สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

STUDY AND DEVELOPMENT FACTORABLE MACHINE FROM KEROSENE

T110282

ปรีชญา สมานตระกูล

ว.ท.
ว146ก
2553
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 110282
วัน,เดือน,ปี - 1 พ.ย. 2553
b.12254629
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL-2010-ED-M-222-014

STUDY AND DEVELOPMENT FACTORABLE MACHINE FROM KEROSENE

PREECHAYA SAMANTRAKUL

A THESIS SUMMITTED IN PARTRIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMNT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION

IN INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL-2010-ED-M-222-014

COPYRIGHT 2010

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อวิทยานิพนธ์	ศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด
ชื่อนักศึกษา	ปรีชญา สมานตระกูล
รหัสประจำตัว	49063632
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2553
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด เพื่อทดลอง และทดสอบคุณภาพของเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด โดยทำการพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ให้มีประสิทธิภาพในการแยก แล้วทำการทดลองและทดสอบหาคุณภาพของหมึกพิมพ์และน้ำมันก๊าดที่แยกออกมา นั้นมีคุณภาพ สามารถนำของเสียกลับมาใช้งานใหม่

การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและวิศวกรรมเครื่องกล จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบคุณภาพ 3 คน กลุ่มที่ 2 กลุ่มผู้ใช้งานทางการพิมพ์ จำนวน 40 คน โดยประเมินความพึงพอใจในด้านคุณภาพการใช้งาน

ผลการวิจัยพบว่า ผู้เชี่ยวชาญประเมินด้านการออกแบบและวิศวกรรมเครื่องกล มีผลประเมินอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$= 4.62) ผลที่ได้จากการทดสอบคุณภาพของหมึกพิมพ์ ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดมีค่าความเข้มลดลงที่ 0.09 ซึ่งเป็นค่าความเข้มที่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังนั้นหมึกพิมพ์ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกจึงไม่สามารถนำมาใช้งานได้ ส่วนผลการทดสอบค่าความหนาแน่น ของน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดพบว่ามีค่าความหนาแน่นที่ 0.78 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงค่าความหนาแน่นตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกจึงสามารถนำมาใช้งานได้ การทดสอบค่าความหนืดของน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดมีค่าความหนืดที่ 0.91 ซึ่งเป็นค่าความหนืดที่อยู่ในช่วงค่าความหนืดตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกจึงสามารถนำมาใช้งานได้ ส่วนผู้ใช้งานทางด้านการพิมพ์ประเมินความพึงพอใจ ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$= 4.68) และด้านความงามของรูปทรง ผลการ ประเมินอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$= 4.58) เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Paper	Study and Development Factorable Machine from Kerosene
Student	Preechaya Samantrakul
Student ID.	49063632
Degree	Master of Science Industrial Eduction
Program	Industrial Design Technology
Year	2010
Thesis Adviser	Dr.Chaturong Louhapensang
Thesis Co-adviser	Associate Professor Sataporn D. Na-Chumphae

ABSTRACT

The purpose of the research was to study and develop the kerosene ink system as well as to conduct experiment and test the quality of the device for separation of kerosene from ink. The device was developed to effectively separate. Tkecapacity of keeusene and ink thrash experiment and tested that see whether it had good quality and could be reuse for new prints. The studies also aimed to find if the separation process and the process of new use ink can led to the cost reduction.

The research studied and developed a device for separating paraffin from ink by using 2 groups of sample. One group was composed of 3 specialists in design and engineering and 3 experts in quality control while the other was composed of 40 workers using the device. Satisfaction of quality in using the device was evaluated.

The research found that specialists in design and engineering evaluated the device very positive ($\bar{X}$= 4.62). The quality test resulted that the ink that had not been separated had the maximum while the intensity value of the separated ink using the device was lowered to 0.09. The ink that was separated, then, could not be reused. In testing kerosene, it was found out that the non-separated kerosene while the separated kerosene using the device had the density of 0.78. With that density, the separated kerosene could be bought back to use. To test the value of viscosity, the non-separated kerosene while the separated kerosene had the viscosity value of 0.91. The range of viscosity showed that the separated kerosene could be brought back to use. The users were satisfied with the quality in use ($\bar{X}$= 4.68).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง และ รองศาสตราจารย์สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ ให้คำปรึกษาและแนะนำ ที่สำคัญขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร และ อาจารย์ ดร.อภิสักก์ สินธุภัค ที่ได้ให้ความเมตตา ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และสอบถามดูแลวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ด้วยความเต็มใจ และขอขอบคุณรองศาสตราจารย์นพคุณ นิศามณี ที่ชี้แนะแนวทางให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้บรรลุถึงจุดหมาย

ขอขอบคุณคณาจารย์ เพื่อน และน้อง แผนกวิชาการพิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี และวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านสถานที่วิจัย และให้แนวคิดเพิ่มเติม เพื่อให้การวิจัยเกิดความสำเร็จเป็นอย่างดี รวมถึงนักเรียน-นักศึกษา วิชาการพิมพ์ทุกคนที่อาสาให้ความช่วยเหลืออย่างเต็มที่ บุคคลที่ลืมไม่ได้ต้องขอขอบคุณนางสาววิไลลักษณ์ ชวลิต ที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นเพื่อนที่ดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา คุณพ่อศิริชัย สมานตระกูล คุณแม่ชัลมา สมานตระกูล รวมทั้งพี่-น้องทุกคนที่เป็นกำลังใจที่สำคัญต่อการเรียน และการดำเนินงานต่าง ๆ จนได้รับความสำเร็จอย่างที่ผู้วิจัยคาดหวังไว้ทุกประการ

ปรีชญา สมานตระกูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VI

สารบัญภาพ..... VIII

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 4

1.3 สมมติฐานของการวิจัย..... 4

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย..... 4

1.5 ขอบเขตของการวิจัย..... 5

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย..... 6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7

2.1 เครื่องแยกตะกอน..... 7

2.2 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกลย่อย..... 9

2.3 ระบบต้นกำลังและระบบส่งกำลัง..... 11

2.4 วัสดุและกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม..... 18

2.5 โครงสร้างและสัดส่วนในการออกแบบ..... 36

2.6 ประเภทของหมึกพิมพ์ข้นเหนียว..... 49

2.7 น้ำมันก๊าด..... 54

2.8 อุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์..... 58

2.9 สิ่งแวดล้อมในโรงพิมพ์..... 60

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 66

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 66

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 66

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 68

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 70

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย 70

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 72

4.1ผลการศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด 72

4.2 ผลการทดสอบคุณภาพของหมึกพิมพ์ และน้ำมันก๊าด 79

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด 81

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 88

5.1 สรุปผลการวิจัย 88

5.2 อภิปรายผลการวิจัย 91

5.3 ข้อเสนอแนะ 93

บรรณานุกรม 94

ภาคผนวก 96

ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และผลการวิเคราะห์การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา IOC 97

ภาคผนวก ข หนังสือราชการ 116

ภาคผนวก ค ผลการออกแบบ เขียนแบบเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด 129

ภาคผนวก ง ภาพถ่าย 133

ภาคผนวก จ การทดสอบหมึกพิมพ์ และน้ำมันก๊าด 136

ภาคผนวก ฉ ตาราง 143

ประวัติผู้เขียน 146

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตารางแสดงชนิดและขนาดของพุกที่ฝังในกำแพง.....28
2.2 ตารางแสดงสัดส่วนต่าง ๆ ของน๊อต.....28
2.3 ตารางแสดงค่าสีของแก้ว.....35
2.4 ตารางแสดงองค์ประกอบทางเคมีของแก้ว.....35
2.5 ตารางแสดงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย.....42
2.6 ตารางแสดงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย.....44
2.7 ตารางเปรียบเทียบส่วนเฉพาะจุดที่สำคัญ (ชายไทย).....47
2.8 ตารางเปรียบเทียบส่วนเฉพาะจุดที่สำคัญ (หญิงไทย).....47
2.9 ตารางแสดงตัวเลขอัตราส่วน(Ration).....48
2.10 ตารางสารที่ช่วยทำให้แห้ง แยกตามชนิดโลหะ สี ความมีประสิทธิภาพ.....53
4.1 ตารางสรุปผลการวิเคราะห์การประเมินผลด้านการออกแบบ เครื่องแยกหมึกพิมพ์จาก น้ำมันก๊าดโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน.....76
4.2 ตารางแสดงค่าความเข้มของหมึกพิมพ์ (Density) ที่ทำการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์ จากน้ำมันก๊าด.....79
4.3 ตารางแสดงค่าความหนาแน่น ของน้ำมันก๊าด ที่ทำการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จาก น้ำมันก๊าด.....79
4.4 ตารางแสดงค่าความหนืด ของน้ำมันก๊าด ที่ทำการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จาก น้ำมันก๊าด.....80
4.5 ตารางแสดงค่าร้อยละของข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง.....81
4.6 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการใช้งานของเครื่องแยกหมึกพิมพ์จาก น้ำมันก๊าด จำนวน 40 คน.....82
ก1 แสดงผลการหาคุณภาพความสอดคล้องของแบบสอบด้านการออกแบบ โดยสอบถามจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ.....113
ก2 แสดงผลการหาคุณภาพความสอดคล้องของแบบสอบความพึงพอใจ โดยสอบถามจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ..... 115
ฉ1 ตารางแสดงค่าความเข้มของหมึกพิมพ์..... 148
ฉ2 ตารางแสดงค่าความหนืด และค่าความหนาแน่นของน้ำมันก๊าด..... 148

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แสดงการเปรียบเทียบโครงสร้างในระดับโมเลกุล....31

2.2 แสดงสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย 43

2.3 ภาพการแสดงความสัมพันธ์น้ำหนักของ/ระยะความสูงที่ยก....43

2.4 แสดงสัดส่วนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบรัศมีการเอื้อมในระยะต่าง 44

2.5 แสดงลักษณะการจังสิ่งของประเภทต่าง ๆ.... ..45

2.6 แสดงลักษณะของกมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรส....49

2.7 แสดงลักษณะของหมึกพิมพ์ออฟเซต.... ..50

2.8 แสดงลักษณะของผงสีและสีย้อม....51

2.9 แสดงลักษณะของเรซิน....51

2.10 แสดงลักษณะของน้ำมัน.... ..52

3.1 ภาพแผนผังดำเนินการวิจัย (Research and Development Diagram)....71

4.1 ภาพผลงานการออกแบบเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด แบบที่ 1....73

4.2 ภาพผลงานการออกแบบเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด แบบที่ 2....74

4.3 ภาพผลงานการออกแบบเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด แบบที่ 3.... ...75

4.4 เครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด....84

4.5 หมึกพิมพ์ที่ได้หลังจากทำการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด....84

4.6 น้ำมันก๊าดที่ได้หลังจากทำการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด....85

4.7 ภาพทดสอบหาค่าความหนืดและความหนาแน่นของน้ำมันก๊าด.... ..85

4.8 ภาพทดสอบหาค่าความเข้มของหมึกพิมพ์....85

4.9 ภาพงานพิมพ์ที่ได้จากหมึกพิมพ์ที่ไม่ได้แยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด....86

4.10 ภาพงานพิมพ์ที่ได้จากหมึกพิมพ์ที่แยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด....87

ง1 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบและวิศวกรรม.... ..134

ง 2 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการทดสอบคุณภาพ.... ..135

จ1 เครื่องพิมพ์ออฟเซตที่ใช้งาน.... 137

จ2 ขั้นตอนการเช็ดล้างทำความสะอาด....137

จ3 ของเสียที่ได้หลังจากทำการพิมพ์....137

จ4 การแยกหมึกพิมพ์และน้ำมันก๊าดด้วยเครื่องแยก....138

จ5 ทดลองแยกหมึกพิมพ์และน้ำมันก๊าดด้วยเครื่องแยก....138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

จ6 หมึกพิมพ์ที่ได้หลังจากแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด.....139
จ7 การทดลองนำหมึกพิมพ์ที่ได้จากการแยกมาทำการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ออฟเซต..... ...139
จ8 ขั้นตอนพิมพ์โดยนำหมึกพิมพ์ที่ได้จากการแยกมาพิมพ์..... 140
จ9 งานพิมพ์ที่ได้จากหมึกพิมพ์ที่ไม่ได้แยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด.....140
จ10 งานพิมพ์ที่ได้จากหมึกพิมพ์ที่ทำการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด..... ...140
จ11 ทดสอบหาค่าความเข้ม (Density) ของหมึกพิมพ์.....140
จ12 ภาพเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันก๊าดที่ยังไม่ผ่านการแยก และน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยก
ด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด.....141
จ13 ขั้นตอนการทดสอบหาค่าความหนืดของน้ำมันก๊าด.....141
จ14 ขั้นตอนการทดสอบหาค่าความหนาแน่นของน้ำมันก๊าด.....142

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมการพิมพ์เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีการขยายตัวตามการเปลี่ยนแปลงของสภาวะเศรษฐกิจ สังคมและการศึกษา สิ่งพิมพ์ที่ผลิตได้ในรูปแบบต่าง ๆ ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจ โดยส่วนรวมของทุกประเทศ เพราะนอกจากจะมีส่วนช่วยพัฒนาความรู้ความสามารถของประชาชนจากการอ่านหนังสือแล้วสิ่งพิมพ์ที่ใช้ในการโฆษณา และยังช่วยเป็นสื่อติดต่อ ธุรกิจ ทำให้การค้าขายขยายตัวดีขึ้น ทั้งส่งให้การค้าสิ่งพิมพ์ในตลาดโลกมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นโดยลำดับ (ผกามาศ ผจญแกล้ว. 2545 : 13)

จากการส่งออกสิ่งพิมพ์ในปี 2545 มีมูลค่า 696 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือประมาณ 27,840 ล้านบาท และมีการคาดว่าในปี 2546 จะมีมูลค่าเพิ่มเป็น 800 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือมีอัตราการขยายตัวอย่างต่อเนื่องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 15 ต่อปี และหากพิจารณาถึงอุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์ในฐานะที่เป็นอุตสาหกรรมสนับสนุน ให้ธุรกิจส่งออกสินค้าต่าง ๆ ที่ร่วมสร้างดุลการค้าให้กับประเทศมีจำนวนมูลค่าการส่งออกประมาณ 2 ล้านบาทต่อปี ทำรายได้เข้าประเทศ ซึ่งรายได้เหล่านี้มีมูลค่าแฝงที่มาจากอุตสาหกรรมการพิมพ์ที่มิได้เป็นผู้ส่งออกโดยตรง เช่น การพิมพ์บรรจุภัณฑ์ทุกประเภท การพิมพ์คู่มือการใช้สินค้า สลากใบรับประกันสินค้า แค็ตตาล็อก ฯลฯ ที่ติดไปกับสินค้าประมาณการว่าร้อยละ 4 ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมด ซึ่งมีมูลค่าเฉลี่ยประมาณ 1 แสนล้านบาทเศษ อุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์มีการใช้วัตถุดิบภายในประเทศ โดยที่โครงสร้างอุตสาหกรรมจะมีการใช้วัตถุดิบกระดาษร้อยละ 50 ค่าแรงและค่าจัดการต่าง ๆ ประมารร้อยละ 30 ส่วนที่เหลือประมารร้อยละ 20 จะเป็นค่าวัสดุอื่น ๆ เช่นค่าฟิล์ม หมึกพิมพ์ เคมีที่เกี่ยวข้อง ฯลฯ ซึ่งนำเข้ามาจากต่างประเทศจากการประเมินในเบื้องต้น ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นอย่างแท้จริงคิดเป็นมูลค่าร้อยละ 80 ของจำนวนยอดการส่งออกสิ่งพิมพ์ทั้งหมด นอกจากนี้ประเทศคู่แข่งที่สำคัญของไทยคือ สิงคโปร์ และฮ่องกงได้ประสบปัญหาค่าแรงงานที่เพิ่มสูงขึ้นและขาดแคลนแรงงานในธุรกิจสิ่งพิมพ์นั้น แสดงให้เห็นว่าสิ่งพิมพ์ไทยมีโอกาสในการเพิ่มส่วนแบ่งตลาดมากขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2547 : 2)

ข้อมูลในปี พ.ศ.2546 พบว่า มีโรงพิมพ์อยู่ทั่วประเทศประมาณ 2,500 แห่ง และจำนวนร้อยละ 80 อยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร ธุรกิจโรงพิมพ์ที่ดำเนินการจะมีหลายขนาด ส่วนใหญ่เป็นธุรกิจโรงพิมพ์สิ่งพิมพ์ทั่วไปขนาดกลางและขนาดเล็กซึ่งมีอยู่มากกว่าร้อยละ 95 ซึ่งมีการบริหารงานแบบครอบครัว โรงพิมพ์ที่ทันสมัยและมีศักยภาพในการส่งออกได้มีเพียงประมาณ 20-30 แห่ง การดำเนินธุรกิจโรงพิมพ์สิ่งพิมพ์ทั่วไปส่วนใหญ่จะตอบสนองความต้องการภายในประเทศ ซึ่งส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใหญ่เป็นการผลิตหนังสือ วารสาร นิตยสาร และสิ่งพิมพ์เพื่อ เผยแพร่ข่าวสาร และโฆษณาประชาสัมพันธ์ มีมูลค่าตลาดปีละหลายพันล้านบาท แนวโน้มความต้องการของตลาดภายในประเทศมีอัตราเติบโต ร้อยละ 10-15 ต่อปี และเน้นการผลิตสิ่งพิมพ์ในลักษณะใหม่ ๆ เพิ่มมากขึ้น แต่ตัวเลขการส่งออกในแต่ละปีเพียงประมาณ 4,000 ล้านบาท หรือคิดเป็นเพียงร้อยละ 4 ของการผลิตสิ่งพิมพ์ทั้งหมด (ทั้งนี้ไม่รวมมูลค่าของการพิมพ์ที่แฝงในรูปบรรจุภัณฑ์) การที่ธุรกิจโรงพิมพ์ส่วนใหญ่ยังไม่สามารถพัฒนาให้เป็นอุตสาหกรรมที่ส่งออกเนื่องมาจากมาตรฐานของกระบวนการพิมพ์ และวัสดุการพิมพ์ยังไม่เป็นมาตรฐานสากลที่ลูกค้าต้องการ ธุรกิจโรงพิมพ์ยังต้องการการปรับปรุงเรื่องการตลาดระหว่างประเทศ ระบบการจัดการด้านต่าง ๆ และนโยบายการลดหย่อนทางด้านภาษีนำเข้าของรัฐบาลเพื่อให้ต้นทุนการพิมพ์ต่ำลง สามารถกำหนดราคาได้ต่ำล่งที่จะสามารถแข่งขันการตลาดต่างประเทศได้ อย่างไรก็ตาม มีโรงพิมพ์ส่วนใหญ่ที่ได้เริ่ม นำเอามาตรฐานสากลมาใช้ในการพิมพ์ ทำให้ในอนาคตประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะสามารถเพิ่มส่วนแบ่งตลาดต่างประเทศได้ เนื่องจากประเทศคู่แข่งขันที่ผลิตสิ่งพิมพ์เพื่อการส่งออกในแถบเอเชีย เช่น ญี่ปุ่น ฮ่องกง และสิงคโปร์ เป็นต้น ที่นับวันจะมีค่าแรงงานสูงกว่าประเทศไทย จากการสำรวจของกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ.2546 พบว่ามีธุรกิจ โรงพิมพ์สิ่งพิมพ์ทั่วไปที่จดทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรมทั้งประเทศ 522 แห่ง และ อยู่ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 457 แห่ง ซึ่งคิดเป็นจำนวนร้อยละ 87.54 ของโรงพิมพ์สิ่งพิมพ์ ทั่วประเทศ ซึ่งจำแนกได้เป็นโรงพิมพ์สิ่งพิมพ์ทั่วไปขนาดเล็ก จำนวน 249 แห่ง โรงพิมพ์สิ่งพิมพ์ ทั่วไปขนาดกลาง จำนวน 96 แห่ง และโรงพิมพ์สิ่งพิมพ์ทั่วไปขนาดใหญ่ จำนวน 112 แห่ง (ยุทธศักดิ์ คณาสวัสดิ์. 2546 : 59)

อุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาทั้งตัวเครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์ และส่วนประกอบต่าง ๆ เพื่อลดมลพิษลง เนื่องจากโรงพิมพ์ในไทยส่วนใหญ่ยังมีขนาดเล็ก มีเงินลงทุนต่ำ ยังไม่สามารถจะเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรแบบใหม่ได้หมด จึงยังมีโรงพิมพ์บางแห่งที่ยังคงใช้ระบบเก่าที่ก่อให้เกิดมลพิษซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ทรัพยากรมนุษย์ในอุตสาหกรรมหายาก ยกเว้นคนที่ทำงานมานานๆ อย่างไรก็ตามในประเทศไทยมีหน่วยพิทักษ์รักษาสิ่งแวดล้อมซึ่งมีทั้งหน่วยงานของภาครัฐ เอกชน และหน่วยงานที่เกิดจากความร่วมมือทั้งในภาครัฐและเอกชน เช่น สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย คณะกรรมการนักธุรกิจเพื่อสิ่งแวดล้อมไทย สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย กรมโรงงานอุตสาหกรรม สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และองค์กรพัฒนาเอกชนต่าง ๆ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช หน่วยที่ 1-8.เอกสารการสอนประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยีการพิมพ์. 2540 : 6)

ดังนั้นโรงพิมพ์ในประเทศไทยหลายแห่งได้ตระหนักถึงความสำคัญในการรักษาสภาพแวดล้อม คือ เริ่มมีมาตรการในการป้องกันมลพิษที่เกิดจากการพิมพ์ มิให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวม เช่น การแยกของเสียที่เป็นพิษและการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น น้ำเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เกิดจากการพิมพ์ คือน้ำเสียที่มีสารเคมีอันตรายปนเปื้อนซึ่งอาจมองไม่เห็นแต่มีพิษภัยมากมาย ส่วนน้ำเสียที่มีสีหรือหมึกพิมพ์ปนเปื้อน นอกจากจะมีสารต่างๆ ในหมึกพิมพ์ที่อาจเป็นอันตราย เช่น ผงสีอนินทรีย์ และตัวทำละลายแล้ว สีเข้มสกปรกที่ปรากฏในแหล่งน้ำยังเป็นที่ไม่พึงพอใจของผู้พบเห็น และเกิดความเป็นพิษต่อสัตว์ และทำให้ผู้อื่นที่อาศัยอยู่ในบริเวณแหล่งน้ำนั้นไม่สามารถใช้น้ำเพื่อการอุปโภคหรือบริโภคได้ นอกจากนี้อนุภาคของผงสียังไปขัดขวางการส่องผ่านของแสงในน้ำทำให้พืชและสาหร่าย ไม่สามารถสร้างแสง เพื่อสร้างออกซิเจนได้ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์น้ำต่าง ๆ ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบนิเวศวิทยาตามมา (สุชปา เนตรประดิษฐ์. 2547 : 61)

ในปัจจุบัน ได้มีการรณรงค์เกี่ยวกับ “การเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” กันมากขึ้น ซึ่งในตอนนี้ถือว่าเป็น ข้อบังคับสำหรับโรงพิมพ์ต่าง ๆ แต่ปัญหาอยู่ที่ว่า จะทำอย่างไรให้โรงพิมพ์ต่าง ๆ นั้นรักษาสิ่งแวดล้อมและยังคงมีกำไร และสามารถที่จะแข่งขันกับผู้อื่นได้ ซึ่งในปัจจุบันนี้มีการเปลี่ยนจากช่วงของ “การใช้แล้วทิ้ง” เป็น “ระบบการนำกลับมาใช้อีก” แต่อย่างไรก็ตาม โรงพิมพ์นั้นยังคงใช้สารเคมีที่ห้ามใช้ หรือ เป็นสารเคมีที่ต้องห้ามในประเทศอื่น ๆ อาจจะเนื่องมาจาก การไม่ตระหนักถึงโทษที่จะเกิดขึ้น หรือเป็นสิ่งที่ทำคุ้นเป็นประจำอยู่แล้วหรือ อาจจะเป็นในส่วนของราคาต้นทุน แต่สิ่งหลัก ๆ ได้ทำอยู่ในตอนนี้ คือ การนำกลับมาใช้ได้อีก (Recycle) ซึ่งเป็นขั้นแรกที่ได้ทำขึ้นมา ในธุรกิจต่าง ๆ นั้นก็ได้มีการตระหนักเกี่ยวกับ ภาวะโลกร้อนจึงมีการทำ Recycle กันมากขึ้น เช่น กระดาษ, อลูมิเนียม, แก้ว, พลาสติก, และ สารเคมีอื่น ๆ โดยสิ่งที่ต้องการอย่างแรก คือการลดของเสีย และในปัจจุบันลูกค้าก็เริ่มมีการถามถึงวัสดุพิมพ์ที่เป็นแบบ Recycle หรือ วัสดุที่เป็น Biodegradable ซึ่งทางภาครัฐนั้นให้การสนับสนุนในการห้ามการการใช้งานของสารเคมีต้องห้ามและได้เสนอวิธีแก้อีกวิธีคือ การให้ความรู้กับนักเรียน-นักศึกษาและช่างพิมพ์ถึงการใช้สารเคมีที่เป็นพิษ หรือ สารเคมีที่ต้องห้าม (Tomas SJ. Viray. 2008 : 13)

ด้วยเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจและเห็นว่า การออกแบบเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด มีส่วนทำให้สามารถนำหมึกพิมพ์และน้ำมันก๊าดที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เป็นการประหยัดและลดต้นทุนการผลิต ในขณะเดียวกันก็จะได้หมึกพิมพ์สีดำ ซึ่งจะลดปริมาณของเสียจากการล้างทำความสะอาดเครื่องพิมพ์ออฟเซต และช่วยรักษาสภาพแวดล้อมไม่ให้เกิดสารปนเปื้อนลงสู่พื้นดินหรือแม่น้ำลำคลอง โดย เครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด จะสามารถแยกหมึกพิมพ์และน้ำมันก๊าด ได้ตรงตามวัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

1.2.2 เพื่อทดลองและทดสอบคุณภาพเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 เครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด มีประสิทธิภาพในการแยกหมึกพิมพ์และน้ำมันก๊าดที่ได้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60

ตารางแสดงค่าความเข้มตามมาตรฐานของหมึกพิมพ์

	น้ำเงินเขียว	สีม่วงแดง	สีเหลือง	สีดำ
การพิมพ์ออฟเซตแบบป้อนแผ่น	1.40	1.50	1.10	1.70

ตารางแสดงค่ามาตรฐานความหนืด และค่าความหนาแน่นของน้ำมันก๊าด

Liquid	Specific Gravity	Viscosity (cP)	Temperature
Kerosene	.78 - .92	2.1 - 2.2	60F

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง ศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวความคิด ทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1.4.1 กรอบแนวคิดทางด้านการออกแบบ และด้านวิศวกรรม ได้แก่ กรอบด้านเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(Industrial Design Technology) ของ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร.2549) มีดังนี้

1.4.1.1 หน้าที่ใช้สอย (Function)

1.4.1.2 ความปลอดภัย (Safety)

1.4.1.3 ความแข็งแรงทนทาน (Durability)

1.4.1.4 ความประหยัด (Economic)

1.4.1.5 วัสดุ (Material)

1.4.1.6 โครงสร้าง (Construction)

1.4.1.7 ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomic)

1.4.1.8 ความสวยงาม (Aesthetic)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.1.9 มีลักษณะเฉพาะ (Personality)

1.4.1.10 กรรมวิธีการผลิต (Production)

1.4.1.11 การซ่อมบำรุงรักษา (Ease of Maintenance)

1.4.2 กรอบการศึกษาตามแนวทางในการศึกษาคุณสมบัติคุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (กรมธุรกิจพลังงาน.2551:4) ซึ่งผู้วิจัยนำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาดังนี้

1.4.3.1 ความหนาแน่น

1.4.3.2 ความหนืด

1.4.3 กรอบแนวคิดทางด้านทดลองและทดสอบคุณภาพของผู้บริโภคซึ่งผู้วิจัยใช้กรอบ Cooper – Hewitt.1990.Design for Daily Life ของ (พิไลวรรณ ประกอบผล.2540) พฤติกรรมผู้บริโภค มีดังนี้

1.4.4.1 ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน

1.4.4.2 ด้านความงามของรูปทรง

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ที่จะทำการศึกษาดังนี้

1.5.1 ตัวแปรที่จะทำการศึกษา

1.5.1.1 ตัวแปรต้น คือ เครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นใหม่

1.5.1.2 ตัวแปรตาม คือ ผลทดลองประสิทธิภาพที่ได้หลังจากการแยกหมึกพิมพ์ออกจากน้ำมันก๊าด

1.5.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.2.1 ประชากร คือ นักเรียน-นักศึกษาของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพฯ (วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ) จำนวน 20 คน, วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี จำนวน 20 คน รวม 40 คน

1.5.2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียน-นักศึกษา จำนวน 40 คน (โดยวิธีการจับฉลาก) ที่เป็นตัวแทนของประชากร ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยทำการสุ่มแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ของ Robert V.Krejcie (อ้างใน นิรัช สุดสังข์. 2548 : 48)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 การพัฒนา หมายถึง การทำให้ดีขึ้นจากเดิมหรือสร้างขึ้นใหม่ให้ดีกว่าเดิม โดยการสร้างเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น โดยคำนึงถึงหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์และด้านวิศวกรรม

1.6.2 หมึกพิมพ์ หมายถึง หมึกที่มีน้ำมันเป็นตัวหลักในการทำละลาย พิมพ์บนวัสดุประเภทกระดาษ

1.6.3 น้ำมันก๊าด หมายถึง เชื้อเพลิง หรือตัวทำละลายที่ยังไม่ผ่านการใช้ทำความสะอาดหรือชะล้างหมึกพิมพ์ในส่วนต่าง ๆ

1.6.4 น้ำมันก๊าดที่มีส่วนผสมของหมึกพิมพ์ หมายถึง ของเหลวที่มีส่วนผสมของน้ำมันก๊าดและหมึกพิมพ์ เป็นของเสียที่เกิดจากกระบวนการล้างทำความสะอาดเครื่องพิมพ์

1.6.5 น้ำมันก๊าดที่ผ่านการบำบัด หมายถึง น้ำมันก๊าดที่ใช้ทำความสะอาดหรือชะล้างหมึกพิมพ์ในส่วนต่าง ๆ

1.6.6 หมึกพิมพ์ ที่ผ่านการบำบัด หมายถึง หมึกพิมพ์ที่ผ่านกระบวนการกรองและแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

1.6.7 นักเรียน-นักศึกษา หมายถึง ผู้ศึกษาระดับ ปวช. ปวส. และปริญญาตรี โดยมีความรู้ทางด้านการพิมพ์ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพฯ (วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ) และวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

1.6.8 ผลทดลองที่ได้จากเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด หมายถึง ประสิทธิภาพในการแยกหมึกพิมพ์ และน้ำมันก๊าดที่ได้อย่างไม่น้อยกว่าร้อยละ 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด เป็นแนวทางในการนำหมึกพิมพ์ที่ได้ใช้งานแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดตามลำดับดังนี้

2.1 เครื่องแยกตะกอน
2.2 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกลย่อย
2.3 ระบบต้นกำลังและระบบส่งกำลัง
2.4 วัสดุและกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม
2.5 โครงสร้างและสัดส่วนในการออกแบบ
2.6 ประเภทของหมึกพิมพ์ขั้นเหนียว
2.7 น้ำมันก๊าด
2.8 อุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์
2.9 สิ่งแวดล้อมในโรงพิมพ์
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องแยกตะกอน

จากเอกสารตำราของ สาวิตรี จันทรานุรักษ์ (2546 : 7-11) ได้กล่าวถึงเรื่องของเครื่องแยกตะกอนในบริบทต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1 ความหมายของการตกตะกอน

การตกตะกอนเป็นกระบวนการแยกตะกอนของแข็งที่แขวนลอยจากของเหลว โดยการกักของเหลวไว้ระยะเวลาหนึ่งในถังหรือบ่อตกตะกอน (Sedimentation Tank) เพื่อลดความเร็วในการไหลของของเหลว จนกระทั้งตะกอนต่าง ๆ สามารถจมตัวด้วยแรงดึงดูดของโลก ลงสู้ก้นถัง ที่ซึ่งที่ตะกอนที่เข้มข้นนี้จะถูกแยกออกพร้อมด้วยของเหลวบางส่วนในตอนล่าง ในขณะเดียวกันนี้ของเหลวที่เหลือและตะกอนที่ไม่จมตัว ก็จะไหลล้นออกจากถังไป การตกตะกอนในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่แล้วจะเป็นกระบวนการที่กระทำอย่างต่อเนื่อง

การตกตะกอนขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ขนาดของอนุภาค, ความหนาแน่นของอนุภาค, ความหนาแน่นของของเหลว, ความหนืดของของเหลว, แรงดึงดูดระหว่างของแข็ง, และความเข้มข้นของอนุภาคในของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจนำการตกตะกอน มาใช้ในการแยกอนุภาคของแข็งออกเป็นขนาดต่าง ๆ กันได้ โดยอาศัยความแตกต่างในการจมตัวของแต่ละอนุภาค โดยจะเรียกกระบวนการนี้ว่าเป็นกระบวนการคัดขนาด (Classification)

นอกเหนือจากการตกตะกอนแล้ว ก็อาจที่จะทำการแยกตะกอนได้โดยวิธีอื่น ๆ เช่น การกรองข้น (Filter Thickener) และการตกตะกอนที่จะทำภายใต้สนามของแรงอื่น ๆ ที่มิใช่แรงดึงดูดของโลก เช่น เครื่องตกตะกอนเหวี่ยงแยก (Sedimentation Centrifuge) และเครื่องไซโคลนคัดขนาด (Cyclone Classifier) แต่อย่างไรก็ตาม การตกตะกอนภายใต้สนามแรงดึงดูดโลกนั้นเป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไป

2.1.2 จุดประสงค์ของการตกตะกอน

การตกตะกอนอาจเป็นเพื่อแยกอนุภาคจำนวนไม่มากที่แขวนลอยอยู่ออกจากของเหลว เพื่อให้ได้ของเหลวที่ใสขึ้น เมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกอนมีค่าไม่สูง หรืออาจเป็นไปเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของอนุภาคในของเหลว เมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกอนค่อนข้างสูงแต่ในบางครั้งปรากฏการณ์ของการทำใสและการทำตะกอนข้นก็อาจเกิดขึ้นพร้อมกันได้

ดังนั้น โดยทั่วไปกลไกในการทำตะกอนข้นจึงเป็นไปเพื่อจัดการกับปริมาณที่มากมายของเยื่อหรือตะกอนที่เข้มข้น ในขณะที่การทำใสนั้นเป็นไปเพื่อกำจัดสารแขวนลอย เช่น โดยการใช้ถังที่มีความลึกมากขึ้น, โดยการเร่งการเกิดตะกอนด้วยการก่อให้เกิดการรวมตัว ของสารแขวนลอยที่ป้อนเข้ามาสู่ระบบ, และโดยการเพิ่มความยาวของแผงกั้นของเหลวไหลล้น เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากสภาพและลักษณะการไหลของของเหลว (ที่มีผลต่อการตกตะกอน)นั้นขึ้นอยู่กับ รูปร่างของถังตกตะกอน, อัตราส่วนระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางและความลึกหรือความยาวของถัง, ลักษณะของความลึกของอุปกรณ์ป้อนสาร ฯลฯ

2.1.3 องค์ประกอบโดยทั่วไปของเครื่องตกตะกอน

ถึงแม้ว่าอุปกรณ์โดยทั่วไปของการตกตะกอนจะมาหลากหลายทั้งชนิดและขนาด แต่จะมีองค์ประกอบพื้นบานที่คล้ายคลึงกัน ดังต่อไปนี้

2.1.3.1 ถังหรือบ่อตกตะกอน สำหรับเป็นพื้นที่ในการตกตะกอน

2.1.3.2 ระบบป้อนสาร (Feed) และรูปแบบในการไหลของสาร ที่ทำให้สามารถใช้ปริมาตรและพื้นที่ของถังอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2.1.3.3 ระบบของเหลวไหลล้น (Overflow) สำหรับการรวบรวมของเหลวใสเพื่อให้เกิดรูปแบบของการไหลที่มีประสิทธิภาพสูง ในถังตกตะกอน

2.1.3.4 ระบบถ่ายเทสเลอร์รีหรือวีการลำเลียงตะกอนที่ก้นถัง ออกไปภายนอกเพื่อทำการกำจัดทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกลย่อย

เครื่องจักรกล เป็นส่วนประกอบของชิ้นส่วนต่าง ๆ ประกอบเข้าด้วยกัน เคลื่อนที่สัมพันธ์กันและส่งแรงจากแหล่งกำลังเพื่อชนะความต้านทานต่าง ๆ ของเครื่องจักรกลและใช้ทำงานได้ ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลทั่วไปจะเป็นชิ้นส่วนเกร็ง (Rigid) ข้อต่อที่ต้องใช้ จะต้องเลือกและจัดให้ทำงานสัมพันธ์กัน โดยอาจเปลี่ยนพลังงานในรูปแบบอื่นให้อยู่ในรูปแบบของพลังงานกลหรืออาจรับพลังงานกลจากแหล่งภายนอก ส่งเข้ามา และเปลี่ยนแปลงให้ทำงานได้ในลักษณะที่ต้องการ

การออกแบบเครื่องจักรกลที่เกี่ยวกับรูปร่างต้องคำนึงถึงหลักการเลือกใช้วัสดุสำหรับทำชิ้นส่วนตามความเหมาะสม กับการใช้เครื่องจักรกลในลักษณะที่ต่างกัน การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล จำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางด้านกลศาสตร์วัสดุ พลศาสตร์ วัสดุศาสตร์ และอื่น ๆ มาประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของชิ้นงานและการนำไปใช้งาน สิ่งสำคัญก่อนที่จะออกแบบชิ้นงานได้ก็คือ ความเข้าใจทางด้านพลศาสตร์และกลศาสตร์วัสดุ (วิริทธ์ อึ้งภากร และชาญ ถนัดงาน. 2534 : 4)

ในการออกแบบโครงสร้าง และชิ้นส่วนเครื่องมือกลต่าง ๆ จะต้องพิจารณา 2 อย่าง คือ

1. ชิ้นส่วนนั้นแข็งแรงพอที่จะรับแรงที่มากระทำได้หรือไม่
2. ชิ้นส่วนนั้นจะแข็งแรงพอที่จะมีการเปลี่ยนแปลงขาดมากเกินไปหรือไม่

2.2.1 เครื่องจักรกลที่มีการหมุน

เครื่องจักรกลที่มีการเคลื่อนที่นั้น ส่วนประกอบหลัก ๆ ที่หมุนเคลื่อนที่จะมีศูนย์กลางของการหมุนคงที่ส่วนมากเครื่องจักรจะมีส่วนประกอบหรือกลไกการหมุน เช่นพวกไกต่อโยง เฟืองที่เป็นส่วนประกอบในการหมุน การหมุนของเครื่องจักรกลมีหลายแบบ ซึ่งสามารถจำแนกการหมุนออกเป็น 3 กลุ่มคือ

เครื่องจักรที่เป็นตัวขับ กลุ่มนี้รวมถึง เครื่องจักรทุกประเภทที่มีการขับเพื่อส่งกำลังไปยังชิ้นส่วนตัวอื่น ๆ หรือส่งกำลังไปยังเครื่องจักรตัวอื่น ตัวอย่างเช่น มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องยนต์ ลักษณะทั่วไปในกลุ่มนี้จะเปลี่ยนพลังงานที่ป้อนเข้ามาให้เกิดพลังงานกลในรูปการหมุน เพลาในอุปกรณ์และเครื่องจักรกลเหล่านั้น

1) เครื่องจักรที่มีการส่งกำลัง เครื่องจักในกลุ่มนี้จะถ่ายทอดพลังงานกลจากตัวขับไปยังตัวตาม ตัวอย่างเช่น ชุดเฟืองส่งกำลัง, สายพาน,โซ่, คับปลิ้ง

2) เครื่องจักรกลที่เป็นตัวตาม เครื่องจักรกลเหล่านี้ไม่สามารถทำงานได้โดยลำพังจะต้องอาศัยเครื่องจักรกลที่มีกรส่งกำลัง เพื่อถ่ายกำลังจากตัวขับ ตัวอย่างเช่น เครื่องอัดอากาศ ปั๊มพัดลม พลังงานกลที่ป้อนเข้าจะอยู่ในรูปของแกนเพลาหมุน ขณะที่ผลออกมาจะเป็นการไหลหรือการเคลื่อนที่ ที่ก่อให้เกิดงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การส่งกำลังทางกล

การส่งกำลังทางกล การส่งกำลังสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การส่งกำลังในแนวแกน โดยที่เพลาของเครื่องต้นกำลัง และเพลาของเครื่องจักร อยู่ในแนวแกนเดียวกัน และหมุนไปในทิศทางเดียวกัน การส่งกำลังแบบอื่น ๆ เช่น สายพาน ชุดเฟือง โซ่ ไม่จำเป็นที่ต้นกำลังจะต้องอยู่ในแนวแกนเดียวกัน คุณสมบัติ พิเศษ คือ สามารถปรับความเร็วของการหมุน และทิศทางของการหมุนได้ การส่งกำลังในแนวแกนทำได้หลายวิธี มีข้อดี และข้อเสียแตกต่างกันไป การนำเอาระบบส่งกำลังไปใช้จึงขึ้นอยู่กับลักษณะของเครื่องจักร และการออกแบบ ตลอดจนสภาพการใช้งานของเครื่องจักรเป็นหลัก (วิริทธ์ อึ้งภากร และชาญ ถนัดงาน. 2535 : 251)

2.2.2.1 การส่งกำลังโดยสายพาน

การส่งกำลังโดยสายพาน เป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัวได้ (Flexible) สามารถเปลี่ยนความเร็วรอบและแรงบิด และทิศทางการหมุน ข้อดีของการส่งกำลังด้วยสายพาน คือ มีราคาถูกและใช้งานง่าย รับแรงกระตุก และสั่นสะเทือนได้ดี ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง เหมาะสำหรับการส่งกำลังระหว่างเพลาที่อยู่ห่างกันมาก ๆ ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ สายพานลิ่มใช้ส่งกำลังได้ค่อนข้องมาก โดยต้องการแรงดึงขั้นต้นในสายพานค่อนข้างต่ำ สายพานลิ่มใช้ส่งกำลังได้ค่อนข้างมาก โดยต้องการแรงดึงขั้นต้นในสายพานค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เพราะผลจากการยึดเกาะตัวระหว่างด้านข้างของสายพานที่เรียว การขับของสายพานลิ่ม มีข้อดีคือ เงียบ สะอาดและรับแรงกระตุกได้ดี นอกจากนี้ยังมีขนาดกะทัดรัด มีประสิทธิภาพ และแบริ่งของเพลาไม่ต้องรับแรงมากเกินไปจึงมักใช้กับการขับงานทางด้านอุตสาหกรรมทั่วไป ข้อเสียของสายพานเมื่อต้องการความเร็วรอบที่แน่นอน สายพานอาจเกิดการลื่นไถล ทำให้ไม่สามารถใช้งานกับเครื่องจักรที่ต้องการค่าความเร็วของการหมุนที่ละเอียดได้ และเปลืองเนื้อที่ในการติดตั้ง

2.2.2.2 การส่งกำลังโดยการใช้เฟือง

เป็นการส่งกำลังที่สามารถ เปลี่ยนความเร็ว และแรงบิดได้ ระบบเฟืองอาจจะประกอบด้วยเฟือง 1 ชุด หรือหลายชุดก็ได้ แล้วแต่อัตราส่วนขึ้นอยู่กับการออกแบบ ข้อดีของการส่งกำลังด้วยเฟือง คือ ส่งกำลังด้วยเที่ยงตรงตามความเร็วรอบที่คำนวณได้ ส่งกำลังได้มาก และสามารถทำอัตราทดได้สูง ไม่เกิดการลื่นไถล อายุการใช้งานทนทานข้อเสียของชุดเฟือง มีราคาแพง การซ่อมบำรุงทำได้ยาก สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการติดตั้ง

2.2.2.3 การส่งกำลังโดยการใช้โซ่

โซ่มีลักษณะ เหมือนอาสายพานและเฟืองมารวมกัน สามารถกำหนดค่าความเที่ยงตรง เหมือนเฟืองเนื่องจากใช้วิธีการส่งกำลังจากจำนวนฟันเหมือนฟันเฟือง สามารถอ่อนตัวได้เหมือนเฟือง ข้อเสียของโซ่คือ ใช้งานในสถานที่ ที่มีความสั่นสะเทือนมากไม่ได้ สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการติดตั้ง การซ่อมบำรุงยุ่งยากพอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ระบบต้นกำลังและระบบส่งกำลัง

2.3.1 ชนิดและหลักการทำงานของมอเตอร์ (มนูกิจ พานิชกุล. 2548)

เครื่องกลไฟฟ้าและเครื่องจักรกลนั้นถูกนำมาใช้ในงานเครื่องจักรกลมาก ซึ่งในการออกแบบเพื่อสร้างเครื่องอัดถ่านแท่งแบบสกรูนั้น จำเป็นต้องทราบหลักการและการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อจะทำให้การสร้างเครื่องเกิดความถูกต้องตามหลักการทางทฤษฎี โดยจะไม่ทำให้เกิดมีปัญหาในการใช้งาน เครื่องกลไฟฟ้าที่สำคัญ ได้แก่ มอเตอร์ สำหรับเครื่องจักรกล จากที่กล่าวมาแล้วนั้นผู้วิจัยแยกหัวข้อออกเป็นดังนี้

2.3.1.1 ระบบต้นกำลังมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นมอเตอร์ชนิดที่ใช้กันแพร่หลายในโรงงานต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงงานอุสาหกรรม ข้อที่นับว่าดีของมอเตอร์ชนิดนี้ก็คือส่วนหมุน ซึ่งเรียกกันว่า โรเตอร์ (Rotor) นั้นส่วนมากเป็นโรเตอร์แบบทรงกระรอก (Squirrel Cage Roter) ซึ่งไม่มีอันตรายอัดเกิดจากประกายของกระแสไฟฟ้า เพราะเนื่องจากมอเตอร์ชนิดนี้ส่วนมากไม่มีคอมพิวเตอร์ ดังนั้น มอเตอร์ชนิดนี้จึงสามารถนำไปใช้ในงานบางแห่งที่มีแก๊สหรือน้ำมันที่ไวไฟซึ่งมอเตอร์ชนิดอื่นไม่สามารถจะนำไปใช้ได้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบ่งออกดังนี้

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

การสร้าง Frame ของมอเตอร์เข้า แยกสร้างเป็น 2 แบบคือ แบบหนึ่งทำไว้โปร่งอากาศพ่นอกสามารถพัดผ่านเข้าไปถ่ายเทภายในมอเตอร์ได้โดยสะดวกเพื่อลดระดับความร้อนขณะมอเตอร์กำลังใช้งาน อีกแบบหนึ่ง Frame ปิดหมดเกือบจะพูดได้แทบไม่มีอากาศผ่านเข้าออกได้ ส่วนรูปร่างของมอเตอร์แล้วแต่บริษัทผู้สร้างเป็นรูปทรงแปลก

ส่วนประกอบภายใน

ส่วนที่อยู่ภายในติดกับ Frame มีหลักแผ่นบางๆ อัดไว้เป็นปีกมีร่อง (Slot) สำหรับพันขดลวดเรียกรวมส่วนประกอบภายในภายในด้านติดกับ Frame พร้อมทั้งขดลวดว่า สเตเตอร์ (Stator) ส่วนตัวหมุนมีแกนเลายาวรองรับด้วยแบริ่งที่ฝากทั้ง 2 ข้างและเป็นส่วนที่สวมติดพูลเล่ (Pulley) เพื่อไปหมุนเข้ากับของที่จะใช้งาน ส่วนที่กล่าวนี้เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส แบ่งออกเป็น 5 แบบดังนี้

1. สปริงเพสมอเตอร์ (Split - phase Motor)
2. คาแพซซิเมอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)
3. รีพั้นชั่นไท้ฟ์มอเตอร์ (Repulsion – type Motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor)

5. เชดเดดโปลมอเตอร์ (Shadad – poie Motor)

6. สปลิทเพสมอเตอร์ (Split – Phase Motor)

7. สปลิทเพสมอเตอร์ (Split – Phase Motor)

เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีขนาดใหญ่และมักจะนำไปใช้กันงานอุสาหกรรมหนักเช่น ปั้มน้ำขนาดใหญ่ เป็นต้น

1. โรเตอร์ (Rotor)

2. สเตเตอร์ (Roter)

3. ฝาครอบ (End Plate)

4. สวิชแรงเหวี่ยงจากศูนย์กลาง (Centrifugal Switch)

การทำงานของสปลิทเฟสมอเตอร์

สปลิทเฟสมอเตอร์ประกอบด้วยขดลวดที่สำคัญ 3 ชุด ดังนี้ คือ ทางด้านโรเตอร์ประกอบด้วยขดลวด 1 ชุด คือ ลวดทองแดงหรืออลูมิเนียมเส้นโต ๆ ฝังอยู่ในร่องเรียกว่า สเควอเรลเดจไวนด์ดิ้ง (Squirrel Cage Winding) ทางด้านสเตเตอร์ประกอบด้วยขดลวดอีก 2 ชุด คือ ลวดเส้นใหญ่พันจำนวนมากเรียกว่า รันนิ้งไวนด์ดิ้ง (Running Winding) บางที่ก็เรียกว่า เมนไวนด์ดิ้ง (Main Winding) และส่วนมากพันไว้ตอนล่างของร่อง (Slot) คือทับอยู่รันนิ่งไวนด์ดิ้งนั่นเอง ขดลวดทั้ง 2 ชุด นี้ต้องขนานกันและต่อไปยังสายเมนไฟฟ้ากระแสสลับ ในตอนแรกกระแสจะไหลผ่านขดลวดทั้ง 2 ชุด คือขดลวดรันนิ่งไวนด์ดิ้งและขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งก็จะเกิดสนามแม่เหล็ก (Magnetie Field) ขึ้นที่สเตเตอร์ ซึ่งในขณะนี้เองก็จะชักนำให้เส้นลวดทองแดง หรืออลูมิเนียมที่ฝังอยู่ในร่องโรเตอร์เกิดมีกระแสไหลจึงทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นที่เส้นลวดเหล่านี้ จึงไปผลักกับทางสเตเตอร์ โรเตอร์ จึงเคลื่อนตัวหมุนไปได้และเมื่อโรเตอร์หมุนมีความเร็วประมาณ 75 % ของความหมุนเร็วของมันสวิชท์เหวี่ยงจากศูนย์กลาง (Centrifugal Switch) ก็จะตัดขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งจากวงจรได้เองโดยแรงเหวี่ยงจากศูนย์กลางจึงมีข้อควรสังเกตว่า ขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้ง มีความจำเป็นในตอนเริ่มหมุนตอนแรกท่านั้น ดังนั้นเมื่อเราจะทำมอเตอร์แบบนี้ไปใช้งาน จึงต้องให้โรเตอร์หมุนตัวเปล่า (Free Load) เสียก่อน คือหมุนให้รอบเต็มอัตราความเร็วของมันจึงจะ Load ได้เมื่อโรเตอร์ยังไม่หมุนและเมื่อโรเตอร์หมุน 75% แล้ว

คาแพชวิเมอร์มอเตอร์

เป็นมอเตอร์กระแสสลับ 3 เฟส ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 8 กำลังม้าถึง 25 กำลังม้า มอเตอร์แบบนี้นำไปใช้ในอุตสาหกรรมหนัก ปั๊มลมขนาดใหญ่ เป็นต้น

การเร้ามอเตอร์แบบนี้มีส่วนประกอบเหมือนกับแบบเสปลิทเฟสมอเตอร์ หากแต่เพิ่ม Capacitor หรือ Condenser ขึ้นเท่านั้น และต่อเป็นอันดับกับขดลวดสตาร์ทดิ้งโดยปกติ Capacitor นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะติดอยู่ทางด้านบนของมอเตอร์ ซึ่งเขามักจะสร้างเป็นกระป๋องกลมยาวใสสูง ซึ่งแบบสปลิทเฟสมอเตอร์นั้นจะกินกระแสในตอนเริ่มหมุนสูง แต่มีแรงเริ่มหมุนต่ำ

ส่วนประกอบที่สำคัญของคาแพซซิเตอร์มอเตอร์ มีดังนี้

1. โรเตอร์ (Rotor) เป็นแบบทรงกระบอก (Squirrel Cage-Rotor)
สเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วยขดลวดรันนิ้งไวนด์ดิ้ง (Running Winding) และสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้ง (Starting Winding)

2. ฝาครอบ (End Plate) ประกอบด้วยปลอกทองเหลือง (Bush) หรือ ตลับลูกปืน (Ball Bearing) สำหรับรองรับเพลา เช่น สปลิทเฟสมอเตอร์

3. คาพซซินเตอร์หรือคอนเดนเซอร์ (Capacitor or Condenser)

การทำงานของคาแพซซิเตอร์มอเตอร์

การทำงานของมอเตอร์แบบนี้เหมือนกับแบบสปลิทเฟสมอเตอร์แต่เนื่องด้วยขดลวดสตาร์ทดิ้ง ต่ออันดับคาแพลซิตเตอร์ จึงทำให้กระแสที่ไหลเข้าไปในขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งถึงจุดสูงสุด (Maximum) ก่อนขดลวดรันดิ้งไวนด์ดิ้ง จึงทำให้กระแสในขดลวดสตาร์ทไวนด์ดิ้งนำหน้าขดลดรันนิ้งไวนด์ดิ้ง ซึ่งนำมากกว่าแบบสปลิทเฟสมอเตอร์ มอเตอร์แบบนี้จึงมีแรงขับหมุน (Starting Torque) ดีกว่าแบบสปลิทเฟสมอเตอร์ มอเตอร์ตัวใดถ้าคกแพซซิตเตอร์ ถูกตัดออกจากวงจรด้วย

สวิชแรงเหวี่ยงจากศูนย์กลาง มีชื่อเรียกคาแพซซิคเตอร์ สตาร์มอเตอร์ (Capacitor Start Motor) ถ้าคาแพซซิคเตอร์ติดต่ออยู่ในวงจรตลอดไปมีชื่อเรียกว่า คาพอซซิคเตอร์ สตาร์แอนด์รันมอเตอร์ (Capacior Start – and Run Motor)

รีพั้นชั่นไทฟ์มอเตอร์

เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสชนิดหนึ่ง ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 8 กำลังม้าถึง 25 กำลังม้า คุณลักษณะพิเศษของมอเตอร์แบบนี้ก็คือมีแรงหมุนสูงและรอบคงที่ ผHigh Starting Torque Constant Speed) และส่วนมากนำไปใช้กับงานที่ต้องการแรงขับหมุนสูง นำไปใช้ในอุตสาหกรรมหนัง ปั๊ม- ลมขนาดใหญ่ เป็นต้น

การทำงานของรีพั้นชั่นไทฟ์มอเตอร์

มอเตอร์แบบนี้ลักษณะที่แตกต่างกับรีพั้นชั่นสตาร์ทอินดัคชั่นรัมมอเตอร์ตรงที่ไม่มีเซนติฟูกัลป์ไมกาคานิซึม (Centrifugal Mechanism) และเนคเลส (Necklace) ดังนั้นมอเตอร์แบบนี้ จึงมีการทำงานอยู่ในระบบเดียวตั้งแต่เริ่มหมุนจนกระทั้งหมุนเต็มอัตราความเร็วซึ่งคล้ายกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบเซียรี่ส์มอเตอร์ คุณลักษณะของมอเตอร์แบบนี้มีแรงหมุนปิดในตอนเริ่มหมุนดี และสามารถลดความเร็วได้โดยการเลื่อนมอเตอร์ (Inductive Series Motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

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

การทำงานของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

มอเตอร์แบบนี้อามะเจอร์ และขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) ต่ออันดับกัน ดังนั้นเมื่อเราสับสวิชกระแสก็จะไหลผ่านทั้งทรงอามะเจอร์และขดลวดสนามแม่เหล็ก มาผลักซึ่งกันละกัน อามะเจอร์จึงเคลื่อนตัวหมุนไปได้

การทำงานของเชดเดดโปลมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสทั่ว ๆ ไป จะต้องมีขดลวดสตาร์ทดิ้งไวนด์ดิ้งไว้เพื่อช่วยในตอนเริ่มหมุนมอเตอร์ครั้งแรกสปลิทเฟสมอเตอร์และคาแพซซิเตอร์มอเตอร์ ขดลวดสราร์ดิ้งไวนดีดิ้งจะต้องวางมุมอยู่ในลักษณะที่ทำมุม 90 องศา กับขดลวดรัยนิ้งไวนด์ดิ้งด้วยเหตุนี้เองเชดเดดโปลมอเตอร์ จึงต้องมีขดลวดสตาร์ดิ้งไวนด์ดิ้งช่วยในตอนเริ่มหมุนด้วยแต่เป็นวงแหวนทองแดงหรือเป็นขดลวด (Coil) เส้นโตพันคร่อมเอาไว้แทนขดลวด สตาร์ดิ้งไวนท์ดิ้งซึ่งมีชื่อเรียกว่าเขดดิ้งคอยส์ (Shading Coil)

เมื่อสลับสวิชให้ไฟฟ้าไหลผ่านเมนคอยส์ (Main Coil) ก้จะชักนำให้กระแสเกิดขึ้นเชดดิ้งคอยส์ (Shaded-Pole) คือในส่วนที่มีวงแหวนทองแดงคร่อมอยู่นั้น ซึ่งเป็นขั้วที่ตรงกันข้ามกับเมนโปล (Main Pole) จึงทำให้มอเตอร์เกิดมีเฟสเพิ่มขึ้นอีกเฟสหนึ่ง โรเตอร์จึงเคลื่อนตัวหมุนไปได้และจะค่อย ๆ หมุนเร็วขึ้นจนกระทั้งถึงเต็มอัตราความเร็ว จึงมีข้อสังเกตว่าฟลั๊ก (Fiux) จะเกิดที่เมนโปล (Main Pole) ก่อนแล้วกลับมาเกิดที่เชดเดดโปล (Shaded Pole) ที่หลังต่อเนื่องกันไปโรเตอร์จึงหมุนจากเมน (Main Pole) มาทางเชดเดดโปล (Shaded Pole) คือหมุนได้ทางเดียว

2.3.2 สายไฟฟ้า (บุญธรรม ภัทราจารุกุล. 2546 : 227-236)

2.3.2.1 ลักษณะทั่วไปของสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้ามี 2 แบบ คือ สายแข็งและสายตีเกลียววัสดุที่นำมาทำสายไฟทั้งอลูมิเนียมและทองแดง สายไฟที่ทำด้วยอลูมิเนียมมักเป็นสายไฟแรงสูง ในระบบสานส่งและเป็นสายเปลือยมากกว่าที่จะทำเป็นสายไฟแรงต่ำ สายไฟที่ทำด้วยทองแดงมีการใช้งานไฟฟ้าทั่วไป และสายไฟแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ด้วยกัน คือ สายเปลือยและสายหุ้มฉนวนที่ทำด้วยทองแดงมีการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟฟ้าทั่วไป และสายไฟแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ด้วยกัน คือ สายเปลือยและสายหุ้มฉนวน สายไฟที่ที ด้วยทองแดงจะต้องมีทองแดงไม่น้อยกว่า 98 % และสายไฟที่ทำด้วยอลูมิเนียมไม่น้อยกว่า 99.3 %

- สายเปลือย แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดที่เกี่ยวข้องกับงานเครื่องจักร ไฟฟ้าในการพันขดลวดสนามแม่เหล็กต่าง ๆ สายเปลือยเหล่านี้มีผิวด้าน นอกจากจะอาบด้วยน้ำยาที่เป็นฉนวนไฟฟ้าเช่น น้ำนาวานิช สายเปลือยอีกชนิดหนึ่ง คือ สายไฟฟ้าที่ใช้ในระบบสายส่งไฟฟ้าแรงสูงสายไฟชนิดนี้ อาจทำด้วยทองแดงหรืออลูมิเนียม

- สายหุ้มฉนวน หมายถึง สายไฟที่ทำด้วยอลูมิเนียมหรือทองแดงแล้วหุ้มผิวด้านนอกด้วยวัตถุที่เป็นฉนวนไฟฟ้า

2.3.2.2 ชนิดของสายไฟหุ้มฉนวน

สายไฟหุ้มฉนวนมีหลายชนิดด้วยกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการที่จะนำไปใช้งาน ฉนวนที่ใช้หุ้มสายไฟแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน บางชนิดเหมาะกับติดตั้งในบ้านพัก บางชนิดเหมาะกกับติดตั้งนอกอาคาร บางชนิดเหมาะกับการติดตั้งในที่มีอุณหภูมิสูง ๆ หรือในที่มีสภาพเปียกชื้น ดังนั้นสายไฟแต่ละชนิดจึงแบ่งตามชนิดที่นำมาหุ้มเพื่อให้เหมาะสมในแต่ละสภาพที่นำไปติดตั้ง ฉนวนที่ใช้หุ้มได้แก่ เทอร์โมพลาสติก ได้แก่ พีวีซี โพทีลีน นีโอพรีน เป็นต้น สายหุ้มฉนวนบางชนิดอาจจะมีฉนวนหุ้มหนึ่งชั้นหรือ สองชั้น หรือสามชั้นก้มี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานที่ที่จะนำไปติดตั้ง ในที่นี้จะกล่าวถึง เฉพาะสายหุ้มฉนวนที่มักต้องใช้งานติดตั้งไฟฟ้าในบ้านพัก-ใน โรงงานเท่านั้น

ชนิด IV สายไฟชนิดนี้ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มฉนวน PVC ใช้ติดตั้งในบ้านพักอาศัยโดยทั่วไป ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศา ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 250 โวลท์ และเป็นสายเมนจากวัตต์อาวร์มิเตอร์เข้าบ้านได้

ชนิด VAF ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มฉนวน PVC ใช้ติดตั้งในบ้านพักอาศัยโดยทั่วไปทนอุณหภมิได้สูงถึง 60 องศา ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 250 โวลท์

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

ชนิด THW ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มฉนวน PVC ใช้งานได้เช่นเียวกับกรณีของชนิด TW ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศา ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์

ชนิด NYY ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC ใช้ติดตั้งใต้พื้นดิน ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศา ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์

ชนิด VFF NYY ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงชิดงอหุ้มด้วยฉนวน PVC ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ได้ ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศา ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ 250 โวลท์

ชนิด AV ตัวนำไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC ใช้ติดกับงานไฟฟ้ารถยนต์ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศา ใช้กับแรงดันไฟฟ้าต่ำ ๆ (แรงดันที่ใช้ในรถยนต์)

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.3 สีของฉนวนหุ้มสายไฟ

เพื่อเกิดความสะดวกในการที่จะต้องเอาสายไฟต่อเข้าด้วยกันหรือในการตรวจวงจรไฟฟ้าที่เดินด้วยสายไฟหลาย ๆ เส้น บริษัทผู้ผลิตจึงให้สีกับฉนวนที่ใช้หุ้มสายไฟ ซึ่งการกำหนดสีนั้นต้องเป็นไปตามข้อกำหนดสากล ดังนี้

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

2.3.2.4 ระบบสวิทซ์ (พงศักดิ์ ศิวภัทรกำพล และคณะ. 2543 : 95)

สวิทซ์ ได้แก่ปุ่มและ สวิทซ์ต่าง ๆ เป็นส่วนที่จะควบคุมบังคับการทำงานของเครื่อง การจัดระเบียบวางตำแหน่งของเครื่อง เลือกใช้ปุ่มสวิทซ์ ให้เหมาะสมกับเครื่อง จะมีผลต่อการใช้งานที่คล่องตัว สะดวกสบายถูกต้อง

สวิทซ์ไฟฟ้าทำหน้าที่ตัดวงจร หรือต่อเข้าด้วยกัน คือ การสัมผัสของตัวนำไฟฟ้าให้คบวงจรการทำงานของสวิทซ์ควบคุม โดยระบบแมคคานิค สวิทซ์จะเป็นตัวกำหนดการปิด เปิดวงจรสวิทซ์อาจประกอบด้วยขั้ว ๆ เดียว หรือหลายขั้วก็ได้ เช่นอาจมีขั้วเดียว สองขั้วหรือมากกว่านั้นโดยทั่วไปสวิชทซ์มักใช้เป็นตัวเปิด-ปิด ให้วงจรทำงานหรือไม่ให้ทำงาน

ลักษณะของสวิทซ์เลือกมีมากมายหลายชนิด แล้วแต่หน้าที่การทำงานหรือลักษณะการเปิด-ปิดวงจรแบ่งออกเป็น

1. แบบกด (Push Button Switch) ทำงานโดยการใช้มือกดแบ่งเป็น

สวิทซ์กดติดปล่อยดับ (Momentay Switch) เป็นสวิทซ์ที่มีขั้วเดียวหรือหลายขั้ว เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด เมื่อปล่อยจะทำให้วงจรปิด เช่น สวิทซ์กดออกเป็นต้น สวิทซ์แบบนี้เหมาะแก่งานจำพวกปิดวงจรชั่วขณะ

2. สวิทซ์กดติดกดดัง (Lock Switch) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด ถ้าต้องการให้วงจรเปิดก็กดอีกครั้ง วงจรจะเปิดบางสวิทซ์มีไฟอยู่ในตัว เมื่อกดวงจรปิด ไฟจะติดทำให้รู้ว่าเครื่องกำลังทำงานและกดอีกครั้งวงจรจะเปิด ไฟจะดับเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป

3. สวิทซ์โยก (Toggle Switch) ลักษณะการใช้งานงานเป็นการโยกก้านสวิทซ์ให้ทำงานจำนวนของสวิทซ์แล้วแต่การทำงาน โดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป

4. สวิทซ์เลื่อน (Slide Sritch) คล้ายสวิทซ์โยก แต่ใช้งานโดยการเปลี่ยนปุ่มสวิทซ์ซึ่งอาจจะมีจังหวะในการเลื่อนหลาย ๆ ช่วง

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

6. สวิทซ์จิ๋ว (Micro Switch) เป็นสวิทซ์ที่มีความเชื่อถือได้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนและกระแสไฟได้หลาย ๆ แอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทอง ทำให้ทางเดินไฟฟ้าได้ดี ลักษณะของสวิทซ์จะทำงาน โดยการกดเบา ๆ ที่คานหรือปุ่มเล็ก ๆ โดยปกติแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จะต้องมีกลไกเข้ามาประกอบ เพื่อทำหน้าที่กดสวิทช์เพราะปุ่มกดเล็กเกินไปกว่าที่จะใช้นิ้วกดได้ โดยสะดวกไมโครสวิทช์นี้มีหลายขนาดจำนวนขาที่ทำงานจะมี 2 ขา หรือ 3 ขาขึ้นไป สวิทช์นี้ได้รับการออกแบบให้ใช้งานเฉพาะอย่างต่าง ๆ รูปร่างของไมโครสวิทช์มีแตกต่างกันไปตามสถานการณ์การใช้การติดตั้งจะต้องระมัดระวังเพราะส่วนของแรงกดอาจทำให้สวิทช์แตกได้

7. สวิทช์แม่เหล็ก (Reed Switch) หน้าสัมผัสของสวิทช์จะบรรจุอยู่ภายในหลอดแก้วเล็ก ๆ ที่ข้างในเป็นสุญญากาศ โดยจะวางอยู่ใกล้ชิดกันมาก เมื่อได้รับอำนาจแม่เหล็กจากภายนอกหน้าสัมผัสจะแตะเข้าหากันเป็นการต่อวงจร การที่หน้าสัมผัสอยู่ในหลอดแก้วที่ปิดสนิทจึงช่วยลดการสปาร์คของหน้าสัมผัสลงไปอีกมาก

2.3.3 วัสดุรองรับเพลา

วัสดุรองรับเพลา มีบทบาทในการหมุนของเพลา หากเลือกใช้ผิดประเภท จะส่งผลให้แรงเสียดทานมีมาก และเป็นผลให้เกิดการสึกหรอ ระหว่างเพลาที่หมุน และวัสดุรองเพลาเป็นอย่างมาก ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายใช้งานไม่ได้ในที่สุด ดังนั้นวัสดุรองรับเพลาจึงควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ (มานพ ตันตระบัณฑิตย์ และ สำลี แสงแห้ว. 2542 : 178)

1) รับภาระได้สูงและมีความเสียดทานน้อย
2) นำความร้อนได้ดีและมีการขยายตัวน้อย
3) ทำให้เพลาหมุนได้คล่อง
4) มีการสึกหรอต่ำ
5) เมื่อไม่สารหล่อลื่น สามารถรับภาระได้ระยะหนึ่ง

วัสดุรองรับเพลาที่นิยมใช้กันมากในงานอุตสาหกรรมทั่วๆไป จะนิยมใช้แบริ่ง

2.3.3.1 โรลลิ่งแบริ่ง (Rolling Bearing)

โดยทั่วไปจะประกอบด้วย แหวนตลับลูกปืน (แหวนใน , แหวนนอก) ส่วนประกอบของลูกกลิ้ง อาจเป็นเม็ดกลม (balls) หรือเม็ดยาว (Rolling) อาศัยการรับแรงที่มีลักษณะผิวสัมผัสแบบกลิ้ง แทนที่จะเป็นผิวสัมผัสแบบเลื่อน เนื่องจากแบริ่งมีค่าความเสียดทานน้อย จึงนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย สมาคมผู้ผลิต โรลลิ่งแบริ่ง (ANTi-Friction Bearing Manufactures Assosiation) ได้มีการวางมาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้บริ่งเหล่านี้จากมาตรฐานนี้ผู้ออกแบบชิ้นส่ววนเครื่องจักรกลสามารถเลือกแบริ่งจากผู้ผลิตหนึ่ง และทำการเปลี่ยนโดยการเลือกจากอีกผู้ผลิตได้โดยที่แบริ่งยังคงทีขนาดเท่ากัน (วิริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และคณะ. 2535 : 144 -145)

ข้อดีของโรลลิ่งแบริ่ง

1. มีความเสียดทานขณะสตาร์ตน้อย
2. ง่ายต่อการหล่อลื่น และบำรุงรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

110282

3. ใช้ปริมาณสารหล่อลื่นน้อย

4. ใช้เนื้อที่ทางด้านแกน (axial space) น้อย

5. สามารถรับแรงรุน (Thrust Load) และแรงในแนวรัศมี (Radial-Load)ได้พร้อมกัน ยกเว้นโรลลิ่งแบริ่งแบบทรงกระบอกตรง (Straight Roller Bearing)

6. สามารถใช้รองรับเพลาในตำแหน่งใดๆได้

7. มีการติดตั้งได้ง่าย

2.3.3.2 แบริ่งยูนิต (Bearing Unit)

เป็นการผสมกันระหว่าง โรลลิ่งแบริ่ง และจะมีปลอกด้านนอกซึ่งทำจากเหล็กหล่อคุณภาพสูง สำหรับแหวนนอกของ แบริ่งจะมีทรงโค้งทำให้สามารถปรับมุมเอียงได้

ข้อดีของ Bearing Unit

1. ซ่อมบำรุงได้ง่าย เนื่องจากมีหัวอัดจาระบี สำหรับสารหล่อลื่น

2. มีระบบกันฝุ่นสำหรับป้องกันไม่ให้ฝุ่นเข้าไปด้านในและสารหล่อลื่นกระเด็นออกด้านนอกขณะใช้งาน

3. สามารถปรับแนวของการวางเพลาได้ในตัวของแบริ่งเอง ถึง

4. รับแรงในแนวแกนและในแนวรัศมีได้ดี

5. ตัวปลอกด้านนอกมีน้ำหนักเบาแต่แข็งแรง

ติดตั้งได้ง่ายและไม่ต้องใช้ความละเอียดในการทำงานมาก

2.4 วัสดุและกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

ในการนำวัสดุต่าง ๆ มาใช้กับงานทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้น มีหลายชนิดที่ขึ้นอยู่กับการที่มีการเลือกใช้ที่ถูกต้องและมีความเหมาะสม กล่าวคือ การนำวัสดุมาแปรรูปหรือการสร้างชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ นั้น จำเป็นที่จะต้องมีการพิจารณา ถึงคุณสมบัติและจุดอ่อนต่าง ๆ ของวัสดุแต่ละชนิด เพื่อที่จะได้เลือกใช้ให้เหมาะสมกับการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อที่จะสามารถเลือกวิธีการยึดและการต่อประสานได้อย่างเหมาะสม และการตกแต่งผิวสามารถทำ ได้ง่ายและมีความสะดวก มีความสวยงามและราคาที่มีความพอเหมาะพอดีกับเครื่องเรือนนั้น ๆ สามารถที่จะผลิตขึ้นเพื่อจำหน่ายในท้องตลาดได้

นักออกแบบเครื่องเรือนควรจะเรียนรู้เกี่ยวกับชนิดและรูปร่าง และขนาดต่าง ๆ ของวัสดุที่ขายในท้องตลาดด้วยว่า หาได้ยากง่ายหรือไม่ มีปริมาณมากน้อยเพียงไหน คุณสมบัติและโครงสร้างของวัสดุแต่ละชนิดนั้นเป็นอย่างไร ทำให้สามารถที่จะเลือกใช้วัสดุได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสมกับชนิดของงาน สามารถที่จะกำหนดหรือซื้อวัสดุได้ถูกต้องตามแบบที่ต้องการ (สาคร คันธโชติ .2528 : 27)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 คุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้ ควรพิจารณาได้ดังต่อไปนี้

2.4.1.1 ความแข็งแรง คือ ความสามารถในการรับแรงได้โดยที่ไม่ทำให้วัสดุแตกหักหรือเกิดการเสียหาย ความแข็งแรงนั้นสามารถแข็งแรงนั้นสามารถที่จะแยกออกเป็น

1. ความแข็งแรงในการรับแรงดึง คือ สามารถของวัสดุที่จะต้านทานการแตกหักเมื่อได้รับแรงดึงทั้งสองด้านออกจากกัน คุณลักษณะนี้สำคัญสำหรับวัสดุโครงสร้างเครื่องเรือน

2. ความแข็งแรงในการรับแรงอัด คือ ความสามารถของวัสดุที่จะต้องมีความต้านทานต่อการปริแตก เมื่อถูกแรงอัด

3. ความแข็งแรงในการรับแรงเฉือน คือ โลหะที่ถูกกรรไกรตัดไม่ฉีดขาดเมื่อถูกแรงเฉือน

2.4.1.2 ความแข็งของผิว คือ คุณสมบัติของวัสดุที่มีความต้านทานต่อการสึกหรอหรือการขีดข่วนหรือแรงกด วัสดุที่มีความแข็งแรงนั้นต้องสามารถกดวัสดุที่มีความอ่อนกว่าให้เป็นรอยได้

1. ความเปราะ คือ เป็นลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ ในงานออกแบบเครื่องเรือน เมื่อนำมาใช้หรือมางอหรือนำมาทำให้กระแทก วัสดุนั้นจะแตกหักเป็นเสี่ยง ๆ ได้ง่ายแทนที่จะโค้งงอ เรียกว่าเป็นวัสดุที่มีความเปราะ

2. ความสามารถในการยืดตัว คือ คุณสมบัติของวัสดุที่สามารถ ที่จะดึงหรืออัด ให้การยืดตัวออกได้ง่ายโดยไม่แตกหักหรือ มีการขาดออกจากกัน

3. ความสามารถในการบิดงอหรือการอัดรีดขึ้นรูปได้ คือคุณสมบัติของวัสดุที่สามารถบิดงอ และ อัดรีดขึ้นรูปได้โดยไม่แตกหัก คล้ายกับความสามารถในการยืดตัว

4. ความสามารถในการยืดหยุ่นตัว คือ คุณสมบัติในการคืนตัวสู่ที่เก่าภายหลังจากถูกแรงดึงหรือว่าแรงอัด

5. ความสามารถในการนำหรือเป็นฉนวนไฟฟ้า คือ วัสดุที่ยอมให้วัสดุไฟฟ้าไหลผ่านได้ดี

6. ความสามารถในการนำความร้อน คือ วัสดุบางอย่างทำให้ความร้อนไหลผ่านได้ดี

2.4.1.3 กฎในการเลือกใช้วัสดุ

- ความสามารถที่จะทำให้วัสดุนั้น เป็นงานสำเร็จรูปได้ง่าย
- ความสามารถที่จะทำให้วัสดุนั้นสำเร็จรูปได้ต้องอาศัยเครื่องจักรกลได้ง่าย
- คุณสมบัติทางกลในขณะที่ใช้งานไม่เกิดความเปลี่ยนแปลง
- คุณสมบัติทางไฟฟ้าต้องเหมาะสมกับงาน
- ราคาที่พอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 วัสดุที่ใช้ในวงการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เราสามารถที่จะแยะแยกออกเป็น 2 หมู่ใหญ่ ๆ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549 : 110)

2.4.2.1 โลหะ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- โลหะประเภทเหล็ก คือ โลหะที่มีเหล็กผสมอยู่หรือเป็นส่วนประกอบ เช่น เหล็กหล่อเหล็กกล้า เหล็กไร้สนิม เหล็กเหนียว เป็นต้น

- โลหะประเภทไม่ใช่เหล็ก คือ อลูมิเนียม ทองแดง บรอนซ์ ทองเหลือง สังกะสี เป็นต้น

2.4.2.2 อโลหะ คือ วัสดุที่ไม่ใช่โลหะ ซึ่งสามารถแยกประเภทออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

- สารธรรมชาติ คือวัสดุที่มีการเกิดขึ้นมาจากธรรมชาติ เช่น ไม้ ยาง หิน หนังสัตว์ เป็นต้น

- สารสังเคราะห์ คือ วัสดุที่ผลิตหรือสังเคราะห์ ด้วยฝีมือของมนุษย์ เช่น พลาสติก ยางเทียม ปูนซีเมนต์ แก้ว กระดาษ เป็นต้น

2.4.3 โลหะแผ่น

ไพพรรณ สันติสุข (2539) กล่าวถึงความหมายและเนื้อหาของโลหะแผ่น ไว้ว่า โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว โลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดก็มีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวที่มีความแตกต่างกันออกไปดังนั้นในการทำงานแต่ละประเภทจำเป็นที่ต้องศึกษา และการเลือกใช้วัสดุหรือโลหะ เหมาะสมกับสภาพของงานและเหมาะสมกับคุณสมบัติของโลหะด้วย จึงทำให้ผลของงานที่ได้เป็นที่น่าพอใจและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

โลหะที่นำมาใช้งานส่วนใหญ่เป็นโลหะแผ่นประเภทโลหะเหล็ก ซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่น ๆ มีขนาดของความหนาหลายขนาด แตกต่างกันออกไป และยังมีการเคลือบผิวของโลหะชนิดต่าง ๆ อาทิ เช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี หรือดีบุก เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมีการเอาโลหะมาผสมกันใช้งานอีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียมเป็นต้น

โลหะแผ่นเยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. โลหะแผ่นเปลือย ส่วนมากจะเป็นดลหะที่ไม่ใช่เหล็ก เช่น แผ่นทองแดง แผ่นทองเหลือง แผ่นอลูมิเนียม เป็นต้น

2. โลหะเคลือบผิวจะเป็นโลหะประเภทเหล็ก แล้วจึงนำมาเคลือบผิวด้วยดลหะที่เราต้องการ เช่น เหล็กชุบสังกะสี หรือชุบด้วยดีบุก เป็นต้น วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิว เพื่อไม่ให้เกิดการกัดกร่อน เพื่อการใช้งานของโลหะนั้นมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้นดังนั้นการใช้งานของโลหะแผ่นเคลือบกับแผ่นเปลือยจึงมีความแตกต่างกันมาก การที่จะนำเอาแผ่นโลหะแบบเปลือยไปใช้งานอื่น ๆ การนำไปเชื่อม การนำไปตะไบหรือกระบวนการอื่น ๆ ที่ต้องเสียผิวหน้าของดลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทนี้ไป ก็จะทำให้ไม่เกิดผลเสียต่อการกัดกร่อนแต่อย่างไรโลหะที่ผสมการเคลือบผิวหลุดออกไปจะเป็นเหตุให้โลหะนั้น เสียคุณสมบัติในด้านของความคงทนต่อการกัดกร่อนได้ง่ายขึ้น

2.4.4 เหล็ก

อรอุมา กอสนาน (2540) กล่าวว่า เหล็กบริสุทธิ์มีความเหนียว และอ่อนตัวสูง มีความแน่นที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส 7.6กรัม/ลบ.ซม ไอหลอมเหลว1539 องศาเซลเซียส และจุดเดือดเป็นไอที่2450องศาเซลเซียสความร้อนแฝงของการหลอมละลาย65แคลอรี่/กรัมถ้าอุณหภูมิเหล็กสูง768 องศาเซลเซียสแม่เหล็กจะดูดไม่ติด

2.4.4.1 ชนิดของเหล็กที่ผลิตออกสู่ตลาด

1. เหล็กหล่อ ได้แก่ เหล็กดิบมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เหล็กหล่อสีขาวสีเทาคุณสมบัติทั่วไปของเหล็กหล่อคือมีความแข็งแรงสูงจนเปราะได้ง่ายและมีความเหนียวมาก เหล็กหล่อพิเศษจะมีความเหนียวสามารถรับแรงกดได้สูง สวนมากใช้กับเครื่องกลของอุตสาหกรรมหนัก

2. เหล็กอ่อนเป็นเหล็กที่มีขายอยู่ในตลาดทั่วไปสามารถดีขึ้นรูปง่ายเช่น เหล็กแผ่นแต่จะมีความหนาบางแตกต่างกัน

3. เหล็กกล้า แบ่งออกเป็น3ชนิด ได้แก่

- เหล็กกล้าชนิดอ่อนได้แก่เหล็กเส้นก่อสร้าง ตะปู วายเมส ตัวถังรถยนต์
- เหล็กกล้าปกติ ได้แก่ เหล็กที่ใช้ในการผลิตเครื่องมือช่างมีความแข็งแรกกว่าเหล็กกล้าชนิดอ่อนอยู่มากพอสมควร
- เหล็กกล้าแข็ง ส่วนใหญ่นิยมนำมาผลิตเป็นตะไบเหล็ก เหล็กสกัด เนื่องจากมีความแข็งตัวสูง
- เหล็กคาร์บอนและเหล็กผสมมีเนื้อที่แข็งมากน้อยแล้วแต่สวนผสมในเนื้อเหล็กเช่นคาร์บอนทำไห้แข็งแรง นิเกิล ทำให้เหนียว แข็ง ทนทาน ต่อความร้อน, โครเมียม ช่วยในการป้องกันสนิม, แมงกานีน ช่วยทำให้แข็งแรงทนทานต่อแรงกระแทก, ทังสแตน ช่วยให้แข็งในอุณหภูมิที่ต่ำส่วนมากแล้วเหล็กคาร์บอนและเหล็กผสมจะเป็นเหล็กที่ผลิตตามความต้องการของลูกค้าจึงเป็นเหล็กที่ตรงต่อความต้องการในการใช้งานแต่มีราคาที่แพง

2.4.4.2 รูปแบบของเหล็กที่ใช้กันอยู่ทั่วไปตามท้องตลาด

- เหล็กเส้นกรมตันเส้นผ่านศูนย์กลาง 3/16-9 นิ้ว ยาว 8 เมตร
- เหล็กแผ่นหนา 1/32-4 นิ้วยาว 1.2-2.4 เมตร
- เหล็กกลวงรูปสี่เหลี่ยมกว้าง 1/45-4.5 นิ้วยาว 6 เมตร
- ท่อเหล็กกลมกลวงเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2-6 นิ้ว กว้าง 6 เมตร
- เหล็กหนา 1/2-1/4 นิ้วกว้าง 0.75-4 นิ้วยาว 6 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เหล็กรูปตัวยูและตัวซี

2.4.4.3 ประเภทของเหล็กชนิดต่าง ๆ

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

จากรูปแบบของเหล็กหลายชนิดสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

ก) เหล็กเส้นตันเป็นลักษณะท่อกลางมีทั้งท่อกลมและท่อเหลี่ยมเหล็กที่เป็นท่อกลวงจะรับแรงอัดได้ดีกว่าเพราะเหล็กตันเกิดการคุงได้ง่ายกว่าเหล็กที่เป็นท่อกลวงมีข้อเสีย คือ ถ้าอากาศเข้าไปข้างในจะมีสนิมได้ง่าย

ข) เหล็กฉากเหล็กรางต่างๆเหล็กประเภทนี้จะมีความหนาแน่นมากกว่าเหล็กหล่อเนื่องจากรูปทรงในการรับแรงน้อยกว่าเหล็กท่อกลวงเนื่องจากเหล็กชิดนี้มีความหนาแน่นมากกว่าแบบแรกจึงทำให้มีน้ำหนักมากกว่าเหล็กท่อกลวง

ค) เหล็กเส้นตันเหมาะสำหรับแรงดึงมากกว่าแรงอัดเหล็กประเภทนี้เหมาะสำหรับงานโครงสร้าง ค.ส.ล. มากกว่าเป็นงานโครงสร้างเหล็กเส้นตันมีน้ำหนักมากกว่าเหล็ก 2

2.4.4.4 โลหะแผ่น Sheet Metal หมายถึงโลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้วโลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิดแต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวแตกต่างกันไปดังนั้นการทำงานแต่ละประเภทจำเป็นจะต้องศึกษาจะเลือกใช้วัสดุหรืออโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพของงานและคุณสมบัติของโลหะจึงทำให้ผลของงานที่ได้พอใจและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนได้แก่เหล็กซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่นๆมีขนาดความหนาหลายขนาดต่างๆกันและยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่างๆ อาทิ เช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี หรือดีบุก เป็นต้นนอกจากนี้แล้วยังมีการเอาโลหะผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้คือ

- โลหะแผ่นเปลือยส่วนมากจะเป็นโลหะไม่ใช่เหล็ก เช่น แผ่นทองแดง แผ่นอลูมิเนียม แผ่นทองเหลือง เป็นต้น

- โลหะเคลือบผิวจัดเป็นโลหะประเภทเหล็กแล้วจึงนำไปเคลือบผิวด้วยโลหะตามที่ต้องการ เช่น เหล็กอาบสังกะสี หรือดีบุก เป็นต้น วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิวเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการกัดกร่อนซึ่งทำให้โลหะนั้นมีอายุการใช้งานนานขึ้น

ดังนั้นการใช้งานโลหะแผ่นเคลือบกับโลหะเปลือยจึงแตกต่างกันการนำโลหะแผ่นเปลือยไปใช้งานอื่นๆเช่น นำไปเชื่อม ขัดผิว ตะไบหรือกระบวนการอื่นๆ ที่ต้องเสียผืนหน้าของงานก็จะไม่ทำให้เกิดผลเสียหายในการกัดกร่อนแต่อย่างใดแต่สำหรับโลหะที่เคลือบผิวหลุดออกไปจะเป็นเหตุให้โลหะนั้นเสียคุณสมบัติ ในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อนได้ง่ายขึ้น

2.4.4.5 กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ แบ่งเป็น

1) การตัด เป็นการตัดโลหะออกเป็นชิ้นส่วนตามที่ต้องการ มี อยู่ 8 วิธี คือ

- การเลื่อย คือ การตัดที่มีเครื่องมือฟันตามขอบ
- ตัด คือ การตัดโดยใช้เครื่องมือที่มีของแข็งและคมเฉือนชิ้นงาน
- เจาะรู คือ การตัดทะลุเป็นรู โดยใช้ดอกสว่าน
- การขัด คือ การทำให้ส่วนที่ไม่ต้องการหลุดออกไปด้วยการใช้วัสดุที่แข็งกว่าถูออกไป
- ตัดด้วยความร้อน คือ การตัดด้วยความร้อนเป็นตัวหลอมดลหะให้ขาดจากกัน
- การไส คือ การเอาเครื่องตัดชิ้นงานให้เรียบ
- กรกัด คือ การตัด โดยเครื่องจักรที่มีลักษณะคล้ายใบมีด ใช้กับดลหะบาง
- การกลึง คือ การแยกส่วนที่ไม่ต้องการออก โดยขณะที่โลหะชิ้นงานหมุนอยู่บนเครื่องกลึง

2) การขึ้นรูป เป็นการนำเอาวัสดุไปเปลี่ยนรูปร่าง โดยไม่มีการนำวัสดุมาเพิ่มเข้าหรือตัดออกไป การขึ้นรูปที่นิยมใช้ในระบบอุตสาหกรรม แบ่งออกเป็น 7 วิธี คือ

- การหล่อ
- การพับ
- การใช้แรงอัด
- การใช้แรงดัน
- การดึงโลหะ โดยใช้ความร้อน
- การรีด
- การปั๊มขึ้นรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การยึดโลหะ กรรมวีการยึดติดโลหะ 2 ชิ้นเข้าด้วยกัน จำเป็นที่จะต้องทราบถึงคุณสมบัติของโลหะก่อนว่าวิธีใดเหมาะสมจะใช้กับวัสดุใด โดยสามารถแบ่งกรรมวิธีได้ 6 วิธี คือ

- Riveting เป็นวิธี Machanical โดยที่มีด้านหนึ่งเป็นหัวส่วนอีกด้านหนึ่งเป็นขาแหลมเพื่อสอดเข้าไปในรูปเครื่องมือจะมีอัดด้านข้างจะติดกับโลหะ

- Threading คล้ายวิธี Riveting แต่กลับใช้น๊อตและวงแหวนแทน จึงเป็นแบบกึ่งถาวร เพราะถอดออกได้ก่อนจะทำงานเจาะรูที่ชิ้นงานก่อนเหมือนกับแบบแรก

- Seaming เป็นการพับตะเข็บ เป็นวิธีใช้ตัวของมันยึดอยู่ด้วยกัน บางครั้งใช้เชื่อมพับรอยตะเข็บอีกด้านหนึ่ง เพื่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น

- Cemeting เป็นการเชื่อมโดยทางเคมีเข้าช่วย คล้ายกับงานไม้ที่ใช้กาวยาง แต่งานพวกนี้ต้องใช้แรงจับเป็นพิเศษ ตัวอย่างเป็น Expert ซึ่งใช้กับโลหะแผ่น

- Soldering เป็นการเชื่อมอย่างวิธีWelding โดยการใส่โลหะอื่นเข้าไปขณะเชื่อมเรียกว่า บัดกรี

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

4) กรรมวิธีการตกแต่งผิววัสดุชิ้นงาน

กรรมวิธีในขั้นนี้เพื่อต้องการทำให้ผิวชิ้นงานเรียบ มีขนาดที่แน่นอน มีความเที่ยงตรง และให้เกิดความสวยงาม รวมทั้งให้ทนต่อการกัดกร่อน กรรมวิในขั้นนี้แยกประเภทออกได้ดังนี้

1. การขัดผิวชิ้นงานทั่วไป
2. การขัดด้วยเครื่องขัดสายพาน
3. การขัดโดยใส่ในถังหมุน
4. การชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า
5. การขัดด้วยลิ้นไอดี ไอเสีย
6. การใช้ชิ้นงานสองชิ้นขัดด้วยกัน
7. การขัดแบบพิเศษ
8. การพ่นเม็ดโลหะ
9. การเคลือบด้วยสารอินทรีย์
10. การเคลือบด้วยวิธีทางเคมี
11. การเคลือบผิวงานประเภทอลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) กรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน การต่อหรือประสานวัสดุชิ้นงานเข้าด้วยกัน

1. การเชื่อม (Welding) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยการให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานจนหลอมละลายติดกันหรือเติมขดลวดเชื่อม นอกจากนี้อาจใช้แรงดันเข้าช่วยได้

2. การบัดกรีอ่อน (Soldering) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานที่ต่ำกว่า 700 องศาฟาเรนไฮต์ และวัสดุที่เติมจะจะมีจุดหลอมต่ำกว่าวัสดุชิ้นงาน เช่น การบัดกรีตะกั่ว การบัดกรีเงิน เป็นต้น

3. การบัดกรีแข็ง (Brazing) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกันโดยให้ความร้อนแก่วัสดุ ชิ้นงานสูงกว่า 800 องศาฟาเรนไฮต์ แต่ไม่ถึงกับวัสดุชิ้นงานนั้นหลอมละลาย แล้วเติมลวดเชื่อมลงไป วัสดุที่เติมลงไปนี้ วัสดุที่เติมลงไปนี้จะไหลเข้าช่องของรอยต่อ เพื่อยึดชิ้นงานให้ติดกัน บางครั้งเราเรียกวิธีนี้ว่า การเป่าแล่น

4. การใช้แรงอัดผงยึดติดกัน (Sinteringป เป็นกรรมวิธีการยึดติดต่อกันทำให้วัสดุเป็นผงก่อนแล้วนำมาอัดยึดติดกัน อาจใช้ความร้อนหรือไม่ใช้ก็ได้ หากใช้ความร้อนอุณหภูมิจะต้องต่ำกว่าจุดหลอมของวัสดุนั้นๆ

5. การอัดยึด (Pressing) เป็นกรรมวิธีการอัดชิ้นงานให้ยึดติดกัน เช่น การอัดสวมเพลาแกน เป็นต้น การอัดนี้สามารถอัดให้ติดกันอย่างถาวรหรืออัดแล้วสามารถถอดออกจากกันได้

6. การย้ำหมุด (Riveting) เป็นกรรมวิธีในการทำให้วัสดุชิ้นงานติดกัน โดยการใช้หมุดยึดติดระหว่างกัน

7. การใช้สลักเกลียวยึด (Screw Fastening) เป็นกรรมวิธีในการทำให้วัสดุชิ้นงานติดกันโดยการใช้สลักเกลียวยึดระหว่างกัน

8. การใช้กาวยึดเหนี่ยว (Adhesive joining) เป็นกรรมวิธีดารยึดหรือต่อวัสดุชิ้นงานให้ติดกันโดยการใช้กาว เช่น การสังเคราะห์ที่ใช้ภายในและภายนอก การต่อลักษณะนี้จะไม่นิยมใช้กับจุดที่ต้องรับน้ำหนักหรือมีการเสียดสีกันอย่างรุนแรง

2.4.2.6 กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติวัสดุชิ้นงานทางกายภาพ

ในกรรมวิธีขั้นตอนนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุชิ้นงาน โดยการใช้ความร้อนที่สูงหรือการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วกะทันหัน หรือการกระทำซ้ำ ๆ ให้เกิดความเค้นในเนื้อวัสดุชิ้นงาน กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ มีดังนี้

1. การชุบ (Heat treatment) เช่น การชุบแป้ง, ชุบโครเมียม, การอบเหนียว เป็นต้น

2. การแปรรูปขึ้นรูป (Hot working) เช่น การตีเหล็ก , หล่อเหล็ก

3. การพ่น หรือการยิงผิววัสดุชิ้นงาน (Shot peening) เพื่อเพิ่มความเค้นบริเวณผิวหน้าวัสดุให้สูงขึ้น ทำให้แข็งสามารถต้านทานการสึกหลอได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 สลักเกลียวและน๊อต

ลักษณะของสลักเกลียวและน๊อตที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป

สลักเกลียวและน๊อตที่มีใช้งานและผลิตเพื่อจำหน่ายทั่วไปมีหลายลักษณะแตกต่างกันตามประโยชน์การใช้งาน ลักษณะของหัวเกลียว, น๊อต และลักษณะของเกลียวชนิดนั้นๆ

1. สลักเกลียวสำหรับสอดร้อยยึดรูทะลุของชิ้นงาน ประกอบด้วยตัวสลักเกลียวและน๊อตใช้สำหรับยึดชิ้นงานที่เจาะรูทะลุ เหมาะสำหรับชิ้นงานที่ต้องถอดเข้า-ออกบ่อยๆ

2. สลักเกลียวสำหรับยึดรูตัน สลักเกลียวชนิดนี้จะมีหัวหกเหลี่ยม สี่เหลี่ยม ทรงกระบอกผ่าและทรงกระบอกหกกระบอกหกเหลี่ยมในเกลียวใน ซึ่งทำหน้าที่แทนน๊อตจะเป็นรูทำเกลียวตันไม่จำเป็นต้องเจาะทะลุชิ้นงาน เหมาะสำหรับที่ต้องการประหยัดเนื้อที่ ประหยัดวัสดุไม่ต้องถอดเข้า-ออกบ่อย ส่วนมากจะใช้กับชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก

3. สลักเกลียวฝังเป็นเกลียวชนิดไม่มีหัว มีลักษณะเป็นเกลียว2 ข้าง ใช้เป็นสลักเกลียวยึดติดโดยใช้การขันปลายเกลียวข้างหนึ่งติดกับเรือนสูบหรือตัวเครื่องใช้ฝาสูบครอบปิดและขันยึดตัวน๊อตเมื่อต้องการแต่งเรื่อนสูงก็สามารถถอดสลักออกได้

4. สลักล็อค มีลักษณะเป็นสลักเกลียวไม่มีหัว มีแต่เกลียวตลอดความยาวใช้สำหรับล็อคตำแหน่งชิ้นงานให้อยู่กับตำแหน่งที่ต้องการ เช่น พู่เลย์ แบริ่ง และชิ้นส่วนอื่นๆของเครื่องอัดฐานแท่ง

5. สลักเกลียวอุด ใช้สำหรับอุดรูของเครื่องของบริเวณที่ต้องการถ่ายหรือเติมน้ำมันล่อลื่น เช่น บริเวณกล่องเกียร์ของเครื่องอัดฐานแท่ง

นอกจากสลักเกลียวมีลักษณะลำตัว หัว เกลียวและปลายที่แตกต่างกัน เพื่อวัตถุประสงค์การใช้งานที่แตกต่างกัน ฉะนั้นในการผลิตจำเป็นต้องผลิตให้มีคุณภาพแตกต่างกันด้วย นอกจอกสลักเกลียวที่มีได้กล่าวไปนั้นแล้ว ยังมีสลักเกลียวชนิดทนแรงดึงสูงเป็นสลักที่มีอัตรายึดตัวที่ดีที่สุดและสลักเกลียวหัวฝังทรงกระบอกหัวหกเหลี่ยมใน เป็นสลักเกลียวที่มีความแข็งแรงคุณภาพเกรด10 หัวสลักเกลียวสำหรับดึงชิ้นงานวัสดุโลหะเบาที่หัวทรงกระบอกหกเหลี่ยมในมีแบบภายนอกมีผิวลื่น และไม่มีกันลื่น

น๊อตหรือแป้วเกลียวที่ใช้ขันยึดมีหลายลักษณะเช่นเดียวกับตัวสลักเกลียว ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน มีทั้งน๊อตหกเหลี่ยมและลักษณ์อื่นๆสามารถขันเข้า-ออกได้ด้วยมือน๊อตนิรภัยใช้ขันป้องกันอุบัติเหตุ บางชนิดหลังจากยึดแล้วให้หมุนย้ำยึดติดไว้ป้องกันการคลายออก เช่น น๊อตในงานโลหะแผ่น น๊อตชนิดนี้มีบ่าด้วยยึดให้แนวแรงยึดมีกำลังดีขึ้น น๊อตทุกชนิดทุกขนาดมีมาตรฐานกำหนดเช่นเดียวกันกลับสลักเกลียว เครื่องจักรใหญ่ๆ ที่ต้องการจะใช้น๊อตขนาดและชนิดพิเศษ รวมถึงน๊อตที่ผลิตใช้งานโดยทั่วไปจะผลิตขึ้นมามีวัตถุประสงค์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ผลิตได้ง่ายจากโลหะ กลม หกเหลี่ยม สี่เหลี่ยม ผลิตด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ

ข. มีน้ำหนักเบา เพื่อใช้งานโครงเบา ๆ ได้

ค. หมุนเข้า-ออกด้วยมือได้

ง. ป้องกันอุบัติเหตุได้ เช่น เป็นน็อตนิรภัยกันการคลายออก มีความปลอดภัยเพียงพอ

2.4.5.1 น็อตเกลียวปล่อย

น็อตเกลียว (LAG BOLTS) ลักษณะคล้ายตะปูควงแต่ขนาดใหญ่กว่าและหัวหกเหลี่ยม ไม่มีผ่าหัวหกเหลี่ยมใช้กุญแจเลื่อนหรือกุญแจปากตายไขเข้าไปในเนื้อไม้ น็อตเกลียวปล่อยใช้ในกรณีที่ต้องการความยึดเหนี่ยวสูงกว่าที่ใช้ตะปูควง และบางครั้งในไม้เนื้อแข็ง ถ้าใช้ตะปูควงขนาดใหญ่จะไขด้วยไขควงเข้าไปได้โดยยาก หากใช้น็อตเกลียวปล่อยและขันด้วยกุญแจปากตายจะง่ายกว่า

1) การใช้น็อตเกลียวปล่อย บางครั้งต้องใช้วงแหวนรองที่หัวตะปูเพื่อความเรียบร้อย และเพื่อป้องกันไม่ถูกหัวตะปูขูดเป็นรอย วงแหวนที่ใช้มีลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น วงแหวนเรียบปกติ วงแหวนที่มีส่วนนูนรับตัวน็อต วงแหวนที่ตัดขาดจากกัน (เรียกว่า วงแหวนสปริง) วงแหวนที่เป็นรูปหยัก ๆ ที่ส่วนรอบนอกของวงแหวนเพื่อขันให้แน่นเป็นพิเศษ

นอกจากตะปูและน็อตชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวแล้วยังมีพุก (PLUG) ซึ่งอาจทำด้วยทองเหลืองหรือพลาสติกหรืออลูมิเนียม ซึ่งทำให้ส่วนที่รับเกลียว (NUT) ขยายตัวได้เพื่อให้ฝังแน่น เรียกว่า พุกขยายตัว (EXPANSION PLUG) ใช้สำหรับฝังในกำแพงคนกรีต หรือกำแพงอิฐ เพื่อติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ให้แน่น เช่น การติดอ่างล้างหน้าในห้องน้ำหรือการติดตั้งหิ้งกระจกก็ตาม พุกชนิดนี้มีขนาดต่าง ๆ กัน เรียกตามความยาว ชนิดที่เป็นทองเหลืองกำลังในการยึดเหนี่ยวแข็งแรงดี การเรียกขนาดนั้นเรียกตามความโตและความยาวของส่วนที่ทำด้วยเหล็ก เช่น ตะปูขนาด 2 นิ้ว และหัวโต 3 / 16 นิ้ว ประเทศที่ผลิตออกมาจำหน่าย คือ สวิตเซอร์แลนด์ กล่องบรรจุ 3 โหล

ในการฝังวัสดุติดกำแพงซึ่งต้องการแรงยึดเหนี่ยวมาก ๆ เช่น การติดเสากำแพงในงานที่ต่อเติม หรือการติดตู้ในห้องครัวที่กำแพงนั้นมีพุกขยายตัวชนิดที่ทำด้วยตะกั่ว หรือเหล็ก ขนาดโตกว่าพุกขยายตัวทองเหลืองดังได้กล่าวมาแล้ว พุกขยายตัวอย่างใหญ่นี้มีจำหน่ายตามร้านขายเครื่องอุปกรณ์ก่อสร้าง เช่น ขายบานพับ ตะปู นอกจากนั้น อุปกรณ์ที่ใช้ร่วมที่สำคัญ คือ เกลียวและแป้นเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงชนิดและขนาดของพุกที่ฝังในกำแพง

ขนาด		1 / 8"	5 / 32"	3 / 16"	1 / 4"	5 / 16"	3 / 8"	1 / 2"
ขนาดเป็นทศนิยม		0.138	0.164	0.190	0.250	0.313	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"	3" - 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

ที่มา : วัสดุวิศวกรรม อรอุมา กอสนาน. 2540

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงสัดส่วนต่าง ๆ ของน๊อต

หัวและแป้น		มาตรฐานอเมริกันชนิดธรรมดา	มาตรฐานอเมริกันใช้งานหนัก
หัว	ความสูง , H	2 / 3D	3 / 4D + 1 / 16"
	เส้นผ่าศูนย์กลางสั้น , F	1 1 / 2D	1 1 / 2D + 1 / 8"
แป้น	ความสูง , H	7 / 8D	
	เส้นผ่าศูนย์กลางสั้น , F	1 1 / 2D (D มากกว่า 5 8")	11 / 2D + 1 / 8"

ที่มา : วัสดุวิศวกรรม อรอุมา กอสนาน. 2540

2.4.6 พลาสติก

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ (2540) กล่าวถึงพลาสติกว่า พลาสติกที่ประกอบด้วยสารหายชนิด มีน้ำหนักโลเลกุลที่สูง คงรูปเมื่อกรรมวิธีการผลิตมีลักษณะอ่อนตัวขณะที่ทำการผลิต พลาสติกมีคุณสมบัติที่พิเศษเด่นวัสดุอื่น ๆ ที่ได้จากธรรมชาติหรือการสังเคราะห์ขึ้นมา เช่น แก้ว โลหะ กระดาษ ที่นิยมใช้กันครั้งนี้เพราะพลาสติกมีคุณสมบัติหลาย ๆ อย่างรวมกัน ในตัวของพลาสติก และสามารถที่จะใช้แทนวัสดุอื่น ๆ ได้เท่าเทียมและดีกว่าวัสดุเดิม ชนิดพลาสติกสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6.1 เทอร์โมพลาสติก คือ พลาสติกที่สามารถหลอมตัวเข้าด้วยความร้อนและแข็งตัวเมื่อทำให้เย็นลง จะทำได้หลายครั้งโดยที่โครงสร้างไม่เปลี่ยนแปลง เทอร์โมพลาสติกที่มีใช้กันอยู่ทั่วไป สามารถแบ่งออกเป็น 8 ชนิดดังนี้

1. อะคริลิก มีคุณสมบัติ เป็นพลาสติก กึ่งใสที่สุดชนิดหนึ่งแข็งแรงพอสมควรเป็นรอยขูดขีดได้ง่าย ทนต่อแสงอุลตร้าไวโอเลตได้ดี เป็นฉนวนกันไฟฟ้าได้ดีมาก ทนต่อสารเคมีได้ดีพอสมควร และสามารถที่จะทำสีต่าง ๆ ได้มีทั้งชนิดแบบใส ฝ้า และทึบแสงใช้ทำโคมไฟ ป้ายโฆษณา โดมหลังคา เฟอร์นิเจอร์ และถ้วยบรรจุของเหลวชนิดใส

2. โพลิเอมีน หรือไนล่อน มีคุณสมบัติ เป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักเบาราคาแพง ทนทานต่อแรงเสียดทานรับแรงดึงแรงอัดได้ดีและสามารถที่จะทนต่อแรงขีดข่วน ทนต่อกรดชนิดอ่อน ทนด่าง ดูดซึมน้ำได้บ้าง นิยมใช้ทำถ้วยกาแฟ ไม่เหมาะสมกับงานภายนอก

3. โพลิเอทิลีน มีคุณสมบัติ มีน้ำหนักเบามากมีความถ่วงจำเพาะ 0.92 เท่านั้น ในรูปแผ่นบางสามารถที่จะบิดงอพับได้เป็นอย่างดี รับแรงดึงแรงอัดได้น้อย มีความยืดตัวสูงถึง 5 เท่า ไม่เกาะติดน้ำเป็นฉนวนกันไฟฟ้าได้ดีมาก แต่ทนความร้อนได้น้อย เหมาะสำหรับใช้บรรจุอาหารสด เช่น ผักผลไม้ และเนื้อได้เป็นอย่างดี ใช้ทำตุ๊กตาเด็กเล่น ถาดน้ำแข็งใส ตู้เย็น ขวดเครื่องใช้ในครัว พลาสติกคุมโรงเพาะชำ เป็นต้น

4. โพลิโพพิลีน มีคุณสมบัติที่คล้ายกับโพลิเอทิลีน แต่มีคุณภาพที่ดีกว่าทดสอบโดยการใช้เล็บขูดดูหากว่าเป็นลิเอทิลีน จะขุดออก หากว่าเป็นโพลิโพพิลีนจะขูดไม่ออกจะมีความแข็งกว่าใช้ประโยชน์ในการทำถุงบรรจุอาหารร้อน พลาสติกหุ้มซอมบุหรี่ ริบบิ้น สายไฟฟ้า กล่องแบตเตอร์รี่ ผลิตภัณฑ์ประเภทหมวกกันน็อค ของใช้ภายในบ้าน

5. โพลิไตรีน มีคุณสมบัติ ที่มีน้ำหนักที่เบาที่สุดในประเภทพลาสติกชนิดแข็งที่มีความคงรูปที่ดีแต่มีความเปราะสามารถที่จะทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทั้งแบบใสผ้า แบบทึบมีทั้งผิวเรียบและขรุขระ สามารถที่เป็นฉนวนกันไฟได้เป็นอย่างดี ดูดซึมน้ำต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก ทนความร้อนและสารเคมีอย่างอ่อนภายในบ้านได้ใช้ทำกล่องบรรจุของ เช่น แปรงสีฟัน บรรจุเครื่องดื่ม ของเล่นเด็ก โทรทัศน์ วิทยุ ไฟท้ายรถ และแผงฉนวนกันความร้อน

6. เอบีเอส มีคุณสมบัติ รับแรงกระแทกได้ดีมากทนต่อความร้อนได้ดีถึง 212 ฟ. ทนต่อกรดและด่างได้ดีพอสมควร มีคุณสมบัติที่พิเศษสามารถนำไปชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าได้ดี เช่น การนำไปชุบโครเมี่ยม นิยมใช้เครื่องทำโทรทัศน์ แผงเครื่องปรับอากาศ ชิ้นส่วนของพัดลม อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เฟอร์นิเจอร์

7. ไวนิล มีคุณสมบัติ ใช้ในการเคลือบผิวกระป๋อง มีความเหนียวทนทาน มีทั้งชนิดอ่อน ชนิดแข็ง และโฟม สามารถที่จะทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ เป็นฉนวนที่ทนไฟฟ้า ที่มีความถี่สูง ไม่เหมาะกับงานที่ใช้ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. โพลิเอสเทอร์ มีคุณสมบัติคือ ใช้ทำพลาสติกหล่อและงานไฟเบอร์กล๊าสใช้ทำขวดของน้ำมันพืช และนิยมใช้ทำชิ้นส่วนของเครื่องจักร และเครื่องใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนของรถยนต์ ฟิล์มรถยนต์ ฟิล์มถ่ายรูป

2.4.6.2 เทอร์โมเซตติ้ง คือพลาสติกที่สามารถหลอมตัวได้ในระยะแรกเท่านั้น และเมื่อหลอมตัวแล้วเป็นผลให้พลาสติกนั้นมีโครงสร้างแบบเชื่อมโยงหรือแบบร่างแห โครงสร้างของพลาสติกจะคงตัวหรือไม่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้อีก ถ้าให้ความร้อนมาก ๆ เทอร์โมเซตติ้งมีอยู่ 5 ชนิด

1. อะมิโน สามารถแบ่งได้ 2 ชนิดคือ

1.1 ยูเรีย มีคุณสมบัติ ที่มีน้ำหนักที่มากกว่าพลาสติกโดยทั่วไปเล็กน้อย รับแรงบิดงอได้ดี ทนต่อความร้อนได้สูง ทนต่อการขีดข่วน แต่เมื่อถูกแดดนาน ๆ จะซีด นิยมใช้ทำกาวกาวไม้อัด และวิบบอร์ด น้ำยาเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ ปุ่มจับมือ และ ด้ามจับเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ

1.2 เมลามีน มีคุณสมบัติ ใช้ทำถ้วยชามมากที่สุดและยังใช้ทำวัสดุปิดผิวจักกันในชื่อเฟอร์ไมก้า

2. อีฟอกซี่ มีคุณสมบัติ มีที่มีน้ำหนักปานกลางมีความถ่วงจำเพาะ 1.11-1.8 รับแรงดึงได้ดีมาก และแรงอัดได้เป็นอย่างดี คุณสมบัติพิเศษคือ สามารถติดแน่นได้ดีกับวัสดุอื่น ๆ เช่น โลหะ แก้วพลาสติก เซรามิก และยางเป็นต้น และเหมาะสำหรับใช้ทำเป็นกาได้เป็นอย่างดี

3. ฟีนอลิก มีคุณสมบัติรุจักกันดีในชื่อ เบกเกลไลท์ มีความแข็งแรงรับแรงดึงได้พอเหมาะติดไฟได้แต่ช้า และสามารถดับได้เอง นิยมใช้ทำด้ามจับ หูหม้อ ถาด อุปกรณ์ไฟฟ้า

4. ซิลิโคน มีคุณสมบัติ มีทั้งแบบที่เป็นของเหลวและคงรูปรับแรงดึง บิดงอได้ปานกลาง สามารถทำสีได้ ส่วนมากนิยมใช้ทำแม่แบบ ชนิดที่ทนความร้อน ยางขอบบานปิด - เปิดในยานอวกาศ ขอบสระน้ำเพื่อกันลื่น

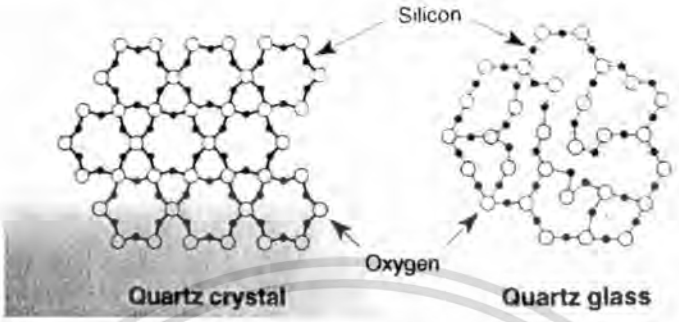
5. ยูรีเทน มีคุณสมบัติมีทั้งแบบที่เป็นของเหลว ของแข็ง และฟองน้ำมีน้ำหนักเบาในรูปของโฟมมีน้ำหนักเพียง 1.5 ปอนด์/ลบ.ฟุต นิยมนำมาใช้ทำโฟม และฟองน้ำ นิยมฉีดไต้ปีกเครื่องบิน ท้องเรือ ผนังห้องเย็น

2.4.7 สมบัติและโครงสร้างของแก้ว (structure and properties of glass)

เนรัญชรา กำไลทอง และคณะ (2542) กล่าวถึง คำจำกัดความที่เป็นมาตรฐานของแก้วเมื่อปี ค.ศ. 1985 คือ "ของแข็งที่ไม่เป็นผลึก" ("noncrystalline solid") ส่วน ASTM (Americal Society for Testing Material) ให้คำจำกัดความว่า "เป็นสารอนินทรีย์ที่เกิดจากการหลอมและเย็นตัวลงจนได้สถานะที่มีความคงตัวโดยไม่เกิดเป็นผลึก" แต่หลังจากปีค.ศ. 1985 มีการคิดค้นแก้วที่เกิดจากวัสดุที่เป็นสารอินทรีย์ และโลหะขึ้นมา ทำให้เกิดคำจำกัดความที่มีความถูกต้องมากกว่าคือ " วัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใด ๆ ที่มีการเย็นตัวลงเร็วเพียงพอที่ทำให้ไม่เกิดโครงสร้างที่เป็นผลึก"ทำไมแก้วจึงมีคุณสมบัติแตกต่างกัน พิจารณาได้จากโครงสร้างของผลึกควอทซ์ (quartz crytal) และแก้วควอทซ์(quartz glass) โดยการเปรียบเทียบโครงสร้างในระดับโมเลกุล



ภาพที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบโครงสร้างในระดับโมเลกุล

ที่มา : วัสดุช่างอุตสาหกรรม (เนรัญชรา กำไลทอง และคณะ. 2542)

ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของผลึกควอทซ์ คือ ซิลิคอน (Si) และ ออกซิเจน (O) โดยมีสูตรเคมีเป็น SiO_2 ไม่มีธาตุอื่นปนอยู่ ซึ่ง SiO2 จะเป็นส่วนประกอบหลักของแก้วทั่ว ๆ ไป โครงสร้างของผลึกควอทซ์จะมีการจัดเรียงเป็นรูปทรงแบบเตตระฮีดรอน(tetrahedral)ที่เกิดจากอะตอมออกซิเจน และมีอะตอมของซิลิคอนอยู่ในช่องว่างแบบเตตระฮีดรอน(tetrahedral hole) ซึ่งอะตอมออกซิเจน 2 อะตอมจะเชื่อมต่อกับออกซิเจนอะตอมอื่นในลักษณะ 3 มิติ (ดังภาพซ้าย) และมีความเป็นระเบียบของโครงสร้าง(เป็นผลึก) เมื่อเราหลอมผลึกควอทซ์ และทำให้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว การเชื่อมต่อแบบผลึกจะเปลี่ยนเป็นการเชื่อมต่อแบบไม่เป็นระเบียบ (ภาพด้านขวา) เรียกชื่อใหม่ว่า "fused quartz" "fused silica" หรือ "quartz glass" จะเห็นได้ว่าโครงสร้างมีการเปลี่ยนแปลงไป ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนไป นอกจากนั้นเรายังสามารถเติมสารเคมีอื่นๆ ลงไปเพื่อปรับเปลี่ยนโครงสร้างและคุณสมบัติทางเคมี เช่นเติมโลหะสีมีสีลงไปเพื่อให้มีสีสันต่างๆ ตามความต้องการในการใช้งาน

1 แก้วพิเศษ (special glasses)

เป็นแก้วที่ผลิตขึ้นเป็นพิเศษ เพื่อให้มีคุณสมบัติจำเพาะตามความต้องการใช้งาน แก้วจำพวกนี้จึงมีสมบัติเด่นเฉพาะตัว มีหลายชนิดด้วยกัน โดยแก้วพิเศษแต่ละชนิดระบุส่วนผสมหรือสารอนินทรีย์ที่มีเนื้อแก้วนั้น ๆ ด้วย ตัวอย่างของแก้วจำพวกนี้ได้แก่

1.1 แก้วปลอดซิลิคอน (silicon free glass) ใช้ผลิตหลอดแสงโซเดียม (sodium vapor discharge lamp) โดยมีส่วนประกอบของ โบรอนออกไซด์ (B2O3) 36%, อลูมิเนียมออกไซด์ (Al2O3) 27%, แบเรียมออกไซด์ (BaO) 27% และ แมกนิเซียมออกไซด์ (MgO) 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 แก้วฟอตเฟต(phosphate glass) เป็นแก้วที่มีความทนทานต่อกรดที่กัดแก้วได้ (กรดไฮโดรฟลูออริก, HF) โดยมีส่วนประกอบของ ฟอสฟอรัสออกไซด์ (P2O5) 72%, อลูมิเนียมออกไซด์ (Al2O3) 18% และซิงค์ออกไซด์ (ZnO) 10%

1.3 แก้วที่มีส่วนผสมของตะกั่วในปริมาณสูง (high lead content glass) ใช้ในงานทางด้านรังสี

2. แก้วควอทซ์ (Fused quartz)

แก้วทนอุณหภูมิสูงและแก้วที่แสงอัลตร้าไวโอเลตส่องผ่านได้ (the high temperature and UV-transmission glasses) เป็นแก้วชนิดสุดท้ายที่พบในห้องปฏิบัติการ หรือเรียกกันทั่วไปว่าแก้วควอทซ์ หรือ ซิลิก้าบริสุทธิ์ (pure SiO2) แต่ยังคงมีโลหะอัลคาไลน์ (Na Mg) ไฮดรอกซิล (OH-) และออกไซด์ (Oxide) เจือปนอยู่เล็กน้อย (น้อยกว่า1%)

ในกระบวนการผลิตแก้วควอทซ์ทางอุตสาหกรรม จะใช้ซิลิกอนเตตระคลอไรด์ (silicon tetrachloride, SiCl4) หรือผลึกควอทซ์บริสุทธิ์ (pure quartz crystal, sand) เป็นสารตั้งต้น

สมบัติของแก้วชนิดนี้ได้แก่ มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้นต่ำ มีความแข็งแกร่ง มีความต้านทานต่อสารเคมีและไฟฟ้าแม้ในขณะร้อน ไม่ดูดกลืนแสงในช่วงอัลตร้าไวโอเลตและวิสิเบิ้ล (Ultraviolet-Visible)

แก้วควอทซ์นี้ใช้ประโยชน์ในการทำเครื่องแก้ววิทยาศาสตร์พิเศษที่ทนทานต่อสารเคมีและใช้ในการทดลองที่มีอุณหภูมิสูงๆ ใช้เป็นวัสดุสะท้อนแสงเลเซอร์ ใช้ทำครูซิเบิ้ล (crucible) สำหรับผลิตผลึกเดี่ยวของซิลิก้าบริสุทธิ์เพื่อใช้ในงานทางอิเล็กทรอนิก นอกจากนี้ยังใช้ทำกระจกสำหรับกล้องโทรทัศน์และดาวเทียมอีกด้วย

3. แก้วบอโรซิลิเกต (borosilicate glass)

แก้วบอโรซิลิเกต (borosilicate glass) หรือ แก้วแข็ง (the hard glasses) เป็นแก้วอีกชนิดหนึ่งที่พบได้ทั่วไปในห้องปฏิบัติการ เหตุผล 2 ประการที่เรียกว่าแก้วแข็งเนื่องจาก 1. มีความแข็งทนต่อการกระแทก มากกว่า 3 เท่า เมื่อเทียบกับแก้วอ่อน และ 2. ทนความร้อน นอกจากนั้นแก้วแข็งมีค่าสัมประสิทธ์การขยายตัวต่ำเมื่อเทียบกับแก้วอ่อน เมื่อใช้งานที่อุณหภูมิสูงแล้วรูปร่างของแก้วจะไม่เปลี่ยนแปลง และยังทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่างๆ ได้หลายชนิด รวมทั้งสารละลายเบสด้วย เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในทางการค้าจะพบแก้วบอโรซิลิเกตที่ถูกนำมาใช้ในงานหลายๆ ด้าน เช่น ใช้ทำเป็นกระจกของเตาอบ ฝาหม้อสุกี้ เป็นต้น เนื่องจากว่าทนความร้อนได้นั่นเอง หรือมีการใช้ทำกระจกครอบไฟรถยนต์ และกระจกครอบไฟส่องสว่างที่ใช้ภายในและภายนอกอาคาร ส่วนภายในห้องปฏิบัติการก็ใช้ทำ บีกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ บิวเรตต์ และขวดก้นกลม เป็นต้น โดยผู้ผลิตมี 3 ยี่ห้อ ด้วยกันคือ Pyrex, Kimax และ Duran

แม้ว่าแก้วบอโรซิลิเกตจะทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมีหลายชนิดก็ตาม แต่มีสารเคมีบางชนิดที่สามารถละลายแก้วบอโรซิลิเกตได้ เช่น

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แก้วอ่อน (the soft glasses)

แก้วอ่อน (the soft glasses) เรียกชื่อตามคุณสมบัติทางกายภาพของแก้วเลย กล่าวคือเนื้อแก้วมีความอ่อนตัวได้ง่ายเมื่อเทียบกับแก้วชนิดอื่น ในทางการค้าจะเห็นวัสดุที่ทำด้วยแก้วอ่อน เช่น แผ่นกระจก ขวดแก้ว เหยือกแก้ว และแก้วน้ำ โดยแก้วอ่อนนี้สามารถเปลี่ยนสีได้ง่ายเพื่อความสวยงาน เช่นแก้วที่บรรจุเครื่องดื่มโดยทั่วไปจะเป็นสีน้ำตาล หรือสีเขียว หรือในห้องปฏิบัติการก็ใช้เป็นขวดใส่สารรีเอเจนต์ใส หรือสีชา เป็นต้น

แก้วอ่อนที่พบในห้องปฏิบัติการจะเป็นชนิดแก้วโซดาไลม์ (soda lime glass) ซึ่งโซดา (soda) หมายถึง โซเดียมออกไซด์ (Na2O) และ ไลม์ (lime) คือ แคลเซียมออกไซด์(CaO)หรือแมกนีเซียมออกไซด์(MgO) ส่วนแก้ว(glass) คือ มีส่วนประกอบของซิลิก้าSiO2 เป็นส่วนประกอบหลัก วัสดุที่ใช้ผลิตแก้วชนิดนี้จะมีราคาถูก เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการผลิตไม่สูงมากนัก อายุการใช้งานก็นาน(ยกเว้นทำตกแตก) นอกจากนั้นสามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ผ่านกระบวนการรีไซเคิล(recycle) ได้ง่ายอีกด้วย

ส่วนคุณภาพของแก้วชนิดนี้ขึ้นอยู่กับส่วนผสมทางเคมี โดยทั่วไปจะพบ CaO อยู่ในปริมาณ 8-12% และ Na2O 12-17% นอกนั้นเป็น SiO2 หากแก้วมีส่วนผสมของ CaO มาก ระหว่างกระบวนการผลิตโครงสร้างแก้วจะมีบางส่วนเกิดเป็นผลึก หากมีส่วนผสมของ

2.4.7.2 ชนิดแก้ว (glass type)

ประเภทแก้วหรือชนิดแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ (Type of glasses used in the Lab) แก้ว (glass) มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เนื่องจากส่วนประกอบ หรือองค์ประกอบทางเคมีมีความแตกต่างกัน ทำได้โดยการเติมออกไซด์ของโลหะลงไปในแก้ว การผลิตแก้วในทางการค้ามีการแบ่งประเภทของแก้วได้ประมาณ 1000 ชนิด แต่แก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมี 3 ประเภทใหญ่ๆ ด้วยกันคือ แก้วอ่อน (the soft glasses) แก้วแข็ง (the hard glasses) และแก้วที่มีคุณสมบัติส่องผ่านแสงอุลตร้าไวโอเลต(UV-transmission glasses) และทนความร้อนสูง (High-temperature)

คุณสมบัติของแก้วที่นักวิทยาศาสตร์สนใจคือ การขยายตัวได้ของแก้วที่อุณหภูมิสูง ค่าดัชนีหักเหของแสงเมื่อส่องผ่านแก้วและค่าความต้านทานไฟฟ้าของแก้ว ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงได้ที่อุณหภูมิต่างๆ ดังนั้นการออกแบบแก้วหรือผลิตแก้วให้ได้ตามวัตถุประสงค์ในการใช้งานจะต้องคำนึงถึงส่วนประกอบและอุณหภูมิในการใช้งาน เช่น แก้วที่ทำให้ร้อนจะมีความต้านทานไฟฟ้าลดลงหรือนำไฟฟ้าได้ดีขึ้น ในขณะเดียวกันโครงสร้างแก้วจะขยายตัว ขนาดช่องว่างในโครงสร้างใหญ่ขึ้น ทำให้แสงหรืออะตอมอื่นๆ ทะลุผ่านได้ง่ายขึ้น หรือในกรณีที่เราเติมออกไซด์ของตะกั่ว (PbO2) ลงไปในแก้วซิลิเกต (silicate glass) จะได้แก้วที่มีความหนืดเพิ่มแต่การนำไฟฟ้าจะลดลง จะเห็นได้ว่าเราได้คุณสมบัติอย่างหนึ่งตามต้องการแต่จะเสียสมบัติอีกอย่างหนึ่งไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.7.3 แก้ววิทยาศาสตร์ (science glassware)

แก้ววิทยาศาสตร์ (science glassware) โครงสร้างแก้ว (structure of glass) และสมบัติแก้ว (properties of glass) เมื่อนึกภาพถึงการทดลองทางวิทยาศาสตร์ คนส่วนมากจะนึกถึงนักวิทยาศาสตร์ผมยุ่ง ทำการทดลองวิทยาศาสตร์อะไรสักอย่างที่มีอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ(laboratory equipment) และเครื่องแก้วทางวิทยาศาสตร์(laboratory glassware)ใส่สารเคมีวางเรียงรายอยู่เต็มไปหมดและยังมีควันสีขาวลอยออกมาจากการทดลองนั้น เครื่องแก้วที่พบเห็นหรือที่สังเกตได้ คือ หลอดทดลอง(test tube) บีกเกอร์(beaker) ขวดก้นกลม(round bottom flask) เป็นต้น ซึ่งเครื่องแก้วจะไม่รวมอยู่ในกลุ่มของสารเคมี(chemicals) และกลุ่มของเครื่องมือ แต่จะแยกออกมาเป็นกลุ่มของเครื่องแก้วต่างหาก แน่นอนว่าเครื่องแก้วมีสำคัญอย่างมากในการทำปฏิบัติการเพราะมีความจำเป็น 3 ประการดังนี้

1. แก้วมีความใส ทำให้สังเกตเห็นปฏิกิริยาภายในได้อย่างชัดเจน
2. เป็นวัสดุที่มีความเสถียรมาก ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีอื่นได้ง่าย
3. ง่ายต่อการออกแบบเป็นรูปทรงต่างๆ เพื่อใช้สร้างอุปกรณ์ที่มีรูปร่างเหมาะสมกับการทดลอง นอกจากนี้ยังสามารถซ่อมแซมได้หากชำรุดสมบัติและโครงสร้างของแก้ว (structure and properties of glass) คำจำกัดความที่เป็นมาตรฐานของแก้วเมื่อปี ค.ศ. 1985 คือ “ของแข็งที่ไม่เป็นผลึก” (“noncrystalline solid”) ส่วน ASTM

2.4.7.4 วัตถุดิบในการหลอมแก้ว

องค์ประกอบทางเคมีของแก้วจะมีผลต่อคุณสมบัติของแก้ว ดังต่อไปนี้

1. SiO_2 แก้วที่มีปริมาณของ SiO_2 สูง จะทำให้แก้วนั้นมีโครงสร้างที่แข็งแรง ทนต่อความร้อนและสารเคมี แต่ทำการผลิตได้ยากเนื่องจากต้องใช้การหลอมเหลวที่อุณหภูมิสูงขึ้น และขึ้นรูปได้ยากเนื่องจากมีความหนืดสูง
2. Na_2O แก้วที่มีปริมาณ Na_2O สูงจะหลอมเหลวที่อุณหภูมิต่ำ เปราะแตกง่าย และไม่ทนต่อสารเคมี ถ้ามีปริมาณ Na_2O สูงมากๆ จะสามารถละลายน้ำได้
3. K_2O ช่วยให้การตกผลึกเป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้การเรียงตัวของผลึกออกมาสวยงาม
4. CaO, MgO หรือ BaO จะช่วยในการขึ้นรูป ทำให้แก้วคงตัว (set) เร็วขึ้นเมื่อเย็นลง และเพิ่มความทนต่อสารเคมี แก้วที่มีปริมาณ MgO มากกว่า CaO จะทำให้ให้การตกผลึกเป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้การเรียงตัวของผลึกออกมาสวยงาม
5. Al_2O_3 แก้วที่มีปริมาณ Al_2O_3 สูง จะทำให้แก้วนั้นมีความทนทานต่อการสึกกร่อนและสารเคมีได้ดีขึ้น
6. B_2O_3 แก้วที่มีสารประกอบพวก Boron เป็นองค์ประกอบ (Borosilicate) จะมีความคงทนต่อกรด-ด่าง และทนต่อความร้อน เนื่องจากจะทำให้สัมประสิทธิ์การขยายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากความร้อนลดลง แก้วประเภทนี้เป็นแก้วที่ใช้ในอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และเป็นแก้วประเภทที่สามารถใช้ในเตาไมโครเวฟได้

7. PbO แก้วที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ (Lead glass) เนื้อแก้วใสวาวเนื่องจากมีค่าดัชนีหักเหสูงมีความอ่อน (soft) ไม่แข็งกระด้าง ง่ายต่อการเจียระไน เวลาเคาะมีเสียงกังวาน
8. Fe_2O_3 ช่วยประหยัดเชื้อเพลิงในขณะหลอม แต่จะทำให้เนื้อกระจกใส มีสีค่อนไปทางเขียว
9. ออกไซด์ อื่นๆ หากต้องการให้แก้ว หรือกระจกมีสีสันต่างๆ สามารถเติมสาร นอกเหนือจากส่วนผสมข้างต้นที่กล่าวมาแล้ว ดังนี้

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าสีของแก้ว

Chromium oxide (Cr2O3)	สีเขียว
Cobalt oxide (CoO)	สีน้ำเงิน
Urenium (U)	สีเหลือง
Nickle (Ni)	สีน้ำตาล
Carbon-Sulfur-Iron (C-S-Fe)	สีอำพัน
Manganese (Mn)	สีชมพู

โดยปกติแล้วองค์ประกอบทางเคมีของแก้ว จะมาจากแหล่งวัตถุดิบ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของแก้ว

องค์ประกอบทางเคมี	วัตถุดิบซึ่งเป็นที่มา
SiO_2	Silica sand
Na_2O	Soda ash (Na_2CO_3), Salt cake (Na_2SO_4)
K_2O	Feldspar (เป็นแร่พวก Alumino silicate ที่มี Na, K เจือปน)
CaO	Dolomite (เป็นแร่พวก carbonate ของ Mg, Ca) , Lime stone
MgO	Dolomite
Al_2O_3	Feldspar
Fe_2O_3	Impurities

สำหรับใยแก้วนำแสงใช้ SiCl4 และ GeCl4 เป็นวัตถุดิบ

2.4.7.5 การใช้ประโยชน์จากแก้วและกระจก

แก้วเป็นวัสดุที่มนุษย์รู้จักและนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางมาตั้งแต่สมัยโบราณ เพราะแก้วเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีความแข็งและความโปร่งใส แสงสามารถส่องผ่านได้ มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความทนทานต่อสารเคมีสามารถทำเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้แทบทุกชนิด ซึ่งมนุษย์นำแก้วมาใช้ประโยชน์ดังนี้

1. ทำภาชนะต่าง ๆเนื่องจากแก้วมีคุณสมบัติโปร่งใสและทนทานต่อสารเคมีต่าง ๆ ได้ดี จึงนิยมนำมาทำภาชนะต่าง ๆ เช่น แก้วน้ำ ขวดบรรจุเครื่องดื่มและอาหารต่าง ๆ จาน ชาม ถ้วย ฯลฯ

2. ก่อสร้างตกแต่งอาคารและเฟอร์นิเจอร์นำมาทำเป็นแผ่นเรียกว่ากระจก นำไปใช้ทำประตู หน้าต่าง ผนังกั้นห้อง ทำเป็นอิฐแก้วก่อผนัง หลังคากระจกใส รวมทั้งประกอบทำเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ เช่น โต๊ะ ตู้ ชั้นวางของและกระจกส่องหน้า ฯลฯ

3. ทำเครื่องประดับและของที่ระลึกแก้วทำเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้มากมายจึงสามารถนำมาทำเป็นเครื่องประดับตกแต่ง เช่น รูปปั้นสัตว์ต่าง ๆ ทำเป็นโคมระย้า พวงกุญแจ และทำเป็นของที่ระลึกต่าง ๆ ฯลฯ

4. ทำเป็นเส้นใยแก้วสามารถนำมาทำเป็นเส้นใยเส้นเล็ก ๆ ได้โดยนำไปใช้ในงานทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ทำไมโครไฟเบอร์สำหรับเป็นฉนวนกันความร้อนทั้งในบ้านและโรงงานอุตสาหกรรม และที่กำลังจะมีการใช้อย่างกว้างขวางในอนาคต คือ ทำเป็นไฟเบอร์ออพติกใช้ในการสื่อสาร เป็นต้น

5. ประกอบกับวัสดุอื่นทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆเช่น ใช้ประกอบทำเครื่องใช้ไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า หลอดโทรทัศน์ วิทยุ เครื่องเสียง เลนส์กล้องถ่ายรูปกระจกรถยนต์ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ นาฬิกา แว่นตา ฯลฯ

2.5 โครงสร้างและสัดส่วนในการออกแบบ

เอกสารการสอน มสธ. ชุดวิชาเออร์กอนอมิกส์และจิตวิทยาในการทำงาน หน่วยที่ 1 – 5 (2534) กล่าวว่า โครงสร้าง คือ สิ่งที่จัดสร้างขึ้น โดยการต่อรวมหน่วยต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ให้ทำอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งตองการมาตรฐานความมั่งคงบางประการ หน้าที่ของโครงสร้างอาคารที่ก่อสร้างขึ้นมาจะมีโครงสร้างเปรียบเสมือนกระดูดโครงหลัก และมีส่วนประกอบอื่น ๆ ซึ่งทำหน้าที่ต่าง ๆ กันมา เช่น ปิดหุ้นทับตกแต่ง เพื่อให้การใช้เนื้อที่ภายในอาคารนั้นสะดวก และเหมาะสมกับประเภทของอาคาร โครงสร้างอาจแยกเป็นหลายส่วนหลายตอนประกอบร่วมกันจนสำเร็จเป็นตัวอาคารขึ้นมา โครงสร้างย่อยนี้อาจแยกออกเป็นหลายชุด หลายตอน เช่น ตัวอย่างโครงสร้างรับเครื่องมุงหลังคา โครงสร้างพื้น โครงสร้างบันได โครงสร้างคานต่อ โครงสร้างฐานราก ดังนี้เป็นโครงสร้างย่อยต่าง ๆ ดังกล่าว เมื่อประกอบเข้ากนทั้งหมดก็เป็นตัวอาคารในที่สุดจะเห็นได้ว่ารูปร่างโครงสร้างแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะ เนื่องจากมีแรงหรือน้ำหนักบรรทุกเป็นตัวการจัดระเบียบหรือบังคับให้เกิดเป็นรูปต่าง ๆ กันไป เมื่อแรงที่ถ่ายทอดถูกตามกฎเกณฑ์แล้ว โครงสร้างนี้จะตั้งอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างมั่นคงและก่อให้เกิดความรู้สึกที่พึงพอใจเมื่อมองดู ฉะนั้นเมื่อต้องใช้วัสดุต่าง ๆ ก็ต้องใช้ให้เหมาะสมกับความสามารถของการรับแรงนั้น ๆ ด้วยอย่างดี

2.5.1 แรงต้านภายในเนื้อวัสดุประกอบเป็นโครงสร้าง

แรงต้านภายใน (Resistance force) ที่ได้กล่าวนี้อาจแยกเป็น 2 ชนิดด้วยกัน ซึ่งได้มีความแตกต่างกันดังนี้

2.5.1.1 แรงอัด (Compression or Push or Pressure) ต้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุนั้นสั้นเข้า บีบเข้า หรือแตก

2.5.1.2 แรงเฉือน (Shear) กระทำกับวัสดุในแนวสัมผัส Tangential กับพื้นผิวที่ต้องรับแรงนี้ วัสดุไม่จำเป็นต้องติดต่อกันเป็นเนื้อเดียวทางกายภาพ เพื่อต้านแรงเฉือนนี้ได้ แต่ต้องมีแรงอัดไว้ในพื้นผิวดังกล่าวชนกันแน่นอยู่ เมื่อแรงฝืดมีขนาดเพียงพอต้านแรงเฉือนดังกล่าวมิให้วัสดุเลื่อนจากกันก็ใช้ได้

2.5.2 รูปทรงเบื้องต้นของโครงสร้าง

2.5.2.1 กล่องตัน (Flock) คือ ก้อนซึ่งมีขนาดโตมากในทางปฏิบัติอาจไม่มีการสร้างให้ได้รูปทรงตามต้องการ เพราะต้องการประหยัดวัสดุ แต่ต้องการให้คงได้ความแข็งแรงและความแข็งแกร่งให้พอเท่านั้นจึงทำให้กล่องกลวงเปิดภายใน หรือประกอบรูปทรงพอให้ได้คุณสมบัติกล่องตันและแผ่นพาด Bearmand Planks พวกคานใช้ผิวของด้านแคบรับน้ำหนักบรรทุกคานรับแรงดันในแนวดิ่งกับระนาบคานได้ดี ที่ผิวแรงอัดนั้นอาจเสริมเนื้อให้แข็งตัว Stffener ให้มีหน้าตัดมากขึ้นได้ และอาจเสริมปล่องตัวเป็นระยะ เพื่อช่วยรับแรงอัดแนวทะแยงซึ่งเกิดจากแรงเฉือน หรือทำการสริมที่ผิวล่างให้หนาขึ้นเพื่อรับแรงดึงด้วย เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงอัดของรูปหน้าตัดเท่า ๆ กัน เมื่อ พิจารณาแกนที่ 2 ในระนาบที่ตั้งฉากกับแรงที่อัดแล้ว

รูปจัตุรัส รับแรงโก่งเดาะได้ดีเท่ากันทั้ง 2 แกน

รูปผืนผ้า จะเกิดแรงโก่งเดาะ ในแนวทิศตั้งฉากกับแกนยาว

รูปฉาก ตรงมุมไม่โก่งเดาะ ตรงปลายฉากกำลังด้อย

รูปกลวงต่าง ๆ เช่น สี่เหลี่ยกลวง รูปสามเหลี่ยมกลวง รูปกลมกลวงรับแรงอัดได้ดีมาก ทำให้เพิ่มความยาวของท่อนรับแรงอัดได้ โดยยังไม่เกิดโก่งเดาะเสียหาย ดังนั้นมุมมีส่วนช่วยให้ไม่โก่งเดาะง่าย

เม็ด Particle ไม่มีคุณสมบัติในการรับแรง

เส้นเอ็น Tendon มีคุณสมบัติในการรับแรงได้ดี

- รับแรงดึงตามแนวเส้นได้
- รับแรงโก่งเดาะ Bucking เมื่อรับแรงอัด
- รับแรงอัดเฉือนไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.2 ผืน (Sheet) สามารถรับแรงดึงได้ดีในแนวขนานกับระนาบของผืน หรือเมื่อยึดการอบพื้นที่ผิว หรือเมื่อยึดปลายทั้งสองผืน หรือยึดปลายหนึ่งของผืนไว้ ผืนควรมีคุณสมบัติทางเคมีกำลังดี มีความเหนียว ผืนทำโค้งตามแนวเดียวได้ แต่ทำโค้ง 2 ทิศไม่ได้ถ้าไม่ตัดประกอบใหม่ ผืนมีโครงกรอบ Trame Sheet จะรับแรงดึงแรงเฉือน และแรงอัดทแยงได้ จะเสียหายเมื่อแรงอัดทแยงไปทำให้เกิดการโก่งเดาะตัวกรอบ

2.5.2.3 ก้อน (Brick) มีคุณสมบัติต่างกันไปแล้วแต่คุณสมบัติวัสดุที่นำมาใช้ประกอบเป็นก้อนรับแรงประเภทต่าง ๆ ได้ดี พวกกล่องตันหรือก้อนขนาดโตขึ้น มีกำลังและความแข็งแกร่งมาก

2.5.2.4 ท่อน (Rod) คือ เส้นเอ็นขนาดใหญ่ขึ้น รับแรงดึง อัด ตัด และรับแรงบิดได้ดีมาก ถ้าใช้เป็นสาสั้นรับแรงดัดได้ดีมาก ถ้ายาวมากขึ้นอาจโก่งเดาะได้ต้องแก้ให้มีความแข็งตัวมากขึ้น เช่น ใช้ตัวดึงมันเป็นเกลียวรอบความยาว เมื่อใช้วัสดุรับแรงดึงดีมาก เป็นท่อนจะรับแรงได้ทุกประเภท เมื่อใช้วัสดุที่มีความแข้งแกร่งจะรับแรงเฉือนกับแรงบิดได้

2.5.3 ข้อมูลสัดส่วนของแบบมนุษย์กับการออกแบบ

สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ (2540) กล่าวว่า ข้อมูลสัดส่วนของมนุษย์ คือ ข้อมูลเกี่ยวกับมิติที่ได้จากการวัดขนาดของที่เว้นว่าง (Space) และมิติเว้นว่าง (Clearance) ที่พอเหมาะซึ่งเกิดจากขนาดร่างกายของมนุษย์ต่อการประกอบกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง

ข้อมูลสัดส่วนของมนุษย์ คือ ข้อมูลเกี่ยวกับมิติที่ได้จากการวัดขนาดของที่เว้นว่าง (Space) และมิติเว้นว่าง (Clearance) ที่พอเหมาะซึ่งเกิดจากขนาดร่างกายของมนุษย์ต่อการประกอบกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง ขนาดสัดส่วนของมนุษย์นั้นถือว่ามีความสำคัญและสัมพันธ์โดยตรงต่องานออกแบบทางสถาปัตยกรรม โดยมีมนุษย์มีส่วนเข้าไปเกี่ยวข้องกับสิ่งก่อสร้างหรือผลิตภัณฑ์นั้น ในฐานะของผู้ใช้ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างต่อไปนี้

ออกแบบเครื่องเรือน โต๊ะ ม้านั่ง เตียงนอน ชั้นวางของ เป็นต้น ที่จะให้ความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้ จะต้องมีขนาดหรือสัดส่วนที่สัมพันธ์กันอย่างเหมาะสมกับส่วนสัดของผู้ใช้

การออกแบบสถาปัตยกรรม เช่นเดียวกับการออกแบบเครื่องเรือน ส่วนสัดและขนาดของผู้ใช้อาคาร มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพิจารณากำหนดมิติทั้งในแนวตั้งและทางแนวนอนรวมทั้งการกำหนดขนาดของที่ว่างเว้นที่ใช้งานที่พอเหมาะ (Adequate Space) และมิติเว้นว่างที่พอเหมาะสำหรับกิจกรรมนั้น ๆ ทั้งนี้รวมไปถึงการติดตั้ง เครื่องอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในอาคาร ซึ่งได้แก่ เครื่องสุขภัณฑ์ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้นว่า อ่างล้าง ราวตากผ้า สวิทซ์ และปลั๊กไฟ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหนัก เช่น ในการออกแบบเครื่องจักรหรือเครื่องกล การกำหนดตำแหน่งของปุ่มบังคับคันโยกและสวิทซ์แผงหน้าปัดจะต้องยกอยู่ในตำแหน่งที่ผู้ใช้สามารถจะใช้ได้สะดวกที่สุดและเคลื่อนไหวส่วนของร่างกายน้อยที่สุด

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเบา เช่น อุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป การศึกษาวิจัยในเรื่องสัดส่วนของผู้ใช้ จะช่วยในการตัดสินใจว่า ควรจะออกแบบผลิตเสื้อผ้าขนาดได้ออกจำหน่ายบ้าง จึงจะสนองความต้องการของผู้ใช้ทุกขนาด หรือเกือบทุกขนาด

จากตัวอย่างข้างต้น จะเห็นได้ว่า ข้อมูลสัดส่วนของมนุษย์จะเป็นเครื่องมือช่วยในการงานออกแบบเป็นไปอย่างถูกต้อง และได้ผลงานที่มีประสิทธิภาพสูง

2.5.3.1 คำนิยามและความหมายของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม (Engineering Anthropomtry)

ก่อนอื่นเราต้องทำความรู้จักคำว่า "การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์" (Anthropomtry) ซึ่งคำว่าแอนโธรโปเมตรีมาจากการประสมคำในภาษากรีกสองคำคือคำว่า Anthropo (human) กับคำว่า Metricos (measurement) วิชานี้เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการวัดรูปร่าง ขนาด และสัดส่วนร่างกายของมนุษย์ในแง่มุมต่าง ๆ (เช่น ขนาดของรูปร่าง ทรวดทรง ความกว้าง ความสูง ส่วนวงรอบพิสัยของการเคลื่อนไหวร่างกาย น้ำหนัก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ฯลฯ) เพื่อพัฒนามาเป็นข้อมูลมาตรฐานหรือเก็บเอาไว้ใช้เพื่อการเปรียบเทียบ อนึ่งในการกล่าวถึงการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในครั้งต่อ ๆ ไปในหนังสือเล่มนี้จะขอเรียกทับศัพท์ว่า "แอนโธรโปเมตรี" เพื่อความสะดวกและความเข้าใจง่าย

วิชาการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรมมีคำนิยามว่า "การประยุกต์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพในการวัดและเก็บข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์และนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ของการพัฒนา การแก้ไข การปรับปรุง และการออกแบบทางวิศวกรรม หรือการกำหนดเป็นมาตรฐานต่าง ๆ ในงานวิศวกรรม" ตัวอย่างอันหนึ่งของการใช้ประโยชน์ของข้อมูลขนาดร่างกายของมนุษย์ในเชิงวิศวกรรมมนุษย์ปัจจัยก็ได้แก่การนำไปเป็นข้อมูลประกอบการศึกษาวิชากลศาสตร์ชีวภาพ (Biomechanics) ทั้งในด้านที่มวลร่างกายอยู่ในสภาวะหยุดนิ่ง หรืออยู่ในสภาวะที่เคลื่อนไหว ซึ่งบรรดาข้อมูลของร่างกายจำพวกศูนย์กลางมวล จุดศูนย์ถ่วง จุดเชื่อมของข้อต่อในร่างกาย (Body inks) ความกว้าง ความยาว และความหนาของส่วนร่างกายที่ใช้ในการเคลื่อนไหว น้ำหนัก ส่วนสูง ส่วนวงรอบต่าง ๆ (Cirumfenences) และอื่น ๆ นั้นเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการศึกษาเรื่องกลศาสตร์ของร่างกายมนุษย์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3.2 วัตถุประสงค์ของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม

วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน (2540 : 58-62)

เราพอสรุปวัตถุประสงค์หลัก ๆ ของวิชาการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (มนุษย์-มิติ) ดังนี้

1. เพื่อเพิ่มความสะดวกและความปลอดภัยในการทำงาน และมีความพึงพอใจในงาน (Job Satisfation) อันจะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานนั้นสูงขึ้น
2. เพื่อช่วยป้องกันข้อผิดพลาดจากการทำงาน และป้องกันความปวดเมื่อยและการบาดเจ็บจากการทำงานกับอุปกรณ์ สถานที่ทำงาน และสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้ขนาดที่เหมาะสมกับขนาดร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน
3. เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ ตำแหน่งและทิศทางต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ ซึ่งจะต้องเกี่ยวข้องกับการใช้พื้นที่ว่าง (Space) การออกแรงกระทำต่อวัตถุและความสัมพันธ์ระหว่างขนาดร่างกายกับขนาดรูปทรงของเครื่องจักร เครื่องมือ สถานีงาน กระบวนการทำงาน และสิ่งแวดล้อมในการทำงาน
4. เพื่อช่วยเป็นฐานข้อมูล (Database) ในการออกแบบและการปรับปรุงงาน อุปกรณ์และสิ่งแวดล้อมในการทำงานเพื่อส่งเสริมให้ผู้ปฏิบัติงานมีสุขภาพอนามัยสมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจ รวมทั้งเสริมสร้างคุณภาพชีวิตในการทำงาน (Quality Of Work Lite) ต่อไป

2.5.3.3 การออกแบบตามสัดส่วนร่างกายของมนุษย์ (Ergonomic design)

การออกแบบที่ดีจะต้องมีข้อมูลที่สัมพันธ์กับมนุษย์และความเป็นอยู่ของมนุษย์ โดยเกี่ยวข้องกับพื้นฐานทางร่างกายมนุษย์และสังคมสำหรับนำไปสู่ขั้นตอนการออกแบบอย่างมีหลักเกณฑ์

2.5.3.4 จุดเริ่มต้นของการออกแบบจะต้องศึกษาวิชาการที่เกี่ยวข้องดังนี้

มนุษยวิทยา (Anthropometry) คือ การศึกษาขนาดสัดส่วนต่างๆ ของมนุษย์สรีรศาสตร์ (Physiology) คือ วิชาว่าด้วยความสามารถในการทำงานของอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย

จิตวิทยา (Phychology) เกี่ยวข้องกับความคิด ความรู้สึก (Mental) และอารมณ์ (Emotional area) ซึ่งรวมเรียกว่า พฤติกรรมของมนุษย์ (Human behaviour) พัฒนาการ (Development) และการแสดงออก (Pergormance) เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม

สังคมวิทยา (Sociology) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องสังคมของมนุษย์ การออกแบบตามสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (Ergonomics) เริ่มใช้ในอังกฤษเป็นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1949 โดยจัดตั้งสมาคม The Ergonomic Research Society

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3.5 การทรงตัวของมนุษย์

โลกที่เราอยู่อาศัยอยู่นี้มีปรากฏการณ์ตามธรรมชาติอย่างหนึ่ง คือ มีแรงดึงดูดพิเศษชนิดหนึ่งซึ่งจะดึงดูดเอาวัตถุทั้งหลายบนผิวโลกเข้าสู่แกนกลางของโลก ซึ่งแรงดึงดูดนี้ทำให้วัตถุทั้งหลายบนโลกมีน้ำหนักซึ่งจุดกึ่งกลางของน้ำหนักของวัตถุนั้นเราเรียกว่า "จุดศูนย์ถ่วง" และจุดศูนย์ถ่วงนี้เป็นจุดสมมติที่ใช้แทนจุดกึ่งกลางของวัตถุนั้นๆ โดยถือว่าน้ำหนักของวัตถุนั้นๆ ทั้งหมดจะไปสะสมอยู่เป็นจุดที่ทำให้วัตถุนั้นสมดุล เช่น วัตถุวงกลม จุดศูนย์ถ่วงอยู่ที่จุดศูนย์กลาง เป็นต้น ส่วนเส้นตรงที่ลากผ่านจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุในแนวดิ่งสู่พื้นฐานเรียกว่า "เส้นศูนย์ถ่วง" ดังนั้น เส้นตรงนี้จะอยู่ตรงไหนแล้วแต่ตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วง ซึ่งเส้นนี้ทำให้ทราบว่าจุดศูนย์ถ่วงอยู่ในฐานหรือไม่

จุดศูนย์ถ่วงของร่างการคนจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างในท่ายืน หรือจะกล่าวได้ว่า "จุดใดจุดหนึ่งในร่างกายที่ทำให้ส่วนอื่นๆ ทุกส่วนของร่างกายอยู่ในลักษณะสมดุลกันพอดี" สำหรับคนที่มีโครงสร้างปกติยืนในท่าปกติ จุดศูนย์ถ่วงอยู่ภายในอุ้งเชิงกรานบริเวณด้านหน้าต่อกระดูกก้นกบที่สองหรือกระดูกสะโพก สำหรับผู้หญิงจุดดังกล่าวจะยังต่ำกว่าชายเล็กน้อย เนื่องจากผู้หญิงมีสะโพกผายโคนขาใหญ่และขาสั้นกว่าชาย

จุดศูนย์ถ่วงของชายและหญิงสามารถเปลี่ยนตำแหน่งได้แล้วแต่ขนาด รูปร่าง ทรวดทรง อิริยาบถ และการทรงตัว น้ำหนักส่วนใหญ่ของร่างกายคนเราขณะยืนในท่าธรรมดาจะตกลงที่ฐานของฝ่าเท้าทั้งหมด เราจึงสมมติเส้นตรงเส้นหนึ่งทิ้งดิ่งลงจากศีรษะถึงฝ่าเท้าเป็นเส้นที่สมมติตำแหน่งของน้ำหนักรวมตกลงทางด้านล่างโดยผ่านจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย โดยปลายล่างสมมติให้เป็นจุดที่น้ำหนักถ่ายลงพื้นล่าง ลักษณะเช่นนี้ปลายเส้นจะตกลงที่กึ่งกลางของฝ่าเท้าพอดี แสดงว่าน้ำหนักทั้งหมดของร่างกายจะตกลงบนกึ่งกลางฝ่าเท้าในท่ายืนปกติ

กล้ามเนื้อเป็นส่วนให้เกิดพลังงานในการเคลื่อนไหวของร่างกาย และการเคลื่อนไหวที่ดีนั้นย่อมอยู่ภายใต้อิทธิพลของการทรงตัวไปพร้อมๆ กัน อวัยวะส่วนต่างๆ มีส่วนในการช่วยในการทรงตัวนั้นด้วย เช่น เวลาเดิน หรือวิ่ง จะแกว่งแขนให้สัมพันธ์กันเท้าที่ก้าวเดินหรือวิ่งด้วย ส่วนทรวงอกและสะโพกก็จะบิดไปในทางตรงกันข้ามเช่นกัน

2.5.3.6 การวัดสัดส่วนมูลฐานและที่มาของข้อมูล

ขนาดร่างกายของมนุษย์ที่จะมิติเว้นว่างนั้นจะต้องเป็นขนาดที่สามารถจะนำมาอ้างแทน (Repreentative) คนกลุ่มนั้นได้ ขนาดดังกล่าวนี้จะหามาได้โดยการสำรวจด้วยวิธีวัดขนาดจากกลุ่มคนที่มีจำนวนมากพอ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย (Mean) โดยแบ่งแยกเป็นกลุ่มเพศและระดับอายุ

1) ความสูงยืน

ความสูงยืน คือ ความสูงที่ได้จากการวัดความสูงของตัวอย่างในท่ายืนตรงลำตัวอยู่ในแนวดิ่ง ส้นเท้าชิดกัน ตามองตรงไปในแนวระดับ และไม่สวมรองเท้า ดังนั้นเพื่อที่จะให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถูกต้องในการกำหนดขนาดที่จะกล่าวอ้างแทนขนาดของคนไทย (Adult Thai Male And Female)

จึงจะพิจารณาและถือเอาตัวเลขที่เป็นส่วนเฉลี่ยของความสูงที่อยู่ในช่วงอายุ 20 ถึง 40 ปี ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงในทางพัฒนาของสรีระน้อยมาก

สำหรับผู้ที่อายุสูงกว่า 40 ปีขึ้นไปจะพบว่า แนวโน้มของส่วนสัดโดยเฉพาะความสูงจะเริ่มเปลี่ยนแปลงในทางเสื่อม ทั้งนี้เนื่องมาจากการเสียรูปของโครงกระดูกซึ่งเป็นผลทำให้ความสูงค่อย ๆ ลดลง ดังนั้นการออกแบบใด ๆ สำหรับผู้สูงอายุ ควรจะได้รับการทดสอบจากผู้ใช้ว่าได้รับความสะดวกสบายเพียงใด

ในการวัดหาตัวเลขความสูงยืนในทุกระดับอายุ พบว่าตัวเลขที่น่าสนในอยู่ 3 ค่าคือ

- ค่าความสูงยืนสูงสุด
- ค่าความสูงยืนต่ำสุด
- ค่าความสูงเฉลี่ย

ยกตัวอย่างเช่น ในการวัดความสูงยืนของผู้ชายไทยที่ระดับอายุ 20 ปี จำนวน 1,422 คน พบว่าความสูงยืนต่ำสุดที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 146 เซนติเมตร ความสูงยืนสูงสุดที่วัดได้เท่ากับ 185 เซนติเมตร และค่าความสูงเฉลี่ยที่คำนวณได้คือ 166.95 เซนติเมตร

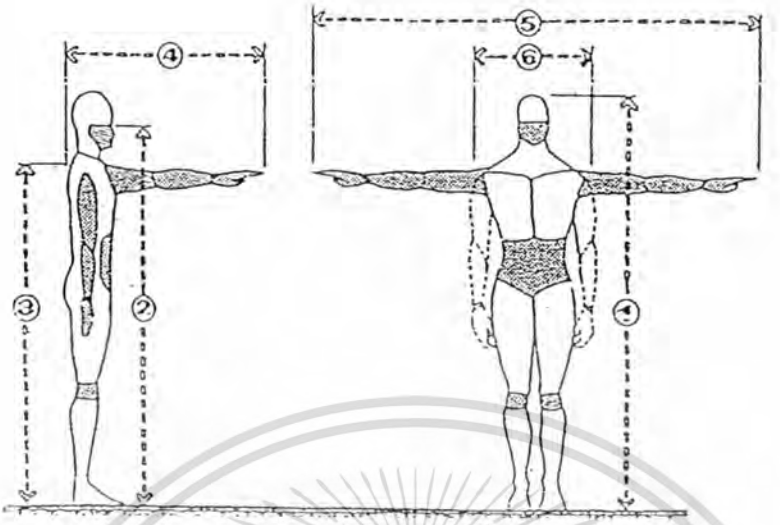
ดังนั้น อาจกล่าวสรุปได้ว่า ในจำนวน 100% ของผู้ชายไทยที่มีอายุ 20 ปี จะมีความสูงยืนอยู่ในช่วง 146 ถึง 185 เซนติเมตร หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งได้ว่า Percentange Range นี้จะเป็นประโยชน์มากต่อการออกแบบแนวความคิดใหม่ที่ถือเอา Wide Range Of Body Dimention เป็นหลักพิจารณา

ตารางที่ 2.5 การแสดงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

หมายเลข	มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูง	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับสายตา	138.36	149.63	166.61
3	ความสูงระดับไหล่	122.64	132.81	143.29
4	ความสูงระดับมือ	64.80	70.18	75.71
5	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	72.81	78.85	85.07
6	ความกว้างกางแขน	151.56	164.13	177.08
7	ระยะกว้างระหว่างข้อศอก	38.85	42.07	45.37
8	ความกว้างของไหล่	37.51	41.63	43.83

ที่มา : เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

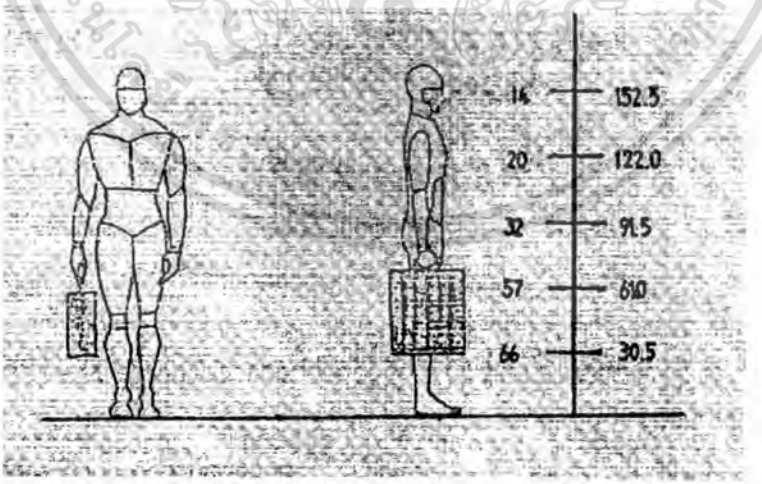


ภาพที่ 2.2 แสดงสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ที่มา : เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549)

2.3.6.2 ความสามารถในการออกแรงยก (Lifting)

สภาพการออกแรงของคนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบนี้ การออกแรงยกด้วยมือในลักษณะที่อยู่ในแนวดิ่งและอยู่ใกล้กับตัว ซึ่งทั้งน้ำหนักของสิ่งที่จะสามารถออกแรงยกได้จะต้องมีความสัมพันธ์กันในระยะความสูงในการยกนั้น



ภาพที่ 2.3 ภาพการแสดงความสัมพันธ์น้ำหนักของ/ระยะความสูงที่ยก

ที่มา : เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของมือ (Functional Anatomy Of Wide)

กางนิ้วออก

กระชับ กำหรือจับสิ่งของต่าง ๆ

ปล่อยนิ้วให้กางออก

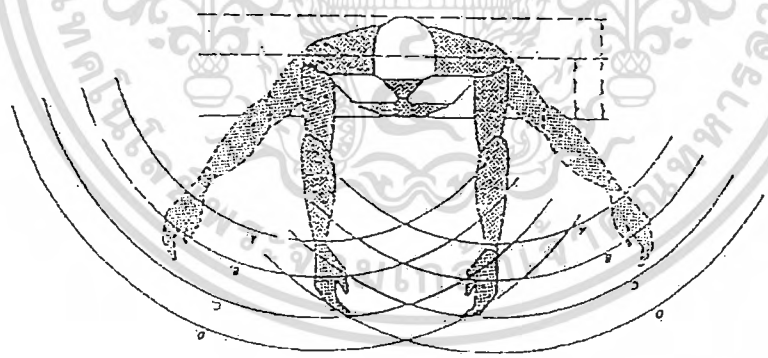
การเคลื่อนที่ของมือในการทำงานสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแขน

การปล่อยนิ้วจากการถือ จับ หรือกำสิ่งของต่าง ๆ

ตารางที่ 2.6 การแสดงตัวเลขขนาดรัศมีการเอื้อมในระยะต่าง ๆ

รัศมีเอื้อม		ระยะกว้าง		ระยะไกล		ระยะห่าง	ระยะเอื้อมห่างตา	
ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	จากตัวรถ	ชาย	หญิง
600	565	1530	1450	650	500	20	630	480
650	615	1530	1450	651	615	20	630	480
600	565	1530	1450	850	705	20	781	685
650	615	1530	1450	1000	815	20	800	795

ที่มา : เอกสารการสอน มสธ. ชุดวิชาเออร์กอนอมิกส์และจิตวิทยาในการทำงาน หน่วยที่ 1 – 5 พ.ศ.2534



ภาพที่ 2.4 แสดงสัดส่วนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบรัศมีการเอื้อมในระยะต่าง ๆ

ที่มา : เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549)

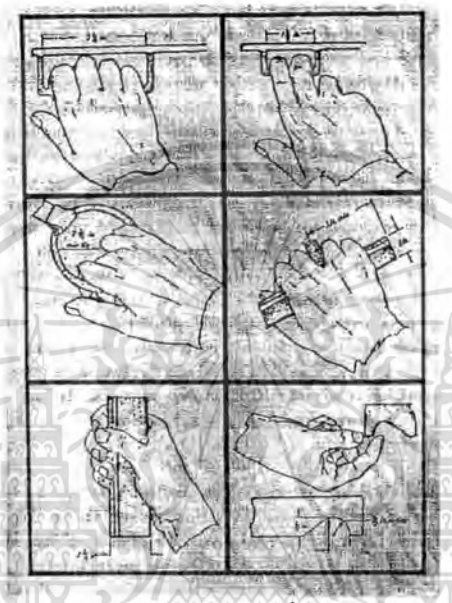
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของการจับถือสิ่งของ

แบ่งการจับสิ่งของในลักษณะที่มีใช้อุ้งมือเข้าช่วยในการจับสิ่งของต่าง ๆ

1. Power Grip เป็นการจับสิ่งของในลักษณะที่มือ ใช้อุ้งมือเข้าช่วยในการจับถือสิ่งของต่าง ๆ

2. Precision Grip เป็นการจับสิ่งของที่ใช้เฉพาะปลายนิ้วเท่านั้นอุ้งมือไม่เกี่ยวข้อง



ภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะการจังสิ่งของประเภทต่าง ๆ

ที่มา : เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549)

2.5.3.7 การแบ่งประเภทของการศึกษาการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในเชิงวิศวกรรม

การแบ่งประเภทหรือชนิดของการศึกษาการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายหรือแอนโธรโปเมตรี (Anthropometry) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การวัดขนดสัดส่วนร่างกายในสภาวะที่ร่างกายนิ่งอยู่กับที่ หรือ Staic (Physical) Anthropometry

2. การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในสภาวะที่ร่างกายเคลื่อนไหวทำงาน หรือ (Dynamic Functional Anthro) นอกจากนี้ยังมีตำแหน่งมาตรฐานในการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของ Pheasan (36 ตำแหน่ง) และตำแหน่งมาตรฐานในการวัดสัดส่วนร่างกายของ Kroemer (29 ตำแหน่ง) สำหรับตารางข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายคนไทย (ฐานข้อมูล) นั้นค่อนข้างจะมีจำกัดไม่มีแพร่หลายเหมือนกังในประเทศแถบทางยุโรปตะวันตกและอเมริกาที่วิทยาการด้านวิศวกรรมมนุษย์ปัจจัยนี้ได้รับการยอมรับและพัฒนาเจริญรุดหน้าไปเป็นอันมาก ในสหรัฐอเมริกานั้นจะมีการปรับปรุงข้อมูลขนดสัดส่วนร่างกายของประชากรทุก ๆ 10 ปี เหมือนกับการสำรวจสำมะโนประชากรเล่นทีเดียว แต่ในวงการอุตสาหกรรมของไทยเรานั้น ข้อมูลหรือความตื่นตัวทางด้านนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังมีค่อนข้างน้อยอยู่ จึงน่าที่จะมีการพัฒนาข้อมูลสัดส่วนขนาดร่างกายของประชากรไทยให้มีมากขึ้น แพร่หลายมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน การเพิ่มผลผลิต ฯลฯ เพื่อทำให้อุตสาหกรรมของไทยสามารถแข่งขันกับต่างชาติได้ในยุคโลกาภิวัฒน์ (Globalization) หรือยุคโลกไร้พรมแดน เช่นทุกวันนี้

ข้อมูลสัดส่วนร่างกายที่มีปรากฏอยู่ในเมืองไทยนั้นก็เป็นแบบเฉพาะบางจุดตำแหน่งเท่าที่ต้องการนำเอาข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ในงานเฉพาะด้านเท่านั้น เท่าที่สามารถรวบรวมมาได้ดังนี้ (จากเอกสารการสอนของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ชุดวิชาเออร์กอนอมิกส์และจิตวิทยาในการทำงาน หน่วยที่ 1 – 5)

ก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สนง. มอก.) โดยรัตนาภรณ์ จึงสงวนสิทธิ์ ที่ทำการเก็บข้อมูลในช่วงปี พ.ศ.2524 – 2528 สุ่มวัดร่างกายคนไทยทั่วประเทศจำนวนรวม 16,367 คน ทำการวัดตามมาตรฐาน ISO No. 3635 – 1981 ซึ่งได้มีการนำเสนอข้อมูลจากการวัดครั้งนี้ไว้

ข. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยสมชัย จึงรักเสรีชัยได้เสนอข้อมูลจากการวัดสัดส่วนร่างกายคนไทยไว้ ซึ่งเป็นตารางแสดงตัวเลขมิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และมิติวิกฤต (Criteal Body Ndimension) จากตารางนั้นเมื่อกล่าวถึงเฉพาะมิติความสูงผู้ชายไทยจะมีความสูงเฉลี่ย 165 เซนติเมตร โดยประมาณ ส่วนผู้หญิงไทยมีความสูงเฉลี่ย 155 เซนติเมตร โดยประมาณ ดังนั้นความสูงเฉลี่ยโดยประมาณของคนไทย (ทั้งชายและหญิงรวมกัน) คือ 160 เซนติเมตร

การวัดขนาดสัดส่วนมนุษย์

ข้อมูลจากการวัดขนาดร่างกายในท่านิ่งนั้น จะช่วยให้วิศวกรมนุษย์ปัจจัยหรือนักออกแบบผลิตภัณฑ์สามารถหาคนที่มีขนดสัดส่วนร่างกายที่เหมาะสมกับงาน เครื่องจักรกล สถานที่ทำงานหรือกับอุปกรณ์ที่ใช้ประจำการ (เช่น หมวกนิรภัย หูฟังชนิดกรอบทั้งหู หรือถุงมือ ฯลฯ) ได้ถูกต้องและลดปัญหาเรื่องปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับงานได้เป็นอย่างดี

ขนาดสัดส่วนมิติต่างๆ ของเพศชาย

พัฒนาการทางด้านร่างกายวัยรุ่นเพศชาย เพศชายพัฒนาเข้าสู่วันนี้ช้ากว่าเพศหญิงประมาณ 2ปี ร่างกายภายนอกมีการเปลี่ยนแปลงให้เห็นหลายอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 ตารางเปรียบเทียบส่วนเฉพาะจุดที่สำคัญ (ชายไทย)

จุดสำคัญต่าง ๆ	อายุ 17 – 19 ปี				อายุ 20 – 29 ปี				อายุ 30 – 39 ปี			
	C	N	NE	S	C	N	NE	S	C	N	NE	S
ความสูง(cm)	165.6	1630	162.7	163.8	164.9	162.0	162.8	163.6	164.7	161.5	162.0	161.8
รอบอกบน (cm)	83.3	83.0	82.6	82.2	86.1	85.0	85.4	85.4	89.1	89.1	87.4	88.1
รอบเอว (cm)												
รอบหน้าท้อง	66.3	65.8	65.8	65.3	69.9	68.5	68.8	68.2	75.8	72.8	73.3	73.1
(cm)	70.0	69.1	69.1	69.3	73.2	71.2	71.6	71.0	79.1	75.3	76.3	76.0
รอบสะโพก												
น้ำหนัก (kg)	84.0	83.5	83.3	83.0	85.0	83.3	84.5	84.2	87.6	85.3	85.8	85.5
	53.6	52.6	52.6	51.3	55.9	52.6	55.1	53.9	60.0	56.6	57.3	56.2

ที่มา : เอกสารการสอน มสธ. ชุดวิชาเออร์กอนอมิกส์และจิตวิทยาในการทำงาน หน่วยที่ 1 – 5 พ.ศ.2534 หน้า 130

หมายเหตุ : C หมายถึง ภาคกลาง, N หมายถึง ภาคเหนือ, NE หมายถึง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, S หมายถึง ภาคใต้

ตารางที่ 2.8 ตารางเปรียบเทียบส่วนเฉพาะจุดที่สำคัญ (หญิงไทย)

จุดสำคัญต่าง ๆ (cm)	อายุ 17 – 19 ปี				อายุ 20 – 29 ปี				อายุ 30 – 39 ปี			
	C	N	NE	S	C	N	NE	S	C	N	NE	S
ความสูง	154.0	154.5	153.3	153.7	153.7	153.0	153.4	153.1	153.1	152.3	152.8	152.0
รอบอก	80.4	79.0	79.9	80.0	80.8	80.5	80.3	80.2	84.6	82.8	83.8	84.3
รอบเอว	63.5	62.2	64.2	64.0	64.3	64.0	64.4	64.5	69.2	67.0	69.0	69.9
รอบสะโพก	86.9	87.1	87.5	87.6	87.9	89.0	87.9	88.1	91.2	89.0	90.4	91.8
ความสูงอก	109.5	110.2	109.4	109.5	108.8	108.5	109.0	108.6	107.5	107.3	107.7	107.4
สะโพก	77.4	77.5	77.4	77.9	77.3	76.8	77.1	76.5	71.1	76.3	77.0	75.7
ความสูงใต้เป้า	71.1	70.9	71.0	70.6	70.6	69.8	70.2	69.0	69.1	69.6	68.6	69.8

ที่มา : เอกสารการสอน มสธ. ชุดวิชาเออร์กอนอมิกส์และจิตวิทยาในการทำงาน หน่วยที่ 1 – 5 พ.ศ.2534 หน้า 130

หมายเหตุ : C หมายถึง ภาคกลาง, N หมายถึง ภาคเหนือ, NE หมายถึง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, S หมายถึง ภาคใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 แสดงตัวเลขอัตราส่วน(Ration)ระหว่างมิติของสัดส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อความสูงยืนและมิติกฤต (Critical Body Dimension)

หมายเลข	มิติของส่วนสัดต่าง ๆ ของร่างกาย	อัตราส่วนระหว่างมิติอื่นกับความสูงยืน	ความสูงต่ำสุด (cm.)	ความสูงเฉลี่ย (cm.)	ความสูงสูงสุด (cm.)
1	ความสูงยืน (SH)	1.000	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับสายตา	0.933	138.36	149.83	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64	132.81	143.29
4	ความสูงระดับนิ้วมือ	0.437	64.80	70.18	75.71
5	ความสูงเอื้อมมือขึ้น	1.255	186.11	210.55	217.45
6	ความสูงนั่ง	0.523	77.56	83.99	90.62
7	ความสูงระดับสายตา	0.460	68.21	73.87	79.70
8	ความสูงระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	0.345	52.49	56.85	61.33
9	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	0.143	21.20	21.06	24.77
10	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของขาอ่อน	0.082	12.16	13.16	14.20
11	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	0.303	44.93	48.66	52.50
12	ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	0.218	32.32	99.01	37.77
13	ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	0.223	34.07	35.81	38.63
14	ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน	0.254	37.66	40.79	44.01
15	ระยะจากก้นถึงเข่า	0.329	48.79	52.83	57.00
16	ความยาวของขาเหยียดตรง	0.626	92.83	100.53	108.46
17	ความกว้างของที่นั่ง	0.226	33.51	36.29	39.15
18	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	0.491	72.81	78.85	85.07
19	ความกว้างกางแขน	1.022	151.56	164.13	177.08
20	ความกว้างระยะศอก	0.262	38.85	42.07	45.37
21	ความกว้างของไหล่	0.253	37.51	40.63	43.53

ที่มา : กิติ สินธุเสก (2544 : 26) การออกแบบภายในขั้นพื้นฐาน : หลักการพิจารณาเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ประเภทของหมึกพิมพ์ขั้นเหนียว

รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ (2539 : 50-55) กล่าวว่า หมึกพิมพ์ขั้นเหนียวมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท แต่ในที่นี้จะขอกล่าวถึง 2 ประเภทที่รู้จักกันดี คือ หมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์ และหมึกพิมพ์ออฟเซต ลิโธกราฟีหรือหมึกพิมพ์ออฟเซต

2.6.1 หมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์

หมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์เป็นหมึกพิมพ์ที่ใช้สำหรับพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสส์ ซึ่งเป็นงานการพิมพ์ที่มีหลักการ คือ เริ่มด้วยการจ่ายหมึกให้แก่ผิวส่วนที่เป็นภาพของแม่พิมพ์ (แม่พิมพ์เป็นแบบพื้นนูน) จากนั้นป้อนแผ่นกระดาษให้วางอยู่บนแม่พิมพ์ มีแรงกดสามารถถ่ายทอดไปยังแผ่นกระดาษนั้นให้ติดแน่นได้ หลักการคล้ายกับการพิมพ์ระบบเฟลกโซกราฟีซึ่งมีแม่พิมพ์เป็นพื้นนูนเช่นกัน แต่หมึกที่ใช้ของระบบการพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์จะเป็นหมึกพิมพ์ขั้นเหนียว ไม่ใช่หมึกพิมพ์เหลวเหมือนของระบบการพิมพ์เฟล็กโซกราฟี

ภาพที่ 2.6 แสดงลักษณะของกมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรส

ที่มา : http://www.order.nagraph.com/ink.html

2.6.2 หมึกพิมพ์ออฟเซตลิโธกราฟี

หมึกพิมพ์ออฟเซตลิโธกราฟีหรือเรียกสั้น ๆ ว่า หมึกพิมพ์ออฟเซต หรือในต่างประเทศนิยมเรียกว่า หมึกลิโธกราฟี เป็นหมึกที่ใช้สำหรับการพิมพ์ออฟเซตซึ่งเป็นกระบวนการพิมพ์ที่มีหลักการ คือ หมึกจะถ่ายทอดจากรางหมึกไปยังแม่พิมพ์ และจากแม่พิมพ์จะถ่ายทอดไปยังวัสดุที่ใช้พิมพ์ โดยผ่านผ้ายาง (blanket) แม่พิมพ์ที่ใช้เป็นแบบพื้นราบ (planographic) แม่พิมพ์จะเคลือบด้วยสารเคมีซึ่งทำให้เกิดเป็นบริเวณภาพและบริเวณไร้ภาพได้ โดยบริเวณไร้ภาพหรือบริเวณที่ไม่ต้องการจะรับน้ำจากรางน้ำและไม่รับหมึกทำให้ไม่เกิดภาพพิมพ์ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.7 แสดงลักษณะของหมึกพิมพ์ออฟเซต

ที่มา : http://www.storaenso.com/about-u...ink.aspx

ทั้งหมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์และหมึกพิมพ์ออฟเซต ถ้าพิจารณาจากลักษณะการป้อนกระดาษหรือวัสดุพิมพ์ของเครื่องพิมพ์จะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ หมึกพิมพ์ข้นเหนียวชนิดป้อนม้วน และหมึกพิมพ์ข้นเหนียวชนิดป้อนแผ่นซึ่งหมึกพิมพ์ที่ใช้ป้อนแผ่นจะมีความเหนียวสูงกว่าและมีการแห้งตัวเร็วกว่าสำหรับการป้อนม้วน แต่ถ้าพิจารณาจากการแห้งตัวสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. หมึกที่แห้งตัวด้วยความเย็น
2. หมึกที่แห้งตัวด้วยความร้อน
3. หมึกที่แห้งตัวด้วยการเกิดพอลิเมอร์โดยการออกซิไดส์
4. หมึกที่แห้งตัวด้วยการเกิดพอลิเมอร์โดยใช้รังสีอัลตราไวโอเลต

หมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์และหมึกพิมพ์ออฟเซต ส่วนใหญ่ใช้พิมพ์งานเหมือนกัน คือ หนังสือพิมพ์ วารสาร แผ่นปลิว ฉลาก โปสเตอร์ และเครื่องใช้สำนักงาน ระบบการพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์เป็นระบบเก่าซึ่งเหมาะสำหรับงานพิมพ์เล็ก ๆ ส่วนระบบการพิมพ์ออฟเซตสามารถใช้สำหรับพิมพ์งานน้อยถึงมากได้

2.6.3 องค์ประกอบของหมึกพิมพ์ข้นเหนียว

หมึกพิมพ์ข้นเหนียวทั้งหมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์และหมึกพิมพ์ออฟเซต ประกอบด้วยองค์ประกอบหลักที่คล้ายกัน คือ ประกอบไปด้วยผงสีและสีย้อม เรซิน น้ำมัน สารเติมแต่ง และตัวทำลาย แต่จะมีความแตกต่างกันไปในรายละเอียดขององค์ประกอบหลักบางอย่างซึ่งจะกล่าวได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผงสีและสีย้อม

ผงสีและสีย้อมเป็นสารที่ทำให้หมึกพิมพ์มีสีต่าง ๆ กัน การที่สารละลายอินทรีย์จะมีสีได้โมเลกุลจะต้องมี โครโม ฟอร์หรือสารที่ให้สี (chromophore) ซึ่งมีในสารที่มีหมู่ไม่อิ่มตัวอยู่ด้วย

1.1 สีย้อม เป็นสารที่ประกอบอินทรีย์ที่มีสีและละลายได้ในตัวทำละลายต่าง ๆ ให้สีสดสวย และมีความโปร่งสี (transparency) มีสมบัติทนต่อสารเคมี แสงแดด ตลอดจนมีความเสถียรน้อยกว่าผงสีมาก

1.2 ผงสี โดยทั่วไปจะไม่ละลายในตัวทำละลาย ในการผลิตหมึกจะต้องทำให้ผงสีละลายตัวในเรซินโดยกระบวนการบดให้ละเอียดเสียก่อน ผงสีโดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

ภาพที่ 2.8 แสดงลักษณะของผงสีและสีย้อม

ที่มา : http://www.wagapigment.co.th/ind

2. เรซิน

เรซินเป็นสารประเภทพอลิเมอร์มีอยู่ 2 ประเภท คือ เรซินธรรมชาติและเรซินสังเคราะห์ เวลาใช้งานจะนำเอาเรซินมาทำละลายในตัวให้มีค่าความหนืดที่พอเหมาะในกระบวนการผลิต เรซินที่ใช้ในหมึกพิมพ์ขั้นเหนียวมีผลต่อสมบัติโดยทั่วไปของหมึกพิมพ์หลาย ๆ อย่าง เช่น ความเงา การยึดติด ฉะนั้นการเลือกเรซินจึงต้องพิจารณาถึงวัสดุที่ใช้พิมพ์และการใช้งานเป็นหลักใหญ่ เรซินส่วนใหญ่ที่ใช้ในหมึกพิมพ์ขั้นเหนียวทั้งเลตเตอร์ เพรสส์และออฟเซต

ภาพที่ 2.9 แสดงลักษณะของเรซิน

ที่มา : http://www.kerim.en.supplierlist.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. น้ำมัน

น้ำมันเป็นของเหลวที่ใช้ปรับสมบัติของเรซินในด้านการไหลและการแห้งตัว สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมันที่ใช้ในหมึกพิมพ์ขั้นเหนียวแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ น้ำมันซักแห้ง น้ำมันกึ่งซักแห้ง และน้ำมันซักแห้ง

3.1 น้ำมันซักแห้ง เป็นสารประกอบชนิดกลีเซอไรด์ของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) น้ำมันซักแห้งเป็นน้ำมันที่เมื่อทำเป็นฟิล์มบางจะรับออกซิเจนและทำให้เกิดปฏิกิริยากาสร้างพอลิเมอร์ (oxidative polymerization) น้ำมันซักแห้งที่นิยมใช้กัน ได้แก่

1. น้ำมันลินซีด สกัดได้จากเมล็ดแฟลกซ์ มีสีเหลืองอ่อน องค์ประกอบส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรดไขมันพวกไลโนลิอิก (linoleic acid) และไลโนลิอิก (linolinic) เป็นส่วนใหญ่

2. น้ำมันทัง มีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นเฉพาะตัว ความหนาแน่นสูงกว่าน้ำมันลินซีด และมีค่าดัชนีหักเหค่อนข้างสูงประมาณ 1.52 น้ำมันทังส่วนใหญ่ประกอบด้วยกลีเซอร์ไรด์

3.2 น้ำมันกึ่งซักแห้ง มีหลายชนิด เช่น น้ำมันจากถั่วเหลือง (soya bean oil) น้ำมันจากเมล็ดดอกทานตะวัน (sunflower seed oil) ที่นิยมใช้ คือ น้ำมันจากถั่วเหลือง

3.3 น้ำมันซักไม่แห้ง ที่นิยมใช้กัน ได้แก่ น้ำมันแร่ (mineral oil) ซึ่งได้จากส่วนกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมที่อุณหภูมิห้อง คือ ที่ 350 องศาเซียลเซส ภายใต้ความดันบรรยากาศ น้ำมันแร่เป็นสารที่เฉื่อย ไม่ทำปฏิกิริยากับกรด หรือด่าง มีช่วงของความหนืดกว้าง และมีสีตั้งแต่สีเหลืองอ่อนไปจนถึงสีน้ำตาลเข้มใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับอนุพันธ์ของโรวิน (rosi derivative)

ภาพที่ 2.10 แสดงลักษณะของน้ำมัน

ที่มา : http://www.tajagroproducts.com/s...tin.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สารเติมแต่ง

สารเติมแต่งเป็นสารที่เติมลงไปในหมึกเพื่อปรับสมบัติหมึกให้ดีขึ้น โดยทั่วไปสารเติมแต่งจะใช้ปริมาณที่พอเหมาะ ถ้าใช้น้อยไปประสิทธิภาพไม่ดีเท่าที่ควร แต่ถ้าใช้มากไปก็อาจทำให้เกิดปัญหาอื่น ๆ ตามมาได้ สารเติมแต่งที่ใช้ในหมึกพิมพ์ข้นเหนียว มีดังนี้

4.1 สารที่ช่วยทำให้แห้ง เป็นสารที่ใส่ลงไปในหมึกพิมพ์ข้นเหนียวเพื่อเร่งให้หมึกแห้งตัวโดยทำปฏิกิริยาทางเคมี ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะหรือเกลือของกรดอินทรีย์ โลหะที่ใช้มีหลายชนิดซึ่งจะให้สีและความมีประสิทธิภาพต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 2.10 สารที่ช่วยทำให้แห้ง แยกตามชนิดโลหะ สี ความมีประสิทธิภาพ

ชนิดโลหะ	สี	ความมีประสิทธิภาพ
โคบอลต์ (coblt)	ม่วง/น้ำตาล	มาก
แมงกานีส (manganese)	น้ำตาล	น้อยมาก
ตะกั่ว (Lead)	ไม่มีสี (เป็นพิษ)	ปานกลาง

ที่มา : รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ (2539) วัสดุทางการพิมพ์

สารที่ช่วยทำให้แห้งอาจใช้สารเดียวหรือใช้หลาย ๆ ชนิดผสมกันก็ได้แล้วแต่วัตถุประสงค์ที่นิยมใช้ ในปัจจุบันทั้งหมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์และหมึกพิมพ์ออฟเซตนิยมใช้โคบอลต์และแมงกานีส ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ในรูปของเหลวที่ละลายในตัวทำละลายประเภทไฮโดรคาร์บอน

4.2 ไข มีหน้าที่ในการทำให้ชั้นฟิล์มของหมึกลื่นขึ้น ซึ่งช่วยต้านการขัดถูของหมึกกับวัสดุอื่นดีขึ้น ปริมาณการใช้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ โดยทั่วไปจะใช้ประมาณร้อยละ 1-3 ไขที่นิยมใช้ในหมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์และหมึกพิมพ์ออฟเซตมีไขธรรมชาติและไขสังเคราะห์ ไขธรรมชาติ ได้แก่ ไขคาร์นัวบา (carnauba wax) ส่วนไขสังเคราะห์ ได้แก่ ไขพาราฟิน (paraffin wax) ไขพอลิเอทิลีน (polythylene wax) และไขฟูโรเอทิลีน (fluroethylene wax)

ไขที่มีจุดหลอมเหลวต่ำจะช่วยให้ผิวลื่นได้มากกว่าการต้านการขูดขีด ส่วนไขที่มีอนุภาคใหญ่จะมีประสิทธิภาพทั้งความลื่น และความต้านการขูดขีด แต่ถ้าไขขนาดอนุภาคใหญ่เกินไปอาจทำให้ความเงาของหมึกลดลง และอาจเกิดปัญหาในการพิมพ์เนื่องจากไขไปติดที่ผ้ายาง ไขพอลิเอทิลีนและไขฟูโรเอทิลีนเป็นไขที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน ไขพอลิเอทีนจะช่วยทำให้หมึกพิมพ์มีความลื่นดีขึ้น ไขที่ใช้ในหมึกพิมพ์ข้นเหนียวในปัจจุบันอาจอยู่ในรูปเหมือนแห้งเปียก สารแขวนลอย และผง ลักษณะที่นิยมใช้จะเป็นผงพวกไขละเอียด (micronized wax) เพราะสามารถนำไปใช้ได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 สารป้องกันการออกซิไดส์ เป็นสารที่ทำหน้าที่ป้องกันการแห้งตัวของหมึกโดยปฏิกิริยาออกซิเดชั่นบนแม่พิมพ์และลูกกลิ้งหมึกก่อนที่จะพิมพ์ สารป้องกันการออกซิไดส์ที่ใช้ใน

4.4 สารป้องกันการซับหลัง (anti set off compound) มีหน้าที่ในการป้องกันปัญหาการซับหลังหรือเลอะหลัง (blocking) ระหว่างหมึกพิมพ์กับวัสดุที่ใช้พิมพ์ในกรณีพิมพ์ด้านเดียว หรือหมึกพิมพ์กับหมึกพิมพ์ในกรณีพิมพ์ 2 ด้าน สารป้องกันการซับหลังที่นิยมใช้ ได้แก่ แป้ง โดยทั่วไปต้องใช้ในปริมาณที่พอเหมาะซึ่งขึ้นกับชนิดของหมึก ถ้าใช้น้อยไปอาจให้ผลที่ไม่ดี แต่ถ้าใช้ในปริมาณที่มากไป อาจทำให้เกิดปัญหาได้

4.5 สารทำให้เปียก เป็นสารที่มีหน้าที่ปรับปรุงสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการไหลของหมึกให้เหมาะสมกับชนิดของเครื่องพิมพ์ สารที่ใช้ในหมึกพิมพ์ข้นเหนียว เช่น พอลิเอไมด์ อะลูมิเนียม คิเลต (aluminium chelates) และเรซินไฮโดรคาร์บอน

5. ตัวทำละลาย

ตัวทำละลายมีหน้าที่ปรับสมบัติทางด้านการไหลและการแห้งตัวของหมึกพิมพ์ข้นเหนียว ตัวทำละลายที่ใช้ทั้งในหมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์และหมึกพิมพ์ออฟเซตมีลักษณะคล้ายกัน ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภท ได้แก่ ตัวทำละลายที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียมที่มีจุดเดือดสูง เป็นตัวทำละลายหลักที่ใช้ทั้งในหมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์และหมึกพิมพ์ออฟเซต

แอลกอฮอลล์หรือเอสเทอร์ที่มีจุดเดือดสูงเป็นตัวทำละลายที่ใช้ในปริมาณที่ค่อนข้างน้อยทั้งในหมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์และหมึกพิมพ์ออฟเซต มีค่าความสามารถในการละลายค่อนข้างสูง ส่วนใหญ่จะใช้ร่วมกับตัวละลายที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียมที่มีจุดเดือดสูง

แอลกอฮอลล์ที่มีจุดเดือดสูงจะช่วยลดค่าความหนืด ทำให้หมึกพิมพ์ที่ได้มีการแห้งตัวด้วยการแทรกซึมดีการไหลดี และเสถียรต่อแรงกด แอลกอฮอลล์ที่นิยมใช้ในหมึกพิมพ์ออฟเซต ได้แก่ ไตรดีคานอล (tridecanol) และที่นิยมใช้ในหมึกพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์ ได้แก่ ไดเอทิลีนไกลคอล (diethylene glycol) หรือไดโพรพิลีนไกลคอล (dipropylene glycol)

2.7 น้ำมันก๊าด

สุชาตา ชินะจิตร (2549) กล่าวว่า ความต้องการน้ำมันจุดตะเกียงเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้มนุษย์ค้นหาน้ำมันปิโตรเลียม และทำให้อุตสาหกรรมน้ำมันเจริญโดยรวดเร็ว, ในสมัยแรก ๆ ก็พยายามผลิตน้ำมันก๊าดให้มากที่สุด โดยไม่ห่วงคุณภาพจึงได้ปนเบนซินซึ่งไม่มีราคาในสมัยนั้นลงไปในน้ำมันก๊าด เป็นผลให้ไวไฟมาก และก่อให้เกิด อุบัติเหตุมากมาย จนต้องมีกฎหมายควบคุม ต่อมาความต้องการเบนซินมากขึ้นประกอบกับมีไฟฟ้าให้แสงสว่างที่สะดวก จึงต้องการน้ำมันกาดน้อยลง ปัจจุบันน้ำมันกาดนอกจากจุดตะเกียงให้แสงสว่างแล้ว ยังใช้เป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบพิเศษ ใช้ให้ความร้อนในเตาอบ เตาน้ำมันก๊าด และอื่น ๆ และที่สำคัญก็คือ ใช้เป็นเชื้อเพลิงเครื่องบินอากาศยานไอพ่น

จะเห็นได้ว่าคุณสมบัติ ของน้ำมันกาดขึ้นอยู่กับว่าน่าจะนำไปใช้ทำอะไรพูดอย่างกว้าง ๆ น้ำมันก๊าดเป็นของผสมของไฮโดรคาร์บอนที่จุดเดือดตั้งแต่ 150 ถึง 300 °c ซึ่งก็มีทั้ง Paraffin , Naphthene และ Aromatics ผสมอยู่ในอัตราส่วนต่าง ๆ กันแล้วแต่ที่มาของน้ำมันดิบ นอกจากนี้ก็มีสิ่งสกปรกเจือปน เช่น สารประกอบของกำมะถัน ไนโตรเจน ฟีนอล และ กรดอินทรีย์อื่นๆ ซึ่งทำให้คุณสมบัติของน้ำมันก๊าดเสื่อม

น้ำมันก๊าดจุดตะเกียงที่ดีจะต้องให้แสงสว่างสูง เมื่อจุดเปลวสม่ำเสมอ, ไม่ทำให้ตะเกียงแข็ง, ไม่ทำให้ปล่องตะเกียงสกปรก, และควันไม่เหม็น

น้ำมันกาดจุดตะเกียงที่ดีต้องให้แสงสว่างสูง เมื่อจุดให้เปลวสม่ำเสมอ, ไม่ทำให้ไส้ตะเกียงแข็ง, ไม่ทำให้ปล่องตะเกียงสกปรก, และควันไม่เหม็น

น้ำมันก๊าดจุดตะเกียงที่จะให้แสงสว่างสูง ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของน้ำมัน พวกพาราฟินให้เปลวสว่างใสไม่มีเขม่า พวกแนฟธีน และอะโรแมติกไม่สู้ดี โดยเฉพาะอะโรแมติกจะให้เปลวแดงมัวและมีเขม่า

เรารู้จักผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แก๊สหุงต้ม น้ำมันก๊าดน้ำมันเบนซิน ยางมะตอยแต่เราไม่เคยเห็นปิโตรเลียมตามธรรมชาติเลย

ปิโตรเลียม ประกอบด้วยก๊าซธรรมชาติเหลวและน้ำมันดิบ ซึ่งเป็นของเหลวข้นๆ สีดำๆ ก๊าซธรรมชาติเหลวจะอยู่ชั้นบนของปิโตรเลียมและเกิดจากการกลั่นตัวตามธรรมชาติของน้ำมันดิบ

ปิโตรเลียมเกิดจากซากพืชซากสัตว์ตายทับถมกันภายใต้พื้นพิภพเป็นเวลาล้าน ๆ ปี จนกลายเป็นชั้นหินด้วยความกดดันสูงอันเกิดจากการเคลื่อนตัวและหดตัวของชั้นหินและอุณหภูมิใต้พิภพ สารอินทรีย์เหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นธาตุไฮโดรเจนและไฮโดรคาร์บอนจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอย่างช้า ๆ แปรสภาพเป็นก๊าซและน้ำมันดิบสะสมและซึมผ่านชั้นหินที่เป็นรูพรุน เช่น ชั้นหินทรายและชั้นหินปูนไปสู่แอ่งหินที่ต่ำกว่า จากนั้นค่อย ๆ สะสมตัวอยู่ระหว่างชั้นหินที่หนาแน่น ซึ่งไม่สามารถซึมผ่านไปได้อีก โดยปกติปริมาณการสะสมตัวจะมี 5.25 % ของปริมาตรหิน เนื่องจากปิโตรเลียมถูกบีบอัดด้วยชั้นหินต่าง ๆ มันจะพยายามแทรกตัวขึ้นมายังผิวโลกตามรอยแตกของชั้นหิน เว้นแต่ว่ามันจะถูกปิดกั้นด้วยชั้นหินเนื้อแน่น ซึ่งทำให้มันถูกกักไว้ใต้ผิวโลก

ลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาของชั้นหินใต้ผิวโลกที่เหมาะสมในการเกิดปิโตรเลียม คือ ชั้นหินรูปโค้งประทุนคว่ำ (anticlinal trap)โครงสร้างรูปรอยเลื่อนของชั้นหิน (fault trap) โครงสร้างรูปโดม (domal trap) และโครงสร้างรูปประดับชั้น(stratigraphic trap)

โครงสร้างรูปรอยเลื่อน เกิดจากการหักงอของชั้นหิน ทำให้ชั้นหินเคลื่อนไปคนละแนว การที่น้ำมันและแก๊สถูกกักเก็บอยู่ได้ เพราะมีชั้นหินเนื้อแน่นเลื่อนมาปิดชั้นหินที่มีรูพรุนทำให้น้ำมันและแก๊สถูกกักเก็บอยู่ในช่องที่ปิดกั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 การกลั่นปิโตรเลียม

กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ (2550) กล่าวว่า ปิโตรเลียมหรือน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติที่ได้จากหลุมผลิตที่เจาะพบใต้พิภพ จะต้องผ่านกรรมวิธีก่อนนำมาใช้ เช่น ปิโตรเลียมจากฐานขุดเจาะในทะเลจะส่งผ่านไปแยกแก๊ส น้ำและสิ่งสกปรกออกจากน้ำมันดิบแล้วจึงถูกส่งผ่านไปยังสถานีแยกปิโตรเลียมที่ชายฝั่งที่สถานีนี้ปิโตรเลียมจะถูกแปรสภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปชนิดต่าง ๆ ตามต้องการเพื่อความสะดวกและเหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ การแยกน้ำมันดิบคือการแยกส่วนประกอบน้ำมันดิบด้านกายภาพ ซึ่งส่วนใหญ่จะแยกโดยวิธีการกลั่นลำดับส่วนซึ่งใช้หลักนำน้ำมันดิบมากลั่นในหอกลั่นบรรยากาศ น้ำมันดิบจะถูกแยกตัวออกเป็นน้ำมันสำเร็จรูปต่าง ๆ ที่มีช่วงจุดเดือดต่าง กันนั่นคือ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดต่าง ๆ ที่รวมอยู่ในน้ำมันดิบ จะมีระดับการกลั่นที่อุณหภูมิแตกต่างกันตั้งแต่ลบ 157 องศาเซลเซียส ขึ้นไปจนถึงหลายร้อยองศาเซลเซียส

กระบวนการกลั่นแยกส่วน ปิโตรเลียมจะถูกส่งผ่านเข้าไปในท่อเหล็กซึ่งเรียงอยู่เป็นแถวในเตาเผาและมีความร้อนขนาด 315 - 371 องศาเซลเซียส (600 - 700 องศาฟาเรนไฮต์) หลังจากนั้นน้ำมันดิบและไอน้ำร้อนจะไหลผ่านไปในหอกลั่นบรรยากาศ ซึ่งมีถาดเรียงกันเป็นชั้น ๆ หลายสิบชั้น ไอร้อนที่จะกลั่นตัวเป็นของเหลวในถาดชั้นใด ตามอุณหภูมิของจุดเดือดของน้ำมันในส่วนนั้น ชั้นยอดสุดซึ่งอุณหภูมิต่ำสุดจะเป็นแก๊ส รอง ๆ ลงไปจะเป็นเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันเตาน้ำมันหล่อลื่น และยางมะตอย ตามลำดับ สำหรับก๊าซธรรมชาติจะนำมาแยกออกเป็นแก๊สชนิดต่าง ๆ เช่น อีเทน (Ethane) ใช้เป็นวัตถุดิบทำอุตสาหกรรมเปโตรเคมีคัลเพื่อผลิตเคมีภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ โพรเพน (propane) และบิวเทน (butane) แยกเป็นแก๊สปิโตรเลียมเหลวหรือแก๊สหุงต้ม (liquified petroem gas-LPG)

2.7.1.1 จุดควัน หรือ Smoke Point

การวัดคุณภาพของน้ำมันก๊าดนี้เขาใช้วัดด้วย Smoke Point โดยเอาตัวอย่างน้ำมันมาใส่ตะเกี่ยงมาตรฐาน และพยายามปรับไส้ให้ได้ไฟที่สูงที่สุดโดยยังไม่มีควัน เรียกว่า Smoke Point วัดเป็น ม.ม. น้ำมันก๊าดที่ขาย จะมี Smoke Point ไม่ต่ำกว่า 22 ม.ม.

2.7.1.2 จุดวาบไฟ

เพื่อความปลอดภัย จึงกำหนดไว้ไม่ให้ต่ำกว่า 38 °c

2.7.1.3 ความหนืด

การให้เปลวสม่ำเสมอขึ้นอยู่กับ อัตราการซึมของน้ำมันก๊าดขึ้นตามไส้ ถ้ามาไม่ทันเปลวก็หรี่ การซึมนี้ขึ้นอยู่กับความหนืดของน้ำมัน เขากำหนด Viscosity ไว้ 2 Centipoise ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อการนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.4 ค่า Char

การที่ไส้ตะเกียงแข็งก็เวลาเผาไหม้มักเกิดถ่านชิ้นเล็ก ๆ ติดอยู่ในไส้เมื่อไส้แข็งน้ำมันก็จะขึ้นมาไม่ถึงและจุดไม่ดี สาเหตุเนื่องมาจากองค์ประกอบของน้ำมันก๊าดเองซึ่งอาจมีสารประกอบของกำมะถัน พวกโอเลฟีน และพวกไฮโดรคาร์บอนจุดเดือนสูงและอื่น ๆ ปนอยู่ด้วย เขาจึงวัดคุณภาพโดยหา Char Value ซึ่งได้จากการนำเอาน้ำมันก๊าดมาจุดมนตะเกียงมาตรฐานเป็นเวลา 24 ชั่วโมงและวัดปริมาณของ Char บนไส้ เทียบกับปริมาณของน้ำมันก๊าดที่ไหม้ไป โดยที่ปัจจุบันไม่ได้ใช้น้ำมันก๊าดจุดตะเกียงแล้ว จึงไม่จำเป็นต้องวัด คุณภาพนี้

2.7.1.5 ปริมาณกำมะถัน

กำมะถันที่มีปนอยู่ในน้ำมันก๊าดนอกจากจะทำให้จุดไฟแล้วมีกลิ่นเหม็นฉุนยังมักทำให้ปล่องไฟเป็นคราบและตะเกียงผุได้ ปริมาณกำมะถันจึงไม่ควรมีอยู่ในน้ำมันก๊าดสูง 0.2 % wt

2.7.1.6 สี

น้ำมันก๊าดโดยปกติที่ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมัน ปราศจากสีแต่ทางผู้ผลิตได้เติมสีน้ำเงินลงไป เพื่อเป็นที่ป้องกันการการนำน้ำมันก๊าดไปปลอมปนกับน้ำมันเบนซินหรือน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว

2.7.2 คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันก๊าด

น้ำมันก๊าด มีคุณสมบัติดังนี้

1. จุดเกิดควันสูง ความสูงของใส่ในตะเกียงเวลาติดไฟจะสูงก่อนที่จะเกิดควันทำให้แสงสว่างได้ดีโดยไม่มีควัน

2. จุดวาบไฟไม่ต่ำมาก ทำให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ใช้

3. ปริมาณกำมะถันต่ำ ลดมลภาวะเป็นพิษและการกัดกร่อนการเกิดคราบสีขาวจับที่ปล่องตะเกียง

4. ช่วงจุดเดือดเหมาะสมไม่มีส่วนหนักมากเกินไป ทำให้ติดไฟได้ง่าย น้ำมันระเหยไปตามไส้ตะเกียงอย่างต่อเนื่อง และไม่เกิดปัญหา ไส้ตะเกียงแข็งจากเขม่า

5. น้ำมันมีสีน้ำเงิน ป้องกันไม่ให้นำน้ำมันก๊าดปนลงในน้ำมันชนิดอื่น ผลิตภัณฑ์น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด เมื่อกลั่นออกมาจะไม่มีสีจึงผสมสีลงไปเพื่อแยกประเภท และป้องกันการปลอมปน ส่วนน้ำมันดีเซลนั้นไม่ได้ผสมสีลงไป เป็นสีที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ ซึ่งขึ้นอยู่กับขบวนการกลั่นที่ใช้และแหล่งของน้ำมันดิบที่นำมากลั่น ดังนั้นจึงอาจมีตั้งแต่สีเหลืองอ่อนจนถึงสีน้ำตาลอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 อุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์

2.8.1 ความหมายและความเป็นมา จากเอกสารตำราของ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช หน่วยที่ 11-15 (2552) การจัดการทางการผลิต และควบคุมคุณภาพทางการพิมพ์ กล่าวถึงเนื้อหาของอุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์ไว้ดังต่อไปนี้

สิ่งพิมพ์หรือการพิมพ์ หมายถึง การทำให้เป็นหนังสือ ภาพ หรือรูปรอยต่าง ๆ ด้วยวิธีการกด วิธีการทางเคมี หรือเครื่องกลที่ทำให้หมึกติดปรากฏเป็นสิ่งพิมพ์จำนวนมากเช่นสมุดหนังสือ รูปภาพ รวมไปถึงบทเพลง แผนผัง แผนที่ การอัดรูปและกระดาษปิดฝาผนัง เป็นต้น ดังนั้น อุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์ ได้แก่ หนังสือพิมพ์ หนังสือ วารสาร ตำราและสิ่งพิมพ์อื่นๆที่ต้องใช้วัตถุดิบส่วนใหญ่คือกระดาษ หมึกพิมพ์และวัสดุการพิมพ์อื่นๆ อุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์มีวิวัฒนาการมาจากประเทศจีนตั้งแต่ 225 ปีก่อนคริสตกาล วิวัฒนาการของไทยสันนิษฐานว่าเริ่มตั้งแต่สมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราชประมาณ พ.ศ. 2205 โดยหมอสอนศาสนาชาวฝรั่งเศสเพื่อพิมพ์เผยแพร่ศาสนาเป็นภาษาไทยมีการตั้งโรงพิมพ์ขึ้นที่พระราชวังลพบุรี และมีการพัฒนากันอย่างต่อเนื่องจนถึงรัชสมัยรัชกาลที่ 3 และรัชกาลที่ 4 โดยหมอสอนศาสนาชาวอเมริกันชื่อแดน บีช บลัดเลย์ได้นำแท่นพิมพ์และตัวเรียงภาษาไทยเข้ามาประมาณ พ.ศ.2374 และได้หล่อตัวพิมพ์ภาษาไทยขึ้นสำเร็จเป็นครั้งแรกใน พ.ศ. 2384 ที่โรงพิมพ์ข้างวัดประยูรวงศาวาสกรุงเทพมหานครจนถึงปัจจุบัน สิ่งพิมพ์เป็นอุตสาหกรรมที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด และเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญยิ่งต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศอุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์ได้มีบทบาทอย่างมากในการสร้างรายได้ภายในประเทศเพราะเป็นปัจจัยสำคัญในการเป็นสื่อและเป็นแหล่งเผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร ความรู้ในสังคม นอกจากนี้ยังเป็นอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดการจ้างงานมากทั้งทางด้านแรงงาน และการพัฒนาทางเทคโนโลยีสารสนเทศ อุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์ประกอบด้วยกิจการต่างๆหลายด้าน อาทิ สื่อทางสังคม เช่นหนังสือพิมพ์รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน การโฆษณาประชาสัมพันธ์ การบันเทิงด้านวารสารหนังสือการ์ตูน หนังสือ นวนิยาย สื่อทางความรู้ หนังสือเรียนและตำรา เป็นต้น

2.8.2 ประเภทของสิ่งพิมพ์

ประเภทของสิ่งพิมพ์มีการจำแนกแตกต่างกันขึ้นอยู่กับหน่วยงานที่จำแนก ตัวอย่างเช่นศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจอุตสาหกรรมโดยสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กรมศุลกากรแห่งกระทรวงการคลัง และกรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศแห่งกระทรวงพาณิชย์ เป็นต้น

2.8.3 เทคโนโลยีการพิมพ์

การพิมพ์ คือ การกด (Press) น้ำหมึกจากแม่พิมพ์ลงบนกระดาษด้วยเครื่องพิมพ์ ระบบการพิมพ์มีหลายระบบเรียงลำดับตามวิวัฒนาการ ได้แก่ ระบบเลตเตอร์เพรส (Letter press) ระบบแฟลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โซกราฟี (Flaxography) ระบบออฟเซ็ต (Off-set) ระบบกราวัวร์ (Gravure) ระบบซิลค์สกรีน และระบบการพิมพ์ไร้แรงกด แต่ละระบบมีรายละเอียดดังนี้

1. ระบบเลตเตอร์เพรส (Letter press) เป็นการเรียงพิมพ์ข้อความด้วยตัวเรียงโลหะ ส่วนใดเป็นภาพจะใช้วิธีแกะบล๊อกมาประกอบ เมื่อพิมพ์เสร็จแล้วสามารถนำตัวเรียงเหล่านี้มาใช้เรียงพิมพ์ใหม่ได้อีกจนกว่าตัวอักษรจะสึก การพิมพ์ระบบนี้เหมาะสำหรับการพิมพ์จำนวนน้อยไม่ต้องการคุณภาพสูงนัก ปัจจุบันเสื่อมความนิยมลงมากเพราะไม่สะดวก มีข้อผิดพลาด และเสียเวลาในการเรียงพิมพ์

2. ระบบแฟลกโซกราฟี (Flaxography) เป็นระบบการป้อนกระดาษหรือวัสดุอื่นที่เป็นม้วนโดยใช้แม่พิมพ์ที่มีพื้นที่เป็นภาพนูนและทำด้วยวัสดุหยุ่นตัวซึ่งนำไปเชื่อมติดกับลูกกลิ้งแม่พิมพ์การพิมพ์จะเป็นการถ่ายเทสีจากลูกกลิ้งสี

3. ระบบออฟเซ็ต (Off-set) ปัจจุบันได้รับความนิยมมาก ในประเทศไทยมีโรงพิมพ์ระบบนี้สูงถึงร้อยละ 51 และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต การพิมพ์ระบบนี้เหมาะสำหรับการพิมพ์จำนวนมากๆ ต้องใช้แม่พิมพ์ (Plate)ซึ่งมีคุณภาพสามารถใช้ได้นานและพิมพ์ได้จำนวนมากกว่าจะหมดอายุการใช้งาน

4. ระบบกราวัวร์ (Gravure) เป็นระบบที่แม่พิมพ์ถูกกัดเป็นร่องเล็กๆจำนวนมาก หมึกพิมพ์มีลักษณะเหลวและไหลได้ดี ใช้สำหรับงานพิมพ์ที่ต้องการพิมพ์เป็นจำนวนมาก เช่น บรรจุภัณฑ์สามารถพิมพ์บนกระดาษ พลาสติก และแผ่นฟอล์ยได้ดี

5. ระบบซิลค์สกรีน เป็นระบบที่แม่พิมพ์ทำด้วยแผ่นตะแกรงละเอียด ส่วนที่ไม่ใช่ภาพจะปิดไว้ และจะเปิดเฉพาะส่วนที่ต้องการให้เป็นภาพเพื่อให้หมึกลอดผ่านจนทำให้เกิดเป็นภาพบนวัสดุสิ่งพิมพ์ได้ ระบบการพิมพ์นี้สามารถใช้วัสดุได้ทุกชนิด เช่น แก้ว ไม้ โลหะ พลาสติก ผ้า เป็นต้น สิ่งสำคัญคือต้องเลือกหมึกพิมพ์ให้เหมาะกับวัสดุที่พิมพ์ด้วย การพิมพ์ประเภทนี้ใช้สำหรับการพิมพ์จำนวนไม่มากนัก เช่น โปสเตอร์ เสื้อ เป็นต้น

6. ระบบการพิมพ์ไร้แรงกด เป็นระบบการพิมพ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่โดยการพิมพ์ไม่เกิดจากการกดหมึกกับแม่พิมพ์ไปบนวัสดุ แต่เป็นการถ่ายทอดหมึกพิมพ์จากแม่พิมพ์ไปสู่ชิ้นงานโดยตรงใช้ปฏิกิริยาระหว่างแสงกับน้ำยาเคมีบนแผ่นงาน เช่น การพิมพ์แบบอิงค์เจต เครื่องถ่ายเอกสาร การอัดขยายภาพ การถ่ายพิมพ์เขียว ฯลฯ การพิมพ์แบบนี้มีข้อดีคือในช่วงเตรียมการพิมพ์สามารถทำได้รวดเร็วโดยเชื่อมโยงจากคอมพิวเตอร์ แต่มีข้อเสียคือ ความเร็วในการพิมพ์ต่ำ

2.8.4 โครงสร้างการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์

อุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์มีขั้นตอนในการผลิต 3 ขั้นตอนใหญ่ๆ ดังนี้

1. การผลิตเนื้อหา ข้อมูลและรูปแบบ เป็นขั้นตอนแรกไม่ว่าจะเป็นการผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทหนังสือพิมพ์ หนังสือ วารสาร และสิ่งพิมพ์อื่นๆ ต้องมีเนื้อหา ข้อมูลและรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่เป็นหนังสือ วารสารจำเป็นต้องมีกองบรรณาธิการข่าวสารและข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อมูลให้ทันเวลา ส่วน สิ่งพิมพ์อื่นๆ ได้แก่แค็ตตาล็อก ใบปลิว โบชัวร์ ฉลาก สติ๊กเกอร์ กระดาษฟอร์ม บิล ใบเสร็จ พิมพ์กล่องกระดาษ ฝ่ายการตลาดจะเป็นผู้ติดต่อลูกค้าและกำหนดรูปแบบ

2. การออกแบบและจัดพิมพ์ ขั้นตอนที่สองนี้เป็นงานในฝ่ายผลิต เมื่อกองบรรณาธิการจัดทำต้นฉบับ หรือฝ่ายการตลาดได้นำรูปแบบที่ตกลงกับลูกค้าแล้ว ฝ่ายการผลิตซึ่งมีทั้งฝ่ายออกแบบจัดพิมพ์ ทำรูปเล่ม บรรจุการพิมพ์ จัดเรียงพิมพ์โดยใช้เทคนิคการออกแบบการพิมพ์ต่างๆขึ้นอยู่กับลักษณะและระบบของงานพิมพ์ เช่น ระบบเลตเตอร์เพรส ระบบออฟเซ็ท ระบบสกรีน เป็นต้น การแยกสี ถ่ายฟิล์ม ทำแม่พิมพ์ มีการตรวจต้นฉบับและสั่งพิมพ์ ส่วนงานหลังพิมพ์ คือ การจัดรูปเล่ม ไสกาว เคลือบหรืออาบพลาสติก ปั๊ม ปรุ และบรรจุหีบห่อพร้อมนำส่งต่อไป

3. การจัดจำหน่ายและจัดส่ง ฝ่ายจัดจำหน่ายและจัดส่งจะมีการวางแผนการจัดส่งกรณีที่เป็นหนังสือพิมพ์ วารสาร อาจจัดเป็นสายการเดินทางเป็นเขต กรณีที่เป็นหนังสือรอการสั่งซื้อ จะนำเข้าคลังสินค้ารอส่งสินค้าเมื่อมีการขายต่อไป

2.9 สิ่งแวดล้อมในโรงพิมพ์

รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการจัดทำแผนแม่บทอุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์ (2547) กล่าวว่า อุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่อาจก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจากโรงงานเยื่อ โรงงานกระดาษ โรงพิมพ์ ถ้าขาดการจัดการที่เหมาะสม นอกจากนั้นการปลูกยูคาลิปตัสที่มีภาพลักษณ์ว่ามีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ผลการศึกษา แนวทางการส่งเสริมและพัฒนาไม้โตเร็วเพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องระบุว่า “ผลกระทบของการปลูกยูคาลิปตัสต่อสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะ คือ ตั้งแต่น้ำ ตลอดจนผลกระทบต่อระบบนิเวศน์นั้น ไม่เป็นปัญหาที่น่าวิตกแต่อย่างใด ทั้งนี้ต้องกำหนดวัตถุประสงค์ของการปลูกให้ชัดเจน และต้องจัดการให้ถูกต้องตามหลักวิชา ส่วนข้อขัดแย้งต่างๆ ที่เกิดขึ้นนั้น ถ้าหากทุกฝ่ายมองปัญหาในประเด็นเดียวกัน และพิจารณาอย่างเป็นธรรม โดยคำนึงถึงปัญหาด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองเป็นหลักควบคู่ไปด้วยกันก็จะพบว่าไม้ยูคาลิปตัสเป็นเพียงไม้ชนิดหนึ่งที่มีทั้งคุณและโทษเช่นเดียวกับพรรณไม้ป่า พืชเศรษฐกิจและสรรพสิ่งทั้งหลายในโลก ซึ่งจะอยู่ในวิสัยที่มนุษย์จะจัดการให้เกิดประโยชน์ทั้งในด้านการพัฒนาระบบนิเวศที่เสื่อมโทรม ควบคู่กับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศให้ดีขึ้นอย่างเหมาะสม”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1 ปัญหาสำหรับสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากอุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์

1. ปัญหาในเรื่องขยะ

ซึ่งประกอบด้วยขยะจากโรงพิมพ์ ได้แก่ เศษกระดาษ น้ำมัน น้ำเสียที่เกิดจากการชำระล้างหมึกพิมพ์ และน้ำยาเคมีต่าง ๆ เศษหมึกพิมพ์ สำหรับขยะจากอุตสาหกรรมผลิตเยื่อและกระดาษซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญของอุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์ คือ น้ำเสียที่เกิดจากการฟอกเยื่อตัวทำละลาย เศษกระดาษตะกอนเยื่อกระดาษ และแกนม้วนกระดาษ โดยมีขยะบางประเภท เช่น เศษกระดาษและตะกอนเยื่อกระดาษและแกนม้วนกระดาษ โดยที่ขยะบางประเภท เช่น เศษกระดาษและตะกอนเยื่อกระดาษ สามารถนำกลับไปเวียนทำใหม่ (Recycle) เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษได้

2. มลพิษในโรงพิมพ์

ส่วนหนึ่งเกิดจากขยะหรือขยะเสียอันตราย โดยก่อมลพิษให้แก่สิ่งแวดล้อมในโรงพิมพ์ได้ทั้งทางบกและทางน้ำ

- มลพิษทางน้ำ

มลพิษทางน้ำในโรงพิมพ์ เกิดจากการปนเปื้อนของน้ำมันและตัวทำละลาย ทำให้น้ำที่ปล่อยทิ้งจากโรงพิมพ์สู่ชุมชนเป็นน้ำเสีย ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการบำบัดอย่างถูกต้องก่อน จึงจะปล่อยทิ้งหรือนำมาใช้ใหม่ สำหรับน้ำมันปนเปื้อนอยู่ในน้ำจะอยู่ในลักษณะลอยเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ อยู่เหนือน้ำ

3. มลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศที่ปล่อยในโรงพิมพ์ มีทั้งในรูปก๊าซ ควัน ฝุ่นละอองและอนุภาค โดยฝุ่นในโรงพิมพ์อาจเกิดจากขยะกระดาษ ฝุ่นกระดาษจากการทำเล่ม ทางโรงพิมพ์ควรติดตั้งระบบระบายอากาศและท่อลมดูดฝุ่นออกไปภายนอก นอกจากนั้นเครื่องจักรทางการพิมพ์เองก็ปล่อยมลพิษในรูปไอระเหยของสารเคมีออกมา เช่น เครื่องพิมพ์ออฟเซตที่ป้อนแผ่น 6 สี ซึ่งจะปล่อยตัวทำละลายไฮโดรคาร์บอนมากกว่า 5 ตันต่อปี จะพบว่าเนื่องจากโรงพิมพ์ส่วนใหญ่ของไทยเป็นโรงพิมพ์ขนาดเล็ก ยังไม่มีการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย ใช้เครื่องจักรแบบเก่า ซึ่งมีทั้งฝุ่นและตัวทำลายไฮโดร์คาร์บอน สำหรับในต่างประเทศนั้นโรงพิมพ์จะต้องได้รับใบอนุญาตว่าจะปล่อยมลพิษทางอากาศได้ไม่เกินปริมาณเท่าใด

ดังนั้นทางโรงพิมพ์ควรมีการรักษาสิ่งแวดล้อม เช่น อาจจะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการผลิต วิธีควบคุม และการลดไอระเหยของตัวทำละลายจากเครื่องพิมพ์ เช่น การใช้แม่พิมพ์ไร้น้ำ การใช้ระบบล้างทำความสะอาดอัตโนมัติ เป็นต้น

4. มลพิษความร้อน

ส่วนใหญ่ความร้อนเกิดจากการเดินเครื่องจักรในโรงพิมพ์ และโรงพิมพ์ส่วนใหญ่เป็นโรงพิมพ์ขนาดเล็ก มีที่ไม่กว้าง บางแห่งเป็นห้องแถว 1-2 คูหา อากาศไม่ถ่ายเทและไม่ได้ติดตั้งระบบระบายอากาศ ทำให้อุณหภูมิภายในโรงพิมพ์สูง จึงมีผลต่อทั้งสุขภาพและอารมณ์ของพนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. มลพิษทางเสียง

เสียงจากการทำงานในโรงพิมพ์ เช่น เสียงเครื่องจักรทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ กระทรวงมหาดไทยได้ออกกฎหมายเกี่ยวกับเสียงดังนี้

" สถานที่ทำงานที่มีเสียงดังไม่เกิน 80 เดซิเบล เท่านั้น ถ้าเสียงดังกว่านั้นจะทำงานเกิน 8 ชั่วโมงไม่ได้" แต่จะพบว่าในโรงพิมพ์ที่มีเครื่องพิมพ์ออฟเซต ขนาดใหญ่จะมีระดับความเข้มของเสียงเกินกว่า 80 เดซิเบล และช่างพิมพ์มักจะทำงานเกิน 8 ชั่วโมงต่อวัน

สรุปผลกระทบจากสารก่อมลพิษในโรงพิมพ์

ตัวทำละลาย

ที่ใช้ในโรงพิมพ์เป็นสารประกอบอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอน ซึ่งในโมเลกุลประกอบด้วยอะตอมของไฮโดรเจนและคาร์บอน จะเป็นพิษมากเมื่อไปทำปฏิกิริยาไนโตรเจนออกไซด์ โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้เกิดสารพิษขึ้นหลายชนิด เช่น โอโซน

ตะกั่ว

ตะกั่วเป็นส่วนผสมในหมึกพิมพ์บางชนิด และใช้ทำแม่พิมพ์ โลหะ ในการพิมพ์เลตเตอร์เพรส ซึ่งไม่นิยมใช้ในปัจจุบัน แต่ก็ยังมีโรงพิมพ์ขนาดเล็กบางแห่งใช้ตะกั่ว ซึ่งเป็นอันตราย เนื่องจากสารตะกั่วสามารถฟุ้งกระจายได้ในอากาศ และเข้าสู่ร่างกาย จากการสูดหายใจ สารตะกั่วที่พื้นและถูกพัดลงสู่แหล่งน้ำ เมื่อคนนำน้ำไปใช้ สารตะกั่วจะเข้าสู่ร่างกายและสะสมอยู่ในกระแสเลือดได้ อันตรายจากสารตะกั่ว คือ พิษของสารตะกั่วจะแผ่ซ่านไปทุกระบบของร่างกาย โดยเฉพาะระบบประสาท ระบบทางเดินอาหาร เด็กที่ได้รับตะกั่วสมองจะถูกทำลาย ทำให้ตาบอด หูหนวก และเสียชีวิตได้

จะพบว่าอุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์โดยเฉพาะในโรงพิมพ์และโรงงานผลิตหมึกพิมพ์ จะมีทั้งมลพิษทางอากาศ ทางน้ำและทางเสียง การลงทุนในเทคโนโลยีที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น ควรมีการนำนวัตกรรมทางการพิมพ์แบบใหม่ ๆ ที่ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมมาใช้ รวมทั้งเครื่องจักรอุปกรณ์พิเศษและวัสดุการพิมพ์ไม่ว่าจะเป็นกระดาษ พลาสติก โลหะ หมึกพิมพ์ แม่พิมพ์ ฟิล์ม น้ำยาเคมี ซึ่งจะช่วยลดมลพิษและประหยัด

อุตสาหกรรมการพิมพ์ไม่ว่าจะเป็น โรงงานผลิตเยื่อกระดาษโรงงานผลิตกระดาษ โรงงานผลิตหมึกพิมพ์ โรงงานผลิตเครื่องพิมพ์ รวมถึงโรงพิมพ์ เป็นส่วนที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น การลดหรือควบคุมมลพิษจากสิ่งแวดล้อม จึงเป็นสิ่งสำคัญมิฉะนั้นจะเกิดความเสียหายแก่อุตสาหกรรมเอง ทั้งในด้านทรัพยากรมนุษย์ที่หาคนมาทำงานได้ยาก และมีการเปลี่ยนงานบ่อย ๆ ดังนั้นควรมีการรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ด้วยการใช้วัตถุดิบอย่างประหยัดและใช้ประโยชน์คุ้มค่า และเปลี่ยนเทคโนโลยีการพิมพ์ที่พัฒนาทั้งในส่วนของวัสดุทางการพิมพ์และเครื่องจักรเพื่อลดมลพิษให้กับสิ่งแวดล้อม โดยจะพิจารณาจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กระดาษ

ควรพิจารณาทั้งกระบวนการผลิตในโรงงานผลิตกระดาษ และในโรงพิมพ์ที่ใช้กระดาษ

โรงงานผลิตกระดาษ : ลดการใช้สารที่ก่อมลพิษ เช่น การผลิตกระดาษปลอดคลอรีน : การใช้ระบบ ปิดในกระบวนการฟอกขาวเยื่อ ทำให้ไม่มีการปล่อยไดออกซินสู่บรรยากาศ

โรงพิมพ์/สำนักงาน : ลดการใช้กระดาษที่ไม่จำเป็น สนับสนุนการใช้กระดาษเวียนทำใหม่ ประเทศสวีเดน เป็นประเทศที่มีนโยบายการผลิตควบคู่การอนุรักษ์ป่าไม้ โดยการคัดไม้ในป่าที่ปลูกจะไม่ตัดทั้งหมดแต่จะเหลือทิ้งไว้ 50 ต้นต่อเฮกเตอร์ (1 เฮกเตอร์ = 10,000 ตารางเมตร) และมีการเวียนทำใหม่ เยื่อกระดาษได้ร้อยละ 50 ของผลิตผลที่ผลิตได้

2. หมึกพิมพ์

ส่วนผสมของหมึกพิมพ์เป็นสิ่งที่ก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน โดยจะมีทั้งมลพิษประเภทโลหะหนักที่ได้จากผงสีอนินทรีย์และจากสารทำแห้ง เช่น ตะกั่ว โครเมียม แคดเมียม เป็นต้น และไอระเหยของตัวทำละลายที่เป็นส่วนผสมของพวกหมึก รวมทั้งของเสียอันตรายจากหมึกพิมพ์ ความปลอดภัยในการใช้หมึกพิมพ์ขึ้นกับความเป็นพิษของตัวทำละลาย ขนาดและระยะเวลาที่มนุษย์สัมผัส ตลอดจนวิธีการรับสารเข้าสู่ร่างกายซึ่งมักเป็นการสูดดม หายใจทางจมูกและสัมผัสทางผิวหนัง นอกจากนั้นหมึกพิมพ์ยังมีความสามารถในการย่อยสลายง่ายในธรรมชาติซึ่งจะมีผลต่อสุขภาพและทำลายชั้นโอโซนในบรรยากาศ ด้วย ดังนั้นในปัจจุบันกระบวนการผลิตหมึกพิมพ์จะให้ความสำคัญกับการเลือกใช้ส่วนผสมของหมึกพิมพ์ที่จะก่อผลกระทบสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด มีการเปลี่ยนมาใช้ตัวน้ำหมึกที่ไม่ก่อมลพิษ การใช้ตัวน้ำหมึกที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้และใช้หมึกพิมพ์ที่ขจัดออกจากกระดาษได้ง่ายในกระบวนการขจัดหมึกเพื่อเวียนทำใหม่

3. เครื่องพิมพ์

ในปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาเครื่องพิมพ์ให้รักษาสิ่งแวดล้อมในหลาย ๆรูปแบบเช่น

- เครื่องพิมพ์ไร้น้ำ มีการปรับเปลี่ยนมาใช้เครื่องพิมพ์ไร้น้ำทั้งเครื่องพิมพ์ป้อนม้วนและ ป้อนแผ่น ไม่มีการใช้แอลกอฮอล์ ทำให้มลพิษทางอากาศน้อยลง และลดปริมาณกระดาษเสีย ลดต้นทุนที่ต้องจ่ายในส่วนของน้ำยาและแอลกอฮอล์

- เครื่องพิมพ์ที่ใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพบนแม่พิมพ์โดยตรง ไม่มีการใช้ฟิล์มในและน้ำยาเคมีที่ใช้กับฟิล์ม ช่วยลดปริมาณของเสีย ลดการเกิดมลพิษในอากาศและความเป็นพิษต่อผู้ปฏิบัติงาน

- เครื่องพิมพ์ที่ประหยัดพลังงาน เช่น ออกแบบการขับเคลื่อนที่ลดการใช้พลังงานในหน่วยป้อนม้วนและหน่วยพับ

- ระบบอัตโนมัติในการล้างทำความสะอาด เช่น ระบบอัตโนมัติในการล้างน้ำยาแม่พิมพ์ และโมกดพิมพ์ เป็นการช่วยลดปริมาณการใช้น้ำยาเคมีที่ใช้ทำความสะอาด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ฟิล์มและแม่พิมพ์

ในปัจจุบันมีการพัฒนาการใช้สารไวแสงที่ทำจากสีย้อม และมีการผลิตฟิล์มชนิดใหม่ที่ไม่มีส่วนผสมของโลหะเงินเลย ทำให้มลพิษจากโลหะเงินลดลงและมีการพัฒนาสมบัติของสารคงภาพและสารสร้างภาพให้เร็วขึ้น ทำให้ระยะเวลาก่อมลพิษมีน้อยลง และเป็นฟิล์มที่ล้างง่ายประหยัดน้ำ

5. น้ำยาฟาวมีเทน แอลกอฮอล์ และสารทดแทนแอลกอฮอล์

มีการพัฒนาการผลิตน้ำยาฟาวมีเทนที่มีคุณสมบัติดีขึ้น ทำให้ย่อยสลายทางชีวภาพง่ายและไม่มีส่วนผสมของตัวทำละลาย มีการใช้สารทดแทนแอลกอฮอล์ที่เป็นพิษในส่วนของอุปกรณ์พิเศษที่ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม คือระบบเวียนใช้ใหม่สำหรับน้ำยาฟาวมีเทนโดยมีการบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะนำมาหมุนเวียนใช้ใหม่

6. น้ำยาล้างทำความสะอาด

ปัจจุบันมีการพัฒนาใช้น้ำยาล้างทำความสะอาดที่ทำจากน้ำมันพืชแทนการใช้น้ำยาล้างทำความสะอาดที่เป็นตัวทำละลายที่ได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกรียงศักดิ์ รัตนขจรกุลและสิริทร์ ตันตรวงศ์ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดสีหมึกออกจากน้ำทิ้งโรงพิมพ์เฟล็กโซกราฟีโดยใช้โลหะพบว่า น้ำทิ้งจากโรงพิมพ์เฟล็กโซกราฟีที่ผ่านการกำจัดด้วยกากโลหะนั้นยังมีสีของหมึกพิมพ์ปนเปื้อนออกมาอยู่บ้างหลังจากผ่าน การกำจัดแล้วแต่ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่วัดได้เช่น ค่าความเป็นกรด – ด่าง ค่าซีโอดีนั้นมีค่าลดน้อยลง ส่งผลให้น้ำทิ้งมีอันตรายน้อยลง สามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้

สุวิทย์ พรมสาร (2546 : บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่อง "การศึกษาวิธีการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงพิมพ์ออฟเซตขนาดใหญ่" เป็นการศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งด้วยวิธีการตกตะกอนพบว่าปริมาณสารเร่งตกตะกอนที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนของน้ำทิ้งต่าง ๆ มีดังนี้ น้ำล้างเพลทก่อนพิมพ์ คือ 0.3% (ปริมาตร/น้ำหนัก) และน้ำล้างกาว คือ 0.3% (ปริมาตร/น้ำหนัก) น้ำยาฟาว์เทน คือ 0.4% (ปริมาตร/น้ำหนัก) และน้ำล้างกาว คือ 0.7% (ปริมาตร/น้ำหนัก) ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ หลังการบำบัด พบว่า น้ำล้างเพลทก่อนพิมพ์ มีเฉพาะค่า COD ผ่านค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง ซึ่งลดได้ 57.72% น้ำล้างเพลทหลังพิมพ์ มี่เฉพาะค่า pH ลดลง 0.55 และค่า COD ผ่านค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง ซึ่งลดได้ 95.75 % น้ำยาฟาวน์เทน มีเฉพาะค่า pH ซึ่งเพิ่มขึ้น 3.64 ผ่านค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง แต่ค่า COD สามารถลดลงได้ 29.05% ส่วนน้ำล้างกาว พบว่า มีเฉพาะค่า pH ผ่านค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง ซึ่งเพิ่ม 2.34 ค่า COD ไม่ผ่านค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง แต่สามารถลดได้ 71.49% หลังจากการตกตะกอนและผ่านสารดูดซับ COD ของน้ำล้างกาวสามารถลดได้อีก 26.24%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรทวี วัฒนพานิช (2541 : บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่อง "การศึกษาการตรวจสอบคุณภาพสิ่งพิมพ์ประเภทนิตยสารในระบบพิมพ์ออฟเซตชนิดป้อนแผ่น"เป็นการศึกษาโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการสำรวจและเก็บข้อมูล จากข้อมูลนั้นพบว่าในขั้นตอนงานก่อนพิมพ์ช่างพิมพ์แยกสีและช่างทำแม่พิมพ์ทำการตรวจสอบคุณภาพฟิล์ม, แม่พิมพ์ และแผ่นปรู๊ฟ ให้มีคุณภาพตรงตามต้นฉบับ และค่าที่กำหนดบนแถบควบคุม การตรวจสอบคุณภาพในขั้นตอนงานพิมพ์นั้นทำการเปรียบเทียบและอ้างอิงคุณภาพตามแผ่นปรู๊ฟ โดยอาศัยประสบการณ์และความชำนาญ ของช่างประกอบการตรวจสอบ ส่วนในสถานประกอบการขั้นตอนก่อนพิมพ์และงานพิมพ์มีการกำหนดมาตรฐานโดยแถบควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ผู้ศึกษาได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการศึกษาดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากร คือ นักเรียน-นักศึกษาของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพฯ (วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ) จำนวน 20 คน, วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี จำนวน 20 คน รวม 40 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียน-นักศึกษา จำนวน 40 คน (โดยวิธีการจับฉลาก) ที่เป็นตัวแทนของประชากร ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยทำการสุ่มแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ของ Robert V.Krejcie (อ้างใน นิรัช สุดสังข์. 2548 : 48)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาการวิจัย ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 การสร้างเครื่องมือ

การสร้างแบบประเมินความคิดเห็น

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นด้านหน้าที่ใช้สอย ความปลอดภัย ความแข็งแรงทนทาน ความประหยัดวัสดุ โครงสร้าง ความสะดวกสบายในการใช้งาน ความสวยงาม มีลักษณะเฉพาะ กรรมวิธีการผลิต และการซ่อมบำรุงรักษา รวมทั้งระบบต่าง ๆ ตามความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คิดเห็นของวิศวกรรม โดยใช้โครงสร้างของการวิจัย มาเป็นกรอบในการสร้างแบบประเมินให้สอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหา และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยแบบประเมิน แบ่งออกเป็น 3 ชุด ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ใช้กับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

ชุดที่ 1 แบบประเมินหาคุณภาพของเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ชุดที่ 2 แบบประเมินความคิดเห็นด้านวิธีการทดลองและทดสอบ

กลุ่มที่ 2 ใช้กับผู้ทดลอง

ชุดที่ 3 แบบประเมินความคิดเห็นด้านคุณภาพของเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบประเมินมาตรส่วน ประมาณค่า (Rating Scale) โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นมาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม เพื่อหาความคิดเห็นโดย

กลุ่มที่ 1 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ประเมินคุณภาพของเครื่องแยกหมึกพิมพ์ และประเมินความคิดเห็นด้านวิธีการทดลองและทดสอบ ตามความคิดเห็นทางด้านหน้าที่ใช้สอย ความปลอดภัย ความแข็งแรงทนทาน ความประหยัดวัสดุ โครงสร้าง ความสะดวกสบายในการใช้งาน ความสวยงาม มีลักษณะเฉพาะ กรรมวิธีการผลิต การซ่อมบำรุงรักษา รวมทั้งระบบต่าง ๆ ตามความคิดเห็นทางด้านวิศวกรรม และการออกแบบ

กลุ่มที่ 2 กลุ่มผู้ทดลอง ประเมินความคิดเห็นด้านคุณภาพของเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด โดยใช้ผู้ทดลองจำนวน 40 คน แบ่งเป็น นักเรียน-นักศึกษาของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพฯ (วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ) จำนวน 20 คน, วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี จำนวน 20 คน ตามความคิดเห็นทางด้านประโยชน์ใช้สอยที่พอเพียงกับการใช้งาน และด้านความงามของรูปทรง

โดยทั้ง 2 กลุ่มมีการแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามแสดงความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โดยแบบประเมินเป็นแบบมาตรส่วนประมาณค่า (Rating scale) ที่ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การใช้คะแนนระดับความคิดเห็นตัวเลือก 5 ระดับ ตั้งแต่ 1-5 คะแนน ซึ่งมีดังนี้

5	หมายถึง	ดีมาก
4	หมายถึง	ดี
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	น้อย
1	หมายถึง	น้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การตรวจสอบเครื่องมือ

3.2.2.1 ผู้วิจัยนำแบบประเมินการทดลอง ที่สร้างเสร็จนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทำการตรวจสอบและแก้ไขความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของถ้อยคำ และสำนวนภาษา และความชัดเจนในข้อคำถามในแบบประเมิน

3.2.2.2 ดำเนินการแก้ไขแบบประเมินการทดลองอีกครั้ง แล้วจึงขอความอนุเคราะห์ ผู้ทรงคุณวุฒิ พิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ได้ข้อมูลครบถ้วนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่ และตรวจสำนวนภาษาที่ใช้โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิดังรายชื่อต่อไปนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรรณะ อารีสินพิทักษ์
   ภาควิชาภาษาและสังคม
   คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พีรยา สระมาลา
   รองคณบดีฝ่ายบริหาร
   คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพฯ (วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ)
3. อาจารย์พิษณุ นภากรณ์
   หัวหน้างานฝ่ายควบคุมการผลิต
   กองการพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต)

3.2.2.3 หลังจากนั้นผู้วิจัยได้รวบรวมคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิมาพิจารณาดำเนินการแก้ไขแบบประเมินความคิดเห็น โดยพิจารณาหาความเที่ยงตรงของแบบประเมินที่วัดแต่ละจุดประสงค์โดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับสิ่งที่ต้องการวัด (Index item of congruent : IOC) ก่อนนำแบบประเมินความคิดเห็นไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลในการศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ดังต่อไปนี้

3.3.1 เก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาจากทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้องของการพิมพ์

3.3.2 ขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ขอหนังสือขอความอนุเคราะห์จากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินงานวิจัย เครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด โดยผู้เชี่ยวชาญ 2 ด้าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและวิศวกรรมเครื่องกล ผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบคุณภาพ ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและวิศวกรรมเครื่องกล 3 ท่าน ได้แก่

1. อาจารย์สุรศักดิ์ อู่อมรเลิศ
   อาจารย์ประจำแผนกเมคคาทรอนิกส์
   คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
   วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
2. นายศิริโรจน์ งามเขียว
   วิศวกรด้านการควบคุม
   บริษัท ที ดี เอส (ไทยแลนด์) จำกัด
3. นายไพศาล สวนปรารมณ์
   หัวหน้างานฝ่ายออกแบบ
   บริษัทโซดิแอค กราฟิก โซลูชั่น จำกัด

ผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบคุณภาพ 3 ท่าน ได้แก่

1. อาจารย์ปฏิพากย์ ปุ่นอุดม
   อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์
   คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
2. อาจารย์สันติ ชื่นเจริญ
   อาจารย์ประจำแผนกวิชาการพิมพ์
   คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
   วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
3. อาจารย์โกสินทร์ เบ้าทอง
   อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมเคมี
   คณะวิศวกรรมศาสตร์
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 ผู้วิจัยดำเนินการออกแบบ เครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด 3 รูปแบบ เพื่อประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 2 ด้าน

3.3.5 ผู้วิจัยนำ เครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ที่ผ่านการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มาประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับการพิมพ์

3.3.6 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้มาประมวลผล และสรุปผล

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามแสดงความคิดเห็น ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์

3.4.1 ผลการแสดงความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง อภิปรายผล โดยใช้ค่าสถิติ ค่าร้อยละ ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยวิเคราะห์เป็นรายข้อเฉพาะด้าน แล้วรวบรวมทุกด้านโดยนำเสนอในรูปแบบตารางพร้อมคำบรรยายประกอบผลการวิเคราะห์ โดยใช้เกณฑ์ในการวิเคราะห์พิจารณาประเมินจากช่วงค่าเฉลี่ยเลขคณิตมีระดับความคิดเห็นดังนี้

4.50 – 5.00	หมายถึง	ดีมาก
3.50 – 4.49	หมายถึง	ดี
2.50 – 3.49	หมายถึง	ปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	น้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	น้อยมาก

3.4.2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.5.1 ค่าร้อยละ (Percentage)

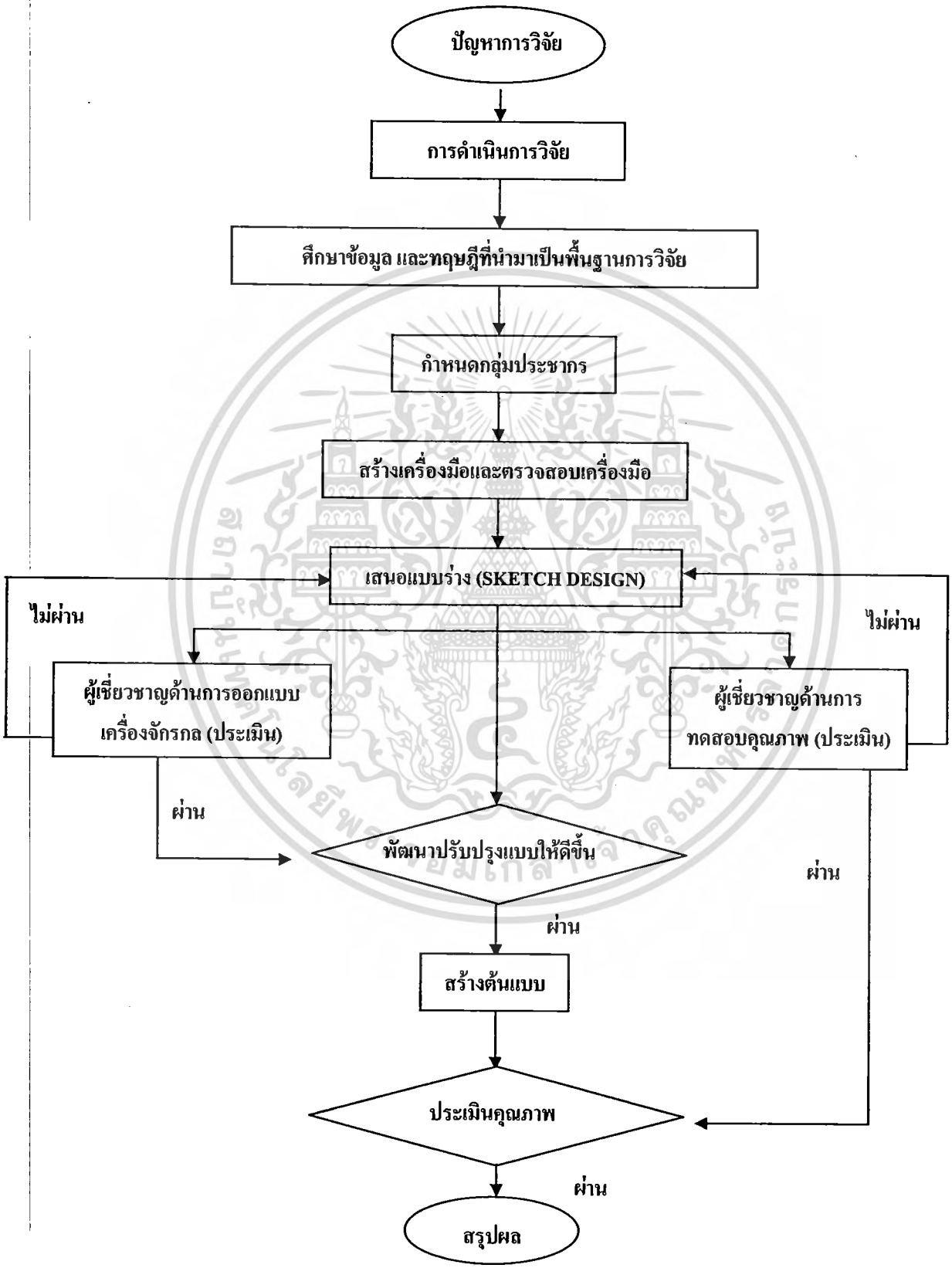
3.5.2 ค่าเฉลี่ย (Arithematic Mean)

3.5.3 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังดำเนินการวิจัย

(RESEARCH AND DEVELOPMENT DIAGRAM)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.1 แผนผังดำเนินการวิจัย (RESEARCH AND DEVELOPMENT DIAGRAM)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ขั้นตอนที่ 2 ผลการทดสอบคุณภาพของหมึกพิมพ์ และน้ำมันก๊าด

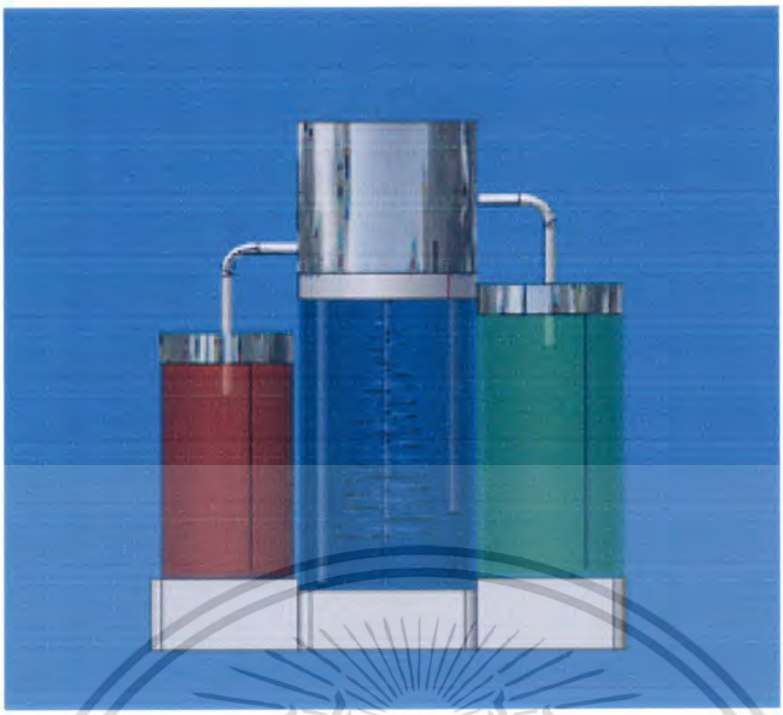
ขั้นตอนที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากเอกสาร การศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด การทดสอบคุณภาพของหมึกพิมพ์และน้ำมันก๊าด และผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ที่ได้ทำการแยกมาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดจำนวน 3 รูปแบบ ให้เป็นทางเลือกเพื่อใช้ในการประเมินผลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

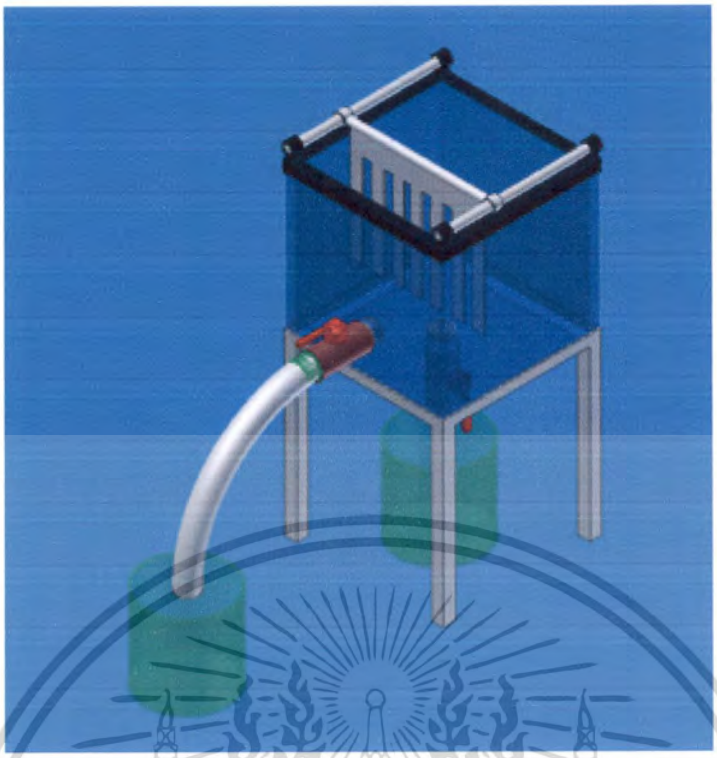
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 ผลงานการออกแบบเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด แบบที่ 1

ในการออกแบบเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด แบบที่ 1 นั้น มีแนวคิดในการออกแบบโดยเน้นการใช้งานในรูปแบบที่เรียบง่าย มีการใช้แก้วเป็นวัสดุหลัก เนื่องจากแก้วเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายและมีราคาถูกประหยัดต้นทุนในการผลิต ทนต่อกรด ด่างเนื่องจากหมึกพิมพ์และน้ำมันก๊าดจะทำปฏิกิริยากับวัสดุ และทำให้ผู้ใช้งานเกิดความสะดวกในการทำงานเนื่องจากแก้วมีลักษณะใสจึงสามารถมองเห็นการตกตะกอนของหมึกพิมพ์ได้ และยังมีใบกวนที่ที่มีลักษณะกลมเพื่อให้สามารถตีหมึกพิมพ์และน้ำมันให้สามารถแตกตัวได้เป็นอย่างดี และมีท่อสแตนเลสเพื่อดูดหมึกพิมพ์และน้ำมันก๊าดที่ได้ทำการแยกออกมา โดยการศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์นั้นผู้พัฒนาคำนึงถึงความแข็งแรงทนทานในการทำงาน และสะดวกในการเคลื่อนย้าย เนื่องจากนำสแตนเลสมาใช้งานทำให้มีน้ำหนักเบา และบำรุงรักษาง่าย

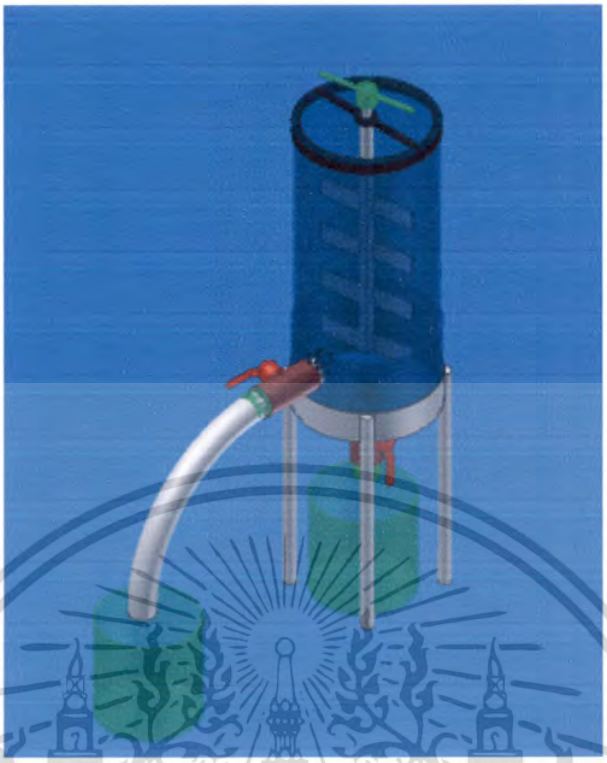
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ผลงานการออกแบบเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด แบบที่ 2

ในการออกแบบเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด แบบที่ 2 นั้น มีแนวคิดในการออกแบบโดยเน้นการใช้งานในรูปแบบ รูปทรงที่เรียบง่ายโดยใช้วัสดุที่ทำจากพลาสติกที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยม มาใช้ในการทำงานเพื่อให้สามารถมองเห็นการตกตะกอนของหมึกพิมพ์ และใช้ใบกวนที่ทำจากสแตนเลนซึ่งมีน้ำหนักเบามาใช้งานและมีการดูดสาร โดยใช่ท่อพลาสติกในการดูด โดยมีวาวส์เปิด- ปิด ทำให้สะดวกในการแยกของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ผลงานการออกแบบเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด แบบที่ 3

ในการออกแบบเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด แบบที่ 3 นั้น มีแนวคิดในการออกแบบโดยเน้นการใช้งานในรูปแบบ รูปทรงที่เรียบง่ายโดยใช้วัสดุที่ทำจากอคีลิคที่มีรูปทรงกลมมาใช้ในการทำงานเพื่อให้สามารถมองเห็นการตกตะกอนของหมึกพิมพ์ และใช้ใบกวนที่ทำจากสแตนเลนซึ่งมีน้ำหนักเบามาใช้งานและมีการดูดสาร โดยใช่ท่อพลาสติกในการดูด โดยมีวาวส์เปิด- ปิด ทำให้สะดวกในการแยกของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการวิเคราะห์การประเมินผลด้านการออกแบบ เครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

รายการ	แบบที่ 1		แบบที่ 2		แบบที่ 3	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
1. หน้าที่ใช้สอย						
1.1 เหมาะสมกับการใช้งาน	5.00	0.00	4.25	0.87	4.50	0.50
1.2 น้ำหนักเบา สะดวกสบายง่ายต่อการเคลื่อนย้าย	4.75	0.43	4.75	0.43	4.25	0.87
1.3 ดูแลรักษา ทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่าย	4.25	0.87	4.75	0.43	4.75	0.43
1.4 มีกระบวนการบำบัดที่ถูกต้อง	4.75	0.43	4.25	0.87	4.00	0.00
รวม	**4.68**	**0.43**	**4.50**	**0.65**	**4.37**	**0.45**
2. ความปลอดภัย						
2.1 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	4.50	0.87	4.00	0.00	4.00	0.00
2.2 มีความปลอดภัยหลังการใช้งาน	4.50	0.50	4.25	0.87	4.25	0.87
2.3 การเลือกใช้วัสดุในการผลิตโครงสร้างมีความปลอดภัย	4.00	0.00	4.00	0.00	4.25	0.87
รวม	**4.33**	**0.45**	**4.08**	**0.29**	**4.16**	**0.58**
3. ความแข็งแรงทนทาน						
3.1 การเลือกใช้วัสดุที่นำมาผลิตโครงสร้างมีความแข็งแรง	5.00	0.00	4.25	0.87	4.00	0.00
3.2 วัสดุที่เลือกนำมาใช้ประกอบตัวเครื่องฯ มีความแข็งแรง	4.75	0.43	4.75	0.43	4.75	0.43
รวม	**4.87**	**0.21**	**4.50**	**0.65**	**4.37**	**0.21**
4. ความประหยัด						
4.1 การใช้วัสดุอย่างประหยัด	5.00	0.00	4.50	0.50	4.00	0.00
4.2 มีของเสียในการผลิตมีน้อย	4.75	0.43	4.00	0.00	4.00	0.00
รวม	**4.87**	**0.21**	**4.25**	**0.25**	**4.00**	**0.00**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1. (ต่อ)

รายการ	แบบที่ 1		แบบที่ 2		แบบที่ 3	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
5. วัสดุ						
5.1 การเลือกใช้วัสดุที่นำมาผลิตโครงสร้างมีความเหมาะสม	5.00	0.00	4.75	0.43	4.50	0.50
5.2 ใช้วัสดุภายในประเทศ	4.75	0.43	4.75	0.43	4.00	0.00
5.3 ใช้วัสดุที่ไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อม	4.25	0.87	4.50	0.50	4.25	0.87
5.4 ใช้วัสดุที่มีคุณภาพ	4.50	0.50	4.50	0.50	4.25	0.87
5.5 สามารถจัดหาวัสดุได้ง่าย	4.75	0.43	4.50	0.50	4.25	0.87
รวม	**4.65**	**0.44**	**4.60**	**0.47**	**4.25**	**0.62**
6. โครงสร้าง						
6.1 โครงสร้างแข็งแรง	5.00	0.00	4.50	0.50	4.75	0.43
6.2 โครงสร้างของเครื่องฯ มีความเหมาะสมกับการใช้งาน	4.75	0.43	4.50	0.50	4.75	0.43
รวม	**4.87**	**0.21**	**4.50**	**0.50**	**4.75**	**0.43**
7. ความสะดวกสบายในการใช้งาน						
7.1 เครื่องฯ มีขนาดสัดส่วนเหมาะสมกับการใช้งาน	4.75	0.43	4.00	0.00	4.50	0.50
7.2 เครื่องฯ มีความสะดวกสบายในการถอดอุปกรณ์เพื่อนำไปทำงาน	4.50	0.50	4.00	0.00	4.50	0.50
7.3 เครื่องฯ มีขนาดสัดส่วนที่เหมาะสม	4.50	0.50	4.75	0.43	4.00	0.00
รวม	**4.58**	**0.47**	**4.25**	**0.14**	**4.33**	**0.33**
8. ความสวยงาม						
8.1 สวย เรียบง่าย ดึงดูดสายตา	4.75	0.43	4.00	0.00	4.00	0.00
8.2 มีความคิดสร้างสรรค์และศิลปะในการออกแบบ	4.25	0.87	4.50	0.50	4.00	0.00
8.3 มีความประณีต	4.75	0.43	4.00	0.00	4.75	0.43
รวม	**4.58**	**0.57**	**4.16**	**0.16**	**4.25**	**0.14**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1. (ต่อ)

รายการ	แบบที่ 1		แบบที่ 2		แบบที่ 3	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
9. มีลักษณะเฉพาะ						
9.1 มีความเป็นเอกลักษณ์	5.00	0.00	4.50	0.50	4.75	0.43
9.2 มีลักษณะการใช้งานอย่างอื่นเสริม	4.75	0.43	4.75	0.43	4.25	0.87
รวม	**4.87**	**0.21**	**4.62**	**0.46**	**4.50**	**0.65**
10. การซ่อมบำรุงรักษา						
10.1 ง่ายต่อการบำรุงรักษา	4.50	0.50	4.00	0.00	4.00	0.00
10.2 สามารถทำการบำรุงรักษาได้ด้วยตนเอง	4.75	0.43	4.00	0.00	4.25	0.87
รวม	**4.62**	**0.46**	**4.00**	**0.00**	**4.12**	**0.43**
11. กรรมวิธีการผลิต						
11.1 สะดวกต่อการผลิต	4.00	0.50	4.00	0.00	4.75	0.43
11.2 สามารถบำรุงรักษาได้ด้วยตนเอง	4.00	0.00	4.75	0.43	4.25	0.87
รวม	**4.00**	**0.25**	**4.37**	**0.21**	**4.50**	**0.65**
สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	**4.62**	**0.35**	**4.34**	**0.34**	**4.32**	**0.40**

จากตารางที่ 4.1 พบว่าความเห็นโดยรวมของผู้เชียวชาญ ด้านการออกแบบ มีความเห็นต่อเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด แบบที่ 1 ว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.62) เครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด แบบที่ 2 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.34) และเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด แบบที่ 3 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.32) ซึ่งเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด แบบที่ 1 นั้น ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นในทุกด้านว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ตามลำดับดังต่อไปนี้

1. หน้าที่ใช้สอย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.68)
2. ความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.33)
3. ความแข็งแรงทนทาน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.87)
4. ความประหยัด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.87)
5. วัสดุ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.65)
6. โครงสร้าง มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.87)
7. ความสะดวกสบายในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.58)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ความสวยงาม มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.58)
9. มีลักษณะเฉพาะ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.87)
10. การซ่อมบำรุงรักษา มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.62)
11. กรรมวิธีการผลิต มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.00)

4.2 ผลการทดสอบคุณภาพของหมึกพิมพ์ และน้ำมันก๊าด

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความเข้ม (Density) ของหมึกพิมพ์ ที่ทำการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ค่าความเข้ม (Density) ของหมึกพิมพ์	
หมึกพิมพ์ที่ยังไม่ผ่านการแยก	**หมึกพิมพ์ที่ผ่านการแยก**
1.70	0.09

จากตารางที่ 4.2 พบว่าค่าความเข้ม (Density) ของหมึกพิมพ์ที่ยังไม่ผ่านการแยกมีค่าความเข้มที่ 1.70 ซึ่งอยู่ในช่วงค่าความเข้มที่มาตรฐานกำหนดไว้ ส่วนหมึกพิมพ์ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดมีค่าความเข้มที่ลดลง มีค่า 0.09 ซึ่งมีค่าความเข้มที่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังนั้นหมึกพิมพ์ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกจึงไม่สามารถนำมาใช้งานได้

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความหนาแน่นของน้ำมันก๊าด ที่ทำการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ค่าความหนาแน่นของน้ำมันก๊าด	
น้ำมันก๊าดที่ยังไม่ผ่านการแยก	**น้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยก**
.78 - .92	0.78

จากตารางที่ 4.3 พบว่าค่าความหนาแน่นของน้ำมันก๊าดที่ยังไม่ผ่านการแยกมีค่าความหนาแน่นที่ .78 - .92 ซึ่งเป็นค่าความหนาแน่นที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่วนน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดพบว่ามีค่าความหนาแน่นที่ 0.78 ซึ่งเป็นค่าความหนาแน่นที่อยู่ในช่วงค่าความหนาแน่นตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกจึงสามารถนำมาใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความหนืด ของน้ำมันก๊าด ที่ทำการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ค่าความหนืดของน้ำมันก๊าด	
น้ำมันก๊าดที่ยังไม่ผ่านการแยก	**น้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยก**
.78 - .92	0.91

จากตารางที่ 4.4 พบว่าค่าความหนืดของน้ำมันก๊าดที่ยังไม่ผ่านการแยกมีค่าความหนืดที่ .78 - .92 ซึ่งเป็นค่าความหนืดที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่วนน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดมีค่าความหนืดที่ 0.91 ซึ่งเป็นค่าความหนืดที่อยู่ในช่วงค่าความหนาแน่นตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกจึงสามารถนำมาใช้งานได้

4.2.1 สรุปผลประเมินการทดสอบคุณภาพของหมึกพิมพ์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบคุณภาพ

ในการทดสอบค่าความเข้ม (Density) ของหมึกพิมพ์ที่ได้ทำการแยก ผลที่ได้จากการทดสอบคุณภาพของหมึกพิมพ์ที่ยังไม่ผ่านการแยกมีค่าความเข้มมากสุดที่ 1.70 ซึ่งอยู่ในช่วงค่าความเข้มที่มาตรฐานกำหนดไว้ ส่วนหมึกพิมพ์ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดมีค่าความเข้มที่ลดลง มีค่า 0.09 ซึ่งมีค่าความเข้มที่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังนั้นหมึกพิมพ์ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกจึงไม่สามารถนำมาใช้งานได้ เนื่องจากหมึกพิมพ์ที่ได้มีความเข้มน้อยกว่าที่มาตรฐานกำหนดไว้

เมื่อพิจารณาในส่วนของความคิดเห็นโดยรวมของผู้เชี่ยวชาญทางด้านการทดสอบคุณภาพมีความเห็นต่อหมึกพิมพ์ ที่ทำการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ดังนี้ หมึกพิมพ์ที่ได้ทำการแยกออกมาจะเป็นสีดำเพราะหมึกที่ได้ทำการแยกมีหลายสีมาผสมกันเมื่อแยกออกมาแล้วจึงได้เฉพาะสีดำเท่านั้น ซึ่งเมื่อนำไปวัดหาค่าความเข้มพบว่าค่าความเข้มที่ได้ มีค่า 0.09 ซึ่งเป็นค่าความเข้มที่น้อยกว่ามาตรฐานจึงไม่สามารถนำไปใช้งานได้ รวมไปถึงการยึดเกาะ ความเหนี่ยว และการไหลนั้น เมื่อทำการทดลองโดยการนำหมึกพิมพ์ที่ได้มาทำการพิมพ์พบว่า หมึกพิมพ์ที่ทำการแยกไม่มีการยึดเกาะที่ดีและมีความเหลวมาก เมื่อทำการพิมพ์ลงบนวัสดุภาพจะติดไม่สม่ำเสมอกัน ดังนั้นหมึกพิมพ์ที่ได้ทำการแยกด้วยเครื่องแยกยังไม่มีคุณสมบัติที่จะนำไปใช้งานได้

4.2.2 สรุปผลประเมินการทดสอบคุณภาพของน้ำมันก๊าด โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบคุณภาพ

การทดสอบค่าความหนาแน่น ของน้ำมันก๊าดที่ยังไม่ผ่านการแยก มีความหนาแน่นที่ .78-.92 ซึ่งเป็นค่าความหนาแน่นที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่วนน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดพบว่ามีค่าความหนาแน่นที่ 0.78 ซึ่งเป็นค่าความหนาแน่นที่อยู่ในช่วงค่าความหนาแน่นตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกจึงสามารถนำมาใช้งานได้

การทดสอบค่าความหนืดของน้ำมันก๊าดที่ยังไม่ผ่านการแยกมีค่าความหนืดที่ .78-.92 ซึ่งเป็นค่าความหนืดที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่วนน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดมีค่าความหนืดที่ 0.91 ซึ่งเป็นค่าความหนืดที่อยู่ในช่วงค่าความหนาแน่นตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกจึงสามารถนำมาใช้งานได้

เมื่อพิจารณาในส่วนของความคิดเห็นโดยรวมของผู้เชี่ยวชาญทางด้านการทดสอบคุณภาพมีความเห็นต่อน้ำมันก๊าด ที่ทำการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ดังนี้ น้ำมันก๊าดที่ได้ทำการแยกออกมาจะมีสีไม่ใสเนื่องจากมีส่วนผสมของหมึกพิมพ์ผสมอยู่ด้วย เมื่อนำน้ำมันก๊าดที่แยกไปทำการทดสอบโดยการวัดหาค่าความหนาแน่นพบว่าน้ำมันก๊าดที่ทำการแยกมีค่าความหนาแน่นอยู่ในช่วงค่าที่สามารถนำไปใช้งานได้ และเมื่อนำไปทดสอบหาค่าความหนืดพบว่ามีค่าความหนืดอยู่ในช่วงค่าที่สามารถนำไปใช้งานได้

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียน-นักศึกษา จำนวน 40 โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพของเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ได้ผลการวิเคราะห์ค่าของผู้ใช้ ดังนี้

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าร้อยละของข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไป		นักเรียน-นักศึกษา	
		จำนวน	ค่าร้อยละ
1. เพศ	ชาย	29	72.5
	หญิง	11	27.5
2. อายุ	15-20 ปี	25	62.5
	21-30 ปี	15	37.5
	30 ปีขึ้นไป	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไป		นักเรียน-นักศึกษา	
		จำนวน	ค่าร้อยละ
3. การศึกษา	ปวช.	5	12.5
	ปวส.	15	37.5
	ปริญญาตรี	20	50
	รูปทรงที่สวยงาม	4	10
	ประโยชน์ใช้สอย	3	7.5
4. การออกแบบ	ความแข็งแรงทนทาน	3	7.5
	การนำของเสียกลับมาใช้ใหม่	25	62.5
	วัสดุใช้ผลิต	3	7.5
	อื่น ๆ	2	5

จากตารางที่ 4.5 พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มนักเรียน-นักศึกษาจำนวน 40 คน เพศชาย 29 คน คิดเป็นร้อยละ 72.5 เพศหญิง 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5 เป็นกลุ่มช่วงอายุ 15-20 ปี มากที่สุด คือ 25 คน คิดเป็นร้อยละ 62.5 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการศึกษาในระดับปริญญาตรีมากที่สุด คือ 20 คน คิดเป็นร้อยละ 50 และในส่วนของการออกแบบ สิ่งที่คำนึงถึงมากที่สุดในการออกแบบกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เลือกการนำของเสียกลับไปใช้ใหม่ มากที่สุด คือ 25 คน คิดเป็นร้อยละ 62.5

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นการทดลองและทดสอบคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการใช้งานของเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด จำนวน 40 คน

รายการ	N=40		ระดับความพึงพอใจ
	$\bar{X}$	S.D.	
ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน			
1.1 เหมาะสมกับการใช้งาน	5.00	0.00	ดีมาก
1.2 น้ำหนักเบา สะดวกสบายง่ายต่อการเคลื่อนย้าย	4.75	0.43	ดีมาก
1.3 ดูแลรักษา ทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่าย	4.25	0.87	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

รายการ	N=40		ระดับความพึงพอใจ
	$\bar{X}$	S.D.	
1.4 มีกระบวนการบำบัดที่ถูกต้อง	4.75	0.43	ดีมาก
รวม	**4.68**	**0.43**	**ดีมาก**
ด้านความงามของรูปทรง			
2.1 สวย เรียบง่าย ดึงดูดสายตา	4.75	0.43	ดีมาก
2.2 มีความคิดสร้างสรรค์และศิลปะในการออกแบบ	4.25	0.87	ดี
2.3 มีความประณีต	4.75	0.43	ดีมาก
รวม	**4.58**	**0.57**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4.6 วิเคราะห์ผลข้อมูลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายด้านได้ดังนี้

1. ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน พบว่า ในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X}$=4.68) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่ามีความพึงพอใจมากที่สุดในเรื่องความเหมาะสมกับการใช้งานโดยมี ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=5.00) เนื่องจากกลุ่มผู้ใช้งานสามารถนำเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดมาใช้งาน และได้ทำการแยกของเสียออกมาได้ตรงตามความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งาน และเรื่องน้ำหนักเบา สะดวกสบายง่ายต่อการเคลื่อนย้าย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.75) เนื่องจากเครื่องแยกมีขนาดและน้ำหนักเบา สะดวกและง่ายในการใช้งานเป็นอย่างมากจึงทำให้กลุ่มผู้ใช้งานเกิดความพึงพอใจต่อเครื่อง และในเรื่องมีกระบวนการบำบัดที่ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.75) เนื่องจากในส่วนของการบำบัด เครื่องแยกสามารถแยกหมึกพิมพ์ และน้ำมันก๊าดให้สามารถนำกลับมาใช้งานได้ และมีกระบวนการบำบัดที่ถูกต้องไม่ซับซ้อนอีกด้วย และน้อยที่สุดเรื่องดูแลรักษา ทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่าย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.25)

2. ด้านความงามของรูปทรง พบว่าในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.58) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่ามีความพึงพอใจ มากที่สุดในเรื่องความสวยเรียบง่าย ดึงดูดสายตา มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.75) เท่ากันกับ ความปราณีต มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.75) เมื่อนำเครื่องที่ได้ทำการพัฒนามาใช้งานแล้วผู้ใช้เกิดความพึงพอใจในรูปร่างของเครื่องที่ได้ทำการพัฒนาเป็นอย่างมากเนื่องจากมีความประณีต ซึ่งตรงตามจุดประสงค์ของกลุ่มผู้ใช้งานเป็นอย่างมาก ส่วนในรายข้อมีความคิดสร้างสรรค์และศิลปะในการออกแบบ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.25) มีความพึงพอใจรองลงมาตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.4 เครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ภาพที่ 4.5 หมึกพิมพ์ที่ได้หลังจากทำการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.6 น้ำมันก๊าดที่ได้หลังจากทำการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ภาพที่ 4.7 ทดสอบหาค่าความหนืดและความหนาแน่นของน้ำมันก๊าด

ภาพที่ 4.8 ทดสอบหาค่าความเข้มของหมึกพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.9 งานพิมพ์ที่ได้จากหมึกพิมพ์ที่ไม่ได้แยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.10 งานพิมพ์ที่ได้จากหมึกพิมพ์ที่แยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลสรุปการวิจัย

จากการศึกษา สามารถสรุปผลการศึกษาตามขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

5.1.1.1 ผลสรุปการศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

จากความเห็นโดยรวมของผู้ทรงเชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ต่อเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด เลือกแบบที่ 1 โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีความเห็นทุกด้านมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเรียงตามลำดับ ดังนี้คือ

1. ด้านหน้าที่ใช้สอย พบว่า ในรูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมในด้านการใช้งานดีมาก รองลงมาคือด้านน้ำหนักเบา สะดวกสบาย ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย และมีกระบวนการบำบัดที่ถูกต้อง ดูแลรักษาทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่าย เนื่องจากเมื่อกลุ่มผู้ใช้งานได้ทดลองใช้งานแล้วพบว่าเครื่องสามารถแยกของเสียออกมาได้เป็นอย่างดีและมีความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและทำความสะอาดได้ง่าย

2. ด้านความปลอดภัย ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับดังนี้ ในด้านมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน, ด้านมีความปลอดภัยหลังการใช้งาน และด้านการเลือกใช้วัสดุในการผลิตโครงสร้างมีความปลอดภัย เนื่องจากเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดมีการเลือกใช้วัสดุที่ทนต่อกรดด่างจึงไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานทำให้ผู้ใช้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน

3. ด้านความแข็งแรงทนทาน ในภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับดีมาก พบว่ามีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับดังนี้ ด้านการเลือกใช้วัสดุที่นำมาผลิตโครงสร้างมีความแข็งแรง, และรองลงมาคือด้านวัสดุที่เลือกนำมาใช้ประกอบตัวเครื่องฯ มีความแข็งแรง เนื่องจากวัสดุที่นำมาใช้เป็นสแตนเลสจึงมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคงทน และไม่เป็นสนิมมีน้ำหนักเบาและมีโครงสร้างที่เหมาะแก่การนำไปใช้งานเป็นอย่างมาก

4. ด้านความประหยัด มีความเหมาะสมอยู่ในระดับที่ดีมาก พบว่ามีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับดังนี้มีของเสียในการผลิตน้อย และใช้วัสดุอย่างประหยัด เนื่องจากเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดใช้วัสดุที่สามารถซื้อหาได้ตามท้องตลาดทำให้ง่ายในการซื้ออุปกรณ์ที่จะนำมาผลิตเครื่องและวัสดุส่วนมากที่นำมาใช้มีราคาถูก

5. ด้านวัสดุ ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก พบว่ามีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับ ดังนี้ การเลือกใช้วัสดุที่นำมาผลิตโครงสร้างมีความเหมาะสม, ใช้วัสดุภายในประเทศ, สามารถจัดหาวัสดุได้ง่าย, ใช้วัสดุที่มีคุณภาพ, ใช้วัสดุไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากวัสดุที่ได้นำมาผลิตนั้นเป็นวัสดุที่หาง่ายมีราคาถูก และเป็นวัสดุที่ได้มาตรฐานเหมาะกับการใช้งานเป็นอย่างดี

6. ด้านโครงสร้าง ด้านมีลักษณะเฉพาะมีค่าเฉลี่ยที่เท่ากัน โดยทั้งสองด้านนั้นมีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับที่ดีมาก

7. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ในด้านนี้ถือว่ามีความเหมาะสมที่จะเลือกรูปแบบนี้มาทำการทดลองอยู่ในระดับที่ดีมาก

8. ด้านความสวยงามมีความเหมาะสม อยู่ในระดับดีมาก พบว่ามีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับดังนี้ ความสวยเรียบง่ายดึงดูดสายตา มีความประณีต มีความคิดสร้างสรรค์และศิลปะในการออกแบบ เนื่องจากเครื่องแยกหมึกพิมพ์เป็นเครื่องที่สร้างขึ้นมาเพื่อการแยกของเสียจึงต้องมีการออกแบบเพื่อให้เครื่องสามารถแยกของเสียได้ตามต้องการ แต่ก็ยังคงความสวยงามอยู่ด้วย

9. มีลักษณะเฉพาะ พบว่าในภาพรวมด้านนี้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก คือมีความเป็นเอกลักษณ์ และมีลักษณะการใช้งานอย่างอื่นเสริม

10. ด้านกรรมวิธีการผลิต พบว่าในภาพรวมด้านนี้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี พบว่ามีค่าเฉลี่ย เรียงลำดับดังนี้ สะดวกต่อการผลิต สามารถบำรุงรักษาได้ด้วยตัวเอง

11. ด้านการซ่อมบำรุงรักษา สามารถแบ่งตามรายข้อเรียงลำดับค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ สามารถทำการบำรุงรักษาได้ด้วยตนเอง ง่ายต่อการบำรุงรักษา เนื่องจากการทำงานในส่วนของการพิมพ์นั้นต้องมีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอจึงต้องออกแบบให้ง่ายในการทำความสะอาดเพราะหมึกพิมพ์และน้ำมันก๊าดอาจเปื้อนในขณะทำงานได้

5.1.1.2 ผลการประเมินการทดสอบคุณภาพของหมึกพิมพ์

ในการทดสอบค่าความเข้ม (Density) ของหมึกพิมพ์ที่ได้ทำการแยก ผลที่ได้จากการทดสอบคุณภาพของหมึกพิมพ์ที่ยังไม่ผ่านการแยกมีค่าความเข้มที่ 1.70 ซึ่งอยู่ในช่วงค่าความเข้มที่มาตรฐานกำหนดไว้ ส่วนหมึกพิมพ์ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดมีค่าความเข้มที่ลดลง มีค่า 0.09 ซึ่งมีค่าความเข้มที่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังนั้นหมึกพิมพ์ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกจึงไม่สามารถนำมาใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาในส่วนของความคิดเห็นโดยรวมของผู้เชี่ยวชาญทางด้านการทดสอบคุณภาพมีความเห็นต่อหมึกพิมพ์ ที่ทำการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ดังนี้ หมึกพิมพ์ที่ได้ทำการแยกออกมาจะเป็นสีดำเพราะหมึกที่ได้ทำการแยกมีหลายสีมาผสมกันเมื่อแยกออกมาแล้วจึงได้เฉพาะสีดำเท่านั้น ซึ่งเมื่อนำไปวัดหาค่าความเข้มพบว่าค่าความเข้มที่ได้ มีค่า 0.09 ซึ่งเป็นค่าความเข้มที่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่สามารถนำหมึกพิมพ์ไปใช้งานได้ ในส่วนของการยึดเกาะ ความเหนี่ยว และการไหลนั้น เมื่อทำการทดลองโดยการนำหมึกพิมพ์ที่ได้มาทำการพิมพ์พบว่า หมึกพิมพ์ที่ทำการแยกไม่มีการยึดเกาะที่ดีและมีความเหลวมาก เมื่อทำการพิมพ์ลงบนวัสดุภาพจะติดไม่สม่ำเสมอกันดังนั้นหมึกพิมพ์ที่ได้ทำการแยกด้วยเครื่องแยกยังไม่มีคุณสมบัติที่จะนำไปใช้งานได้

5.1.1.3 ผลการประเมินการทดสอบคุณภาพของน้ำมันก๊าด

การทดสอบค่าความหนาแน่น ของน้ำมันก๊าดที่ยังไม่ผ่านการแยกมีค่าความหนาแน่นที่ .78 - .92 ซึ่งเป็นค่าความหนาแน่นที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่วนน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดพบว่ามีค่าความหนาแน่นที่ 0.78 ซึ่งเป็นค่าความหนาแน่นที่อยู่ในช่วงค่าความหนาแน่นตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกจึงสามารถนำมาใช้งานได้

การทดสอบค่าความหนืดของน้ำมันก๊าดที่ยังไม่ผ่านการแยกมีค่าความหนืดที่ .78 - .92 ซึ่งเป็นค่าความหนืดที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่วนน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดมีค่าความหนืดที่ 0.91 ซึ่งเป็นค่าความหนืดที่อยู่ในช่วงค่าความหนาแน่นตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกจึงสามารถนำมาใช้งานได้

เมื่อพิจารณาในส่วนของความคิดเห็นโดยรวมของผู้เชี่ยวชาญทางด้านการทดสอบคุณภาพมีความเห็นต่อน้ำมันก๊าด ที่ทำการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ดังนี้ น้ำมันก๊าดที่ได้ทำการแยกออกมาจะมีสีไม่ใสเนื่องจากมีส่วนผสมของหมึกพิมพ์ผสมอยู่ด้วย เมื่อนำน้ำมันก๊าดที่แยกไปทำการทดสอบโดยการวัดหาค่าความหนาแน่นพบว่าน้ำมันก๊าดที่ทำการแยกมีความหนาแน่น 0.78 ซึ่งมีความหนาแน่นอยู่ในช่วงค่าที่สามารถนำไปใช้งานได้ และเมื่อทำการทดสอบหาค่าความหนืดมีค่า 0.91 ซึ่งมีค่าความหนืดอยู่ในช่วงค่าที่สามารถน้ำไปใช้งานได้

5.1.1.4 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน พบว่า ในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X}$=4.68) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่ามีความพึงพอใจมากที่สุดในเรื่องความเหมาะสมกับการใช้งานโดยมี ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=5.00) เนื่องจากกลุ่มผู้ใช้งานสามารถนำเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดมาใช้งาน และได้ทำการแยกของเสียออกมาได้ตรงตามความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งาน และเรื่องน้ำหนักเบา สะดวกสบายง่ายต่อการเคลื่อนย้ายมี ค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

($\bar{X}$=4.75) เนื่องจากเครื่องแยกมีขนาดและน้ำหนักเบา สะดวกและงานในการใช้งานเป็นอย่างมากจึงทำให้กลุ่มผู้ใช้งานเกิดความพึงพอใจต่อเครื่อง และในเรื่องมีกระบวนการบำบัดที่ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.75) เนื่องจากในส่วนของการบำบัด เครื่องแยกสามารถแยกหมึกพิมพ์ และน้ำมันก๊าดให้สามารถนำกลับมาใช้งานได้ และมีกระบวนการบำบัดที่ถูกต้องไม่ซับซ้อนอีกด้วย และน้อยที่สุดเรื่องดูแลรักษา ทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่าย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.25)

ด้านความงามของรูปทรง พบว่าในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.58) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่ามีความพึงพอใจ มากที่สุดในเรื่องความสวย เรียบง่าย ดึงดูดสายตา มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.75) เท่ากันกับ ความปราณีต มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.75) เมื่อนำเครื่องที่ได้ทำการพัฒนามาใช้งานแล้วผู้ใช้เกิดความพึงพอใจในรูปร่างของเครื่องที่ได้ทำการพัฒนาเป็นอย่างมากเนื่องจากมีความประณีต ซึ่งตรงตามจุดประสงค์ของกลุ่มผู้ใช้งานเป็นอย่างมาก ส่วนในรายข้อมีความคิดสร้างสรรค์และศิลปะในการออกแบบ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$=4.25) มีความพึงพอใจรองลงมาตามลำดับ

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลสรุปในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้หลักการพัฒนาด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของอุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549) ใช้หลักการดังนี้ หน้าที่ใช้สอย ความปลอดภัย ความแข็งแรงทนทาน ความปลอดภัย วัสดุ โครงสร้าง ความสะดวกสบายในการใช้งาน ความสวยงาม มีลักษณะเฉพาะ กรรมวิธีการผลิต การซ่อมบำรุงรักษา โดยภาพรวมอยู่ในระดับที่ดีมาก

ซึ่งทั้งนี้ เป็นเพราะผลิตภัณฑ์ที่ดีควรต้องมีหน้าที่ใช้สอยที่ดี ต้องออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีรูปแบบตรงตามเป้าหมายที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งาน โดยมีการใช้งานที่ง่าย สะดวกสบาย ดูแลรักษาทำความสะอาดง่าย ปลอดภัยในการใช้เครื่อง เมื่อใช้ผลิตภัณฑ์แล้วไม่เกิดอันตรายจากเครื่องจักร รวมทั้งการเลือกใช้วัสดุ ความแข็งแรงทนทานของผลิตภัณฑ์ การคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสมของผู้ใช้งานเคลื่อนย้ายสะดวก และการจัดตำแหน่งกลไกได้เหมาะสม

ส่วนทางด้านวิศวกรรม ในการออกแบบเครื่องจักรกลอุปกรณ์ และภาชนะที่ใช้ในกระบวนการทำงานนั้นต้องมีการศึกษารายละเอียดทางด้านความแข็งแรง คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการผลิตระบบต่าง ๆ ของเครื่องจักร เพื่อให้การออกแบบเครื่องจักรกล มีความเหมาะสมกับการใช้งาน และเกิดความปลอดภัย ซึ่งสอดคล้องกับวริทธิ์ อึ๊งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน (2540)

จากการทดสอบค่าความเข้ม (Density) ของหมึกพิมพ์ พบว่าหมึกพิมพ์ที่ได้ ไม่มีการยึดติดที่ดี ทำให้ภาพที่ได้ออกมามีความเข้มที่ไม่สม่ำเสมอกัน เพราะหมึกพิมพ์ที่ได้ทำการแยกออกมานั้นแยกออกมาเฉพาะผงสีเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับซึ่งสอดคล้องกับอุรวิศ ตั้งกิจวิวัฒน์ (2547) ที่กล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่า องค์ประกอบหลักของหมึกพิมพ์ประกอบด้วย ผงสี เรซิน น้ำมัน สารเติมแต่ง และตัวทำละลาย ซึ่ง ผงสีทำหน้าที่ให้สีกับหมึกพิมพ์ เรซินมีหน้าที่ยึดเกาะกับวัสดุ น้ำมันทำหน้าที่เพิ่มความข้นเหนียวหรือทำหน้าที่เป็นตัวละลายซึ่งมีผลต่อคุณสมบัติในการแห้งตัว และสารเติมแต่งมีหน้าที่ปรับปรุงคุณสมบัติของหมึกพิมพ์ให้ดีขึ้น ซึ่งเมื่อนำมาพิจารณาตามองค์ประกอบของหมึกพิมพ์ พบว่า ในส่วนสีของหมึกพิมพ์ที่ทำการแยกสีที่ได้จะเป็นสีดำ และเมื่อนำไปวัดค่าความเข้มพบว่าค่าความดำที่ได้ มีค่า 0.09 ซึ่งเป็นความเข้มที่ไม่สามารถนำไปนำไปใช้งานได้ ในส่วนของการยึดเกาะ ความเหนียว และการไหลนั้น เมื่อทำการทดลองโดยการนำหมึกที่ได้มาทำการพิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ พบว่า หมึกพิมพ์ที่ทำการแยกไม่มีการยึดเกาะที่ดี และมีความเหลวมาก เมื่อทำการพิมพ์ลงบนวัสดุภาพที่ได้มีสีที่ไม่สม่ำเสมอกัน ดังนั้นหมึกพิมพ์ที่ได้จากการแยกจึงไม่มีคุณสมบัติในการนำไปใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับอรัญ หาญสืบสาย (2545) กล่าวว่า การยึดติดเป็นสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของหมึกพิมพ์เมื่อพิมพ์ลงบนวัสดุ เมื่อทำการพิมพ์แล้วจะได้ภาพที่มีความคมชัดเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน และหมึกพิมพ์ที่ดีจะต้องประกอบด้วยโลหะหนักเพื่อทำให้เกิดการเกาะติด ซึ่งเมื่อโลหะมีน้อยเกินไปอาจทำให้เกิดปัญหาขอบภาพไม่เรียบสม่ำเสมอกัน

ผลจากการทดสอบน้ำมันก๊าดที่ได้ทำการแยก พบว่า น้ำมันก๊าดมีลักษณะขุ่นไม่ใส่เนื่องจากมีส่วนผสมของหมึกพิมพ์ผสมอยู่ทำให้น้ำมันมีลักษณะขุ่นแต่สามารถนำไปใช้งานได้ ซึ่งสอดคล้องกับ คู่มือการใช้ปิโตรเลียม บริษัท เอสโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) (2544) กล่าวว่า น้ำมันเชื้อเพลิงแม้ในกระบวนการผลิตจะมีการแยกสิ่งสกปรกออกแล้วก็ตาม แต่ก็ยังมีบางส่วนที่ติดอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิงโดยเฉพาะน้ำมันเตา หรือบางครั้งอาจเกิดสิ่งสกปรกที่เกิดจากการขนส่งการเก็บที่ไม่ถูกต้องหรือการปลอมปนได้ และจากการทดสอบหาค่าความหนาแน่น และค่าความหนืด ของน้ำมันก๊าด พบว่า น้ำมันก๊าดที่ได้ทำการทดลองหาค่าความหนาแน่น มีค่า 0.78 ซึ่งอยู่ในช่วงค่าที่นำมาใช้งานได้ ส่วนน้ำมันก๊าดที่ได้ทำการทดสอบหาค่าความหนืด มีค่า 0.91 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงความหนืดที่สามารถนำมาใช้งานได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเชื้อเพลิง และผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงของเอสโซ่ (2544) กล่าวว่า ในน้ำมันเชื้อเพลิง ความหนืดมีความสำคัญในการใช้งานเพื่อใช้ในการแบ่งเกรดของน้ำมัน และต้องมีความหนาแน่นที่อยู่ในอุณหภูมิที่ 15.6 °C จะทำให้น้ำมันสามารถไหลออกจากภาชนะได้ดี

จากผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มการใช้งานเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ในส่วนความแข็งแรงทนทาน ความประหยัด โครงสร้าง มีลักษณะเฉพาะ ตามลำดับ ซึ่งตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งานเป็นอย่างมากอีกทั้งยังสามารถใช้วัสดุที่หาได้ง่าย และมีราคาถูก อีกทั้งยังทำให้เกิดความสะดวกสบายในการทำงาน และยังสามารถนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ได้ ทำให้ลดต้นทุนในการซื้อวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

จากการศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ผู้วิจัยขอเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้ดังนี้

5.3.1.1 ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล แนะนำว่า ลักษณะของเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด มีขนาดเล็กสามารถนำมาเป็นต้นแบบในการผลิตเครื่องขนาดใหญ่ให้เหมาะสมกับโรงงานได้

5.3.1.2 การศึกษาทฤษฎีและแนวคิดใหม่ๆ มีความสำคัญต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นอย่างยิ่ง รวมถึงการศึกษาข้อมูลด้านรูปแบบ วัสดุ เทคโนโลยีการผลิต ข้อมูลใหม่ที่มีความเป็นสากลอยู่ตลอดเวลา จะทำให้เครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ เหมาะสมกับการใช้งาน และสามารถนำไปพัฒนาให้เกิดประสิทธิภาพสูงได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป

5.3.2.1 รูปทรงที่สร้างขึ้นใหม่ ควรมีการเพิ่มองค์ประกอบในการทำงานให้มีประสิทธิภาพเพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน

5.3.2.2 งานวิจัยนี้เป็นเพียงตัวอย่างหนึ่งของงานวิจัยประเภท การวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งสามารถนำวิธีการ หลักการและกระบวนการของงานวิจัยชิ้นนี้เป็นแนวทางในการศึกษา การทำวิจัยประเภทเดียวกันหรือประเภทที่ใกล้เคียงกัน เพื่อการพัฒนาการศึกษาและผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมธุรกิจพลังงาน. 2551. **โครงการก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์.** ไทยแลนด์เว็บออนไลน์ดอทคอม.

กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ.2550. **API ของปิโตรเลี่ยมเหลวในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ : กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ.

เกรียงศักดิ์ รัตนขจรกุลและสิริทร์ ตันตรวงศ์. 2543. "การจัดสีหมึกออกจากน้ำทิ้งโรงพิมพ์เฟล็กโซกราฟี." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

กิติ สินธุเสก .2544.**การออกแบบภายในขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเชื้อเพลิง และผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงของเอสโซ่. 2544. **บริษัท เอสโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน).** กรุงเทพฯ : ฝ่ายธุรกิจอุตสาหกรรมและขายส่ง.

คู่มือการใช้ปิโตรเลียม บริษัท เอสโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด. 2544. **บริษัท เอสโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน).** กรุงเทพฯ : ฝ่ายธุรกิจอุตสาหกรรมและขายส่ง.

นิรัช สุดสังข์. 2548. **การวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

เนรัญชรา กำไลทอง และคณะ.2542. **วัสดุช่างอุตสาหกรรม** กรุงเทพฯ : แม็ค.

บุญธรรม ภัทราจารุกุล. 2546. **วัสดุช่าง.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ผกามาศ ผจญแก้ว. 2545. **เอกสารการสอนชุดวิชาการออกแบบทางการพิมพ์** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมธิราช. หน้า 154-162

พงศักดิ์ ศิวภัทรกำพล และคณะ. 2543. **ไฟฟ้าเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. 2540. **พลาสติก.** กรุงเทพฯ : มิตรนราการพิมพ์.

พิไลวรรณ ประกอบผล. 2540. **หลักการตลาด.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพพรรณ สันติสุข. 2539. **วัสดุอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรทวี วัฒนพานิช. 2541. "การศึกษาการตรวจสอบคุณภาพสิ่งพิมพ์ประเภทนิตยสารในระบบพิมพ์ออฟเซตชนิดป้อนแผ่น." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มนตรี ยอดบางเตย. 2538. **ออกแบบผลิตภัณฑ์.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

มนูกิจ พานิชกุล. 2548. **แนวคิดและวิธีการออกแบบเครื่องจักรกล** กรุงเทพฯ : ส.ส.ท.สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช หน่วยที่ 1-8. 2540. **เอกสารชุดวิชา ประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยีการพิมพ์.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช หน่วยที่ 1 – 5 พ.ศ.2534. **เออร์กอนอมิกส์และจิตวิทยาในการทำงาน.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช หน่วยที่ 11-15. 2552. **การจัดการทางการผลิต และควบคุมคุณภาพทางการพิมพ์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

มานพ ตันตระบัณฑิตย์ และ สำลี แสงแห้ว. 2542. **วัสดุช่างอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ยุทธศักดิ์ คณาสวัสดิ์ . 2546. **การค้าเสรีและการคุ้มครอง.** หน้าที่ 11-16.**วารสารส่งเสริมการลงทุน.** ปีที่ 20. ฉบับที่ 11.

รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์. 2539. **วัสดุทางการพิมพ์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

รายงานฉบับสมบูรณ์ .2547. **โครงการจัดทำแผนแม่บทอุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์ และชาญ ฉนัดงาน. 2546. **การออกแบบเครื่องจักรกล.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สุชปา เนตรประดิษฐ์. 2547. **การพิมพ์กับสิ่งแวดล้อม.** (หน้า 66-67). **วารสารการพิมพ์สกรีน.** ปีที่ 12. ฉบับที่ ก.ค.-ก.ย. 2547.

สุชาตา ชินะจิตร. 2549. **ฐานความรู้เรื่องความปลอดภัยด้านสารเคมี.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาพร ดีบุญมี ณ.ชุมแพ. 2540. **ออกแบบอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง .

สุภาวดี เทวาสะโณ. 2539. **วัสดุทางการพิมพ์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.

สาคร คันธโชติ. 2528. **การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2547. **แผนแม่บทเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทย.** ภาคที่หนึ่ง : นโยบายและกลยุทธ์ สถาบัน วิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย.

สาวิตรี จันทรานุรักษ์. 2546. **กระบวนการแยกเชิงกลในอุตสาหกรรม** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิทย์ พรมสาร. 2546. "การศึกษาวิธีการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงพิมพ์ออฟเซตขนาดใหญ่." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อรอุมา กอสนาน. 2540. **วัสดุวิศวกรรม.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) สสท.

อรัญ หาญสืบสาย. 2545. **มาตรฐานการพิมพ์ออฟเซต แนวคิดและวิธีการ.** กรุงเทพ : อมรินทร์พริ้นติ้งแอนพับลิชชิ่ง.

อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549. **เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

อุรวิศ ตั้งกิจวิวัฒน์. 2547. **ความรู้เกี่ยวกับหมึกพิมพ์.** พิมพ์ครั้งที่ 1 .ไฮสปีด. หน้า 44-49. Colour Way. **วารสารสิ่งทอ.** ฉบับที่ 49. 2004.

Tomas SJ. Viray. 2008. **วารสารการพิมพ์สกรีนไทย** กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และผลการวิเคราะห์การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา IOC

ภาคผนวก ข หนังสือราชการ

ภาคผนวก ค ผลการออกแบบ เขียนแบบเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ภาคผนวก ง ภาพถ่าย

ภาคผนวก จ การทดสอบหมึกพิมพ์ และน้ำมันก๊าด

ภาคผนวก ฉ ตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและวิศวกรรมเครื่องกล
- แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบคุณภาพ
- แบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด
- ผลการวิเคราะห์การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา IOC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบบสอบถามในงานวิจัย

หัวข้อการศึกษา เรื่อง ศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด
หลักสูตรครุศาสตร์อตุสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
โดย นางสาวปรีชญา สมานตระกูล

วัตถุประสงค์ในการวิจัย ดังนี้ คือ

1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

1.2.2 เพื่อทดลองและทดสอบคุณภาพเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

คำชี้แจง : ลักษณะแบบสอบถาม มี 2 ลักษณะที่ต้องใช้ประกอบร่วมกันมีดังต่อไปนี้ คือ

1. แบบร่าง (Sketch Design) เครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด 3 รูปแบบได้แก่ แบบA แบบB และ แบบC

2. แบบสอบถามในด้านความคิดที่มีต่อการศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ในแต่ละแบบโดยขอความกรุณาให้ท่านพิจารณา และโปรดทำเครื่องหมาย (✓) ในตารางของระดับค่าความคิดเห็นว่าเหมาะสมที่สุดในแต่ละข้อของคำถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 หมายถึง ดีมาก

4 หมายถึง ดี

3 หมายถึง พอใช้

2 หมายถึง ควรปรับปรุง

1 หมายถึง สมควรปรับปรุง

พร้อมข้อเสนอแนะจากท่านนี้สามารถตอบได้อย่างอิสระ (Open end) ในตอนท้ายของแบบสอบถามเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและการวิจัยในครั้งนี้

หมายเหตุ

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนี้จะเก็บความลับ เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้นจึงขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้กรุณาช่วยประเมินตอบแบบสอบถามในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ)

แบบสอบถามในงานวิจัย

คำชี้แจง : ให้ท่านใช้คำตอบโดยลงเครื่องหมาย (✓)ในช่อง ที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

หัวข้อที่	เกณฑ์และรายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น														
		รูปแบบที่ 1					รูปแบบที่ 2					รูปแบบที่ 3				
1	**หน้าที่ใช้สอย**	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	1.1 เหมาะสมกับการใช้งาน															
	1.2 น้ำหนักเบา สะดวกสบายง่ายต่อการเคลื่อนย้าย															
	1.3 ดูแลรักษา ทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่าย															
	1.4 มีกระบวนการบำบัดที่ถูกต้อง															
2	**ความปลอดภัย**	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	2.1 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน															
	2.2 มีความปลอดภัยหลังการใช้งาน															
	2.3 การเลือกใช้วัสดุในการผลิตโครงสร้างมี ความปลอดภัย															
3	**ความแข็งแรงทนทาน**	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	3.1 การเลือกใช้วัสดุที่นำมาผลิตโครงสร้างมีความแข็งแรง															
	3.2 วัสดุที่เลือกนำมาใช้ประกอบตัวเครื่องฯ มีความแข็งแรง															

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อที่	เกณฑ์และรายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น														
		รูปแบบที่ 1					รูปแบบที่ 2					รูปแบบที่ 3				
4	**ความประหยัด**	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	4.1 การใช้วัสดุอย่างประหยัด															
	1.2 น้ำหนักเบา สะดวกสบายง่ายต่อการเคลื่อนย้าย															
5.	**วัสดุ**	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	5.1 การเลือกใช้วัสดุที่นำมาผลิตโครงสร้างมีความเหมาะสม															
	5.2 ใช้วัสดุภายในประเทศ															
	5.3 ใช้วัสดุที่ไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อม															
	5.4 ใช้วัสดุที่มีคุณภาพ															
	5.5 สามารถจัดหาวัสดุได้ง่าย															
6.	**โครงสร้าง**	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	6.1 โครงสร้างแข็งแรง															
	6.2 โครงสร้างของเครื่องฯ มีความเหมาะสมกับการใช้งาน															
7.	**ความสะดวกสบายในการใช้งาน**	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	7.1 เครื่องฯ มีขนาดสัดส่วนเหมาะสมกับการใช้งาน															
	7.2 เครื่องฯ มีความสะดวกสบายในการถอดอุปกรณ์เพื่อนำไปทำงาน															
	7.3 เครื่องฯ มีขนาดสัดส่วนที่เหมาะสม															

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อที่	เกณฑ์และรายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น														
		รูปแบบที่ 1					รูปแบบที่ 2					รูปแบบที่ 3				
8	**ความสวยงาม**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	8.1 สวย เรียบง่าย ดึงดูดสายตา															
	8.2 มีความคิดสร้างสรรค์และศิลปะในการออกแบบ															
9	**มีลักษณะเฉพาะ**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	9.1 มีความเป็นเอกลักษณ์															
	9.2 มีลักษณะการใช้งานอย่างอื่นเสริม															
10.	**การซ่อมบำรุงรักษา**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	10.1 ง่ายต่อการบำรุงรักษา															
	10.2 สามารถทำการบำรุงรักษาได้ด้วยตนเอง															
11.	**กรรมวิธีการผลิต**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	11.1 สะดวกต่อการผลิต															
	11.2 สามารถบำรุงรักษาได้ด้วยตนเอง															

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

ผู้ประเมิน

.....

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบคุณภาพ)

แบบสอบถามในงานวิจัย

คำชี้แจง : ให้ท่านใช้คำตอบโดยลงเครื่องหมาย (✓)ในช่อง ที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

เกณฑ์และรายการประเมินผล	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1 คุณภาพ					
2 โทนสี					
3 ประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม					
4 มีกระบวนการบำบัดที่ถูกต้อง					
5 การนำกลับไปใช้ใหม่					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผู้ประเมิน

.....

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบบสอบถามในงานวิจัย

หัวข้อการศึกษา เรื่อง ศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์น้ำมันก๊าด
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
โดย นางสาวปรีชญา สมานตระกูล

คำชี้แจง : ลักษณะแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านความสวยงามของรูปทรง ด้านประโยชน์ใช้สอย ด้านการใช้วัสดุที่มีคุณภาพ ด้านราคาและด้านที่สร้างภาพพจน์ที่ดีต่อผู้ใช้ โดยให้ค่าระดับความพึงพอใจในแต่ละข้อดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 หมายถึง ดีมาก

4 หมายถึง ดี

3 หมายถึง พอใช้

2 หมายถึง ควรปรับปรุง

1 หมายถึง สมควรปรับปรุง

โดยการทำเครื่องหมาย (✓) ในตารางของค่าระดับความพึงพอใจ

ตอนที่ 3 เป็นข้อเสนอของผู้ที่ใช้สามารถตอบได้อย่างอิสระ (Open End) คำถามเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ที่สามารถนำไปการศึกษาและพัฒนาการศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด ให้มีความสมบูรณ์เพื่อตอบรับความพึงพอใจของผู้ใช้มากที่สุด

หมายเหตุ ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามจะเก็บไว้เป็นความลับ เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้นจึง ขอขอบคุณ ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการให้คำตอบการวิจัยครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)

แบบสอบถามในงานวิจัย

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง : ให้ท่านใช้คำตอบโดยลงเครื่องหมาย (✓)ในช่อง ที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ

☐ 15-20 ปี ☐ 21-30 ปี

☐ 30 ปีขึ้นไป

3. การศึกษาระดับ

☐ ปวช. ☐ ปวส.

☐ ปริญญาตรี

4. ท่านคิดว่าเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด เป็นการออกแบบที่คำนึงถึงส่วนใดมากที่สุด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ รูปทรงที่สวยงาม ☐ การนำของเสียกลับมาใช้ใหม่

☐ ประโยชน์ใช้สอย ☐ วัสดุที่ใช้ผลิต

☐ ความแข็งแรงทนทาน

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)

แบบสอบถามในงานวิจัย

ตอนที่ 2 : ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง : ให้ท่านใช้คำตอบโดยลงเครื่องหมาย (✓)ในช่อง ที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

หัวข้อที่	การประเมินผล	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	**ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน**					
	1.1 เหมาะสมกับการใช้งาน					
	1.2 น้ำหนักเบา สะดวกสบายง่ายต่อการเคลื่อนย้าย					
	1.3 ดูแลรักษา ทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่าย					
	1.4 มีกระบวนการบำบัดที่ถูกต้อง					
2	**ด้านความงามของรูปทรง**	5	4	3	2	1
	2.1 สวย เรียบง่าย ดึงดูดสายตา					
	2.2 มีความคิดสร้างสรรค์และศิลปะในการออกแบบ					
	2.3 มีความปราณีต					

ตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะ

คำชี้แจง : ให้ท่านลงความคิดเห็นหากมีข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องต่องานวิจัย

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาคุณภาพของแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าดที่ใช้ล้างเครื่องพิมพ์ออฟเซต

****

เป็นการนำแบบสอบถาม แบบประเมินด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบบประเมินด้านวัสดุและการผลิต และแบบประเมินความพึงพอใจทางด้านการใช้งาน มาทำการวิเคราะห์หาค่าความตรงเชิงเนื้อหา ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อให้ตรงกับจุดประสงค์ (IOC) จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรรณะ อารีสินพิทักษ์
   คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พีรยา สระมาลา
   รองอธิการบดีฝ่ายบริหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพฯ
   (วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ)
3. อาจารย์พิษณุ นภากรณ์
   หัวหน้างานฝ่ายควบคุมการผลิต กองการพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การหาคุณภาพของแบบสอบถาม

<u>คำชี้แจง</u>

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง+ 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของการประเมิน

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของการประเมิน

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง - 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่เป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของการประเมิน

แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบประเมินด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

หัวข้อที่	เกณฑ์และรายการประเมิน	ผลการพิจารณา		
		-1	0	1
1	**หน้าที่ใช้สอย**			
	1.1 เหมาะสมกับการใช้งาน			
	1.2 น้ำหนักเบา สะดวกสบายง่ายต่อการเคลื่อนย้าย			
	1.3 ดูแลรักษา ทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่าย			
	1.4 มีกระบวนการบำบัดที่ถูกต้อง			
2	**ความปลอดภัย**			
	2.1 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน			
	2.2 มีความปลอดภัยหลังการใช้งาน			
	2.3 การเลือกใช้วัสดุในการผลิตโครงสร้างมีความปลอดภัย			
3	**ความแข็งแรงทนทาน**			
	3.1 การเลือกใช้วัสดุที่นำมาผลิตโครงสร้างมีความแข็งแรง			
	3.2 วัสดุที่เลือกนำมาใช้ประกอบตัวเครื่องฯ มีความแข็งแรง			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อที่	เกณฑ์และรายการประเมิน	ผลการพิจารณา		
		-1	0	1
4	**ความประหยัด**			
	4.2 มีของเสียในการผลิตมีน้อย			
	4.1 การใช้วัสดุอย่างประหยัด			
5	**วัสดุ**			
	5.1 การเลือกใช้วัสดุที่นำมาผลิตโครงสร้างมีความเหมาะสม			
	5.2 ใช้วัสดุภายในประเทศ			
	5.3 ใช้วัสดุที่ไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อม			
	5.4 ใช้วัสดุที่มีคุณภาพ			
	5.5 สามารถจัดหาวัสดุได้ง่าย			
6	**โครงสร้าง**			
	6.1 โครงสร้างแข็งแรง			
	6.2 โครงสร้างของเครื่องฯ มีความเหมาะสมกับการใช้งาน			
7	**ความสะดวกสบายในการใช้งาน**			
	7.1 เครื่องฯ มีขนาดสัดส่วนเหมาะสมกับการใช้งาน			
	7.2 เครื่องฯ มีความสะดวกสบายในการถอดอุปกรณ์เพื่อนำไปทำงาน			
	7.3 เครื่องฯ มีขนาดสัดส่วนที่เหมาะสม			
8	**ความสวยงาม**			
	8.1 สวย เรียบง่าย ดึงดูดสายตา			
	8.2 มีความคิดสร้างสรรค์และศิลปะในการออกแบบ			
	8.3 มีความประณีต			
9	**มีลักษณะเฉพาะ**			
	9.1 มีความเป็นเอกลักษณ์			
	9.2 มีลักษณะการใช้งานอย่างอื่นเสริม			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อที่	เกณฑ์และรายการประเมิน	ผลการพิจารณา		
		-1	0	1
10	**การซ่อมบำรุงรักษา**			
	10.1 ง่ายต่อการบำรุงรักษา			
	10.2 สามารถทำการบำรุงรักษาได้ด้วยตนเอง			
11	**กรรมวิธีการผลิต**			
	11.1 สะดวกต่อการผลิต			
	11.2 สามารถบำรุงรักษาได้ด้วยตนเอง			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>คำชี้แจง</u>

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง+ 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของการประเมิน

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของการประเมิน

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง - 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่เป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของการประเมิน

แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบประเมินด้านความพึงพอใจ

หัวข้อที่	การประเมินผล	ผลการพิจารณา		
		-1	0	1
1.	**ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน**			
	1.1 เหมาะสมกับการใช้งาน			
	1.2 น้ำหนักเบา สะดวกสบายง่ายต่อการเคลื่อนย้าย			
	1.3 ดูแลรักษา ทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่าย			
	1.4 มีกระบวนการบำบัดที่ถูกต้อง			
2.	**ด้านความงามของรูปทรง**			
	2.1 สวย เรียบง่าย ดึงดูดสายตา			
	2.2 มีความคิดสร้างสรรค์และศิลปะในการออกแบบ			
	2.3 มีความปราณีต			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 แสดงผลการหาคุณภาพความสอดคล้องของแบบสอบด้านการออกแบบ โดยสอบถามจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. หน้าที่ใช้สอย						
1.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.3	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.4	1	0	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
1.5	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.6	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
2. ความปลอดภัย						
2.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
2.2	1	1	0	3	1	มีความเที่ยงตรง
2.3	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
3. ความแข็งแรงทนทาน						
3.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
3.2	1	0	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
4. ความประหยัด						
4.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
4.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
5. วัสดุ						
5.1	1	0	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
5.2	1	1	0	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
5.3	1	1	0	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
5.4	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
5.5	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
6. โครงสร้าง						
6.1	1	1	0	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
6.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
7. ความสะดวกสบายในการใช้งาน						
7.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
7.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
7.3	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
8. ความสวยงาม						
8.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
8.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
8.3	1	0	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
9. มีลักษณะเฉพาะ						
9.1	1	0	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
9.2	0	1	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
10. กรรมวิธีการผลิต						
10.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
11. การซ่อมบำรุงรักษา						
11.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
11.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 แสดงผลการหาคุณภาพความสอดคล้องของแบบสอบความพึงพอใจ โดยสอบถามจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน						
1.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.2	0	1	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
1.3	1	0	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
1.4	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
2. ด้านความงามของรูปทรง						
2.1	1	1	0	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
2.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
2.3	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

หนังสือราชการ

- หนังสือเรียนเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถาม
- หนังสือเรียนเชิญผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบและวิศวกรรม
- หนังสือเรียนเชิญผู้เชี่ยวชาญทางด้านการตรวจสอบคุณภาพ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์
- หนังสือตีพิมพ์บทความวารสารวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนบริหารงานทั่วไป โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 /2164 วันที่ 31 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.วรรณะ อารีสินพิทักษ์

ด้วย นางสาวปรีชญา สมานตระกูล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด" โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบประเมินดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่า มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนางสาวปรีชญา สมานตระกูล มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามและแบบประเมินเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

วันที่ 21 ก.ค. 52

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 2164

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

31 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์พีรยา สระมาลา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามและแบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวปรีชญา สมานตระกูล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด" โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบประเมินดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนางสาวปรีชญา สมานตระกูล มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

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

(นางพีรยา สระมาลา)
รองคณบดีฝ่ายบริหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 2735

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบ
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๗ กันยายน 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์พิษณุ นภากรณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามและแบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวปรีชญา สมานตระกูล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด" โดยมี ดร.จุตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบประเมินดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนางสาวปรีชญา สมานตระกูล มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

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

เอกสารนี้เผยแพร่เพื่อสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 2164

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

31 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สุรศักดิ์ อู่อมรเลิศ

ด้วย นางสาวปรีชญา สมานตระกูล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด" โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบเพื่อการวิจัยของนางสาวปรีชญา สมานตระกูล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

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

นาย สุรศักดิ์ อู่อมรเลิศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

ที่ ศธ 0524.04/ 2164

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

31 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบเพื่อการวิจัย

เรียน นายศิริโรจน์ งามเขียว

ด้วย นางสาวปรีชญา สมานตระกูล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด" โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบเพื่อการวิจัยของนางสาวปรีชญา สมานตระกูล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3552

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ฉนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒ ธันวาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบเพื่อการวิจัย

เรียน นายไพศาล สวนปรารมณ์

ด้วย นางสาวปรีชญา สมานตระกูล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด" โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบเพื่อการวิจัยของนางสาวปรีชญา สมานตระกูล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

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

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 2164

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

31 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการทดสอบคุณภาพเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ปฏิพากย์ ปุ่นอุดม

ด้วย นางสาวปรีชญา สมานตระกูล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด" โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการทดสอบคุณภาพเพื่อการวิจัยของ
นางสาวปรีชญา สมานตระกูล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

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

เรียน ดร.ณรงค์ฤทธิ์ ไกรดิษฐ์ไพศาล
เพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการตามสมควรด้วย

(ปฏิพากย์ ปุ่นอุดม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 2164

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

31 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการทดสอบคุณภาพเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สันติ ชื่นเจริญ

ด้วย นางสาวปรีชญา สมานตระกูล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด" โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการทดสอบคุณภาพเพื่อการวิจัยของ นางสาวปรีชญา สมานตระกูล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

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

ยินดีในความอนุเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนบริหารงานทั่วไป โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 2164 วันที่ 31 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการทดสอบคุณภาพเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์โกสินทร์ เบ้าทอง

ด้วย นางสาวปรีชญา สมานตระกูล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด" โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการทดสอบคุณภาพเพื่อการวิจัยของนางสาวปรีชญา สมานตระกูล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

นาย โกสินทร์ เบ้าทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 2173

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

4 สิงหาคม 2552

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน หัวหน้าแผนกวิชาการพิมพ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
2. แบบสอบถามและแบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวปรีชญา สมานตระกูล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด" โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อ 7 กุมภาพันธ์ 2552 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นางสาวปรีชญา สมานตระกูล ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและแบบประเมินเพื่อการวิจัยภายในแผนกของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ศรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

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

เรียน คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ทางสาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ มีความยินดี ให้นักศึกษามาทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
ในครั้งนี้ ขอแสดงความนับถือ
3 ก.ย. 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 2173

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

4 สิงหาคม 2552

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน หัวหน้าแผนกวิชาการพิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
2. แบบสอบถามและแบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวปรีชญา สมานตระกูล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด" โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อ 7 กุมภาพันธ์ 2552 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นางสาวปรีชญา สมานตระกูล ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและแบบประเมินเพื่อการวิจัยภายในแผนกของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

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

เรียน คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
แผนกวิชาการพิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
อนุญาตให้นักศึกษาดำเนินการทดลอง
และเก็บรวบรวมข้อมูลในแผนกวิชา

(ดวงมณี ดอนอุทัย)
หัวหน้าแผนกวิชาการพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 6620.1/ 0135

คณะศิลปกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

10 กุมภาพันธ์ 2553

เรื่อง การตอบรับการตีพิมพ์บทความวารสารวิชาการ "ศิลปกรรมบูรพา"

เรียน คุณปรีชญา สมานตระกูล

ตามที่ท่านได้ส่งบทความงานวิจัยเรื่อง **"การศึกษาและพัฒนาเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด"** เพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ "ศิลปกรรมบูรพา"

ทางคณะกรรมการจัดทำวารสารได้พิจารณาและจัดส่งบทความงานวิจัยของท่าน ให้คณะกรรมการกลั่นกรองบทความวิชาการ (Peer Review) พิจารณาแล้ว โดยถ้ามีเอกสารตอบรับการพิจารณาพร้อมข้อเสนอแนะ ทางกองบรรณาธิการจะดำเนินการแจ้งให้ท่านผู้ส่งบทความได้ปรับแก้จนแล้วเสร็จสมบูรณ์ตามคำเสนอแนะของกรรมการกลั่นกรอง

ในการนี้ ทางกองบรรณาธิการขอแจ้งให้ท่านทราบว่าบทความของท่านจะได้รับการลงตีพิมพ์วารสารปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มิถุนายน ถึง พฤศจิกายน 2552 ประจำภาคต้น ปีการศึกษา 2552 ซึ่งจะเผยแพร่เดือนกุมภาพันธ์ 2553 นี้ และจะดำเนินการจัดส่งวารสารให้ท่านในโอกาสต่อไป

คณะศิลปกรรมศาสตร์ ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมาน สรรพศรี)
คณบดีคณะศิลปกรรมศาสตร์

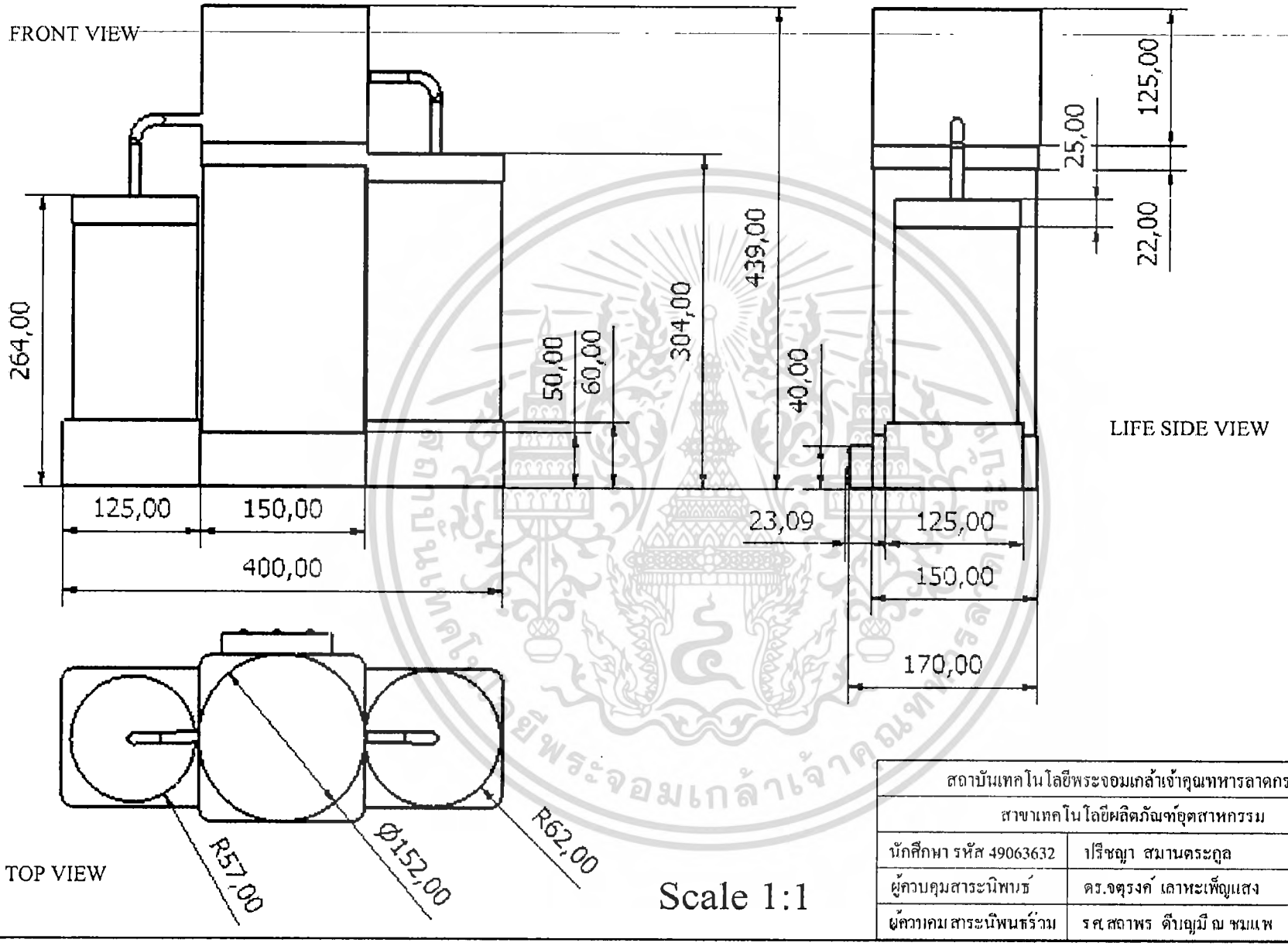
สำนักงานคณบดีคณะศิลปกรรมศาสตร์
โทรศัพท์ (038) 102222 ต่อ 2510 2511
โทรสาร (038) 391042

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

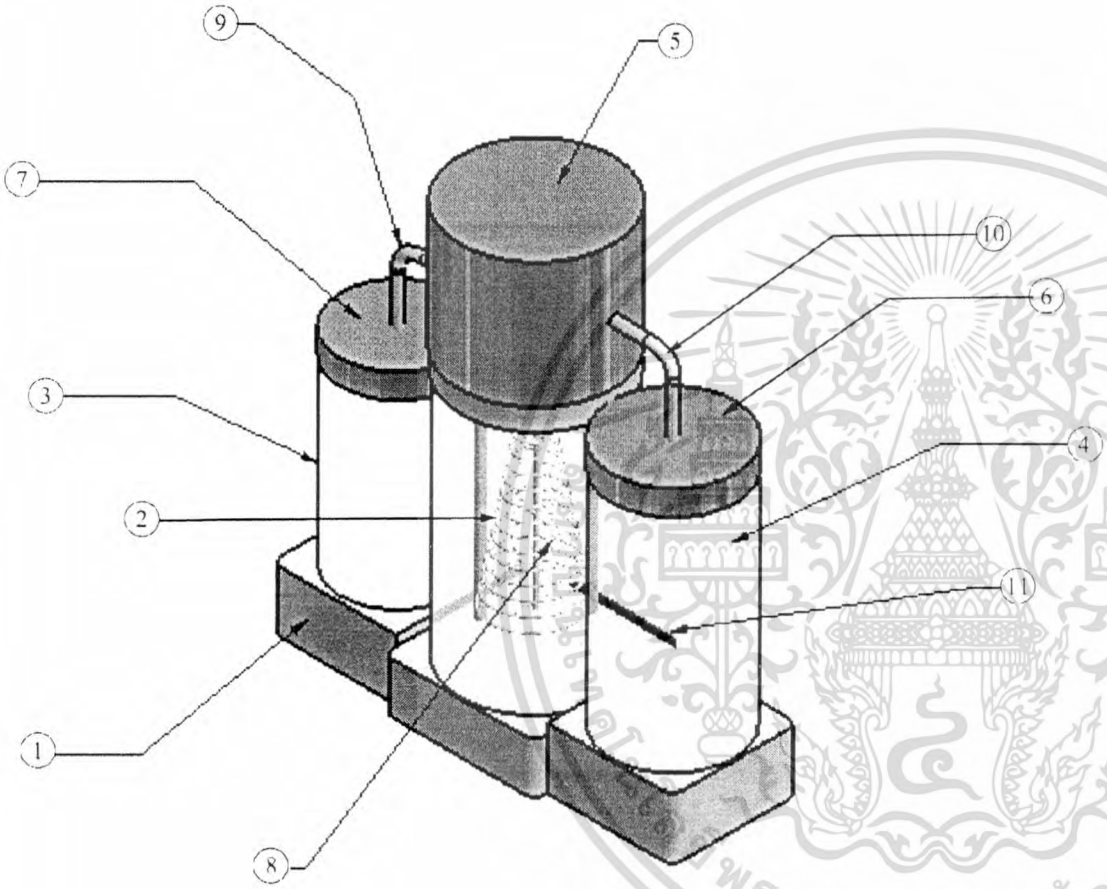
ภาคผนวก ค

ผลการออกแบบ เขียนแบบเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

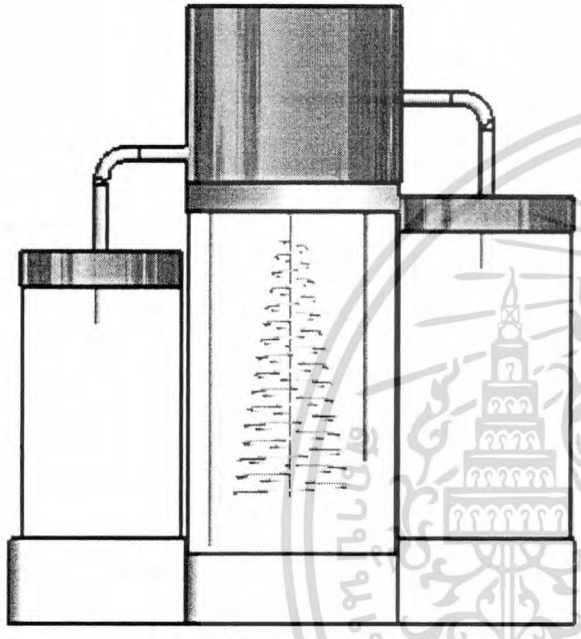


สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	
นักศึกษา รหัส 49063632	ปรีชญา สมานตระกูล
ผู้ควบคุมสาระนิพนธ์	ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง
ผู้ควบคุมสาระนิพนธ์ร่วม	รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ

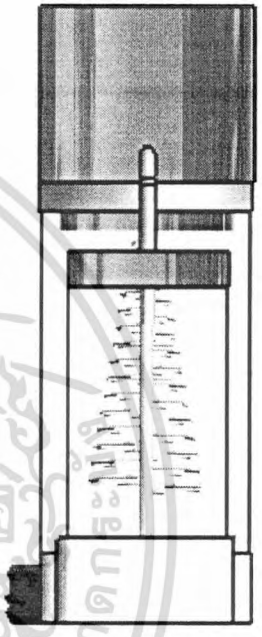


No.	รายการ	วัสดุ	จำนวน
	รายการประกอบแบบ		
1.	ฐานเครื่อง	สแตนเลส	1 อัน
2.	แก้วรวม	มอก.	1 ใบ
3.	แก้วหมึก	มอก.	1 ใบ
4.	แก้วน้ำมันก๊าด	มอก.	1 ใบ
5.	ฝาปิด	สแตนเลส	1 อัน
6.	ฝาปิด	สแตนเลส	2 อัน
7.	ฝาปิด	สแตนเลส	3 อัน
8.	ใบกวนสาร	สแตนเลส	1 อัน
9.	ท่อดูดน้ำมันก๊าด	สแตนเลส	1 อัน
10.	ท่อดูดหมึก	สแตนเลส	1 อัน
11.	ตัวควบคุม	มอก.	1 ชุด

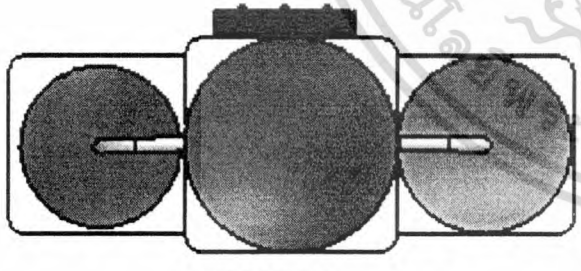
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	
นักศึกษา รหัส 49063632	ปรีชญา สมานตระกูล
ผู้ควบคุมสาระนิพนธ์	ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง
ผู้ควบคุมสาระนิพนธ์ร่วม	รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ



FRONT VIEW



LIFE SIDE VIEW



TOP VIEW

Scale 1:1

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์คุตสาหกรรม	
นักศึกษา รหัส 49063632	ปรีชญา สมานตระกูล
ผู้ควบคุมสาระนิพนธ์	ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง
ผู้ควบคุมสาระนิพนธ์ร่วม	รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชบแห

ภาคผนวก ง

ภาพถ่ายผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจารย์สุรศักดิ์ อู่อมรเลิศ (ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบและวิศวกรรม)

นายศิริโรจน์ งามเขียว (ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบและวิศวกรรม)

นายไพศาล สวนปรารมภ์ (ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบและวิศวกรรม)

ภาพที่ ง1 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบและวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจารย์ปฏิภาค ปุ่นอุดม (ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการทดสอบคุณภาพ)

อาจารย์สันติ ชื่นเจริญ (ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการทดสอบคุณภาพ)

อาจารย์โกสินทร์ เบ้าทอง (ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการทดสอบคุณภาพ)

ภาพที่ ง 2 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการทดสอบคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

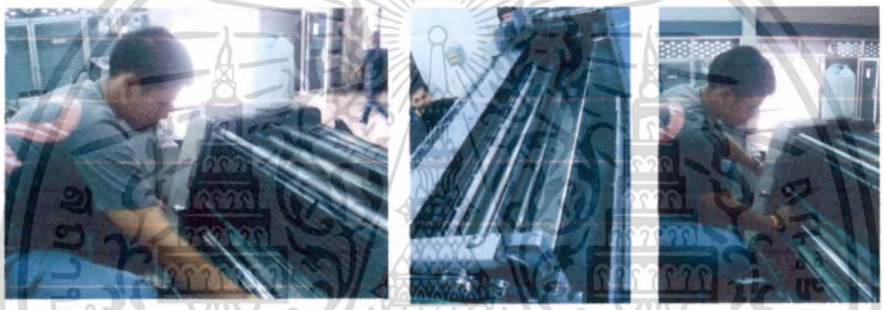
ภาคผนวก จ

การทดสอบหมึกพิมพ์ และน้ำมันก๊าด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ภาพที่ จ1 เครื่องพิมพ์ออฟเซตที่ใช้งาน



ภาพที่ จ2 ขั้นตอนการเช็ดล้างทำความสะอาด

ภาพที่ จ3 ของเสียที่ได้หลังจากทำการพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ จ4 การแยกหมึกพิมพ์และน้ำมันก๊าดด้วยเครื่องแยก

ภาพที่ จ5 ทดลองแยกหมึกพิมพ์และน้ำมันก๊าดด้วยเครื่องแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ จ6 หมึกพิมพ์ที่ได้หลังจากแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ภาพที่ จ7 การทดลองนำหมึกพิมพ์ที่ได้จากการแยกมาทำการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ออฟเซต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

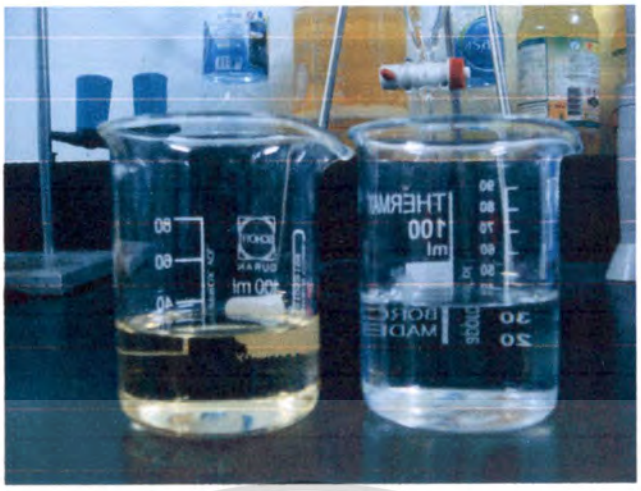
ภาพที่ จ8 ขั้นตอนพิมพ์โดยนำหมึกพิมพ์ที่ได้จากการแยกมาพิมพ์

ภาพที่ จ9 งานพิมพ์ที่ได้จากหมึกพิมพ์ที่ไม่ได้แยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ภาพที่ จ10 งานพิมพ์ที่ได้จากหมึกพิมพ์ที่ทำการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ภาพที่ จ11 ทดสอบหาค่าความเข้ม (Density) ของหมึกพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ12 ภาพเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันก๊าดที่ยังไม่ผ่านการแยก และน้ำมันก๊าดที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกหมึกพิมพ์จากน้ำมันก๊าด

ภาพที่ จ13 ขั้นตอนการทดสอบหาค่าความหนืดของน้ำมันก๊าด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ จ14 ขั้นตอนการทดสอบหาค่าความหนาแน่นของน้ำมันก๊าด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

ตาราง

- ตารางแสดงค่าความเข้มของหมึกพิมพ์
- ตารางแสดงค่าความหนืดและความหนาแน่นของน้ำมันก๊าด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ฉ1 ตารางแสดงค่าความเข้มของหมึกพิมพ์

	น้ำเงินเขียว	สีม่วงแดง	สีเหลือง	สีดำ
การพิมพ์ออฟเซตแบบป้อนแผ่น	1.40	1.50	1.10	1.70
การพิมพ์ออฟเซตแบบป้อนม้วน	1.30	1.40	1.00	1.55

ตาราง ฉ2 ตารางแสดงค่าความหนืด และค่าความหนาแน่นของน้ำมันก๊าด

Viscosity Data

Liquid	Specific Gravity	Viscosity (cP)	Temperature
Water H2O	1	1	68F
Fuel Oil	0.87	2.6	68F
Gasoline	0.71	0.5	60F
Crude Oil	0.86	75	60F
Acetic Acid	1.05	1.23	68F
Crankcase Oil SAE 20	.88 -.94	105.6 - 173.9	130F
Crankcase Oil SAE 30	.88 -.94	173.9 - 211.5	130F
Crankcase Oil SAE 40	.88 -.94	211.5 - 376	130F
Ethylene Glycol	1.12	19.5	68F
Hydrochloric acid 31.5%	1.05	2.8	68F
Kerosene	.78 - .92	2.1 - 2.2	60F
Nitric Acid	1.37	2.6	68F
Soybean Oil	0.92	79.1	60F
Sulfuric Acid (Conc.)	1.83	26.7	68F
Glucose (Sugar Solution)	1.35 -1.44	10395 - 31680	100F
Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 10	0.870	8.7	104F
Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 15	0.875	13.1	104F
Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 22	0.887	19.5	104F
Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 32	0.873	27.9	104F
Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 46	0.874	40.2	104F
Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 68	0.880	59.8	104F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Liquid	Specific Gravity	Viscosity (cP)	Temperature
Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 150	0.889	133.4	104F
Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 220	0.899	197.7	104F
Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 320	0.899	287.7	104F
Premium Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 22	0.861	18.9	104F
Premium Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 32	0.868	27.8	104F
Premium Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 46	0.873	40.1	104F
Premium Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 68	0.876	59.6	104F
Premium Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 100	0.880	88.0	104F
Premium Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 150	0.884	132.6	104F
Premium Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 220	0.885	194.8	104F
Premium Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 460	0.893	410.6	104F
Premium Anti-Wear Hydraulic Oil ISO 680	0.916	622.8	104F
Premium Hydraulic Oil ISO 22	0.865	19.0	104F
Premium Hydraulic Oil ISO 32	0.868	27.8	104F
Premium Hydraulic Oil ISO 46	0.872	40.1	104F
Premium Hydraulic Oil ISO 68	0.878	59.7	104F
Premium Hydraulic Oil ISO 100	0.884	88.4	104F
Premium Hydraulic Oil ISO 150	0.893	134.0	104F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล	นางสาวปรีชญา สมานตระกูล
วัน-เดือน-ปีเกิด	1 สิงหาคม 2524
สถานที่เกิด	กรุงเทพฯ
ที่อยู่ปัจจุบัน	13/1 หมู่ 5 แขวงโคกแฝด เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530
สถานที่ทำงาน	วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาการพิมพ์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาการพิมพ์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ว.ท.บ) สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ ภาควิชาเทคโนโลยีการถ่ายภาพและการพิมพ์ คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้