ชุดการสอน วิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่อง งานฉีดพลาสติก

นายประมาณศักย์ เสือเฒ่า ค.อ.บ. (เครื่องกล)

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทวีชัย กาฬสินธุ์)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วันชัย แหลมหลักสกุล)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่อง งานฉีดพลาสติก |
| หน่วยกิต | 6 |
| ผู้เขียน | นายประมาณศักย์ เสือเฒ่า |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | ผศ.ดร. สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล |
| หลักสูตร | ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต |
| สาขาวิชา | วิศวกรรมอุตสาหการ |
| ภาควิชา | ครุศาสตร์อุตสาหการ |
| คณะ | ครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี |
| พ.ศ. | 2550 |

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของกรมอาชีวศึกษา การดำเนินการทดลองชุดการสอนได้มาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาแม่พิมพ์พลาสติกของวิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ จำนวน 20 คนข้อมูลที่เก็บรวบรวมมี 2 ประเภท คือ ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียน ข้อมูลที่วัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนงานฉีดพลาสติกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.14/86 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนมีค่าเฉลี่ย 4.51 อยู่ในระดับ มากที่สุด สรุปได้ว่าชุดการสอน เรื่องงานฉีดพลาสติก วิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก ที่สร้างขึ้นสามรถนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพกับการเรียนการสอนทำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

คำสำคัญ: ชุดการสอน/ ประสิทธิภาพของชุดการสอน/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ เจตคติต่อชุดการสอน

| | |
|---|---|
| Thesis Title | The Instructional Package of Injection Molding |
| Thesis Credits | 6 |
| Candidate | Mr. Pramarnsak SoaTou |
| Thesis Advisors | Asst. Prof. Dr. Sittichai Kaewkuekool |
| Program | Master of Science in Industrial Education |
| Field of Study | Production Engineering |
| Department | Production Technology Education |
| Faculty | Industrial Education and Technology |
| B.E. | 2550 |

**Abstract**

This study was an experimental research. The objectives were to construct and find an efficiency of instructional package of Injection Molding for vocational certificated students. The subjects were 20 vocational certificated students, Mold Plastic Department, the Samutprakarn Technical College. Data was collected using test: the achievement of post test and user's satisfaction. Result revealed that the instructional package of Injection Molding had an efficiency of 86.13/86, which was higher than the hypothesis set at 80/80 criteria. This would be indicated that students had higher learning effectiveness significantly different at the level of .05, and the students' satisfaction mean of sampling group was 4.51, which was at the highest level. As the results, this would be indicated that the instructional package of the Injection Molding in plastic processing subject could be efficiently applied for students to have higher efficiency learning for students.

Keywords: Instructional Package/ Efficiency of Instructional Package/ Learning Effectiveness/ Student's Satisfaction

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ผู้ทำวิจัยกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้แนวคิด คำแนะนำ ความรู้ และให้ความช่วยเหลือแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ในการวิจัยด้วยดีตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบพระคุณ ดร. ทินโน ขวัญดี ดร. สวัสดี พฤกษะตระกูล และ ผศ. คมกฤช กิตติพร ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้รวมทั้งให้คำแนะนำที่มีคุณค่ายิ่งแก่ผู้วิจัย และขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.ทวีชัย กาหสินธุ์ รศ.วันชัย แหลมหลักสกุล และ ผศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกุล ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าเพื่อเป็นประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์โดยให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาและทุกคนในครอบครัวที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือสนับสนุนมาโดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาแม่พิมพ์พลาสติก วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการทุกท่านที่กรุณาให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณพี่ๆ น้องๆ และเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือในการทำวิจัย วิทยานิพนธ์ชุดการสอนฉบับนี้ผ่านไปได้ด้วยดีย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของท่านดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

# สารบัญ


| | | หน้า |
|---|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | | ข |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | | ค |
| กิตติกรรมประกาศ | | ง |
| สารบัญ | | จ |
| รายการตาราง | | ซ |
| รายการรูปประกอบ | | ญ |
| **บทที่** | | 1 |
| **1. บทนำ** | | |
| 1.1 | ที่มาและความสำคัญของปัญหางานวิจัย | 1 |
| 1.2 | วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 3 |
| 1.3 | สมมติฐานงานวิจัย | 3 |
| 1.4 | ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย | 3 |
| 1.5 | ขอบเขตที่ใช้ในการศึกษา | 4 |
| 1.6 | ข้อตกลงเบื้องต้น | 5 |
| 1.7 | ข้อจำกัดของการวิจัย | 5 |
| 1.8 | นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย | 6 |
| **2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** | | **8** |
| 2.1 | หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545(ปรับปรุง2546) แผนกวิชาแม่พิมพ์พลาสติก | 8 |
| 2.2 | หลักสูตรวิชากระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | 10 |
| 2.3 | ความหมายของชุดการสอน | 11 |
| 2.4 | คุณค่าของชุดการสอน | 13 |
| 2.5 | แนวคิดเกี่ยวกับชุดการสอน | 16 |
| 2.6 | ประเภทของชุดการสอน | 18 |
| 2.7 | องค์ประกอบของชุดการสอน | 21 |
| 2.8 | ลักษณะของชุดการสอน | 22 |

# สารบัญ (ต่อ)


| | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.9 | การผลิตชุดการสอน | 23 |
| 2.10 | การใช้ชุดการสอน | 25 |
| 2.11 | เนื้อหาของงานฉีดพลาสติก | 26 |
| 2.12 | รูปแบบของวิธีการสอนวิชาชีพ | 26 |
| 2.13 | หลักเกณฑ์ในการเลือกสื่อการเรียนการสอน | 27 |
| 2.14 | งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ | 29 |
| **3. วิธีดำเนินงานวิจัย** | | **32** |
| 3.1 | การศึกษาเอกสารเพื่อการวิจัย | 32 |
| 3.2 | ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง | 32 |
| 3.3 | ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง | 33 |
| 3.4 | การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา | 34 |
| 3.5 | เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 46 |
| 3.6 | ขั้นตอนการสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือสำหรับที่ใช้ในการวิจัย | 49 |
| 3.7 | การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล | 54 |
| 3.8 | การวิเคราะห์ข้อมูล | 55 |
| **4. ผลการวิจัย** | | **61** |
| 4.1 | การวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงของข้อสอบ | 61 |
| 4.2 | การทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน | 62 |
| 4.3 | การทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน | 64 |
| 4.4 | การวิเคราะห์ระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนชุดการสอน | 65 |
| **5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ** | | **70** |
| 5.1 | สรุปผลการวิจัย | 70 |
| 5.2 | อภิปรายผลการวิจัย | 72 |
| 5.3 | ข้อเสนอแนะในการวิจัย | 74 |
| 5.4 | ข้อเสนอแนะในการงานวิจัยครั้งต่อไป | 75 |

# สารบัญ (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| **เอกสารอ้างอิง** | **76** |
| **ภาคผนวก** | |
| ก. รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับบทเรียนชุดการสอนเรื่อง งานฉีดพลาสติก | 84 |
| ข. รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องงานฉีดพลาสติก | 93 |
| ค. รายละเอียดแบบสอบถามเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่อง งานฉีดพลาสติก | 156 |
| ง. รายละเอียดเกี่ยวกับชุดการสอนวิชางาน กระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่องงานฉีดพลาสติก | 165 |
| จ. หนังสือเรียนเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย | 269 |
| **ประวัติผู้วิจัย** | **273** |

# รายการตาราง


| ตาราง | | หน้า |
|---|---|---|
| 3.1 | แสดงผลการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละหน่วยการเรียน | 43 |
| 4.1 | สรุปผลการหาประเมินคุณภาพด้านสื่อการเรียนการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ | 62 |
| 4.2 | แสดงผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างเรียน | 63 |
| 4.3 | แสดงการหาประสิทธิภาพของบทเรียนหลังเรียน | 63 |
| 4.4 | แสดงการหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน | 64 |
| 4.5 | แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้โปรแกรมสถิติ T-Test | 65 |
| 4.6 | สรุปผลระดับเจตคติของกลุ่มตัวอย่าง ด้านส่วนประกอบโดยทั่วไปของด้านเนื้อหา | 65 |
| 4.7 | สรุปผลระดับเจตคติของกลุ่มตัวอย่าง ด้านส่วนของผู้สอน | 66 |
| 4.8 | สรุปผลระดับเจตคติของกลุ่มตัวอย่าง ด้านส่วนของด้านเวลา | 67 |
| 4.9 | สรุปผลระดับเจตคติของกลุ่มตัวอย่าง ด้านสื่อการสอน | 67 |
| 4.10 | สรุปผลระดับเจตคติของกลุ่มตัวอย่างด้านบรรยากาศทางการเรียน | 68 |
| 4.11 | สรุปผลระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก | 68 |
| ก.2 | แบบประเมินชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่อง งานฉีดพลาสติกโดยผู้เชี่ยวชาญ | 86 |
| ก.3 | ผลการประเมินชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่อง งานฉีดพลาสติกของผู้เชี่ยวชาญ | 88 |
| ก.4 | สรุปผลรายละเอียดการพิจารณาการประเมินชุดการสอนวิชางาน กระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่อง งานฉีดพลาสติกของผู้เชี่ยวชาญ | 90 |
| ก.5 | ผลการทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง | 92 |
| ข.1 | รายละเอียดการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละ หน่วยการเรียน | 94 |
| ข.2 | แบบวิเคราะห์ความเที่ยงของข้อสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ รายละเอียดแบบการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาและระดับพฤติกรรมแต่ละข้อโดยผู้เชี่ยวชาญ | 96 |
| ข.3 | รายละเอียดการพิจารณาความเที่ยงตรงของข้อสอบแต่ละข้อโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา | 104 |

# รายการตาราง (ต่อ)


| ตาราง | | หน้า |
|---|---|---|
| ข.4 | วิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง งานฉีดพลาสติก | 108 |
| ข.5 | ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ | 129 |
| ข.6 | สรุปจำนวนข้อสอบที่ใช้ได้โดยแยกตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | 133 |
| ข.7 | แสดงกลุ่มอ่อน | 135 |
| ข.8 | แสดงกลุ่มปานกลาง | 139 |
| ข.9 | แสดงกลุ่มเก่ง | 143 |
| ข.10 | แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ | 147 |
| ข.11 | แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์ | 151 |
| ค.1 | รายละเอียดข้อมูลแบบสอบถามเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนวิชางาน กระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่อง งานฉีดพลาสติก | 157 |
| ค.2 | รายละเอียดการประเมินผลวัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนวิชา งานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่อง งานฉีดพลาสติก ของผู้เชี่ยวชาญ | 160 |
| ค.3 | แบบสรุปการประเมินผลวัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนวิชา งานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่อง งานฉีดพลาสติก โดยผู้เชี่ยวชาญ | 163 |

# รายการรูปประกอบ

**รูป** **หน้า**


3.1 แผนภูมิระดมสมอง (Brain Storm Chart) 37

3.2 แผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart) 38

3.3 แผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา(Concept Network Chart) 39

3.4 การแบ่งเนื้อหาหน่วยการเรียน 40

3.5 แผนภูมิลำดับการนำเสนอหน่วยการเรียน (Course Flow Chart) 42

3.6 การออกแบบระบบการจัดการเรียนการสอน 45

3.7 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง 47

3.8 แสดงขั้นตอนการสร้างชุดการสอนและสื่อ 50

3.9 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ 52

# บทที่ 1 บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหางานวิจัย

ปัจจุบันพลาสติกกลายมาเป็นสิ่งสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์และงานอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก ยากยิ่งนักที่จะมองหาวัสดุอื่นมาแทนที่พลาสติก ทั้งนี้เนื่องมาจากคุณสมบัติที่โดดเด่นของพลาสติกคือ มีน้ำหนักเบา ทำให้สะดวกต่อการถือหิ้วและการขนส่งตลอดจนมีความทนทานอยู่ได้เป็นเวลานาน และเนื่องจากสามารถใช้ประโยชน์ได้มากพลาสติกจึงเข้ามาแทนที่วัสดุอื่นๆเช่นโลหะต่าง ๆ และไม้ ทุกวันนี้เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันเกือบทุกชนิดล้วนแต่มีส่วนประกอบของพลาสติกทั้งสิ้น ซึ่งเราจะพบพลาสติกในรูปแบบต่างๆเช่น เครื่องใช้ในครัวเรือน เครื่องใช้ในสำนักงาน เครื่องแต่งกาย เครื่องเสริมสวยตัวอย่างเช่น ตระกร้า ขวดไวน์ จาน แก้วน้ำ ปากกา กล่องสบู่ ขันน้ำ แปรงสีฟัน ตู้กับข้าว ช้อน ชาม เป็นต้น

ในด้านอุตสาหกรรม มีการนำเอาพลาสติกมาใช้และได้ขยายวงกว้างอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่ถุงพลาสติกชิ้นละไม่กี่สตางค์ไปจนถึงชิ้นวัสดุ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีราคาสูงในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมานี้ พลาสติกมีส่วนสำคัญ ในเทคโนโลยีขั้นสูงต่างๆ เช่นด้านอุปกรณ์เครื่องจักร อุปกรณ์รถยนต์โดยการอวกาศ เสื้อกันกระสุนหรือแม้แต่ทางการแพทย์ ส่วนมากจะพบในด้านศัลยกรรม ด้านอายุรกรรม ด้านทันตกรรมและอุปกรณ์ของโรงพยาบาลตัวอย่างเช่น ฟันปลอม ลิ้นหัวใจเทียม นิ้วมือ แขนหรือขาเทียมเป็นต้น[1]

ในการพัฒนางานฉีดพลาสติก ชิ้นงานจะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับแม่พิมพ์ที่ฉีด ดังนั้นผู้ออกแบบแม่พิมพ์และช่างทำแม่พิมพ์จำมีความสำคัญต่องานนี้ คุณภาพและความเชื่อถือได้ของแม่พิมพ์ มีผลต่อความสวยงามของชิ้นงานและต้นทุนการผลิตทุกวันนี้งานฉีดพลาสติก ได้พัฒนาไปอย่างมากในระยะเวลา 25 ปี ที่ผ่านมา เครื่องฉีดพลาสติกที่มีความแม่นยำสูง เครื่องฉีดแบบสกรูอัด การนำคอมพิวเตอร์มาควบคุมเครื่องฉีด เพื่อให้การปรับตั้งและควบคุมตัวแปรในการฉีดพลาสติกเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ การผลิตพลาสติกชนิดใหม่และการปรับปรุงคุณสมบัติของพลาสติก ทำให้ฉีดชิ้นงานได้พิกัดความเพื่อที่ละเอียดและโครงสร้างมีคุณสมบัติสม่ำเสมอ [2] ดังนั้นจะต้องพัฒนาประชากรที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ ในการที่จะให้ประชากรพัฒนาประเทศและตัวเร่งที่สำคัญที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาสิ่งต่างๆในสังคม การผลิตผู้มีการศึกษา เป็นการผลิตกำลังคนเพื่อสนองความต้องการของตลาดแรงงานในอนาคตซึ่งกรมอาชีวะศึกษา เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดการศึกษาด้วยอาชีพเพื่อพัฒนาผลิตกำลังคนในระดับช่างกึ่งฝีมือ ช่างฝีมือ ช่างเทคนิค เข้าสู่ตลาดแรงงานรวมทั้งการจัดการศึกษาและฝึกอบรม[3]โดยเฉพาะที่สำคัญประเภทวิชาอุตสาหกรรมเป็นกลุ่มวิชาหนึ่งที่มีการเรียน

การสอนในระดับอาชีวะศึกษาซึ่งกล่าวได้ว่า ช่างอุตสาหกรรมมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศมาก เพราะแนวโน้มของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จะเห็นได้ว่าโครงสร้างทางเศรษฐกิจมีการเปลี่ยนแปลงไปสู่การผลิตในสาขาอุตสาหกรรมบริการเกษตรสมัยใหม่ยิ่งขึ้น จึงทำให้มีความต้องการกำลังคนระดับที่สูงขึ้น โดยเฉพาะระดับศึกษาที่สูงกว่าระดับพื้นฐาน เช่น กำลังคนที่มีฝีมือ ช่างเทคนิค และกำลังคนในระดับสูงทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี[4]

ปัญหาการเรียนการสอนวิชาช่างอุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ 2546) สาขาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง สาขางานแม่พิมพ์พลาสติก กระทรวงศึกษาธิการ ได้เปิดสอนวิชากระบวนการขึ้นรูปพลาสติก รหัส 2102-2507 วิชาพลาสติกเทคโนโลยี รหัส 2102-2508 และวิชา การเขียนแม่พิมพ์พลาสติก รหัส 2102-2509 ทั้งสามวิชานี้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยปัจจุบันนี้มากโดยเฉพาะชิชากระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเป็นวิชาที่เน้นให้นักเรียน เลือกกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกให้เหมาะสมกับงานส่วนวิชา พลาสติกเทคโนโลยีจะเน้นให้นักเรียนเลือกใช้ชนิดและกรรมวิธีขึ้นรูปพลาสติก และวิชาเขียนแบบแม่พิมพ์พลาสติกจะเน้นให้นักเรียนเข้าใจหลักการอ่านแบบภาพประกอบของแม่พิมพ์พลาสติกพร้อมทั้งปฏิบัติ ดังนั้นทั้งสามวิชาจึงมีความสัมพันธ์กันและต้องเรียนต่อเนื่องกัน แต่การสอนวิชาทั้งสามวิชาที่กล่าวมาในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอนวิชา กระบวนการขึ้นรูปพลาสติกได้ประสบปัญหาในการเรียนการสอน ดังนี้

1. ขาดอุปกรณ์ชุดการสอน และคู่มือตำราเรียน วิชากระบวนการขึ้นรูปพลาสติก
2. ความรู้พื้นฐานตลอดจนความสามารถของนักเรียนแตกต่างกัน

จากปัญหาเรื่องการเรียนการสอนต่างๆที่กล่าวมาแล้วนั้นวิจัยได้ศึกษาวิธีการแก้ไข พบว่า ทางหนึ่งจะช่วยลดปัญหาได้คือสร้างชุดการสอนวิชานี้ขึ้น โดยการศึกษาการสร้างชุดการสอนประเภทชุดการสอนแบบบรรยายหรือ ชุดการสอนสำหรับครู เป็นชุดการสอนผู้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ ภายในกล่องจะประกอบด้วยสื่อการสอนที่ใช้ประกอบบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทของครูให้พูดน้อยลง มาเป็นผู้แนะนำ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนมากยิ่งขึ้นชุดการสอนแบบบรรยายนี้จะมีเนื้อหาโดยจะแบ่งหัวข้อเป็นบรรยายและประกอบกิจกรรมตามลำดับขึ้น ดังนี้ สื่อการสอนที่ใช้จึงเป็นสื่อที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ได้แก่ ชุดการสอน(Power Point) เอกสารประกอบการบรรยายและกิจกรรมกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียน ได้อภิปรายความปัญหาและหัวข้อที่ครูกำหนดให้

ชุดการสอนที่ประกอบด้วยสื่อการศึกษาเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาโดยการเข้าใจเนื้อหาวิชาของผู้เรียนและสามารถขจัดข้อบกพร่องของการสอนแบบเก่าๆได้ด้วยความ

ชัดเจนของเนื้อหา และความสนใจต่อการเรียน การตื่นตัวในการแสดงความคิดเห็นและส่งเสริมให้เกิดแนวคิดได้อย่างสมบูรณ์ก็จะทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างแท้จริง [5]

จากผลการวิจัย และลักษณะเด่นของชุดการสอนแบบบรรยายหรือชุดการสอนสำหรับครู ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างชุดการสอน เรื่อง การฉีดพลาสติกเพื่อช่วยลดปัญหาต่างๆ ในวิชากระบวนการขึ้นรูปพลาสติก

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

**1.2.1** เพื่อสร้างชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่องงานฉีดพลาสติก และหาประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้น

**1.2.2** เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของผู้เรียนจากชุดการสอนที่สร้างขึ้น

**1.2.3** วัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนที่สร้างขึ้น

## 1.3 สมมติฐานงานวิจัย

**1.3.1** ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ การเรียนอยู่ในเกณฑ์ 80/80

**1.3.2** ผู้เรียนที่เรียนชุดการสอนนี้จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

**1.3.3** เจตคติของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนอยู่ในระดับเจตคติมาก

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

**1.4.1** ได้ชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพวิชากระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่องงานฉีดพลาสติกของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร สาขางานแม่พิมพ์พลาสติก

**1.4.2** ชุดการสอนสามารถนำมาทดแทน ใช้แทนครูผู้สอนได้

**1.4.3** ใช้เป็นแนวทางในการทำงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องได้

## 1.5 ขอบเขตที่ใช้ในการศึกษา

**1.5.1** การวิจัยนี้จะมุ่งสร้างชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก ในการเรียนวิชากระบวนการขึ้นรูปพลาสติก หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546)ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาการเครื่องมือกลและซ่อมบำรุงกระทรวงศึกษาธิการ

**1.5.2** ประชากร ได้แก่นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่ลงทะเบียนเรียนวิชากระบวนการขึ้นรูปพลาสติก สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

**1.5.3** กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)ปีที่2 สาขางานแม่พิมพ์พลาสติก วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ ในภาคเรียนที่2 ปีการศึกษา 2550จำนวน 30 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจงมีจำนวน 2 กลุ่มตัวอย่างดังนี้

**1.5.3.1** กลุ่มตัวอย่างที่ 1 จำนวนนักเรียน(ปวช.) 10 คนที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้วเพื่อนำมาหาคุณภาพของข้อสอบ

**1.5.3.2** กลุ่มตัวอย่างที่ 2 จำนวนนักเรียน(ปวช.) 20 คนเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**1.5.4** ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยประกอบด้วย

**1.5.4.1** ตัวแปรต้นได้แก่ (Independent Variables) คือ

1. ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่องงานฉีดพลาสติก
2. แบบการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบสอบถามวัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอน

**1.5.4.2** ตัวแปรตาม(Dependent Variables) คือ -

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ในชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก
2. เจตคติผู้เรียนที่มีต่อ ชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก

**1.5.4.3** เนื้อหาของชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก

เนื้อหาของชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติกวิชากระบวนการขึ้นรูปพลาสติกของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานแม่พิมพ์พลาสติกวิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการประกอบไปด้วย 3 หน่วยการเรียนคือ

หน่วยการเรียนที่ 5 วัฏจักรในการฉีดพลาสติก(The Moulding Cycle)

หน่วยการเรียนที่ 6 การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุดต่อ1รอบ(Mould Cycle Optimization)

หน่วยการเรียนที่ 7 ข้อบกพร่องในชิ้นงานพลาสติก (Moulding Faults)

**1.5.5** ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง จำนวน 6 ชั่วโมง โดยการทดสอบก่อนเรียน0.5 ชั่วโมง ดำเนินการเรียนการสอน 5 ชั่วโมง และทำการทดสอบหลังเรียน 0.5 ชั่วโมง

## 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

**1.6.1** ผลการเรียนงานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก งานฉีดพลาสติกจากชุดการสอนนี้ได้มาจากการวัดผลและเกณฑ์การให้คะแนนอย่างยุติธรรมของผู้เรียน ฉะนั้นผลการเรียนที่นำมาใช้ในการ วิจัยในครั้งนี้จึงถือว่าเชื่อถือได้

**1.6.2** ผลการเรียนงานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก งานฉีดพลาสติกจากชุดการสอนของผู้เรียน ที่ได้จากการทดลองใน การวิจัยครั้งนี้ถือว่าเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของผู้เรียน

## 1.7 ข้อจำกัดของการวิจัย

**1.7.1** งานวิจัยนี้ถูกจำกัดเฉพาะนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) สาขางานแม่พิมพ์พลาสติก สาขาวิชาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550

## 1.8 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

**1.8.1** ชุดการสอนหมายถึง ชุดการสอนวิชากระบวนการขึ้นรูปพลาสติกหน่วยที่ 5, 6, 7 ภายในชุดการสอนสื่อการสอน ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วย มาช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

**1.8.2** นักเรียนหรือผู้เรียน หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)ปีที่ 2 สาขางานแม่พิมพ์พลาสติก ของวิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการปีการศึกษา 2550 จำนวน20 คนที่ลงทะเบียนเรียนวิชากระบวนการขึ้นรูปพลาสติก รหัสวิชา 2102-2507

**1.8.3** ประสิทธิภาพของชุดการสอน หมายถึง คุณภาพของชุดการสอนซึ่งวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนักเรียนที่เรียนเรื่องงานฉีดพลาสติกผ่านมาแล้ว

**1.8.4** ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง คุณภาพของชุดการสอน ซึ่งวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนในการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและทดสอบหลังเรียนเรื่องงานฉีดพลาสติกซึ่งวัดด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ แบบทดสอบมีลักษณะเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ4 ตัวเลือก

**1.8.5** เกณฑ์ที่กำหนด 80/80หมายถึงผลสัมฤทธิ์ของชุดการสอน
80 ตัวแรก (E1) หมายถึงคะแนนที่นักเรียนสามารถตอบคำถามในแบบฝึกหัดหน่วยเรียนระหว่างเรียนได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง (E2) หมายถึงคะแนนที่นักเรียนสามารถทำข้อสอบภายหลังจากชุดการสอนแต่ละหน่วยเรียน ได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยเป็นร้อยละ

**1.8.6** แบบทดสอบก่อนเรียน (Post-test) หมายถึงเครื่องมือที่สร้างขึ้นใช้วัดความรู้พื้นฐานผู้ เรียนก่อนเรียน

**1.8.7** แบบทดสอบระหว่างหน่วยเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดระดับความรู้ของผู้เรียนหลังจากที่ได้เรียนจบแต่ละหน่วยแล้ว

**1.8.8** แบบทดสอบหลังเรียน(Pre-test) หมายถึง เครื่องมือที่สร้างขึ้นสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากชุดการสอนทั้งสามหน่วย

**1.8.9** เจตคติ(Attitude)หมายถึงความรู้สึกของผู้เรียน กลุ่มทดลองที่มีต่อชุดการสอน

**1.8.10** แผนการสอนหรือแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้วิจัยเชิงทดลอง ในการสอนวิชากระบวนการขึ้นรูปพลาสติกหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ 2546)

# บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในการสร้างชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาแม่พิมพ์พลาสติก วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ แบ่งเป็นหัวข้อเรื่องดังนี้

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545(ปรับปรุง2546) แผนกวิชาแม่พิมพ์พลาสติก

2.2 หลักสูตรวิชากระบวนการขึ้นรูปพลาสติก

2.3 ความหมายของชุดการสอน

2.4 คุณค่าของชุดการสอน

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับชุดการสอน

2.6 ประเภทของชุดการสอน

2.7 องค์ประกอบของชุดการสอน

2.8 ลักษณะของชุดการสอน

2.9 การผลิตชุดการสอน

2.10 การใช้ชุดการสอน

2.11 เนื้อหาของงานฉีดพลาสติก

2.12 รูปแบบของวิธีการสอนวิชาชีพ

2.13 หลักเกณฑ์ในการเลือกสื่อการเรียนการสอน

2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ

## 2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545(ปรับปรุง2546) แผนกวิชาแม่พิมพ์พลาสติก

ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545(ปรับปรุง 2546) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขางานแม่พิมพ์พลาสติก

### 2.1.1 จุดประสงค์

1. เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับภาษา สังคม วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ สุขศึกษาพลานามัย นำมาใช้ในการพัฒนาตนเองและวิชาชีพให้มีความเจริญก้าวหน้า

2. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการในงานอาชีพสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิชาชีพ เครื่องกล และซ่อมบำรุงให้ทันต่อเทคโนโลยี และมีความเจริญก้าวหน้าในอาชีพ

3. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการ และกระบวนการทำงานในกลุ่มงานพื้นฐานอุตสาหกรรมการอ่านและเขียนแบบเทคนิคการเลือกใช้วัสดุ งานปรับและใช้เครื่องมือกล งานไฟ ฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

4. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการในการอ่านแบบ เขียนแบบเครื่องกล ควบคุมการทำงานเครื่องมือกลทั่วไป เครื่องมือกลอัตโนมัติในการผลิตชิ้นส่วนเครื่องมือและอุปกรณ์การใช้เครื่องมือวัดละเอียดและงานตรวจสอบงานเครื่องมือกล

5. เพื่อให้มีความเข้าใจในการสร้าง ประกอบ ปรับฟิตซ่อมบำรุงรักษาแม่พิมพ์พลาสติก

6. เพื่อให้สามารถสร้าง ประกอบ ปรับฟิต ซ่อมบำรุงรักษาแม่พิมพ์พลาสติก

7. เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานช่างสร้างแม่พิมพ์พลาสติกในสถานประกอบการ ประกอบอาชีพอิสระและใช้ความรู้และทักษะพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นได้

### 2.1.2 มาตรฐานวิชาชีพ

1. สื่อสาร แสวงหาความรู้เสริมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างภาษากับเทคนิคในงานอาชีพ

2. ใช้หลักธรรมทางศาสนา วัฒนธรรม ค่านิยม คุณธรรมทางสังคม ตลอดจนการสร้างเสริมสุขภาพพลานามัยและการป้องกันโรคกับตัวเองและครอบครัว

3. แก้ปัญหาโดยใช้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการแก้ปัญหา

4. ดำเนินงานจัดการธุรกิจขนาดย่อม บริหารงานคุณภาพ เพิ่มผลผลิตขององค์กร สิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัยในองค์กรและชุมชน

5. ใช้คอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพ

6. อ่านแบบ เขียนแบบเทคนิคและเลือกใช้วัสดุอุตสาหกรรม

7. ประกอบ ทดสอบวงจรและอุปกรณ์ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

8. เชื่อมโลหะและขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นเบื้องต้น

9. ถอดตรวจสอบและประกอบชิ้นส่วนเครื่องยนต์

10. ปรับแปรรูปและขึ้นรูปงานด้วยเครื่องมือกล

11. อ่านแบบ เขียนแบบ สัญลักษณ์มาตรฐาน

12. ควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี

13. วัดตรวจสอบชิ้นงานด้วยเครื่องมือวัดละเอียด

14. ควบคุมเครื่องจักรกลผลิตแม่พิมพ์พลาสติก

15. วัดตรวจสอบแม่พิมพ์พลาสติกด้วยเครื่องมือวัดละเอียด

### 2.1.3 โครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546)

ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขางานแม่พิมพ์พลาสติกผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2545(ปรับปรุง2546) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขางานแม่พิมพ์ พลาสติก จะต้องศึกษารายงานวิชาจากหมวดวิชาต่างๆและเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลัก สูตร ดังโครงสร้างต่อไปนี้

| | |
|---|---|
| 1. หมวดวิชาสามัญ ไม่น้อยกว่า | 28 หน่วยกิต |
| 1.1 วิชาสามัญทั่วไป | 18 หน่วยกิต |
| 1.2 วิชาสามัญพื้นฐานวิชาชีพ | 10 หน่วยกิต |
| 2. หมวดวิชาชีพ ไม่น้อยกว่า | 66 หน่วยกิต |
| 2.1 วิชาชีพพื้นฐาน | 25 หน่วยกิต |
| 2.2 วิชาชีพสาขาวิชา | 18 หน่วยกิต |
| 2.3 วิชาชีพสาขางาน | 19 หน่วยกิต |
| 2.4 โครงการ | 4 หน่วยกิต |
| 3. หมวดวิชาเลือกเสรี ไม่น้อยกว่า | 10 หน่วยกิต |
| 4. ฝึกงาน(ไม่น้อยกว่า 1ภาค) | |
| 5. กิจกรรมเสริมหลักสูตร ไม่น้อยกว่า 200 ชั่วโมง | |
| รวมไม่น้อยกว่า 104 หน่วยกิต | |

## 2.2 หลักสูตรวิชากระบวนการขึ้นรูปพลาสติก

สำนักงานคณะกรรมการอาชีวะศึกษาจัดหลัดสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรมสาขางานแม่พิมพ์พลาสติก ได้มีการจัดการเรียนการสอนวิชากระบวนการขึ้นรูปพลาสติก รหัสวิชา 2102-2507 จำนวน 2 หน่วยกิต เป็นเวลา2ชั่วโมงต่อสัปดาห์นั้นจัดอยู่ในหมวดวิชาชีพกลุ่มวิชาชีพสาขางาน มีรายละเอียดดังนี้

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการขึ้นรูปพลาสติก
2. เพื่อให้สามารถเลือกกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกให้เหมาะสมกับงาน
3. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงานที่มีระบบแบบแผน มีความปลอดภัยมีความรับผิดชอบต่อตนเอง และส่วนรวม

มาตรฐานรายวิชา

1. เข้าใจหลักการขึ้นรูปพลาสติก
2. เลือกใช้ชนิดของพลาสติก
3. เลือกกรรมวิธีขึ้นรูป

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการของกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก ด้วยเครื่องจักรกลพลาสติกชนิดต่างๆ การเลือกเครื่องจักรขึ้นรูปให้เหมาะสมกับประเภทของพลาสติก

หน่วยการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก

หน่วยที่ 1 เครื่องฉีดพลาสติก (The Injection Moulding)

หน่วยที่ 2 รายละเอียดเครื่องฉีดพลาสติก (Machine Specfications)

หน่วยที่ 3 ตัวควบคุมเครื่องฉีด (The Control System)

หน่วยที่ 4 การเปลี่ยนติดตั้งแม่พิมพ์ฉีด (Mould Changing)

หน่วยที่ 5 วัฏจักรในการฉีดพลาสติก (The Moulding Cycle)

หน่วยที่ 6 การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุดต่อ 1รอบ (Mould Cycle Optimization)

หน่วยที่ 7 ข้อบกพร่องในชิ้นงานฉีดพลาสติก (Moulding Faults)

หน่วยที่ 8 อุปกรณ์เครื่องมือช่วยพิเศษ (Auxiliary Eguipment) เนื้อหาวิชาที่นำมาสร้างชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติกอยู่ใน

หน่วยที่ 5 เรื่อง วัฏจักรในการฉีดพลาสติก

หน่วยที่ 6 เรื่อง การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุดต่อ 1รอบ

หน่วยที่ 7 เรื่อง ข้อบกพร่องในชิ้นงานฉีดพลาสติก [6]

## 2.3 ความหมายของชุดการสอน

ชุดการสอนมาจากคำในภาษาอังกฤษที่มีชื่อเรียกต่างๆกันเช่น Instructional Package หรือ Instructional Kits, Learning Package ซึ่งเป็นที่รู้จักและได้รับความสนใจจากนักศึกษาและผู้สนใจทั่วไปอย่างมาก โดยมีผู้ให้ความหมายของชุดการสอนไว้หลายท่านดังนี้

ชุดการสอน คือ วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เลือกสรรแล้ว อันประกอบด้วยจุดมุ่งหมายเนื้อหาและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลาย ตลอดจนกิจกรรมต่างๆ ที่รวมไว้เป็นระเบียบในกล่องการสอน เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาประสบการณ์ทั้งหมดนี้อย่างได้ผลยิ่ง [7]

ชุดการสอน หมายถึง ระบบการผลิตและสื่อการเรียนต่างๆ ที่สัมพันธ์กับเนื้อหามาส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ ตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น[8] ชุดการสอนเป็นสื่อประสมที่จัดให้สัมพันธ์กับเนื้อหาและประสบการณ์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจัดไว้เป็นชุดและมีคู่มือการใช้และคำแนะนำรวมทั้งส่วนการเรียนการสอนที่จำเป็นไว้ครบถ้วน [9]

ชุดการสอน หมายถึง การนำวัสดุอุปกรณ์ในรูปของสื่อการเรียนแบบประสมมาช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพขึ้น สามารถเกิดการเรียนรู้ด้วยการฝึกฝนตนเองเป็นลำดับขั้นตอน และผู้เรียนจะได้มีโอกาสช่วยเหลือกันเมื่อมีการเรียนเป็นกลุ่มจนสามรถ บรรลุจุดประสงค์ของบทเรียนแต่ละเรื่องได้ [10]

ชุดการสอน เป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งซึ่งเป็นชุดการสื่อประสม(Multi-Media)(หมายถึง สื่อการสอนตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปรวมกันเพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ตามที่ต้องการ สื่อที่นำมาใช้ร่วมกันนี้จะช่วยเสริมประสบการณ์ซึ่งกันและกันตามลำดับที่จัดเอาไว้) ที่จัดขึ้นมาสำหรับหน่วย การเรียนตามหัวข้อเนื้อหา และประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ โดยจัดเอาไว้เป็นชุดๆบรรจุอยู่ในซองหรือกระเป๋าแล้วแต่ผู้สร้างจะทำขึ้น [11]

นอกจากนี้ยังมีผู้ให้ความหมายของชุดการสอนไว้ในเอกสารต่างประเทศดังนี้

1. ชุดการสอนเป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียนซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำให้นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันจนบรรลุพฤติกรรมอันเป็นผลการเรียนรู้ การรวบรวมเนื้อหาที่นำมาสร้างชุดการสอนนั้น ได้มาจากขอบข่ายของความรู้ที่หลักสูตรต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ และเนื้อหาจะต้องเรียนและชัดเจน ที่จะสื่อความหมายให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมตามเป้าหมาย ของการเรียนด้วย [12]

2. ชุดการสอน หมายถึง วิธีการที่สำคัญอย่างหนึ่งในการนำเอาทรัพยากรต่าง ๆ มาใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนอย่างมีระบบ เพื่อให้ผู้เรียนได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตรงตามเป้าหมายของเนื้อหาตามหลักสูตร [13]

3. ชุดการสอน เป็นชุดของวัสดุ อุปกรณ์ และกระบวนกรเรียน เกี่ยวกับการเรียนการสอนที่ประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐานได้แก่วัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียน และการประเมินผล [14]

4. ชุดการสอน หมายถึง โปรแกรมทางการสอนทุดอย่างที่จัดไว้โดยเฉพาะ มีวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอน อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน คู่มือ เนื้อหา แบบทดสอบข้อมูลที่บอกความ เที่ยงตรงและมี

จากความหมายของชุดการสอนที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า ชุดการสอนหมายถึงระบบการนำสื่อประสมที่มีสื่อหลายชนิดรวมกัน เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาใช้เป็นเครื่องช่วยสอน โดยสร้างขึ้นอย่างมีระบบภายในของเขตเนื้อหาที่กำหนดไว้ เพื่อช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น แต่ไม่ว่าจะมีรูปแบบใด ก็มีจุดประสงค์เพื่อเป็นสื่อกลางช่วยให้เกิดความสะดวกแก่ผู้สอนและผู้เรียนทั้งสิ้น

## 2.4 คุณค่าของชุดการสอน

ชุดการสอนไม่ว่าจะเป็นประเภทใดย่อมมีคุณค่าการเพิ่มคุณภาพในการเรียนการสอน หากผ่านระบบการผลิตที่มีการทดสอบและวิจัยมาแล้ว คุณค่าของชุดการสอนสรุปได้ดังนี้คือ

วิจิตร ศรีสะอ้าน [16]ได้สรุปประโยชน์ของชุดการสอนไว้ว่า

1. ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองตามความสามารถ
2. สนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคลได้เป็นอย่างดี โดยเด็กเรียนช้าจะไปได้ช้าส่วนเด็กที่เรียนเร็วก็จะไปได้เร็ว
3. ช่วยแบ่งเบาภาระครู ทำให้มีเวลาเตรียมบนเรียนที่ต้องการความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น

สุนันท์ ปัทมาคม [17] ได้กล่าวถึงผลดีของการใช้ชุดการสอนไว้ ดังนี้

1. ทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ เพราะผู้สร้างชุดการสอนจะทดลองใช้ชุดการสอนจนกว่าจะแน่ใจว่าได้ผลดี จึงนำออกใช้ทั่วไป
2. ทำให้ลดภาระของผู้สอน เพราะการเรียนการสอนจะเป็นไปตามลำดับขั้นที่บอกไว้ ผู้สอนสามารถนำไปใช้ได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องทำเพิ่มเติมอะไรอีก
3. ได้ความรู้ในแนวเดียวกัน การมีผู้สอนหลายคนในชีวิตเดียวกัน จะเกิดความแตก ต่างกันในด้านประสิทธิภาพของการสอน ชุดการสอนจะแก้ปัญหาในเรื่องนี้ได้ดี ไม่ว่าจะมีผู้เรียนมากหรือน้อยก็แก้ปัญหาได้
4. มีวัตถุประสงค์บอกไว้ชัดเจน
5. มีกิจกรรมการเรียนการสอน ตลอดจนข้อแนะนำในการทำกิจกรรม พร้อมทั้งอุปกรณ์ครบถ้วน
6. มีข้อทดสอบประเมินผล สำหรับวัดผลการเรียนไว้ครบถ้วน
7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของแต่ละคน ซึ่งจะแตกต่างกัน ชุดการสอนจะช่วยให้ทุกคนได้ประสบผลสำเร็จในการเรียนได้ทั้งสิ้น ตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน
8. ชุดการสอนช่วยสร้างเสริมและจูงใจให้เกิดการเรียนแบบต่อเนื่อง

วิชัย วงษ์ใหญ่ [18] ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการสอนไว้ว่า

1. ช่วยอำนวยความสะดวกในการสอนของครู ทำให้การเรียนการสอนมีประ สิทธิภาพมากขึ้น

2. แก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคล ส่งเสริมการศึกษาเป็นรายบุคคลและ ความสนใจตามเวลาและโอกาสที่เอื้ออำนวยต่อผู้เรียน

3. ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู โดยชุดการสอนทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้โดยอาศัยความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อย ส่วนใหญ่จะเรียนด้วยตนเอง ครูคนหนึ่งสามารถสอนนักเรียนได้จำนวนมากขึ้น

4. ช่วยในการจัดการศึกษานอกระบบ

ลัดดา ศุขปรีดี [19] ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการสอนไว้ดังนี้

1. ชุดการสอนช่วยลดภาระของผู้สอน เมื่อมีชุดการสอนสำเร็จรูป ครูจะ ดำเนินการตามคำแนะนำที่บอกไว้ ครูไม่จำเป็นต้องเสียเวลาทำสื่อการสอนใหม่ ทำให้ครูมีเวลาเตรียมการสอนค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเหนือจากเนื้อหาตามชุดการสอน ทำให้ครูประสบการณ์กว้างขวางมีผลต่อประสิทธิภาพในการสอนของครูด้วย

2. ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในแนวเดียวกัน ครูแต่ละคนมีความรู้ความรู้ ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้แตกต่างกัน เด็กอาจได้รับความรู้และรายละเอียดไม่เท่ากัน ชุดการสอนมีจุดหมายชุดเจนเป็นพฤติกรรม มีข้อแนะนำทำกิจกรรมและใช้สื่อการสอน รวมทั้งมีข้อประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนไว้อย่างพร้อมมูล

3. ชุดการสอนจะช่วยแก้ปัญหาเด็กเรียนช้าได้ เนื่องจากการเรียนจากชุดการ สอนไม่มีการเร่งให้เด็กเรียนทันเพื่อน แต่เด็กที่เรียนด้วยชุดการสอนจะ มีการประเมินผลตัวเองอยู่ตลอดเวลาและจะพยายามปรับปรุงตัวเองขึ้น เรื่อยๆ และเด็กจะต้องประกอบกิจกรรมกลุ่มจะช่วยให้เด็กเรียนช้าได้ รับการช่วยเหลือจากเพื่อนๆ ในกลุ่ม เป็นการฝึกการทำงานร่วมกับผู้ อื่นและฝึกความมีมนุษย์สัมพันธ์กับสมาชิกในกลุ่มด้วย

ลัดดา ศุขปรีดี [20] ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการสอนดังนี้

1. ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ ที่สลับซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรมสูงเช่น การทำงานของเครื่องกล อวัยวะในร่างกาย การเติมโตของสัตว์ชั้นต่ำและอื่น ๆ ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่อยทอดด้วยการบรรยายได้ดี

2. ช่วยเร้าความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดการสอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนเองและสังคม

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงความรู้ด้วยตนเองและการมีความรับผิดชอบต่อคนตนเองสังคม

4. ช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจแก่ผู้สอน เพราะชุดการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่สามารถหยิบใช้ได้ทันทีโดยเฉพาะผู้ที่ไม่ค่อยมีเวลาในการเตรียมการสอนล่วงหน้า

5. ทำให้การเรียนการสอนของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน ชุดการสอนสามารถทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตลอดเวลา ไม่ว่าผู้สอนจะมีสภาพหรือมีความขัดข้องทางอารมณ์มากน้อยเพียงใด

6. ช่วยให้การเรียนเป็นอิสระจากบุคลิกภาพของผู้สอน เนื่องจากชุดการสอนทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้แทนครู แม้นจะพูดหรือสอนไม่เก่งผู้เรียนก็สามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพจากชุดการสอนที่ได้ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพมาแล้ว

7. ในกรณีที่ครูขาด ครูคนอื่นก็สามารถสอนแทนได้โดยใช้ชุดการสอนซึ่งมีเนื้อหาวิชาอยู่ในชุดการสอนเรียบร้อยแล้ว โดยครูผู้สอนแทนไม่ต้องเตรียมตัวมากนัก

8. สำหรับชุดการสอนรายบุคคลและชุดการสอนทางไกล จะช่วยให้การศึกษามวลชนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพราะผู้เรียนสามารถเรียนได้เองที่บ้านไม่ต้องเรียนที่มหาวิทยาลัย

ชม ภูมิภา [21] ได้ให้ความคิดเห็นเรื่องคุณค่าหรือประโยชน์ของชุดการสอนไว้ดังนี้

1. ชุดการสอนกำหนดบทบาทการกระทำของครูฝ่ายเดียว นักเรียนรู้จุดหมายในการเรียนชัดเจนและได้รู้ด้วยการกระทำ

2. ผลการเรียนรู้นั้นย่อมต้องการผลการเรียนในทุกพิสัย นั่นคือ พุทธพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ชุดการสอนที่ดีนั้นจะต้องพิจารณาในเรื่องนี้และบรรดาสื่อการสอนนั้นก็จะต้องมีหลายประเภท เป็นลักษณะสื่อประสมหลายอย่างย่อมจะสนองความแตกต่างของบุคคลและเพิ่มพูนความสมบูรณ์ให้แก่การเรียนรู้

3. ชุดการสอนเป็นกระบวนการที่ครบทั้งระบบ เริ่มต้นตั้งแต่จุดมุ่งหมาย กระบวนการสอนและการประเมินผล และย่อมจะมีประสิทธิภาพมากเพราะได้ผ่านการทดลองหาประสิทธิภาพแล้ว

ประหยัด จิระพงศ์ [22] ได้เสนอคุณค่าของชุดการสอนไว้ ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้สอนและผู้มีความมั่นใจในการดำเนินการเรียนการสอน เพราะลดเวลา ในการเตรียมตัวล่วงหน้า

2. ช่วยแก่ปัญหาในกรณีขาดแคลนครู

3. สามารถถ่ายทอดประสบการณ์ได้อย่างประสิทธิภาพ

4. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง และมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างแท้จริง ชุดการสอนรายบุคคลและชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม

5. ช่วยสนับสนุนการจัดการศึกษานอกระบบ เพราะชุดการสอนเอื้อต่อการใช้ทั้งในแง่ของเวลาและสถานที่

6. สิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้มีการที่บูรณาการเป็นอย่างดี จึงทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า ชุดการสอนมีคุณค่าหลายประการด้วยกัน โดยเฉพาะคุณค่าของชุดการสอนแบบประกอบการบรรยายหรือชุดการสอนสำหรับครู ซึ่งช่วยให้ครูทำการสอนได้อย่างสะดวกมากขึ้นและทำให้การสอนเป็นไปอย่างมีแบบอย่างที่เป็นมาตรฐาน สามารถทำการสอนด้วยความมั่นใจมีประสิทธิภาพจึงกล่าวได้ว่า ชุดการสอนมีประโยชน์ในการช่วยแก้ปัญหาการสอนทำให้การสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

## 2.5 แนวคิดเกี่ยวกับชุดการสอน

ชุดการสอนเป็นนวัตกรรมการใช้สื่อการสอน ที่เริ่มมีบทบาทต่อการเรียนการสอนทุกระดับในปัจจุบันและอนาคตเพราะชุดการสอนเป็นแนวนวัตกรรมที่เกิดจากแนวความคิดใหม่ทางการศึกษาที่จะช่วยแก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ [23] ได้เสนอแนวคิดที่นำมาสู่การผลิตชุดการสอนดังนี้

1. แนวคิดที่ 1 เป็นแนวความคิดตามหลักจิตวิทยาเกี่ยวกับทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษาได้นำมาแนวคิดมาจัดการสอนโดนคำนึงถึง ความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ ด้วยวิธีการจัดการสอนรายบุคคลหรือการศึกษาเอกัตภาพ

2. แนวคิดที่ 2 เป็นแนวคิดที่พยามจะเปลี่ยนการเรียนการสอนจากแผนเดิมที่ยึดครูเป็นศูนย์กลางและ แหล่งความรู้ มาเป็นแบบการจัดประสบการณ์และสื่อประสมที่ตรงตามเนื้อหาวิชาในรูปของชุดการ สอน โดยให้นักเรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองจากชุดการสอน โดยมีครูเป็นเพียงผู้แนะนำหรือช่วยเหลือเท่านั้น

3. แนวคิดที่ 3 เป็นแนวคิดที่พยายามจะจัดระบบการผลิตและการใช้สื่อการสอนให้เป็นในรูปของสื่อ ประสม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปลี่ยนจากการใช้สื่อเพื่อ “ช่วยครูสอน” มาเป็นการ “ช่วยนักเรียนเรียน”

4. แนวคิดที่ 4 เป็นแนวคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ ที่พยามจะสร้างปฏิกิริยาสัมพันธ์ให้เกิดขึ้นระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับสภาพแวดล้อม โดยนำสื่อการสอนและทฤษฎีกระบวนการกลุ่มมาใช้ในรูปของชุดการสอน

4. แนวคิดที่ 4 เป็นแนวคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ ที่พยามจะสร้างปฏิกิริยาสัมพันธ์ให้เกิดขึ้นระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับสภาพแวดล้อม โดยนำสื่อการสอนและทฤษฎีกระบวนการกลุ่มมาใช้ในรูปของชุดการสอน

5. แนวคิดที่ 5 เป็นแนวคิดที่รู้จักจิตวิทยาการเรียนรู้มาจัดสภาพการเรียนการสอน โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนกระทำดังต่อไปนี้

5.1 ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง ตั้งแต่เริ่มต้นศึกษากิจกรรมที่จะต้องเรียน ลงมือปฏิบัติกิจกรรม และการอภิปรายผลที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง

5.2 มีทางทราบว่าการตัดสินใจหรือการทำงานของตนถูกหรือผิดได้ทันที เพราะมีระบบการตรวจสอบผลของการเรียนหรือกิจกรรมอยู่ตลอด

5.3 มีการเสริมแรงบวกที่ทำให้นักเรียนภาคภูมิใจที่ได้ทำถูกหรือคิดถูก อันจะทำให้กระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคต

5.4 ได้ค่อยๆเรียนรู้ไปทีละขั้นตามความสามารถใจของนักเรียนเองโดยไม่ต้องมีใครบังคับ การจัดสภาพการณ์ที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ตามนัยกล่าวข้างต้องมีเครื่องมือช่วยให้บรรลุจุดหมายปลายทาง โดยจัดการสอนแบบโปรแกรมในรูปของกระบวนการ และใช้ชุดการสอนเป็นเครื่องมือสำคัญ

จากแนวคิดดังกล่าวสรุปได้ว่าการสร้างชุดการสอนได้ยึดหลักการทฤษฎีทางการศึกษาหลายอย่างมาช่วยในการประกอบในการสร้าง เช่น การยึดหลักทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคลหลักการยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง หลักการใช้โสตทัศนูปกรณ์ หลักการสอนโดยใช้กลุ่มสัมพันธ์และยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ มาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน ดังนั้นถ้าหากการสร้างชุดการสอนได้คำนึงถึงหลักการและทฤษฎีดังกล่าวจะช่วยทำให้ชุดการสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพต่อการเรียน การสอนมากยิ่งขึ้น

วาสนา ชาวหา [24] ได้เสนอแนวคิดในการผลิตชุดการสอนไว้ดังนี้

1. แนวคิดในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล หรือบางครั้งใช้ว่า เอกัตบุคคลซึ่งเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าคนเราเกิดมาไม่เหมือนกัน จะแตกต่างกันในด้านรูปร่าง สติปัญญา ความคิดความรู้สึก ดังนั้นการเรียนการสอนจึงต้องคำนึงถึงความสามารถความถนัดหรือทัศนคติและวัยเป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถและเป็นไปตามอัตราเร็วหรือช้าของแต่ละคน ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดมีการเรียนด้วยชุดการสอนขึ้น

2. แนวความคิดในเรื่องความพร้อม ซึ่งเดิมเชื่อว่าเด็กจะเรียนได้เมื่อมีความพร้อม แต่ปัจจุบันผลการวิจัยทางจิตวิทยาการเรียนรู้ชี้ให้เห็นว่า ความพร้อมในการเรียนเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ถ้าเราสามารถจัดบทให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน คำนึงถึงการจัดลำดับเนื้อหา การใช้ภาษาสื่อ

ความพร้อมโดยการให้เด็กขีดเส้นต่างๆ ฝึกใช้มือในการจับต้องในลักษณะต่างๆ ได้ เช่น พับ ตัด ระบายสี เพื่อเตรียมความพร้อมในการใช้กล้ามเนื้อมือ ซึ่งอาจจะใช้แบบฝึกหัดในลักษณะของชุดการสอนได้

3. แนวคิดในเรื่องการใช้เวลาในการศึกษาให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา แต่ละประเภทและเป็นไปตามความสามารถของแต่ละคน อาจจะใช้เวลาในการศึกษาไม่เท่ากัน ลักษณะแนวคิดนี้จะนำมาเป็นหลักเกณฑ์หนึ่งในการชุดการสอนขึ้นใช้ให้เหมาะสม

4. แนวคิดในเรื่องการขยายตัวทางวิชาการ และการเพิ่มจำนวนของผู้เรียน เพื่อให้การเรียนการสอนก้าวหน้า การสร้างชุดการสอนขึ้นใช้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในเรื่องดังกล่าวได้ นอกจากนี้ยังมีผู้กล่าวในเรื่องแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการสร้างชุดการสอน ไว้ในเอกสารต่างประเทศดังนี้

เอฟสเตน [25] สรุปว่า บทเรียนโปรแกรมและบทเรียนสำเร็จรูปอื่นๆ สร้างโดยอาความเชื่อของสกินเนอร์ (Skinner) ในทฤษฎีการเสริมแรงหลักการตอบสนอง และกฎการการตอบสนองของธอร์นไดค์ (Thorndike)ดังนั้นการสร้างบทเรียนชุดการเรียนการสอนวิ่งมีหลักการสร้างคลายคลึงกัน จึงต้องอาศัยความเชื่อของสกินเนอร์และกฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ ด้วยซึ่งจะทำให้บทเรียนนั้นน่าสนใจเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

ดีเทอร์ไลน์ [26] ได้กล่าวถึงการใช้กฎการเสริมแรงเป็นแนวคิดของการสร้างชุดการเรียนการสอนและบทเรียนโปรแกรมว่า การเสริมแรง(Reinforcement)เป็นสิ่งเร้าทำให้เกิดการตอบสนอง สิ่งเร้าชนิดเดียวกันจะทำให้เกิดการตอบสนองชนิดเดียวกัน การตอบสนองที่ถูกต้องเป็นการเสริมแรงได้เช่นกัน เพราะเมื่อนักเรียนทราบว่าสิ่งที่เขาตอบนั้นถูกต้อง ทำให้เด็กสามารถเรียนต่อไปได้ สิ่งนี้จะเป็นการเสริมแรงให้เด็กตั้งใจเรียน และทำกิจกรรม อย่างระมัดระวังและเมื่อสิ่งเร้าเป็นเนื้อหาวิชาในแต่ละบทเรียนที่ต้องเรียน เด็กสามารถเรียนรู้ได้ ก็จะทำให้เด็กตั้งใจเรียน พฤติกรรมการเรียนก็จะเปลี่ยนไปตามสิ่งเร้าคือเนื้อหาที่กำหนดให้นักเรียนด้วย

## 2.6 ประเภทของชุดการสอน

นักเรียนศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของชุดการสอนไว้แตกต่างกันดังนี้

สุนันท์ สังอ่อง [27] แบ่งชุดการสอนเป็น2ประเภทคือ

1. ชุดการสอนสำหรับครู(Teaching Learning Package)เป็นชุดการสอนที่เกิดขึ้นก่อนผลิตขึ้นสำหรับครูใช้กับนักเรียนทั้งชั้น กิจกรรมหรือสื่อการสอนสำหรับชุดการสอนประเภทนี้จัดขึ้นเพื่อใช้กันทั้งชั้นเรียน จึงจำเป็นต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะเห็นได้ชัดทั้งห้องเรียน ชุดการสอนจะจับเป็นหน่วยลำดับใน 1 ชุดจะมีเพียง1หน่วยเท่านั้น

2. ชุดการสอนสำหรับการสอนตามเอกัตภาพ(Individualization Instructional Package)ชุดการสอนประเภทนี้จัดขึ้นสำหรับผู้เรียน โดยเฉพาะผู้เรียนจากคำแนะนำที่ปรากฏอยู่ภายในชุดการสอนนั้น โดยศึกษาไปตามลำดับขั้นด้วยตนเอง ผู้เรียนจะนำไปศึกษาที่ใดที่หนึ่งก็ได้ เมื่อศึกษาจบก็มาทำแบบทดสอบ ถ้าสอบชุดแลกผ่านแล้วก็จะทำชุดต่อไปตามลำดับ

วาสนา ชาวหา [28] ได้แบ่งชุดการสอนออกเป็น3ประเภทคือ

1. ชุดการสอนสำหรับครูใช้สอนนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่หรือเป็นกลุ่มชั้นเรียน ซึ่งประกอบไปด้วยสิ่งต่างๆที่ครูจะใช้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่นักเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ และสิ่งที่บรรจุอยู่ในซอง ของชุดการสอนประเภทนี้ คือ

1.1 คู่มือครู ซึ่งเปรียบเสมือนแผนการสอนหรือบันทึกการสอนของครูประกอบด้วย

- จุดมุ่งหมายของหลักสูตรและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- รายละเอียดของเนื้อหาวิชา
- การดำเนินกิจกรรม หรือวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้าย คือขั้นดำเนินการสอนรายการบอกชนิดของสื่อการเรียนการสอน ตามลำดับ
- คำแนะนำการใช้สื่อการเรียนการสอน
- หนังสือประกอบการค้นคว้าของครู

1.2 สื่อการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย สื่อการสอนมีหลายชนิดเช่น รูปภาพ แผนภูมิ เทป สไลด์ หรืออื่นๆ ซึ่งแต่ละชนิดจะส่งเสริม การเรียนการสอนให้ ได้ผล และได้เลือกสรรมาแล้วให้เหมาะสมกับกิจกรรม

1.3 แบบฝึกหัดเสริมทักษะ

1.4 แบบทดสอบที่ใช้ทดสอบก่อนและหลังการเรียนการสอน ชุดการเรียนการสอนประเภทนี้ใหญ่ ครูเป็นผู้ใช้จึงเรียกว่า "ชุดการสอน"

- ชุดการเรียนการสอนสำหรับเด็กนักเรียนตามลำพังเป็นกลุ่มเล็ก โดยดำเนินขั้นตอนกิจกรรมการเรียนไปตามบัตรคำสั่ง ชุดการสอนประเภทนี้ประกอบด้วยบัตรคำสั่ง เนื้อหาวิชา สื่อการเรียน เครื่องเขียน กระดาษ หรืออื่นๆ ที่ระบุไว้ในคำสั่งครบตามจำนวนนักเรียนในกลุ่ม
- ชุดการเรียนสำหรับนักเรียนใช้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคล ซึ่งประกอบด้วยสิ่งต่างๆ เช่นเดียวกับชุดการสอนประเภทที่2แต่สิ่งสำคัญในชุดการเรียนประเภทนี้คือบทเรียนสำเร็จรูป ชุดการเรียนประเภทที่2และ3เป็นชุดการเรียนการสอนที่นักเรียนเป็นผู้ใช้ เพื่อการเรียนรู้ซึ่งมักจะใช้คำว่า "ชุดการเรียน"

ไชยยศ เรืองสุวรรณ [29] ได้แบ่งชุดการสอนตามลักษณะการใช้เป็นส่วนที่3ประเภท

1. ชุดการสอนประกอบการบรรยาย เป็นการสอนที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการสอนให้ครูไปใช้ประกอบการสอนแบบบรรยาย เพื่อเปลี่ยนบทบาทของครูให้พูดน้อยลงและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมาส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนมากขึ้น เนื่องจากเป็นชุดการสอนที่ครูเป็นผู้ให้ บางครั้งเรียกว่า ชุดการสอนสำหรับครู ชุดการสอนประกอบคำบรรยายจะมีเนื้อหาเพียงอย่างเดียว โดยแบ่งออกเป็นส่วนที่จะบรรยายและประกอบกิจกรรมไว้ตามลำดับขั้น สื่อที่ใช้อาจจะเป็นแผ่นคำสอน สไลด์ประกอบเสียงบรรยายในเทป แผนภูมิ แผนภาพ ภาพยนตร์ โทรทัศน์ และกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายตามปัญหาและหัวข้อที่ครูกำหนดให้ เพื่อความเรียบร้อยในการใช้ชุดการสอนมักจะบรรจุในกล่องที่มีขนาดพอเหมาะกับจำนวนของสื่อการสอน

2. ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดการสอนแบบกิจกรรมที่ยึดระบบการผลิตสื่อการสอนตามหน่วยและหัวเรื่องที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้องเรียนแบบกิจกรรมที่เรียกว่า ห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน ชุดการสอนแบบกิจกรรม กลุ่มจะประกอบด้วย ชุดย่อยที่มีจำนวนศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์มีสื่อหรือ บทเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้นๆ สื่อที่ใช้เป็นศูนย์จัดไว้ในรูปสื่อผสม อาจใช้สื่อรายบุคคลหรือสื่อสำหรับกลุ่มที่เรียนทั้งศูนย์จะใช้ร่วมกันได้ ผู้เรียนที่เรียนจากชุดการสอน แบบกิจกรรมกลุ่ม จะต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มเรียนเท่านั้นหลังจากเคยชินและเข้าใจต่อวิธีการใช้แล้ว นักเรียนจะสามารถช่วยเหลือกันได้เองระหว่างประกอบ กิจกรรมการเรียนหากมีปัญหาผู้เรียนสามารถซักถามครูได้

3. ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่จัดระบบขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนใช้เรียนเพื่อตนเองตามลำดับขั้นที่ระบุไว้

นอกจากชุดการสอนทั้ง 3 ประเภทดังกล่าว ยังมีชุดการสอนประเภทอื่นแตกต่างกันไปแล้วแต่วัตถุประสงค์ที่จะพอใช้ อาทิเช่น ชุดการสอนประกอบการผลิตและการใช้โทรทัศน์ศึกษาและชุดการสอนสำหรับผู้ปกครองช่วยสอนนักเรียนที่บ้าน ชุดการสอนสำหรับเด็กที่เรียนเร็วและ ชุดการสอนซ่อมเสริมสำหรับเด็กที่เรียนอ่อน เป็นต้น

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ [30] ได้แบ่งชุดการสอนตามลักษณะการใช้ โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ

1. ชุดการสอนประกอบการบรรยาย เป็นชุดการสอนทำหน้าที่แทน ชุดการสอนแบบนี้นิยมใช้กับการฝึกอบรมและการสอนในระดับอุดมศึกษาที่ยังถือว่า การสอนแบบบรรยายยังมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียน เนื่องจากชุดการสอนที่ครูเป็นผู้ใช้บางครั้ง จึงเรียกว่า “ชุดการสอนสำหรับครู” ชุดการสอนประกอบการบรรยายจะมีเนื้อหาเพียงอย่างเดียวโดยแบ่งหัวข้อที่จะบรรยายและประกอบกิจกรรมไว้ตามลำดับขั้น สื่อที่อาจเป็นแผ่นคำสอน สไลด์ประกอบเสียงบรรยาย

ในเทป แผนภูมิ แผนภาพ ภาพยนตร์ โทรทัศน์ และกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้อภิปรายตามปัญหาและหัวข้อที่ครูกำหนดให้เพื่อความเรียนร้อยในการใช้

2. ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดการสอนแบบกิจกรรมที่ยึดระบบการผลิตสื่อการสอนตามหน่วยและหัวเรื่อง ที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียน การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น ซึ่งชุดการสอนนี้ประกอบด้วยชุดย่อยตามจำนวนศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์มีสื่อหรือบทเรียนครบชุดตามลำดับผู้เรียน ในศูนย์กิจกรรมนั้นๆ สื่อที่ใช้ในศูนย์จัดไว้ในสื่อประสม อาจใช้เป็นสื่อรายบุคคลหรือสื่อสำหรับกลุ่มผู้เรียน ทั้งศูนย์จะใช้ร่วมกันได้ ผู้เรียนที่เรียนจากชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มจะ ต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มเรียนเท่านั้น หลังจากเคยชินต่อวิธีการใช้ แล้วผู้เรียนสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้เองระหว่างประกอบกิจกรรมการเรียน หากมีปัญหาผู้เรียนสามารถซักถามครูได้เสมอ

3. ชุดการสอนตามเอกัตภาพชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ความแตกต่างระหว่างบุคคลอาจเป็นการเรียนในโรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ เพื่อให้ผู้เรียนก้าวไปข้างหน้าตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อมของผู้เรียนชุดการสอนรายบุคคลอาจออกมาในรูปของหน่วยการสอนหรือ “โมดูล”(Module)

4. ชุดการสอนทางไกล เป็นชุดการสอนที่ผู้สอนกันผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากัน มุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาได้ด้วยตัวเองโดยไม่ต้องมาเข้าชั้นเรียน ประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ และการสอนเสริมตามศูนย์บริการศึกษา

## 2.7 องค์ประกอบของชุดการสอน

ชุดการสอนประกอบไปด้วยสื่อประสมในรูปแบบของวัสดุอุปกรณ์ และวิธีการตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป บูรณาการโดยใช้วิธีการจัดระบบ เพื่อใช้ชุดการสอนแต่ละชุดมีประสิทธิภาพ และความสมบูรณ์เบ็ดเสร็จไปในตัวเอง มีความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยและเนื้อหาที่จัดระบบไว้ ชุดการสอนอาจอยู่ในแฟ้มหรือกล่อง มีจำนวนเท่ากับหน่วยการสอนในแต่ละวิชา การผลิตชุดการสอนจึงต้องมีการจัดระบบที่เหมาะสมและการใช้ชุดการสอนจึงควรมีห้องจัดไว้เป็นพิเศษเรียกว่า “ห้องเรียนรายบุคคล” หรือ “ห้องเรียนแบบโปรแกรม” ชุดการสอนจะมีลักษณะอย่างไรประกอบด้วยสื่อประเภทใดบ้างนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้ อาจใช้สิ่งของราคาแพง เช่น ระบบทันทึกภาพ ฟิล์ม หรือสิ่งของราคาถูกได้แก่ วัสดุ กราฟฟิค รูปภาพต่างๆ ใบไม้ ใบหญ้าที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ [31]กล่าวว่า ชุดการสอนแต่ละประเภทจะมีลักษณะแตกต่างกันและประกอบด้วยสื่อการสอนแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการใช้ และเพื่อสะดวกต่อการใช้ชุดการสอนจะต้องมีส่วนประกอบ 4 ส่วน คือ

1. คู่มือ สำหรับครูผู้ใช้ชุดการสอนและผู้เรียนที่ต้องเรียนจากชุดการสอน

2. คำสั่งหรือการมองหมายงานเพื่อกำหนดแนวทางการเรียนให้นักเรียน

3. เนื้อหาสาระอยู่ในรูปของสื่อการสอนแบบประสม และกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มและรายบุคคลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

4. การประเมินผลของกระบวนการเรียน ได้แก่ แบบฝึกหัด และแบบทดสอบต่างๆ

พงศ์ประเสริฐ หกสุวรรณ [32] ได้สรุปว่าชุดการสอนควรจะประกอบด้วย

1. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าเมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนจะแสดงพฤติกรรมที่เป็นเป้าหมายใดได้บ้าง

2. ข้อทดสอบความรู้เดิมของผู้เรียน

3. เนื้อหาความแบ่งต้องเป็นขั้นตอนตามลำดับยากง่าย

4. กิจกรรมและสื่อต่างๆต้องให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทเรียนด้วย

5. ข้อทดสอบประเมินผลครั้งสุดท้าย

ฮูสตัน [33] กล่าวว่า ชุดการสอนอาจจะมีรูปแบบต่างๆกันออกไปแต่จะต้องประกอบส่วนต่างๆ5ส่วน คือ

1. คำชี้แจง (Description) อธิบายถึงความสำคัญของบทเรียน ขอบข่ายของจุดการสอนสิ่งที่ผู้เรียนจะต้องมีพื้นฐานความรู้ก่อนเรียน และขอบข่ายกระบวนการทั้งหมดของชุดการสอน

2. จุดมุ่งหมาย (Obectives) คือ ข้อความที่แจ่มชัด ไม่กำกวมที่กำหนดว่าผู้เรียนจะประสบความสำเร็จอะไรหลังจากเรียนแล้ว

3. การประเมินผลเบื้องต้น (Pre- assessment) มีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนอยู่ในระดับไหนในการเรียนจากชุดการสอน และเพื่อวัดดูว่าผู้เรียนสัมฤทธิ์ผลตามจุดมุ่งหมายเพียงใด การประเมินผลเบื้องต้นอาจอยู่ในรูปการทดสอบข้อเขียนการทดสอบปากเปล่าการทำงานปฏิกิริยาตอบสนองหรือคำถามง่ายๆเพื่อให้รู้ถึงความต้องการของผู้เรียน

4. การกำหนดกิจกรรม (Enabling Activties) คือการกำหนดแนวทางหรือวิธีการเพื่อไปสู่จุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้นด้วย

5. การประเมินขั้นสุดท้าย (Post-assessment) เป็นข้อทดสอบเพื่อวัดผลหลังจากเรียนแล้ว

## 2.8 ลักษณะของชุดการสอน

นิพนธ์ ศุขปรีดี [34] กล่าวว่า ชุดการสอนที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นชุดการสอนที่เหมาะสมตรงตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้มากที่สุด

2. เหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

3. สื่อที่ใช้สามารถเร้าความสนใจของผู้เรียนได้ดี
4. มีคำแนะนำและวิธีใช้อย่างละเอียด ง่ายต่อการใช้
5. มีวัสดุอุปกรณ์ในการเรียนการสอนทั้งหมดที่กำหนดไว้ในบทเรียนอย่างครบถ้วน
6. ได้ทดสอบและปรับปรุงให้ทันต่อเหตุการณ์อยู่เสมอ
7. มีความคงทนต่อการเก็บและการหยิบใช้

วาสนา ชาวหา [35] กล่าวว่า ชุดการสอนมีสิ่งที่เป็นโครงสร้างคล้ายคลึงกัน7 ประเภทคือ

1. การวางจุดมุ่งหมายและเนื้อหาที่ต้องการเรียน
2. การบรรยายเนื้อหา
3. การวางวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. การเลือกกิจกรรมในการเรียน
5. การวางกิจกรรมที่จะส่งเสริมให้เกิดเจตคติ
6. เครื่องมือวัดผลครั้งแรก วัดผลตนเอง และวัดผลครั้งสุดท้าย
7. คู่มือครู

หทัย ตันหยง [36] กล่าวถึงชุดการสอนว่า ชุดการสอนโดยเนื้อแท้จะประกอบด้วยชุดบทเรียน2 ลักษณะคือ

1. ชุดการสอนสำหรับครู(Teaching Package) เป็นการรวบรวมสื่อการสอนนั้น ๆ กับวิธีดำเนินการสอน โดยพร้อมที่ให้ครูในไปใช้อย่างปราศจากความยุ่งยาก ชุดการเรียน(Learning Package)สำหรับผู้เรียนซึ่งเป็นบทเรียนสำเร็จรูป ที่มีสื่อหลายประเภทผู้ให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตัว

## 2.9 การผลิตชุดการสอน

การผลิตชุดการสอนมีขั้นตอนที่จัดไว้เป็นระบบ โดยเริ่มจากการแบ่งหมวดหมู่ของเนื้อหาและประสบการณ์ออกเป็นหน่วย แต่ละหน่วยจะแบ่งเป็นหัวเรื่องที่มีความสัมพันธ์กันมีการกำหนดมโนทัศน์ จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียน และการประเมินผล หลังจากนั้นทำการเลือกสื่อการสอนที่เหมาะสมให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง วัตถุประสงค์และกิจกรรมการเรียน เมื่อผลิตสื่อการสอนออกมาแล้วจะรวมกันไว้เป็นหมวดหมู่ตามหน่วยแต่ละวิชา โดยใส่กล่องหรือแฟ้มตามความเหมาะสม

ลัดดา ศุขปรีดี [37] กล่าวถึง องค์ประกอบ5ประการที่ต้องมีในการสร้างชุดการสอนคือ

1. บัตรแสดงจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของบทเรียน

2. ทดสอบความรู้เดิมของผู้เรียน แบบทดสอบนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนว่าพอที่จะเรียนบทเรียนนี้ได้หรือไม่ กับวัดความรู้เดิมของผู้เรียนว่ามีความรู้ในบทเรียนมากน้อยเพียงใด

3. แนะนำวิธีการเรียนด้วยตนเอง

4. สื่อการเรียน ซึ่งในชุดการสอนจะมีสื่อหลายชนิดหลายแบบที่เรียกว่า สื่อประสม มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน

5. ข้อทดสอบหลังการเรียน ซึ่งใช้ทดสอบความรู้ของผู้เรียนเมื่อเรียนจบบทเรียนแล้ว โดยมีบัตรเฉลยคำตอบไว้ด้วย

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ [38] ได้แบ่งขั้นตอนในการผลิตชุดการสอนที่สำคัญไว้10ขั้นตอนคือ

1. กำหนดหมวดหมู่ เนื้อหา และประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการตามที่เห็นว่าเหมาะสม

2. กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอนโดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง

3. กำหนดหัวเรื่องหรือหน่วยการสอนย่อย ให้สอดคล้องสัมพันธ์กับเวลาที่ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียนได้ ผู้สอนจะต้องถามตัวเองว่าในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ ประสบการณ์อะไรผู้เรียนบ้าง แล้วกำหนดออกมาเป็น 4-6 หัวเรื่อง

กำหนดมโนทัศน์และหลักการให้สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปรวบรวมแนวความคิดสาระ และหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางกำหนดเนื้อหามาสอนให้สอดคล้องกัน

1. กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง โดยคิดเป็นจุดประสงค์ไปก่อน แล้วจึงเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อน ไขและเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

2. กำหนดกิจกรรมการเรียนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็นแนวทางการเลือกและการผลิตสื่อการสอน “กิจกรรมการเรียน” หมายถึงกิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำสั่ง ตอบคำถามเขียนภาพทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นต้น

3. กำหนดแบบประเมินผลต้องประเมินให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ผู้สอบทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว นักเรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

4. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้ว จึงจัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ

5. หาประสิทธิภาพชุดการสอน เพื่อเป็นการประกันว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีการสอน ผู้สร้างจะต้องกำหนดเกณฑ์ล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์การที่ว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน จนกระทั่งบรรลุผล

6. การใช้ชุดการสอน ชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้วและมีเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้วสามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประประเภทและระดับการศึกษาโดยกำหนดขั้นตอนในการใช้ดังนี้

6.1 ทดสอบก่อนเรียน เพื่อดูพฤติกรรมเบื้องต้นอันเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ของผู้เรียน

6.2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการนำเข้าสู่บทเรียนเป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นมีความต้องการที่จะเรียน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเทคนิคของผู้สอนด้วยในการนำเข้าสู่บทเรียนให้สนใจ

6.3 ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียน ครูต้องอธิบายให้นักเรียนเข้าใจในการทำกิจกรรมก่อนลงมือทำกิจกรรม

6.4 ขั้นสรุปผลการสอน หรือสรุปบทเรียน ครูนำในการสรุปบทเรียน ซึ่งอาจกระทำได้โดยการถาม หรือให้นักเรียนเล่าสรุปความเข้าใจหรือกิจกรรมอื่นใดที่ทำให้แน่ใจว่านักเรียนได้ความรู้ความคิดรวบยอดหรือหลักการที่สำคัญของหน่วยที่สอน

6.5 ทดสอบหลังเรียน เป็นการประเมินผลการเรียนโดยทำข้อสอบอีกครั้งหนึ่งเพื่อประเมินดูว่านักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนในกรณีที่ไม่ผ่านจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ข้อใดข้อหนึ่ง ถ้านักเรียนผ่านจุดประสงค์หมดทุกข้อก็ให้เรียนก้าวหน้าต่อไป

## 2.10 การใช้ชุดการสอน

วิชัย จินดากิจสกุลชัย [39] กล่าวว่า การใช้ชุดการสอนจะประสบผมสำเร็จก็ต่อเมื่อได้มีการจัดสภาพแวดล้อมของห้องเรียนที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ ซึ่งควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้คือ

1. ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง
2. ให้นักเรียนมีโอกาสได้ทราบผมการกระทำทันทีจากกิจกรรมการเรียนการสอน
3. มีการเสริมแรงนักเรียนจากประสบการณ์ เป็นความสำเร็จอย่างถูกจุดตามขั้นตอนของการเรียนรู้
4. คอยชี้แนะแนวทางตามขั้นตอนในหารเรียนรู้ ตามทิศทางที่ครูได้วิเคราะห์และกำหนดความสามารถพื้นฐานของนักเรียน

รุ่งทิวา จักร์กร [40] กล่าวไว้ว่า การนำชุดการสอนไปใช้ มีขั้นตอนดังนี้คือ

1. การทดสอบก่อนเรียน เพื่อดูพฤติกรรมเบื้องต้นอันเบื้องต้นพื้นฐานการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เนื่องจากการนำเข้าสู่บทเรียนเป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะเรียน ซึ่งขึ้นกับเทคนิคของผู้สอนด้วยในการที่จะนำเข้าสู่บทเรียนให้เข้าใจ
3. ขั้นประกอบกิจกรรม ครูต้องอธิบายให้นักเรียนเข้าใจในการทำกิจกรรมก่อนลงมือสอน
4. สรุปบทเรียน ครูนำในการสรุปบทเรียน ซึ่งอาจทำโดยการถามหรือให้นักเรียนเล่าสรุปความเข้าใจ หรือทำกิจกรรมอื่นที่ทำให้แน่ใจว่านักเรียนได้เรียนรู้มโนคติหรือหลักการตามที่กำหนด
5. การประเมินผลการเรียน โดยทำข้อสอบอีกครั้งหนึ่ง เพื่อประเมินดูว่านักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนในกรณีที่ไม่ผ่านจุดประสงค์ที่กำหนดข้อใดข้อหนึ่ง ถ้านักเรียนผ่านจุดประสงค์หมดทุกข้อก็ให้เรียนก้าวหน้าต่อไป

สรุปได้ว่าการใช้ชุดการสอนเป็นการนำชุดการสอนที่มีอยู่ เอาไปประกอบการสอนในเรื่องที่จะสอนตามขั้นตอนของชุดการสอน เพื่อทำให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## 2.11 เนื้อหาของงานฉีดพลาสติก

สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย ได้ให้ความหมายงานฉีดพลาสติกว่า งานฉีดพลาสติก เป็นกระบวนการขึ้นรูปชิ้นส่วนพลาสติกอีกอย่างหนึ่ง โดยอาศัยเครื่องฉีดพลาสติกที่ทำงานเป็นรอบ เริ่มจากพลาสติกที่อยู่ในรูปผงหรือเม็ด ถูกส่งป้อนเข้าไปในชุดสกรูฉีดแล้วจะค่อยๆหลอมเหลวในส่วนที่ต่างๆ และฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์ด้วยแรงส่งของลูกสูบหรือสกรูอัด น้ำพลาสติกเหลวจะไหลเข้าสู่แม่พิมพ์จนเต็มแบบชิ้นงานและหล่อเย็นจนกระทั่งพลาสติกแข็งตัว จึงนำออกจากแม่พิมพ์โดยไม่เสียรูปทรงจะได้ชิ้นงานพลาสติกตามแบบในแม่พิมพ์นั้น แล้วเริ่มต้นกระบวนการฉีดใหม่ต่อไปเรื่อยๆจนกว่าจะได้ชิ้นงานตามที่ต้องการ [41]

จากความหมายงานฉีดพลาสติก พอจะมองเห็นเนื้อหาที่ควรมีอยู่ในการเรียนการสอนว่าควรประกอบไปด้วยวัฏจักรในการฉีดพลาสติก การปรับฉีดพลาสติกที่ดีที่สุดต่อ 1 รอบ และข้อบกพร่องในชิ้นงานฉีดพลาสติกเพื่อนำไปใช้งานจริง ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้วิจัยต้องคำนึงถึงการศึกษาโดยละเอียดเพื่อเลือกมาใช้ประกอบเป็นตัวเนื้อหาต่อไป

## 2.12 รูปแบบของวิธีการสอนวิชาชีพ

วิธีการสอนมีอยู่ด้วยกันมากมายหลายวิธี แต่ละวิธีต่างก็มีข้อดีข้อเสียหรือข้อจำกัด ที่แตกต่างกันไป และวิธีการสอนแต่ละวิธีอาจเหมาะสมสำหรับแต่ละสถานการณ์เฉพาะเท่านั้น จะยึดถือว่าวิธีการสอนวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุดไม่ได้ ซึ่งในบางครั้งอาจต้องผสมผสานวิธีการสอนหลายวิธีเข้าด้วยกัน

เพื่อใช้สอนในสถานการณ์หนึ่ง ๆ ก็ได้ เพื่อเป็นการง่ายต่อการเข้าใจถึงวิธีการสอนในรูปแบบต่างๆ ในระยะเบื้องตนนี้จึงข้อเสนอวิธีการสอนที่ใช้เป็นวิธีหลักของการสอนวิชาชีพ ซึ่งจะพบเห็นและมีโอกาสได้ใช้กันบ่อยในการสอนโดยทั่วไป 2 วิธี ดังต่อไปนี้

1. วิธีสอนแบบบรรยาย วิธีสอนแบบบรรยายนี้ เป็นวิธีการสอนซึ่งถือเอากิจกรรมของผู้สอนเป็นหลักผู้สอนจะเป็นผู้ป้อน อธิบาย แสดง สาธิต หรือให้เนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนจะเป็นผู้รับแต่เพียงฝ่ายเดียว นั่นคือกิจกรรมของผู้สอนจะสูง เพราะเป็นผู้กระทำหรือแสดงฝ่ายเดียวในขณะที่กิจกรรมของผู้เรียนจะต่ำเพราะคอยรับเนื้อหาความรู้จากผู้สอน

2. วิธีการสอนแบบถามตอบ วิธีการสอนแบบตอบถาม เป็นวิธีการสอนที่สำคัญวิธีหนึ่งสำหรับผู้สอนจะใช้เป็นเครื่องมือในการสอนที่ดี วิธีการสอนแบบถามตอบนี้ เป็นวิธีการที่จำเป็นมากต่อการสื่อสารแบบสองทาง นั่นคือการสื่อสารกันระหว่างผู้เรียนและผู้สอน วิธีการสอนแบบนี้ผู้เรียนและผู้สอนจะมีกิจกรรมร่วมกันด้วยการถามและตอบกันในระหว่างบทเรียนโดยทั่วไปแล้วคำถามปากเปล่าเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นต่อการสอนด้วยวิธีตอบนี้ คำถามนี้จะเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการแสดงออก อาจมีคำกล่าวว่า "การใช้คำถามดีก็คือการสอนดี" ข้อความนี้เป็นข้อความที่มีความสำคัญต่อการสอนแบบถามตอบเป็นอย่างยิ่ง หากมีการเตรียมการสอนอย่างเหมาะสม และใช้วิธีการได้ดีแล้ว การถามตอบจะช่วยให้วัตถุประสงค์ในการสอนสำเร็จผลได้ดียิ่งขึ้น และในทางตรงกันข้าม หากสร้างบทเรียนไม่ดี และใช้คำถามโดยไม่ระวังแล้ว จะทำให้การสอนไม่ได้รับผลที่ดีและอาจผิดพลาดได้มาก คำถามที่มีประสิทธิภาพจะพัฒนาขึ้นได้จากการฝึกหัดที่ดีควบคู่ไปกับการปฏิบัติตามกฎเกณฑ์และหลักการ ของการถามตอบที่ดีอย่างเข้มงวด [42]

## 2.13 หลักเกณฑ์ในการเลือกสื่อการเรียนการสอน

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกสื่อการเรียนการสอนมี 5 ประการ คือ สื่อการเรียนการสอนจะต้อง

1. มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน อุปกรณ์ช่วยสอนจะไม้มีประโยชน์เลย ถ้าอุปกรณ์นั้นไม่เหมาะกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่กำหนดไว้

2. มีความเหมาะสมกับการแสดงออกของผู้เรียน โดยทั่วไปอุปกรณ์ช่วยสอนชนิดเดียวกันนั้นอาจใช้ได้หลายกรณี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการสอนของผู้สอนที่จะทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทเรียนมากหรือน้อย

3. มีความเหมาะสมกับเนื้อหาความรู้ สื่อช่วยปรับปรุงการส่งถ่ายความรู้ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนให้ได้ผลยิ่งขึ้น การให้เนื้อหาที่เป็นรูปภาพจะต้องมีสื่อช่วยไม่ใช่บอกเนื้อหาโดยการพูดเท่านั้น เช่น เมื่อสอนเรื่องหลักการทำงานของเครื่องจักรก็ควรจะใช้สื่อที่เคลื่อนที่ได้เป็นต้น

4. ช่วยแนะแนวทางในการเรียน อุปกรณ์ช่วยสอนจะสามารถช่วยแนะแนวทางในการเรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดจินตนาการได้ง่าย ช่วยการตรวจปรับความเข้าใจ และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้งาน

5. สื่อเบาที่สัมพันธ์กับสื่อหนัก อุปกรณ์ทางเทคนิค เช่น เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายภาพยนตร์แบบจำลองหรือของจริงทั้งหมด จัดอยู่ในประเภทสื่อหนัก ส่วนสื่อที่ใช้ควบคู่กับอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้เช่น ภาพสไลด์ แผ่นใส ฟิล์มภาพยนตร์หรือตำรา ใบต่าง ๆ จัดอยู่ในประเภท สื่อเบาทั้งสิ้น สื่อหนักต่าง ๆ จะไม่มีประโยชน์เลยหากปราศจากสื่อเบาที่เหมาะสม [43]

ในการเลือกใช้สื่อการสอนแต่ละครั้งครูควรพิจารณาถึง ความเหมาะสมของสื่อการสอนแต่ละชนิดในเรื่องต่อไปนี้

1. ความเหมาะสม สื่อที่ใช้นั้นเหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการสอนหรือไม่
2. ความถูกต้อง สื่อที่ใช้จะช่วยให้นักเรียนได้ข้อสรุปที่สรุปที่ถูกต้องหรือไม่
3. เข้าใจ สื่อที่ใช้นั้นช่วยให้นักเรียนรู้จักมีเหตุผล และให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่นักเรียนหรือไม่
4. ประสบการณ์ที่ได้รับ สื่อที่จะใช้นั้นช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ให้แก่นักเรียนหรือไม่
5. เหมาะสมกับวัย ระดับความยากง่ายของเนื้อหาที่บรรจุอยู่ในสื่อนั้นๆ เหมาะสมกับระดับความสามารถ ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียนหรือไม่
6. เที่ยงตรงในเนื้อหา สื่อนั้นช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่ถูกต้องหรือไม่
7. ใช้การได้ดี ถ้าจะนำสื่อนั้นมาใช้จะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ได้ดีหรือไม่
8. คุ้มกับราคา ผลที่ได้จะคุ้มกับเวลา เงินและการจัดเตรียมสื่อนั้นหรือไม่
9. ตรงกับความต้องการ สื่อนั้นช่วยให้นักเรียนร่วมกิจกรรมตามที่ครูต้องการหรือไม่
10. ช่วงเวลาความสนใจ สื่อนั้นช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในช่วงเวลานานพอสมควรหรือไม่ [44]

จากหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกสื่อการเรียนการสอน สรุปได้ว่า สื่อการเรียนการสอนที่นำมาใช้จะต้องมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

1. มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การสอน
2. มีความเหมาะสมกับวัย ระดับสติปัญญาและประสบการณ์ของผู้เรียน
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน
4. มีความทันสมัยและน่าสนใจ
5. ใช้ได้สะดวกและปลอดภัย
6. เป็นวัสดุอุปกรณ์ที่พอหาได้ในราคาย่อมเยาไม่แพงจนเกินไป
7. มีความคุ้มค่ากับเวลาและต้นทุนในการผลิต

## 2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ

ได้มีผู้วิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนภายในประเทศไว้ ดังนี้

ศรศักดิ์ ลัทธิกุล [44] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดการสอนวิชา การตกแต่งผิวสำเร็จ เรื่องชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพขั้นสูง แผนกช่างโลหะ วิทยาลัยเทคโนโลยีแลอาชีวะศึกษา พุทธศักราช 2528 แล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาวิทยาลัยเขต พระนครเหนือ ปีการศึกษา 2531 จำนวน 20 คนผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในภาคทฤษฎี 88.50/83.13 และในภาคปฏิบัติ 89.21/92.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด80/80

ฉัตรแก้ว ฮาระวัง [45] ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดการสอนวิชาเขียนแบบเครื่องกล เรื่อง การอ่านแบบภาพประกอบ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพขั้นสูง แผนกวิชาเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2530 แล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น ในภาคเรียนที่2ปีการศึกษา 2531 จำนวน 30 คนผลการวิจัยปรากฏว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในภาคทฤษฎี 84.94/80.58 และประสิทธิภาพทางภาคปฏิบัติ 89.37/88.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

รัฐเกียรติ สารเก่ง [46] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดการสอนเรื่องการซ่อมบำรุงรักษารถจักรยานยนต์ วิชาซ่อมบำรุงรักษารถจักรยานยนต์ รหัส ชอ.ท. 029 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521(เพิ่มเติม) ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมตอนต้นปีที่ 3ที่เรียนวิชาการงานและอาชีพ โรงเรียนกาวิละวิทยาลัย อ.เมือง จ.เชียงใหม่ จำนวน 20คน ผลวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอน เรื่อง การซ่อมบำรุงรักษารถจักรยานยนต์ (ชอ.ท.29) ที่วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.20/80.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

อรัญ พวงพันธ์ [47] ได้ทำการวิจัยสร้างชุดการสอน วิชา งานพลาสติก เรื่องการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยพลาสติกผล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ กรมอาชีวศึกษา โดยทำการทดลองกับนักศึกษานียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคลำปาง จำนวน 30 คนผลปรากฏว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพภาคทฤษฎี 83.60/80.42 ภาคปฏิบัติ 83.72/89.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนด 80/80

ณรงค์ ฉลาดชัญกิจ [48] ได้ทำการวิจัยชุดการสอน วิชา นิวแมติคและไฮดรอลิค เรื่อง ไฮดรอลิคขั้นพื้นฐาน ตามหลักสูตรกรมอาชีวศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพขั้นสูง พุทธศักราช 2527 โดยทำ

การลองกับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพขั้นสูง สาขาช่างกลโรงงาน จำนวน 30 คนผลปรากฏว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.57/82.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนด 80/80

มาโนช ภูวปัญญาสิ [49] ได้ทำการวิจัยสร้างชุดการสอนปฏิบัติว่า งานฝึกฝีมือ 1 (ชอฐ.2001) เรื่องงานเจาะและงานตัดเกลียวด้วยมือ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2530 กรมอาชีวะศึกษา โดยทำการทดลองกับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี ปี 2533 จำนวน 24 คน ผลปรากฏว่า ชุดการสอนปฏิบัติที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.29/83.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนด 80/80

แดน ทองอินทร์ [50] ได้ทำการวิจัยสร้างชุดการสอน วิชา การส่งถ่ายกำลัง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพขั้นสูง พุทธศักราช 2527 สาขาช่างยนต์ โดยทำการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 แผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนายก จำนวน 40 คน ผลปรากฏว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.85/83.93 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

สุนทร มหารัตนวงศ์ [51] ได้ทำการวิจัยสร้างชุดการสอน เรื่องมุมล้อหน้ารถยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2530 กรมอาชีวศึกษา โดยทำการทดลองกับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกช่างยนต์วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม จำนวน 24 คนผลปรากฏว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพภาคทฤษฎี 85.95/82.21ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนด80/80

สุพล แถมเงิน [52] ได้ทำการวิจัยสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชา ช่างซ่อมเครื่องยนต์เบนซิน (วอย.01195) เรื่อง ระบบจุดระเบิดแบบพิเศษ หลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น พุทธศักราช 2533 กรมอาชีวศึกษา โดยทำการทดลองกับนักศึกษาหลักสูตรระยะสั้น ที่เรียนวิชาช่างซ่อมเครื่องยนต์เบนซิน ของวิทยาลัยสารพัดช่างอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี จำนวน 40 คนผลปรากฏว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพภาคทฤษฎี 82.85/81.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และ ภาคปฏิบัติ 92.81/90.62 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนด 90/90

Mc Caleman [53] ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างชุดการให้สอนกับความชอบในการเรียนวิชาสังคมศึกษา ของนักศึกษาระดับ 9 จำนวน 24 ห้องเรียน โดนแบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่มควบคุม 1 กลุ่มและกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองแยกเป็น 2 กลุ่มที่เรียนด้วยชุดการสอนประกอบการอภิปรายกลุ่มย่อย ผลการวิจัยพบว่าความชอบในการเรียนวิชาสังคมศึกษาของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และในกลุ่มทดลองนักศึกษาชอบเรียนแบบใช้ชุดการสอนประกอบการอภิปรายกลุ่มย่อยมากกว่า

Olsen [54] ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลการใช้ชุดการสอนในการศึกษาแผนใหม่ที่เป็นโครงการเริ่มทดลองในเขตคานาวา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อหารละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรมการศึกษาใหม่ของโรงเรียนประถมศึกษาที่อยู่ในและนอกโครงการของเขตคานาวา มลรัฐเวอร์จิเนียตะวันตกโดยให้ครูที่อยู่โรงเรียนในโครงการใช้ชุดการสอนที่ท้องถิ่นต้องการ แต่ครูโรงเรียนนอกเขตโครงการไม่ให้ใช้ชุดการสอนเหล่านั้น ผลการวิจัยปรากฏว่าการศึกษาโดยใช้ชุดการสอนนั้นให้ผลดีกว่าการสอนโดยไม่ใช้ชุดการสอน

Driessnack [55] ได้ทำการวิจัยเรื่อง ชุดการสอนสำหรับฝึกครูในการตั้งคำถาม ผลการวิจัยปรากฏว่าครูใช้คำถามที่ดี 74% ของผู้ที่ถูกทดลองประสบผลสำเร็จในการตั้งคำถามเมื่อเปรียบเทียบกับคำถามที่ใช้ก่อนฝึกจากชุดการสอน และได้เสนอแนะให้มีการผลิตชุดการสอนสำหรับใช้กับนักเรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน จะเห็นได้ว่า ส่วนใหญ่การเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนนั้นช่วยทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

# บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างชุดการสอน เพื่อนำไปหาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติกสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาแม่พิมพ์พลาสติก วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีรายละเอียดตามหัวข้อดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาเอกสารเพื่อการวิจัย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

3.4 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.6 ขั้นตอนการสร้างชุดการสอน สื่อ และการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือสำหรับที่ใช้ในการวิจัย

3.7 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

## 3.1 การศึกษาเอกสารเพื่อการวิจัย

**3.1.1** ศึกษาหลักการและวิธีสร้างบทเรียนชุดการสอน จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**3.1.2** ศึกษาระเบียบวิธีการออกแบบข้อสอบ วิธีการวิจัย จากตำราและอาจารย์ที่ปรึกษา

**3.1.3** ศึกษาเนื้อหาวิชางาน กระบวนการขึ้นรูปพลาสติก รหัส 2102-2507 1005 เรื่องงานงานฉีดพลาสติก จากเอกสารตำราและผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา โดยยึดหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545(ปรับปรุง 2546) กรมอาชีวศึกษา หรือสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาปัจจุบัน

## 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**3.2.1** ประชากร ได้แก่นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่ลงทะเบียนเรียนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

**3.2.2** กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)ปีที่2 สาขางานแม่พิมพ์พลาสติก วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ ในภาคเรียนที่2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน30 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจงมีจำนวน 2 กลุ่มตัวอย่างดังนี้

**3.2.2.1** กลุ่มตัวอย่างที่ 1 จำนวนนักเรียน(ปวช.) 10 คนที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้วเพื่อนำมาหาคุณภาพของข้อสอบ

**3.2.2.2** กลุ่มตัวอย่างที่ 2 จำนวนนักเรียน(ปวช.) 20 คนเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## 3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

**3.3.1** ตัวแปรต้นได้แก่ (Independent Variables)

**3.3.1.1** ชุดการสอน วิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่องงานฉีดพลาสติก

**3.3.1.2** แบบการทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**3.3.1.3** แบบสอบถามวัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอน

**3.3.2** ตัวแปรตาม (Dependent Variables)

**3.3.2.1** ประสิทธิภาพของบทเรียนชุดการสอนที่สร้างขึ้น

**3.3.2.2** ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ในชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก

**3.3.2.3** เจตคติผู้เรียนที่มีต่อ ชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก

## 3.4 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

**3.4.1** ศึกษาหลักสูตรรายวิชา จากโครงสร้างหลักสูตรของแผนกวิชาช่างแม่พิมพ์พลาสติก ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2545 ปรับปรุง 2546

**3.4.2** วิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาตามขั้นตอนดังนี้

**3.4.2.1** ศึกษาและวิเคราะห์ เนื้อหาจากหลักสูตรรายวิชา เอกสาร ตำรา ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

**3.4.2.2** กำหนดหัวข้อเรื่องที่ศึกษา เพื่อให้เกิดทักษะการทำงานที่ถูกต้องและสมบูรณ์ อีกทั้งการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนชุดการสอน

**3.4.2.3** วิเคราะห์หัวข้อเรื่อง จากหัวข้อเรื่องที่เลือกมาทำการศึกษาเนื้อหาที่สำคัญที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้นำมากำหนดชนิดของหัวข้อแล้วนำมาแยกย่อยเพื่อเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

**3.4.2.4** กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

**3.4.3** ออกแบบบทเรียนชุดการสอนจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้นำมาเป็นหลักในการพิจารณาออกแบบสร้างบทเรียนชุดการสอน โดยมีขั้นตอน ประกอบด้วย

**3.4.3.1** รายละเอียดของเนื้อหารายวิชา สร้างขึ้นจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

**3.4.3.2** แบบฝึกหัดทบทวนหลังการเรียน ใช้แบบประเมิน

**3.4.3.3** คู่มือครู เป็นการแนะนำการใช้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาการสอน แบบฝึกหัด แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน แบบเฉลย

**3.4.3.4** บทเรียนชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่องงานฉีดพลาสติก เป็นบทเรียนชุดการสอนที่ครูและนักเรียนใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน งานฉีดพลาสติก หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดยปฏิบัติตามขั้นตอนของบทเรียนชุดการสอน

**3.4.4** แบบประเมินผลบทเรียนชุดการสอน หลังจากที่สร้างบทเรียนชุดการสอนเสร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา

**3.4.5** ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของบทเรียนชุดการสอนที่พบระหว่างการทดลองใช้เพื่อให้ได้บทเรียนชุดการสอนที่ถูกต้องและสมบูรณ์ในการสร้างบทเรียนชุดการสอน ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนในการสร้างบทเรียนชุดการสอนตามแนวทางของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

**3.4.5.1** การวิเคราะห์เนื้อหา

**3.4.5.2** การออกแบบหน่วยการเรียน

**3.4.5.3** การสร้างหน่วยการเรียน

**3.4.5.4** การสร้างเนื้อหาลงในชุดการสอน

**3.4.5.5** การตรวจสอบคุณภาพบทเรียน

**3.4.5.1** การวิเคราะห์เนื้อหา

ขั้นตอนการวิเคราะห์เนื้อหา เป็นขั้นตอนที่ผู้สร้างจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะนำมาใช้ใส่ในบทเรียน เพื่อกำหนดหัวข้อเรื่องที่ชัดเจนว่าเรียนหัวข้ออะไรบ้างวิเคราะห์เนื้อหาไม่ให้มากหรือน้อยเกินไป ซึ่งมีขั้นตอน 3 ขั้นตอนคือ สร้างแผนภูมิระดมสมอง ( Brain Storm Chart ) สร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ ( Concept Chart) สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart )

ก. ด้านผู้เชี่ยวชาญ สำหรับการวิเคราะห์เนื้อหาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถและมีความเชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาเกี่ยวกับ งานฉีดพลาสติก เพื่อให้การวิเคราะห์และให้คำแนะนำในด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

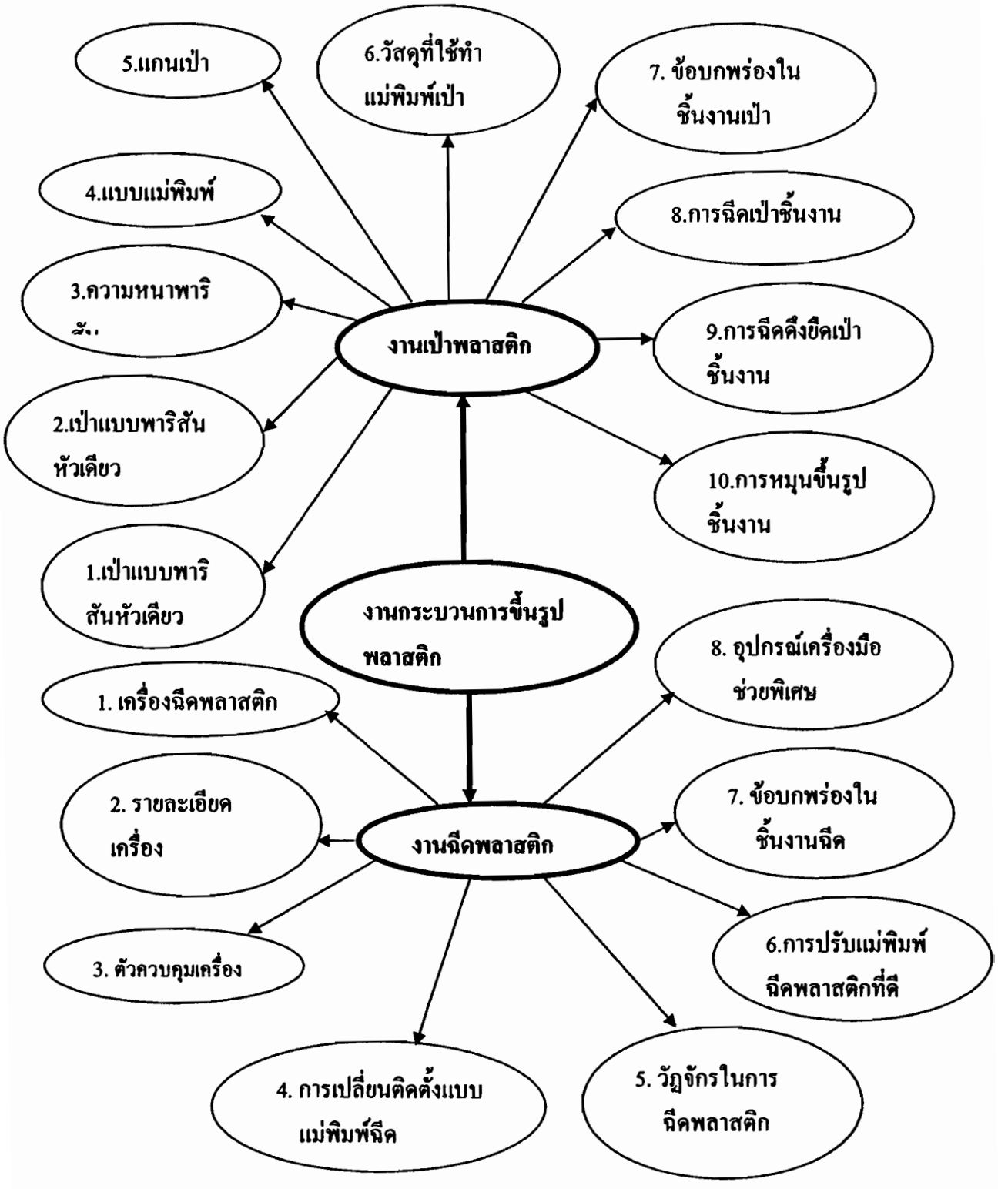
1) ดร. ทินโน ขวัญดี รองคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมฝ่ายวิชาการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2) ดร. สวัสดี พฤษตระกูล รองคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมฝ่ายกิจการทั่วไป
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

3) ผศ. คมกฤช กิตติพร รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

**3.4.5.1.1 สร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brain Storm Chart)**

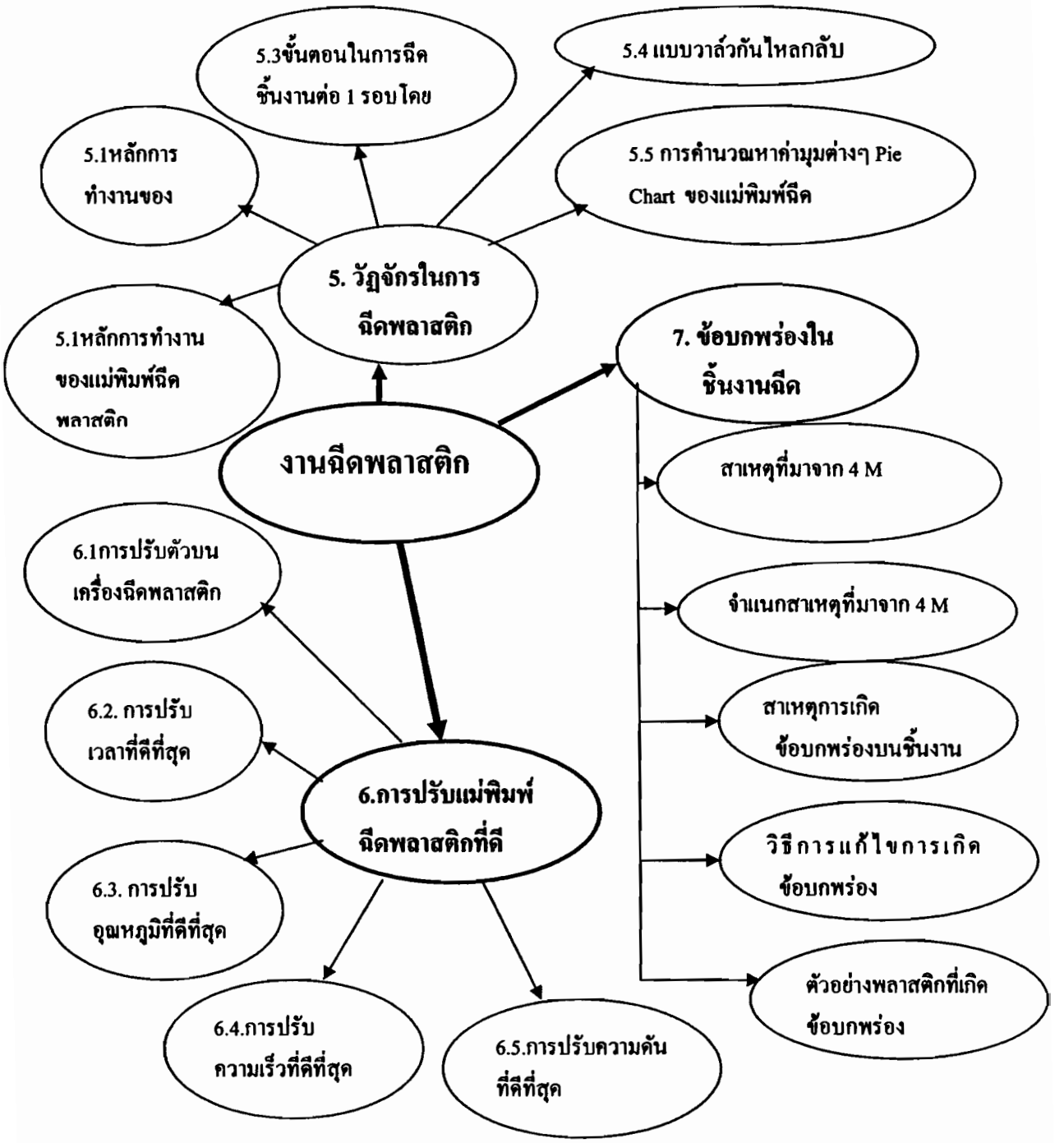
เป็นการรวบรวมหัวเรื่องที่ควรจะมีอยู่ในบทเรียนชุดการสอนเรื่อง งานฉีดพลาสติก ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์เนื้อหา เริ่มจากการวางชื่อวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกไว้เป็นจุดหลักตรงกลางแล้วแยกย่อยหัวข้อที่มีความสัมพันธ์กันเรื่องที่จะต้องสอนเขียนโยงกันกับชื่อวิชาอย่างอิสระออกมาโดยใช้เส้นโยงออกจากหัวเรื่องหลักโดยการขยายออกไป ตามความคิดของตนเองอย่างอิสระ หัวข้อที่มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กันโยงกันตามเนื้อหาและหน่วยการเรียนที่ได้แบ่งไว้ในการรวบรวมหัวข้อเรื่องควรมีเนื้อหาในการนำเสนอให้เห็นเป็นภาพรวมของทั้งวิชาแล้วให้ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่านตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งและได้เป็นแผนภูมิระดมสมองได้เป็นภาพรวมดังรูปที่ 3.1




**รูปที่ 3.1** แผนภูมิระดมสมอง (Brain Storm Chart)

**3.4.5.1.2 สร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart)**

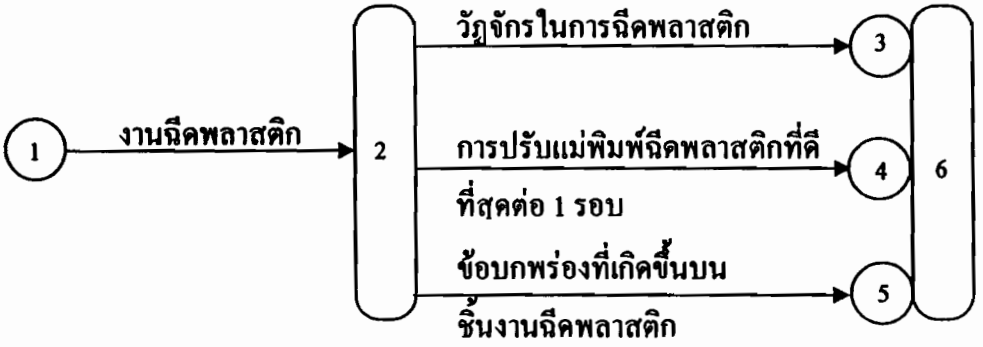
ในการสร้างแผนภูมิหัวข้อเรื่องสัมพันธ์ผู้วิจัยได้นำแผนภูมิระดมสมองมาทำการวิเคราะห์หัวเรื่องอีกครั้งเพื่อวิเคราะห์หาหัวเรื่องที่มีความจำเป็น ความสำคัญตลอดจนความสัมพันธ์ของเนื้อหาอย่างเหมาะสมบางหัวข้อต้องตัดออกไปนำหัวข้อที่ใช้มาเพิ่มเติมให้มีเนื้อหาและบทเรียนที่สมบูรณ์ในการสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.2




**รูปที่ 3.2 แผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart)**

**3.4.5.1.3** สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart)

เป็นการนำหัวข้อเรื่องต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ในแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ มาทำการจัดทำลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหา โดยพิจารณาลำดับก่อนหลังต่อเนื่องกันไป ซึ่งในการพิจารณาลำดับก่อนหลังของเนื้อหานั้น พิจารณาจากความยากง่ายของเนื้อหา เนื้อหาใดที่เป็นพื้นฐานจัดเรียนก่อนหรือหลัง ดังรูปที่ 3.3




**รูปที่ 3.3** แผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา(Concept Network Chart)

**3.4.5.2** การออกแบบหน่วยการเรียน (Design)

เป็นขั้นตอนการออกแบบหน่วยการเรียน วางแผนการสอน สำหรับการเรียนการสอนบทเรียนชุดการสอน ในการออกแบบหน่วยการเรียน มีขั้นตอนดังนี้

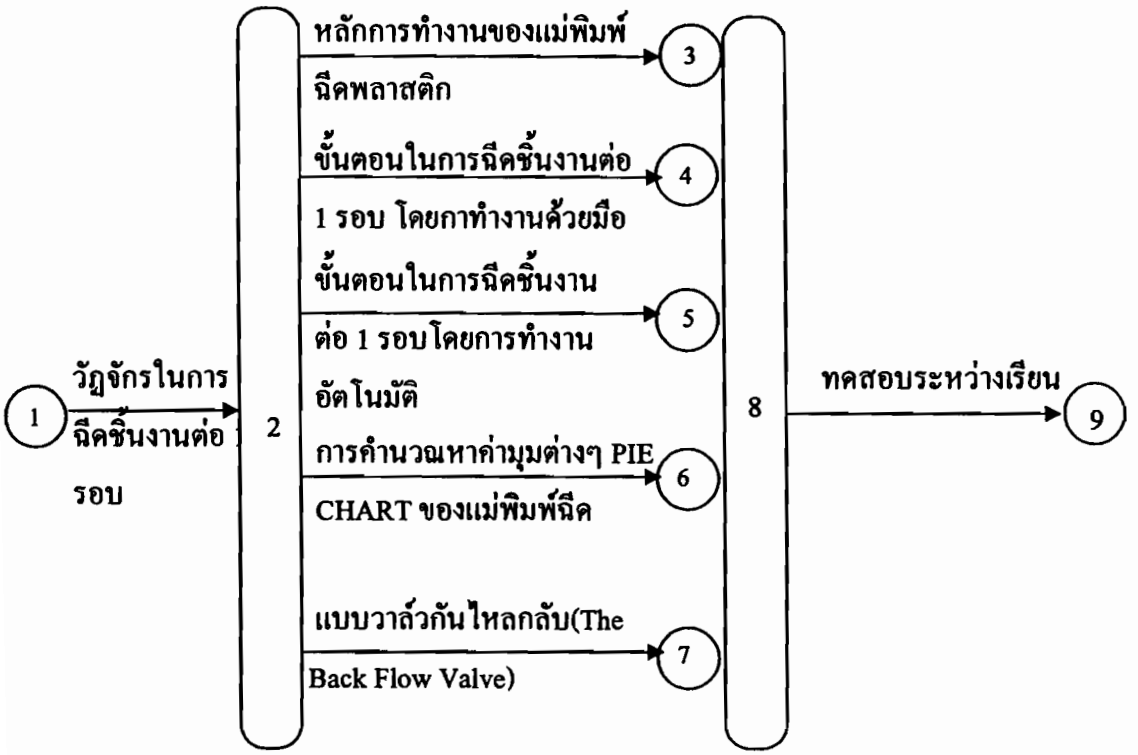
**3.4.5.2.1** การออกแบบโครงสร้างองค์ความรู้ของเนื้อหาวิชา เป็นการออกแบบโครงสร้างองค์ความรู้ของเนื้อหาวิชา ประกอบด้วย การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียน การสร้างแผนภูมิลำดับการนำเสนอหน่วยการเรียนและการกำหนดและเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียน มีขั้นตอนคือ

1. การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียน
2. สร้างแผนภูมิลำดับการนำเสนอหน่วยการเรียน
3. กำหนดและเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียน

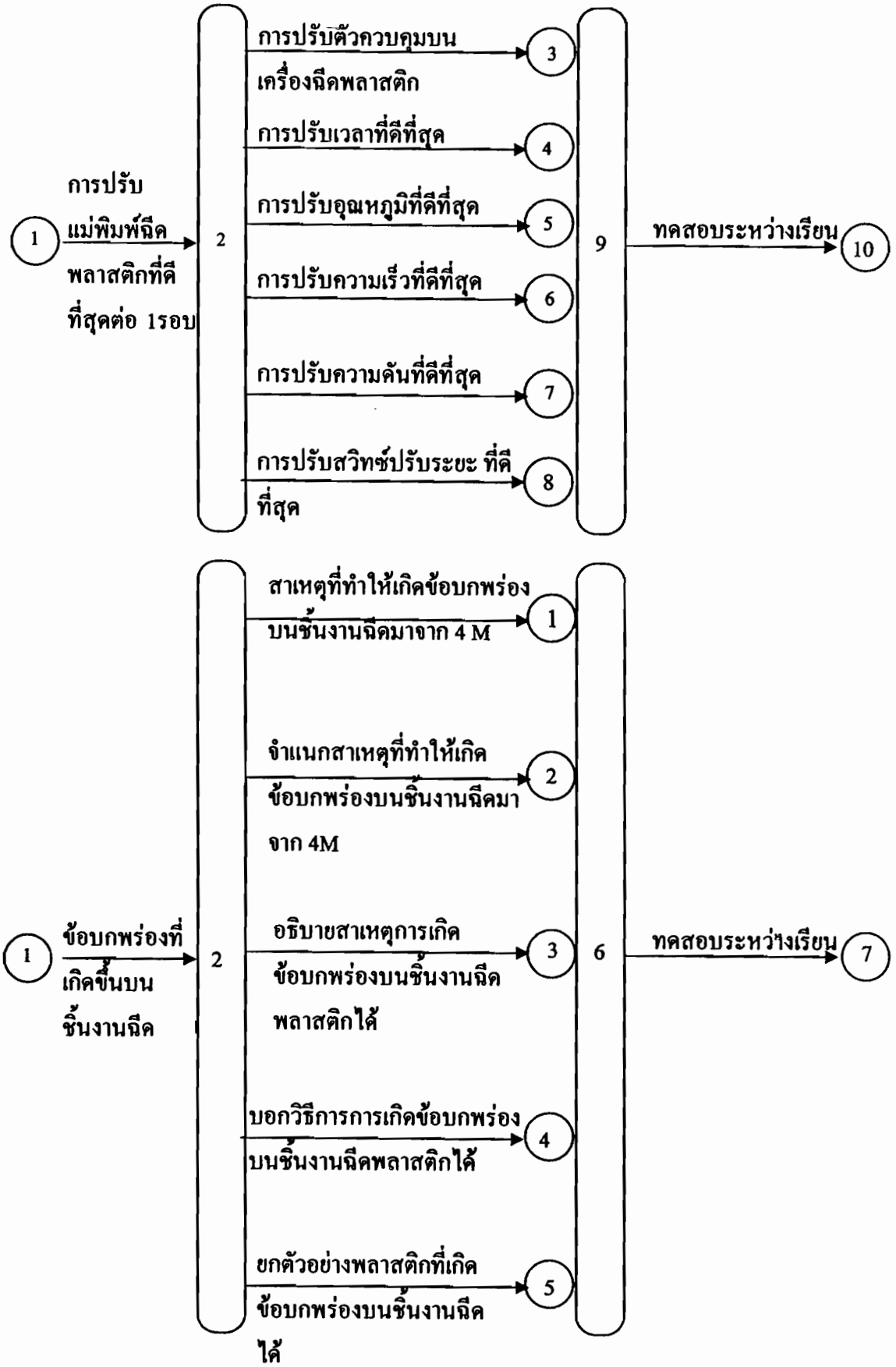
**3.4.5.2.2** การออกแบบการสอน เนื่องจากบทเรียนชุดการสอนเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ครูเป็นผู้บรรยายและถาม-ตอบ สำหรับขั้นตอนในการออกแบบการสอนเป็นการพิจารณาลำดับหัวเรื่องเนื้อหาที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้แล้วในแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหาแล้วจัดลำดับการเรียนก่อนหลัง เพื่อให้เกิด

**3.4.5.2.3 การออกแบบโครงสร้างองค์ความรู้ของเนื้อหาวิชา (Knowledge Structure Design)** ขั้นตอนในการออกแบบโครงสร้างองค์ความรู้ของเนื้อหาวิชาประกอบด้วย การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนการสร้างแผนภูมิลำดับการนำเสนอหน่วยการเรียน และการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วยการเรียน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียน เป็นการนำเอาแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหาที่ได้วิเคราะห์มาแล้วมาแบ่งเป็นหน่วยการเรียนจะพิจารณาเวลาที่ใช้สอนในแต่ละครั้ง ในงานฉีดพลาสติก ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 หน่วยการเรียน ดังแสดงในรูปที่ 3.4



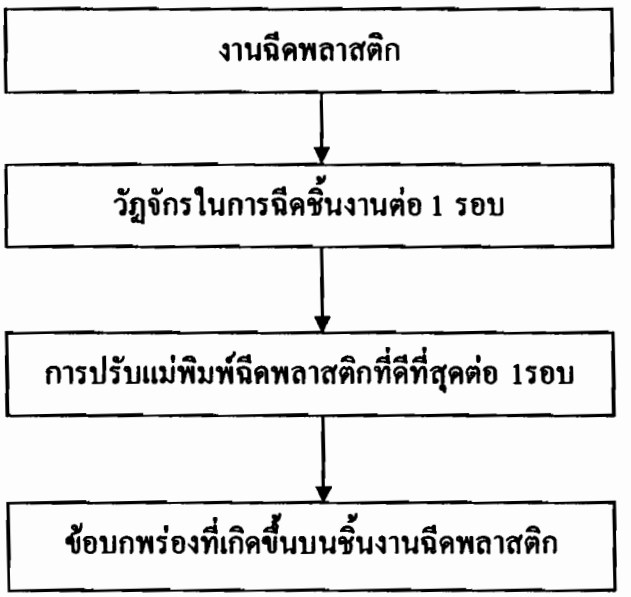

**รูปที่ 3.4** การแบ่งเนื้อหาหน่วยการเรียน




**รูปที่ 3.4** การแบ่งเนื้อหาหน่วยการเรียน (ต่อ)

2. สร้างแผนภูมิลำดับการนำเสนอหน่วยการเรียน ( Course Flow Chart ) จากการแบ่งหน่วยการเรียน 3 หน่วยการเรียนเป็นการนำเสนอผลจากการแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 หน่วยการเรียนแล้วนำมาตั้งชื่อตามความเหมาะสมแล้วนำมาจัดลำดับการนำเสนอหน่วยการเรียน จำนวนหน่วยการเรียนที่ผู้วิจัยได้นำมาจัดการออกแบบกำหนดขอบเขตการพัฒนาบทเรียนชุดการสอน 1ใน 2 ของเนื้อหาทั้งหมดเนื่องจากในรายวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรียน2 ส่วนเนื้อหาเช่นงาน ฉีดพลาสติกและงานเป่าพลาสติกแต่ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอในเนื้อหาเฉพาะบทเรียนชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติกโดยการจัดลำดับการนำเสนอ 3 หน่วยการเรียน ประกอบด้วย

หน่วยการเรียนที่ 5 วัฏจักรในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ
หน่วยการเรียนที่ 6 การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุดต่อ 1 รอบ
หน่วยการเรียนที่ 7 ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก




**รูปที่ 3.5** แผนภูมิลำดับการนำเสนอหน่วยการเรียน (Course Flow Chart)

3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละหัวข้อเป็นการนำหัวเรื่องมาพิจารณากำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เหมาะสมซึ่งจุดประสงค์แต่ละหน่วยแสดงในตาราง ที่ 3.1

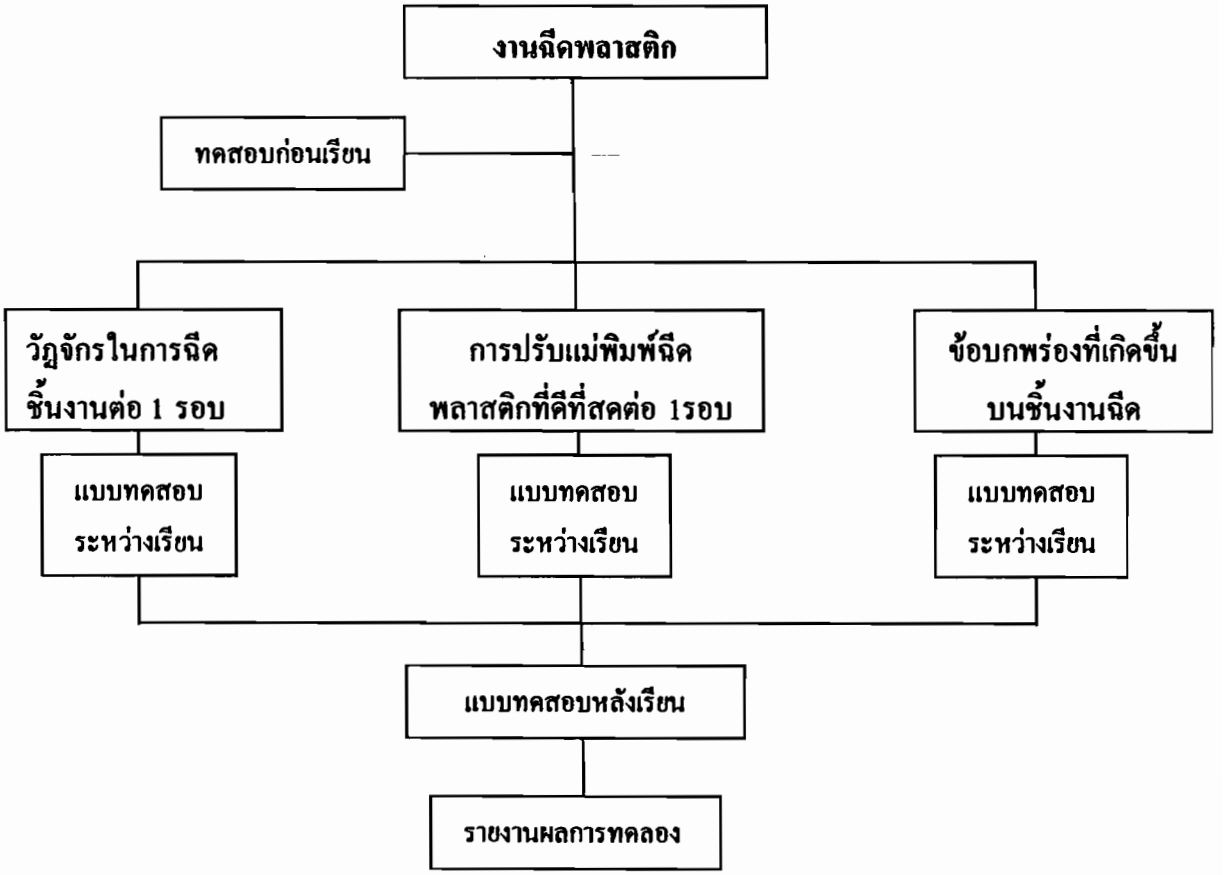
**ตารางที่ 3.1** แสดงผลการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละหน่วยการเรียน

| หน่วยที่ | หัวข้อเรื่อง | วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม(เมื่อเรียนจบแล้วสามารถ) |
|---|---|---|
| 5 | วัฏจักรในการฉีดชิ้นงานต่อ 1รอบ | 1. อธิบายหลักการทำงานของแม่พิมพ์ฉีดได้<br>2. อธิบายขั้นตอนในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ (Cycle) โดยการทำงานด้วยมือได้<br>3. อธิบายขั้นตอนในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ (Cycle) โดยการทำงานอัตโนมัติได้<br>4. คำนวณหาค่ามุมต่างๆ PIE CHART ของแม่พิมพ์ฉีดได้<br>5. อธิบายการทำงานวาล์วกันไหลกลับ(The Back Flow Valve)ได้ |
| 6 | การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุดต่อ 1 รอบ | 6 จำแนกการปรับตัวควบคุมบนเครื่องฉีดพลาสติกได้<br>7 อธิบายการปรับเวลาที่ดีที่สุด(Optimization Of Time)ได้<br>8 อธิบายการปรับอุณหภูมิที่ดีที่สุด(Optimization Of Temperature)ได้<br>9 อธิบายการปรับความเร็วที่ดีที่สุด(Optimization Of Speed)ได้<br>10 อธิบายการปรับความดันที่ดีที่สุด(Optimization Of Pressure)ได้<br>11 อธิบายการปรับสวิทซ์ปรับระยะ ที่ดีที่สุด( Limit Switch) ได้ |

**ตารางที่ 3.1** แสดงผลการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละหน่วยการเรียน (ต่อ)

| หน่วยที่ | หัวข้อเรื่อง | วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม(เมื่อเรียนจบแล้วสามารถ) |
|---|---|---|
| 7 | ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | 12 อธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานฉีดมาจาก 4 M ได้<br>13. จำแนกสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานฉีดมาจาก 4 Mได้<br>14. อธิบายสาเหตุการเกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานฉีดพลาสติกได้<br>15. บอกวิธีการแก้ไขการเกิดข้อบกพร่องที่เกิดบนชิ้นงานฉีดพลาสติกได้<br>16. ยกตัวอย่างพลาสติกที่เกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานฉีดได้ |

**3.4.5.2.2** การออกแบบการสอน เนื่องจากบทเรียนชุดการสอนเป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้บรรยายและถาม-ตอบ สำหรับขั้นตอนในการออกแบบการสอนเป็นการพิจารณาลำดับหัวเรื่องเนื้อหาที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้แล้วในแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหาแล้วจัดลำดับการเรียนก่อนหลัง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพกับผู้เรียนในการใช้บทเรียนชุดการสอน การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจัดการควบคุมการเรียนการสอนโดยจัดอยู่ในรูปแบบแผนภูมิการเรียนรู้แต่ละบุคคลสอน ดังรูปที่ 3.6




**รูปที่ 3.6** การออกแบบระบบการจัดการเรียนการสอน

**3.4.5.3** การสร้างหน่วยการเรียน

**3.4.5.3.1** เขียนรายละเอียด เนื้อหาลงกรอบการสอน เป็นการนำผลการออกแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียน มาทำการเขียนเนื้อหาลงกรอบการสอน

**3.4.5.3.2** จัดลำดับกรอบการสอน เป็นการนำกรอบการสอนที่เขียนไว้มาจัดลำดับ โดยการเรียงลำดับหัวข้อเรื่องตามแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา ดังแสดงในภาคผนวก ง

**3.4.5.3.3** การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาซึ่งผู้วิจัยได้นำเนื้อหาวิชาที่ได้เรียงลำดับไว้ไปทำการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

**3.4.5.3.4** สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนชุดการสอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีขั้นตอนในการสร้างประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก

คือ การวิเคราะห์แบบทดสอบ การหาคุณภาพของแบบทดสอบ และการสร้างฐานข้อมูลคลังข้อสอบ เพื่อนำมาใช้ในการทดสองหาประสิทธิภาพของบทเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

3.4.5.3.5 การวิเคราะห์แบบทดสอบ เป็นการวิเคราะห์เนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนมีการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอย่างไร ระดับใด เช่น ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ทำการออกข้อสอบให้ครบทุกวัตถุประสงค์ข้อสอบ การสร้างแบบทดสอบ

3.4.5.3.6 การสร้างแบบทดสอบ เป็นการสร้างแบบทดสอบโดยทำการเขียนข้อสอบตามจำนวนที่กำหนดไว้แล้วนำมาพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา เพื่อวิเคราะห์ความเที่ยงตรงแล้วจึงนำมาจัดพิมพ์

3.4.5.3.7 การหาคุณภาพของแบบทดสอบ เป็นการนำแบบทดสอบที่ได้ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำผลการทดสอบไปวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบประกอบด้วย การหาความยากง่ายของข้อสอบ การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เมื่อได้ข้อสอบที่มีคุณภาพแล้วนำไปเก็บในฐานข้อมูลในคลังข้อสอบ

3.4.5.3.8 การนำฐานข้อมูลคลังข้อสอบมาใช้ในการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การหาผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) แบบทดสอบระหว่างหน่วยการเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test)

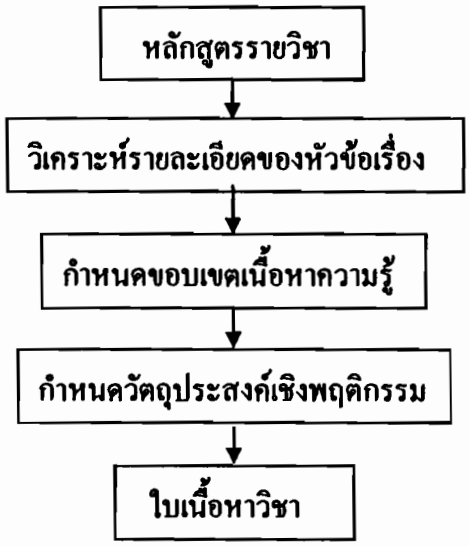
สำหรับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนชุดการสอน แสดงในหัวข้อที่ 3.6.3

## 3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### 3.5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

3.5.1.1 บทเรียนชุดการสอนแบบบรรยาย อธิบาย ภาคทฤษฎีเรื่องงานฉีดพลาสติก คือ เครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ครูผู้สอนนำไปใช้ในการสอน ประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา สื่อประกอบการสอน ดังนั้นผู้วิจัยได้นำเอาหัวข้อเรื่องมาวิเคราะห์ เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาวิชา และ แผนการสอน โดยวิเคราะห์หัวข้อเรื่องจากการศึกษาหลักสูตรรายวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก รหัส 2102-2507 จากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545(ปรับปรุง2546) แผนกวิชาแม่พิมพ์พลาสติก วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการตามขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.7




**รูปที่ 3.7** แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง

3.5.1.2 แบบทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนชุดการสอนเรื่อง งานฉีดพลาสติก

### 3.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.5.2.1 แบบประเมินสภาพจริง และเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรม

3.5.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน

3.5.2.3 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนกับชุดการสอน

### 3.5.3 การสร้างเนื้อหาลงในชุดการสอน

**3.5.3.1** เลือกสร้างชุดการสอน ( Power Point) ที่มีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน

**3.5.3.2** จัดลำดับชุดการสอน ( Power Point)ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน

**3.5.3.3** ทำการสร้างชุดการสอน โดยนำเนื้อหาที่จัดลำดับไว้หรือได้ออกแบบไว้มาทำชุดการสอน Power Point ให้จนครบทุกหน่วยการเรียนตลอดจนแบบทดสอบ

### 3.5.4 การตรวจสอบคุณภาพชุดการสอน

เป็นการนำบทเรียนชุดการสอนที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางเทคโนโลยีทางการศึกษา เพื่อทำการตรวจสอบหาคุณภาพด้านสื่อการสอนของบทเรียนชุดการสอนที่สร้างขึ้น

1. สำหรับผู้เชี่ยวชาญทางด้านสื่อเทคโนโลยี ที่มีความรู้ความสามารถและมีความเชี่ยวชาญทางด้านสื่อ เพื่อให้การวิเคราะห์และให้คำแนะนำในด้านสื่อเทคโนโลยี จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

1.) ดร. ทินโน ขวัญดี รองคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2.) ดร. สวัสดี พฤษตระกูล รองคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมฝ่ายกิจการทั่วไป มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

3.) ผศ. คมกฤช กิตติพร รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

2. สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพทางด้านสื่อเทคโนโลยีของบทเรียนชุดการสอน คือแบบประเมิน เป็นลักษณะแบบประเมิน มี 5 ระดับคือ [56]

| | | |
|---|---|---|
| 5 | หมายถึง | คุณภาพดีมาก |
| 4 | หมายถึง | คุณภาพดี |
| 3 | หมายถึง | คุณภาพปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | คุณภาพพอใช้ |
| 1 | หมายถึง | คุณภาพควรปรับปรุง |

## 3.6 ขั้นตอนการสร้างชุดการสอน สื่อ และการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือสำหรับที่ใช้ในการวิจัย

### 3.6.1 การสร้างบทเรียนชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก

**3.6.1.1** ศึกษาคู่มือการสอน และ เอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก โดยใช้กับ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างแม่พิมพ์พลาสติก วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ จำนวน 20 คน

**3.6.1.2** วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ของการเรียนรู้เพื่อจัดทำบทเรียนชุดการสอน ในรายวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่องงานฉีดพลาสติก

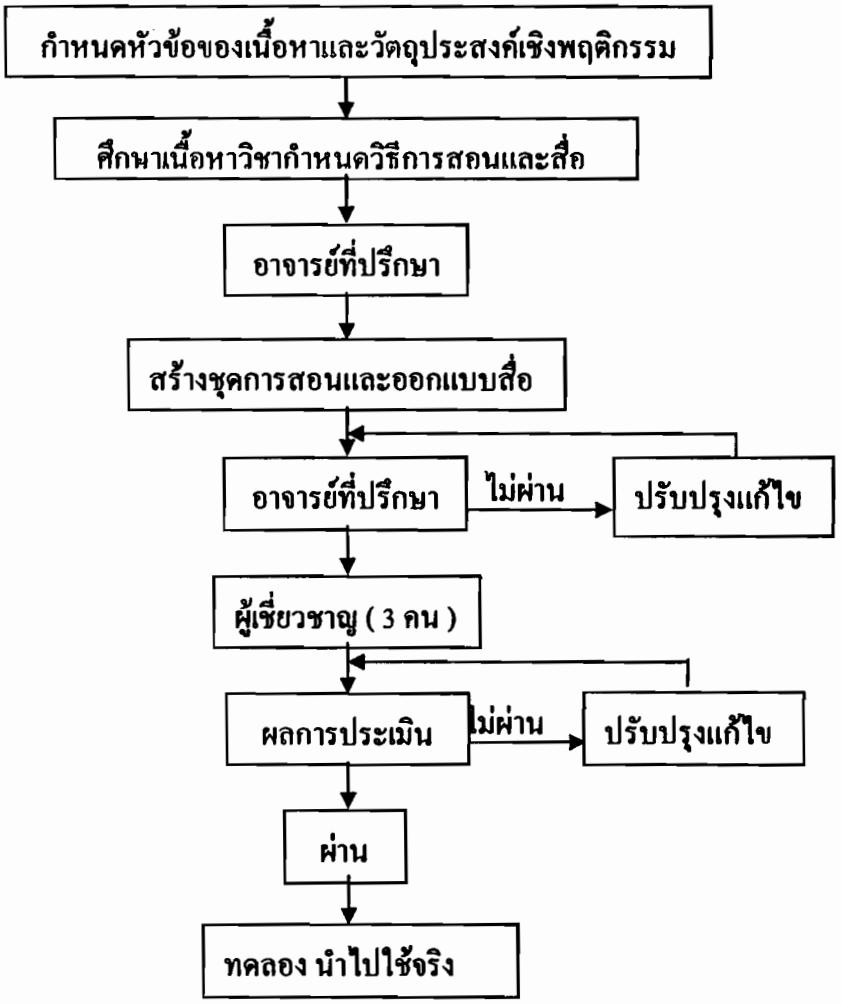
**3.6.1.3** ดำเนินการสร้างบทเรียนชุดการสอน ในรายวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่องงานฉีดพลาสติก

**3.6.1.4** นำบทเรียนชุดการสอน ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ ตรวจพิจารณาความถูกต้อง และข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข

**3.6.1.5.** ปรับปรุงบทเรียนชุดการสอน ตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ

**3.6.1.6** นำบทเรียนชุดการสอน ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้วไปทดลองกับกลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน

**3.6.1.7** แก้ไขปรับปรุงและนำไปใช้โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.8




**รูปที่ 3.8** แสดงขั้นตอนการสร้างชุดการสอนและสื่อ

**3.6.2 การสร้างแบบวัดการประเมินสภาพจริง ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้**

**3.6.2.1** ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการฉีดพลาสติก

**3.6.2.2** กำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในแต่ละหน่วยการเรียน

**3.6.2.3** กำหนดคุณลักษณะในแต่ละด้านของหน่วยการเรียนรู้ วิเคราะห์ เกณฑ์การให้คะแนน

**3.6.2.4** นำแบบวัดการประเมินสภาพจริงไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ ตรวจพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเพื่อแก้ไขปรับปรุง

3.6.2.5 นำแบบวัดการประเมินสภาพจริงที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้วไปทดลองประเมินกับกลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน

3.6.2.6 แก้ไขปรับปรุง

### 3.6.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เป็นการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 35 ข้อเพื่อนำข้อมูลหรือคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมาประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพ จึงต้องศึกษาทฤษฎีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนำมาใช้ประกอบการสร้างแบบทดสอบ [57]

การสร้างแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ว่าก่อนลงมือเขียนข้อสอบจะต้องมีการวางแผนและในขั้นตอนการวางแผนนี้จะต้องพิจารณาวัตถุประสงค์ของเนื้อหาหรือสร้างข้อสอบโดยยึดกลุ่มพฤติกรรมจึงเหมาะสม สำหรับการทดสอบโดยใช้ข้อสอบที่สร้างขึ้นโดยยึดกลุ่มพฤติกรรมเป็นหลัก เมื่อสอบแล้วสามารถอ้างอิงได้ว่าบุคคลนั้นมีความสามารถระดับใดหรือรอบรู้เพียงใด[58]

1. ศึกษาการสร้างแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ และวิธีการสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ และศึกษาคู่มือการเรียนการสอนในวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก

2. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ 16 วัตถุประสงค์

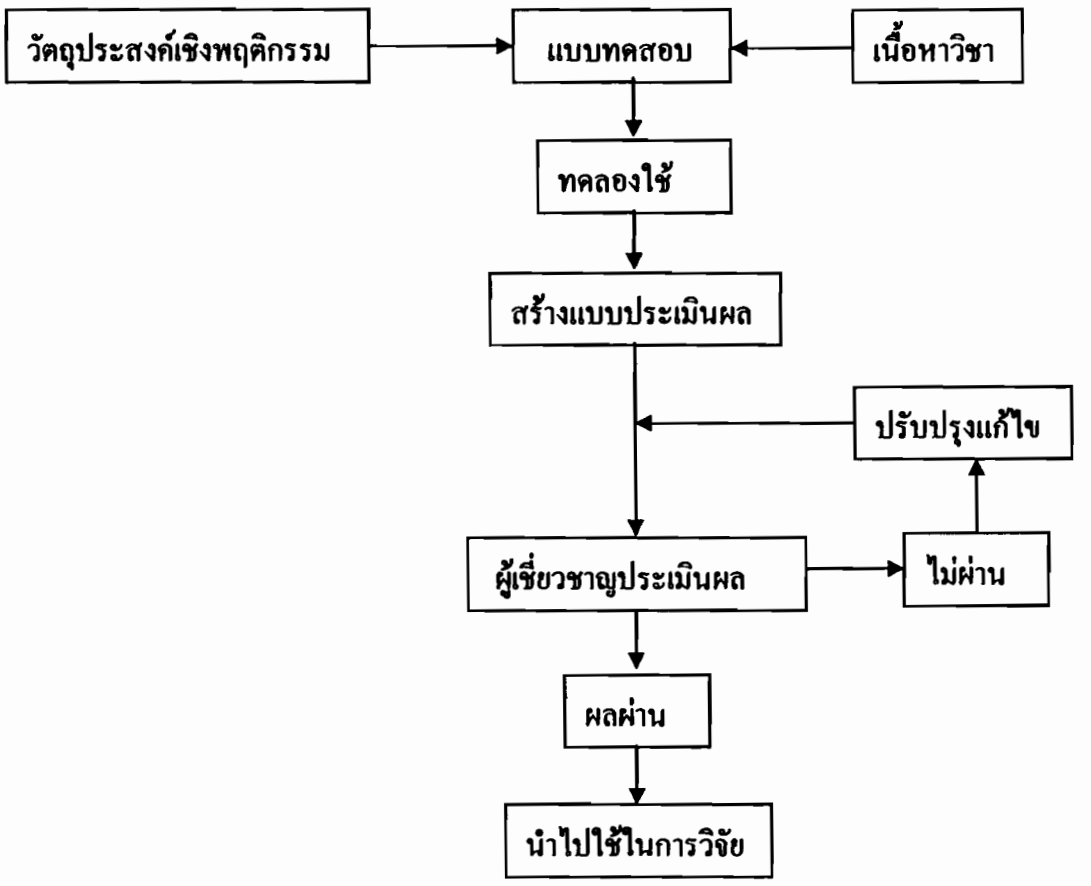
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสร้างแบบทดสอบผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักการเขียนข้อสอบที่ถูกต้องตามที่กำหนดไว้คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ก่อนดำเนินการเขียนข้อสอบและจากการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน รวมทั้งสิ้นตามวัตถุประสงค์ 16 ข้อสำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดข้อสอบไว้เป็นจำนวน 89 ข้อ หลังจากนั้นใช้แบบทดสอบที่เหลือคงไว้ในคลังข้อสอบ

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ ตรวจพิจารณาในความถูกต้องเพื่อปรับปรุงแก้ไขโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน พิจารณาข้อสอบแต่ละข้อว่าสมารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ถ้าพิจารณาแล้วเห็นว่าแน่ใจว่าข้อสอบสมารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง + 1 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้ลงคะแนน 0 และถ้าเห็นว่า ข้อสอบไม่สามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้ลงคะแนน - 1

5. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงของข้อสอบ เป็นการนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาทั้ง 3 ท่านมาทำการวิเคราะห์หาค่า IOC โดยการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละข้อ ถ้ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าใช้ได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์จากข้อสอบทั้งหมดจำนวน 89 ข้อ

6. แบบทดสอบฉบับทดลอง เป็นการนำข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของเนื้อหา (IOC) และผ่านเกณฑ์หรือมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป มาจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบโดยมีรายละเอียดคำชี้แจง

7. นำแบบทดสอบที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้วไปทดลองกับกลุ่มทดลองที่ผ่านการเรียนเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองมาแล้วได้แก่ นักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้น ปีที่ 3 แผนกวิชาช่างแม่พิมพ์พลาสติก จำนวน 10 คน และปีที่ 2 จำนวน 20 คนที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องงานฉีดพลาสติกโดยวิธีเลือกแบบเจาะจง เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังแสดงในรูปที่ 3.9




**รูปที่ 3.9** แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

8. วิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของข้อสอบรายข้อ โดยหาค่าอำนาจจำแนกและหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับแล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่าย อยู่ประมาณ 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปและหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) (แบบสอบถามที่ดี ค่าความเชื่อมั่นจะอยู่ในเกณฑ์ระหว่าง 0.80 – 1.00)

**3.6.4** ใช้แบบทดสอบที่มีคุณภาพบันทึกไว้ในฐานข้อมูลคลังข้อสอบ เป็นการนำข้อสอบที่มีคุณภาพบันทึกไว้ในฐานข้อมูลคลังข้อสอบ โดยมีการจัดเก็บแยกตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อประโยชน์ในการนำข้อสอบจากฐานข้อมูลคลังข้อสอบไปใช้ในการสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ต่อไป

**3.6.5** การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียน และ แบบทดสอบหลังเรียน การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นการสร้างเพื่อทดสอบหาประสิทธิผลทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนบทเรียนชุดการสอนว่ามีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียนมากน้อยเพียงใด การสร้างแบบทดสอบระหว่างเรียนเป็นการสร้างเพื่อทดสอบหาประสิทธิผลทางการเรียนของผู้เรียนระหว่างเรียนบทเรียนชุดการสอน($E_1$) และการสร้างแบบทดสอบหลังเรียน ($E_2$) ซึ่งการสร้างแบบทดสอบทั้ง 3 ชนิดนี้เป็นการสร้างแบบทดสอบโดยวิธีการสุ่มข้อสอบจากฐานข้อมูลคลังข้อสอบที่จัดเตรียมไว้ตามจำนวนที่กำหนดไว้จากบทเรียนชุดการสอนที่สร้างขึ้น

**3.6.6 การสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนการสอนผู้วิจัยได้มีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย ดังต่อไปนี้**

**3.6.6.1** ศึกษาเอกสาร หลักการสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการสอน แล้วกำหนดวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้สอดคล้องกับประโยชน์ของงานวิจัย

**3.6.6.2** สร้างแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนการสอนผู้วิจัยได้กำหนดเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่าตามแบบ Likert s Scale กำหนดระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนไว้ 5 ระดับ ดังนี้ [59]

| | | |
|---|---|---|
| 5 | หมายถึง | มากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | มาก |
| 3 | หมายถึง | ปานกลาง |

2 หมายถึง น้อย

1 หมายถึง น้อยที่สุด

**3.6.6.3** กำหนดประเด็นที่ต้องการสอบถาม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและกำหนดประเด็นในการสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่องงานฉีดพลาสติก ที่สร้างขึ้น 5 ด้าน คือ ด้านวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ด้านเนื้อหา ด้านแบบทดสอบ ด้านการจัดการเรียนการสอน และด้านสื่อการเรียนการสอน ซึ่งรายละเอียดของแบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก และสำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความคิดเห็นดังนี้

4.50 - 5.00 หมายถึง มากที่สุด

3.50 - 4.49 หมายถึง มาก

2.50 - 3.49 หมายถึง ปานกลาง

1.50 - 2.49 หมายถึง น้อย

1.00 - 1.49 หมายถึง น้อยที่สุด

**3.6.6.4** นำแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนการสอนไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ ตรวจพิจารณาในความถูกต้องเพื่อปรับปรุงแก้ไข

**3.6.6.5** แก้ไขปรับปรุง

**3.6.6.6** นำแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนการสอนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้วไปทดลองกับกลุ่มทดลองที่ผ่านการเรียนเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองมาแล้ว

## 3.7 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยต้องเก็บรวบรวมข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยตนเองโดยมีขั้นตอนดังนี้

**3.7.1** ดำเนินการโดยนำคะแนนเก็บที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน และระหว่างเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ( ปวช.) แผนกวิชาแม่พิมพ์พลาสติก

**3.7.2** ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) หลังเรียน 1 สัปดาห์ โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**3.7.3** นำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก งานฉีดพลาสติก และประสิทธิผลทางการเรียน จากนั้นนำข้อมูลไปวิเคราะห์โดยทางสถิติในลำดับต่อไป

## 3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้

### 3.8.1 การวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียน ใช้วิเคราะห์ผลหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา หาค่าระดับความยากง่าย(P)ของข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนก(D)ของข้อสอบ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังนี้

ก. การหาค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยการนำตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาพิจารณาและให้คะแนนความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง( IOC) โดยใช้สูตรทางสถิติ [60]

$$\text{สูตร} \quad IOC = \frac{\sum R_i}{N}$$

โดยที่ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือเนื้อหา

$R_i$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ข. การหาค่าระดับความยากง่ายของข้อสอบ(P) หาค่าอำนาจจำแนก (D) ใช้สูตรดังนี้ การหาความยากง่าย (P) โดยใช้สูตร [61]

$$P = \frac{H + L}{N}$$

โดยที่

P หมายถึง ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

H หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มที่ 1

L หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มที่ 2

N หมายถึง จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดกลุ่มที่ 1และกลุ่มที่ 2

ขอบเขตของความยากง่าย(P)และความหมาย

| | | |
|---|---|---|
| ค่าความยากง่าย | 0.81 – 1.00 | เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก |
| ค่าความยากง่าย | 0.61 – 0.80 | เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย |
| ค่าความยากง่าย | 0.41 – 0.60 | เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ |
| ค่าความยากง่าย | 0.21 – 0.40 | เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก |
| ค่าความยากง่าย | 0.00 – 0.20 | เป็นข้อสอบที่ยากมาก |

ดังนั้น การเลือกความยากง่าย (P) ของข้อสอบแต่ละข้อความอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80

การหาค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้สูตร[62]

$$D = \frac{PH - PL}{\frac{N}{2}}$$

โดยที่

D หมายถึง ค่าอำนาจจำแนก

PH หมายถึง จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกกลุ่มที่ 1

PL หมายถึง จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกกลุ่มที่ 2

N หมายถึง จำนวนผู้สอบทั้งหมดกลุ่มที่ 1และกลุ่มที่ 2

ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนก(D)และความหมายของแบบทดสอบ

| | | |
|---|---|---|
| ค่าอำนาจจำแนก | 0.40 ขึ้นไป | คุณภาพข้อสอบดีมาก |
| ค่าอำนาจจำแนก | 0.30 – 0.39 | คุณภาพข้อสอบดี |
| ค่าอำนาจจำแนก | 0.20 – 0.29 | คุณภาพข้อสอบพอใช้ |
| ค่าอำนาจจำแนก | 0.00 – 0.19 | คุณภาพข้อสอบใช้ไม่ได้ |

ดังนั้น ค่าอำนาจจำแนก(D)ที่ยอมรับคือตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ค. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วิธีหาค่าความเที่ยงหรือแบบคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder and Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 ดังต่อไปนี้ [63]

สูตร $KR-20;\ r_{tt} = \frac{K}{K-1}\left[1-\frac{\Sigma p.q}{\sigma^2}\right]$

$r_{tt}$ = ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K = จำนวนข้อสอบทั้งหมด

p = อัตราส่วนของคนที่ทำถูกของข้อสอบแต่ละข้อ

q = อัตราส่วนของคนที่ทำผิดของข้อสอบแต่ละข้อ

$\sigma^2$ = ค่าความแปรปรวนของคะแนนที่สอบได้

$\sigma^2 = \frac{\sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$

X = คะแนนผลการสอบแต่ละคน

N = จำนวนนักเรียน

ง. สรุปค่าได้ดังนี้

| | |
|---|---|
| ค่าความยากง่าย (P) | อยู่ประมาณ 0.20-0.80 |
| ค่าอำนาจจำแนก (D) | ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป |
| ค่าความเที่ยง | ตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป |

**3.8.2 การวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนชุดการสอนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

ก. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนชุดการสอน ประสิทธิผลทางการเรียนของผู้เรียน ใช้สูตร $E_{post} - E_{pre}$ โดยการเปรียบเทียบประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

เมื่อ $$E_{post} = \frac{\sum X}{NA} \times 100$$

$$E_{pre} = \frac{\sum Y}{NB} \times 100$$

$E_{post}$ แทน ประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียนรู้คิดเป็นร้อยละ จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

$E_{pre}$ แทน ประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียนรู้คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

$\sum Y$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบก่อน

NA แทนคะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

NB แทนคะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนเรียน

ข. หาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เมื่อหาค่าก่อนเรียนและหลังเรียนแล้วจะต้องหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ของทั้งสองค้วยเพื่อที่จะใช้ตรวจสอบความใกล้กันทั้งสองค่าซึ่งไม่น่าจะมีความใกล้กันหากบทเรียนนั้นสร้างขึ้นมาอย่างมีผลสัมฤทธิ์มากกว่า 60 ขึ้นไป

สูตร $$S.E = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X - \bar{X})^2}{n-1}}$$

โดยที่

S.E หมายถึง ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

X หมายถึง ผลรวมของคะแนน

n หมายถึง จำนวนข้อมูล

$\bar{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

### 3.8.3 การวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้วิเคราะห์หาระดับเจตคติของผู้เรียน

การวิเคราะห์ผลเพื่อหาเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนชุดการสอน โดยนำค่าที่ได้จากแบบสอบถามวัดเจตคติของผู้เรียนมาคำนวณค่าคะแนนเฉลี่ย โดยใช้สูตร[64 ]

สูตร $$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

โดยที่ $\sum_{i=1}^{n} X_i$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\bar{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ย

n หมายถึง จำนวนข้อมูล

$X_i$ หมายถึง คะแนนผู้เรียนแต่ละคน

### 3.8.4 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ของค่าเฉลี่ยผลวิเคราะห์หาระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอน โดยใช้ t – Test แบบ dependent [65]

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S.E./\sqrt{n}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้วิเคราะห์หาระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอน โดยใช้ t – Test แบบ dependent

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยข้อมูล

$\mu$ แทน ค่าเฉลี่ยของประชากร

S.E แทน ค่าความคลาดเคลื่อน

N แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

**3.8.5 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและก่อนเรียน** โดยใช้ t – Test แบบ dependent [ 65]

$$t=\frac{(\bar{x}_1-\bar{x}_2)-(\mu_1-\mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1}+\frac{s_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ $t$ แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติเพื่อทราบนัยสำคัญ

$\bar{x}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียน

$\bar{x}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียน

$\mu_1$ แทน ค่าเฉลี่ยของประชากรหลังเรียน

$\mu_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของประชากรก่อนเรียน

$S_1$ แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียน

$S_2$ แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียน

$n_1$ แทน จำนวนผู้เข้าสอบหลังเรียน

$n_2$ แทน จำนวนผู้เข้าสอบก่อนเรียน

# บทที่ 4 ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ประเมินผลโดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย บทเรียนชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามวัดระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนชุดการสอนที่สร้างขึ้น ซึ่งผลของการวิจัย ประกอบด้วย

4.1 การวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงของข้อสอบ

4.2 การทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน

4.3 การทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

4.4 การวิเคราะห์ระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนชุดการสอน

## 4.1 การวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงของข้อสอบ

**4.1.1** ผลการประเมินความเที่ยงตรงของข้อสอบจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาทั้ง 3 ท่านดังตาราง ข3 (รายละเอียดในภาคผนวก ข)

จากการศึกษาวิเคราะห์หาค่า IOC โดยการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละข้อ ถ้ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าใช้ได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์จากข้อสอบทั้งหมด 89 ข้อ สามารถสรุปได้ว่า มีข้อสอบที่ใช้ได้ 53 ข้อ และข้อสอบที่ตัดทิ้ง 36 ข้อ ซึ่ง ครอบคลุมวัตถุประสงค์ดังแสดงในตาราง ข5

**4.1.2** นำข้อสอบที่ใช้ได้ 53 ข้อไปทดสอบกับกลุ่มทดลอง 10 คนแล้วนำผลทดสอบมาวิเคราะห์ 27% ดังนี้ นักเรียนกลุ่มเก่งจะได้คะแนนสูงสุดลงมา 27% เป็นจำนวน 3 คน นักเรียนกลุ่มอ่อนจะได้คะแนนต่ำสุดขึ้นมา 27% เป็นจำนวน 3 คน และนักเรียนที่เหลือ 4 คนจะเป็นนักเรียนกลุ่มปานกลาง เพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (D) ซึ่งได้ผลคือ คะแนนเฉลี่ย 47.6 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 3.94 ค่าความเชื่อมั่น 0.84 จากโปรแกรมสถิติวิเคราะห์ข้อสอบ ดังแสดงในตาราง ข7, ข8 และ ข9

**4.1.3** นำผลสรุปการประเมินคุณภาพด้านสื่อการเรียนการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านดังแสดงในตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** สรุปผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อการเรียนการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ

| รายการประเมิน | ค่าเฉลี่ย | S.E. | ระดับคุณภาพ |
|---|---|---|---|
| 1. มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การสอน | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 2. สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาวิชา | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 3. มีความเหมาะสมกับเนื้อหาความรู้ | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 4. เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 5. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน | 3.67 | 1.53 | มาก |
| 6. มีความทันสมัยและน่าสนใจ | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| รวมเฉลี่ย | 4.38 | 0.74 | มาก |

จากตารางการพิจารณาด้านสื่อการเรียนการสอนของผู้เชี่ยวชาญสรุปได้ว่าสื่อมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การสอนอยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.67 สื่อมีความสอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาวิชาอยู่ในระดับคุณภาพมากค่ามากเฉลี่ย 4.33 สื่อมีความเหมาะสมกับเนื้อหาความรู้อยู่ในระดับคุณภาพมากค่าเฉลี่ย 4.33 สื่อมีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียนอยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.67 สื่อทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอยู่ในระดับคุณภาพมากค่าเฉลี่ย3.67 สื่อมีความทันสมัยและน่าสนใจอยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.67 สามารถสรุปได้ว่าผู้เชี่ยวชาญพิจารณาสื่อการสอนที่มีต่อชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่องงานฉีดพลาสติกอยู่ในระดับคุณภาพมากค่าเฉลี่ย 4.38

## 4.2 การทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน

วิธีดำเนินการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้นโดยนำบทเรียนไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 20 คนที่เลือกไว้คือนักศึกษาแผนกช่างแม่พิมพ์พลาสติก ที่ไม่เคยเรียนในรายวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกมาก่อนโดยมีขั้นตอนดังนี้

**4.2.1** นำแบบทดสอบก่อนเรียนไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ด้วยบทเรียนชุดการสอนที่สร้างขึ้นโดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่เรียนในรายวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก และกลุ่มตัวอย่างกลุ่มนี้เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคือนักศึกษาแผนกช่างแม่พิมพ์พลาสติก ที่ไม่เคยเรียนในรายวิชานี้มาก่อน จำนวน 20 คน ซึ่งผลการสอบดังแสดงในภาคผนวก ก 5

**4.2.2** หลังจากเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียน จะต้องทดสอบผู้เรียนในแต่ละหน่วยการเรียนซึ่งมีทั้งหมด 3 หน่วยการเรียนโดยที่ผู้วิจัยให้ทำในลักษณะเดียวกันทุกหน่วยการเรียนแล้วจึงประเมินผลหาประสิทธิภาพของบทเรียนแต่ละหน่วยการเรียน ดังแสดงในภาคผนวก ก5

**4.2.3** นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หา $E_1/E_2$ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ของประสิทธิภาพของบทเรียนคือ 80/80 ซึ่งในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยการนำผลของการทดสอบหลังหน่วยการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คนจากทั้ง 3 หน่วยการเรียนซึ่งผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2** แสดงผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างเรียน

| หน่วยการเรียนที่ | คะแนนรวมแต่ละหน่วยการเรียนของผู้เรียนจำนวน 20 คน | ประสิทธิภาพจากการทดสอบระหว่างเรียนของแต่ละหน่วยการเรียนคิดเป็นร้อยละ |
|---|---|---|
| 5 | 169 | 84.50 |
| 6 | 217 | 90.42 |
| 7 | 217 | 83.46 |
| ประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างเรียน $E_1$ | | 86.14 |

**ตารางที่ 4.3** แสดงผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนหลังเรียน

| รายการ | จำนวน |
|---|---|
| จำนวนผู้เรียนทั้งหมด | 20 |
| คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน | 35 |
| คะแนนรวมของผู้เรียนทั้งหมดจากแบบทดสอบหลังเรียน | 602 |
| ประสิทธิภาพของบทเรียนหลังเรียน $E_2$ | 86 |

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างเรียน ของแต่ละหน่วยการเรียน $E_1$ จากตาราง 4.2 พบว่า หน่วยการเรียนที่ 5 มีประสิทธิภาพระหว่างเรียนเท่ากับ 84.5 หน่วยการเรียนที่ 6 มีประสิทธิภาพระหว่างเรียนเท่ากับ 90.4 และหน่วยการเรียนที่ 7 มีประสิทธิภาพระหว่างเรียน $E_1$ เท่ากับ 83.4 และเมื่อพิจารณาทั้ง 3 หน่วยการเรียนพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างเรียนมีค่า

เท่ากับ 86.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80 สำหรับผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนหลังเรียน $E_2$ จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 20 คน มีคะแนนเต็มจากการทดสอบหลังเรียนมีค่า 35 คะแนน พบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 86 ดังนั้นผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติกมีค่า ($E_1/E_2$) คือ 86.14 /86 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

## 4.3 การทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

**4.3.1** ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เมื่อผู้เรียนเรียนครบทุกหน่วยการเรียนแล้วให้ผู้เรียนทั้ง 20 คน ทำแบบทดสอบ จำนวนข้อกำหนด ตามวัตถุประสงค์ซึ่งแต่ละหน่วยมีแบบทดสอบไม่เท่ากัน คือหน่วยที่ 5 วัตถุประสงค์ 5 ข้อ จำนวนแบบทดสอบ 10 ข้อ หน่วยที่ 6 วัตถุประสงค์ 6 ข้อ จำนวนแบบทดสอบ 12 ข้อ และหน่วยที่ 7 วัตถุประสงค์ 5 ข้อ จำนวนแบบทดสอบ 13 ข้อ รวมแบบทดสอบทั้งหมด 35 ข้อ สำหรับผลการทดสอบหลังเรียน แสดงในภาคผนวก ก 5

**4.3.2** นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน จากบทเรียนชุดการสอน เป็นการเปรียบเทียบผลต่างของผลการสอบหลังเรียนกับผลการทดสอบก่อนเรียน ซึ่งแสดงผลในตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.4** แสดงการหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

| ผลที่ได้จาก | คะแนนรวม | คะแนนเฉลี่ย (ร้อยละ) | ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน | ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน |
|---|---|---|---|---|
| แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre - test) | 173 | 24.7 | 0.30 | **61.30** |
| แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) | 602 | 86 | 0.38 | |

ผลการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน มีค่าเท่ากับ 24.7 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.30 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 86 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.38 และเมื่อนำผลทดสอบก่อนเรียนและผลทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนด้วยบทเรียนชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติกมาเปรียบเทียบหาความต่างพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าสูงขึ้นเท่ากับ 61.30 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบโดยใช้โปรแกรมสถิติ T-Test พบว่าค่าทดลองที่คำนวณได้เท่ากับ -65.34 ดังนั้นสรุปได้ว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ดังแสดงในตารางที่ 4.5

**ตารางที่ 4.5** แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรมสถิติ T – Test

| ผลที่ได้จาก | $\bar{x}$ | S.E. | t-test | Sig |
|---|---|---|---|---|
| ทดสอบ ก่อนเรียน | 24.7 | 0.33 | -65.34 | 0.00 |
| ทดสอบ หลังเรียน | 86 | 0.33 | | |

## 4.4 การวิเคราะห์ระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนชุดการสอน

หลังจากที่ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้แจกแบบสอบถามเพื่อวัดระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก ซึ่งสามารถสรุปผลระดับเจตคติของกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4.6

**ตารางที่ 4.6** สรุปผลระดับเจตคติของกลุ่มตัวอย่าง ด้านส่วนประกอบโดยทั่วไปของด้านเนื้อหา

| รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.E | t-test | Sig | เจตคติ |
|---|---|---|---|---|---|
| **ก. ด้านเนื้อหา** | | | | | |
| 1. ท่านคิดว่าเนื้อหาการเรียนในชุดการสอนนี้เข้าใจง่าย | 4.35 | 0.11 | 7.77 | 0.00 | มาก |
| 2. ท่านคิดว่าเนื้อหาการเรียนในชุดการสอนนี้มีความเหมาะสมกับการเรียนการสอน | 4.60 | 0.11 | 9.79 | 0.00 | มากที่สุด |
| 3. ท่านคิดว่าเนื้อหาการเรียนกับชุดการสอนนี้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ | 4.50 | 0.14 | 7.37 | 0.00 | มากที่สุด |

**ตารางที่ 4.6** สรุปผลระดับเจตคติของกลุ่มตัวอย่าง ด้านส่วนประกอบโดยทั่วไปของด้านเนื้อหา (ต่อ)

| รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.E | t-test | Sig | เจตคติ |
|---|---|---|---|---|---|
| **ก. ด้านเนื้อหา** | | | | | |
| 4. ท่านคิดว่าปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน่วยในชุดการสอนนี้มีความเหมาะสมกับการเรียนสอน | 4.45 | 0.14 | 7.03 | 0.00 | มาก |
| 5. ท่านคิดว่าเนื้อหาการเรียนในชุดการสอนนี้สัมพันธ์กับเวลาการเรียนการสอน | 4.55 | 0.14 | 7.76 | 0.00 | มากที่สุด |
| **รวมเฉลี่ย** | **4.49** | **0.13** | **7.94** | **0.00** | **มาก** |

ผลด้านส่วนประกอบโดยทั่วไปของด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 0.13 ค่าทดลองที่คำนวณได้เท่ากับ 7.94 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 4.7** สรุปผลระดับเจตคติของกลุ่มตัวอย่าง ด้านส่วนของผู้สอน

| รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.E | t-test | sig | เจตคติ |
|---|---|---|---|---|---|
| **ข. ด้านผู้สอน** | | | | | |
| 6.ผู้สอนมีความรู้ในเนื้อหาของชุดการสอนนี้ | 4.55 | 0.11 | 9.20 | 0.00 | มากที่สุด |
| 7.ผู้สอนลำดับความยาก ง่ายของเนื้อหาในชุดการสอนนี้ | 4.65 | 0.13 | 8.76 | 0.00 | มากที่สุด |
| 8. ผู้สอนใช้น้ำเสียงได้ชัดเจนในการอธิบายเนื้อหาการเรียนในชุดการสอนนี้ | 4.75 | 0.10 | 12.58 | 0.00 | มากที่สุด |
| 9. ผู้สอนสนใจต่อผู้เรียนที่เรียนในชุดการสอน | 4.50 | 0.14 | 7.37 | 0.00 | มากที่สุด |
| 10.ผู้สอนได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามเกี่ยวกับการเรียนกับชุดการสอนตลอดเวลาสอน | 4.30 | 0.15 | 5.45 | 0.00 | มาก |
| รวมเฉลี่ย | **4.55** | **0.13** | **8.74** | **0.00** | **มากที่สุด** |

ผลด้านส่วนของด้านผู้สอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ0.13ค่า ทดลองที่คำนวณได้เท่ากับ 8.74 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 4.8** สรุปผลระดับเจตคติของกลุ่มตัวอย่าง ด้านส่วนของด้านเวลา

| รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.E | t-test | sig | เจตคติ |
|---|---|---|---|---|---|
| **ค. ด้านเวลา** | | | | | |
| 11.เวลาที่ใช้เรียนกับชุดการสอนนี้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา | 4.40 | 0.11 | 8.01 | 0.00 | มาก |
| 12. เวลาที่ใช้เรียนกับชุดการสอนนี้ท่านสามารถเข้าใจเป็นอย่างดี | 4.30 | 0.11 | 7.61 | 0.00 | มาก |
| 13. เวลาที่เรียนกับชุดการสอนนี้ตรงตามความต้องการของท่าน | 4.35 | 0.13 | 6.47 | 0.00 | มาก |
| 14. เวลาที่ให้ผู้เรียนซักถามเกี่ยวกับชุดการสอนเหมาะสม | 4.40 | 0.11 | 5.91 | 0.00 | มาก |
| 15.เวลาที่ใช้ทำแบบทดสอบมีความเหมาะสม | 4.55 | 0.11 | 7.76 | 0.00 | มากที่สุด |
| **รวมเฉลี่ย** | **4.40** | **0.11** | **7.15** | **0.00** | **มาก** |

ผลด้านด้านเวลามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 0.11ค่าทดลองที่คำนวณได้เท่ากับ 7.15 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 4.9** สรุปผลระดับเจตคติของกลุ่มตัวอย่าง ด้านสื่อการสอน

| รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.E | t-test | sig | เจตคติ |
|---|---|---|---|---|---|
| **ง. ด้านสื่อการสอน** | | | | | |
| 16. สื่อการสอนตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ | 4.65 | 0.11 | 10.51 | 0.00 | มากที่สุด |
| 17. สื่อการสอนที่เรียนกับชุดการสอนมีความพอเพียงกับผู้เรียน | 4.80 | 0.09 | 14.17 | 0.00 | มากที่สุด |
| 18. สื่อการสอนมีรูปภาพที่ชัดเจนเข้าใจง่าย | 4.60 | 0.11 | 9.79 | 0.00 | มากที่สุด |
| 19. สื่อมีความเหมาะสมกับเนื้อหาความรู้ | 4.60 | 0.13 | 8.22 | 0.00 | มากที่สุด |
| 20. สื่อมีความทันสมัยและน่าสนใจ | 4.60 | 0.15 | 7.23 | 0.00 | มากที่สุด |
| **รวมเฉลี่ย** | **4.65** | **0.12** | **9.98** | 0.00 | **มากที่สุด** |

ผลด้านสื่อการสอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 0.12 ค่าทดลองที่คำนวณได้เท่ากับ 9.98 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 4.10** สรุปผลระดับเจตคติของกลุ่มตัวอย่าง ด้านบรรยากาศทางการเรียน

| รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.E | t-test | Sig | เจตคติ |
|---|---|---|---|---|---|
| **จ. ด้านบรรยากาศทางการเรียน** | | | | | |
| 21. บรรยากาศทางการเรียนและสภาวะแวดล้อมที่ท่านได้เรียนกับชุดการสอนมีความเหมาะสม | 4.55 | 0.14 | 7.76 | 0.00 | มากที่สุด |
| 22. ขนาดของห้องเรียนที่ท่านใช้เรียนกับชุดการสอนความเหมาะสม | 4.45 | 0.14 | 7.03 | 0.00 | มาก |
| 23.จำนวนผู้เรียนในห้องที่ท่านใช้เรียนกับชุดการสอนมีความเหมาะสม | 4.30 | 0.16 | 4.88 | 0.00 | มาก |
| 24. ห้องเรียนมีเครื่องปรับอากาศขนาดเหมาะสม | 4.50 | 0.14 | 7.37 | 0.00 | มากที่สุด |
| 25. ห้องเรียนมีอุปกรณ์ช่วยสอนเหมาะสม | 4.45 | 0.17 | 5.60 | 0.00 | มาก |
| **รวมเฉลี่ย** | **4.45** | **0.15** | **6.53** | **0.00** | **มาก** |

ผลด้านบรรยากาศทางการเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ4.45 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 0.15 ค่าทดลองที่คำนวณได้เท่ากับ 6.53 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 4.11** สรุปผลระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก

| รายการประเมิน | ระดับคะแนนเฉลี่ย | S.E | ระดับเจตคติ |
|---|---|---|---|
| 1. ด้านเนื้อหา | **4.49** | **0.13** | มาก |
| 2. ด้านผู้สอน | **4.55** | **0.13** | มากที่สุด |
| 3. ด้านเวลา | **4.40** | **0.11** | มาก |
| 4. ด้านสื่อการสอน | **4.65** | **0.12** | มากที่สุด |
| 5. ด้านบรรยากาศทางการเรียน | **4.45** | **0.15** | มาก |
| **รวมเฉลี่ย** | **4.51** | **0.13** | **มากที่สุด** |

จากตารางพิจารณาเจตคติผู้เรียนแล้วพบว่า เจตคติผู้เรียนที่มีต่อด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย 4.49เจตคติผู้เรียนที่มีต่อด้านผู้สอนอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย4.55เจตคติผู้เรียนที่มีต่อด้านเวลาอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.40 เจตคติผู้เรียนที่มีต่อด้านสื่อการสอนอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.65เจตคติผู้เรียนที่มีต่อ ด้านบรรยากาศทางการเรียนอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย 4.45 สามารถสรุปได้ว่าผู้เรียนมีเจตคติต่อบทเรียนชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก อยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย 4.51

# บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องบทเรียนชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่องงานฉีดพลาสติกสามารถสรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะในการนำผลงานวิจัยไปใช้

5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่องงานฉีดพลาสติก ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ 2545 ปรับปรุง 2546 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นการเลือกแบบเจาะจงจากนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้น ปีที่ 2 แผนกวิชาช่าง แม่พิมพ์พลาสติกจำนวน 20 คน ที่ไม่เคยเรียนมาก่อนใน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 เรียนด้วยชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ผล

จากการสร้างบทเรียนชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่องงานฉีดพลาสติก ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งเนื้อหาการเรียนไว้ 3 หน่วยการเรียนแต่ละหน่วยการเรียนประเมินผลโดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย บทเรียนชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยแบ่งเป็นการสอบก่อนเรียน การทดสอบระหว่างเรียนและการทดสอบหลังเรียนจำนวน 35 ข้อ และแบบสอบถามวัดระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนชุดการสอนที่สร้างขึ้นจำนวน 25 ข้อ ซึ่งผลของการวิจัย ประกอบด้วยดังนี้

### 5.1.1 ผลการวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงของข้อสอบจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา

จากการศึกษาวิเคราะห์หาค่า IOC โดยการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละข้อ ถ้ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าใช้ได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์จากข้อสอบทั้งหมด 89 ข้อ สามารถสรุปได้ว่า มีข้อสอบที่ใช้ได้ 53 ข้อ และข้อสอบที่ตัดทิ้ง 36 ข้อ ซึ่ง ครอบคลุมวัตถุประสงค์ และนำข้อสอบที่ใช้ได้ 53 ข้อไปทดสอบกับกลุ่มทดลอง 10 คนเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (D) ซึ่งได้ผลคือ คะแนนเฉลี่ย 47.6 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 3.94 ค่าความเชื่อมั่น 0.84 จากโปรแกรมสถิติวิเคราะห์ข้อสอบ

### 5.1.2 ผลสรุปการประเมินคุณภาพด้านสื่อการเรียนการสอน

ผลจากการพิจารณาด้านสื่อการเรียนการสอนของผู้เชี่ยวชาญสรุปได้ว่าสื่อมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การสอนอยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.67 สื่อมีความสอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาวิชาอยู่ในระดับคุณภาพมากค่ามากเฉลี่ย 4.33 สื่อมีความเหมาะสมกับเนื้อหาความรู้อยู่ในระดับคุณภาพมากค่าเฉลี่ย 4.33 สื่อมีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียนอยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.67 สื่อทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอยู่ในระดับคุณภาพมากค่าเฉลี่ย 3.67 สื่อมีความทันสมัยและน่าสนใจอยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.67 สามารถสรุปได้ว่าผู้เชี่ยวชาญพิจารณาสื่อการสอนที่มีต่อชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่องงานฉีดพลาสติกอยู่ในระดับคุณภาพมาก ค่าเฉลี่ย 4.38

### 5.1.3 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน

ผลจากการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างเรียน ของแต่ละหน่วยการเรียน $E_1$ พบว่าหน่วยการเรียนที่ 5 มีประสิทธิภาพระหว่างเรียนเท่ากับ 84.5 หน่วยการเรียนที่ 6 มีประสิทธิภาพระหว่างเรียนเท่ากับ 90.4 และหน่วยการเรียนที่ 7 มีประสิทธิภาพระหว่างเรียน $E_1$เท่ากับ 83.4 และเมื่อพิจารณาทั้ง 3 หน่วยการเรียนพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างเรียนมีค่าเท่ากับ 86.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80 สำหรับผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนหลังเรียน $E_2$ จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 20 คน มีคะแนนเต็มจากการทดสอบหลังเรียนมีค่า 35 คะแนน พบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 86 ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติกมีค่า ($E_1/E_2$) คือ 86.14 /86 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

### 5.1.4 ผลการทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

ผลการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน มีค่าเท่ากับ 24.7 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.30 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 86 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.38 และเมื่อนำผลทดสอบก่อนเรียนและผลทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนด้วยบทเรียนชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติกมาเปรียบเทียบหาความต่างพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าสูงขึ้นเท่ากับ 61.30 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบโดยใช้โปรแกรมสถิติ T-Test พบว่าค่าทดลองที่คำนวณได้เท่ากับ -65.34 ดังนั้นสรุปได้ว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

### 5.1.5 ผลการวิเคราะห์ระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนชุดการสอน

หลังจากที่ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้แจกแบบสอบถามเพื่อวัดระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก ซึ่งสามารถสรุปผลระดับเจตคติของกลุ่มตัวอย่าง แล้วพบว่า เจตคติผู้เรียนที่มีต่อด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย 4.49 เจตคติผู้เรียนที่มีต่อด้านผู้สอนอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย 4.55 เจตคติผู้เรียนที่มีต่อด้านเวลาอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.40 เจตคติผู้เรียนที่มีต่อด้านสื่อการสอนอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.65 เจตคติผู้เรียนที่มีต่อด้านบรรยากาศทางการเรียนอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย 4.45 สามารถสรุปได้ว่าผู้เรียนมีเจตคติต่อบทเรียนชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.51

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเชิงทดลองเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่องงานฉีดพลาสติก ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ 2545 ปรับปรุง 2546 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ประกอบด้วยหน่วยการเรียน3 หน่วยการเรียน มีการวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงของข้อสอบ การประเมินคุณภาพด้านสื่อการเรียนการสอน การหาประสิทธิภาพของบทเรียน การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนและระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนชุดการสอน จากผลการวิจัยพบว่า

**5.2.1** จากการหาค่า IOC ซึ่งผลการวิเคราะห์จากข้อสอบทั้งหมด 89 ข้อ นำไปทดลองหาค่า ความยากง่าย (P)และอำนาจจำแนก (D) สามารถสรุปได้ว่า มีข้อสอบที่ใช้ได้ 53 ข้อและข้อสอบที่ตัดทิ้ง 36 ข้อ ซึ่ง ครอบคลุมวัตถุประสงค์ และนำข้อสอบที่ใช้ได้ 53 ข้อไปทดสอบกับกลุ่มทดลอง 10 คน เพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (D) ซึ่งได้ผลคือ คะแนนเฉลี่ย 47.6 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 3.94 ค่าความเชื่อมั่น 0.84 จากโปรแกรมสถิติวิเคราะห์ข้อสอบ

**5.2.2** ผลจากการประเมินคุณภาพด้านสื่อการเรียนการสอน 6 ด้านจากผู้เชี่ยวชาญสรุปได้ว่าสื่อมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การสอนอยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.67 สื่อมีความสอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาวิชาอยู่ในระดับคุณภาพมากค่ามากเฉลี่ย 4.33 สื่อมีความเหมาะสมกับเนื้อหาความรู้อยู่ในระดับคุณภาพมากค่าเฉลี่ย 4.33 สื่อมีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียนอยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.67 สื่อทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอยู่ในระดับคุณภาพมากค่าเฉลี่ย 3.67 สื่อมีความทันสมัยและน่าสนใจอยู่ในระดับคุณภาพมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.67 สามารถสรุปได้ว่าผู้เชี่ยวชาญพิจารณาสื่อการสอนที่มีต่อชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่องงานฉีดพลาสติกอยู่ในระดับคุณภาพมาก ค่าเฉลี่ย 4.38

**5.2.3** ประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างเรียน ($E_1$) มีค่าเท่ากับ 86.14 ซึ่งมีค่ามากกว่าประสิทธิภาพของบทเรียนหลังเรียน ($E_2$) มีค่าเท่ากับ 86 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด80/80 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของบทเรียนชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่องงานฉีดพลาสติก มีค่าใกล้เคียงกันและสอดคล้องกันกับงานวิจัยดังนี้

ศรศักดิ์ ลัทธิกุล [44] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดการสอนวิชา การตกแต่งผิวสำเร็จ เรื่องขัดเกลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพขั้นสูง แผนกช่างโลหะ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวะศึกษา พุทธศักราช 2528 แล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาวิทยาลัยเขต พระนครเหนือ ปีการศึกษา2531 จำนวน 20 คนผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในภาคทฤษฎี 88.50/83.13 และในภาคปฏิบัติ 89.21/92.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด80/80

มาโนช ภูวปัญญาสิริ [49] ได้ทำการวิจัยสร้างชุดการสอนปฏิบัติว่า งานฝึกฝีมือ 1 (ชอฐ.2001) เรื่องงานเจาะและงานตัดเกลียวด้วยมือ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2530 กรมอาชีวะศึกษา โดยทำการทดลองกับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี ปี 2533 จำนวน 24 คน ผลปรากฏว่า ชุดการสอนปฏิบัติที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.29/83.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนด 80/80

สุนทร มหารัตนวงศ์ [51] ได้ทำการวิจัยสร้างชุดการสอน เรื่องมุมล้อหน้ารถยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2530 กรมอาชีวศึกษา โดยทำการทดลองกับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกช่างยนต์วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม จำนวน 24 คนผลปรากฏว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพภาคทฤษฎี 85.95/82.21ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนด80/80

**5.2.4** สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนนั้น ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน มีค่าร้อยละ 24.7 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.30 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าร้อยละ 86 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.38 และเมื่อนำผลทดสอบก่อนเรียนและผลทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนด้วยบทเรียนชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติกมาเปรียบเทียบหาความต่างพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าสูงขึ้นเท่ากับ 61.30 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบโดยใช้โปรแกรมสถิติ T-Test พบว่าค่าทดลองที่คำนวณได้เท่ากับ -65.34 ดังนั้นสรุปได้ว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

**5.2.5** จากการหาค่าระดับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่องงานฉีดพลาสติกที่สร้างขึ้น พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 แสดงว่าผู้เรียนมีเจตคติต่อบทเรียนชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่องงานฉีดพลาสติก อยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อพิจารณารายละเอียดของแบบสอบถาม พบว่าโดยภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ดีมากเพราะในการออกแบบสื่อจะเน้นความสำคัญของเนื้อหาที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ด้วยครูเป็นผู้นำเสนอที่ไม่ยุ่งยากสลับซับซ้อน ภาพที่ใช้ก็จะเป็นภาพที่สื่อความหมายในเนื้อหาได้ดี สร้างความเข้าใจที่ง่ายให้กับบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจได้ทันที ผู้วิจัยจะอธิบายเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม

## 5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

จากการสร้างบทเรียนชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่องงานฉีดพลาสติก มีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ดังนี้

**5.3.1** บทเรียนชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่องงานฉีดพลาสติกที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาการเรียนการสอนของครูผู้สอนและนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานแตกต่างกันได้ เนื่องจากบทเรียนนี้ได้ออกแบบมาสำหรับครูผู้สอนแบบบรรยายได้ใช้ประโยชน์ทางการเรียนการสอนคือชุดการสอนสำหรับครู หากผู้วิจัยมีความประสงค์จะนำไปพัฒนาการสอนก็สามารถนำไปใช้ได้แต่ต้องมีการพัฒนาต่อในด้านที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนมากยิ่งขึ้น

**5.3.2** ประสิทธิภาพของบทเรียนชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่องงานฉีดพลาสติก จะสูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ไม่ได้อยู่ที่บทเรียนชุดการสอนเพียงอย่างเดียว หากแต่ขึ้นกับองค์ประกอบหลายๆอย่างรวมกันอาทิ ครูผู้สอน ผู้เรียน โดยเฉพาะครูผู้สอนจะต้องเข้าใจนำเสนอเนื้อหาบทเรียนชุดการสอน และประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับผู้เรียนได้เข้าใจในเนื้อหาแต่ละบทเรียนชุดการการสอนเป็นอย่างดี ในส่วนของผู้เรียนก็เช่นเดียวกันก็ต้องสนใจตั้งใจในการเรียนการสอนแต่ละบทเรียนชุดการสอน ซึ่งถ้าหากทุกอย่างลงตัวก็จะทำให้บทเรียนชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่องงานฉีดพลาสติก สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆได้รวมทั้งสามารถที่จะนำไปพัฒนาให้มีประโยชน์ต่อผู้สนใจในบทเรียนชุดการสอนอื่นๆได้เป็น อย่างดีและเพื่อประโยชน์ต่อการเรียนการสอนต่อไป

## 5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

**5.4.1** ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่องงานฉีดพลาสติกครั้งนี้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมในการเรียนรู้เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจและการวิเคราะห์หากมีการพัฒนาต่อไปควรเพิ่มพฤติกรรมเกี่ยวกับการสังเคราะห์และการประเมินผล จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

**5.4.2** ชุดการสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างสามารถนำไปปรับปรุงและทดลองใช้กับกลุ่มอื่นที่ไม่ใช่นักเรียน เช่น คนงานในโรงงานอุตสาหกรรม ประชาชนทุกคนที่สนใจ เพราะสามารถนำความรู้ที่ได้เป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพส่วนตัวได้

**5.4.3** ชุดการสอนที่สร้างขึ้นควรพัฒนาใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมิเดีย

# เอกสารอ้างอิง


1. อรสา อ่อนจันทร์, มปป., **วิชาการคอม** [Online], Available : http://www.vcnarkarn.com, [11 มีนาคม 2551].

2. วิโรจน์ ศิริธนาศาสตร์, 2549, **แม่พิมพ์พลาสติก**, นายกสมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย, หน้า 1.

3. กรมอาชีวศึกษา, 2546, **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2546**, กระทรวงศึกษาธิการ: กรุงเทพฯ, หน้า 7-8.

4. กรมอาชีวศึกษา, 2546, **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2546, กระทรวงศึกษาธิการ** : กรุงเทพฯ, หน้า 11-12.

5. ชนะ กสิภาร์, 2523, **"ศึกษาปัญหาและความต้องการของสื่อการเรียนการสอนในวิทยาลัยทั่วประเทศ"**, รายงานวิจัย, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, หน้า 1.

6. กรมอาชีวศึกษา, 2546, **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ 2546)**, หน้า 1-16.

7. ประหยัด จิระพงศ์, 2522, **เทคโน 301 เทคโนโลยีทางการสอน,** สำนักพิมพ์อักษรวัฒนา, กรุงเทพมหานคร,หน้า 170.

8. กาญจนา เกียรติประวัติ, 2524, **วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน, สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช**, กรุงเทพมหานคร, หน้า 111.

9. ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2528, " การปรับปรุงการสอนแผนจุฬา", **ในเอกสารประกอบการประชุมการปฏิบัติงานตามโครงการอบรมคณาจารย์ ครั้งที่ 1-4 ฝ่ายวิชาการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,** โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ, หน้า 60.

10. วิชัย วงษ์, 2525, **พัฒนาหลักสูตรและการสอนมิติใหม่**, โรงพิมพ์ธเนศวรการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร, หน้า 181.

11. บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2530, **นวัตกรรมการศึกษา**, พิมพ์ครั้งที่ 3, ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน, กรุงเทพมหานคร, หน้า 67.

12. Kapfer, Philip and Miriam, 1972, **Introduction to Learning Package in American Education,** New Jersey : Educational Technology Publications, Englewood Cliffs, P 3-10.

13. Duane, James E, 1973, **Individualized Instruction-Programs and Materials,** Englewood Cliffs, New Jersey : Technology Publication, P 169.

14. Gordon, Laurence, 1973, **Module on Modules on O-A,** Florida : Department of Education, Divition of Elementary and Secondary Education,Florida Education Research and Development Program, P 10.

15. Good, Carter V, 1973, **Dictionary of Education,** New York : McGraw-Hill, P 306.

16. วิจิตร ศรีสะอ้าน, 2517, "เทคนิควิทยาทางการศึกษา", **ในประมวลบทความเกี่ยวกับ นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ**, หน้า 335.

17. สุนันท์ ปัทมาคม, 2519, **"เอกสารประกอบคำบรรยาย Media Based Individualizer Instruction"**. แผนกโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, หน้า 12-13.

18. วิชัย วงษ์ใหญ่, 2523, **พัฒนาหลักสูตรการสอน (มิติใหม่)**, โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม, กรุงเทพมหานคร, หน้า 181-182.

19. ลัดดา ศุขปรีดี, 2523, **เทคโนโลยีการสอน**, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตน์, กรุงเทพมหานคร : หน้า 31.

20. ลัดดา ศุขปรีดี, 2523, **เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อการศึกษา,** มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, กรุงเทพมหานคร, หน้า 57-60.

21. ชม ภูมิภา, 2524, **เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา,** ประสานมิตร, กรุงเทพมหานคร หน้า 99.

22. ประหยัด จิระพงศ์, 2529, **เทคนิคการฝึกอบรมเทคโนโลยีทางการศึกษา, บูรพาศาสน์,** กรุงเทพมหานคร, หน้า 246.

23. ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2523, "กระบวนการสันนิเวทยาการและระบบสื่อการสอน", **ในเอกสารการสอน ชุดวิชาเทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา เล่ม 1 หน่วยที่ 1-5,** มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, กรุงเทพมหานคร, หน้า 117-118.

24. วาสนา ชาวหา, 2522, **เทคโนโลยีทางการศึกษา, ชลบุรี** : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒบางแสน,หน้า 18-19.

25. Epstein, Sam and Beryl, 1956, **The First Book of Teaching Machines,** New York:Franklin Walts, p. 225.

26. Deterline, William A, 1962, **An Introduction to programmed Instruction.** New Jersey, PrenticeHall, P 45.

27. สุนันท์ สังอ่อง, 2518, **ชุดการสอน,** แผนกโสตทัศนศึกษา, คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 3-4.

28. วาสนา ชาวหา, 2522, **เทคโนโลยีทางการศึกษา, ชลบุรี** : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทวิโรฒบางแสน, หน้า 33-32.

29. ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2522, **หลักการทฤษฎีเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา,** ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม: โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์, หน้า 153-153.

30. ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2523, "กระบวนการสันนิเวทยาการและระบบสื่อการสอน", **ในเอกสารการสอน ชุดวิชาเทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา เล่ม 1 หน่วยที่ 1-5**, กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, หน้า 117-118.

31. ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2523, "กระบวนการสันนิเวทยาการและระบบสื่อการสอน", **ในเอกสารการสอน ชุดวิชาเทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา เล่ม 1 หน่วยที่ 1-5**, กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, หน้า 117-118.

32. พงศ์ประเสริฐ หกสุวรรณ, 2521, **การศึกษาผลการเรียนรู้และความคงทนในการเรียนรู้โดยการใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง วิชาภาษาไทยชั้นประถมปีที่ 5,** ปริญญานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, หน้า 11.

33. Houston, W.Robert and Others, 1972, **Developing Instructional Modules,** A Modualar System for Writing Modulcs : College of Eduction. Houston,Texas,University of Houston, p. 10 – 15.

34. นิพนธ์ ศุขปรีดี, 2519, **นวัตกรรมเทคโนโลยีทางการศึกษา,ชลบุรี** : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรนครินทรวิโรฒ บางแสน, หน้า 67.

35. วาสนา ชาวหา, 2522, **เทคโนโลยีทางการศึกษา,ชลบุรี** : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒบางแสน, หน้า 32.

36. ทัย ตันหยง, 2525, **การสอนสังคมศึกษาในโรงเรียนมัธยมศึกษา, พิษณุโลก:** มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก, หน้า 456-457.

37. ลัดดา ศุขปรีดี, 2523, **เทคโนโลยีการสอน,** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตน์, กรุงเทพมหานคร หน้า 32-33.

38. ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2523, "กระบวนการสันนิเวทยาการและระบบสื่อการสอน", **ในเอกสารการสอน ชุดวิชาเทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา เล่ม 1 หน่วยที่ 1-5**, กรุงเทพมหานคร, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, หน้า 117-118.

39. วิชัย จินดากิจสกุลชัย, 11 กันยายน 2541, สัมภาษณ์.

40. รุ่งทิวา จักร์กร, 2527, **วิธีสอนทั่วไป,** โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม, กรุงเทพมหานคร, หน้า 91-92.

41. วิโรจน์ ศิริธนาศาสตร์, 2549, **แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก,** นายกสมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย, หน้า 1.

42. ชาญชัย ศรีไสยเพชร, 2525, **ทักษะและเทคนิคการสอน,** โรงพิมพ์พิทักษ์อักษร, กรุงเทพมหานคร.

43. สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์, 2526, **การสอนทักษะภาคปฏิบัติ**, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร.

44. ศรศักดิ์ ลัทธิกุล, 2531, **การสร้างชุดการสอนวิชาการตกแต่งผิวตกแต่งผิวสำเร็จเรื่อง การขุบเคลือบผิวโลหะ ด้วยไฟฟ้า ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงแผนกช่างโลหะ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2528**, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

45. ฉัตรแก้ว ฮาระวัง, 2532, **การสร้างชุดการสอนวิชาเขียนแบบเครื่องกล เรื่องการอ่านแบบภาพประกอบตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2530**, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

46. รักเกียรติ สารเก่ง, 2521, **การสร้างชุดการสอนเรื่อง การซ่อมบำรุงรถจักรยานยนต์ (ชอท.029) ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (เพิ่มเติม)**, วิทยานิพนธ์ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

47. อรัญ พวงพันธ์, 2533, **การสร้างชุดการสอนวิชางานพลาสติกเรื่อง การชุบเคลือบผิวโลหะด้วยพลาสติกผง ตาม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพของกรมอาชีวศึกษา**, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

48. ณรงค์ ฉลาดธัญกิจ, 2534, **การสร้างชุดการสอนวิชานิวแมติคและไฮดรอลิค เรื่อง ไฮดรอลิกขั้นพื้นฐานตามหลักสูตรกรมอาชีวศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสาขาช่างอุตสาหกรรม พุทธศักราช 2527**, วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

49. มาโนช ภูวปัญญาสิริ, 2534, **การสร้างชุดการสอนปฏิบัติ วิชางานฝึกฝีมือ 1 (ชอฐ 2001) เรื่อง งานเจาะและตัดเกลียวด้วยมือ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2530 กรมอาชีวศึกษา**, วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

50. แดน ทองอินทร์, 2534, **การสร้างชุดการสอนวิชาการส่งถ่ายกำลัง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2527 สาขาช่างยนต์**, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

51. สุนทร มหารัตนวงศ์, 2535, **การสร้างชุดการสอนเรื่อง มุมล้อหน้ารถยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชี พุทธศักราช 2530 กรมอาชีวศึกษา**, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

52. สุพล แถมเงิน, 2538, **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาช่างซ่อมเครื่องยนต์เบนซิน (วอย.0119) เรื่อง ระบบจุดระเบิดแบพิเศษ หลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น พุทธศักราช 2533 กรมอาชีวศึกษา**, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

53. Mc Caleman, James Wesley, 36 (July 1974), **Relationship Between the Use of Learning Activity Package Group Activities and Preference of Students Toward the Social Studies Cowse,** Dissetation Abstracts International, P109-A.
Nippon Steel Corporation. Cold Rolled Steel Sheets & Coils. Tokyo, 1991.

54. Olsen, Johannes Ingeber, (February 1975), **The Efficiency of Learning Package on the Continuous Progress Education Pilot Program in Kawana Country west verginir school,** Dissertation Abstracts International, P4992-SA.
Ostergaard,D.Eugene. Advanced Diemaking. New York, McGraw-Hill,Inc.,1990.
Pollack,Herman W. Tool Design. New York, Prentice-Hall,Inc.,1988.

55. Driessmack, Anne Jenkins, 28 (October 1977), **An Instruction Package for Teacher of Religion in the Skillful Use of Question,** Dissertation Abstrracts International, P 2055-A.

56. เกรียงศักดิ์ พูนประสิทธิ์, 2538, **การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสัญลักษณ์การเชื่อมงานเชื่อมโลหะ 1,** สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยานิพนธ์ ศษ.ม ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

57. บุญชม ศรีสะอาด, 2535, **การวิจัยเบื้องต้น,** พิมพ์ครั้งที่ 2, สุวีริยาสาสน์, หน้า 50 – 98.

58. พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530, **การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์,** มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, หน้า 65-66.

59. นงนุช ภัทราคร, 2539, **สถิติการศึกษา,** กรุงเทพมหานคร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 163-196, 324-326.

60. กาญจนา วัฒนายุ, 2544, **การวิจัยในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน,** กรุงเทพมหานคร, หน้า 115-116.

61. สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2546, **การวิจัยการศึกษาเบื้องต้น,** มหาสารคาม: ภาควิชาการวัดผลและการวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

62. ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538, **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**, กรุงเทพมหานคร, ภาพพิมพ์.

63. สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2546, **การวิจัยการศึกษาเบื้องต้น**, มหาสารคาม: ภาควิชาการวัดผลและการวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

64. สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2546, **การวิจัยการศึกษาเบื้องต้น**, มหาสารคาม: ภาควิชาการวัดผลและการวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

65. ดำรง ทิพย์โยธา, 2551, **การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS**, สำนักพิมพ์โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ, หน้า 124, 129.

# ภาคผนวก ก.

รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับบทเรียนชุดการสอนเรื่อง งานฉีดพลาสติก

**ก.1 ข้อมูลเกี่ยวกับบทเรียนชุดการสอนเรื่อง งานฉีดพลาสติก**

1.1 ใบเนื้อหา

2.1 สื่อชุดการสอน(Power Point)

3.1 แบบทดสอบก่อนเรียน

4.1 แบบทดสอบระหว่างเรียน

5.1 แบบทดสอบหลังเรียน

6.1 กระดาษคำตอบ

7.1 เฉลยแบบทดสอบ

**ตารางที่ ก.2** แบบประเมินชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่อง งานฉีดพลาสติกโดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อผู้เชี่ยวชาญ .....

**คำชี้แจง**

1. แบบวัดประเมินชุดการสอนนี้ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมิน
2. โปรดทำเครื่องหมาย ( ) ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านซึ่งมี 5 ระดับ

เหมาะสมมากที่สุด ให้ 5 คะแนน
เหมาะสมมาก ให้ 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง ให้ 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย ให้ 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

| ข้อที่ | ข้อความ | ระดับความเหมาะสม | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| | **ด้านวัตถุประสงค์การเรียนรู้** | | | | | |
| 1 | การกำหนดเวลาสอนเหมาะสม | | | | | |
| 2 | เนื้อหาครบถ้วนตามวัตถุประสงค์ | | | | | |
| 3 | ครูผู้สอนมีความรู้ในเนื้อหา | | | | | |
| 4 | สื่อสอดคล้องกับเนื้อหา | | | | | |
| 5 | ประเมินผลสอดคล้องกับเนื้อหา | | | | | |
| | **ด้านเนื้อหา** | | | | | |
| 6 | เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักสูตวิชาการ | | | | | |
| 7 | สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| 8 | เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน | | | | | |
| 9 | เวลาเรียนเหมาะสมกับเนื้อหา | | | | | |
| 10 | มีความชัดเจนของเนื้อหาและน่าสนใจ | | | | | |
| 11 | ลำดับเนื้อหาตามขั้นตอนเหมาะสม | | | | | |

**ตารางที่ ก.2 (ต่อ)**

| ข้อที่ | ข้อความ | ระดับความเหมาะสม | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| | **ด้านแบบทดสอบ** | | | | | |
| 12 | แบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์ | | | | | |
| 13 | ความยากง่ายมีความเหมาะสม | | | | | |
| 14 | ปริมาณแบบทดสอบเหมาะสมกับเวลา | | | | | |
| 15 | คำถามคำตอบมีความปรนัยชัดเจน | | | | | |
| 16 | คำถามชัดเจน อ่านเข้าใจตรงกัน | | | | | |
| 17 | ภาษาที่ใช้ง่ายและถูกต้อง | | | | | |
| | **ด้านการจัดการเรียนการสอน** | | | | | |
| 18 | เรียงลำดับการเรียนการสอนได้เหมาะสม | | | | | |
| 19 | สอดคล้องกับเนื้อหา | | | | | |
| 20 | สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| 21 | เหมาะสมกับเวลาที่สอน | | | | | |
| 22 | ผู้เรียนมีส่วนร่วม | | | | | |
| | **ด้านสื่อการเรียนการสอน** | | | | | |
| 23 | มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การสอน | | | | | |
| 24 | สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาวิชา | | | | | |
| 25 | มีความเหมาะสมกับเนื้อหาความรู้ | | | | | |
| 26 | เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน | | | | | |
| 27 | ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน | | | | | |
| 28 | มีความทันสมัยและน่าสนใจ | | | | | |

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

**ตารางที่ ก.3** ผลการประเมินชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่อง งานฉีดพลาสติก ของผู้เชี่ยวชาญ

| ข้อที่ | ข้อความรวม | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | รวม | เฉลี่ย |
| | **ด้านวัตถุประสงค์การเรียนรู้** | | | | | |
| 1 | การกำหนดเวลาสอนเหมาะสม | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 |
| 2 | เนื้อหาครบถ้วนตามวัตถุประสงค์ | 4 | 5 | 5 | 14 | 4.67 |
| 3 | ครูผู้สอนมีความรู้ในเนื้อหา | 4 | 5 | 5 | 14 | 4.67 |
| 4 | สื่อสอดคล้องกับเนื้อหา | 4 | 4 | 4 | 12 | 4.00 |
| 5 | ประเมินผลสอดคล้องกับเนื้อหา | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 |
| | รวม | 20 | 22 | 24 | 66 | 4.40 |
| | **ด้านเนื้อหา** | | | | | |
| 6 | เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักสูตวิชาการ | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 |
| 7 | สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 |
| 8 | เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.67 |
| 9 | เวลาเรียนเหมาะสมกับเนื้อหา | 4 | 5 | 4 | 13 | 4.33 |
| 10 | มีความชัดเจนของเนื้อหาและน่าสนใจ | 4 | 5 | 5 | 14 | 4.67 |
| 11 | ลำดับเนื้อหาตามขั้นตอนเหมาะสม | 4 | 5 | 5 | 14 | 4.67 |
| | รวม | 27 | 30 | 28 | 85 | 4.72 |
| | **ด้านแบบทดสอบ** | | | | | |
| 12 | แบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์ | 4 | 5 | 5 | 14 | 4.67 |
| 13 | ความยากง่ายมีความเหมาะสม | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 |
| 14 | ปริมาณแบบทดสอบเหมาะสมกับเวลา | 5 | 4 | 4 | 13 | 4.33 |
| 15 | คำถามคำตอบมีความปรนัยชัดเจน | 5 | 4 | 5 | 14 | 4.67 |
| 16 | คำถามชัดเจน อ่านเข้าใจตรงกัน | 5 | 4 | 5 | 14 | 4.67 |
| 17 | ภาษาที่ใช้ง่ายและถูกต้อง | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 |
| | รวม | 28 | 26 | 29 | 83 | 4.61 |

**ตารางที่ ก.3 (ต่อ)**

| ข้อที่ | ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | รวม | เฉลี่ย |
| | **ด้านการจัดการเรียนการสอน** | | | | | |
| 18 | เรียงลำดับการเรียนการสอนได้เหมาะสม | 4 | 4 | 5 | 13 | **4.33** |
| 19 | สอดคล้องกับเนื้อหา | 5 | 4 | 4 | 13 | **4.33** |
| 20 | สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | 5 | 5 | 5 | 15 | **5.00** |
| 21 | เหมาะสมกับเวลาที่สอน | 5 | 4 | 5 | 14 | **4.67** |
| 22 | ผู้เรียนมีส่วนร่วม | 4 | 2 | 4 | 10 | **3.33** |
| | **รวม** | **23** | **19** | **23** | **65** | **4.33** |
| | **ด้านสื่อการเรียนการสอน** | | | | | |
| 23 | มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การสอน | 4 | 5 | 5 | 14 | **4.67** |
| 24 | สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาวิชา | 4 | 5 | 4 | 13 | **4.33** |
| 25 | มีความเหมาะสมกับเนื้อหาความรู้ | 5 | 4 | 4 | 13 | **4.33** |
| 26 | เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน | 5 | 4 | 5 | 14 | **4.67** |
| 27 | ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน | 5 | 2 | 4 | 11 | **3.67** |
| 28 | มีความทันสมัยและน่าสนใจ | 5 | 4 | 5 | 14 | **4.67** |
| | **รวม** | **28** | **24** | **27** | **79** | **4.38** |

**ตารางที่ ก.4** สรุปผลรายละเอียดการพิจารณาการประเมินชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่อง งานฉีดพลาสติกของผู้เชี่ยวชาญ

| ข้อที่ | ข้อความ | ระดับคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | เฉลี่ย | ผลการประเมิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| | **ด้านวัตถุประสงค์การเรียนรู้** | | | | | | |
| 1 | | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 | มาก |
| 2 | | 4 | 5 | 5 | 14 | 4.67 | มาก |
| 3 | | 4 | 5 | 5 | 14 | 4.67 | มาก |
| 4 | | 4 | 4 | 4 | 12 | 4.00 | มาก |
| 5 | | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 | มาก |
| | **ด้านเนื้อหา** | | | | | | |
| 6 | | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | มากที่สุด |
| 7 | | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | มากที่สุด |
| 8 | | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.67 | มาก |
| 9 | | 4 | 5 | 4 | 13 | 4.33 | มาก |
| 10 | | 4 | 5 | 5 | 14 | 4.67 | มาก |
| 11 | | 4 | 5 | 5 | 13 | 4.67 | มาก |
| | **ด้านแบบทดสอบ** | | | | | | |
| 12 | | 4 | 5 | 5 | 13 | 4.67 | มาก |
| 13 | | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | มากที่สุด |
| 14 | | 5 | 4 | 4 | 13 | 4.33 | มาก |
| 15 | | 5 | 4 | 5 | 14 | 4.67 | มาก |
| 16 | | 5 | 4 | 5 | 14 | 4.67 | มาก |
| 17 | | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 | มาก |

**ตารางที่ ก.4 (ต่อ)**

| ข้อที่ | ข้อความ | ระดับคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | เฉลี่ย | ผลการประเมิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| | **ด้านการจัดการเรียนการสอน** | | | | | | |
| 18 | | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 | มาก |
| 19 | | 5 | 4 | 4 | 13 | 4.33 | มาก |
| 20 | | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | มากที่สุด |
| 21 | | 5 | 4 | 5 | 14 | 4.67 | มาก |
| 22 | | 4 | 2 | 4 | 10 | 3.33 | ปานกลาง |
| | **ด้านสื่อการเรียนการสอน** | | | | | | |
| 23 | | 4 | 5 | 5 | 14 | 4.67 | มาก |
| 24 | | 4 | 5 | 4 | 13 | 4.33 | มาก |
| 25 | | 5 | 4 | 4 | 13 | 4.33 | มาก |
| 26 | | 5 | 4 | 5 | 14 | 4.67 | มาก |
| 27 | | 5 | 2 | 4 | 11 | 3.67 | ปานกลาง |
| 28 | | 5 | 4 | 5 | 14 | 4.67 | มาก |
| | **รวม(X)** | **126** | **121** | **131** | **375** | **126.0** | |
| | **เฉลี่ย($\bar{X}$)** | **4.50** | **4.32** | **4.68** | **4.46** | **4.50** | **มาก** |

**ตารางที่ ก.5** ผลการทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

| ผลการทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| นักศึกษา คนที่ | ผลการสอบ ก่อนเรียน (35) | ผลการทดสอบระหว่างหน่วยเรียน | | | | ผลการสอบ หลังเรียน (35) |
| | | หน่วยที่ 5 (10) | หน่วยที่ 6 (12) | หน่วยที่ 7 (13) | ผลรวม (35) | |
| 1 | 11 | 10 | 12 | 10 | 32 | 32 |
| 2 | 10 | 8 | 10 | 11 | 29 | 30 |
| 3 | 9 | 8 | 9 | 10 | 27 | 31 |
| 4 | 8 | 7 | 11 | 11 | 29 | 27 |
| 5 | 7 | 8 | 12 | 11 | 31 | 29 |
| 6 | 8 | 10 | 11 | 10 | 31 | 32 |
| 7 | 8 | 9 | 11 | 12 | 32 | 31 |
| 8 | 8 | 8 | 12 | 11 | 31 | 30 |
| 9 | 6 | 8 | 10 | 11 | 29 | 27 |
| 10 | 10 | 7 | 9 | 10 | 26 | 32 |
| 11 | 9 | 9 | 11 | 11 | 31 | 32 |
| 12 | 10 | 9 | 12 | 12 | 33 | 31 |
| 13 | 10 | 9 | 11 | 11 | 31 | 30 |
| 14 | 8 | 9 | 11 | 10 | 30 | 27 |
| 15 | 9 | 8 | 12 | 11 | 31 | 30 |
| 16 | 8 | 7 | 10 | 12 | 29 | 32 |
| 17 | 10 | 8 | 9 | 11 | 28 | 30 |
| 18 | 10 | 10 | 11 | 11 | 32 | 31 |
| 19 | 7 | 9 | 12 | 9 | 30 | 30 |
| 20 | 7 | 8 | 11 | 12 | 31 | 28 |
| **รวม (X)** | **173** | **169** | **217** | **217** | **603** | **602** |
| **ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)** | **8.65** | **8.45** | **10.85** | **10.85** | **30.15** | **30.1** |
| **ร้อยละ** | **24.7** | **84.5** | **90.42** | **83.46** | **86.14** | **86** |
| **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน = 86-24.7 = 61.30** | | | | | | |

# ภาคผนวก ข.

## รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องงานฉีดพลาสติก

**ตารางที่ ข.1** รายละเอียดการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนงานฉีดพลาสติก

| หน่วยที่ | หัวข้อเรื่อง | วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม(เมื่อเรียนจบแล้วสามารถ) |
|---|---|---|
| 5 | วัฏจักรในการฉีดชิ้นงานต่อ 1รอบ | 1. อธิบายหลักการทำงานของแม่พิมพ์ฉีดได้<br>2. อธิบายขั้นตอนในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ (Cycle) โดยการทำงานด้วยมือได้<br>3. อธิบายขั้นตอนในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ (Cycle) โดยการทำงานอัตโนมัติได้<br>4. คำนวณหาค่ามุมต่างๆ PIE CHART ของแม่พิมพ์ฉีดได้<br>5. อธิบายการทำงานวาล์วกันไหลกลับ(The Back Flow Valve)ได้ |
| 6 | การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุดต่อ 1 รอบ | 6 จำแนกการปรับตัวควบคุมบนเครื่องฉีดพลาสติกได้<br>7 อธิบายการปรับเวลาที่ดีที่สุด(Optimization Of Time)ได้<br>8 อธิบายการปรับอุณหภูมิที่ดีที่สุด(Optimization Of Temperature)ได้<br>9 อธิบายการปรับความเร็วที่ดีที่สุด(Optimization Of Speed)ได้<br>10 อธิบายการปรับความดันที่ดีที่สุด(Optimization Of Pressure)ได้<br>11 อธิบายการปรับสวิทซ์ปรับระยะ ที่ดีที่สุด( Limit Switch)ได้ |

**ตารางที่ ข.1 (ต่อ)**

| หน่วยที่ | หัวข้อเรื่อง | วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม(เมื่อเรียนจบแล้วสามารถ) |
|---|---|---|
| 7 | ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | 12 อธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานฉีดมาจาก 4 M ได้<br>13. จำแนกสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานฉีดมาจาก 4 Mได้<br>14. อธิบายสาเหตุการเกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานฉีดพลาสติกได้<br>15.บอกวิธีการแก้ไขการเกิดข้อบกพร่องที่เกิดบนชิ้นงานฉีดพลาสติกได้<br>16. ยกตัวอย่างพลาสติกที่เกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานฉีดได้ |

**ตารางที่ ข.2** แบบวิเคราะห์ความเที่ยงของข้อสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ รายละเอียดแบบการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาและระดับพฤติกรรมแต่ละข้อโดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อผู้เชี่ยวชาญ .....

**คำชี้แจง**

ขอให้ท่านพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ มากน้อยเพียงใด กำหนดให้

+ 1 หมายถึง ข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา และระดับพฤติกรรม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและระดับพฤติกรรม

- 1 หมายถึง ข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา และระดับพฤติกรรม

| ข้อที่ | เนื้อหาหน่วยที่5 | ระดับพฤติกรรม | ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | ความคิดเห็นเพิ่มเติม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | + 1 | 0 | - 1 | |
| 1 | ก่อนฉีดชิ้นงานจะต้องปรับตั้งค่าบนเครื่องชุดปิด-เปิดของเครื่องฉีดมีอะไรบ้าง | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 2 | ข้อใดไม่ใช่สิ่งสำคัญของการตั้งค่าเพื่อเตรียมหลอมพลาสติกก่อนฉีดชิ้นงาน | รู้, เข้าใจ | | | | |
| 3 | การปรับตั้งค่าใดที่ทำให้พลาสติกที่หลอมเหลวไหลเข้าสู่อิมเพรสชั่น | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 4 | ขั้นตอนใดต่อไปนี้เป็นการเริ่มต้นการขึ้นรูปด้วยการฉีดชิ้นงานพลาสติก | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 5 | ความดันที่ลดต่ำลงมาประมาณ 60% ของความดันฉีดพลาสติกเข้าแบบแม่พิมพ์ฉีดคือ | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 6 | ขณะที่มีการอัดรักษาความดันจะต้องมีพลาสติกที่หลอมอยู่หน้าสกูรเล็กน้อยเพื่อชดเชยการหดตัวปริมาณพลาสติกนี้เรียกว่า | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 7 | ถ้าไม่มีคูสชั่น (Cushion) จะเกิดอะไรขึ้นบนชิ้นงาน | รู้,เข้าใจ | | | | |

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

| ข้อที่ | เนื้อหาหน่วยที่5 | ระดับพฤติกรรม | ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | ความคิดเห็นเพิ่มเติม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | +1 | 0 | -1 | |
| 8 | ข้อใดไม่ใช่ความหมายของคำว่า Plasticization | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 9 | การชนกระแทกขณะฉีดชิ้นงานระหว่างปลายของสกรูกับรูกระบอกฉีดเรียกการเกิดลักษณะนี้ว่า | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 10 | ตัวควบคุมที่ทำให้พลาสติกมีการผสมที่ดีและเป็นเนื้อเดียวกันขณะที่สกรูหมุนหลอมพลาสติกจากกรวยเติมไปยังด้านหน้าของสกรูคือ | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 11 | การถอยหัวฉีดแยกออกจากแม่พิมพ์ฉีดเราเรียกลักษณะนี้ว่าอะไร | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 12 | ถ้าถอยแยกหัวฉีดออกจากแม่พิมพ์ฉีดในขณะที่ภายในกระบอกฉีดมีพลาสติกที่หลอมภายใต้ความดันอยู่จะทำให้พลาสติกไหลออกจากหัวฉีด เรียกพลาสติกที่ไหลออกมาว่าอะไร | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 13 | การป้องกันพลาสติกที่ไหลออกจากหัวฉีดขณะถอยแยกหัวฉีดออกมาจากแม่พิมพ์จะต้องทำอย่างไร | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 14 | Suck Back เรียกชื่ออีกอย่างหนึ่งว่าอะไร | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 15 | พลาสติกชนิดใดต่อไปนี้มีความหนืดต่ำมาก | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 16 | พลาสติกที่มีความหนืดต่ำมากการป้องกันไม่ให้พลาสติกไหลออกจากหัวขณะถอยแยกออกจาก แม่พิมพ์จะต้องทำอย่างไร | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 17 | ในกรณีฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ โดยกระทำด้วยมือกดมีกี่ขั้นตอน | รู้,เข้าใจ | | | | |

**ตารางที่ ข.2 (ต่อ)**

| ข้อที่ | เนื้อหาหน่วยที่5 | ระดับพฤติกรรม | ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | ความคิดเห็นเพิ่มเติม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | +1 | 0 | -1 | |
| 18 | ในขั้นตอนใดเป็นเวลาเริ่มต้นในการหล่อเย็นบนเครื่องฉีดขณะเดินเครื่องทำงานอัตโนมัติ | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 19 | ในการฉีดชิ้นงานใช้วัสดุ PP โดยกระทำการฉีดโดยอัตโนมัติมีกี่ขั้นตอน | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 20 | ในการฉีดวัสดุ PP โดยอัตโนมัติ เสี้ยวของวงกลม Pie Chart ใดที่มุมโตที่สุด | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 21 | ข้อใดเรียงขั้นตอนในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบไม่ถูกต้อง | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 22 | ถ้าในการฉีดวัสดุ PP ใช้เวลาทั้งหมด 20 นาที กำหนดให้ไดอะแกรม Pie Chart ของเวลาในการฉีด ( Injection time)เท่ากับ 1 นาที จงคำนวณหาเสี้ยวของวงกลม | วิเคราะห์ | | | | |
| 23 | การเขียนไดอะแกรม Pie Chart กับการหาเสี้ยวของวงกลม( Segment Angle) ของวัสดุ PP กับ PVC จะมีลักษณะอย่างไร | วิเคราะห์ | | | | |
| 24 | ถ้าในการฉีดวัสดุ PVC ใช้เวลาทั้งหมด 20 นาที กำหนดให้ไดอะแกรม Pie Chart ของเวลาในการฉีด ( Injection time)เท่ากับ 2 นาที จงคำนวณหาเสี้ยวของวงกลม | วิเคราะห์ | | | | |
| 25 | ข้อใด**ไม่ใช่**วัสดุที่มีความหนืดสูงมาก | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 26 | ลักษณะวาล์วที่ป้องกันการไหลย้อนกลับระหว่างฉีดวัสดุ PVC เข้าแม่พิมพ์เรียกว่าอะไร | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 27 | วาล์วธรรมดาที่ป้องกันการไหลย้อนกลับระหว่างฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์คือ | รู้,เข้าใจ | | | | |

**ตารางที่ ข.2 (ต่อ)**

| ข้อที่ | เนื้อหาหน่วยที่6 | ระดับพฤติกรรม | ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | ความคิดเห็นเพิ่มเติม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | + 1 | 0 | - 1 | |
| 28 | ข้อใด ไม่ใช่ ตัวควบคุมในการปรับฉีดที่อยู่บนเครื่องฉีด | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 29 | ตัวควบคุมในการปรับเวลาฉีดบนเครื่องฉีดคือข้อใด | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 30 | ถ้าปรับเวลาฉีดนานเกินไปจะทำให้เกิดอะไร | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 31 | ถ้าปรับเวลาฉีดสั้นหรือเร็วเกินไปจะเกิดข้อบกพร่องใดบนชิ้นงานฉีด | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 32 | ข้อใดคือการปรับเวลาฉีดและเวลาอัดรักษาความดันที่ดีที่สุด | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 33 | ถ้าปรับเวลาในการหล่อเย็นสั้นเกินไปจะเกิดข้อบกพร่องใดบนชิ้นงานฉีด | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 34 | การปรับเวลาการหน่วงเหนี่ยวของชุดฉีดถอยหลังกลับจะต้องปรับอยู่ระหว่างช่วงใดต่อไปนี้ | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 35 | การปรับเวลาในการหน่วงเหนี่ยวปิดแบบแม่พิมพ์จะต้องปรับเวลาจาก เวลาของทั้งหมดต่อ 1 รอบประมาณเท่าใด | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 36 | ถ้าปรับอุณหภูมิแม่พิมพ์ต่ำเกินไปจะเกิดอะไรขึ้น | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 37 | ถ้าปรับอุณหภูมิแม่พิมพ์สูงเกินไปจะเกิดอะไรขึ้น | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 38 | การปรับอุณหภูมิของแม่พิมพ์ที่ดีที่สุดคือข้อใด | รู้,เข้าใจ | | | | |

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

| ข้อที่ | เนื้อหาหน่วยที่6 | ระดับพฤติกรรม | ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | ความคิดเห็นเพิ่มเติม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | +1 | 0 | -1 | |
| 39 | ถ้าปรับอุณหภูมิการหลอมพลาสติกต่ำเกินไปจะเกิดอะไรขึ้น | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 40 | ข้อใดไม่ใช้การปรับอุณหภูมิการหลอมพลาสติกที่ดีที่สุด | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 41 | ข้อใดไม่ใช่การปรับส่วนต่างๆที่ควบคุมด้วยความเร็วบนเครื่องฉีด | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 42 | ความเร็วข้อใดจะต้องปรับก่อนที่เครื่องฉีดจะทำงาน | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 43 | ข้อบกพร่องใดบนชิ้นงานที่เกิดจากการปรับความเร็วในการฉีดสูงเกินไป | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 44 | ข้อบกพร่องใดที่เกิดบนชิ้นงานฉีดกรณีถ้าปรับความเร็วในการฉีดต่ำเกินไป | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 45 | ในการฉีดพลาสติกเข้าในเบ้าแบบ (Cavity) มีกี่ขั้นตอน | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 46 | ระยะการปิดแม่พิมพ์ที่ปลอดภัยมีระยะมากสุดเท่าใด | เข้าใจ | | | | |
| 47 | ระยะการเปิดแม่พิมพ์ที่ฉีดชิ้นงานเสร็จแล้วกำหนดระยะมากที่สุดเท่าใด | เข้าใจ | | | | |
| 48 | การปรับความเร็วของสกรูหมุนหลอมพลาสติกที่ดีที่สุดคือ | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 49 | วาล์วที่ควบคุมความเร็วการถอยกลับของสกรูขณะหมุนหลอมพลาสติกได้แก่ | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 50 | การปรับความเร็วในการดันปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ไม่ขึ้นอยู่กับอะไร | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 51 | การปรับความเร็วดันปลดชิ้นงานที่ดีที่สุดจะเริ่มปรับความแรงระดับใด | รู้,เข้าใจ | | | | |

**ตารางที่ ข.2 (ต่อ)**

| ข้อที่ | เนื้อหาหน่วยที่6 | ระดับพฤติกรรม | ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | ความคิดเห็นเพิ่มเติม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | + 1 | 0 | - 1 | |
| 52 | ตัวปรับความดันที่ไม่สามารถปรับได้ขณะเครื่องฉีดทำงานคือ | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 53 | คำกล่าวใดไม่ถูกต้องสำหรับการปรับความดันที่ดีที่สุด | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 54 | จุดประสงค์การปรับอัดรักษาความดันคือ | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 55 | ถ้าปรับอัดรักษาความดัน(Hold on pressure)ต่ำเกินไปจะเกิดข้อบกพร่องใดบนชิ้นงาน | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 56 | ถ้าปรับความดันอัดบีบแม่พิมพ์(Clamping pressure)ต่ำมากเกินไปจะเกิดข้อบกพร่องใดบนชิ้นงาน | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 57 | ถ้าปรับความดันดันกลับ (back pressure) เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จะมีผลต่ออะไร | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 58 | ข้อใดไม่ใช่การปรับสวิทช์ปรับระยะบนเครื่องฉีด | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 59 | ถ้าต้องการปริมาตรพลาสติกที่ต้องการฉีดมีระยะ 20 มม. จะต้องปรับสวิทช์ปรับระยะมากสุด เท่าไร | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 60 | จุดประสงค์การปรับสวิทช์ปรับระยะของสกรูถอยหลังกลับหลังจากการหลอมพลาสติกตามระยะที่ต้องการเพื่ออะไร | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 61 | จุดประสงค์การปรับสวิทช์ปรับระยะชุดฉีดถอยหลังกลับเพื่ออะไร | เข้าใจ | | | | |
| 62 | ระยะของสลักดันปลดขณะดันปลดโดยอัตโนมัติจะต้องยื่นออกมาจากแกนตัวผู้ (Core) เท่าไร | เข้าใจ | | | | |

**ตารางที่ ข.2 (ต่อ)**

| ข้อที่ | เนื้อหาหน่วยที่7 | ระดับพฤติกรรม | ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | ความคิดเห็นเพิ่มเติม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | +1 | 0 | -1 | |
| 63 | ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดมาจากอะไร | เข้าใจ | | | | |
| 64 | ข้อใดไม่ใช่ข้อบกพร่องที่เกิดจากแม่พิมพ์ | เข้าใจ | | | | |
| 65 | ข้อใดไม่ใช่ข้อบกพร่องที่เกิดจากการใช้วัตถุดิบคือ | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 66 | ข้อบกพร่องที่เกิดจากการปรับเงื่อนไขบนเครื่องจักรไม่ถูกต้อง | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 67 | ข้อบกพร่องที่เกิดจากเครื่องจักรคือ | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 68 | สาเหตุการเกิดรอยบุ๋มหรือการยุบตัวมาจากอะไร | เข้าใจ | | | | |
| 69 | การแก้ไขไม่ให้เกิดรอยบุ๋มหรือการยุบตัวคือ | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 70 | พลาสติกชนิดใดมักจะเกิดรอยบุ๋มหรือการยุบตัว | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 71 | พลาสติกชนิดใดมักจะเกิดโพรงหรือฟองอากาศในชิ้นงานฉีด | เข้าใจ | | | | |
| 72 | สาเหตุการเกิดครีบ (Flash) มาจากอะไร | เข้าใจ | | | | |
| 73 | วิธีการแก้ไขไม่ให้เกิดครีบ (Flash) คือ | | | | | |
| 74 | สาเหตุที่ชิ้นงานไม่เต็ม (Short Shots) เกิดจากอะไร | เข้าใจ | | | | |
| 75 | การแก้ให้ชิ้นงานฉีดเต็มจะต้องทำอย่างไร | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 76 | การแก้ไขไม่ให้เกิดรอยต่อ (Weld Line) คือ | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 77 | ข้อใดไม่ใช่เป็นการแก้ไขไม่ให้เกิดรอยต่อ (Weld Line) คือ | รู้,เข้าใจ | | | | |

**ตารางที่ ข.2** (ต่อ)

| ข้อที่ | เนื้อหาหน่วยที่7 | ระดับพฤติกรรม | ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | ความคิดเห็นเพิ่มเติม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | +1 | 0 | -1 | |
| 78 | สาเหตุการเกิดรอยไหม้ (Burn Mark) บนชิ้นงานฉีดมาจากอะไร | เข้าใจ | | | | |
| 79 | ข้อใดไม่ใช่การแก้ไขการเกิดรอยไหม้ (Burn Mark) | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 80 | สาเหตุการเกิดรอยเกล็ดขาว (Mica Mark) คือ | เข้าใจ | | | | |
| 81 | พลาสติกชนิดใดที่ไม่ดูดความชื้น | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 82 | ข้อใดไม่ใช่สาเหตุการเกิดรอยพ่นฉีด (Jetting) | เข้าใจ | | | | |
| 83 | ข้อใดไม่ใช่เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดรอยพ่นฉีด (Jetting | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 84 | ข้อที่ไม่ใช่สาเหตุการเกิดชิ้นงานแอ่นโค้งบนชิ้นงานฉีดคือ | เข้าใจ | | | | |
| 85 | การแก้ไขการเกิดชิ้นงานแอ่นโค้ง (Warped) คือ | รู้,เข้าใจ | | | | |
| 86 | สาเหตุการเกิดผิวด้านบนชิ้นงาน คือ | เข้าใจ | | | | |
| 87 | สาเหตุการเกิดชิ้นงานเป็นชั้นๆ (Lamination) มาจากอะไร | เข้าใจ | | | | |
| 88 | สาเหตุการเกิดข้อบกพร่องชิ้นงานเป็นรูปสี่เหลี่ยมคล้ายหน้าต่างเกิดจากอะไร | เข้าใจ | | | | |
| 89 | ข้อใดไม่ใช่การแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดจากชิ้นงานเป็นรูปสี่เหลี่ยมคล้ายหน้าต่าง | รู้,เข้าใจ | | | | |

**ตารางที่ ข.3** รายละเอียดการพิจารณาความเที่ยงตรงของข้อสอบแต่ละข้อโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา

| ข้อที่ | วัตถุประสงค์ที่ | ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | IOC | ผลการประเมิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 4 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | พอใช้ได้ |
| 5 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 6 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | พอใช้ได้ |
| 7 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 8 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 9 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 10 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 11 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 12 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | พอใช้ได้ |
| 13 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 14 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 15 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 16 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 17 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 18 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 19 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 20 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 21 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 22 | 4 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 23 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 24 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 25 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 26 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |

**ตารางที่ ข.3 (ต่อ)**

| ข้อที่ | วัตถุประสงค์ที่ | ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | IOC | ผลการประเมิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 27 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 28 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 29 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 30 | 7 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | พอใช้ได้ |
| 31 | 7 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | พอใช้ได้ |
| 32 | 7 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | พอใช้ได้ |
| 33 | 7 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | พอใช้ได้ |
| 34 | 7 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | พอใช้ได้ |
| 35 | 7 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | พอใช้ได้ |
| 36 | 8 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 37 | 8 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 38 | 8 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 39 | 8 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 40 | 8 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 41 | 9 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 42 | 9 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 43 | 9 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 44 | 9 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 45 | 9 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 46 | 9 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 47 | 9 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 48 | 9 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 49 | 9 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 50 | 9 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 51 | 9 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 52 | 10 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 53 | 10 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |

**ตารางที่ ข.3** (ต่อ)

| ข้อที่ | วัตถุประสงค์ที่ | ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | IOC | ผลการประเมิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 54 | 10 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 55 | 10 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 56 | 10 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 57 | 10 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 58 | 11 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 59 | 11 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 60 | 11 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 61 | 11 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 62 | 11 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 63 | 12 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 64 | 13 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 65 | 13 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 66 | 13 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 67 | 13 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 68 | 14 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 69 | 15 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 70 | 16 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 71 | 17 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 72 | 18 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 73 | 19 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 74 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 75 | 21 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 76 | 22 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 77 | 22 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | พอใช้ได้ |
| 78 | 23 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 79 | 24 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |

**ตารางที่ ข.3 (ต่อ)**

| ข้อที่ | วัตถุประสงค์ที่ | ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | IOC | ผลการประเมิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 80 | 25 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 81 | 26 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 82 | 27 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 83 | 28 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 84 | 29 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 85 | 30 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 86 | 31 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 87 | 32 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 88 | 33 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |
| 89 | 34 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | ใช้ได้ดี |

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ(Index of Item – Objective Congruence:IOC)ระหว่างแบบทดสอบหลังเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

สูตร $IOC = \sum R/N$

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาและระดับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ

ก. การหาค่าดัชนีความสอดคล้องข้อสอบข้อที่ 1 ดังนี้

$$IOC = \sum R/N$$
$$= (1+1+1)/3$$
$$= 3/3$$
$$= 1$$

ดังนั้นค่าดัชนีความสอดคล้องข้อสอบข้อที่ 1(IOC) = 1

ข. การหาค่าดัชนีความสอดคล้องข้อสอบข้อที่ 2-89 จะได้ค่าดัง รายละเอียดการพิจารณาความเที่ยงตรงของข้อสอบ(ข3)

ค. เลือกข้อทดสอบที่คำนวณได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไปแสดงว่าข้อสอบนั้นมีความตรงกับวัตถุประสงค์ แต่ถ้า IOC ต่ำกว่า 0.5 จะต้องปรับปรุงข้อสอบใหม่ และจากการตรวจสอบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระหว่าง 0.67 – 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญข้อทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้

**ตารางที่ ข.4** วิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
เรื่อง งานฉีดพลาสติก

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| **จุดประสงค์ที่ 1 นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการทำงานของแม่พิมพ์ฉีดได้** | | | | |
| 1 | ก่อนฉีดชิ้นงานจะต้องปรับตั้งค่าบนเครื่องชุดปิด-เปิดของเครื่องฉีดมีอะไรบ้าง<br>ก. ระยะเปิด-ปิดแม่พิมพ์<br>ข. ระยะการทำงานของระบบกระทุ้ง<br>ค. ความเร็วในการเปิด-ปิดแม่พิมพ์<br>ง. ถูกทุกข้อ | | | |
| 2 | ข้อใด**ไม่ใช่**สิ่งสำคัญของการตั้งค่าเพื่อเตรียมหลอมพลาสติกก่อนฉีดชิ้นงาน<br>ก. ความเร็วในการกระทุ้งชิ้นงาน<br>ข. อุณหภูมิของกระบอกหลอม<br>ค. ความเร็วของการหมุนสกรูเกลียวหนอน<br>ง. ปริมาณพลาสติกที่จะหลอมในแต่ละครั้ง | | | |
| 3 | การปรับตั้งค่าใดที่ทำให้พลาสติกที่หลอมเหลวไหลเข้าสู่อิมเพรสชั่น<br>ก. ความเร็วในการฉีด<br>ข. ความดันในการฉีด<br>ค.ความเร็วของการหมุนสกรูหลอมพลาสติก<br>ง. ข้อ ก. และ ข. ถูก | | | |

**ตารางที่ ข.4** (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| **จุดประสงค์ที่ 2 นักศึกษาสามารถอธิบายขั้นตอนในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ (Cycle) โดยการทำงานด้วยมือได้** | | | | |
| 4 | ขั้นตอนใดต่อไปนี้เป็นการเริ่มต้นการขึ้นรูปด้วยการฉีดชิ้นงานพลาสติก<br>ก. Mould Closes<br>ข. Mould Open<br>ค. Injection<br>ง. Ejection | | | |
| 5 | ความดันที่ลดต่ำลงมาประมาณ 60% ของความดันฉีดพลาสติกเข้าแบบแม่พิมพ์ฉีดคือ<br>ก. ความดันฉีด<br>ข. การอัดรักษาความดัน<br>ค. ความดันการปิดแบบ<br>ง. ความดันการหมุนหลอมพลาสติก | | | |
| 6 | ขณะที่มีการอัดรักษาความดันจะต้องมีพลาสติกที่หลอมอยู่หน้าสกรูเล็กน้อยเพื่อชดเชยการหดตัวปริมาณพลาสติกนี้เรียกว่า<br>ก. Melt Pressure<br>ข. Cushion<br>ค. Shot Volume<br>ง. Holding Pressure | | | |
| 7 | ถ้าไม่มีคูสชั่น (Cushion) จะเกิดอะไรขึ้นบนชิ้นงาน<br>ก. เกิดความเสียหายที่ปลายสกรู<br>ข. เกิดความเสียหายที่รูของกระบอกฉีด<br>ค. เกิด Sink Marks<br>ง. เกิดการชนกระแทก (Bottoming | | | |

ตารางที่ ข.4 (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| จุดประสงค์ที่ 2 นักศึกษาสามารถอธิบายขั้นตอนในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ (Cycle) โดยการทำงานด้วยมือได้ | | | | |
| 8 | ข้อใดไม่ใช่ความหมายของคำว่า Plasticization<br>ก. การหมุนของสกรูหลอมพลาสติก<br>ข. การผสมพลาสติก<br>ค. การหลอมพลาสติกให้เป็นเนื้อเดียวกัน<br>ง. การหมุนฉีดพลาสติก | | | |
| 9 | การชนกระแทรกขณะฉีดชิ้นงานระหว่างปลายของสกรูกับรูกระบอกฉีด<br>เรียกการเกิดลักษณะนี้ว่า<br>ก. Cushion<br>ข. Sprue break<br>ค. Screw bottomed<br>ง. Suck back | | | |
| 10 | ตัวควบคุมที่ทำให้พลาสติกมีการผสมที่ดีและเป็นเนื้อเดียวกันขณะที่สกรู<br>หมุนหลอมพลาสติกจากกรวยเติมไปยังด้านหน้าของสกรูคือ<br>ก. Back Pressure<br>ข. Suck Back<br>ค. Motor Switch<br>ง. Limit Switch | | | |
| 11 | การถอยหัวฉีดแยกออกจากแม่พิมพ์ฉีดเราเรียกลักษณะนี้ว่าอะไร<br>ก. Suck back<br>ข. Sprue break<br>ค. Screw bottomed<br>ง. Drooling | | | |

**ตารางที่ ข.4** (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| **จุดประสงค์ที่ 2** นักศึกษาสามารถอธิบายขั้นตอนในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ (Cycle) โดยการทำงาน ด้วยมือได้ | | | | |
| 12 | ถ้าถอยแยกหัวฉีดออกจากแม่พิมพ์ฉีดในขณะที่ภายในกระบอกฉีดมีพลาสติกที่หลอมภายใต้ความดันอยู่จะทำให้พลาสติกไหลออกจากหัวฉีด<br>เรียกพลาสติกที่ไหลออกมาว่าอะไร<br>ก. Drooling<br>ข. Melt<br>ค. Purging<br>ง. Cushion | | | |
| 13 | การป้องกันพลาสติกที่ไหลออกจากหัวฉีดขณะถอยแยกหัวฉีดออกมาจากแม่พิมพ์จะต้องทำอย่างไร<br>ก. Suck back<br>ข. Sprue break<br>ค. Screw Rotation<br>ง. Back Pressure Valve | | | |
| 14 | Suck Back เรียกชื่ออีกอย่างหนึ่งว่าอะไร<br>ก. Drooling<br>ข. Decompression<br>ค. Holding Pressure<br>ง. Sprue break | | | |
| 15 | พลาสติกชนิดใดต่อไปนี้มีความหนืดต่ำมาก<br>ก. PS<br>ข. PP<br>ค. PE<br>ง. PA | | | |

**ตารางที่ ข.4** (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| จุดประสงค์ที่ 2 นักศึกษาสามารถอธิบายขั้นตอนในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ (Cycle) โดย การทำงานด้วยมือได้ | | | | |
| 16 | พลาสติกที่มีความหนืดต่ำมากการป้องกันไม่ให้พลาสติกไหลออกจากหัวขณะถอยแยกออกจากแม่พิมพ์จะต้องทำอย่างไร<br>ก. ใช้พลาสติกที่มีเกรดสูงขึ้น<br>ข. ใช้หัวฉีดที่มีวาล์วแบบ Needle Valve<br>ค. ใช้ Flow control Valve มากควบคุม<br>ง. ใช้หัวฉีดที่มี Sliding Ring Back Flow Valve | | | |
| 17 | ในกรณีฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ โดยกระทำด้วยมือกดมีกี่ขั้นตอน<br>ก. 6<br>ข. 7<br>ค. 8<br>ง. 9 | | | |
| จุดประสงค์ที่ 3 นักศึกษาสามารถอธิบายขั้นตอนในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ (Cycle) โดยการทำงานอัตโนมัติได้ | | | | |
| 18 | ในขั้นตอนใดเป็นเวลาเริ่มต้นในการหล่อเย็นบนเครื่องฉีดขณะเดินเครื่องทำงานอัตโนมัติ<br>ก. Dwell Period<br>ข. Plasticization<br>ค. Suck Back<br>ง. Sprue Break | | | |
| 19 | ในการฉีดชิ้นงานใช้วัสดุ PP โดยกระทำการฉีดโดยอัตโนมัติมีกี่ขั้นตอน<br>ก. 6<br>ข. 7<br>ค. 8<br>ง. 9 | | | |

**ตารางที่ ข.4** (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| **จุดประสงค์ที่ 3 นักศึกษาสามารถอธิบายขั้นตอนในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ (Cycle) โดยการทำงานอัตโนมัติได้** | | | | |
| 20 | ในการฉีดวัสดุ PP โดยอัตโนมัติ เสี้ยวของวงกลม Pie Chart ใดที่มุมโตที่สุด<br>ก. เวลาการอัดรักษาความดัน<br>ข. เวลาในการหล่อเย็น<br>ค. เวลาในการหลอมพลาสติก<br>ง. เวลาในการปิดแม่พิมพ์ | | | |
| 21 | ข้อใดเรียงขั้นตอนในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบไม่ถูกต้อง<br>ก. แบบปิด , ชุดฉีดเดินหน้า , ฉีด<br>ข. แบบปิด , ฉีด , อัดรักษาความดัน<br>ค. หลอมพลาสติก, แม่พิมพ์เปิด , ดันปลดชิ้นงาน<br>ง. ฉีด , อัดรักษาความดัน ,หลอมพลาสติก | | | |
| **จุดประสงค์ที่4 นักศึกษาสามารถคำนวณหาค่ามุมต่างๆ PIE CHART ของแม่พิมพ์ฉีดได้** | | | | |
| 22 | ถ้าในการฉีดวัสดุ PP ใช้เวลาทั้งหมด 20 นาที กำหนดให้ไดอะแกรม Pie Chart ของเวลาในการฉีด ( Injection time)เท่ากับ 1 นาที จงคำนวณหาเสี้ยวของวงกลม<br>ก. 1 องศา<br>ข. 18 องศา<br>ค. 20 องศา<br>ง. 36 องศา | | | |

**ตารางที่ ข.4 (ต่อ)**

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| **จุดประสงค์ที่4** นักศึกษาสามารถคำนวณหาค่ามุมต่างๆ PIE CHART ของแม่พิมพ์ฉีดได้ | | | | |
| 3 | การเขียนไดอะแกรม Pie Chart กับการหาเสี้ยวของวงกลม ( Segment Angle) ของวัสดุ PP กับ PVC จะมีลักษณะอย่างไร<br>ก. เหมือนกัน<br>ข. มุมเท่ากัน<br>ค. แตกต่างกัน<br>ง. ไม่มีข้อใดถูก | | | |
| 24 | ถ้าในการฉีดวัสดุ PVC ใช้เวลาทั้งหมด 20 นาที กำหนดให้ไดอะแกรม Pie Chart ของเวลาในการฉีด ( Injection time)เท่ากับ 2 นาที จงคำนวณหาเสี้ยวของวงกลม<br>ก. 36 องศา<br>ข. 20 องศา<br>ค. 18 องศา<br>ง. 10 องศา | | | |
| **จุดประสงค์ที่ 5** นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวาล์วกันไหลกลับ(The Back Flow Valve) ได้ | | | | |
| 25 | ข้อใด**ไม่ใช่**วัสดุที่มีความหนืดสูงมาก<br>ก. PVC<br>ข. PMMA<br>ค. PC ง. PE | | | |
| 26 | ลักษณะวาล์วที่ป้องกันการไหลย้อนกลับระหว่างฉีดวัสดุ PVC เข้าแม่พิมพ์เรียกว่าอะไร<br>ก. Check Valve<br>ข. Back Flow Valve<br>ค. Sliding Ring Back Flow Valve<br>ง. Smear Head | | | |

**ตารางที่ ข.4** (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| **จุดประสงค์ที่ 5** นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวาล์วกันไหลกลับ(The Back Flow Valve)ได้ | | | | |
| 27 | วาล์วธรรมดาที่ป้องกันการไหลย้อนกลับระหว่างฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์<br>ก. Check Valve<br>ข. Back Flow Valve<br>ค. Sliding Ring Back Flow Valve<br>ง. Smear Head | | | |
| **จุดประสงค์ที่ 6** นักศึกษาสามารถจำแนกการปรับตัวควบคุมบนเครื่องฉีดพลาสติกได้ | | | | |
| 28 | ข้อใด **ไม่ใช่** ตัวควบคุมในการปรับฉีดที่อยู่บนเครื่องฉีด<br>ก. การปรับเวลา<br>ข. การปรับอุณหภูมิ<br>ค. การปรับความเร็วและความดัน<br>ง. การปรับระยะชักในการฉีด | | | |
| 29 | ตัวควบคุมในการปรับเวลาฉีดบนเครื่องฉีดคือข้อใด<br>ก. การปรับเวลาฉีดและเวลาอัดรักษาความดัน<br>ข . การปรับเวลาในการหล่อเย็น<br>ค. การปรับเวลาในการหน่วงเหนี่ยว<br>ง .การปรับเวลาในการหลอมพลาสติก | | | |
| **จุดประสงค์ที่ 7** นักศึกษาสามารถอธิบายอธิบายการปรับเวลาที่ดีที่สุด(Optimization Of Time)ได้ | | | | |
| 30 | ถ้าปรับเวลาฉีดนานเกินไปจะทำให้เกิดอะไร<br>ก. เกจแข็งตัวก่อนพลาสติกไหลเข้าเบ้าแบบเพื่อชดเชยการหดตัวไม่ได้<br>ข. เกจยังไม่แข็งตัว<br>ค. การอัดบีบของเบ้าแบบไม่เพียงพอ<br>ง. พลาสติกไหลย้อนกลับออกจากเบ้าแบบ | | | |
| 31 | ถ้าปรับเวลาฉีดสั้นหรือเร็วเกินไปจะเกิดข้อบกพร่องใดบนชิ้นงานฉีด<br>ก. รอยบุ๋ม (Sink Mark)<br>ข. โพรงอากาศ (Void)<br>ค. งานฉีดไม่เต็ม (Short Shot)<br>ง. ถูกทุกข้อ | | | |

**ตารางที่ ข.4** (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| **จุดประสงค์ที่ 7 นักศึกษาสามารถอธิบายอธิบายการปรับเวลาที่ดีที่สุด(Optimization Of Time)ได้** | | | | |
| 32 | ข้อใดคือการปรับเวลาฉีดและเวลาอัดรักษาความดันที่ดีที่สุด<br>ก. ปรับมากกว่าเกจแข็งตัวประมาณ 1วินาที<br>ข. ปรับน้อยกว่าเกจแข็งตัวประมาณ 1 วินาที<br>ค .ปรับเท่ากับเวลาฉีดและเวลาอัดรักษาความดัน<br>ง. ปรับเท่าไรก็ได้ | | | |
| 33 | ถ้าปรับเวลาในการหล่อเย็นสั้นเกินไปจะเกิดข้อบกพร่องใดบนชิ้นงานฉีด<br>ก. รอยบุ๋ม<br>ข. โพรงอากาศ<br>ค. งานฉีดไม่เต็ม<br>ง. ชิ้นงานแอ่นโค้ง | | | |
| 34 | การปรับเวลาการหน่วงเหนี่ยวของชุดฉีดถอยหลังกลับ<br>จะต้องปรับอยู่ระหว่างช่วงใดต่อไปนี้<br>ก. การหลอมพลาสติก กับ สกรูถอยหลังกลับ<br>ข. สกรูถอยหลังกลับ กับ การหล่อเย็น<br>ค. สกรูถอยหลังกลับ กับ ชุดฉีดถอยหลังกลับ<br>ง. ชุดฉีดถอยหลังกลับ กับ แม่พิมพ์เปิด | | | |
| 35 | การปรับเวลาในการหน่วงเหนี่ยวปิดแบบแม่พิมพ์จะต้องปรับเวลาจาก<br>เวลาของทั้งหมดต่อ 1 รอบประมาณเท่าใด<br>ก. 0.5 วินาที<br>ข. 1.0 วินาที<br>ค. 0.5 - 1.0 วินาที<br>ง. 1.0 - 1.5 วินาที | | | |

**ตารางที่ ข.4** (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| **จุดประสงค์ที่8** นักศึกษาสามารถอธิบายการปรับอุณหภูมิที่ดีที่สุด(Optimization Of Temperature)ได้ | | | | |
| 36 | ถ้าปรับอุณหภูมิแม่พิมพ์ต่ำเกินไปจะเกิดอะไรขึ้น<br>ก. เวลาการหล่อเย็นชิ้นงานจะยาว<br>ข. ผิวหน้างานที่ใช้จะเงามัน<br>ค. พลาสติกที่ฉีดเข้าแบบเย็นตัวช้า<br>ง. ผิวหน้างานที่ใช้จะขุ่นมัว | | | |
| 37 | ถ้าปรับอุณหภูมิแม่พิมพ์สูงเกินไปจะเกิดอะไรขึ้น<br>ก. พลาสติกไหลเข้าแบบยาก<br>ข. ผิวหน้างานที่ใช้ขุ่นมัว<br>ค. จะเกิดความเค้นมาก (Stresses)<br>ง. พลาสติกฉีดเข้าแบบจะเย็นตัวช้า | | | |
| 38 | การปรับอุณหภูมิของแม่พิมพ์ที่ดีที่สุดคือข้อใด<br>ก. ปรับให้อุณหภูมิของแม่พิมพ์ต่ำที่เท่าที่ทำได้<br>ข. ปรับให้อุณหภูมิของแม่พิมพ์สูงที่สุด<br>ค. ปรับอุณหภูมิอยู่ช่วงกลางๆ<br>ง. ปรับเท่าใดก็ได้ไม่จำเป็น | | | |
| 39 | ถ้าปรับอุณหภูมิการหลอมพลาสติกต่ำเกินไปจะเกิดอะไรขึ้น<br>ก. ความหนืดของพลาสติกต่ำ<br>ข. คุณภาพพลาสติกลดลง<br>ค. พลาสติกจะเปลี่ยนสีและมีฟองในเนื้อพลาสติก<br>ง. ความดันในการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์จะสูงมาก | | | |
| 40 | ข้อใดไม่ใช้การปรับอุณหภูมิการหลอมพลาสติกที่ดีที่สุด<br>ก. ปรับอุณหภูมิให้สูงที่สุด<br>ข. ปรับอุณหภูมิให้ต่ำที่สุด<br>ค. ปรับอุณหภูมิตามแหล่งผลิตวัตถุดิบพลาสติกชนิดต่างๆ<br>ง. การหลอมพลาสติกต้องไหลราบลื่นและไหลอิสระโดยไม่มีควันและแกส | | | |

**ตารางที่ ข.4** (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| **จุดประสงค์ที่ 9 นักศึกษาสามารถอธิบายการปรับความเร็วที่ดีที่สุด(Optimization Of Speed)ได้** | | | | |
| 41 | ข้อใดไม่ใช่การปรับส่วนต่างๆที่ควบคุมด้วยความเร็วบนเครื่องฉีด<br>ก. ความเร็วในการฉีด (Injection speed)<br>ข. ความเร็วในการปิดแม่พิมพ์ (Mould closing speed)<br>ค. ความเร็วในการปิดแม่พิมพ์อย่างปลอดภัย (Mould safety speed )<br>ง. ความเร็วการหมุนของสกรู (Screw Rotation speed) | | | |
| 42 | ความเร็วข้อใดจะต้องปรับก่อนที่เครื่องฉีดจะทำงาน<br>ก. ความเร็วการดันปลดชิ้นงาน (Hydraulic Ejector speed)<br>ข. ความเร็วสกรูถอยหลังกลับ (Suck back speed)<br>ค. ความเร็วในการเปิดแม่พิมพ์ (Mould opening speed)<br>ง. ความเร็วในการถอยสกรูกลับ (Screw Retraction speed | | | |
| 43 | ข้อบกพร่องใดบนชิ้นงานที่เกิดจากการปรับความเร็วในการฉีดสูงเกินไป<br>ก. รอยพ่นฉีด (jetting)<br>ข. รอยการไหล (Flow mark)<br>ค. รอยต่อหรือรอยเชื่อม (Weld Line)<br>ง. โพรงอากาศ (Voids) | | | |
| 44 | ข้อบกพร่องใดที่เกิดบนชิ้นงานฉีดกรณีถ้าปรับความเร็วในการฉีดต่ำเกินไป<br>ก. รอยพ่นฉีด (Jetting)<br>ข. การเกิดครีบ (Flashing)<br>ค. การเกิดรอยไหม้ (Burn mark)<br>ง. ชิ้นงานไม่เต็ม (Short shots) | | | |
| 45 | ในการฉีดพลาสติกเข้าในเบ้าแบบ ( Cavity) มีกี่ขั้นตอน<br>ก. 1<br>ข. 2<br>ค. 3<br>ง. 4 | | | |

ตารางที่ ข.4 (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| จุดประสงค์ที่9 นักศึกษาสามารถอธิบายการปรับความเร็วที่ดีที่สุด(Optimization Of Speed)ได้ | | | | |
| 46 | ระยะการปิดแม่พิมพ์ที่ปลอดภัยมีระยะมากสุดเท่าใด<br>ก. 10 มม.<br>ข. 15 มม.<br>ค. 20 มม.<br>ง. 25 มม. | | | |
| 47 | ระยะการเปิดแม่พิมพ์ที่ฉีดชิ้นงานเสร็จแล้วกำหนดระยะมากที่สุดเท่าใด<br>ก. 25 มม.<br>ข. 20 มม.<br>ค. 15 มม.<br>ง. 10 มม. | | | |
| 48 | การปรับความเร็วของสกรูหมุนหลอมพลาสติกที่ดีที่สุดคือ<br>ก. ปรับความเร็วของสกรูให้หมุนช้า<br>ข. การหลอมพลาสติกจะต้องหยุดก่อนการหล่อเย็นสิ้นสุดประมาณ2-3 วินาที<br>ค. ใช้ความเร็วรอบต่ำ<br>ง. ถูกทุกข้อ | | | |
| 49 | วาล์วที่ควบคุมความเร็วการถอยกลับของสกรูขณะหมุนหลอมพลาสติกได้แก่<br>ก. Back Pressure Valve<br>ข. Flow Control Valve<br>ค. Needle Valve<br>ง. Directional Control Valve | | | |
| 50 | การปรับความเร็วในการดันปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ไม่ขึ้นอยู่กับอะไร<br>ก. พลาสติกที่นำมาฉีด<br>ข. วิธีการใช้ตัวดันปลดชิ้นงาน<br>ค. ลักษณะการดันปลดชิ้นงาน<br>ง. ขนาดรูปร่างของชิ้นงาน | | | |

**ตารางที่ ข.4** (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| **จุดประสงค์ที่9 นักศึกษาสามารถอธิบายการปรับความเร็วที่ดีที่สุด(Optimization Of Speed)ได้** | | | | |
| 51 | การปรับความเร็วดันปลดชิ้นงานที่ดีที่สุดจะเริ่มปรับความแรงระดับใด<br>ก. ระดับต่ำ<br>ข. ระดับปานกลาง<br>ค. ระดับสูง<br>ง. ระดับใดก็ได้ | | | |
| **จุดประสงค์ที่ 10 นักศึกษาสามารถอธิบายการปรับความดันที่ดีที่สุด(Optimization Of Pressure ได้** | | | | |
| 52 | ตัวปรับความดันที่ไม่สามารถปรับได้ขณะเครื่องฉีดทำงานคือ<br>ก. ความดันในการฉีด (Injection pressure)<br>ข. ความดันดันปลดชิ้นงานออก (Hydraulic ejector pressure)<br>ค. ความดันฉีดถอยหลังกลับ (Sprue break pressure)<br>ง. ความดันดันกลับ (Back pressure) | | | |
| 53 | คำกล่าวใดไม่ถูกต้องสำหรับการปรับความดันที่ดีที่สุด<br>ก. ชิ้นงาน + การไหลยาก+ความยาวในการไหลยาว จะต้องใช้ความดันในการฉีดสูง<br>ข. ชิ้นงานหนาความหนืดต่ำ+ความยาวในการไหลสั้น จนต้องใช้ความดันในการฉีดต่ำ<br>ค. การปรับความดันและความเร็วในการฉีดชิ้นงานจะต้องมีความสัมพันธ์<br>ง. การปรับความดันและความเร็วในการฉีดชิ้นงานขึ้นอยู่ความหนาของชิ้นงานอย่างเดียว | | | |
| 54 | จุดประสงค์การปรับอัดรักษาความดันคือ<br>ก. เพื่อชดเชยชิ้นงานที่ฉีดหดตัวขณะแม่พิมพ์มีการหล่อเย็น<br>ข. ป้องกันการกระแทกของปลายสกรูกับรูของกระบอกฉีด<br>ค. ป้องกันการเกิดครีบบนชิ้นงาน<br>ง. เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดรอยเชื่อมชิ้นงาน | | | |

**ตารางที่ ข.4** (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| **จุดประสงค์ที่10** นักศึกษาสามารถอธิบายการปรับความดันที่ดีที่สุด(Optimization Of Pressure ได้ | | | | |
| 55 | ถ้าปรับอัตรักษาความดัน(Hold on pressure)ต่ำเกินไป จะเกิดข้อบกพร่องใดบนชิ้นงาน<br>ก. รอยบุ๋ม<br>ข. โพรงอากาศ<br>ค. รอยต่อหรือรอยเชื่อม<br>ง. รอยไหม้ | | | |
| 56 | ถ้าปรับความดันอัดบีบแม่พิมพ์(Clamping pressure)ต่ำมากเกินไป จะเกิดข้อบกพร่องใดบนชิ้นงาน<br>ก. รอยบุ๋ม<br>ข. โพรงอากาศ<br>ค. รอยไหม้<br>ง. ครีบ | | | |
| 57 | ถ้าปรับความดันดันกลับ (back pressure) เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จะมีผลต่ออะไร<br>ก. อุณหภูมิการหลอมจะเพิ่มขึ้น<br>ข. เวลาของสกรูหมุนหลอมพลาสติกถอยหลังกลับยาวนาน<br>ค. การผสมของการหลอมพลาสติกจะดีขึ้น<br>ง. ถูกทุกข้อ | | | |
| **จุดประสงค์ที่ 11**นักศึกษาสามารถอธิบายการปรับสวิทช์ปรับระยะ ที่ดีที่สุด( Limit Switch)ได้ | | | | |
| 58 | ข้อใดไม่ใช่การปรับสวิทช์ปรับระยะบนเครื่องฉีด<br>ก. สวิทช์ปรับระยะความเร็วฉีด (Speed L.S)<br>ข. สวิทช์ปรับระยะเปิดแม่พิมพ์ (Mould opening Stroke L.S)<br>ค. สวิทช์ปรับระยะปริมาตรพลาสติกที่ฉีด (Shot Volume L.S)<br>ง. สวิทช์ปรับระยะสกรูถอยหลังกลับ (Decompression L.S) | | | |

**ตารางที่ ข.4** (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| **จุดประสงค์ที่11นักศึกษาสามารถอธิบายการปรับสวิทซ์ปรับระยะ ที่ดีที่สุด( Limit Switch)ได้** | | | | |
| 59 | ข้อใดไม่ใช่การปรับสวิทช์ปรับระยะบนเครื่องฉีด<br>ก. สวิทซ์ปรับระยะความเร็วฉีด (Speed L.S)<br>ข. สวิทช์ปรับระยะเปิดแม่พิมพ์ (Mould opening Stroke L.S)<br>ค. สวิทช์ปรับระยะปริมาตรพลาสติกที่ฉีด (Shot Volume L.S)<br>จ. สวิทช์ปรับระยะสกรูถอยหลังกลับ (Decompression L.S) | | | |
| 60 | จุดประสงค์การปรับสวิทช์ปรับระยะของสกรูถอยหลังกลับหลัง<br>จากการหลอมพลาสติกตามระยะที่ต้องการเพื่ออะไร<br>ก. เพิ่มความดันการหลอมบริเวณหน้าสกรู<br>ข. ลดปริมาตรพลาสติกที่หลอมลง<br>ค. ไม่ให้เกิด Drooling หลังจากถอยชุดฉีดออกจากปลดสกรูฉีด<br>ง. เพิ่มระยะความดันในการฉีด | | | |
| 61 | จุดประสงค์การปรับสวิทช์ปรับระยะชุดฉีดถอยหลังกลับเพื่ออะไร<br>ก. ป้องกันแม่พิมพ์ร้อน<br>ข. เพื่อป้องกันการเย็นตัวข้างในหัวฉีดสำหรับพลาสติกไนลอน<br>ค. เพื่อให้แม่พิมพ์เกิดความเค้นสูง<br>ง. เพื่อต้องการพลาสติกที่บริเวณหัวฉีดร้อนขึ้น | | | |
| 62 | ระยะของสลักดันปลดขณะดันปลดโดยอัตโนมัติ<br>จะต้องยื่นออกมาจากแกนตัวผู้ (Core) เท่าไร<br>ก. 2 มม.<br>ข. 3 มม.<br>ค. 4 มม.<br>ง. 5 มม. | | | |

**ตารางที่ ข.4** (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| **จุดประสงค์ที่ 12** นักศึกษาสามารถอธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานฉีดมาจาก 4 M ได้ | | | | |
| 63 | ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดมาจากอะไร<br>ก. แม่พิมพ์ฉีด (Mould)<br>ข. เครื่องจักร (Machine)<br>ค. วัตถุดิบ (Material)<br>ง. ถูกทุกข้อ | | | |
| **จุดประสงค์ที่ 13** นักศึกษาสามารถ จำแนกสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานฉีดจาก 4 M ได้ | | | | |
| 64 | ข้อใด**ไม่ใช่**ข้อบกพร่องที่เกิดจากแม่พิมพ์<br>ก. สลักดันปลดหลวม<br>ข. ช่องระบายอากาศเล็กเกินไป<br>ค. ผิวหน้าแม่พิมพ์เป็นรอยด้าน<br>ง. แบริ่งหลวม | | | |
| 65 | ข้อใด**ไม่ใช่**ข้อบกพร่องที่เกิดจากการใช้วัตถุดิบคือ<br>ก. ใช้ขนาดของเครื่องฉีดผิด<br>ข. ใช้เกรดวัตถุดิบผิด<br>ค. วัตถุดิบไม่สะอาดมีสิ่งสกปรก<br>ง. วัตถุดิบมีความชื้น | | | |
| 66 | ข้อบกพร่องที่เกิดจากการปรับเงื่อนไขบนเครื่องจักรไม่ถูกต้อง<br>ก. ความเร็ว (Speed)<br>ข. ความดัน (Pressure)<br>ค. เวลา (Time)<br>ง. ถูกทุกข้อ | | | |
| 67 | ข้อบกพร่องที่เกิดจากการปรับเงื่อนไขบนเครื่องจักรไม่ถูกต้อง<br>ง. ความเร็ว (Speed)<br>จ. ความดัน (Pressure)<br>ฉ. เวลา (Time)<br>ง. ถูกทุกข้อ | | | |

ตารางที่ ข.4 (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| จุดประสงค์ที่ 14 นักศึกษาสามารถ อธิบายสาเหตุการเกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานฉีดพลาสติกได้ | | | | |
| 68 | สาเหตุการเกิดรอยปุ่มหรือการยุบตัวมาจากอะไร<br>ก. ผนังชิ้นงานมีความหนาแตกต่างกัน<br>ข. วัสดุพลาสติกที่ฉีดมีความเหนียว<br>ค. วัสดุพลาสติกมีผิวแข็ง<br>ง. การเย็นตัวไม่ถูกต้อง | | | |
| 69 | สาเหตุการเกิดครีบ (Flash) มาจากอะไร<br>ก. แบบปิดไม่สนิท<br>ข. ความดันในการฉีดสูงเกินไป<br>ค. เกิดจากขอบของเบ้าแบบ (Cavity) เสียหาย<br>ง. ถูกทุกข้อ | | | |
| 70 | สาเหตุที่ชิ้นงานไม่เต็ม (Short Shots) เกิดจากอะไร<br>ก. เกจ (gate) แข็งตัวก่อนที่พลาสติกไหลเข้าเต็มแบบ<br>ข. อากาศในเบ้าแบบระบายออกได้สะดวก<br>ค. เกจ (gate) มีขนาดโตเกินไป<br>ง. ความเร็วในการฉีดสูง | | | |
| 71 | สาเหตุการเกิดรอยไหม้ (Burn Mark) บนชิ้นงานฉีดมาจากอะไร<br>ก. การเพิ่มอุณหภูมิการหลอม<br>ข. ความร้อนในการหลอมสูงเกินไป<br>ค. การเพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์ฉีด<br>ง. เพิ่มความเร็วในการฉีดสูงขึ้น | | | |
| 72 | สาเหตุการเกิดรอยเกล็ดขาว (Mica Mark) คือ<br>ก. ความดันในการฉีดต่ำ<br>ข. ความเร็วในการฉีดต่ำ<br>ค. เม็ดพลาสติกเปียกน้ำหรือมีความชื้น<br>ง. การหลอมไม่เป็นเนื้อเดียวกัน | | | |

**ตารางที่ ข.4** (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| **จุดประสงค์ที่ 14 นักศึกษาสามารถ อธิบายสาเหตุการเกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานฉีดพลาสติกได้** | | | | |
| 73 | ข้อใด**ไม่ใช่**สาเหตุการเกิดรอยพ่นฉีด (Jetting)<br>ก. เกจ (gate) เล็กเกินไป<br>ข. แรงเฉือน (Shear) สูง<br>ค. อุณหภูมิการหลอมเหลวต่ำลง<br>ง. ความหนืดการหลอมต่ำ | | | |
| 74 | ข้อที่**ไม่ใช่**สาเหตุการเกิดชิ้นงานแอ่นโค้งบนชิ้นงานฉีดคือ<br>ก. การบีบอัดชิ้นงานในเบ้าแบบ (Cavity) มากเกินไป<br>ข. ตัวดันปลดชิ้นงานดันปลดไม่เท่ากัน<br>ค. ชิ้นงานยังไม่แข็งตัวขณะดันปลดชิ้นงาน<br>ง. ตัวดันปลดชิ้นงานโตเกินไป | | | |
| 75 | สาเหตุการเกิดผิวด้านบนชิ้นงาน คือ<br>ก. เบ้าแบบ (Cavity) มีผิวด้าน<br>ข. คอร์ (Core) มีผิวด้าน<br>ค. อุณหภูมิการหล่อเย็นต่ำเกินไป<br>ง. ถูกทุกข้อ | | | |
| 76 | สาเหตุการเกิดชิ้นงานเป็นชั้นๆ (Lamination) มาจากอะไร<br>ก. ล้างกระบอกฉีดไม่สะอาดเนื่องจากพลาสติก 2 ชนิดปะปนกันอยู่<br>ข. ความดันในการฉีดต่ำ<br>ค. ความเร็วในการฉีดสูง<br>ง. การหลอมไม่เป็นเนื้อเดียวกัน | | | |
| 77 | สาเหตุการเกิดข้อบกพร่องชิ้นงานเป็นรูปสี่เหลี่ยมคล้ายหน้าต่างเกิดจากอะไร<br>ก. เวลาในการหลอมละลายนานเกินไป<br>ข. อุณหภูมิในการหลอมละลายในกระบอกฉีดสูง<br>ค. กระบวนการหลอมละลายของเม็ดพลาสติกไม่เพียงพอ<br>ง. ความดันดันกลับ (back pressure) สูง | | | |

**ตารางที่ ข.4 (ต่อ)**

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| **จุดประสงค์ที่ 14** นักศึกษาสามารถ บอกวิธีการแก้ไขการเกิดข้อบกพร่องที่เกิดบนชิ้นงานฉีดพลาสติกได้ | | | | |
| 78 | การแก้ไขไม่ให้เกิดรอยบุ๋มหรือการยุบตัวคือ<br>ก. เพิ่มเวลาอัดรักษาความดัน (Dwell Time)<br>ข. เพิ่มแรงอัดรักษาความดัน (Dwell Pressure)<br>ค. ต้องมีช่องระบายอากาศให้เพียงพอ<br>ง. ถูกทุกข้อ | | | |
| 79 | วิธีการแก้ไขไม่ให้เกิดครีบ (Flash) คือ<br>ก. การเพิ่มแรงในการจับยึดแม่พิมพ์<br>ข. ลดความดันในการฉีดลง<br>ค. เพิ่มปริมาตรพลาสติกที่ฉีดให้น้อยลง<br>ง. ถูกทุกข้อ | | | |
| 80 | การแก้ให้ชิ้นงานฉีดเต็มจะต้องทำอย่างไร<br>ก. เพิ่มขนาดเกจ (gate)<br>ข. เพิ่มเวลาฉีดอัดรักษาความดัน (Dwell Time)<br>ค. เพิ่มความหนืดของการหลอมละลายให้สูงขึ้น<br>ง. ถูกทุกข้อ | | | |
| 81 | การแก้ไขไม่ให้เกิดรอยต่อ (Weld Line) คือ<br>ก. การเพิ่มอุณหภูมิในการหลอม<br>ข. การเพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์<br>ค. การเพิ่มความดันในการฉีด<br>ง. ถูกทุกข้อ | | | |
| 82 | ข้อใด**ไม่ใช่**เป็นการแก้ไขไม่ให้เกิดรอยต่อ (Weld Line) คือ<br>ก. ทำรูเข้า (gate)ให้เล็กลง<br>ข. ต้องมีช่องระบายอากาศเพียงพอ<br>ค. ลดแรงการจับยึดแม่พิมพ์ฉีด<br>ง. เพิ่มความเร็วในการฉีด | | | |

**ตารางที่ ข.4** (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| **จุดประสงค์ที่ 14** นักศึกษาสามารถ บอกวิธีการแก้ไขการเกิดข้อบกพร่องที่เกิดบนชิ้นงานฉีดพลาสติกได้ | | | | |
| 83 | ข้อใด**ไม่ใช่**การแก้ไขการเกิดรอยไหม้ (Burn Mark)<br>ก. ช่องระบายอากาศต้องมีเพียงพอ<br>ข. ลดความดันในการฉีด<br>ค. เพิ่มอุณหภูมิการหลอม<br>ง. ขยายเกจ (gate) ให้กว้างและโตขึ้น | | | |
| 84 | ข้อใด**ไม่ใช่**เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดรอยพ่นฉีด (Jetting)<br>ก. การเพิ่มขนาดของเกจ (gate)<br>ข. การลดความเร็วในการฉีด<br>ค. การลดอุณหภูมิแม่พิมพ์ให้ต่ำลง<br>ง. การเพิ่มความดันดันกลับ (Back Pressure | | | |
| 85 | การแก้ไขการเกิดชิ้นงานแอ่นโค้ง (Warped) คือ<br>ก. ลดความดัน, ความเร็วในเบ้าแบบ (Cavity)<br>ข. เพิ่มเวลาหล่อเย็น<br>ค. ความเร็วในการดันปลดชิ้นงานต้องช้าลง<br>ง. ถูกทุกข้อ | | | |
| 86 | ข้อใด**ไม่ใช่**การแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดจากชิ้นงาน<br>เป็นรูปสี่เหลี่ยมคล้ายหน้าต่าง<br>ก. เพิ่มอุณหภูมิการหลอมกระบอกฉีด (barrel)<br>ข. เพิ่มความดันดันกลับ (back pressure)<br>ค. ลดกระบวนการหลอมละลาย (Plasticizing)<br>ใช้เครื่องจักรที่มีกระบอกฉีดใหญ่ขึ้น | | | |

**ตารางที่ ข.4** (ต่อ)

| ข้อที่ | รายละเอียดข้อสอบ | การพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | +1 | 0 | -1 |
| **จุดประสงค์ที่14 นักศึกษาสามารถยกตัวอย่างพลาสติกที่เกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานฉีดได้** | | | | |
| 87 | พลาสติกชนิดใดมักจะเกิดรอยบุ๋มหรือการยุบตัว<br>ก. PF<br>ข. UF<br>ค. PE<br>ง. PS | | | |
| 88 | พลาสติกชนิดใดมักจะเกิดโพรงหรือฟองอากาศในชิ้นงานฉีด<br>ก. PE<br>ข. ABS<br>ค. PVC<br>ง. PP | | | |
| 89 | พลาสติกชนิดใดที่ไม่ดูดความชื้น<br>ก. PE<br>ข. Nylon (PA)<br>ค. PC<br>ง. ABS | | | |

**ตารางที่ ข.5** ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ

| ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ | P | ระดับความยากง่าย | D | ระดับค่าอำนาจจำแนก | ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ |
| 1 | 0.53 | ปานกลาง | 0.89 | ไม่มีจำแนก | นำไปใช้ได้ |
| 2 | 0.87 | ง่ายมาก | 0.63 | จำแนกดีมาก | ตัดทิ้ง |
| 3 | 0.53 | ปานกลาง | 0.89 | ไม่มีจำแนก | นำไปใช้ได้ |
| 4 | 0.87 | ง่ายมาก | 0.63 | จำแนกดีมาก | ตัดทิ้ง |
| 5 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 6 | 0.50 | ง่ายมาก | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 7 | 0.13 | ยากมาก | 0.63 | จำแนกดีมาก | ตัดทิ้ง |
| 8 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 9 | 0.26 | ค่อนข้างยาก | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 10 | 0.00 | ยากมาก | 0.00 | จำแนกไม่ดี | ตัดทิ้ง |
| 11 | 0.00 | ยากมาก | 0.00 | จำแนกไม่ดี | ตัดทิ้ง |
| 12 | 0.87 | ง่ายมาก | 0.63 | จำแนกดีมาก | ตัดทิ้ง |
| 13 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 14 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 15 | 0.87 | ง่ายมาก | -0.63 | จำแนกไม่ดี | ตัดทิ้ง |
| 16 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 17 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 18 | 0.87 | ง่ายมาก | 0.63 | จำแนกดีมาก | ตัดทิ้ง |
| 19 | 0.13 | ยากมาก | 0.63 | จำแนกดีมาก | ตัดทิ้ง |
| 20 | 0.67 | ค่อนข้างง่าย | 0.00 | ไม่มีจำแนก | ตัดทิ้ง |
| 21 | 0.87 | ง่ายมาก | -0.63 | จำแนกไม่ดี | ตัดทิ้ง |
| 22 | 0.50 | ปานกลาง | -0.34 | จำแนกไม่ดี | ตัดทิ้ง |
| 23 | 0.74 | ค่อนข้างง่าย | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 24 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 25 | 0.26 | ค่อนข้างยาก | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |

**ตารางที่ ข.5** (ต่อ)

| ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ | P | ระดับความยากง่าย | D | ระดับค่าอำนาจจำแนก | ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ |
| 26 | 0.26 | ค่อนข้างยาก | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 27 | 0.67 | ค่อนข้างง่าย | 0.00 | ไม่มีจำแนก | ตัดทิ้ง |
| 28 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 29 | 0.74 | ค่อนข้างง่าย | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 30 | 0.74 | ค่อนข้างง่าย | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 31 | 0.53 | ปานกลาง | 0.89 | ไม่มีจำแนก | นำไปใช้ได้ |
| 32 | 0.33 | ค่อนข้างยาก | 0.00 | ไม่มีจำแนก | ตัดทิ้ง |
| 33 | 0.67 | ค่อนข้างง่าย | 0.00 | ไม่มีจำแนก | ตัดทิ้ง |
| 34 | 0.67 | ค่อนข้างง่าย | 0.00 | ไม่มีจำแนก | ตัดทิ้ง |
| 35 | 0.67 | ค่อนข้างง่าย | 0.00 | ไม่มีจำแนก | ตัดทิ้ง |
| 36 | 0.87 | ง่ายมาก | 0.63 | จำแนกดีมาก | ตัดทิ้ง |
| 37 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 38 | 0.13 | ยากมาก | 0.63 | จำแนกดีมาก | ตัดทิ้ง |
| 39 | 0.50 | ปานกลาง | 0.93 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 40 | 0.13 | ยากมาก | 0.63 | จำแนกดีมาก | ตัดทิ้ง |
| 41 | 0.00 | ยากมาก | 0.00 | จำแนกไม่ดี | ตัดทิ้ง |
| 42 | 0.00 | ยากมาก | 0.00 | จำแนกไม่ดี | ตัดทิ้ง |
| 43 | 0.26 | ค่อนข้างยาก | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 44 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 45 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 46 | 0.67 | ค่อนข้างง่าย | 0.00 | ไม่มีจำแนก | ตัดทิ้ง |
| 47 | 0.13 | ยากมาก | -0.63 | จำแนกไม่ดี | ตัดทิ้ง |
| 48 | 0.87 | ง่ายมาก | 0.63 | จำแนกดีมาก | ตัดทิ้ง |
| 49 | 0.26 | ค่อนข้างยาก | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 50 | 0.13 | ยากมาก | -0.63 | จำแนกไม่ดี | ตัดทิ้ง |

**ตารางที่ ข.5** (ต่อ)

| ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ | P | ระดับความยากง่าย | D | ระดับค่าอำนาจจำแนก | ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ |
| 51 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 52 | 0.00 | ยากมาก | 0.00 | จำแนกไม่ดี | ตัดทิ้ง |
| 53 | 0.26 | ค่อนข้างยาก | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 54 | 0.26 | ค่อนข้างยาก | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 55 | 0.33 | ค่อนข้างยาก | 0.00 | ไม่มีจำแนก | ตัดทิ้ง |
| 56 | 0.74 | ค่อนข้างง่าย | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 57 | 0.53 | ปานกลาง | 0.89 | ไม่มีจำแนก | นำไปใช้ได้ |
| 58 | 0.13 | ยากมาก | 0.63 | จำแนกดีมาก | ตัดทิ้ง |
| 59 | 0.26 | ค่อนข้างยาก | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 60 | 0.67 | ค่อนข้างง่าย | 0.00 | ไม่มีจำแนก | ตัดทิ้ง |
| 61 | 0.50 | ปานกลาง | -0.34 | จำแนกไม่ดี | ตัดทิ้ง |
| 62 | 0.13 | ยากมาก | 0.63 | จำแนกดีมาก | ตัดทิ้ง |
| 63 | 0.53 | ปานกลาง | 0.89 | ไม่มีจำแนก | นำไปใช้ได้ |
| 64 | 0.87 | ง่ายมาก | 0.63 | จำแนกดีมาก | ตัดทิ้ง |
| 65 | 0.53 | ปานกลาง | 0.89 | ไม่มีจำแนก | นำไปใช้ได้ |
| 66 | 0.53 | ปานกลาง | 0.89 | ไม่มีจำแนก | นำไปใช้ได้ |
| 67 | 0.74 | ค่อนข้างง่าย | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 68 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 69 | 0.53 | ปานกลาง | 0.89 | ไม่มีจำแนก | นำไปใช้ได้ |
| 70 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 71 | 0.26 | ค่อนข้างยาก | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 72 | 0.87 | ง่ายมาก | 0.63 | จำแนกดีมาก | ตัดทิ้ง |
| 73 | 0.53 | ปานกลาง | 0.89 | ไม่มีจำแนก | นำไปใช้ได้ |
| 74 | 0.74 | ค่อนข้างง่าย | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 75 | 0.26 | ค่อนข้างยาก | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |

**ตารางที่ ข.5 (ต่อ)**

| ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ | P | ระดับความยากง่าย | D | ระดับค่าอำนาจจำแนก | ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ |
| 76 | 0.53 | ปานกลาง | 0.89 | ไม่มีจำแนก | นำไปใช้ได้ |
| 77 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 78 | 0.87 | ง่ายมาก | 0.63 | จำแนกดีมาก | ตัดทิ้ง |
| 79 | 0.74 | ค่อนข้างง่าย | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 80 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 81 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 82 | 0.13 | ยากมาก | 0.63 | จำแนกดีมาก | ตัดทิ้ง |
| 83 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 84 | 0.74 | ค่อนข้างง่าย | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 85 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 86 | 0.53 | ปานกลาง | 0.89 | ไม่มีจำแนก | นำไปใช้ได้ |
| 87 | 0.50 | ปานกลาง | 0.34 | จำแนกดี | นำไปใช้ได้ |
| 88 | 0.74 | ค่อนข้างง่าย | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| 89 | 0.26 | ค่อนข้างยาก | 0.79 | จำแนกดีมาก | นำไปใช้ได้ |
| จำนวนข้อสอบที่ใช้ได้ 53 ข้อ | | | | ตัดทิ้ง 36 ข้อ | |

ตารางที่ ข.6 สรุปจำนวนข้อสอบที่ใช้ได้โดยแยกตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง | จำนวนข้อสอบที่ออก | จำนวนข้อสอบที่ใช้ได้ |
|---|---|---|---|
| **หน่วยการเรียนที่ 5 วัฏจักรในการฉีดชิ้นงานต่อ 1รอบ** | **14** | **27** | **14** |
| 1.นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการทำงานของแม่พิมพ์ฉีดได้ | **2** | | |
| 2.นักศึกษาสามารถอธิบายขั้นตอนในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ (Cycle) โดยการทำงานด้วยมือได้ | **7** | | |
| 3.นักศึกษาสามารถอธิบายขั้นตอนในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ (Cycle) โดยการทำงานอัตโนมัติได้ | **1** | | |
| 4.นักศึกษาสามารถ คำนวณหาค่ามุมต่างๆ PIE CHART ของแม่พิมพ์ฉีดได้ | **2** | | |
| 5.นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวาล์วกันไหลกลับ (The Back Flow Valve)ได้ | **2** | | |
| **หน่วยการเรียนที่ 6 การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุดต่อ 1รอบ** | **16** | **35** | **16** |
| 6.นักศึกษาสามารถจำแนกการปรับตัวควบคุมบนเครื่องฉีดพลาสติก | **3** | | |
| 7.นักศึกษาสามารถอธิบายการปรับเวลาที่ดีที่สุด (Optimization Of Time)ได้ | **1** | | |
| 8.นักศึกษาสามารถอธิบายการปรับอุณหภูมิที่ดีที่สุด (Optimization Of Temperature)ได้ | **2** | | |
| 9.นักศึกษาสามารถอธิบายการปรับความเร็วที่ดีที่สุด (Optimization Of Speed)ได้ | **5** | | |
| 10.นักศึกษาสามารถอธิบายการปรับความดันที่ดีที่สุด (Optimization Of Pressure)ได้ | **4** | | |
| 11.นักศึกษาสามารถอธิบายการปรับสวิทซ์ปรับระยะ ที่ดีที่สุด( Limit Switch)ได้ | **1** | | |

**ตารางที่ ข.6 (ต่อ)**

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง | จำนวนข้อสอบที่ออก | จำนวนข้อสอบที่ใช่ได้ |
|---|---|---|---|
| **หน่วยการเรียนที่ 7 ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก** | **23** | **27** | **23** |
| 12.นักศึกษาสามารถอธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานฉีดมาจาก 4 M ได้ | **1** | | |
| 13.นักศึกษาสามารถจำแนกสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานฉีดมา จาก 4 Mได้ | **3** | | |
| 14. อธิบายสาเหตุการเกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานฉีดพลาสติกได้ | **7** | | |
| 15.บอกวิธีการแก้ไขการเกิดข้อบกพร่องที่เกิดบนชิ้นงานฉีดพลาสติกได้ | **9** | | |
| 16. ยกตัวอย่างพลาสติกที่เกิดบนชิ้นงานฉีดพลาสติกได้ | **3** | | |
| รวม | **53** | **89** | **53** |

ตารางที่ ข.7 แสดงกลุ่มอ่อน

| ตารางแสดงกลุ่มอ่อน | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ | รวม |
| | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 2 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 4 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 5 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 6 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 13 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 14 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 16 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 17 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 18 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 21 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 22 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 23 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 24 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ตารางที่ ข.7 (ต่อ)

| ตารางแสดงกลุ่มอ่อน | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ | รวม |
| | 1 | 2 | 3 | |
| 26 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 28 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 29 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 30 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 31 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 32 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 33 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 34 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 35 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 36 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 37 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 38 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 39 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 41 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 42 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 43 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 45 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 46 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 47 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 48 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 49 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 50 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 51 | 1 | 0 | 0 | 1 |

**ตารางที่ ข.7 (ต่อ)**

| ตารางแสดงกลุ่มอ่อน | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ | รวม |
| | 1 | 2 | 3 | |
| 52 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 53 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 54 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 55 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 56 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 57 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 58 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 59 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 60 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 61 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 62 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 63 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 64 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 65 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 66 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 67 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 68 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 69 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 70 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 71 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 72 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 73 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 74 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 75 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 76 | 1 | 1 | 1 | 3 |

**ตารางที่ ข.7 (ต่อ)**

| ตารางแสดงกลุ่มอ่อน | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | รวม |
| 77 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 78 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 79 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 80 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 81 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 82 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 83 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 84 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 85 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 86 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 87 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 88 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 89 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| X | 35 | 37 | 36 | 109 |
| $X^2$ | 1,225 | 1,369 | 1,269 | 11,881 |

**ตารางที่ ข.8** แสดงกลุ่มปานกลาง

| ตารางแสดงกลุ่มปานกลาง | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ | รวม |
| | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 9 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 12 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 13 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 15 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 17 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 18 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 20 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 21 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 22 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 23 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 24 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

**ตารางที่ ข.8 (ต่อ)**

| ตารางแสดงกลุ่มปานกลาง | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ | รวม |
| | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 26 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 27 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 28 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| 30 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 31 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 32 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 33 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 34 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 35 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 36 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 37 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 38 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 39 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 40 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 41 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 44 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 46 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 47 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| 48 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 49 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 51 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |

**ตารางที่ ข.8 (ต่อ)**

| ตารางแสดงกลุ่มปานกลาง | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ | รวม |
| | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 52 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 53 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 54 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 55 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| 56 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 57 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 59 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 60 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 61 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 63 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 64 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 65 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 66 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 67 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 68 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 69 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 70 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 71 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 72 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 73 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 74 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 75 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 76 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |

**ตารางที่ ข.8** (ต่อ)

| ตารางแสดงกลุ่มปานกลาง | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ | รวม |
| | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 77 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 78 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 79 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 80 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 81 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 82 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 83 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 84 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 85 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 86 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 87 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 88 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| 89 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| X | 45 | 50 | 51 | 56 | 202 |
| $X^2$ | 2025 | 2500 | 2601 | 3136 | 10262 |

**ตารางที่ ข.9** แสดงกลุ่มเก่ง

| ตารางแสดงกลุ่มเก่ง | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ | รวม |
| | 8 | 9 | 10 | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 5 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 7 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 8 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 9 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 11 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 13 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 14 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 15 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 16 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 17 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 19 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 20 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 21 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 22 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 23 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 24 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 25 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 26 | 1 | 0 | 1 | 2 |

**ตารางที่ ข.9 (ต่อ)**

| ตารางแสดงกลุ่มเก่ง | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ | รวม |
| | 8 | 9 | 10 | |
| 27 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 28 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 30 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 31 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 32 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 33 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 34 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 35 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 36 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 37 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 38 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 39 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 40 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 41 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 42 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 43 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 44 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 45 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 46 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 47 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 48 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 49 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 51 | 0 | 1 | 1 | 2 |

**ตารางที่ ข.9 (ต่อ)**

| ตารางแสดงกลุ่มเก่ง | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ | รวม |
| | 8 | 9 | 10 | |
| 52 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 53 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 54 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 55 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 56 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 57 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 58 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 59 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 60 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 61 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 62 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 63 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 64 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 65 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 66 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 67 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 68 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 69 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 70 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 71 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 72 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 73 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 74 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 75 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 76 | 1 | 1 | 1 | 3 |

**ตารางที่ ข.9 (ต่อ)**

| ตารางแสดงกลุ่มเก่ง | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ | คนที่ | คนที่ | คนที่ | รวม |
| | 8 | 9 | 10 | |
| 77 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 78 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 79 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 80 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 81 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 82 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 83 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 84 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 85 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 86 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 87 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 88 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 89 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| X | 59 | 62 | 68 | 183 |
| $X^2$ | 3,481 | 3,844 | 4,624 | 33,489 |

**ตารางที่ ข.10** แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ

| ข้อที่ | รวม H | รวม L | P | D | Q | PQ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 3 | 0.53 | 0.89 | 0 | 0 |
| 2 | 2 | 1 | 0.63 | 0.63 | 0.2 | 0.126 |
| 3 | 3 | 2 | 0.53 | 0.89 | 0.2 | 0.106 |
| 4 | 2 | 1 | 0.87 | 0.63 | 0.4 | 0.348 |
| 5 | 3 | 1 | 0.50 | 0.34 | 0.3 | 0.15 |
| 6 | 3 | 2 | 0.50 | 0.34 | 0.3 | 0.15 |
| 7 | 3 | 1 | 0.13 | 0.63 | 0.9 | 0.117 |
| 8 | 3 | 1 | 0.50 | 0.34 | 0.5 | 0.25 |
| 9 | 3 | 1 | 0.26 | 0.79 | 0.6 | 0.156 |
| 10 | 3 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.9 | 0 |
| 11 | 2 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.9 | 0 |
| 12 | 2 | 1 | 0.87 | 0.63 | 0.3 | 0.261 |
| 13 | 2 | 1 | 0.50 | 0.34 | 0.5 | 0.25 |
| 14 | 2 | 1 | 0.50 | 0.34 | 0.6 | 0.3 |
| 15 | 2 | 1 | 0.87 | -0.63 | 0.3 | 0.261 |
| 16 | 2 | 1 | 0.50 | 0.34 | 0.3 | 0.15 |
| 17 | 3 | 1 | 0.50 | 0.34 | 0.5 | 0.25 |
| 18 | 3 | 3 | 0.87 | 0.63 | 0.3 | 0.261 |
| 19 | 3 | 1 | 0.13 | 0.63 | 0.5 | 0.065 |
| 20 | 3 | 2 | 0.67 | 0.00 | 0.5 | 0.335 |
| 21 | 2 | 1 | 0.87 | -0.63 | 0.3 | 0.261 |
| 22 | 3 | 1 | 0.50 | -0.34 | 0.5 | 0.25 |
| 23 | 3 | 1 | 0.74 | 0.79 | 0.5 | 0.37 |
| 24 | 3 | 1 | 0.50 | 0.34 | 0.5 | 0.25 |
| 25 | 3 | 1 | 0.26 | 0.79 | 0.7 | 0.182 |
| 26 | 2 | 1 | 0.26 | 0.79 | 0.5 | 0.13 |
| 27 | 3 | 1 | 0.67 | 0.00 | 0.5 | 0.335 |
| 28 | 3 | 1 | 0.50 | 0.34 | 0.4 | 0.2 |

**ตารางที่ ข.10 (ต่อ)**

| ข้อที่ | รวม H | รวม L | P | D | Q | PQ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 29 | 3 | 2 | 0.74 | 0.79 | 0.3 | 0.222 |
| 30 | 2 | 1 | 0.74 | 0.79 | 0.5 | 0.37 |
| 31 | 3 | 1 | 0.53 | 0.89 | 0 | 0 |
| 32 | 2 | 2 | 0.33 | 0.00 | 0.7 | 0.231 |
| 33 | 3 | 2 | 0.67 | 0.00 | 0.3 | 0.201 |
| 34 | 3 | 1 | 0.67 | 0.00 | 0.5 | 0.335 |
| 35 | 3 | 2 | 0.67 | 0.00 | 0.4 | 0.268 |
| 36 | 2 | 1 | 0.87 | 0.63 | 0.3 | 0.261 |
| 37 | 3 | 1 | 0.50 | 0.34 | 0.6 | 0.3 |
| 38 | 2 | 1 | 0.13 | 0.63 | 0.8 | 0.104 |
| 39 | 3 | 0 | 0.50 | 0.93 | 0.6 | 0.3 |
| 40 | 2 | 1 | 0.13 | 0.63 | 0.8 | 0.104 |
| 41 | 3 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.7 | 0 |
| 42 | 3 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 0 |
| 43 | 2 | 1 | 0.26 | 0.79 | 0.8 | 0.208 |
| 44 | 3 | 2 | 0.50 | 0.34 | 0.5 | 0.25 |
| 45 | 3 | 1 | 0.50 | 0.34 | 0.7 | 0.35 |
| 46 | 3 | 1 | 0.67 | 0.00 | 0.4 | 0.268 |
| 47 | 3 | 2 | 0.13 | -0.63 | 0.6 | 0.078 |
| 48 | 1 | 2 | 0.87 | 0.63 | 0.1 | 0.087 |
| 49 | 3 | 3 | 0.26 | 0.79 | 0.6 | 0.156 |
| 50 | 3 | 1 | 0.13 | -0.63 | 0.9 | 0.117 |
| 51 | 2 | 2 | 0.50 | 0.34 | 0.5 | 0.25 |
| 52 | 3 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.9 | 0 |
| 53 | 3 | 1 | 0.26 | 0.79 | 0.7 | 0.182 |
| 54 | 3 | 1 | 0.26 | 0.79 | 0.7 | 0.182 |
| 55 | 3 | 1 | 0.33 | 0.00 | 0.4 | 0.132 |
| 56 | 3 | 1 | 0.74 | 0.79 | 0.7 | 0.518 |

**ตารางที่ ข.10** (ต่อ)

| ข้อที่ | รวม H | รวม L | P | D | Q | PQ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 57 | 3 | 3 | 0.53 | 0.89 | 0 | 0 |
| 58 | 3 | 1 | 0.53 | 0.63 | 0.9 | 0.477 |
| 59 | 3 | 2 | 0.13 | 0.79 | 0.5 | 0.065 |
| 60 | 3 | 2 | 0.26 | 0.00 | 0.5 | 0.13 |
| 61 | 3 | 2 | 0.67 | -0.34 | 0.5 | 0.335 |
| 62 | 3 | 2 | 0.50 | 0.63 | 0.9 | 0.45 |
| 63 | 3 | 1 | 0.13 | 0.89 | 0.1 | 0.013 |
| 64 | 2 | 1 | 0.53 | 0.63 | 0.3 | 0.159 |
| 65 | 3 | 1 | 0.87 | 0.89 | 0.1 | 0.087 |
| 66 | 3 | 1 | 0.53 | 0.89 | 0 | 0 |
| 67 | 3 | 1 | 0.53 | 0.79 | 0.2 | 0.106 |
| 68 | 3 | 1 | 0.74 | 0.34 | 0.6 | 0.444 |
| 69 | 3 | 1 | 0.50 | 0.89 | 0 | 0 |
| 70 | 3 | 3 | 0.53 | 0.34 | 0.6 | 0.318 |
| 71 | 3 | 1 | 0.50 | 0.79 | 0.7 | 0.35 |
| 72 | 3 | 1 | 0.26 | 0.63 | 0.1 | 0.026 |
| 73 | 3 | 1 | 0.87 | 0.89 | 0 | 0 |
| 74 | 3 | 1 | 0.53 | 0.79 | 0.2 | 0.106 |
| 75 | 2 | 2 | 0.74 | 0.79 | 0.6 | 0.444 |
| 76 | 3 | 1 | 0.53 | 0.89 | 0 | 0 |
| 77 | 3 | 1 | 0.50 | 0.34 | 0.5 | 0.25 |
| 78 | 3 | 1 | 0.87 | 0.63 | 0.3 | 0.261 |
| 79 | 2 | 1 | 0.74 | 0.79 | 0.4 | 0.296 |
| 80 | 3 | 1 | 0.50 | 0.34 | 0.4 | 0.2 |
| 81 | 3 | 3 | 0.50 | 0.34 | 0.6 | 0.3 |
| 82 | 2 | 1 | 0.13 | 0.63 | 0.7 | 0.091 |
| 83 | 2 | 2 | 0.50 | 0.34 | 0.6 | 0.3 |

**ตารางที่ ข.10** (ต่อ)

| ข้อที่ | รวม H | รวม L | P | D | Q | PQ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 84 | 3 | 1 | 0.74 | 0.79 | 0.4 | 0.296 |
| 85 | 3 | 1 | 0.50 | 0.34 | 0.5 | 0.25 |
| 86 | 3 | 1 | 0.53 | 0.89 | 0 | 0 |
| 87 | 2 | 1 | 0.50 | 0.34 | 0.6 | 0.3 |
| 88 | 2 | 1 | 0.74 | 0.79 | 0.3 | 0.222 |
| 89 | 3 | 1 | 0.26 | 0.79 | 0.7 | 0.182 |
| **X** | **242** | **119** | **43.47** | **40.54** | **41.7** | **17.44** |

**ตารางที่ ข.11** แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์

| ข้อสอบข้อที่ | บทเรียนหน่วยที่ | ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | IOC | วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 1 |
| 2 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 1 |
| 3 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 1 |
| 4 | 5 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | 2 |
| 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 2 |
| 6 | 5 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | 2 |
| 7 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 2 |
| 8 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 2 |
| 9 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 2 |
| 10 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 2 |
| 11 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 2 |
| 12 | 5 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | 2 |
| 13 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 2 |
| 14 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 2 |
| 15 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 2 |
| 16 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 2 |
| 17 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 2 |
| 18 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 3 |
| 19 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 3 |
| 20 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 3 |
| 21 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 3 |
| 22 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 4 |
| 23 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 4 |
| 24 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 4 |
| 25 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 5 |
| 26 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 5 |

**ตารางที่ ข.11 (ต่อ)**

| ข้อสอบข้อที่ | บทเรียนหน่วยที่ | ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | IOC | วัดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 27 | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 5 |
| 28 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 6 |
| 29 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 6 |
| 30 | 6 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | 7 |
| 31 | 6 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | 7 |
| 32 | 6 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | 7 |
| 33 | 6 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | 7 |
| 34 | 6 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | 7 |
| 35 | 6 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | 7 |
| 36 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 8 |
| 37 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 8 |
| 38 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 8 |
| 39 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 8 |
| 40 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 8 |
| 41 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 9 |
| 42 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 9 |
| 43 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 9 |
| 44 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 9 |
| 45 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 9 |
| 46 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 9 |
| 47 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 9 |
| 48 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 9 |
| 49 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 9 |
| 50 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 9 |
| 51 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 9 |

ตารางที่ ข.11 (ต่อ)

| ข้อสอบข้อที่ | บทเรียนหน่วยที่ | ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | IOC | วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 52 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 10 |
| 53 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 10 |
| 54 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 10 |
| 55 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 10 |
| 56 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 10 |
| 57 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 10 |
| 58 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 11 |
| 59 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 11 |
| 60 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 11 |
| 61 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 11 |
| 62 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 11 |
| 63 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 12 |
| 64 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 13 |
| 65 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 13 |
| 66 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 13 |
| 67 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 13 |
| 68 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 14 |
| 69 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 15 |
| 70 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 16 |
| 71 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 16 |
| 72 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 14 |
| 73 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 15 |
| 74 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 14 |
| 75 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 15 |
| 76 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 15 |

**ตารางที่ ข.11 (ต่อ)**

| ข้อสอบข้อที่ | บทเรียนหน่วยที่ | ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | IOC | วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 77 | 7 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.67 | 15 |
| 78 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 14 |
| 79 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 15 |
| 80 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 14 |
| 81 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 16 |
| 82 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 14 |
| 83 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 15 |
| 84 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 14 |
| 85 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 15 |
| 86 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 14 |
| 87 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 14 |
| 88 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 14 |
| 89 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.00 | 15 |

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ(Index of Item – Objective Congruence:IOC)ระหว่างแบบทดสอบหลังเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

สูตร $IOC = \sum R/N$

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาและระดับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ

ก. การหาค่าดัชนีความสอดคล้องข้อสอบข้อที่ 1 ดังนี้

$IOC = \sum R/N$

$= (1+1+1)/3$

$= 3/3$

$= 1$

ดังนั้นค่าดัชนีความสอดคล้องข้อสอบข้อที่ 1(IOC) = 1

ข. การหาค่าดัชนีความสอดคล้องข้อสอบข้อที่ 2-89 จะได้ค่าดังแสดงการวิเคราะห์ข้อสอบ(ข9)

ค. เลือกข้อทดสอบที่คำนวณได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไปแสดงว่าข้อสอบนั้นมีความตรงกับวัตถุประสงค์ แต่ถ้า IOC ต่ำกว่า 0.5 จะต้องปรับปรุงข้อสอบใหม่ และจากการตรวจสอบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระหว่าง 0.67 – 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญข้อทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้

# ภาคผนวก ค.

รายละเอียดแบบสอบถามเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่อง งานฉีดพลาสติก

**ตารางที่ ค.1** รายละเอียดข้อมูลแบบสอบถามเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนวิชางาน กระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่อง งานฉีดพลาสติก

## แบบสอบถามวัดเจตคติ

### แบบสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนกับชุดการสอน วิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่อง งานฉีดพลาสติก

ชื่อผู้เชี่ยวชาญ .....

ขอให้ท่านแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบสอบถามวัดเจตคติแบบสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนกับชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่อง งานฉีดพลาสติก แต่ละข้อมีความเหมาะสมเพียงใด

**คำชี้แจง** ให้ท่านทำเครื่องหมาย(✓) ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นและความรู้สึกอันแท้จริงของท่านที่ มีต่อการเรียนกับชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกเรื่อง งานฉีดพลาสติก

5 หมายถึง ผู้เรียนเห็นด้วยอย่างยิ่ง
4 หมายถึง ผู้เรียนเห็นด้วย
3 หมายถึง ผู้เรียนไม่แน่ใจ
2 หมายถึง ผู้เรียนไม่เห็นด้วย
1 หมายถึง ผู้เรียนไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

| ข้อที่ | ข้อความ | เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5) | เห็นด้วย (4) | ไม่แน่ใจ (3) | ไม่เห็นด้วย (2) | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **ด้านเนื้อหา** | | | | | |
| 1 | ท่านคิดว่าเนื้อหาการเรียนในชุดการสอนนี้เข้าใจง่าย | | | | | |
| 2 | ท่านคิดว่าเนื้อหาการเรียนในชุดการสอนนี้มีความเหมาะสมกับการเรียนการสอน | | | | | |
| 3 | ท่านคิดว่าเนื้อหาการเรียนกับชุดการสอนนี้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ | | | | | |

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

| ข้อที่ | ข้อความ | เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5) | เห็นด้วย (4) | ไม่แน่ใจ (3) | ไม่เห็นด้วย (2) | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | ท่านคิดว่าปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน่วยในชุดการสอนนี้มีความเหมาะสมกับการเรียนสอน | | | | | |
| 5 | ท่านคิดว่าเนื้อหาการเรียนในชุดการสอนนี้สัมพันธ์กับเวลาการเรียนการสอน | | | | | |
| | **ด้านผู้สอน** | | | | | |
| 6 | ผู้สอนมีความรู้ในเนื้อหาของชุดการสอนนี้ | | | | | |
| 7 | ผู้สอนลำดับความยาก ง่ายของเนื้อหาในชุดการสอนนี้ | | | | | |
| 8 | ผู้สอนใช้น้ำเสียงได้ชัดเจนในการอธิบายเนื้อหาการเรียนในชุดการสอนนี้ | | | | | |
| 9 | ผู้สอนสนใจต่อผู้เรียนที่เรียนในชุดการสอน | | | | | |
| 10 | ผู้สอนได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามเกี่ยวกับการเรียนกับชุดการสอนตลอดเวลาสอน | | | | | |
| | **ด้านเวลา** | | | | | |
| 11 | เวลาที่ใช้เรียนกับชุดการสอนนี้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา | | | | | |
| 12 | เวลาที่ใช้เรียนกับชุดการสอนนี้ท่านสามารถเข้าใจเป็นอย่างดี | | | | | |
| 13 | เวลาที่เรียนกับชุดการสอนนี้ตรงตามความต้องการของท่าน | | | | | |
| 14 | เวลาที่ให้ผู้เรียนซักถามเกี่ยวกับชุดการสอนเหมาะสม | | | | | |
| 15 | เวลาที่ใช้ทำแบบทดสอบมีความเหมาะสม | | | | | |
| | **ด้านสื่อการสอน** | | | | | |
| 16 | สื่อการสอนตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ | | | | | |

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

| ข้อที่ | ข้อความ | เห็นด้วยอย่างยิ่ง (5) | เห็นด้วย (4) | ไม่แน่ใจ (3) | ไม่เห็นด้วย (2) | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 17 | สื่อการสอนที่เรียนกับชุดการสอนมีความพอเพียงกับผู้เรียน | | | | | |
| 18 | สื่อการสอนมีรูปภาพที่ชัดเจนเข้าใจง่าย | | | | | |
| 19 | สื่อมีความเหมาะสมกับเนื้อหาความรู้ | | | | | |
| 20 | สื่อมีความทันสมัยและน่าสนใจ | | | | | |
| | **ด้านบรรยากาศทางการเรียน** | | | | | |
| 21 | บรรยากาศทางการเรียนและสภาวะแวดล้อมที่ท่านได้เรียนกับชุดการสอนมีความเหมาะสม | | | | | |
| 22 | ขนาดของห้องเรียนที่ท่านใช้เรียนกับชุดการสอนมีความเหมาะสม | | | | | |
| 23 | จำนวนผู้เรียนในห้องที่ท่านใช้เรียนกับชุดการสอนมีความเหมาะสม | | | | | |
| 24 | ห้องเรียนมีเครื่องปรับอากาศขนาดเหมาะสม | | | | | |
| 25 | ห้องเรียนมีอุปกรณ์ช่วยสอนเหมาะสม | | | | | |

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ตารางที่ ค.2** รายละเอียดการประเมินผลวัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่อง งานฉีดพลาสติก ของผู้เชี่ยวชาญ

| ข้อที่ | ข้อความ | ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | รวม | ค่าเฉลี่ย |
| | **ด้านเนื้อหา** | | | | | |
| 1 | ท่านคิดว่าเนื้อหาการเรียนในชุดการสอนนี้เข้าใจง่าย | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 |
| 2 | ท่านคิดว่าเนื้อหาการเรียนในชุดการสอนนี้มีความเหมาะสมกับการเรียนการสอน | 4 | 5 | 4 | 13 | 4.33 |
| 3 | ท่านคิดว่าเนื้อหาการเรียนกับชุดการสอนนี้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.66 |
| 4 | ท่านคิดว่าปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน่วยในชุดการสอนนี้มีความเหมาะสมกับการเรียนสอน | 5 | 4 | 4 | 13 | 4.33 |
| 5 | ท่านคิดว่าเนื้อหาการเรียนในชุดการสอนนี้สัมพันธ์กับเวลาการเรียนการสอน | 3 | 4 | 4 | 11 | 3.66 |
| | รวมเฉลี่ย | 4.20 | 4.40 | 4.20 | 12.8 | 4.26 |
| | **ด้านผู้สอน** | | | | | |
| 6 | ผู้สอนมีความรู้ในเนื้อหาของชุดการสอนนี้ | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.66 |
| 7 | ผู้สอนลำดับความยาก ง่ายของเนื้อหาในชุดการสอนนี้ | 4 | 5 | 5 | 14 | 4.66 |
| 8 | ผู้สอนใช้น้ำเสียงได้ชัดเจนในการอธิบายเนื้อหาการเรียนในชุดการสอนนี้ | 4 | 3 | 4 | 11 | 3.66 |
| 9 | ผู้สอนสนใจต่อผู้เรียนที่เรียนในชุดการสอน | 4 | 3 | 5 | 12 | 4.00 |

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

| ข้อที่ | ข้อความ | ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | รวม | ค่าเฉลี่ย |
| 10 | ผู้สอนได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามเกี่ยวกับการเรียนกับชุดการสอนตลอดเวลาสอน | 4 | 3 | 5 | 12 | 4.00 |
| | รวมเฉลี่ย | 4.20 | 3.80 | 4.60 | 12.60 | 4.20 |
| | **ด้านเวลา** | | | | | |
| 11 | เวลาที่ใช้เรียนกับชุดการสอนนี้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา | 4 | 4 | 4 | 12 | 4.00 |
| 12 | เวลาที่ใช้เรียนกับชุดการสอนนี้ท่านสามารถเข้าใจเป็นอย่างดี | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 |
| 13 | เวลาที่เรียนกับชุดการสอนนี้ตรงตามความต้องการของท่าน | 4 | 3 | 4 | 11 | 3.66 |
| 14 | เวลาที่ให้ผู้เรียนซักถามเกี่ยวกับชุดการสอนเหมาะสม | 4 | 3 | 5 | 12 | 4.00 |
| 15 | เวลาที่ใช้ทำแบบทดสอบมีความเหมาะสม | 5 | 4 | 5 | 14 | 4.66 |
| | รวมเฉลี่ย | 4.20 | 3.20 | 4.60 | 12.4 | 4.13 |
| | **ด้านสื่อการสอน** | | | | | |
| 16 | สื่อการสอนตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 |
| 17 | สื่อการสอนที่เรียนกับชุดการสอนมีความพอเพียงกับผู้เรียน | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.66 |
| 18 | สื่อการสอนมีรูปภาพที่ชัดเจนเข้าใจง่าย | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.66 |
| 19 | สื่อมีความเหมาะสมกับเนื้อหาความรู้ | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.66 |
| 20 | สื่อมีความทันสมัยและน่าสนใจ | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 |
| | รวมเฉลี่ย | 5 | 5 | 4.40 | 14.40 | 4.80 |

**ตารางที่ ค.2 (ต่อ)**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **ด้านบรรยากาศทางการเรียน** | | | | | |
| 21 | บรรยากาศทางการเรียนและสภาวะแวดล้อมที่ท่านได้เรียนกับชุดการสอนมีความเหมาะสม | 4 | 3 | 5 | 12 | 4.00 |
| 22 | ขนาดของห้องเรียนที่ท่านใช้เรียนกับชุดการสอนมีความเหมาะสม | 4 | 3 | 5 | 12 | 4.00 |
| 23 | จำนวนผู้เรียนในห้องที่ท่านใช้เรียนกับชุดการสอนมีความเหมาะสม | 5 | 3 | 4 | 12 | 4.00 |
| 24 | ห้องเรียนมีเครื่องปรับอากาศขนาดเหมาะสม | 5 | 3 | 4 | 12 | 4.00 |
| 25 | ห้องเรียนมีอุปกรณ์ช่วยสอนเหมาะสม | 5 | 3 | 5 | 13 | 4.33 |
| | รวมเฉลี่ย | 4.60 | 3.00 | 4.60 | 12.20 | 4.06 |

**ข้อเสนอแนะ**.....

.....

.....

**ตารางที่ ค.3** แบบสรุปการประเมินผลวัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่อง งานฉีดพลาสติก โดยผู้เชี่ยวชาญ

| ข้อที่ | ข้อความ | ระดับคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | เฉลี่ย | ผลการประเมิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| | **ด้านเนื้อหา** | | | | | | |
| 1 | | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 | มาก |
| 2 | | 4 | 5 | 4 | 13 | 4.33 | มาก |
| 3 | | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.66 | มากที่สุด |
| 4 | | 5 | 4 | 4 | 13 | 4.33 | มาก |
| 5 | | 3 | 4 | 4 | 11 | 3.66 | มาก |
| | **ด้านผู้สอน** | | | | | | |
| 6 | | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.66 | มากที่สุด |
| 7 | | 4 | 5 | 5 | 14 | 4.66 | มากที่สุด |
| 8 | | 4 | 3 | 4 | 11 | 3.66 | มาก |
| 9 | | 4 | 3 | 5 | 12 | 4.00 | มาก |
| 10 | | 4 | 3 | 5 | 12 | 4.00 | มาก |
| | **ด้านเวลา** | | | | | | |
| 11 | | 4 | 4 | 4 | 12 | 4.00 | มาก |
| 12 | | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 | มาก |
| 13 | | 4 | 3 | 4 | 11 | 3.66 | มาก |
| 14 | | 4 | 3 | 5 | 12 | 4.00 | มาก |
| 15 | | 5 | 4 | 5 | 14 | 4.66 | มากที่สุด |
| | **ด้านสื่อการสอน** | | | | | | |
| 16 | | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | มากที่สุด |
| 17 | | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.66 | มากที่สุด |
| 18 | | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.66 | มากที่สุด |
| 19 | | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.66 | มากที่สุด |
| 20 | | 5 | 5 | 5 | 15 | 5.00 | มากที่สุด |

**ตารางที่ ค.3 (ต่อ)**

| ข้อที่ | ข้อความ | ระดับคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | เฉลี่ย | ผลการประเมิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| | **ด้านบรรยากาศการเรียนการสอน** | | | | | | |
| 21 | | 4 | 3 | 5 | 12 | 4.00 | มาก |
| 22 | | 4 | 3 | 5 | 12 | 4.00 | มาก |
| 23 | | 5 | 3 | 4 | 12 | 4.00 | มาก |
| 24 | | 5 | 3 | 4 | 12 | 4.00 | มาก |
| 25 | | 5 | 3 | 5 | 13 | 4.33 | มาก |
| | **รวม** | **111** | **99** | **112** | **322** | **107.25** | |
| | **เฉลี่ย** | **4.44** | **3.96** | **4.48** | **12.88** | **4.29** | มาก |

4.50 – 5.00 หมายความว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายความว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนมาก

2.50 – 3.49 หมายความว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายความว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนน้อย

1.00 – 1.49 หมายความว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนน้อยที่สุด

# ภาคผนวก ง.

## รายละเอียดเกี่ยวกับชุดการสอนวิชางาน กระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่องงานฉีดพลาสติก

**ง.1** การสอนวิชางาน กระบวนการขึ้นรูปพลาสติก

**ชุดการสอนวิชางาน กระบวนการขึ้นรูปพลาสติก**
**เรื่องงานฉีดพลาสติก**
**โครงสร้างการจัดหน่วยการสอน**
**กลุ่มการเรียนรู้ทางวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่อง งานฉีดพลาสติก**
**ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา**

| การจัดหน่วยการสอน | เวลาเรียน(คาบ) |
|---|---|
| แบบทดสอบก่อนเรียน | 0.5 |
| หน่วยการสอนที่5 วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | 1.0 |
| แบบทดสอบระหว่างเรียน | 0.5 |
| หน่วยการสอนที่6 การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | 1.0 |
| แบบทดสอบระหว่างเรียน | 0.5 |
| หน่วยการสอนที่ 7 ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | 1.0 |
| แบบทดสอบระหว่างเรียน | 1.0 |
| แบบทดสอบหลังเรียน | 0.5 |
| **รวม** | **6** |

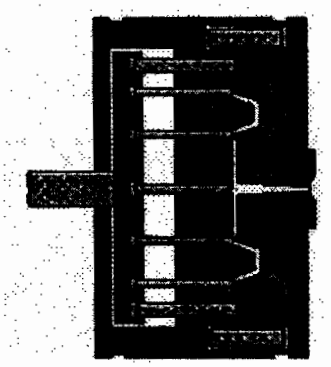
ง.2 กรอบการสอนรายละเอียดใบเนื้อหา

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 5 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | **ชื่อเรื่อง** งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | **ชื่อหน่วย** วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 1 |

## วัฏจักรในการฉีดชิ้นงาน (An Injection Mould "Cycle"

**หลักการทำงานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก**

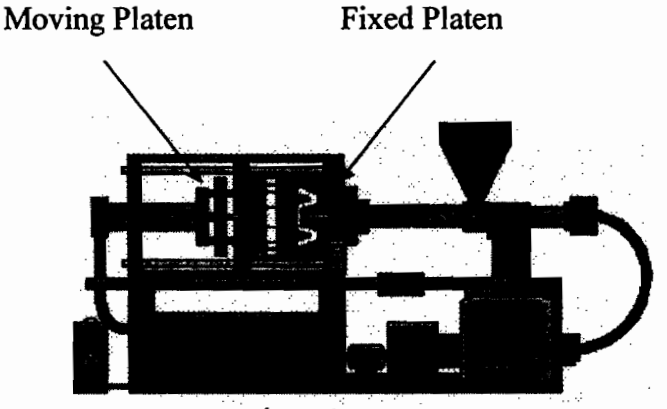
การขึ้นรูปพลาสติกโดย การใช้แม่พิมพ์(Mould)ทำเกิดเป็นชิ้นงาน(Mould)เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้กันมาก โดยเฉพาะการขึ้นรูปโดยการฉีด (Injection) ผ่านแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก(Injection Moulding) ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ แต่แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกทั้งหลายจะไม่สามารถทำงานได้ถ้าไม่มีเครื่องฉีดพลาสติกเข้าร่วมในการทำงานเพราะแม่พิมพ์ฉีด(Mould) เป็นเพียงเครื่องมือ(Tool) ในการทำพลาสติกเกิดเป็นรูปร่างของชิ้นงานตามที่ต้องการเท่านั้นแต่ไม่สามารถสร้างชิ้นงานด้วยตัวแม่พิมพ์เองได้**รูปที่ 1** ดังนั้นจึงต้องมีเครื่องฉีดพลาสติกเข้ามาประกอบการทำงานร่วมกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก เพื่อให้สามารถสร้างชิ้นงานออกมาได้ตามต้องการ



**รูปที่ 1** แม่พิมพ์ฉีด 2 แผ่น

การทำงานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกจะเริ่มการนำแม่พิมพ์ฉีด(Mould) ที่จะใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานมาติดตั้งเข้ากับส่วนประกอบของเครื่องฉีดพลาสติกส่วนที่ใช้ในการยึดแม่พิมพ์คือส่วนที่เป็นแผ่นยึดแม่พิมพ์อยู่กับที่(Fixed Platen)และส่วนที่เป็นแผ่นยึดแม่พิมพ์ส่วนที่เคลื่อนที่(Moving Platen)**รูปที่ 2**

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 5 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 2 |



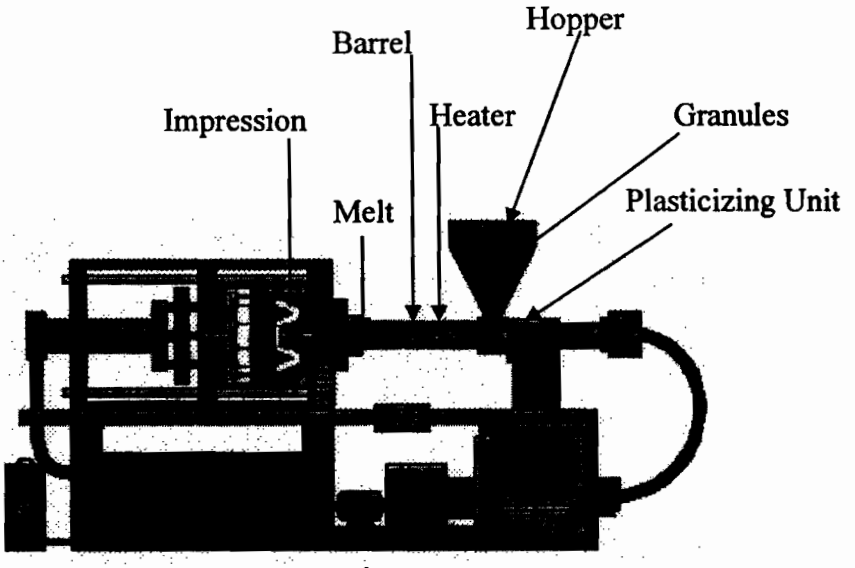

**รูปที่ 2 เครื่องฉีดพลาสติก**

จากนั้นจึงทำการปรับตั้งค่าการทำงานของชุดปิด-เปิดแม่พิมพ์(Mould Clamping Unit)ของเครื่องฉีดพลาสติกให้สอดคล้องกับแม่พิมพ์ฉีด(Injection Moulding)ซึ่งได้แก่

1. ตั้งระยะการเปิด – ปิด แม่พิมพ์( Limit Switches)
2. ตั้งค่าความเร็วในการเปิด – ปิดแม่พิมพ์( Speed)
3. ตั้งระยะการทำงานของระบบกระทุ้ง( Hydraulic Ejector Stoke L.S)
4. ตั้งค่าความเร็วในการกระทุ้งชิ้นงาน(Hydraulic Ejector Speed)
5. ตั้งค่าความดันที่ใช้ในการปิดแบบ (Clamping Ejector Pressure)

เมื่อติดตั้งแม่พิมพ์และปรับตั้งค่าการทำงานของเครื่องชุดปิด-เปิดแม่พิมพ์(Mould –Clamping Unit) ของเครื่องฉีดพลาสติกเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปจะเป็นการเตรียมวัสดุพลาสติกที่จะฉีดเข้าสู่แม่พิมพ์ฉีดที่เตรียมไว้แล้ว โดยส่วนที่เป็นชุดหลอมพลาสติก (Plasticizing Unit) ของเครื่องฉีดพลาสติกเริ่มจากเม็ดพลาสติกที่บรรจุอยู่ในถังบรรจุ (Hopper) ของเครื่องฉีดพลาสติก จะไหลลงสู่กระบอกหลอม (Barrel) เพื่อที่จะเข้าสู่กระบวนการหลอม โดยภายในกระบอกหลอมจะมีสกรูเกลียวหนอน เพื่อลำเอียงเม็ดพลาสติกให้เคลื่อนที่ผ่านกระบอกหลอมจากด้านท้ายไปสู่ด้านหน้ากระบอกหลอม โดยกระบอกหลอมจะมีอุปกรณ์ให้ความร้อน (Heater) หุ้มไว้เพื่อให้ความร้อนแก่พลาสติกที่เคลื่อนผ่านจนกระทั่งหลอมเหลวเป็นเนื้อเดียวกันอย่างสมบูรณ์พร้อมที่จะถูกฉีดเข้าสู่ภายในอิมเพรสชั่น (Impression) **รูปที่ 3**

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 5 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 3 |




**รูปที่ 3**

สิ่งสำคัญที่จะต้องมีการตั้งค่าให้กับเครื่องฉีดพลาสติกในส่วนของการเตรียมพลาสติกหลอมก่อนฉีดเป็นชิ้นงานคือ

1. อุณหภูมิของกระบอกหลอม( Melt Temperature)
2. ความเร็วของการหมุนสกรูเกลียวหนอน( Screw Rotation Speed)
3. ปริมาณพลาสติกที่จะหลอมในแต่ละครั้ง( Shot Volume)

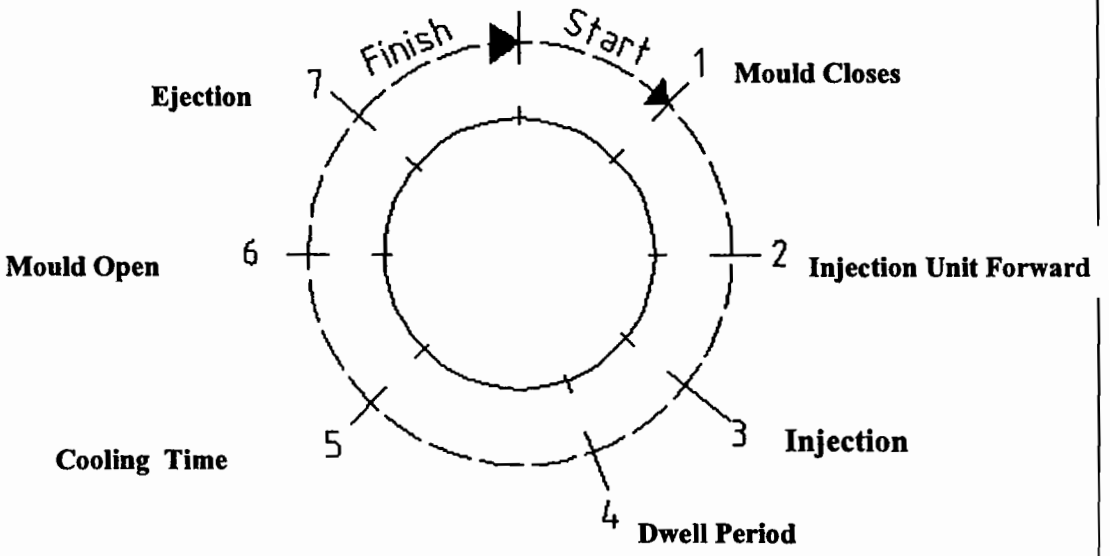
การฉีดพลาสติกเข้าสู่อิมเพรสชั่น (Impression) จะใช้หน่วยฉีด (Injection Unit) ของเครื่องฉีดพลาสติก เพื่อฉีดพลาสติกที่ผ่านการหลอมเหลวอยู่บริเวณด้านหน้าสุดของกระบอกหลอมเข้าสู่ภายในอิมเพรสชั่นด้วยแรงดันอย่างรวดเร็วซึ่งจะต้องมีการปรับตั้งค่าที่จะใช้ในการฉีดพลาสติกเหลวเข้าสู่ภายในอิมเพรสชั่นของแม่พิมพ์ให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ชิ้นงานจากแม่พิมพ์ฉีดที่มีคุณภาพซึ่งจำเป็นจะต้องตั้งค่าต่าง ๆ ดังนี้

1.ความเร็วที่ใช้ในการฉีดพลาสติก(Injection Speed)จากกระบอกหลอมด้วยลูกสูบแบบสกรูผ่านหัวฉีด (Nozzle) เข้าสู่แบบแม่พิมพ์ฉีด

2. ความดันที่ใช้ในการฉีด (Injection Pressure)

เมื่อมีการปรับตั้งค่าที่เหมาะสมให้กับเครื่องฉีดพลาสติกและแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปจึงเป็นการเริ่มต้นการขึ้นรูปด้วยการฉีดซึ่งจะมีการทำงานที่เป็นวัฏจักร (Cycle) คือ เริ่มตั้งแต่แม่พิมพ์ปิดจนกระทั่งแม่พิมพ์เปิดเพื่อนำชิ้นงานออกมาซึ่งมีลำดับขั้นการทำงานดังรูปที่ 4

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 5 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 4 |



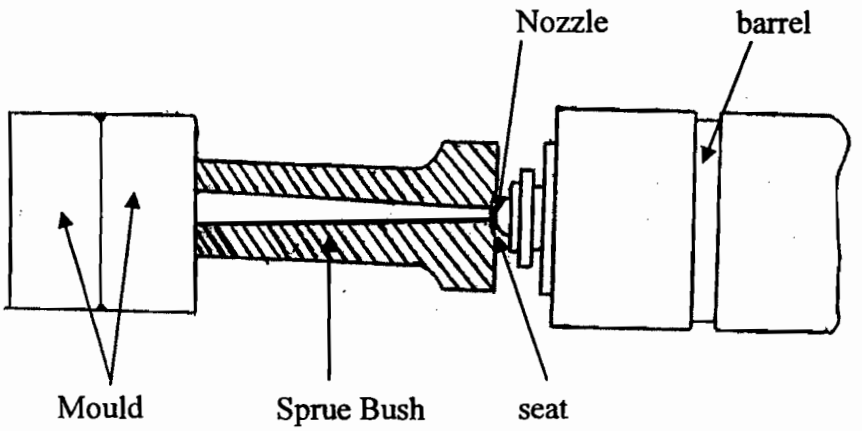

**รูปที่ 4** ภาพไดอะแกรมแสดงวัฏจักร (Cycle) การทำงานของการฉีดด้วยมือกดตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุด

จากไดอะแกรม จะเป็นเวลาในการทำงานที่ซ้ำกันทุกครั้ง

ขั้นตอนในการฉีดชิ้นงานต่อ1รอบ(Cycle)โดยการทำงานด้วยมือกด

1)ปิดแบบแม่พิมพ์และจับยึดด้วยแรงอัดบีบที่สูง

2)เคลื่อนชุดฉีดไปข้างหน้าจนกระทั่งหัวฉีด(Nozzle)นั่งบ่า(Seat)กับSprue bushดัง**รูปที่ 5**




**รูปที่ 5**

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 5 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่5 |

จากรูปรัศมีของหัวฉีด(Nozzle)จะต้องเล็กกว่ารัศมีของรูฉีด(Sprue bush)ดังตัวอย่างนี้

หัวฉีด (Nozzle) ½"(รัศมี)หรือ = 12.7 มม.

รูฉีด(Sprue bush) ¾"(รัศมี)หรือ = 19 มม.

เหตุผลที่ต้องใช้พื้นที่สัมผัสเล็กนี้เพราะว่าต้องการให้ได้ความดันสูง(high pressure) โดยพิจารณาจากสูตรนี้

$P = F/A$ → สูตร

P = ความดัน

F = แรง

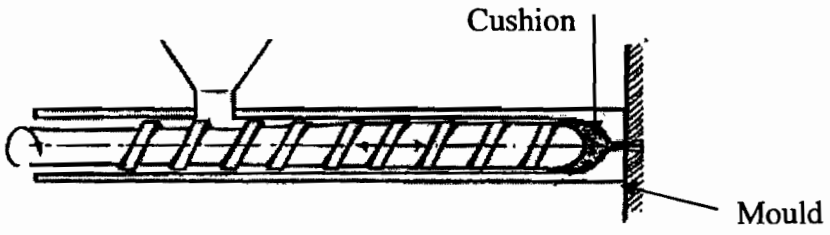
A =พ.ท. สัมผัส กับ Sprue bush

จากสูตรถ้า A โตความดัน P ต่ำ

จากสูตรถ้าA เล็กความดัน P สูง

โดยปกติการออกแรง(Force)ฉีดกระทำโดยชุดฉีด จะอยู่บนเครื่องฉีดพลาสติก

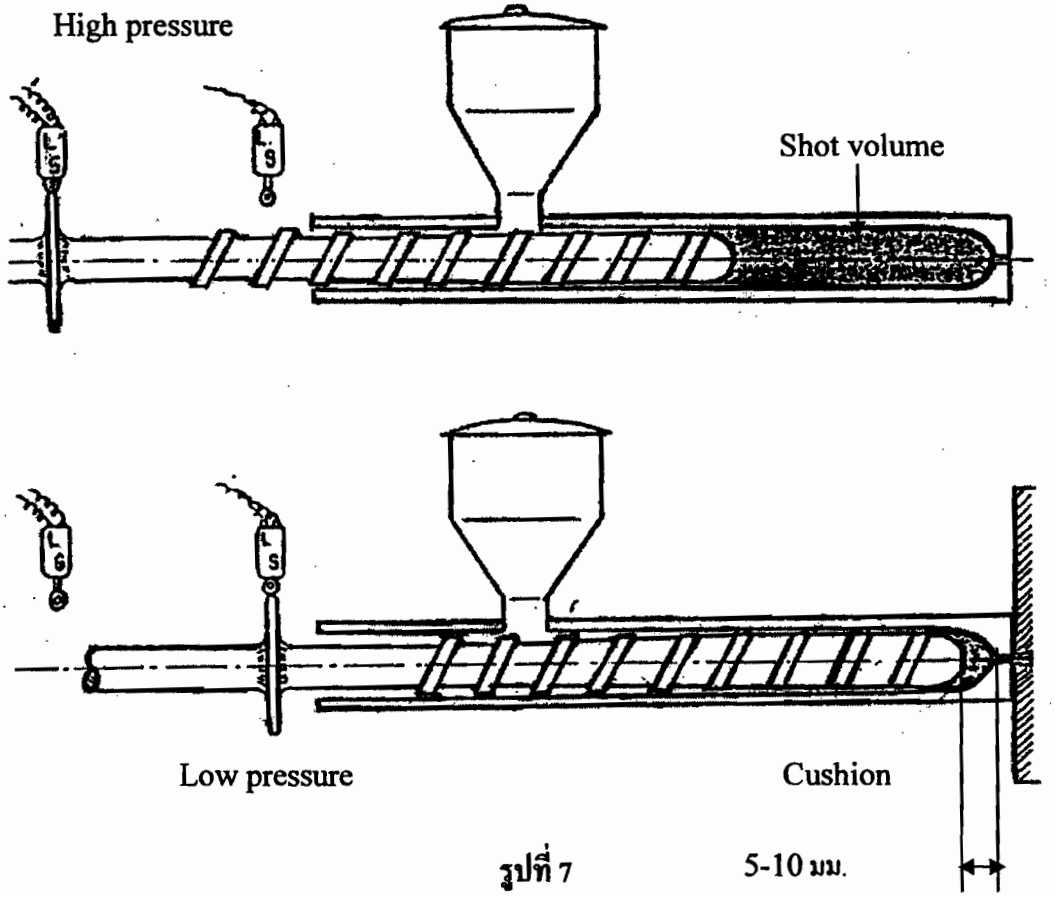
3) ฉีดพลาสติกที่หลอมจากกระบอกฉีด( barrel)เข้าไปในแบบแม่พิมพ์ด้วยความดันที่สูงมาก(ได้แก่ 20,000 PSI) ดัง**รูปที่ 6**




**รูปที่ 6**

4) เมื่อเติมพลาสติกเข้าไปในเบ้าแบบ(Cavity) จากการปรับ Limit Switchesที่ความดันสูง(High pressure = HP=20,000 PSI)หลังจากนั้นความดันจะลดต่ำ(Low pressure)ลงมาประมาณ 60% ของความดันสูง (HP=12,000 PSI)ความดันที่ลดลงมาต่ำนี้เรียกว่าการอัดรักษาความดัน( Hold-on pressureหรือHolding pressure) **ดังรูปที่ 7**

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 5 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 6 |

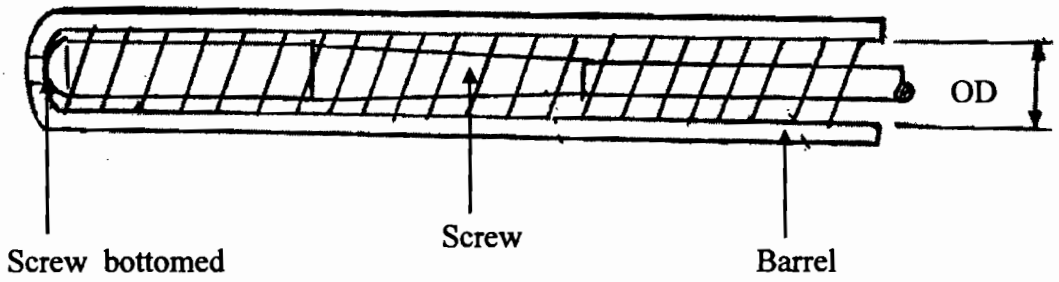



**รูปที่ 7**

Hold-on pressure จะมีหน้าที่คอยอัดรักษาความดันพลาสติกที่หลอมเข้าไปในเบ้าแบบ เพื่อชดเชยการหดตัว เมื่อมีการหล่อ เย็น ในการอัดรักษาความดันเช่นนี้จะต้องมีปริมาณส่วนที่พลาสติกหลอมเล็กน้อยจากปลายของกระบอกฉีด( barrel) ซึ่งเราเรียกว่า "Cushion" **ดังรูปที่ 7**

**หมายเหตุ** ถ้าไม่มีวัสดุของพลาสติกที่เรียกว่าคูสชั่น( Cushion )แล้วจะทำให้สกรูเดินทางไปถึงปลายของ กระบอกฉีด(barrel) แล้วก็จะชนกับปลายของสกรู(Screw)ทำให้เกิดชำรุดเสียหายได้ ซึ่งเป็นลักษณะการเกิด Screw " bottomed" หรือ Bottoming **ดังรูป 8**

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 5 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 7 |




**รูปที่ 8**

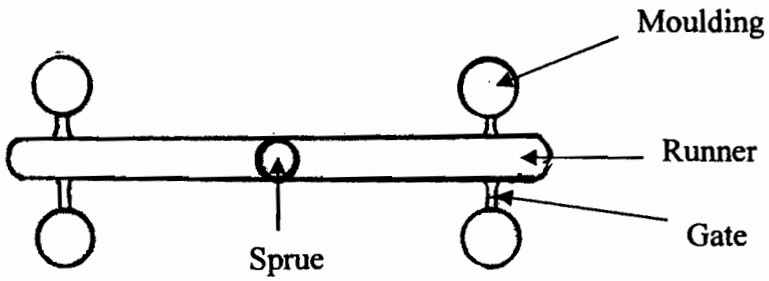
การเกิด "Bottoming" เป็นสิ่งที่ไม่ดีเพราะว่า

a) มันจะเกิดความเสียหายที่ปลายของสกรู (Screw Tip)และรูของกระบอกฉีด(barrel)

b) จะไม่มี Cushion เพราะฉะนั้นก็จะไม่มีการอัดรักษาความดันเข้าในเบ้าแบบซึ่งจะทำให้มันเกิด Sink Marks บนชิ้นงานได้

Cushion จะต้องมีความยาวประมาณ 5-10 มม. ในกระบอกฉีด( barrel) เมื่อมีการปรับ Shot Volume จะต้องปรับ Limit Switch ของ Shot Volume ให้สูงกว่าปกติ (ปริมาณของCushion + 10 มม.) ก็จะได้ Cushion ตามต้องการ

Hold-on pressure จะเป็นตัวหน่วงจนกระทั่งเกจ (gate) แข็งตัว โดยปกติเกจเป็นส่วนเล็กที่สุดของ "Shot"เมื่อเกจแข็งตัวดังนั้นการหลอมเข้าในเบ้าแบบก็ไม่สามารถเข้าผ่านไปได้ เมื่อถึงตอนนี้ Hold-on pressure ก็จะหยุดทำงานเวลาของ Hold-on pressure จะต้องประมาณเอาหลังจากเกจ(gate)แข็งตัวแล้ว ดังรูปที่ 9



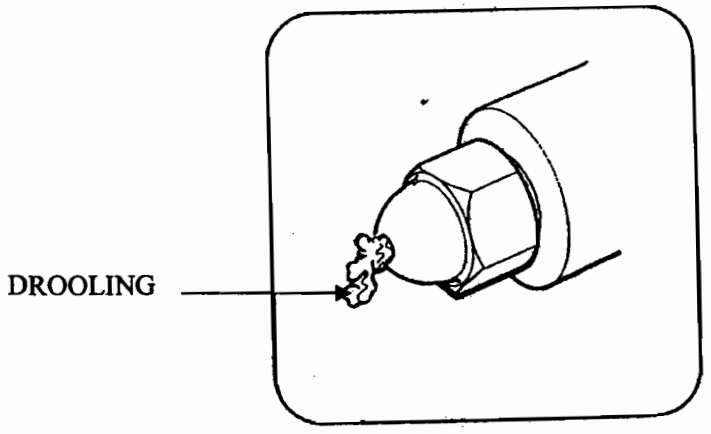

**รูปที่ 9**

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 5 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 9 |

ความดัน ดันกลับที่สูงกว่า จะทำให้การหมุนถอยกลับของสกรูช้ากว่า(ที่ความเร็วรอบคงที่ปกติ) เพราะฉะนั้นการผสมของการหลอมพลาสติกก็จะดีกว่า

ความดัน ดันกลับสูง (High back pressure)หมายถึง เวลาการหมุนถอยกลับของสกรูยาวเกินไปจะทำให้เกิดแรงตัดเฉือน (Shear)ระหว่างผิวด้านบนของสกรูกับผิวด้านในกระบอกฉีด ซึ่งทำให้อุณหภูมิในการหลอมเพิ่มขึ้น เมื่อเป็นเช่นนี้จึงทำให้ Polymer ที่มีความไวต่อความร้อน (heat) เช่น PVC จะไหม้และเสื่อมสภาพลงดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ความดันดันกลับต่ำ (Low back pressure) สำหรับพวก Polymer PVC **ดังรูปที่ 10**

การหลอมปริมาตรพลาสติก(Shot Volume)ให้เป็นเนื้อเดียวกันแต่ละครั้ง ภายใต้ความดัน (Under pressure) แต่ถ้าแยกหัวฉีด(Nozzle) ออกจากแม่พิมพ์(Mould) เราเรียกลักษณะนี้ว่า "Sprue break"จะทำให้การหลอมพลาสติกไหลออกจากหัวฉีด(Nozzle)เรียกว่า "DROOLING" **ดังรูปที่ 11**



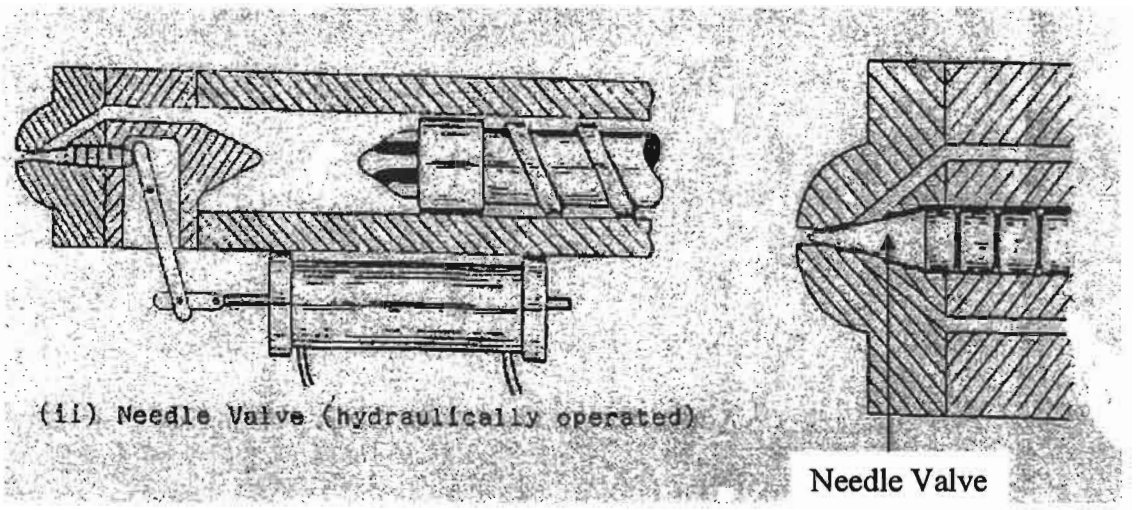

**รูปที่ 11**

5.1. การป้องกันการเกิด Drooling โดยการถอย Screw กลับประมาณ 10 มม.ให้ เคลื่อนตามแนวแกนของกระบอกฉีด( barrel ) การเคลื่อนที่กลับของสกรู( Screw) จะปราศจากแรงหมุนของ สกรู เรียกว่า "Suck Back"หรือ "DECOMPRESSION"

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 5 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | **ชื่อเรื่อง** งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | **ชื่อหน่วย** วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 10 |

เพิ่มขยายปริมาตรพลาสติกภายในข้างหน้า สกรู( Screw) โดยการ Suck back จะช่วยลดความดันการหลอมลงทำให้ไม่เกิด DROOL

**หมายเหตุ** ไนลอนจะมีความหนืดต่ำมาก (Low Viscosity)แม้ว่าจะ Decompressionมันก็ยังคงเกิด Drool เพราะฉะนั้นจะต้องใช้วาล์วแบบ Needle Valve อยู่ในหัวฉีด เพื่อเป็นตัวเปิดปิดหัวฉีด ซึ่งเป็นการป้องกันการเกิด "DROOLING"**ดังรูปที่ 12**




**รูปที่12**

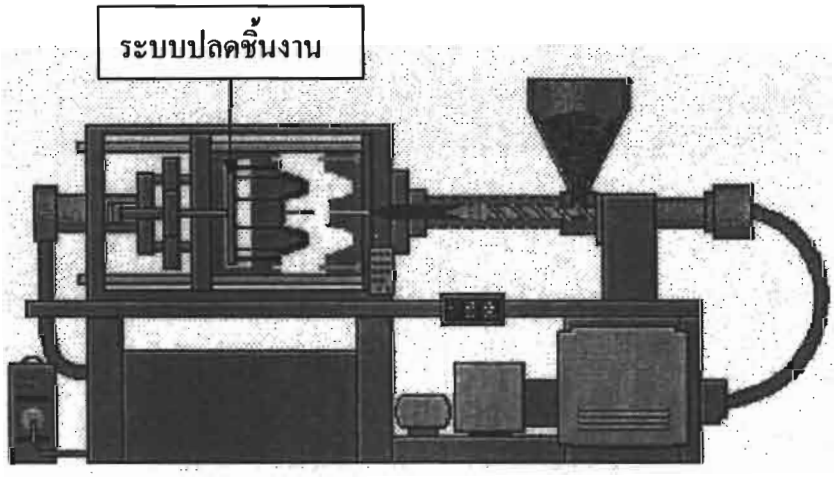
5.2.) ขณะที่ชุด ฉีด เคลื่อนที่ถอยกลับจะแยกหัวฉีดออกจากแม่พิมพ์เรียกว่า Sprue-breakการที่แยก Sprue break ก็เพื่อป้องกันพลาสติกที่หลอมในหัวฉีดเย็นตัวลงเนื่องจากแม่พิมพ์ที่ฉีดชิ้นงานมีการหล่อเย็นอยู่

6.) คอยจนกระทั่งชิ้นงานฉีดแข็งตัวพอที่จะดันชิ้นงานออกโดยปราศจากทางบิดงอ(Distortion)ก็คือเวลาของการหล่อเย็นสมบูรณ์แล้ว

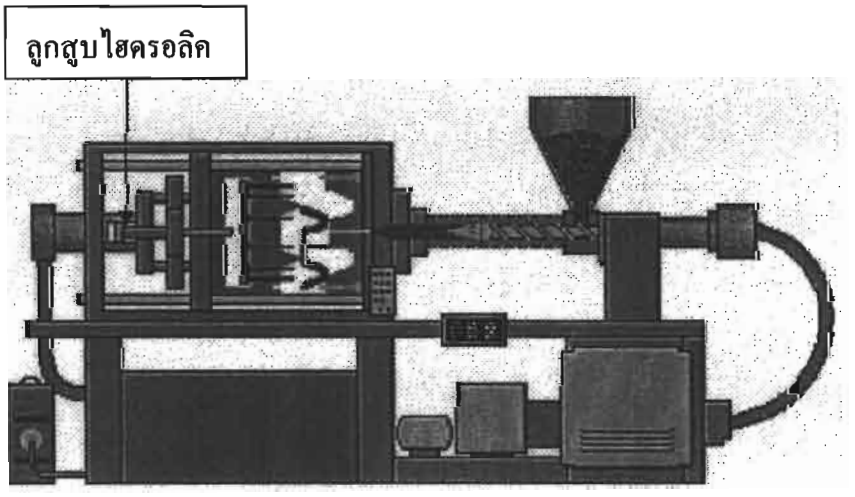
7.) หลังจากเวลาการหล่อเย็นสิ้นสุดแล้วตามเวลากำหนดที่ตั้งไว้แบบแม่พิมพ์ก็จะ เปิดเอาชิ้นงาน (Moulding)รูวิ่ง(Runner) รูเข้า (Gate) รูฉีด (Sprue) และอื่นๆก็จะถูกดันปลดออกมา(Ejected)

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 5 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 11 |

ในขณะที่แม่พิมพ์เปิดออกลูกสูบไฮดรอลิคสำหรับปลดชิ้นงานจะเคลื่อนที่ทำให้ระบบปลดชิ้นงานในแม่พิมพ์กระทุ้งดันปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ดังรูปที่ 13b




**(a)**




**(b)**

**รูปที่ 13**

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 5 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 12 |

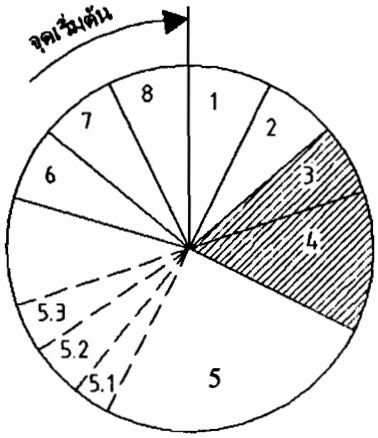
สรุป (Summary)

ขั้นตอนการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ (Cycle)โดยกระทำด้วยมือกด

1) แบบปิด (Mould Closes)
2) ชุดฉีดการเคลื่อนไปข้างหน้า (Injection Unit Forward)
3) ฉีด (Injection)
4) อัดรักษาความดัน(Dwell Period OR Hold on Pressure)
5) เวลาการหล่อเย็น(Cooling Time)
   5.1 Plasticization
   5.2 Suck-Back
   5.3 Sprue Break
   5.4 Completion of Cooling
6) แบบเปิด(Mould open)
7) ดันปลดชิ้นงาน (Ejection)

ขั้นตอนในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ(Cycle)สามารถเขียนเป็นไดอะแกรม PIE CHART ได้ดังรูปข้างล่างไดอะแกรม PIE CHART นี้เป็นการทำงานโดยอัตโนมัติ(Auto Operation)และดันปลดชิ้นงานโดย Hydraulic Ejection **ดังรูปที่ 14**

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 5 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 13 |




1) Mould Close
2) Injection Unit Forward
3) Injection Time
4) Dwell Period
5) Plasticization และ Completion of the cooling Time
   5.1 Suck-Back
   5.2 Sprue-Break Delay Time
   5.3 Sprue-Break
6) Mould Open
7) Ejection Time
8) Mould Closed Delay Time

**รูปที่ 14** ขั้นตอนในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบโดยกระทำอัตโนมัติ

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 5 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 14 |

การคำนวณหาค่ามุมต่างๆ (Calculate the segment angles) ของไดอะแกรม PIE CHART ในการฉีดพลาสติกชนิดต่างๆได้ดังนี้

กำหนดเวลาทั้งหมด หรือ "FLOW-TO-FLOOR"(F/F)ตั้งแต่ปิดแบบถึงเปิดแบบจนกระทั่งงานตกถึงพื้นสมมุติใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 20 นาที

สมมุติให้เวลาสำหรับการปิดแบบ(Mould Closing) =2วินาที หาเสี้ยวของวงกลมไดอะแกรม PIE CHART ได้ดังนี้

เพราะฉะนั้นเสี้ยวของวงกลม(Segment Angle) $\frac{360 \text{ องศา}}{\text{เวลาทั้งหมด}} = \frac{360 \text{ องศา}}{20 \text{ นาที}}$

$= 18$ องศา

หรือ 20 วินาที $= 360$ องศา

1 วินาที $= \frac{360 \times 1}{20}$

เสี้ยวของวงกลมแต่ละเสี้ยว $= 18$ องศา

แต่เวลาในการปิดแบบ(Mould Closing) $= 2$ วินาที

20 วินาที $= 360$ องศา

2 วินาที $= \frac{360 \times 2}{20}$

เสี้ยวของการปิดแบบแม่พิมพ์พลาสติก(Mould Close) = 36 องศา

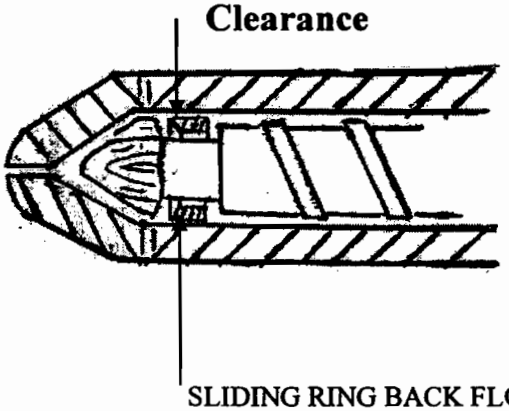
**หมายเหตุ** 1. ไดอะแกรม Pie Chart กับการหา Segment Angle จะมีความแตกต่างกัน สำหรับแต่ ละแบบแม่พิมพ์ฉีดและวัสดุที่จะนำมาฉีด

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 5 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 15 |

2.โดยปกติไดอะแกรมPie Chart ที่แสดงดังรูปที่ 14 เสี้ยวส่วนที่มีมุมโตที่สุดก็คือเวลาของการเย็นตัว (Cooling Time) หมายเลข 5

วาล์วกันไหลกลับ ( The back-Flow Valve) สำหรับการหลอมไหลกระบอกฉีด( barrel ) ย้อนกลับเข้าไปในตัวกระบอกฉีด( barrel ) การไหลของพลาสติกที่หลอมไหลกลับเข้าไปในกระบอกฉีด( barrel ) เหนือบริเวณส่วนบน Fight Lands ระหว่างการฉีดที่มีความดันสูง (High pressure ) และช่วงอัดรักษาความดันDwell period)วาล์วที่ป้องกันการไหลย้อนกลับที่หน้าของสกรู( Screw) ก็คือ “Check Valve” หรือ “Back-Flow Valve”

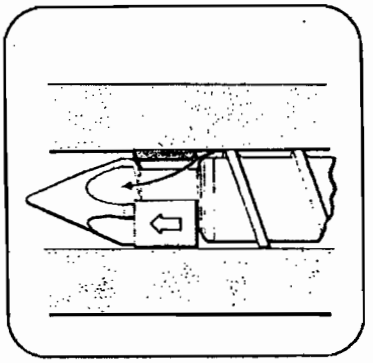
การออกแบบวาล์วกันไหลกลับมีหลายๆแบบแต่แบบธรรมดาที่สุดก็คือ “SLIDING RING BACK FLOW VALVES ดังรูปที่ 15



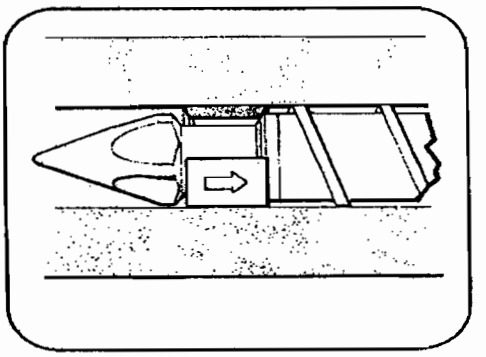

รูปที่ 15

วาล์วเหล่านี้เป็นแบบวาล์วไหลไปในทางเดียว(One Way Valves) คือการหลอมสามารถไหลผ่านออกจากแหวนได้ในขณะระหว่างมีการหลอม(PLASTICSATION)โดยตำแหน่งจะเลื่อนไปอยู่ข้างหน้าสกรู(Screw) ดังรูปที่16 แต่การหลอมพลาสติกจะไม่สามารถไหลกลับเข้าไปในกระบอกฉีด(barrel)ได้ระหว่างฉีดพลาสติกเข้าไปในแบบแม่พิมพ์ เพราะตำแหน่งแหวนเลื่อนไปอยู่ข้างหลังของสกรู(Screw)ดังรูปที่ 17

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 5 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 16 |



**รูปที่ 16**



**รูปที่ 17**

**หมายเหตุ** ช่องว่างระหว่าง OD ของแหวนกับรูของกระบอกฉีด( barrel) จะเล็กมากๆ

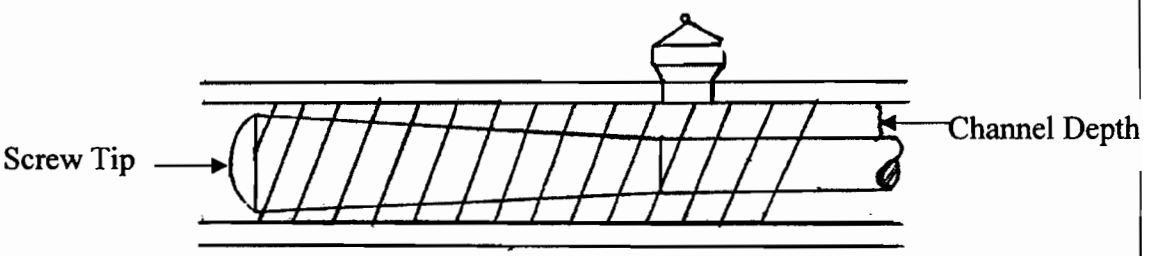
สกรู(Screw)สำหรับฉีดพลาสติก PVC (Injection Screw For PVC)

ปัญหาขั้นตอนการปฏิบัติฉีดที่จะเกิดกับ PVC ก็คือ

a) วัสดุ PVC อุณหภูมิความร้อนไม่แน่นอน

b) วัสดุ PVC มีความหนืดสูงมาก (ไหลยาก) ดังนั้น

1. รูปร่างลักษณะของสกรูจะไม่มีช่วงป้อน (Feed) ช่วงอัด (Compression) และช่วงส่งออก(Metering) ช่องความลึกของสกรูค่อยๆลดลงทีละน้อยๆจากปลายของ Hopper ไปจนถึงปลายหัวของสกรู (Screw Tip) **ดังรูปที่ 18**

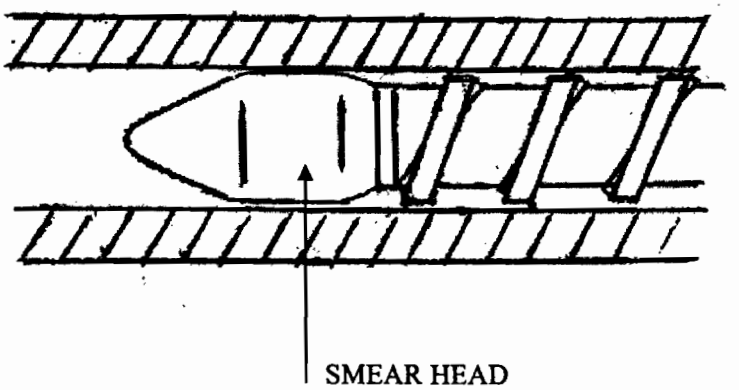



**รูปที่ 18**

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 5 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 17 |

2.วาล์วกันไหลกลับ(Back-Flow Valves) ที่มีมาตรฐานไม่สามารถใช้ได้กับสกรูแบบนี้เนื่องจากมีที่จำนวนมาก สำหรับการให้พลาสติกที่หลอมไหลไปเกาะติดและทำให้พลาสติกเกิดความร้อนสูงขึ้นและไหม้จนมีคุณภาพเลวลงได้

วาล์วทางเดียว(One Way Valve) ที่ใช้แก้ปัญหาสำหรับกับวัสดุ PVC นี้เรียกว่า "SMEAR HEAD"จะมีรูปร่างลักษณะดังรูปที่ 19




**รูปที่ 19**

1) ไหลลื่นง่ายมากเพราะไม่มีที่สำหรับพลาสติกเกาะ
2) เป็นข้อดีสำหรับการหลอมพลาสติกที่มีความหนืดสูงมากเช่น PC , PMMA

การทำงานของ Smear Head (สำหรับPVCหรือวัสดุที่มีการหลอมของความหนืดที่สูงมากเช่น PC,PMMA)จะเป็นดังนี้

1. การหลอมพลาสติก(Plasticization) โดย

สกรูจะหมุนพลาสติกให้หลอมผ่านไปยังด้านหน้าสกรู ระหว่างช่องว่างเล็กๆของหัว Smear Head กับรูของ กระบอกฉีด( barrel) (จะเหมือนการหลอมพลาสติกแบบปกติ)

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 5 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 18 |

2. การฉีด (Injection)

สกรูจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าที่มีความเร็ว และความดันสูงพอประมาณเพราะว่าพลาสติกถึงจะมีความหนืดสูงการหลอมจะไม่มีเวลาไหลกลับเข้ามาในกระบอกฉีด( barrel) ระหว่างช่องว่างเล็กๆได้คือในขณะที่มีการฉีดจะสูญเสียความดันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

การควบคุมเครื่องการฉีด(Injection Machine Control)

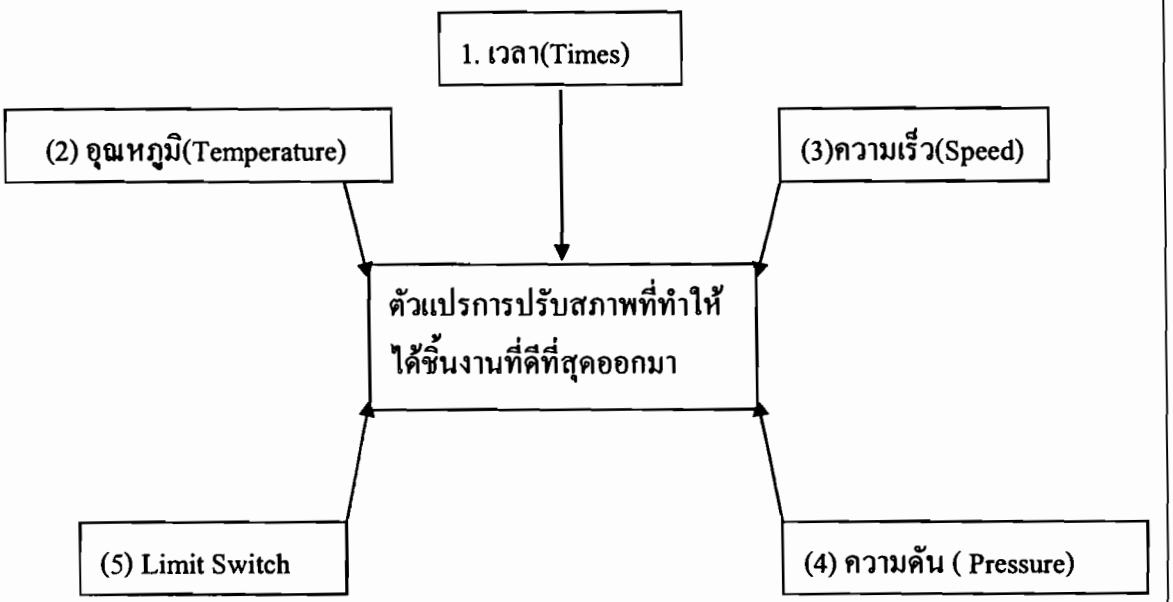
เครื่องฉีดที่มีคุณภาพดีและมีราคาแพงที่สุดจะต้องมีการควบคุมคำสั่งงานที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพที่ดีด้วย จึงจะทำให้การควบคุมขั้นตอนต่างๆในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบมีประสิทธิภาพและได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดออกมาตามที่ต้องการ

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 1 |

การฉีดชิ้นงานพลาสติกที่ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับการควบคุมการฉีดในระหว่างการฉีดจะต้องมีการสมมุติชนิดตัวควบคุมการปรับ สำหรับการฉีดไว้ล่วงหน้าก่อนเสมอ แต่เมื่อฉีดออกมาแล้วตัวควบคุมต่างๆที่ใช้ฉีดต่อ 1 รอบ(Cycle)บางอย่าง อาจจะใช้เวลานานเกินไป หรือสั้นเกินไปเช่นความเร็วในการฉีด(Speed)สูง,ความดันในการฉีดสูง(Pressure)และตัวควบคุมอื่นๆเป็นต้น

เครื่องจักรในปัจจุบันนี้จะมีตัวควบคุมการปรับให้ได้ชิ้นงานที่ดีที่สุดตามมาตรฐานหนึ่งในช่วงพิกัดที่ยอมรับได้ซึ่งมีอยู่บนเครื่องฉีดพลาสติกทั่วๆไปการที่จะปรับให้ได้ชิ้นงานที่ดีออกมา ก็คือการใช้เวลาในการฉีดต่อ 1 รอบ(Cycle) สั้นสุดและใช้พลังงานน้อยที่สุด พร้อมกันนี้ชิ้นงานที่ผลิตออกมาจะต้องมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดและใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด

ชนิดตัวแปรควบคุมการปรับบนเครื่องฉีดพลาสติกสำหรับการฉีดชิ้นงานให้ออกมาดีที่สุด มีดังนี้



| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 2 |

## 1.การปรับเวลาที่ดีที่สุด

( Optimization of Time )

การปรับเวลาที่ดีจะต้องปรับดังนี้

(a) เวลาการฉีด (Injection time) และเวลาอัดรักษาความดัน (Dwell Time)

(b) เวลาในการหล่อเย็น (Cooling time)

(c) เวลาในการหน่วงเหนี่ยว ( Delay time)

(a) การปรับเวลาการฉีด และเวลาอัดรักษาความดัน (Injection/Dwell time

ก. ถ้าปรับเวลาฉีดนานเกินไป (Too Long)

- เกจ (gate) จะแข็งตัวก่อนทำให้แรงฉีดไม่สามารถดันพลาสติกที่หลอมเคลื่อนเข้าไปให้เบ้าแบบ(cavity) เพื่อชดเชยสำหรับการหดตัว( Shrinkage)ได้

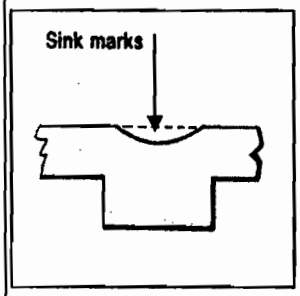
ข. ถ้าปรับเวลาฉีดสั้นเกินไป(Too Short)

- การอัดบีบของเบ้าแบบ (Cavity)ไม่เพียงพอเพราะฉะนั้นจะทำให้เกิด Sink Marks โพรงอากาศ(Void) ขนาดชิ้นงานเล็กกว่ากำหนด,งานไม่เต็มแบบ (Short Shot)

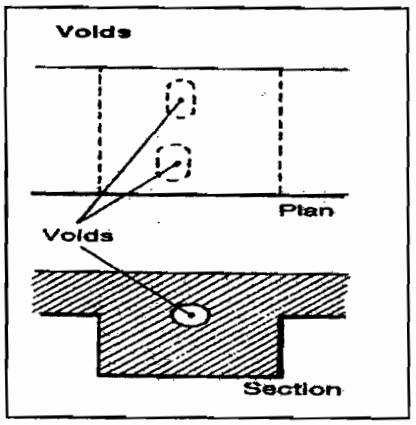
-เกจ (gate) ยังไม่ทันแข็งตัวทำให้พลาสติกที่หลอม ไหลกลับจากเบ้าแบบ(Cavity) สู่ทางวิ่ง (Runner) สาเหตุนี้จะทำให้เกิดการยุบตัวหรือรอยบุ๋ม( Sink mark) และอื่นๆได้

**ตัวอย่าง** การเกิด Sink mark , Void , Short Shot **ดังรูปข้างล่าง 1, 2, 3**

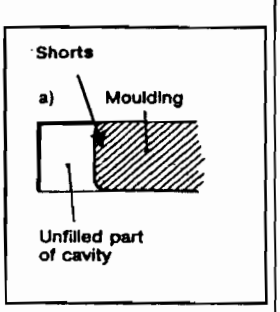
| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 3 |




รูปที่ 1




รูปที่ 2

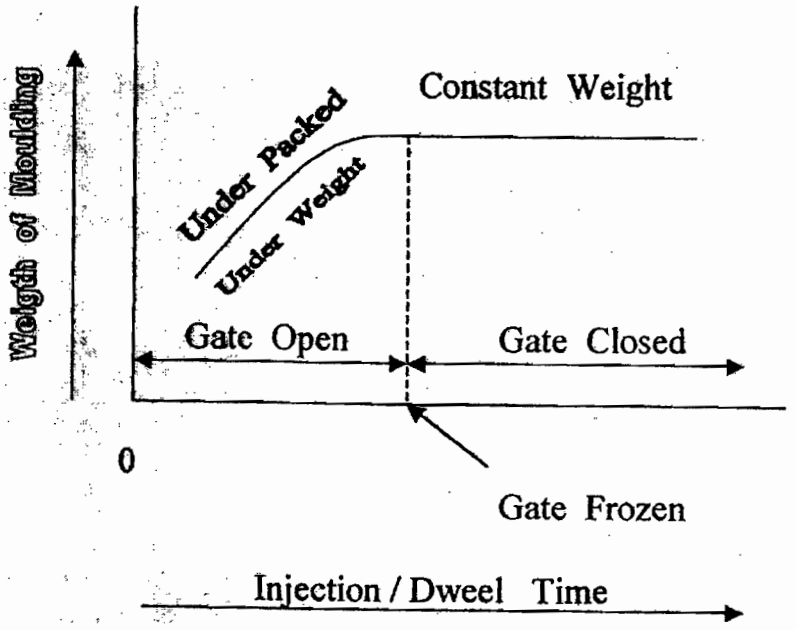



รูปที่ 3

การปรับเวลาที่ดีที่สุด ในการฉีด และอัดรักษาความดันก็คือ

การปรับจะต้องให้เวลาการฉีด(Injection)และอัดรักษาความดัน(Dwell time) น้อยกว่าเวลาของเกจ(gate)แข็งตัวประมาณ 1 วินาที ดังไดอะแกรมข้างล่างรูปที่ 4

การประมาณเวลาเมื่อเกจแข็งตัว




รูปที่ 4

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 4 |

(b) เวลาในการหล่อเย็น (Cooling time)

ก. ถ้าปรับเวลานานเกินไป(Too long)

- ไม่ทำให้ชิ้นงานดีขึ้นเลย
- ทำให้เวลาในการทำงานต่อ 1 รอบ (Cycle) ยาวนานมากก็คือ มันจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาต่อชั่วโมงลดน้อยลง

ข. ถ้าปรับเวลาสั้นเกินไป ( Too Short)

- ชิ้นงานจะบิดเบี้ยวเพราะยังร้อนอยู่ (Distorted)ระหว่างที่ดันชิ้นงานออกทำให้ชิ้นงานเสียหาย
- ชิ้นงานจะแอ่นโค้ง ( Warping) เนื่องจากชิ้นงานออกมาเย็นตัวข้างนอกแบบแม่พิมพ์ (Mould)

(c) การปรับเวลาในการหน่วงเหนี่ยว ( Delay time) ดังนี้

( I ) เวลาในการหน่วงเหนี่ยวก่อนหัวฉีดถอยกลับ(Sprue break delay time)

( II ) เวลาในการหน่วงเหนี่ยวปิดแบบ(Mould closed delay time)

( I ) เวลาในการหน่วงเหนี่ยวของชุดฉีดถอยหลังกลับ( Sprue break)

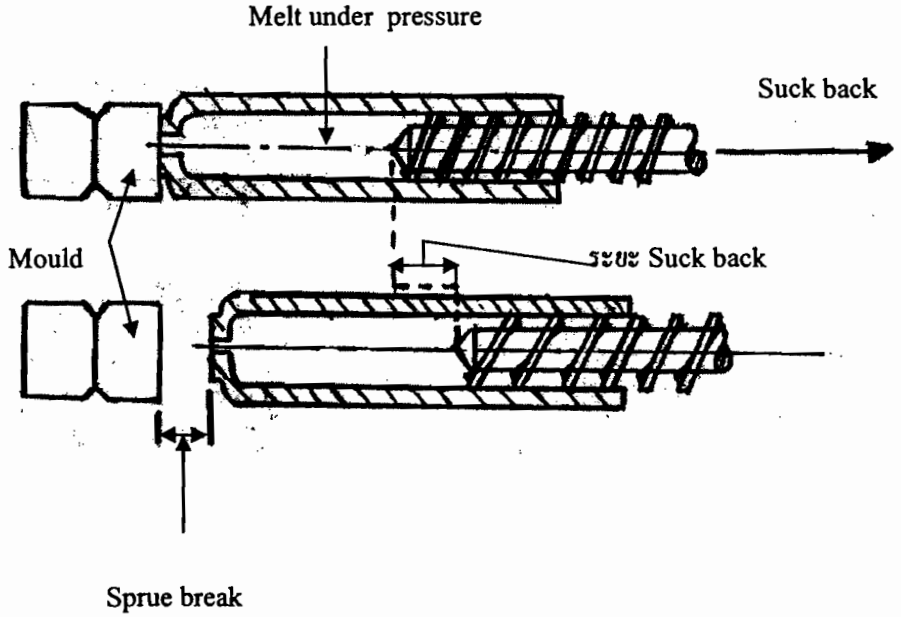
การปรับจะต้องปรับอยู่ช่วงระหว่างเวลาของสกรูถอยหลังกลับ( Suck back) กับชุดฉีดถอยหลังกลับ( Sprue break) ดังภาพไดอะแกรมข้างล่าง

จุดประสงค์การปรับเวลาหน่วงเหนี่ยวของชุดฉีดถอยหลังกลับ( Sprue break) ก็เพื่อให้เครื่องฉีดเดินทำงานได้ราบเรียบในระหว่างที่สกรูถอยหลังกลับ( Suck back)และชุดฉีดถอยหลังกลับ( Sprue break )ทำงาน

การปรับชุดฉีดถอยหลังกลับ( Sprue break )จะทำให้บริเวณผิวหน้าของปลอกแกนฉีด( Sprue bush) ไม่ร้อนจนเกินไป

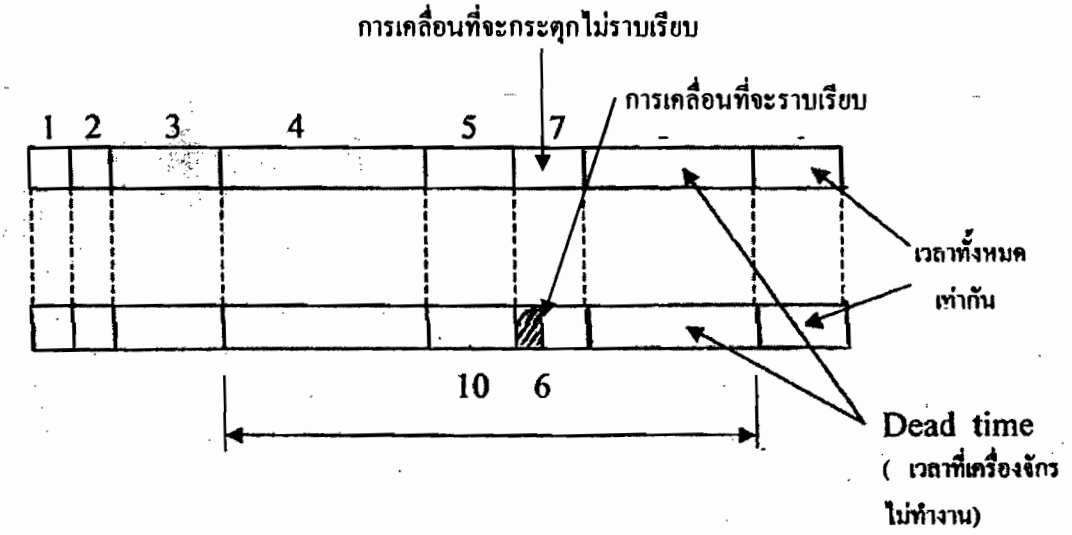
| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่5 |

**Note -** ถ้าปรับให้สกรูถอยหลังกลับ( Suck back) และชุดฉีดถอยหลังกลับ( Sprue break )ทำหน้าที่โดยกระทันหัน โดยปราศจากการปรับเวลาหน่วงเหนี่ยวของ ชุดฉีดถอยหลังกลับ(Sprue break ) จะทำให้เดินของเครื่องเคลื่อนที่กระตุก **ดังรูปที่ 6**




**รูปที่ 5** การปรับ สกรูถอยหลังกลับ(Suck back) และ ชุดฉีดถอยหลังกลับ(Sprue break )

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 6 |




รูปไดอะแกรม Sprue break Delay time

1.Mould Closed
2. Carriage Forward
3. Injection + dwell time
4. Plasticisation
5. Suck- Back
6. Sprue break Delay time
7. Sprue break
8. Completion of cooling
9. Mould Open
10. Cooling time

**รูปที่ 6** ไดอะแกรม Sprue Break Delay Time

( II)เวลาในการหน่วงเหนี่ยวปิดแบบ(Mould close Delay time)

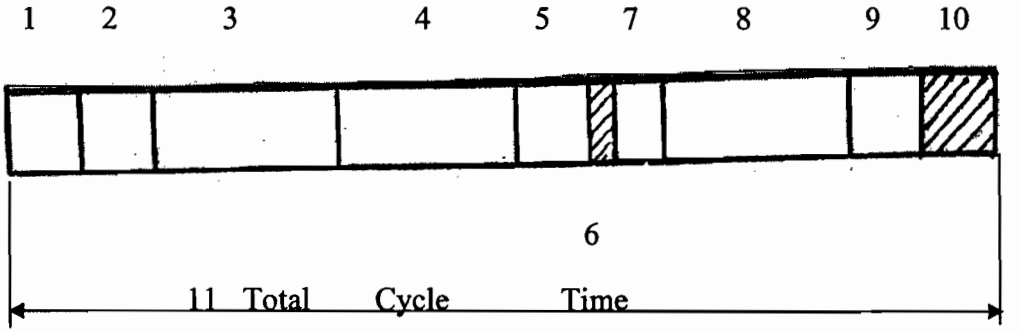
สาเหตุ ที่ต้องมีการปรับเวลาในการหน่วงเหนี่ยวปิดโมลด์ก็เพื่อ

-ต้องการให้ชิ้นงานออกจากแบบแม่พิมพ์ ( Mould ) ได้ตกหล่นถึงพื้นก่อนที่จะเริ่มทำงานรอบต่อไป เวลาหน่วงเหนี่ยวแบบโมลด์นี้จะเริ่มจากแบบเปิด (Mould open)และดันชิ้นงานออก

- ให้การทำงานของเครื่องจักรเดินราบเรียบในระหว่างเปิดแบบแม่พิมพ์(Mould open) และแบบแม่พิมพ์ปิด(Mould Closing)

**Note** – เวลาในการหน่วงเหนี่ยวปิดโมลด์( Mould Close Delay time) นี้การปรับโดยการเพิ่มเวลาต่อเวลาของทั้งหมดต่อ 1 รอบ (Cycle) เพียง 0.5 วินาที หรือ 1.0 วินาทีดังแสดง

**ไดอะแกรมรูปที่ 7**




**รูปที่ 7** ไดอะแกรม Mould Closed Delay Time

1. Mould Close
2. Injection Forward
3. Dwell time
4. Plasticization
5. Suck back
6. Sprue break delay time
7. Sprue break
8. Completion of Cooling
9. Mould open
10. Mould Closed delay Time
11. Total cycle Time

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่8 |

## การปรับอุณหภูมิที่ดีที่สุด

(Optimization Temperature)

การปรับมีดังนี้

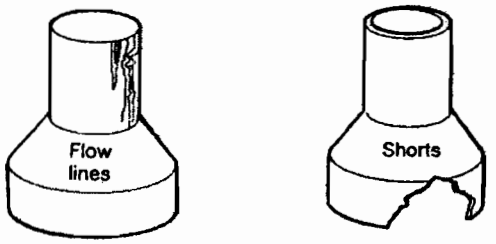
(a) อุณหภูมิแม่พิมพ์ (Mould temperature)

(b) อุณหภูมิการหลอมพลาสติก (Melt temperature)

(a) การปรับอุณหภูมิแม่พิมพ์ (Mould Temperature)

ก. ถ้าปรับอุณหภูมิต่ำเกินไป (Too Low)

- การหลอมไหลของพลาสติกจะเย็นมาก เพราะฉะนั้นจะทำให้ความหนืด (Viscosity) และความดัน ( Pressure) สูงกว่าปกติ
- จะทำให้ผิวหน้างานที่ได้ขุ่นมัว (dull) ตัวอย่างเช่น ABS
- จะเกิด orientation และ Stresses มากทำให้การหลอมไหลหนืดและเหนียว
- การหลอมที่เติมเข้าในเบ้าแบบจะลักษณะ Chilling ผลจะทำให้เกิด Flow lines และที่เป็นไปได้จะเกิด Short Shot **ดังรูปที่ 8**




**รูปที่ 8**

ข. ถ้าปรับอุณหภูมิสูงเกินไป(Too high)

- เวลาการหล่อเย็นชิ้นงานจะยาว เพราะฉะนั้น จะทำให้เวลาฉีดต่อรอบ (Cycle) ยาวไปด้วยเนื่องจากรอให้งานเย็น
- จะทำให้ผิวหน้าชิ้นงานเป็นเงามัน (glossy)
- การเย็นตัวพลาสติกที่ฉีดเข้าไปในแบบเย็นตัวช้ากว่าเพราะฉะนั้นจะทำให้การหดตัวหดมากหรือเล็กลงกว่าปกติ เนื่องจากการเกิด Crystallineสูงมาก(จะเกิดเฉพาะพลาสติกประเภท Crystalline เพียงอย่างเดียว

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | **ชื่อเรื่อง** งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | **ชื่อหน่วย** การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 9 |

การปรับอุณหภูมิของแม่พิมพ์ที่ดีที่สุด (Optimum mould temperature)

- การปรับให้อุณหภูมิของแม่พิมพ์ต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยการตรวจเช็คชิ้นงานด้วยสายตา และวัดขนาด

(b) อุณหภูมิการหลอมพลาสติก (Melt temperature)

ก. ถ้าปรับอุณหภูมิการหลอมต่ำเกินไป(Too Low)

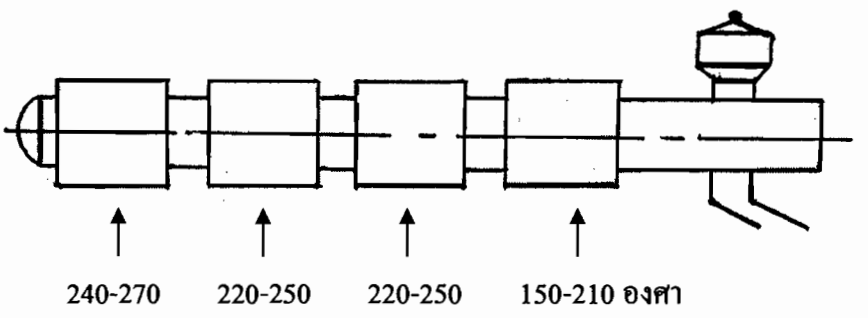
- ความหนืดจะสูง เพราะฉะนั้นการหลอมไหลของพลาสติกเข้าในเบ้าแบบ (Cavity) จะเหนียวมาก
- จะต้องใช้ความดันฉีดสูงมากจึงจะฉีดพลาสติกเต็มแม่พิมพ์( Mould)

ข. ถ้าปรับอุณหภูมิการหลอมสูงเกินไป(Too high)

- ความหนืดของพลาสติกที่จะหลอมต่ำ เพราะฉะนั้นจะทำให้เกิดครีบ(flash)ที่ชิ้นงานได้
- ระวังจะเกิดคุณภาพพลาสติกลดลงหรือ การเปลี่ยนสีของพลาสติกที่หลอมจะมีรูปร่างลักษณะเป็นฟองอากาศในเนื้อพลาสติก

การปรับอุณหภูมิการหลอมพลาสติกที่ดีที่สุด

- ปรับอุณหภูมิให้ต่ำที่สุด
- การหลอมพลาสติกต้องราบลื่น ( Smooth) และไหลอิสระโดยไม่มีควันและแกส
- แหล่งผลิตวัตถุดิบ (ร้านค้า) ควรแนะนำขอบเขตอุณหภูมิการหลอมพลาสติกชนิดต่างๆของกระบอกฉีด(barrel)**ดังตัวอย่างรูปที่ 9** สำหรับวัสดุ PP (PP)




**รูปที่ 9**

- อุณหภูมิกระบอกฉีด( barrel )ควรจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจากปลายกรวยเติมพลาสติก (hopper) ไปจนถึงปลายหัวฉีด(Nozzle)
- ตรวจเช็คตัวกระทำอุณหภูมิหลอมละลายโดยใช้การ needle parameter
- สำหรับ Shot Volumes น้อย+เวลาที่อยู่กับที่ยาวจะต้องปรับอุณหภูมิต่ำกว่า
- สำหรับ Shot Volumes มาก+เวลาที่อยู่กับที่สั้นจะต้องปรับอุณหภูมิสูง

Note: - อุณหภูมิหลอมละลายมีผลกับความเร็ว(Speed)ในการหมุนของสกรู ความ ดันกลับ (back pressure) และแรงเสียทาน (Friction)ระหว่างผิวสกรูกลับพลาสติก

## การปรับความเร็วที่ดีที่สุด

(Optimization of Speed)

เป็นการปรับการเคลื่อนที่ของความเร็วในการไหลของน้ำมัน(Oil)

- ในกระบอก(Cylinder)
- ในมอเตอร์ (Motor)

ความเร็ว(Speed) จะแปรผกผันกับการไหลของน้ำมัน, ความหนืดน้ำมันและอุณหภูมิของน้ำมัน ดังนี้

$$\text{Speed} \propto \text{Oil Flow} \propto \text{viscosity} \propto \text{oil temperature}$$

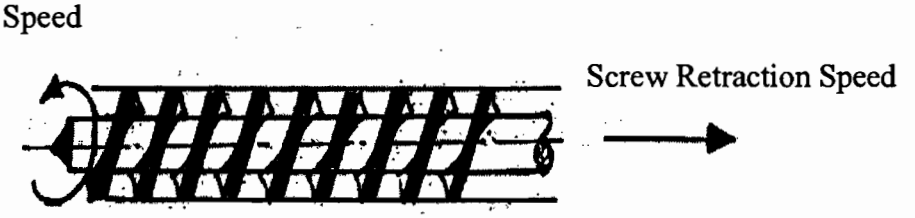
เพราะฉะนั้น อุณหภูมิของน้ำมันจะต้องรักษาให้คงที่เสมอเพื่อช่วยให้ความเร็วชิ้นส่วนต่างๆ บนเครื่องฉีดเคลื่อนที่ได้คงที่สม่ำเสมอต่อ 1 รอบ(Cycle)ซึ่งกระบวนการต่อ 1 รอบ(Cycle)ก็คือ

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 11 |

ส่วนต่างๆของเครื่องที่ฉีดที่ควบคุมด้วยความเร็วได้แก่

- ความเร็วในการฉีด (Injection Speed)
- ความเร็วการปิดแม่พิมพ์(Mould Closing Speed)
- ความเร็วการเปิดแม่พิมพ์(Mould Opening Speed)
- ความเร็วของสกรูหมุนหลอมพลาสติก(Screw Rotation Speed)
- ความเร็วในการถอยสกรูกลับ( Screw Retraction Speed)
- ความเร็วการดันปลดชิ้นงาน(Hydraulic Ejector Speed)

หน้าที่ส่วนต่างๆของเครื่องฉีดที่ควบคุมด้วยความเร็วนี้จะปรับได้โดยการใช้มือ(by hand)กดขณะที่เครื่องกำลังทำงานจนกว่าจะได้ความเร็วตามต้องการดังรูปที่ 10 ส่วนหน้าที่อื่นๆจะต้องปรับความเร็วก่อนบนเครื่องฉีดก่อนที่เครื่องฉีดทำงานได้แก่ ตัวอย่างเช่น (Sprue break Speed, Carriage advance, Retract Speed และ Suck back Speed)




**รูปที่ 10**แสดงความเร็วการหมุนของสกรู และ ความเร็วในการถอยสกรูกลับ

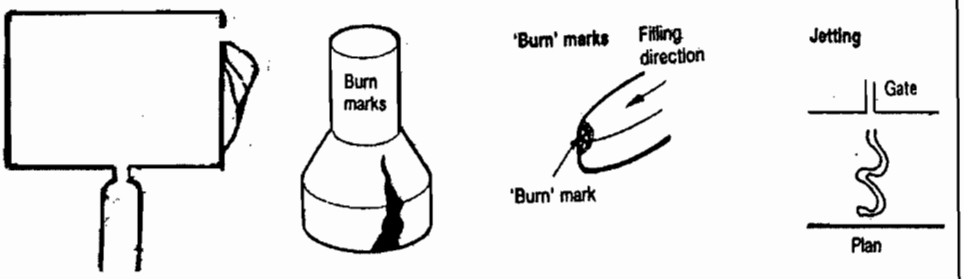
**ความเร็วในการฉีด(Injection Speed)**

การปรับความเร็วในการฉีดไม่ถูกต้องจะเป็นสาเหตุทำให้ ชิ้นงานเสียหาย(ตรงบริเวณผิวบนหน้าชิ้นงาน)

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 12 |

ถ้าปรับความเร็ว(Speed) สูงเกินไป(Too High) จะเกิดสิ่งต่อไปนี้ดังรูปที่ 11

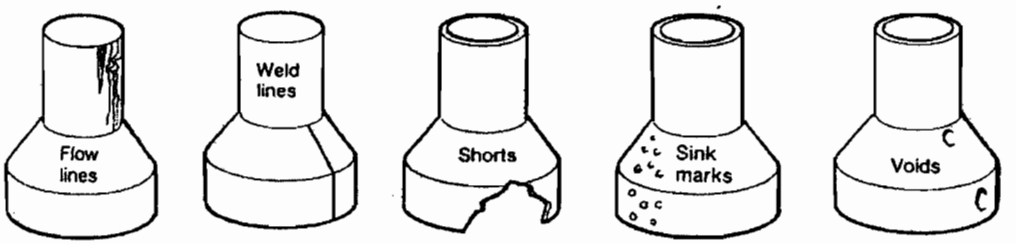
- รอยพ่นฉีด(Jetting ) จะเกิดขึ้นได้ถ้ารูเข้า (gate) เล็กเกินไป
- การเกิดครีบ(Flashing) เกิดจากการแรงเฉือนต่ำทำให้การเติมพลาสติกเร็ว
- รอยไหม้(Burn marks) เกิดจากไม่มีรูระบายอากาศ(poor venting)




รูปที่ 11

ถ้าปรับความเร็ว(Speed)ต่ำเกินไป(Too Low) จะเกิดสิ่งต่อไปนี้ดังรูปที่ 12

- รอยการไหล(Flow mark) เกิดจากเนื้อพลาสติกมีความชื้น
- รอยต่อหรือรอยเชื่อม(Weld Line)เกิดจากเนื้อพลาสติก ไหลมาต่อกันช่วงสุดท้าย ซึ่งบริเวณรอยต่อนี้จะไม่ค่อยแข็งแรง
- เกิด Sink marks ,Voids , Short Shots

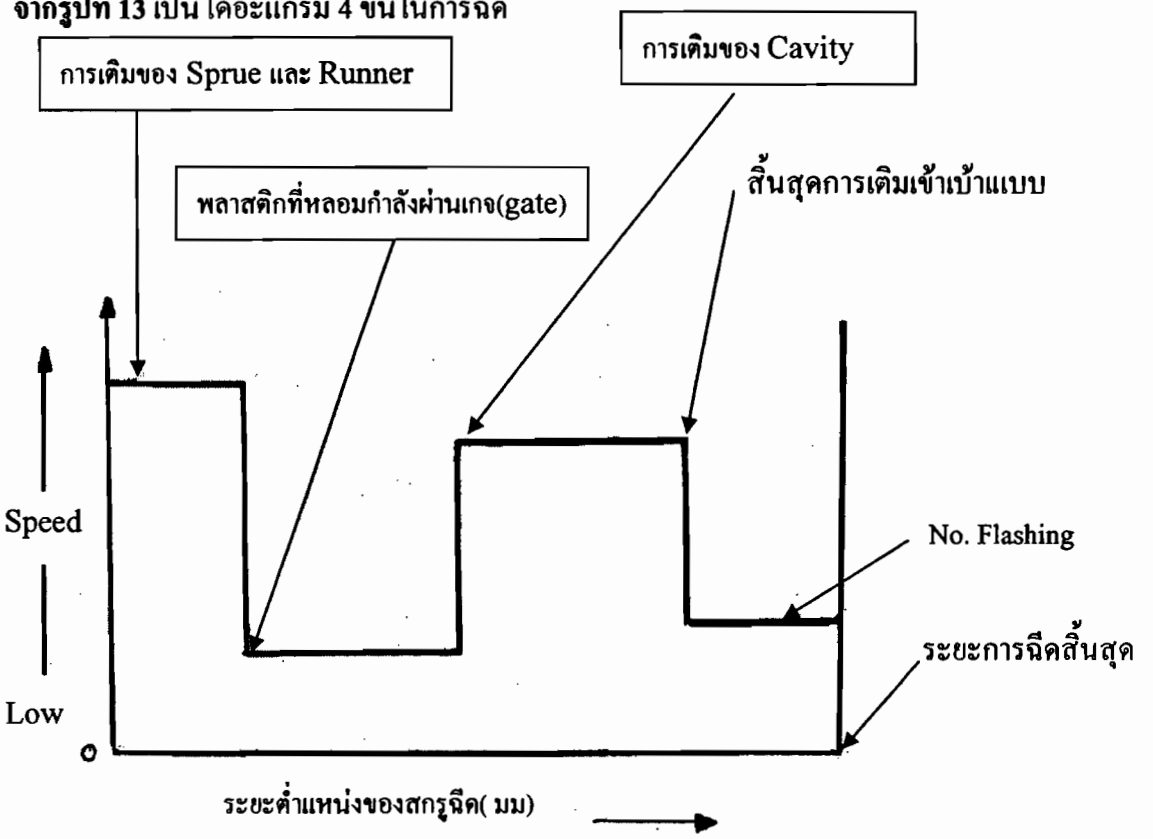



รูปที่ 12

- ผิวหน้าเบ้าแบบ(Cavity)ที่ผลิตไม่ดี(Poor cavity Surface Reproduction จะทำให้ชิ้นงานที่ออกมาไม่ดี
- Fast cooling down of melt front การเย็นตัวของการหลอมด้านหน้าเร็วจะทำให้อุณหภูมิหลอมไม่เป็นเนื้อเดียวกัน
- แต่การแก้ไขสาเหตุข้อบกพร่องบางอย่างเกี่ยวกับปัญหาความเร็วในการฉีดสูงอาจจะแก้ไขได้โดย การลดความเร็วในการฉีดต่ำลงดังตัวอย่างเช่น

การเกิด Jetting → ลดความเร็วในการฉีด → ไม่เกิด Jetting แต่จะเกิด "Flow Line"

**จากรูปที่ 13** เป็นไดอะแกรม 4 ขั้นในการฉีด




**รูปที่ 13** ไดอะแกรม Four Step Injection

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 14 |

การเริ่มความเร็วในงานฉีดครั้งแรกกับเครื่องฉีดพลาสติก จะใช้ความเร็วในการฉีดค่อนข้างสูงทำให้ไม่เกิด (Jetting) และอื่นๆ การที่ใช้ความเร็วในการฉีดค่อนข้างสูงนี้จะทำให้ความหนืดที่หลอมต่ำ (Low viscosity melt) เพราะฉะนั้นจะง่ายต่อการเติมเข้าไปในเบ้าแบบ(Cavity)และในเวลาฉีดต่อรอบก็จะสั้น (Short) ทั้งนี้รวมถึงผิวหน้าเบ้าแบบ(Cavity)ที่ใช้ผลิตจะต้องดีด้วย

**Note:-** สำหรับวัสดุพลาสติกที่มีความไวต่อแรงเฉือน(Shear)จะต้องใช้ความเร็วในการฉีดช้าลง(Slow) ตัวอย่าง PVC

**ความเร็วในการปิดแบบ (Mould Closing Speed)**

ความเร็วการปิดแบบที่ดีที่สุด ก็คือความเร็วในการปิดแบบจะต้องไวเพื่อลดเวลาต่อ 1 รอบ (cycle) แต่ถ้าความเร็วแบบปิดสูงเกินไปก็จะทำให้แม่พิมพ์(Mould) กระแทกแรงมากทำให้ผิวหน้าแม่พิมพ์ (Mould) ที่สัมผัสกันเกิดความเสียหายได้

ปัจจุบันนี้เครื่องฉีดสมัยใหม่จะมีตัวป้องกันรักษาความปลอดภัย (Mould safety)ซึ่งทำให้การแม่พิมพ์สามารถปิดด้วยความดันต่ำได้

การปรับความเร็วในการปิดแบบที่ถูกต้องและปลอดภัยจะต้องปฏิบัติดังนี้

(i) เริ่มต้นความเร็วการปิดแบบจะต้องเร็วไปจนกระทั่ง guide pins ใกล้จะถึง guide bushes

(ii) เมื่อแบบใกล้ปิดมากสุดประมาณ 20มม. จะต้องเคลื่อนช้าๆ จนแบบปิดสนิท

**Note:-** ความเร็วการปิดแม่พิมพ์สุดท้ายจะต้อง เคลื่อนช้าๆเพราะว่าแม่พิมพ์(Mould)จะปลอดภัยเมื่อปิดแม่พิมพ์ด้วยความดันต่ำ (Low pressure ) การปรับความเร็วจะปรับด้วยโดยการลดวาล์วควบคุมแรงดัน

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 15 |

**ความเร็วในการเปิดแม่พิมพ์ (Mould opening Speed)**

ความเร็วในการเปิดแม่พิมพ์ที่ดีที่สุดก็คือความเร็วในการเปิดแม่พิมพ์จะต้องไวเพื่อจะได้ลดเวลาต่อ 1 รอบ(cycle) แต่ถ้าความเร็วการเปิดแม่พิมพ์สูงเกินไป ก็จะทำให้ผิวชิ้นงานเกิดความเสียหายได้ การปรับความเร็วเปิดแม่พิมพ์ที่ถูกต้อง และปลอดภัยจะต้องปฏิบัติได้ดังนี้

(i) เริ่มต้นการเปิดแม่พิมพ์จะต้องช้าๆ โดยแม่พิมพ์จะต้องแยกออกจากแม่พิมพ์ส่วนที่อยู่กับที่จะต้องช้าๆมากสุดประมาณ 20มม.

(ii) ต่อจากนั้นแม่พิมพ์(Mould)จะเคลื่อนที่เร็วตามระยะปรับที่ตั้งเอาไว้

(iii) เมื่อแม่พิมพ์ใกล้จะเปิดออกสุดเหลือประมาณ 25มม. จะต้องเคลื่อนช้าๆ จนเปิดสุดตามระยะที่ตั้งไว้

**หมายเหตุ** ที่ตั้งปรับความเร็วการเปิดแม่พิมพ์ช่วงใกล้จะเปิดสุดนี้จะคล้ายกับการตั้งปรับ Cushion จนกระทั่งในที่สุดจะค่อยๆหยุดทั้งนี้เพื่อป้องกันเครื่องฉีดเสียหาย

**ความเร็วของสกรูหมุนหลอมพลาสติก (Screw Rotation Speed)**

เมื่อสกรูหมุน = การหลอมจะเกิดแรงเฉือน(Shear)จะทำให้

- อุณหภูมิการหลอมสูง
- ความหนืดต่ำลง ทำให้การไหลง่าย

สาเหตุที่อุณหภูมิการหลอมสูงขึ้นเพราะ

- การปรับความเร็วของการหมุนสกรู เร็วเกินไป
- ขนาดของสกรู(ความเร็วของเส้นรอบวงสกรูมีผลทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นดัง**รูปที่ 14**

50 RPM 50 RPM

**รูปที่ 14 a และ b**

**a.** แรงเฉือน(shear)การหลอมจะน้อยอุณหภูมิต่ำ **b.** แรงเฉือน(shear)การหลอมจะมากอุณหภูมิสูง

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 16 |

- ความหนืดของการหลอม(Viscosity of Melt)
- ความดันกลับ(Back pressure)

การปรับความเร็วของสกรูหมุนหลอมพลาสติกที่ดีที่สุด

โดยปกติจะปรับความเร็วของสกรูให้หมุนช้า(ความเร็วรอบต่ำ)ขณะที่ทำการหลอมพลาสติก (Plasticization) ให้สมบูรณ์ การหลอมจะต้องหยุดก่อนการหล่อเย็นสิ้นสุดประมาณ 2-3 วินาที

**ความเร็วการถอยกลับสกรู (Screw Retraction Speed)**

- การปรับความเร็วถอยกลับสกรูนี้จะเคลื่อนที่กลับตามแนวขนานกับกระบอกฉีด (barrel) ในระหว่างที่กำลังถอยกลับนี้พลาสติกกำลังหลอมอยู่(Plasticization)และการถอยกลับของสกรูก็จะหมุนกลับไปด้วย
- สำหรับการปรับความเร็วรอบสกรูเราสามารถที่จะปรับให้ถอยกลับด้วยความเร็วที่ไว ,ช้า,ปานกลางก็ได้ตามที่เราต้องการ
- การปรับความเร็วถอยกลับของสกรูจะควบคุมโดยการปรับวาล์วควบคุมแรงดัน (Pressure Control Valve)ได้แก่วาล์วความดันดันกลับ(Back Pressure Valve)การปรับตัวควบคุมจะเป็นไปได้ดังนี้
  - (i) ถ้าปรับวาล์วความดันดันกลับสูงจะทำให้สกรูถอยหลังกลับช้าดังนั้นเวลา ในการตัดเฉือนจะยาวนาน และอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในการหลอมจะสูงขึ้นด้วย
  - (ii) ถ้าปรับวาล์วความดันดันกลับต่ำจะทำให้ สกรูถอยกลับเร็วดังนั้นเวลาในการตัดเฉือนจะสั้นมากและอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในการหลอมจะเกิดขึ้นเล็กน้อย

**Note:-** ถ้าปรับวาล์วความดันดันกลับต่ำมาก(Too small) ก็จะทำให้สกรูถอยหลังกลับเร็วดังนั้นการหลอมเนื้อพลาสติกก็ไม่พอที่จะฉีดเข้าไปในเบ้าแบบ(Cavity)

การปรับความเร็วที่ดีที่สุดของสกรูถอยกลับรวมทั้งการปรับความดันดันกลับ(Back Pressure)

- การปรับจะเริ่มด้วยการปรับความดันดันกลับ( Back Pressure )ถ้าการหลอมหรือการผสมไม่ดี(ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน)ให้สังเกตุเนื้อพลาสติกที่ไหลออกมาจะบรรจุฟองอากาศออกมาด้วย ดังนั้นเมื่อเป็นเช่นนี้ จะต้องปรับความดันดันกลับ( Back Pressure) ให้สูงขึ้นสำหรับฉีดShot ต่อไปอีกเล็กน้อย

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 17 |

- วิธีการปรับแบบนี้จะกระทำต่อเนื่องไป จนกระทั่งการหลอมพลาสติกที่ไหลออกมาจนเป็นเนื้อเดียวกันอย่างสมบูรณ์ดี โดยการตรวจสอบด้วยสายตาโดยดูฟองอากาศที่ปนออกมากับเนื้อพลาสติกแต่ละShots(ทดลองปฏิบัติการ โดย Purging)

**ความเร็วในการใช้ไฮโดรลิกดันปลดชิ้นงาน(Hydraulic Ejector Speed )**

- การปรับความเร็วในการดันปลดชิ้นงานช้าเกินไป (Too slow) จะทำให้เวลาต่อ 1 รอบ(cycle)ยาวเพิ่มขึ้น
- การปรับความเร็วในการดันปลดชิ้นงาน เร็วเกินไป (Too fast) จะทำให้ชิ้นงานที่ถูกดันออกมาบิดเบี้ยว (Distorts)บางครั้งชิ้นงานจะถูกเจาะเป็นรอยบนชิ้นงานระหว่างดันปลดชิ้นงานออก

การปรับความเร็วของการดันปลดชิ้นงานออกขึ้นอยู่กับ

- วิธีการใช้ตัวดันปลดชิ้นงาน
- ขนาดรูปร่างของชิ้นงาน
- พลาสติกที่ฉีด

ยกตัวอย่างเช่น ชิ้นงานที่ใหญ่ๆและผนังบางมากๆเช่น GPPS เวลาต้องการจะดันปลดชิ้นงานออกจะต้องดันปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ช้าๆกว่าชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก และผนังหนาๆเช่น Nylon

การปรับความเร็วดันปลดชิ้นงานที่ดีที่สุด

- การปรับจะเริ่มปรับด้วยความเร็วปานกลาง(Medium) ถ้าปรับดันปลดชิ้นงานไปแล้วเกิดความเสียหายจะต้องลดความเร็วดันปลดชิ้นงานลงเรื่อยๆ จนกว่าชิ้นงานจะไม่ได้รับความเสียหายจึงจะหยุดปรับ

แต่ถ้าปรับดันปลดชิ้นงานไปแล้วไม่ได้รับความเสียหาย จะต้องเพิ่มความเร็วในการดันปลดชิ้นงานขึ้นไปอีกจนชิ้นงานได้รับความเสียหายต่อจากนั้นจึงจะลดความเร็วในการดันปลดชิ้นงานลงเล็กน้อย

**Note:-** การปรับความเร็วในการดันปลดชิ้นงานจะใช้ระดับปานกลาง แต่ความดันที่ใช้ต้องพอเพียงที่จะดันชิ้นงานออกโดยที่ชิ้นงานไม่ได้รับความเสียหาย

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | **ชื่อเรื่อง** งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | **ชื่อหน่วย** การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 18 |

## การปรับความดันที่ดีที่สุด

(Optimization of Pressure)

ตัวปรับความดัน (Pressure) บางตัวที่ยึดอยู่บนเครื่องฉีด ไม่สามารถปรับได้ในเวลาทำงาน เช่น (Nozzle Seating Pressure, Suck-back และ Sprue break pressure)

ตัวปรับความคุมความดันที่สามารถปรับได้ขณะทำงานเพื่อปรับให้เหมาะสมกับสภาพความแตกต่างของชิ้นงานก็คือ

- ความดันในการฉีด(Injection pressure)
- ความดันอัดรักษาแรงดัน(Hold-on pressure)
- ความดันดันปลดชิ้นงานออกมา(Hydraulic ejector pressure)
- ความดันบีบแบบแม่พิมพ์(Clamping mould pressure) รวมทั้งความดันในการอัดบีบอย่างปลอดภัย(Including mould safety)
- ความดันดันกลับ (Back pressure)

**ความดันในการฉีด (Injection pressure)**

สามารถปรับความดันได้ตามต้องการเช่น 20,000 PSI

1,400 kg/cm2

1,380 bar

138 MN/m2

การปรับความดันในการดันฉีดชิ้นงานจะต้องมี

แหล่งจ่ายความดันจะต้องมีเพียงพอต่อความต้องการ เพื่อรักษาความเร็วที่ดันฉีดชิ้นงานก่อนที่จะปรับความดันตัวอื่นๆ

Note:- ให้สังเกตุความดันจากเกจ (gate) ที่ฉีดเสร็จแล้ว ถ้าความดันฉีดน้อยจะแสดงให้เห็นระหว่างการเติมเข้าแบบ

ความดันจะสูงที่สุดเมื่อแม่พิมพ์ถูกฉีดเข้าเต็มสมบูรณ์ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับความต้านทานการไหลแต่ก่อนที่ความดันจะขึ้นสูงสุด(High pressure) ความดันจะสูงอยู่ที่การอัดรักษาความดัน(Holding pressure)

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | **ชื่อเรื่อง** งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | **ชื่อหน่วย** การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 19 |

การปรับความดันที่ดีที่สุด(Optimum Injection Pressure)

การปรับความดันที่ฉีดจะต้องพอประมาณ โดยจะต้องรักษาความเร็วในการดันฉีดให้เพียงพอ

ตัวอย่างเช่น

ชิ้นงานบาง
+
การไหลยาก
+
ความยาวในการไหลยาว
— ความดันในการฉีดสูง

ชิ้นงานหนา
+
ความหนืดต่ำ
+
ความยาวในการไหลสั้น
— ความดันในการฉีดต่ำ

**note:-** การปรับความเร็วและความดันจะต้องมีความสัมพันธ์กันเช่นเมื่อปรับความเร็วในการดันชิ้นงานสูง ดังนั้นจะต้องปรับความดันฉีดชิ้นงานสูงขึ้นไปด้วย

การตรวจสอบการปรับความดันฉีดชิ้นงาน( High pressure)

ให้เคลื่อนปรับสวิทช์ปรับระยะ ของการอัดรักษาความดัน( Hold-On Pressure) ต่อการทำงาน 1 รอบ โดยการสังเกตุที่เกจความดัน เมื่อเติมแม่พิมพ์เต็มสมบูรณ์แล้ว ความดันนี้ก็คือความดันชิ้นงาน

การปรับอัดรักษาความดัน(Hold on Pressure)

- การปรับจะปรับหลังจากการปรับความเร็วในการฉีด( Injection speed)
- การปรับอัดรักษาความดัน( hold on pressure ) ไม่ถูกต้องหรือผิดพลาดจะเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ชิ้นงานฉีดออกมามีความผิดพลาดได้

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 20 |

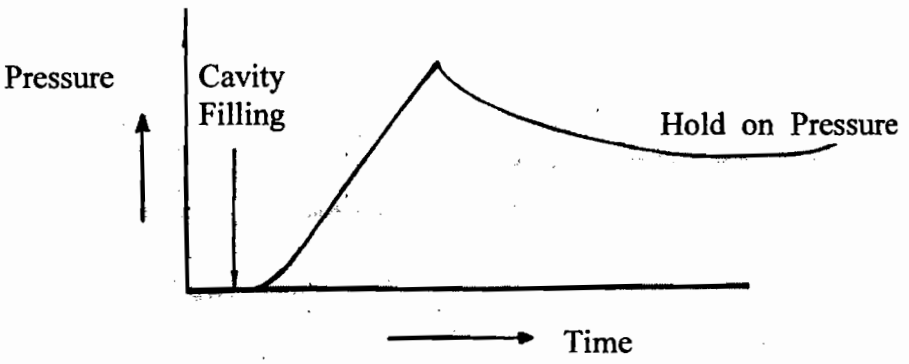
จุดประสงค์การปรับอัดรักษาความดัน( Hold on pressure) ก็เพื่อ
เตรียมอัดความดันพลาสติกที่ฉีดหลอมเข้าไปในเบ้าแบบเพื่อชดเชยสำหรับวัสดุพลาสติกที่หดตัว ขณะที่แม่พิมพ์(Mould)มีการหล่อเย็น

การปรับ อัดรักษาความดัน(Hold on pressure) จะต้องปรับให้ต่ำกว่าความดันในการฉีด( Injection pressure) เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด Over packing และ Over stressing ของชิ้นงาน(Moulding) **ดังรูปที่15**

สวิทซ์ที่กระตุ้นจาก ความดันในการฉีด( Injection pressure) ถึง อัดรักษาความดัน(Hold on pressure) มีความสำคัญดังนี้

(i) ถ้า Switch – over point เร็วเกินไป (too soon) จะเกิด

- Low pressure come on before the cavity is full
- Flow marks และ poor welds
- Undersized dimensions




**รูปที่ 15** การปรับ Hold on Pressure

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 21 |

(ii) ถ้าสวิทซ์ Over point ช้าเกินไป(too late)จะเกิด

- High injection pressure applied too long
- Over packed cavity

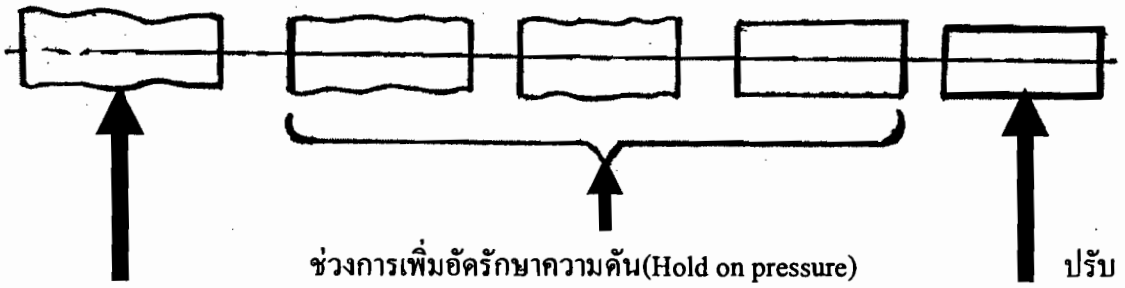
เพราะฉะนั้น Over stressed moulding possible flashing Oversized dimension

วิธีการควบคุม Switch over point โดยปรับที่

- limit switch
- timer
- cavity Pressure control → Pressure behind on ejector pin
  → Oil pressure
  → Direct melt pressure

การปรับอัดรักษาความดันที่ดีที่สุด(Optimum hold on pressure)

ถ้าปรับอัดรักษาความดัน( hold on pressure) ต่ำเกิน(too Low)จะทำให้เกิด Sink Marks และ Irregular (ลักษณะผิวชิ้นงานจะไม่เรียบเป็นลอน)ดังรูปที่ 16




**รูปที่ 16**

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 22 |

การปรับอัดรักษาความดัน( hold on pressure) ที่ดีจะต้องกระทำดังนี้

ปรับหาเวลาที่ดีของอัดรักษาความดัน( hold-on pressure) ก่อน ต่อจากนั้นค่อยเพิ่มเวลา( Hold on pressure)กระทำไปเรื่อยๆจนแน่ใจว่าไม่เกิด Sink mark และ Irregular surface โดยการปรับจะเริ่มตั้งแต่อัดรักษาความดัน(hold-on pressure)ที่ตัวเลขต่ำๆขึ้นไปเรื่อยๆ

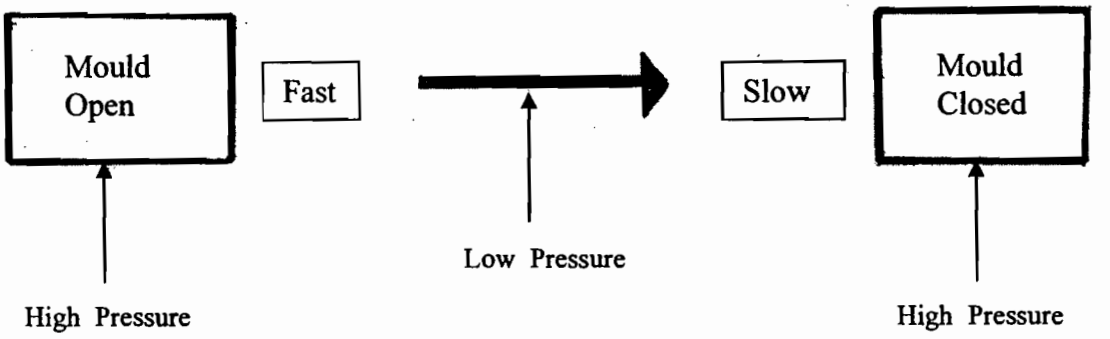
การตรวจสอบการปรับ Low hold-on pressure ได้โดยการสังเกตุจากผิวชิ้นงานที่ออกมาว่าเป็นลอน Irregular และ Sink mark หรือเปล่าโดยดูจากสายตา ถ้าเป็นจะต้องเพิ่มอัดรักษาความดัน( Hold-on pressure) ทีละน้อยโดยกระทำซ้ำกันทีละรอบอย่างต่อเนื่องเรื่อยๆจนกว่าจะได้ชิ้นงานที่ดีออกมา

**ความดันในการอัดบีบแม่พิมพ์ (Clamping Pressure)**

การปรับความดัน(pressure) ในการอัดบีบแม่พิมพ์จะสูงมากเพื่อรักษาความดันปิดแบบระหว่างที่มีการฉีดหลอมพลาสติก เข้าไปยังแม่พิมพ์(Mould)จะเป็นดังนี้

ถ้าปรับความดันอัดบีบแม่พิมพ์ต่ำมากเกินไปจะทำให้เกิดครีบ(Flashing)แต่การปรับจะต้องหลีกเลี่ยงความเสียหายของแม่พิมพ์(Mould) และเครื่องฉีดเมื่อการปิดและล็อคแม่พิมพ์(ที่ความดันสูง)

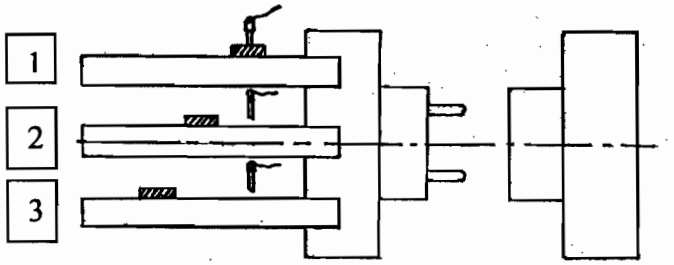
ลำดับขั้นตอนการปิดแบบ(Mould closing Sequence)




**รูปที่ 17**

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | **ชื่อเรื่อง** งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | **ชื่อหน่วย** การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 23 |

การปรับปิดแม่พิมพ์ที่ดีที่สุด(Optimum Setting)**จากรูปที่ 18**




**รูปที 18**

1. การปรับปิดแม่พิมพ์เริ่มแรกจะปรับให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง โดยมีเวลาต่อรอบระยะสั้นๆ
2. เมื่อ Guide pin เริ่มที่จะถึง Guide bushes ต้องปรับให้ความดันต่ำลง(Low pressure) ความดันจะลดลงจนกระทั้งแม่พิมพ์ปิดและความเร็วก็จะลดลงเช่นกัน
3. เมื่อผิวหน้าแม่พิมพ์(Mould)สัมผัสกันเต็มที่จะควบคุมด้วยตัวปรับที่ละเอียดบนเครื่องฉีดที่มีการบีบอัดด้วยความดันสูง(high pressure)

ความดันและแรงที่ใช้ในการยึดแม่พิมพ์(Clamping Pressure)ที่ดีที่สุดจะต้องบวกเพิ่มอีกเล็กน้อยเพื่อป้องกันการเกิดครีบ

**Note:-** การใช้แรงบีบแม่พิมพ์ที่มีค่าความดันสูงตลอดเวลา กับแม่พิมพ์ทุกๆแม่พิมพ์จะทำให้อายุการใช้งานของเครื่องฉีดสั้นลง เนื่องจากอายุของเครื่องฉีดจะอยู่ภายใต้ความเค้นตลอดเวลา

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 24 |

ความดันปลดชิ้นงานออก (Hydraulic Ejector Pressure)

โดยทั่วไปความดันปลดชิ้นงานออก(Hydraulic Ejector Pressure) จะยึดติดอยู่บนเครื่องฉีดพลาสติก แต่ไม่สามารถปรับได้ แต่ความเร็วในการปลดชิ้นงานสามารถปรับได้

ความดันและแรงในการปลดชิ้นงาน จะเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับแรงจับยึดแม่พิมพ์(Clamping forces) ตัวอย่างเช่น

เครื่องฉีดพลาสติก Boy 50 T2

แรงจับยึด(Clamping forces) = 500 KN (50 tones)

แรงปลดชิ้นงาน ( Hydraulic Ejector force)

- การผลัก (Pushing) =18.1 KN(1.18 tones )
- การดึง (Pulling) = 12.0 KN (12.0 tones)

**ความดันดันกลับ(Back Pressure)**

ความดันดันกลับ(Back Pressure) จะเริ่มการปรับความดันดันกลับขณะที่สกรูหมุนถอยหลังกลับซึ่งเป็นช่วงหลอมพลาสติก(Plasticization)

การปรับเพิ่มความดันกลับ (Back Pressure) มากขึ้นเรื่อยๆจะทำให้เวลาของสกรูถอยกลับ (Screw back) เพิ่มขึ้นด้วยและจะมีผลต่อ

a) อุณหภูมิการหลอม(Melt temp).จะเพิ่มขึ้น (Increase)
b) เวลาสกรูถอยกลับ(Screw back time) จะยาวนาน (Long)
c) Drooling จะเกิดปริมาณมาก ( a lot)
d) การผสมของการหลอม (Mixing of the melt)จะดี

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่2 |
| | **ชื่อเรื่อง** งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | **ชื่อหน่วย** การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 25 |

## การปรับ สวิทซ์ปรับระยะ(Limit Switches) ที่ดีที่สุด

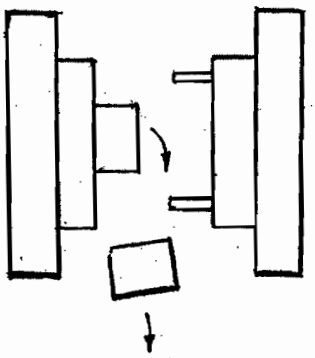
สวิทซ์ปรับระยะ(Limit Switches) มีความสำคัญมากบนเครื่องฉีด การปรับ Limit Switches จะต้องปรับให้ถูกต้องเพื่อให้เครื่องฉีดพลาสติกเดินทำงานราบเรียบ โดยการปรับสิ่งต่อไปนี้

- สวิทซ์ปรับระยะการเปิดแม่พิมพ์(Mould opening L.S)
- สวิทซ์ปรับระยะการปิดแม่พิมพ์และปิดอย่างปลอดภัย(Mould closing and Mould safety L.S)
- สวิทซ์ปรับระยะปริมาณพลาสติกที่ฉีด(Shot Volume L.S)
- สวิทซ์ปรับระยะสกรูถอยหลังกลับ(Decompression L.S)
- สวิทซ์ปรับระยะดันปลดปลดชิ้นงาน(Hydraulic ejector stroke L.S)

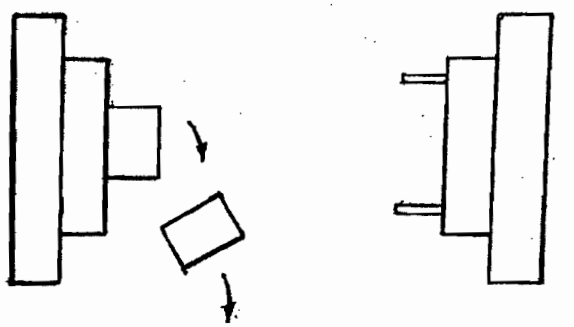
**การปรับช่วงระยะการเปิดแม่พิมพ์(Mould Opening Stroke LS)**

การเปิดแม่พิมพ์(Mould) จะต้องเปิดให้พอดีเพื่อให้ชิ้นงานที่ถูกดันออกมาตกลงไปในถังได้อย่างอิสระปราศจากสิ่งกีดขวางหรือสามารถให้มือเข้าไปหยิบชิ้นงานออกมาอย่างสะดวก

การเปิดแม่พิมพ์(Mould) กว้างมากๆไม่มีประโยชน์เพราะว่าจะทำให้เสียเวลาและเพิ่มเวลาต่อรอบ(Cycle)ด้วย**ดังรูปที่ 20**



**รูปที่ 19** ระยะเปิดแม่พิมพ์พอดี(Good)



**รูปที่ 20** ระยะเปิดแม่พิมพ์กว้างเกินไป (Poor)

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | **ชื่อเรื่อง** งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | **ชื่อหน่วย** การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 26 |

**การปรับ สวิทซ์ปรับระยะ ปิดแบบแม่พิมพ์(Mould Closing LS.)**

การปรับสวิทซ์ปรับระยะ ปิดแม่พิมพ์จะต้องปรับ 2 ตัวมีดังนี้

a) สวิทซ์ปรับระยะ(Limit Switches) ตัวแรกจะทำให้แม่พิมพ์(Mould) ปลอดภัยด้วยความดันปิดแม่พิมพ์ต่ำ(Low pressure)

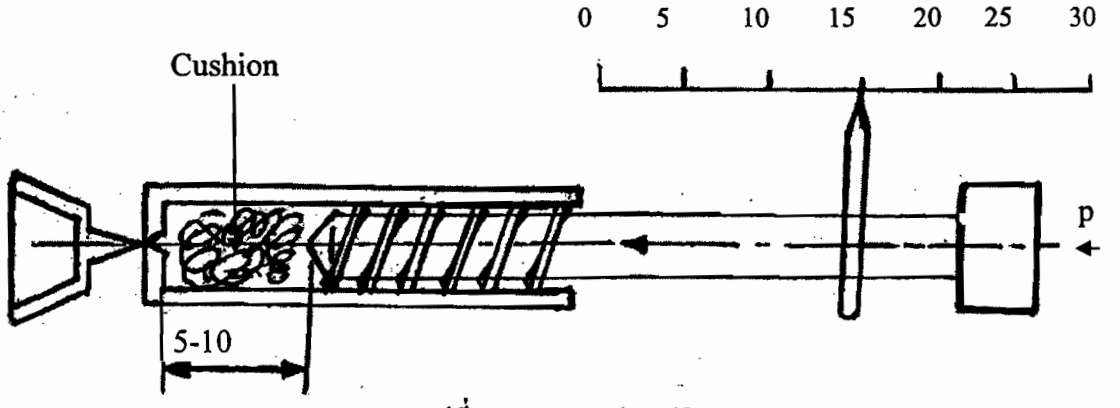
b) สวิทซ์ปรับระยะ(Limit Switches) ตัวที่2จะปรับด้วยความดันสูง เพื่อให้ปิดแม่พิมพ์อัดบีบเต็มที่

**การปรับ สวิทซ์ปรับระยะ( Limit Switches) ของปริมาณพลาสติกฉีด( Shot Volume L.S )**

การปรับ สวิทซ์ปรับระยะ( Limit Switches) ของปริมาณพลาสติกฉีด( Shot Volume) ก็เพื่อสำหรับจัดเตรียมการหลอมพลาสติกให้เพียงพอที่จะเติมเข้าไปในเบ้าแบบ(Cavity)โดยรวมด้วยเกจ(gate)+ทางวิ่ง(Runner) + แกนฉีด(Sprue)และ(cushion)ที่หลอมอยู่ข้างหน้าของสกรูมีไว้เพื่ออัดรักษาความดัน (Hold –on pressure)

การปรับ สวิทซ์ปรับระยะของปริมาณพลาสติกฉีด(Shot Volume Limit Switch) โดยการสังเกตการณ์เคลื่อนที่ของสกรู ที่ฉีดพลาสติกหลอมเข้าไปในเบ้า แบบ(Cavity)ที่เต็มแล้ว จะต้องมีพลาสติกเหลือค้างไว้หน้าสกรูประมาณ 5-10 มม.เรียกว่า Cushion มีไว้เพื่อป้องกันปลายของสกรูกระแทกกับรูของกระบอกฉีด( barrel) และเพื่อให้การอัดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์เคลื่อนที่ด้วยอัตราอย่างช้าๆ(อัดรักษาความดัน)**ดังรูปที่ 21** จนในที่สุดสกรูก็หยุดการเคลื่อนที่ผลที่ได้คือ

- พลาสติกถูกเข้าเบ้าแบบ(Cavity) เต็มที่
- เกจ(Gate) จะแข็งตัว




**รูปที่ 21** การปรับปริมาณ Cushion

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 27 |

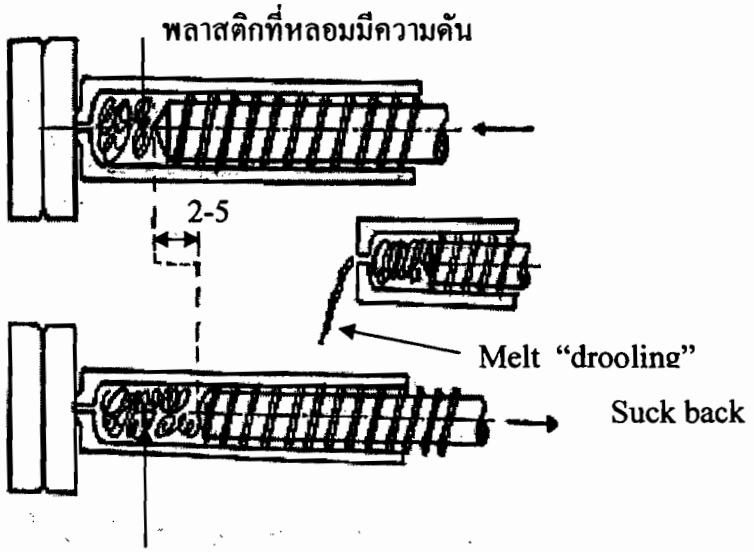
**Note:-**

(i) ถ้าปรับแล้วปลายของสกรูยังกระแทกกับสกรูของกระบอกฉีด( barrel) จะต้องเพิ่มการปรับสวิทซ์ปรับระยะของปริมาณพลาสติกฉีด(Shot Volume L.S) ขึ้นไปอีก

(ii) ถ้าปรับแล้ว Cushion เกิน10 มม. จะต้องลดการปรับสวิทซ์ปรับระยะของปริมาณพลาสติกฉีด( Shot Volume L.S)ลงมา

การปรับความยาวของCushionจะไม่มีระยะที่แน่นอนขึ้นอยู่กับชนิดของโพลิเมอร์(Polymer)ที่นำมาฉีด

**การปรับสวิทซ์ปรับระยะ ของสกรูถอยหลังกลับ( Suck-Back) ดังรูปที่ 22**



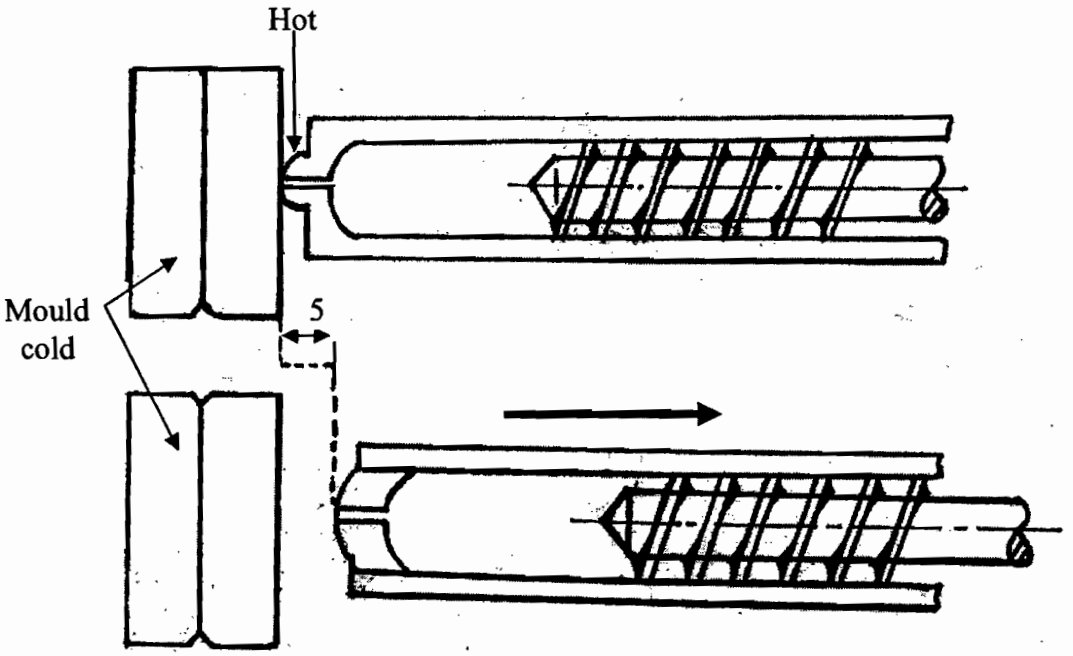

**รูปที่ 22**

จุดประสงค์ของ การปรับสวิทซ์ปรับระยะ ของสกรูถอยหลังกลับ(Decompross Or Suck back) เพื่อไม่ให้เกิด drooling หลังจากถอยชุดฉีด(Sprue break )ออกจากปลอกรูฉีด( Sprue bush)

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 28 |

การปรับ สกรูถอยหลังกลับ(Suck back) สกรูจะเคลื่อนที่ถอยกลับตามแกนประมาณ 2-5มม.แต่ถ้าปรับยังเกิด drooling ขึ้นอีกก็จะต้องปรับเพิ่มสกรูถอยหลังกลับ( suck back) อีกโดยการปรับเคลื่อน Limit Switches ไปทางขวามือจนกระทั่งไม่เกิด drooling

**การปรับ สวิทช์ปรับระยะ ของชุดฉีดถอยหลังกลับ(Sprue break) ดังรูปที่ 23**




**รูปที่ 23**

จุดประสงค์ การปรับก็เพื่อที่จะให้หัวฉีดแยกออกจากแม่พิมพ์ที่หล่อเย็นแม่พิมพ์(Mould) อยู่จะทำให้การหลอมข้างในหัวฉีด(Nozzle)แข็งตัวได้เมื่อไม่แยกหัวฉีกออกจากแม่พิมพ์

**Note:** พลาสติกบางชนิดไม่จำเป็นต้องปรับสวิทช์ปรับระยะ ของชุดฉีดถอยหลังกลับ( Sprue break )ก็ได้เช่น LDPE การปรับสวิทช์ปรับระยะ ของชุดฉีดถอยหลังกลับ( Sprue break ) จะต้องให้หัวฉีด (Nozzle)แยกออกจากแม่พิมพ์(Mould)ประมาณ 5 มม.ดังรูปที่ 23

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 6 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 2 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 29 |

## การปรับช่วงระยะการดันปลดชิ้นงาน

(Ejection Stroke)

ตัวกระทำที่ใช้ดันปลดชิ้นงานมีดังนี้

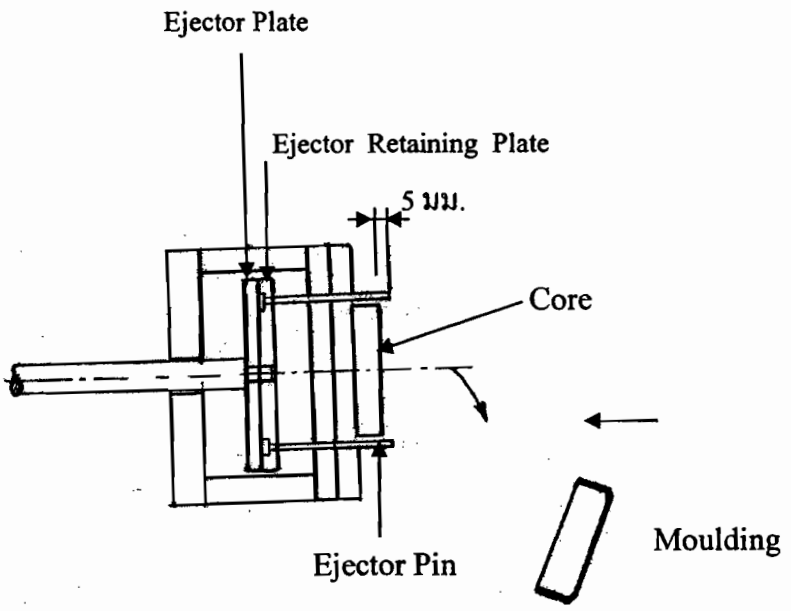
(a) Hydraulically ได้แก่ ลูกสูบ,กระบอกสูบ, และระยะลูกสูบควบคุมโดยการปรับ Limit Switches

(b) Mechanically ได้แก่แท่งเหล็กกลม(bar)ที่แข็งแรงยึดอยู่บนแท่นเครื่องฉีด

- การควบคุมระยะจำนวนการดันปลดชิ้นงานโดยการปรับของสวิทซ์ปรับระยะ (Limit Switches) ขณะที่แม่พิมพ์เปิด(Mould Open)

ระยะของตัวดันปลดชิ้นงาน(Amount of ejection)

สำหรับการปรับระยะตัวดันปลดชิ้นงาน(ejector) จะทำงานแต่ระรอบโดยอัตโนมัติ ดังเช่น จะดันบนผิวชิ้นงานเป็นส่วนเล็กๆดังตัวอย่างเช่นสลักดันปลด( ejector pin) จะต้องยาวยื่นออกมาเท่ากับแกนตัวผู้(Core)+ 5 มม.**ดังรูปที่ 24**




**รูปที่ 24**

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 1 |

**สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องบนชิ้นงานฉีดมาจาก 4 M**

1.แม่พิมพ์ฉีด (Mould)

2.เครื่องจักร (Machine)

3.วัตถุดิบ (Material)

4.สภาวะเงื่อนไขการปรับชิ้นงาน(Moulding Condition)

**สาเหตุที่ทำให้ชิ้นงานฉีดเกิดข้อบกพร่อง(Moulding Faults)มีดังนี้**

1.แม่พิมพ์ฉีด (Mould)

1.1. ส่วนที่สวมกัน(worn parts )เช่นสลักดันปลด( Ejector pin )ฯลฯ

1.2.เกจ ,ช่องระบายอากาศเล็กเกินไป( Gates/Vents Too small)

1.3.ความเสียหายที่เกิดจาก ผิวหน้าแม่พิมพ์มีสิ่งที่กระทำกันเป็นก้อนหรือผิวหน้าแม่พิมพ์เป็นรอยด้าน( Damage, e.g mating surfaces)

2.เครื่องจักร (Machine)

2.1.ส่วนต่างๆที่สวมกัน เช่น toggleตรง แบริ่งอาจจะหลวม( worn part e.g toggles)

2.2.การใช้ขนาดของเครื่อง ฉีดผิด(Using Wrong size machine)

3.วัตถุดิบ (Material)

3.1 ใช้เกรดวัตถุดิบผิด( Wrong grade )

3.2วัตถุดิบไม่สะอาดมีสิ่งสกปรก(Contamination)

3.3วัตถุดิบมีความชื้น( Not dried)

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 2 |

4. สภาวะเงื่อนไขการปรับชิ้นงาน(moulding Condition) การปรับเครื่องจักรไม่ถูกต้อง ( Wrong machine setting)ดังนี้

4.1 ความเร็ว (Speeds)

4.2 ความดัน (Pressure)

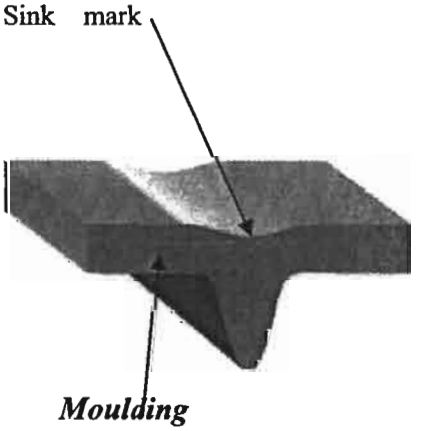
4. 3 เวลา(Time)

4.4 อุณหภูมิ (Temperature)

4.5 สภาวะเงื่อนไขการปรับชิ้นงาน ( Limit Switches)

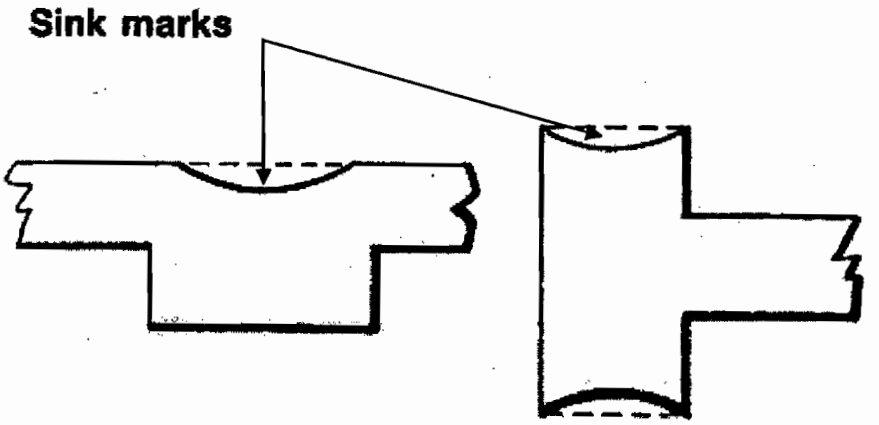
## การเกิดรอยบุ๋มหรือยุบตัว( Sink Mark)และโพรงอากาศ(Voids)

การเกิด Sink Mark จะเกิดเป็นหลุมหรือบ่อ บนผิวหน้าของชิ้นงาน(Moulding)**ดังรูปที่ 1และ 2**



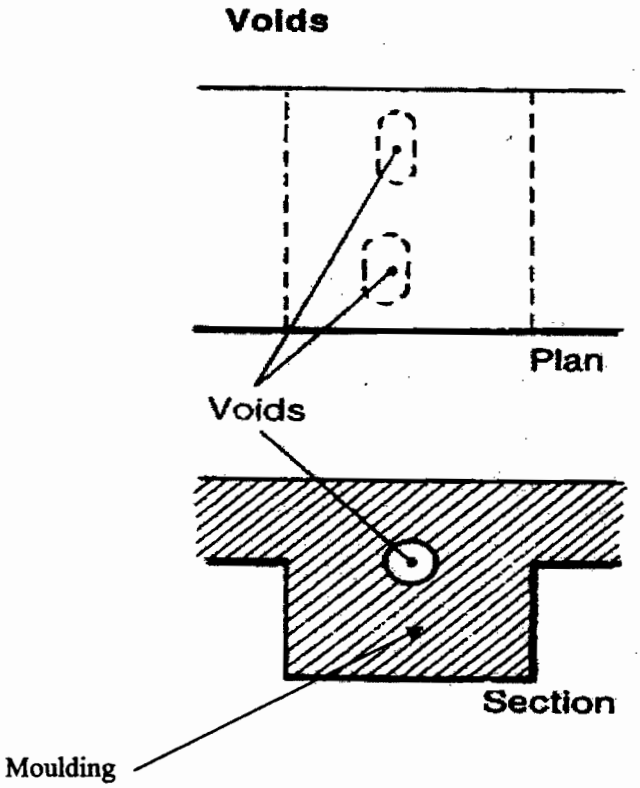

**รูปที่ 1**

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 3 |




**รูปที่ 2**

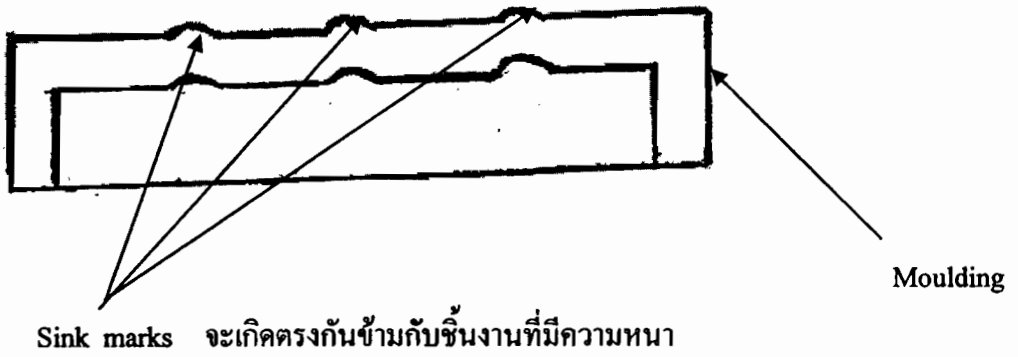
การเกิด Voids จะเป็นโพรงหรือฟองอากาศอยู่ในชิ้นงาน (Moulding)**ดังรูปที่ 3** วัสดุPP




**รูปที่ 3**

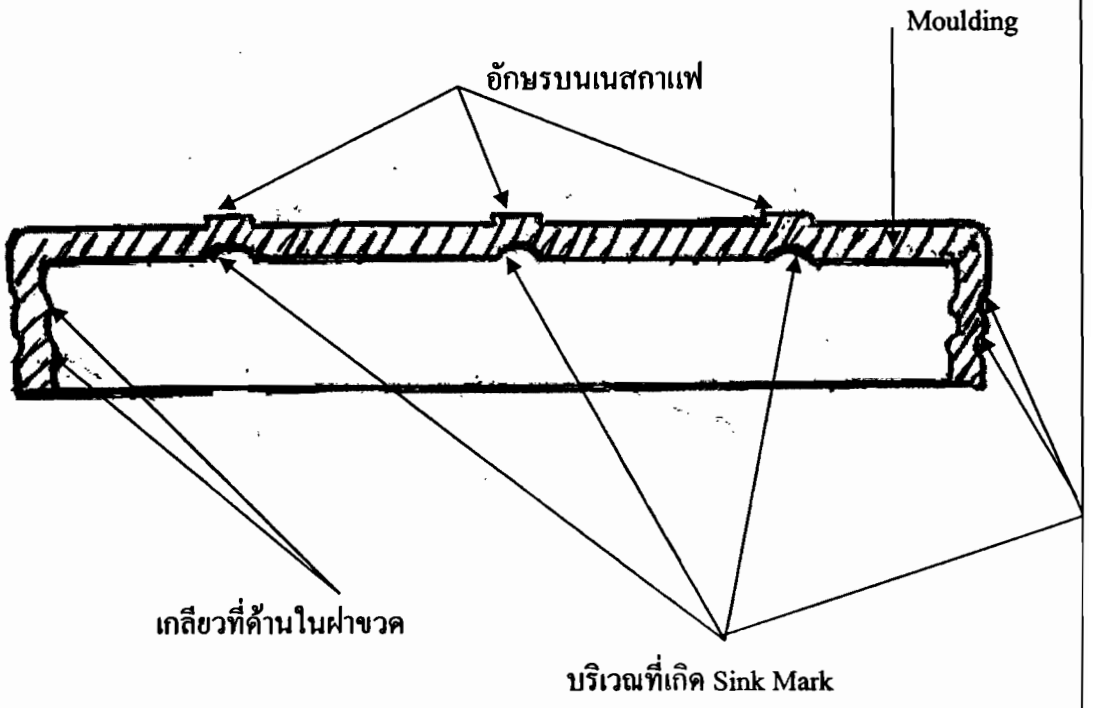
| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | **ชื่อเรื่อง** งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | **ชื่อหน่วย** ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 4 |

**ข้อบกพร่องอื่นๆที่อาจจะเกิดขึ้นได้อีกจากการเกิดรอยบุ๋มหรือการยุบตัว( Sink mark Moulding) ผนังชิ้นงานที่มีความหนาแตกต่างกัน ดังรูปที่ 4**




**รูปที่ 4**

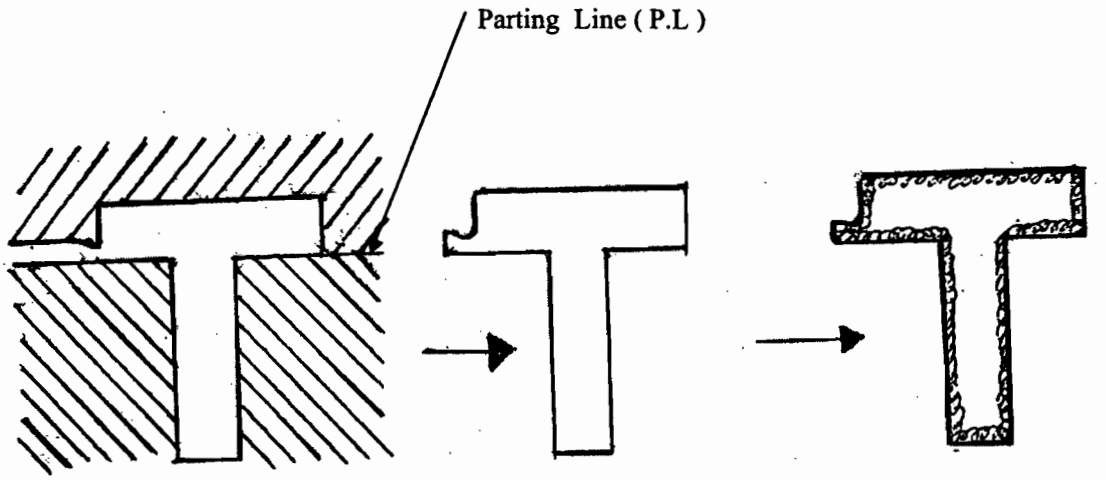
**ตัวอย่าง ฝาเนสกาแฟ ดังรูปที่ 5**




**รูปที่ 5**

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 5 |

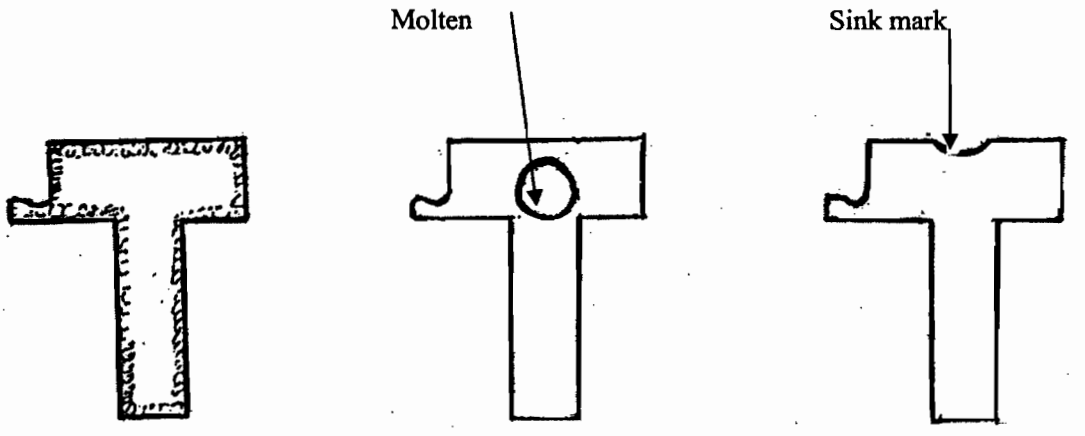
**ลักษณะการเย็นตัวของวัสดุพลาสติก ดังรูปที่ 6**




a.) Mould Cavity b) Cavity Filled c) Solidified Plastic

**รูปที่ 6**

**ขั้นตอนการแข็งตัวของวัสดุของพลาสติกในเบ้าแบบ (Cavity) ที่ทำให้เกิด Sink mark ดังรูปที่ 7**




a) เกจเริ่มแข็งตัวก่อน และรอบๆผิว

b) บริเวณตรงกลางชิ้นงานจะเหลว และแข็งตัวทีหลัง

c) การแข็งตัวที่สมบูรณ์จะ เกิด Sink Mark

**รูปที่ 7**

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 6 |

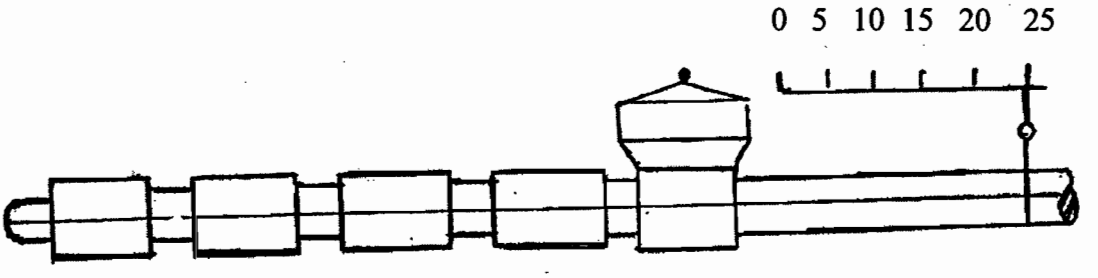
ลักษณะรูป การเกิด Sink Mark จะเกิดกับพลาสติกอ่อน(Soft -plastic) ได้แก่ PE, ABS

สำหรับลักษณะรูปร่างการเกิด Voids ที่เป็นโพรงหรือฟองอากาศในชิ้นงานจะเกิดกับวัสดุพลาสติกที่มีความเหนียวมาก(Stiff)เช่น PP และวัสดุพลาสติกผิวแข็งได้แก่ GPPS, PMMA

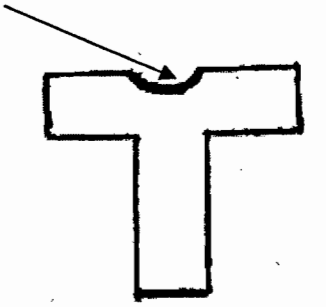
การแก้ไข (Remedy) เพื่อไม่ให้เกิด Sink Mark และ Voids กระทำดังต่อไปนี้

1. เพิ่มเวลาอัดรักษาความดัน (Dwell Time)
2. เพิ่มแรงอัดรักษาความดัน (Dwell Pressure)
3. เพิ่มขนาดเกจให้โต
4. ต้องมีช่องระบายอากาศให้เพียงพอ
5. ลดแรงดันการอัดแบบ(Locking force)
6. ปรับแรงดันสำหรับอัดรักษาความดัน (Dwell Pressure)ให้ต่ำลง **ดังรูปที่ 8 a , b**

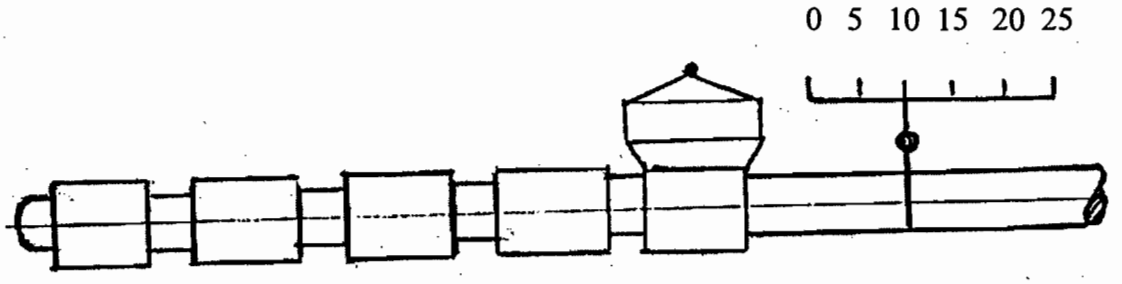
**Note:** วัสดุพลาสติกที่อ่อนมักจะเกิดรอยบุ๋มหรือการยุบตัว( Sink Mark)วัสดุพลาสติกที่แข็งและเหนียวมากๆมักจะเกิดโพรงหรือฟองอากาศ( Voids)




รูปที่ 8 a. การปรับอัดรักษาแรงดันมากเกินไปจะเกิด Sink Mark



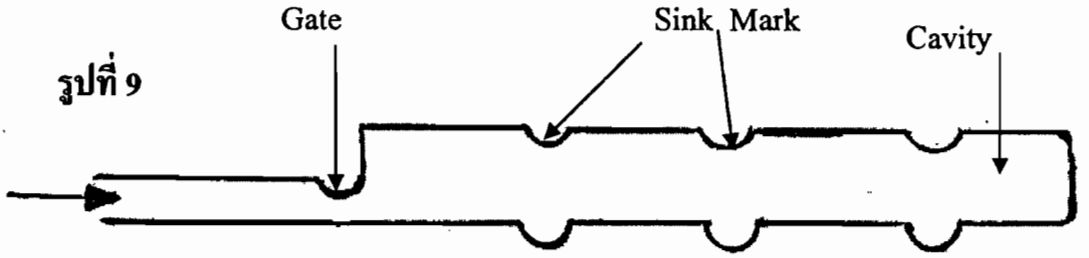
| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 7 |




รูปที่ 8 b. การปรับอัตรักษาความดันต่ำลงมาจะทำให้ไม่เกิด Sink Mark

7. เพิ่มความเร็วในการฉีด (Increase injection speed)**ดังรูปที่ 9**

**รูปที่ 9**




**จากรูปที่ 9** เป็นลักษณะเบ้าแบบ (Cavity) ยาวมากถ้าความเร็วในการฉีดเข้าช้าจะทำให้แข็งตัวเร็วมากจะทำให้เกิดรอยบุ๋มหรือการยุบตัว( Sink Mark)

**หมายเหตุ** ถ้าการเติมพลาสติกช้า จะทำให้การหลอมเย็นตัวลงระหว่างการเติมเข้าในเบ้าแบบ (Cavity) ขณะเดียวกันเกจ (gate)จะแข็งตัวไวก่อนที่อัดบรรจุเนื้อพลาสติกให้เข้าในเบ้าแบบ(Cavity) จนเต็มที่ ดังนั้นจะทำให้เกิดรอยบุ๋มหรือการยุบตัว (Sink mark)

ถ้าการเติมพลาสติกเร็วเกินไป จะทำให้เกิดการไหม้ที่ชิ้นงาน และเกิดแรงเฉือน( Shear )ที่ทางเข้าเกจ (gate)

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 8 |

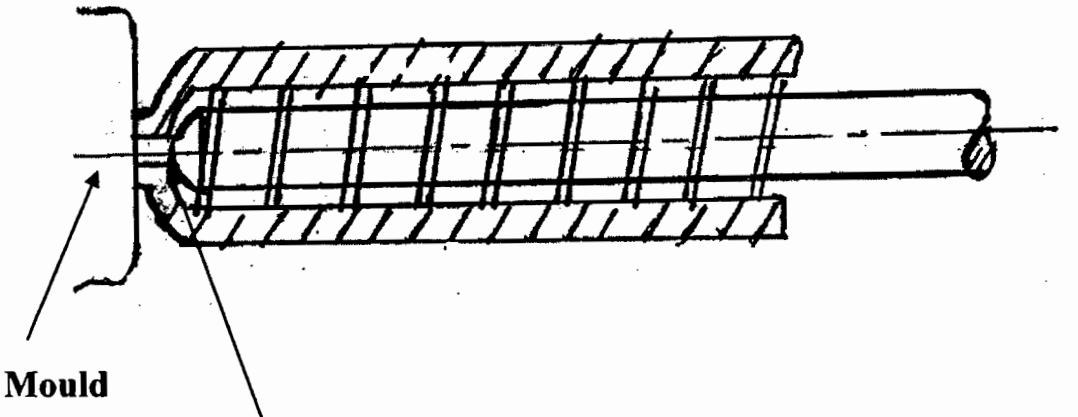
8. เพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์ (Increase Mould Temperature)

ตัวอย่าง สมมุติถ้า

- อุณหภูมิของแม่พิมพ์ 40 องศา จะเกิดรอยบุ๋มหรือการยุบตัว( Sink Mark)ดังนั้น จะต้องเพิ่มอุณหภูมิของแม่พิมพ์เป็น 55 องศา จึงจะไม่เกิด Sink Mark

หมายเหตุ ถ้าอุณหภูมิแบบสูงกว่าการแข็งตัวของเกจ (gate) จะแข็งช้าลง เพราะฉะนั้นพลาสติกตรงเกจ (gate) ที่เข้าในเบ้าแบบ (Cavity) ก็จะร้อนนานกว่าจึงทำให้เกิด Sink Mark น้อยกว่า

9. การเพิ่มปริมาตรการฉีด ( Increase the Shot Volume) ถ้า Shot Volume น้อยกว่าจะเกิด " Screw Bottom " **ดังรูปที่ 10** และการบรรจุพลาสติกลงในเบ้าแบบ (Cavity) ก็ไม่สามารถที่จะบรรจุลงในเบ้าแบบได้ตามต้องการ

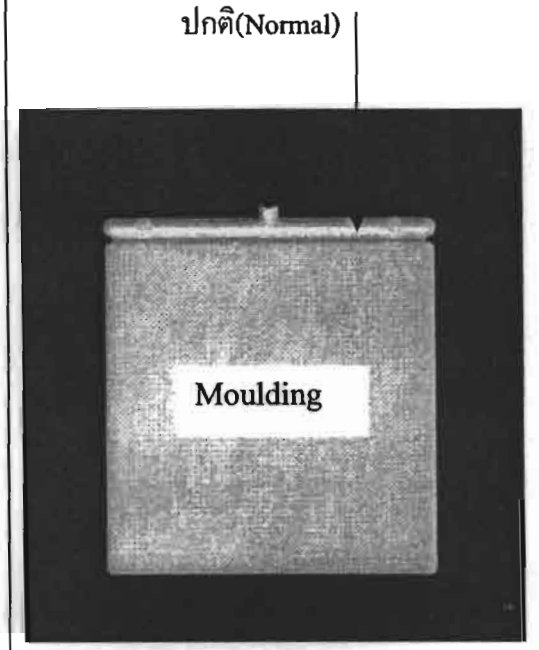


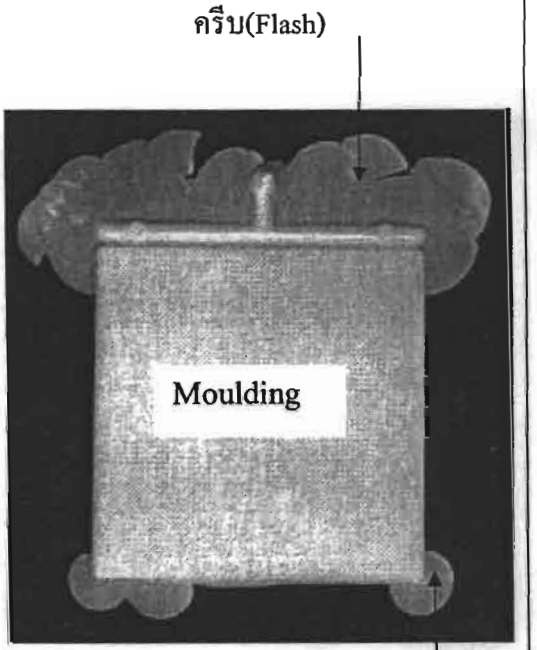

**รูปที่ 10**

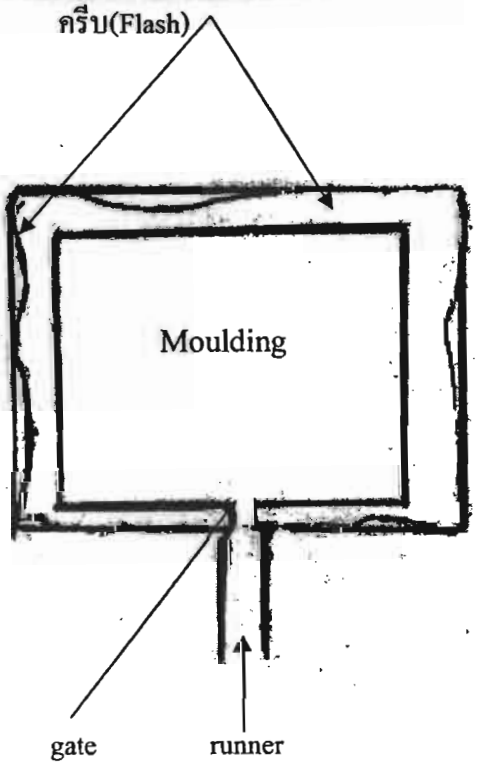
10. ตรวจสอบทุกครั้งจะต้องมี Cushion ก่อนฉีด ถ้าไม่มี Cushion จะเกิด Screw bottomed)

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 9 |

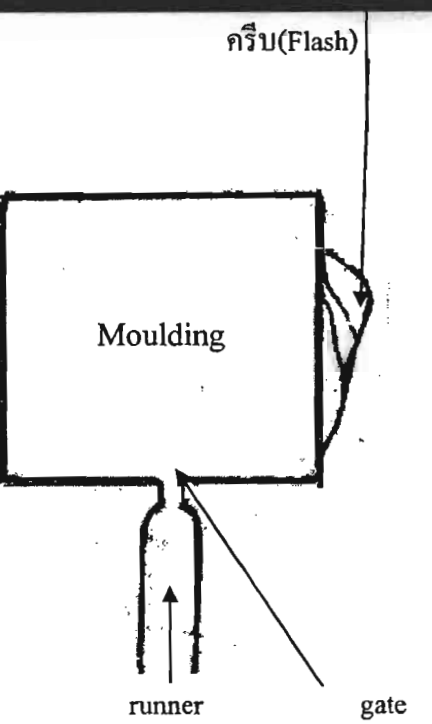
## ครีบ (FLASH) หรือการแลบของพลาสติก




รูปที่ 11 เกิด Flash รอบๆชิ้นงาน



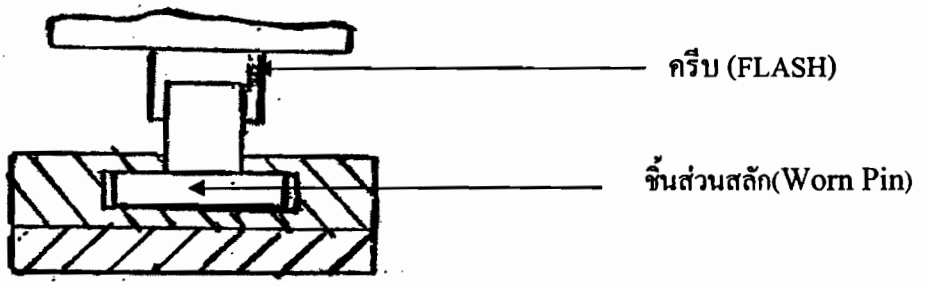

รูปที่ 12 เกิดFlash เฉพาะบางที่

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 10 |

*ครีบ (FLASH)*

สาเหตุที่เกิด (Causes)

1. แม่พิมพ์ปิดไม่สนิทเนื่องจากแรงดันจับยึดต่ำ หรือผิวหน้าแม่พิมพ์เกิดการเสียหายชำรุด
2. ความดันในการฉีดสูงเกินไป (Injection pressure too high)
3. ปริมาณพลาสติกที่ฉีด(shot volume) มากเกินไป หรือการปรับระยะสวิทช์อัดรักษาความดัน( Dwell LS.) ต่ำเกินไป ก็คือการปรับ Dwell pressure LS. ไม่ได้ระยะที่ถูกต้องพอ (อาจจะยังสูงเกินไป)
4. เกิดจากขอบของเบ้าแบบ (Cavity) เสียหายได้แก่การปรับแต่งแม่พิมพ์ (Mould) ไม่ถูกต้อง
5. ชิ้นส่วนต่างๆของแม่พิมพ์ฉีด (Mould)หลวมดังรูปที่ 13




**รูปที่ 13ช่องระบายอากาศหลวมเกินไป**

การแก้ไขครีบ(FLASH)

1. การเพิ่มแรงในการจับยึดแม่พิมพ์ (Increase locking force)
2. เช็คตรวจสอบสภาพของแขนข้อต่อ( Toggle)
3. ลดความดันในการฉีดลง (Decrease Injection Pressure)
4. เพิ่มการปรับสวิทช์ปรับระยะอัดรักษาความดัน( Dwell Limit switch)และปรับปริมาตรการฉีด (shot volume)ให้ต่ำลง
5. การซ่อมเบ้าแบบ (Repair Cavities) และส่วนประกอบของแม่พิมพ์ (Mould Components)ต้องดี

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 11 |

6. เพิ่มความหนืดการหลอมละลาย (Increase Melt Viscosity) ดังนี้

โดยการปรับให้อุณหภูมิของ barrel ต่ำลง

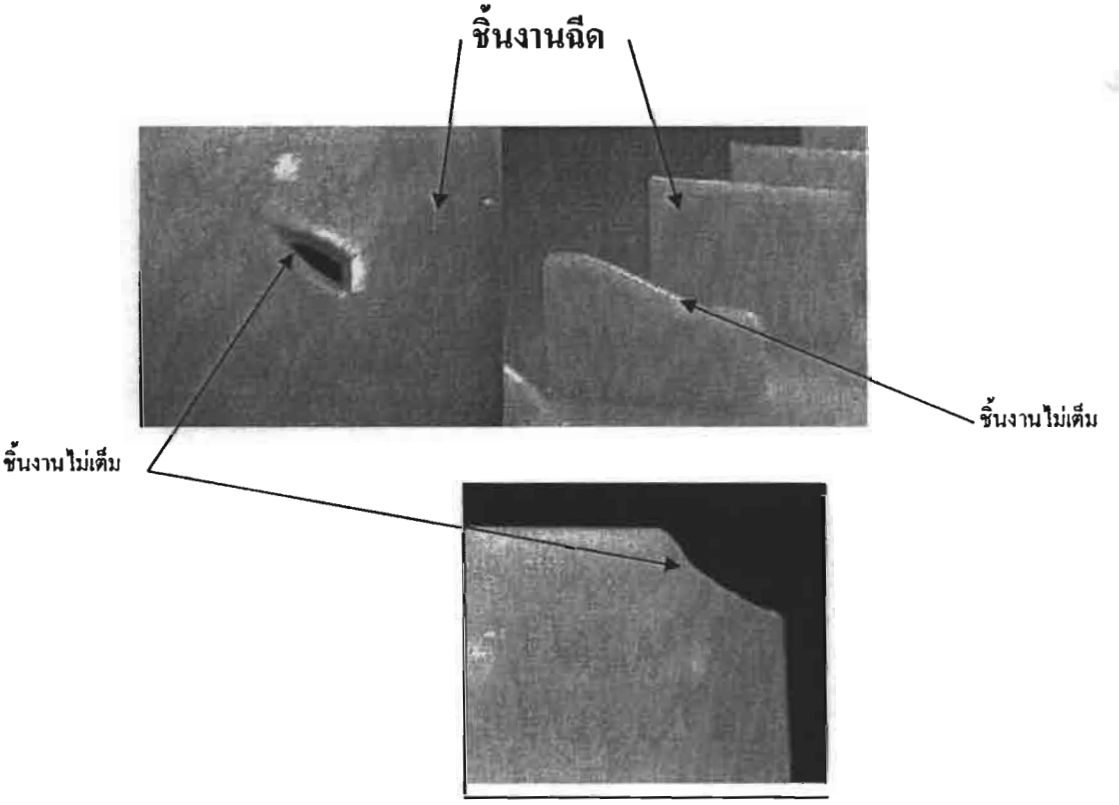
โดยปรับให้อุณหภูมิของ Mould ต่ำลง

โดยปรับให้ความเร็วในการฉีดต่ำลง

โดยปรับให้ความดันดันกลับ( Back Pressure) ต่ำลง

## ชิ้นงานฉีดไม่เต็ม

( SHORT SHOTS)




**รูปที่ 14** Short Moulding

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | **ชื่อเรื่อง** งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | **ชื่อหน่วย** ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 12 |

Short Shots คือ ชิ้นงาน (Moulding) ที่ไม่สมบูรณ์ได้แก่พื้นที่บางส่วนบนชิ้นงานไม่มีเนื้อพลาสติก เหตุผลที่เกิด Short Shot ก็คือ

- เกจ (gate) จะแข็งตัวก่อนที่พลาสติกจะไหลเข้าเต็มเบ้าแบบ (Cavity)
- อากาศ (Air) ในเบ้าแบบ(Cavity) ไม่สามารถระบายอากาศออกได้

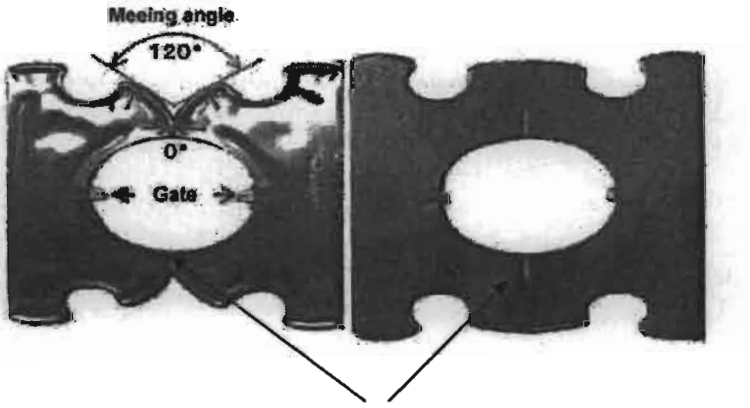
การตรวจสอบ(Checks) และการแก้ไข(Remedies) มีดังนี้

1. ความหนืดของการหลอมละลายต่ำจะต้องปรับ
   อุณหภูมิของกระบอกฉีด( Barrel) เพิ่มขึ้น
   อุณหภูมิของแม่พิมพ์ฉีด( Mould ) เพิ่มขึ้น
   เพิ่มความเร็วการฉีด (Increase injection speed)
2. เพิ่มขนาด เกจ( gate)
3. ตรวจสอบรูฉีด(sprue) รูวิ่ง(Runner) ว่ามีขนาดใหญ่เพียงพอหรือไม่
4. เพิ่มปริมาณพลาสติก( Shot Volume) และปรับ ระยะสวิทซ์อัดรักษาความดัน(Dwell Limitswitch )ให้ต่ำลง
5. ตรวจสอบว่ามีการปรับสำหรับให้เกิดCushion หรือยัง ถ้ายังต้องปรับให้เรียบร้อยก่อนฉีด
6. ตรวจสอบความดันอัดรักษา(High Pressure Dwell)ว่ามี สูงเพียงพอหรือไม่
7. เพิ่มเวลาฉีดอัดรักษาความดัน( Dwell Time)
8. ลดแรงในการจับยึดแม่พิมพ์เพื่อยอมให้อากาศระบายออกจากเบ้าแบบ(Cavity)ได้สะดวก
9. ตรวจ Size Location , Blocked ช่องระบายอากาศ
10. จะต้องแน่ใจว่าหัวฉีด( Nozzle) นั่งบ่ากับ Sprue Bush พอดี มิฉะนั้นความดันจะทำให้การหลอมพลาสติกไหลออกก่อนที่จะเข้าเบ้าแบบ(Cavity) ทำให้งานฉีดไม่เต็มแบบ
11. ตรวจสอบวัตถุดิบ(Material)
    ชนิด(Type)ของพลาสติก
    เกรด(grade)ของพลาสติก
    ขณะทำผลิต(Make)
    สิ่งเจือปน(Contamination)

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 13 |

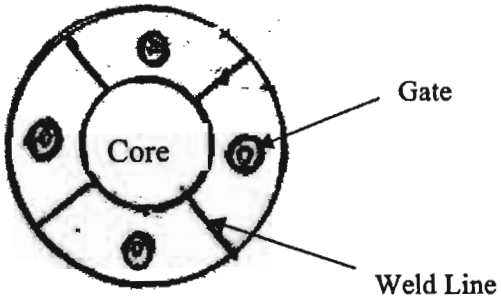
## รอยต่อ หรือ รอยประสานกัน

## (WELD LINE OR KNIT LINES)




**รอยต่อ หรือ รอยประสานกัน**

**รูปที่ 15**




**รูปที่ 16**

Weld Line เกิดจากการหลอมละลาย ต่อเข้าด้วยกันไม่ดีในบางส่วนในชิ้นงานฉีด บริเวณรอยต่อ (Weld Line) ระหว่างกันนี้เมื่อปรากฏอยู่ในผลิตภัณฑ์จะไม่แข็งแรง (Weakness)

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 14 |

การแก้ไขการหลอมละลายพลาสติกที่ดีจะทำให้รอยต่อมีความแข็งแรงสูงโดยการกระทำดังต่อไปนี้

1. การเพิ่มอุณหภูมิการหลอม
2. การเพิ่มอุณหภูมิ แม่พิมพ์
3. การเพิ่มความเร็วในการเติมเข้าแม่พิมพ์ กระทำดังต่อไปนี้

ต้องทำรูเข้า(gate) ให้กว้างขึ้น

ต้องมีช่องระบายอากาศเพียงพอ

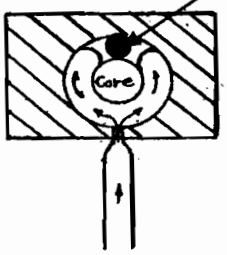
ลดแรงการจับยึดแม่พิมพ์ฉีด

การเพิ่มความเร็วในการฉีด

การเพิ่มความดันในการฉีด

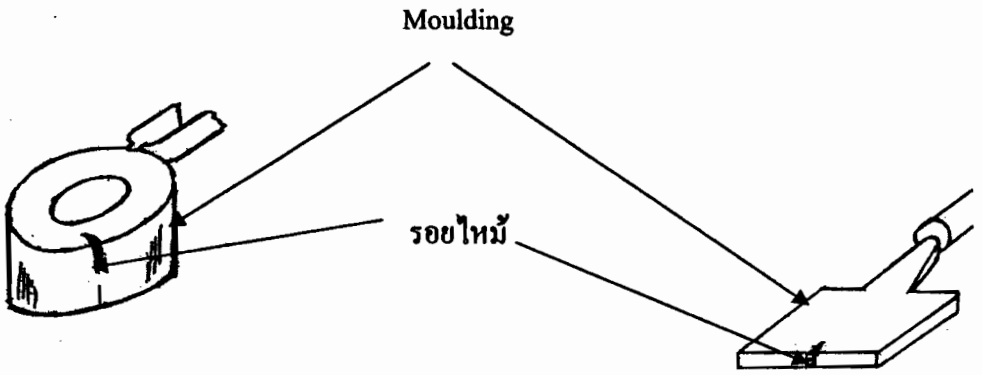
4.วัตถุดิบพลาสติกที่ใช้ฉีดจะต้องไม่มีสิ่งสกปรกและสิ่งเจือปน

มีสิ่งสกปรกเจือปนบริเวณที่จะมีการต่อเข้าด้วยกันจะทำให้การต่อเชื่อมประสานไม่ดีจึงทำให้บริเวณรอยต่อในผลิตภัณฑ์ไม่ค่อยแข็งแรงดังรูปที่ 17




รูปที่ 17

## รอยไหม้ (BURN MARK)




รูปที่ 18 รูปร่างที่ชิ้นงาน – จะมีพื้นที่สีดำบนชิ้นงาน(Moulding)

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 15 |

**สาเหตุเกิดมาจาก**

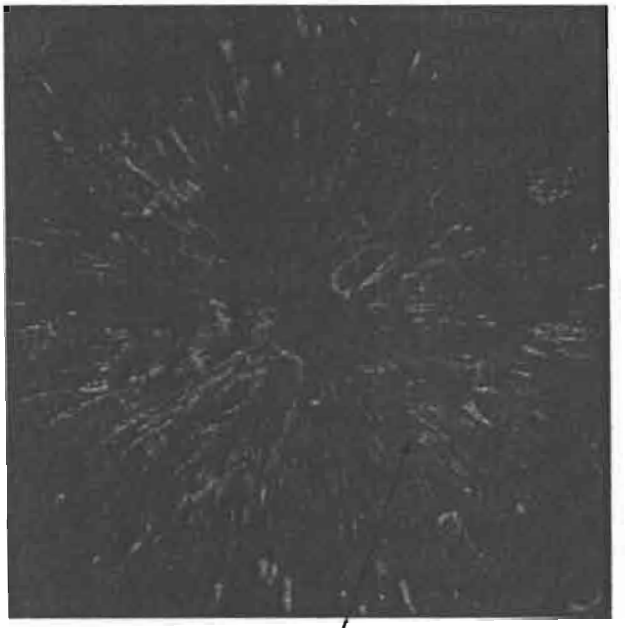
ความร้อนในการหลอมสูงเกินไปจะเกิดการไหม้ขึ้นข้างในเบ้าแบบ(cavity)
ความร้อนที่สูงกว่าปกตินี้เกิดมาจาก ช่องระบายอากาศไม่เพียงพอ ทำให้อากาศไม่สามารถระบายอากาศออกจากเบ้าแบบได้ ฉะนั้นอากาศภายในเบ้าแบบจึงเพิ่มมากขึ้นเพราะว่าอุณหภูมิกับความดันในการหลอมสูงขึ้นจึงทำให้พลาสติกไหม้บางครั้งเรียกว่า"disel"ซึ่งมีผลมาจากการทำงานของเครื่อง

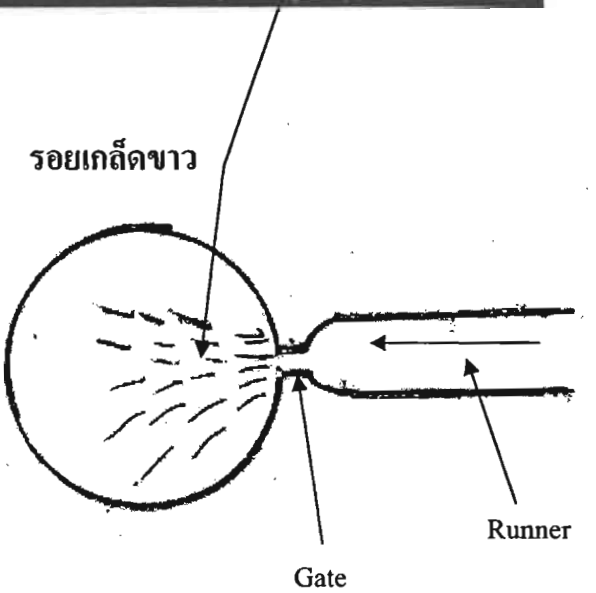
**การแก้ไข(Remedies)**

1. ช่องระบายอากาศต้องมีเพียงพอ
2. ลดอุณหภูมิการหลอม
3. ลดอุณหภูมิแม่พิมพ์ฉีด(Mould)
4. ลดความเร็วการฉีดและลดความดันการฉีด
5. ขยายการทำรูเข้า(gate)ให้กว้างและโตขึ้น วิธีนี้จะต้องทำหลังจากที่ทดลองแก้ไขวิธีอื่นมาแล้ว เนื่องจากวิธีนี้เมื่อขยายให้เกจ(gate)กว้างขึ้นแล้วมันยากมากที่จะทำให้เกจเล็กลงมา วิธีที่จะทำให้รูเกจลดลงก็คือการเชื่อมโลหะเติมเข้าไปในแม่พิมพ์แล้วทำการ Machine ใหม่

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 16 |

**รอยเกล็ดขาว (MICA MARKS)**






**รูปที่ 19**

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 17 |

รอยเกล็ดขาวจะคล้ายกับ

-Spray Marks (รอยสเปรย์)

-Splash Marks(รอนค่าง)

-Silver streaking(เป็นเส้นเงินบางๆ)

<u>สาเหตุ</u> - มาจากเม็ดพลาสติกที่นำมาฉีดเป็นชิ้นงานเปียกน้ำหรือมีความชื้นมาก่อน ทำให้มีปัญหามากกับพวกพลาสติกที่ดูดความชื้นได้ดีเช่นพวก ABS, Nylon, PC, PET, SAN

<u>ตัวอย่างเช่น</u> ABS เวลาจะนำมาฉีดจะต้องนำไปอบอบให้แห้งประมาณ 3 ชั่วโมงที่ 80 องศา

ABS= Acrylonitrile Butadien Styrene

$$CH_2 = CH$$
$$|$$
$$CH$$

SAN = Styrene Acrylo nitile

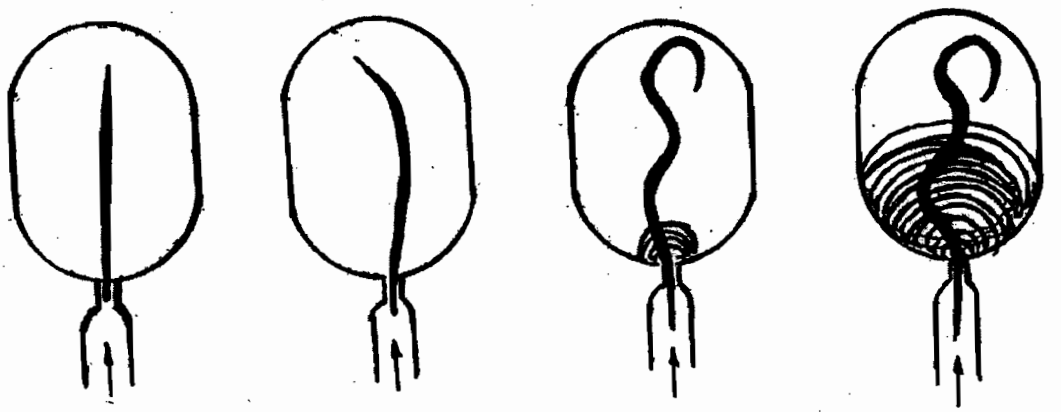
$$CH_2 = CH - CH = CH_2$$

Hygroscopic = เป็นกลุ่มของพวกพลาสติกที่ดูดน้ำ( $H_2O$)ได้ดี เพราะฉะนั้นเวลานำไปฉีดจะต้องนำไปอบแห้งเสียก่อน

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 18 |

## การพ่นฉีด (jetting)

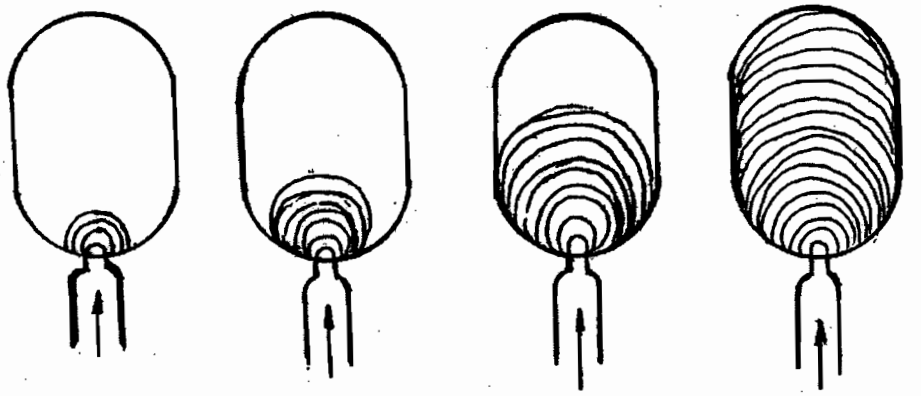
ขั้นตอนการเติมเข้าในเบ้าแบบ(Stages of cavity filling)ที่ไม่ดีดังรูปที่ 20



(A) (B) (C) (D)

จากรูปที่ 20 a-d เป็นลักษณะการเกิดJetting

ขั้นตอนการเติมพลาสติกเข้าในเบ้าแบบ(Cavity) ที่ถูกจะต้องเติมขึ้นเรื่อยๆโดยเริ่มจากเกจ(gate) ดังรูปที่ 21



รูปที่ 21

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 19 |

สาเหตุการเกิดJetting

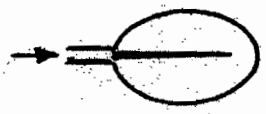
1.มาจากเกจ (gate) เล็กเกินไปจึงทำให้การหลอมไหลเข้าในเบ้าแบบ(cavity) เร็ว (fast) เพราะฉะนั้นจะทำให้เกิด

2. แรงเฉือน(shear) สูง

3.อุณหภูมิการหลอมเหลวเพิ่มขึ้น

4.ความหนืดการหลอมต่ำ

หมายเหตุ –การสร้างแบบแม่พิมพ์ฉีด(Mould) ควรจะทำเกจให้เล็กไว้ก่อนเมื่อมีปัญหาจะสามารถทำให้ใหญ่ขึ้นได้อีกเมื่อจำเป็นดังรูปที่ 22 a



Poor

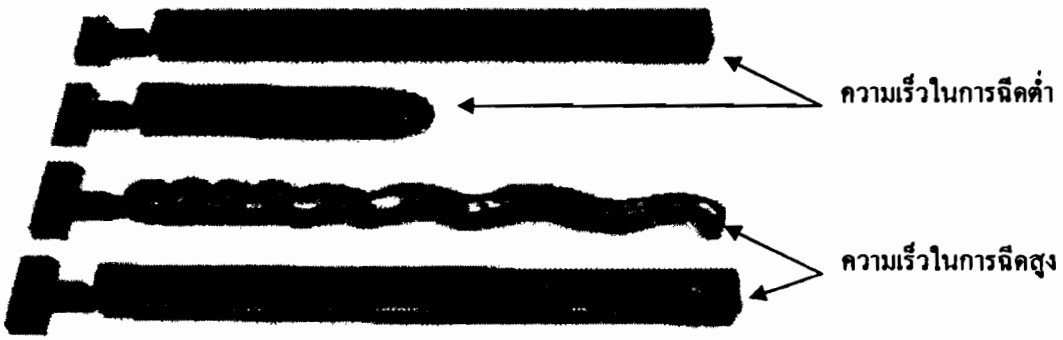
**รูปที่ 22** (a) เกจ (gate) เล็กเกินไปจะเกิดJetting

Good

**รูปที่ 22**(b) เกจ(gate) ใหญ่จะไม่เกิดJetting

การเกิดรอยพ่นฉีด(Jetting) สามารถป้องกันมิให้เกิดได้โดย

1. การเพิ่มขนาดของเกจ(gate)
2. การลดความเร็ว(speed)ในการฉีด




**รูปที่ 23**

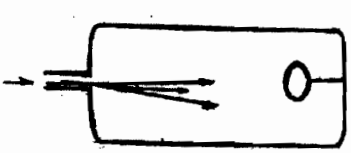
| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 20 |

3. การลดอุณหภูมิ(Temperature)ในแม่พิมพ์ให้ต่ำลง
4. การลดอุณหภูมิ(Temperature)ในการหลอมให้ต่ำลงก็คือ

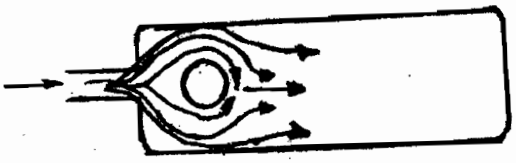
ลดอุณหภูมิของกระบอกฉีด( barrel)

ลดความดันดันกลับ(Back pressure)

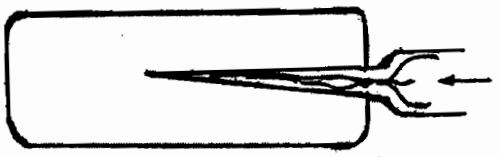
ลักษณะการเกิด รอยพ่นฉีด( Jetting ) และการแก้ไข(Remedy)**ดังรูปที่ 24** (a),(aa) และ **รูปที่ 25**(b)(bb)



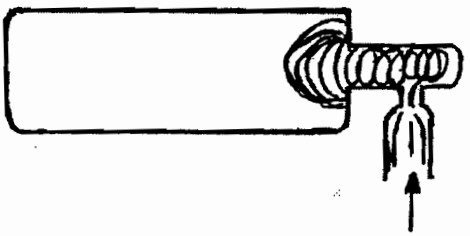
**รูปที่ 24**( a)จากรูปอาจจะเกิด Jetting ได้ ทำให้เกิด weld line ซึ่งไม่ดี



**รูปที่ 24** (aa) จากรูปไม่สามารถเกิดJetting เพราะฉะนั้นปัญหาการเกิด Weld line จะไม่มี



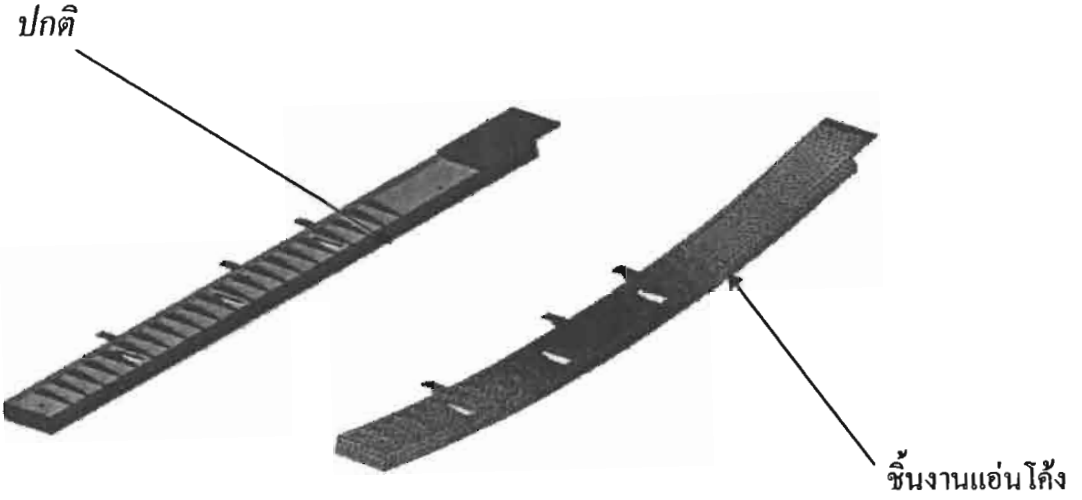
**รูปที่ 25 (b)** จากรูปอาจจะเกิด Jetting ได้



**รูปที่ 25 (bb)** ไม่สามารถเกิดJetting ได้

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 1 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 21 |

## ชิ้นงานแอ่นโค้ง(Warped Moulding)




**รูปที่ 26**

**สาเหตุเนื่องมาจาก**

1.การบีบอัดชิ้นงานในเบ้าแบบ(Cavity)มากเกินไป(ชิ้นงานเกิดความเค้นสูง)

2.ตัวดันปลดชิ้นงานดันปลดชิ้นงานไม่เท่ากัน

3.ชิ้นงานยังอ่อนตัวอยู่ขณะดันปลดชิ้นงาน

**การแก้ไข (Remedies) โดย**

1.ลดการอัดบีบ (pack) ในเบ้าแบบ (Cavity) เช่นความดัน, ความเร็ว

2.ตรวจเช็คสลักดันปลด (ejector pin) (หัก , แตก, เสียหายหรือ ไม่)

3.ตรวจสอบอุปกรณ์(แม่พิมพ์ ,กระบอกฉีด(barrel) ว่าอุณหภูมิสูงเกินไปหรือไม่)

4.เพิ่มเวลาหล่อเย็น

5.ความเร็วในการดันปลดชิ้นงานต้องช้าลง

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 22 |

## ผิวบนชิ้นงานด้าน

(DULL SURFACE ON MOULDING)

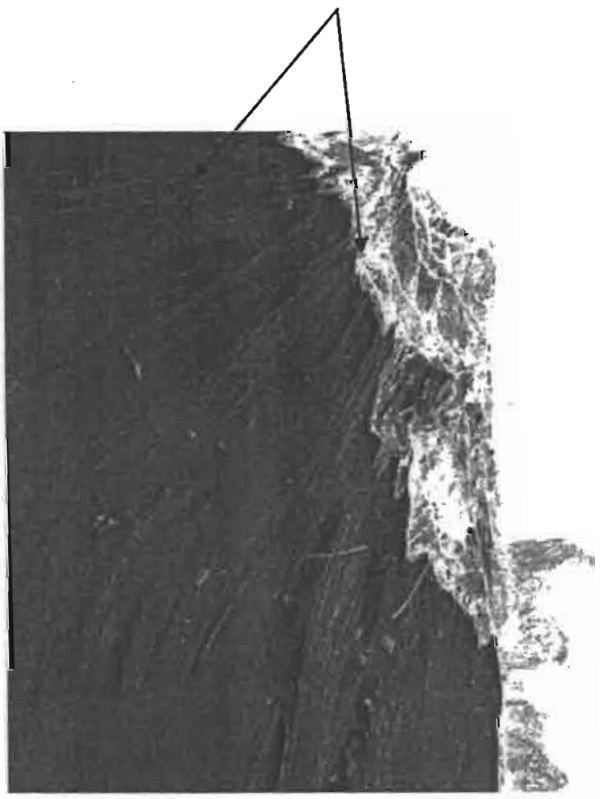
สาเหตุเนื่องมาจาก

1.เบ้าแบบ (cavity) และคอร์ (core) มีผิวด้าน (dull) ซึ่งอาจจากมีสนิม( rust)ก็ได้

2.อุณหภูมิการหลอมต่ำเกินไป เพราะฉะนั้นจะต้องเพิ่มอุณหภูมิกระบอกฉีด( barrel) และอุณหภูมิแบบแม่พิมพ์ฉีด(Mould) ความดันดันกลับ (back pressure)และอื่นๆ

## ชิ้นงานเป็นชั้นๆ( LAMINATION

*LAMINATION*



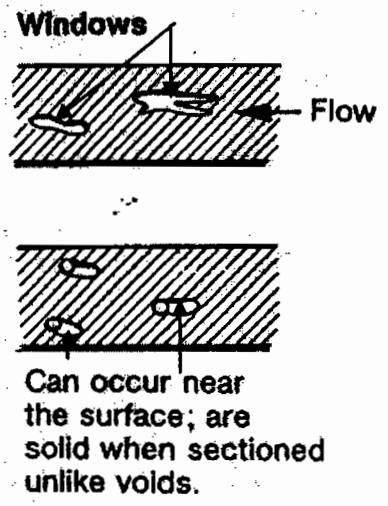
**รูปที่ 27**

| | ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก | หน่วยที่ 7 |
|---|---|---|
| | | สอนครั้งที่ 3 |
| | ชื่อเรื่อง งานฉีดพลาสติก | จำนวนคาบ 1 |
| | ชื่อหน่วย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 23 |

LAMINATION ก็คือชิ้นงานเป็นชั้นๆ และ ชิ้นงานสามารถลอกออกเป็นชิ้นๆได้ เนื่องมาจากวัตถุดิบมีสิ่งสกปรกเจือปนหรือพลาสติกที่ใช้ฉีดมี 2ชนิดปะปนกันอยู่ เพราะเกิดจากการ ฉีดล้างไม่สะอาด ยกตัวอย่างเช่น PS ผสมกับ PE

**ตัวอย่างเช่น** การลอกออกเป็นชิ้นของ พวกโฟเมก้า หรือGRP **ดังรูปที่ 27**

ชิ้นงานเป็นรูปสี่เหลี่ยมคล้ายหน้าต่าง( WINDOW)




**รูปที่ 28**

WINDOW จะปรากฏรูปร่างในผลิตภัณฑ์ของชิ้นงานต่างๆ ลักษณะเป็นเม็ดพลาสติกเล็กๆ อยู่ในเนื้อของผลิตภัณฑ์

สาเหตุเนื่องมาจาก กระบวนการหลอมละลายของเม็ด พลาสติกไม่เพียงพอ

การแก้ไข(Remedies)โดย

1.เพิ่มกระบวนการหลอมละลาย(plasticization)

1.1 เพิ่มความดันดันกลับ( back pressure)

1.2 เพิ่มอุณหภูมิกระบอกฉีด( barrel)

1.3 เพิ่มเวลา(cycle time

2. ใช้เครื่องจักรที่กระบอกฉีดใหญ่ขึ้น

ง.3 แบบทดสอบก่อนเรียน

| | แบบทดสอบก่อนเรียน | หน่วยที่<br>5, 6, 7 |
|---|---|---|
| | เรื่องงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 1 |

คำสั่ง: จงกาเครื่องหมายกากบาท(X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวในช่องกระดาษคำตอบที่แจกให้

1. ก่อนฉีดชิ้นงานจะต้องปรับตั้งค่าบนเครื่องชุดปิด-เปิดของเครื่องฉีดมีอะไรบ้าง

ก. ระยะเปิด-ปิดแม่พิมพ์ ข. ระยะการทำงานของระบบกระทุ้ง

ค. ความเร็วในการเปิด-ปิดแม่พิมพ์ ง. ถูกทุกข้อ

2. การปรับตั้งค่าใดที่ทำให้พลาสติกที่หลอมเหลวไหลเข้าสู่อิมเพรสชั่น

ก. ความเร็วในการฉีด ข. ความดันในการฉีด

ค.ความเร็วของการหมุนสกรูหลอมพลาสติก ง. ข้อ ก. และ ข. ถูก

3. การป้องกันพลาสติกที่ไหลออกจากหัวฉีดขณะถอยแยกหัวฉีดออกมาจากแม่พิมพ์จะต้องทำอย่างไร

ก. Suck back ข. Sprue break

ค. Screw Rotation ง. Back Pressure Valve

4. Suck Back เรียกชื่ออีกอย่างหนึ่งว่าอะไร

ก. Drooling ข. Decompression

ค. Holding Pressure ง. Sprue break

5. ในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ โดยกระทำด้วยมือกดมีกี่ขั้นตอน

ก. 6 ข. 7

ค. 8 ง. 9

6. ในขั้นตอนใดเป็นเวลาเริ่มต้นในการหล่อเย็นบนเครื่องฉีดขณะเดินเครื่องทำงานอัตโนมัติ

ก. Dwell Period ข. Plasticization

ค. Suck Back ง. Sprue Break

7. การเขียนไดอะแกรม Pie Chart กับการหาเสี้ยวของวงกลม( Segment Angle) ของวัสดุ PP กับ PVC จะมีลักษณะอย่างไร

ก. เหมือนกัน ข. มุมเท่ากัน

ค. แตกต่างกัน ง. ไม่มีข้อใดถูก

| | แบบทดสอบก่อนเรียน | หน่วยที่ 5, 6, 7 |
|---|---|---|
| | เรื่องงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 2 |

8. การเขียนไดอะแกรม Pie Chart กับการหาเสี้ยวของวงกลม( Segment Angle) ของวัสดุ PP กับ PVC จะมีลักษณะอย่างไร

ก. เหมือนกัน ข. มุมเท่ากัน

ค. แตกต่างกัน ง. ไม่มีข้อใดถูก

9. ลักษณะวาล์วที่ป้องกันการไหลย้อนกลับระหว่างฉีดวัสดุ PVC เข้าแม่พิมพ์เรียกว่าอะไร

ก. Check Valve ข. Back Flow Valve

ค. Sliding Ring Back Flow Valve ง. Smear Head

10. วาล์วธรรมดาที่ป้องกันการไหลย้อนกลับระหว่างฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์คือ

ก. Check Valve ข. Back Flow Valve

ค. Sliding Ring Back Flow Valve ง. Smear Head

11. **ข้อใด ไม่ใช่** ตัวควบคุมในการปรับฉีดที่อยู่บนเครื่องฉีด

ก. การปรับเวลา

ข. การปรับระยะชักในการฉีด

ค. การปรับความเร็วและความดัน

ง. การปรับอุณหภูมิ

12.ตัวควบคุมในการปรับเวลาฉีดบนเครื่องฉีดคือข้อใด

ก. การปรับเวลาในการหลอมพลาสติก

ข . การปรับเวลาในการหล่อเย็น

ค. การปรับเวลาในการหน่วงเหนี่ยว

ง .การปรับเวลาฉีดและเวลาอัดรักษาความดัน

13. ถ้าปรับเวลาฉีดสั้นหรือเร็วเกินไปจะเกิดข้อบกพร่องใดบนชิ้นงานฉีด

ก. รอยบุ๋ม (Sink Mark)

ข. โพรงอากาศ (Void)

ค. งานฉีดไม่เต็ม (Short Shot)

ง. ถูกทุกข้อ

| | แบบทดสอบก่อนเรียน | หน่วยที่ 5, 6, 7 |
|---|---|---|
| | เรื่องงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 3 |

14. ถ้าปรับอุณหภูมิแม่พิมพ์สูงเกินไปจะเกิดอะไรขึ้น

ก. พลาสติกไหลเข้าแบบยาก

ข. พลาสติกฉีดเข้าแบบจะเย็นตัวช้า

ค. จะเกิดความเค้นมาก (Stresses)

ง. ผิวหน้างานที่ใช้ขุ่นมัว

15.ถ้าปรับอุณหภูมิการหลอมพลาสติกต่ำเกินไปจะเกิดอะไรขึ้น

ก. ความหนืดของพลาสติกต่ำ

ข. คุณภาพพลาสติกลดลง

ค. ความดันในการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์จะสูงมาก

ง. พลาสติกจะเปลี่ยนสีและมีฟองในเนื้อพลาสติก

16.ข้อบกพร่องใดที่เกิดบนชิ้นงานฉีดกรณีถ้าปรับความเร็วในการฉีดต่ำเกินไป

ก. รอยพ่นฉีด (Jetting)

ข. การเกิดครีบ (Flashing)

ค. การเกิดรอยไหม้ (Burn mark)

ง. ชิ้นงานไม่เต็ม (Short shots)

17.ในการฉีดพลาสติกเข้าในเบ้าแบบ ( Cavity) มีกี่ขั้นตอน

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

18. การปรับความเร็วดันปลดชิ้นงานที่ดีที่สุดจะเริ่มปรับความแรงระดับใด

ก. ระดับต่ำ

ข. ระดับปานกลาง

ค. ระดับสูง

ง. ระดับใดก็ได้

| | แบบทดสอบก่อนเรียน | หน่วยที่ 5, 6, 7 |
|---|---|---|
| | เรื่องงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 4 |

19.จุดประสงค์การปรับอัดรักษาความดันคือ

ก. เพื่อชดเชยชิ้นงานที่ฉีดหดตัวขณะแม่พิมพ์มีการหล่อเย็น

ข. ป้องกันการกระแทกของปลายสกรูกับรูของกระบอกฉีด

ค. ป้องกันการเกิดครีบบนชิ้นงาน

ง. เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดรอยเชื่อมชิ้นงาน

20. ถ้าปรับความดันอัดบีบแม่พิมพ์(Clamping pressure)ต่ำมากเกินไปจะเกิดข้อบกพร่องใดบนชิ้นงาน

ก. ครีบ

ข. โพรงอากาศ

ค. รอยไหม้

ง. รอยปุ่ม

21. ถ้าปรับความดันดันกลับ (back presser) เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จะมีผลต่ออะไร

ก. อุณหภูมิการหลอมจะเพิ่มขึ้น

ข. เวลาของสกรูหมุนหลอมพลาสติกถอยหลังกลับยาวนาน

ค. การผสมของการหลอมพลาสติกจะดีขึ้น

ง. ถูกทุกข้อ

22. ถ้าต้องการปริมาตรพลาสติกที่ต้องการฉีดมีระยะ 20 มม. จะต้องปรับสวิทช์ปรับระยะมากสุดเท่าไร

ก. 30 มม.

ข. 28 มม.

ค. 26 มม.

ง. 25 มม.

23. ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดมาจากอะไร

ก. แม่พิมพ์ฉีด (Mould)

ข. เครื่องจักร (Machine)

ค. วัตถุดิบ (Material)

ง. ถูกทุกข้อ

| | แบบทดสอบก่อนเรียน | หน่วยที่ 5, 6, 7 |
|---|---|---|
| | เรื่องงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 5 |

24. ข้อใดไม่ใช่ข้อบกพร่องที่เกิดจากการใช้วัตถุดิบคือ

ก. ใช้ขนาดของเครื่องฉีดผิด

ข. ใช้เกรดวัตถุดิบผิด

ค. วัตถุดิบไม่สะอาดมีสิ่งสกปรก

ง. วัตถุดิบมีความชื้น

25. ข้อบกพร่องที่เกิดจากการปรับเงื่อนไขบนเครื่องจักรไม่ถูกต้อง

ก. ความเร็ว (Speed)

ข. ความดัน (Pressure)

ค. เวลา (Time)

ง. ถูกทุกข้อ

26. ข้อบกพร่องที่เกิดจากเครื่องจักรคือ

ก. สวิทซ์การปรับระยะ (Limit Switch)

ข. อุณหภูมิ (Temperature)

ค. การใช้ขนาดของเครื่องฉีดผิด

ง. ใช้เกรดวัตถุดิบ

27. การแก้ไขไม่ให้เกิดรอยปุ่มหรือการยุบตัวคือ

ก. เพิ่มเวลาอัดรักษาความดัน (Dwell Time)

ข. เพิ่มแรงอัดรักษาความดัน (Dwell Pressure)

ค. ต้องมีช่องระบายอากาศให้เพียงพอ

ง. ถูกทุกข้อ

28.สาเหตุที่ชิ้นงานไม่เต็ม (Short Shots) เกิดจากอะไร

ก. อากาศในเบ้าแบบระบายออกได้สะดวก

ข. เกจ (gate) แข็งตัวก่อนที่พลาสติกไหลเข้าเต็มแบบ

ค. เกจ (gate) มีขนาดโตเกินไป

ง. ความเร็วในการฉีดสูง

| | แบบทดสอบก่อนเรียน | หน่วยที่ 5, 6, 7 |
|---|---|---|
| | เรื่องงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 6 |

29. สาเหตุการเกิดชิ้นงานเป็นชั้นๆ (Lamination) มาจากอะไร

ก. ล้างกระบอกฉีดไม่สะอาดเนื่องจากพลาสติก 2 ชนิดปะปนกันอยู่

ข. ความดันในการฉีดต่ำ

ค. ความเร็วในการฉีดสูง

ง. การหลอมไม่เป็นเนื้อเดียวกัน

30. การแก้ไขไม่ให้เกิดรอยบุ๋มหรือการยุบตัวคือ

ก. เพิ่มเวลาอัดรักษาความดัน (Dwell Time)

ข. เพิ่มแรงอัดรักษาความดัน (Dwell Pressure)

ค. ต้องมีช่องระบายอากาศให้เพียงพอ

ง. ถูกทุกข้อ

31. การแก้ให้ชิ้นงานฉีดเต็มจะต้องทำอย่างไร

ก. เพิ่มขนาดเกจ (gate)

ข. เพิ่มเวลาฉีดอัดรักษาความดัน (Dwell Time)

ค. เพิ่มความหนืดของการหลอมละลายให้สูงขึ้น

ง. ถูกทุกข้อ

32.ข้อใดไม่ใช่การแก้ไขการเกิดรอยไหม้ (Burn Mark)

ก. ช่องระบายอากาศต้องมีเพียงพอ

ข. ลดความดันในการฉีด

ค. เพิ่มอุณหภูมิการหลอม

ง. ขยายเกจ (gate) ให้กว้างและโตขึ้น

33.พลาสติกชนิดใดมักจะเกิดรอยบุ๋มหรือการยุบตัว

ก. PF

ข. UF

ค. PE

ง. PS

| | แบบทดสอบก่อนเรียน | หน่วยที่ 5, 6, 7 |
|---|---|---|
| | เรื่องงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 7 |

34.พลาสติกชนิดใดมักจะเกิดโพรงหรือฟองอากาศในชิ้นงานฉีด

ก. PE

ข. PP

ค. PVC

ง. ABS

35. พลาสติกชนิดใดที่ไม่ดูดความชื้น

ก. PE

ข. Nylon (PA)

ค. PC

ง. ABS

| กระดาษคำตอบทดสอบก่อนเรียน | หน่วยที่5,6,7 |
|---|---|
| เรื่อง งานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 1 |
| ชื่อ- สกุล..... | คะแนน |
| ชั้น.....วิชา..... | |

| ข้อ 1 | | ข้อ19 | |
|---|---|---|---|
| ข้อ2 | | ข้อ20 | |
| ข้อ3 | | ข้อ21 | |
| ข้อ4 | | ข้อ22 | |
| ข้อ5 | | ข้อ23 | |
| ข้อ6 | | ข้อ24 | |
| ข้อ7 | | ข้อ25 | |
| ข้อ8 | | ข้อ26 | |
| ข้อ9 | | ข้อ27 | |
| ข้อ10 | | ข้อ28 | |
| ข้อ11 | | ข้อ29 | |
| ข้อ12 | | ข้อ30 | |
| ข้อ13 | | ข้อ31 | |
| ข้อ14 | | ข้อ32 | |
| ข้อ15 | | ข้อ33 | |
| ข้อ16 | | ข้อ34 | |
| ข้อ17 | | ข้อ35 | |
| ข้อ18 | | | |

| | | |
|---|---|---|
| | เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน | หน่วยที่5,6,7 |
| | เรื่อง งานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ข้อ 1 | ง | ข้อ19 | ก |
| ข้อ2 | ง | ข้อ20 | ก |
| ข้อ3 | ก | ข้อ21 | ง |
| ข้อ4 | ข | ข้อ22 | ก |
| ข้อ5 | ข | ข้อ23 | ง |
| ข้อ6 | ข | ข้อ24 | ก |
| ข้อ7 | ค | ข้อ25 | ง |
| ข้อ8 | ก | ข้อ26 | ค |
| ข้อ9 | ง | ข้อ27 | ก |
| ข้อ10 | ง | ข้อ28 | ข |
| ข้อ11 | ข | ข้อ29 | ก |
| ข้อ12 | ก | ข้อ30 | ง |
| ข้อ13 | ง | ข้อ31 | ง |
| ข้อ14 | ข | ข้อ32 | ค |
| ข้อ15 | ค | ข้อ33 | ค |
| ข้อ16 | ง | ข้อ34 | ข |
| ข้อ17 | ง | ข้อ35 | ก |
| ข้อ18 | ข | | |

ง.4 แบบทดสอบระหว่างเรียน

| | แบบทดสอบระหว่างเรียน | หน่วยที่5 |
|---|---|---|
| | เรื่อง วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 1 |

คำสั่ง:จงกาเครื่องหมายกากบาท(X) หน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวในช่องกระดาษคำตอบที่แจกให้

1. ก่อนฉีดชิ้นงานจะต้องปรับตั้งค่าบนเครื่องชุดปิด-เปิดของเครื่องฉีดมีอะไรบ้าง

ก. ระยะเปิด-ปิดแม่พิมพ์ ข. ระยะการทำงานของระบบกระทุ้ง

ค. ความเร็วในการเปิด-ปิดแม่พิมพ์ ง. ถูกทุกข้อ

2. การปรับตั้งค่าใดที่ทำให้พลาสติกที่หลอมเหลวไหลเข้าสู่อิมเพรสชั่น

ก. ความเร็วในการฉีด ข. ความดันในการฉีด

ค.ความเร็วของการหมุนสกรูหลอมพลาสติก ง. ข้อ ก. และ ข. ถูก

3. ขณะที่มีการอัดรักษาความดันจะต้องมีพลาสติกที่หลอมอยู่หน้าสกรูเล็กน้อยเพื่อชดเชยการหดตัว ปริมาณพลาสติกนี้เรียกว่า

ก. Melt Pressure ข. Cushion

ค. Shot Volume ง. Holding Pressure

4. **ข้อใดไม่ใช่**ความหมายของคำว่า Plasticization

ก. การหมุนของสกรูหลอมพลาสติก ข. การผสมพลาสติก

ค. การหลอมพลาสติกให้เป็นเนื้อเดียวกัน ง. การหมุนฉีดพลาสติก

5. การชนกระแทรกขณะฉีดชิ้นงานระหว่างปลายของสกรูกับรูกระบอกฉีดเรียกการเกิดลักษณะนี้ว่า

ก. Cushion ข. Sprue break

ค. Screw bottomed ง. Suck back

6. ในขั้นตอนใดเป็นเวลาเริ่มต้นในการหล่อเย็นบนเครื่องฉีดขณะเดินเครื่องทำงานอัตโนมัติ

ก. Dwell Period ข. Plasticization

ค. Suck Back ง. Sprue Break

7. การเขียนไดอะแกรม Pie Chart กับการหาเสี้ยวของวงกลม( Segment Angle) ของวัสดุ PP กับ PVC จะมีลักษณะอย่างไร

ก. เหมือนกัน ข. มุมเท่ากัน

ค. แตกต่างกัน ง. ไม่มีข้อใดถูก

| | แบบทดสอบระหว่างเรียน | หน่วยที่5 |
|---|---|---|
| | เรื่อง วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 2 |

8. ถ้าในการฉีดวัสดุ PVC ใช้เวลาทั้งหมด 20 นาที กำหนดให้ไดอะแกรม Pie Chart ของเวลาในการฉีด ( Injection time)เท่ากับ 2 นาที จงคำนวณหาเสี้ยวของวงกลม

ก. 36 องศา ข. 20 องศา

ค. 18 องศา ง. 10 องศา

9. ข้อใดไม่ใช่วัสดุที่มีความหนืดสูงมาก

ก. PVC ข. PMMA

ค. PC ง. PE

10. ลักษณะวาล์วที่ป้องกันการไหลย้อนกลับระหว่างฉีดวัสดุ PVC เข้าแม่พิมพ์เรียกว่าอะไร

ก. Check Valve ข. Back Flow Valve

ค. Sliding Ring Back Flow Valve ง. Smear Head

| | กระดาษคำตอบทดสอบระหว่างเรียน | หน่วยที่5 |
|---|---|---|
| | เรื่อง วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 1 |
| ชื่อ- สกุล..... | | คะแนน |
| ชั้น.....วิชา..... | | |

| | |
|---|---|
| ข้อ1 | |
| ข้อ2 | |
| ข้อ3 | |
| ข้อ4 | |
| ข้อ5 | |
| ข้อ6 | |
| ข้อ7 | |
| ข้อ8 | |
| ข้อ9 | |
| ข้อ10 | |

| | | |
|---|---|---|
| | เฉลยแบบทดสอบระหว่างเรียน | หน่วยที่5 |
| | เรื่อง วัฏจักรในการฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 1 |

| | |
|---|---|
| ข้อ1 | ก |
| ข้อ2 | ง |
| ข้อ3 | ข |
| ข้อ4 | ง |
| ข้อ5 | ค |
| ข้อ6 | ข |
| ข้อ7 | ค |
| ข้อ8 | ก |
| ข้อ9 | ง |
| ข้อ10 | ง |

| | แบบทดสอบระหว่างเรียน | หน่วยที่6 |
|---|---|---|
| | เรื่อง การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 1 |

คำสั่ง: จงกาเครื่องหมายกากบาท(X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวในช่องกระดาษคำตอบที่แจกให้

1.ข้อใด **ไม่ใช่** ตัวควบคุมในการปรับฉีดที่อยู่บนเครื่องฉีด

ก. การปรับเวลา

ข. การปรับระยะชักในการฉีด

ค. การปรับความเร็วและความดัน

ง. การปรับอุณหภูมิ

2.ตัวควบคุมในการปรับเวลาฉีดบนเครื่องฉีดคือข้อใด

ก. การปรับเวลาในการหลอมพลาสติก

ข . การปรับเวลาในการหล่อเย็น

ค. การปรับเวลาในการหน่วงเหนี่ยว

ง .การปรับเวลาฉีดและเวลาอัดรักษาความดัน

3. ถ้าปรับเวลาฉีดสั้นหรือเร็วเกินไปจะเกิดข้อบกพร่องใดบนชิ้นงานฉีด

ก. รอยบุ๋ม (Sink Mark)

ข. โพรงอากาศ (Void)

ค. งานฉีดไม่เต็ม (Short Shot)

ง. ถูกทุกข้อ

4.ถ้าปรับอุณหภูมิแม่พิมพ์สูงเกินไปจะเกิดอะไรขึ้น

ก. พลาสติกไหลเข้าแบบยาก

ข. พลาสติกฉีดเข้าแบบจะเย็นตัวช้า

ค. จะเกิดความเค้นมาก (Stresses)

ง. ผิวหน้างานที่ใช้ขุ่นมัว

5.ถ้าปรับอุณหภูมิการหลอมพลาสติกต่ำเกินไปจะเกิดอะไรขึ้น

ก. ความหนืดของพลาสติกต่ำ

ข. คุณภาพพลาสติกลดลง

ค. ความดันในการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์จะสูงมาก

ง. พลาสติกจะเปลี่ยนสีและมีฟองในเนื้อพลาสติก

| | แบบทดสอบระหว่างเรียน | หน่วยที่6 |
|---|---|---|
| | เรื่อง การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 2 |

6.ข้อบกพร่องใดที่เกิดบนชิ้นงานฉีดกรณีถ้าปรับความเร็วในการฉีดสูงเกินไป

ก. รอยพ่นฉีด (Jetting)

ข. การเกิดครีบ (Flashing)

ค. การเกิดรอยไหม้ (Burn mark)

ง. ชิ้นงานไม่เต็ม (Short shots)

7.ในการฉีดพลาสติกเข้าในเบ้าแบบ ( Cavity) มีกี่ขั้นตอน

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

8. วาล์วที่ควบคุมความเร็วการถอยกลับของสกรูขณะหมุนหลอมพลาสติกได้แก่

ก. Needle Valve

ข. Flow Control Valve

ค. Back Pressure Valve

ง. Directional Control Valve

9. จุดประสงค์การปรับอัดรักษาความดันคือ

ก. เพื่อชดเชยชิ้นงานที่ฉีดหดตัวขณะแม่พิมพ์มีการหล่อเย็น

ข. ป้องกันการกระแทกของปลายสกรูกับรูของกระบอกฉีด

ค. ป้องกันการเกิดครีบบนชิ้นงาน

ง. เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดรอยเชื่อมชิ้นงาน

10. ถ้าปรับความดันอัดบีบแม่พิมพ์(Clamping pressure)ต่ำมากเกินไปจะเกิดข้อบกพร่องใดบนชิ้นงาน

ก. ครีบ

ข. โพรงอากาศ

ค. รอยไหม้

ง. รอยบุ๋ม

| | แบบทดสอบระหว่างเรียน | หน่วยที่6 |
|---|---|---|
| | เรื่อง การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 3 |

11. ถ้าปรับความดันดันกลับ (back presser) เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จะมีผลต่ออะไร

ก. อุณหภูมิการหลอมจะเพิ่มขึ้น

ข. เวลาของสกรูหมุนหลอมพลาสติกถอยหลังกลับยาวนาน

ค. การผสมของการหลอมพลาสติกจะดีขึ้น

ง. ถูกทุกข้อ

12. ถ้าต้องการปริมาตรพลาสติกที่ต้องการฉีดมีระยะ 20 มม. จะต้องปรับสวิทช์ปรับระยะมากสุดเท่าไร

ก. 30 มม.

ข. 28 มม.

ค. 26 มม.

ง. 25 มม.

| | | |
|---|---|---|
| | กระดาษคำตอบทดสอบระหว่างเรียน | หน่วยที่6 |
| | เรื่อง การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 1 |
| ชื่อ- สกุล..... | | คะแนน |
| ชั้น.....วิชา..... | | |

| | |
|---|---|
| ข้อ1 | |
| ข้อ2 | |
| ข้อ3 | |
| ข้อ4 | |
| ข้อ5 | |
| ข้อ6 | |
| ข้อ7 | |
| ข้อ8 | |
| ข้อ9 | |
| ข้อ10 | |
| ข้อ11 | |
| ข้อ12 | |

| | | |
|---|---|---|
| | เฉลยแบบทดสอบระหว่างเรียน | หน่วยที่6 |
| | เรื่อง การปรับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ดีที่สุด | แผ่นที่ 1 |

| | |
|---|---|
| ข้อ 1 | ข |
| ข้อ2 | ก |
| ข้อ3 | ง |
| ข้อ4 | ข |
| ข้อ5 | ค |
| ข้อ6 | ก |
| ข้อ7 | ง |
| ข้อ8 | ค |
| ข้อ9 | ก |
| ข้อ10 | ก |
| ข้อ11 | ง |
| ข้อ12 | ก |

| | แบบทดสอบระหว่างเรียน | หน่วยที่7 |
|---|---|---|
| | เรื่อง ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 1 |

**คำสั่ง: จงกาเครื่องหมายกากบาท(X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวในช่องกระดาษคำตอบที่แจกให้**

1.ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดมาจากอะไร

ก.แม่พิมพ์ฉีด (Mould)

ข.เครื่องจักร (Machine)

ค.วัตถุดิบ (Material)

ง. ถูกทุกข้อ

2. ข้อใดไม่ใช่ข้อบกพร่องที่เกิดจากการใช้วัตถุดิบคือ

ก.ใช้ขนาดของเครื่องฉีดผิด

ข.ใช้เกรดวัตถุดิบผิด

ค.วัตถุดิบไม่สะอาดมีสิ่งสกปรก

ง.วัตถุดิบมีความชื้น

3. ข้อบกพร่องที่เกิดจากการปรับเงื่อนไขบนเครื่องจักรไม่ถูกต้อง

ก.ความเร็ว (Speed)

ข.ความดัน (Pressure)

ค.เวลา (Time)

ง .ถูกทุกข้อ

4. ข้อบกพร่องที่เกิดจากเครื่องจักรคือ

ก. สวิทซ์การปรับระยะ (Limit Switch)

ข. อุณหภูมิ (Temperature)

ค. การใช้ขนาดของเครื่องฉีดผิด

ง. ใช้เกรดวัตถุดิบ

5. การแก้ไขไม่ให้เกิดรอยปุ่มหรือการยุบตัวคือ

ก. เพิ่มเวลาอัดรักษาความดัน (Dwell Time)

ข. เพิ่มแรงอัดรักษาความดัน (Dwell Pressure)

ค. ต้องมีช่องระบายอากาศให้เพียงพอ

ง. ถูกทุกข้อ

| | แบบทดสอบระหว่างเรียน | หน่วยที่7 |
|---|---|---|
| | เรื่อง ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 2 |

6.สาเหตุที่ชิ้นงานไม่เต็ม (Short Shots) เกิดจากอะไร

ก. อากาศในเบ้าแบบระบายออกได้สะดวก

ข. เกจ (gate) แข็งตัวก่อนที่พลาสติกไหลเข้าเต็มแบบ

ค. เกจ (gate) มีขนาดโตเกินไป

ง. ความเร็วในการฉีดสูง

7. สาเหตุการเกิดชิ้นงานเป็นชั้นๆ (Lamination) มาจากอะไร

ก. ล้างกระบอกฉีดไม่สะอาดเนื่องจากพลาสติก 2 ชนิดปะปนกันอยู่

ข. ความดันในการฉีดต่ำ

ค. ความเร็วในการฉีดสูง

ง. การหลอมไม่เป็นเนื้อเดียวกัน

8. การแก้ไขไม่ให้เกิดรอยบุ๋มหรือการยุบตัวคือ

ก. เพิ่มเวลาอัดรักษาความดัน (Dwell Time)

ข. เพิ่มแรงอัดรักษาความดัน (Dwell Pressure)

ค. ต้องมีช่องระบายอากาศให้เพียงพอ

ง. ถูกทุกข้อ

9. การแก้ให้ชิ้นงานฉีดเต็มจะต้องทำอย่างไร

ก. เพิ่มขนาดเกจ (gate)

ข. เพิ่มเวลาฉีดอัดรักษาความดัน (Dwell Time)

ค. เพิ่มความหนืดของการหลอมละลายให้สูงขึ้น

ง. ถูกทุกข้อ

10.ข้อใดไม่ใช่การแก้ไขการเกิดรอยไหม้ (Burn Mark)

ก. ช่องระบายอากาศต้องมีเพียงพอ

ข. ลดความดันในการฉีด

ค. เพิ่มอุณหภูมิการหลอม

ง. ขยายเกจ (gate) ให้กว้างและโตขึ้น

| | แบบทดสอบระหว่างเรียน | หน่วยที่7 |
|---|---|---|
| | เรื่อง ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 3 |

11. พลาสติกชนิดใดมักจะเกิดรอยปุ่มหรือการยุบตัว

ก. PF

ข. UF

ค. PE

ง. PS

12. พลาสติกชนิดใดมักจะเกิดโพรงหรือฟองอากาศในชิ้นงานฉีด

ก. PE

ข. PP

ค. PVC

ง. ABS

13. พลาสติกชนิดใดที่ไม่ดูดความชื้น

ก. PE

ข. Nylon (PA)

ค. PC

ง. ABS

| | | |
|---|---|---|
| | กระดาษคำตอบทดสอบระหว่างเรียน | หน่วยที่7 |
| | เรื่อง ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 1 |
| ชื่อ- สกุล..... | | คะแนน |
| ชั้น.....วิชา..... | | |

| | |
|---|---|
| ข้อ1 | |
| ข้อ2 | |
| ข้อ3 | |
| ข้อ4 | |
| ข้อ5 | |
| ข้อ6 | |
| ข้อ7 | |
| ข้อ8 | |
| ข้อ9 | |
| ข้อ10 | |
| ข้อ11 | |
| ข้อ12 | |
| ข้อ13 | |

| | | |
|---|---|---|
| | เฉลยแบบทดสอบระหว่างเรียน | หน่วยที่7 |
| | เรื่อง ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 1 |

| | |
|---|---|
| ข้อ 1 | ง |
| ข้อ2 | ก |
| ข้อ3 | ง |
| ข้อ4 | ค |
| ข้อ5 | ก |
| ข้อ6 | ข |
| ข้อ7 | ก |
| ข้อ8 | ง |
| ข้อ9 | ง |
| ข้อ10 | ค |
| ข้อ11 | ค |
| ข้อ12 | ข |
| ข้อ13 | ก |

**ง.5 แบบทดสอบหลังเรียน**

| | แบบทดสอบหลังเรียน | หน่วยที่ 5, 6, 7 |
|---|---|---|
| | เรื่องงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 1 |

**คำสั่ง: จงกาเครื่องหมายกากบาท(X) ลงหน้าข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวในช่องกระดาษคำตอบที่แจกให้**

1. การเขียนไดอะแกรม Pie Chart กับการหาเสี้ยวของวงกลม( Segment Angle) ของวัสดุ PP กับ PVC จะมีลักษณะอย่างไร
   - ก. เหมือนกัน
   - ข. มุมเท่ากัน
   - ค. แตกต่างกัน
   - ง. ไม่มีข้อใดถูก
2. ลักษณะวาล์วที่ป้องกันการไหลย้อนกลับระหว่างฉีดวัสดุ PVC เข้าแม่พิมพ์เรียกว่าอะไร
   - ก. Check Valve
   - ข. Back Flow Valve
   - ค. Sliding Ring Back Flow Valve
   - ง. Smear Head
3. วาล์วธรรมดาที่ป้องกันการไหลย้อนกลับระหว่างฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์คือ
   - ก. Check Valve
   - ข. Back Flow Valve
   - ค. Sliding Ring Back Flow Valve
   - ง. Smear Head
4. **ข้อใด ไม่ใช่** ตัวควบคุมในการปรับฉีดที่อยู่บนเครื่องฉีด
   - ก. การปรับเวลา
   - ข. การปรับระยะชักในการฉีด
   - ค. การปรับความเร็วและความดัน
   - ง. การปรับอุณหภูมิ
5. ตัวควบคุมในการปรับเวลาฉีดบนเครื่องฉีดคือข้อใด
   - ก. การปรับเวลาในการหลอมพลาสติก
   - ข . การปรับเวลาในการหล่อเย็น
   - ค. การปรับเวลาในการหน่วงเหนี่ยว
   - ง .การปรับเวลาฉีดและเวลาอัดรักษาความดัน

| | แบบทดสอบหลังเรียน | หน่วยที่ 5, 6, 7 |
|---|---|---|
| | เรื่องงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 2 |

6. ถ้าปรับเวลาฉีดสั้นหรือเร็วเกินไปจะเกิดข้อบกพร่องใดบนชิ้นงานฉีด

ก. รอยบุ๋ม (Sink Mark)

ข. โพรงอากาศ (Void)

ค. งานฉีดไม่เต็ม (Short Shot)

ง. ถูกทุกข้อ

7. ก่อนฉีดชิ้นงานจะต้องปรับตั้งค่าบนเครื่องชุดปิด-เปิดของเครื่องฉีดมีอะไรบ้าง

ก. ระยะเปิด-ปิดแม่พิมพ์ ข. ระยะการทำงานของระบบกระทุ้ง

ค. ความเร็วในการเปิด-ปิดแม่พิมพ์ ง. ถูกทุกข้อ

8. การปรับตั้งค่าใดที่ทำให้พลาสติกที่หลอมเหลวไหลเข้าสู่อิมเพรสชั่น

ก. ความเร็วในการฉีด ข. ความดันในการฉีด

ค.ความเร็วของการหมุนสกรูหลอมพลาสติก ง. ข้อ ก. และ ข. ถูก

9. การป้องกันพลาสติกที่ไหลออกจากหัวฉีดขณะถอยแยกหัวฉีดออกมาจากแม่พิมพ์จะต้องทำอย่างไร

ก. Suck back ข. Sprue break

ค. Screw Rotation ง. Back Pressure Valve

10. Suck Back เรียกชื่ออีกอย่างหนึ่งว่าอะไร

ก. Drooling ข. Decompression

ค. Holding Pressure ง. Sprue break

11. ในการฉีดชิ้นงานต่อ 1 รอบ โดยกระทำด้วยมือกดมีกี่ขั้นตอน

ก. 6 ข. 7

ค. 8 ง. 9

12. ในขั้นตอนใดเป็นเวลาเริ่มต้นในการหล่อเย็นบนเครื่องฉีดขณะเดินเครื่องทำงานอัตโนมัติ

ก. Dwell Period ข. Plasticization

ค. Suck Back ง. Sprue Break

13. การเขียนไดอะแกรม Pie Chart กับการหาเสี้ยวของวงกลม( Segment Angle) ของวัสดุ PP กับ PVCจะมีลักษณะอย่างไร

ก. เหมือนกัน ข. มุมเท่ากัน

ค. แตกต่างกัน ง. ไม่มีข้อใดถูก

| | แบบทดสอบหลังเรียน | หน่วยที่ 5, 6, 7 |
|---|---|---|
| | เรื่องงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 3 |

14.จุดประสงค์การปรับอัตรักษาความดันคือ

ก. เพื่อชดเชยชิ้นงานที่ฉีดหดตัวขณะแม่พิมพ์มีการหล่อเย็น

ข. ป้องกันการกระแทกของปลายสกรูกับรูของกระบอกฉีด

ค. ป้องกันการเกิดครีบบนชิ้นงาน

ง. เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดรอยเชื่อมชิ้นงาน

15. ถ้าปรับความดันอัดบีบแม่พิมพ์(Clamping pressure)ต่ำมากเกินไปจะเกิดข้อบกพร่องใดบนชิ้นงาน

ก. ครีบ

ข. โพรงอากาศ

ค. รอยไหม้

ง. รอยปุ่ม

16. ถ้าปรับความดันดันกลับ (back presser) เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จะมีผลต่ออะไร

ก. อุณหภูมิการหลอมจะเพิ่มขึ้น

ข. เวลาของสกรูหมุนหลอมพลาสติกถอยหลังกลับยาวนาน

ค. การผสมของการหลอมพลาสติกจะดีขึ้น

ง. ถูกทุกข้อ

17. ถ้าต้องการปริมาตรพลาสติกที่ต้องการฉีดมีระยะ 20 มม. จะต้องปรับสวิทช์ปรับระยะมากสุดเท่าไร

ก. 30 มม.

ข. 28 มม.

ค. 26 มม.

ง. 25 มม.

18. ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานฉีดมาจากอะไร

ก.แม่พิมพ์ฉีด (Mould

ข.เครื่องจักร (Machine)

ค.วัตถุดิบ (Material)

ง.ถูกทุกข้อ

| | แบบทดสอบหลังเรียน | หน่วยที่ 5, 6, 7 |
|---|---|---|
| | เรื่องงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 4 |

19. ถ้าปรับอุณหภูมิแม่พิมพ์สูงเกินไปจะเกิดอะไรขึ้น

ก. พลาสติกไหลเข้าแบบยาก

ข. พลาสติกฉีดเข้าแบบจะเย็นตัวช้า

ค. จะเกิดความเค้นมาก (Stresses)

ง. ผิวหน้างานที่ใช้ขุ่นมัว

20.ถ้าปรับอุณหภูมิการหลอมพลาสติกต่ำเกินไปจะเกิดอะไรขึ้น

ก. ความหนืดของพลาสติกต่ำ

ข. คุณภาพพลาสติกลดลง

ค. ความดันในการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์จะสูงมาก

ง. พลาสติกจะเปลี่ยนสีและมีฟองในเนื้อพลาสติก

21.ข้อบกพร่องใดที่เกิดบนชิ้นงานฉีดกรณีถ้าปรับความเร็วในการฉีดต่ำเกินไป

ก. รอยพ่นฉีด (Jetting)

ข. การเกิดครีบ (Flashing)

ค. การเกิดรอยไหม้ (Burn mark)

ง. ชิ้นงานไม่เต็ม (Short shots)

22.ในการฉีดพลาสติกเข้าในเบ้าแบบ ( Cavity) มีกี่ขั้นตอน

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

23. การปรับความเร็วดันปลดชิ้นงานที่ดีที่สุดจะเริ่มปรับความแรงระดับใด

ก. ระดับต่ำ

ข. ระดับปานกลาง

ค. ระดับสูง

ง. ระดับใดก็ได้

| | แบบทดสอบหลังเรียน | หน่วยที่ 5, 6, 7 |
|---|---|---|
| | เรื่องงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 5 |

24. สาเหตุการเกิดชิ้นงานเป็นชั้นๆ (Lamination) มาจากอะไร

ก. ล้างกระบอกฉีดไม่สะอาดเนื่องจากพลาสติก 2 ชนิดปะปนกันอยู่

ข. ความดันในการฉีดต่ำ

ค. ความเร็วในการฉีดสูง

ง. การหลอมไม่เป็นเนื้อเดียวกัน

25. การแก้ไขไม่ให้เกิดรอยปุ่มหรือการยุบตัวคือ

ก. เพิ่มเวลาอัดรักษาความดัน (Dwell Time)

ข. เพิ่มแรงอัดรักษาความดัน (Dwell Pressure)

ค. ต้องมีช่องระบายอากาศให้เพียงพอ

ง. ถูกทุกข้อ

26. การแก้ให้ชิ้นงานฉีดเต็มจะต้องทำอย่างไร

ก. เพิ่มขนาดเกจ (gate)

ข. เพิ่มเวลาฉีดอัดรักษาความดัน (Dwell Time)

ค. เพิ่มความหนืดของการหลอมละลายให้สูงขึ้น

ง. ถูกทุกข้อ

27.ข้อใด**ไม่ใช่**การแก้ไขการเกิดรอยไหม้ (Burn Mark)

ก. ช่องระบายอากาศต้องมีเพียงพอ

ข. ลดความดันในการฉีด

ค. เพิ่มอุณหภูมิการหลอม

ง. ขยายเกจ (gate) ให้กว้างและโตขึ้น

28.พลาสติกชนิดใดมักจะเกิดรอยปุ่มหรือการยุบตัว

ก. PF

ข. UF

ค. PE

ง. PS

| | แบบทดสอบหลังเรียน | หน่วยที่ 5, 6, 7 |
|---|---|---|
| | เรื่องงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 6 |

29. ข้อใดไม่ใช่ข้อบกพร่องที่เกิดจากการใช้วัตถุดิบคือ
    ก. ใช้ขนาดของเครื่องฉีดผิด
    ข. ใช้เกรดวัตถุดิบผิด
    ค. วัตถุดิบไม่สะอาดมีสิ่งสกปรก
    ง. วัตถุดิบมีความชื้น
30. ข้อบกพร่องที่เกิดจากการปรับเงื่อนไขบนเครื่องจักรไม่ถูกต้อง
    ก. ความเร็ว (Speed)
    ข.ความดัน (Pressure)
    ค.เวลา (Time)
    ง. ถูกทุกข้อ
31. ข้อบกพร่องที่เกิดจากเครื่องจักรคือ
    ก. สวิทซ์การปรับระยะ (Limit Switch)
    ข. อุณหภูมิ (Temperature)
    ค. การใช้ขนาดของเครื่องฉีดผิด
    ง. ใช้เกรดวัตถุดิบ
32. การแก้ไขไม่ให้เกิดรอยบุ๋มหรือการยุบตัวคือ
    ก. เพิ่มเวลาอัดรักษาความดัน (Dwell Time)
    ข. เพิ่มแรงอัดรักษาความดัน (Dwell Pressure)
    ค. ต้องมีช่องระบายอากาศให้เพียงพอ
    ง. ถูกทุกข้อ
33.สาเหตุที่ชิ้นงานไม่เต็ม (Short Shots) เกิดจากอะไร
    ก. อากาศในเบ้าแบบระบายออกได้สะดวก
    ข. เกจ (gate) แข็งตัวก่อนที่พลาสติกไหลเข้าเต็มแบบ
    ค. เกจ (gate) มีขนาดโตเกินไป
    ง. ความเร็วในการฉีดสูง

| | แบบทดสอบหลังเรียน | หน่วยที่ 5, 6, 7 |
|---|---|---|
| | เรื่องงานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 7 |

34.พลาสติกชนิดใดมักจะเกิดโพรงหรือฟองอากาศในชิ้นงานฉีด

ก. PE

ข. PP

ค. PVC

ง. ABS

35. พลาสติกชนิดใดที่ไม่ดูดความชื้น

ก. PE

ข. Nylon (PA)

ค. PC

ง. ABS

| | กระดาษคำตอบทดสอบหลังเรียน | หน่วยที่5,6,7 |
|---|---|---|
| | เรื่อง งานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 1 |
| ชื่อ- สกุล..... | | คะแนน |
| ชั้น.....วิชา..... | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ข้อ 1 | | ข้อ19 | |
| ข้อ2 | | ข้อ20 | |
| ข้อ3 | | ข้อ21 | |
| ข้อ4 | | ข้อ22 | |
| ข้อ5 | | ข้อ23 | |
| ข้อ6 | | ข้อ24 | |
| ข้อ7 | | ข้อ25 | |
| ข้อ8 | | ข้อ26 | |
| ข้อ9 | | ข้อ27 | |
| ข้อ10 | | ข้อ28 | |
| ข้อ11 | | ข้อ29 | |
| ข้อ12 | | ข้อ30 | |
| ข้อ13 | | ข้อ31 | |
| ข้อ14 | | ข้อ32 | |
| ข้อ15 | | ข้อ33 | |
| ข้อ16 | | ข้อ34 | |
| ข้อ17 | | ข้อ35 | |
| ข้อ18 | | | |

| เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน | หน่วยที่5,6,7 |
|---|---|
| เรื่อง งานฉีดพลาสติก | แผ่นที่ 1 |

| ข้อ 1 | ก | ข้อ19 | ข |
|---|---|---|---|
| ข้อ2 | ง | ข้อ20 | ค |
| ข้อ3 | ง | ข้อ21 | ง |
| ข้อ4 | ข | ข้อ22 | ง |
| ข้อ5 | ก | ข้อ23 | ข |
| ข้อ6 | ง | ข้อ24 | ก |
| ข้อ7 | ง | ข้อ25 | ง |
| ข้อ8 | ง | ข้อ26 | ง |
| ข้อ9 | ก | ข้อ27 | ค |
| ข้อ10 | ข | ข้อ28 | ค |
| ข้อ11 | ข | ข้อ29 | ก |
| ข้อ12 | ข | ข้อ30 | ง |
| ข้อ13 | ค | ข้อ31 | ค |
| ข้อ14 | ก | ข้อ32 | ก |
| ข้อ15 | ก | ข้อ33 | ข |
| ข้อ16 | ง | ข้อ34 | ข |
| ข้อ17 | ก | ข้อ35 | ก |
| ข้อ18 | ง | | |

# ภาคผนวก จ.

## หนังสือเรียนเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ที่ ศธ ๕๘๐๔.๑๗/....192.....

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ
กรุงเทพมหานคร 10140

วันที่ 7 มกราคม 2551

**เรื่อง** ขอเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

**เรียน** ดร. สวัสดี พฤกษะตระกูล

**สิ่งที่ส่งมาด้วย** 1. ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก จำนวน 1 ชุด
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่องงานฉีดพลาสติก จำนวน 1 ชุด 89 ข้อ
3. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนกับชุดการสอน จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายประมาณศักย์ เสือเฒ่า นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้ทำการศึกษางานวิจัยเรื่อง **"ชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก"** โดยมี ผศ.ดร. สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล เป็นประธานที่ปรึกษา

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความสามารถและประสบการณ์ ในด้านนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงเรียนขอความอนุเคราะห์จากท่านในการเป็นผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นในการสร้างเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาเป็นผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว ซึ่งทางสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูง

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ

ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ
โทร. 02-4708557

ที่ ศธ ๕๘๐๔.๗/....192.....

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ
กรุงเทพมหานคร 10140

วันที่ 7 มกราคม 2551

**เรื่อง** ขอเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

**เรียน** ผู้ช่วยศาตราจารย์ คมกฤช กิตติพร

**สิ่งที่ส่งมาด้วย** 1. ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก จำนวน 1 ชุด
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่องงานฉีดพลาสติก จำนวน 1 ชุด 89 ข้อ
3. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนกับชุดการสอน จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายประมาณศักย์ เสือเฒ่า นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้ทำการศึกษางานวิจัยเรื่อง **"ชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก"** โดยมี ผศ.ดร. สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล เป็นประธานที่ปรึกษา

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความสามารถและประสบการณ์ ในด้านนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงเรียนขอความอนุเคราะห์จากท่านในการเป็นผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นในการสร้างเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาเป็นผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว ซึ่งทางสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูง

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ

ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ
โทร. 02-4708557

ที่ ศธ ๕๘๐๔.๗/....192.....

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ
กรุงเทพมหานคร 10140

วันที่ 7 มกราคม 2551

**เรื่อง** ขอเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

**เรียน** ดร. ทินโน ขวัญดี

**สิ่งที่ส่งมาด้วย** 1. ชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก จำนวน 1 ชุด
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่องงานฉีดพลาสติก จำนวน 1 ชุด 89 ข้อ
3. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนกับชุดการสอน จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายประมาณศักย์ เสือเฒ่า นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้ทำการศึกษางานวิจัยเรื่อง **"ชุดการสอนเรื่องงานฉีดพลาสติก"** โดยมี ผศ.ดร. สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล เป็นประธานที่ปรึกษา

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความสามารถและประสบการณ์ ในด้านนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงเรียนขอความอนุเคราะห์จากท่านในการเป็นผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นในการสร้างเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาเป็นผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว ซึ่งทางสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูง

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ

ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ
โทร. 02-4708557

# ประวัติผู้วิจัย

| | |
|---|---|
| **ชื่อ – สกุล** | นายประมาณศักย์ เสือเฒ่า |
| **วัน เดือน ปีเกิด** | 11 กันยายน 2501 |
| **ประวัติการศึกษา** | |
| **ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น** | โรงเรียนปากท่อพิทยาคม จังหวัดราชบุรี พ.ศ 2517 |
| **ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ** | สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม พ.ศ 2520 |
| **ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง** | สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ 2523 |
| **ระดับปริญญาตรี** | สาขาวิชาเครื่องมือกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พ.ศ 2528 |
| **ระดับปริญญาโท** | ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ 2550 |
| **ประวัติการทำงาน** | ครูประจำแผนกวิชาช่างกลโรงงาน ศูนย์ฝึกวิชาชีพอุตสาหกรรมต่อเรือหนองคาย จังหวัด หนองคาย พ.ศ. 2523- 2531 |
| | ครูประจำแผนกช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี 2532 |
| | ครูประจำแผนกแม่พิมพ์พลาสติก วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ พ.ศ 2533 - ปัจจุบัน |

**มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี**

**ข้อตกลงว่าด้วยการโอนสิทธิ์ในทรัพย์สินทางปัญญาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา**

วันที่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2551

ข้าพเจ้า นายประมาณศักย์ เสือเฒ่า รหัสประจำตัว 49330304 เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับปริญญาโท หลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี อยู่บ้านเลขที่ 364/16 หมู่ 1 ถ.สุขุมวิท ต.บางปูใหม่ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ รหัส 10280 ขอโอนลิขสิทธิ์ในวิทยานิพนธ์ให้ไว้กับ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี รศ.ดร.ศักดิ์ กองสุวรรณ ตำแหน่งคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี เป็นผู้รับโอนลิขสิทธิ์และมีข้อตกลงดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่องชุดการสอนวิชางานกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก เรื่องงานฉีดพลาสติก ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ ผศ.ดร. สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล ตามมาตรา 14 แห่ง พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และ ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้น จากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในวิทยานิพนธ์ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามมาตรา 23 แห่งพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัย

3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใด ๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าจะต้องระบุวิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุก ๆ ครั้งที่มีการเผยแพร่

4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่ หรืออนุญาตให้ผู้อื่นทำซ้ำหรือดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชนหรือกระทำการอื่นใด ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีก่อน

5. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ไปประดิษฐ์ หรือพัฒนาต่อยอดเป็นสิ่งประดิษฐ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญา ภายในระยะเวลาสิบ (10) ปีนับจากวันลงนามในข้อตกลงฉบับนี้ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีมีสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญานั้น พร้อมกับได้รับชำระค่าตอบแทนการอนุญาตให้ใช้สิทธิดังกล่าว รวมถึงการจัดสรร

ผลประโยชน์อันพึงเกิดขึ้นจากส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ในอนาคต โดยให้เป็นไปตามระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

6. ในกรณีที่มีผลประโยชน์เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาอื่น ที่ข้าพเจ้าทำขึ้นโดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเป็นเจ้าของ ข้าพเจ้าจะมีสิทธิได้รับการจัดสรรผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญาดังกล่าว ตามอัตราที่กำหนดไว้ในระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

ลงชื่อ.....ผู้โอนลิขสิทธิ์
(นายประมาณศักย์ เสือเฒ่า)

ลงชื่อ.....ผู้รับโอนลิขสิทธิ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ กองสุวรรณ)

ลงชื่อ.....พยาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล)

ลงชื่อ.....พยาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สันติรัฐ นันสะอาง)