การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำเย็นสำหรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกล่อเย็น ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

STUDY AND DEVELOPMENT WATER VALVE OF COOLING IN MOLD

สถาพร คิดมุ่ง

SATHAPORN KIDMUNG

ห้องสมุด คณะครุศาสตร์ฯ สจล.

AB00691

ดพ.

เลขหมู่ ส182ก 2551

เลขทะเบียน 00691

วัน เดือน ปี 10 พ.ค 51

สาระนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY AND DEVELOPMENT WATER VALVE OF COOLING IN MOLD

SATHAPORN KIDMUNG

A THEMATIC PAPER SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT 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

2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสาระนิพนธ์	การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็น ที่ใช้ในแม่พิมพ์
นักศึกษา	นายสถาพร คิดมุ่ง
รหัสประจำตัว	49063622
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2551
อาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์	รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็น ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ เพื่อประเมินคุณภาพของวาล์วน้ำ ซึ่งเป็นทางเลือกในการใช้งานของอุตสาหกรรมผลิตแม่พิมพ์ และความคิดเห็นที่มีต่อวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้น ทั้ง หมด 3 ด้านคือ ด้านการออกแบบ การผลิต และการใช้งาน โดยมีประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มผู้ผลิตแม่พิมพ์อะลูมิเนียม และแม่พิมพ์พลาสติก ในนิคมอุตสาหกรรมบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ โดยทำการทดสอบคุณภาพจากช่าง ที่ปรับแต่งและทดลองแม่พิมพ์จำนวนทั้งหมด 7 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบประเมินความคิดเห็น วิเคราะห์โดยหาความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลสรุปในการพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็น ที่ใช้ในแม่พิมพ์ โดยมีขนาดสัดส่วนโดยรวมคือ กว้าง 57.5 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร หนา 25 เซนติเมตร กลไกประกอบด้วย ช่องทางการเข้า-ออก ของน้ำ มีลูกตุ้มเป็นตัว ที่เตะบอลวาล์วทำหน้าที่เปิดช่องทางการไหลของน้ำ โดยมีสปริงเป็นตัวกดบอลวาล์วทำหน้าที่ปิดช่องทางการไหล ลูกตุ้มเคลื่อนที่ขึ้น-ลงในจังหวะเปิด-ปิดวาล์ว โดยมีก้านลูกตุ้มที่ต่อเข้ากับกลไกการหมุนวนสลับกันของก้านลูกตุ้ม และมีปุ่มกดที่ใช้เป็นตัวควบคุมก้านลูกตุ้มให้ลูกตุ้มทำหน้าที่ขึ้นลง สลับกันไปมา

สรุปผลการวิจัยพบว่า วาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้นนี้ ทดสอบคุณภาพทางด้าน การต้านทานแรงดันและอัตราการไหลของน้ำ ความสามารถในการต้านทานแรงดันน้ำอยู่ที่ 4.0 บาร์ ส่วนอัตราการไหลเฉลี่ยอยู่ที่ 7.77 ลิตรต่อนาที ผ่านเกณฑ์การใช้งานของระบบหล่อเย็นในงานแม่พิมพ์ แต่มีความสามารถที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับวาล์ว ของผลิตภัณฑ์เดิม ทั้งนี้เพราะกลไกการทำงานที่ออกแบบค่อนข้างต่างกัน

ผลสรุปจากการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อ วาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้น ด้านหน้าที่การใช้งานมีระดับความพึงพอใจมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.76 และในด้านคุณภาพการใช้งาน มีระดับความพึงพอใจมากเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thematic Paper title	Study and Development Water Valve of Cooling in Mold
Student	Mr.Sathaporn Kidmung
Student ID.	49063622
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Industrial Design Technology
Year	2008
Thematic Paper Advisor	Associate Professor Udomsak Saributr

ABSTRACT

The objective of this research is to study and develop water valves of cooling system inside mold in order to evaluate the quality of water valves, the options of manufacturing industry, in terms of design, production and usage. The population of this research is the technicians working in mold-production (molds for aluminizing and plastic material) companies in Bangplee Industrial Area, Samutprakarn province. The random samples are 7 technicians whose work involved with tuning and trialing molds. Questionnaires are used as a tool to collect and summarize information in terms of frequency, mean and standard deviation.

The following is the conclusion of developed mold model; The model is 57.5 centimeters in width, 100 centimeters in length and 25 centimeters thick, with a pendulum to open and the spring pressing on ball valve to close the flow of water. The pendulum moves up and down while the valve is opened and closed. Being connected to a bar from the mechanism, the pendulum is controlled by the control button to move the pendulum vertically.

The following is the conclusion of the research; The developed model has been evaluated in terms of the physical force against water pressure, and the water flow rate. As a result, the force against water pressure is 7.77 liters/second, while the average water flow rate is 4.0 bars. Although these 2 results are both considered as "Passed" for mold cooling system, the system in the model is inferior to the original system because the mechanisms of these 2 systems are quite different.

The following is the conclusion of the questionnaires; In terms of function, the mean is 3.76, considered as quite desirable. In terms of quality, the mean is 3.51, considered as quite desirable also.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

สาระนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความร่วมมือของหลายฝ่าย จากผู้ที่ให้คำแนะนำปรึกษา รวมทั้งผู้ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร ที่คอยช่วยเหลือให้คำชี้แนะช่วยแก้ไขปัญหา ตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ ที่คอยให้คำปรึกษา ชี้แนะในการเลือกหัวข้อในการวิจัยและที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ รศ.ว่าที่ร้อยโท พิชัย สดภิบาล และอาจารย์ ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่สละเวลาในการประเมินงานและให้คำชี้แนะที่เป็นประโยชน์ต่อสาระนิพนธ์

ขอขอบพระคุณ คุณบุญพันธ์ ปิ่นแก้ว ที่คอยให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในเรื่องการผลิตแม่พิมพ์ การทดลองใช้งานแม่พิมพ์ ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการถ่ายภาพในการทำสาระนิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ให้ความรู้มากมายในระหว่างการศึกษา ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการทำสาระนิพนธ์ รวมถึงบิดา มารดา และภรรยา ที่คอยให้กำลังใจ คอยช่วยเหลือในการทำสาระนิพนธ์ในครั้งนี้

สถาพร คิดมุ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญภาพ.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....2

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2

1.3 สมมุติฐานการวิจัย.....3

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....3

1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....4

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....6

2.1 ข้อมูลวาล์วน้ำ.....6

2.2 วัสดุวาล์ว.....19

2.3 ขั้นตอนการผลิต ผลิตภัณฑ์แม่พิมพ์.....20

2.4 หลักในการหล่อเย็นแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก.....42

2.5 หลักการกลศาสตร์ของของไหล.....44

2.6 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.....45

2.7 ผลิตภัณฑ์เดิม.....50

2.8 กระบวนการผลิตวาล์วน้ำ.....51

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....53

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....55

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....55

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.3 การออกแบบผลิตภัณฑ์.....58
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....60
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....61
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....61

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....62
4.1 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนการศึกษาแนวทางการสร้างและ
ออกแบบวาล์วน้ำของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์.....62
4.2 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาวาล์วน้ำของ
ระบบหล่อเย็นที่ใช้ในการผลิตแม่พิมพ์.....64
4.3 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนการทดสอบคุณภาพพัฒนาวาล์ว
น้ำของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์.....67
4.4 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนการศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อวาล์วน้ำ
ที่พัฒนาขึ้น.....68

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....71
5.1 สรุปผลการวิจัย.....71
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....75
5.3 ข้อเสนอแนะ.....76

บรรณานุกรม.....78

ภาคผนวก.....79
ภาคผนวก ก. 80
ภาคผนวก ข.....97
ภาคผนวก ค. 105
ภาคผนวก ง.....114

ประวัติผู้เขียน.....127

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การใช้งานเหล็กกล้าเครื่องมือ	31
4.1	ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต้นแบบของผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบ	64
4.2	ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบร่างของผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ	65
4.3	ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบร่างของผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ	66
4.4	ตารางแสดงผลการทดสอบคุณภาพวาล์วน้ำที่สามารถทนแรงดันน้ำได้	67
4.5	ตารางแสดงค่าผลการทดลองหาอัตราการไหล	68
4.6	ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจที่มีต่อต้นแบบวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้น ในด้านหน้าที่การใช้งาน	69
4.7	ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจที่มีผลต่อต้นแบบวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้นในด้านคุณภาพการใช้งาน	70
ง1	แสดงส่วนประกอบของวาล์วน้ำแบบกด	117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ภาพแสดงการติดตั้งวาล์วน้ำในแม่พิมพ์	2
1.2	ภาพแสดงลักษณะวาล์วน้ำ ที่ติดตั้งในแม่พิมพ์	2
2.1	ภาพแสดงขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์	23
2.2	ภาพแสดงเครื่องกลึง	33
2.3	ภาพแสดงเครื่องกัด	33
2.4	ภาพแสดง เครื่องเจาะ	34
2.5	ภาพแสดง เครื่องเจียระไนราบ	34
2.6	ภาพแสดง เครื่องเจียระไนกลม	35
2.7	ภาพแสดงหลักการทำงานของเครื่อง CNC	36
2.8	ภาพแสดงเครื่องกัด CNC	36
2.9	ภาพแสดงเครื่องกลึง CNC	36
2.10	ภาพแสดงเครื่องกัดโลหะด้วยไฟฟ้า	38
2.11	ภาพแสดงเครื่องตัดโลหะด้วยไฟฟ้า Wire cut	38
2.12	ภาพแสดงระดับความร้อนในแม่พิมพ์ที่ติดตั้งบนเครื่องฉีดพลาสติก	42
2.13	ภาพแสดงบอลวาล์วทองเหลือง	50
2.14	ภาพแสดงบอลวาล์วเหล็กหล่อ	50
3.1	ภาพแสดงลักษณะโครงสร้างวิธีดำเนินการวิจัย	59
ค1	ภาพแสดงผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ	106
ค2	ภาพแสดงผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ	106
ค3	ภาพแสดงผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ	106
ค4	ภาพแสดงผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ	107
ค5	ภาพแสดงผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ	107
ค6	ภาพแสดงผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ	107
ค7	ภาพแสดงผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ	108
ค8	ภาพแสดงการตรวจสอบแรงดันโดยการอัดแรงดันผ่านต้นแบบวาล์วน้ำ	110
ค9	ภาพแสดงการตรวจสอบแรงดันโดยการอัดแรงดันผ่านต้นแบบวาล์วน้ำ	110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ค10	ภาพแสดง การตรวจสอบแรงดันการใช้งานของระบบน้ำหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์	111
ค11	ภาพแสดงเกจวัดแรงดัน การใช้งานของระบบน้ำหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ประมาณ 3.5 บาร์	111
ค12	ภาพแสดงการตรวจสอบหาอัตราการไหลของต้นแบบวาล์วน้ำ	112
ค13	ภาพแสดงการตรวจสอบหาอัตราการไหลของผลิตภัณฑ์เดิม	112
ค14	ภาพแสดงการประกอบใช้งานของผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่แม่พิมพ์	113
ค15	ภาพแสดงการทดสอบใช้งานจริงในงานฉีดแม่พิมพ์ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ	113
ง1	แสดงภาพ Sketch design	115
ง2	แสดงภาพกลไกการทำงานของวาล์วน้ำ จังหวะเปิด	116
ง3	แสดงภาพกลไกการทำงานของวาล์วน้ำ จังหวะปิด	116
ง4	แสดงภาพส่วนประกอบ ของวาล์วน้ำ	117
ง5	ภาพแสดง แยกส่วนประกอบของต้นแบบผลิตภัณฑ์	118
ง6	ภาพแสดง การประกอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ	118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

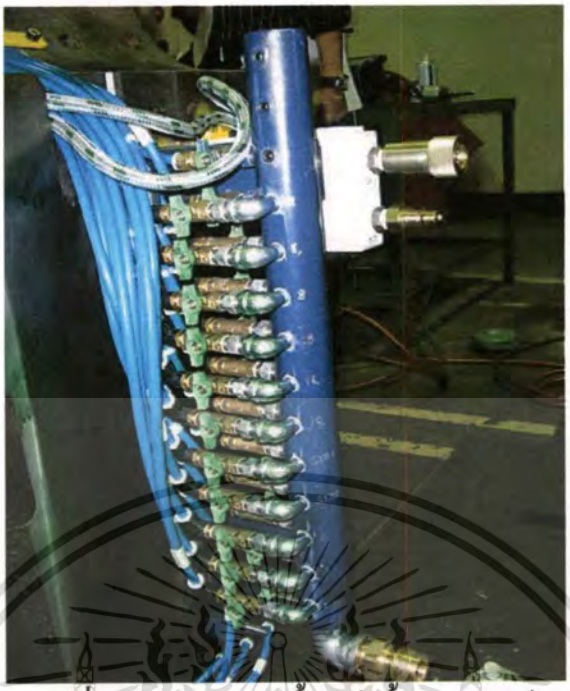
ปัจจุบันอุตสาหกรรมเข้ามามีบทบาทกับสังคมไทยมากขึ้น และการแข่งขันในรูปแบบอุตสาหกรรมนั้น ต้องเน้นคุณภาพและความทันสมัยรวดเร็วรองรับผู้บริโภคได้อย่างพอเพียง เพื่อการแข่งขันในรูปแบบธุรกิจ ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ นั้น สามารถผลิตงานได้อย่างรวดเร็วต้องอาศัยเครื่องจักรหรือเทคโนโลยี เข้ามาช่วยในการผลิต(ภาณุฤทธิ์ ยุกตะทัต. 2539 : 2)

แม่พิมพ์เป็นอีกตัวที่ถูกนำเข้ามาใช้เป็นเทคโนโลยีให้คุณภาพและความรวดเร็วในการผลิตงานที่คล้ายกัน มีคุณภาพเดียวกัน และให้ผลผลิตที่รวดเร็วในแง่ของธุรกิจ ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการจะผลิตงานที่ซ้ำๆกันที่คุณภาพใกล้เคียงกัน จะต้องอาศัยแม่พิมพ์เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างทันท่วงที และระบบระบายความร้อนของแม่พิมพ์หรือที่เรียกว่า ระบบคูลิงค์(Cooling)หรือเรียกว่าระบบ หล่อเย็นนั้นเป็นส่วนสำคัญ ที่จะทำให้งานฉีดแม่พิมพ์ออกมามีคุณภาพที่ดี

การออกแบบระบบหล่อเย็นมักมีปัญหาในข้อจำกัดพื้นที่ ผู้ออกแบบแม่พิมพ์ไม่ค่อยให้ความสำคัญในการกำหนดขนาดและการจัดการวางช่องหล่อเย็น และปล่อยให้ช่างทำแม่พิมพ์ทำตามที่เห็นสมควร ระบบหล่อเย็นที่มีขนาดใหญ่เกินไป อาจนำไปสู่สภาพความเค้นที่มองไม่เห็นในชิ้นงานขนาดเล็กหรือการโค้งงอในชิ้นงานขนาดใหญ่ และถึงขั้นร้าวสำหรับชิ้นงานขนาดใหญ่ที่มีผนังบาง เนื่องจากเย็นตัวเร็วเกินไป ขณะที่การหล่อเย็นแม่พิมพ์ที่ไม่เพียงพอจะทำให้รอบเวลาฉีดนานขึ้น จึงมีผลให้ค่าใช้จ่ายในการฉีดงานเพิ่มขึ้น(วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล ,ชัยรัตน์ แก้วด้วง. 2538:*228*)

วาล์วน้ำ ในระบบหล่อเย็นเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญตัวหนึ่งที่ช่วยในเรื่องการควบคุมระบบหล่อเย็นในโมลด์ว่าต้องการให้ระบบน้ำไหลเวียน ระบายความร้อนหรือที่เรียกตามการทำงานว่าการหล่อเย็น ในรูปแบบเดิมใช้วาล์วน้ำลักษณะบิดเพื่อเปิด-ปิดวาล์ว ซึ่งในการใช้งานลักษณะบิด ไม่สะดวกด้วยการจำกัดด้วยพื้นที่ การทำงานจริงบนเครื่องฉีด เพราะบางครั้งโมลด์มีขนาดใหญ่ระบบการหล่อเย็นก็จะมีหลายจุดจึงทำให้มี วาล์วน้ำจำนวนมากและถูกออกแบบให้อยู่ชิดกันมาก ดังรูปที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 แสดงการติดตั้งวาล์วน้ำในแม่พิมพ์

รูปที่ 1.2 แสดงลักษณะวาล์วน้ำ ที่ติดตั้งในแม่พิมพ์

ดังนั้นผู้วิจัยจึงแนวทางการแก้ไข สำหรับงานแม่พิมพ์ที่เลือกใช้งานวาล์วน้ำ น่าที่จะมีการพัฒนารูปแบบกลไก แทนการบิดเปิด-ปิดชนิดที่มีอยู่เดิมขึ้นภายใต้เงื่อนไขของการใช้งานแบบเดิม คือ แรงดันและอัตราการไหลต้องสามารถทำได้ใกล้เคียงของผลิตภัณฑ์เดิม รวมถึงขนาดและราคาต้องใกล้เคียงของผลิตภัณฑ์เดิมด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนา วาล์วน้ำที่ใช้ในระบบหล่อเย็นในแม่พิมพ์
2. เพื่อหาคุณภาพของวาล์วน้ำ ที่พัฒนาใช้ในระบบหล่อเย็นในแม่พิมพ์
3. เพื่อศึกษาประเมินความพึงพอใจ ต่อวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมติฐานการวิจัย

วาล์วน้ำ ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่นี้ มีคุณภาพใช้งานในระบบหล่อเย็นในแม่พิมพ์ ตามวัตถุประสงค์การใช้งานในอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ได้

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ ผู้วิจัยได้นำกรอบความคิดที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1.4.1ในด้านการผลิตวาล์วน้ำแบบกด นั้น ได้ใช้แนวความคิดของ Ibid อ้างใน นิรัช สุดสังข์ (2543 : 26) ซึ่งกล่าวไว้ทั้งหมด 8 ขั้นตอน แต่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นกรอบแนวคิด 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.ประโยชน์ใช้สอย

2.การออกแบบเบื้องต้น

3.การสร้างต้นแบบ

4.การทดสอบและทดลอง

1.4.2 ด้านการออกแบบ

ภาณุฤทธิ์ ยุกตะทัต(2539:2) กระบวนการในการออกแบบ ได้ให้ข้อควรพิจารณาในการออกแบบว่า

ในบางครั้งความทนทานของชิ้นงานที่ส่วนประกอบในระบบ จะเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณารูปทรงทางเรขาคณิตและขนาดของชิ้นงาน ในกรณีเช่นนี้ความแข็งแรงของชิ้นงานจึงเป็นข้อพิจารณาหลักในการออกแบบ นอกจากนั้นยังมีคุณลักษณะเฉพาะที่จะต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบอีกหลายประการ แต่ผู้วิจัยได้เลือกกรอบแนวคิดในการวิจัย มาพิจารณาดังนี้ ฟังก์ชั่นในการทำงาน, ความคงทนแข็งแรง, รูปทรง, ขนาด, สามารถผลิตได้,ราคา

ข้อควรพิจารณาทางด้านราคาของชิ้นงาน นับว่ามีบทบาทสำคัญในกระบวนการตกลงในการออกแบบ การศึกษาปัจจัยในด้านราคา ไม่ว่าจะเป็นต้นทุนหรือราคาขาย โดยมากมักจะใช้เวลาเท่ากับการศึกษาความต้องการทั้งหมดในการออกแบบชิ้นงาน ในหัวข้อนี้จะแนะนำในเบื้องต้นเกี่ยวกับปัจจัยบางประการที่ต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบ

งบประมาณในการลงทุนมักจะขึ้นอยู่กับค่าแรงและค่าวัสดุ ซึ่งมักจะสูงขึ้นทุก ๆ ปี แต่ค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตก็ดูเหมือนว่าจะลดลงได้เช่นกัน เป็นต้นว่ามีการใช้เครื่องมืออัตโนมัติและหุ่นยนต์ประเภทต่าง ๆ มาใช้แทนแรงงานคน นอกจากนั้นราคาต้นทุนในการผลิตยังผันแปรไปตามพื้นที่ที่ตั้งโรงงาน ไม่ว่าจะเป็นค่าแรง ค่าขนส่ง และภาษี สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จึงนับว่าเป็นจุดเริ่มต้น ที่วิศวกรผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.3 ด้านการศึกษาคุณภาพ ของวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้นนั้น ได้ใช้หลักเกณฑ์มาตรฐานและคุณลักษณะตามมาตรฐาน อุตสาหกรรมก๊อกน้ำและวาล์วน้ำ และเลือกใช้เกณฑ์ความทนต่อแรงดัน อัตราการไหล ความคงทนต่อการใช้งาน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษา ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย โดยมีประชากร กลุ่มตัวอย่างและตัวแปร ดังนี้

ประชากร ได้แก่ กลุ่มโรงงานที่ผู้ประกอบการผลิตแม่พิมพ์ในนิคมอุตสาหกรรมทั่วประเทศจำนวนโรงงานแม่พิมพ์ในประเทศจำนวน 1,064 โรงงาน ที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 895 โรงงาน และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนจำนวน 169 โรงงานตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน 2546

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มผู้ผลิตแม่พิมพ์อะลูมิเนียม และแม่พิมพ์พลาสติก ในนิคมอุตสาหกรรมบางพลีจำนวน 2 โรงงาน

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

1.คุณภาพในด้านการต้านทานแรงดัน และอัตราการไหลของวาล์ว น้ำที่พัฒนาขึ้น

2.ความคิดเห็นของช่างปรับแต่งและทดลองแม่พิมพ์ ที่มีต่อวาล์วน้ำที่ถูกพัฒนาขึ้น

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัย

1.วาล์วน้ำ หมายถึง อุปกรณ์การเปิด-ปิดน้ำที่ใช้กับระบบหล่อเย็นในแม่พิมพ์

2.ระบบหล่อเย็น หมายถึง ระบบระบายความร้อนภายในแม่พิมพ์

3.อุตสาหกรรมแม่พิมพ์ หมายถึง ธุรกิจบริษัทหรือโรงงานที่ผลิตแม่พิมพ์จำหน่ายหรือฉีดงาน ที่ใช้แม่พิมพ์

4.การฉีดงาน หมายถึง อุตสาหกรรมที่มีการผลิตงานที่อาศัยการผลิตในรูปแบบการฉีดขึ้นรูปจากแม่พิมพ์

5.โมล์ด (Mold) หมายถึง แม่พิมพ์พลาสติกและแม่พิมพ์อะลูมิเนียม

6.ระบบคูลิงค์หรือระบบหล่อเย็น หมายถึง การที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ ในที่นี้หมายถึงใช้น้ำถ่ายเทความร้อนโดยการไหลไปในท่อ ในแม่พิมพ์

7.คุณภาพของวาล์วน้ำ หมายถึง การที่วาล์วน้ำสามารถใช้งานเป็นอุปกรณ์ส่วนประกอบในแม่พิมพ์สามารถทนต่อแรงดันน้ำในระบบหล่อเย็นของแม่พิมพ์ได้ และมีอัตราการไหลที่ใกล้เคียงผลิตภัณฑ์เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.ความพึงพอใจ หมายถึง ความพึงพอใจของช่างที่ทำการปรับแต่ง และทดลองแม่พิมพ์ ที่มีต่อวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการการศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ ได้มีการศึกษาข้อมูลต่างๆ และได้จำแนกรายละเอียดในการศึกษาข้อมูลไว้ดังนี้

2.1 ข้อมูลวาล์วน้ำ

2.2 วัสดุวาล์ว

2.3 ขั้นตอนการผลิต ผลิตภัณฑ์ด้วยแม่พิมพ์

2.4 ออกแบบและความดัน ระบบหล่อเย็น ในแม่พิมพ์

2.5 หลักการกลศาสตร์ของ ของไหล

2.6 มาตรฐานอุตสาหกรรมก๊อกน้ำและวาล์วน้ำ

2.7 ผลิตภัณฑ์เดิม

2.8 กระบวนการผลิตวาล์วน้ำ

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลวาล์วน้ำ

ชนิดประเภทของวาล์ว

วาล์วจะมีลักษณะรูปรางและโครงสร้างที่แตกต่างกันออกไปมาย แต่เราสามารถแบ่งวาล์วได้โดยคำนึงถึงหน้าที่ของวาล์วที่พอจะแย่งได้ออกเป็น 4 ประเภท ด้วยกันคือ

2.1.1 วาล์วที่ใช้ในการปิดหรือเปิด(on-off type)

2.1.2 วาล์วที่ใช้ในการควบคุมปริมาณการไหล (flow regulating type)

2.1.3 วาล์วที่ใช้ควบคุมทิศทางการไหล (single direction type)

2.1.4 วาล์วพิเศษอื่น ๆ (special type) ซึ่งเราจะแบ่งวาล์วออกตามหน้าที่การใช้งานหลัก ๆ ดังที่ได้กล่าวไปแล้วนี้ แต่วาล์วยางประเภทก็มีหน้าที่กล้ำกึ่งกันระหว่างหน้าที่ปิดเปิดกับหน้าที่ควบคุมอัตราการไหลด้วย แต่ก็มักจะมีหน้าที่หนักไปในด้านใดด้านหนึ่งจึงได้จัดแยกไว้ในหัวข้อแต่ละประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 วาล์วที่ใช้ในการปิดหรือเปิด

1.เกทวาล์ว (gate valve) เป็นวาล์วขั้นพื้นฐานที่คนส่วนใหญ่รู้จักกันดีอยู่แล้ว โครงสร้างจะประกอบด้วยลิ้นที่ถูกเคลื่อนที่ด้วยการหมุนตัวก้านวาล์ว และลิ้นนี้จะเคลื่อนที่ขึ้นลงในทิศทางที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ขึ้นลงในทิศทางที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของของไหล เกทวาล์วมีโครงสร้างที่แตกต่างกันออกไปทั้งในด้านของบ่าวาล์วหรือในด้านเกี่ยวกับการยึดบอนเน็ทกับตัววาล์ว นอกจากนี้แล้วยังมีขนาดและน้ำหนักที่แตกต่างกันออกไป

การใช้งาน เกทวาล์วจะถูกใช้ในการทำหน้าที่เป็นวาล์วที่ใช้ในการปิดหรือเปิดเท่านั้น คือ วาล์วจะอยู่ในตำแหน่งที่เปิดสุดหรือไม่ก็ปิดสุด จึงจะเป็นการใช้งานที่ถูกต้องการเลือกชนิดของวัสดุที่ใช้ทำลิ้นและทำบ่าวาล์วจะมีความสำคัญมากโดยเฉพาะในกรณีของไหลเป็นชนิดที่มีการกัดกร่อน

ข้อดี เกทวาล์วที่ข้อดีหลายประการนั่นก็คือ เมื่อเทียบกับวาล์วที่ใช้ในการทำหน้าที่ปิดเปิดชนิดอื่นแล้วเกทวาล์วจะมีขนาดค่อนข้างบางกว่า ซึ่งทำให้มีน้ำหนักน้อยกว่าและมีราคาถูกกว่าโดยเฉพาะสำหรับวาล์วใหญ่ จากการที่กินเนื้อที่น้อยนี้เองจึงทำให้เหมาะสำหรับการติดตั้งในเนื้อที่ค่อนข้างจำกัด สำหรับช่องทางที่ของไหลผ่านตัววาล์วก็จะเป็นช่องทางตรงและมักจะมีเนื้อที่เกือบเท่ากับขนาดท่อเมื่อวาล์วเปิดสุด ดังนั้นจึงทำให้ความดันลด (pressure drop) ของวาล์วต่ำมาก จึงทำให้ความดันลดที่จะต้องรวมเข้าไปกับระบบท่อทั้งหมดมีค่าต่ำ นอกจากนั้นยังไม่ต้องการสารหล่อลื่อสำหรับตัวชิ้นส่วนลิ้นและส่วนภายใน ดังนั้นจึงไม่ก่อให้เกิดความสกปรกของไหลที่ไหลผ่านวาล์วนอกจากนี้ถ้าใช้กับของเหลวที่สะอาดพอสมควรก็จะทำการปิดได้อย่างแน่นสนิทไม่มีโอกาสที่ของไหลนั้นจะเล็ดรอดออกไปได้

ข้อเสีย ส่วนบ่าวาล์วมักจะเป็นชิ้นเดียวกับตัววาล์ว ดังนั้นจึงมักจะทำให้เกิดส่วนที่เป็นกระเปาะ (pocket) ตรงส่วนล่างของวาล์วใต้บ่าวาล์วลงไป ซึ่งอาจจะมีพวกเศษผงของแข็งไปกองอยู่ได้ทำให้ไม่สามารถปิดวาล์วให้สนิทได้ ดังนั้นเกทวาล์วจึงเหมาะสมสำหรับการใช้กับของไหลที่ค่อนข้างสะอาดและไม่เหมาะสมกับการใช้ของไหลที่มีของแข็งหรือมีตะกอนปะปนอยู่ด้วย นอกจากนี้บริเวณ ปะเก็นก็เป็นจุดอ่อนอีกแห่งหนึ่งของเกทวาล์วซึ่งอาจจะเกิดปัญหาได้สำหรับการใช้กับของไหลที่มีการกัดกร่อนมาก ๆ และโดยเฉพาะสำหรับการใช้งานที่มีอุณหภูมิและความดันของของไหลสูงมาก ๆ จุดอ่อนสำคัญอีกอันหนึ่งของเกทวาล์วก็คือ จะต้องใช้วาล์วในการปิดหรือเปิดเท่านั้น จะไม่สามารถใช้ในการหรี่หรือควบคุมปริมาณการไหลของของไหลด้วยการเปิดวาล์วครึ่ง ๆ กลาง ๆ ได้เลย เพราะปริมาณของไหลจะเปลี่ยนแปลงน้อยมากในขณะที่ลิ้นปิดไม่สนิท ยกเว้นจนกระทั่งลิ้นใกล้จะปิดแล้วซึ่งจะก่อให้เกิดของไหลที่มีความเร็วสูงไหลผ่านลิ้น และทำให้ลิ้นสั่นสะเทือนทำให้เกิดการสึกหรอของตัวลิ้นและบ่าวาล์วเป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ปลั๊กวาล์ว (plug valve) จัดได้ว่าวาล์วที่มีหลักฐานความเป็นมาที่เก่าแก่ที่สุดในตระกูลวาล์วด้วยกัน วาล์วที่ทำให้ยุคโบราณจะใช้ไม้และได้มีการขุดพบในเวลาต่อมาปลั๊กวาล์วจะมีลิ้นมีลักษณะเป็นทรงกระบอกตรง (cylindrical) หรือทรงกระบอกเรียว (tapered) ตรงส่วนกลางของลิ้นทรงกระบอกนี้จะทำเป็นช่องซึ่งอาจจะตัดมาในลักษณะและขนาดอย่างไรก็ได้ เช่น อาจจะเป็นวงกลมหรืออาจจะเป็นวงรีหรือมิฉะนั้นก็อาจจะมีลักษณะเป็นรูปลิ่มก็ได้ ปลั๊กวาล์วอาจจะใช้ทำหน้าที่ในการปิดหรือเปิด นอกจากนั้นยังสามารถใช้ในการปรับปริมาณของไหลได้ด้วยซึ่งจะทำได้โดยการหมุนลิ้นนี้ไปเป็นองศาประมาณ 90 องศา เพื่อให้ช่องว่างส่วนกลางของลิ้นทำมุมกับช่องทางผ่านของของไหล นอกจากจะใช้สำหรับวาล์วที่มีช่องทางเข้าและออกแล้ว ปลั๊กวาล์วยังสามารถใช้เป็นวาล์วที่ควบคุมปริมาณของไหลเข้าและออกได้หลายช่องทางโดยการหมุนช่องว่างตรงส่วนกลางลิ้นให้ไปตรงกับตำแหน่งต่าง ๆ ปลั๊กวาล์วอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ใหญ่คือ แบบที่ใช้สารหล่อลื่น (lubricated) และชนิดที่ไม่ใช้สารหล่อลื่น (unlubricated)

สำหรับปลั๊กวาล์วที่ใช้สารหล่อลื่นจะมีช่องให้ใช้พวกไขในการหล่อลื่นอัดเข้าไปซึ่งจะเข้าไปหล่อลื่นตรงช่วงผิวสัมผัสของลิ้นกับตัววาล์วและยังไปดันอยู่ใต้ตัววาล์วซึ่งจะสามารถทำให้ปิดวาล์วได้อย่างแน่นสนิท แต่ก็มีข้อเสียคือถ้าไม่มีการเติมสารหล่อลื่นเหล่านี้และปล่อยให้ลิ้นแห้ง เมื่อมีการหมุนก็อาจจะทำให้เกิดการขัดสีระหว่างลิ้นกับตัวบ่าวาล์วทำให้เกิดการสึกหรอได้ ส่วนปลั๊กวาล์วชนิดไม่ใช้สารหล่อลื่นนั้นจะใช้พวกสารแข็งที่มีคุณสมบัติในการหล่อลื่นตัว เช่น ตัวสารเทฟลอนรองในส่วนผิวสัมผัสของลิ้นกับตัววาล์ว ซึ่งทำให้ไม่ต้องมีการใช้สารหล่อลื่นอื่นใดเพิ่มเติมแต่อย่างใด

ข้อดี ปลั๊กวาล์วมีส่วนประกอบเพียงน้อยชิ้นและง่ายต่อการบำรุงรักษา ลักษณะของปลั๊กวาล์วก็ไม่ใหญ่นักจึงทำให้ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งน้อยกว่าวาล์วชนิดอื่น และมีราคาค่อนข้างถูก มีวัสดุที่ทำวาล์วหลาย ๆ ชนิดให้เลือก การปิดหรือเปิดวาล์วทำได้โดยการหมุนก้านวาล์วไปประมาณ 90 องศา จึงทำให้สามารถปิดหรือเปิดวาล์วได้อย่างรวดเร็ว ช่องทางการไหลของของเหลวก็เป็นเส้นตรงจึงทำให้มีความดันลด น้อยกว่าในระบบท่อ และเนื่องจากโครงสร้างของวาล์วเป็นลักษณะของการหมุนรอบตัวเองมิใช่การยกขึ้นลง จึงไม่มีโอกาสที่จะมีของแข็งหรือเศษผงอื่น ๆ ไปสะสมอยู่ตรงบ่าวาล์ว จึงเหมาะอย่างยิ่งสำหรับการใช้งานกับของไหลที่มีพวกตะกอนหรือของแข็งแขวนลอยอยู่ ทำให้วาล์วปิดได้สนิทไม่เหมือนกับในกรณีของเกทวาล์วที่อาจจะมีของแข็งไปอุดไปค้างอยู่ตรงบ่าวาล์วได้

ข้อเสีย วาล์วชนิดที่ต้องใช้สารหล่อลื่นจะทำให้ตัวสารหล่อลื่นถูกชะไปจากผิวของลิ้นปลั๊กและละลายไปในของไหลซึ่งอาจทำให้เกิดความสกปรกแก่ของไหลนั้นได้และจะต้องมีการเติมสารหล่อลื่นอยู่เป็นระยะ ๆ มิฉะนั้นแล้วเมื่อสารหล่อลื่นถูกชะไปหมดและมีการหมุนวาล์วก็ทำให้เกิดการสึกหรอของตัวลิ้นกับวาล์ว ส่วนปลั๊กวาล์วชนิดที่ใช้ผิวของแข็งหล่อลื่นภายในอีกชั้นหนึ่งเช่น ใช้ เทฟลอน จะไม่มีปัญหาเช่นนี้อย่างไรก็ตามปลั๊กวาล์วจะเหมะสมสำหรับการใช้งานของของไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีอุณหภูมิสูงและมีความดันต่ำแต่ไม่เหมาะสำหรับการใช้งานกับงานทางด้านไอน้ำตัวปลั๊กวาล์วนี้จะมีขนาดต่าง ๆ กันสำหรับปลั๊กวาล์วขนาดเล็กอาจจะเรียกว่า COG ก็ได้

3.บอลวาล์ว (ball valve) ก็คือวาล์วที่ดัดแปลงมาจากปลั๊กวาล์วนั่นเองแต่แทนที่จะลิ้นที่มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกอย่างปลั๊กวาล์วก็จะใช้ลิ้นที่มีลักษณะเป็นรูปลูกบอลล์ ตัวช่องทางเข้าออกจากวาล์วอาจจะมีขนาดเป็นเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกบอล์ลนี้หรืออาจจะมีขนาดใหญ่กว่าก็ได้ บอลล์วาล์วสามารถนำไปใช้งานได้หลาย ๆ ลักษณะเช่น ควบคุมปริมาณการไหล ควบคุมแรงดันหรือใช้ในการปิดเลยก็ได้ บอลวาล์วยังมีขนาดต่าง ๆ กันมากมายและสามารถใช้กับตัวปิดเปิดได้หลาย ๆ ประเภท เช่นอาจจะใช้มือหมุนหรือใช้ตัวมอเตอร์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานกับของไหลที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ๆ ได้ด้วย บอลวาล์วควรจะประกอบด้วยปะเก็นรัดชนิดยืดหยุ่นได้(resilient seal) ที่อาจจะทำด้วยสารจำพวกเทฟลอน ซึ่งจะทำให้วาล์วสามารถปิดได้สนิท

ข้อดี บอลวาล์วมีข้อดีในลักษณะเช่น เดียวกับปลั๊กวาล์วนั่นก็คือมีชิ้นสวนประกอบน้อย สามารถบำรุงรักษาได้ง่าย การปิดหรือเปิดทำได้โดยการหมุนก้านวาล์วประมาณ 90 องศาเท่านั้น ของไหลที่ไหลผ่านวาล์วจะไม่ถูกรบกวนและทำให้วาล์วมีความดันลดน้อย นอกจากนั้นยังสามารถใช้ในการหรี่ได้ด้วย และเนื่องจากจะไม่มีของแข็งไปตกค้างที่บ่าวาล์วเช่นเดียวกัน จึงสามารถใช้งานของเหลวที่มีข้องแข็งแขวนลอยได้

ข้อเสีย เมื่อเปรียบเทียบกับวาล์วชนิดอื่น ๆ แล้วขนาดของวาล์วจะค่อนข้างใหญ่กว่าและจะต้องใช้เนื้อที่ในการติดตั้งมากกว่าในขณะที่ใช้วาล์วในการหรี่ตัวบ่าวาล์วจะต้องรับการเสียดสีของของไหลที่ไหลผ่านและนอกจากนั้นในตอนที่ปิดวาล์วสนิทจะมีของไหลที่ถูกขังอยู่ในตัวลูกบอลนอกจากนี้เนื่องจากรูปร่างของตัวลิ้นที่เป็นลูกบอลจึงไม่สามารถใช้เป็นวาล์วที่มีหลายทางเข้าออก (multiport) ในลักษณะเดียวกันกับปลั๊กวาล์วได้

2.1.2 วาล์วที่ใช้ควบคุมปริมาณการไหล (flow modulation valve)

การควบคุมปริมาณการไหล นับว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นอีกอย่างหนึ่งในงานประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะสำหรับงานทางด้านกระบวนการผลิต นอกเหนือจากการควบคุมโดยผู้ควบคุม (operator) แล้วยังมีการนำการควบคุมอัตโนมัติจากสัญญาณทางด้านไฟฟ้าหรือทาง สัญญาณลม (pneumatic signal) จากตัวเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่อาจจะวัดความดันอุณหภูมิระดับของของเหลวปริมาณการไหลหรือตัววัดชนิดอื่น ๆ เพื่อนำสัญญาณที่ได้จากตัววัดเหล่านี้มาทำการควบคุมและปรับปริมาณการไหลโดยอัตโนมัติได้ แทนที่จะใช้การปรับโดยคนอย่างแต่ก่อน อย่างไรก็ตามการที่จะใช้ตัวอุปกรณ์อัตโนมัติเช่นนี้ในการควบคุมจะต้องมีการลงทุนขั้นต้นและยังจะต้องมีการตรวจสอบและการบำรุงรักษาอุปกรณ์อยู่เป็นระยะๆ แต่สำหรับการใช้งานในบางลักษณะอาจจะไม่จำเป็นต้องมีการปรับหรือแปรเปลี่ยนปริมาณของของไหลมากนัก ดังนั้นการที่จะติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติเหล่านี้จะเป็นสิ่งที่สิ้นเปลืองจนเกินไป และการใช้วาล์วที่ควบคุมด้วยมือก็นับว่าเพียงพอแล้ว สิ่งที่สำคัญที่สุดที่จะต้องรำลึกถึงก็คือ ตัววาล์วที่ใช้ในการปรับปริมาณการไหลของของเหลวที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์อัตโนมัติควบคุมนี้ ควรจะต้องสามารถทำงานได้ในกรณีที่ระบบควบคุมได้ เกิดการเสียหาย (fail safe system) หรืออาจจะมีการเลิกใช้ระยะหนึ่งเพื่อการบำรุงรักษาเพื่อมีให้กระบวนการผลิตจะต้องหยุดลง ดังนั้นจึงอาจจะจำเป็นต้องติดวาล์วที่ควบคุมด้วยมือเป็นอุปกรณ์พิเศษเพิ่มเติมเข้าไปในเส้นทางลัดวงจร (bypass line) ของของไหลเพื่อให้สามารถแยกตัววาล์วควบคุมเหล่านี้และทำการซ่อมแซมได้ สำหรับวาล์วที่ใช้ในการควบคุมปริมาณการไหลของของไหลนี้ก็ได้ มีการพัฒนาขึ้นมาอย่างมากมายเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละชนิด และต่อไปนี้คือวาล์วที่ใช้ในการควบคุมปริมาณที่มีใช้กันอยู่

4.โกลบวาล์ว(globe valve) เป็นวาล์วที่ออกแบบเพื่อใช้ในการควบคุมอัตราการไหลของของไหลโดยเฉพาะ ซึ่งควบคุมได้โดยการเลื่อนลิ้นวาล์วขึ้นลงเพื่อให้ระยะห่างจากบ่าวาล์วเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากทิศทางของบ่าวาล์วเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากทิศทางของของไหลที่ไหลผ่านวาล์วจะต้องมีทิศทางเยื้องกัน คือในตอนที่ของไหลไหลผ่านช่องว่างระหว่างลิ้นกับบ่าวาล์วของไหลจะต้องเปลี่ยนทิศทางเป็นมุม 90 องศากับมุมทิศทางเดิม ดังนั้นจึงทำให้สูญเสียความดันของของไหล รูปลักษณะของตัวลิ้นกับตัวบ่าวาล์วจะก่อให้เกิดผลต่อลักษณะการไหลของของไหล (flow characteristic) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของของไหลเมื่อเทียบกับการเคลื่อนที่ของก้านวาล์ว สำหรับตัวลิ้นและตัวบ่าวาล์วมักจะเป็นชิ้นส่วนที่สามารถถอดออกมาเปลี่ยนหรือซ่อมแซมได้ส่วนใหญ่จะพบโกลบวาล์วใช้อยู่คู่กับเกทวาล์วในงานท่อทั่ว ๆ ไปสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิต่ำอาจจะใช้วัสดุบางประเภทเคลือบผิวของลิ้นและตัวบ่าวาล์วเพื่อป้องกันการกัดกร่อน แต่สำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูงทั้งตัวลิ้นและตัวบ่าวาล์วจะต้องใช้โลหะแข็ง

ข้อดี โกลบวาล์วเป็นอุปกรณ์ที่เหมาะที่สุดสำหรับการใช้ควบคุมอัตราการไหลของของไหล และยังใช้ช่วยลดความดันได้ในการกรณีที่ของไหลมีความดันสูงนอกจากนี้ในกรณีที่จำเป็นยังสามารถปิดวาล์วได้แน่นสนิททีเดียว

ข้อเสีย เนื่องจากของไหลจะต้องมีการเปลี่ยนทิศทางหลายครั้งในขณะที่ไหลผ่านตัววาล์ว จึงทำให้ของไหลต้องสูญเสียแรงดันไปมากเมื่อผ่านตัววาล์ว หรือกล่าวได้ว่าวาล์วจะมีความดันลดลงค่อนข้างสูง นอกจากนี้ยังจะมีโอกาสที่ของแข็งจะมาค้างอยู่ตรงส่วนที่ลิ้นของวาล์วลงมาปิดกับบ่าวาล์ว ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับการใช้งานกับของไหลที่ค่อนข้างสะอาดเท่านั้น นอกจากนี้เมื่อเทียบกับวาล์วชนิดอื่นแล้วโกลบวาล์วจะมีน้ำหนักมากกว่าและขนาดใหญ่กว่าและจะต้องใช้แรงในการปิดเปิดมากทีเดียวจนบางครั้งอาจจะต้องใช้เกียร์ทดเข้าช่วย

5. แองเกิลวาล์ว (angle valve) คือโกลบวาล์วที่มีหลักการทำงานอย่างเดียวกัน คือใช้ในการควบคุมอัตราการไหลของของไหลแต่ส่วนท่อทางออกของแองเกิลวาล์วจะอยู่เป็นมุมตั้งแกนกับทางเข้า จึงทำให้ลักษณะโครงสร้างของวาล์วง่ายกว่าโกลบวาล์วและวาล์วมีน้ำหนักน้อยกว่า

ข้อดี แองเกิลวาล์วมีคุณลักษณะในการควบคุมปริมาณการไหลเช่นเดียวกับโกลบวาล์ว ราคาของแองเกิลวาล์วโดยปกติมักจะถูกกว่าราคาของโกลบวาล์วที่มีขนาดและข้อกำหนดอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียวกัน ความดันลดของตัวแองเกิลวาล์วจะน้อยกว่าโกลบวาล์ว การติดตั้งจะทำได้ง่ายกว่า ใช้เวลาและแรงงานน้อยกว่า โดยเฉพาะจะช่วยประหยัดข้องอ 90 องศาในกรณีที่มีการเปลี่ยนทิศทางการไหลในระบบท่อด้วย

ข้อเสีย สำหรับในระบบท่อที่ไม่ต้องการเปลี่ยนทิศทางของท่อการใช้แองเกิลวาล์วจะทำให้ระบบท่อยุ่งยากโดยใช่เหตุและตัวบ่าของแองเกิลวาล์วมักจะเกิดเสียหายได้ง่ายกว่าตัวโกลบวาล์ว ก้านวาล์วจะต้องอยู่ในตำแหน่งเพียงตำแหน่งเดียวเท่านั้น สำหรับการติดตั้งในระบบท่อเนื่องจากปลายสองข้างได้ถูกกำหนดเอาไว้แน่นอนแล้ว

6. วาล์วแบบ y (y valve) ก็คือโกลบวาล์วประเภทหนึ่งนั่นเอง แต่ที่ถูกเรียกดังนี้ก็เนื่องจากรูปร่างลักษณะของตัววาล์วคล้ายกับรูปตัวอักษร y การปิดเปิดวาล์วและการทำงานก็คล้ายคลึงกับลักษณะของโกลบวาล์วนั่งเอง โดยของไหลจะเข้ามาทางปลายด้านหนึ่งผ่านตัววาล์วและออกไปทางปลายอีกด้านหนึ่ง แต่ตัวลิ้นของวาล์วและตัวก้านวาล์วจะเอียงทำมุม 45 องศากับแนวแกนของท่อ

ข้อดี วายวาล์วสามารถใช้ในการควบคุมอัตราการไหลได้ในลักษณะเช่นเดียวกับตัวโกลบวาล์ว ความดันลดผ่านตัววาล์วจะน้อยกว่าตัวโกลบวาล์ว

ข้อเสีย ตัวบ่าวาล์วมักจะเสียหายได้ง่ายโดยเฉพาะของไหลที่มีตะกอนหรือของแข็งแขวนลอยอยู่ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับการใช้กับของไหลที่ค่อนข้างสะอาด

7. นีดเดิลวาล์ว (needle valve) คือ โกลบวาล์วชนิดที่มีลิ้นแบบปลั๊กที่ลิ้นนี้เรียงเป็นรูปแหลมเหมือนกับเข็ม ตัวของนีดเดิลวาล์วนี้อาจจะเป็นเช่นเดียวกับตัวโกลบวาล์วธรรมดาหรืออาจจะหักเป็นมุมเช่นเดียวกับตัวแองเกิลวาล์วก็ได้

ข้อดี นีดเดลวาล์วเหมาะเป็นพิเศษสำหรับการปรับปริมาณการไหลอย่างละเอียดของของไหลที่มีการไหลน้อยและยังสามารถปิดได้สนิทสำหรับของไหลที่ค่อนข้างสะอาด

ข้อเสีย ความดันลดผ่านตัวนีดเดิลวาล์วนี้ค่อนข้างสูงและช่องทางการไหลนี้จะถูกอุดตันได้ง่าย

8. ไดอะแฟรมวาล์ว (diaphragm valve) เป็นวาล์วที่ใช้ในการหรี่หรือเปลี่ยนแปลงปริมาณช่องทางผ่านของไหลได้โดยการใช้ก้านวาล์วเคลื่อนที่กดลงยังแผ่นไดอะแฟรม แผ่นไดอะแฟรมนี้เองจะทำหน้าที่ปิดกั้นตัววาล์วแล้วทำให้ไม่มีการรั่วไหลออกไป

ข้อดี ไดอะแฟรมวาล์วจะไม่มีการรั่วซึมจึงไม่ต้องการปะเก็น นอกจากนั้นยังเหมาะสำหรับใช้ในของเหลวประเภทที่ผิดจากธรรมดา เช่น ของเหลวที่มีพวกสารแขวนลอยหรือการกัดกร่อน หรือของเหลวที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารที่ต้องการความสะอาดเพราะชิ้นส่วนของก้านวาล์วจะไม่สัมผัสกับของไหลที่ไหลผ่านเลย

ข้อเสีย ไดอะแฟรมวาล์วจะไม่เหมาะสมสำหรับการใช้กับของไหลที่มีความดันสูงและการควบคุมอัตราการไหลจะไม่ดีนัก โดยเฉพาะในตอนที่มีอัตราการไหลต่ำ ๆ

เอกสารนี้คุ้มครองลิขสิทธิ์ ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เฟล็กซิเบิลวาล์ว (flexible valve) วาล์วนี้จะมีส่วนประกอบที่เป็นท่อซึ่งสามารถยืดหยุ่นได้และมีส่วนประกอบที่จะทำการบีบหรือปล่อยให้ท่อนี้ขยายตัว โดยอาจจะใช้พวกอุปกรณ์ที่มีลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น ลิ่ม ลูกกลิ้ง หรือตัวแคลมป์ในการบีบท่อนี้ ซึ่งจะทำให้ตัวท่อนี้ถูกบีบหรือถูกคลายต่างกันไปและทำให้พื้นที่หน้าตัดของท่อที่อ่อนตัวได้เปลี่ยนแปลงซึ่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนอัตราการไหลของของไหลผ่านท่อนี้

ข้อดี เป็นวาล์วที่ปราศจากการรั่วไหลและไม่ต้องใช้ปะเก็นสามารถควบคุมอัตราการไหลได้ดีตั้งแต่อัตราการไหลปานกลางไปจนถึงอัตราการไหลเต็มที่ และเนื่องจากตัวท่ออยู่ในแนวทิศทางการไหลของของไหลจึงมีความเสียดทานต่อการไหลน้อย เป็นวาล์วที่เหมาะสมเป็นอย่างมากสำหรับการใช้กับของไหลที่มีตะกอนแขวนลอยหรือมีสิ่งสกปรกเป็นอย่างมากซึ่งอาจจะมีตะกอนตกค้างอยู่บนผนังท่อได้ง่าย วาล์วชนิดนี้จะสามารถปิดได้สนิท

ข้อเสีย ตัวผนังท่อที่ยืดหยุ่นได้นี้จะเกิดการเสียดสีกับตะกอนของแข็งต่าง ๆ และอาจจะต้องมีการเปลี่ยนเป็นระยะ ๆ นอกจากนี้อุณหภูมิและความดันในการใช้งานก็ถูกจำกัดด้วยคุณสมบัติของตัวท่อที่ยืดหยุ่นได้จึงไม่เหมาะสำหรับการใช้งานที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ๆ มากนัก สำหรับการควบคุมอัตราการไหลที่ปริมาณการไหลต่ำ ๆ มักจะไม่ค่อยดีนัก นอกจากนี้ตัวส่วนท่อที่ยืดหยุ่นมักจะมีการเสื่อมสภาพไปซึ่งต้องมีการบำรุงรักษาโดยการเปลี่ยน

10. บัตเตอร์ฟลายวาล์ว (butter fly valve) จะมีโครงสร้างที่เป็นลิ้นที่เป็นแผ่นจานและมีส่วนก้านวาล์วที่เสียบผ่านแผ่นลิ้นนี้ซึ่งอาจจะเป็นลักษณะแกนตรง(concentric) หรือแกนเยื้อง (eccentric) ก็ได้ การปิดและเปิดวาล์วจะต้องใช้วิธีหมุนแกนวาล์วไปเป็นมุมประมาณ 90 องศาและการหมุนลิ้นทำมุมต่างๆ กับตัววาล์วจะทำให้เกิดการหรี่ปริมาณของไหลที่ไหลผ่านตัววาล์วได้ การหมุนตัวผ่านวาล์วจะสามารถทำได้หลาย ๆอย่างโดยใช้คันโยกหรือใช้เกียร์ตัวหนอนทด หรืออาจจะใช้ตัวเลื่อนก้านวาล์วที่เป็นมอเตอร์หรือของไหลไม่ว่าจะเป็นระบบนิวเมตริกซ์หรือระบบไฮดรอลิค ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแรงบิดที่ใช้ในการหมุนก้านวาล์วนั้นรวมทั้งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของวาล์วด้วย เพื่อที่จะทำให้วาล์วปิดให้สนิทจึงมักจะมีการปิดวัสดุยืดหยุ่น (resistant material) เป็นวงรอบที่ขอบของวาล์วเพื่อให้ลิ้นของวาล์วสามารถประกบกับวัสดุนี้ได้สนิทในตอนที่ปิด แต่ถ้าใช้กับของไหลที่มีอุณหภูมิสูงมักจะใช้วาล์วชนิดที่มีแหวนสปริงรัดขอบ สำหรับการปรับปริมาณหรืออัตราของไหลที่ไหลผ่านวาล์วแบบที่เรียกว่า (equal percentage) นั่นหมายถึงว่าเมื่อปิดก้านวาล์วเท่าใดก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราของของไหลนั้นเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เท่ากัน การติดตั้งบัตเตอร์ฟลายวาล์วมักจะทำได้สองแบบคือแบบ water type ที่ใช้การอัดตัวหน้าแปลนที่ประกบกับวาล์วเข้าด้วยกันโดยตัวบัตเตอร์ปลายวาล์วอยู่อิสระจึงสามารถทำให้ถอดบัตเตอร์ฟลายวาล์วออกได้อย่างรวดเร็ว แต่จะไม่สามารถปิดของเหลวทางด้านใดด้านหนึ่งเลย กับอีกชนิดหนึ่งเป็นแบบที่เรียนกว่า lug type ซึ่งจะทำการยึดบัตเตอร์ฟลายวาล์วเข้ากับหน้าแปลนแต่ละข้างซึ่งจะมีข้อดีคือ สามารถถอดท่อด้านใดด้านหนึ่งออกโดยบัตเตอร์ฟลายวาล์วยังคงสามารถปิดกั้นของไหลทางอีกด้านหนึ่งของท่อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี ตัวบัตเตอร์ฟลายวาล์วจะมีความดันลดต่ำมาก เนื่องจากตัวลิ้นของวาล์วอยู่ในกระแสการไหลของของไหล ตัววาล์วมีขนาดสั้นเมื่อเปรียบเทียบกับวาล์วชนิดอื่นและต้องการเนื้อที่ในการติดตั้งน้อยกว่า และยังมีน้ำหนักเบากว่าวาล์วชนิดอื่น ๆ สามารถควบคุมอัตราการไหลได้ดีในช่วงตั้งแต่วาล์วปิดสนิทจะมีองศาประมาณ 90 องศาเท่านั้นจึงสามารถทำการเปิดและปิดวาล์วได้รวดเร็วมาก

ข้อเสีย สำหรับการปรับอัตราการไหลที่ละเอียดมาก ๆ แล้วมักจะไม่สามารถใช้บัตเตอร์ฟลายวาล์วควบคุมได้ นอกจากนี้มักจะมีการรั่วไหลของของไหลผ่านตัวบัตเตอร์ฟลายวาล์วอยู่เสมอ ยกเว้นแต่จะใช้ตัวซีลชนิดพิเศษ แต่ซีลก็มักจะถูกทำให้เสียหายโดยของเหลวที่ไหลผ่านด้วยอัตราความเร็วสูง และนอกจากนี้อาจจะมีเศษของของแข็งที่จะทำให้ตัวซีลเสียหายได้ นอกจากนี้แรงที่ใช้ในการหมุนวาล์วก็มักจะสูงจึงจะต้องมีการทดแรงโดยการใช้เกียร์หรือใช้อุปกรณ์ปิดเปิดวาล์วชนิดอื่น ๆ

2.1.3 วาล์วที่ใช้ในการควบคุมทิศทางการไหล (single direction valve)

วาล์วประเภทนี้เป็นวาล์วที่จะปล่อยให้มีการไหลไปในทิศทางหนึ่งโดยไม่จำกัด แต่จะสกัดกั้นมิให้มีการไหลในทิศทางตรงกันข้าง วาล์วประเภทนี้ที่รู้จักกันดีก็คือ check valve นั่นเอง การที่จะเกิดการไหลของของไหลในระบบในทิศทางตรงกันข้างกับที่ต้องการอาจจะเกิดจากการที่อุปกรณ์ส่งของเหลวได้เกิดหยุดโดยก่อให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องจักรกลได้ สำหรับการนำวาล์วที่ป้องกันการไหลทิศทางไปใช้นี้อาจจะมีในหลาย ๆ ลักษณะเช่น

1.ใส่ทางด้านทางออกของปั๊มที่ใช้ในการส่งของไหลเพื่อป้องกันมิให้ของไหลไหลย้อนกลับมาในขณะที่ปั๊มนั้นมิได้ทำงานหรือปั๊มเกิดหยุดกะทันหัน เช่นในกรณีที่ไฟดับ มิฉะนั้นจะทำให้ใบพัดหมุนกลับทิศทางและเกิดการเสียหายได้

2. ใส่ในท่อทางแยกของตัวปั๊มสูบของเปลวแต่ละท่อ เพื่อป้องกันมิให้เกิดการไหลกลับโดยของเปลวที่จะส่งจากปั๊มต้นกำลังอันหนึ่งไหลย้อนกลับทางไปยังต้นทางของปั๊มอีกอันหนึ่งและป้องกันมิให้เกิดการปะปนของของเหลวซึ่งจะก่อให้เกิดการสกปรก (contamination) ขึ้นได้ใช้ในการป้องกันในกรณีที่อาจจะเกิดความดันเพิ่มขึ้นในระบบอย่างรวดเร็วทางด้านส่งจนกระทั่งเกินกว่าความดันทางด้านต้นทาง

ปรกติ cheek valve จะทำหน้าที่ในการกันการไหลกลับเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่อาจจะมีเช็ควาล์วบางประเภทที่นอกจากจะมีการไหลกลับแล้วยังมีหน้าที่ปิดกั้นของเหลวอีกด้วย ซึ่งเรียกว่าเป็น stop cheek valve สำหรับเช็ควาล์ว จะมีประเภทต่างๆดังต่อไปนี้

11. สวิงเช็ควาล์ว (swing cheek valve) เช็ควาล์วประเภทนี้เป็นวาล์วที่มีการไหลของของเหลวผ่านตรงไปในลักษณะเช่นเดียวกับของเกทวาล์ว ตัวลิ้นจะเป็นแผ่นจานที่มีแขนห้อยอยู่กับจุดหมุนตรงส่วนบนทำให้แผ่นลิ้นนี้กระดกขึ้นลงได้และแต่ละแผ่นลิ้นจะกระดกขึ้นปิดทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ของไหลผ่านไปเมื่อของเหลวเคลื่อนที่มาในทิศทางหนึ่ง แต่จะปิดลงเมื่อของไหลเคลื่อนที่สวนกับทิศทางนอกจากนี้อาจจะเปิดฝาวาล์วเพื่อทำการตรวจสอบหรือซ่อมแซมตัวลิ้นนี้ได้และถ้ายิ่งของไหลที่ไหลกลับทางมีแรงดันมากกว่าเท่าใดก็จะยิ่งทำให้วาล์วปิดได้สนิทมากเท่านั้น สวิงเช็ควาล์วนี้สามารถจะใช้ได้สำหรับการติดตั้งทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน

ข้อดี เช็ควาล์วประเภทนี้เป็นแบบที่มีโครงสร้างอย่างง่ายๆ สามารถบำรุงรักษาได้สะดวก สามารถใช้ได้กับทั้งของเหลว และแก๊ส สำหรับในของไหลที่ค่อนข้างสะอาดแล้ว เช็ควาล์วประเภทนี้จะกันการไหลกลับค่อนข้างแน่นอนและบางครั้งก็สามารถทำความสะอาดได้โดยต้องเปิดทางด้านข้าง นอกจากนี้เช็ควาล์วประเภทนี้มักจะมีโครงสร้างทางของไหลที่ตรงจึงทำให้ความดันลดต่ำลง

ข้อเสีย สวิงเช็ควาล์ว อาจจะไม่สามารถปิดได้สนิทนักและอาจจะเกิดการรั่วไหลย้อนกลับได้ซึ่งอาจทำให้เกิดการเจือปนของของไหลทางด้านต้นทางและปลายทาง การทำงานของลิ้นก็ขึ้นอยู่กับความสะอาดของตัวบ่าและลิ้น ดังนั้นจึงเหมาะสมสำหรับการไหลที่ค่อนข้างสะอาดมากกว่าที่จะใช้กับของไหลที่มีตะกอนแขวนลอย สำหรับการติดตั้งควรจะติดตั้งเช็ควาล์วในแนวนอนเท่านั้น เพราะถ้าไปติดตั้งในแนวตั้งจะทำให้เกิดความดันสูงขึ้น เนื่องจากความดันของของไหลจะต้องยกลิ้นของวาล์วขึ้น ถ้ามีการไหลกลับทางของของไหลอย่างรวดเร็วทำให้ลิ้นกระทบกับบ่าวาล์วอย่างรวดเร็วและก่อให้เกิดการกระแทกของน้ำวาล์วชนิดนี้ไม่เหมาะกับการส่งของไหลที่มีการเดินและหยุดตัวปั๊มส่งกำลังอยู่บ่อยๆ

12.Silent cheek valve เช็ควาล์วแบบนี้แทนที่จะอาศัยน้ำหนักของลิ้นในการปิด ก็จะอาศัยแรงดันจากตัวช่วย เช่น อาจจะใช้ตัวสปริงหรือน้ำหนักถ่วงหรือกระบอกอัดความดันของเหลว ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นเช็ควาล์วแบบสวิงที่ปรับปรุงมานั่นเอง จุดประสงค์ของเช็ควาล์วแบบนี้ก็เพื่อป้องกันการเกิดการกระแทกของของเหลว (hammer) ในตอนที่มีการเปิดและปิดวาล์ว

ข้อดี วาล์วชนิดนี้สามารถลดการกระแทกของลิ้นวาล์วได้ นอกจากนี้บางครั้งยังสามารถตั้งความแตกต่างของแรงดันระหว่างด้านส่งกับด้านออกที่จะทำให้ลิ้นวาล์วเปิดได้โดยการตั้งแรงกดของสปริงหรือตัวดันลิ้นประเภทอื่นๆ

ข้อเสีย อาจจะเกิดการเสื่อมหรือล้าของตัวดันลิ้นวาล์ว เช่น อาจเกิดการดันกร่อนหรือการล้าของสปริงซึ่งจะทำให้วาล์วไม่สามารถทำงานได้ และนอกจากนี้แรงกดจากอุปกรณ์ช่วยจะทำให้ความดันของวาล์วประเภทนี้สูงขึ้น

13.Lift cheek valve เช็ควาล์วประเภทนี้จะมีรูปร่างของตัววาล์วในลักษณะเช่นเดียวกับโกลบวาล์ว หมายถึงว่า ของไหลจะต้องมีการเปลี่ยนทิศทางการไหลนั่นเอง สำหรับตัวลิ้นจะเคลื่อนที่อยู่ในร่อง ตัวลิ้นของวาล์วจะเคลื่อนที่ขึ้นเมื่อมีแรงดันจากของไหลมาดันวาล์วทำให้ลิ้นเคลื่อนที่ขึ้นไปตรงส่วนบนและเคลื่อนที่กลับลงมาปิดทางเมื่อของไหลไหลกลับทิศทาง เช็ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วพ. ส 182 ก 2551
ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าลาดกระบัง

วาล์วประเภทนี้เหมาะสำหรับติดตั้งในแนวนอนเท่านั้น สำหรับการติดตั้งในแนวดิ่งจะต้องใช้เช็ควาล์วประเภทนี้ในลักษณะที่เป็นมุมเหมือนกับแองเกิลวาล์ว

ข้อดี ตัวชิ้นส่วนลิ้นวาล์วที่เคลื่อนที่จะไม่มีหมุดในลักษณะสวิงเช็ควาล์ว จึงไม่มีโอกาสที่จะเกิดความเสียหาย ตรงส่วนด้านข้างของวาล์วมักจะให้เปิดออกได้เพื่อทำการตรวจสอบและทำความสะอาด ตัวลิ้นที่เลื่อนขึ้นเลื่อนลงนี้จะสามารถทำการเปลี่ยนได้อย่างรวดเร็ว และตัวร่องนำการเคลื่อนที่ของลิ้นจะทำหน้าที่เป็นเบาะที่ผ่อนการเคลื่อนที่ในขณะที่วาล์วเปิด จึงทำให้การเปิดของวาล์วเป็นไปอย่างนุ่มนวล

ข้อเสีย ตัวเช็ควาล์วประเภทนี้จะไม่สามารถปิดได้สนิทมาก นอกจากนี้ไม่เหมาะสำหรับการใช้กับของไหลที่สกปรกหรือมีตะกอนแขวนลอยเพราะอาจจะทำให้มีเศษของแข็งค้างและทำให้ลิ้นของวาล์วปิดไม่สนิท และถ้าของไหลเป็นชนิดที่มีความหนืดอาจจะทำให้ลิ้นวาล์วปิดกับร่องนำลิ้นก็ได้ นอกจากนี้เนื่องจากทิศทางการเคลื่อนที่ของไหลภายในวาล์วจะต้องวกวน ทำให้ความดันของวาล์วชนิดนี้สูงกว่าแบบสวิงเช็ควาล์ว

14.Ball cheek valve เช็ควาล์วประเภทนี้ก็มีลักษณะเหมือนกับตัว ลิฟท์ เช็ควาล์วนั่นเอง เพียงแต่ลิ้นของวาล์วจะทำด้วยลูกกลมซึ่งทำด้วยโลหะตัน และมีร่องสำหรับนำการเคลื่อนที่ของลูกบอล วาล์วชนิดนี้สามารถติดตั้งทั้งในแนวนอนและแนวดิ่ง ส่วนใหญ่จะใช้กับปั๊มชนิดลูกสูบโดยติดตั้งทั้งทางด้านขาเข้าและขาออกจากลูกสูบ

ข้อดี เช็ควาล์วประเภทนี้มีโครงสร้างที่แข็งแรงสามารถใช้กับการทำงานที่มีทิศทางไหลของของเหลวกลับไปมา นอกจากนี้ตัวลูกบอลจะมีการเคลื่อนตัวหมุนไปกับการไหลของของเหลวที่ไหลผ่านวาล์ว ดังนั้นทุกๆครั้งที่ลูกบอลลงมาปิดสนิทกับบ่าวาล์วก็จะมีการเปลี่ยนตำแหน่งไปเรื่อยๆจึงทำให้การสึกบนลูกบอลเป็นไปโดยสม่ำเสมอ

ข้อเสีย เช็ควาล์วประเภทนี้ไม่สามารถปิดได้สนิทนักและจะต้องใช้กับของไหลที่สะอาดเท่านั้น นอกจากนี้ยังมีความดันสูงและถ้านำไปใช้กับของไหลที่มีความหนืดต่ำจะก่อให้เกิดการกระแทกอย่างรุนแรงได้

15.ฟุตวาล์ว (Foot valve) ฟุตวาล์วเป็นลิฟท์เช็ควาล์วชนิดพิเศษที่ได้รับการออกแบบมาใช้สำหรับทางด้านดูดของปั๊มเพื่อป้องกันการไหลย้อนกลับและทำให้มีของไหลป้อนทางด้านดูดของปั๊มตลอดเวลา เช็ควาล์วนี้จะติดตั้งอยู่กับส่วนบนปลายของท่อทางด้านดูดและมีสเตรนเนอร์ติดอยู่ด้วยทางส่วนปลายทางด้านเข้าของวาล์วเพื่อป้องกันเศษผงต่างๆเข้าไปติดวาล์ว

ข้อดี ฟุตวาล์วทำให้มีของเหลวที่ป้อนทางด้านดูดของปั๊มอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการไหลย้อนกลับของของเหลวทางด้านส่งกลับมายังด้านดูดซึ่งอาจจะก่อให้เกิดการสกปรกของแหล่งของเหลวนั้นได้

ข้อเสีย ฟุตวาล์วก่อให้เกิดแรงต้านทานทางด้านดูดของปั๊มและลดตัว NPSH (Net positive suction head) ที่มีอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
00691

วาล์วชนิดต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไปแล้วนั้นจะทำหน้าที่ในลักษณะใดลักษณะหนึ่งคือทำหน้าที่ปิดหรือเปิด ทำหน้าที่ในการควบคุมการไหลหรือทำหน้าปรับปริมาณการไหล แต่วาล์วมิได้มีเพียงเท่านั้น ยังมีวาล์วประเภทอื่น ๆ ที่ได้มีการประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่บางอย่าง ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1.4 วาล์พิเศษอื่นๆ(special type)

16. วาล์วนิรภัย (safety valve) และวาล์วระบายความดัน (relief valve) ทั้งวาล์วนิรภัยและวาล์วระบายความดันนี้เป็นวาล์วที่ป้องกันความดันในระบบท่อของของไหล โดยจะช่วยในระบบท่อของของไหล โดยจะช่วยในการระบายความดันที่สูงเกินกว่าความต้องการ และความดันที่สูงนี้ก็จะถูกระบายออกสู่บรรยากาศหรือระบายออกสู่จุดที่มีความดันต่ำกว่า ทั้งวาล์วนิรภัยและวาล์วระบายความดันนี้จะใช้สปริงอัดไว้เพื่อให้วาล์วเปิดที่แรงดันที่ตั้งเอาไว้ นอกจากนี้วาล์วบางประเภทยังสามารถตั้งแรงกดของสปริงเพื่อให้สามารถกำหนดแรงดันที่จะทำให้วาล์วเปิดออกได้

ชื่อของวาล์วนิรภัยและวาล์วระบายความดันนี้มักจะใช้กันอย่างค่อนข้างสับสนจริง ๆ แล้วมีความแตกต่างกันอยู่ระหว่างวาล์วทั้ง 2 ประเภทซึ่งก็เป็นความหมายที่แฝงอยู่ในชื่อของวาล์วแต่ละประเภท ควรจะถูกนำไปใช้อย่างถูกต้อง

วาล์วนิรภัย (safety valve) จะเหมาะสำหรับใช้กับของเหลวประเภทที่ถูกอัดได้ (compressible fluid) เช่นพวกไอน้ำหรือแก๊สประเภทต่าง ๆ ซึ่งจะต้องการ การเปิดระบายความดันที่เกิดสูงขึ้นอย่างรวดเร็วซึ่งเมื่อมันถูกกดให้เปิดด้วยแรงดันเกินกว่าที่ระบายของเหลวที่มีความดันสูง เช่น ปล่อยให้ไอน้ำถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศ หรือ อาจจะส่งแก๊สที่เป็นพิษหรือมีราคาแพงย้อนกลับเข้าไปในระบบอย่างเดิม

17. วาล์วระบายความดัน(relief valve) จะใช้กับของเหลวประเภทที่อัดไม่ได้(non compressible fluid) เช่น ของเหลวประเภทน้ำและน้ำมันเป็นต้น ดังนั้นเมื่อวาล์วชนิดนี้เปิดระบายความดันก็จะไม่เปิดสุด เนื่องจากเมื่อมีการเปิดระบายความดันเพียงไม่มากนัก ก็สามารถทำให้ระบายความดันที่มีอยู่สูงนั้นได้ ดังนั้นจึงเปิดและปิดอย่างช้า ๆ และจะระบายของไหลในระบบนั้นย้อนกลับเข้าไปทางท่อระบายเพื่อเก็บรักษาของไหลนั้น

สำหรับความแตกต่างของตัววาล์วนิรภัยและวาล์วระบายความดันนั้นดูได้ที่ลักษณะของบ่าวาล์วระบายความดันนั้นดูได้ที่ลักษณะของบ่าวาล์ว นั่นก็คือสำหรับวาล์วระบายความดันเนื้อที่คงที่ไม่ว่าวาล์วจะเปิดหรือปิด ดังนั้นจะมีเนื้อที่คงที่ไม่ว่าวาล์วจะเปิดหรือปิด ดังนั้นการเปิดหรือปิดวาล์วจะเป็นไปอย่างช้า ๆ และจะเปิดมากรหรือน้อยขนาดไหน ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของแรงดัน แต่สำหรับวาล์วนิรภัยนั้น จะมีส่วนพื้นที่ของบ่าวาล์วที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อถึงตอนที่วาล์วเริ่มเปิดเนื้อที่ของบ่าวาล์วจะใหญ่ขึ้น และทำให้แรงกดต่อบ่าวาล์วเพิ่มขึ้นสูงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจากการที่วาล์วจะเริ่มเปิดจากศูนย์จนกระทั่งวาล์วเปิดเต็มที่นั้นเป็นไปอย่างรวดเร็ว และด้วยเหตุผลเดียวกันวาล์วจะเริ่มปิดก็เมื่อแรงดันนั้นลดลงต่ำกว่าระดับที่กำหนดหรือแรงดันปล่อยทั้ง (blowdown level)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังสามารถติดกระเดื่องภายนอกเพิ่มเติมได้กับวาล์วทั้งสองชนิดเพื่อใช้ในการทดสอบวาล์วเป็นครั้งคราว การต่อวาล์วนิรภัยและวาล์วระบายความดันนั้น จะต้องต่อเข้ากับระบบท่อหรือระบบความดันที่ใช้มันเป็นตัวป้องกันโดยตรงโดยไม่มีวาล์วอื่น ๆ มาคันกลางและจะต้องต่อท่อให้สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้เพื่อลดความดันที่เกิดขึ้นในระบบท่อ มิให้เกิดการกระพือของวาล์ว นอกจากนี้การตั้งแรงดันที่จะเปิดวาล์วจะต้องนึกถึงความดันย้อนกลับ (back pressure) ด้วย ยกตัวอย่างเช่น ถ้าวาล์วนิรภัยถูกตั้งให้เปิดที่ความดัน 100 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว โดยมีความดันย้อนกลับประมาณ 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ให้ตั้งความดันที่จะเปิดไว้ที่ 90 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เพื่อชดเชยกับแรงดันย้อนกลับนี้เพื่อที่ว่าจะได้เปิดเมื่อแรงดันถึงระดับ 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

วาล์วนิรภัยจะมีระดับความดันที่จะเปิดแสดงอยู่ข้าง ๆ ตัวและความสามารถในการระบายจะขึ้นอยู่กับความแตกต่าง ๆ ระหว่างแรงดันในการเปิดและปิดวาล์ว ซึ่งปกติจะแตกต่างกันประมาณ 4% ถ้าจะต้องการปรับ ความดันระบาย (blow down) เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงในการตั้งระดับความดัน จงอย่าลดมันให้มากจนเกินไป เพราะการตั้งความดันระบายทิ้งให้ต่ำจนเกินไปอาจจะทำให้วาล์วไม่สามารถปิดได้อย่างทันที

18. วาล์วควบคุม (control valve) วาล์วควบคุม เป็นวาล์วที่อาจจะเรียกได้ว่าวาล์วอเนกประสงค์ นั่นก็คือเป็นวาล์วที่จะเป็นวาล์วชนิดที่สามารถควบคุมได้โดยใช้ตัวแปรต่าง ๆ เช่น แรงดันหรือปริมาณของการไหลมาควบคุมตัวเอง ลักษณะของตัววาล์วควบคุมจะประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญ 3 ชิ้น นั่นก็คือตัววาล์วแผ่นไดอะแฟรม ซึ่งทำหน้าที่ดันตัววาล์วกับส่วนบนของวาล์วและฝาครอบของวาล์ว ตัวแผ่นไดอะแฟรมนี้จะเป็นชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ซึ่งจะทำการปิดหรือเปิดวาล์ว การทำงานของวาล์วนี้จะขึ้นอยู่กับการที่จะมีแรงดันหรือปล่อยแรงดันออกจากฝาส่วนบนของวาล์วเหนือแผ่นไดอะแฟรม เพราะแรงดันที่ทำหน้าที่กดลงบนผิวของแผ่นไดอะแฟรมนี้ จะทำให้เกิดแรงที่จะปิดหรือเปิดวาล์ว ซึ่งขึ้นอยู่กับทิศทางของแรงดันที่กระทำอยู่ เนื่องแรงดันในส่วนของฝาวาล์วกดลงมาก็จะทำให้วาล์วปิด เนื่องจากเนื้อที่หรือพื้นที่ของแผ่นไดอะแฟรมนี้จะใหญ่กว่าพื้นที่ตรงส่วนบ่าวาล์ว ดังนั้นการดันทางด้านไฮดรอลิก จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้วาล์วสามารถทำงานได้และทำให้เราสามารถใช้แรงดันของของไหลในเส้นท่อนี้เอง ที่จะทำการปิดเปิดหรือทำการหรี่วาล์วโดยไม่ต้องอาศัยพลังงานจากภายนอกเลย การใช้งานของคอนโทรลวาล์วนี้แบ่งเป็นประเภทใหญ่ได้ 2 ประเภท นั่นคือประเภทแรกใช้ในการปิดหรือเปิดอย่างเดียว (non-throttling) หมายถึงว่า วาล์วจะอยู่ในสภาวะที่ปิดสนิทหรือมิฉะนั้นก็เปิดกว้างไปเลย การควบคุมวาล์ววิธีนี้ทำให้ได้โดยการต่อเส้นท่อควบคุมวาล์วจากท่อใหญ่ด้านใดด้านหนึ่งเข้ากับตัวฝาบนของวาล์ว และควบคุมความดันของของไหลที่จะป้องเข้ากับฝาบนนี้ ถ้าปล่อยให้ความดันอัดเข้ามาในตัวแผ่นไดอะแฟรมก็จะทำให้วาล์วปิด และในทางตรงกันข้ามถ้าระบายความดันนี้ออกไปก็จะทำให้วาล์วเปิด การใช้งานคอนโทรลวาล์ว ในลักษณะนี้สามารถทำให้เราสามารถนำคอนโทรลวาล์ว ไปใช้งานได้ในหลาย ๆ ลักษณะนั่นก็คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ใช้เป็นเช็ควาล์วโดยการต่อท่อจากด้านขาออกของวาล์วย้อนกลับเข้ามาในตัวฝาบนหรือแชมเบอร์ ในกรณีที่ของไหล ๆ จากด้านไปยังด้านออกจะไม่ก่อให้เกิดแรงกดดันที่จะกระทำต่อฝาบนแต่ในกรณีที่ของเหลวไหลย้อนกลับผ่านของไหลก็จะมีแรงดันกดลงฝาบนและทำให้วาล์วปิด

2. ใช้เป็นวาล์วที่สามารถควบคุมได้จากระยะไกล (remote control) ในกรณีเราจะใช้การต่อท่อควบคุมจากด้านขาเข้าของวาล์วเข้ากับตัวแชมเบอร์ และใช้ตัววาล์ว 3 ทาง (three way valve) ที่จะทำการเปลี่ยนทิศทางของของไหลนี้อีกทีหนึ่ง ในกรณีที่หมุนวาล์ว 3 ทาง ให้ต่อความดันกดลงบนแชมเบอร์วาล์วก็จะปิด แต่เมื่อหมุนให้ของไหลที่กดบนแชมเบอร์ระบายขึ้นไปวาล์วก็เปิด ส่วนวิธีการในการควบคุมวาล์วนี้นอกจากจะใช้วิธีการหมุนปิดเปิดด้วยมือแล้ว เรายังอาจจะสามารถใช้ตัว โซลินอย์ด วาล์ว ต่อแทนตัววาล์ว 3 ทาง และควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าแทนหรือมิฉะนั้นก็ใช้แรงดันภายนอกมาควบคุมหรืออาจจะใช้ความแตกต่างระหว่างแรงดันสองอันก็ได้

3. ใช้เป็นวาล์วลูกลอย (float valve) หรือวาล์วเติมน้ำเข้าในถัง การใช้คอนโทรลวาล์ว ในลักษณะเติมน้ำเข้าในถัง การใช้คอนโทรลวาล์ว ในลักษณะนี้ก็เหมือนกับการใช้คอนโทรลวาล์ว ที่ควบคุมโดยวาล์ว 3 ทาง หรือใช้โซลินอยด์วาล์วนั่นเอง แต่ตัวที่จะมาควบคุมเราก็เปลี่ยนไปเป็นตัวลูกลอยแทนที่จะมาทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงทิศทางของของไหลที่อัดเข้ากับ แชมเบอร์ ส่วนบนของวาล์ว

ส่วนการใช้คอนโทรลวาล์ว ในลักษณะที่ 2 ก็คือการใช้ในลักษณะที่วาล์วมีการแปรเปลี่ยนอยู่ระหว่างช่วงปิดและเปิดคือมีการปรับการเคลื่อนไหลของลิ้นวาล์วให้ได้ความควบคุมตามต้องการในลักษณะนี้เราจะเรียกว่าเป็นการใช้วาล์วในลักษณะ modulating หรือ throtting ในการใช้วาล์วในลักษณะนี้ ความดันที่ฝาบนของวาล์วจะถูกจัดเอาไว้ให้อยู่ระหว่างความดันทางด้านเข้ากับทางด้านออกจากวาล์ว ซึ่งจะต้องมีการต่อท่อควบคุมโดยมีข้อต่อต่าง ๆ และตัว modulating control การที่ต่อด้านเข้าของวาล์วด้านออกของวาล์วและตัวแชมเบอร์ให้เชื่อมต่อถึงกันโดยท่อควบคุมนี้ก็เพื่อปรับแต่งสภาวะต่าง ๆ ให้มีความสัมพันธ์กัน ระหว่างความดันทางด้านเข้า ทางด้านออกและความดันของฝาบนให้มีความสัมพันธ์กันซึ่งจะสามารถนำไปใช้ในการควบคุมตามความต้องการได้ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้นั่นก็คือ

1.การใช้ในงานลดความดัน(pressure reduction) นั่นก็คือแรงดันทางด้านขาออกจากวาล์วจะเป็นตัวควบคุมแผ่นไดอะแฟรมให้ทำหน้าที่ปรับตัวเองตามสภาพความดันทางด้านขาเข้าของวาล์ว เพื่อให้ได้ความดันทางด้านขาออกคงที่

2.ใช้เป็นวาล์วระบายความดัน (pressure relief valve) ความดันทางด้านขาเข้าของวาล์วจะเป็นตัวควบคุมแผ่นไดอะแฟรมที่จะทำให้วาล์วปิดหรือเปิดหรือหรี่ตัวเองให้สอดคล้องกับความดันทางด้านขาเข้าที่เปลี่ยนแปลงไป และทำให้ความดันทางด้านขาเข้าคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ใช้เป็นวาล์วควบคุมปริมาณการไหล (rate of flow control) โดยจะควบคุมปริมาณการไหลขาออกจากวาล์วให้คงที่ ก็คือใช้ความดันที่แตกต่างกันระหว่างแผ่นออริฟิส ซึ่งจะทำหน้าที่วัดปริมาณการไหลมาควบคุมการปิดและเปิดของแผ่นไดอะแฟรมในวาล์ว นอกจากนั้นยังมีการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ กันอีกแล้วแต่จะคิดวิธีควบคุมวาล์วต่าง ๆ กันออกไป ซึ่งจะมีขอกล่าวถึงในที่นี้

สำหรับวาล์วชนิดพิเศษนั้นอาจจะมีลักษณะแตกต่างกันไปได้แล้วแต่การประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมาเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละประเภทไปซึ่งเป็นเรื่องที่จะต้องศึกษาหาความรู้สำหรับวาล์วชนิดต่าง ๆ เหล่านั้นแต่สำหรับวาล์วทั้งหมดที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ก็นับว่าครอบคลุมถึงวาล์วประเภทต่าง ๆ ที่ได้ประสบพบเห็นกันอยู่ในการใช้งานควบคุมของไหลทั่ว ๆ ไป และนำข้อมูลวาล์วน้ำที่ได้มาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเลือก ที่จะใช้ในการนำมาพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็น ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ โดยเลือกที่จะใช้แบบของบอลวาล์วมาพัฒนา เพราะสามารถขึ้นรูปง่าย และใกล้เคียงผลิตภัณฑ์เดิม

2.2 วัสดุวาล์ว

วาล์วที่ใช้กับระบบท่อทำจากบรอนซ์ ทองเหลือง เหล็กเหนียวหล่อ เหล็กหล่อโลหะทริม พลาสติกแข็ง พลาสติกอ่อน หรือโลหะอื่นๆที่มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนสูง บางครั้งวาล์วตัวเดียวอาจมีวัสดุหลายชนิดประกอบกันมากกว่าสองชนิด เช่น เรือนวาล์วทำจากเหล็กหล่อส่วนลิ้นหรือแผ่นปิดกั้นอาจทำจากบรอนซ์หล่อ มีปะเกนตัวโอทำด้วยยางและแหวนอัดทำจากพลาสติกเทปล่อนประกอบวาล์วมาตรฐานจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ ¼ ~12 นิ้ว ส่วนความยาว กว้าง และสูงไม่กำหนดมาตรฐาน วาล์วโดยปรกติจะทำเกลียวด้านใน ส่วนวาล์วพลาสติกจะทำเกลียวด้านนอกเพื่อให้ต่อกับ นัตขันอัดแน่นต่อกับท่อได้

ก่อนจะซื้อวาล์วจะต้องทราบวัสดุวาล์วก่อน เพื่อจะได้เลือกให้มีความเหมาะสมกับความกดดัน อุณหภูมิและสภาพการใช้งาน เพราะวัสดุวาล์วแต่ละชนิดมีพิกัดการใช้งานแตกต่างกัน การเลือกวาล์วไม่เหมาะสมอาจก่อให้เกิดปัญหาการใช้งาน ความปลอดภัย และสิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์ รายละเอียดการเลือกใช้วาล์วตามวัสดุเป็นดังนี้

บรอนซ์ไอน้ำ(Steam bronze) เป็นโลหะเจือของทองแดง ดีบุก ตะกั่ว และสังกะสี แพร่หลายในการทำวาล์ว และข้อต่อทนต่ออุณหภูมิได้ไม่เกิน 232 ◦ C บรอนซ์พิเศษ เป็นวัสดุเจือทองแดงสูงเครื่องมืองานท่อที่อยู่ภายใต้ความกดดันสูง และอุณหภูมิไม่เกิน 287◦ C และในส่วนของการศึกษาวัสดุวาล์วนั้นสามารถกำหนดขอบเขตของวัสดุคือโครงวาล์วนิยมทำเป็นเหล็กหล่อ มีปะเกนโอริงทำด้วยยาง นิยมทำเกลียวด้านในขนาดที่นิยมใช้งานมีตั้งแต่ ¼ ~ 12 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ขั้นตอนการผลิต ผลิตภัณฑ์ด้วยแม่พิมพ์

2.3.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบผลิตภัณฑ์ เป็นการกำหนดรูปแบบของผลิตผลหรือผลของการสร้างรูปวัตถุให้เกิดเป็นลักษณะต่างๆ ออกมาให้สามารถมองเห็นและสัมผัสได้ จำเป็นต้องผ่านกระบวนการต่างๆ ทางการออกแบบและการผลิต ซึ่งโดยรวมแล้วจะพิจารณาจากวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนตามหลักเกณฑ์ที่ว่า ออกแบบทำไม เพื่อใคร ที่ไหน อะไร อย่างไร และมูลค่าเท่าไร ซึ่งนักออกแบบจำเป็นต้องนำเอาวัตถุประสงค์ดังกล่าวมาผสมผสานความคิดเพื่อให้ได้สินค้าที่มีความเหมาะสมและเป็นไปตามความต้องการของตลาด

ในกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นประกอบด้วย 2 ประการ คือ

(1) การศึกษาเบื้องต้น ซึ่งเป็นกระบวนการเตรียมแผนการออกแบบซึ่งได้มาจากการศึกษาค้นคว้าวิจัย และข้อมูลด้านอื่นๆ เช่น การตลาด การผลิต ต้นทุน ประเภทวัสดุที่ใช้ รูปร่าง และ ความต้องการของผู้ใช้ เป็นต้น เพื่อกำหนดเป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์

(2) การออกแบบ เมื่อได้ข้อมูลเบื้องต้นและแนวทางของผลิตภัณฑ์แล้วจึงนำมาประมวลผลเพื่อออกแบบให้ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ ในรูปของหน้าที่การใช้งานและรูปทรงด้วยการร่างภาพหรือสร้างเป็นหุ่นจำลองที่มีรายละเอียด เพื่อประกอบการอธิบายในการตัดสินใจสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป

การออกแบบเบื้องต้นได้รับการยืนยัน ให้ดำเนินการผลิต ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องการดำเนินการเสนอแบบจริงที่สื่อความหมายให้เป็นที่เข้าใจได้ ซึ่งในส่วนนี้คือการเขียนแบบงานที่แสดงโครงสร้างและสัดส่วน ตลอดจนรายละเอียดปลีกย่อยเพื่อขยายความชัดเจนของผลิตภัณฑ์นั้น

ในปัจจุบันการออกแบบและเขียนแบบได้อาศัยคอมพิวเตอร์ เข้ามาช่วยที่รู้จักในนามของคอมพิวเตอร์ ช่วยออกแบบ หรือเขียนแบบ (Computer Aided Design / Drafting) ซึ่งข้อมูลที่ป้อนเข้าไปเพื่อให้เกิดเป็นรูปร่างผลิตภัณฑ์ หรือแบบงานจะถูกบันทึกไว้ในส่วนของตัวเก็บข้อมูล (Hard Disk) ทั้งนี้ เมื่อมีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือแบบงานจึงสามารถเรียกกลับมาใช้งานได้อย่างสะดวก รวมทั้งยังเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่ส่งต่อไปให้กระบวนการสร้างต้นแบบได้ผลงานที่ถูกต้องและแม่นยำอีกด้วย

2.3.2 ต้นแบบ

เมื่อผ่านกระบวนการออกแบบจนสามารถนำไปเป็นสินค้าที่ต้องการผลิตแล้ว เพื่อให้เกิดการมั่นใจในสินค้าควรจัดให้มีการทำต้นแบบขึ้นเพื่อให้เห็นรูปร่าง ขนาด สีสัน ประเภทของวัสดุที่ใช้ เป็นต้น ซึ่งกระบวนการในการสร้างต้นแบบได้มีวิวัฒนาการมาอย่างต่อเนื่อง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในยุคแรก ๆของการทำต้นแบบ ผู้ผลิตสินค้าจะอาศัยช่างฝีมือในการขึ้นรูปต้นแบบจากวัสดุที่มีอยู่ทั่วไป เช่น ดินเหนียว ไม้ ปูนปลาสเตอร์ เป็นต้น ต่อมาเมื่อมีการพัฒนาเครื่องจักรกลและวัสดุที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าวัสดุเดิม การทำต้นแบบจึงได้อาศัยเครื่องจักรกลในการขึ้นรูปให้เป็นไปตามการออกแบบและลดระยะเวลาในการทำได้เป็นอย่างมาก

ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้เพื่อการออกแบบและการสร้างต้นแบบเป็นอันมาก เนื่องจากเทคโนโลยีด้านการออกแบบได้อาศัยคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย จึงทำให้เกิดการพัฒนานำข้อมูลจากการออกแบบมาทำการสร้างต้นแบบได้อย่างรวดเร็วโดยให้ชื่อกระบวนการนี้ว่า "Rapid Prototype" ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีรูปแบบและกรรมวิธีให้ได้มาซึ่งต้นแบบที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความละเอียด ความเที่ยงตรงของต้นแบบต้องการเช่นใด

ขั้นตอนของกระบวนการ Rapid Prototype มีอยู่ด้วยกัน 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์(CAD Model)

(2) เปลี่ยนข้อมูลที่ได้จากการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลของขบวนการ Rapid Prototype

(3) ทำการปรับข้อมูลข้างต้น เพื่อแบ่งเป็นชั้นบางๆ ตามแนวหน้าตัดของผลิตภัณฑ์

(4) สร้างต้นแบบโดยให้มีการสร้างเนื้อวัสดุขึ้นทีละชั้นตามการขั้นตอนที่ผ่านมา

(5) ทำความสะอาดชิ้นงานต้นแบบที่ถูกสร้างขึ้น

สำหรับกระบวนการ Rapid Prototype นี้ กรรมวิธีที่นิยมใช้ทำต้นแบบมีอยู่ด้วยกัน 5 วิธี ดังนี้

(1) Laminated Object Manufacturing (LOM) กรรมวิธีนี้อาศัยการตัดแผ่นLaminate ด้วยแสงเลเซอร์ ตามรูปร่างโดยรอบของหน้าตัดผลิตภัณฑ์ในแต่ละชั้น โดยมีกาวเป็นตัวประสานให้แต่ละชั้นที่ถูกตัดยึดเข้าด้วยกัน สำหรับกรรมวิธีนี้ความละเอียดของต้นแบบขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่น Laminate ที่ใช้

(2) Stereolithography (SLA) เป็นกรรมวิธีที่อาศัยลำแสงอุลตร้าไวโอเล็ต (UV)ทำให้สารละลายที่อยู่ในอ่างเกิดการแข็งตัวตามแนวเส้นรอบรูปของหน้าตัดผลิตภัณฑ์ในแต่ละชั้น จากนั้นชั้นถัดมาจะถูกสร้างขึ้นโดยชั้นที่แข็งตัวแล้วจะลดระดับลง ทำให้ความละเอียดของผลิตภัณฑ์จึงขึ้นอยู่กับการลดระดับของแต่ละชั้น

(3) Selective Laser Sintering (SLS) เป็นการสร้างต้นแบบที่อาศัยลำแสงเลเซอร์ทำให้วัสดุที่เป็นต้นแบบเกาะตัวเข้าด้วยกันที่ละชั้น โดยแต่ละครั้งในการก่อตัวเป็นรูปร่างผงวัสดุจะถูกเททับส่วนที่เป็นรูปร่างแล้ว ลำแสงเลเซอร์จะทำให้ผงที่ถูกเททับนั้นหลอมติดกับชั้นที่ผ่านมา

(4) Fuse Deposition Model (FDM) เป็นกรรมวิธีคล้ายการแต่งหน้าเค้ก หรือ การบีบยาสีฟันออกจากหลอด ซึ่งการขึ้นรูปในแต่ละชั้นจะมีลักษณะเหมือนกับทุกกรรมวิธีที่ผ่านมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าวคือเมื่อชั้นแรกได้ถูกสร้างขึ้นแล้ว ลดระดับชั้นแรกเพื่อสร้างชั้นถัดๆไป สำหรับความละเอียดของต้นแบบชนิดนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของหัวฉีดเติมเนื้อวัสดุเพื่อพอกในแต่ละชั้น

(5) 3 –D Printer (3DP) มีหลักการทำงานคล้ายคลึงกับเครื่องพิมพ์เอกสารที่ใช้อยู่ทั่วไป แต่การสร้างต้นแบบด้วยวิธีนี้เป็นการพ่นตัวประสานลงบนเนื้อวัสดุแต่ละชั้น เพื่อเกิดการเกาะตัวกันของเนื้อวัสดุในระหว่างการขึ้นรูป ซึ่งกรรมวิธีนี้สามารถให้ความละเอียดของต้นแบบอยู่ในระดับที่ดีมาก เนื่องมาจากความละเอียดของผงวัสดุนั่นเอง

ดังนั้นในการสร้างต้นแบบเพื่อให้มีความสมบูรณ์นั้น ควรพิจารณาเลือกกรรมวิธีที่เหมาะสมกับลักษณะของต้นแบบที่ต้องการนำไปใช้งาน

2.3.3 การออกแบบและการสร้างแม่พิมพ์

2.3.3.1 การออกแบบแม่พิมพ์

ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ ใดๆ ก็ตามที่มีจำนวนมาก จำเป็นต้องอาศัยแม่พิมพ์ที่สามารถครอบคลุมถึงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ได้ทั้ง รูปทรง ขนาด น้ำหนัก ตามที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ ซึ่งลักษณะของกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกันจะส่งผลโดยตรงมาจากแม่พิมพ์ที่นำมาใช้งาน ดังนั้น การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งต้องยึดหลักการที่ว่า

- แม่พิมพ์คุณภาพดี ผลผลิตที่ดีย่อมเกิดขึ้น
- แม่พิมพ์ผลิตชิ้นงานออกมาได้เร็ว ผลตอบแทนจากการลงทุนจะคืนกลับมาโดยเร็ว
- แม่พิมพ์มีราคาที่เหมาะสม ย่อมส่งผลให้ได้เปรียบทางธุรกิจ

ดังนั้น พอสรุปได้ว่า การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ต้องคำนึงถึง คุณภาพ การส่งมอบ และราคาที่เหมาะสม ซึ่งเป็นปัจจัยหลักของอุตสาหกรรมนี้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายทั้ง 3 ประการข้างต้น การออกแบบแม่พิมพ์ที่ดีจึงควรพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ดังนี้

(1) มาตรฐานการออกแบบ ซึ่งในการออกแบบแต่ละครั้ง จำเป็นต้องมีมาตรฐานที่ดีโดยการกำหนดกฎเกณฑ์ต่างๆ นั้น สามารถกระทำได้ โดยผู้ผลิตแม่พิมพ์เอง หรือเป็นมาตรฐานที่ลูกค้ากำหนดให้

(2) เลือกใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานที่เหมาะสม เพื่อช่วยลดเวลาในการออกแบบ

(3) สามารถนำแม่พิมพ์ไปใช้ในการผลิตได้โดย ไม่มีอุปสรรค ใดๆ เกิดขึ้น

(4) เลือกว่าวัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ได้อย่างเหมาะสมกับปริมาณการผลิต เพื่อลดต้นทุนในการทำแม่พิมพ์

(5) ลดความสลับซับซ้อน ในการทำงานของแม่พิมพ์ เพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการซ่อมบำรุง เมื่อเกิดความเสียหายระหว่างกระบวนการผลิต

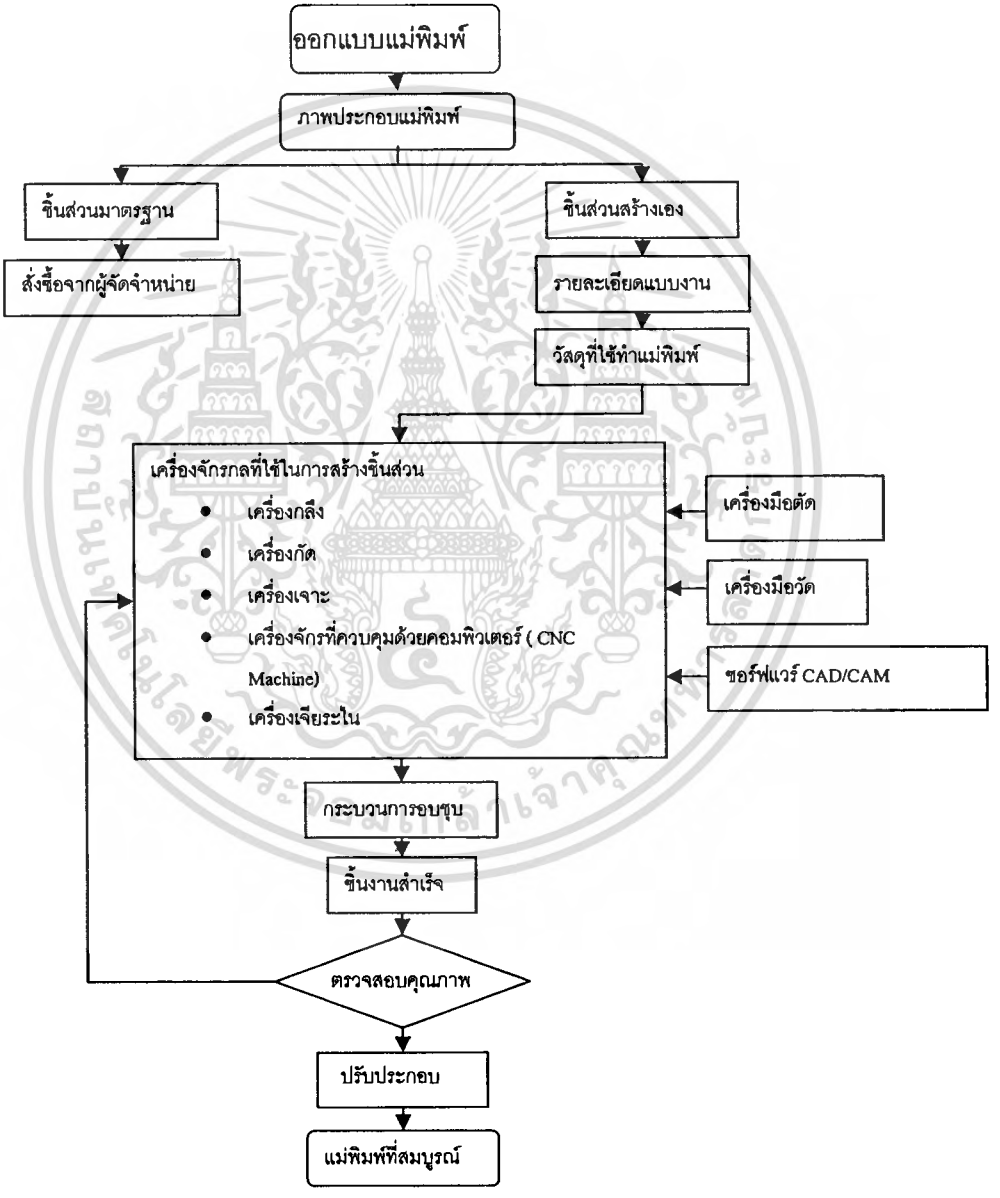
ในปัจจุบันการออกแบบแม่พิมพ์ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยให้การออกแบบมีความแม่นยำและถูกต้องมากยิ่งขึ้น เนื่องจากในหน่วยความจำของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ได้เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและการวิเคราะห์ความถูกต้องของการออกแบบไว้อย่างมากมาย ทำให้ลดระยะเวลาการทำงานขั้นตอนนี้เป็นอย่างมาก แต่การออกแบบจะให้สมบูรณ์ได้นั้น บุคลากรที่ทำงานด้านนี้ต้องมีประสบการณ์ในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแม่พิมพ์มาก่อน เพื่อนำประสบการณ์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในระหว่างการออกแบบต่อไป

2.3.3.2 การสร้างแม่พิมพ์

การสร้างแม่พิมพ์มีลำดับขั้นตอนของการดำเนินงานตามรูป ดังนี้



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตแม่พิมพ์และเครื่องมือสำหรับงานแม่พิมพ์คือเหล็ก โดยเหล็กที่ใช้ในการทำแม่พิมพ์จะอยู่ในกลุ่มของเหล็กกล้าเครื่องมือ ซึ่งเหล็กกล้าเครื่องมือจัดเป็นเหล็กกล้าที่มีคาร์บอนและธาตุผสมอื่นๆในปริมาณสูง เพื่อให้มีความสามารถในการชุบแข็งสูงเหมาะสำหรับการปรับปรุงคุณสมบัติด้านทานการสึกหรอ คุณสมบัติที่สำคัญของเหล็กกล้าเครื่องมือ ได้แก่

(1) ความสามารถในการชุบแข็ง (Harden ability) คือคุณสมบัติที่เหล็กกล้าที่บ่งถึงความยากง่ายในการชุบแข็งและความลึกของเหล็กที่แข็งขึ้นจากการชุบแข็ง คุณสมบัตินี้จะขึ้นอยู่กับส่วนผสมทางเคมีและขนาดของเกรนของเหล็กกล้า โดยเหล็กกล้าที่มีความสามารถในการชุบแข็งสูง จะสามารถทำการชุบแข็งได้ง่ายด้วยลม แต่ถ้าเหล็กกล้าที่มีความสามารถในการชุบแข็งต่ำ การชุบแข็งด้วยลมจะไม่สามารถทำให้ได้เฟสมาร์เทนไซต์ จึงอาจต้องทำการชุบแข็งด้วยน้ำหรือของเหลวอื่น ซึ่งจะมีผลต่อการบิดตัวของชิ้นงานที่ทำการชุบ คุณสมบัตินี้เพิ่มขึ้นตามปริมาณธาตุผสม ดังนั้นการทำให้ได้ชิ้นงานที่มีความแข็งสูงตลอดชิ้น หรือสามารถชุบแข็งได้ลึก จึงควรเลือกใช้เหล็กกล้าที่มีธาตุผสมสูง โดยโคบอลต์เป็นเพียงธาตุเดียวที่ลดคุณสมบัตินี้

(2) ความเหนียว (Toughness) คือ ความสามารถในการรับพลังงานของวัสดุก่อนที่จะเกิดการแตกหัก เหล็กกล้าเครื่องมือที่ถือว่ามีคุณสมบัติด้านความเหนียวที่ดี คือ กลุ่มที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำ หรือปานกลาง คุณสมบัตินี้จำเป็นสำหรับการใช้งานในสภาวะที่ต้องรับแรงกระแทก

(3) ความทนต่อการเสียดสี (Wear resistance) คือ ความสามารถทนต่อการถูกขัดสี ซึ่งรวมถึงการเสียดสีของคมตัดด้วย คุณสมบัตินี้จะเกี่ยวข้องกับความแข็งของเหล็ก และปริมาณคาร์ไบด์ที่ไม่ละลาย (คาร์ไบด์ที่ไม่สลายตัว เมื่อมีการใช้งานในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง) โดยหากเหล็กกล้าเครื่องมือมีความแข็งสูงก็จะทนการเสียดสีได้ดี หรือหากมีคาร์ไบด์ที่ไม่ละลาย (แม้อุณหภูมิสูง) ก็จะทำให้ทนการเสียดสีได้ดีขึ้นเช่นกัน เนื่องจากคาร์ไบด์จะมีความแข็งสูง

(4) การรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง (Red-hardness) เป็นคุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับการใช้งานเหล็กกล้าเครื่องมือที่ต้องได้รับความร้อนจนมีอุณหภูมิสูงกว่า 480 °C โดยธาตุผสมที่ทำให้เกิดคาร์ไบด์ที่เสถียรจะช่วยปรับปรุงคุณสมบัตินี้ ซึ่งจะทำให้เหล็กกล้าเครื่องมือไม่อ่อนลง (ความแข็งลดลง) อันเนื่องมาจากผลของความร้อนในขณะใช้งานที่อุณหภูมิสูง หรือในขณะทำการอบคืนตัว (Tempering)

(5) ความสามารถในการตัดเฉือน (Machinability) คือ ความสามารถของโลหะที่ถูกตัดเฉือน ตกแต่งได้ง่าย และมีผิวที่เรียบภายหลังการตัดเฉือน

(6) ความต้านทานการสูญเสียคาร์บอน (Resistance to decarburization) การสูญเสียคาร์บอนซึ่งจะเกิดเมื่ออบเหล็กที่อุณหภูมิสูงกว่า 700 °C (1300°F) เป็นผลให้ความแข็งที่ได้ภายหลังการชุบแข็ง ต่ำลง เหล็กกล้าเครื่องมือที่มีคุณสมบัตินี้ต่ำจะต้องมีวิธีป้องกัน/ควบคุมบรรยากาศใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอบชุบความร้อนเพื่อไม่ให้ชิ้นงานสูญเสียคาร์บอนโดยเฉพาะที่ผิว สำหรับเหล็กกล้าเครื่องมือที่มีคาร์บอนเป็นส่วนผสมหลักจะสามารถต้านทานการสูญเสียคาร์บอนได้ดี

(7) การไม่เปลี่ยนรูปร่างหรือขนาด (Non deformation properties) คุณสมบัตินี้สัมพันธ์กับความสามารถในการชุบแข็ง โดยทั่วไปเหล็กกล้าที่สามารถชุบแข็งได้ด้วยลมจะมีการบิดตัวน้อยที่สุด เหล็กกล้าที่ทำการชุบแข็งด้วยน้ำมันทำให้เกิดการบิดตัวปานกลาง และเหล็กกล้าที่ทำการชุบแข็งด้วยน้ำทำให้เกิดการบิดตัวสูงที่สุด ดังนั้นในการออกแบบเลือกเหล็กกล้าเครื่องมือจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติด้านนี้ด้วย

เหล็กกล้าเครื่องมือที่นำมาใช้ในการผลิตแม่พิมพ์และเครื่องมือนั้นสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะการใช้งานได้ 6 ประเภทดังนี้

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

2.3.4.2 เหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็น (Cold work tool steels) เป็นกลุ่มที่ใช้ผลิตเครื่องมือสำหรับนำไปใช้ในงานแปรรูปโลหะที่ไม่ได้ให้ความร้อนก่อนการแปรรูป เช่น แม่พิมพ์ตัดแผ่นโลหะเย็น ใบมีดตัดกระดาษ คัดเตอร์ เป็นต้น คุณสมบัติสำคัญที่ต้องการสำหรับเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้ คือ ความสามารถในการกลึงไสดี เปลี่ยนแปลงขนาดน้อยหลังการชุบแข็ง (เนื่องจากการชุบแข็งจะทำโดยการชุบน้ำมันหรือให้เย็นตัวในอากาศ) ต้านทานการสึกหรอสูง และมีความเหนียวทนแรงอัดกระแทกได้ดี เหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็น สามารถจำแนกออกได้เป็น

(1) เหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็นประเภทชุบด้วยน้ำมัน เป็นกลุ่มที่มีคุณสมบัติต้านทานการสึกหรอสูง และมีความแข็งสูง ซึ่งเป็นผลมาจากมีปริมาณคาร์บอนสูง และคาร์ไบด์ขนาดเล็กที่มีอยู่อย่างกระจัดกระจาย ธาตุผสมเพียงเล็กน้อยของโครเมียม โมลิบดินั่ม และทังสเตน ทำให้สามารถชุบแข็งได้ด้วยน้ำมัน ซึ่งมีข้อดีกว่าเหล็กกล้าเครื่องมือชุบแข็งด้วยน้ำ เนื่องจากการชุบแข็งด้วยน้ำมันจะทำให้ชิ้นงานบิดตัว และมีโอกาสแตกน้อยกว่าการชุบแข็งด้วยน้ำอย่างมาก ตัวอย่างการใช้งานเหล็กกล้ากลุ่มนี้ ได้แก่ เครื่องทำเกลียวใน (Taps) ดอกคว้าน (Reamers) ใบตัด (Circular cutters) มีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทงขึ้นรูป (Broaches) ดอกเจาะ (Drills) แม่พิมพ์เจาะรู (Blanking dies) หัวกด (Punches) แม่พิมพ์ขึ้นรูป (Forming dies) แม่พิมพ์สำหรับงานตัดขอบเย็น (Cold-trimming dies) ใบมีดตัดขนาดเล็ก (Small shear blades) แม่พิมพ์ดึงขึ้นรูปลึก (Deep draw dies) รวมถึงแม่พิมพ์สำหรับพลาสติกหรือยาง เป็นต้น

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

(2) เหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็นประเภทชุบด้วยลม เป็นกลุ่มที่มีธาตุผสมมากกว่าเหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็นประเภทชุบด้วยน้ำมัน โดยมีปริมาณคาร์บอนสูงและธาตุผสมสูงปานกลาง ซึ่งจากปริมาณธาตุผสมที่สูงทำให้เหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้มีความสามารถในการชุบแข็งสูง ซึ่งเพียงพอที่จะชุบแข็งให้ได้โครงสร้างมาร์เทนไซต์ด้วยลม การเย็นตัวในอัตราที่ต่ำจะทำให้ชิ้นงานบิดเบี้ยวน้อย ลดโอกาสที่ชิ้นงานจะแตกได้ และมีคุณสมบัติการไม่เปลี่ยนรูปร่างหรือขนาดได้เยี่ยมมากในระหว่างการอบชุบความร้อน นอกจากนี้ปริมาณคาร์ไบด์จำนวนมากทำให้มีคุณสมบัติทนต่อการเสียดสีที่ดี อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีธาตุผสมที่สูง แต่ก็ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้เหล็กกล้ากลุ่มนี้มีคุณสมบัติความสามารถรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูงได้สูงพอที่จะใช้กับงานร้อน หรืองานตัดความเร็วสูง ดังนั้นส่วนใหญ่เหล็กกลุ่มนี้จึงเหมาะกับงานเย็นเท่านั้น การใช้งานเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้สามารถใช้งานได้ประเภทเดียวกับกลุ่มที่ชุบด้วยน้ำมัน แต่คุณสมบัติที่เหนือกว่า คือ ความสามารถในการชุบแข็ง ซึ่งจะมีข้อได้เปรียบด้านการบิดเบี้ยวของชิ้นงานที่น้อยกว่า และเพิ่มความปลอดภัยในระหว่างการชุบแข็ง เกรดที่นิยมใช้งานกันมาก ได้แก่ A2 สำหรับเกรดอื่นที่มีการใช้งานอยู่บ้าง ได้แก่ A6 A8 และ A10 (มีกราไฟต์อิสระในโครงสร้าง เพื่อเพิ่มความสามารถในการกลึงไส)

(3) เหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็นประเภทคาร์บอนสูงและโครเมียมสูง เป็นกลุ่มที่มีการใช้งานกันมากที่สุดในกลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือเย็น ธาตุผสมหลัก คือ คาร์บอน โครเมียม และโมลิบดินั่ม โดยมีคุณสมบัติทนต่อการสึกหรอ และการเสียดสีที่ดีเยี่ยม ทำให้สามารถรักษาคมตัดไว้ได้นาน ซึ่งเป็นผลมาจากการมีปริมาณคาร์ไบด์ในระดับสูง และโครงสร้างเทมเปอร์มาร์เทนไซต์ภายหลังการชุบแข็งและอบคืนตัว (Tempering) อย่างไรก็ตามข้อจำกัดประการสำคัญของเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้ คือ ความสามารถในการกลึงไสที่ต่ำมาก และมีความเหนียวที่ลดต่ำลงเมื่อเทียบกับเหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็นในกลุ่มอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้สามารถใช้กับงานเย็นได้ทุกประเภท เช่น แม่พิมพ์เจาะรู (Blanking dies) ใบมีดตัด (Slitting cutters) แม่พิมพ์ขึ้นรูป (Forming dies) แม่พิมพ์ดึงขึ้นรูปลึก (Deep draw die) แม่พิมพ์ดึงลวด (Wire draw dies) แม่พิมพ์อัดขึ้นรูปเย็น (Cold-extrusion dies) ลูกรีดสำหรับดัดโค้งและขึ้นรูป (Bending and forming rolls) ใบมีด (Shear blades) ชิ้นส่วนต่างๆ ที่ทนต่อการสึกหรอ เป็นต้น โดยส่วนใหญ่นิยมใช้งานสำหรับงานแม่พิมพ์และหัวกดของงานขึ้นรูปเย็น งานเจาะรู (Blanking) เหล็กเกรด D2 จะหาซื้อได้ง่ายและมีการใช้งานมาก สำหรับการใช้งานที่ต้องการอายุยาวนานขึ้นอาจเลือกใช้กลุ่มที่มีคาร์บอนสูงกว่า ได้แก่ D3 D4 และ D7 ซึ่งจะมีความต้านทานต่อการสึกหรอสูงกว่า D2 แต่จะมีข้อจำกัด คือ การกลึงไสทำได้ยากขึ้น

2.3.4.3เหล็กกล้าเครื่องมือทนต่อแรงกระแทก (Shock resisting tool steels) เป็นเหล็กกล้าเครื่องมือ ที่พัฒนาให้มีความเหนียว ความแข็งแรง และความต้านทานการสึกหรอสูง เพื่อใช้สำหรับงานที่ต้องรับแรงกระแทกซ้ำๆกัน เช่น สิ่ว (Chisel) หัวกด (Punch) และแม่พิมพ์โลหะ (die) เป็นต้น โดยความเหนียวสูงเป็นผลจากปริมาณคาร์บอนในระดับปานกลาง และทำให้ภายหลังการอบความร้อนที่เป็นโครงสร้างมาร์เทนไซต์ และมีคาร์ไบด์ละเอียดที่กระจัดกระจาย นอกจากนี้ธาตุแมงกานีส โครเมียม โมลิบดินั่ม จะช่วยเพิ่มความสามารถในการชุบแข็ง และช่วยให้คงความแข็งไว้ได้ดีในขณะอบคืนตัว (Tempering) ซิลิกอนจะเพิ่มความแข็งให้กับเฟอไรท์ และช่วยให้คงความแข็งไว้ได้ดีในขณะอบคืนตัวด้วย แต่ข้อเสียของเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้เป็นผลจากปริมาณซิลิกอน ซึ่งจะเร่งให้เกิดการสูญเสียคาร์บอนที่ผิวได้ง่าย ทำให้ความต้านทานต่อการสึกหรอ และความต้านทานต่อความล้าต่ำลง ดังนั้นในการอบชุบความร้อนจะต้องระวังเรื่องนี้ให้มาก เกรดที่นิยมใช้งาน เช่น S1 S2 S5 และ S7 โดย S1 เป็นเกรดที่นิยมใช้งานมาก เพราะจะมีส่วนผสมของทังสเตนด้วย ซึ่งจะเพิ่มคุณสมบัติต้านทานการสึกหรอ เพิ่มความเหนียว และเพิ่มความสามารถในการรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูงให้ดีกว่าเกรด S อื่นๆ จึงสามารถใช้ในงานที่ต้องทนต่อความร้อนได้ การใช้งาน เช่น สิ่ว ใบมีดตัด แม่พิมพ์ขึ้นรูป ดอกเจาะหิน เป็นต้น

2.3.4.4 เหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อน (Hot work tool steels) ในงานบางประเภทที่ต้องใช้อาศัยอุณหภูมิสูงในการแปรรูป เช่น งานตีขึ้นรูปร้อน (Hot forging) งานฉีดหล่อ (Die casting) งานรีดร้อน (Hot extrusion) งานตัดร้อน (Hot shear blade) งานอัดร้อน (Hot press) สิ่งสำคัญ คือ เหล็กกล้าเครื่องมือจะต้องรักษาคุณสมบัติความแข็งที่อุณหภูมิสูงได้ดี (Red hardness) ต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal shock) ต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง และมีความเหนียวที่ดี ธาตุผสมที่จะทำให้ได้คุณสมบัติเหล่านี้ ได้แก่ โครเมียม โมลิบดินั่ม และทังสเตน ซึ่งผลรวมของธาตุเหล่านี้จะต้องมีปริมาณอย่างน้อย 5% เหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อนที่มีการใช้งานสามารถจำแนกออกได้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) เหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อนที่มีโครเมียมเป็นส่วนผสมหลัก จะมีโครเมียมตั้งแต่ 3.25% ขึ้นไป และธาตุผสมอื่นอีกเล็กน้อย เช่น วานาเดียม ทังสเตน โมลิบดินั่ม ปริมาณคาร์บอนปานกลาง จะช่วยส่งเสริมให้มีคุณสมบัติความเหนียวที่ดี คาร์ไบด์ของโครเมียมและธาตุผสมอื่นที่กระจัดกระจาย ละเอียดและขยายตัวช้าในขณะใช้งาน ทำให้ได้คงความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูง ซึ่งคุณสมบัติที่ดีเหล่านี้ทำให้เหมาะสำหรับใช้ในงานตีขึ้นรูปร้อน และงานฉีดหล่อ (Die casting) นอกจากนี้ยังสามารถชุบแข็งได้ด้วยลมแม้ชิ้นงานจะมีขนาดใหญ่ก็ตาม เหล็กกล้ากลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่นิยมใช้งานกันมากที่สุด

(2) เหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อนที่มีทังสเตนเป็นส่วนผสมหลัก เหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้จะต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูงได้ดีกว่ากลุ่มที่มีโครเมียมเป็นส่วนผสมหลัก การใช้งาน เช่น แมนเดรลสำหรับแม่พิมพ์งานอัดขึ้นรูปทองเหลือง โลหะนิเกิลผสม และเหล็กกล้า สำหรับเกรดที่มีการใช้งาน คือ H21 อย่างไรก็ตาม เหล็กเกรดนี้มีความเหนียวที่อุณหภูมิห้องจะต่ำกว่ากลุ่มที่มีโครเมียมเป็นส่วนผสมหลัก และจะมีราคาแพง เนื่องจากทังสเตนเป็นส่วนผสมที่มีราคาสูง การใช้งานจึงไม่นิยมใช้ โดยจะสามารถเลือกใช้เป็นกลุ่มที่ผสมโมลิบดินั่มแทน ซึ่งจะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน

(3) เหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อนที่มีโมลิบดินั่มเป็นส่วนผสมหลัก เหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้จะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มที่มีทังสเตนเป็นส่วนผสมหลัก จึงทำให้กลุ่มมีข้อได้เปรียบมากกว่าทั้งในด้านราคาที่ถูกกว่า และความต้านทานต่อการแตกร้าว (Heat cracking) ในขณะใช้งานลักษณะร้อนเย็นสลับกัน แต่ข้อควรระวัง คือ ในการอบชุบจะสูญเสียคาร์บอนที่ผิวได้ง่าย จึงต้องใช้เตาที่ควบคุมบรรยากาศ เกรด

2.3.4.5 เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง (High speed tool steels) เป็นเหล็กกล้าเครื่องมือที่มีจุดมุ่งหมายหลัก สำหรับใช้เป็นวัสดุในการตัดโลหะด้วยความเร็วสูง เช่น ใบเลื่อย (Saws) ใบตัด (Milling cutters) เป็นต้น คุณสมบัติสำคัญของเหล็กกล้ากลุ่มนี้ คือ ความสามารถในการรักษาความแข็งของคมตัดที่อุณหภูมิสูงกว่าปกติไว้ได้ (ความแข็งของคมตัดยังคงสภาพเดิม แม้จะเกิดความร้อนจนร้อนจัดเป็นสีแดง) ซึ่งเหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อนจะรักษาความแข็งไว้ไม่ได้ เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงที่มีการใช้งานสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

(1) เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงที่มีทังสเตนเป็นส่วนผสมหลัก ปริมาณทังสเตนที่สูงมาก (12-20%) จะเพิ่มคุณสมบัติความสามารถรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง ปริมาณคาร์บอนกับธาตุผสมที่สูงมีผลทำให้ความสามารถในการชุบแข็งสูง และมีปริมาณคาร์ไบด์ที่มีเสถียรภาพสูง (ไม่สลายตัวที่อุณหภูมิสูง) ซึ่งจะมีผลทำให้ต้านทานการสึกหรอดีเยี่ยม นอกจากนี้ส่วนผสมของวานาเดียมซึ่งฟอร์มตัวเป็นคาร์ไบด์ที่มีเสถียรภาพสูงและกระจายตัว จะช่วยป้องกันการขยายตัวของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกรนได้ในช่วงที่อุณหภูมิสูง และทำให้เกรนมีความละเอียดซึ่งส่งผลถึงความเหนียวของเหล็กด้วย เกรดที่นิยมใช้งาน คือ T1

(2) เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงที่มีโมลิบดินั่มเป็นส่วนผสมหลัก เป็นกลุ่มที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงที่มีทังสเตนเป็นส่วนผสมหลัก เนื่องจากโมลิบดินั่มส่งผลให้คุณสมบัติคล้ายคลึงกับการผสมทังสเตน โดยพบว่าคุณสมบัติที่สำคัญ เช่น ความสามารถรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง การทนต่อการเสียดสี หรือความเหนียวจะใกล้เคียงกัน โดยโมลิบดินั่ม 1% จะแทนทังสเตนประมาณ 1.6-2.0% สำหรับข้อแตกต่างมีเพียงเล็กน้อย คือ กลุ่มที่ผสมโมลิบดินั่มจะต้องระวังการสูญเสียคาร์บอนในการอบชุบ เนื่องจากทังสเตนมีราคาสูงกว่าโมลิบดินั่มมาก ปัจจุบันการใช้งานส่วนใหญ่จึงนิยมกลุ่มที่ผสมโมลิบดินั่ม เกรดที่นิยมใช้งาน เช่น M2 M4 และ M42

นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาเติมธาตุโคบอลต์มากกว่า 10% เพื่อให้ได้คุณสมบัติความสามารถรักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูงได้ดีกว่า 2 กลุ่มแรก ทำให้ได้เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูงประเภทซุปเปอร์ (Super high speed tool steels) แต่สิ่งที่ต้องระวัง คือ การสูญเสียคาร์บอนในระหว่างการอบชุบ และการสั่นและกระแทกแรงๆ เนื่องจากเป็นเกรดที่เปราะมาก

2.3.4.6 เหล็กกล้าเครื่องมือสำหรับทำแม่พิมพ์พลาสติก (Plastic mold steels)

เหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะใช้งานที่ช่วงอุณหภูมิ 175-200°C ภายใต้ความดันสูง มีการกัดกร่อนจากสารเคมี และต้องรับแรงเสียดสีกับผงพลาสติกด้วย ดังนั้นคุณสมบัติสำคัญจะต่างไปจากเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มอื่น โดยมีปัจจัยที่ต้องพิจารณาถึงได้แก่ ความสามารถในการกลึงไส ความต้านทานแรงอัด ความแข็งที่ผิวสูง ความแข็งแรงที่แกนสูง ความแน่นอนของขนาดภายหลังการชุบแข็ง ความสามารถในการขัดผิวให้เรียบ ความต้านทานการกัดกร่อนที่ผิว ซึ่งจากคุณสมบัติข้างต้นหากนำเหล็กกล้าเครื่องมือกลุ่มทำงานเย็นหรือทำงานร้อนมาใช้ก็อาจจะไม่ได้ผลดีเท่ากับการใช้งานเหล็กกล้าที่ใช้งานเฉพาะสำหรับกลุ่มนี้เท่านั้น อย่างไรก็ตาม เหล็กกล้ากลุ่มนี้สามารถใช้ผลิตแม่พิมพ์งานหล่อแบบฉีดสำหรับโลหะผสมที่มีอุณหภูมิจุดหลอมเหลวต่ำ เช่น สังกะสี และตะกั่วได้เช่นกัน เหล็กกล้าแม่พิมพ์ที่มีการใช้งานสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

(1) เหล็กกล้าเครื่องมือสำหรับทำแม่พิมพ์พลาสติกกลุ่ม Pre-hardened steels เป็นกลุ่มที่มีคาร์บอนระดับ 0.20-0.30% มีโครเมียม นิเกิล และโมลิบดินั่มผสมในระดับปานกลาง เหล็กกล้ากลุ่มนี้จะมีคุณสมบัติการกลึงไสดีมาก โดยในการผลิตแม่พิมพ์จะนำเหล็กมาชุบแข็งก่อนการเจาะหรือตัดให้เป็นช่องว่าง และภายหลังทำเป็นแม่พิมพ์แล้วก็ไม่จำเป็นต้องชุบแข็งอีกสามารถใช้งานได้เลย หรืออาจทำการชุบแข็งผิวด้วยวิธีคาร์บูไรซิ่งเพื่อเพิ่มความแข็ง และการต้านทานต่อการสึกหรอ เกรดที่มีนิยมนำมาใช้งาน ได้แก่ P20 ซึ่งเป็นเกรดที่มีธาตุผสมต่ำ ทำให้การใช้งานมีข้อจำกัดสำหรับชิ้นงานขนาดใหญ่ P20 ยังเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ทำแม่พิมพ์งานฉีดหล่อ (Die casting)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ เช่น สังกะสี ตะกั่ว และดีบุก อีกเกรดที่นิยม ได้แก่ P21 ซึ่งผสมนิเกิลและอะลูมิเนียม ทำให้ในระหว่างการอบชุบความร้อนจะเกิดการตกตะกอนของสารประกอบนิเกิล-อะลูมิเนียมที่ช่วยเพิ่มความแข็งให้กับโครงสร้างชิ้นงานได้ ดังนั้นเกรดนี้จึงมีคุณสมบัติทนต่อการสึกหรอ และมีความเหนียวมากกว่า P20 ที่ความแข็งเดียวกัน สำหรับการชุบแข็งผิวเหล็กกล้าเกรดนี้จะไม่สามารถทำได้ด้วยวิธีคาร์บูไรซิ่ง แต่จะใช้วิธีไนตรายดิ้งแทน

(2) เหล็กกล้าเครื่องมือสำหรับทำแม่พิมพ์พลาสติกกลุ่ม Case hardening steels เป็นกลุ่มที่มีคาร์บอนต่ำระดับ 0.07-0.10% ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการผลิตแม่พิมพ์ด้วยการกัด โดยการผลิตจะนำเหล็กกล้ามาทำการอบอ่อนก่อนการกัด แล้วจึงนำไปชุบผิวแข็ง ซึ่งอาจทำด้วยกระบวนการคาร์บูไรซิ่ง หรือไนตรายดิ้ง (เนื่องจากเหล็กกลุ่มนี้ไม่สามารถทำการชุบแข็งได้) สุดท้ายจึงนำไปขัดผิวให้เรียบหรืออาจนำไปเคลือบผิวด้วยโครเมียมแข็งเพื่อเพิ่มคุณสมบัติต้านทานการกัดกร่อน เกรดที่นิยมใช้ได้แก่ P4 และ P6

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่2.1 การใช้งานเหล็กกล้าเครื่องมือ

กระบวนการ	คุณสมบัติที่ต้องการ
งานฉีดหล่อ (Die casting)	รักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง ต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal shock) ต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง การบิดเบี้ยวต่ำ ความสามารถในการกลึงไสสูง ความแน่นอนของขนาดภายหลังการชุบแข็ง
แม่พิมพ์สำหรับพลาสติกและยาง (Plastic mould and Rubber mould)	ความต้านทานแรงอัด ความแข็งที่ผิวสูง ความแข็งแรงที่แกนสูง ความสามารถในการกลึงไส ความแน่นอนของขนาดภายหลังการชุบแข็ง ความสามารถในการขัดผิวให้เรียบ ความต้านทานการกัดกร่อนที่ผิว (เฉพาะกรณีที่ใช้งานในสภาวะที่มีกัดกร่อนสูง)
งานตีขึ้นรูปร้อน (Hot forging)	ความเหนียว รักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง ต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง ต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal shock) ทนการสึกหรอ
งานรีดขึ้นรูปร้อน (Hot extrusion)	ความเหนียว รักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง ต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง ต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal shock) ทนการสึกหรอ
งานทุบหัวเย็น (Cold heading)	ความเหนียว ความแข็ง ทนการสึกหรอ รักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง จากการแปรรูป ต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง
หัวกดรีดขึ้นรูปเย็น (Cold extrusion punch)	ความแข็ง ทนการสึกหรอ ทนการเสียดสี รักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง (ถ้ามีการใช้งานที่อุณหภูมิสูง) ต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูงจากการแปรรูป
แม่พิมพ์รีดขึ้นรูปเย็น (Cold extrusion die)	ความเหนียว ทนการสึกหรอ
งานตัดโลหะร้อน (Hot shearing)	ความเหนียว สามารถรักษาคมตัดได้ดี รักษาความแข็งไว้ได้ที่อุณหภูมิสูง ต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง สามารถรับแรงกระแทกซ้ำๆได้ ทนการสึกหรอ ต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal shock)
งานตัดโลหะเย็น (Cold shearing)	ความแข็ง ความเหนียว สามารถรักษาคมตัดได้ดี สามารถรับแรงกระแทกซ้ำๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่2.1 (ต่อ)

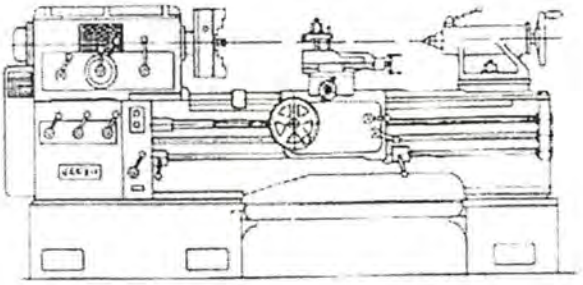
กระบวนการ	คุณสมบัติที่ต้องการ
แม่พิมพ์ดึงขึ้นรูปลึก (Deep draw die)	ความแข็ง ความเหนียว ทนต่อการสึกหรอ

เครื่องจักรกล เครื่องมือและซอฟแวร์ที่ใช้ในการผลิตแม่พิมพ์

เครื่องจักรที่ใช้ในการตัดเฉือนโลหะในอุตสาหกรรมแม่พิมพ์แต่ละประเภทจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยเครื่องจักรที่มักพบโดยทั่วไปในอุตสาหกรรมแม่พิมพ์สามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้

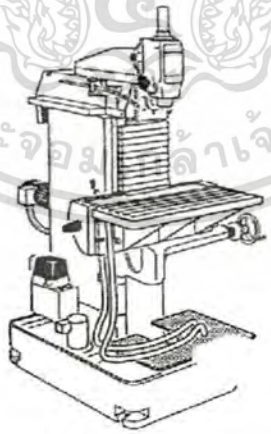
(1) เครื่องกลึง (Lathe) ใช้สำหรับขึ้นรูปชิ้นงานให้มีรูปร่างลักษณะเป็นทรงกระบอกโดยชิ้นงานจะหมุน มีดกลึงจะยึดอยู่กับที่แล้วเคลื่อนที่เข้าหาชิ้นงาน การกลึงใช้ผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ที่มีลักษณะเป็นทรงกลมเป็นส่วนมาก เช่นปลอกนำ เพลานำ ปลอกรองรับเพลาดันขับ สลักดันกลับ ปลอกเพลาดันปลด และยังสามารถผลิตชิ้นส่วนของเบ้าและคอร์ได้ ในกรณีที่เป็นรูปร่างทรงกระบอก ชิ้นงานที่มีรูปร่างเป็นเกลียวนอกและเกลียวใน เช่น เกลียวที่ปลายของเพลากระทุ้ง ส่วนเบ้าหรือส่วนคอร์ที่เป็นเกลียว การกลึงมีหลายวิธีเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีรูปร่างตามต้องการคือ กลึงปาดหน้า (Facing) เพื่อลดขนาดความยาวของชิ้นงานพร้อมกันนั้นก็ปาดผิวหน้าให้เรียบ กลึงปอก (Turning) เพื่อลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงาน กลึงเรียว (Tapering) เพื่อให้ชิ้นงานมีรูปทรงเรียวตามต้องการ กลึงโค้งรัศมี (Curved cutting) เพื่อให้ชิ้นงานมีรัศมีโค้ง กลึงเซาะร่อง (Grooving) เพื่อก่อให้เกิดร่องขึ้นบนชิ้นงาน กลึงตัด (Parting off) เพื่อตัดแยกชิ้นงานให้ขาดออกจากกัน กลึงคว้านรูใน (Boring) ใช้กับงานทำรูในขนาดใหญ่ ปกติมักเริ่มต้นด้วยการเจาะรูด้วยดอกสว่านก่อนที่จะทำการคว้านให้ได้ขนาดตามต้องการ กลึงเกลียวนอก (External Threading) เพื่อทำเกลียวนอก กลึงเกลียวใน (Internal Threading) เพื่อทำเกลียวใน กลึงขึ้นรูป (Forming) ใช้ขึ้นรูปชิ้นงานให้มีรูปร่างและขนาดตามต้องการ โดยการลับมีดให้ได้กับรูปร่างที่จะใช้ทำการกลึง กลึงขึ้นลาย (Knurling) ใช้ขึ้นลายบนเนื้อวัสดุ ส่วนใหญ่ใช้กับชิ้นงานที่เป็นส่วนมือจับเพื่อกันลื่น รูปเครื่องกลึงแสดงในรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 เครื่องกลึง

(2) เครื่องกัด (Milling) (รูปที่ 2.3) เป็นเครื่องจักรกลที่ใช้ผลิตชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ได้มากมายโดยตัดเฉือนแผ่นแม่พิมพ์ในลักษณะของการปาดผิวด้วยมีดกัดที่มีรูปทรงต่างๆกันให้เป็นแอ่งหรือเบ้าที่ต้องการได้ นอกจากนี้การใช้มีดกัดที่มีรูปฟอร์มหน้าตัดแบบต่างๆจะทำให้สามารถกัดชิ้นงานให้มีรูปร่างตามต้องการได้ แต่หากต้องใช้ในงานกัดที่มีรูปทรงสามมิติจะกระทำได้ยากและมักจะพบอยู่เสมอในการทำเบ้าและคอร์ของแม่พิมพ์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรที่มีการลอกแบบ เช่น เครื่องกัดลอกแบบและเครื่องกัด CNC เป็นต้น กัดผิวเรียบ (Plain milling) เพื่อทำให้การลดขนาดของชิ้นงานและได้ผิวราบเรียบกัดร่อง (Slot cutting) เพื่อให้เกิดร่องสี่เหลี่ยมขึ้นบนชิ้นงาน กัดข้าง (Side cutting) เพื่อตบแต่งของข้างของชิ้นงานให้เรียบ กัดเบ้า (Pocketing) เพื่อกัดชิ้นงานให้เป็นหลุมลึกลงไป กัดรูปร่าง (Contouring) เพื่อกัดให้ได้รูปร่างโค้งเว้าตามที่ต้องการ

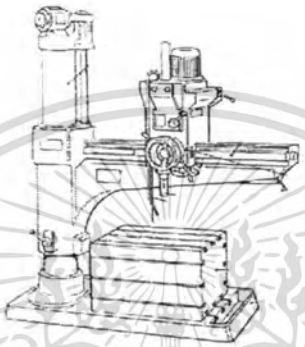


รูปที่ 2.3 เครื่องกัด

(3) เครื่องเจาะ (Drilling) จากรูปที่ 2.4 เป็นเครื่องที่มีใช้อยู่ทั่วไปเหมาะสำหรับงานที่ไม่ต้องการความละเอียดมาก เช่น เจาะรูระบบหล่อเย็น เจาะรูร้อยสกรูสำหรับยึดแม่พิมพ์ เจาะรูทำเกลียว เจาะรูสำหรับปลดสลัก และสลักดันกลับ สำหรับเครื่องเจาะที่มีความเที่ยงตรงสูงสามารถใช้เจาะรูใส่ปอกนำและเพลานำได้เจาะ (Drill) เพื่อให้ได้รูตามที่ต้องการ การเจาะมีหลายลักษณะ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

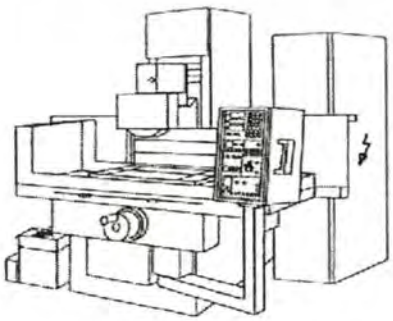
การรีมเมอร์ (Ream) เพื่อให้ได้รูที่มีผิวเรียบและค่าคาดเคลื่อนตามที่ต้องการ การทำเกลียวใน (Tap) เพื่อทำเกลียวใน การลบมุมคม (Chamfer) เพื่อลบมุมคมที่ปากรูเจาะ การทำบ่าฉาก (Counter bore) เพื่อทำบ่าฉากใส่หัวสกรู การทำบ่าองศา (Counter sink) เพื่อทำบ่าองศาใส่หัวสกรู



รูปที่ 2.4 เครื่องเจาะ

(4) เครื่องเจียระไน (Grinding) ใช้ผลิตชิ้นส่วนที่ต้องสวมประกอบเข้าด้วยกัน เช่น ผิวของแผ่นแม่พิมพ์ ชิ้นส่วนที่ต้องการความเที่ยงตรงสูงและมีผิวสัมผัสที่เรียบเสมอกัน โดยจะทำการเจียระไนลดขนาดชิ้นส่วนเหล่านี้โดยใช้หินขัดไปทำการตัดเฉือนชิ้นงาน เครื่องเจียระไนมีอยู่ 2 ชนิด คือ

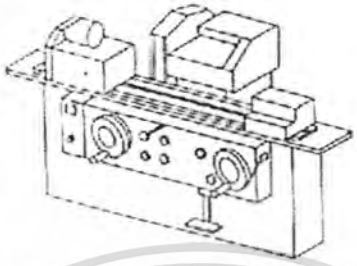
เครื่องเจียระไนราบ (Surface grinding) ในรูปที่ 2.5 ใช้สำหรับงานเจียระไนผิวราบให้เรียบแบนขนานกับเจียระไนผ่าฉากหรือเจียระไนผิวงานให้เป็นมุมต่างๆ



รูปที่ 2.5 เครื่องเจียระไนราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

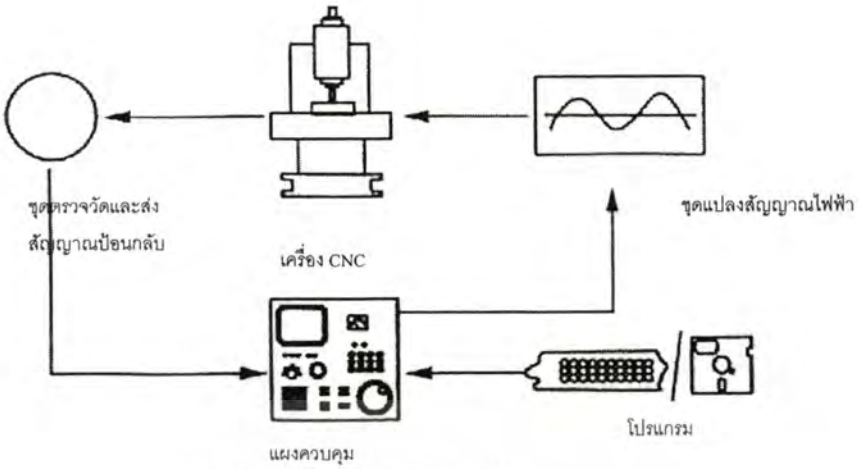
เครื่องเจียระไนกลม (Cylindrical grinding) ใช้สำหรับผลิตชิ้นส่วนทรงกระบอก สามารถเจียรระไนทั้งผิวนอกและผิวภายในของชิ้นงานให้มีความเที่ยงตรง และคุณภาพความละเอียดของผิวตามที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 2.6



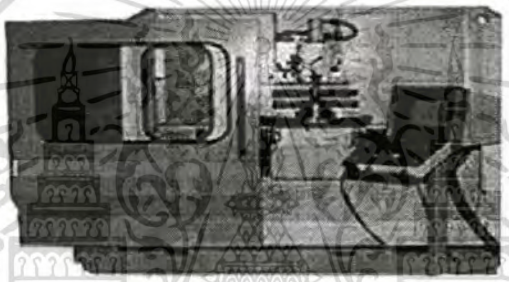
รูปที่ 2.6 เครื่องเจียระไนกลม

(5) เครื่อง NC และ CNC (Numerical Control and Computerized Numerical Control) เป็นเครื่องจักรที่ถูกควบคุมการทำงานด้วยอนุกรมของรหัสควบคุมเครื่อง รหัสประกอบไปด้วยตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์อื่นๆ รหัสเหล่านี้จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งไปกระตุ้นให้มอเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆของเครื่องจักรทำงานในลักษณะของการเคลื่อนที่และการปรับเปลี่ยนอัตราเร็วในการเคลื่อนที่รวมถึงการทำงานอื่นๆ ด้วย อนุกรมรหัสป้อนเข้าเครื่องจักรเพื่อควบคุมเครื่องจักรให้ผลิตชิ้นงานตามที่ต้องการเรียกว่าโปรแกรมชิ้นงาน (Part Program of Work Piece Program) ความยาวของโปรแกรมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของชิ้นงานว่ามีความซับซ้อนของรูปร่างมากน้อยเพียงใด อุปกรณ์ที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างโปรแกรมชิ้นงานกับเครื่องจักรเรียกว่า NC Unit ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรนั้นๆ และถ้าเครื่องจักร NC มีคอมพิวเตอร์ประกอบเข้าไปเพื่อเพิ่มสมรรถนะของเครื่องจักรขึ้นอีก ไม่ว่าจะเป็นด้านการเขียน และตรวจสอบโปรแกรมให้ง่ายขึ้นเร็วขึ้น การป้อนโปรแกรมและการติดต่อกับเครื่องที่สะดวกขึ้น และการควบคุมเครื่องโดยผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องที่ง่ายขึ้นเหล่านี้ เครื่องจักรนั้นๆจะเรียกว่าเครื่องจักร CNC และมีหลักการทำงานดังรูป 2.7 โดยเครื่องกัด CNC จะมีลักษณะดังรูป 2.8 และเครื่องกลึง CNC จะมีลักษณะดังรูป 2.9

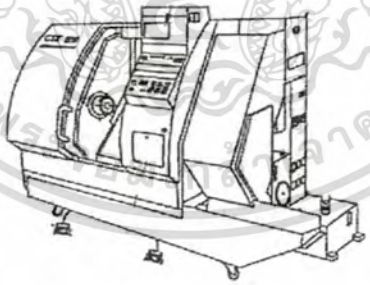
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 หลักการทำงานเครื่อง CNC



รูปที่ 2.8 เครื่องกัด CNC



รูปที่ 2.9 เครื่องกลึง CNC

ปัจจุบันได้มีการพัฒนา เครื่องจักร CNC ให้มีสมรรถนะในการทำงานที่มีความเร็วในการตัดเฉือนเพื่อขึ้นรูปชิ้นงาน ที่เรียกว่า เครื่องจักร High Speed Machining มาใช้ในการสร้างแม่พิมพ์ ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่นำมาใช้กับเหล็กที่มีความแข็ง 60-63 HRc ที่ต้องอาศัยเครื่องมือตัดและชุดจับยึดเครื่องมือตัดให้เหมาะสมกับแต่ละขั้นตอนการผลิต เพื่อให้ได้แม่พิมพ์ที่มีคุณภาพ นอกจากนี้การเลือกแบบการเดินของเครื่องมือตัด (Tool path) ข้อมูลการตัด และวิธีการตัด ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดการใช้ เครื่องจักร High Speed Machining ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทำแม่พิมพ์อย่างแพร่หลาย โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดต้นทุนการผลิตโดยเฉพาะในงานเก็บผิวงานละเอียดขั้นสุดท้าย ของชิ้นงานที่มีผ่านขบวนการชุบแข็งมาแล้ว ทำให้ประหยัดแรงงานในงานขัดด้วยมือและเวลาประกอบแม่พิมพ์ให้น้อยลง

ข้อดีของการใช้เครื่องจักร High Speed Machining

- เครื่องจักร High Speed Machining จะใช้ความลึกไม่มากนัก ทำให้เวลาที่คมตัดตัดเฉือนชิ้นงานสั้น ก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ที่รวดเร็ว ความร้อนจึงไม่สามารถสะสมบนเครื่องมือตัด ทำให้เครื่องมือตัดมีอายุการใช้งานที่นานขึ้น
- เครื่องจักร High Speed Machining จะใช้แรงในการตัดต่ำทำให้เครื่องมือตัดเบี่ยงเบนน้อยหรือคงที่ ก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการผลิต เนื่องจากลักษณะเฉพาะในการตัดตื้นของเครื่องจักร High Speed Machining ทำให้แรงในการตัดในแนวรัศมีต่อเครื่องมือตัดและ Spindle ต่ำ ทำให้ลูกปืน Spindle ปลอดภัย รวมทั้ง Guide-way และลูกปืนของโต๊ะทำงานเครื่องจักรมีผลกระทบต่อ Spindle น้อยและมีอายุการใช้งานมากขึ้น ลดการสั่นสะท้านในระหว่างการตัด ขบวนการผลิตที่ต้องการประสิทธิภาพในการผลิตชิ้นงานขนาดเล็ก งานละเอียด จะมีความคุ้มค่าประหยัด สามารถลดเวลาในการขัดผิวงานสำเร็จ

ข้อเสียของการใช้เครื่องจักร High Speed Machining

- ต้องใช้อัตราเร่งและอัตราหน่วงที่สูงกว่า ส่งผลให้เพลาหมุนเริ่มทำงานและหยุดอย่างรวดเร็วตลอดเวลา ดังนั้นการสึกหรอของชิ้นส่วนและอุปกรณ์จะมีมากขึ้น ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูงขึ้น
- หาบุคลากรที่มีความสามารถในการใช้เครื่องจักรได้ยาก
- ต้องการการวางแผนและวิธีการในการทำงานที่ดี เพื่อให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างรวดเร็ว

(6) เครื่องกัดโลหะด้วยไฟฟ้า (Electrical Discharge Machining) ที่ปรากฏในรูป 2.10 ใช้ในงานผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนที่ทำด้วยวิธีการตัดเฉือนทั่วไปได้ยาก สามารถตัดเฉือนชิ้นงานที่ผ่านการชุบแข็งมาแล้ว ใช้ผลิตส่วนเบ้าของแม่พิมพ์ การตัดเฉือนโลหะจะใช้การกัดเซาะทางไฟฟ้ามีอิเล็กโทรดเป็นตัวนำไฟฟ้า ข้อเสียคือ ในงานที่ต้องการความละเอียดจะต้องใช้ตัวอิเล็กโทรดหลายอัน และงานที่ซับซ้อนจะมีค่าใช้จ่ายในการผลิตสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.10 เครื่องกัดโลหะด้วยไฟฟ้า

(7) เครื่องตัดโลหะด้วยไฟฟ้า (Wire Cutting Machine) ตามในรูปที่ 2.11 จัดเป็นเครื่องจักรประเภทเดียวกับเครื่อง EDM แต่เปลี่ยนจากการใช้ อิเล็กโทรดเป็นตัวตัดเฉือนชิ้นงานมาใช้ลวดทองเหลืองเป็นตัวตัดให้ได้รูปร่างตามต้องการในแนวตั้ง เครื่อง Wire cut เป็นเครื่องที่ตัดงานด้วยความเที่ยงตรงขนาดสูงมาก สามารถควบคุมขนาดได้เล็กกว่า 5 ไมครอน เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูงในการทำชิ้นงานจึงเหมาะกับงานที่ต้องการความเที่ยงตรงสูง

รูป 2.11 เครื่องตัดโลหะด้วยไฟฟ้า Wire cut

2.3.5เครื่องมือตัด

ในการผลิตชิ้นส่วนใดๆ ด้วยกระบวนการตัดเฉือนที่ผ่าน เครื่องมือช่วยที่เป็นหัวใจหลักของการขึ้นรูปคือ เครื่องมือตัด (Cutting Tool) เนื่องจากเครื่องมือตัดทำหน้าที่ในการตัดเฉือนเนื้อวัสดุออกให้ได้ตามขนาดที่แบบงานต้องการ ซึ่งเครื่องมือตัดที่ใช้อยู่ในกระบวนการตัดเฉือนมีอยู่ด้วยกัน 3 กลุ่ม คือ

(1) คมตัด (Cutting Edge) เป็นส่วนที่ต้องสัมผัสกับวัสดุงานตลอดเวลา ทำให้ต้องมีความแข็งและความเหนียวมากกว่าวัสดุงาน ซึ่งทำจากวัสดุหลากหลายชนิดเช่น เหล็กคาร์บอนสูง(High Carbon) เหล็กรอบสูง(High Speed Steel) เหล็กคาร์ไบด์ (Carbide)เป็นต้น โดยวัสดุเหล่านี้ถูกนำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างให้เป็นคมตัดที่เหมาะสมกับลักษณะการนำไปใช้งานกับเครื่องจักรกลประเภทต่างๆ เช่น มีดกลึง ดอกเจาะ(Twist drill) มีดกัด(Milling Cutter) ดอกตัดเกลียว(Tap or Die) เป็นต้น

(2) ล้อหินเจียระไน(Grinding Wheel) เป็นการนำวัสดุประเภทที่ได้มาจากธรรมชาติหรือสารสังเคราะห์ เช่น ผงเพชร อลูมิเนียมออกไซด์ ซิลิกอนคาร์ไบด์ เป็นต้น นำมาผสมกับตัวประสานแล้วอัดขึ้นรูปให้เป็นรูปทรงต่างๆ ล้อหินเจียระไนนี้โดยมากจะนำไปใช้กับชิ้นงานที่ต้องการขนาดตามพิกัดที่กำหนด ผิวงานที่ต้องการความเรียบ หรือชิ้นงานที่ผ่านกรรมวิธีชุบแข็งมาแล้ว

(3) วัสดุนำไฟฟ้า ชิ้นงานบางประเภทจำเป็นต้องผ่านกรรมวิธีชุบแข็งก่อน แล้วจึงขึ้นรูปให้ได้ชิ้นงานสำเร็จ ดังนั้นเครื่องจักรที่สามารถขึ้นรูปชิ้นงานประเภทนี้ได้เครื่องมือตัดต้องมีคุณสมบัติที่เหนือกว่าความแข็งที่ชิ้นงานนั้นมีอยู่ ซึ่งเครื่องจักรที่สามารถขึ้นรูปชิ้นงานประเภทนี้ได้จะมีก็แต่เพียงเครื่องเจียระไนและเครื่องจักรที่ใช้กระแสไฟฟ้าเป็นตัวทำให้เกิดรูปร่างของชิ้นงาน สำหรับเครื่องจักรที่ใช้กระแสไฟฟ้าจำเป็นต้องมีสื่อเป็นตัวนำไฟฟ้า ซึ่งวัสดุที่ใช้เป็นตัวนำได้แก่ ทองแดง ทองเหลือง เงิน และกราไฟต์ ซึ่งทำหน้าที่เหมือนเครื่องมือตัดเพื่อให้เกิดรูปร่างตามต้องการ

2.3.6 เครื่องมือวัดละเอียด

ในระหว่างการสร้างชิ้นส่วนต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของแม่พิมพ์ จำเป็นต้องมีการตรวจสอบขนาดของชิ้นงานตลอดระยะเวลาการทำงาน ดังนั้นเครื่องมือวัดละเอียดจึงมีบทบาทในการควบคุมขนาดของชิ้นงานให้เป็นไปตามแบบงานที่กำหนด สำหรับเครื่องมือวัดระเอียดที่ใช้เป็นประจำมีดังนี้

(1) ฉาก เป็นเครื่องมือวัดละเอียดที่ใช้ในการตรวจสอบความได้ฉากของผิวงานที่ผ่านการขึ้นรูปในงานที่เป็นรูปทรงเหลี่ยม

(2) เวอร์เนียคาลิเปอร์ เป็นเครื่องมือวัดพื้นฐานที่ผู้อยู่ในแวดวงการสร้างชิ้นงานทั่วไปต้องมีความรู้ในการใช้งาน เพราะเวอร์เนียคาลิเปอร์จะเป็นเครื่องมือวัดละเอียดที่ใช้งานครอบคลุมรูปทรงทางเรขาคณิตของชิ้นงาน เช่น ทรงกระบอก ทรงกลม รูปเหลี่ยมต่าง เป็นต้น โดยค่าความละเอียดของเวอร์เนียคาลิเปอร์นี้ มีค่า 0.01 มิลลิเมตร ซึ่งมีทั้งการอ่านค่าด้วยสเกล และอ่านค่าเป็นตัวเลข (Digital display)

(3) ไมโครมิเตอร์ มีการใช้งานเช่นเดียวกับเวอร์เนียคาลิเปอร์ แต่ความละเอียดของสามารถอ่านได้ถึง 0.001 มิลลิเมตร

(4) เกจวัดขนาด เป็นเครื่องมือวัดละเอียดที่ใช้ในการเทียบค่าของเครื่องมือวัดละเอียดตัวอื่นๆ หรือนำมาใช้เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของขนาดชิ้นงาน สามารถวัดค่าความละเอียดได้ถึง 0.0001 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้เครื่องมือวัดละเอียดบางชนิดยังถูกนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพของชิ้นงาน เช่น เกจวัดระยะพิตของเกลียว เกจวัดรัศมีความโค้ง นาฬิกาวัด รวมทั้งเครื่องวัด3แนวแกน (Coordinate Measuring Machine) เป็นต้น

2.3.7ซอฟแวร์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต

(1) CAD (Computer Aided Design) เป็นซอฟแวร์ที่ใช้ในการออกแบบแม่พิมพ์ ซึ่งมีทั้งการออกแบบ 2D และ 3D ซอฟแวร์สำหรับงาน CAD เช่น AutoCAD, UG, Pro Engineer, CATIA, Solid Work, VisiCAD เป็นต้น

(2) CAM (Computer Aided Manufacturing) เป็นซอฟแวร์ที่ใช้ในการคำนวณสร้างเส้นทางเดินของเครื่องมือตัด (Tool path) และสร้างรหัสตัวเลข ตัวอักษร (NC-CODE) เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร CNC ซอฟแวร์สำหรับงาน CAM เช่น Hyper Mill, Cimatron, Master Cam, UG เป็นต้น

2.3.8การอบชุบโลหะ (Heat treatment)

การอบชุบโลหะ นับว่าเป็นขั้นตอนสุดท้ายหรือรองสุดท้ายของการผลิตชิ้นส่วนโลหะต่างๆ เป็นกระบวนการเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติและคุณภาพของชิ้นส่วนโลหะหรือแม่พิมพ์และเครื่องมือที่ทำด้วยโลหะให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น ชิ้นงานทั่วไป (Double Clip กิ๊ป สปริงต่างๆ มีดผ่าตัด และมีดในครัว) ชิ้นงานมอเตอร์ไซค์ (ชุดเกียร์ส่งกำลัง เสตอร์ โซ่ และคันสตาร์ท) ชิ้นส่วนรถยนต์ (ชุดเบรคมือ ชุดส่งกำลัง ชิ้นส่วนเบาะ และช่วงล่าง) เครื่องมือต่างๆ (ประแจ ไขควง มีดกลึง ดอกสว่าน คัตเตอร์ต่างๆ และเวอร์เนียร์) แม่พิมพ์ต่างๆ (แม่พิมพ์ตัด ขึ้นรูป หล่อฉีด และ extrusion dies) และอื่นๆ (ลูกรีด ชิ้นส่วนเครื่องฉีดพลาสติก, ใบมีดตัดเหล็ก ใบมีดตัดกระดาษ และชิ้นส่วนแทรกเตอร์) การอบชุบโลหะเป็นกระบวนการ ปรับปรุงโครงสร้างคุณสมบัติของโลหะ โดยนำโลหะไปอบที่อุณหภูมิที่พอเหมาะ(เพื่อให้โครงสร้างเดิมที่มีส่วนผสมของธาตุต่างเกิดการเปลี่ยนแปลง) โดยมีการรักษาอุณหภูมินี้ในเวลาที่เหมาะสม แล้วนำไปทำให้เกิดการเย็นตัว โดยใช้สารชุบชนิดต่าง ๆ เช่น น้ำ น้ำมัน ลม หรืออากาศ เป็นต้น เพื่อให้ได้โครงสร้างและคุณสมบัติของวัสดุตามต้องการ การอบชุบอาจทำให้โลหะอ่อนลง กลับสู่สภาพเดิม แข็งขึ้น หรือเพิ่มความเหนียว แต่โดยทั่วไปเมื่อคุณสมบัติด้านหนึ่งเด่นขึ้น คุณสมบัติด้านอื่นจะด้อยลง เช่น การอบชุบเหล็กกล้าเพิ่มความแข็ง จะทำให้เหล็ก มีความแข็ง ความแข็งแรง และเปราะขึ้น แต่ความเหนียว ความสามารถยืดตัวลดลง การอบชุบเพื่อให้มีคุณสมบัติ ดีทุกด้านนั้นเป็นไปได้ จึงต้องเลือกคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดไปใช้งาน

กระบวนการในการอบชุบ ประกอบไปด้วยกรรมวิธีต่างๆ ต้องคำนึงถึงการนำวัสดุนั้นไปใช้งานในสภาพใด ซึ่งมีกระบวนการดังนี้

กระบวนการชุบแข็ง (Hardening) เป็นกระบวนการที่ต้องการให้วัสดุมีความแข็งเพิ่มขึ้น เพื่อทนต่อการเสียดสีในขณะทำงาน ทั้งนี้ความแข็งที่เพิ่มขึ้นมีผลมาจากส่วนผสมของธาตุคาร์บอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อยู่ในเนื้อวัสดุ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบชุบและอัตราการเย็นตัวที่อาศัยของเหลวเป็นตัวกระทำ (น้ำ น้ำมัน น้ำเกลือ ลม และอากาศ)

กรรมวิธีของการชุบแข็ง เริ่มจากการนำชิ้นงานที่ต้องการชุบบรรจุเข้าเตาเผา ให้ความร้อนแก่ชิ้นงานอย่างช้า ๆ เพื่อให้ความร้อนได้แทรกซึมเข้าถึงใจกลางของชิ้นงานจนถึงอุณหภูมิที่กำหนดให้เป็นอุณหภูมิชุบแข็ง(พิจารณาจากส่วนผสมของคาร์บอนที่มีอยู่) จากนั้นนำชิ้นงานจุ่มลงในของเหลวที่เลือกใช้เป็นสารชุบแข็งทันที

กระบวนการอบคืนตัว (Tempering) เป็นกระบวนการที่ทำต่อจากการชุบแข็ง เนื่องจากชิ้นงานที่มีความแข็งเพิ่มขึ้น แต่ขาดคุณสมบัติด้านความเหนียว ทำให้ไม่สามารถทนต่อแรงกระแทกได้ อาจเกิดการแตกร้าวในขณะใช้งาน เพื่อป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้น จึงควรนำชิ้นงานที่ผ่านการชุบแข็งทุกครั้ง มาทำการอบคืนตัวทันทีเพื่อกำจัดความเครียดภายในให้หมดไปหรือตกค้างน้อยที่สุด

กรรมวิธีของการอบคืนตัว นำชิ้นงานที่ผ่านการชุบแข็งแล้วบรรจุเข้าเตาเผา เริ่มให้ความร้อนอย่างช้าจนถึงอุณหภูมิที่กำหนด และเผาแช่ไว้ในระยะเวลาที่เหมาะสม (พิจารณาจากความแข็งที่ต้องการ) แล้วปล่อยให้เย็นตัวอย่างช้า ๆ ภายในเตา

กระบวนการอบอ่อน (Annealing) เป็นขบวนการปรับปรุงคุณสมบัติของชิ้นงานที่ผ่านกรรมวิธีผลิตแบบต่างๆ เช่นการขึ้นรูปร้อน (Forging, Hot Rolling) การขึ้นรูปเย็น (Drawing) เป็นต้น ขบวนการนี้เป็นการกำจัดคุณสมบัติที่ด้อยออกจากชิ้นงานเช่น โครงสร้างภายในเนื้อวัสดุไม่สม่ำเสมอหลังการผลิต เกิดความเครียดภายในทำให้ความเหนียวลดลง เป็นต้น ดังนั้นเมื่อนำชิ้นงานไปผ่านกระบวนการตัดเฉือนด้วยเครื่องจักรชนิดต่างๆ หรือขึ้นรูปซ้ำอีกครั้ง ทำได้อย่างง่ายดาย

กรรมวิธีการอบอ่อนนี้คล้ายคลึงกับการอบคืนตัว เพียงแต่กระบวนการนี้จะเลือกใช้อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบ โดยพิจารณาจากความหนาของชิ้นงาน

2.3.9 การปรับประกอบ (Assembly and Fitting)และการทดลองแม่พิมพ์ (Try-Out)

ขั้นตอนการปรับประกอบแม่พิมพ์เป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งแม่พิมพ์จะมีคุณภาพเพื่อนำไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ได้ ต้องผ่านการปรับประกอบอย่างพิถีพิถัน เนื่องจากชิ้นงานทุกชิ้นที่ผ่านการสร้างขึ้นมาต้องนำมาประกอบให้ได้ตามแบบงานที่กำหนด ซึ่งบางครั้งชิ้นงานที่สร้างมานั้นอาจมีบางจุดยังมีความบกพร่องเกิดขึ้น เช่น ขนาดที่คลาดเคลื่อนไป การลบคมขอบชิ้นงาน เป็นต้น เมื่อพบจุดบกพร่องต่างๆ แล้วต้องแก้ไขให้ถูกต้อง ซึ่งบุคลากรกลุ่มนี้ต้องมีความเชี่ยวชาญและชำนาญเพราะต้องอาศัยเวลาในการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง

เมื่อผ่านการปรับประกอบที่สมบูรณ์แล้วจึงนำแม่พิมพ์ไปทำการทดลองขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ตามขบวนการของแม่พิมพ์แต่ละชนิด เพื่อตรวจสอบการทำงานของแม่พิมพ์ ถ้ายังมีข้อบกพร่องอีกก็จำเป็นต้องนำกลับมาทำการแก้ไขจนกระทั่งผลิตภัณฑ์ที่มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

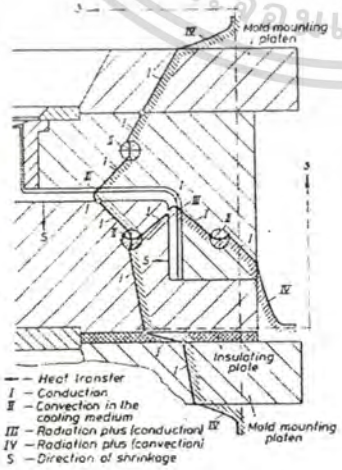
ส่วนหัวข้อของการศึกษาขั้นตอนของการผลิต ผลิตภัณฑ์ด้วยแม่พิมพ์นั้น ซึ่งต้องทราบถึงถึงความจำเป็นในการใช้งานของระบบหล่อเย็น ในการออกแบบแม่พิมพ์ และทราบถึงอุปกรณ์ วัสดุที่จะต่อเข้าใช้ร่วมกับวาล์วน้ำ

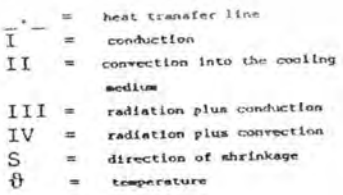
2.4 หลักในการหล่อเย็นแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน ระหว่างพลาสติกที่ฉีดชิ้นงานกับแม่พิมพ์ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความประหยัดของแม่พิมพ์ ความร้อนที่นำพลาสติกนำเข้ามาในแม่พิมพ์นั้น ต้องระบายออกจากเนื้อพลาสติก จนชิ้นงานมีสภาวะอยู่ตัวพอที่จะปลดออกได้ เวลาที่ต้องใช้เพื่อให้บรรลุถึงสภาวะเช่นนี้ ก็คือเวลาในการหล่อเย็น (Cooling Time) ปริมาณความร้อนที่จะนำออกจากชิ้นงานขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำพลาสติก อุณหภูมิปลดชิ้นงาน และความร้อนจำเพาะของพลาสติกแต่ละชนิด

คุณภาพของชิ้นงาน ขึ้นอยู่กับความคงที่ของการควบคุมอุณหภูมิในแต่ละรอบ ประสิทธิภาพของการแลกเปลี่ยนความร้อนในแม่พิมพ์ จะมีผลอย่างมากต่อประสิทธิภาพของการผลิต แม่พิมพ์จะต้องถูกทำให้เย็นหรือร้อน ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติกที่ใช้ฉีด (เทอร์โมพลาสติกหรือเทอร์โมเซ็ท) อุณหภูมิผิวนอกของแม่พิมพ์และสภาพแวดล้อม กระบวนการหล่อเย็นในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก จะเป็นดังนี้ คือ

- **การนำความร้อน** (การถ่ายเทความร้อนภายในเนื้อพลาสติกและเหล็ก)
- **การพาความร้อน** (การถ่ายเทความร้อนโดยของเหลวก๊าซ พาความร้อนจากของแข็งหรือกลับกัน)
- **การแผ่รังสี** (การถ่ายเทความร้อนในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า)





รูปที่2.12 ระดับความร้อนในแม่พิมพ์ที่ติดตั้งบนเครื่องฉีดพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบระบบหล่อเย็นมักจะถูกมองว่าเป็นเรื่องเล็ก ผู้ออกแบบแม่พิมพ์ไม่ค่อยให้ความสำคัญในการกำหนดขนาดและการจัดการวางช่องหล่อเย็น และปล่อยให้ช่างทำแม่พิมพ์ทำตามที่เห็นสมควร

ระบบหล่อเย็นที่มีขนาดใหญ่เกินไป อาจนำไปสู่สภาพความเค้นที่มองไม่เห็นในชิ้นงานขนาดเล็กหรือการโค้งงอในชิ้นงานขนาดใหญ่ และถึงขั้นร้าวสำหรับชิ้นงานขนาดใหญ่ที่มีผนังบาง เนื่องจากเย็นตัวเร็วเกินไป ขณะที่การหล่อเย็นแม่พิมพ์ที่ไม่เพียงพอจะทำให้รอบเวลาฉีดนานขึ้น จึงมีผลให้ค่าใช้จ่ายในการฉีดพลาสติกเพิ่มขึ้น

สารหล่อเย็นและการควบคุมอุณหภูมิของสารหล่อเย็น

ตามปกติจะใช้น้ำเป็นสารหล่อเย็น ซึ่งอาจจะเป็นน้ำเย็นหรือน้ำร้อนก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดพลาสติกที่ใช้ฉีดและประโยชน์ใช้สอยของชิ้นงาน ดังอธิบายแล้วว่า คุณภาพของชิ้นงานจะขึ้นอยู่กับความคงที่ของการควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการฉีดพลาสติก อุณหภูมิของสารหล่อเย็นที่คงที่จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการหล่อเย็นที่ดี การควบคุมอุณหภูมิสารหล่อเย็นที่คงที จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการหล่อเย็นที่ดี การควบคุมอุณหภูมิของสารหล่อเย็นให้คงที่นั้นสามารถทำได้โดยเครื่องบังคับความร้อนแบบหมุนเวียน*(circulation thermostat)* ซึ่งทำให้อุณหภูมิสารหล่อเย็นมีความสม่ำเสมออยู่ภายในช่วงที่กำหนด และยังช่วยลดเวลาในการเริ่มเดินเครื่องฉีดพลาสติกได้ด้วย เนื่องจากเครื่องนี้จะเปิดวงจรการหล่อ เย็น เมื่ออุณหภูมิแม่พิมพ์ถึงระดับที่ตั้งไว้แล้วเท่านั้น ลักษณะเช่นนี้จะลดเวลาในการใช้เครื่องฉีด และจำนวนชิ้นงานที่ฉีดเสียลงได้ การรักษาอุณหภูมิหล่อเย็นให้คงที่อาจทำได้โดยติดเทอร์โมมิเตอร์ไว้ที่วงจรหล่อเย็นแต่ละวงจรของแม่พิมพ์ ในกรณีของแม่พิมพ์ที่ใช้งานมาก ๆ จุดร้อนที่สุดของแม่พิมพ์(ตรงข้างกับ *gate*) มักจะหล่อเย็นด้วยน้ำเกลือ ส่วนแม่พิมพ์ที่มีอุณหภูมิเกิน 90 °C ไม่เหมาะสมที่จะใช้น้ำเป็นสารหล่อเย็น ควรใช้น้ำมันจะเหมาะสมกว่า

การคำนวณระบบหล่อเย็น

การกำหนดขนาดของระบบหล่อเย็นเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก การคำนวณระบบหล่อเย็นเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน และผู้ออกแบบแม่พิมพ์มักจะไม่คุ้นเคยกับปัจจัยต่าง ๆ ที่ต้องนำมาคิดด้วยเงื่อนไขที่มี ทำให้การแก้ปัญหาเป็นไปได้ยาก ตัวอย่างเช่น ผนังคาวิตี้จะร้อนขึ้นด้วยน้ำพลาสติกที่ฉีดเข้ามาเป็นช่วงๆ ผลก็คือความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิแม่พิมพ์กับสารหล่อเย็นจะเพิ่มขึ้น และการถ่ายเทความร้อนจะมากขึ้น แต่หลังจากที่แม่พิมพ์เปิดและปลดชิ้นงานออกแล้ว ผนังคาวิตี้จะเย็นลงด้วยอากาศที่อยู่รอบ ๆ อุณหภูมิที่ผิวคาวิตี้จึงเปลี่ยนแปลงเป็นวัฏจักร สิ่งที่ทำให้ปัญหายุ่งยากขึ้นก็คือ น้ำพลาสติกที่ฉีดเข้าแม่พิมพ์ จะสัมผัสกับผิวของแม่พิมพ์เพียงบางส่วนซึ่งคิดเป็นสัดส่วนเล็กน้อย เมื่อเทียบกับส่วนของแม่พิมพ์ทั้งหมด ที่ถูกหล่อเย็นด้วยช่องหล่อเย็น นอกจากนั้นสารหล่อเย็นจะร้อนขึ้น ในระหว่างที่ไหลผ่านแม่พิมพ์ จนทำให้ความแตกต่างระว่างอุณหภูมิของแม่พิมพ์กับสารหล่อเย็นมีการเปลี่ยนแปลง การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์วิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพของการหล่อเย็นแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก เป็นหนทางหนึ่งที่จะลดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบซึ่งผลที่ได้จะมีความแม่นยำในระดับที่น่าพอใจ สำหรับผู้ที่สนใจการแก้ปัญหาการหล่อเย็นด้วยวิธีคำนวณ

ในส่วนของหลักในการหล่อเย็นแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ทำให้ทราบถึงหลักในการถ่ายเทความร้อนของแม่พิมพ์ซึ่งมีวาล์วเป็นชิ้นส่วนประกอบและการจัดวางของการหล่อเย็นนี้ ความจำเป็นในการใช้งานของพื้นที่แม่พิมพ์ และอุณหภูมิที่ชิ้นส่วนของวาล์วน้ำสามารถทนได้

2.5 หลักการกลศาสตร์ของ ของไหล

หลักการกลศาสตร์ของไหล ว่าด้วยคุณสมบัติของของไหล และคุณสมบัติของการไหล คำนิยามและแนวคิดพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง ของไหลไม่มีแรงต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเหมือนของแข็ง ของไหลจะไหลไปได้ด้วยน้ำหนักของตัวเอง และมีรูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุของไหล

2.5.1 คำนิยามของการไหล

ของไหล คือ สารที่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้อย่างต่อเนื่องกันไป ภายใต้การกระทำของความเค้นเฉือนหนึ่งๆ ทั้งนี้ไม่ว่าความเค้นเฉือนนั้นจะมีค่าน้อยเท่าใดก็ตาม เมื่อพิจารณาแรงเฉือนที่กระทำต่อพื้นผิวหนึ่งๆ ก็คือ แรงย่อยในแนวสัมผัสกับพื้นผิวนั้น แรงเฉือนนี้หารด้วยพื้นที่ของพื้นผิวจะเป็นความเค้นเฉือนเฉลี่ยซึ่งกระทำทั่วพื้นผิวนั้น สำหรับความเค้นเฉือนที่จุดหนึ่งๆ คือ ลิมิต (Limiting value) ของแรงเฉือนต่อพื้นที่ผิวซึ่งขณะนั้นพื้นที่มีขนาดลดลงเป็นจุด

การเปลี่ยนรูปร่างของของไหลเกิดขึ้นจากแรงเฉือน เมื่อมีแรงเฉือนกระทำกับของของไหลจะทำให้เกิดการไหลขึ้น ในทางกลับกัน ถ้าของไหลอยู่นิ่ง จะไม่มีแรงเฉือนเกิดขึ้น และแรงที่เกิดขึ้นจากของไหลทั้งหมดจะกระทำตั้งฉากกับระนาบที่ของไหลสัมผัส

ของไหลแบ่งออกเป็นของเหลวและแก๊ส

2.5.2 ความสามารถในการอัดตัว

ของเหลวทั่วไปเมื่อได้รับความดัน ปริมาตรของ ของเหลวจะเปลี่ยนแปลงไป ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับปริมาตรที่เปลี่ยนแปลงไปคือค่า bulk modulas ซึ่งในการคำนวณทั่วไปเกี่ยวกับของเหลวมักถือว่า ของเหลวอัดตัวไม่ได้ เพราะปริมาตรของ ของเหลวเปลี่ยนไปน้อยมาก เมื่อความดันเปลี่ยนแปลง ของเหลว จึงมีคุณสมบัติอัดตัวได้ยาก (Incompressible) ของเหลวจำนวนหนึ่งจะมีปริมาตรคงที่เสมอไม่ว่าบรรจุอยู่ในภาชนะรูปร่างอย่างใด และของเหลวจะมี “ผิวอิสระ” (Free-surface) เกิดขึ้นเป็นขอบเขตกั้นไว้ระหว่างของเหลวกับอากาศที่อยู่เหนือของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3ความหนาแน่น (density)

ความหนาแน่นของ ของไหล คือ มวลต่อหน่วยปริมาตร โดยที่ มวลของไหล มีหน่วยเป็น kgและปริมาตรของไหล มีหน่วยเป็น m^3ดังนั้นหน่วยของความหนาแน่น คือ kg/m^3

2.5.4น้ำหนักจำเพาะ (Specific weight)

น้ำหนักจำเพาะ คือ แรงที่เกิดจากแรงดึงดูดของโลกที่กระทำกับของไหลหนึ่งหน่วย ดังนั้นจึงมีหน่วยเป็นหน่วยของแรงต่อหน่วยปริมาตร นั้นคือ N/m^3

2.5.5ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity)

ความถ่วงจำเพาะของ ของเหลว คือ อัตราส่วนของความหนาแน่นของ ของเหลว ต่อความหนาแน่นของน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิมาตรฐาน (1000 kg/m^3) ดังนั้นความถ่วงจำเพาะไม่มีหน่วย บางครั้งอาจเรียกว่า ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density)

2.5.6ความหนืด (Viscosity)

ความหนืดของของไหล คือค่าความต้านทานต่อการเฉือน แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในของของเหลวเป็นผลมาจากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ระหว่างโมเลกุลของ ของเหลว ค่าความหนืด สัมบูรณ์และค่าความหนืดคิเนมาติกของ ของไหลบางชนิด โดยที่ปัญหาบางประเภท มีการนำเอาค่าความหนืดของ ของไหลหารด้วยความหนาแน่นของ ของไหล ค่าที่ได้นี้มีชื่อเรียกว่า ความหนืด คิเนมาติก(Kinematic viscosity) ซึ่งหน่วยของความหนืดคิเนติกคือ cm/m^2

2.5.7ความตึงผิว

ภายในเนื้อของเหลว โมเลกุลของเหลวอยู่ภายใต้แรงดึงดูดเท่ากันในทุกทิศทาง แรงดึงดูดนี้เกิดจากโมเลกุลอื่นที่อยู่รอบๆ แต่ที่ผิวอิสระหว่างของเหลวกับอากาศ แรงดึงขึ้นกับดึงลงในของเหลวมีค่าไม่เท่ากัน ผิวหน้าของ ของเหลวจึงอยู่ภายใต้แรงดึง

ในส่วนของหลักการกลศาสตร์ของ ของไหลนั้นทำให้ทราบถึงพฤติกรรมการไหลของน้ำ คุณสมบัติของ ของไหลที่จะไหลผ่านวาล์วที่ถูกพัฒนาขึ้น ว่ามีผลกระทบตัวไหนที่ต้องคอยระวังในการออกแบบวาล์วน้ำ

2.6 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ก๊อกน้ำสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ เฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม :การประหยัดน้ำ

1.ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดรายระเอียดเกี่ยวกับก๊อกน้ำสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ เฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม ในเรื่องของการประหยัดน้ำ โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.1 ก๊อกน้ำสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ที่เปิดปิดน้ำด้วยมือ (manual) มีปริมาตรน้ำไม่เกิน 6 ลูกบาศก์เดซิเมตรต่อนาที ที่ความดัน 0.10 เมกะพาสคัล มีความดันใช้งานสูงสุด 0.75 เมกะพาสคัล

1.1.2 ก๊อกน้ำสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ที่เปิดน้ำด้วยมือและปิดน้ำได้เองโดยอัตโนมัติ (self-closing) มีปริมาตรน้ำเฉียวไม่เกิน 0.10 เมกะพาสคัล ถึง 0.30 เมกะพาสคัล มีความดันใช้งานต่ำสุด 0.10 เมกะพาสคัวและมีความดันใช้งานสูงสุด 0.75 เมกะพาสคัล

1.2 มาตรฐานภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคุลมเฉพาะก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างชาม ตาม มอก.1277 และก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างหน้า-ล้างมือ ตาม มอก.1278 ในรายการประเภท ชนิดและแบบ และมิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเท่านั้น

1.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมเฉพาะก๊อกน้ำปิดอัตโนมัตินำหรับอ่างล้างหน้า-ล้างมือ ตาม มอก.1377 ในรายการมิติและเกณฑ์คลาดเคลื่อน เท่านั้น

2.บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ก๊อกน้ำสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียนกว่า “ก๊อกน้ำ” หมายถึง อุปกรณ์สำหรับเปิดปิดน้ำที่ใช้กับเครื่องสุขภัณฑ์อ่างล้างชาม หรืออ่างล้างหน้า-ล้างมือ โดยเปิดปิดน้ำด้วยมือ หรือเปิดน้ำด้วยมือและปิดน้ำได้เองโดยอัตโนมัติ

2.2 ก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างชาม หมายถึง ก๊อกน้ำที่ใช้กับเครื่องสุขภัณฑ์อ่างล้างชาม มีหัวก๊อกยาวและหัวได้และเปิดปิด น้ำด้วยมือ

2.3 ก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างหน้า-ล้างมือ หมายถึง ก๊อกน้ำที่ใช้กับเครื่องสุขภัณฑ์อ่างล้างหน้า-ล้างมือ และเปิดปิดน้ำด้วยมือ

2.4 ก๊อกน้ำปิดอัตโนมัติสำหรับอ่างล้างหน้า-ล้างมือ หมายถึง ก๊อกน้ำที่ใช้กับเครื่องสุขภัณฑ์อ่างล้างหน้า- ล้างมือและเปิดน้ำด้วยมือ ปิดน้ำได้โดยอัตโนมัติ

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 เมื่อทดสอบตาม มอก.1277 หรือ มอก..1278 หรือ มอก. 1377 แล้วแต่กรณีแล้วก๊อกน้ำต้องไม่รั่วซึมหรือเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ปริมาตรน้ำต่อนาที (เฉพาะก๊อกน้ำที่เปิด ปิดน้ำด้วยมือ) เมื่อทดสอบตาม มอก.1277 หรือ มอก.1278 แล้วแต่กรณี แล้วปริมาตรน้ำที่ไหลผ่านก๊อกน้ำด้านทางน้ำเย็นหรือด้านทางน้ำร้อน แต่ละด้านต้องไม่เกิน 6 ลูกบาศก์เดซิเมตร์ต่อนาที

3.3 สมรรถนะ (เฉพาะก๊อกน้ำมี่เปิดน้ำด้วยมือและปิดน้ำได้เองโอยอัตโนมัติ) เมื่อทดสอบตาม มอก. 1377 แล้ว

3.3.1 ปริมาตรน้ำต้องมีปริมาตรน้ำต่อครั้งที่แต่ละความดันไม่เกิน 0.7 ลูกบาศก์เดซิเมตร และต้องมีปริมาตรน้ำเฉลี่ยไม่เกิน0.5 ลูกบาศก์เดซิเมตร

3.3.2 เวลาที่น้ำไหลออก ต้องมีเวลาที่น้ำไหลออกเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3 วินาที

3.4 การป้องกันการกระแทกของน้ำ (เฉพาะก๊อกน้ำที่เปิดด้วยมือและปิดน้ำได้เองโดยอัตโนมัติ) เมื่อทดสอบตาม มอก.1377 แล้ว ความดันที่เกิดจากการกระแทกของน้ำต้องไม่เกิน 1.5 เมกะพาสคัล

3.5 ความคงทนต่อการใช้งาน เมื่อทดสอบตาม มอก. 1277 หรือ มอก. 1278 หรือ มอก. 1377 แล้วแต่กรณีแล้ว

3.5.1 ก๊อกน้ำต้องใช้งานได้และไม่รั่วซึม

3.5.2 ก๊อกน้ำที่เปิดปิดน้ำด้วยมือ ต้องมีปริมาตรน้ำต่อนาทีเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในข้อ 3.2

3.5.3 ก๊อกน้ำที่เปิดน้ำด้วยมือและปิดน้ำได้เอง โดยอัตโนมัติ ต้องมีปริมาตรน้ำและเวลาที่น้ำไหลออกเป็นไปตามที่กำหนด

4. การบรรจุ

4.1 ให้บรรจุก๊อกน้ำในกล่อง หีบห่อหรือภาชนะที่เหมาะสม เพื่อป้องกันความเสียหายอันจะเกิดขึ้นในระหว่างการขนส่งกับการเก็บรักษา

5. เครื่องหมายและฉลาก

5.1 ที่ก๊อกน้ำทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลขอักษรหรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายชัดเจนและถาวร ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

5.2 ที่ภาชนะบรรจุก๊อกน้ำทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตผลิตภัณฑ์

(2) ประเภทชนิด และแบบ

(3) ปริมาตรน้ำสูงสุดต่อนาทีที่ความดันที่ 0.41 เมกะพาสตัล(เฉพาะก๊อกน้ำที่เปิดปิดด้วยมือ)

(4) ปริมาตรน้ำเฉลี่ยต่อครั้ง (เฉพาะก๊อกน้ำที่เปิดน้ำด้วยมือและปิดน้ำได้เองโดยอัตโนมัติ

(5) แบบรุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6) ปี เดือน ที่ทำหรือรหัสรุ่นที่ทำ

(7) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำหรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

5.3 คู่มือการติดตั้งและการใช้งานอย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน

(1) ภาพหรือผังแสดงการประกอบและติดตั้ง

(2) ความดันใช้งานสูงสุดเป็นเมกะพาสคัล (เฉพาะก๊อกน้ำที่ปิดน้ำด้วยมือ)

(3) ความดันใช้งานต่ำสุดและสูงสุด เป็นเมกะพาสคัล (เฉพาะก๊อกน้ำที่เปิดน้ำด้วยมือและปิดน้ำได้เองโดยอัตโนมัติ)

5.4 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

7. การทดสอบ

7.1 การทดสอบเฉพาะแบบ เป็นการทดสอบเฉพาะแบบ เป็นการทดสอบเพื่อตัดสินว่าผลิตภัณฑ์เป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ ประกอบด้วยการทดสอบต่อไปนี้

(1) ความทนความดัน

(2) ปริมาตรน้ำต่อนาที (เฉพาะก๊อกน้ำที่เปิดปิดน้ำด้วยมือ)

(3) สมรรถนะ (เฉพาะก๊อกน้ำที่เปิดน้ำด้วยมือและปิดน้ำได้เองโดยอัตโนมัติ)

(4) การป้องกันการกระแทกของน้ำ (เฉพาะก๊อกน้ำที่เปิดน้ำด้วยมือและปิดน้ำได้เองโดยอัตโนมัติ)

(5) ความคงทนต่อการใช้งาน

7.2 การทดสอบรับรอง เป็นการทดสอบเพื่อตัดสินว่าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตามที่กำหนดไว้ และยังคงเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ ประกอบด้วยการทดสอบตามข้อ 7.1 ยกเว้นความคงทนต่อการใช้งาน

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 6.1)

ก.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ก๊อกน้ำประเภท ชนิดและระบบ และแบบรุ่นเดียวกัน ทำจากวัสดุอย่างเดียวกันโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

ก. 2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบกันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบเครื่องหมายและฉลาก

ก.2.2.1 การชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1

ก.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 5. ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับใน ตารางที่ ก.1 จึงจะถือว่าก๊อกน้ำรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ ก.1 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบเครื่องหมายและฉลาก (ข้อ ก ก.2.1)

ขนาดรุ่น (หน่วย)	ขนาดตัวอย่าง (หน่วย)	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 3,200	2	0
3,201 -10,000	8	1
เกิน 10,000 ขึ้นไป	13	2

ก.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความทนความดัน ปริมาตรน้ำต่อนาที (เฉพาะก๊อกน้ำที่เปิด ปิดน้ำด้วยมือ) สมรรถนะและการป้องกันการกระแทกของน้ำ (เฉพาะก๊อกน้ำที่เปิดน้ำด้วยมือและปิดน้ำได้เองโดยอัตโนมัติ)

ก.2.2.1 ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน หรือจากตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ก.2.ก แล้ว จำนวน 2 หน่วย แล้วนำไปทดสอบความทนความดัน ปริมาตร น้ำต่อนาที สมรรถนะ การป้องกันการกระแทกของน้ำตามลำดับ

ก.2.2.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ข้อ 3.2 ข้อ 3.3 และข้อ 3.4 ทุกรายการ จึงจะถือว่าก๊อกน้ำรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.2.3 การชุกตัวอย่างการการยอมรับสำหรับการทดสอบความคงทนต่อการใช้งาน

ก.2.2.1 ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน หรือจากตัวอย่างที่ผ่านทดสอบความข้อ ก.2.1 แล้ว จำนวน 2 หน่วย

ก.2.3.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 จึงถือว่าก๊อกน้ำรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.3 เกณฑ์ตัดสิน ตัวอย่างก๊อกน้ำต้องเป็นไปตามข้อ ก.2.1 ข้อ ก.2.2.2 และข้อ ก.2.2.2 จึงจะถือว่าก๊อกน้ำรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ส่วนหัวข้อของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เป็นตัวอ้างอิงในการตรวจทดสอบคุณภาพของวาล์วน้ำและเลือกทดสอบในด้าน การต้านทานแรงดัน อัตราการไหล และความคงทนต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ผลิตภัณฑ์เดิม

รูปที่2.13 บอลวาล์วทองเหลือง

บอลวาล์ว เป็นวาล์วที่มีค่าใช้จ่ายต่ำแต่ใช้กันแบบกว้างขวางในระบบวาล์ว หาได้ง่ายในชีวิตประจำวันและมีใช้กันอย่างกว้างขวาง มีรูปทรงบอลแบบทรงกลม มีแหวนที่ยืดหยุ่นได้ 2ทาง บอลวาล์วมีรูทะลุผ่านตลอดตามแนวของวาล์ว ทางเข้าจนไปถึงทางออก และมีแนวการไหลของของไหลที่ตรงขณะเปิดวาล์ว และเมื่อบิดวาล์วไป 90 องศา สามารถปิดช่องทางการไหลโดยที่มีแหวนซีลเป็นตัวรอง ที่รองรับกับบอลวาล์วได้อย่างลงตัว ตัวโครงและรูโครงมีการขึ้นรูปแนวตรง

โครงสร้างภายนอกมีเหลี่ยมปลายทั้งสองข้าง สามารถใช้ประแจจับได้และมีช่องสำหรับล็อคบอลได้ วาล์วที่มีขนาดใหญ่บอลวาล์วอาจจะมีเดือยสูงขึ้นมาเพื่อสามารถปรับลด ท็อกของวาล์วแบบสองหรือสามทางได้ บอลวาล์วที่มีคุณภาพสูงสามารถถอดแยกตัวโครงและซ่อม เปลี่ยนซีลของบอลได้ มันสามารถผลิตและปรับเป็นหลายช่องทางสำหรับรูปร่างภายนอก

ในการบิดที่ระยะ 90 องศาของตัวบอลซึ่งมีการหมุนที่จำกัด ตำแหน่งของการเปิด จะบิดไปตามแนวยาวของวาล์วและตำแหน่งที่บิดวาล์วตั้งฉากกับวาล์วก็จะเป็นการ ปิดวาล์ว โดยทิศทางการหมุนตามเข็มไปทางขวามือ ตำแหน่งองศาของการบิดปิดวาล์ว บอลที่มีขนาดใหญ่อาจใช้เฟืองช่วยในการเปิด ปิดเพื่อให้เบาแรงลง เพราะว่าลำพังแรงต้านจากแรงฝืดของผิวสัมผัสระหว่างลูกบอลวาล์วก็มากพอแล้ว

รูปที่2.14 บอลวาล์วเหล็กหล่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุที่ใช้ทำเป็น เหล็กสแตนเลส บอลวาล์ว เกลียวเป็นแบบเกลียวปิด ด้ามและโครงเป็นเหล็กหล่อ ขนาด ตั้งแต่ ¼ จนถึง 2 นิ้ว

ลักษณะ

- ท่อที่นำมาต่อเข้าตามมาตรฐาน ANSI B2.1, BS 21 1973, DIN 259/2999, ISO 228
- ทางเข้าออกเป็นระบบที่มีความทนทาน
- โครงและก้านบิดผลิตจากเหล็กหล่อ
- ประสิทธิภาพทนแรงดันได้ถึง 800 PSI (55 Bar)
- วัสดุเป็นเหล็กสแตนเลส ASTM A 351 CF8(304),CF8M(316)

ส่วนของผลิตภัณฑ์เดิมที่ต้องศึกษา เพราะต้องเปรียบเทียบดูว่า มีเงื่อนไขการใช้งานแตกต่างกันอย่างไร หลังจากการพัฒนาแล้วจะได้ทราบว่ามีข้อแตกต่างตรงไหนบ้างที่เป็นจุดอ่อนจุดแข็งของวาล์วที่พัฒนาขึ้น

2.8 กระบวนการผลิตวาล์วน้ำ

2.8.1 ด้านการออกแบบ

ระบบงานที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสรรค์ สิ่งต่างๆให้มีคุณค่าขึ้นมาโดยมีปัจจัยในการผลิตได้แก่ คน วัตถุดิบ พลังงาน เงินทุน และเครื่องจักรอุปกรณ์เป็นต้น การผลิตดังกล่าวจะถูกนำมาใช้โดยมีผู้บริหารงานผลิตเป็นผู้วางแผนและควบคุมเพื่อที่จะให้ดำเนินงานไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือการตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ในยุคที่มนุษย์อยู่ในสภาพเก่าก่อนนั้นความต้องการส่วนใหญ่มีแต่ปัจจัยสี่ คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค และที่อยู่อาศัย

ในกระบวนการของการออกแบบแบ่งกระบวนการได้ดังนี้

- ศึกษากลไกการใช้งานของผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่
- ศึกษาเงื่อนไข ผลิตภัณฑ์ ที่ผู้บริโภคต้องการในด้านวัสดุ คุณภาพ งบประมาณ
- ศึกษาวัสดุที่ใช้ในการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ใหม่
- รวบรวมข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดเพื่อสรุปออกมาเป็นระบบต่างๆ ในผลิตภัณฑ์ใหม่
- วางแผนการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบ
- ออกแบบโครงร่าง(Sketch design) ในแต่ละระบบของผลิตภัณฑ์
- สอบถามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิในด้านการออกแบบ
- ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงให้ได้รูปทรงใกล้เคียงผลิตภัณฑ์เดิม
- นำข้อมูลทั้งหมดรวบรวม สรุปแบบและขนาดมิติในส่วนต่างๆพร้อมเขียนแบบเพื่อการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 ด้านการเลือกใช้วัสดุ

อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2540 : 106-109) กล่าวว่า ในการนำวัสดุต่าง ๆ มาใช้เพื่อผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นมีอยู่หลายชนิดขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ที่ถูกต้องและเหมาะสมการเลือกใช้วัสดุมีข้อกำหนดและกฎในการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. formalbility ความสามารถที่จะทำให้วัสดุนั้นเป็นงานสำเร็จรูปได้ง่าย
2. Machianlbility ความสามารถที่จะใช้วัสดุนั้นสำเร็จรูปได้ต้องอาศัยเครื่องจักรกล
3. Mecanical Stability คุณสมบัติทางกลในขณะที่ใช้งานไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
4. Electrical Behariours คุณสมบัติทางไฟฟ้าต้องเหมาะสมกับงาน

ดังนั้นในการเลือกใช้วัสดุต้องสัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอยหลัก ประโยชน์ใช้สอยรอง ประโยชน์ทางด้านจิตใจ ซึ่งการพัฒนาอุปกรณ์ดังกล่าว ให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับ(นวลน้อย บุญวงษ์. 2539) ทฤษฎีที่ว่าด้วยประโยชน์ใช้สอย

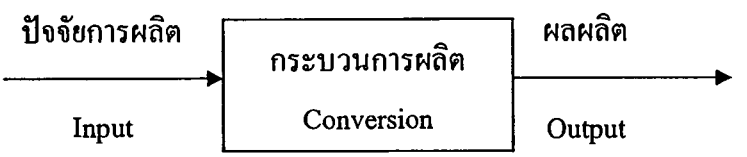
ผู้วิจัยได้เลือกวัสดุหลักที่มีอยู่ในท้องตลาด โดยมีกระบวนการดังนี้

- ศึกษาวัสดุ ของผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่
- ศึกษาเงื่อนไข ผลิตภัณฑ์ ที่ผู้บริโภคต้องการในด้านวัสดุ
- ศึกษาวัสดุที่ใช้ในการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ใหม่
- สอบถามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิในเรื่องวัสดุ รวมในด้านการออกแบบ
- รวบรวมข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดเพื่อสรุปออกมาเป็นวัสดุ ในผลิตภัณฑ์ใหม่

2.8.3 กระบวนการผลิต

อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2540 :150-151) กล่าวว่า การผลิตเป็นการบวนการที่ทำให้เกิดการสร้างสิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นมา จากการใช้ทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ การดำเนินการผลิตจะเป็นไปอย่างเป็นขั้นตอนของการกระทำก่อนหลัง กล่าวคือ จากวัตถุดิบที่มีอยู่จะถูกแปรสภาพให้เป็นผลผลิตที่มีอยู่ในรูปเพิ่มความต้องการเพิ่มให้การผลิตบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวนั้น จึงจำเป็นต้องมีการจัดการให้อยู่ในรูปของกระบวนการผลิต ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. ปัจจัยการผลิต (Input)
2. กระบวนการแปรสภาพ (Conversion)
3. ผลผลิต (Output) (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2540 : 106-109)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกระบวนการของการผลิตแบ่งกระบวนการได้ดังนี้

- ศึกษากลไกการผลิตของ ผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่
- ศึกษาเงื่อนไข ผลิตภัณฑ์ ที่ผู้บริโภคต้องการในด้านการผลิต งบประมาณ
- ศึกษา ขั้นตอนแต่ละชิ้นของการผลิต ของผลิตภัณฑ์ใหม่
- รวบรวมข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดเพื่อสรุปออกมาเป็นระบบการผลิต ในผลิตภัณฑ์ใหม่
- วางแผนการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนของการผลิต
- สอบถามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิในด้านการผลิต
- ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงแต่ละชิ้นส่วนให้สามารถผลิตตามระบบอุตสาหกรรมได้
-นำข้อมูลทั้งหมดรวบรวม และทดลองผลิตเป็นตัวต้นแบบ(model)

หัวข้อกระบวนการผลิตวาล์วน้ำ ทำให้ทราบถึงกระบวนการของการผลิตชิ้นงาน นำแนวทางที่ได้มาวางแผนการผลิตต้นแบบวาล์วน้ำ

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดุษฎี มหาดไทย(2546:บทคัดย่อ) การศึกษาและพัฒนาเครื่องรีดผักตบชวาเพื่องานอุตสาหกรรมในครัวเรือน ที่มีความสามารถทำการรีดและการกรีดเส้นใยผักตบชวาได้ในกระบวนเดียวกัน ผลที่ไดของเส้นใยผักตบชวาเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานและคุณลักษณะที่เหมาะสมกับการจักสาน ซึ่งการวิจัยได้ศึกษาในด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน และด้านความปลอดภัย โดยมีประชากรและกลุ่มตัวอย่างคือกลุ่มผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์จักสานจากผักตบชวา แผนกงานหัตถกรรม ศูนย์ศิลปาชีพบางไทร ตำบลช้างใหญ่ อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 30 คน

โดยมีผลสรุปการออกแบบขนาดสัดส่วนคือ กว้าง 23.5 เซนติเมตร ยาว 21 เซนติเมตร สูง 61 เซนติเมตรและชิ้นส่วนประกอบด้วยระบบส่งกำลัง ลูกรีด ลูกกรีดเข้าด้วยกัน ใช้วัสดุ สแตนเลสในการผลิต ส่วนโครงครอบมอเตอร์ ฐานโครงใช้วัสดุคือเหล็ก

และผลจากการศึกษางานวิจัยนี้ ทำให้ทราบถึงขั้นตอนการทำวิจัยที่มีรูปแบบของการผลิตและมีการทดสอบคุณภาพในแต่ละด้าน

พิชัย ไชยทา (2543 : บทคัดย่อ) การศึกษาและพัฒนาเครื่องหั่นใบยาสูบสำหรับอุตสาหกรรมในครัวเรือน กรณีศึกษา : หมู่ที่ 4 ตำบลศรีสมเด็จ อำเภอศรีสมเด็จ จังหวัดร้อยเอ็ด งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อการสร้างเครื่องหั่นใบยาสูบ และทำการทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องรวมทั้งการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องหั่นใบยาสูบ

ผลการศึกษาจากการทดสอบใบยาสูบที่ระดับความเร็ว 207,242,290 และ 363 รอบต่อนาที วัดความสามารถในการทำงานได้โดยเฉลี่ย 39.23 , 40.77 ,43.45 และ 45.40 กก./ซม. ตามลำดับ ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองเครื่องหั่นใบยาสูบ โดยเกษตรกรนั้น สำหรับเครื่องหั่นใบยาสูบวัวควายสามารถในการทำงานโดยเฉลี่ย 39.10 กก./ซม.และเครื่องหั่นแบบพื้นบ้าน 10.42 กก./ ซม. การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์นั้น มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลตอบแทนต่อเงินลงทุน (B/C Ratio)และระยะเวลาคืนทุน (PBP) มีค่าเท่ากับ 2967 บาท 1.21 และ 3.5 ตามลำดับ

และผลจากการศึกษางานวิจัยนี้ ทำให้ทราบถึงแนวทางของกระบวนการ พัฒนาเครื่องหรือผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว ทำให้ทราบถึงการวิเคราะห์เปรียบเทียบงานที่มีขั้นตอนการพัฒนาต่อยอดจากผลิตภัณฑ์เดิมที่มีการใช้งานอยู่แล้ว

โชติพงค์ กาญจนประโชติ(2546 : บทคัดย่อ) การออกแบบเครื่องสลัดน้ำผึ้ง พบว่าเครื่องสลัดน้ำผึ้งต้นแบบนี้ ทำงานโดยใช้มอเตอร์เฟสเดียว ขนาด 746 วัตต์ (แรงม้า) เป็นต้นกำลัง การทำงานของเครื่องแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการสลัดน้ำผึ้ง และขั้นตอนการเบรค ซึ่งการทำงานทั้งสองขั้นตอน ทำงานต่อเนื่องอัตโนมัติ โดยควบคุมการทำงานด้วย IC. ไมโครคอน โทรลเลอร์เบอร์ 89 c1051 ส่วนประกอบของเครื่องแบ่งออกเป็น4 ส่วน คือ ส่วนโครงถังสลัดและชุดเหวี่ยงส่วนระบบกำลัง ส่วนอิเล็กทรอนิคส์คุมเวลา และส่วนอุปกรณ์เบรค

จากผลการทดสอบสลัดน้ำผึ้งที่ความชื้น 16.5-18.0 % พบว่าความเร็วรอบสูงสุด 435 รอบ/นาที เป็นความเร็วรอบที่เหมาะสม ระยะเวลาช่วงเร่ง 10 วินาที และระยะเวลาการทำงานรวม 14 วินาทีเป็นระยะเวลาที่เหมาะสม ซึ่งได้ประสิทธิภาพการสลัด 92.74 % ความเสียหาย 0.00 % ความสามารถในการทำงาน 574.05 กิโลกรัม/ชั่งโมง และจากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์พบว่าหากราคาน้ำผึ้งกิโลกรัมละ 65 บาท และทำงาน 150 วัน/ปี จะต้องทำงานการสลัดน้ำผึ้ง 1988.58 กิโลกรัม จึงจะคุ้มทุน

และผลจากการศึกษางานวิจัยนี้ ทำให้ทราบถึง วิธีการออกแบบการผลิตงานที่เป็นเครื่องที่มีการทดสอบการใช้งาน เทียบกับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลการศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและการศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ เพื่อหาคุณภาพของวาล์วน้ำ ที่ใช้ในระบบหล่อเย็นแม่พิมพ์โดยมีการดำเนินงานวิจัยเป็นขั้นตอนดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การออกแบบผลิตภัณฑ์

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร ได้แก่ กลุ่มโรงงานที่ผู้ประกอบการผลิตแม่พิมพ์ในนิคมอุตสาหกรรมทั่วประเทศจำนวนโรงงานแม่พิมพ์ในประเทศจำนวน 1,064 โรง ที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 895 โรงงาน และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนจำนวน 169 โรงงานตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน 2546

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มผู้ผลิตแม่พิมพ์อะลูมิเนียม และแม่พิมพ์พลาสติก ในนิคมอุตสาหกรรมบางพลีจำนวน 2 โรงงาน ได้แก่ โรงงานผลิตแม่พิมพ์พลาสติก บริษัทพานาโซนิคส์ จำกัด และโรงงานผลิตแม่พิมพ์อะลูมิเนียม บริษัทเมวาโมล์ด (ไทยแลนด์) จำกัด โดยทำการทดสอบคุณภาพจากช่าง ที่ปรับแต่งและทดลองแม่พิมพ์ ได้แก่

3.1.2.1 ช่างจากโรงงานผลิตแม่พิมพ์พลาสติก บริษัทพานาโซนิคส์ จำนวน 5 คน

3.1.2.2 ช่างจากโรงงานผลิตแม่พิมพ์อะลูมิเนียม บริษัทเมวาโมล์ด จำนวน 2 คน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.คุณภาพในด้านการต้านทานแรงดัน และอัตราการไหลของวาล์ว น้ำที่พัฒนาขึ้น

2.ความพึงพอใจของช่างปรับแต่งและทดลองแม่พิมพ์ ที่มีต่อวาล์วน้ำที่ถูกพัฒนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการดำเนินงาน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ แบ่งตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาวาล์วน้ำที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ ใช้เครื่องมือการวิจัยได้แก่

3.2.1การสังเกตและการสอบถาม ความต้องการของระบบหล่อเย็นในงานแม่พิมพ์ โดยเก็บข้อมูลการใช้งานการทดลองฉีดแม่พิมพ์ใหม่

3.2.2 การใช้แบบสอบถาม ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล รวบรวมแนวทางที่ผู้ผลิตแม่พิมพ์ต้องการ เพื่อศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้นโดยที่ทำการประเมินจากแบบสอบถามจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญอันได้แก่

1. คุณสมมิตร สินสัจธรรม ตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงานผลิตแม่พิมพ์และชิ้นส่วนเครื่องมือกลบริษัทพานาโซนิคส์ (ประเทศไทย)จำกัด

2. คุณสมชาย ศาสนกุล ตำแหน่ง หัวหน้างานหน่วยงานออกแบบแม่พิมพ์ บริษัท พานาโซนิคส์ (ประเทศไทย)จำกัด

3. คุณทนงพล เทียนชัย ตำแหน่ง ช่างเทคนิคหน่วยงานวิศวกรรม บริษัทพานาโซนิคส์ (ประเทศไทย)จำกัด

4. คุณอร่าม สุยะเอ้ย ตำแหน่ง รองผู้จัดการทั่วไปฝ่ายวิศวกรรมการผลิต บริษัทไทยโคะอิโท (ประเทศไทย) จำกัด

5. คุณทองอินทร์ แสนแก้ว ตำแหน่งผู้จัดการทั่วไปฝ่ายประกันคุณภาพ บริษัทไทยโคะอิโท (ประเทศไทย) จำกัด

6. คุณสมเกียรติ นิตยา ตำแหน่ง รองผู้จัดการทั่วไปฝ่ายผลิต บริษัทไทยโคะอิโท(ประเทศไทย) จำกัด

7. คุณสาริศ โพธิเพ็ช ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายแม่พิมพ์ บริษัทไทยโคะอิโท(ประเทศไทย) จำกัด

3.2.3 การสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน วาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้นมา มีขั้นตอนดังนี้

1) สร้างเครื่องมือประเมินแนวโน้มความเป็นไปได้ของ การพัฒนาวาล์วน้ำที่ใช้ในการงานแม่พิมพ์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3ด้าน ดังนี้

- ด้านการออกแบบ
- ด้านการผลิต
- ด้านการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับแนวโน้มความเป็นไปได้ของการพัฒนาวาล์วน้ำแบบกด ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ทั้ง 3 ด้าน ลักษณะของแบบประเมินความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า โดยกำหนดน้ำหนักแบบสอบถามประเมินค่า 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

4 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

(โดยมีเกณฑ์กำหนดว่า หากต่ำกว่า 3.5 ต้องทำการปรับปรุงให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน)

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เป็นคำถามชนิดปลายเปิด ให้ผู้ตอบแบบสอบถามประเมินแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เกี่ยวกับแนวโน้มความเป็นไปได้ของการพัฒนาวาล์วน้ำ ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

2) สร้างเครื่องมือประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของวาล์วน้ำ ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ หลังจากสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบโดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 2 ด้าน ดังนี้

- ด้านหน้าที่ การใช้งาน
- ด้านคุณภาพ การใช้งาน

ตอนที่ 1. ประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้งานของวาล์วน้ำ ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ทั้ง 2 ด้าน ลักษณะของแบบประเมินความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า โดยกำหนดน้ำหนักแบบสอบถามประเมินค่า 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง มากที่สุด

4 หมายถึง มาก

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง น้อย

1 หมายถึง น้อยที่สุด

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เป็นคำถามชนิดปลายเปิดให้ผู้ตอบแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ แสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เกี่ยวกับการใช้งานของวาล์วน้ำ ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การตรวจสอบเครื่องมือ

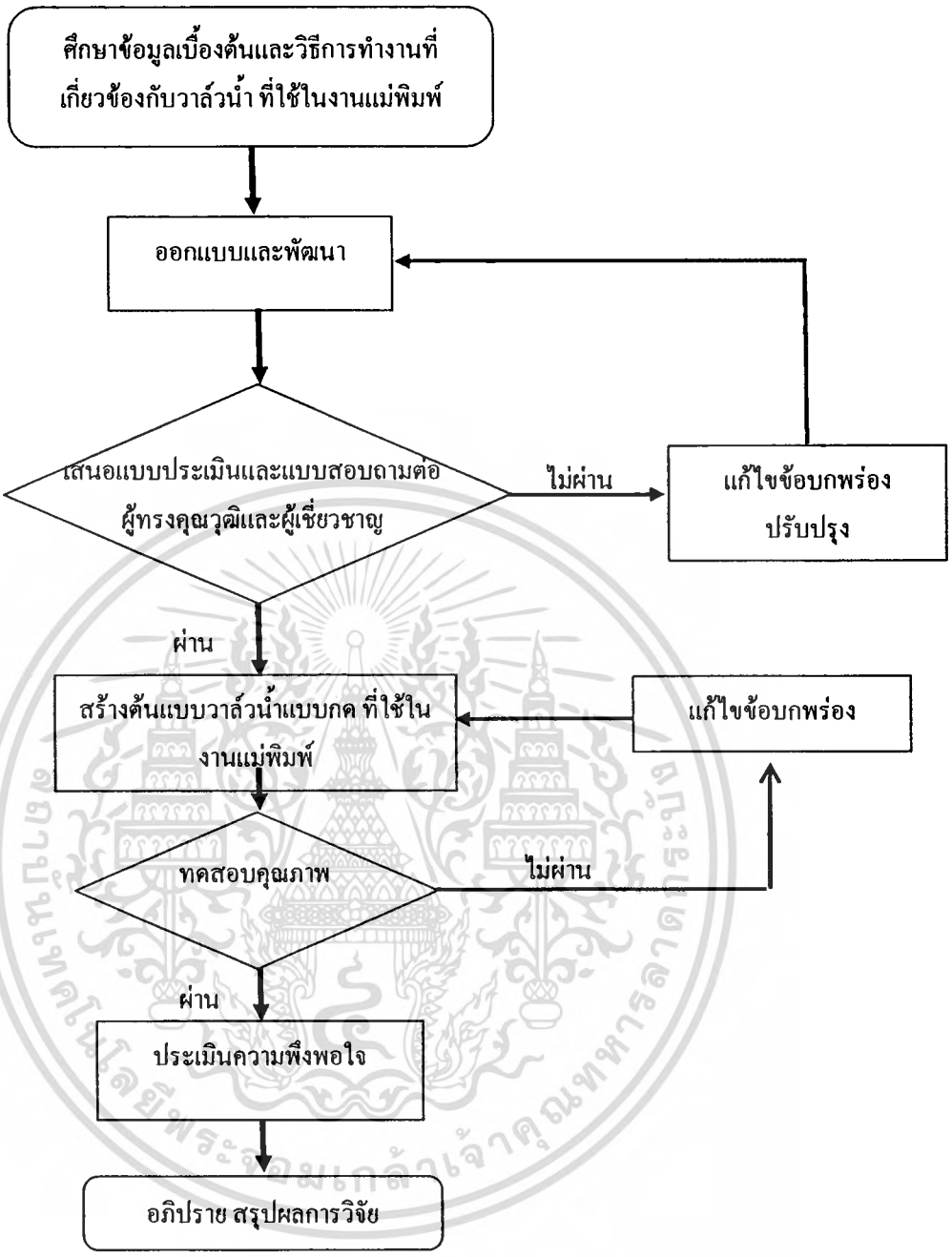
การตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity)ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงโดยใช้วิธี Face Validity โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (Index Item of Congruent : IOC) โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน พิจารณาให้คะแนน ได้แก่

- รองศาสตราจารย์ สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ
- รองศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อย โท พิชัย สดภิบาล
- ดร. จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง

3.3 การออกแบบผลิตภัณฑ์

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์โดยมีขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์มี Flow chart ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.1 ลักษณะโครงสร้างวิธีดำเนินการวิจัย

ทำการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น และวิธีการใช้งานของวาล์วน้ำในระบบหล่อเย็นในอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ ในโรงงานอุตสาหกรรมการฉีดงานอะลูมิเนียมและการฉีดงานที่เป็นพลาสติก ออกแบบพัฒนาวาล์วน้ำ ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

นำเอาหลักการที่ได้ ในการศึกษาข้อมูลทั้งหมด มารวบรวมออกแบบพัฒนาวาล์วน้ำที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ ในแบบร่าง(Sketch Design)และนำเสนอพร้อมรับการตรวจจาก ผู้ทรงคุณวุฒิและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เชี่ยวชาญ ในด้านต่างๆ แล้วจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขเป็นภาพ Working drawingสรุปแบบและขนาดมิติในส่วนต่างๆพร้อมเขียนแบบเพื่อการผลิตสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

นำผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่สร้างไปทดสอบคุณภาพ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ทำการทดสอบคุณภาพ และผู้วิจัยก็ทำการ สังเกต พร้อมทั้งเก็บข้อมูลบันทึกคุณภาพ

นำผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่สร้าง ไปสอบถามความเห็นที่มีต่อวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้น โดยที่กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ทำการตอบแบบสอบถาม

นำผลที่ได้จากการทดสอบ คุณภาพและแบบสอบถามความคิดเห็นมาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติเพื่อสรุป อภิปรายผลการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ที่ใช้ในระบบหล่อเย็นในงานอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการสร้างและพัฒนาวาล์วน้ำ ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

1.) ขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล จากหน่วยงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงหน่วยงานที่ต้องการเก็บข้อมูล เพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูล เป็นการสังเกต การถาม และการสัมภาษณ์

2.) ติดต่อผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อชี้แจ้งวัตถุประสงค์ของการวิจัยและขอความอนุเคราะห์ในการสัมภาษณ์แล้วนำข้อมูลที่ได้สรุปแบบบรรยายผล เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาวาล์วน้ำแบบที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

3.4.2.การเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการทดลอง คุณภาพของวาล์วน้ำ ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

1.)ขอหนังสือ ขอความอนุเคราะห์ในการหาคุณภาพผลิตภัณฑ์ จากหน่วยงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงกลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญที่ต้องการทดสอบคุณภาพ

2.)นำผลิตภัณฑ์ต้นแบบมาทดสอบหาคุณภาพในการใช้งาน โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานของ มอก.ก๊อกน้ำและวาล์วน้ำ เป็นเกณฑ์ในการชี้วัดคุณภาพ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ทดสอบและทำการสังเกต พร้อมกับการเก็บข้อมูลการทดสอบในแบบบันทึกคุณภาพ

3.)นำแบบบันทึกคุณภาพมาตรวจสอบข้อมูล โดยนำไปหาค่าเฉลี่ยในการทดลองและทำการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ที่ใช้ในระบบหล่อเย็นในงานแม่พิมพ์ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์เป็นรายชื่อเฉพาะด้าน โดยนำเสนอในรูปแบบของตารางพร้อมคำบรรยายประกอบ

โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังต่อไปนี้

4.50-5.00 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

3.50-4.49 หมายถึง เห็นด้วยมาก

2.50-3.49 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

1.50-2.49 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

1.00-1.49 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

(โดยมีเกณฑ์กำหนดว่า หากต่ำกว่า 3.5 ต้องทำการปรับปรุงให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน)

แบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับหน้าที่และคุณภาพการใช้งาน ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์เป็นรายข้อ เฉพาะด้านโดยนำเสนอในรูปแบบของตารางพร้อมคำบรรยายประกอบ

โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังต่อไปนี้

4.50-5.00 หมายถึง มากที่สุด

3.50-4.49 หมายถึง มาก

2.50-3.49 หมายถึง ปานกลาง

1.50-2.49 หมายถึง น้อย

1.00-1.49 หมายถึง ที่สุด

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประมวลผลข้อมูลทางสถิติโดยใช้สถิติ ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความถี่ (Frequency)
2. ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean)
3. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์นั้น ผู้วิจัย ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจาก กลุ่มตัวอย่างและแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา รวมถึงการทดสอบ ทดลองคุณภาพและสอบถามความพึงพอใจของประชากรกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์แล้วนำเสนอในรูปของการบรรยายผลและในรูปแบบของตารางเรียบเรียง โดยแบ่งออกเป็น

ขั้นตอนของการศึกษาพบว่าวาล์วน้ำแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ตามหน้าที่การใช้งาน และแบ่งออกเป็นชนิดได้ถึง 18 ชนิดและผู้วิจัยได้เลือก บอลวาล์วมาใช้ในการพัฒนาเพราะมีกลไกที่ง่ายไม่ซับซ้อน หาชิ้นส่วนประกอบง่ายเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย รูปทรง กระทัดรัดไม่ใช้พื้นที่มากในการใช้งาน

4.1 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนการศึกษาแนวทางการสร้างและออกแบบ วาล์วน้ำ ของระบบ หล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

ผลการวิเคราะห์ประกอบด้วยกัน 3 ด้าน

ด้านที่1 .ด้านการออกแบบ

ด้านที่ 2 . ด้านการผลิต

ด้านที่ 3 .ด้านการใช้งาน

โดยการใช้แบบสอบถาม ข้อเสนอแนะและการสัมภาษณ์ สอบถามจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด 7 ท่าน ผลการศึกษาพบว่า

ด้านการออกแบบ

ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบถามและสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบ ส่วนของวัสดุในการทำ มีความเห็นว่ากลไกควบคุมการขึ้นลง ของก้านลูกตุ้มและกลไกปุ่มกดเปิด-ปิดควรที่จะทำด้วยวัสดุที่แข็งแรง เช่น ทองเหลือง อะลูมิเนียม

การป้องกันการรั่ว องศาในการออกแบบของผิวสัมผัส บอลวาล์วกับโครงสร้างภายในต้องมีคำนึงถึงการแนบสนิทของลูกบอล เพราะเป็นจุดที่สำคัญ มีผลกับความดันของวาล์วน้ำ

ความดันที่สามารถป้องกันการไหลของน้ำ ขึ้นอยู่กับ บ่าวาล์วและสปริงที่ใช้กดของ บอลวาล์วฉะนั้นจึงควรให้ละเอียดในด้านการออกแบบจุดนี้

การกำหนดร่องใส่สปริงต้องให้พอดีกับสปริง มิเช่นนั้นอาจทำให้สปริงหนีศูนย์ได้โอริงหรือ ซีล ที่ใช้งานต้องคำนึงถึงคุณสมบัติเช่น ทนความร้อนของน้ำร้อน น้ำเย็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างภายนอกควรที่จะมีการออกแบบให้สามารถยึดติดกับ แม่พิมพ์ได้เพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อย ง่ายแก่การนำไปใช้ยึดติดอุปกรณ์ต่างๆ

ในด้านการผลิต

ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าควรมีการพัฒนาเพิ่มเติมอีกตรง ตำแหน่งโอริงกันน้ำของแกนของก้านลูกตุ้ม หากจังหวะวาล์วเปิด โอริงไม่แนบสนิท จะทำให้น้ำรั่วซึมผ่านแกนกดได้ และในแง่ของการผลิตต้องจัดวิธีการผลิตเพิ่มเติมให้ชัดเจนขึ้น และในด้านของการเลือกใช้วัสดุเป็นวัสดุที่หาและผลิตในด้านอุตสาหกรรมได้และควรจัดทำวิธีการผลิตเพิ่มเติมให้ชัดเจน

ให้ตรวจสอบค่าของแรงดันน้ำและทบทวน ขนาด มิติต่างๆควรเป็นค่าจำนวนเต็ม ไม่ควรเป็นทศนิยมในการประกอบแหวนดันสปริง ควรมีตัวปิดแบบเกลียวที่สามารถใช้ประแจ เช่น หกเหลี่ยมหรือแปดเหลี่ยมที่เป็นรูในตัวลูกตุ้มและตัวล็อคสปริง ควรมีการขึ้นรูปที่ง่ายหรือไม่ก็มีขายตามทั่วไป ในภาคอุตสาหกรรมทบทวนเรื่องการวางตำแหน่งของ โอริงกันน้ำสำหรับแกนกดวาล์ว มิฉะนั้นน้ำอาจจะรั่วซึมผ่านแกนกดได้

ทั้งนี้ผู้วิจัยจะนำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญมาเพิ่มรายละเอียด ในโครงการผลิตและรวบรวมข้อมูลเพื่อปรับปรุง วาล์วน้ำแล้วจะได้ทำการตรวจสอบและประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญอีกเป็นรอบที่ 2 เพื่อให้ได้ผลงานที่ใกล้เคียงในการผลิตมากที่สุดก่อนจะทำการเขียนแบบ

ด้านการใช้งาน

ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าควรมีการทบทวน ขนาดของรูน้ำ ที่เล็กลงจากท่อส่งว่ามีผลทำให้อัตราการไหลลดลงหรือไม่และทบทวนในเรื่องอายุการใช้งานปุ่มกดและความล้าของสปริงและควรมีที่จับยึดวาล์วน้ำกับตัวแม่พิมพ์

การทดลองต้องใช้ระยะเวลาในการติดตั้ง อาจจะเป็นสัปดาห์หรือ เป็นเดือนเพื่อให้ทราบปัญหาและผลกระทบต่อวาล์วที่พัฒนาขึ้นมาใหม่

การออกแบบและการใช้งาน จะต้องมีการคำนึงถึง การเปิด-ปิดได้สะดวกและการสังเกตง่ายว่า วาล์วอยู่สถานะเปิดหรือปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็น ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

4.2.1ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบในส่วนของการตรวจประเมินต้นแบบ(model)แบ่งการสอบถาม 7 ท่านดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต้นแบบของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ(N=7)

รายการ	$\overline{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
1.วัสดุที่เลือกใช้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน			
1.1 โครงสร้างภายนอก	3.43	0.53	ปานกลาง
1.2 กลไกแบบลูกตุ้ม เลื่อนเตะลูกบอลวาล์ว	3.14	0.90	ปานกลาง
1.3 กลไก ลูกบอลวาล์ว	3.43	0.98	ปานกลาง
1.4 กลไกการเคลื่อนที่โดยใช้สปริงกันน้ำ	3.71	1.39	มาก
1.5 กลไกปุ่มกดเปิด-ปิด	3.00	1.40	ปานกลาง
2.ขนาดสัดส่วนโดยรวมของวาล์วความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานกับแม่พิมพ์	3.43	0.79	ปานกลาง
3.การออกแบบส่วนประกอบชิ้นส่วนต่างๆมีความเหมาะสมกับการผลิตในกระบวนการอุตสาหกรรม	3.57	0.53	มาก
4.การจัดวางระบบกลไกต่างๆมีความสัมพันธ์ต่อกัน	3.57	0.53	มาก
5.ตำแหน่งในการกดเปิด-ปิด สามารถดู สังเกตได้	3.57	0.53	มาก
6.มีระบบป้องกันการรั่วของน้ำ ที่ดี	3.00	0.82	ปานกลาง
7.ต้นทุนการผลิตใกล้เคียงกับชิ้นงานก่อนการพัฒนา	3.57	0.53	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	3.40		ปานกลาง

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ด้านการออกแบบในส่วนของการตรวจและประเมินต้นแบบ(Model)ที่ได้รับการออกแบบมาแล้ว ในภาพรวมอยู่ในระดับความเหมาะสมปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.40) และมีค่าเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 3.00-3.71ในระดับความเห็นที่มีความเหมาะสมมาก 4 ข้อ และ 1 ข้อย่อย ซึ่งได้แก่วัสดุที่เลือกใช้มีความเหมาะสมกับการใช้งานเกี่ยวกับกลไกการเคลื่อนที่โดยใช้สปริงกันน้ำโดยมีระดับความเห็นอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 3.71) และรองลงมาได้แก่การออกแบบส่วนประกอบชิ้นส่วนต่างๆมีความเหมาะสมกับการผลิตใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการอุตสาหกรรม,การจัดวางระบบกลไกต่างๆมีความสัมพันธ์ต่อกัน,ตำแหน่งในการกดเปิด-ปิด สามารถดู สังเกตได้,ต้นทุนการผลิตใกล้เคียงกับชิ้นงานก่อนการพัฒนาโดยทั้ง4 ข้อมีระดับความเห็นอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 3.57) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ มีระบบป้องกันการรั่วของน้ำ ที่ดี และข้อย่อยของวัสดุที่เลือกใช้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ในด้านกลไกปุ่มกดเปิด-ปิดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 3.00)

4.2.2 ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตในส่วนของการตรวจประเมินต้นแบบ(model) แบ่งการสอบถาม 7 ท่านดังนี้

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบร่างของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิต (N=7)

รายการ	$\overline{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
1. ตำแหน่งช่องเข้า-ออกไหลของน้ำ สะดวกไม่ติดขัด	3.71	0.49	มาก
2. มีรูปแบบการผลิต ชิ้นส่วนต่างๆตามระบบอุตสาหกรรม	3.43	0.53	ปานกลาง
3. ลักษณะของการประกอบกลไกภายใน มีความสอดคล้องกัน	3.43	0.79	ปานกลาง
4. ลักษณะของโครงภายนอก มีความสอดคล้องกัน	3.71	0.49	มาก
5. ชิ้นส่วนต่างๆ ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานและสภาพแวดล้อม	4.00	0	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	3.66		มาก

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ด้านการผลิต ในส่วนของการตรวจและประเมินต้นแบบที่สร้างขึ้นมา ในภาพรวมอยู่ในระดับความเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย($\overline{X}$ = 3.66) และมีค่าเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 3.43 - 4.00 มีความเห็นอยู่ในระดับมาก 3 ข้อ โดยข้อที่มีระดับความเห็นมาก คือชิ้นส่วนต่างๆไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานและสภาพแวดล้อม($\overline{X}$ = 4.00) และข้อที่มีความเห็นน้อยที่สุดคือมีรูปแบบการผลิต ชิ้นส่วนต่างๆตามระบบอุตสาหกรรม,ลักษณะของการประกอบกลไกภายใน มีความสอดคล้องกัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 3.43)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3ส่วนที่ 3 ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้งาน ในส่วนของการตรวจประเมินแบบต้นแบบ (model)แบ่งการสอบถาม 7 ท่านดังนี้

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบร่างของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้งาน (N=7)

รายการ	$\overline{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
1. กลไกการเปิด-ปิด มีความสอดคล้องกับการใช้งาน	3.29	0.95	ปานกลาง
2. การเลือกกลไกแบบ บอลวาล์วมีความเหมาะสมสำหรับการไหลของวาล์วน้ำ	3.29	0.95	ปานกลาง
3. กลไกการติดตั้ง ต่อเข้ากับระบบน้ำไม่ยุ่งยากแก่ผู้ใช้งาน	3.57	0.53	มาก
4. ความคงทนแข็งแรง ของกลไกเหมาะสมในการใช้งาน	3.43	0.53	ปานกลาง
5. ขนาดด้านนอก สามารถใช้ประแจในระบบเมตริกจับ บิดได้	3.71	0.46	มาก
6. การเก็บรักษาและบรรจุเก็บได้เรียบร้อย ประหยัดเนื้อที่	3.43	0.53	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยรวม	3.45		ปานกลาง

จากตารางที่ 4.3 พบว่าความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ด้านการใช้งาน ในส่วนของการตรวจและประเมินต้นแบบที่สร้างขึ้นมา ในภาพรวมอยู่ในระดับความเหมาะสมปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ย($\overline{X}$ = 3.45) และมีค่าเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 3.29 – 3.71 มีความเห็นอยู่ในมาก 2 ข้อ ระดับปานกลาง 4 ข้อโดยข้อที่มีความเห็นสูงสุดคือขนาดด้านนอก สามารถใช้ประแจในระบบเมตริกจับ บิดได้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 3.71) และข้อที่มีความเห็นต่ำสุดคือกลไกการเปิด-ปิด มีความสอดคล้องกับการใช้งาน,การเลือกกลไกแบบ บอลวาล์วมีความเหมาะสมสำหรับการไหลของวาล์วน้ำ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 3.29)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนการทดสอบคุณภาพพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็น ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

โดยมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ผลการวิเคราะห์จากแบบบันทึกคุณภาพผลจากการวิเคราะห์แบบบันทึกคุณภาพ โดยกลุ่มผู้ใช้งานและช่างปรับเซตแม่พิมพ์ บริษัทพานาโซนิคส์ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ถ.เทพารักษ์ ต.บางเสาธง อ. บางเสาธง สมุทรปราการ จำนวน 5 คน เป็นผู้ทำการทดสอบคุณภาพ และผู้วิจัยทำการสังเกตแบบมีส่วนร่วมพร้อมทั้งทำการจดบันทึกในแบบบันทึกคุณภาพโดยทำการทดสอบหาค่าแรงดันของน้ำที่วาล์วสามารถทนแรงดันได้ โดยมีตารางแสดงผลดังนี้

ใช้เกณฑ์การเช็คค่าแรงดันน้ำเพิ่มทุกๆ 0.5 lb/in^2 (bar)จนกว่าวาล์วจะสามารถรับแรงดันน้ำได้ทำให้รั่วซึมออกมาให้เห็น

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงผลการทดสอบคุณภาพวาล์วน้ำที่สามารถทนแรงดันน้ำได้

ครั้งที่	การทดสอบอัดแรงดันน้ำ lb/in^2 (bar)	วาล์วที่พัฒนาขึ้นใหม่ ผลการทดลอง	วาล์วผลิตภัณฑ์เดิม ผลการทดลอง
1	0.5	ไม่รั่ว	ไม่รั่ว
2	1.0	ไม่รั่ว	ไม่รั่ว
3	1.5	ไม่รั่ว	ไม่รั่ว
4	2.0	ไม่รั่ว	ไม่รั่ว
5	2.5	ไม่รั่ว	ไม่รั่ว
6	3.0	ไม่รั่ว	ไม่รั่ว
7	3.5	ไม่รั่ว	ไม่รั่ว
8	4.0	ไม่รั่ว	ไม่รั่ว
9	4.5	เริ่มมีการรั่วซึม	ไม่รั่ว
10	5.0	รั่วซึม	ไม่รั่ว

จากตารางที่ 4.4 การทดสอบคุณภาพวาล์วน้ำที่สามารถทนแรงดันน้ำได้นั้น วาล์วที่พัฒนาขึ้นมานั้นสามารถทนแรงดันน้ำมากที่สุดได้ที่ 4.5 บาร์ หลังจากนั้นได้ทำการเพิ่มแรงดันอีกพบว่าที่แรงดัน 4.5 บาร์ วาล์วเริ่มมีการรั่วซึมอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่วาล์วของผลิตภัณฑ์เดิมทดสอบที่แรงดันดังกล่าว จนถึงแรงดัน 5 บาร์สามารถทนแรงดันได้โดยไม่มีการรั่วให้เห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.5 ตารางแสดงค่าผลการทดลอง หาอัตราการไหล (ลิตร/นาที)

ครั้งที่	ผลการทดลอง		หมายเหตุ
	วาล์วที่พัฒนาขึ้นใหม่	วาล์วผลิตภัณฑ์เดิม	
1	7.7	8.9	
2	7.8	8.9	
3	7.8	8.9	
4	7.7	8.9	
5	7.8	8.9	
6	7.8	8.9	
7	7.7	8.9	
8	7.8	8.9	
9	7.8	8.9	
10	7.8	8.9	
เฉลี่ย	7.77	8.9	

จากตารางที่4.5 พบว่าอัตราการไหลของวาล์วผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นนั้น ไม่คงที่ของค่าในแต่ละครั้งของการทดลองอยู่ที่ 7.7~7.8 ลิตรต่อนาที ค่าเฉลี่ยที่ได้มีค่า = 7.77 ลิตรต่อนาที ในขณะที่วาล์วผลิตภัณฑ์เดิม มีอัตราการไหลที่คงที่คือ 8.9 ลิตรต่อนาที ซึ่งมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น

4.4 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนการศึกษาความพึงพอใจ ที่มีต่อวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้น

จากกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มผู้ผลิตแม่พิมพ์อะลูมิเนียม และแม่พิมพ์พลาสติก ในนิคมอุตสาหกรรมบางพลีจำนวน 2 โรงงาน ได้แก่ โรงงานผลิตแม่พิมพ์พลาสติก บริษัทพานาโซนิคส์ จำกัด และโรงงานผลิตแม่พิมพ์อะลูมิเนียม บริษัทเมวาโมล์ด (ไทยแลนด์) จำกัด โดยทำการทดสอบคุณภาพจากช่าง ที่ปรับแต่งและทดลองแม่พิมพ์ ผลการศึกษาพบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจที่มีต่อต้นแบบวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้น ในด้านหน้าที่การใช้งาน (N= 7)

รายการ	$\overline{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านหน้าที่ การใช้งาน			
1.1 ปุ่มกดเปิด-ปิด มีความสะดวกในการใช้งาน	3.71	0.76	มาก
1.2 กลไกการทำงาน สามารถเข้าใจวิธีการใช้ได้ง่าย	4.14	0.69	มาก
1.3 ตำแหน่งของการทำงาน ของวาล์วน้ำ สามารถสังเกตได้ง่าย	3.14	0.69	ปานกลาง
1.4 ง่ายต่อการถอด-ประกอบกับแม่พิมพ์ที่ใช้งานอยู่	3.43	0.53	ปานกลาง
1.5 กลไกการติดตั้งเข้ากับ ระบบน้ำไม่ยุ่งยาก	4.14	0.69	มาก
1.6 ขนาดสัดส่วนของวาล์วน้ำ โดยรวมไม่ให้สิ้นเปลืองเนื้อที่การทำงานของแม่พิมพ์	4.00	0.82	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	3.76		มาก

จากตารางที่4.6 พบว่าความพึงพอใจในด้านหน้าที่การใช้งาน ของช่างที่ทำการปรับ เซตแม่พิมพ์ ภาพรวมอยู่ในระดับที่มีความพึงพอใจมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.76) โดยข้อที่มีความพึงพอใจในระดับมาก($\overline{X}$ = 4.14)คือกลไกการทำงาน สามารถเข้าใจวิธีการใช้ได้ง่ายและสามารถใช้ประแจในระบบเมตริก จับยึดขันได้ โดยที่ค่าเฉลี่ยที่มีความพึงพอใจน้อยสุดอยู่ที่ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.76) คือ ตำแหน่งของการทำงาน ของวาล์วน้ำ สามารถสังเกตได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจที่มีต่อต้นแบบวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้น ในด้านคุณภาพการใช้งาน

รายการ	$\overline{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านคุณภาพ การใช้งาน			
2.1 สามารถในการต้านทานแรงดันน้ำ ที่ใช้ในแม่พิมพ์ได้	3.29	1.36	ปานกลาง
2.2 อัตราการไหลที่ทำการทดสอบได้ ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เดิม	3.85	0.69	มาก
2.3 ความคงทนแข็งแรงของกลไกการทำงาน	3.57	0.79	มาก
2.4 ความสามารถทนต่อสภาวะน้ำร้อน,น้ำเย็นตามระบบแม่พิมพ์ได้	3.57	0.53	มาก
2.5 ง่ายต่อการบำรุงรักษา	3.57	0.53	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	3.51		มาก

จากตารางที่ 4.7พบว่าระดับความพึงพอใจที่มีต่อต้นแบบวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้น ในด้านคุณภาพการใช้งานมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ระดับ มาก ($\overline{X}$=3.51) โดยที่ข้อที่มีความพึงพอใจมากสุด มีค่าเฉลี่ย($\overline{X}$=3.85) คือ อัตราการไหลที่ทำการทดสอบได้ ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เดิม และความพึงพอใจที่มีค่าเฉลี่ยที่ มีค่าต่ำสุดที่ ($\overline{X}$=3.29) คือ สามารถในการต้านทานแรงดันน้ำ ที่ใช้ในแม่พิมพ์ได้

(ขั้นตอนของการพัฒนา ระบุไว้ในภาคผนวก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็น ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ แล้วนั้นผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนา วาล์วน้ำที่ใช้ในระบบหล่อเย็นในแม่พิมพ์
2. เพื่อหาคุณภาพของวาล์วน้ำ ที่พัฒนาใช้ในระบบหล่อเย็นในแม่พิมพ์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้นมา

5.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.2.1ประชากรได้แก่กลุ่มโรงงานที่ผู้ประกอบการผลิตแม่พิมพ์ในนิคมอุตสาหกรรมทั่วประเทศจำนวนโรงงานแม่พิมพ์ในประเทศจำนวน 1,064 โรง ที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 895 โรงงานและสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนจำนวน 169โรงงานตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน 2546

5.1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มผู้ผลิตแม่พิมพ์อะลูมิเนียม และแม่พิมพ์พลาสติกในนิคมอุตสาหกรรมบางพลีจำนวน 2 โรงงาน ได้แก่ โรงงานผลิตแม่พิมพ์พลาสติก บริษัทพานาโซนิคส์ จำกัด และโรงงานผลิตแม่พิมพ์อะลูมิเนียม บริษัทเมวาโมล์ด (ไทยแลนด์) จำกัด โดยทำการทดสอบคุณภาพจากช่าง ที่ปรับแต่งและทดลองแม่พิมพ์ ได้แก่

1. ช่างจากโรงงานผลิตแม่พิมพ์พลาสติก บริษัทพานาโซนิคส์ จำนวน 5 คน
2. ช่างจากโรงงานผลิตแม่พิมพ์อะลูมิเนียม บริษัทเมวาโมล์ด จำนวน 2 คน

5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการดำเนินงาน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ แบ่งตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาวาล์วน้ำที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ ใช้เครื่องมือการวิจัยได้แก่

1. การสังเกตและการสอบถาม ความต้องการของระบบหล่อเย็นในงานแม่พิมพ์ โดยเก็บข้อมูลการใช้งานการทดลองฉีดแม่พิมพ์ใหม่

2. การใช้แบบสอบถาม ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล รวบรวมแนวทางที่ผู้ผลิตแม่พิมพ์ต้องการ เพื่อศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้นโดยที่ทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเมินจากแบบสอบถามจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญเครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบสอบถามจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการ พัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ ในส่วนของการตรวจหรือประเมินแบบร่าง
ที่ได้รับการออกแบบแล้ว (sketch design) แบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ

1. ด้านการออกแบบ
2. ด้านการผลิต
3. ด้านการใช้งาน

3. ขั้นตอนการทดสอบคุณภาพของต้นแบบวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่

1.) แบบทดสอบคุณภาพในด้าน การต้านทานแรงดันของน้ำ ที่ได้รับการออกแบบสร้างตามกระบวนการวิจัยแล้ว โดยที่เกณฑ์การวัดผลคุณภาพคือ ความต้านทานแรงดันน้ำตามผลิตภัณฑ์เดิม ซึ่งทำการทดสอบ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ทดสอบคุณภาพและผู้วิจัยทำการสังเกตแบบมีส่วนร่วมพร้อมทั้งทำการจดบันทึกในการตรวจสอบคุณภาพการทำงานของวาล์วน้ำ

2.) แบบทดสอบคุณภาพในด้าน การตรวจสอบหาอัตราการไหลที่วาล์วน้ำต้นแบบสามารถทำได้ โดยที่เกณฑ์การทดสอบคือ การเทียบคุณภาพจากผลิตภัณฑ์เดิมที่ใช้งานอยู่ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ทดสอบคุณภาพและผู้วิจัยทำการสังเกตแบบมีส่วนร่วมพร้อมทั้งทำการจดบันทึกในการตรวจสอบคุณภาพการทำงานของวาล์วน้ำ

3.) แบบสอบถามความพึงพอใจ ในด้านหน้าที่การใช้งานและในด้านคุณภาพการใช้งาน

5.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

1. การเก็บข้อมูลในขั้นตอนการศึกษาแนวทางการพัฒนาและออกแบบวาล์วน้ำ ในระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

1.1 ติดต่อกลุ่มผู้ผลิตแม่พิมพ์ เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์และหาสาเหตุปัญหาในการใช้งานวาล์วที่ประกอบในแม่พิมพ์และขอความอนุเคราะห์ในการสัมภาษณ์ปัญหาแนวทางแก้ไข ตลอดจนแนวทางการพัฒนาและออกแบบวาล์วน้ำในระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

1.2 ติดต่อผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและขอความอนุเคราะห์ในการสัมภาษณ์ บันทึกเป็นข้อมูลในการพัฒนาและออกแบบวาล์วน้ำในระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

2. การเก็บข้อมูลในขั้นตอนการพัฒนาและออกแบบวาล์วน้ำในระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ขอหนังสืออนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญขอความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามในส่วนของการประเมินแบบร่างที่ได้รับการออกแบบมาแล้ว (sketch design) โดยแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการทดสอบประเมินคุณภาพของต้นแบบวาล์วน้ำในระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ ที่พัฒนาขึ้น

3.1 ในการทดลองเพื่อหาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวาล์วน้ำ ผู้วิจัยได้ทดสอบคุณภาพ โดยทำการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เดิม เพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในด้าน การต้านทานแรงดันน้ำที่ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบสามารถทำได้

3.2 ในการทดลองเพื่อหาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวาล์วน้ำ ผู้วิจัยได้ทดสอบคุณภาพ โดยทำการตรวจสอบคุณภาพในด้านอัตราการไหลของผลิตภัณฑ์เดิม เพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในด้าน การทดสอบอัตราการไหลของน้ำที่ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบสามารถทำได้

3.3 นำแบบบันทึกคุณภาพมาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยนำไปหาค่าเฉลี่ยในการทำงาน และทำการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงสถิติ

4. เก็บข้อมูลในขั้นตอนการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อวาล์วน้ำ ต้นแบบที่พัฒนาขึ้น

4.1 ผู้วิจัยติดต่อกลุ่มผู้ผลิตแม่พิมพ์ บริษัทพานาโซนิคส์ เทคโนโลยี จำกัด ต.บางเสาธง สมุทรปราการและบริษัทเมวาโมล์ด ไทยแลนด์ จำกัด เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย และขอความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถาม โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ทำการตอบแบบสอบถาม

4.2 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามและตรวจสอบจำนวนที่ได้รับคืน

4.3นำแบบสอบถามมาตรวจสอบ โดยนำไปหาค่าเฉลี่ยในการทำงาน และทำการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงสถิติ

5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์จากสำรวจปัญหา,สาเหตุ และความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งานวาล์วน้ำ ในการประกอบในแม่พิมพ์ เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการพัฒนา ออกแบบวาล์วน้ำในระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ โดยการสัมภาษณ์,สอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิเคราะห์ข้อมูลได้จากแบบสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ประสบการณ์ในส่วนของการตรวจหรือประเมินแบบร่างที่ได้ออกแบบ ขึ้นมา (Sketch design) โดยเป็นแบบสอบถามตามส่วนประเมินค่า

3. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบคุณภาพในการต้านทานแรงดันและอัตราการไหล โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ทดสอบ เพื่อตรวจสอบคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบเทียบกับผลิตภัณฑ์เดิมที่ใช้งานอยู่

4. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ทำการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในหน้าที่การใช้งานและ ในด้านคุณภาพการใช้งาน ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่สร้างขึ้นมา โดยการหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยแบ่งเกณฑ์ (ธีรยุทธ พึ่งเทียร 2543:39) ดังนี้

4.50 ~ 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

3.50 ~ 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

2.50 ~ 3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

1.50 ~ 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

1.00 ~ 1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

5.1.6 สรุปผลวิจัย

ในการศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานในงานแม่พิมพ์นั้น ผู้วิจัย ได้ทำการสรุปผลการวิจัยโดยแบ่งเป็น 3 ข้อดังนี้

1.สรุปการศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์โดยแบ่งเป็น 2 ด้านคือ

1.1 ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ทำการประเมินในด้านการกลไกการทำงานคือ ใช้กลไกลูกตุ้มเลื่อนเตะบอลวาล์ว ซึ่งบอลวาล์วมีสปริงเป็นตัวดันให้บอลวาล์วปิดตลอดเวลา น้ำไม่สามารถผ่านจากวาล์วข้างหนึ่งไปอีกข้างหนึ่งได้ ในจังหวะการปิดและจะเปิดก็ต่อเมื่อมีลูกตุ้มมาเตะหรือสัมผัสกับลูกบอลวาล์วทำให้เกิดช่องว่างระหว่างช่องทางเข้า-ออกของวาล์ว จึงทำให้น้ำไหลผ่านจากข้างหนึ่งของวาล์วไปยังอีกข้างหนึ่งของวาล์วได้ โดยที่การเคลื่อนที่ของลูกตุ้มจะมีก้านต่อไปยังกลไกที่ตัวก้านลูกตุ้มเอง เป็นกลไกมีการหมุนวนของตัวก้านเอง โดยมีเฟืองล็อครอบๆตัวก้านลูกตุ้ม จังหวะการกดปุ่มที่ตัวก้านลูกตุ้มลง กลไกเฟืองล็อคจะทำให้ล็อค ก้านลูกตุ้มให้ค้างอยู่ในตำแหน่งต่ำสุด และจะค้างในตำแหน่งสูงสุดก็ต่อเมื่อมีการกดซ้ำอีกครั้ง ก็จะหมุนวน ไปอย่างนี้เรื่อยๆ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ เห็นว่ามีความเหมาะสม มาก ในด้านการผลิต ในส่วนต่างๆของวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้น และเห็นว่ามีความเหมาะสมในระดับปานกลางในด้านการออกแบบและการด้านการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2. ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ทำการประเมินในด้านวัสดุการใช้งานคือการเลือกใช้วัสดุตามโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เดิม นั่นคือโครงสร้างภายนอกและบอลวาล์วใช้ทองเหลืองหล่อผสมเพราะง่ายแก่การขึ้นรูปทำแม่พิมพ์ ต๊าปเกลียว และใช้สปริงกันน้ำ มีโอริงยางกันรั่วระหว่างบอลวาล์วกับช่องทางผ่านของน้ำที่บอลสัมผัสกับลูกตุ้ม และลูกตุ้มและแกนลูกตุ้มใช้วัสดุทองเหลือง สำหรับปุ่มกดและกลไกของเฟืองล็อคแกนลูกตุ้มขึ้นรูปโดยพลาสติกเพราะสามารถทำแม่พิมพ์ได้ง่าย

2.สรุปการวิเคราะห์จากขั้นตอนการทดสอบคุณภาพของวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์โดยกลุ่มตัวอย่างจากช่างที่ทำการปรับแต่งและทดลองฉีดแม่พิมพ์แผนกฉีด บริษัทพานาโซนิคส์ เทคโนโลยี จำนวนทั้งหมด 5 คนและช่างจากบริษัทเมวาโมล์ด ไทยแลนด์2 คน เป็นผู้ทำการทดสอบคุณภาพ พบว่าการทดสอบแรงดันของการใช้งานในแม่พิมพ์ที่ทำการฉีด อยู่ที่ 3~ 4 bar ผลิตภัณฑ์เดิม ทดสอบแรงดันทีละ0.5 bar เพิ่มแรงดันไปจนเกินแรงดันการใช้งานในแม่พิมพ์ที่ 5 bar สามารถทนต่อแรงดันน้ำได้โดยไม่มีการรั่วเลย และทดสอบวาล์วต้นแบบ โดยเพิ่มแรงดันทีละ 0.5 bar เช่นกันสามารถทนแรงดันการใช้งานในแม่พิมพ์ได้เช่นกัน แต่ทดลองเพิ่มแรงดันที่เกินกว่าที่ใช้งานในแม่พิมพ์ไปจนถึง 4.5 bar พบว่าเริ่มมีการรั่วซึมให้เห็น และที่แรงดัน 5 bar พบว่ามีการรั่วของวาล์วให้เห็นชัดเจน

3.สรุปผลการวิเคราะห์จากขั้นตอนการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่างจากช่างที่ทำการปรับแต่งและทดลองฉีดแม่พิมพ์แผนกฉีด บริษัทพานาโซนิคส์ เทคโนโลยี จำนวนทั้งหมด 5 คนและช่างจากบริษัทเมวาโมล์ด ไทยแลนด์2 คน ในด้านหน้าที่การใช้งานของวาล์วโดยภาพรวม มี ความพึงพอใจในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย($\overline{X}$=3.76) โดยกลไกการทำงาน สามารถเข้าใจได้ง่ายและกลไกการติดตั้งเข้ากับ ระบบน้ำไม่ยุ่งยาก มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด และระดับความพึงพอใจน้อยสุดคือ ง่ายต่อการถอด-ประกอบกับแม่พิมพ์ที่ใช้งานอยู่ ($\overline{X}$=3.43) รวมถึงในด้านคุณภาพการใช้งาน มีความพึงพอใจในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย($\overline{X}$=3.85) โดยอัตราการไหลที่ทำการทดสอบได้ ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เดิม มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด คือสามารถในการต้านทานแรงดันน้ำ ที่ใช้ในแม่พิมพ์ได้ ($\overline{X}$=3.29)

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายผลโดยแบ่งเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่1 ผลการวิเคราะห์จากขั้นตอนการทดสอบคุณภาพของวาล์วน้ำในด้านการต้านทานแรงดันที่ผลิตภัณฑ์ต้นแบบสามารถทำได้ คือ เป็นการทดสอบคุณภาพในด้านการต้านทานแรงดันน้ำของวาล์วที่พัฒนาขึ้นเทียบกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์เดิม โดยพบว่า ต้นแบบของวาล์วน้ำที่ใช้ในการทดสอบแรงดันน้ำสามารถทนต่อแรงดันน้ำที่ใช้ ในงานแม่พิมพ์ได้ แต่พอเพิ่มค่าแรงดันอีกทีละ 0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

bar ไปจนถึง 4.5 bar ต้นแบบของวาล์วน้ำไม่สามารถทนแรงดันน้ำในระดับแรงดันนี้ได้เหมือนกับผลิตภัณฑ์เดิม ทั้งนี้ก็ด้วยจากผลิตภัณฑ์ที่เป็นต้นแบบยังไม่สมบรูณ์ในด้านของ วัสดุชิ้นส่วน โอริง ในการใช้งาน ผิวอาจจะไม่เรียบพอ ต่อการสัมผัสของบอลวาล์ว ถึงแม้ว่าค่าความเผื่อของ แรงดันที่วาล์วน้ำต้นแบบสามารถทำได้น้อยกว่าผลิตภัณฑ์เดิม แต่ก็แสดงให้เห็นว่าสามารถที่จนทนต่อแรงดันการใช้งานในระบบ หล่อเย็นในแม่พิมพ์ได้ ซึ่งค่าของการต้านทานแรงดันนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของการกดบอลวาล์วให้แนบสนิทกับบ่าของช่องทางการไหลของน้ำ ซึ่งมีโอริงเป็นตัวรองรับการสัมผัสของ ลูกบอลวาล์ว

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์จากขั้นตอนการทดสอบคุณภาพของวาล์วน้ำ ในด้านอัตราการไหล ที่ผลิตภัณฑ์ต้นแบบสามารถทำได้ พบว่าอัตราการไหลของวาล์วน้ำ ของผลิตภัณฑ์เดิม หลังจากการทกสอบ มีค่าอัตราการไหลคงที่ ที่ 8.9 (ลิตร/นาที) แต่ผลิตภัณฑ์ ต้นแบบมีอัตราการไหล ไม่คงที่เฉลี่ยอยู่ที่ 7.77 (ลิตร/นาที) แสดงให้เห็นว่า วาล์วน้ำที่ถูกพัฒนาขึ้นมีอัตราการไหลที่น้อยกว่าตัวต้นแบบ ทั้งนี้เป็นเพราะ ของผลิตภัณฑ์เดิมมี ช่องทางการเข้าออกของน้ำที่โล่ง ตลอด ไม่มีสิ่งขวางกั้น แต่การออกแบบผลิตภัณฑ์ ที่พัฒนาขึ้นนั้น เป็นกลไกที่มีสิ่งกีดขวางทางน้ำ จึงทำให้อัตราการไหลที่ทดสอบได้มีค่า น้อยกว่าดังกล่าว

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์จากขั้นตอนการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบ จากผู้ช่างที่ทำการปรับแต่งและ ทดลองแม่พิมพ์ ในแต่ละด้านดังนี้

ด้านหน้าที่การใช้งาน หมายถึง มีขีดความสามารถในการใช้เป็นวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็นในงานแม่พิมพ์ มีความเหมาะสม กับหลักเกณฑ์มาตรฐาน ในการใช้งาน ของวาล์วน้ำมีระดับความพึงพอใจในระดับมาก ใช้งานได้สะดวกกว่าผลิตภัณฑ์เดิมเป็นที่พอใจของกลุ่มตัวอย่าง

ด้านคุณภาพ การใช้งาน หมายถึง มีขีดความสามารถในการต้านทานแรงดันและมีอัตราการไหล ที่เหมาะสม รวมถึงมีความคงทนแข็งแรง เหมาะสม กับหลักเกณฑ์มาตรฐานในการใช้งานของวาล์วน้ำโดยมีระดับความพึงพอใจในระดับมาก เป็นที่พอใจของกลุ่มตัวอย่าง

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะจากการศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลการวิจัยไปใช้

1.วาล์วที่พัฒนาขึ้นมา สามารถที่นำไปใช้ในงาน ที่มีความต้องการใช้วาล์วน้ำในพื้นที่จำกัดในด้านการจับบิด ปิด-เปิดได้ทุกงาน

2 .ตำแหน่งการขึ้นลงของวาล์วน้ำ ควรเป็นปุ่มกดที่มีสีเป็นตัวบ่งบอก แสดงสถานะของวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 .วาล์วที่พัฒนาขึ้น นอกจากใช้กับระบบหล่อเย็นในงานแม่พิมพ์แล้ว ยังสามารถนำวาล์วไปใช้เกี่ยวกับงานที่ต้องอาศัย การควบคุมของน้ำในเครื่องจักรเช่น ตู้ควบคุมน้ำร้อนที่ใช้กับเครื่องฉีด

3.วาล์วที่พัฒนาขึ้นสามารถ ประยุกต์นำไปใช้กับเครื่องที่ควบคุมกลไก ที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วยควบคุมการทำงานของวาล์วน้ำได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัย

1.ด้านวัสดุ ที่ใช้ทำปุ่มกด เปิด-ปิด ควรมีการวิจัยทดลองค่าความแข็งแรง รวมถึงทดสอบค่าความล้าของสปริงในการใช้งานด้วย

2.ควรที่จะศึกษาในด้านคุณภาพของน้ำมีผลกระทบของวาล์ว ชนิดนี้หรือไม่ เพราะวงจรของการไหลของน้ำ มีกลไกกีดขวางทางการไหลของน้ำด้วย

3.ค่าของ ความสามารถ ในการต้านทานแรงดันขึ้นอยู่กับการสัมผัส บอลวาล์ว กับบ่าของช่องทางการไหลที่มีโอริงเป็นตัวรองรับการสัมผัสของ ลูกบอลวาล์ว จึงต้องมีการออกแบบที่ละเอียดขึ้น ในการทำวิจัยครั้งต่อไป

4.ควรมีการวิจัยในเรื่องของการขึ้นรูป ซึ่งต้องใช้เครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงเพราะคุณภาพการทำงานของวาล์วน้ำ ขึ้นอยู่กับคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการขึ้นรูปด้วย

5.ในการประยุกต์ใช้วาล์วที่มีขนาดใหญ่กว่า ต้นแบบ อุปกรณ์บางอย่างอาจจะไม่เหมาะสม ควรที่จะใช้งาน ในขนาดที่ใกล้เคียงกับต้นแบบและทำการวิจัยพัฒนาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. เครื่องจักรกลและโลหะ.

จิระพล ฉายัษฐิต.2546.**เรื่องน่ารู้ เครื่องมือวัดและควบคุมการถ่าเสียง,วัสดุและอุปกรณ์,เครื่องกลทั่วไป.** กรุงเทพฯ : บรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ.

ชูเกียรติ ชัยมาทิกุล. 2547. **เรื่องน่ารู้ ระบบไอน้ำ,ระบบทำความเย็น,ปั๊มและเครื่องอัดอากาศ ท่อและวาล์ว,กลไกและอุปกรณ์,เครื่องกลทั่วไป.** กรุงเทพฯ : บรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ.

โชติพงศ์ กาญจนประโชติ. 2546. "การออกแบบเครื่องสลัดน้ำผึ้ง." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ดุษฎี มหาดไทย. 2546. "การศึกษาและพัฒนาเครื่องรีดผักตบชวาเพื่องานอุตสาหกรรมในครัวเรือน." สาระนิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ตระการ ก้าวกสิกรรม.2546.**เรื่องน่ารู้ เครื่องมือวัดการไหล,ไฮดรอลิกและเครื่องกลทั่วไป.** กรุงเทพฯ : บรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ.

ธีระยุทธ พึ่งเทียร. 2543. **สถิติเบื้องต้นและการวิจัย.** กรุงเทพฯ : สูตรไพศาล.

นิรัช สุดสังข์. 2543. **ออกแบบอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : โครงการตำราคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิชัย ไชยทา. 2543. "การศึกษาและพัฒนาเครื่องหั่นใบยาสูบสำหรับอุตสาหกรรมในครัวเรือน กรณีศึกษา : หมู่ที่ 4 ตำบลศรีสมเด็จ อำเภอศรีสมเด็จ จังหวัดร้อยเอ็ด." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากรสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย,มหาวิทยาลัยมหิดล.

ภาณุฤทธิ์ ยุกตะทัต. 2539. **การออกแบบเครื่องจักรกล.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด

มนตรี ยอดบางเตย. 2538. **ออกแบบผลิตภัณฑ์.** กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

มานพ ตันตระบัณฑิต. 2540. **กรรมวิธีการผลิต.** กรุงเทพฯ : เอเชียเพสการพิมพ์.

มานะศิษฏ์ พิมพ์สาร. 2521. **ท่ออุตสาหกรรม.**กรุงเทพฯ : หจก.นำอักษร การพิมพ์.

รัฐไท พรเจริญ. 2546. เส้นแนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ:สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น)

วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล,ชัยรัตน์ แก้วด้วง.2538. **แม่พิมพ์ฉีกพลาสติก.** สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันไทย-เยอรมัน. 2543. เรื่องเทคโนโลยีการตัดเฉือนโลหะ.

อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2540. **ออกแบบเฟอร์นิเจอร์**. กรุงเทพมหานคร.งานตำราและเอกสารการพิมพ์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Available : http: // www.library.dip.go.th/multim4/eb/EB%20122.2%20ม47.doc

Available : http://www.tr.co.th/product

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และแบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือแบบสอบถามแบบประเมิน คุณภาพของวาล์วน้ำ และแบบสอบถามความพึงพอใจ

ภาคผนวก ข หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก ค ภาพแสดงผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ ประเมินวาล์วน้ำ ที่พัฒนาใช้ในระบบหล่อเย็นในแม่พิมพ์ และการทดสอบคุณภาพของวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้น

ภาคผนวก ง ผลงาน ขั้นตอนการพัฒนาวาล์วน้ำ และภาพเขียนแบบเพื่อการผลิตที่ใช้ในระบบหล่อเย็นแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และแบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเครื่องมือแบบสอบถามแบบประเมิน คุณภาพของวาล์วน้ำ และแบบสอบถามความพึงพอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการวิจัย

หัวข้อ : การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

.....

<u>คำชี้แจง</u>

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนา วาล์วน้ำที่ใช้ในระบบหล่อเย็น ในงานแม่พิมพ์
2. เพื่อหาคุณภาพของวาล์วน้ำ ที่พัฒนาใช้ในระบบหล่อเย็น ในงานแม่พิมพ์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้นมา

เกณฑ์การประเมิน

การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา(Content Validily)ของแบบสอบถามได้จากการให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามโดยพิจารณาความสอดคล้องของข้อความคำถาม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์
-1	หมายถึง	แน่ใจในคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์

.....

ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือในการวิจัยครั้งที่ .....

.....

(.....)

นาย สถาพร คิดมุ่ง

นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม

ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ (ด้านการใช้งาน)

.....

<u>นิยามศัพท์</u>

1.กลไกการเปิด-ปิด มีความเหมาะสมกับการใช้งาน หมายถึง การควบคุมการเปิด -ปิด สะดวกไม่ยุ่งยากในการใช้งาน

2.การเลือกกลไกแบบ บอลวาล์วมีความเหมาะสมกับการใช้งาน หมายถึง ความเหมาะสมในการใช้ใช้ชุดบอลวาล์วในการเปิด-ปิด ช่องทางการไหลของน้ำ

3.กลไกการติดตั้ง ต่อเข้ากับระบบน้ำไม่ยุ่งยากแก่ผู้ใช้งาน หมายถึง ในการประกอบ-ถอดวาล์วนั้นต้องเป็นสากลขันเข้าเกลียวขวาตามปกติ

4.ความคงทนแข็งแรง เหมาะสมในการใช้งาน หมายถึง การใช้งานจะต้องไม่มีชิ้นส่วนไหนหลุดหรือหลวม

5.ขนาดด้านนอก มีความเหมาะสมใช้ประแจจับในระบบเมตริกได้ หมายถึง โครงด้านนอกของวาล์วน้ำสามารถที่ใช้เบอร์ประแจที่มีใช้ในระบบเมตริกจับบิดหมุน ขณะประกอบเข้ากับข้อต่อน้ำ หรือ ท่อน้ำได้

6.การเก็บรักษาและบรรจุเก็บ ได้เรียบร้อย ประหยัดเนื้อที่ หมายถึง การผลิตในรูปแบบอุตสาหกรรม สามารถบรรจุเก็บรอจำหน่ายได้อย่างเรียบร้อย ไม่กินเนื้อที่ในการเก็บมาก

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความต้องการของท่านมากที่สุด

ข้อ	รายละเอียด	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
1	กลไกการเปิด-ปิด มีความเหมาะสมกับการใช้งาน			
2	การเลือกกลไกแบบ บอลวาล์วมีความเหมาะสม กับการใช้งาน			
3	กลไกการติดตั้ง ต่อเข้ากับระบบน้ำไม่ยุ่งยากแก่ผู้ใช้งาน			
4	ความคงทนแข็งแรง เหมาะสมในการใช้งาน			
5	ขนาดด้านนอก มีความเหมาะสมใช้ประแจจับในระบบ เมตริกได้			
6	การเก็บรักษาและบรรจุเก็บได้เรียบร้อย ประหยัดเนื้อที่			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม

ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ (ด้านการออกแบบ)

.....

<u>นิยามศัพท์</u>

1.วัสดุที่เลือกใช้มีความเหมาะสม หมายถึง วัสดุที่นำมาผลิตนั้นมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งานและเหมาะสมกับการผลิตภัณฑ์

1.1 โครงส่วนภายนอก หมายถึง ชิ้นงานที่ห่อหุ้มหรืออยู่ส่วนนอกซึ่งใช้ห่อหุ้มส่วนกลไกทั้งหมด

1.2 กลไกแบบลูกตุ้ม เลื่อนเตะลูกบอลวาล์ว หมายถึง ลูกตุ้มที่เป็นตัวเลื่อนขึ้น-ลงเตะให้ลูกบอลขยับ

1.3 บอลวาล์ว หมายถึง วัสดุทรงกลม ทำขึ้นจากโลหะผิวเรียบ กั้นสนิมได้เวลาที่อยู่ในน้ำ

1.4 กลไกการเคลื่อนที่โดยใช้สปริงกันน้ำ หมายถึง สปริงที่ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ของบอลวาล์ว

1.5 กลไกปุ่มกดเปิด-ปิด หมายถึง กลไกที่ควบคุมการขึ้น ลง ของลูกตุ้มที่คอยเปิด-ปิดบอลวาล์ว

2. ขนาดสัดส่วนโดยรวมของชิ้นส่วนประกอบของวาล์ว มีความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานหมายถึง ขนาดกว้าง x ยาว x สูง ของวาล์วน้ำแบบกด ที่มีขนาดเหมาะสมกับการทำงานซึ่งมีการใช้งานในแม่พิมพ์

3. การแยกส่วนประกอบชิ้นงานในส่วนต่าง ๆ มีความเหมาะสมกับการผลิตในกระบวนการอุตสาหกรรม หมายถึง ชิ้นส่วนต่าง ๆของวาล์วน้ำแบบกด ที่ทำการพัฒนาขึ้นมาใหม่ สามารถถอดประกอบตามลำดับได้ง่ายในรูปแบบอุตสาหกรรมหรือมีขายอยู่ในท้องตลาดมีความเป็นไปได้และเหมาะสม กับขบวนการขึ้นรูปและขบวนการผลิตชิ้นงาน ในระบบอุตสาหกรรมที่สามารถทำการผลิตได้เป็นจำนวนมาก

4.การจัดวางระบบกลไกต่างๆมีความสัมพันธ์ต่อกัน หมายถึงชิ้นส่วนต่างๆ มีการวางตำแหน่งที่มีความสะดวกและสามารถทำงานตามกลไกที่ออกแบบได้โดยไม่มีการอุดตันของน้ำ

5. ตำแหน่งในการกดเปิด-ปิด สามารถดู สังเกตได้ หมายถึง ขณะใช้งานไม่ว่าจะเป็นอยู่ในระบบเปิดหรือปิดสามารถดูได้ง่ายชัดเจน

6. มีระบบป้องกันการรั่วของน้ำ ที่ดี หมายถึง มีการออกแบบป้องกันในส่วนที่คิดว่าจะมีการรั่วของน้ำ ขึ้นอย่างมิดชิดเพื่อไม่ให้เกิดปัญหานี้ตามภายหลังการใช้งาน

7. ต้นทุนการผลิตใกล้เคียงกับชิ้นงานก่อนการพัฒนา หมายถึง ราคาของต้นทุนการผลิตต่างกันไม่มากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ถูกพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความต้องการของท่านมากที่สุด

ข้อ	รายละเอียด	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
1	วัสดุที่เลือกใช้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน			
	1.1 โครงสร้างภายนอก			
	1.2 กลไกแบบลูกตุ้ม เลื่อนเตะลูกบอลวาล์ว			
	1.3 กลไก ลูกบอลวาล์ว			
	1.4 กลไกการเคลื่อนที่โดยใช้สปริงกันน้ำ			
	1.5 กลไกปุ่มกดเปิด-ปิด			
2	ขนาดสัดส่วนโดยรวมของวาล์ว ความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานกับแม่พิมพ์			
3	การออกแบบส่วนประกอบชิ้นส่วนต่างๆมีความเหมาะสมกับการผลิตในกระบวนการอุตสาหกรรม			
4	การจัดวางระบบกลไกต่างๆมีความสัมพันธ์ต่อกัน			
5	ตำแหน่งในการกดเปิด-ปิด สามารถดู สังเกตได้			
6	มีระบบป้องกันการรั่วของน้ำ ที่ดี			
7	ต้นทุนการผลิตใกล้เคียงกับชิ้นงานก่อนการพัฒนา			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม

ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ (ด้านการผลิต)

.....

นิยามศัพท์

1.ตำแหน่งช่องการเข้า-ออกของน้ำ หมายถึง ช่องทางไหลเข้าผ่านในระบบกลไกภายในจนกระทั่งไหลออกความเหมาะสมในรูปแบบของวาล์วน้ำ

2. รูปแบบการผลิต ชิ้นส่วนต่างๆตามระบบอุตสาหกรรม หมายถึง ชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบขึ้นรูป ของวาล์วน้ำสามารถผลิตได้จริงตามระบบอุตสาหกรรม

3.ลักษณะของการประกอบกลไกภายใน หมายถึง กลไกภายในสามารถ ประกอบ ในรูปแบบอุตสาหกรรมได้สะดวกและสามารถทำได้ง่ายไม่ยุ่งยาก

4.ลักษณะของโครงภายนอก หมายถึง โครงภายนอกสามารถ ผลิตหรือขึ้นรูปได้ใน รูปแบบการผลิตของอุตสาหกรรมสามารถทำได้ง่ายไม่ยุ่งยาก

5. ชิ้นส่วนต่างๆไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานและสภาพแวดล้อม หมายถึง ชิ้นส่วนในการประกอบวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้นนี้ ไม่ก่อให้เกิดให้เกิดอันตรายทั้งด้านมลพิษ ไม่ว่าจะสภาพการใช้งานหรือหลังจาก หมดสภาพการใช้งาน

.....

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความต้องการของท่านมากที่สุด

ข้อ	รายละเอียด	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
1	ตำแหน่งช่องเข้า-ออกไหลของน้ำ			
2	มีรูปแบบการผลิต ชิ้นส่วนต่างๆตามระบบอุตสาหกรรม			
3	ลักษณะของการประกอบกลไกภายใน			
4	ลักษณะของโครงภายนอก			
5	ชิ้นส่วนต่างๆไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานและสภาพแวดล้อม			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามความคิดเห็น
ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ(ด้านการออกแบบ)

หัวข้อ: การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้เป็นแบบสอบถามเพื่อหาความคิดเห็น รวมถึงการตรวจแบบร่าง (Sketch Design) ของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ด้านการออกแบบ ในส่วนของขั้นตอนการสร้างและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ โดยเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า ลำดับการปฏิบัติการใช้งานและเกณฑ์ในการพิจารณาแบ่งออกเป็น 5 ระดับคือ

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยแบบสอบถามชุดนี้จะแบ่งเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านการออกแบบ)

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบร่างในการวิจัยครั้งที่.....

.....

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านการออกแบบ)
เกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความต้องการของท่านมากที่สุด

ข้อ	รายละเอียด	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
1	วัสดุที่เลือกใช้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน					
	1.1 โครงสร้างภายนอก					
	1.2 กลไกแบบลูกตุ้ม เลื่อนเตะลูกบอลวาล์ว					
	1.3 กลไก ลูกบอลวาล์ว					
	1.4 กลไกการเคลื่อนที่โดยใช้สปริงกันน้ำ					
	1.5 กลไกปุ่มกดเปิด-ปิด					
2	ขนาดสัดส่วนโดยรวมของวาล์ว ความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานกับแม่พิมพ์					
3	การออกแบบส่วนประกอบชิ้นส่วนต่างๆมีความ เหมาะสมกับการผลิตในกระบวนการอุตสาหกรรม					
4	การจัดวางระบบกลไกต่างๆมีความสัมพันธ์ต่อกัน					
5	ตำแหน่งในการกดเปิด-ปิด สามารถดู สังเกตได้					
6	มีระบบป้องกันการรั่วของน้ำ ที่ดี					
7	ต้นทุนการผลิตใกล้เคียงกับชิ้นงานก่อนการพัฒนา					

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ให้ความร่วมมือ

นาย สถาพร คิดมุ่ง
นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามความคิดเห็น
ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ(ด้านการผลิต)

หัวข้อ: การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้เป็นแบบสอบถามเพื่อหาความคิดเห็น รวมถึงการตรวจแบบร่าง(Sketch Design) ของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ด้านการผลิต ในส่วนของขั้นตอนการพัฒนาวาล์วน้ำของระบบหล่อเย็น ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ โดยเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่าลำดับการปฏิบัติการใช้งาน และเกณฑ์ในการพิจารณาแบ่ง

ออกเป็น 5 ระดับคือ

5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยแบบสอบถามชุดนี้จะแบ่งเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านการผลิต)

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบร่างในการวิจัยครั้งที่.....

.....

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านการผลิต)
พัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความต้องการของท่านมากที่สุด

ข้อ	รายละเอียด	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
1	ตำแหน่งช่องเข้า-ออกไหลของน้ำ สะดวกไม่ติดขัด					
2	มีรูปแบบการผลิต ชิ้นส่วนต่างๆตามระบบอุตสาหกรรม					
3	ลักษณะของการประกอบกลไกภายใน มีความสอดคล้องกัน					
4	ลักษณะของโครงภายนอก มีความสอดคล้องกัน					
5	ชิ้นส่วนต่างๆไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานแล สภาพแวดล้อม					

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ให้ความร่วมมือ

นาย สถาพร คิดมุ่ง
นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามความคิดเห็น
ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ(ด้านการใช้งาน)

หัวข้อ: การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้เป็นแบบสอบถามเพื่อหาความคิดเห็น รวมถึงการตรวจแบบร่าง(Sketch Design) ของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ด้านการใช้งาน ในส่วนของขั้นตอน การสร้างและการออกแบบวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ โดยเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่าลำดับการปฏิบัติการใช้งานและเกณฑ์ในการพิจารณาแบ่งออกเป็น 5 ระดับคือ

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยแบบสอบถามชุดนี้จะแบ่งเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านการใช้งาน)

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบร่างในการวิจัยครั้งที่.....

.....

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านการใช้งาน)
เกี่ยวกับการสร้างและการออกแบบวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็นที่ใช้ในงานแม่พิมพ์

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความต้องการของท่านมากที่สุด

ข้อ	รายละเอียด	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
1	กลไกการเปิด-ปิด มีความสอดคล้องกับการใช้งาน					
2	การเลือกกลไกแบบ บอลวาล์วมีความเหมาะสำหรับการไหลของวาล์วน้ำ					
3	กลไกการติดตั้ง ต่อเข้ากับระบบน้ำไม่ยุ่งยากแก่ผู้ใช้งาน					
4	ความคงทนแข็งแรง ของกลไกเหมาะสมในการใช้งาน					
5	ขนาดด้านนอก สามารถใช้ประแจในระบบเมตริกจับ บิดได้					
6	การเก็บรักษาและบรรจุเก็บได้เรียบร้อย ประหยัดเนื้อที่					

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ให้ความร่วมมือ

นาย สถาพร คิดมุ่ง
นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบหล่อเย็น ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ แล้วนั้นผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนา วาล์วน้ำที่ใช้ในระบบหล่อเย็นในแม่พิมพ์
2. เพื่อหาคุณภาพของวาล์วน้ำ ที่พัฒนาใช้ในระบบหล่อเย็นในแม่พิมพ์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้นมา

5.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.2.1ประชากรได้แก่กลุ่มโรงงานที่ผู้ประกอบการผลิตแม่พิมพ์ในนิคมอุตสาหกรรมทั่วประเทศจำนวนโรงงานแม่พิมพ์ในประเทศจำนวน 1,064 โรง ที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 895 โรงงานและสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนจำนวน 169โรงงานตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน 2546

5.1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มผู้ผลิตแม่พิมพ์อะลูมิเนียม และแม่พิมพ์พลาสติกในนิคมอุตสาหกรรมบางพลีจำนวน 2 โรงงาน ได้แก่ โรงงานผลิตแม่พิมพ์พลาสติก บริษัทพานาโซนิคส์ จำกัด และโรงงานผลิตแม่พิมพ์อะลูมิเนียม บริษัทเมวาโมล์ด (ไทยแลนด์) จำกัด โดยทำการทดสอบคุณภาพจากช่าง ที่ปรับแต่งและทดลองแม่พิมพ์ ได้แก่

1. ช่างจากโรงงานผลิตแม่พิมพ์พลาสติก บริษัทพานาโซนิคส์ จำนวน 5 คน
2. ช่างจากโรงงานผลิตแม่พิมพ์อะลูมิเนียม บริษัทเมวาโมล์ด จำนวน 2 คน

5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการดำเนินงาน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ แบ่งตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาวาล์วน้ำที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ ใช้เครื่องมือการวิจัยได้แก่

1. การสังเกตและการสอบถาม ความต้องการของระบบหล่อเย็นในงานแม่พิมพ์ โดยเก็บข้อมูลการใช้งานการทดลองฉีดแม่พิมพ์ใหม่

2. การใช้แบบสอบถาม ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล รวบรวมแนวทางที่ผู้ผลิตแม่พิมพ์ต้องการ เพื่อศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อวาล์วน้ำที่พัฒนาขึ้นโดยที่ทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 2078

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๖ พฤษภาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัย

เรียน คุณสมมิตร สินสัจธรรม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสถาพร คิดมุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบดูลิงค์ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าวเพื่อการวิจัยของ นายสถาพร คิดมุ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 2078

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

23 พฤษภาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัย

เรียน คุณสมชาย ศาสนกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสถาพร คิดมุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบคูลิงค์ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าวเพื่อการวิจัยของ นายสถาพร คิดมุ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 2078

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

พฤษภาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัย

เรียน คุณทนงพล เทียนชัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสถาพร คิดมุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบดูลิงค์ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าวเพื่อการวิจัยของ นายสถาพร คิดมุ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ศรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/2078

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๖ พฤษภาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัย

เรียน คุณอร่าม สุยะเอ้ย

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสถาพร คิดมุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบคูลิงค์ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าวเพื่อการวิจัยของ นายสถาพร คิดมุ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 2078

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

20 พฤษภาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัย

เรียน คุณสมเกียรติ นิตยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสถาพร คิดมุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบดูลิงค์ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าวเพื่อการวิจัยของ นายสถาพร คิดมุ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 2078

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

6 พฤษภาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัย

เรียน คุณสาริศ โพธิเพ็ช

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสถาพร คิดมุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบดูลิงค์ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าวเพื่อการวิจัยของ นายสถาพร คิดมุ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 2078

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๐ พฤษภาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัย

เรียน คุณทองอินทร์ แสนแก้ว

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสถาพร คิดมุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำ ของระบบดูลิงค์ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าวเพื่อการวิจัยของ นายสถาพร คิดมุ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ภาพแสดงผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจประเมินในด้านต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค1 คุณสมมิตร สินสัจธรรม ตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงานผลิตแม่พิมพ์และชิ้นส่วนเครื่องมือกล บริษัทพานาโซนิคส์ (ประเทศไทย)จำกัด

รูปที่ ค2 คุณทนงพล เทียนชัย ตำแหน่ง หัวหน้าหน่วยงานวิศวกรรม บริษัทพานาโซนิคส์ (ประเทศไทย)จำกัด

รูปที่ ค3 ภาพแสดงคุณสมชาย ศาสนกุล ตำแหน่ง หัวหน้างานหน่วยงานออกแบบแม่พิมพ์ บริษัท พานาโซนิคส์ (ประเทศไทย)จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค4 ภาพแสดงคุณอร่าม สุยะเอ้ย รองผู้จัดการทั่วไปฝ่ายวิศวกรรมการผลิต บริษัทไทยโคะอิโท (ประเทศไทย) จำกัด

รูปที่ ค5 ภาพแสดงคุณสมเกียรติ นิตยา ตำแหน่ง รองผู้จัดการทั่วไปฝ่ายผลิต บริษัทไทยโคะอิโท (ประเทศไทย) จำกัด

รูปที่ ค6 ภาพแสดงสาริศ โพธิเพ็ช ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายแม่พิมพ์ บริษัทไทยโคะอิโท(ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค7 ภาพแสดงคุณทองอินทร์ แสนแก้ว ตำแหน่งผู้จัดการทั่วไปฝ่ายประกันคุณภาพ บริษัทไทยโคะอิโท(ประเทศไทย) จำกัด

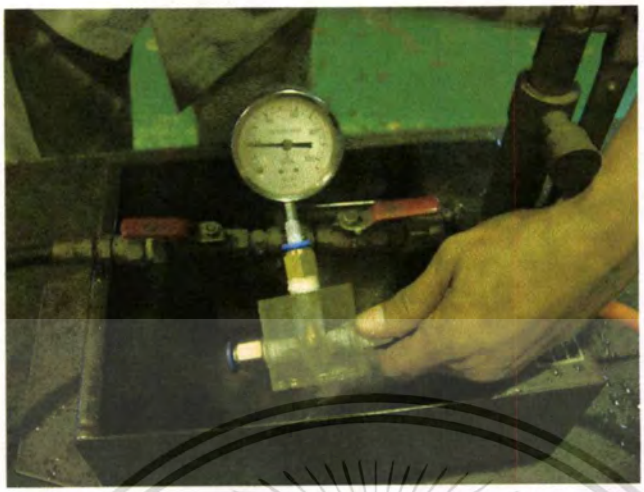
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงการทดสอบคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.การทดสอบคุณภาพแรงดันน้ำ

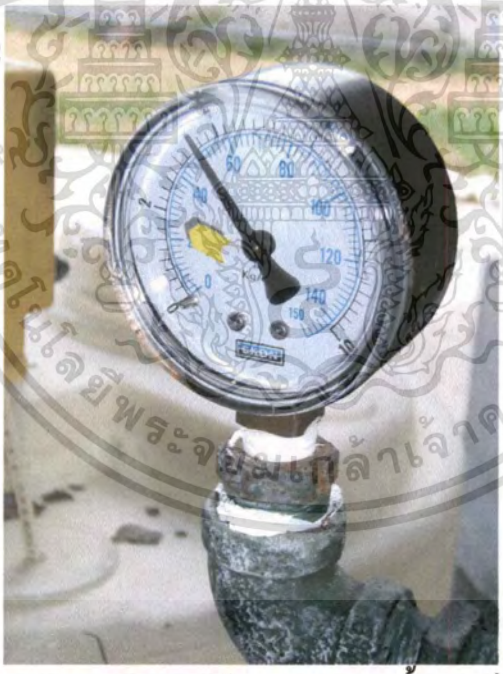


รูปที่ ค8 ภาพแสดง การตรวจสอบแรงดัน โดยการอัดแรงดันผ่านต้นแบบวาล์วน้ำ

รูปที่ ค9 ภาพแสดง การตรวจสอบแรงดัน โดยการอัดแรงดันผ่านต้นแบบวาล์วน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค10 ภาพแสดง การตรวจสอบแรงดัน การใช้งานของระบบน้ำหล่อเย็น ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์



รูปที่ ค11 ภาพแสดง เกจวัดแรงดัน การใช้งานของระบบน้ำหล่อเย็น ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ ที่ประมาณ 3.5 บาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

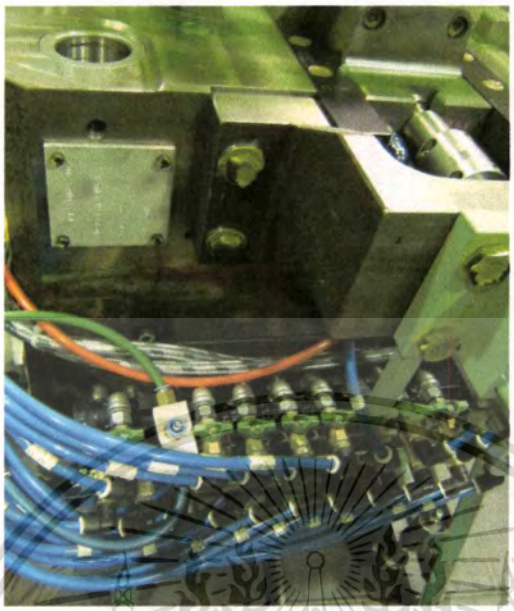
2.การทดสอบคุณภาพอัตราการไหลของวาล์วน้ำ

รูปที่ ค12 ภาพแสดง การตรวจสอบหาอัตราการไหล ของต้นแบบวาล์วน้ำ

รูปที่ ค13 ภาพแสดง การตรวจสอบหาอัตราการไหล ของผลิตภัณฑ์เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ทดสอบคุณภาพการใช้งาน



รูปที่ ค14 ภาพแสดง การประกอบใช้งาน ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่แม่พิมพ์

รูปที่ ค15 ภาพแสดง การทดสอบใช้งานจริง ในงานฉีดแม่พิมพ์ ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

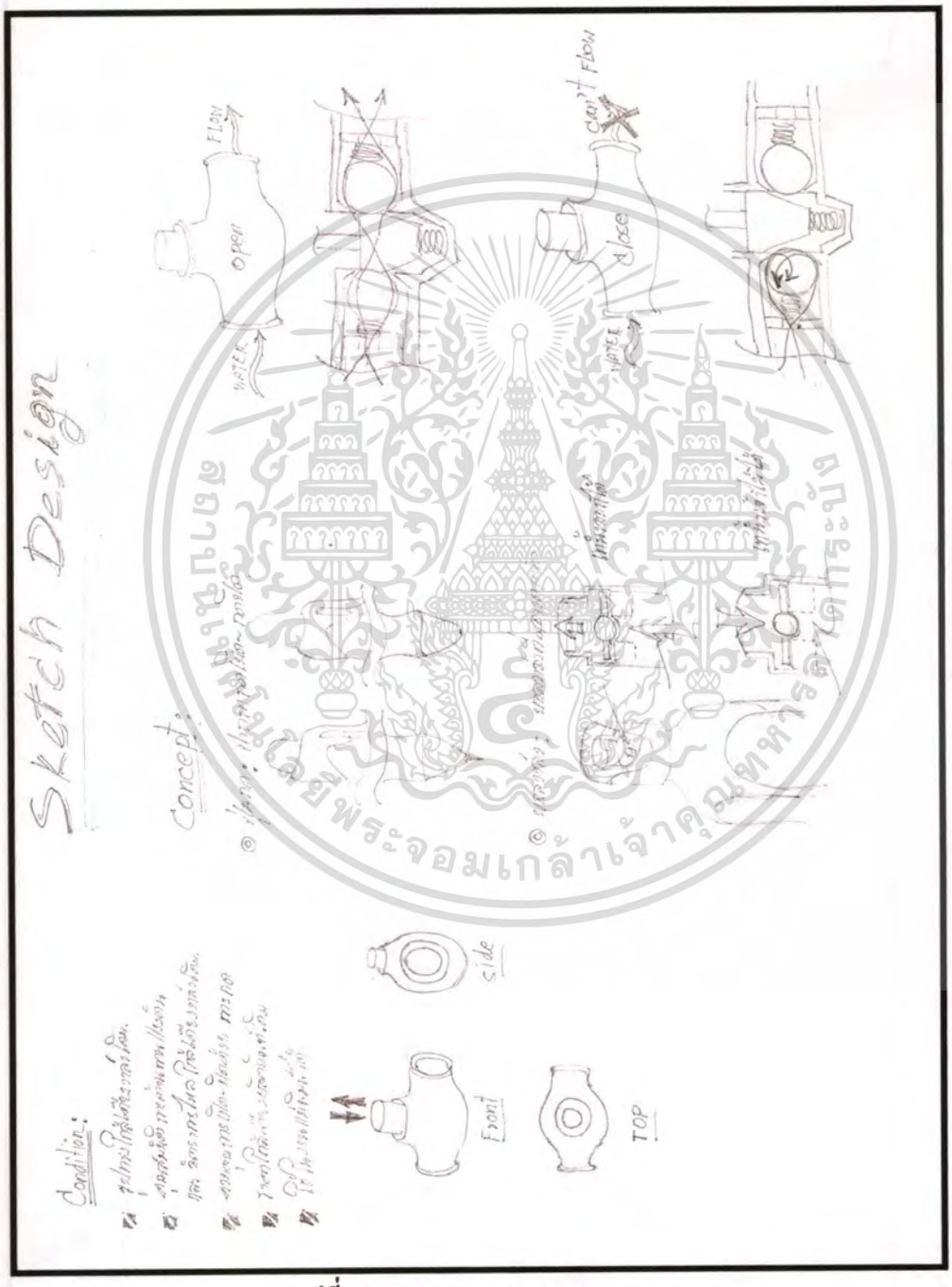
ภาคผนวก ง

ผลงาน ขั้นตอนการพัฒนาวาล์วน้ำ และภาพเขียนแบบเพื่อการผลิตวาล์วน้ำที่ใช้ในระบบหล่อเย็นแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนของการพัฒนาวาล์วน้ำ

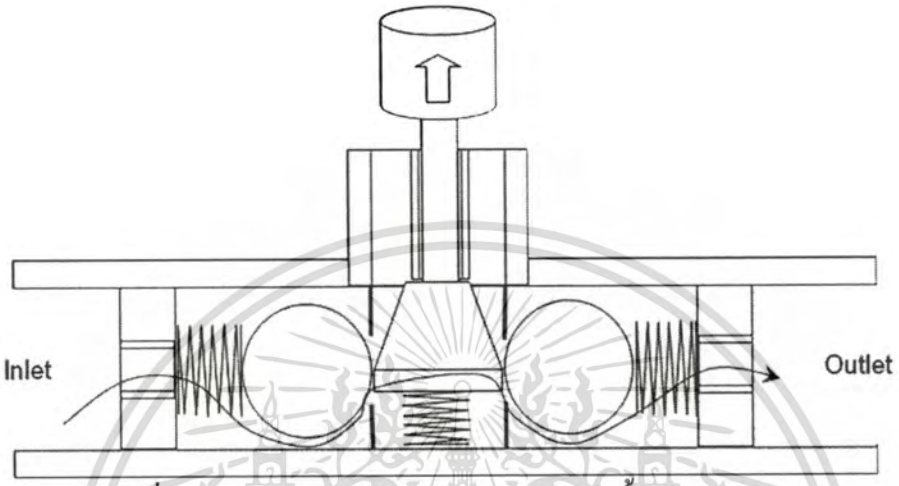
1.วิเคราะห์ข้อมูลได้จากการสังเกตและการสอบถาม ความต้องการของระบบหล่อเย็นในงานแม่พิมพ์ โดยเก็บข้อมูลการใช้งานการทดลองฉีดแม่พิมพ์ใหม่ แบบสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้อง ขึ้นมาโดยเป็นแบบ (Sketch design) คร่าวๆ สำหรับให้สามารถมองเห็นว่าจะออกแบบมาในรูปร่างหน้าตาแบบไหน ตามรูปที่ ง1



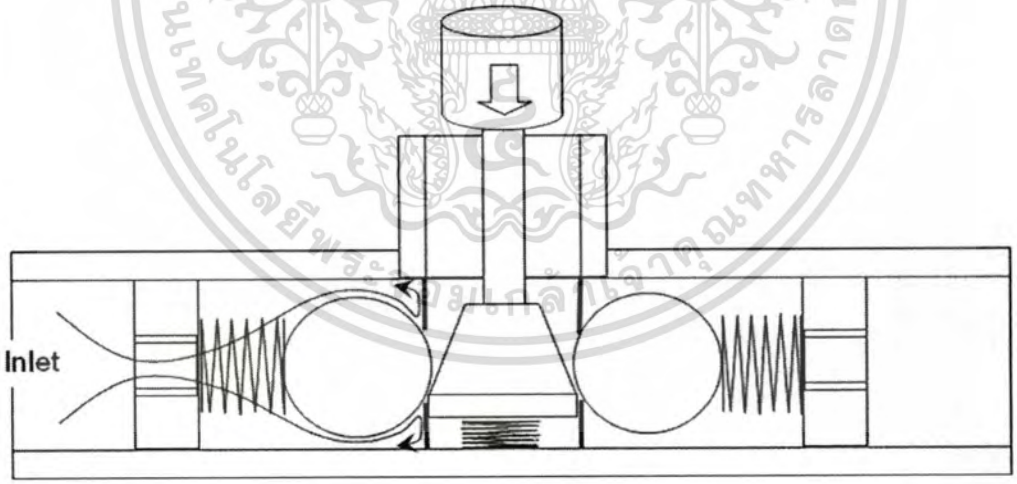
รูปที่ ง1 แสดงภาพ Sketch design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.วิเคราะห์จากแบบประเมินและแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ ในส่วนของการตรวจหรือประเมินแบบร่างที่ได้ออกแบบ มาเป็นภาพ(Working Drawing) กลไกการทำงานของ วาล์วน้ำแบบกด จังหวะวาล์วเปิดและปิด

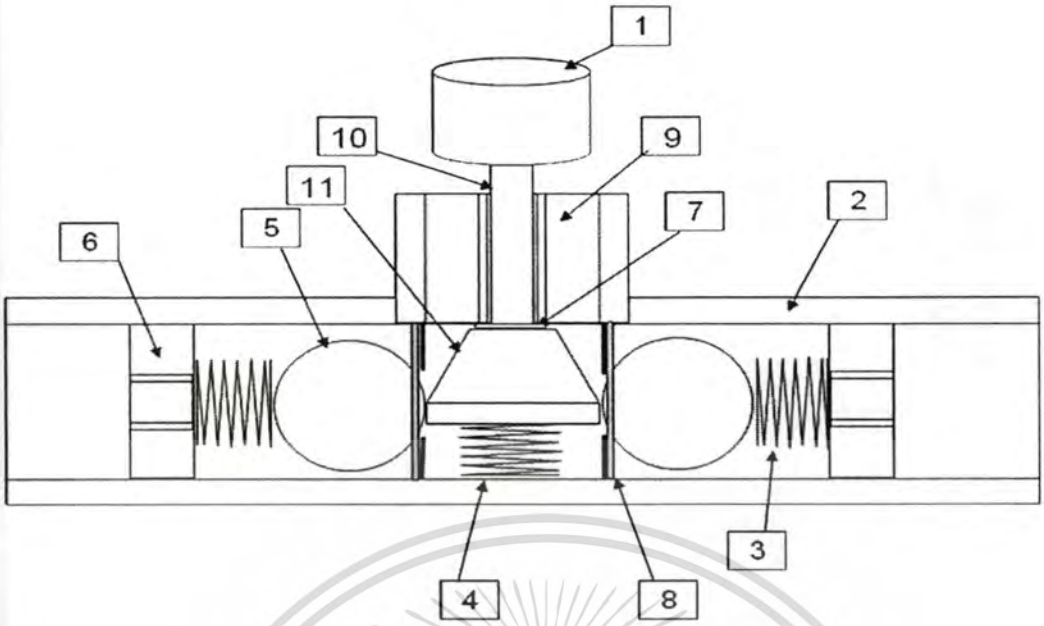


รูปที่ ง2 แสดงภาพกลไกการทำงานของวาล์วน้ำ จังหวะเปิด



รูปที่ ง3 แสดงภาพกลไกการทำงานของวาล์วน้ำ จังหวะปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง4 แสดงภาพส่วนประกอบ ของวาล์วน้ำ

ตารางที่ ง1 แสดงส่วนประกอบของวาล์วน้ำแบบกด

ลำดับ	ชื่อชิ้นส่วน	วัสดุ	ขนาด	จำนวน
1	ปุ่มกด ควบคุมการเปิด- ปิด	พลาสติก	Ø 9 X 10	1
2	โครงวาล์ว	ทองเหลือง	Ø 15 X 100 X 57.5	1
3	สปริงควบคุม บอลวาล์ว	สปริงกันน้ำ	Ø 11 X 12	2
4	สปริงควบคุม ลูกตุ้ม	สปริงกันน้ำ	Ø 9 X 14	1
5	บอล วาล์ว	ทองเหลือง	Ø 10	2
6	แหวนดันสปริง	ทองเหลือง	PT 1/4	2
7	โอริงกันรั่ว ก้านลูกตุ้ม	ยางโอริง	Ø 8 X 3	1
8	โอริงกันรั่ว บอลวาล์ว	ยางโอริง	Ø 11 X 1	2
9	ชุดกลไกควบคุมการขึ้น-ลง ของก้านลูกตุ้ม	พลาสติก	Ø 10 X30	1
10	ก้านลูกตุ้ม	แท่งเหล็ก	Ø 5 X 25	1
11	ลูกตุ้ม	ทองเหลือง	Ø 15 X 12	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.การสร้างต้นแบบวาล์วน้ำแบบกด ที่ใช้ในงานแม่พิมพ์ ตามการศึกษาข้อมูลและวิธีการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับวาล์วน้ำ รวบรวมเป็นบทสรุปที่ออกแบบขึ้นมาและที่ได้จากการ สอบถาม ประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

รูปที่ ง5 ภาพแสดง แยกส่วนประกอบของต้นแบบผลิตภัณฑ์

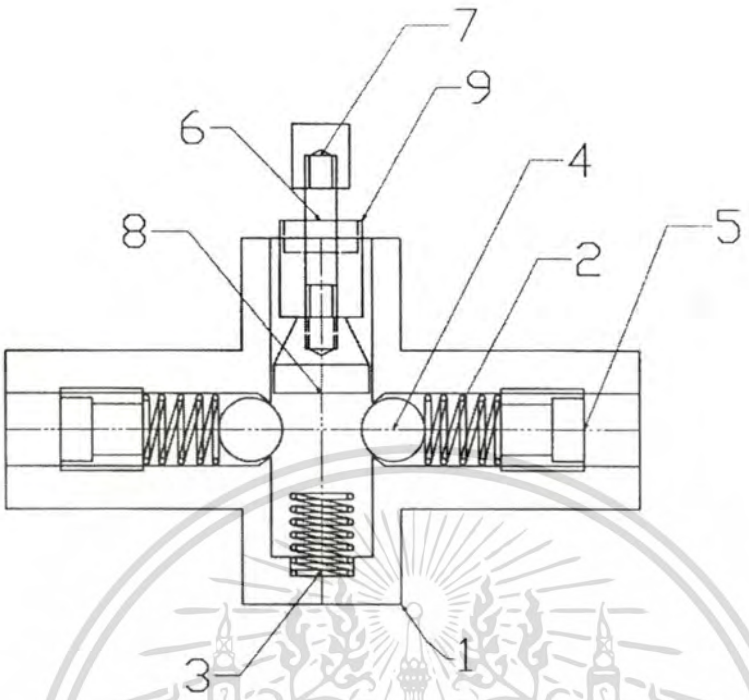
ภาพที่ ง6 ภาพแสดง การประกอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพเขียนแบบเพื่อการผลิตวาล์วน้ำที่ใช้ในระบบหล่อเย็นแม่พิมพ์

ภาพเขียนแบบที่ได้เป็นงานที่ ได้รับการพัฒนาแล้ว ผ่านการสอบถามประเมิน จากผู้เชี่ยวชาญ และผู้ทรงคุณวุฒิทั้งรูปทรงและวัสดุมีดังนี้

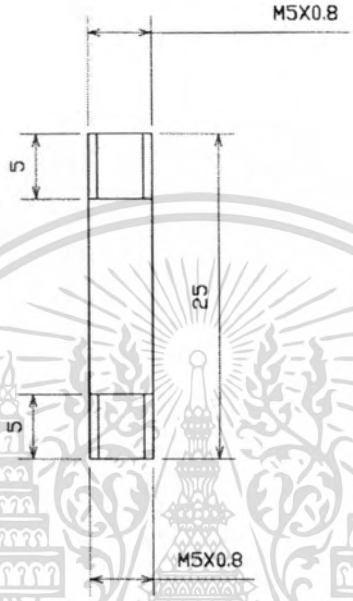
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



13	HEAD	1	STEEL	see page 125
12	GUIDE	1	STEEL	see page 124
11	HEADPRESS	1	STEEL	see page 123
10	SHAFT	1	STEEL	see page 122
9	WORN	1	STEEL	PT3/8
8	HOPPER	1	STEEL	
7	SHAFT	1	STEEL	
6	WASHER	1	STEEL	
5	WORN	2	STEEL	
4	BALL	2	STEEL	
3	SPRING	1	STEEL	
2	SPRING	2	STEEL	
1	3WAY	1	CASTIRON	
NO	DESCRIPTION	QTY	MATERIAL	REMARK

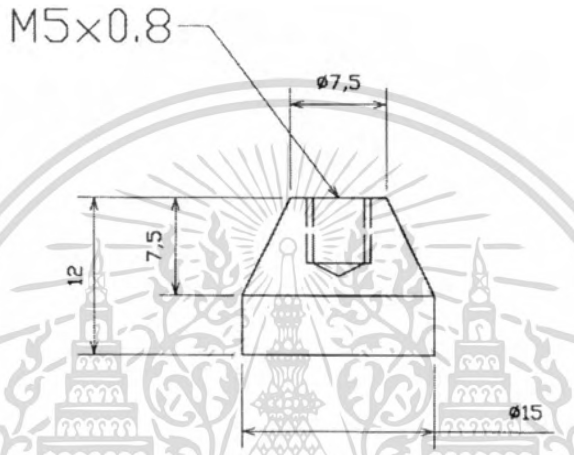
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		
ชื่องาน	การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำที่ใช้ในงานแม่พิมพ์	แผ่นที่
ชื่อ	นายสถาพร คิดมุ่ง รหัส 49063622	1 / 7
วิชา	สาระนิพนธ์ (Thematic paper)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



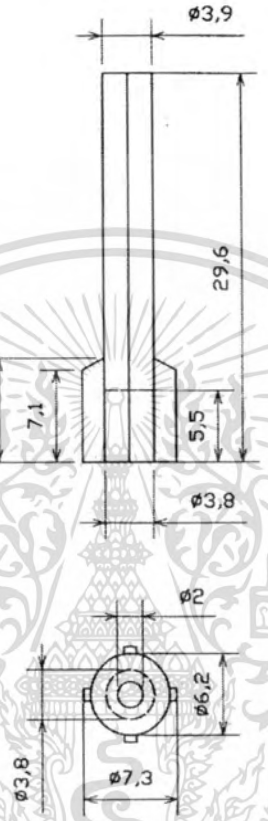
7	SHAFT	1	STEEL	
NO	DESCRIPTION	QTY	MATERIAL	REMARK
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				
ชื่องาน	การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำที่ใช้ในงานแม่พิมพ์			แผ่นที่
ชื่อ	นายสถาพร คิดมุ่ง รหัส 49063622			2 / 7
วิชา	สาระนิพนธ์ (Thematic paper)			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



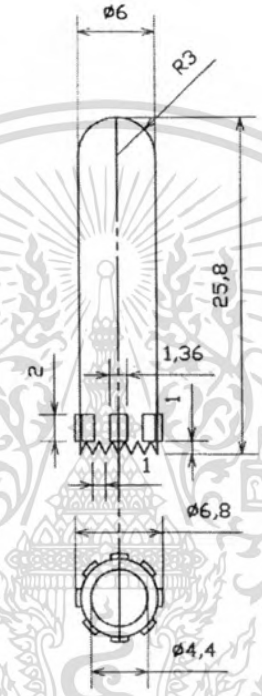
8	HOPPER	1	STEEL	
NO	DESCRIPTION	QTY	MATERIAL	REMARK
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				
ชื่องาน	การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำที่ใช้ในงานแม่พิมพ์			แผ่นที่
ชื่อ	นายสุถาพร คิดมุ่ง รหัส 49063622			3 / 7
วิชา	สาระนิพนธ์ (Thematic paper)			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



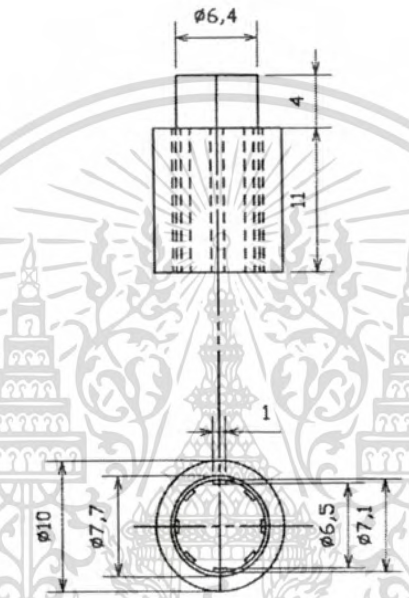
10	SHAFT	1	STEEL	
NO	DESCRIPTION	QTY	MATERIAL	REMARK
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				
ชื่องาน	การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำที่ใช้ในงานแม่พิมพ์			แผ่นที่
ชื่อ	นายสถาพร คิดมุ่ง รหัส 49063622			4 / 7
วิชา	สาระนิพนธ์ (Thematic paper)			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



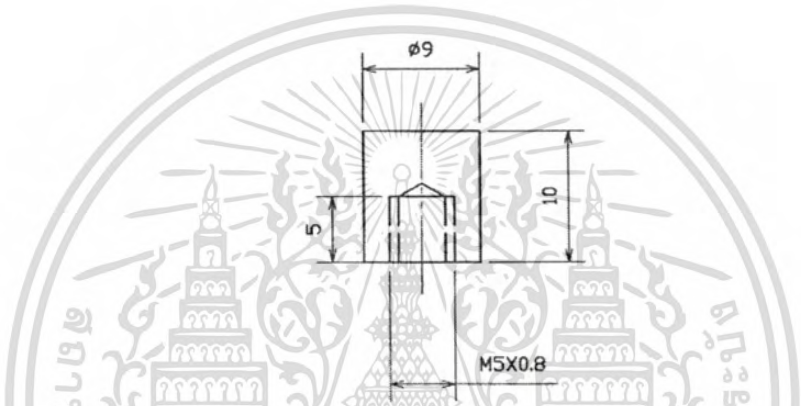
11	HEADPRESS	1	STEEL	
NO	DESCRIPTION	QTY	MATERIAL	REMARK
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				
ชื่องาน	การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำที่ใช้ในงานแม่พิมพ์			แผ่นที่
ชื่อ	นายสถาพร คิดมุ่ง รหัส 49063622			5
วิชา	สาระนิพนธ์ (Thematic paper)			7

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



12	GUIDE	1	STEEL	
NO	DESCRIPTION	QTY	MATERIAL	REMARK
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				
ชื่องาน	การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำที่ใช้ในงานแม่พิมพ์			แผ่นที่
ชื่อ	นายสถาพร คิดมุ่ง รหัส 49063622			6 / 7
วิชา	สาระนิพนธ์ (Thematic paper)			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



13	HEAD	1	STEEL	
NO	DESCRIPTION	QTY	MATERIAL	REMARK
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง				
ชื่องาน	การศึกษาและพัฒนาวาล์วน้ำที่ใช้ในงานแม่พิมพ์			แผ่นที่
ชื่อ	นายสถาพร คิดมุ่ง รหัส 49063622			7
วิชา	สาระนิพนธ์ (Thematic paper)			7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายสถาพร คิดมุ่ง
วัน เดือน ปีเกิด	9 พฤษภาคม 2517
ที่อยู่ปัจจุบัน	114/127 หมู่บ้านกัลปพฤกษ์ ถนนเทพารักษ์ ตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง สมุทรปราการ 10540
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2535 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่
	ปีการศึกษา 2537 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างยนต์ คณะเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ เชียงใหม่
	ปีการศึกษา 2540 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	ปีการศึกษา 2551 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้