ริเริ่มใช้ศัพท์เป็นครั้งแรกในระหว่างการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 1 ในด้านการศึกษา ผู้บุกเบิกรุ่นบรรพบุรุษ ได้แก่ John Ruskin และ William Morris
และรุ่นต่อมา ได้แก่ Walter Gropius Bauhaus (1919 – 1933) การออกแบบอุตสาหกรรมได้เกิดขึ้นอีกครั้งที่ Hoschule fur Gestaltung, Ulm ประเทศเยอรมัน ภายใต้การนำของ Max Bill และภาควิชาการออกแบบอุตสาหกรรมแห่งแรกของโลกได้เปิดขึ้น สำหรับการค้นคว้าหลักสูตรแม่บท ทางวิชาอุตสาหกรรมสำหรับการเรียนการสอนในระดับเตรียมอุดมศึกษา สำหรับเป็นมาตรฐานของการเรียนการสอนวิชาการออกแบบอุตสาหกรรมในอนาคต โดยโครงการ IACP “Industrial Art Curriculum Project” ซึ่งเป็นโครงการที่ร่วมพัฒนาหลักสูตรแม่บท การเรียนการสอนวิชาการออกแบบหลังปี ค.ศ. 1972 แนวโน้มการนำวิธีสร้าง

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักสูตรซึ่งเรียกว่า discipline – centered schema ซึ่งมีแม่บทเป็นพื้นฐานมาใช้มากขึ้น สำหรับความรู้ด้านการออกแบบอุตสาหกรรมศึกษา ความรู้ที่มนุษย์นำมาใช้เพื่อการออกแบบนั้นส่วนใหญ่เป็นศาสตร์ไม่ใช่ศิลป์ และความรู้ของมนุษย์สามารถจัดกลุ่มได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

1. Formal Knowledge คือ ความรู้ที่เป็นเครื่องในการจัดวางระเบียบเพื่อนำไปประยุกต์กับความรู้ด้านอื่นๆ ซึ่งได้แก่ ความรู้ทางด้านตรรกศาสตร์ คณิตศาสตร์ และภาษาศาสตร์

2. Descriptive Knowledge คือ ความรู้เรื่องข้อมูลและข่าวสารเกี่ยวกับเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อันได้แก่ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตไม่มีชีวิตทั้งหลาย

3. Prescriptive Knowledge คือ ความรู้ที่ก่อให้เกิดความสามารถในการใช้สติปัญญาตัดสินคุณค่าของสิ่งหนึ่งสิ่งใด (value judgment) อันได้แก่ วิชาปรัชญา วรรณคดี และศิลปะศาสตร์

4. Praxiological Knowledge คือ ความรู้ที่ก่อให้เกิดความสามารถในการปฏิบัติ อันได้แก่ วิชานิติศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ แพทยศาสตร์ และเทคนิควิทยาอุตสาหกรรม จากความรู้ด้านนี้จึงทำให้เกิดเป็นวิชาการด้านการออกแบบและทฤษฎีที่ใช้ในการปฏิบัติ

2.3.1 หลักการออกแบบอุตสาหกรรม

การออกแบบทั่วๆ ไป โดยเฉพาะทางด้านผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นักออกแบบต้องพิจารณาด้านต่างๆ ดังนี้

2.3.1.1 หน้าที่ใช้สอย

2.3.1.2 ความปลอดภัย

2.3.1.3 ความแข็งแรง ทนทาน

2.3.1.4 ความประหยัด

2.3.1.5 วัสดุ

2.3.1.6 โครงสร้าง

2.3.1.7 ความสะดวกสบายในการใช้

2.3.1.8 ความสวยงาม

2.3.1.9 มีลักษณะเฉพาะ

2.3.1.10 กรรมวิธีการผลิต (Production)

2.3.1.11 การซ่อมบำรุงรักษา (Easy of Maintenance)

2.3.1.12 การขนส่ง (Transportation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.1 หน้าที่ใช้สอย การออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์จะต้องเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยและการใช้งาน เช่น โทรศัพท์มือถือ เพจเจอร์ติดตัวจะต้องสะดวกพกและนำพาตลอดจนเสียงฟังชัดเจน เพราะหน้าที่ของโทรศัพท์คือติดต่อสื่อสารทางเสียง

2.3.1.2 ความปลอดภัย ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องด้วยความปลอดภัยทั้งการใช้งานและหลังการใช้งาน ไม่สร้างมลพิษให้กับสังคมโลก นักออกแบบต้องคำนึงถึงการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและไม่ทำให้เกิดความเสียหายโดยรวม เพราะเกิดการแข่งขันสูง มองผลประโยชน์มากกว่าความปลอดภัยของผู้ใช้ และผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม

2.3.1.3 ความแข็งแรง ทนทาน ต้องสนองต่อหน้าที่ได้เป็นเวลานานตามที่กำหนดไว้ในคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ คือ สิ่งที่สร้างต้องแข็งแรง ทนทาน ระบบกลไก ระบบไฟฟ้า วัสดุและอุปกรณ์ที่เลือกใช้ที่ดี

2.3.1.4 ความประหยัด สามารถที่จะผลิตได้ในระบบการเศรษฐศาสตร์ หมายความว่า จะต้องใช้วัสดุอย่างประหยัดและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงานโดยที่ราคาไม่แพงมันจะเป็นการสูญเปล่าที่จะนำสิ่งของให้มีความทนทานมากกว่าหน้าที่ของมัน ความต้องการของงานทางด้านการประหยัดนั้นต้องการวัสดุที่หาง่าย ผลิตง่ายและสามารถถอดประกอบเข้าด้วยกันได้

2.3.1.5 วัสดุ ต้องเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงานมีความทนทานและประหยัดโลหะแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานต่างกันไป มีความสวยงามในตัวมันเอง เช่น ทองแดง ทองเหลือง สแตนเลส และอลูมิเนียม ต่างก็มีพื้นผิวงามตามธรรมชาติ ก่อนนำโลหะมาใช้ท่านต้องแน่ใจวิธีการที่ยุ่งยาก วิธีการนำไปใช้ การขึ้นรูปทำให้โค้ง ทำรูปร่างและเชื่อม

2.3.1.6 โครงสร้าง วิธีการทำโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์แต่ละชนิด ควรทำให้เหมาะกับงาน มีความทนทาน ประหยัดและใช้วัสดุที่เหมาะสม และการออกแบบนี้เป็นอมตะที่เรารู้จัดการเลือกใช้วิธีง่ายๆ ในการทำจะทำให้มีความเหมาะสมกว่าวิธีการยุ่งยาก และควรจะเป็นวิธีการที่เหมาะแก่วัสดุที่ใช้ด้วย

2.3.1.7 ความสะดวกสบายในการใช้ หมายถึง ต้องคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้งาน ขนาดความสูง และการออกแบบนี้เป็นอมตะ

2.3.1.8 ความสวยงาม เมื่อมันมีรูปร่างและขนาดเหมาะกับการใช้งาน ขนาด ความสูง กว้างยาว และขีดจำกัดของประกอบการออกแบบ เช่น การหยิบใช้คล่อง

2.3.1.9 มีลักษณะเฉพาะ อาจจะได้คะแนนสูงในเรื่องของคุณภาพ แต่จริงๆ แล้วยังขาดในเรื่องลักษณะเฉพาะของมัน การมีลักษณะเฉพาะจะมีความรู้สึกกับนักออกแบบที่เขาได้ทำการออกแบบขึ้นมาด้วยตนเอง มีลักษณะเป็นอิสระเพื่อจะได้แสดงว่า นักอกแบบได้วิเคราะห์ปัญหาอย่างจริงจัง ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของงาน ถ้าขาดคุณสมบัตินี้แล้ว

2.3.1.10 กรรมวิธีการผลิต เมื่อทำการออกแบบแล้ว สามารถจะทำการผลิตได้ง่าย การผลิตโครงการที่ท่านทำในโรงปฏิบัติงานโลหะแต่ละชิ้นส่วน ควรรวมเข้าด้วยกันเป็นได้อย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.11 การซ่อมบำรุงรักษา เมื่อนำไปใช้งานได้รับความเสียหาย ควรสามารถแก้ไขและซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยากเมื่อมีการชำรุดเสียหาย ค่าบำรุงรักษา และการสึกหรอต่ำ

2.3.1.12 การขนส่ง นักออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ค่าขนส่งจะขนส่งสะดวก หรือไม่ใกล้ไกล ขนส่งทางบกทางน้ำหรือทางอากาศ ต้องบรรจุหีบห่ออย่างไรที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหาย ขนาดของรถตู้บรรทุกสินค้ากว้างยาวสูงเท่าไร เป็นต้น

2.3.2 ขอบเขตของการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ การวิเคราะห์หาข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับหน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ ข้อมูลเกี่ยวกับการตลาด ข้อมูลเกี่ยวกับการผลิต ข้อมูลเกี่ยวกับตลาด แล้วนำมาออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อผลิตเป็นจำนวนมาก ให้อยู่ในความนิยมของตลาดในราคาพอสมควร

วิชาการออกแบบฯ เป็นวิชาที่ถือปฏิบัติเกี่ยวกับการวิเคราะห์การสร้างสรรค์ และการปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อการผลิตเป็นจำนวนมาก ให้ได้รูปร่างที่ถูกต้องแน่นนอนก่อนที่จะลงทุนจำนวนมาก เพื่อจัดอุปกรณ์เครื่องมือในการผลิตและผลิตได้ในราคาพอสมควรที่ผู้ซื้อพอจะซื้อได้

งานออกแบบปลายผ้า กระดาษติดฝาผนัง งานออกแบบชามกระเบื้อง งานออกแบบเฟอร์นิเจอร์ไม้ และงานออกแบบอีกหลายประเภท เช่น เครื่องแก้ว เครื่องเงิน เครื่องเพชรพลอย ฯลฯ ในอดีตไม่ถือว่าเป็นงานออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ที่ไม่นับผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ประกอบด้วยเหตุผลหลายประการหรือประการใดประการหนึ่งในหัวข้อข้างล่างนี้

1. ผลิตภัณฑ์เป็นสองมิติ คือ เป็นรูปแบบมีเฉพาะความกว้างกับความยาว
2. สามารถดำเนินงานออกแบบ โดบุคคลคนเดียวกันได้ (One-Men) ไม่ต้องร่วมกับผู้เชี่ยวชาญสาขาอื่นๆ
3. ผลิตภัณฑ์นั้นมีกรรมวิธีการผลิตที่เหมือนหรือคล้ายกับผลิตภัณฑ์ที่มีการทำมาแล้วแต่โบราณ
4. การลงทุนทำอุปกรณ์ในการผลิตต่ำ ตัวอย่างเช่น ถ้วยกาแฟดินเผา กับถ้วยกาแฟพลาสติก แม่แบบปูนปลาสเตอร์สำหรับทำถ้วยกาแฟดินเผาราคาไม่เกินร้อยบาท แต่แม่แบบอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ทำด้วยพลาสติก ซึ่งประกอบด้วยแม่แม่แบบเหล็ก ส่วนใหญ่ความร้อนเครื่องกล เครื่องกดหรือฉีด รวมราคาแล้วเป็นแสน หรือหลายล้านบาท ผลิตภัณฑ์ถ้วยกาแฟดินเผาจึงไม่นับว่าเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สำหรับผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเป็นการบันทึกรูปรอยแห่งความรู้สึกนึกคิดของผู้ทำ มีลักษณะเด่นของแต่ละบุคคล ส่วนผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเป็นเพียงภาพแห่งความนึกคิดของนักออกแบบเท่านั้น หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมผู้ทำได้สร้าง ได้สัมผัสผลิตภัณฑ์จึงเป็นสิ่งถ่ายทอดความรู้สึก ลักษณะเฉพาะแทนตัวของผู้ทำ สำหรับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นักออกแบบอาจได้รับสัมผัสเพียงภาพเขียนในกระดาษ และหุ่นจำลอง (อุดมศักดิ์ สาริบุตร, 2545 : 9-11)

2.3.3 กระบวนการออกแบบอุตสาหกรรม

2.3.3.1 การออกแบบ

การออกแบบ (Design) (อุดมศักดิ์ สาริบุตร, 2545 : 11-12) การสรรค์สร้างงานของมนุษย์ด้วยปัญญาโดยอาศัยความรู้ความสามารถ ประสบการณ์ และความคิด โดยงานแต่ละคนจะมีความเป็นเฉพาะบุคคลเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ อันเนื่องจากงานออกแบบเป็นการถ่ายทอดความรู้ และประสบการณ์ตลอดจนอุปนิสัยของคนทำงาน ดังนั้น งานต่างๆ ที่นักอกแบบเสนอออกมาจึงเป็นรูปแบบเฉพาะ นอกจากความรู้ความสามารถ และประสบการณ์แล้ว นักออกแบบหลายๆ คน ก็มีพรสวรรค์อันเกิดจากสายเลือดได้รับการถ่ายทอดจากบรรพบุรุษ และเป็นเรื่องเฉพาะบุคคล ซึ่งมีขีดจำกัดในการพัฒนาความสามารถที่เกิดจากการเรียนรู้ อาศัยการศึกษา และปัญญา สามารถที่จะพัฒนาได้ดีกว่าและทุกวันนี้ นักออกแบบต้องอาศัยองค์ความรู้หลายๆ ด้าน เข้ามาช่วยในการศึกษาเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบมากขึ้น เช่น ความรู้ทางด้านจิตวิทยาอุตสาหกรรม ความรู้พฤติกรรมของมนุษย์ว่าด้วยเรื่องต่างๆ สภาพแวดล้อม เศรษฐกิจสังคม และวัฒนธรรมของคนแต่ละกลุ่ม แต่ละประเทศ ซึ่งการออกแบบเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วมาก เพราะการสื่อสาร การพัฒนาระบบเทคโนโลยี การสื่อสารที่มีเครือข่ายถึงกันหมด จึงมีการแข่งขันสูง การออกแบบจึงต้องอาศัยข้อมูลที่ทันสมัยตลอดเวลา จนสามารถจะสรุปได้ว่า ยุคนี้เป็นยุคสารสนเทศ (Information Technology)

การออกแบบที่ดีจำเป็นต้องมีการวางแผน ศึกษา เพื่อหาวิธีดำเนินการเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ ได้ผลงานที่มีคุณภาพ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งกระบวนการทั้งหมดจะเกี่ยวข้องกับข้อมูลและปัญหาต่างๆ การวางแผนจึงจำเป็นต้องรู้วิธีการค้นหา ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลหรือปัญหาให้ชัดเจนเพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการออกแบบ ข้อมูลปัญหาที่ใช้ในการออกแบบอาจจะพบลักษณะปัญหาต่างๆ คือ

1. ความไม่ชัดเจนของปัญหา
2. ความซับซ้อนของปัญหา
3. ความขัดแย้งของปัญหา
4. ความบกพร่องของข่าวสารข้อมูล
5. ความไม่สมบูรณ์ของข้อมูล
6. ความเชื่อถือไม่ได้ของข้อมูล
7. ความไม่แน่ชัดของข้อมูล
8. ความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลตามเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น เมื่อต้องสืบค้นปัญหาจำเป็นจะต้องเข้าใจลักษณะธรรมชาติของข้อมูลปัญหาว่ามีความชัดเจนเชื่อถือได้แค่ไหน หากพบว่ายังมีความบกพร่อง ไม่ตรงชัดจะต้องสืบค้นต่อไปจนมีความแน่ใจและเชื่อถือได้ เพื่อใช้เป็นข้อกำหนดเกณฑ์และการตัดสินใจในการออกแบบต่อไป

2.3.3.2 กระบวนการออกแบบ (Design Process)

กระบวนการออกแบบ คือ การแก้ปัญหาเชิงระบบ ซึ่งมีการศึกษาการวางแผนและขั้นตอนการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพได้ผลลัพธ์ที่มีคุณภาพและมีคุณค่า ทั้งนี้ขั้นตอนของระบบจะก่อให้เกิดผล 2 ประการ

1. ลดข้อผิดพลาด และความล่าช้าของการออกแบบ
2. ทำให้จินตนาการ และความก้าวหน้าของการออกแบบมีมากขึ้น

กระบวนการออกแบบอาจกล่าวได้ว่าเป็นกระบวนการทำงานด้วยระบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) คือ เป็นกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Process) ที่ใช้ระบบระเบียบวิธีเชิงทดลองค้นหาเหตุผลข้อแก้ไข ปรับปรุงหาแนวทางปฏิบัติหรือวิธีการออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์ ดังนั้น ขั้นตอนกระบวนการออกแบบจึงเป็นไปในลักษณะพัฒนาและสร้างสรรค์

Geoffery, Broad Bent (1972) ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบวิธีการออกแบบ (Sytematic of Design Methods) ดังนี้

1. สังเกตสิ่งแวดล้อมและข้อผิดปรกติ
2. ตั้งคำถามหรือสมมติฐาน
3. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวปัญหา
4. แยกแยะข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่
5. เปรียบเทียบข้อมูลทั้งส่วนดีและส่วนเสีย
6. นำข้อมูลมาสรุปเพื่อใช้แก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนของปัญหา
7. เปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาในอดีตที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้
8. เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสภาพเหตุการณ์
9. ลงมือปฏิบัติงานออกแบบตามแนวทางของข้อสรุปจากข้อมูล
10. วิเคราะห์ผลงานออกแบบและผลที่เกิดขึ้น

Horst, Rittle (1972) ได้เสนอขั้นตอนระบบการพัฒนาการออกแบบโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานดังนี้

1. ตั้งสมมุติฐานหรือวัตถุประสงค์ของงานออกแบบที่ชัดเจน
2. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น
   - กลุ่มผู้ใช้ เรื่องอายุ เพศ ระดับการศึกษา รสนิยม ฯลฯ
   - ความต้องการของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความต้องการตลาด
- สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ
- กระบวนการผลิต
- กระบวนการเผยแพร่

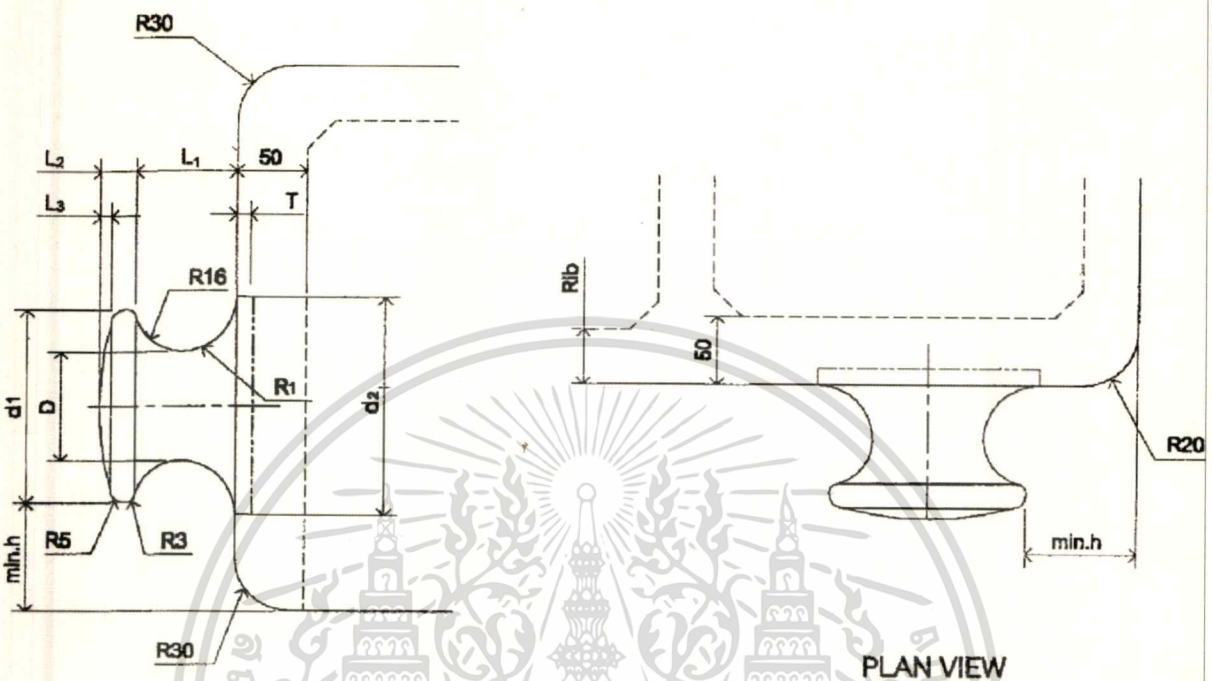
3. วิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลข้อดีข้อเสีย เพื่อการตัดสินใจในการเลือกข้อมูลและการแก้ปัญหา
4. ลงมือปฏิบัติในหลายๆ รูปแบบและนำมาศึกษาเปรียบเทียบ
5. เลือกแบบที่ดีทำหุ่นจำลอง
6. นำแบบจำลองไปให้ผู้เกี่ยวข้องทดลองใช้
7. ปรับปรุงแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ogihara (THAILAND) CO. LTD.

DIE DESIGN STANDARD	DESIGN SECTION
NAME: BOSS HOOK	OTCS - 253

MAT.	-
HT.	-



Allowable load SC46 GM190	Allowable load FC250 GM241	D	d1	d2	h	L1	L2	L3	R1	T
1600	-	40	71	80	32	36	13	4	20	6
3200	1600	50	80	90	32	36	13	4	20	6
5000	2500	(63)	100	100	32	40	16	4	20	6
8000	4000	80	140	140	40	50	20	4	32	8
12500	6300	100	160	160	40	56	25	5	32	8
20000	8000	125	185	180	63	63	25	5	32	8
25000	10000	140	200	220	63	71	30	5	40	8

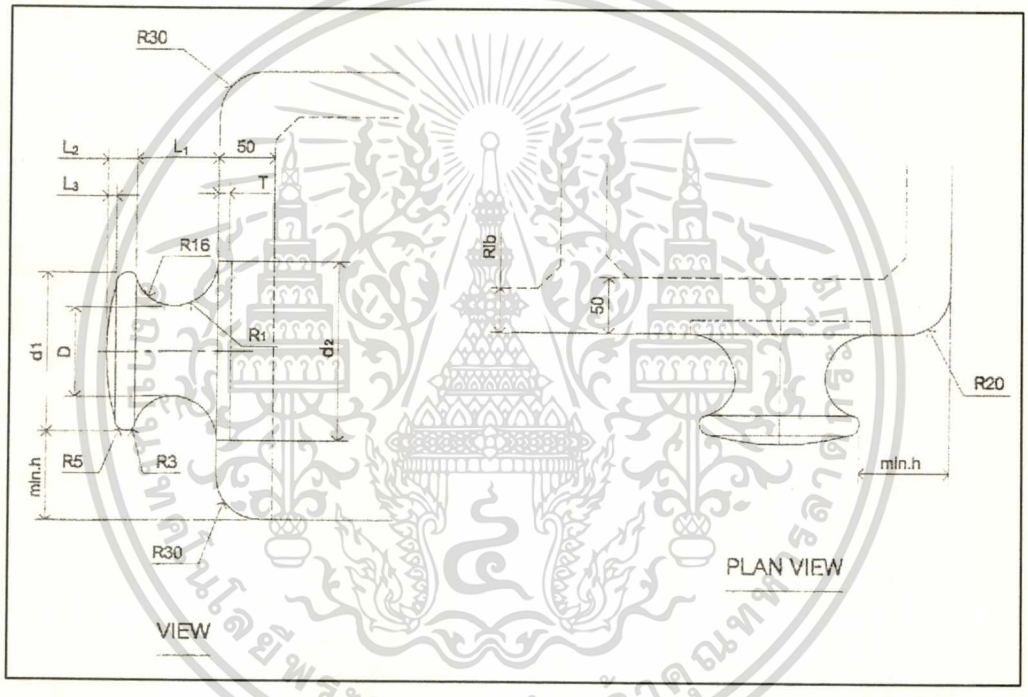
INDICATION OTCS - 253 - D

NO.	DATE	REMARKS	NAME	MANUFACTURING BY:	
				PURCHASING FROM:	

ภาพที่ 2.17 มาตรฐานของบอสฮุกที่ใช้ในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Allowable load SC46, GM190	Allowable load FC250, GM241	D	d1	d2	h	L1	L2	L3	R1	T
1600	-	40	71	80	32	36	13	4	20	6
3200	1600	50	80	90	32	36	13	4	20	6
5000	2500	63	100	100	32	40	16	4	20	6
8000	4000	80	140	140	40	50	20	4	32	8
12500	6300	100	160	160	40	56	25	5	32	8



ภาพที่ 2.18 รูปมาตรฐานขนาดของฮุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ชนิดและหลักการทำงานของมอเตอร์

เครื่องกลไฟฟ้าและเครื่องจักรกลนั้นได้ถูกนำมาใช้ในงานเครื่องจักรกลมาก ซึ่งในการออกแบบเพื่อสร้างชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมนั้น จำเป็นต้องทราบหลักการและการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อจะทำให้กรสร้างเครื่องเกิดคามถูกต้องตามหลักการทางทฤษฎี โดยจะไม่ทำให้เกิดมีปัญหาในการใช้งาน เครื่องกลไฟฟ้าที่สำคัญได้แก่ มอเตอร์ สำหรับเครื่องจักรกล จากที่กล่าวมาแล้วนั้น ผู้วิจัยแจกหัวข้อออกเป็นดังนี้

2.4.1 ระบบต้นกำลังมอเตอร์

มอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟส

ภาพที่ 2.19 มอเตอร์กระแสสลับชนิด 1 เฟส

ที่มา : http://www.thaitambon.com/tambon/

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นมอเตอร์ชนิดที่ใช้กันแพร่หลายในโรงงานต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงงานอุตสาหกรรม ข้อที่นับว่าดีของมอเตอร์ชนิดนี้ก็คือส่วนหมุน ซึ่งเรียกกันว่าโรเตอร์ (Rotor) นั้นส่วนมากเป็นโรเตอร์ทรงกระรอก (Squirrel Cage Rotor) ซึ่งไม่มีอันตรายอันเกิดจากประกายของกระแสไฟฟ้า เพราะเนื่องจากมอเตอร์ชนิดนี้ส่วนมากไม่มีคอมพิวเตอร์ ดังนั้นมอเตอร์ชนิดนี้จึงสามารถนำไปใช้งานบางแห่งที่มีแก๊สหรือน้ำมันที่ไวไฟ ซึ่งมอเตอร์ชนิดอื่นไม่สามารถนำไปใช้ได้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบ่งออกดังนี้

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส (A.C. Single Phase Motor)
2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 2 เฟส (A.C. Two Phase Motor) ไม่มีใช้
3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส (A.C. Three Phase Motor)

การสร้าง Frame ของมอเตอร์เข้า แยกสร้างเป็น 2 แบบคือ แบบหนึ่งทำไว้โปร่งอากาศภายนอกสามารถพัดผ่านเข้าไปถ่ายเทในมอเตอร์ได้โดยสะดวก เพื่อลดระดับความร้อนขณะมอเตอร์กำลังใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกแบบหนึ่ง Frame เกือบจะพูดได้ว่าแทบไม่มีอากาศผ่านเข้าออกได้ ส่วนรูปร่างของมอเตอร์แล้วแต่บริษัทผู้ผลิตจะผลิตเป็นรูปทรงแปลก

ประสิทธิ์ กันปี (69 : 2532) กล่าวว่า การสตาร์ทมอเตอร์นั้นจะทำให้กระแสไฟฟ้าขณะสตาร์ทสูงกว่ากระแสไฟฟ้าที่กำหนดไว้ที่เนมเพลท (name plate) เนื่องมาจากโครงสร้างและหลักการทำงานของมอเตอร์นั่นเอง ซึ่งกระแสไฟฟ้าขณะสตาร์ทนี้อาจเป็นเหตุให้วงจรไฟฟ้าอื่น ๆ กระบกระเทือนด้วย เช่น แรงเคลื่อนไฟฟ้าตก วงจรกำลังตก เช่น มอเตอร์ไม่สามารถทำงานได้หรือถ้าเป็นวงจรแสงสว่างก็จะเป็นเหตุให้ไฟหรี่ ซึ่งเป็นผลเสียหายแก่วงจรไฟฟ้าทั้งสิ้น ซึ่งถ้าเป็นการสตาร์ทมอเตอร์ขนาดใหญ่ ๆ แล้ว ก็ยิ่งจะมีผลทำให้กระแสไฟฟ้าขณะสตาร์ทสูงมากขึ้นไปอีก ถ้าวงจรดังกล่าว โดยเฉพาะวงจรกำลังไม่มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่ดีแล้วก็จะเกิดการเสียหายและไหม้ในที่สุด นอกจากวงจรนั้นจะมีอุปกรณ์ในการควบคุมที่ไวต่อการลดแรงเคลื่อนไฟฟ้า

ส่วนประกอบภายใน

ส่วนที่อยู่ภายในติดกับ Frame มีหลักแผ่นบางๆ อัดไว้เป็นปีกมีร่อง (Slot) สำหรับพันขดลวดเรียกรวมส่วนประกอบภายในด้านติดกับ Frame พร้อมทั้งขดลวดว่า สเตเตอร์ (Stator) ส่วนตัวหมุนมีแนวเลายาวรองรับด้วนแบริ่งที่ผากทั้งสองข้างและเป็นส่วนที่สวมติดพูลเล่ (Pulley) เพื่อไปหมุนขับกับของที่จะใช้งาน ส่วนที่กล่าวนี้เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส แบ่งออกเป็น 5 แบบดังนี้

1. สปลิทเพสมอเตอร์ (Split – phase Motor)
2. คแพซซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)
3. รีพั้ลชั่นไท้ฟ์มอเตอร์ (Repulsion – type Motor)
4. ยูนิเอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor)
5. เชดเดดโปลมอเตอร์ (Shaded – pole Motor)
6. สปลิทเพสมอเตอร์ (Split – Phase Motor)
7. สปลิทเพสมอเตอร์ (Split – Phase Motor)

เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสชนิดหนึ่งซึ่งมีขนาดใหญ่และมักจะนำไปใช้กับงานอุตสาหกรรมหนักเช่น ปั้มน้ำขนาดใหญ่ เป็นต้น

ส่วนประกอบที่สำคัญสปลิทเฟสมอเตอร์มีดังนี้

1. โรเตอร์ (Rotor)
2. สเตเตอร์ (Stator)
3. ฝาครอบ (End Plate)
4. สวิชแรงเหวี่ยงจากศูนย์กลาง (Centrifugal Switch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกแบบหนึ่ง Frame เกือบจะพูดได้ว่าแทบไม่มีอากาศผ่านเข้าออกได้ ส่วนรูปร่างของมอเตอร์แล้วแต่บริษัทผู้ผลิตจะผลิตเป็นรูปทรงแปลก

ประสิทธิ์ กันปี (69 : 2532) กล่าวว่า การสตาร์ทมอเตอร์นั้นจะทำให้กระแสไฟฟ้าขณะสตาร์ทสูงกว่ากระแสไฟฟ้าที่กำหนดไว้ที่เนมเพลท (name plate) เนื่องมาจากโครงสร้างและหลักการทำงานของมอเตอร์นั่นเอง ซึ่งกระแสไฟฟ้าขณะสตาร์ทนี้อาจเป็นเหตุให้วงจรไฟฟ้าอื่น ๆ กระบกระเทือนด้วย เช่น แรงเคลื่อนไฟฟ้าตก วงจรกำลังตก เช่น มอเตอร์ไม่สามารถทำงานได้หรือถ้าเป็นวงจรแสงสว่างก็จะเป็นเหตุให้ไฟหรี่ ซึ่งเป็นผลเสียหายแก่วงจรไฟฟ้าทั้งสิ้น ซึ่งถ้าเป็นการสตาร์ทมอเตอร์ขนาดใหญ่ ๆ แล้ว ก็ยิ่งจะมีผลทำให้กระแสไฟฟ้าขณะสตาร์ทสูงมากขึ้นไปอีก ถ้าวงจรดังกล่าว โดยเฉพาะวงจรกำลังไม่มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่ดีแล้วก็จะเกิดการเสียหายและไหม้ในที่สุด นอกจากวงจรนั้นจะมีอุปกรณ์ในการควบคุมที่ไวต่อการลดแรงเคลื่อนไฟฟ้า

ส่วนประกอบภายใน

ส่วนที่อยู่ภายในติดกับ Frame มีหลักแผ่นบางๆ อัดไว้เป็นปีกมีร่อง (Slot) สำหรับพันขดลวดเรียกรวมส่วนประกอบภายในด้านติดกับ Frame พร้อมทั้งขดลวดว่า สเตเตอร์ (Stator) ส่วนตัวหมุนมีแนวเลายาวรองรับด้วนแบริ่งที่ผากทั้งสองข้างและเป็นส่วนที่สวมติดพูลเล่ (Pulley) เพื่อไปหมุนขับกับของที่จะใช้งาน ส่วนที่กล่าวนี้เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส แบ่งออกเป็น 5 แบบดังนี้

1. สปลิทเพสมอเตอร์ (Split – phase Motor)
2. คแพซซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)
3. รีพั้ลชั่นไท้ฟ์มอเตอร์ (Repulsion – type Motor)
4. ยูนิเอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor)
5. เชดเดดโปลมอเตอร์ (Shaded – pole Motor)
6. สปลิทเพสมอเตอร์ (Split – Phase Motor)
7. สปลิทเพสมอเตอร์ (Split – Phase Motor)

เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสชนิดหนึ่งซึ่งมีขนาดใหญ่และมักจะนำไปใช้กับงานอุตสาหกรรมหนักเช่น ปั้มน้ำขนาดใหญ่ เป็นต้น

ส่วนประกอบที่สำคัญสปลิทเฟสมอเตอร์มีดังนี้

1. โรเตอร์ (Rotor)
2. สเตเตอร์ (Stator)
3. ฝาครอบ (End Plate)
4. สวิชแรงเหวี่ยงจากศูนย์กลาง (Centrifugal Switch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของสปลิทเฟสมอเตอร์

สปลิทเฟสมอเตอร์ประกอบด้วยขดลวดที่สำคัญ 3 ชุด ดังนี้ คือ ทางด้านโรเตอร์ ประกอบด้วยขดลวด 1 ชุด คือ ลวดทองแดงหรือลูมิเนียมเส้นโตๆ ผังอยู่ในร่องเรียกว่า สเควอเรลเดจไวนต์ติ้ง (Squirrel Cage Winding) ทางด้านสเตเตอร์ประกอบด้วยขดลวดอีก 2 ชุด คือ ลวดเส้นใหญ่พันจำนวนรอบมาก เรียกว่า รันนิ้งไวนด์ดิ้ง (Running Winding) บางที่เรียกว่า เมนไวนด์ดิ้ง (Main Winding) และส่วนมากพันไว้ตอนล่างของรอง (Slot) ส่วนอีกชุดหนึ่งเป็นลวดเส้นเล็กพันจำนวนน้อยรอบกว่ารันนิ่งไวนด์ดิ้ง (Auxiliart Winding) และส่วนมากพันไว้ตอนบนของร่อง (Slot) คือทับอยู่บนรันนิ่งไวนด์ดิ้งนั้นเอง ขดลวดทั้ง 2 ชุด คือขดลวดรันนิ่งไวนด์ดิ้งและขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งก็จะเกิดสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) ขึ้นที่สเตเตอร์ ซึ่งในขณะนี้เองก็จะชักนำให้เส้นลวดทองแดงหรืออลูมิเนียมที่ผังอยู่ในร่องของโรเตอร์เกิดมีกระแสไหลจึงทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นที่เส้นลวดเหล่านี้ จึงไปผลักกับทางสเตเตอร์โรเตอร์ จึงเคลื่อนตัวหมุนไปได้ และเมื่อโรเตอร์หมุนมีความเร็วประมาณ 75 % ของความหมุนเร็วของมันสวิชท์แรงเหวี่ยงจากศูนย์กลาง (Centrifugal Switch) ก็จะตัดขดลวดสตาร์ทดิ้งจากวงจรได้เองโดยแรงเหวี่ยงจากศูน์กลางจึงมีข้อควรสังเกตว่า ขดลวดสตาร์ทดิ้งไวน์ดิ้งมีความจำเป็นในตอนเริ่มหมุนตอนแรกเท่านั้น ดังนี้นเมื่อเราจะนำมอเตอร์แบบนี้ไปใช้งาน จึงต้องให้โรเตอร์หมุนตัวเปล่า (Free-Load) เสียก่อน คือให้หมุนให้รอบเต็มอัตราความเร็วของมันจึงจะ Load ได้เมื่อโรเตอร์ยังไม่หมุนและเมื่อโรเตอร์หมุ่น 75% แล้ว

คาแพซซิเมอร์มอเตอร์

เป็นมอเตอร์กระแสสลับ 3 เฟสชนิดหนึ่ง ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 8 กำลังม้าถึง 25 กำลังม้า มอเตอร์แบบนี้นำไปใช้ในอุตสาหกรรมหนัก ปั๊มลมขนาดใหญ่เป็นต้น

การสร้างของมอเตอร์แบบนี้มีส่วนประกอบเหมือนกับแบบสปลิทเฟสมอเตอร์ หากแต่เพิ่ม Capacitor หรือ Condenser ขึ้นเท่านั้นและต่อเป็นอันดับกับขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งโดยปกติ Capacitor นี้จะติดอยู่ทางด้านบนของมอเตอร์ ซึ่งเขามักจะสร้างเป็นกระป๋องกลมยาวใส่สูง ซึ่งแบบสปลิทเฟสมอเตอร์นั้นจะกินกระแสในตอนเริ่มหมุนสูง ซึ่งแบบสปลิทเฟสมอเตอร์นั้นจะกินกระแสในตอนเริ่มหมุนมาก แต่มีแรงเริ่มหมุนต่ำ

ส่วนประกอบที่สำคัญของคาแพซซิเตอร์มอเตอร์ มีดังนี้

1. โรเตอร์ (Rotor) เป็นแบบกรงกระรอก (Squirrel Cage – Rotor)
2. สเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วยขดลวดรันนิ้งไวนด์ดิ้ง (Runnign Winding) และสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้ง (Start Winding)
3. ฝาครอบ (End Plate) ประกอบด้วยปลอกทองเหลือง (Bush) หรือตลับลูกปืน (Ball Bearing) สำหรับรองรับเพลา เช่น สปลิทเฟสมอเตอร์
4. คาแพซซินเตอร์หรือคอนเดนเซอร์ (Capacitor or Condenser)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของสปลิทเฟสมอเตอร์

สปลิทเฟสมอเตอร์ประกอบด้วยขดลวดที่สำคัญ 3 ชุด ดังนี้ คือ ทางด้านโรเตอร์ ประกอบด้วยขดลวด 1 ชุด คือ ลวดทองแดงหรือลูมิเนียมเส้นโตๆ ผังอยู่ในร่องเรียกว่า สเควอเรลเคจไวนด์ติ้ง (Squirrel Cage Winding) ทางด้านสเตเตอร์ประกอบด้วยขดลวดอีก 2 ชุด คือ ลวดเส้นใหญ่พันจำนวนรอบมาก เรียกว่า รันนิ้งไวนด์ดิ้ง (Running Winding) บางที่เรียกว่า เมนไวนด์ดิ้ง (Main Winding) และส่วนมากพันไว้ตอนล่างของรอง (Slot) ส่วนอีกชุดหนึ่งเป็นลวดเส้นเล็กพันจำนวนน้อยรอบกว่ารันนิ่งไวนด์ดิ้ง (Auxiliart Winding) และส่วนมากพันไว้ตอนบนของร่อง (Slot) คือทับอยู่บนรันนิ่งไวนด์ดิ้งนั้นเอง ขดลวดทั้ง 2 ชุด คือขดลวดรันนิ่งไวนด์ดิ้งและขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งก็จะเกิดสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) ขึ้นที่สเตเตอร์ ซึ่งในขณะนี้เองก็จะชักนำให้เส้นลวดทองแดงหรืออลูมิเนียมที่ผังอยู่ในร่องของโรเตอร์เกิดมีกระแสไหลจึงทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นที่เส้นลวดเหล่านี้ จึงไปผลักกับทางสเตเตอร์โรเตอร์ จึงเคลื่อนตัวหมุนไปได้ และเมื่อโรเตอร์หมุนมีความเร็วประมาณ 75 % ของความหมุนเร็วของมันสวิชท์แรงเหวี่ยงจากศูนย์กลาง (Centrifugal Switch) ก็จะตัดขดลวดสตาร์ทดิ้งจากวงจรได้เองโดยแรงเหวี่ยงจากศูน์กลางจึงมีข้อควรสังเกตว่า ขดลวดสตาร์ทดิ้งไวน์ดิ้งมีความจำเป็นในตอนเริ่มหมุนตอนแรกเท่านั้น ดังนี้นเมื่อเราจะนำมอเตอร์แบบนี้ไปใช้งาน จึงต้องให้โรเตอร์หมุนตัวเปล่า (Free-Load) เสียก่อน คือให้หมุนให้รอบเต็มอัตราความเร็วของมันจึงจะ Load ได้เมื่อโรเตอร์ยังไม่หมุนและเมื่อโรเตอร์หมุ่น 75% แล้ว

คาแพซซิเมอร์มอเตอร์

เป็นมอเตอร์กระแสสลับ 3 เฟสชนิดหนึ่ง ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 8 กำลังม้าถึง 25 กำลังม้า มอเตอร์แบบนี้นำไปใช้ในอุตสาหกรรมหนัก ปั๊มลมขนาดใหญ่เป็นต้น

การสร้างของมอเตอร์แบบนี้มีส่วนประกอบเหมือนกับแบบสปลิทเฟสมอเตอร์ หากแต่เพิ่ม Capacitor หรือ Condenser ขึ้นเท่านั้นและต่อเป็นอันดับกับขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งโดยปกติ Capacitor นี้จะติดอยู่ทางด้านบนของมอเตอร์ ซึ่งเขามักจะสร้างเป็นกระป๋องกลมยาวใส่สูง ซึ่งแบบสปลิทเฟสมอเตอร์นั้นจะกินกระแสในตอนเริ่มหมุนสูง ซึ่งแบบสปลิทเฟสมอเตอร์นั้นจะกินกระแสในตอนเริ่มหมุนมาก แต่มีแรงเริ่มหมุนต่ำ

ส่วนประกอบที่สำคัญของคาแพซซิเตอร์มอเตอร์ มีดังนี้

1. โรเตอร์ (Rotor) เป็นแบบกรงกระรอก (Squirrel Cage – Rotor)
2. สเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วยขดลวดรันนิ้งไวนด์ดิ้ง (Runnign Winding) และสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้ง (Start Winding)
3. ฝาครอบ (End Plate) ประกอบด้วยปลอกทองเหลือง (Bush) หรือตลับลูกปืน (Ball Bearing) สำหรับรองรับเพลา เช่น สปลิทเฟสมอเตอร์
4. คาแพซซินเตอร์หรือคอนเดนเซอร์ (Capacitor or Condenser)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของคาแฟซซิเตอร์มอเตอร์

การทำงานของมอเตอร์แบบนี้เหมือนกันแบบสปลิทเฟสมอเตอร์แต่เนื่องด้วยขดลวดสตาร์ทดิงไวน์ดิ้ง ต่อดันดับคาแพลซิตเตอร์ จึงทำให้กระแสที่ไหลเข้าไปในขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งถึงจุดสูงสุด (Maximum) ก่อนขดลวดรันดิ้งไวนด์ดิ้งจึงทำให้กระแสในขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งนำหน้ารันนิ้งไวนด์กิ้ง ซึ่งนำมากกว่าแบบสปลิทเฟสมอเตอร์ มอเตอร์แบบนี้จึงมีแรงเริ่มขับหมุน (Starting Touque) ดีกว่าแบบ สปลิทเฟสมอเตอร์ มอเตอร์ตัวใดถ้าคาแพซซิตเตอร์ ถูกตัดออกจากวงจรด้วยสวิทชแรงเหวี่ยงจากศูนย์กลางมีชื่อเรียกว่าคาแพซซิตเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ (Capacitor Start Motor) ถ้าคาแพซซิตเตอร์ติดต่ออยู่ในวงจรตบอดไปมีชื่อเรียกว่า คอพอซวิตเตอร์ สตาร์ทแอนด์รันมอเตอร์ (Capacitor Start – and Run Motor)

รีพัลชั้นไท้ฟ์มอเตอร์

เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสชนิดหนึ่งซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 8 กำลังม้าถึง 25 กำลังม้า คุณลักษณะพิเศษของมอเตอร์แบบนี้ก็คือมีแรงหมุนสูงและรอบคงที่ (High Starting Torque Constant Speed) และส่วนมากนำไปใช้กับงานที่ต้องการแรงขับสูง นำไปใช้ในอุตสาหกรรมหนัก ปั๊ม-ลมขนาดใหญ่ เป็นต้น

การทำงานของรีพัลชั่นมอเตอร์

มอเตอร์แบบนี้ลักษณะที่แตกต่างกับรีพัลชั่นสตาร์ทอินดัดชั่นรัมมอเตอร์ตรงที่ไม่มีเซนคิฟูกัลป์เมกาคานิซึม (Centrifugal Mechanism) และเตคเลส (Necklace) ดังนั้นมอเตอร์แบบรี้จึงมีการทำงานอยู่ในระบบเดียวตั้งแต่เริ่มหมุนจนกระทั่งหมุนเต็มอัตราความเร็วซึ่งคล้ายกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบเชียรี่ส์มอเตอร์ คุณลักษณะของมอเตอร์แบบนี้มีแรงหมุนปิดในตอนเริ่มหมุนดีและสามารถลดความเร็วได้โดยการเลื่อนมอเตอร์ (Inductive series Motor)

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์เป็นมอเตอร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ (ชนิด 3 เฟส) ฉะนั้นบางแห่งก็เรียกว่ามอเตอร์กระแสพันทาง มอเตอร์ชนิดนี้จะมีขนาดตั้งแต่ 8/100 กำลังม้าถึง 25/100 กำลังม้า คุณสมบัติพิเศษของมอเตอร์ชนิดนี้ก็คือแรงเริ่มหมุนสูง (หมุนได้ตั้งแต่ 3,000 รอบต่อนาทีขึ้นไป) และยังสามารถลดความเร็วได้ ดังนั้นจึงมักนำไปสร้างเป็นอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมขนาดหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของคาแฟซซิเตอร์มอเตอร์

การทำงานของมอเตอร์แบบนี้เหมือนกันแบบสปลิทเฟสมอเตอร์แต่เนื่องด้วยขดลวดสตาร์ทดิงไวน์ดิ้ง ต่อดันดับคาแพลซิตเตอร์ จึงทำให้กระแสที่ไหลเข้าไปในขดลวดสตาร์ทดิ้งไวน์ด์ดิ้งถึงจุดสูงสุด (Maximum) ก่อนขดลวดรันดิ้งไวน์ด์ดิ้งจึงทำให้กระแสในขดลวดสตาร์ทดิ้งไวน์ด์ดิ้งนำหน้ารันนิ้งไวน์ด์กิ้ง ซึ่งนำมากกว่าแบบสปลิทเฟสมอเตอร์ มอเตอร์แบบนี้จึงมีแรงเริ่มขับหมุน (Starting Touque) ดีกว่าแบบ สปลิทเฟสมอเตอร์ มอเตอร์ตัวใดถ้าคาแพซซิตเตอร์ ถูกตัดออกจากวงจรด้วยสวิทชแรงเหวี่ยงจากศูนย์กลางมีชื่อเรียกว่าคาแพซซิตเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ (Capacitor Start Motor) ถ้าคาแพซซิตเตอร์ติดต่ออยู่ในวงจรตบอดไปมีชื่อเรียกว่า คอพอซวิตเตอร์ สตาร์ทแอนด์รันมอเตอร์ (Capacitor Start – and Run Motor)

รีพัลชั้นไท้ฟ์มอเตอร์

เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสชนิดหนึ่งซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 8 กำลังม้าถึง 25 กำลังม้า คุณลักษณะพิเศษของมอเตอร์แบบนี้ก็คือมีแรงหมุนสูงและรอบคงที่ (High Starting Torque Constant Speed) และส่วนมากนำไปใช้กับงานที่ต้องการแรงขับสูง นำไปใช้ในอุตสาหกรรมหนัก ปั้ม-ลมขนาดใหญ่ เป็นต้น

การทำงานของรีพัลชั่นมอเตอร์

มอเตอร์แบบนี้ลักษณะที่แตกต่างกับรีพัลชั่นสตาร์ทอินดัดชั่นรัมมอเตอร์ตรงที่ไม่มีเซนดิฟูกัลป์เมกาคานิซึม (Centrifugal Mechanism) และเตคเลส (Necklace) ดังนั้นมอเตอร์แบบรี้จึงมีการทำงานอยู่ในระบบเดียวตั้งแต่เริ่มหมุนจนกระทั่งหมุนเต็มอัตราความเร็วซึ่งคล้ายกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบเชียรี่ส์มอเตอร์ คุณลักษณะของมอเตอร์แบบนี้มีแรงหมุนปิดในตอนเริ่มหมุนดีและสามารถลดความเร็วได้โดยการเลื่อนมอเตอร์ (Inductive series Motor)

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์เป็นมอเตอร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ (ชนิด 3 เฟส) ฉะนั้นบางแห่งก็เรียกว่ามอเตอร์กระแสพันทาง มอเตอร์ชนิดนี้จะมีขนาดตั้งแต่ 8/100 กำลังม้าถึง 25/100 กำลังม้า คุณสมบัติพิเศษของมอเตอร์ชนิดนี้ก็คือแรงเริ่มหมุนสูง (หมุนได้ตั้งแต่ 3,000 รอบต่อนาทีขึ้นไป) และยังสามารถลดความเร็วได้ ดังนั้นจึงมักนำไปสร้างเป็นอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมขนาดหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

มอเตอร์แบบนี้อามะเจอร์ และขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) ต่ออันดับกัน ดังนั้นเมื่อเราสับสวิชกระแสก็จะไหลผ่านทั้งทรงอามะเจอร์และขดลวดสนามแม่เหล็กมาผลักซึ่งกันและกันอามะเจอร์จึงเคลื่อนตัวหมุนไปได้

การทำงานของเชดเดดโปลมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสทั่วๆ ไป จะต้องมีขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งไว้เพื่อช่วยในตอนเริ่มหมุนมอเตอร์ครั้งแรกสปลิทเฟสมอเตอร์และคาแฟซซิเตอร์มอเตอร์ ขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งจะต้องวางอยู่ในลักษณะที่ทำมุม 90 องศา Electrical Degrees กับขดลวดรันนิ้งไวนด์ดิ้งด้วยเหตุนี้เองเชดเดดโปลมอเตอร์ จึงต้องมีขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งช่วยในตอนเริ่มหมุนด้วย แต่เป็นวงแหวนทองแดงหรือเป็นขดลวด (Coil) เส้นโตพันคร่อมเมไว้แทนขดลวด สตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งซึ่งมีชื่อเรียกว่าเชดดิ้งคอยส์ (Shading Coil))

เมื่อเราสับสวิตช์ไฟฟ้ากระแสสลับไหลผ่านเมนคอยส์ (Main Coil) ก็จะชักนำให้กระแสเกิดขึ้นเชดดิ้งคอยล์ (Shaded – Pole) คือในส่วนที่มีวงแหวนทองแดงคร่อมอยู่นั้น ซึ่งเป็นขั้วที่ตรงกันข้ามกับเมนโปล (Main Pole) ก่อนแล้วกลับมาเกิดที่เชดเดดโปล (Shadd Pole) คือหมุนได้ทางเดียว

2.4.2 สายไฟฟ้า (พงศักดิ์ ศิวภัทรกำพล และคณะ. 2534 : 72-95)

2.4.2.1 ลักษณะทั่วไปของสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้ามี 2 แบบ คือ สายแข็งและสายตีเกลียววัสดุที่นำมาทำสายไฟทั้งอลูมิเนียมและทองแดง สายไฟที่ทำด้วยอลูมิเนียมมักจะเป็นสายไฟแรงสูง ในระบบสานส่งและเป็นสายเปลือยมากกว่าที่จะทำเป็นสายไฟแรงต่ำ สายไฟที่ทำด้วยทองแดงมีการใช้งานไฟฟ้าทั่วไป และสายไฟแบ่งออกเป็น 2 ชนิดด้วยกัน คือ สายเปลือยและสายหุ้มฉนวน สายไฟฟ้าที่ทำด้วยทองแดงจะต้องมีทองแดงไม่น้อยกว่า 98 % และสายไฟที่ทำด้วยอลูมิเนียมไม่น้อยกว่า 99.3 %

- สายเปลือยแบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ ชนิดที่เกี่ยวข้องกับงานเครื่องจักรไฟฟ้าในการพันขดลวดสนามแม่เหล็กต่างๆ สายเปลือยเหล่านี้มีผิวด้านนอกจะอาบด้วยน้ำยาที่เป็นฉนวนไฟฟ้า เช่นน้ำยาวานิชสายเปลือยอีกชนิดหนึ่ง คือ สายไฟฟ้าที่ใช้ในระบบสายส่งไฟแรงสูงสายไฟชนิดนี้ อาจทำด้วยทองแดงหรืออลูมิเนียม

- สายหุ้มฉนวน หมายถึง สายไฟที่ทำด้วยอลูมิเนียมหรือทองแดงแล้วหุ้มผิวด้านนอกด้วยวัตถุที่เป็นฉนวนไฟฟ้า

2.4.2.2 ชนิดของสายไฟหุ้มฉนวน

สายไฟหุ้มฉนวนมีหลายชนิดด้วยกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการที่จะนำไปใช้งาน ฉนวนที่ใช้หุ้มสายไฟแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน บางชนิดเหมาะกับติดตั้งในบ้านพัก บางชนิดเหมาะกับติดตั้งนอกอาคาร บางชนิดเหมาะกับติดตั้งในอุณหภูมิสูงๆ หรือในที่มีสภาพเปียกชื้น ดังนั้นสายไฟแต่ละชนิดจึงแบ่งตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

มอเตอร์แบบนี้อามะเจอร์ และขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) ต่ออันดับกัน ดังนั้นเมื่อเราสับสวิชกระแสก็จะไหลผ่านทั้งทรงอามะเจอร์และขดลวดสนามแม่เหล็กมาผลักซึ่งกันและกันอามะเจอร์จึงเคลื่อนตัวหมุนไปได้

การทำงานของเชดเดดโปลมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสทั่วๆ ไป จะต้องมีขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งไว้เพื่อช่วยในตอนเริ่มหมุนมอเตอร์ครั้งแรกสปลิทเฟสมอเตอร์และคาแฟซซิเตอร์มอเตอร์ ขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งจะต้องวางอยู่ในลักษณะที่ทำมุม 90 องศา Electrical Degrees กับขดลวดรันนิ้งไวนด์ดิ้งด้วยเหตุนี้เองเชดเดดโปลมอเตอร์ จึงต้องมีขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งช่วยในตอนเริ่มหมุนด้วย แต่เป็นวงแหวนทองแดงหรือเป็นขดลวด (Coil) เส้นโตพันคร่อมเมไว้แทนขดลวด สตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งซึ่งมีชื่อเรียกว่าเชดดิ้งคอยส์ (Shading Coil))

เมื่อเราสับสวิตช์ไฟฟ้ากระแสสลับไหลผ่านเมนคอยส์ (Main Coil) ก็จะชักนำให้กระแสเกิดขึ้นเชดดิ้งคอยล์ (Shaded – Pole) คือในส่วนที่มีวงแหวนทองแดงคร่อมอยู่นั้น ซึ่งเป็นขั้วที่ตรงกันข้ามกับเมนโปล (Main Pole) ก่อนแล้วกลับมาเกิดที่เชดเดดโปล (Shadd Pole) คือหมุนได้ทางเดียว

2.4.2 สายไฟฟ้า (พงศักดิ์ ศิวภัทรกำพล และคณะ. 2534 : 72-95)

2.4.2.1 ลักษณะทั่วไปของสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้ามี 2 แบบ คือ สายแข็งและสายตีเกลียววัสดุที่นำมาทำสายไฟทั้งอลูมิเนียมและทองแดง สายไฟที่ทำด้วยอลูมิเนียมมักจะเป็นสายไฟแรงสูง ในระบบสานส่งและเป็นสายเปลือยมากกว่าที่จะทำเป็นสายไฟแรงต่ำ สายไฟที่ทำด้วยทองแดงมีการใช้งานไฟฟ้าทั่วไป และสายไฟแบ่งออกเป็น 2 ชนิดด้วยกัน คือ สายเปลือยและสายหุ้มฉนวน สายไฟฟ้าที่ทำด้วยทองแดงจะต้องมีทองแดงไม่น้อยกว่า 98 % และสายไฟที่ทำด้วยอลูมิเนียมไม่น้อยกว่า 99.3 %

- สายเปลือยแบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ ชนิดที่เกี่ยวข้องกับงานเครื่องจักรไฟฟ้าในการพันขดลวดสนามแม่เหล็กต่างๆ สายเปลือยเหล่านี้มีผิวด้านนอกจะอาบด้วยน้ำยาที่เป็นฉนวนไฟฟ้า เช่นนำยาวานิชสายเปลือยอีกชนิดหนึ่ง คือ สายไฟฟ้าที่ใช้ในระบบสายส่งไฟแรงสูงสายไฟชนิดนี้ อาจทำด้วยทองแดงหรืออลูมิเนียม

- สายหุ้มฉนวน หมายถึง สายไฟที่ทำด้วยอลูมิเนียมหรือทองแดงแล้วหุ้มผิวด้านนอกด้วยวัตถุที่เป็นฉนวนไฟฟ้า

2.4.2.2 ชนิดของสายไฟหุ้มฉนวน

สายไฟหุ้มฉนวนมีหลายชนิดด้วยกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการที่จะนำไปใช้งาน ฉนวนที่ใช้หุ้มสายไฟแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน บางชนิดเหมาะกับติดตั้งในบ้านพัก บางชนิดเหมาะกับติดตั้งนอกอาคาร บางชนิดเหมาะกับติดตั้งในอุณหภูมิสูงๆ หรือในที่มีสภาพเปียกชื้น ดังนั้นสายไฟแต่ละชนิดจึงแบ่งตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดที่นำมาหุ้ม เพื่อให้เหมาะสมในแต่ละสภาพที่นำไปติดตั้ง ฉนวนที่ใช้หุ้มได้แก่ เทอร์โมพลาสติก ได้แก่ พีวีซี โพลีทีน นีโอพรีน เป็นต้น สายหุ้มฉนวนบางชนิดอาจจะมีฉนวนหุ้มหนึ่งหรือสองชั้น หรือสามชั้นก็มี ทั้งนี้อยู่กับสถานที่ที่จะนำไปติดตั้ง ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสายหุ้มฉนวนที่มักต้องใช้งานติดตั้งไฟฟ้าในบ้านพัก-ในโรงงานเท่านั้น

ชนิด IV สายไฟชนิดนี้ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มฉนวน PVC ใช้ติดตั้งในบ้านพักอาศัยโดยทั่วไปทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียส ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 250 โวลท์ และเป็นสายเมนจากวัตต์อาวร์มิเตอร์เข้าบ้านได้

ชนิด PVC ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มฉนวน PVC ใช้ติดตั้งในงานเครื่องจักรกลต่างๆ ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียสใช้แรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์

ชนิด VAF ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC ใช้ติดดั้งในบ้านพักอาศัยโดยทั่วไปทน อุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียสใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 250 โวลท์

ชนิด TW ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มฉนวน PVC ใช้ติดตั้งในบ้านพักอาศัยสำนักงานและงานอุตสาหกรรมทั่วไป ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียส ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์

ชนิด THW ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC ใช้งานได้เช่นเดียวกบกรณีของชนิด TW ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียส ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์

ชนิด NYY ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC ใช้ติดตั้งใต้พื้นดิน ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียส ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์

ชนิด VFF NYY ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงชนิดงอหุ้มด้วยฉนวน PVC ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ได้ ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียส ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 250 โวลท์

ชนิด AV ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC ใช้ติดกับงานไฟฟ้ารถยนต์ ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียส ใช้กับแรงกันไฟฟ้าต่ำๆ (แรงดันที่ใช้ในรถยนต์)

2.4.2.3 สีของฉนวนหุ้มสายไฟ

เพื่อเกิดความสะดวกในการที่จะต้องเอาสายไฟต่อเข้าด้วยกันหรือในการตรวจหาวงจรไฟฟ้าที่เดินด้วยสายไฟหลายๆ เส้น บริษัทผู้ผลิตจึงให้สีกับฉนวนที่ใช้หุ้มสายไฟ ซึ่งการกำหนดสีนี้ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดสากลดังนี้

- สายหุ้มฉนวนชนิด 2 แกน และจะต้องมีสีเทาอ่อนกับดำหรือสีขาวกับสีดำ
- สายหุ้มฉนวนชนิด 3 แกน ต้องประกอบด้วยสีเทาอ่อน (ขาว) สีดำและแดง

มานพ ตันตระบัณฑิต (149 : 2542) กล่าวว่า วัสดุต่างๆ สามารถที่จะแยกได้ว่า วัสดุไหนอยู่ในสภาพที่จะนำกระแสไฟฟ้าได้ดีเพียงใด จึงได้มีการจำแนกไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดที่นำมาหุ้ม เพื่อให้เหมาะสมในแต่ละสภาพที่นำไปติดตั้ง ฉนวนที่ใช้หุ้มได้แก่ เทอร์โมพลาสติก ได้แก่ พีวีซี โพลีทีน นีโอพรีน เป็นต้น สายหุ้มฉนวนบางชนิดอาจจะมีฉนวนหุ้มหนึ่งหรือสองชั้น หรือสามชั้นก็มี ทั้งนี้อยู่กับสถานที่ที่จะนำไปติดตั้ง ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสายหุ้มฉนวนที่มักต้องใช้งานติดตั้งไฟฟ้าในบ้านพัก-ในโรงงานเท่านั้น

ชนิด IV สายไฟชนิดนี้ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มฉนวน PVC ใช้ติดตั้งในบ้านพักอาศัยโดยทั่วไปทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียส ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 250 โวลท์ และเป็นสายเมนจากวัตต์อาวร์มิเตอร์เข้าบ้านได้

ชนิด PVC ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มฉนวน PVC ใช้ติดตั้งในงานเครื่องจักรกลต่างๆ ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียสใช้แรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์

ชนิด VAF ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC ใช้ติดตั้งในบ้านพักอาศัยโดยทั่วไปทน อุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียสใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 250 โวลท์

ชนิด TW ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มฉนวน PVC ใช้ติดตั้งในบ้านพักอาศัย สำนักงานและงานอุตสาหกรรมทั่วไป ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียส ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์

ชนิด THW ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC ใช้งานได้เช่นเดียวกบกรณีของชนิด TW ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียส ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์

ชนิด NYY ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC ใช้ติดตั้งใต้พื้นดิน ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียส ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์

ชนิด VFF NYY ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงชนิดงอหุ้มด้วยฉนวน PVC ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ได้ ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียส ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 250 โวลท์

ชนิด AV ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC ใช้ติดกับงานไฟฟ้ารถยนต์ ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียส ใช้กับแรงกันไฟฟ้าต่ำๆ (แรงดันที่ใช้ในรถยนต์)

2.4.2.3 สีของฉนวนหุ้มสายไฟ

เพื่อเกิดความสะดวกในการที่จะต้องเอาสายไฟต่อเข้าด้วยกันหรือในการตรวจหาวงจรไฟฟ้าที่เดินด้วยสายไฟหลายๆ เส้น บริษัทผู้ผลิตจึงให้สีกับฉนวนที่ใช้หุ้มสายไฟ ซึ่งการกำหนดสีนี้ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดสากลดังนี้

- สายหุ้มฉนวนชนิด 2 แกน และจะต้องมีสีเทาอ่อนกับดำหรือสีขาวกับสีดำ
- สายหุ้มฉนวนชนิด 3 แกน ต้องประกอบด้วยสีเทาอ่อน (ขาว) สีดำและแดง

มานพ ตันตระบัณฑิต (149 : 2542) กล่าวว่า วัสดุต่างๆ สามารถที่จะแยกได้ว่า วัสดุไหนอยู่ในสภาพที่จะนำกระแสไฟฟ้าได้ดีเพียงใด จึงได้มีการจำแนกไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ตัวนำ คือ การทำประจุไฟฟ้าวิ่งผ่านได้สะดวก ตัวนำนี้แบ่งออกเป็นตัวนำสถานะแข็ง เช่น โลหะ ถ่านตัวนำสถานะของเหลว เป็นตัวนำที่ได้จาก สารละลาย น้ำ จากกรด ด่าง และเกลือ

2. ฉนวน คือ การที่ประจุไฟฟ้าวิ่งผ่านไม่สะดวก หรือไม่ได้เลย

2.4.2 **ระบบสวิทซ์** (พงศักดิ์ ศิวภัทรกำพล และคณะ. 2534 : 72-95)

สวิทซ์ ได้แก่ปุ่มและ สวิทซ์ต่างๆ เป็นส่วนที่จะควบคุมบังคับการทำงานของเครื่องการจัดระเบียบวางตำแหน่งของเครื่องเลือกใช้ปุ่มสวิทซ์ให้เหมาะสมกับเครื่อง จะมีผลต่อการใช้งานที่คล่องตัวสะดวกสบายถูกต้อง

สวิทซ์ไฟฟ้าทำหน้าที่ตัดวงจร หรือต่อเข้าด้วยกันคือ การสัมผัสของตัวนำไฟฟ้าให้ครบวงจรการทำงานของสวิทซ์ควบคุมในระบบแมคคานิค สวิทซ์จะเป็นตัวกำหนดการปิด เปิดวงจรสวิทซ์อาจประกอบด้วยขั้วๆ เดียว หรือหลายขั้วก็ได้ เช่นอาจมีขั้วเดียว สองขั้วหรือมากกว่านั้นโดยทั่วไปมักใช้เป็นตัวปิด – เปิด ให้วงจรทำงานหรือไม่ให้ทำงาน

ลักษณะของสวิทซ์เลือกมีมากมายหลายชนิด แล้วแต่หน้าที่การทำงานหรือลักษณะการเปิด – ปิดวงจรแบ่งออกเป็น

1. แบบกด (Push Button Switch) ทำงานโดยการใช้มือกดแบ่งเป็น

1.1 สวิทซ์กดติดปล่อยดับ (Momentary Switch) เป็นสวิทซ์ที่มีขั้วเดียวหรือหลายขั้ว เมื่อกดจะทำให้วงจรเปิด เมื่อปล่อยจะทำให้วงจรปิด เช่น สวิทซ์กดออกเป็นต้น สวิทซ์แบบนี้เหมาะแก่งานจำพวกปิดวงจรชั่วขณะ

1.2 สวิทซ์กดติดกดดัง (Lock Switch) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด ถ้าต้องการให้วงจรเปิดก็กดอีกครั้ง วงจรก็จะเปิดบางสวิทซ์มีไฟอยู่ในตัว เมื่อกดวงจรปิดไฟจะติดทำให้รู้ว่าเครื่องกำลังทำงานและกดอีกครั้งวงจรจะเปิด ไฟจะดับเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป

สวิทซ์โยก (Toggle Switch) ลักษณะการใช้งานเป็นการโยกก้านสวิทซ์ให้ทำงานจำนวนขายของสวิทซ์แล้วแต่การทำงานโดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป

สวิทซ์เลื่อน (Slide Switch) คล้ายสวิทซ์โยก แต่ใช้งานโดยการเปลี่ยนปุ่มสวิทซ์ซึ่งอาจจะมีจังหวะในการเลื่อนหลายๆ ช่วง

สวิทซ์หมุน (Rotary or Selector Switch) มีหลายสาขา ส่วนมากจะเป็นการใช้ในหน้าที่เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง เช่น การเลือกแบนด์ในวิทยุ เป็นต้น

สวิทซ์จิ๋ว (Micro Switch) เป็นสวิทซ์ที่มีความเชื่อถือได้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนและกระแสไฟฟ้าได้หลายๆ แอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทอง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าได้ดี ลักษณะสวิทซ์จะทำงาน โดยการกดเบาๆ ที่คานหรือปุ่มเล็กๆ โดยปกติแล้วจะต้องมีกลไกเข้ามาประกอบเพื่อทำหน้าที่กดสวิทซ์ เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปกว่าที่จะใช้นิ้วกดได้ โดยสะดวกไมโครสสวิทซ์นี้มีหลายขนาดจำนวนขาที่ใช้งานจะมี 2 หรือ 3 ขาขึ้นไป สวิทซ์นี้ได้รับการออกแบบให้ใช้งานเฉพาะอย่างต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ตัวนำ คือ การทำประจุไฟฟ้าวิ่งผ่านได้สะดวก ตัวนำนี้แบ่งออกเป็นตัวนำสถานะแข็ง เช่น โลหะ ถ่านตัวนำสถานะของเหลว เป็นตัวนำที่ได้จาก สารละลาย น้ำ จากกรด ด่าง และเกลือ

2. ฉนวน คือ การที่ประจุไฟฟ้าวิ่งผ่านไม่สะดวก หรือไม่ได้เลย

2.4.2 **ระบบสวิทซ์** (พงศักดิ์ ศิวภัทรกำพล และคณะ. 2534 : 72-95)

สวิทซ์ ได้แก่ปุ่มและ สวิทซ์ต่างๆ เป็นส่วนที่จะควบคุมบังคับการทำงานของเครื่องการจัดระเบียบวางตำแหน่งของเครื่องเลือกใช้ปุ่มสวิทซ์ให้เหมาะสมกับเครื่อง จะมีผลต่อการใช้งานที่คล่องตัวสะดวกสบายถูกต้อง

สวิทซ์ไฟฟ้าทำหน้าที่ตัดวงจร หรือต่อเข้าด้วยกันคือ การสัมผัสของตัวนำไฟฟ้าให้ครบวงจรการทำงานของสวิทซ์ควบคุมในระบบแมคคานิค สวิทซ์จะเป็นตัวกำหนดการปิด เปิดวงจรสวิทซ์อาจประกอบด้วยขั้วๆ เดียว หรือหลายขั้วก็ได้ เช่นอาจมีขั้วเดียว สองขั้วหรือมากกว่านั้นโดยทั่วไปมักใช้เป็นตัวปิด – เปิด ให้วงจรทำงานหรือไม่ให้ทำงาน

ลักษณะของสวิทซ์เลือกมีมากมายหลายชนิด แล้วแต่หน้าที่การทำงานหรือลักษณะการเปิด – ปิดวงจรแบ่งออกเป็น

1. แบบกด (Push Button Switch) ทำงานโดยการใช้มือกดแบ่งเป็น

1.1 สวิทซ์กดติดปล่อยดับ (Momentary Switch) เป็นสวิทซ์ที่มีขั้วเดียวหรือหลายขั้ว เมื่อกดจะทำให้วงจรเปิด เมื่อปล่อยจะทำให้วงจรปิด เช่น สวิทซ์กดออกเป็นต้น สวิทซ์แบบนี้เหมาะแก่งานจำพวกปิดวงจรชั่วขณะ

1.2 สวิทซ์กดติดกดดัง (Lock Switch) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด ถ้าต้องการให้วงจรเปิดก็กดอีกครั้ง วงจรก็จะเปิดบางสวิทซ์มีไฟอยู่ในตัว เมื่อกดวงจรปิดไฟจะติดทำให้รู้ว่าเครื่องกำลังทำงานและกดอีกครั้งวงจรจะเปิด ไฟจะดับเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป

สวิทซ์โยก (Toggle Switch) ลักษณะการใช้งานเป็นการโยกก้านสวิทซ์ให้ทำงานจำนวนขายของสวิทซ์แล้วแต่การทำงานโดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป

สวิทซ์เลื่อน (Slide Switch) คล้ายสวิทซ์โยก แต่ใช้งานโดยการเปลี่ยนปุ่มสวิทซ์ซึ่งอาจจะมีจังหวะในการเลื่อนหลายๆ ช่วง

สวิทซ์หมุน (Rotary or Selector Switch) มีหลายสาขา ส่วนมากจะเป็นการใช้ในหน้าที่เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง เช่น การเลือกแบนด์ในวิทยุ เป็นต้น

สวิทซ์จิ๋ว (Micro Switch) เป็นสวิทซ์ที่มีความเชื่อถือได้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนและกระแสไฟฟ้าได้หลายๆ แอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทอง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าได้ดี ลักษณะสวิทซ์จะทำงาน โดยการกดเบาๆ ที่คานหรือปุ่มเล็กๆ โดยปกติแล้วจะต้องมีกลไกเข้ามาประกอบเพื่อทำหน้าที่กดสวิทซ์ เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปกว่าที่จะใช้นิ้วกดได้ โดยสะดวกไมโครสสวิทซ์นี้มีหลายขนาดจำนวนขาที่ใช้งานจะมี 2 หรือ 3 ขาขึ้นไป สวิทซ์นี้ได้รับการออกแบบให้ใช้งานเฉพาะอย่างต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปร่างของไมโครสวิทช์มีแตกต่างกันไปตามสถานการณ์ใช้การติดตั้งจะต้องระมัดระวัง เพราะส่วนของแรงกดอาจทำให้สวิทช์แตกได้

สวิทช์แม่เหล็ก (Reed Switch) หน้าสัมผัสของสวิทช์จะบรรจุอยู่ภายในหลอดแก้วเล็กๆ ที่ข้างในเป็นสุญญากาศ โดยจะวางอยู่ใกล้ชิดกันมาก เมื่อได้รับอำนาจแม่เหล็กจากภายนอกหน้าสัมผัสจะแตะเข้าหากันเป็นการต่อวงจร การที่หน้าสัมผัสอยู่ในหลอดแก้วที่ปิดสนิทจึงช่วยลดการสปาร์คของหน้าสัมผัสลงไปอีกมาก

2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

2.5.1 เหล็ก

เหล็กบริสุทธิ์มีความเหนียว อ่อนตัวสูง มีความแน่นที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส = 7.6 กรัม/ลบ.ซม ไอหลอมเหลวที่ 1539 องศาเซลเซียส และจุดเดือดเป็นไอที่ 2450 องศาเซลเซียส ความร้อนแฝงของการหลอมละลาย 65 แคลอรี่/กรัม ถ้าอุณหภูมิเหล็กสูง 768 องศาเซลเซียส แม่เหล็กจะดูดไม่ติด

2.5.1.1 ชนิดของเหล็กที่ผลิตออกสู่ตลาด

1. เหล็กหล่อ ได้แก่ เหล็กดิบมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เหล็กหล่อสีขาว สีเทา คุณสมบัติทั่วไปของเหล็กหล่อ คือ มีความแข็งแรงสูงจนเปราะได้ง่าย และมีความเหนียวมาก เหล็กหล่อพิเศษจะมีความเหนียวสามารถรับแรงกดได้สูง ส่วนมากใช้กับเครื่องกลของอุตสาหกรรมหนัก
2. เหล็กอ่อน เป็นเหล็กที่มีขายอยู่ตามท้องตลาดทั่วไป สามารถดีขึ้นรูปได้ง่าย เช่น เหล็กแผ่น แต่จะมีความหนาบางแตกต่างกัน
3. เหล็กกล้า แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

- เหล็กกล้าชนิดอ่อน ได้แก่ เหล็กเส้นก่อสร้าง ตะปู วายเมส ตัวถังรถยนต์
- เหล็กกล้าปกติ ได้แก่ เหล็กที่ใช้ในการผลิตเครื่องมือช่าง มีความแข็งแรงกว่าเหล็กกล้าชนิดอ่อนอยู่มากพอสมควร
- เหล็กกล้าแข็ง ส่วนใหญ่นิยมนำมาผลิตเป็นตะไบเหล็ก เหล็กสกัด เนื่องจากมีความแข็งตัวสูง
- เหล็กคาร์บอนและเหล็กผสม มีเนื้อที่แข็งมากน้อยแล้วแต่ส่วนผสมในเนื้อเหล็ก เช่น คาร์บอน ทำให้แข็งแรง นิเกิล ทำให้เหนียว แข็ง ทนทานต่อความร้อน โครเมียม ช่วยในการป้องกันสนิม แมงกานิส ช่วยทำให้แข็งแรง ทนทานต่อแรงกระแทก ทังสเตน ช่วยให้แข็งในอุณหภูมิที่ต่ำ ส่วนมากแล้วเหล็กคาร์บอนและเหล็กผสมจะเป็นเหล็กที่ผลิตตามความต้องการของลูกค้าจึงเป็นเหล็กที่ตรงต่อความต้องการในการใช้งานแต่มีราคาแพง

2.5.1.2 รูปแบบของเหล็กที่ใช้กันอยู่ทั่วไปตามท้องตลาด

- เหล็กเส้นกลมตัน เส้นผ่านศูนย์กลาง 3/16 -9 นิ้ว ยาว 8 เมตร
- เหล็กแผ่นหนา 1/32-4 นิ้ว ยาว 1.2-2.4 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปร่างของไมโครสวิทช์มีแตกต่างกันไปตามสถานการณ์ใช้การติดตั้งจะต้องระมัดระวัง เพราะส่วนของแรงกดอาจทำให้สวิทช์แตกได้

สวิทช์แม่เหล็ก (Reed Switch) หน้าสัมผัสของสวิทช์จะบรรจุอยู่ภายในหลอดแก้วเล็กๆ ที่ข้างในเป็นสุญญากาศ โดยจะวางอยู่ใกล้ชิดกันมาก เมื่อได้รับอำนาจแม่เหล็กจากภายนอกหน้าสัมผัสจะแตะเข้าหากันเป็นการต่อวงจร การที่หน้าสัมผัสอยู่ในหลอดแก้วที่ปิดสนิทจึงช่วยลดการสปาร์คของหน้าสัมผัสลงไปอีกมาก

2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

2.5.1 เหล็ก

เหล็กบริสุทธิ์มีความเหนียว อ่อนตัวสูง มีความแน่นที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส = 7.6 กรัม/ลบ.ซม ไอหลอมเหลวที่ 1539 องศาเซลเซียส และจุดเดือดเป็นไอที่ 2450 องศาเซลเซียส ความร้อนแฝงของการหลอมละลาย 65 แคลอรี่/กรัม ถ้าอุณหภูมิเหล็กสูง 768 องศาเซลเซียส แม่เหล็กจะดูดไม่ติด

2.5.1.1 ชนิดของเหล็กที่ผลิตออกสู่ตลาด

1. เหล็กหล่อ ได้แก่ เหล็กดิบมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เหล็กหล่อสีขาว สีเทา คุณสมบัติทั่วไปของเหล็กหล่อ คือ มีความแข็งแรงสูงจนเปราะได้ง่าย และมีความเหนียวมาก เหล็กหล่อพิเศษจะมีความเหนียวสามารถรับแรงกดได้สูง ส่วนมากใช้กับเครื่องกลของอุตสาหกรรมหนัก
2. เหล็กอ่อน เป็นเหล็กที่มีขายอยู่ตามท้องตลาดทั่วไป สามารถตีขึ้นรูปได้ง่าย เช่น เหล็กแผ่น แต่จะมีความหนาบางแตกต่างกัน
3. เหล็กกล้า แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่
   - เหล็กกล้าชนิดอ่อน ได้แก่ เหล็กเส้นก่อสร้าง ตะปู วายเมส ตัวถังรถยนต์
   - เหล็กกล้าปกติ ได้แก่ เหล็กที่ใช้ในการผลิตเครื่องมือช่าง มีความแข็งแรงกว่าเหล็กกล้าชนิดอ่อนอยู่มากพอสมควร
   - เหล็กกล้าแข็ง ส่วนใหญ่นิยมนำมาผลิตเป็นตะไบเหล็ก เหล็กสกัด เนื่องจากมีความแข็งตัวสูง
   - เหล็กคาร์บอนและเหล็กผสม มีเนื้อที่แข็งมากน้อยแล้วแต่ส่วนผสมในเนื้อเหล็ก เช่น คาร์บอน ทำให้แข็งแรง นิเกิล ทำให้เหนียว แข็ง ทนทานต่อความร้อน โครเมียม ช่วยในการป้องกันสนิม แมงกานิส ช่วยทำให้แข็งแรง ทนทานต่อแรงกระแทก ทังสเตน ช่วยให้แข็งในอุณหภูมิที่ต่ำ ส่วนมากแล้วเหล็กคาร์บอนและเหล็กผสมจะเป็นเหล็กที่ผลิตตามความต้องการของลูกค้าจึงเป็นเหล็กที่ตรงต่อความต้องการในการใช้งานแต่มีราคาแพง

2.5.1.2 รูปแบบของเหล็กที่ใช้กันอยู่ทั่วไปตามท้องตลาด

- เหล็กเส้นกลมตัน เส้นผ่านศูนย์กลาง 3/16 -9 นิ้ว ยาว 8 เมตร
- เหล็กแผ่นหนา 1/32-4 นิ้ว ยาว 1.2-2.4 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เหล็กกลวง รูปสี่เหลี่ยมกว้าง 1/45-4.5 นิ้ว ยาว 6 เมตร
- ท่อเหล็กกลมกลวง เส้นผ่านศูนย์กลาง ½-6 นิ้ว ยาว 6 เมตร
- เหล็กหนา ½ - 1/4 นิ้ว กว้าง 0.75 – 4 นิ้ว ยาว 6 เมตร
- เหล็กรูปตัวยูและตัวซี

2.5.1.3 ประเภทของเหล็กชนิดต่างๆ

- เหล็กท่อกลม
- เหล็กท่อกลมรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
- เหล็กท่อกลวงรูปสีเหลี่ยมผืนผ้า
- เหล็กฉาก
- เหล็กรูปตัวซีและตัวยู
- เหล็กพืด
- เหล็กรางฮ่องกง
- เหล็กรูปตัวไอ
- เหล็กเส้นกลมตัว
- เหล็กรูปสี่เหลี่ยมตัน

จากรูปแบบของเหล็กหลายชนิด สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

ก) เหล็กเส้นตันเป็นลักษณะท่อกลวง มีทั้งท่อกลม ท่อเหลี่ยม เหล็กที่เป็นท่อกลวงจะรับแรงอัดได้ดีกว่า เพราะเหล็กตัดเกิดการดุ้งได้ง่ายกว่า เหล็กที่เป็นท่อกลวงมีข้อเสียคือ ถ้าอากาศเข้าไปข้างในจะมีสนิมได้ง่าย

ข) เหล็กฉาก เหล็กรางต่างๆ เหล็กประเภทนี้ จะมีความหนาแน่นมากกว่าเหล็กหล่อเนื่องจากรูปทรงในการรับแรงน้อยกว่าเหล็กท่อกลวง เนื่องจากเหล็กชนิดนี้มีความหนามากกว่าแบบแรกจึงทำให้มีน้ำหนักมากกว่าเหล็กท่อกลวง

ค) เหล็กเส้นตัน เหมาะสำหรับแรงดึงมากกว่าแรงอัด เหล็กประเภทนี้เหมาะสำหรับงานโครงสร้าง ค.ส.ล. มากกว่าเป็นงานโครงสร้าง เหล็กเส้นตันมีน้ำหนักมากกว่าเหล็ก 2

2.5.1.4 โลหะแผ่น Sheet Metal หมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว โลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวแตกต่างกันไป ดังนั้นการทำงานแต่ละประเภทจำเป็นจะต้องศึกษา และเลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพของงานและคุณสมบัติของโลหะจึงทำให้ผลของงานที่ได้เป็นที่น่าพอใจ และมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เหล็กกลวง รูปสี่เหลี่ยมกว้าง 1/45-4.5 นิ้ว ยาว 6 เมตร
- ท่อเหล็กกลมกลวง เส้นผ่านศูนย์กลาง ½-6 นิ้ว ยาว 6 เมตร
- เหล็กหนา ½ - 1/4 นิ้ว กว้าง 0.75 – 4 นิ้ว ยาว 6 เมตร
- เหล็กรูปตัวยูและตัวซี

2.5.1.3 ประเภทของเหล็กชนิดต่างๆ

- เหล็กท่อกลม
- เหล็กท่อกลมรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
- เหล็กท่อกลวงรูปสีเหลี่ยมผืนผ้า
- เหล็กฉาก
- เหล็กรูปตัวซีและตัวยู
- เหล็กพืด
- เหล็กรางฮ่องกง
- เหล็กรูปตัวไอ
- เหล็กเส้นกลมตัว
- เหล็กรูปสี่เหลี่ยมตัน

จากรูปแบบของเหล็กหลายชนิด สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

ก) เหล็กเส้นตันเป็นลักษณะท่อกลวง มีทั้งท่อกลม ท่อเหลี่ยม เหล็กที่เป็นท่อกลวงจะรับแรงอัดได้ดีกว่า เพราะเหล็กตัดเกิดการดุ้งได้ง่ายกว่า เหล็กที่เป็นท่อกลวงมีข้อเสียคือ ถ้าอากาศเข้าไปข้างในจะมีสนิมได้ง่าย

ข) เหล็กฉาก เหล็กรางต่างๆ เหล็กประเภทนี้ จะมีความหนาแน่นมากกว่าเหล็กหล่อเนื่องจากรูปทรงในการรับแรงน้อยกว่าเหล็กท่อกลวง เนื่องจากเหล็กชนิดนี้มีความหนามากกว่าแบบแรกจึงทำให้มีน้ำหนักมากกว่าเหล็กท่อกลวง

ค) เหล็กเส้นตัน เหมาะสำหรับแรงดึงมากกว่าแรงอัด เหล็กประเภทนี้เหมาะสำหรับงานโครงสร้าง ค.ส.ล. มากกว่าเป็นงานโครงสร้าง เหล็กเส้นตันมีน้ำหนักมากกว่าเหล็ก 2

2.5.1.4 โลหะแผ่น Sheet Metal หมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว โลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวแตกต่างกันไป ดังนั้นการทำงานแต่ละประเภทจำเป็นจะต้องศึกษา และเลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพของงานและคุณสมบัติของโลหะจึงทำให้ผลของงานที่ได้เป็นที่น่าพอใจ และมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนใหญ่ ได้แก่ เหล็กซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่นๆ มีขนาดความหนาหลายขนาดต่างๆ กัน และยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่างๆ อาทิ เช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี หรือดีบุก เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังมีการเอาโลหะผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้ คือ

- โละแผ่นเปลือย ส่วนมากจะเป็นโลหะไม่ใช่เหล็ก เช่น แผ่นทองแดง แผ่นอลูมิเนียม แผ่นทองเหลือง เป็นต้น
- โลหะเคลือบผิว จะเป็นโลหะประเภทเหล็ก แล้วจึงนำไปเคลือบผิวด้วยโลหะตามที่ต้องการ เช่น เหล็กอาบสังกะสี หรือดีบุก เป็นต้น วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิว เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งทำให้โลหะนั้นมีอายุการใช้งานนานขึ้น

ดังนั้นการใช้งานโลหะแผ่นเคลือบกับโลหะเปลือยจึงแตกต่างกัน การนำโลหะแผ่นเปลือยไปใช้งานอื่นๆ เช่น นำไปเชื่อม ขัดผิว ตะไบ หรือกระบวนการอื่นๆ ที่ต้องเสียผิวหน้าของงานก็จะไม่ทำให้เกิดผลเสียหายในการกัดกร่อนแต่อย่างใด แต่สำหรับโลหะที่เคลือบผิวหลุดออกไป จะเป็นเหตุให้โลหะนั้นเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อนได้ง่ายขึ้น (วัฒนะ ชูวิทยา. 2530 : 64-78)

2.5.2 กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ แบ่งเป็น

2.5.2.1 การตัด เป็นการตัดโลหะออกเป็นชิ้นส่วนตามที่ต้องการ มีอยู่ 8 วิธีคือ

- การเลื่อย คือการตัดที่มีเครื่องมือฟันตามขอบ
- ตัด คือ การตัดโดยใช้เครื่องมือที่มีของแข็งและคมเฉือนชิ้นงาน
- เจาะรู คือการตัดทะลุเป็นรู โดยใช้ดอกสว่าน
- การขัด คือ การทำให้ส่วนที่ไม่ต้องการหลุดออกไปด้วยการใช้วัสดุที่แข็งกว่าถูออกไป
- ตัดด้วยความร้อน คือ ตัดด้วยความร้อนเป็นตัวหลอมโลหะให้ขาดจากกัน
- การไส คือ การเอาเครื่องจักรตัดชิ้นงานให้เรียบ
- การกัด คือ การตัดโดยเครื่องจักรที่มีลักษณะคลายใบมีดใช้กับโลหะบาง
- การกลึง คือ การแยกส่วนที่ไม่ต้องการออก โดยขณะที่โลหะชิ้นงานหมุนอยู่บนเครื่องกลึง

2.5.2.2 การขึ้นรูป เป็นการนำเอาวัสดุไปเปลี่ยนรูปร่าง โดยไม่มีการนำวัสดุมาเพิ่มเข้าหรือตัดออกไป การขึ้นรูปที่นิยมใช้ในระบบอุตสาหกรรม แบ่งออกเป็น 8 วิธี คือ

- การหล่อ
- การพับ
- การใช้แรงอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนใหญ่ ได้แก่ เหล็กซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่นๆ มีขนาดความหนาหลายขนาดต่างๆ กัน และยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่างๆ อาทิ เช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี หรือดีบุก เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังมีการเอาโลหะผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้ คือ

- โละแผ่นเปลือย ส่วนมากจะเป็นโลหะไม่ใช่เหล็ก เช่น แผ่นทองแดง แผ่นอลูมิเนียม แผ่นทองเหลือง เป็นต้น
- โลหะเคลือบผิว จะเป็นโลหะประเภทเหล็ก แล้วจึงนำไปเคลือบผิวด้วยโลหะตามที่ต้องการ เช่น เหล็กอาบสังกะสี หรือดีบุก เป็นต้น วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิว เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งทำให้โลหะนั้นมีอายุการใช้งานนานขึ้น

ดังนั้นการใช้งานโลหะแผ่นเคลือบกับโลหะเปลือยจึงแตกต่างกัน การนำโลหะแผ่นเปลือยไปใช้งานอื่นๆ เช่น นำไปเชื่อม ขัดผิว ตะไบ หรือกระบวนการอื่นๆ ที่ต้องเสียผิวหน้าของงานก็จะไม่ทำให้เกิดผลเสียหายในการกัดกร่อนแต่อย่างใด แต่สำหรับโลหะที่เคลือบผิวหลุดออกไป จะเป็นเหตุให้โลหะนั้นเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อนได้ง่ายขึ้น (วัฒนะ ชูวิทยา. 2530 : 64-78)

2.5.2 กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ แบ่งเป็น

2.5.2.1 การตัด เป็นการตัดโลหะออกเป็นชิ้นส่วนตามที่ต้องการ มีอยู่ 8 วิธีคือ

- การเลื่อย คือการตัดที่มีเครื่องมือฟันตามขอบ
- ตัด คือ การตัดโดยใช้เครื่องมือที่มีของแข็งและคมเฉือนชิ้นงาน
- เจาะรู คือการตัดทะลุเป็นรู โดยใช้ดอกสว่าน
- การขัด คือ การทำให้ส่วนที่ไม่ต้องการหลุดออกไปด้วยการใช้วัสดุที่แข็งกว่าถูออกไป
- ตัดด้วยความร้อน คือ ตัดด้วยความร้อนเป็นตัวหลอมโลหะให้ขาดจากกัน
- การไส คือ การเอาเครื่องจักรตัดชิ้นงานให้เรียบ
- การกัด คือ การตัดโดยเครื่องจักรที่มีลักษณะคลายใบมีดใช้กับโลหะบาง
- การกลึง คือ การแยกส่วนที่ไม่ต้องการออก โดยขณะที่โลหะชิ้นงานหมุนอยู่บนเครื่องกลึง

2.5.2.2 การขึ้นรูป เป็นการนำเอาวัสดุไปเปลี่ยนรูปร่าง โดยไม่มีการนำวัสดุมาเพิ่มเข้าหรือตัดออกไป การขึ้นรูปที่นิยมใช้ในระบบอุตสาหกรรม แบ่งออกเป็น 8 วิธี คือ

- การหล่อ
- การพับ
- การใช้แรงอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การใช้แรงดัน
- การดึงโลหะโดยใช้ความร้อน
- การรีด
- การปั๊มขึ้นรูป

2.5.2.3 การยึดโลหะ

กรรมวิธีการยึดโลหะ 2 ชิ้นเข้าด้วยกันจำเป็นที่จะต้องทราบถึงคุณสมบัติของโลหะก่อนว่าวิธีใดเหมาะสมจะใช้กับวัสดุใด โดยสามารถแบ่งกรรมวิธีได้ 6 วิธี คือ

- Riveting เป็นวิธี Mechanical โดยที่มีด้านหนึ่งเป็นหัวส่วนอีกด้านหนึ่งเป็นขาแหลมเพื่อสอดเข้าไปในรูปของเครื่องมือจะมีแรงอัดด้านข้างจะติดกับโลหะ
- Threading คล้ายวิธี Riveting แต่กลับใช้น๊อตและวงแหวนแทน จึงเป็นแบบกึ่งถาวรเพราะถอดออกได้ก่อนจะทำงานเจาะรูที่ชิ้นงานก่อนเหมือนกับแบบแรก
- Seaming เป็นการพับตะเข็บ เป็นวิธีใช้ตัวของมันยึดอยู่ด้วยกัน บางครั้งใช้เชื่อมพับรอยตะเข็บอีกด้านหนึ่ง เพื่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น
- Cementing เป็นการเชื่อมโดยทางเคมีเข้าช่วย คล้ายกับงานไม้ที่ใช้กาวยาง แต่งานพวกนี้ต้องใช้แรงจับเป็นพิเศษ ตัวอย่างเป็น Expert ซึ่งใช้กับโลหะแผ่น
- Soldering เป็นการเชื่อมอย่างวิธี Welding โดยการใส่โลหะอื่นเข้าไปขณะเชื่อมเรียกว่า บัดกรี
- Welding เป็นการเชื่อมโลหะแบบที่นิยมใช้กันทั่วไป โดยการหลอมละลายโลหะให้ติดกันโดยวิธี Mitten metal ซึ่งละลายโลหะ เช่น ลวดเชื่อม หรือเชื่อมโดยใช้แรงกด เช่นการเชื่อมแบบ Spot welding

กรรมวิธีในขั้นนี้เพื่อต้องการทำให้ผิวชิ้นงานเรียบ มีขนาดที่แน่นอน มีความเที่ยงตรง และให้เกิดความสวยงาม รวมทั้งให้ทนต่อการกัดกร่อน กรรมวิธีในขั้นนี้แยกประเภทออกได้ดังนี้

1. การขัดผิวชิ้นงานทั่วไป
2. การขัดด้วยเครื่องสายพาน
3. การขัดโดยใส่ในถังหมุน
4. การชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า
5. การขัดพวกลิ้นไอดี ไอเสีย
6. การใช้ชิ้นงานสองชิ้นขัดด้วยกัน
7. การขัดแบบพิเศษ
8. การพ่นเม็ดโลหะ
9. การเคลือบด้วยสารอนินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. การเคลือบผิวด้วยวิธีทางเคมี

11. การเคลือบผิวงานประเภทอลูมิเนียม

2.5.2.4 กรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน การต่อหรือประสานวัสดุชิ้นงานเข้าด้วยกัน

1. การเชื่อม (Welding) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานจนหลอมละลายติดกันหรือเติมลวดเชื่อม นอกจากนี้อาจใช้แรงดันเข้าช่วยก็ได้

2. การบัดกรีอ่อน (Soldering) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานที่ต่ำกว่า 700 องศาฟาเรนไฮต์และวัสดุที่เติมจะมีจุดหลอมต่ำกว่าวัสดุชิ้นงาน เช่นการบัดกรีตะกั่ว การบัดกรีเงิน เป็นต้น

3. การบัดกรีแข็ง (Brazing) เป็นกรรมวิธีต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานที่สูงกว่า 800 องศาฟาเรนไฮต์ แต่ไม่ถึงกับวัสดุชิ้นงานนั้นหลอมละลาย แล้วเติมลวดเชื่อมลงไป วัสดุที่เติมลงไปนี้จะไหลเข้าช่องของรอยต่อ เพื่อยึดขาชิ้นงานให้ติดกันบางครั้งเราเรียกวิธีนี้ว่า การเป่าแล่น

4. การใช้แรงอัดผงยึดติดกัน (Sintering) เป็นกรรมวิธีการยึดติดกันโดยทำให้วัสดุเป็นผงก่อนนำมาอัดยึดให้ติดกันอาจใช้ความร้อนหรือไม่ใช้ก็ได้ หากใช้ความร้อนอุณหภูมิจะต้องต่ำกว่าจุดหลอมของวัสดุนั้น ๆ

5. การอัดยึด (Pressing) เป็นกรรมวิธีการอัดชิ้นงานให้ยึดติดกัน เช่น การอัดสวมเพลาแกน เป็นต้น การอัดนี้สามารถอัดให้ติดกันอย่างถาวรหรืออัดแล้วสามารถถอดออกจากกันได้

6. การย้ำหมุด (Riveting๗) เป็นกรรมวิธีในการทำให้วัสดุชิ้นงานติดกันโดยการใช้หมุดยึดติดกันระหว่างกัน

7. การใช้สลักเกลียวยึด (Screw Fastening) เป็นกรรมวิธีในการทำให้วัสดุชิ้นงานติดกันโดยการใช้สลักเกลียวยึดระหว่างกัน

8. การใช้กาวยึดเหนี่ยว (Adhesive joining) เป็นกรรมวิธีการยึดหรือต่อวัสดุชิ้นงานให้ติดกันโดยการใช้กาว เช่น กาวสังเคราะห์ที่ใช้ภายในและภายนอก การต่อลักษณะนี้จะไม่นิยมใช้กับจุดที่ต้องรับน้ำหนักหรือมีการเสียดสีกันอย่างรุนแรง

2.5.2.5 กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุชิ้นงานโดยการใช้ความร้อนที่สูงหรือการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วกะทันหัน หรือการกระทำซ้ำๆ ให้เกิดความเค้นในเนื้อวัสดุชิ้นงาน การรมวิธีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ มีดังนี้

1. การชุบ (Heat treatment) เช่นการชุบแข็ง ชุบโครเมียม การอบเหนียว เป็นต้น

2. การแปรรูปขึ้นรูป (Hot working) เช่นการตีเหล็ก หล่อเหล็ก

3. การพ่น หรือการยิงผิววัสดุชิ้นงาน (Shot preening) เพื่อเพิ่มความเค้นบริเวณผิวหน้าวัสดุให้สูงขึ้น ทำให้แข็งสามารถต้านทานการสึกหรอได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 สลักเกลียวและนอต

ลักษณะของสลักเกลียวและนอตที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไปสลักเกลียวและนอตที่มีใช้งานและผลิตเพื่อจำหน่ายทั่วไปมีหลายลักษณะแตกต่างกันตามประโยชน์การใช้งาน ลักษณะของหัวเกลียว นอต และลักษณะของเกลียวชนิดนั้นๆ

2.5.3.1 สลักเกลียวสำหรับสอดร้อยยึดรูทะลุของชิ้นงาน ประกอบด้วยตัวสลักเกลียวและนอตใช้สำหรับยึดชิ้นงานที่เจาะรูทะลุ เหมาะสำหรับชิ้นงานที่ต้องถอดเข้า-ออกบ่อยๆ

2.5.3.2 สลักเกลียวสำหรับยึดรูตัน สลักเกลียวชนิดนี้จะมีหัวหกเหลี่ยม สี่เหลี่ยม ทรงกระบอกผ่าและทรงกระบอกหกเหลี่ยมใน เกลียวในซึ่งทำหน้าที่แทนนอตจะเป็นรูทำเกลียวตัน ไม่จำเป็นต้องเจาะทะลุชิ้นงาน เหมาะสำหรับที่ต้องการประหยัดเนื้อที่ ประหยัดวัสดุ ไม่ต้องถอดเข้า-ออกบ่อย ส่วนมากจะใช้กับชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก

2.5.3.3 สลักเกลียวฝังเป็นเกลียวชนิดไม่มีหัว มีลักษณะเป็นเกลียว 2 ข้าง ใช้เป็นสลักเกลียวยึดติด โดยใช้การขันปลายเกลียวข้างหนึ่งติดกับเรือนสูงหรือตัวเครื่องใช้ฝาสูบครอบปิดและขันยึดตัวนอตเมื่อต้องการแต่งเรือนสูงก็สามารถถอดสลักออกได้

2.5.3.4 สลักล๊อค มีลักษณะเป็นสลักเกลียวไม่มีหัว มีแต่เกลียวตลอดความยาวใช้สำหรับล๊อคตำแหน่งชิ้นงานให้อยู่กับตำแหน่งที่ต้องการ เช่น พู่เล่ย์ แบริ่ง และชิ้นส่วนอื่นๆ ของเครื่องออกแบบต้นแบบงานโฟมในการทำต้นแบบการผลิตแม่พิมพ์โลหะ

นอตหรือแป้นเกลียวที่ใช้ขันยึดมีหลายลักษณะเช่นเดียวกับตัวสลักเกลียว ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน มีทั้งนอตหกเหลี่ยมและลักษณะอื่นๆ สามารถขันเข้า-ออกได้ด้วยมือ นอตนิรภัยใช้ขันป้องกันอุบัติเหตุ บางชนิดหลังจากยึดแล้วให้หมุนย้ำยึดติดไว้ป้องกันการคลายออก เช่น นอตในโรงงานโลหะแผ่น นอตชนิดนี้มีบ่าช่วยยึดให้แนวแรงยึดมีกำลังดีขึ้น นอตทุกชนิดทุกขนาดมีมาตรฐานกำหนดเช่นเดียวกันกับสลักเกลียว เครื่องจักรใหญ่ๆ ที่ต้องการจะใช้นอตขนาดและชนิดพิเศษ รวมถึงนอตที่ผลิตใช้งานโดยทั่วไปจะผลิตขึ้นมามีวัตถุประสงค์ดังนี้ (เกษม บุญเพ็ญ : 2533)

ก. ผลิตได้ง่ายจากโลหะ กลม หกเหลี่ยม สี่เหลี่ยม ผลิตด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ

ข. มีน้ำหนักเบา เพื่อใช้งานโครงเบาๆ ได้

ค. หมุนเข้า-ออกด้วยมือได้ง่าย

ง. ป้องกันอุบัติเหตุได้ เช่น เป็นนอตนิรภัยกันการคลายออก มีความปลอดภัยเพียงพอ

2.5.4 น๊อตเกลียวปล่อย

นอตเกลียวปล่อย (LAG BOLTS) ลักษณะคล้ายกับตะปูควงแต่ขนาดใหญ่กว่าและหัวเป็นหกเหลี่ยม ไม่มีผ่าหัวหกเหลี่ยมสำหรับใช้ประแจเลื่อนหรือประแจปากตายไขเข้าไปในเนื้อไม้ นอตเกลียวปล่อยใช้ในกรณีที่ต้องการความยึดเหนี่ยวสูงกว่าที่จะใช้ตะปูควง และบางครั้ง ในไม้เนื้อแข็งถ้าใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะปูควงขนาดใหญ่จะไขด้วยไขควงเข้าไปได้โดยยาก หากใช้นอตเกลียวปล่อยและขันด้วยประแจปากตายจะง่ายกว่า

2.5.4.1 การใช้น๊อตเกลียวปล่อย บางครั้งต้องใช้วงแหวนรองที่หัวตะปูเพื่อความเรียบร้อยและเพื่อป้องกันไม่ถูกหัวตะปูขูดเป็นรอย วงแหวนที่ใช้มีลักษณะต่างๆ กัน เช่น วงแหวนเรียบปกติ วงแหวนที่มีส่วนนูนรับตัวนอต วงแหวนที่ตัดขาดจากกัน (เรียกว่า วงแหวนสปริง) วงแหวนที่เป็นรูปหยักๆ ที่ส่วนรอบนอกของวงแหวนเพื่อขันให้แน่นเป็นพิเศษ

นอกจากตะปูและนอตชนิดต่างๆ ดังกล่าวแล้วยังมีพุก (PLUG) ซึ่งอาจทำด้วยทองเหลือง หรือพลาสติกหรืออลูมิเนียม ซึ่งทำให้ส่วนที่รับเกลียว (NUT) ขยายตัวได้เพื่อให้ฝังแน่น เรียกว่า พุกขยายตัว (EXPANSION PLUG) ใช้สำหรับฝังในกำแพงคอนกรีต หรือกำแพงอิฐ เพื่อติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ให้แน่น เช่น การติดอ่างล้างหน้าในห้องน้ำหรือการติดตั้งหิ้งกระจกก็ตาม พุกชนิดนี้มีขนาดต่างๆ กัน เรียกตามความยาว ชนิดที่เป็นทองเหลืองกำลังในการยึดเหนี่ยวแข็งแรงดี

การเรียกขนาดนั้นเรียกตามความโตและความยาวของส่วนที่ทำด้วยเหล็ก เช่น ตะปูขนาด 2 นิ้ว และหัวโต 3/16 นิ้ว ประเทศที่ผลิตออกจำหน่ายคือ สวิตเซอร์แลนด์ กล่องหนึ่งบรรจุ 3 โหล

ในการฝังวัสดุติดกำแพงซึ่งต้องการแรงยึดเหนี่ยวมากๆ เช่น การติดเสากำแพงในงานที่ต่อเติม หรือการติดตู้ในห้องครัวที่กำแพงนั้นมีพุกขยายตัวชนิดที่ทำด้วยตะกั่ว หรือเหล็ก ขนาดโตกว่าพุกขยายตัวทองเหลืองดังได้กล่าวมาแล้ว พุกขยายตัวอย่างใหญ่นี้มีจำหน่ายตามร้อนขายเครื่องอุปกรณ์ก่อสร้าง เช่น ขายบานพับ ตะปู นอกจากนั้น อุปกรณ์ที่ใช้ร่วมที่สำคัญ คือ สลักเกลียวและแป้นเกลียว

ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงชนิดและขนาดของพุกที่ฝังในกำแพง

ขนาด		1/8"	5/32"	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	*1/2"*
ขนาดที่เป็นทศนิยม		0.138	0.164	0.190	0.250	0.343	0.375	*0.500*
แบบปีกสปริง	A	1.438	1.875	1.875	2.063	2.750	2.875	*4.625*
	B	0.375	0.500	0.500	0.688	0.875	1.000	*1.250*
	L	2"-4"	2.5"-4"	2"-6"	2.5"-6"	3"-6"	3"-6"	*4"-6"*
แบบทัมเบิล	A	1.250	2.000	2.000	2.250	2.750	2.750	-
	B	0.750	0.500	0.500	0.688	0.875	0.875	-
	L	2"-4"	2.5"-4"	3"-6"	3"-6"	3"-6"	3"-6"	-
แบบหมุดทัมเบิล	A	-	2.000	2.000	2.250	2.750	2.750	*3.375*
	B	-	*0.375*	*0.375*	*0.500*	*0.625*	*6.683*	*0.873*

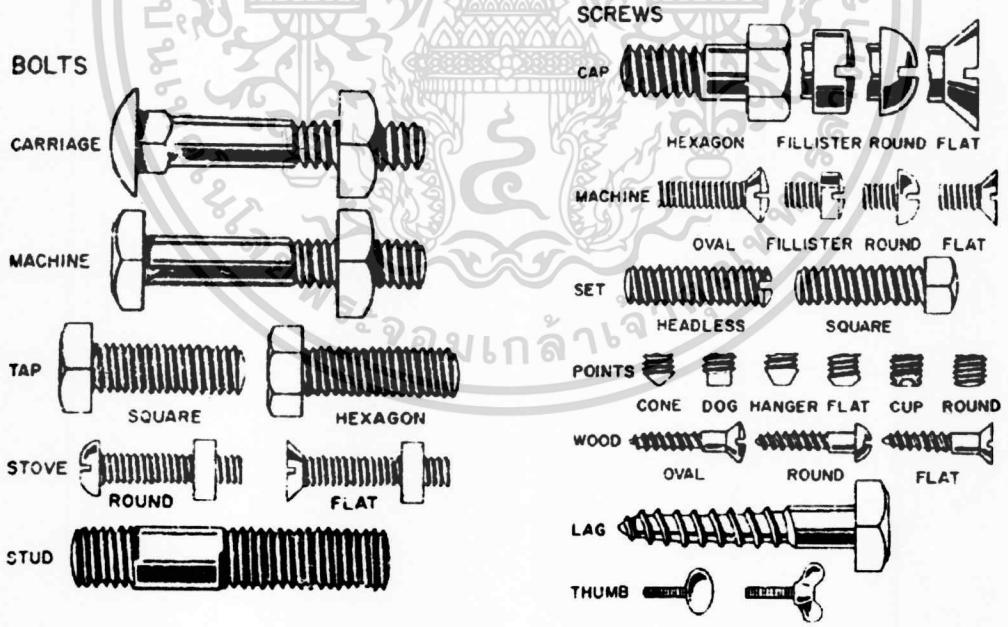
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 ตารางแสดงสัดส่วนต่างๆ ของนอต

หัวและแป้น		มาตรฐานอเมริกัน ชนิดธรรมดา	มาตรฐานอเมริกัน ใช้งานหนัก
หัว	ความสูง, H	2/3D	3/4D + 1/16”
	เส้นผ่าศูนย์กลางสั้น,F	11/2D	1 ½ D + 1/8”
แป้น	ความสูง, H	7/8D	
	เส้นผ่าศูนย์กลางสั้น,F	1 ½ D (D มากกว่า 5/8”)	1 ½ D + 1/8”

2.5.5 รูปแบบของโบลต์และสกรู

โบลต์และสกรู (Bolts and Screws) โบลต์และสกรูมีขนาดและรูปร่างหลายแบบ การวัดขนาดของโบลต์และสกรูวัดจากเส้นผ่าศูนย์กลาง (Diameter) และความยาวของลำตัว (Body) โดยไม่รวมส่วนหัว (Head) ยกเว้นโบลต์และสกรูหัวแบนเท่านั้นที่ตองวัดความยาวของส่วนหัวรวมเข้าเป็นความยาวทั้งหมดด้วย



ภาพที่ 2.20 ลักษณะของโบลต์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โบลต์ (Bolts) แบ่งได้ทั้งหมด 5 ชนิด คือ

1. Carriage Bolts โบลต์แบบนี้มีลักษณะหัวกลมเรียบ ลักษณะเกลียวเป็นเกลียวหยาบ ปกติใช้สำหรับการยึดต่อไม้ ส่วนที่เป็นสี่เหลี่ยมใต้หัวจะฝังเข้ากับเนื้อไม้ ฉะนั้นเวลาขันนัต ตัวโบลต์จะไม่หมุนตาม

2. Machine Bolts หัวชองโบลต์แบบนี้จะมีลักษณะสี่เหลี่ยมหรือหกเหลี่ยม ลำตัวของโบลต์ถัดจากหัวจะเป็นผิวทรงกระบอกเกลี้ยง โดยมีส่วนปลายโบลต์เป็นเกลียว

3. Tap Bolts คล้ายกับ Machine Bolts ต่างกันที่ลำตัวเป็นเกลียวตลอด

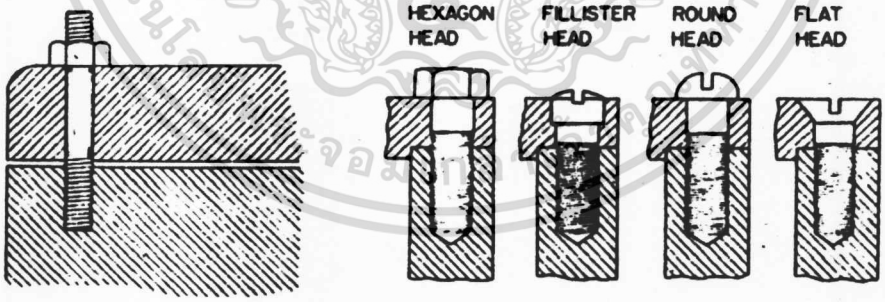
4. Stove Bolts มีลักษณะหัวกลมหรือหัวแบน ซึ่งทำเป็นร่องไว้สำหรับใช้ไขควงขัน ลักษณะเกลียวเป็นเกลียวหยาบ ใช้กับงานทั่วๆไป

5. Stud Bolts เป็นโบลต์ที่ไม่มีหัวมีเกลียวที่ปลายทั้งสองข้างโดยความยาวของเกลียวด้านหนึ่งจะมากกว่าอีกด้านหนึ่งใช้ปลายเกลียวด้านหนึ่งขันเข้ากับโลหะและอีกด้านหนึ่งขันเข้ากับนัต

สกรู (Screws)

ชนิดของสกรูแบ่งออกได้ 7 ชนิด คือ

1. Cap Screws ลักษณะหัวสกรูมีหลายแบบ ได้แก่ หัวหกเหลี่ยม (Hexagonal) หัวกลม (Round) หัวแบน (Flat) หัวโค้ง (Fillister) มีทั้งเกลียวหยาบและเกลียวละเอียด ใช้งานในที่ที่ไม่สามารถใช้ประแจขันได้สะดวก หัวสกรูจะเป็นส่วนที่กดให้โลหะยึดติดเข้าด้วยกัน



ภาพที่ 2.21 แสดงการใช้ Stud Bolt และ ลักษณะของหัว Cap Screws

2. Machine Screws ลักษณะหัวสกรูมีหลายแบบ ได้แก่หัวรี (Oval) หัวกลม (Round) หัวแบน (Flat) หัวโค้ง (Fillister) มีทั้งเกลียวหยาบและเกลียวละเอียด ทำจากเหล็กกล้า สเตนเลส หรือทองเหลือง สกรูขนาดเล็กๆมีขนาดตั้งแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.060 – 0.216 นิ้ว (1.5-5.5 mm.) ส่วนขนาดใหญ่มีขนาดตั้งแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/4 นิ้ว (6.4 mm.) 5/16 นิ้ว (7.9 mm.) 3/8 นิ้ว (9.5 mm.)

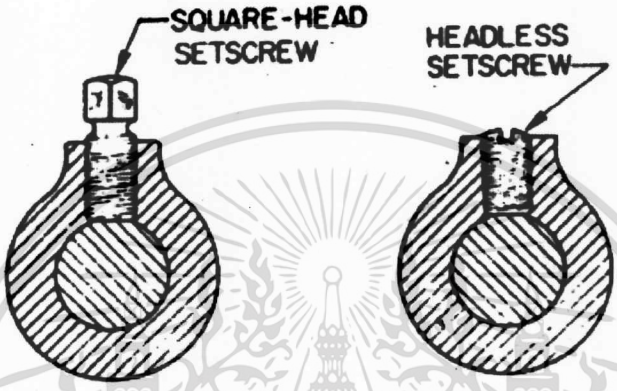
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Set-Screws ลักษณะหัวสกรูที่ทั้งหัวสี่เหลี่ยม (Square Heads) และแบบไม่มีหัว (Head Less) ใช้สำหรับยึดมู่เลย์ และปลอก (Collars) เข้ากับเพลา สกรูแบบไม่มีหัวแบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ

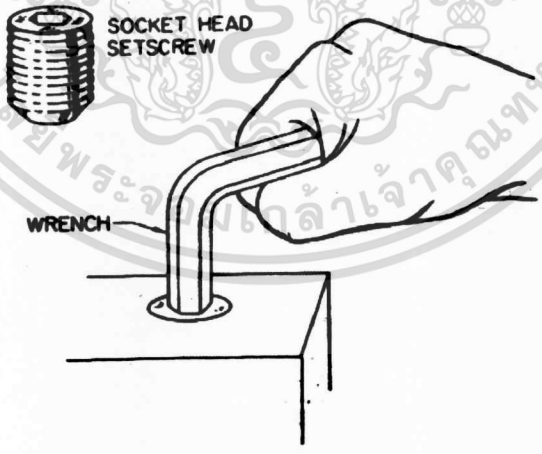
1. ชนิดเซาะร่อง สำหรับใช้ไขควงขัน

2. ชนิดเซาะเป็นร่องหกเหลี่ยม สำหรับใช้ประแจแอลขัน

สกรูแบบไม่มีหัวมีประจุดประสงค์เพื่อความปลอดภัยเพราะใช้กับชิ้นส่วน (เพลา) ที่ต้องหมุน



ภาพที่ 2.22 การใช้ Set-Screws ยึดมู่เลย์เข้ากับเพลา

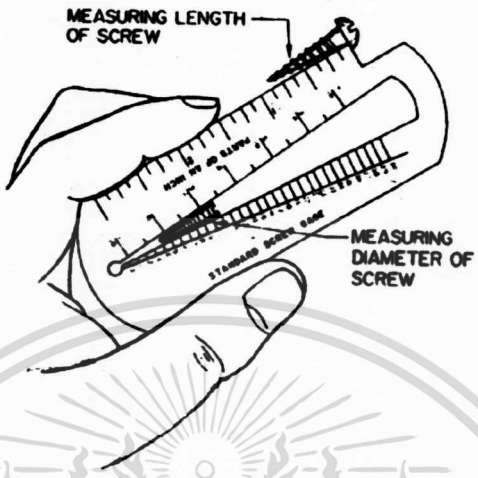


ภาพที่ 2.23 การขัน Socket – Head Set-Screws ด้วยประแจแอล

4. Taper Gauge ลักษณะหัวสกรูมีทั้งหัวแบน หัวกลม หัวรี และมีร่องสำหรับใช้ไขควงขัน ปกติใช้สำหรับการตรวจสอบขนาดของรูชิ้นงาน เช่นชิ้นส่วนของชิ้นงานที่ผลิตจากแม่พิมพ์โลหะ Taper Gauge แบบนี้ทำด้วยเหล็กกล้า ทองเหลือง และอลูมิเนียม สกรูทำด้วยเหล็กกล้าจะชุบเคลือบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

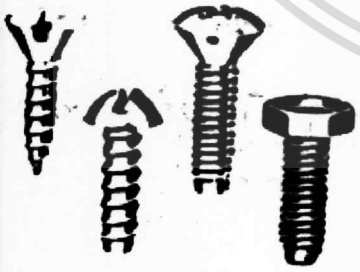
แคดเมี่ยม นิเกิล หรือโครเมี่ยม เพื่อป้องกันสนิม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Taper Gauge และ Machine Screws วัด โดยใช้ “American Standard Screw Gage”



ภาพที่ 2.24 การวัดขนาดของรูโดยใช้ Taper Gauge

5. Lag Screws ลักษณะหัวสกรูมีทั้งสี่เหลี่ยม (Square) และหกเหลี่ยม (Hexagonal) คล้ายโบลต์และมีเกลียวคล้าย Wood Screw ใช้สำหรับงานหนักๆ เช่น การติดตั้งเครื่องจักรเข้ากับพื้นไม้

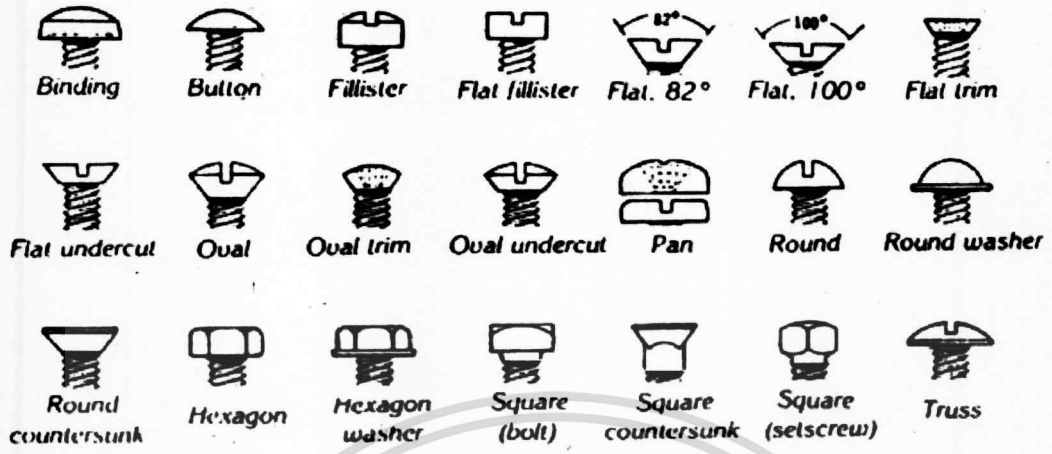
6. Thumb Screws เป็นสกรูที่เหมาะสมสำหรับการขันด้วยมือ ลักษณะของหัวสกรูจะทำเป็นปีกหรือพิมพ์ลายไว้ เพื่อให้สามารถใช้มือจับหมุนได้ง่าย



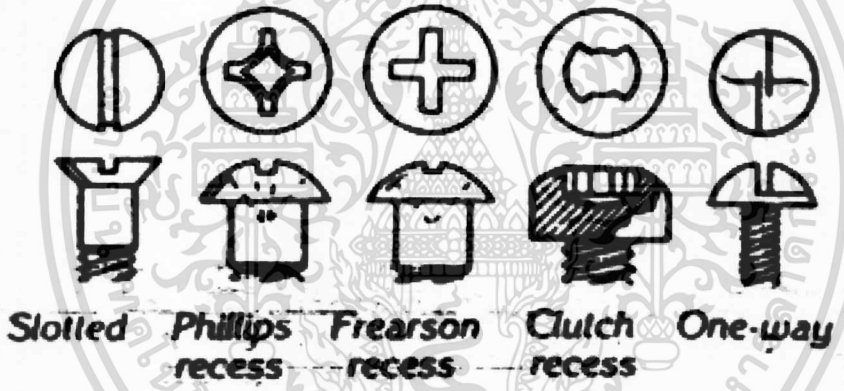
ภาพที่ 2.25 Thread – forming Screws

ภาพที่ 2.26 Thread – cutting Screws

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.27 ลักษณะหัวสกรูแบบต่างๆ



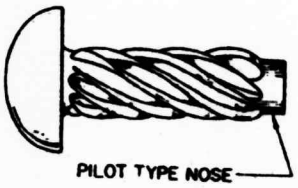
ภาพที่ 2.28 ลักษณะร่องแบบต่างๆบนหัวสกรู

7. สกรูเกลียวปล่อย (Self – Threading or Sheet Metal Screws) เป็นสกรูที่ใช้งานกันมาก เพราะตัวสกรูมีคอมตัดสามารถทำให้เกิดเกลียวในเนื้อชิ้นงานได้โดยไม่ต้องใช้ดอกต๊าปทำเกลียว จึงสะดวกรวดเร็วในการยึดเข้าด้วยกันกับวัสดุต่างๆโดยแบ่งออกได้ 3 ชนิดคือ

1. Thread – forming Screws
2. Thread – cutting Screws
3. Drive Screws

ชนิดที่ 1 กับ 2 ใช้งานทั่วๆไป ส่วนชนิดที่ 3 สกรูเกลียวปล่อยชนิดนี้ทำด้วยเหล็กกล้าชุบแข็ง ลักษณะเป็นสกรูหัวกลมผิวเกลี้ยงส่วนเกลียวนั้นเป็นเกลียว 3 ปาก (Multiple Thread) ส่วนปลายของสกรูจะไม่มีเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

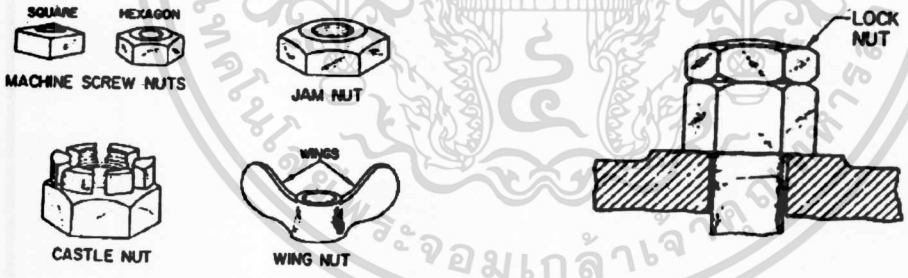


ภาพที่ 2.29 Drive Screws

การสอดสกรูเข้ากับรูเจาะนั้นกระทำโดยใช้ค้อน ฉะนั้นรูเจาะจะต้องมีขนาดโตกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนปลายสกรูเพียงเล็กน้อยเท่านั้นสกรูแบบนี้ใช้สำหรับงาน ประกอบอย่างถาวร

นัต (Nuts) แบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด คือ

1. Machine Screw Nuts
2. Jam – Nuts
3. Castle Nuts
4. Wing Nuts
5. Self – Locking Nuts



ภาพที่ 2.30 ตำแหน่งปกติของล็อคนัต

1. Machine Screw Nuts มีลักษณะสี่เหลี่ยม และหกเหลี่ยม เกลียวของนัตชนิดนี้มีทั้งเกลียวหยาบและเกลียวละเอียด Stove Carriage และ Machine โบลต์ โดยทั่วไปแล้วจะใช้งานร่ามกับนัต ลักษณะสี่เหลี่ยมมากกว่าลักษณะหกเหลี่ยม

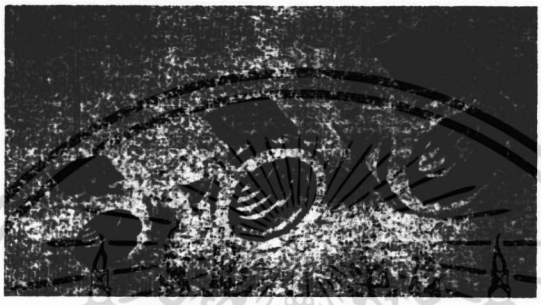
2. Jam – Nuts หรือบางครั้งเรียกว่า Lock Nut หรือ Check Nut นัตแบบนี้จะบางกว่านัตธรรมดาทั่วไป ใช้สำหรับยึดชิ้นส่วนที่ต้องรับแรงสั่นสะเทือน มิให้คลายออกจากโบลต์โดยจะใส่ไว้เป็นตัวสุดท้ายหลังจากที่ขันนัตแบบอื่นไว้ก่อนแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Castle Nuts นัตชนิดนี้ส่วนบนของนัตจะทำเป็นลักษณะแหวนโลหะ มีร่องรอบตัวซึ่งใช้งานร่วมกับสลัก (Cotter - pin) โดยสลักจะสอดผ่านรูบนลำตัวของโบลต์ทำให้โบลต์และนัตไม่คลายออกจากกันปกติจะใช้ยึด Whell Bearing และมือหมุนต่างๆ

4. Wing Nuts นัตแบบนี้จะมีปีกบางๆ 2 ข้างใช้สำหรับการขันเข้ากับโบลต์ด้วยนิ้วโป้งและนิ้วชี้

5. Self – Locking Nuts นัตแบบนี้ออกแบบขึ้นเพื่อความสะดวกในการใช้งาน โดยไม่ต้องใช้แหวนล็อค (Lock Washer) หรือสลัก (Cotter Pin) โดยออกแบบให้ส่วนปลายและลำตัวเป็นเกลียว ส่วนบริเวณหัวมีพลาสติกติดอยู่ ซึ่งพลาสติกส่วนหัวนี้เองทำหน้าที่แทนแหวนล็อค



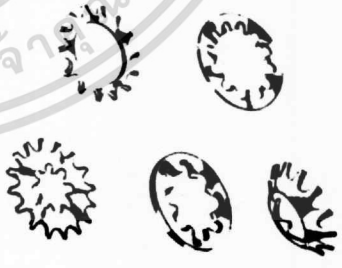
ภาพที่ 2.31 Self – Locking Nuts

แหวน (Washers)

ชนิดของแหวนแบ่งออกได้ 3 ชนิดคือ

1. Plain Washers
2. Lock Washers
3. Tooth – Type Lock Washers

ภาพที่ 2.32 Plain Washers



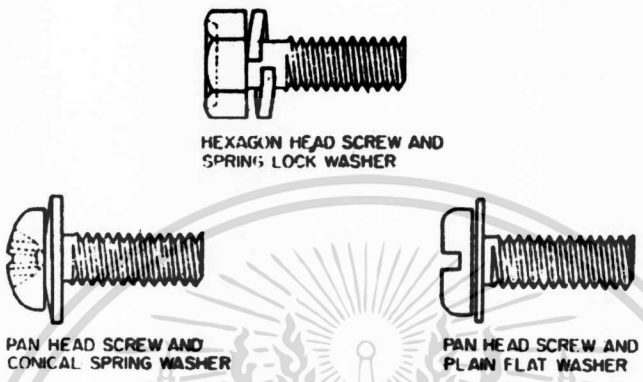
ภาพที่ 2.33 Tooth – Type Lock Washers

1. Plain Washers แหวนแบบนี้ใช้กับผิวสัมผัสรับแรงกดอัด โดยโบลต์ นัต สกรู และหมุดย้ำ ขนาดของแหวนวัดจากเส้นผ่านศูนย์กลางของโบลต์ที่สวมพอดี กับแหวน ได้แก่ แหวนขนาด 1/2 นิ้ว สำหรับโบลต์ขนาด 1/2 นิ้ว เป็นต้น

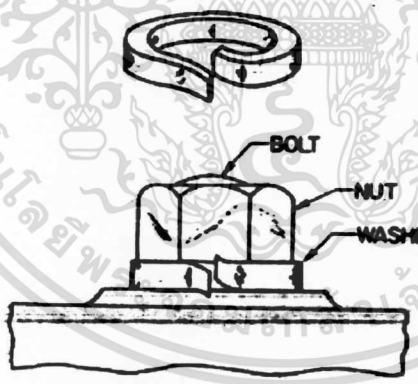
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Lock Washers ใช้สำหรับล็อตนัต หรือสกรู เพื่อมิให้คลาย เมื่อได้รับแรงสั่น Helical Spring Type เป็นแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุดเพราะสามารถรับแรงได้ทุกสภาวะ แหวนแบบนี้จะผ่านการชุบแข็งและอบคืนตัว จึงเหมาะที่จะใช้งานร่วมกับนัตหรือสกรู

3. Tooth – Type Lock Washers เป็นแหวนที่ใช้สำหรับล็อคนัต หรือสกรูเพื่อมิให้คลายเมื่อได้รับแรงสั่น พื้นที่สำหรับรับแรงกดส่วนใหญ่จะมีลักษณะรูปลิ่มจึงได้ออกแบบไว้หลายลักษณะ



ภาพที่ 2.34 การประกอบสกรูและแหวน



ภาพที่ 2.35 การใช้ Helical Spring Type Lock Washers

2.5.6 ระบบควบคุม

2.5.6.1 สายไฟ แบ่งตามประเภทของการใช้งานได้ 2 ชนิด

2.5.6.1.1 ชนิดที่ไม่มีฉนวนห่อหุ้มภายนอก (Bare Wire) หรือสายเปลือย สายเปลือยจุกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าสายหุ้มฉนวน ซึ่งมีขนาดและพื้นที่หน้าตัดเกือบเท่าตัว เพราะการขึงไว้ในที่สูง (เพื่อความปลอดภัย) ลมโกรกเสมอไม่ร้อน ใช้กับการจ่ายไฟฟ้าแรงสูง หรือเดินภานอกอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6.1.2 ชนิดที่มีฉนวนห่อหุ้ม (Insulated Wire) ใช้ตามบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม วงจรอิเล็กทรอนิกส์ วงจรสื่อสารคมนาคม เพราะให้ความปลอดภัยป้องกันความชื้น บางชนิดป้องกันความร้อนได้ตามลำดับ

ชนิดของสายไฟ

สายไฟโดยทั่วไปมีอยู่ 2 แบบใหญ่ๆ คือ

1) สายตัน (Solid Conductor) เป็นสายเส้นเดียว อาจเป็นทองแดงหรืออลูมิเนียมก็ได้ มีเพียงเส้นเดียว แข็งตัดได้งอลำบาก

2) สายเกลียว (Stranded Conductor) ประกอบด้วยสายเส้นเดียวหลายๆ เส้น ตีเป็นเกลียวเข้าด้วยกัน มีคุณสมบัติอ่อนตัวดัดง่ายการเลือกใช้ขนาดของสายไฟฟ้า

ในการเลือกใช้ขนาดของสายไฟฟ้า มีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงอยู่ดังนี้

1) จำนวนกระแสที่สายสามารถจะทนได้
2) กำลังไฟฟ้าสูญเสียไปในสาย
3) ค่าแรงดันไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง
4) ลักษณะของสายไฟที่ใช้ตามบ้านทั่วไป

สายสำหรับดวงโคม เป็นสายแบบย่อยๆ หลายเส้น เพื่อต้องการให้ยืดหยุ่น อ่อนตัวได้ง่าย ใช้ฉนวนพวกเทอร์โมพลาสติกหุ้ม

1. สวิทซ์ (Switch)

ได้แก่ ปุ่มและสวิทซ์ ต่างๆ เป็นส่วนที่จะควบคุมบังคับการทำงานของเครื่อง การจัดระเบียบวางตำแหน่งและเครื่อง เลือกใช้ปุ่มสวิทซ์ให้เหมาะสมกับเครื่อง จะมีผลต่อการใช้งานที่คล่องตัวสะดวกสบายถูกต้อง

สวิทซ์ไฟฟ้าทำหน้าที่ตัดวงจร หรือต่อเข้าด้วยกัน คือ การสัมผัสของตัวนำไฟฟ้าให้ครบวงจรการทำงานของสวิทซ์ควบคุมโดยระบบแมคคานิค สวิทซ์จะเป็นตัวกำหนดการปิดเปิดวงจร สวิทซ์อาจประกอบด้วยขั้ว ๆ เดียว หรือหลายขั้วก็ได้ เช่น อาจมีขั้วเดียว สองขั้วหรือมากกว่านั้น โดยทั่วไฟสวิทซ์มักใช้เป็นตัวเปิด-ปิด ให้วงจรทำงานหรือไม่ให้ทำงาน

ลักษณะของสวิทซ์

ลักษณะของสวิทซ์มีให้เลือกมากมายหลายชนิด แล้วแต่หน้าที่การทำงานหรือลักษณะการเปิด-ปิดวงจรแบ่งออกเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) สวิทซ์กดติดปล่อยดับ (Momentary Switch) เป็นสวิทซ์ที่มีขั้วเดียวหรือหลายขั้ว เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด เมื่อปล่อยจะทำให้วงจรเปิด เช่น สวิทซ์กดออก เป็นต้น สวิทซ์แบบนี้เหมาะแก่งานจำพวกปิดวงจรชั่วขณะ

2) สวิทซ์กดติดกดดับ (Lock Switch) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด ถ้าต้องการให้วงจรเปิดก็กดอีกครั้ง วงจรก็จะเปิด บางสวิทซ์มีไฟอยู่ในตัว เมื่อกดวงจรปิดไฟจะติดทำให้รู้ว่าเครื่องกำลังทำงานและกดอีกครั้ง วงจรจะเปิด ไฟจะดับเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป

3) สวิทซ์โยก (Toggle Switch) ลักษณะการใช้งานเป็นการโยกก้านสวิทซ์ให้ทำงาน จำนวนขายของสวิทซ์แล้วแต่การทำงาน โดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป

4) สวิทซ์เลื่อน (Slide Switch) คล้ายสวิทซ์โยก แต่ใช้งานโดยการเปลี่ยนปุ่มสวิทซ์ ซึ่งอาจจะมีจังหวะในการเลื่อนหลายๆ ช่วง

5) สวิทซ์หมุน (Rotary or Selector Switch) มีหลายขา ส่วนมากจะเป็นการใช้ในหน้าที่เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง เช่น การเลือกแบนด์ในวิทยุ เป็นต้น

6) สวิทซ์จิ๋ว (Micro Switch) เป็นสวิทซ์ที่มีความเชื่อถือได้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนและกระแสไฟฟ้าได้หลายๆ แอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทอง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าได้ดี ลักษณะสวิทซ์จะทำงาน โดยการกดเบาๆ ที่คานหรือปุ่มเล็กๆ โดยปกติแล้วจะต้องมีกลไกเข้ามาประกอบเพื่อทำหน้าที่กดสวิทซ์ เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปกว่าที่จะใช้นิ้วกดได้โดยสะดวก ไมโครสวิทซ์นี้มีหลายขนาดจำนวนขาที่ใช้งานจะมี 2 หรือ 3 ขาขึ้นไป สวิทซ์นี้ได้รับการออกแบบให้ใช้กับงานเฉพาะอย่างต่างๆ รูปร่างของไมโครสวิทซ์มีแตกต่างกันไปตามสถานการณ์ใช้ การติดตั้งจะต้องระมัดระวัง เพราะส่วนของแรงกดอาจทำให้สวิทซ์แตกได้

7) สวิทซ์แม่เหล็ก (Reed Switch) หน้าสัมผัสของสวิทซ์จะบรรจุอยู่ภายในหลอดแก้วเล็กๆ ที่ข้างในเป็นสุญญากาศ โดยจะวางอยู่ใกล้ชิดกันมาก เมื่อได้รับอำนาจแม่เหล็กจากภายนอก หน้าสัมผัสจะแตะเข้าหากันเป็นการต่อวงจร การที่หน้าสัมผัสอยู่ในหลอดแก้วที่ปิดสนิทจึงช่วยลดการสปาร์คของหน้าสัมผัสลงไปอีกมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ขนาดสัดส่วนที่ใช้ในการผลิต

ข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนมนุษย์ (กฤษฎา บานชื่น : 2533) การเคลื่อนไหวของส่วนต่างๆ ของร่างกาย กล้ามเนื้อ 600 หน่วย อันแปลกประหลาดในร่างกายของเรานั้นเปรียบเสมือนสายเคเบิ้ลที่ไปดึงกระดูกทำให้เกิดการเคลื่อนไหวอีกต่อหนึ่ง ที่น่าสังเกตก็คือ กล้ามเนื้อจะทำงานกันเป็นคู่ๆ หน้าที่ของกล้ามเนื้อพิจารณากันจริงๆ แล้วเห็นได้ว่าหน้าที่ประการเดียวกันคือ การ “เกร็งตัว”

เพราะเหตุที่ทำงานกันเป็นคู่นี้เอง กล้ามเนื้อชิ้นหนึ่งจะเกร็งตัวผลักกระดูกไปข้างหลัง ในขณะเดียวกันกล้ามเนื้ออีกชิ้นหนึ่งซึ่งร่วมทำงานอยู่ด้วย จะเกร็งตัวผลักกระดูกไปข้างหน้า ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์ขึ้นมา เป็นเรื่องที่น่างงอย่างยิ่งที่ระบบกล้ามเนื้อในร่างกายมนุษย์มีคามสามารถทำให้เกิดการเคลื่อนไหวนานาสารพัดตั้งแต่กระดูกปลายลิ้นเวลาพูดจาไปจนกระทั่งการเคลื่อนไหวอย่างรุนแรง เช่น วิ่ง หรือกระโดด เป็นต้น

การทำงานของกล้ามเนื้อที่ไปบังคับกระดูกนั้นเห็นได้ชัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนแขนและขา ซึ่งกระดูกท่อนแขนหรือขาถูกกล้ามเนื้อดึงรั้นจนสารมารถเคลื่อนไหวของกระดูก ไม่ค่อยปรากฏชัดเจน ก็มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากันเลย เช่น ในกรณีของกล้ามเนื้อทรวงอก ที่ทำหน้าที่ขยับกระดูกซี่โครงในขณะที่คนเราหายใจเข้าและออก การทำงานกล้ามเนื้อบริเวณนี้ประกอบด้วยการเกร็งตัวและการคลายตัวเช่นเดียวกัน

การเคลื่อนไหวของร่างกายเป็นหน้าที่โดยตรงของกล้ามเนื้อที่หุ้มกระดูกอยู่ กล้ามเนื้อนี้แตกต่างไปกว่ากล้ามเนื้ออีกประการหนึ่ง ซึ่งทำงานร่วมกับอวัยวะภายใน เช่นกล้ามเนื้อในกระเพาะอาหาร ซึ่งทำหน้าที่ย่อยอาหาร หรือกล้ามเนื้อหัวใจที่ทำหน้าที่สูบฉีดโลหิต กล้ามเนื้อภายในนี้ทำงานไปโดยอิสระแบบอัตโนมัติ สมองควบคุมไม่ได้ ถึงแม้สมองไม่สั่งงานให้ทำ กล้ามเนื้อพวกนี้ก็จะทำงานไปตามลำพังของมันเอง โดยไม่ต้องรับคำสั่งให้ทำหรือให้หยุด โดยกล้ามเนื้อภายนอกไม่มีส่วนสัมพันธ์กับกล้ามเนื้อภายในเลย และเนื่องจากกล้ามเนื้อภายนอกอยู่ใกล้ชิดกับกระดูก

กล้ามเนื้อภายนอกนี้เองที่ผู้รับการบริหารหรือพวกนักเพาะกายสามารถบริหารให้เจริญเติบโตใหญ่ขึ้นได้ โดยอาศัยแรงต้านทานจากน้ำหนักและการบริการอื่นๆ ตามกรรมวิธีการฝึกนั้นๆ แรงงานที่เกิดจากการเคลื่อนไหวในการประกอบกิจและในการบริหาร สามารถคิดออกมาเป็นหน่วย เป็นแคลอรี่ต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรับด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 ตัวเลข มิติ ส่วนต่างๆ ของร่างกาย

ลำดับ	มิติส่วนต่างๆ ของค่างกาย	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับสายตา	138.36	149.63	161.66
3	ความสูงระดับไหบ่	122.64	132.61	143.29
4	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	72.81	78.85	85.07
5	ความกว้างของแขน	151.56	164.13	177.08
6	ความกว้างของไหล่	37.51	40.63	43.83

ที่มา : ข้อมูลสัดส่วนของคนไทย ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน และมิติวิกฤติ (Critical Body Dimension)

ลำดับ	มิติส่วนต่างๆ ของร่างกาย	อัตราส่วน	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	1.000	148.30	160.60	173.20
2	ความสูงระดับสายตา	0.933	138.36	146.60	7
3	ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64	132.81	161.60
4	ความสูงระดับมือ	0.437	64.80	70.18	6
5	ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	1.255	186.11	201.55	143.20
6	ความสูงนั่ง	0.523	77.56	83.99	9
7	ความสูงระดับตา	0.460	68.21	73.87	75.71
8	ความสูงระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	0.354	52.49	56.85	217.40
9	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	0.143	21.20	22.96	5
10	ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของขา	0.082	12.16	13.16	90.62
11	ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของขาอ่อน	0.303	44.93	48.66	97.70
12	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	0.223	33.07	35.81	61.33
13	ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	0.254	37.66	40.79	24.77
14	ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนล่าง	0.218	32.32	65.01	14.20
15	ระยะจากก้นถึงระดับน่องตานบน	0.329	48.79	52.83	52.5
16	ระยะก้นถึงเข่า	0.626	92.83	100.53	38.63
17	ความยาวของขาที่นั่ง	0.226	33.51	36.29	44.01
18	ความกว้างของที่นั่ง	0.491	72.81	78.85	37.77
19	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	1.022	151.56	164.13	57.00
20	ความกว้างกางแขน	0.262	38.85	42.13	108.40
21	ความกว้างระหว่างศอก	0.253	37.51	40.63	6

ที่มา : ข้อมูลสัดส่วนของคนไทย ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย

2.6.1 การเคลื่อนไหวของมือและข้อมือ

มือของมนุษย์มีวิวัฒนาการมาก เพื่อให้เหมาะสมกับส่งแวดล้อมและการใช้งาน ทำให้มือมีหน้าที่สำคัญ เช่นการหยิบจับ การคลายมือหลังจากการหยิบจับ สำหรับการหยิบจับทำได้โดยการนำนิ้วหัวแม่มือและนิ้วอื่นๆ อีก 4 นิ้วเข้ามาหากัน และนำเข้าสู่ฝ่ามือเพื่อจับวัตถุ ส่วนการคลายมือจากการหยิบจับจะกระทำโดยการแยกนิ้วทั้งหมดออกจากกัน จากหน้าที่หลักที่สำคัญเหล่านี้เมื่อนำไปศึกษาและวิจัยจะได้ท่าต่างๆ ของมือประมาณ 1,000 ท่า ลักษณะของมือในท่าต่างๆ เหล่านี้เกิดจากการเคลื่อนไหวของข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อของข้อมือและข้อต่อของนิ้วมือ ซึ่งมีทั้งหมด 17 ข้อต่อ และทำหน้าที่โดยกล้ามเนื้อของข้อมือและนิ้วมือ ซึ่งมีจำนวน 40 มัด ในชีวิตประจำวันการทำงานของมือจะสะดวกมากขึ้นเมื่อมีการเคลื่อนไหวของข้อต่อเรดิโออัลน่าร์ ข้อศอกและข้อไหล่ร่วมด้วย

การทำงานของมือนั้นค่อนข้างที่จะละเอียด ซึ่งจ้องอาศัยประสาทยนต์มาควบคุมและมีเส้นประสาทรับความรู้สึกจากมือเป็นจำนวนมาก ทำให้ส่วนของเนื้อสมองที่ส่งใยประสาทมาเลี้ยงกล้ามเนื้อมือและรับความรู้สึกไปจากมือมีบริเวณที่กว้างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนของเนื้อสมองที่สัมพันธ์กับส่วนอื่นๆ ของแขนและขา

2.6.2 รูปร่างของมือในสภาวะต่างๆ

2.6.2.1 ขณะที่มือวางตามสบาย นิ้วมือจะงออยู่ในท่าพร้อมที่จะหยิบจับวัตถุต่างๆ เมื่อพิจารณาให้ดีจะพบว่ามีลักษณะรูปโค้งเกิดขึ้นบนมือเป็นจำนวนมาก และจะเห็นได้ชัดขณะจับลูกบอลโค้งต่างๆ ที่เกิดขึ้นมีดังนี้

(1) โค้งในแนวขวาง

(2) โค้งตามแนวยาวของมือ

(3) โค้งทอดแนวเฉียง

2.6.2.2 ขณะที่นิ้วมือกางเต็มที่ แกนตามยาวของนิ้วทุกนิ้วจะมาบรรจบกันที่ฐานของเนินทางด้านนิ้วหัวแม่มือ

2.6.2.3 เมื่อกำมือโดยใช้ข้อต่อเหยียดตรง พบว่าแกนของนิ้วส่วนปลายทั้งหมดจะรวมกัน และจะเห็นว่าข้อต่อของนิ้วนางและนิ้วก้อยจะงอได้มากกว่านิ้วกลางและนิ้วชี้

2.6.3 ข้อต่อของมือและนิ้วมือ

2.6.3.1 ข้อต่อระหว่างปลายล่างของกระดูก กระดูกอ่อน ที่ยึดระหว่างกระดูกเรเดียสและกระดูกอัลน่าร์ ซึ่งจัดเป็นรูปไข่ที่มีลักษณะเว้ากับกระดูกข้อมือต่อไปนี้ เคลื่อนไหวได้รอบแกน 2 แกน ได้ 4 ทิศทางการเคลื่อนไหว คือ การงอมือ การกระดกข้อมือ การเบนข้อมือเข้าด้านในและการเบนข้อมือออกด้านนอก

2.6.3.2 ข้อต่อระหว่างแถวบนและแถวล่างของกระดูกข้อมือ การเคลื่อนไหวของข้อจะช่วยส่งเสริมข้อต่อให้ได้ระยะการเคลื่อนไหวมากขึ้น

ในการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ค่ามิติในการออกแบบชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมเพื่อใช้ในการทำงานโดยใช้สัดส่วนของคนไทยช่วงอายุ 20- 29 ปี ดังตารางที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 แสดงค่ามิติต่างๆ ของร่างกายคนไทยทั้งชายและหญิง

รหัส	ตำแหน่ง
1	ความสูงยืน
2	ความสูงระดับสายตา
3	ความสูงปลายไหล่
4	ความสูงกึ่งกลางกำปั้น
5	ความสูงข้อศอก
6	ความสูงใต้เป้า
7	ความสูงกลางหัวเข่า
8	ความหนาอก
9	ระหว่างจุดปลายไหล่
10	ระยะข้อศอก (ขณะงอ) – จุดกึ่งกลางกำปั้น
11	ระยะห่างระหว่างไหล่ – จุดกึ่งกลางกำปั้น
12	ความกว้างระดับข้อศอก
13	ความสูงระดับพื้นที่นั่ง – ศีรษะ
14	ความสูงระดับพื้นที่นั่ง – ตา
15	ความสูงระดับพื้นที่นั่ง – ปุ่มไหล่
16	ความสูงระดับพื้นที่นั่ง – ข้อศอกขณะงอ
17	ความสูงระดับพื้นที่นั่ง – ต้นขา
18	ความสูงระดับพื้นที่นั่ง – ตอนบนของเข่า
19	ความสูงของหน้าแข้ง
20	ความสูงของพื้นที่นั่ง
21	ความกว้างของไหล่ (ขณะนั่ง)
22	ความกว้างของสะโพก (ขณะนั่ง)
23	ความกว้างข้อศอก (กางออกในแนวระดับ)
24	ระยะห่างเส้นสัมผัสก้น – ข้อพับที่หัวเข่า
25	ระยะห่างหน้าท้อง – หัวเข่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 แสดงขนาดสัดส่วนของคนไทยช่วงอายุ 20 -29 ปี

รหัส	ชายไทย					หญิงไทย				
	MEAN	MIN	MAX	P5	P95	MEAN	MIN	MAX	P5	P95
1	167.0	148.0	189.0	158.0	177.0	155.4	139.3	176.9	147.2	164.0
2	156.0	137.0	178.0	147.0	165.0	143.6	124.7	165.5	135.9	152.0
3	138.0	118.0	155.0	129.0	146.0	126.2	111.7	145.2	119.0	134.1
4	73.1	63.3	86.4	67.5	78.8	69.1	53.0	86.5	64.0	74.6
5	104.0	89.2	119.0	97.7	111.0	96.1	65.9	113.7	90.1	102.5
6	76.3	61.4	91.8	70.0	83.0	71.3	55.5	90.0	65.5	77.3
7	44.7	33.3	54.5	40.6	49.0	42.1	35.5	55.0	38.7	45.5
8	19.8	15.0	28.0	17.4	22.7	20.9	13.0	32.8	18.0	24.7
9	37.7	26.3	50.2	34.1	41.0	33.8	22.5	39.8	31.2	36.4
10	31.9	25.9	38.0	29.3	34.7	29.3	20.0	39.2	26.8	32.0
11	64.4	50.0	74.8	59.0	69.8	57.3	46.2	63.9	55.0	59.5
12	42.2	30.2	58.4	38.0	47.3	38.3	26.0	59.0	34.2	43.1
13	87.8	78.4	101.0	82.3	93.4	81.8	64.7	95.1	77.1	86.9
14	76.0	63.7	89.2	70.5	81.8	70.4	54.0	81.2	65.5	75.7
15	58.2	45.6	69.8	53.5	63.0	53.3	40.0	68.8	49.5	57.6
16	23.1	15.3	31.0	19.2	27.4	22.5	13.0	40.0	19.0	26.2
17	14.7	11.0	21.7	12.8	17.0	13.4	9.0	20.0	12.0	15.3
18	53.0	43.1	62.2	49.1	57.3	48.7	35.0	59.0	45.4	52.2
19	42.1	31.0	49.7	39.0	45.6	38.7	30.0	48.9	36.1	41.7
20	41.1	34.0	49.7	38.1	45.0	38.9	28.3	48.8	36.8	42.0
21	42.5	35.0	51.1	39.3	46.2	38.5	29.0	50.5	35.0	42.3
22	32.4	27.1	45.8	29.4	36.5	33.4	22.5	44.2	30.0	37.7
23	88.3	72.0	103.0	82.0	94.7	81.	69.0	94.0	76.0	87.4
24	49.0	40.0	29.5	44.2	54.5	46.2	37.3	59.5	42.2	50.3
25	37.5	27.7	46.9	33.2	42.0	33.3	22.0	47.6	29.0	37.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องกล

ในการศึกษาและวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องกล ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวความคิดตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมสำหรับหล่อแม่พิมพ์รถยนต์ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยโดยมีประชากร ที่ทำการศึกษาดังนี้

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมเครื่องกล ด้านวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต ในบริษัทฯ โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด

2. เพื่อพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึงฮุกสำหรับเครื่องผลิตต้นแบบงานโฟมที่เกี่ยวข้องด้านเกณฑ์ในการออกแบบ (Design criteria)

ได้ศึกษาแนวคิดจาก จำรูญ ตันติพิศาลกุล (18 : 2545) กำหนดว่าผู้ออกแบบควรกำหนดหรือคำนวณขีดจำกัดของการออกแบบหรือเกณฑ์การออกแบบสำหรับปัญหานั้นๆ เช่น ระยะแอ่น เสียงดัง อุณหภูมิ ความเร็วรอบ ความต้านแรง ราคา และอื่นๆ เป็นต้น หลังจากตัดสินใจเลือกกำหนดเกณฑ์การออกแบบที่เป็นจุดวิกฤตหรือสำคัญที่สุดแล้ว จึงออกแบบภายใต้เกณฑ์หรือขีดจำกัดนั้น

3. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของโฟมต้นแบบที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึงได้ศึกษาเพื่อทดสอบคุณภาพของงานโฟมสำหรับหล่อแม่พิมพ์รถยนต์ประเภทแม่พิมพ์โลหะผู้วิจัยได้กรอบแนวคิดของ เสรี ยูนิพันธ์ จรูญ มหิทธาฟองกุล และดำรง ทวีแสงสกุลไทย ได้กำหนดใบตรวจสอบคุณภาพ 8 ประเด็นคือ การควบคุมคุณภาพและใบตรวจสอบ ใบตรวจสอบการผลิต ใบตรวจสอบเหตุผลที่ไม่ยอมรับ (Itemized defect check sheet) ใบตรวจสอบตำแหน่งบกพร่อง ใบตรวจสอบสาเหตุที่ไม่ยอมรับ (Reject cause check sheet) ใบตรวจสอบความเรียบร้อย (Assurance check sheet) ใบตรวจสอบอื่นๆ ผู้วิจัยได้เลือกหัวข้อสำหรับทำมาตรฐานการตรวจสอบโดยใช้ใบตรวจสอบ (Check Sheet) เป็นใบตรวจสอบเหตุผลที่ไม่ยอมรับ (Itemized defect check sheet)

2.8 จิตวิทยาการใช้สี

2.8.1 จิตวิทยาการใช้สี

ทองเจือ เขียดทอง (2542 : 194-200) กล่าวว่า สีมีความสำคัญและจำเป็นต่อการออกแบบอย่างยิ่ง สีมีผลต่อประสาทสัมผัสทางตา สีบางสีทำให้เกิดความแตกต่างในระยะใกล้ไกล ลวงตาให้ดูเล็กหรือใหญ่ สีมีผลต่อความรู้สึกและจิตใจ (โกสุม สายใจและ บำรุง อิศรกุล, 2540)

ในงานศิลปะทุกแขนง สีเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้เรามอบเห็นได้อย่างชัดเจนเข้ามาและพึงพอใจ ทั้งนี้ผู้ใช้จะต้องศึกษาทฤษฎีสีหลายทฤษฎีด้วยกัน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สีตามทฤษฎีสีทางศิลปะ ศึกษาถึงเนื้อสีที่ใช้ผสมและระบายงานศิลปะในขั้นของการออกแบบสัญลักษณ์

การใช้สีตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาถึงการผสมสีของหมึกพิมพ์ ใช้ในขั้นของการสั่งพิมพ์สัญลักษณ์บนสิ่งพิมพ์ต่างๆ

การใช้สีตามทฤษฎีสีทางจิตวิทยา ศึกษาถึงสีที่พบเห็นและก่อให้เกิดความรู้สึกนึกคิด มีประโยชน์ในการสื่อความหมายของสัญลักษณ์ การใช้สีให้สัญลักษณ์นั้นสวยงาม สะดุดความสนใจ สร้างความประทับใจและเตือนความจำได้ดีนั้นต้องใช้ให้สัมพันธ์กับรูปแบบของสัญลักษณ์ประเภทของสินค้าและหน่วยงานผู้บริโภคและเจ้าของเครื่องหมายการค้าดังนั้น จะขออธิบายการใช้สีของสัญลักษณ์เป็น 2 แนวทาง คือ

1. การใช้สีตามหลักการออกแบบ

การออกแบบสัญลักษณ์ นอกจากการใช้สีให้เกิดเอกลักษณ์ของสินค้าและบริการนั้นๆ แล้วการใช้สียังต้องคำนึงถึงความประหยัดในการจัดพิมพ์สิ่งพิมพ์ของหน่วยงาน จึงควรออกแบบสีของสัญลักษณ์ 1-2 สี แต่ในปัจจุบันพบว่า มีการใช้สีของสัญลักษณ์เกิน 3 สี กันมาก เนื่องจากสามารถพิมพ์เอกสารสีได้โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะทั่วไป แต่พึงระลึกไว้เสมอว่าการใช้สีมากเกินไปยังก่อนให้เกิดความสวยงามได้ยาก และยังทำให้สัญลักษณ์ขาดความเป็นเอกลักษณ์จดจำได้ยาก

การใช้สีกลมกลืน (Harmony) เป็นการใช้สีที่คล้ายๆ กันมีความสัมพันธ์กันไม่มีใดโดดเด่น ใช้ได้หลายวิธี คือ

- ใช้สีสีเดียวเพิ่มน้ำหนักอ่อนแก่ เช่น น้ำเงิน ฟ้าเข้ม และ ฟ้าอ่อน
- ใช้สีสีเดียวผสมในทุกสีที่มาร่วม ใช้เฉพาะสีร้อนหรือสีเย็นและใช้สีที่อยู่ลำดับติดกันในวงจรสี เช่น แสด ส้ม เหลือง

สัญลักษณ์ที่ใช้สีลักษณะกลมกลืนกันไม่มีมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากสีกลมกลืนตจะมีน้ำหนักใกล้เคียงกัน แต่สัญลักษณ์ส่วนใหญ่ต้องการความชัดเจนจึงต้องใช้สีที่มีน้ำหนักแตกต่างกัน เพื่อแก้ปัญหานี้ถ้าใช้สีกลมกลืนมักจะพิมพ์อยู่บนพื้นขาวซึ่งเป็นสีกระดาษ สัญลักษณ์ที่ใช้สีกลมกลืนมักเป็นสัญลักษณ์ที่ต้องการให้เกิดภาพลักษณ์ที่มีความสุขุม ความนุ่มนวลและความมีรสนิยมสูงเช่น สัญลักษณ์ของสถานีบริการน้ำมันบางจากใช้สีเขียวกับสีน้ำเงิน โรงแรมเพชรงามใช้สีม่วง เขียว ฟ้า บริษัทแมกซี่แคร์ คอยท์ จำกัด ใช้แสด ส้ม เหลือง โรงแรมวิสต้า ใช้สีน้ำตาล เหลืองทอง องค์การเภสัชกรรมใช้สีเขียวอ่อน เขียวแก่ น้ำตาล

1.2 การใช้สีที่ตัดกัน (Contrast) เป็นการใช้สีที่มีน้ำหนักแตกต่างกัน นิยมใช้ในการออกแบบสัญลักษณ์ มีการใช้ 2 ลักษณะคือ

- ใช้สีตัดกันอย่างแท้จริง คือสีตรงข้ามในวงจรสี คือ สีเขียว — แดง ส้ม — น้ำเงิน ม่วง — เหลือง การใช้ไม่ควรให้เด่นพอๆ กัน ควรให้ปริมาณสีใกล้หนึ่งมากกว่าหรือเบรกสีใดสีหนึ่งหรือทั้งสองสีลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้สีตัดกันไม่แท้จริง เป็นสีที่มีน้ำหนักแตกต่างกันแต่ไม่ 100 % หรืออยู่ในวรรณะต่างกัน เช่น เขียวกับส้ม น้ำเงินกับแดง ดำ – แดง ขาว – ดำ เป็นต้น

ภาพลักษณ์ของสัญลักษณ์ที่ใช้ในลักษณะตัดกันจะให้ความรู้สึกตื่นเต้น น่าสนใจ ถ้าเป็นอาหารก็น่ารับประทาน ถ้าเป็นเสื้อผ้า รองเท้า ก็ร้อนแรงสะใจวัยรุ่น ตัวอย่างสัญลักษณ์ที่ใช้สีสัญลักษณ์ตัดกัน คือ การบินไทย ใช้สีม่วงและสีชมพูอมม่วงกับเหลืองแดง รองเท้ารีบอกใช้สีน้ำเงิน ขาว แดง ธนาคารกสิกรไทยใช้สีเขียว แดง เหลือง ดำ เป็นต้น

การกำหนดสีของสัญลักษณ์ตามหลักการออกแบบหรือทฤษฎีสีคงไม่แตกต่างจากการใช้สีในงานศิลปะอื่นๆ หลักที่สำคัญที่จะเสนอแนะอีกประการคือ หลักการใช้สี 80 % ต่อ 20% ไม่ว่าจะใช้สีกลมกลืนหรือสีตัดกันควรกำหนดสีที่มีบทบาทมากกว่าอีกสีหนึ่งในลักษณะประมาณพื้นที่มากกว่าจุดมุ่งหมายของการใช้สีในการออกแบบสัญลักษณ์ก็คือ สะดุดความสนใจมองเป็นชัดเจน จดจำได้นาน มีความสวยงามและสัมพันธ์กับสัญลักษณ์

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รจนา จันทราสา (2547 : บทคัดย่อ) สำหรับงานหัตถกรรมพอกโฟมที่จะนำไปผลิตและใช้งานได้จริง เพื่อหาประสิทธิภาพในการใช้งานของเครื่องพอกแป้งดังนี้ ทางด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน ทางด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง ทางด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา เพื่อประเมินคุณภาพของลูกโฟมที่ได้จากการใช้งานของเครื่องพอกแป้ง ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือผู้ทรงคุณวุฒิประเมินแบบสอบถามด้านต่างๆ ดังนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินด้านการออกแบบ 3 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินด้านเทคนิคกลไก 3 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการพอกแป้ง (ผู้ใช้เครื่อง) 3 ท่านและประเมินลูกโฟมที่ผ่านการทดสอบจากเครื่อง จำนวน 100 ลูกการวิเคราะห์การพัฒนาและสร้างเครื่องพอกแป้งสำหรับงานหัตถกรรมพอกโฟมที่จะนำไปผลิตและใช้งานได้จริงโดยใช้ค่าความถี่และค่าร้อยละค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าไคสแควร์ (Chi – Square Test) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) โดยการนำค่าสถิติไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในการใช้งานของเครื่องพอกแป้งดังนี้ ด้านหน้าที่ใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้งาน ด้านรูปทรงความสวยงามและความแข็งแรงของโครงสร้าง ด้านความปลอดภัยและการบำรุงรักษา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคนิคกลไก ผู้เชี่ยวชาญด้านการพอกแป้ง (ผู้ใช้เครื่องพอกแป้ง)

ผลการทดลองเครื่องพอกแป้งสำหรับงานหัตถกรรมพอกโฟมสรุปว่า ผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 1และท่านที่ 3 มีความคิดเห็นที่สัมพันธ์กันกับการพอกแป้งลูกโฟมเบอร์ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมในงานอุตสาหกรรมแม่พิมพ์เพื่อพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม และทดสอบคุณภาพของโฟม ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5 สถิติใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยดังนี้

1. เพื่อศึกษาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมสำหรับหล่อแม่พิมพ์รถยนต์
2. เพื่อพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึงฮุก (Hook) สำหรับเครื่องผลิตต้นแบบงานโฟม
3. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของโฟมต้นแบบที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึง

3.1.1 เพื่อศึกษาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมสำหรับหล่อแม่พิมพ์รถยนต์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหาข้อมูล วัสดุที่ใช้ในการผลิตที่จะนำมาผลิตชุดอุปกรณ์ออกแบบต้นแบบงานโฟม-จากเอกสารต่างๆ และมาตรฐานของคุณภาพงานโฟมตลอดจน ศึกษาการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า ใบมีดสำหรับงานกลึงโฟมเพื่อให้การทำงานมีความสัมพันธ์กันตามหลักการในการออกแบบตามกรอบแนวคิดของ จำรูญ ตันติพิศาลกุล(2545 : 18) ที่ได้กล่าวถึงหลักการออกแบบชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรกล ผู้ออกแบบจะต้องตัดสินใจว่ามีเกณฑ์หรือเงื่อนไขขีดจำกัดอะไรบ้างที่สำคัญที่สุด(วิกฤต) หรือมีหลายๆ เกณฑ์ที่สำคัญที่ต้องใช้ในการออกแบบ ชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรกลต่างๆ จะเกิดความเสียหายเมื่อการทำงานของมันอยู่นอกเกณฑ์ในการออกแบบหรือขีดจำกัดของการออกแบบตอนแรก ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบชุดอุปกรณ์โดยใช้กรอบแนวคิดในการออกแบบเครื่องกลเพื่อการผลิตชุดอุปกรณ์กลึงฮุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเพื่อศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมโดยแบ่งเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต ดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 3 ท่านคือ

1) คุณภูวดล วงศ์คำลือ บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย)จำกัด
2) คุณจักรพันธ์ รัตนจีนะ บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย)จำกัด
3) คุณไพรัตน์ รุ่งเรือง บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย)จำกัด

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้า จำนวน 3 ท่านคือ

1) คุณสมบัติ ประพฤตถ้อย บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย)จำกัด
2) คุณสุพจน์ ชินะกุล บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย)จำกัด
3) คุณศุภชัย ไทยเสรีกุล บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย)จำกัด

กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมเครื่องกล จำนวน 3 ท่านคือ

1) คุณสุรพงษ์ เอกจิตร บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย)จำกัด
2) คุณสมเลิศ วสุธากีรตินันท์ บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย)จำกัด
3) คุณเอกรัตน์ เปรมกมล บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย)จำกัด

กลุ่มที่ 4 คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต จำนวน 3 ท่านคือ

1) คุณพีระยศ ใจชื้น บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด
2) คุณบัลลังก์ สิกขากูล บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด
3) คุณต้องรัก อุ้มอ้น บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด

3.1.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ ผลิตภัณฑ์ฮุกที่ได้ผ่านการผลิตออกมาจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมโดยแบ่งตามขนาดมาตรฐานที่ใช้ดังนี้

3.1.2.1 ผลิตภัณฑ์ฮุกขนาด ∅ 40 mm.

3.1.2.2 ผลิตภัณฑ์ฮุกขนาด ∅ 50 mm.

3.1.2.3 ผลิตภัณฑ์ฮุกขนาด ∅ 63 mm.

3.1.2.4 ผลิตภัณฑ์ฮุกขนาด ∅ 80 mm.

3.1.2.5 ผลิตภัณฑ์ฮุกขนาด ∅ 100 mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์มีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึงโฟมของชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม โดยมีสิ่งที่ต้องการจะศึกษาดังนี้

3.2.1 มาตรฐานของฮุก (Hook) ที่ใช้ในการสำรวจ

3.2.2 ขนาดของใบมีดที่นำมาผลิตสำหรับกลึงโฟม ประกอบด้วย เส้นรอบวง รัศมี ความกว้าง ความหนา ความยาว และน้ำหนักของฮุก (Hook) ที่จะนำไปหล่อต้องรับแรงได้ถูกต้องตามมาตรฐานกับแม่พิมพ์

3.2.3 คุณภาพของงานโฟมที่ทำการผลิตออกมา

3.2.4 การสร้างเครื่องมือ

3.2.4.1 การสร้างแบบสำรวจ

1. ศึกษาตำราเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม
2. ศึกษาและกำหนดประเด็นของแบบสำรวจ
3. ทำการปรับปรุงและสร้างแบบสำรวจตามประเด็นที่ศึกษา
4. นำแบบสำรวจที่สร้างเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมสาระนิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และคำแนะนำในการปรับปรุงแบบสำรวจ

3.2.4.2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คุณจิรายุ ปิยะสุทธิ์ หัวหน้าฝ่ายวิศวกรรม บริษัทโอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด

คุณสุพจน์ ชินะกุล หัวหน้าฝ่ายซ่อมบำรุง บริษัทโอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

3.3.1 ติดต่อฝ่ายบัณฑิตศึกษาของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมเพื่อทำการขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ และเพื่อขออนุญาตหน่วยงานและสถาบันต่างๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.2 จัดส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

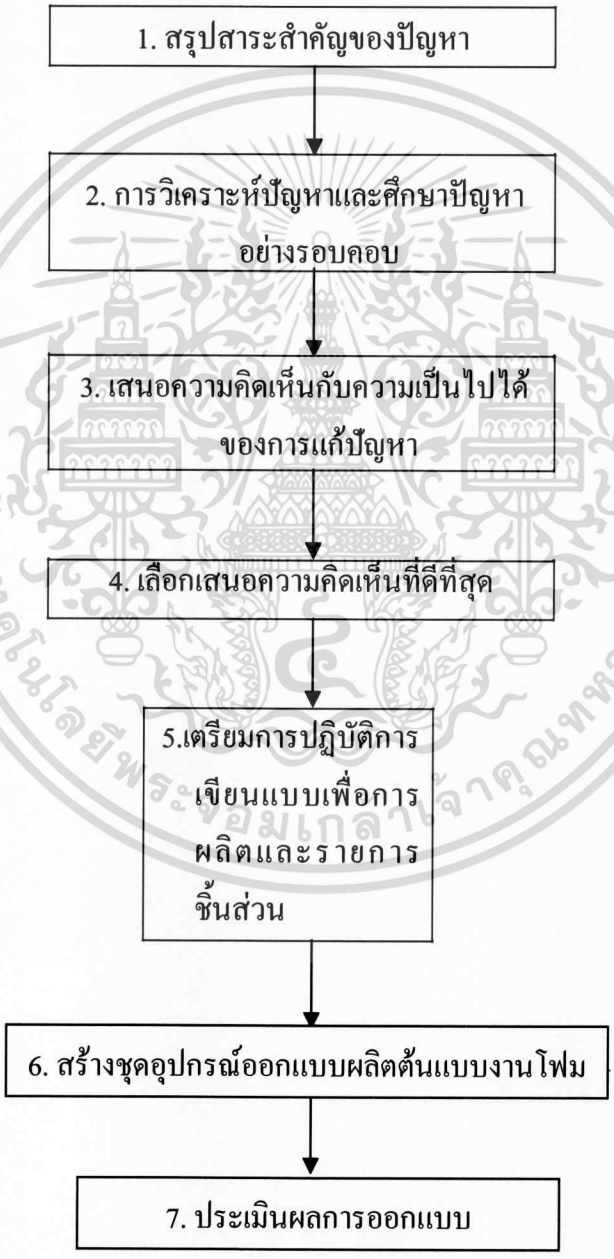
กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมเครื่องกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต

3.3.3 เมื่อทำหนังสือขอความอนุเคราะห์เพื่อการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลได้รับการตอบรับ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการไป สอบถาม ถ่ายภาพ และเก็บรวบรวมข้อมูลบันทึกลงแบบสำรวจด้วยตัวผู้วิจัยเอง จากกลุ่มตัวอย่างของผู้เชี่ยวชาญ

การสำรวจและรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจ และเก็บรวบรวมข้อมูล ตามแผนภาพดังต่อไปนี้ตามทฤษฎีกระบวนการออกแบบของ Ludington, 1988 : 10-18 (อ้างในนิรัช สุดสังข์. 2543. : 23)



ภาพที่ 3.1 แผนภาพแสดงกระบวนการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.1 สรุปได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการสรุปสาระสำคัญของปัญหา (Problem Brief) ผลิตภัณฑ์ชุดอุปกรณ์ออกแบบต้นแบบงานโฟม จากแบบประเมิน แบบตรวจสอบและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) ชุดอุปกรณ์ออกแบบต้นแบบงานโฟมแบบเดิม โดยอาศัยข้อมูลเบื้องต้นตอนที่ 1 และเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 3 เสนอข้อความคิดเห็น ความเป็นไปได้ของปัญหา (Propose Possible Solution) กับอาจารย์ที่ปรึกษา ร่างแบบร่างความเป็นไปได้โดยการแก้ปัญหาและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 4 เลือกเสนอความคิดเห็นที่ดีที่สุด (Choose The best I dials) จากผู้เชี่ยวชาญที่ดีที่สุดแล้วแก้ไขแบบร่างแต่ถ้าไม่ผ่านจะต้องไปทำการร่างแบบใหม่อีกครั้งหนึ่งและไว้ให้ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบอีก

ขั้นตอนที่ 5 เตรียมการปฏิบัติการเขียนแบบเพื่อการผลิตและรายการชิ้นส่วน (Prepare Workshop Drawing and Part List) เพื่อเตรียมความพร้อมไปสู่การผลิต

ขั้นตอนที่ 6 สร้างชุดอุปกรณ์ (Make Machine) เป็นการสร้างและผลิตชุดอุปกรณ์ออกแบบเพื่อทำต้นแบบงานโฟม หลังจากที่ได้ทำการเขียนแบบสร้างและผลิตกับผู้ผลิตที่ชำนาญการ

ขั้นตอนที่ 7 ประเมินการออกแบบ (Evaluate the Design) เพื่อประเมินชุดอุปกรณ์ออกแบบเพื่อผลิตต้นแบบงานโฟม

สรุปการศึกษารวบรวมข้อมูลแบ่งเป็นประเภทดังนี้

3.5.1 การศึกษารวบรวมข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่าง ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้ศึกษาโครงการได้เชิญผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการคัดเลือกรวมกันประเมินผลและตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบประเมินและนำแบบประเมินที่สมบูรณ์นำมาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาความถี่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำค่าคำนวณเทียบกับเกณฑ์

ในการแบ่งความหมายค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนนแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง มากที่สุด

3.50 - 4.49 หมายถึง มาก

2.50 – 3.49 หมายถึง ปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง น้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง น้อยที่สุด

3.5.2 นำข้อมูลจากแบบสำรวจมาทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้มาเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

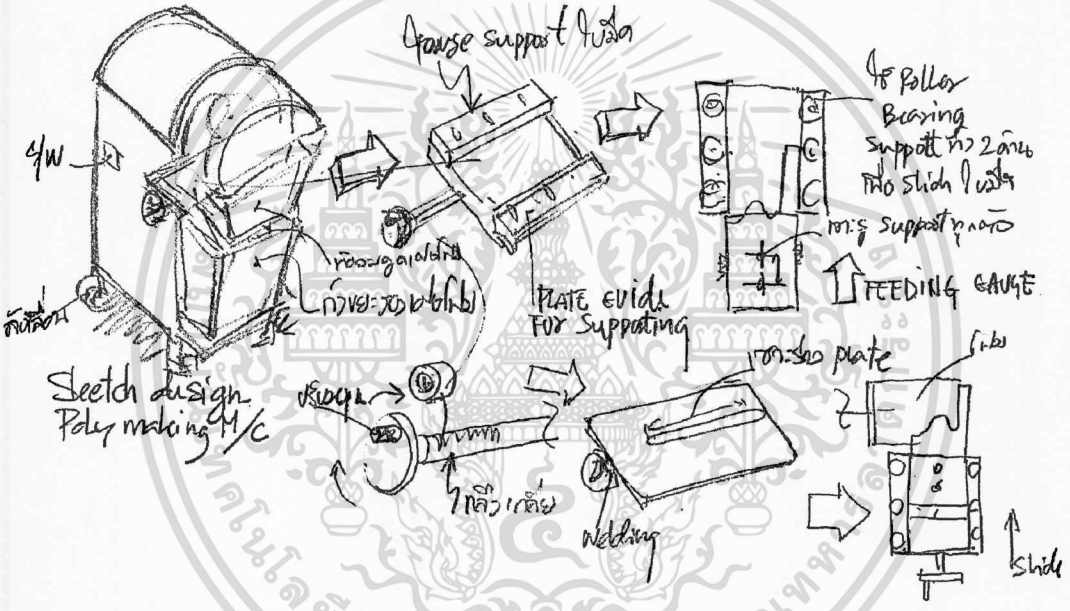
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

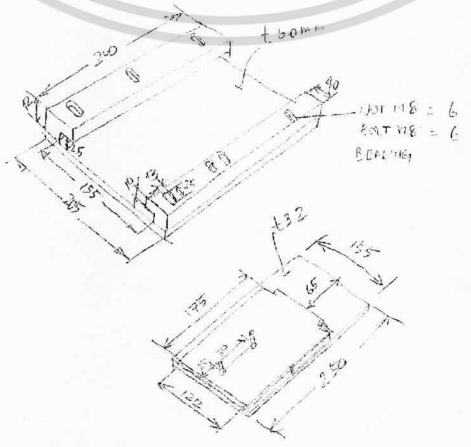
ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.4.1 การออกแบบ ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการดำเนินการแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

1. การสร้างแบบร่าง จากการศึกษาข้อมูลพบว่า ขนาดของผลิตภัณฑ์ใบมีดที่ใช้ในการกลึงฮุก (Hook) จะต้องมีความสัมพันธ์กันกับโฟมและมอเตอร์ที่ใช้ในการกลึง และขนาดสัดส่วนของใบมีด จะต้องมีความสัมพันธ์กับขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของฮุก และน้ำหนักของแม่พิมพ์ โดยที่ขนาดของฮุก เส้นผ่าศูนย์กลาง∅ 40 mm , ∅ 50 mm. , ∅ 63 mm., ∅ 80 mm. ,∅ 100 mm. ซึ่งเป็นมาตรฐานในการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมแม่พิมพ์รถยนต์ โดยผู้วิจัยได้นำผลจากการศึกษาข้อมูลมาใช้เพื่อประกอบแบบร่างเพื่อสร้างชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมดังภาพที่ 3.2

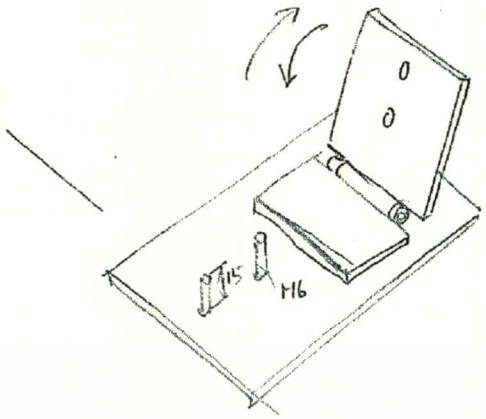


ภาพที่ 3.2 แบบร่างชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

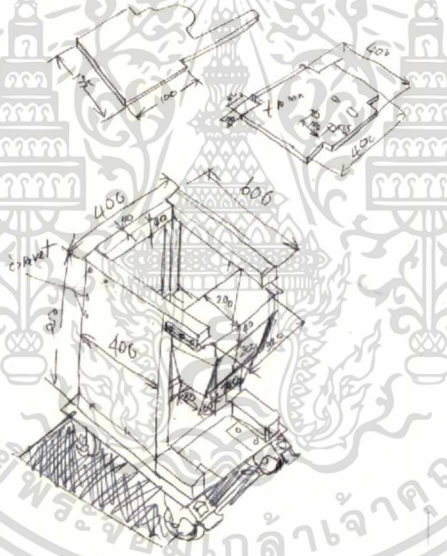


ภาพที่ 3.3 สเกต design เกจ Support สำหรับใบมีด

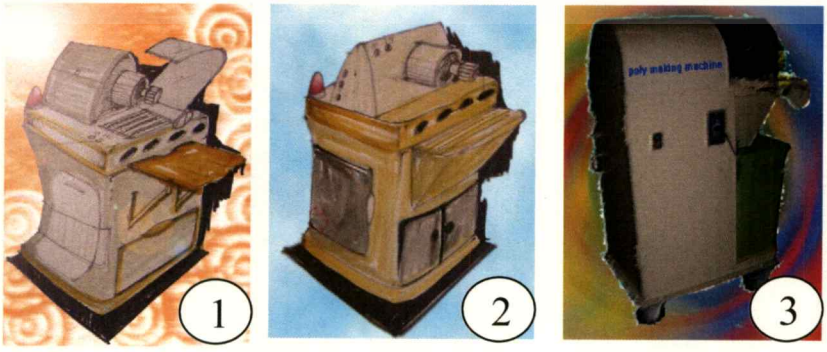
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 สเกต design ตัวล๊อคใบมีดสำหรับการกลึงฮุก



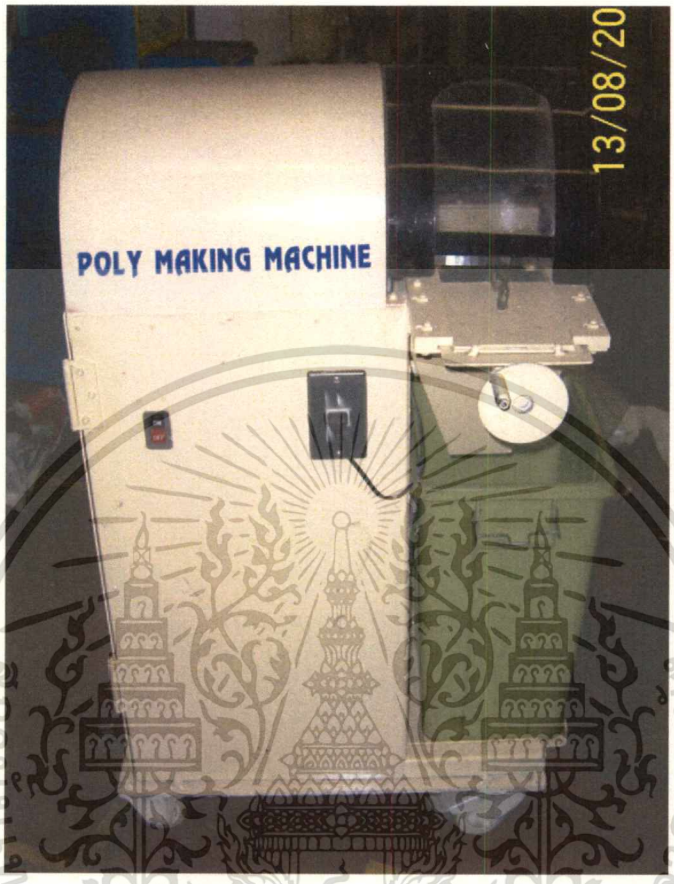
ภาพที่ 3.5 สเกต design ใบมีดและแท่นรองมอเตอร์เพื่อนำใบประกอบกับตัวเครื่อง



ภาพที่ 3.6 สเกต design แบบที่ 1 , 2 ,3 ของตัวเครื่องออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบจำนวน 3 ท่านทางด้านการออกแบบได้คัดเลือกแบบสเกต design แบบที่ 3 เพื่อการใช้เกจ Support ใบมีดเพื่อนำไปประกอบกับตัวเครื่อง



ภาพที่ 3.7 รูปแบบชุดอุปกรณ์กลึง

3.4.2 แบบตรวจสอบคุณภาพของโฟมที่ได้จากชุดอุปกรณ์กลึง

โดยการสร้างแบบตรวจสอบคุณภาพงานโฟมที่ผลิตด้วยชุดอุปกรณ์กลึง ผู้วิจัยได้กรอบแนวคิดของ เสรี ยูนิพันธ์ จรูญ มหิทธาฟองกุล และดำรง ทวีแสงสกุลไทย โดยใช้ใบตรวจสอบเหตุผลที่ไม่ยอมรับ (Itemized defect check sheet) มาใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

3.5.2.1 ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม แล้วตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้และนำคะแนนไปวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

1. การวิเคราะห์ข้อมูลของขนาดใบมีดที่จะนำมาทำเป็นอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม โดยการสำรวจจากแบบมาตรฐานการออกแบบฮุก (Hook) ของบริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อนำมาออกแบบใบมีดเพื่อการกลึงโฟม

2. ประเมินรูปแบบของชุดอุปกรณ์กลึงฮุก (Hook) และตรวจสอบคุณภาพงานโฟมสำหรับกลึงฮุกเพื่อการผลิตว่ามีความเหมาะสมกับการใช้งานโดยใช้ประชากรเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต ตลอดจนตรวจสอบคุณภาพงานโฟมสำหรับกลึงฮุก (Hook) เพื่อการผลิตโดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ร้อยละ(%)

3.5.2.2 เกณฑ์การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยในเกณฑ์ดังต่อไปนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง มากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง มาก

2.50 – 3.49 หมายถึง ปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง น้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง น้อยที่สุด

3.5.2.3 ตรวจสอบคุณภาพงานโฟมโดยใช้ใบตรวจสอบเหตุผลที่ไม่ยอมรับ (Itemized defect check sheet) มาใช้ในการวิจัย

3.5.2.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

1. การหาค่าร้อยละ (%)
2. การหาค่าเฉลี่ย (Mean)
3. การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ผู้ศึกษาโครงการได้ เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลของขนาดใบมีดที่จะนำมาทำเป็นชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม โดยสำรวจจากแบบมาตรฐานการออกแบบขนาดของฮุก (Hook) ของบริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากแบบมาตรฐานการออกแบบขนาดของฮุก Hook ที่สำรวจได้มาทำการออกแบบรูปแบบของใบมีดขนาดตามมาตรฐานเพื่อใช้สำหรับออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม การออกแบบรูปแบบของใบมีดจึงต้องเหมาะสมกับแบบมาตรฐานการออกแบบขนาดของ Hook ของบริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อนำไปใช้ในการตรวจคุณภาพงานโฟมโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิตในขั้นตอนต่อไป

4.2 ประเมินรูปแบบของชุดอุปกรณ์กลึงฮุก (Hook) และการตรวจสอบคุณภาพงานโฟมสำหรับกลึงฮุก(Hook) เพื่อการผลิตว่าเหมาะสมกับการใช้งานโดยใช้ประชากรเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอุตสาหการและการผลิตที่ใช้ในการประเมินถึงการออกแบบรูปแบบการใช้งานของชุดอุปกรณ์กลึงฮุก (Hook) ตลอดจนตรวจสอบคุณภาพงานโฟมสำหรับกลึงฮุก (Hook) เพื่อการผลิต โดยการวิเคราะห์เป็นค่าสถิติ

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลของขนาดใบมีดที่จะนำมาทำเป็นชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

4.1.1 ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจขนาดของฮุกที่จะนำมาทำการผลิตเป็นใบมีดเพื่อการผลิตโดยนำมาตรฐานการผลิตจากมาตรฐานในบริษัทฯ โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด

4.1.2 นำมาตรฐานที่ได้มาทำการเขียนแบบขนาดของใบมีดเพื่อทำการผลิตโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยการใช้สเกล 1:1 พล็อตลงในกระดาษไข แล้วนำมาทำการผลิตใบมีดในการกลึงฮุก Hook ตามขนาดมาตรฐาน หลังจากนั้นได้นำขนาดของใบมีทำการผลิตชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมจำนวน 5 ชิ้น เพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบคุณภาพงานโฟม โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิตในขั้นตอนต่อไป โดยขนาดของใบมีดจะต้องมีความสัมพันธ์กับวัสดุที่ใช้ในการผลิตทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า และวิศวกรรมเครื่องกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ประเมินรูปแบบของชุดอุปกรณ์กลึงฮุกและการตรวจสอบคุณภาพงานโฟมสำหรับกลึงฮุก

4.2.1 ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบชุดอุปกรณ์กลึง และนำแบบที่ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบทำการคัดเลือกแบบเพื่อการผลิตจำนวน 3 แบบ โดยชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมจะต้องนำไปติดที่ตัวเครื่องเพื่อเป็นฐานของโครงสร้างในการทำงาน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบจำนวน 3 ท่านทางด้านการออกแบบโดยทำการวิเคราะห์และเลือกแบบเพื่อการผลิตให้มีความเหมาะสมกับชุดอุปกรณ์ที่จะนำไปทำการติดตั้งกับเครื่องออกแบบ ตลอดจนรูปร่างของแบบที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบมา

4.2.2 หลังจากที่ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบได้ทำการเลือกแบบที่ได้จากการออกแบบแล้ว ผู้วิจัยได้นำแบบที่ได้ นำไปทำการผลิตชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมตามแบบที่เขียนออกมา โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการเขียนแบบและทำการผลิตชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมจากนั้นได้ทำการประเมินชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม เพื่อตรวจสอบคุณภาพงานโฟมต้นแบบที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึง

การออกแบบชุดอุปกรณ์และการตรวจสอบคุณภาพงานโฟม	$\overline{X}$ (n=12)	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ด้านการออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึง 1. ชุดอุปกรณ์กลึงฮุกด้านการออกแบบมีความเหมาะสม	4.33	0.49	มาก
2. การออกแบบและพัฒนาของชุดอุปกรณ์กลึงมีความแตกต่างไปจากเดิม	3.41	0.51	ปานกลาง
3. ใบมีดที่ใช้ในการกลึงฮุกมีการออกแบบตามมาตรฐานที่กำหนด	4.83	0.38	มากที่สุด
4. การใช้งานในการปรับหมุนเพื่อเลื่อนใบมีดในการกลึงสามารถทำได้ดีกว่าเดิม	4.83	0.38	มากที่สุด
5. ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้มีความสัมพันธ์กับใบมีดที่ใช้ในการกลึง	4.33	0.49	มาก
รวมด้านการออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึง	4.35	0.15	มาก
ด้านคุณภาพงานโฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึงจากการวัดขนาดและลักษณะทั่วไป 1. คุณภาพงานโฟมที่ทำการกลึงออกมาเพื่อการตรวจสอบสามารถนำไปใช้ได้ในขั้นตอนการหล่อแม่พิมพ์	4.41	0.51	มาก
2. ลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ นูน	4.33	0.49	มาก
3. ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ	4.25	0.45	มาก
4. ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม	4.41	0.51	มาก
5. คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟม	4.25	0.45	มาก
6. ลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์	4.33	0.49	มาก
รวมด้านคุณภาพงานโฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึงจากการวัดขนาดและลักษณะทั่วไป	4.33	0.22	มาก
รวม	4.34	0.11	มาก

จากตารางที่ 4.1 ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต จำนวน 12 ท่าน ในด้านการออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึงและ ด้านคุณภาพงานโฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึง พบว่า ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดอุปกรณ์กลึงฮุกด้านใบมีดที่ใช้ในการกลึงฮุกมีการออกแบบตามมาตรฐานที่กำหนดและการใช้งานในการปรับหมุนเพื่อเลื่อนใบมีดในการกลึงสามารถทำได้ดีกว่าเดิม อยู่ในระดับมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

($\overline{X}$ = 4.83, S.D. = 0.38 ชุดอุปกรณ์กลึงสุกด้านการออกแบบมีความเหมาะสม และความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้มีความสัมพันธ์กับใบมีดที่ใช้ในการกลึงมีความเหมาะสมในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.33, S.D. = 0.49) รวมด้านการออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึงอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.35, S.D. = 0.15) ด้านคุณภาพงานโฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึงจากการวัดขนาดและลักษณะทั่วไปอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.33, S.D. = 0.22)

4.2.3 ตรวจสอบคุณภาพงานโฟมและคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางด้านการผลิตจำนวน 3 ท่าน

ตารางที่ 4.2 ตรวจสอบคุณภาพงานโฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของฮุก Hook (mm.)	ยอมรับ Accepted		ไม่ยอมรับ Rejected	
	ความถี่	ร้อยละ%	ความถี่	ร้อยละ%
ผลิตภัณฑ์ฮุกขนาด ∅ 40 mm.	20	100	0	0
ผลิตภัณฑ์ฮุกขนาด ∅ 50 mm.	20	100	0	0
ผลิตภัณฑ์ฮุกขนาด ∅ 63 mm.	19	95	1	5
ผลิตภัณฑ์ฮุกขนาด ∅ 80 mm.	18	90	2	10
ผลิตภัณฑ์ฮุกขนาด ∅ 100 mm.	17	85	3	15

จากตารางที่ 4.2 พบว่า คุณภาพผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 40 mm.ที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม อยู่ในระดับที่ยอมรับได้คิดเป็นร้อยละ 100 ความถี่ 20 คุณภาพผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 50 mm.ที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม อยู่ในระดับที่ยอมรับได้คิดเป็นร้อยละ 100 ความถี่ 20 คุณภาพผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 63 mm.ที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม อยู่ในระดับที่ยอมรับได้คิดเป็นร้อยละ 95 ความถี่ 19 คุณภาพผลิตภัณฑ์ฮุก Hook ขนาด ∅ 80 mm.ที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม อยู่ในระดับที่ยอมรับได้คิดเป็นร้อยละ 90 ความถี่ 18 คุณภาพผลิตภัณฑ์ฮุก Hook ขนาด ∅ 100 mm.ที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม อยู่ในระดับที่ยอมรับได้คิดเป็นร้อยละ 85 ความถี่ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 40 mm.

คุณลักษณะของคุณภาพงานโฟม ผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 40 mm.	ยอมรับ Accepted		ไม่ยอมรับ Rejected	
	ความถี่	ร้อยละ%	ความถี่	ร้อยละ%
ลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ	20	100	0	0
ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ	20	100	0	0
ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม	20	100	0	0
คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟม	20	100	0	0
ลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์	20	100	0	0

จากตารางที่ 4.3 พบว่าคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟม ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 40 mm. ที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ประกอบด้วยลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ,ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ,ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม,คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟมและลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์ อยู่ในระดับที่ยอมรับได้คิดเป็นร้อยละ 100 ความถี่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 50 mm

คุณลักษณะของคุณภาพงานโฟม ผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 50 mm.	ยอมรับ Accepted		ไม่ยอมรับ Rejected	
	ความถี่	ร้อยละ%	ความถี่	ร้อยละ%
ลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ	20	100	0	0
ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ	20	100	0	0
ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม	20	100	0	0
คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟม	20	100	0	0
ลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์	20	100	0	0

จากตารางที่ 4.4 พบว่าคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟม ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 50 mm. ที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ประกอบด้วยลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ,ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ,ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม,คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟมและลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์ อยู่ในระดับที่ยอมรับได้คิดเป็นร้อยละ 100 ความถี่ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 63 mm.

คุณลักษณะของคุณภาพงานโฟม ผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 63 mm.	ยอมรับ Accepted		ไม่ยอมรับ Rejected	
	ความถี่	ร้อยละ%	ความถี่	ร้อยละ%
ลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ	19	95	1	5
ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ	19	95	1	5
ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม	19	95	1	5
คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟม	19	95	1	5
ลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์	19	95	1	5

จากตารางที่ 4.5 พบว่าคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟม ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 63 mm. ที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ประกอบด้วยลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ,ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ,ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม,คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟมและลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์ อยู่ในระดับที่ยอมรับได้คิดเป็นร้อยละ 95 ความถี่ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 80 mm.

คุณลักษณะของคุณภาพงานโฟม ผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 80 mm.	ยอมรับ Accepted		ไม่ยอมรับ Rejected	
	ความถี่	ร้อยละ%	ความถี่	ร้อยละ%
ลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ	18	90	2	10
ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ	18	90	2	10
ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม	18	90	2	10
คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟม	18	90	2	10
ลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์	18	90	2	10

จากตารางที่ 4.6 พบว่าคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟม ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 80 mm. ที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ประกอบด้วยลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ,ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ,ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม,คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟมและลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์ อยู่ในระดับที่ยอมรับได้คิดเป็นร้อยละ 90 ความถี่ 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 100 mm.

คุณลักษณะของคุณภาพงานโฟม ผลิตภัณฑ์ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 100 mm.	ยอมรับ Accepted		ไม่ยอมรับ Rejected	
	ความถี่	ร้อยละ%	ความถี่	ร้อยละ%
ลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ	17	85	3	15
ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ	17	85	3	15
ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม	17	85	3	15
คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟม	17	85	3	15
ลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์	17	85	3	15

จากตารางที่ 4.7 พบว่าคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟม ฮุก (Hook) ขนาด ∅ 100 mm. ที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ประกอบด้วยลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ,ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ,ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม,คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟมและลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์ อยู่ในระดับที่ยอมรับได้คิดเป็นร้อยละ 85 ความถี่ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การออกแบบในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม จะกล่าวโดยสรุปถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการดำเนินการวิจัย สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลข้อเสนอแนะโดยประกอบด้วยข้อเสนอแนะทั่วไปและข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยดังต่อไปนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

5.3 สรุปผลการวิจัย

5.4 การอภิปรายผล

5.5 ข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1 เพื่อศึกษาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมสำหรับหล่อแม่พิมพ์รถยนต์

5.1.2 เพื่อพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึงฮุกสำหรับเครื่องผลิตต้นแบบงานโฟม

5.1.3 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของโฟมต้นแบบที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึง

5.2 วิธีดำเนินการวิจัย

5.2.1 ประชากร

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งที่จะศึกษาและพัฒนาตลอดจน ค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับระบบการทำงานของชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมมาวิเคราะห์ โดยนำข้อมูลและปัญหาเบื้องต้นมารวบรวมสรุป เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบแก้ไขปัญหาและสร้างแบบสอบถามพร้อมทั้งตรวจสอบคุณภาพงานโฟมที่ผลิตออกมา โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต จำนวน 12 ท่าน

5.2.1.1 ประชากร ได้แก่

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเพื่อศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมโดยแบ่งเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต จำนวน 12 ท่าน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 3 ท่านคือ

1) คุณภูวดล วงศ์คำลือ บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด
2) คุณจักรพันธ์ รัตนจีนะ บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด
3) คุณไพรัตน์ รุ่งเรือง บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้า จำนวน 3 ท่านคือ

1) คุณสมบัติ ประพฤตถ้อย บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด
2) คุณสุพจน์ ชินะกุล บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด
3) คุณศุภชัย ไทยเสรีกุล บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด

กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมเครื่องกล จำนวน 3 ท่านคือ

1) คุณสุรพงษ์ เอกจิตร บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด
2) คุณสมเลิศ วสุธากีรตินันท์ บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด
3) คุณเอกรัตน์ เปรมกมล บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด

กลุ่มที่ 4 คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต จำนวน 3 ท่านคือ

1) คุณพีระยศ ใจชื้น บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด
2) คุณบัลลังก์ สิกขากูล บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด
3) คุณต้องรัก อุ้มอ้น บริษัท โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด

5.2.1.2 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ ผลิตภัณฑ์ฮุกที่ได้ผ่านการผลิตออกมาจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมโดยแบ่งตามขนาดมาตรฐานที่ใช้จำนวน 100 ชิ้น ดังนี้

1 ผลิตภัณฑ์ฮุกขนาด ∅ 40 mm. จำนวน 20 ชิ้น
2 ผลิตภัณฑ์ฮุกขนาด ∅ 50 mm. จำนวน 20 ชิ้น
3 ผลิตภัณฑ์ฮุกขนาด ∅ 63 mm. จำนวน 20 ชิ้น
4 ผลิตภัณฑ์ฮุกขนาด ∅ 80 mm. จำนวน 20 ชิ้น
5 ผลิตภัณฑ์ฮุกขนาด ∅ 100 mm. จำนวน 20 ชิ้น

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้ไปทำการแยกแยะวิเคราะห์ สรุปผลให้ทราบถึงความต้องการของผู้ใช้งาน เครื่องออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมเพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งานที่เหมาะสม แล้วได้นำข้อมูลจากการวิเคราะห์ไปทำการศึกษาและพัฒนาการออกแบบอีกต่อไป

5.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์มีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึงโฟมของชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม โดยมีสิ่งที่ต้องการจะศึกษาดังนี้

5.2.2.1 มาตรฐานของฮุกที่ใช้ในการสำรวจ

5.2.2.2 ขนาดของใบมีดที่นำมาผลิตสำหรับกลึงโฟม ประกอบด้วย เส้นรอบวง รัศมี ความกว้าง ความหนา ความยาว และน้ำหนักของฮุกที่จะนำไปหล่อต้องรับแรงได้ถูกต้องตามมาตรฐานกับแม่พิมพ์

5.2.2.3 คุณภาพของงานโฟมที่ทำการผลิตออกมา

5.2.2.4 การสร้างเครื่องมือ

1 การสร้างแบบสำรวจ

1.1 ศึกษาตำราเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของชุดอุปกรณ์

1.2 ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

1.3 ศึกษาและกำหนดประเด็นของแบบสำรวจ

1.4 ทำการปรับปรุงและสร้างแบบสำรวจตามประเด็นที่ศึกษา

นำแบบสำรวจที่สร้างเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมสาระนิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และคำแนะนำในการปรับปรุงแบบสำรวจ

5.2.2.5 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คุณจิรายุ ปิยะสุทธิ์ หัวหน้าฝ่ายวิศวกรรม บริษัทโอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด

คุณสุพจน์ ชินะกุล หัวหน้าฝ่ายซ่อมบำรุง บริษัทโอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด

5.3 สรุปผลการวิจัย

5.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลของขนาดใบมีดที่จะนำมาทำเป็นชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ ที่จะนำวัสดุมาทำเป็นใบมีดเพื่อการผลิตชุดอุปกรณ์กลึงฮุก พบว่าขนาดของใบมีดที่จะนำมาทำเป็นวัสดุสำหรับกลึงฮุก จะต้องได้ตามมาตรฐานที่กำหนด วัสดุที่นำมาใช้จะต้องมีความสัมพันธ์กับวัสดุโฟมและความเร็วรอบของมอเตอร์ ขนาดของฮุกที่มีขนาด ∅ 40 , ∅ 50 ที่มีขนาดเล็กมีความสัมพันธ์ในการกลึงกับความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ดีกว่าฮุกที่มีขนาดใหญ่กว่า คือ ขนาด ∅ 63 , ∅ 80 , ∅ 100 และอีกประการหนึ่งคือ ตัวยึดจับที่เป็นตะปูเกลียว ไม่สามารถรับแรงเหวี่ยงเพื่อการเกาะยึด เพราะน้ำหนัก แรง และความเร็วรอบที่มากระทำต่อโฟม มีมากกว่าฮุกที่มีขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 ประเมินรูปแบบของชุดอุปกรณ์กลึงฮุกและการตรวจสอบคุณภาพงานโฟมสำหรับกลึงฮุก ผลจากการสเกตดีไซน์ ทั้งสามแบบจากผู้วิจัยเพื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเลือกแบบเพื่อการผลิตโดยความเห็นทั้งสามท่าน ด้านการออกแบบได้มีความเห็นเหมือนกันที่เลือกแบบที่สามในการผลิต เพราะสามารถที่จะผลิตงานได้ดีกว่าแบบอื่น

การประเมินคุณภาพของงานโฟมและใบมีดสำหรับกลึงฮุกทั้ง 5 ขนาดที่ผู้วิจัยได้สำรวจมาเพื่อทำการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึงโดยการกลึงโฟม ชุดอุปกรณ์กลึงนั้นจะต้องมีความสัมพันธ์กันทั้งในด้านความเร็วรอบ ใบมีดที่ใช้ในการกลึง ที่จัดยึดโฟมเพื่อการกลึง เพื่อให้ได้คุณภาพของใบมีดและคุณภาพของงานโฟมที่ได้ผลิตออกมา

การประเมินคุณภาพของชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม โดยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 12 ท่าน จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญพบว่าคุณภาพของชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม เมื่อพิจารณาในด้านการออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึงแล้วพบว่าชุดอุปกรณ์กลึงมีความเหมาะสมกับงานผลิตต้นแบบงานโฟมได้เป็นอย่างดีโดยมีระดับความคิดเห็นในการประเมินคุณภาพของระดับมาก ในด้านคุณภาพงานโฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึงนั้นผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่ามีระดับความเหมาะอยู่ในระดับมากเช่นกัน เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมของการออกแบบชุดอุปกรณ์และการตรวจสอบคุณภาพงานโฟมแล้วจะพบว่าอยู่ในระดับมาก

การประเมินคุณภาพของงานโฟมจากคุณลักษณะทั่วไป จะพบว่าในการกลึงฮุกทั้ง ห้า ขนาดนั้น คุณภาพของงานโฟมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ∅ 40 , ∅ 50 , ∅ 63 , ∅ 80 , ∅ 100 จากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมที่พัฒนาแล้วนั้น จะให้คุณภาพแตกต่างกันโดยจากคุณลักษณะทั่วไปของงานโฟมที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ∅ 40 , ∅ 50 จะได้งานโฟมที่มีคุณภาพดีมีความเสียหายของชิ้นงานน้อยมาก ส่วนคุณลักษณะทั่วไปของงานโฟมที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ∅ 63 , ∅ 80 , ∅ 100 นั้นจะได้งานโฟมที่มีคุณภาพน้อยกว่างานโฟมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ∅ 40 , ∅ 50

5.3 การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่ได้ทำการศึกษาผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายผลโดยสรุปดังนี้

รูปแบบของชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมสำหรับกลึงฮุกผลจากการสเกตดีไซน์ทั้งสามแบบจากผู้วิจัยเพื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเลือกแบบเพื่อการผลิตโดยความเห็นทั้งสามท่าน ด้านการออกแบบได้มีความเห็นเหมือนกันที่เลือกแบบที่สามในการผลิต เพราะสามารถที่นำไปผลิตเป็นชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมได้ดี โดยที่เครื่องต้นแบบที่สามนี้สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ผลิตได้ง่ายกว่าแบบอื่นเนื่องจาก รูปร่าง รูปทรง สีที่ใช้ มีความลงตัวและเหมาะสมที่จะผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม ตัวชุดอุปกรณ์สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยขณะใช้งานตามกรอบแนวความคิดของ (นรินทร วิภาดา,2539 : 89 – 90)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากขนาดของฮุกทั้ง 7 แบบที่ผู้วิจัยได้สำรวจมาเพื่อนำมาผลิตใบมีดสำหรับกลึงฮกของชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมเป็นมาตรฐานของ บริษัทฯ โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด เมื่อผู้วิจัยสำรวจข้อมูลแล้วพบว่าขนาดของฮุกที่เหมาะสมสำหรับชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมที่พัฒนาขึ้นแล้วมี 5 ขตนาด คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ∅ 40 , ∅ 50 , ∅ 63, ∅ 80 , ∅ 100 เมื่อได้ขนาดมาตรฐานของฮุกที่เหมาะสมแล้ว 5 ขนาด จึงส่งผลให้ชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมจะต้องมีขนาดของใบมีด 5 ขนาดตามมาตรฐานของฮุกที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ (เสรี ยูนิพันธ์ จรูญ มหิทธาฟองกุล และดำรง ทวีแสงสกุลไทย : 2)ได้กล่าวถึงการตรวจสอบคุณภาพโดย ในการกลึงขนาดของโฟมแต่ละขนาดนั้นจะต้องเลื่อนใบมีดเข้าด้วยความเร็วที่สม่ำเสมอถ้ามีความเร็วมากเกินไปจะทำให้เกิดการติดขัดระหว่างใบมีดและโฟมทำให้คุณภาพของงานโฟมเป็นเส้นและมีรอยลึก ทำให้เกิดความเสียหายต่อโฟมได้ ส่วนคุณภาพและคุณลักษณะของงานโฟมที่ได้จากการกลึงฮุกแล้วนั้น พบว่าชุดอุปกรณ์กลึงฮุกมีความเหมาะสมและแตกต่างไปจากเดิม ใบมีดที่ใช้มีการออกแบบตามมาตรฐานที่กำหนดและมีความสัมพันธ์กันกับความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้ในการกลึง เมื่อได้ผลิตภัณฑ์งานโฟมที่ได้ทำการกลึงออกมาแล้วมีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในขั้นตอนการหล่อแม่พิมพ์ คุณภาพของงานโฟมที่ผ่านการกลึงไม่มีรอย การยุบ บุบ นูน และผิวงานมีความเรียบสม่ำเสมอ และไม่มีรอยแตกของโฟม

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

ข้อเสนอแนะจากการศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมผู้วิจัยขอนำเสนอดังนี้

1. ด้านการใช้งาน จากการศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมนั้นผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตออกมาจากชุดอุปกรณ์กลึงนั้นด้านการใช้งาน ของเครื่องกลึงฮุกควรมีการศึกษาวิธีการใช้งานก่อนทุกครั้งและควรเลือกโฟมให้ตรงกับขนาดของใบมีดที่จะทำการกลึงฮุกเพื่อให้ได้คุณภาพของงานโฟมที่ผลิตออกมาได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

2. ในการใช้ใบมีดเพื่อการกลึงงานทุกครั้งควรปิดฝาครอบก่อนทำการกลึงเพื่อป้องกันอันตรายจากการทำงานและควรสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและผ้าปิดจมูกเพื่อป้องกันฝุ่นละอองของเศษโฟม

3. ในการเลื่อนใบมีดเพื่อทำการกลึงโฟมควรทำด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันการติดขัดของโฟมและใบมีด เนื่องจากอุปกรณ์จับยึดโฟมและความเร็วรอบของมอเตอร์มีการทำงานไม่สัมพันธ์กันกับขนาดของโฟมแต่ละขนาด

4. ขนาดของโฟมที่ได้ผ่านการกลึงด้วยชุดอุปกรณ์กลึงควรมีค่าเผื่อในการทำงานเช่น ขนาด ∅ 80 ในการกลึงทุกครั้งต้องมีค่าเผื่อในการกลึงคือ ∅ 80 + 5 เนื่องจากงานโฟมต้นแบบที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปหล่อโลหะมีการหดตัวของเหล็กหล่อในกระบวนการทำงานของโรงหล่อโลหะ ดังนั้นงานที่ได้จากการกลึงด้วยชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมต้องมีค่าเผื่อที่สามารถยอมรับได้

5. หากเกิดไฟรั่วในระบบการทำงานควรมีการต่อสายดินให้กับชุดอุปกรณ์ออกแบบ หรือใส่รองเท้ายางพื้นหนาเพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวผู้ใช้

6. ในกรณีที่ใช้งานชุดออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมแล้วมีปัญหาเกี่ยวกับชิ้นงานโฟมหลุดกระเด็นออกมาไม่ควรเปิดฝาครอบโดยทันทีเพื่อป้องกันเศษวัสดุถูกร่างกายของผู้ใช้งาน ควรปิดสวิทซ์ไฟฟ้าและให้มอเตอร์หยุดเองอย่างช้าๆ

7. ไม่ควรนำชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมเสียบปลั๊กรวมกับอุปกรณ์อื่นเพื่อป้องกันการใช้กระแสไฟฟ้าเกิน

5.4.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

1. เศษงานโฟมที่ผ่านการกลึงมีปัญหาเกี่ยวกับการกระจายตัวของเศษโฟมเนื่องจากเศษโฟมมีน้ำหนักเบาทำให้พื้นที่สกปรก ควรหาที่กับเก็บเศษโฟมเพื่อป้องกันการกระจายตัวของโฟมซึ่งวัสดุที่จะนำมาใส่เศษโฟมจะต้องใช้ถุงที่มีอากาศกระจายตัวออกได้ดี

2. ลักษณะของใบมีดที่ใช้ในการกลึงหลังจากใช้งานไปนานๆ จะไม่มีความคมและจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดเป็นรอยครูดลึกและทำให้คุณภาพงานโฟมไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ดังนั้นควรที่จะใช้เหล็กวัสดุที่มีความแข็งมากกว่าปัจจุบันและมีความคงทนสูง

3. ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ หากต้องการให้สามารถที่จะกลึงสุกให้ได้ตามมาตรฐานทั้งหมด 7 ขนาด ควรที่จะออกแบบที่จับยึดงานโฟมให้ดีกว่าเดิมและความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้ต้องมีขนาด 1 แรงขึ้นไป (ปัจจุบันมอเตอร์ที่ใช้ ขนาด ½ แรง) เพื่อให้สามารถมีแรงในการกลึงโฟมที่มีขนาดใหญ่ได้ และหากต้องการที่จะให้เศษโฟมเข้าที่กักเก็บโดยไม่ฟุ้งกระจาย ควรใช้โบโว่สำหรับติดตั้งบริเวณที่รับเศษโฟมที่กระจายตัวออกจากการกลึง และใช้วัสดุผ้าที่มีความพรุนเพื่อรองรับเศษโฟมได้ดีและไม่ทำให้เศษโฟมฟุ้งกระจายออกจากที่เก็บเศษโฟม

4. ถ้าต้องการที่จะทำการกลึงงานโฟมในรูปแบบอื่น สามารถออกแบบใบมีดให้ได้ตามลักษณะต่าง ๆได้ เช่น การกลึงโฟมให้เป็นรูปทรงกลม รูปทรงกระบอก รูปทรงของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่เป็นรูปทรงเรขาคณิต เช่น ขวด แก้ว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กัญจนา ตระกูลคู. 2533. **เทคโนโลยีโพลิเมอร์.** พิมพ์ครั้งที่ 2 พฤศจิกายน. กรุงเทพฯ : เอ็กเพรส มีเดีย.

จำรูญ ตันติพิศาลกุล.2545. **การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 1.** พิมพ์ครั้งที่ 3 (ปรับปรุงใหม่) กรุงเ ทพฯ : เอส อาร์ พริ้นติ้ง แมสโปรดักส์.

ณรงค์ ชอนตะวัน. 2531. **มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ.** กรุงเทพฯ : เอราวัณการพิมพ์.

นิรัช สุดสังข์. 2548. **ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

บรรเลง ศรนิล. 2535. **เทคโนโลยีพลาสติก.** พิมพ์ครั้งที่ 8 ธันวาคม. กรุงเทพฯ : ดวงกมลสมัย.

ประสิทธิ์ กันปี. 2532. **การควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า.** พิมพ์ครั้งที่ 4 ธันวาคม. กรุงเทพฯ : บุ๊คเซนเตอร์.

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์.2530. **พลาสติก.** พิมพ์ครั้งที่ 8 กรุงเทพฯ : มิตรนราการพิมพ์.

พิชิต สุขเจริญพงษ์ และคณะ. **เทคนิคการผลิตแบบญี่ปุ่น.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

มนัส สถิรจินดา. 2529. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. **เหล็กกล้า.** พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพฯ

มานพ ตันตระบัณฑิตย์.2542 **ความรู้พื้นฐานช่างอุตสาหกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 2 มิถุนายน 2542. กรุงเทพ : ประชาชน.

มานพ ตันตระบัณฑิตย์.2545 **วัสดุวิศวกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 9 กรกฎาคม 2545. กรุงเทพ : ประชาชน.

รจนา จันทราสา. 2547. "การพัฒนาและสร้างเครื่องพอกแป้งสำหรับงานหัตถกรรมพอกโฟม" สาระนิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย,สจล.

อุดมศักดิ์ สาริบุตร. **ออกแบบอุตสาหกรรม 6.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Plant manager magazine : 18-20 June – July 2005

http://www.sd.co.th

http://www.misumi.co.th

http://www.sankyo.co.th

http://www.ogihara.co.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสำรวจชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

แบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อการวิจัย

ผลการตรวจสอบคุณภาพงานโฟม

ภาคผนวก ข เขียนแบบเพื่อการผลิต

ภาคผนวก ค ภาพผลงาน

ภาพเครื่องออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมแบบเดิม

ภาพเครื่องกลึงงานประเภทต่างๆ

ภาพผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึง

ภาคผนวก ง หนังสือราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

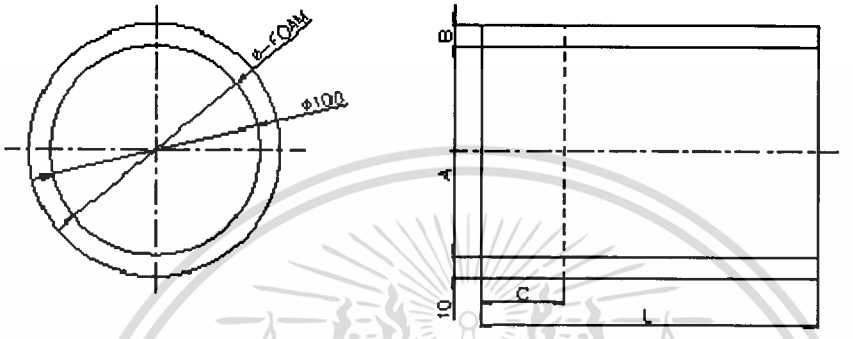
ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสำรวจขนาดของโฟมและใบมีดเพื่อการกลึงฮุกประกอบการทำวิจัย

การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

1.รูปภาพขนาดของโฟมเพื่อนำในผลิตใบมีดเพื่อการกลึง



ขนาดโฟม	ขนาดโฟมมาตรฐานสำหรับการกลึงฮุก และใบมีดที่ใช้สำหรับงานกลึง				
	ระยะ (A)	ระยะ (B)	ระยะ (C)	ระยะ (L)	ขนาดใบมีดที่ใช้
Ø 40					
Ø 50					
Ø 63					
Ø 80					
Ø 100					
Ø 125					
Ø 140					

2. ลักษณะของโฟมต้นแบบ

.....

3. ลักษณะของใบมีด

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อการวิจัย
เรื่อง
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

คำชี้แจง ขอความกรุณาท่านได้พิจารณาตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริง เพื่อที่จะได้นำข้อมูลที่ท่านตอบแบบสอบถามไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในโอกาสต่อไปและจะถือเป็นความลับในทุกๆ กรณี สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อศึกษาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมสำหรับหล่อแม่พิมพ์รถยนต์
2. เพื่อพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึงฮุกสำหรับการผลิตต้นแบบงานโฟม
3. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของโฟมต้นแบบที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึง

แบบสอบถามนี้แบ่งเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลการออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึงฮุกสำหรับการผลิตต้นแบบงานโฟมและ การตรวจสอบคุณภาพของโฟมต้นแบบที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึงเพื่อหาคุณภาพของงานโฟม

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

หมายเหตุ ระดับค่าคะแนนความคิดเห็น

5 หมายถึง ระดับมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับมาก

3 หมายถึง ระดับปานกลาง

2 หมายถึง ระดับน้อย

1 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

<u>คำชี้แจง</u> กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ☐ ที่ตรงกับความเป็นจริง

---

1. ผู้ตอบแบบสอบถามเป็น

   ☐ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

   ☐ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

   ☐ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมเครื่องกล

   ☐ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต

2. ประสบการณ์ในการทำงาน

   ☐ 1 – 5 ปี

   ☐ 6 - 10 ปี

   ☐ 11 ปีขึ้นไป

3. แนวความคิดของท่านจากการออกแบบชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมที่ผลิตใหม่มีการออกแบบ

   ☐ เหมาะสม

   ☐ ไม่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ข้อมูลการออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึงฮุก (Hook) และการตรวจสอบคุณภาพงานโฟมสำหรับกลึงฮุก (Hook) เพื่อผลิตต้นแบบงานโฟม

ลำดับ	การออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึงฮุกและการตรวจสอบคุณภาพงานโฟมสำหรับกลึงฮุกเพื่อการผลิต	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	ด้านการออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึง					
1	ชุดอุปกรณ์กลึงฮุกด้านการออกแบบมีความเหมาะสม					
2	การออกแบบและพัฒนาของชุดอุปกรณ์กลึงมีความแตกต่างไปจากเดิม					
3	ใบมีดที่ใช้ในการกลึงฮุกมีการออกแบบตามมาตรฐานที่กำหนด					
4	การใช้งานในการปรับหมุนเพื่อเลื่อนใบมีดในการกลึงสามารถทำได้ดีกว่าเดิม					
5	ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้มีความสัมพันธ์กับใบมีดที่ใช้ในการกลึง					
	ด้านคุณภาพงานโฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึงจากการวัดขนาด					
6	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ ฮุกขนาด ∅ 40 ที่ผ่านการกลึงจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมได้ตามมาตรฐาน ที่กำหนด					
7	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ ฮุกขนาด ∅ 50 ที่ผ่านการกลึงจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมได้ตามมาตรฐานที่กำหนด					
8	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ ฮุกขนาด ∅ 63 ที่ผ่านการกลึงจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมได้ตามมาตรฐานที่กำหนด					
9	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ ฮุกขนาด ∅ 80 ที่ผ่านการกลึงจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมได้ตามมาตรฐานที่กำหนด					
10	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ ฮุกขนาด ∅100 ที่ผ่านการกลึงจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมได้ตามมาตรฐานที่กำหนด					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	การออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์กลึงฮุกและการตรวจสอบคุณภาพงานโฟมสำหรับกลึงฮุกเพื่อการผลิต	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	ด้านคุณภาพงานโฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึงจากการตรวจสอบลักษณะทั่วไป					
11	ลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ นูน					
12	ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ					
13	ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม					
14	คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟม					
15	ลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์					

ตอนที่ 3

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

จิรัฏฐ์ วิริยะขันติ

นักศึกษาปริญญาโท

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

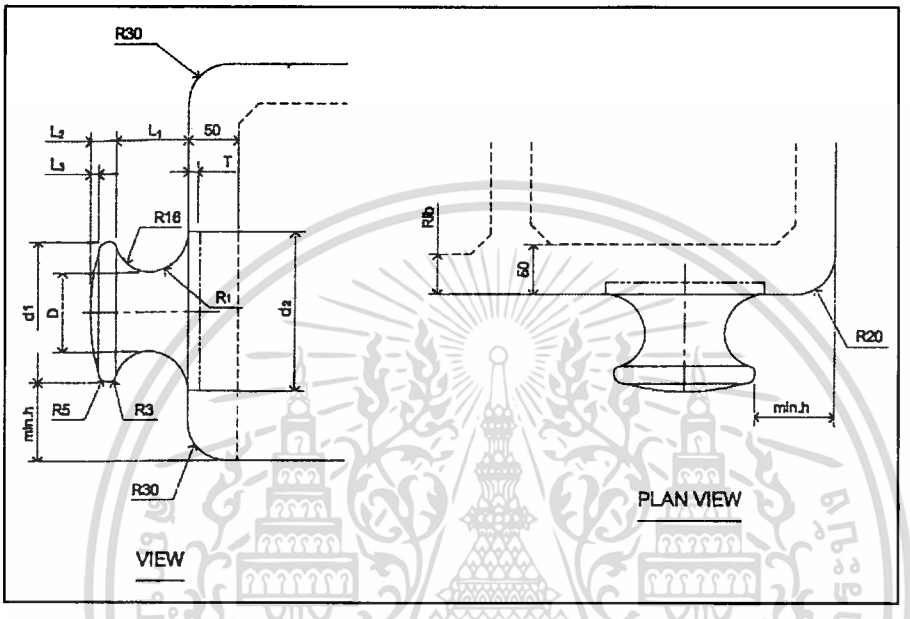
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบตรวจสอบคุณภาพขนาดของฮุก (Hook) ที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ประกอบการทำวิจัย
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

1. ผลิตภัณฑ์ .....

2. มาตรฐานและขนาดของผลิตภัณฑ์



ตารางมาตรฐานขนาดของฮุก (Hook) ที่ใช้ในการผลิต

Allowable load SC46, GM190	Allowable load FC250, GM241	D	d1	d2	h	L1	L2	L3	R1	T
1600	-	40	71	80	32	36	13	4	20	6
3200	1600	50	80	90	32	36	13	4	20	6
5000	2500	63	100	100	32	40	16	4	20	6
8000	4000	80	140	140	40	50	20	4	32	8
12500	6300	100	160	160	40	56	25	5	32	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกการตรวจสอบคุณภาพงานโฟม

(การตรวจสอบ 100 % Inspection sampling size check)

ผู้ผลิต	วันที่ผลิต
ผู้ตรวจสอบ	วันที่ตรวจสอบ

ขนาดของผลิตภัณฑ์ _____ กลุ่มตัวอย่าง _____ ชิ้น

ลำดับที่	ขนาดของ Hook (D)	มาตรฐานการตรวจสอบ (ค่าที่วัดได้)								ผลการตรวจสอบ	
		d1	d2	h	L1	L2	L3	R1	T	ยอมรับ Accepted	ไม่ยอมรับ Rejected
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

สัญลักษณ์ (Symbol) O = เป็นที่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ X = ไม่เป็นที่ยอมรับในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

การตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไป (Appearance Check)

ลำดับที่	คุณลักษณะของคุณภาพงานโฟม	ผลการตรวจสอบ	
		ยอมรับ Accepted	ไม่ยอมรับ Rejected
1	ลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ		
2	ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ		
3	ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม		
4	คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟม		
5	ลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์		

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากการตรวจสอบคุณภาพงานโฟม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกการตรวจสอบคุณภาพงานโฟม

(การตรวจสอบ 100 % Inspection sampling size check)

ผู้ผลิต นายจิรัฐ วิริยะชนก	วันที่ผลิต 2-8-07
ผู้ตรวจสอบ นายพระยศ ใจชื่น	วันที่ตรวจสอบ 3-8-07

ขนาดของผลิตภัณฑ์ ϕ 40 กลุ่มตัวอย่าง 20 ชิ้น

ลำดับที่	ขนาดของ Hook (D)	มาตรฐานการตรวจสอบ (ค่าที่วัดได้)								ผลการตรวจสอบ	
		d1	d2	h	L1	L2	L3	R1	T	ยอมรับ Accepted	ไม่ยอมรับ Rejected
1	ϕ40	71	80	32	36	13	4	20	6	O	
2		71	81	31	37	13	4	21	6	O	
3		72	81	32	36	13	4	21	6	O	
4		71	80	31	37	14	4	20	6	O	
5		71	80	31	36	13	4	21	6	O	
6		72	80	32	36	14	4	21	6	O	
7		72	81	31	36	14	4	20	6	O	
8		71	81	31	36	13	4	21	6	O	
9		71	81	32	37	13	4	21	6	O	
10		71	80	32	37	14	4	20	6	O	
11		71	80	32	36	13	4	20	6	O	
12		71	81	32	37	13	4	21	6	O	
13		72	81	31	36	13	4	21	6	O	
14		71	81	32	36	13	4	20	6	O	
15		71	80	32	37	14	4	20	6	O	
16		71	80	31	37	14	4	20	7	O	
17		72	80	31	36	13	5	20	6	O	
18		72	80	32	36	13	5	21	7	O	
19		72	80	32	37	13	4	21	7	O	
20		71	80	32	37	14	5	20	7	O	

สัญลักษณ์ (Symbol) Tolerance ±1.0 m.m

O = เป็นที่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ X = ไม่เป็นที่ยอมรับในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

การตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไป (Appearance Check)

ลำดับที่	คุณลักษณะของคุณภาพงานโฟม	ผลการตรวจสอบ	
		ยอมรับ Accepted	ไม่ยอมรับ Rejected
1	ลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ	O	
2	ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ	O	
3	ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม	O	
4	คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟม	O	
5	ลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์	O	

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากการตรวจสอบคุณภาพงานโฟม

ลักษณะการกลึงชิ้นผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตออกมา มีค่า Tolerance ± 1.0 m.m สามารถยอมรับได้ ในการตัดแม่พิมพ์โดยะ =Accepted=

ฟิระยศ ใจชื้น

3-8-07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกการตรวจสอบคุณภาพงานโฟม

(การตรวจสอบ 100 % Inspection sampling size check)

ผู้ผลิต นายจิรัฐ วิริยะนนท์	วันที่ผลิต 2-8-07
ผู้ตรวจสอบ นายบัคลังก์ สิกขากูล	วันที่ตรวจสอบ 3-8-07

ขนาดของผลิตภัณฑ์ ϕ50 กลุ่มตัวอย่าง 20 ชิ้น

ลำดับที่	ขนาดของ Hook (D)	มาตรฐานการตรวจสอบ (ค่าที่วัดได้)								ผลการตรวจสอบ	
		d1	d2	h	L1	L2	L3	R1	T	ยอมรับ Accepted	ไม่ยอมรับ Rejected
1	ϕ50	80	90	32	36	13	4	20	6	O	
2		80	90	32	36	13	4	20	6	O	
3		80	90	32	36	13	4	20	6	O	
4		80	90	32	36	13	4	20	6	O	
5		80	90	32	36	13	4	20	6	O	
6		80	90	32	36	13	4	20	6	O	
7		81	91	31	37	14	5	21	7	O	
8		81	91	31	37	14	5	21	7	O	
9		80	90	32	36	13	4	20	6	O	
10		80	90	32	36	13	4	20	6	O	
11		81	91	31	37	14	5	21	7	O	
12		81	91	31	37	14	5	21	7	O	
13		80	90	32	36	13	4	20	6	O	
14		80	90	32	36	13	4	20	6	O	
15		81	91	31	37	14	5	21	7	O	
16		81	91	31	37	14	5	21	7	O	
17		80	90	32	36	13	4	20	6	O	
18		80	90	32	36	13	4	20	6	O	
19		80	90	32	36	13	4	20	6	O	
20		80	90	32	36	13	4	20	6	O	

สัญลักษณ์ (Symbol)

O = เป็นที่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ X = ไม่เป็นที่ยอมรับในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

การตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไป (Appearance Check)

ลำดับที่	คุณลักษณะของคุณภาพงานโฟม	ผลการตรวจสอบ	
		ยอมรับ Accepted	ไม่ยอมรับ Rejected
1	ลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ	○	
2	ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ	○	
3	ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม	○	
4	คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟม	○	
5	ลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์	○	

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากการตรวจสอบคุณภาพงานโฟม

คุณภาพงานโฟมที่ผ่านการกลึงมีคุณภาพที่ดีมาก เนื้อหาสอดคล้องกับเนื้อหา
ในบท และบอกถึงขั้นตอนการทำงานได้ -ยอมรับ-

มัลลิกา ศิริกุล
3-8-07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกการตรวจสอบคุณภาพงานโฟม

(การตรวจสอบ 100 % Inspection sampling size check)

ผู้ผลิต นายจิรัฐ วิริยะชนชา	วันที่ผลิต 2-8-07
ผู้ตรวจสอบ นายบัลลังก์ ลิกราภล	วันที่ตรวจสอบ 3-8-07

เครื่องฉีดโฟม 100 ตัน ตาล์ปเปอร์

ขนาดของผลิตภัณฑ์ ϕ 63 กลุ่มตัวอย่าง 20 ชิ้น

ลำดับที่	ขนาดของ Hook (D)	มาตรฐานการตรวจสอบ (ค่าที่วัดได้)								ผลการตรวจสอบ	
		d1	d2	h	L1	L2	L3	R1	T	ยอมรับ Accepted	ไม่ยอมรับ Rejected
1	ϕ63	100	100	32	40	16	4	20	6	O	
2		100	100	32	40	16	4	20	6	O	
3		101	101	31	41	17	5	21	6	O	
4		101	101	31	41	17	5	21	6	O	
5		100	100	32	40	16	4	20	6	O	
6		100	100	32	40	16	4	20	6	O	
7		100	100	32	40	16	4	20	6	O	
8		101	101	31	41	17	5	21	6	O	
9		100	100	32	40	16	4	20	6	O	
10		100	100	32	40	16	4	20	6	O	
11		100	100	32	40	16	4	20	6	O	
12		100	100	32	40	16	4	20	6	O	
13		101	101	31	41	17	5	21	6	O	
14		100	100	32	40	16	4	20	6	O	
15		100	100	32	40	16	4	20	6	O	
16		101	101	31	41	17	5	21	6	O	
17		101	101	31	41	17	5	21	6	O	
18		100	100	32	40	16	4	20	6	O	
19		100	100	32	40	16	4	20	6	O	
20		100	100	32	40	16	4	20	6	O	

สัญลักษณ์ (Symbol) ทั่วๆ Tolerance ±1.0 mm

O = เป็นที่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ X = ไม่เป็นที่ยอมรับในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

การตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไป (Appearance Check)

ลำดับที่	คุณลักษณะของคุณภาพงานโฟม	ผลการตรวจสอบ	
		ยอมรับ Accepted	ไม่ยอมรับ Rejected
1	ลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ	✓	
2	ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ	✓	
3	ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม	✓	
4	คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟม	✓	
5	ลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์	✓	

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากการตรวจสอบคุณภาพงานโฟม

คุณภาพงานโฟม จากการตรวจสอบขนาด ดีมาก
คุณภาพงานโฟม จากการตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไป ดี
-ควรปรับ-
นิศลวัฒ ศิริชาญ
3-8-07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกการตรวจสอบคุณภาพงานโฟม

(การตรวจสอบ 100 % Inspection sampling size check)

ผู้ผลิต นายชิรัฐ วิริยะวนิดา	วันที่ผลิต 2-8-07
ผู้ตรวจสอบ นายตะวัน อุมันอัน	วันที่ตรวจสอบ 3-8-07

ขนาดของผลิตภัณฑ์ ϕ80 กลุ่มตัวอย่าง 20 ชิ้น

ลำดับที่	ขนาดของ Hook (D)	มาตรฐานการตรวจสอบ (ค่าที่วัดได้)								ผลการตรวจสอบ	
		d1	d2	h	L1	L2	L3	R1	T	ยอมรับ Accepted	ไม่ยอมรับ Rejected
1		X	X	X	X	X	X (ชิ้นงานเสียหาย)	X	X		X
2		140	140	40	50	20	4	32	8	O	
3		141	140	41	50	20	4	32	8	O	
4		141	140	40	50	21	4	31	8	O	
5		140	140	41	51	21	4	32	8	O	
6		140	141	41	51	20	4	31	8	O	
7		140	140	40	50	20	4	32	8	O	
8	ϕ80	141	140	40	50	20	5	32	8	O	
9		140	140	40	50	20	5	32	8	O	
10		140	140	41	51	20	4	32	8	O	
11		X	X	X	X	X	X (ชิ้นงานเสียหาย)	X	X		X
12		140	140	40	50	20	4	31	8	O	
13		140	140	40	50	21	4	32	8	O	
14		141	140	40	50	20	4	32	8	O	
15		141	140	40	50	20	4	31	8	O	
16		140	140	41	50	20	4	32	8	O	
17		140	141	40	50	20	5	32	8	O	
18		141	141	40	51	20	5	32	8	O	
19		141	141	41	50	20	4	32	8	O	
20		140	140	40	51	20	4	31	8	O	

สัญลักษณ์ (Symbol) ค่าแนวทาง Tolerance ± 1.0 mm

O = เป็นที่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ X = ไม่เป็นที่ยอมรับในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

การตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไป (Appearance Check)

ลำดับที่	คุณลักษณะของคุณภาพงานโฟม	ผลการตรวจสอบ	
		ยอมรับ Accepted	ไม่ยอมรับ Rejected
1	ลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ	O	
2	ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ	O	
3	ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม	O	
4	คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟม		(X) 2 ชิ้น
5	ลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์	O	

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากการตรวจสอบคุณภาพงานโฟม

1. การกลึงลูก ขนาด ϕ80 ผลจากการกลึง พบว่า ชิ้นที่ 1 และชิ้นที่ 11 มีการสึกหาย เนื่องจาก ฐาน ของ ที่จับยึดโฟม ไม่สามารถยึดติดได้ เพราะ ในการกลึง ผลิตภัณฑ์ มีขนาดใหญ่ และความเร็ว ของมอเตอร์ ไม่เร็ว ที่ใช้ในงาน หลุดจากแท่น จับยึด. ดังนั้น ในการกลึงงาน ครั้งต่อ ๆ ไป ควรใช้ Feed ในปริมาณ อย่างช้าๆ ด้วยความระมัดระวัง

- Accepted - 18 pcs. Rejected = 2 pcs

ช่อชก ชัมชัน

3-8-07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกการตรวจสอบคุณภาพงานโฟม

(การตรวจสอบ 100 % Inspection sampling size check)

ผู้ผลิต นายจิรัฐกุ วิชิยะโนติ	วันที่ผลิต 2-8-07
ผู้ตรวจสอบ นายต้องรัก ชุมชัน	วันที่ตรวจสอบ 3-8-07

ขนาดของผลิตภัณฑ์ ϕ100 กลุ่มตัวอย่าง 20 ชิ้น

ลำดับที่	ขนาดของ Hook (D)	มาตรฐานการตรวจสอบ (ค่าที่วัดได้)								ผลการตรวจสอบ	
		d1	d2	h	L1	L2	L3	R1	T	ยอมรับ Accepted	ไม่ยอมรับ Rejected
1		160	160	40	56	25	5	32	8	O	
2		160	160	40	56	25	5	32	8	O	
3		161	160	40	56	25	5	32	8	O	
4		161	161	41	57	26	5	33	8	O	
5		160	160	40	56	25	5	33	8	O	
6		160	160	40	56	25	5	32	8	O	
7		160	160	40	56	25	5	32	8	O	
8	ϕ100	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X
9		160	160	40	56	26	5	32	8	O	
10		160	160	40	56	26	5	32	8	O	
11		161	161	41	57	26	6	32	8	O	
12		161	161	41	57	26	5	32	8	O	
13		160	160	40	56	25	6	33	8	O	
14		160	160	40	56	25	6	32	8	O	
15		X	X	X	X	X	X	X	X	-	X
16		160	160	40	56	26	6	32	8	O	
17		161	161	41	57	25	6	32	8	O	
18		161	161	41	57	26	5	33	8	O	
19		160	160	40	56	26	5	33	8	O	
20		160	160	40	56	25	5	32	8	O	

สัญลักษณ์ (Symbol)

O = เป็นที่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ X = ไม่เป็นที่ยอมรับในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์โฟมที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

การตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไป (Appearance Check)

ลำดับที่	คุณลักษณะของคุณภาพงานโฟม	ผลการตรวจสอบ	
		ยอมรับ Accepted	ไม่ยอมรับ Rejected
1	ลักษณะของงานโฟมที่ผลิตออกมาต้องไม่มีรอยยุบตัว บุบ	O	
2	ลักษณะของผิวงานโฟมที่ผลิตมีผิวงานที่เรียบ สม่ำเสมอ	O	
3	ลักษณะของผิวงานที่ผ่านการกลึงต้องไม่มีรอยเป็นเส้นลึกเกิน 3 ม.ม	O	
4	คุณภาพงานโฟมที่กลึงออกมาต้องไม่มีรอยแตกของโฟม		X 2ชิ้น
5	ลักษณะของงานไม่มีรอยที่กลึงไม่หมด และมีคุณภาพสมบูรณ์	O	

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากการตรวจสอบคุณภาพงานโฟม

จากการตรวจสอบคุณภาพงานโฟม ขนาด ϕ 100 มม เพื่อกลึงขึ้นรูป (รูปที่ออกแบบสร้างต้นแบบงานโฟม) ชิ้นที่ 8 และชิ้นที่ 15 มีความเสียหายไม่สามารถใช้งานได้ ที่เหลือ 2ชิ้นเนื่องจากที่จับยึดไม่แน่นหรือโฟมหลุดออกมาและเกิดการหลุดกับมอเตอร์ และโฟมจะต้องมีความหนาไม่ต่ำกว่า ขนาด ϕ80 และ ϕ40, ϕ50, ϕ63 ที่ต้องใช้ความระมัดระวัง

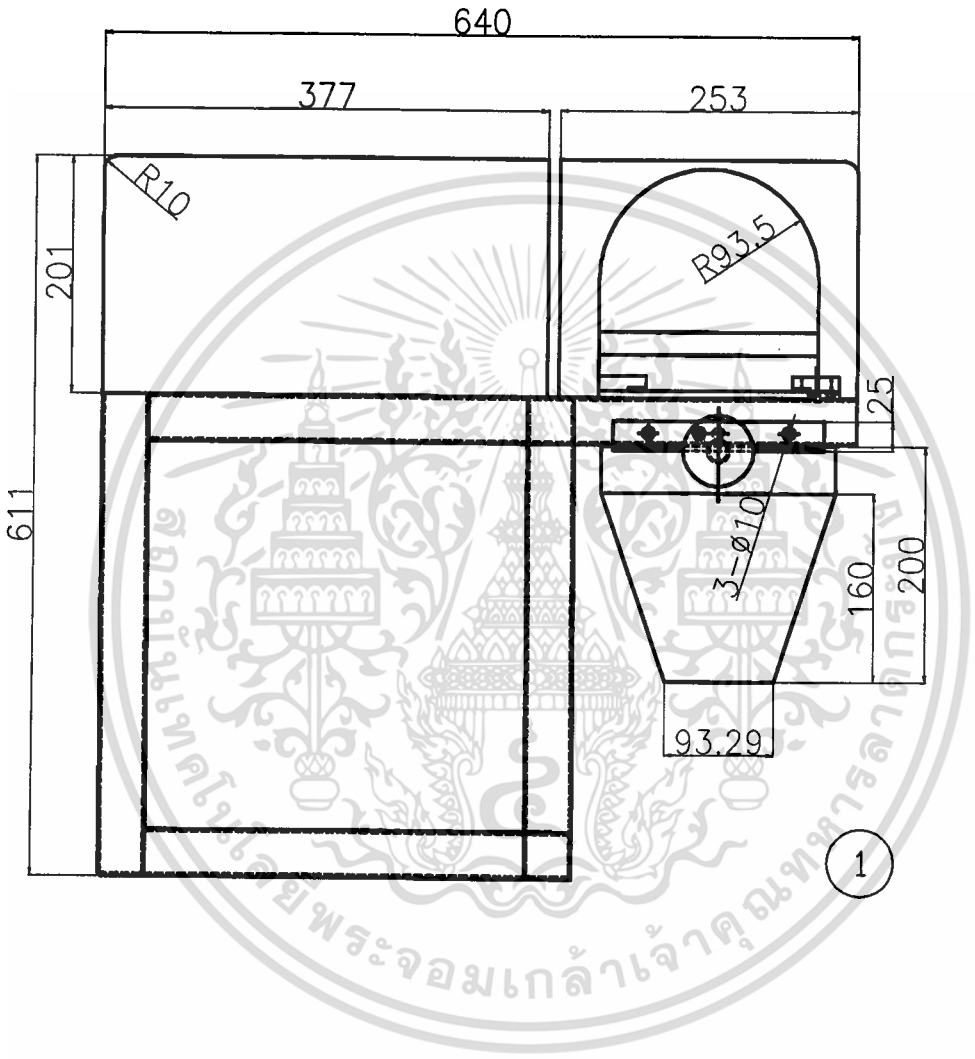
- Accepted - 18 PCS Rejected-2 PCS

ศิวกร คุ้มชัน

3-8-07

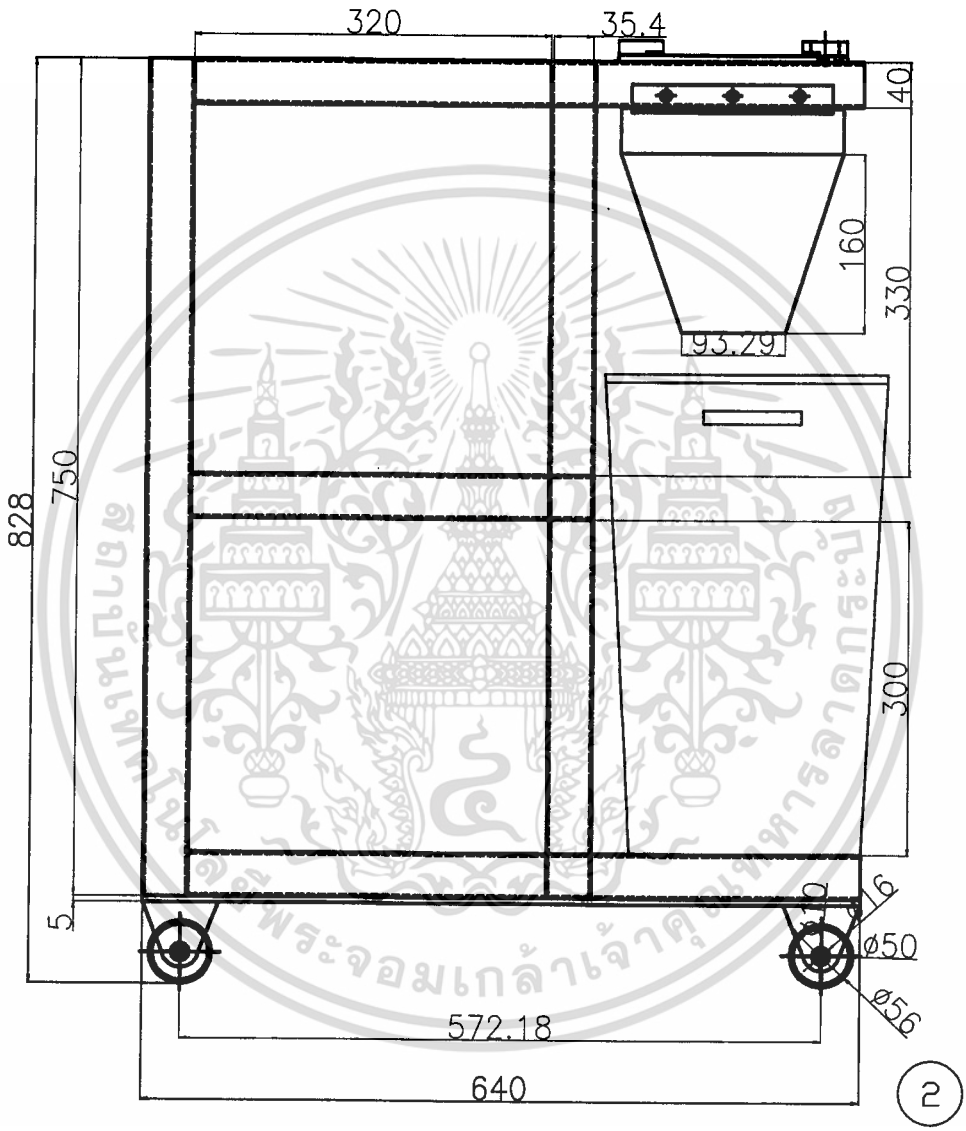
ภาคผนวก ข
เขียนแบบเพื่อการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



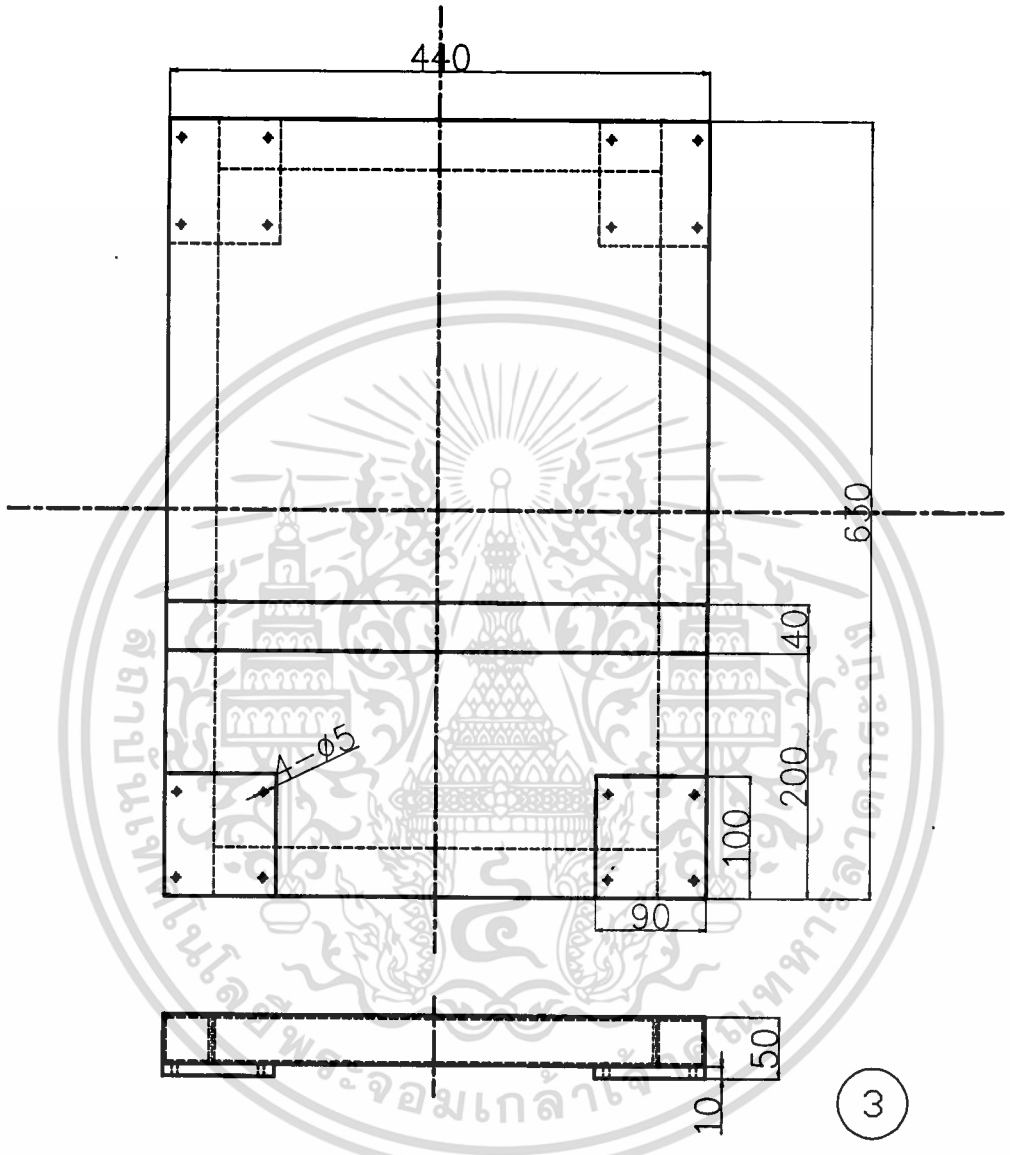
ว/ด/ป	ชื่อ – นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
15-2-07	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ	48063615	โครงสร้าง -1	1/16
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



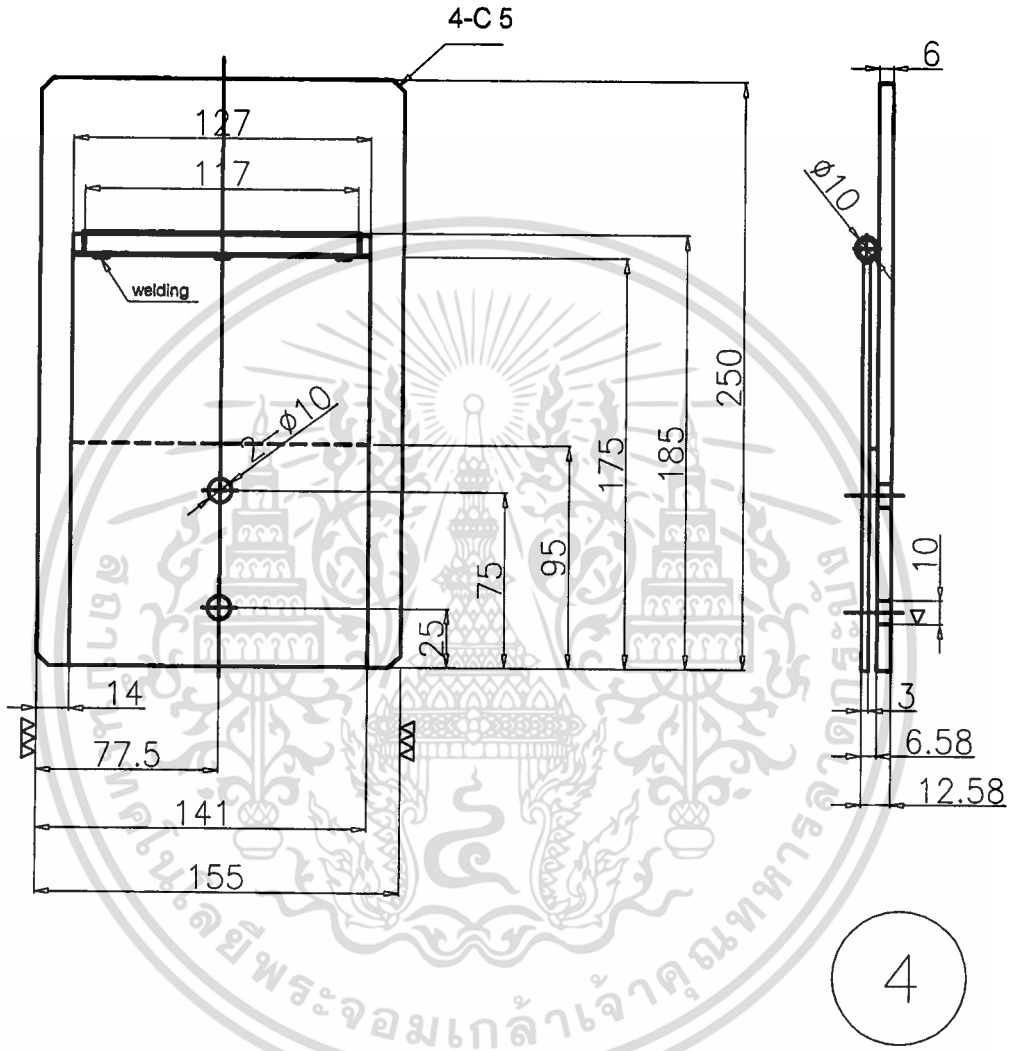
ว/ด/ป	ชื่อ – นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
15-2-07	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ	48063615	โครงสร้าง -2	2/16
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



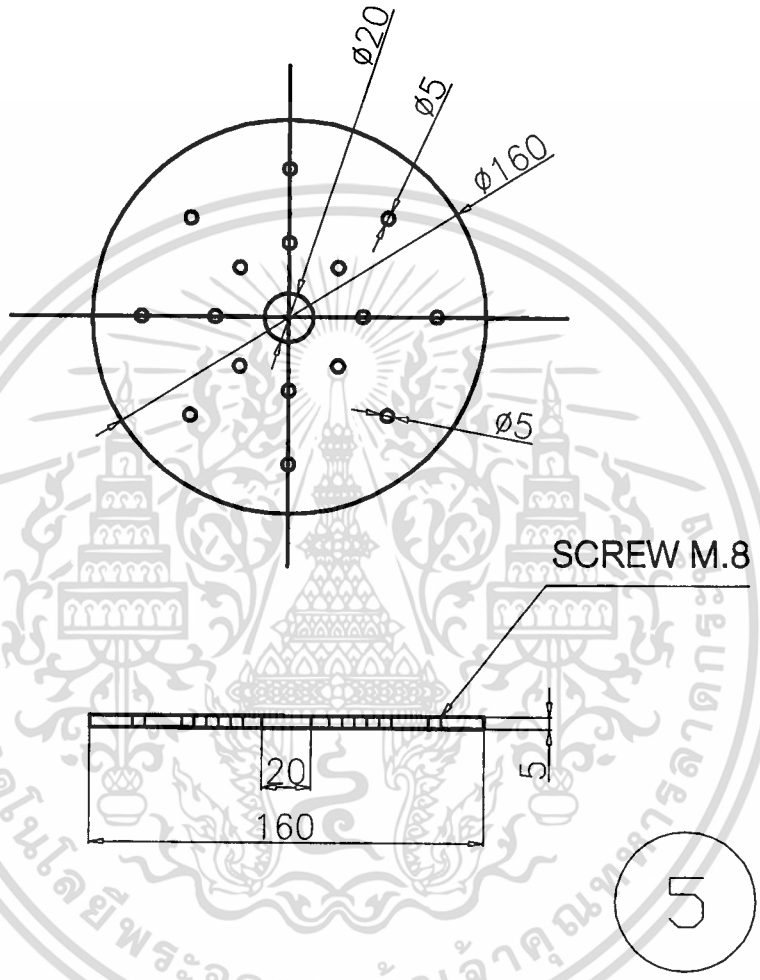
ว/ด/ป	ชื่อ – นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
15-2-07	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ	48063615	ฐานล่างยึดโครงสร้างล้อเลื่อน	3/16
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมายทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



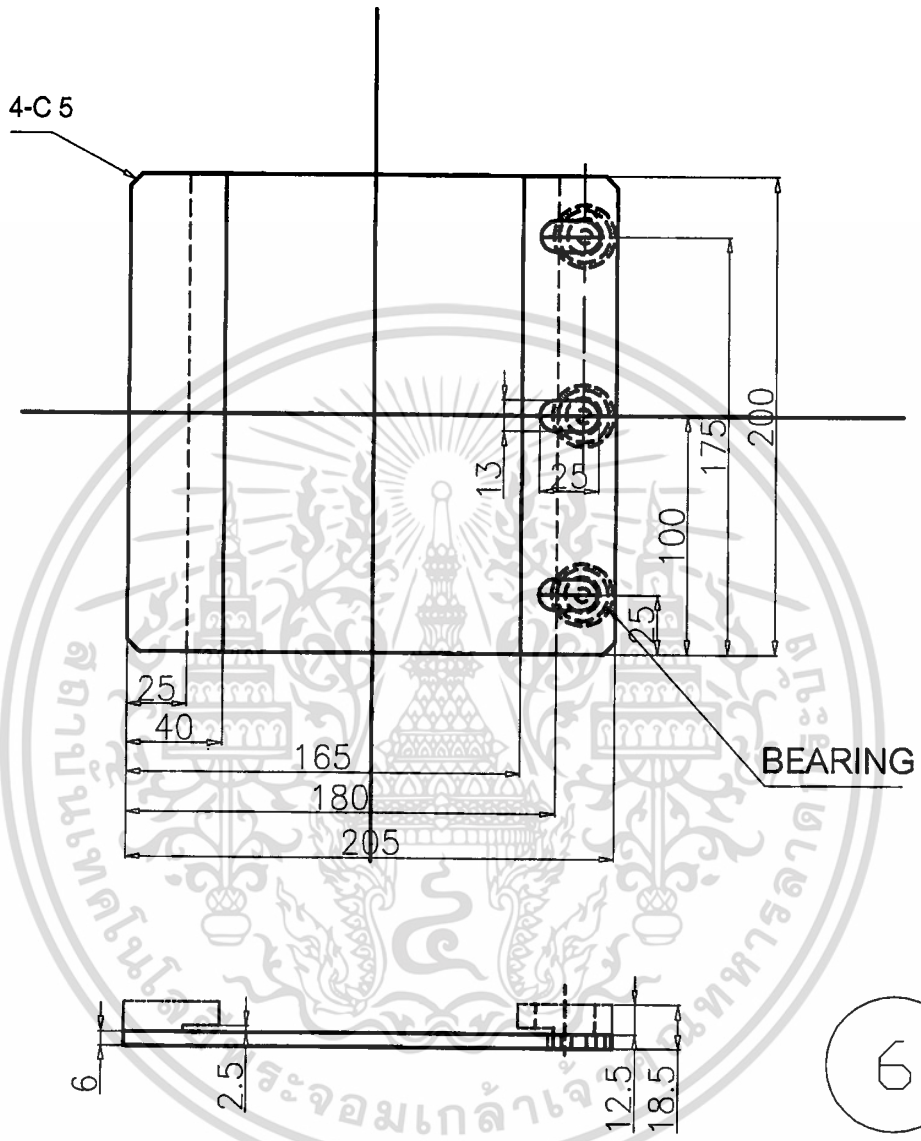
ว/ด/ป	ชื่อ – นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
15-2-07	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ	48063615	ที่ล็อคใบมีดสำหรับกลึงฮุก	4/16
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



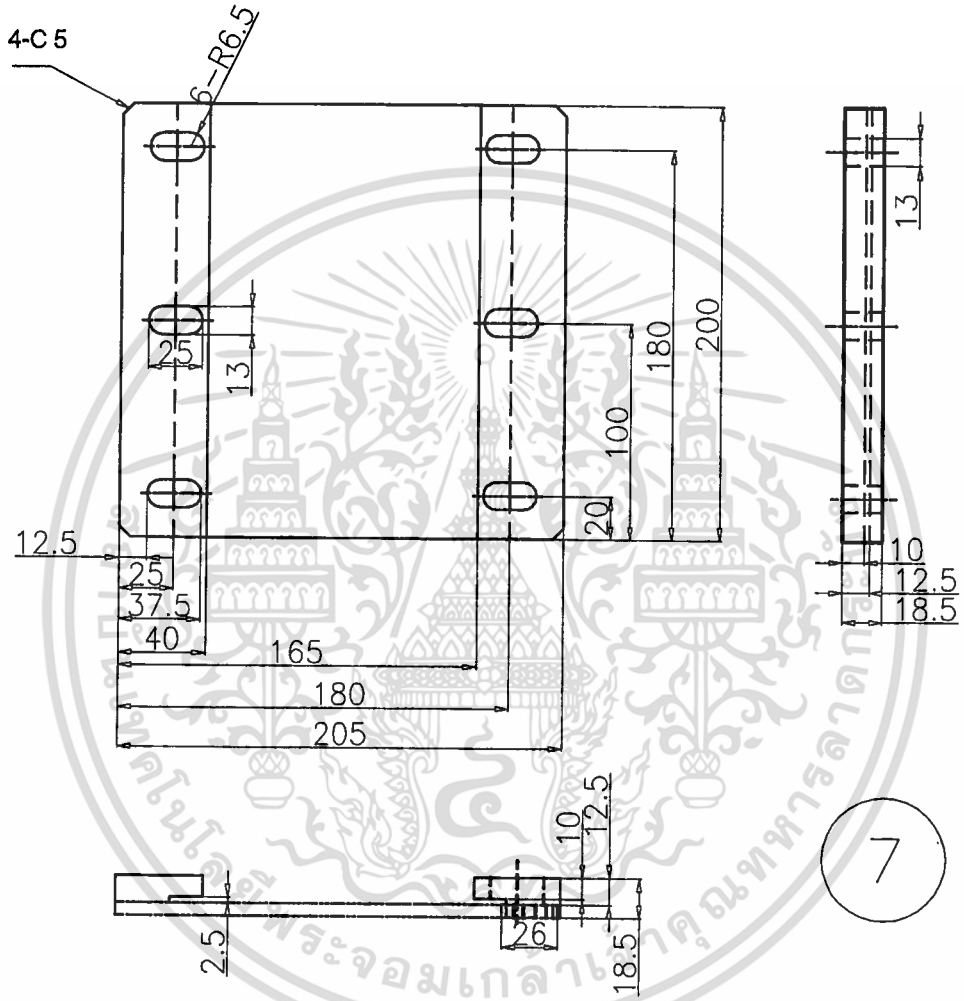
ว/ด/ป	ชื่อ – นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
15-2-07	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ	48063615	ที่ยึดโฟมสำหรับกลึงฮุก	5/16
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



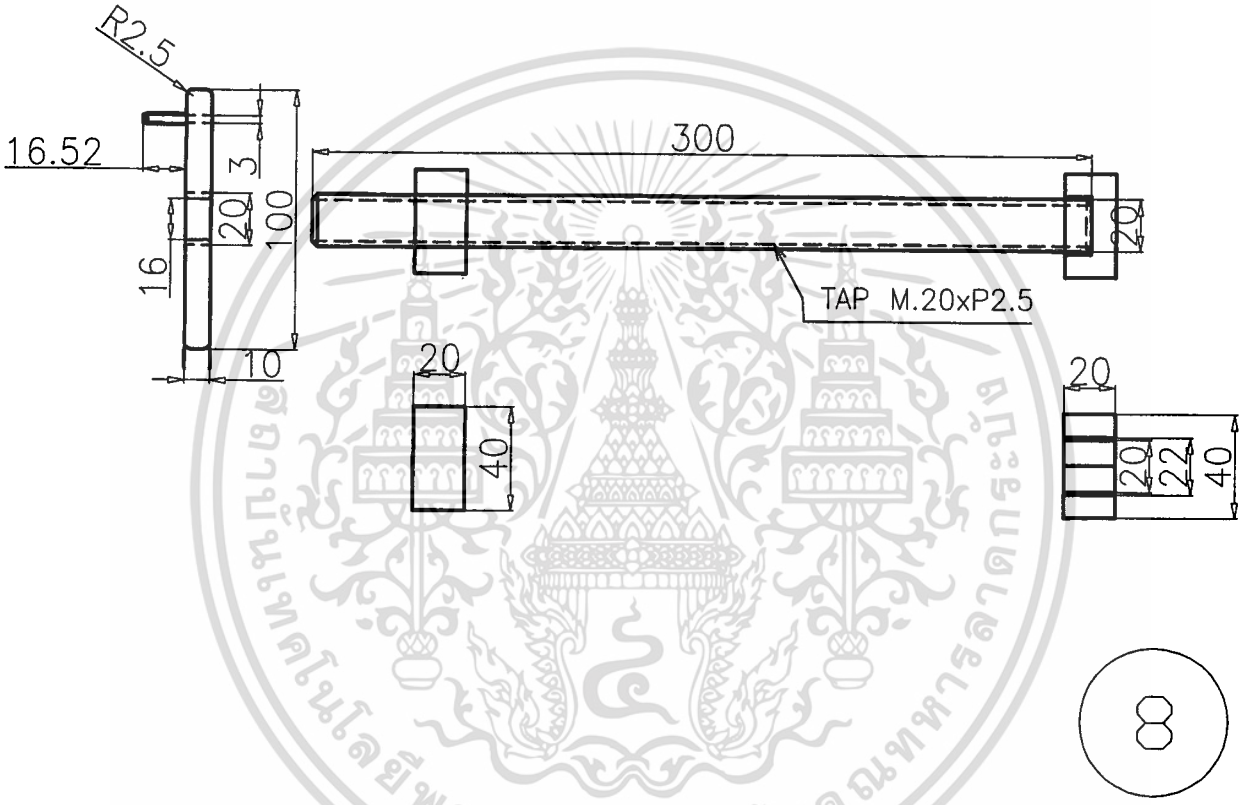
ว/ด/ป	ชื่อ – นามสกุล	รหัส์	รายการ	แผ่นที่
15-2-07	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ	48063615	PLATE SLIDE - 1	6/16
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



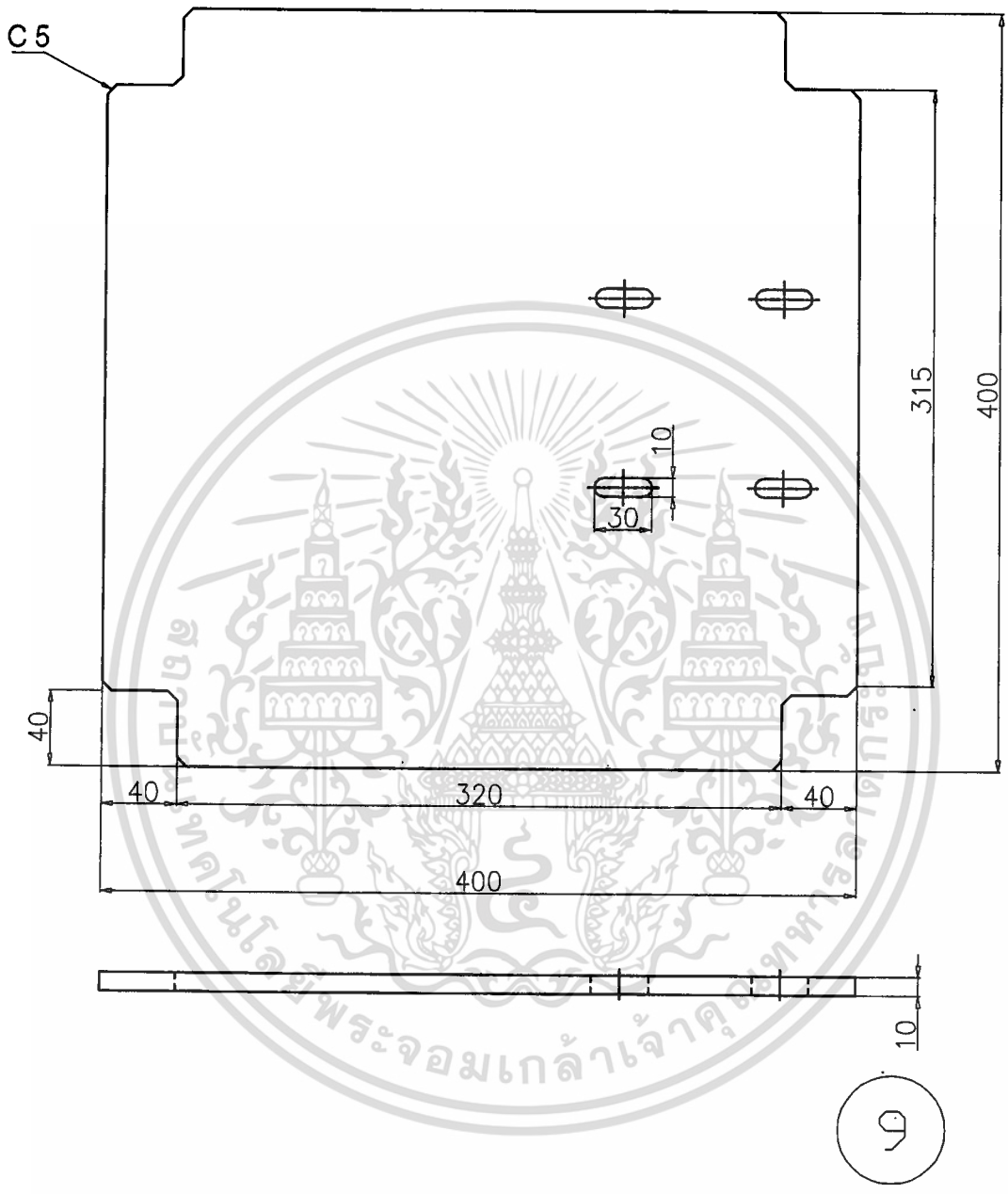
ว/ด/ป	ชื่อ – นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
15-2-07	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ	48063615	PLATE SLIDE - 2	7/16
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



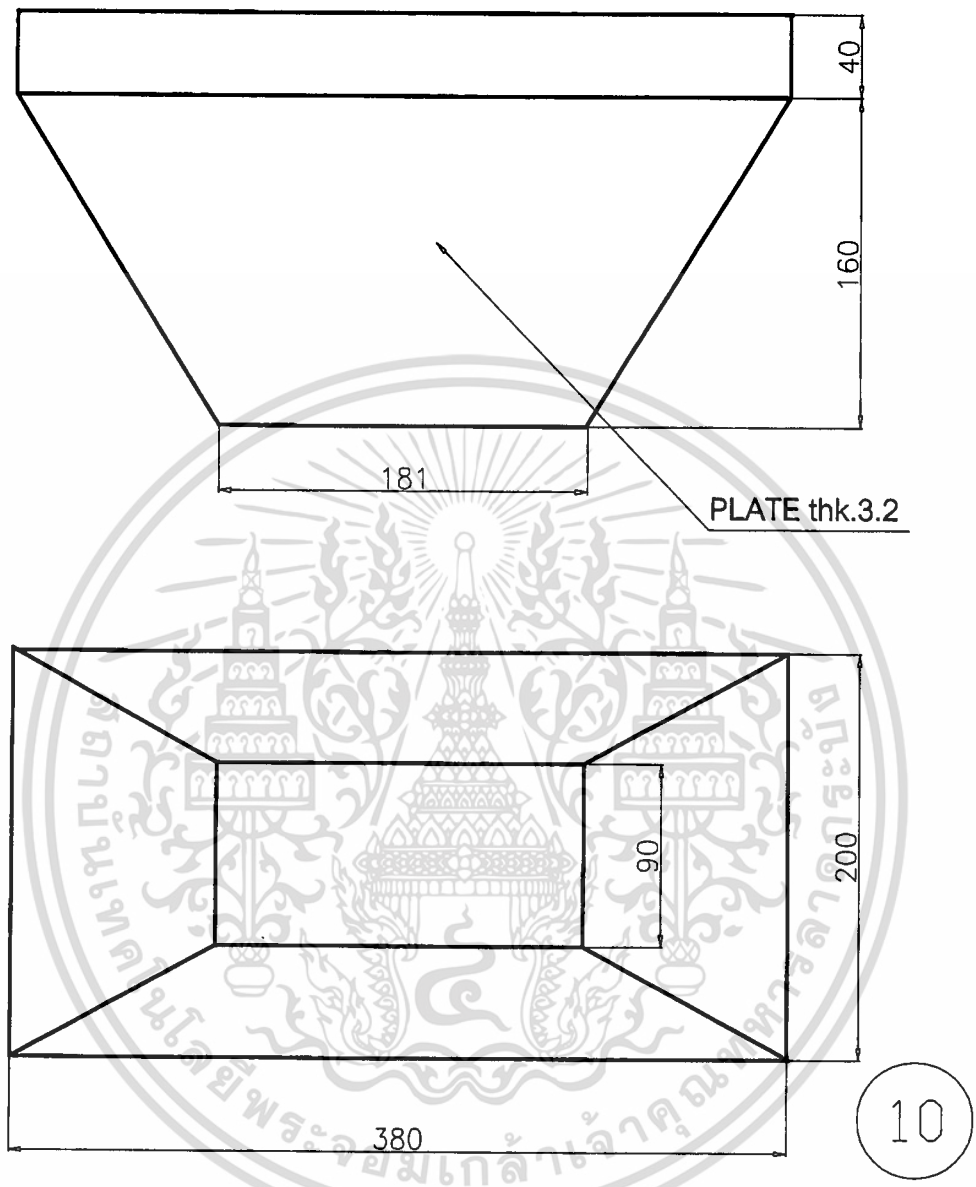
ว/ด/ป	ชื่อ – นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
15-2-07	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ	48063615	เหล็กมือหมุนกลึงงาน	8/16
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



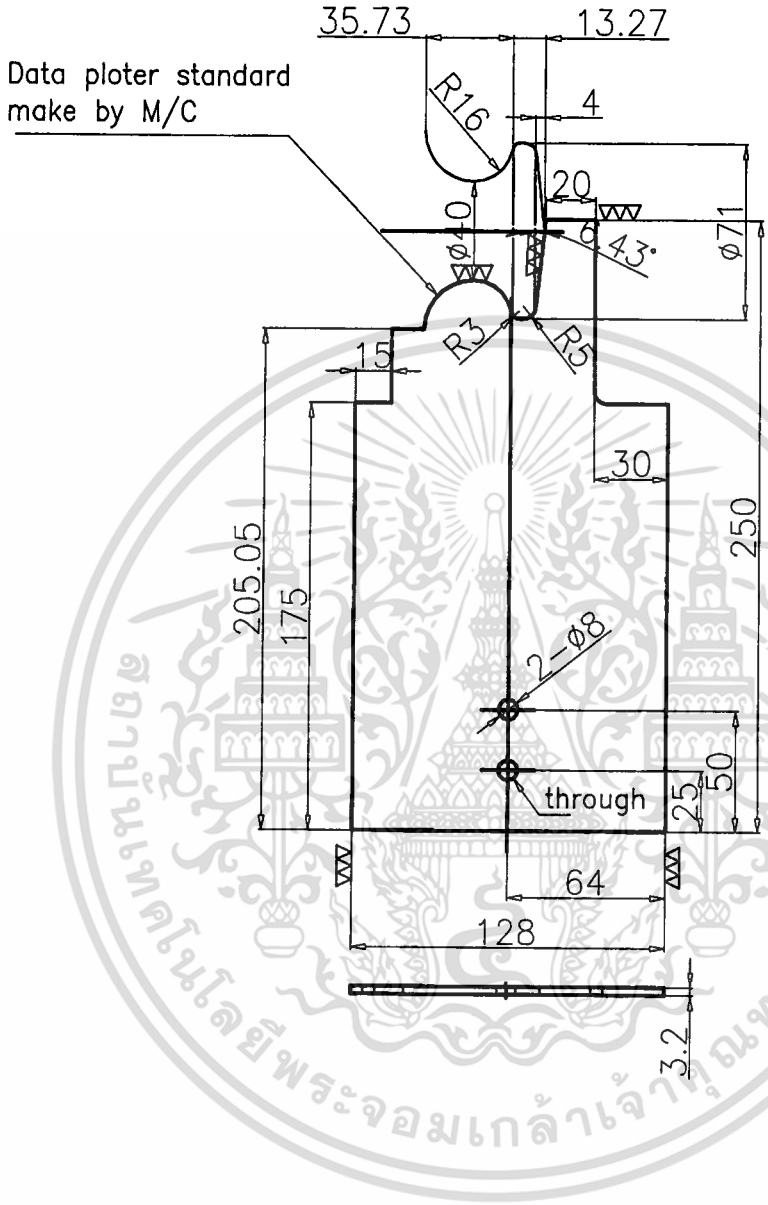
ว/ด/ป	ชื่อ – นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
15-2-07	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ	48063615	เหล็กรองมอเตอร์	9/16
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ว/ด/ป	ชื่อ – นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
15-2-07	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ	48063615	ช่องทางออกโฟม	10/16
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

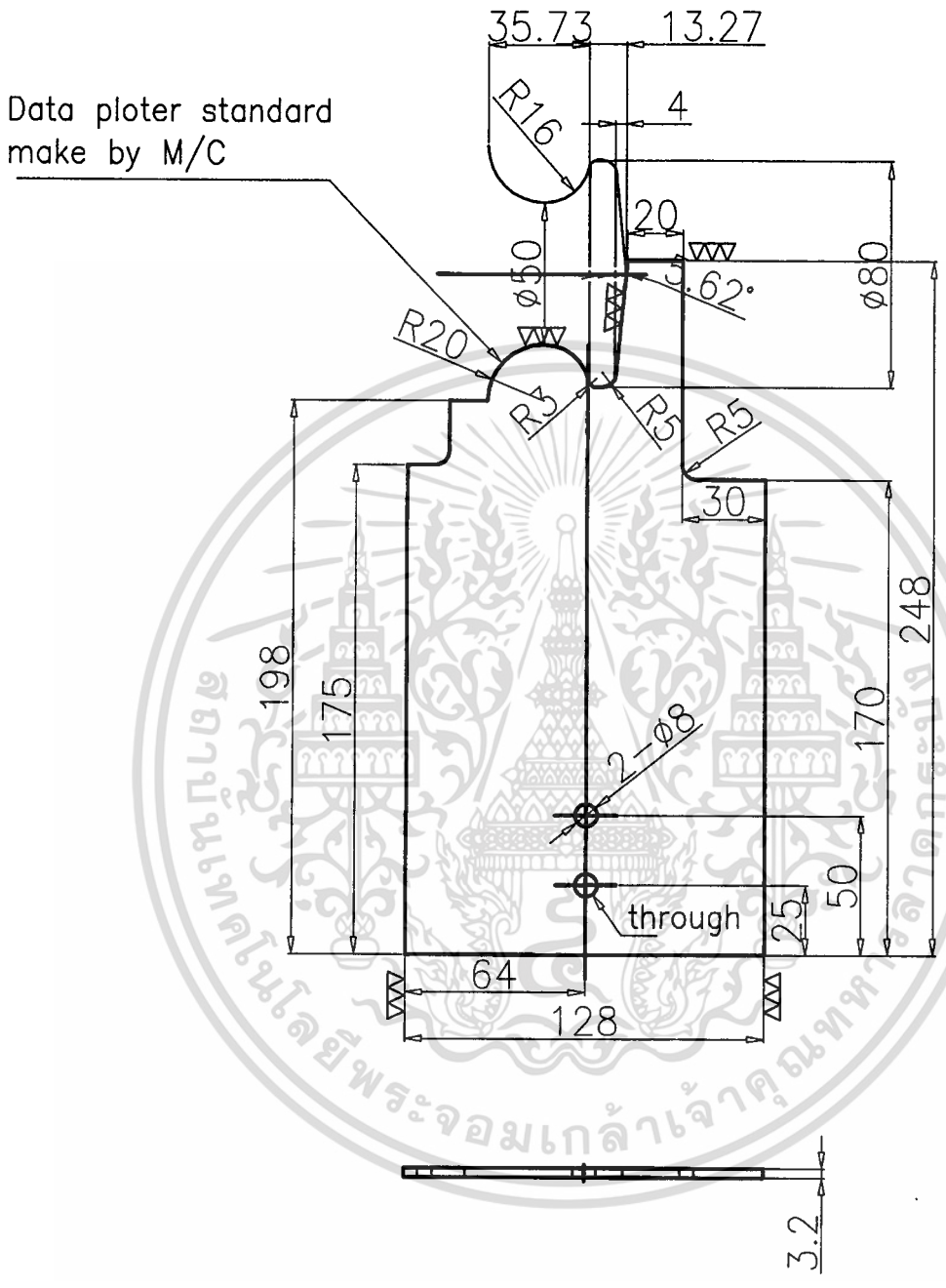
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



11

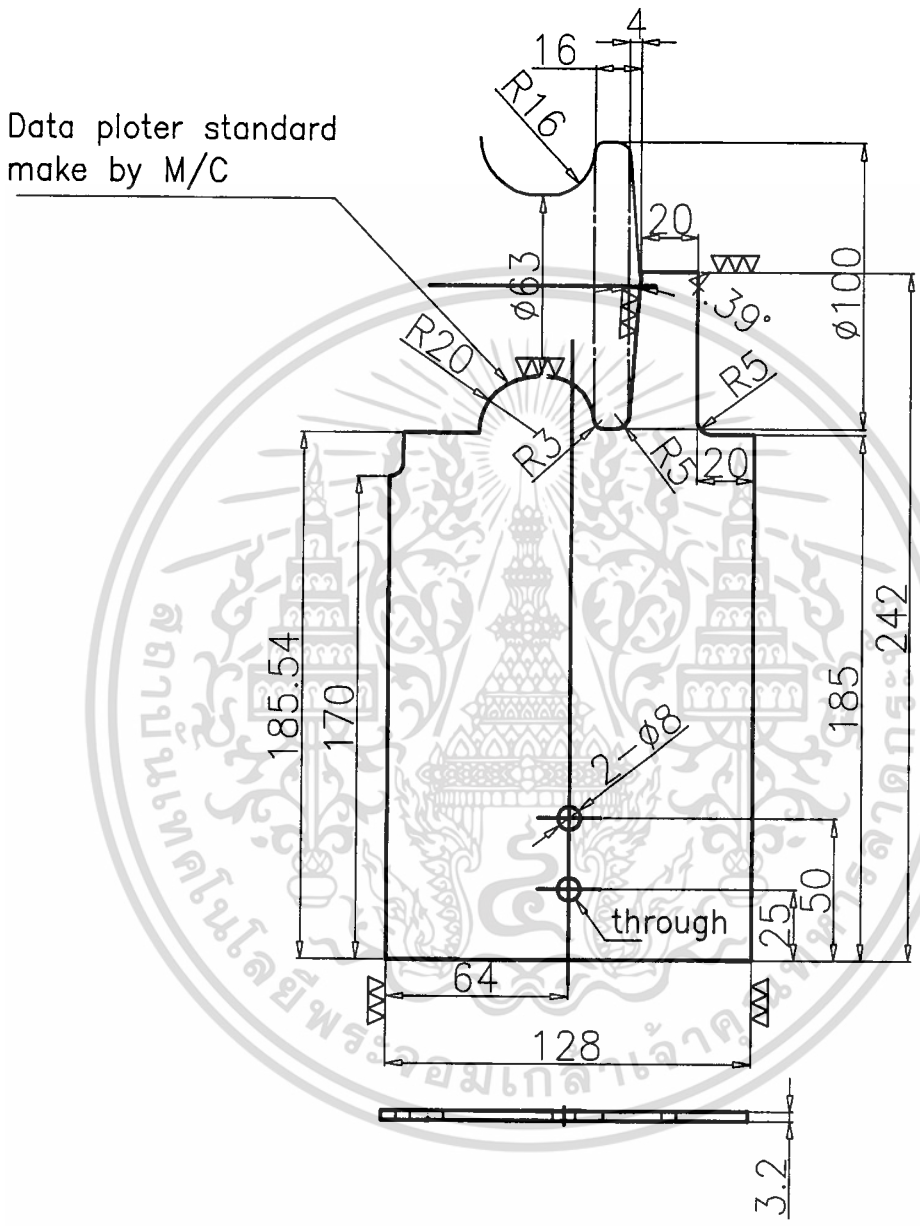
ว/ด/ป	ชื่อ – นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
15-2-07	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ	48063615	ใบมีดขนาด ∅ 40	11/16
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ว/ด/ป	ชื่อ – นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
15-2-07	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ	48063615	ใบมีดขนาด ∅ 50	12/16
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

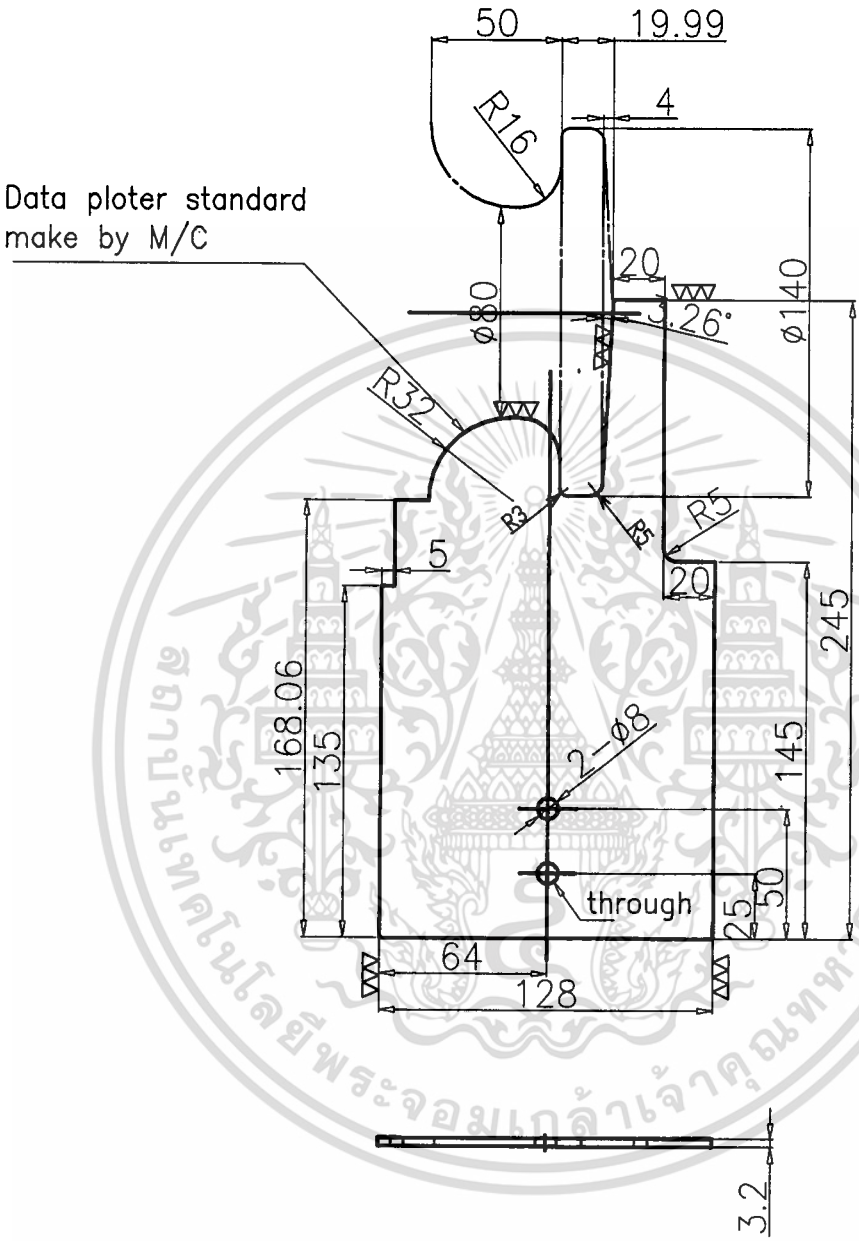
เอกสารนี้เผยแพร่เพื่อการใช้งานสำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



13

ว/ด/ป	ชื่อ – นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
15-2-07	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ	48063615	ใบมีดขนาด ∅ 63	13/16
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

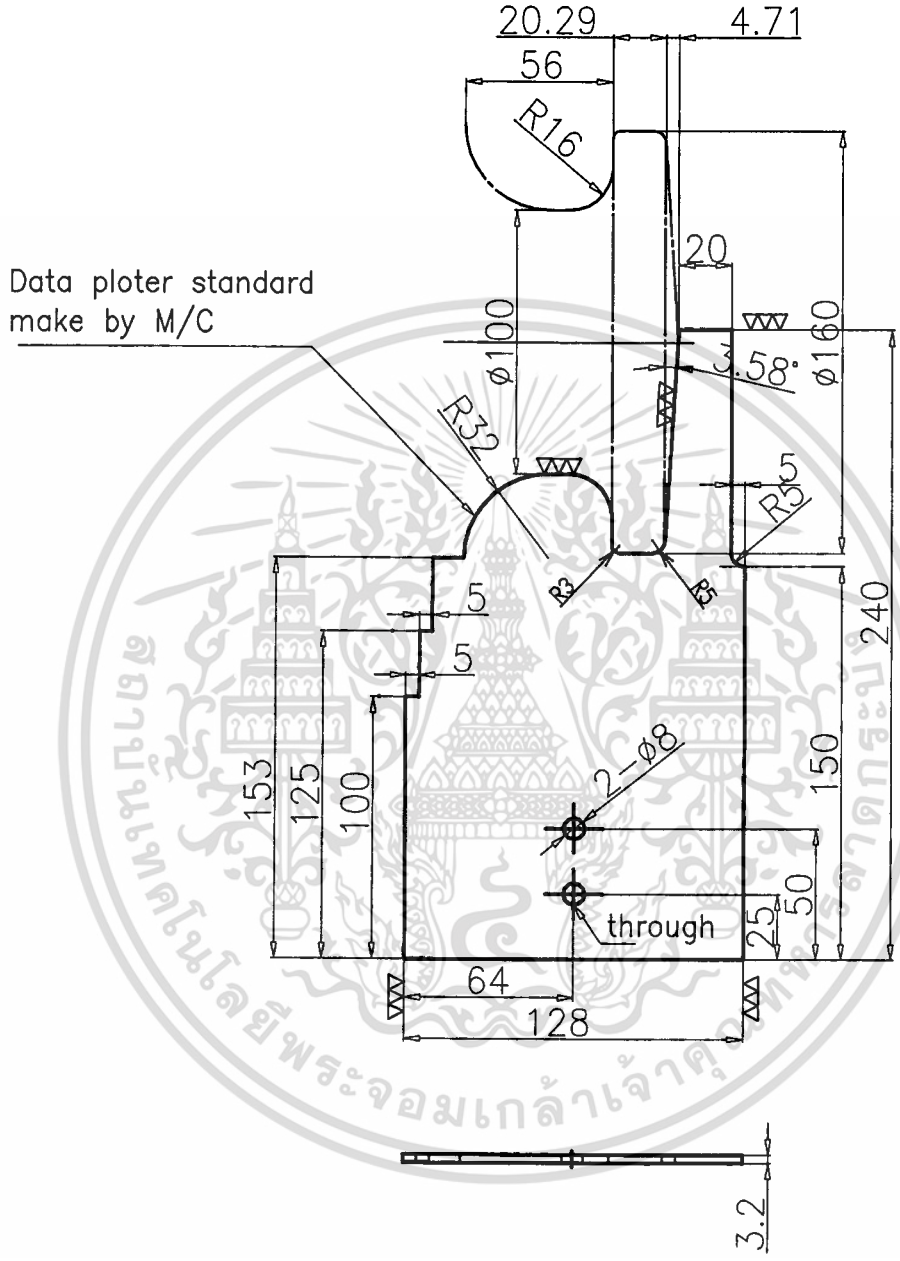
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



14

ว/ด/ป	ชื่อ – นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
15-2-07	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ	48063615	ใบมีดขนาด ∅ 80	14/16
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ว/ด/ป	ชื่อ – นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
15-2-07	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ	48063615	ใบมีดขนาด ∅ 100	15/16
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิ้นที่	รายการ	ขนาด กว้างxยาวxสูง หน่วมิลลิเมตร	วัสดุ
15	ใบมีดขนาด ∅ 100	128x240x2.3t	เหล็ก PLATE มิลดำ
14	ใบมีดขนาด ∅ 80	128x245x2.3t	เหล็ก PLATE มิลดำ
13	ใบมีดขนาด ∅ 63	128x242x2.3t	เหล็ก PLATE มิลดำ
12	ใบมีดขนาด ∅ 50	128x248x2.3t	เหล็ก PLATE มิลดำ
11	ใบมีดขนาด ∅ 40	128x380x200t	เหล็ก PLATE มิลดำ
10	ช่องทางออกโฟม	200x380x200 (2.3 t)	เหล็ก PLATE มิลดำ
9	เหล็กรองมอเตอร์	400x400x5	เหล็ก PLATE
8	เหล็กมือหมุนกลึงงาน	SEE DETAIL	เหล็ก S45C
7	PLATE SLIDE ใบมีดในการกลึงฮุก	200x208x18.5	เหล็ก S45C FH
6	PLATE SLIDE ใบมีดประกอบยึดร่วมกับ ROLLER BEARING สำหรับการกลึงฮุก	200x208x18.5	เหล็ก S45C FH
5	ที่ยึดโฟมสำหรับกลึงฮุก	∅ 160x5	เหล็ก PLATE ยึดแผ่นอคลีลิค
4	ที่ล๊อคใบมีดสำหรับกลึงฮุก	155x250x12.58	เหล็ก PLATE มิลดำ
3	ฐานล่างสำหรับยึดโครงสร้างกับล้อเลื่อน	440x630x50	เหล็ก PLATE ,เหล็กกล่องไม้ขีด
2	โครงสร้าง – 2	-	
1	โครงสร้าง – 1	-	เหล็ก PLATE , ANGLE

ว/ด/ป	ชื่อ – นามสกุล	รหัส	รายการ	แผ่นที่
15-2-07	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ	48063615	ภาพฉาย	16/16
การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม				
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ภาพผลงาน

ภาพเครื่องออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมแบบเดิม

ภาพเครื่องกลึงงานประเภทต่างๆ

ภาพแสดงการติดฮุกและแม่พิมพ์เหล็กหล่อที่ผ่านกระบวนการหล่อโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.1 ภาพเครื่องชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมที่ได้พัฒนาแล้ว

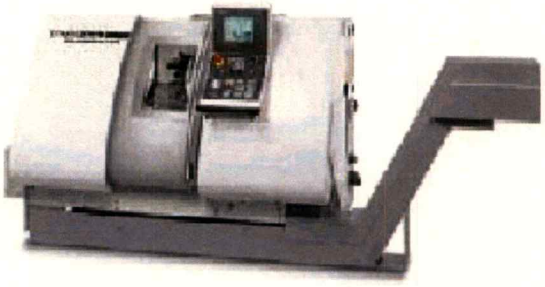
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.2 ชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมที่ใช้ในการวิจัย
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล

ภาพที่ 6.3 โฟม วัตถุดิบต้นแบบที่ใช้ในการผลิต
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล

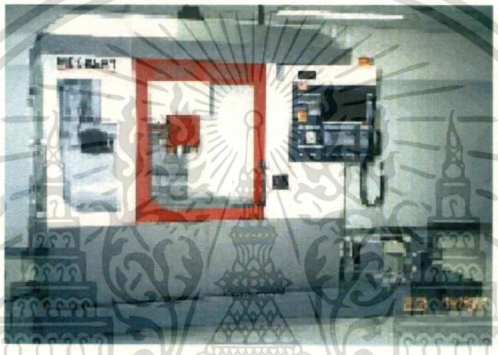
ภาพที่ 6.4 ภาพแสดงวิธีการทำงานของเครื่องออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.5 เครื่องกลึง (Turning Machine หรือ Lathe) ซึ่งใช้สำหรับงานรูปทรงกระบอก 2 มิติ

ที่มา : http://www.mm.cit.kmitnb.ac.th



ภาพที่ 6.6 เครื่องกัด (Milling Machine) และแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ (Maching Center) ซึ่งใช้สำหรับ งานกัด 3 มิติ

ที่มา : http://www.mm.cit.kmitnb.ac.th

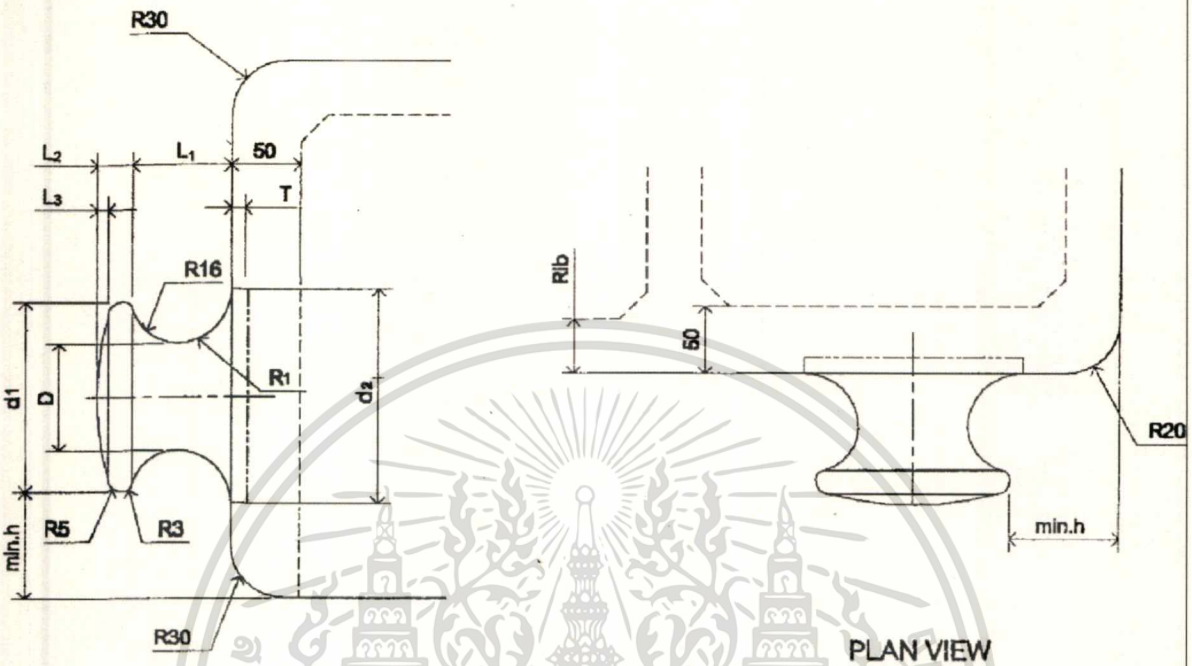
ภาพที่ 6.7 เครื่องเจาะ (Drilling Machine) ซึ่งใช้สำหรับการเจาะรูกลมและการทำเกลียว

ที่มา : http://www.mm.cit.kmitnb.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ogihara (THAILAND) CO. LTD.

DIE DESIGN STANDARD	DESIGN SECTION
NAME: BOSS HOOK	OTCS - 253
	MAT. -
	HT. -



Allowable load SC46 GM190	Allowable load FC250 GM241	D	d1	d2	h	L1	L2	L3	R1	T
1600	-	40	71	80	32	36	13	4	20	6
3200	1600	50	80	90	32	36	13	4	20	6
5000	2500	(63)	100	100	32	40	16	4	20	6
8000	4000	80	140	140	40	50	20	4	32	8
12500	6300	100	160	160	40	56	25	5	32	8
20000	8000	125	185	180	63	63	25	5	32	8
25000	10000	140	200	220	63	71	30	5	40	8

INDICATION OTCS - 253 - D

NO.	DATE	REMARKS	NAME	MANUFACTURING BY:	
				PURCHASING FROM:	

ภาพที่ 6.8 มาตรฐานของบอสฮุกที่ใช้ในการผลิต

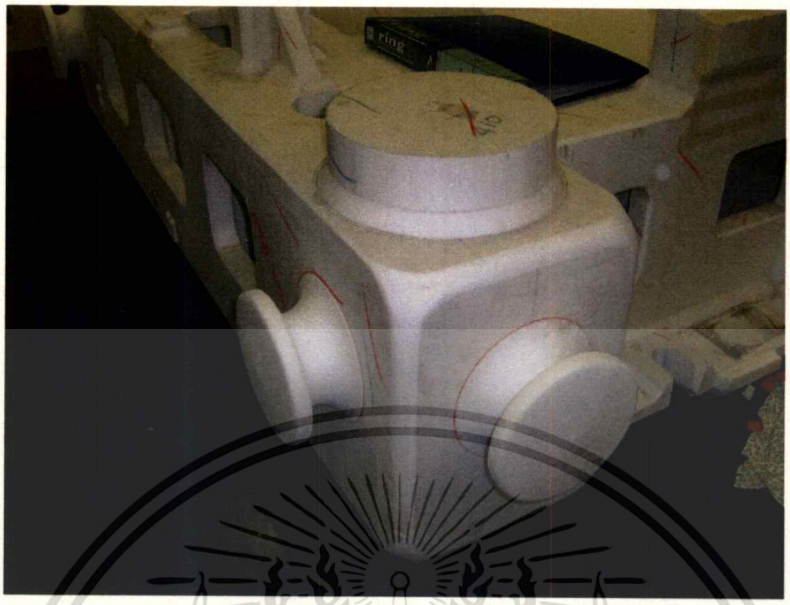
ที่มา : มาตรฐานการผลิตฮุกในบริษัทฯ โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.9 ภาพผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึง.
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล

ภาพที่ 6.10 แสดงการตัดชิ้นงานโฟมในส่วนที่ไม่ใช้งานออก
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

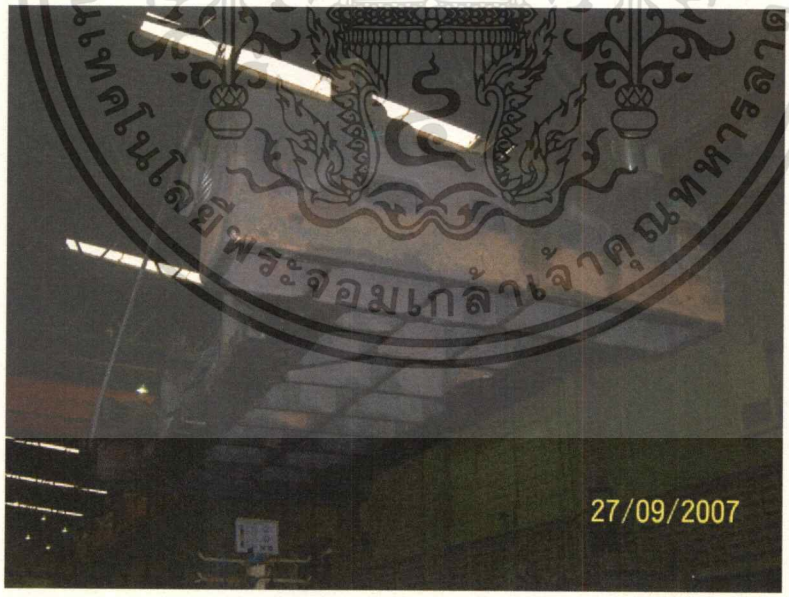


ภาพที่ 6.11 แสดงการติดชิ้นงานผลิตภัณฑ์โฟมที่แม่พิมพ์ต้นแบบ
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล

ภาพที่ 6.12 ต้นแบบแม่พิมพ์หลังจากติดฮุกพร้อมส่งงานหล่อโลหะ
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.13 ภาพแสดงแม่พิมพ์หลังจากการหล่อโลหะ
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล



ภาพที่ 6.14 ภาพแสดงการยกแม่พิมพ์โลหะโดยใช้สายสลิงคล้อง
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ภาพผลงาน

ภาพเครื่องออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมแบบเดิม

ภาพเครื่องกลึงงานประเภทต่างๆ

ภาพแสดงการติดฮุกและแม่พิมพ์เหล็กหล่อที่ผ่านกระบวนการหล่อโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.1 ภาพเครื่องชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมที่ได้พัฒนาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.2 ชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟมที่ใช้ในการวิจัย
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล

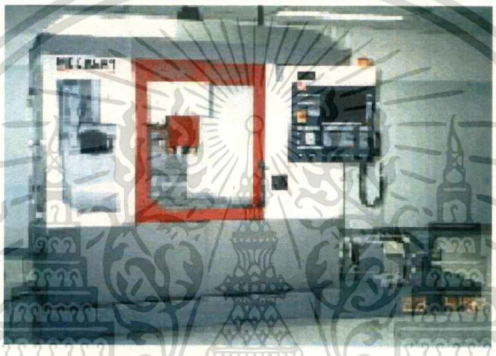
ภาพที่ 6.3 โฟม วัตถุดิบต้นแบบที่ใช้ในการผลิต
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล

ภาพที่ 6.4 ภาพแสดงวิธีการทำงานของเครื่องออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.5 เครื่องกลึง (Turning Machine หรือ Lathe) ซึ่งใช้สำหรับงานรูปทรงกระบอก 2 มิติ

ที่มา : http://www.mm.cit.kmitnb.ac.th



ภาพที่ 6.6 เครื่องกัด (Milling Machine) และแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ (Maching Center) ซึ่งใช้สำหรับ งานกัด 3 มิติ

ที่มา : http://www.mm.cit.kmitnb.ac.th

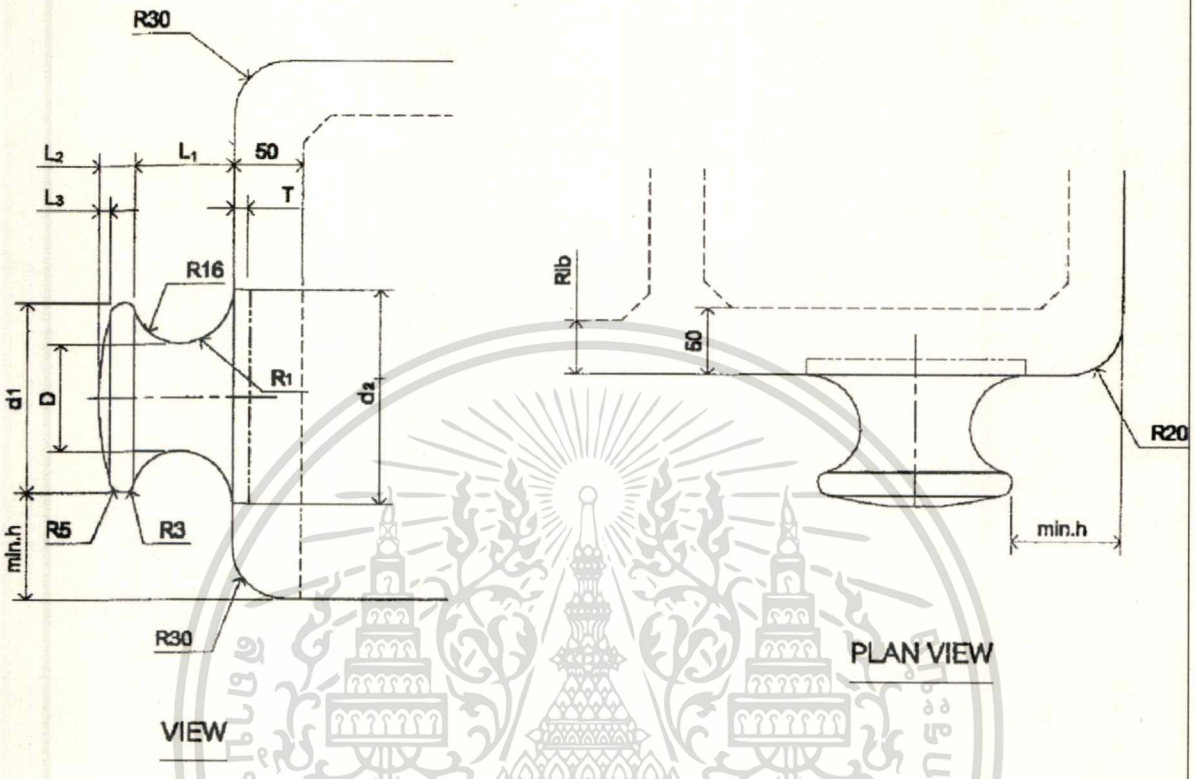
ภาพที่ 6.7 เครื่องเจาะ (Drilling Machine) ซึ่งใช้สำหรับการเจาะรูกลมและการทำเกลียว

ที่มา : http://www.mm.cit.kmitnb.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ogihara (THAILAND) CO. LTD.

DIE DESIGN STANDARD	DESIGN SECTION
NAME: BOSS HOOK	OTCS - 253
	MAT. -
	HT. -



Allowable load SC46 GM190	Allowable load FC250 GM241	D	d1	d2	h	L1	L2	L3	R1	T
1600	-	40	71	80	32	36	13	4	20	6
3200	1600	50	80	90	32	36	13	4	20	6
5000	2500	(63)	100	100	32	40	16	4	20	6
8000	4000	80	140	140	40	50	20	4	32	8
12500	6300	100	160	160	40	56	25	5	32	8
20000	8000	125	185	180	63	63	25	5	32	8
25000	10000	140	200	220	63	71	30	5	40	8

INDICATION OTCS - 253 - D

NO.	DATE	REMARKS	NAME	MANUFACTURING BY: / PURCHASING FROM:	

ภาพที่ 6.8 มาตรฐานของบอสฮุกที่ใช้ในการผลิต

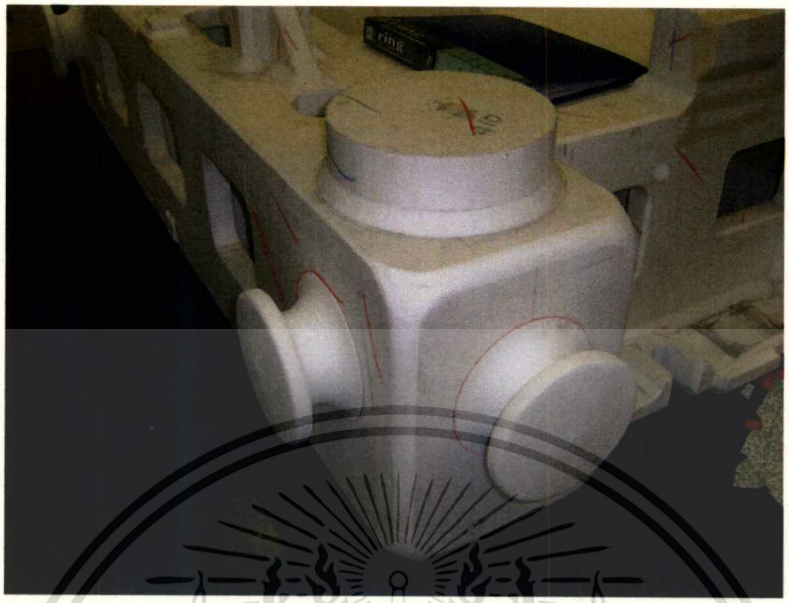
ที่มา : มาตรฐานการผลิตฮุกในบริษัทฯ โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.9 ภาพผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากชุดอุปกรณ์กลึง.
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล

ภาพที่ 6.10 แสดงการตัดชิ้นงานโฟมในส่วนที่ไม่ใช้งานออก
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

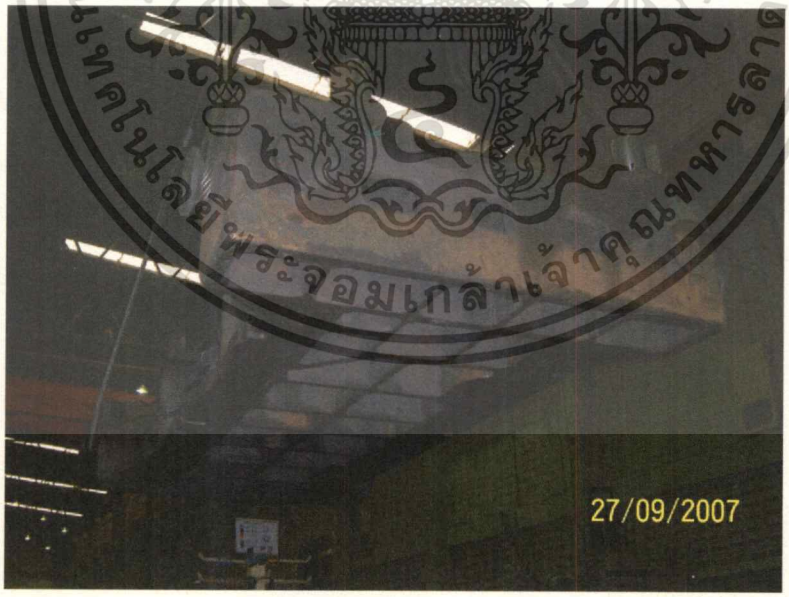


ภาพที่ 6.11 แสดงการติดชิ้นงานผลิตภัณฑ์โฟมที่แม่พิมพ์ต้นแบบ
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล

ภาพที่ 6.12 ต้นแบบแม่พิมพ์หลังจากติดฮุกพร้อมส่งงานหล่อโลหะ
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.13 ภาพแสดงแม่พิมพ์หลังจากการหล่อโลหะ
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล



ภาพที่ 6.14 ภาพแสดงการยกแม่พิมพ์โลหะโดยใช้สายสลิงคล้อง
ถ่ายภาพโดย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ กล้องดิจิตอล Kodak v550 ความละเอียด 5,000,000 พิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
หนังสือราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ สป/สผ/อสป/001-ก(พ)

คำรับรองเกี่ยวกับสิทธิขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

เขียนที่ กรมทรัพย์สินทางปัญญา

วันที่ 27 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2550

เรียน อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา

ข้าพเจ้า นายสถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ

ที่อยู่ 291/1 ซอยเชื้อเพลิง (อมร) แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร 10120 และ

ข้าพเจ้า นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ

ที่อยู่ 314 ซอยร่มเกล้า 42 แขวงคลองสามประเวศ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 และ

ข้าพเจ้า .....

ที่อยู่ .....

ขอรับรองและยืนยันเกี่ยวกับสิทธิของข้าพเจ้าในการประดิษฐ์/ออกแบบผลิตภัณฑ์ คือ

(ระบุชื่อการประดิษฐ์/ออกแบบผลิตภัณฑ์) ชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

ซึ่งข้าพเจ้าขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ดังนี้

1. ข้าพเจ้าเป็นผู้ประดิษฐ์สิ่งที่ขอรับสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร/ผู้ออกแบบสิ่งที่ขอรับสิทธิบัตรดังกล่าว

2. ไม่มีบุคคลหรือหน่วยงานใดมีสิทธิขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร สำหรับการประดิษฐ์/ออกแบบผลิตภัณฑ์ ที่ขอรับสิทธิบัตร

3. ข้าพเจ้ายังไม่ได้โอนสิทธิ์ในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ที่ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร แก่บุคคลอื่นใด

4. รายละเอียดต่าง ๆ ที่ข้าพเจ้าระบุถึงในคำรับรองนี้ ตลอดจนข้อเท็จจริงทั้งปวงที่ระบุในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ถูกต้องและเป็นความจริงทุกประการ

ลงชื่อ .....

(นายสถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ)

.....

(นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ)

.....

(.....)

หมายเหตุ 1. ให้ยื่นคำรับรองนี้ในกรณีที่ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร เป็นผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบเอง

2. ให้ยื่นคำรับรองนี้พร้อมกับคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ สป/สผ/อสป/001-ก

หน้า 1 ของจำนวน 3 หน้า

คำขอรับสิทธิบัตร / อนุสิทธิบัตร

- [x] การประดิษฐ์
- [ ] การออกแบบผลิตภัณฑ์
- [ ] อนุสิทธิบัตร

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ.2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร(ฉบับที่ 2) พ.ศ 2535 และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ 2542

สำหรับเจ้าหน้าที่

วันรับคำขอ	เลขที่คำขอ
27 ส.ค. 2550	0701004284
วันยื่นคำขอ	

สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ

ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์

ประเภทผลิตภัณฑ์

วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่

1. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์

ชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม

2. คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่

ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน

3. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่(เลขที่ ถนน ประเทศ)

1.นายสถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ 2. นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ

(ดูที่ใบต่อ)

3.1 สัญชาติ	ไทย
3.2 โทรศัพท์	089-4444527
3.3 โทรสาร	089-7718968
3.4 อีเมล์	

4. สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

- [x] ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ
- [ ] ผู้รับโอน
- [ ] ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น

5. ตัวแทน (ถ้ามี) ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด รหัสไปรษณีย์)

5.1 ตัวแทนเลขที่	
5.2 โทรศัพท์	
5.3 โทรสาร	
5.4 อีเมล์	

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)

1.นายสถาพร ดีบุญมี 2.นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ (ดูที่ใบต่อ)

7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม

ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร

เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ

- [ ] คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง
- [ ] ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ
- [ ] ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่อาจระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแนบท้ายแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลข กำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ สป/สผ/อสป/001-ก(ใบต่อ)
หน้า 2 ของจำนวน 3 หน้า

8. การยื่นคำขอนอกราชอาณาจักร

วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				

8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย
☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้

9. การแสดงการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด
วันแสดง วันเปิดงานแสดง ผู้จัด

10. การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ

10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ	10.2 วันที่ฝากเก็บ	10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ

11. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอยื่นเป็นภาษา
☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่น ๆ

12. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้จดแจ้งประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตรหรือจดทะเบียนและประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้
หลังจากวันที่ เดือน พ.ศ
☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข ในการประกาศโฆษณา

13. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย
ก. แบบพิมพ์คำขอ 2 หน้า
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์ 3 หน้า
ค. ข้อถือสิทธิ 1 หน้า
ง. รูปเขียน 8 รูป 8 หน้า
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์
☐ รูปเขียน รูป หน้า
☐ รูปถ่าย รูป หน้า
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์ 1 หน้า

14. เอกสารประกอบคำขอ
☐ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ หนังสือรับรองการแสดงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
☐ หนังสือมอบอำนาจ
☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ
☐ เอกสารการขอนับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย
☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ
☐ เอกสารอื่น ๆ

15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า
☐ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรมาก่อน
☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก.....

16. ลายมือชื่อ (☑ ผู้ขอรับสิทธิบัตร / อนุสิทธิบัตร; ☐ ตัวแทน)
(นายสถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ) (นายจรัญญู วิริยะขันติ)

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อ ความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่เพื่อให้ได้ไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเท่านั้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเครื่องกลเพื่อการวิจัย

เรียน คุณเอกรัตน์ เปรมกมล / คุณสมเลิศ วสุธากีรตินันท์ / คุณสุรพงษ์ เอกจิตต์

ด้วย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว เพื่อการวิจัยของ นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0230

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าเพื่อการวิจัย

เรียน คุณสุพจน์ ธินะกุล / คุณสมบัติ ประพฤติถ้อย / คุณศุภชัย ไทยเสรีกุล

ด้วย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว เพื่อการวิจัยของ นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบเพื่อการวิจัย

เรียน คุณภูวดล วงศ์คำลือ / คุณจักรพันธ์ รัตนจีนะ / คุณไพรัตน์ รุ่งเรือง

ด้วย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว เพื่อการวิจัยของ นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0230

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบเพื่อการวิจัย

เรียน คุณไพรัตน์ รุ่งเรือง

ด้วย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว เพื่อการวิจัยของ นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0230

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบเพื่อการวิจัย

เรียน คุณจักรพันธ์ รัตนจีนะ

ด้วย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว เพื่อการวิจัยของ นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ยินดีให้ความอนุเคราะห์ครับผม

(นายจักรพันธ์ รัตนจีนะ)

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0230

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบเพื่อการวิจัย

เรียน คุณภูวดล วงศ์คำลือ

ด้วย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว เพื่อการวิจัยของ นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

ยินดีให้ความอนุเคราะห์นักศึกษา.
ภูวดล วงศ์คำลือ.
(นายภูวดล วงศ์คำลือ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0230

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเครื่องกลเพื่อการวิจัย

เรียน คุณสมเลิศ วสุธากีรตินันท์

ด้วย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว เพื่อการวิจัยของ นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0230

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเครื่องกลเพื่อการวิจัย

เรียน คุณเอกรัตน์ เปรมกมล

ด้วย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว เพื่อการวิจัยของ นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

ยินดีให้ความอนุเคราะห์นักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0230

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเครื่องกลเพื่อการวิจัย

เรียน คุณสุรพงษ์ เอกจิตต์

ด้วย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว เพื่อการวิจัยของ นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

อนุมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0230

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมการผลิตเพื่อการวิจัย

เรียน คุณพีระยศ ใจชื้น

ด้วย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว เพื่อการวิจัยของ นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

ยินดีให้ความอนุเคราะห์กับนักศึกษาในการทำสาระนิพนธ์
พีระยศ ใจชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0230

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมการผลิตเพื่อการวิจัย

เรียน คุณบัลลังก์ สิขากุล

ด้วย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว เพื่อการวิจัยของ นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

ยินดีให้ความอนุเคราะห์
บัลลังก์ สิขากุล

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0230

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมการผลิตเพื่อการวิจัย

เรียน คุณต้องรัก อุ้มอ้น

ด้วย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าว เพื่อการวิจัยของ นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

O.TORNGRAK
Feb,09'07

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 3328 วันที่ 28 สิงหาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม

ด้วย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3328

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๘ สิงหาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน คุณจิรายุ ปิยะสุทธิ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3328

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ฉนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๘ สิงหาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน คุณสุพจน์ ชินะกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์ออกแบบผลิตต้นแบบงานโฟม"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายจิรัฏฐ์ วิริยะขันติ
วัน เดือน ปี เกิด	10 พฤษภาคม 2513
สถานที่เกิด	อำเภอบางกอกน้อย จังหวัดกรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	319 ซอยร่มเกล้า 42 หมู่บ้านรุ่งกิจวิลล่า 7 ถนน ร่มเกล้า แขวงคลองสามประเวศ เขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ปี 2528 สำเร็จการศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนทุ่งโพวิทยา จังหวัดอุทัยธานี ปี 2531 สำเร็จการศึกษา มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปี 2545 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) จากมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ปี 2550 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	ปี 2531-2532 ประกอบเครื่องยนต์ บริษัทฯสยามโตโยต้าอุตสาหกรรม ปี 2533-ปัจจุบัน หัวหน้าส่วนวิศวกรรมแม่พิมพ์รถยนต์ บริษัทฯ โอกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้