บทที่ 4

การออกแบบแผนการทดลอง

4.1 บทนำ

จากการศึกษาปัจจัยที่น่าจะมีอิทธิพล (Effect) ต่อค่าตัวแปรตอบสนอง ในบทที่ 3 นั้น สามารถสรุปปัจจัยที่ควรนำมาพิจารณาใช้ในการทดลองนี้ทั้งหมด 5 ปัจจัย คือ อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 1, อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 2, อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 3, อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 4 และความเร็วผลิตภัณฑ์ ขั้นต่อไปจะนำปัจจัยมาทำการออกแบบการทดลอง เพื่อพิสูจน์ยืนยันถึงสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าปัจจัยทั้ง 5 น่าจะมีอิทธิพลต่อการเกิดของเสียในการผลิตเทฟลอน ซึ่งสามารถใช้หลักการทางสถิติวิเคราะห์ ผลการทดลองที่ได้จากการออกแบบการทดลอง เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงสถิติแล้วจะต้องทำการตีความหมายออกมาเพื่อใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิต โดยผลสรุปที่ได้จากการทดลองจะสามารถบอกได้ว่าปัจจัยใดบ้างที่มีอิทธิผลต่อตัวแปรตอบสนองที่สนใจในกระบวนการที่ทำการศึกษาในระดับความเชื่อมั่นหนึ่งๆ หรือระดับนัยสำคัญที่ต้องการ

ในการทำการทดลองเพื่อยืนยันสมมติฐานที่ตั้งไว้นั้น ควรจะมีการออกแบบแผนการทดลองตามลำดับขั้นตอนเพื่อสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง ตามหลักของการออกแบบการทดลอง โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

4.2 การกำหนดปัญหาที่น่าสนใจ

ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเทฟลอนที่สนใจในงานวิจัยครั้งนี้คือ การเกิดของเสียที่จุดสุดท้ายของกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นปัญหาที่โรงงานตัวอย่างต้องการที่จะลดการเกิดของเสียนั้นและทำเป็นมาตรฐานในการผลิตซึ่งยังไม่มีการทำอย่างจริงจัง จึงได้ตั้งวัตถุประสงค์ในการทำการทดลองครั้งนี้ เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดของเสียจากการผลิตเทฟลอน และหาสภาวะที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยโดยการออกแบบการทดลอง

4.3 การเลือกปัจจัยที่จะทำการศึกษา

จากการวิเคราะห์ในบทที่ 3 ได้แสดงเหตุและผลต่างๆ ที่ใช้ในการเลือกปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดของเสียในการผลิตเทฟลอน ตลอดจนพิจารณาถึงการควบคุมปัจจัยอื่นๆ ที่จะมีผลกระทบต่อกระบวนการ และได้เลือกปัจจัยที่ใช้ในการทดลองเบื้องต้นดังนี้

4.3.1 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 1

4.3.2 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 2

4.3.3 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 3

4.3.4 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 4

4.3.5 ความเร็วของผลิตภัณฑ์

ในการทดลองนี้จะกำหนดระดับของปัจจัย (Levels) เป็นแบบกำหนดตายตัว (Fixed Levels) เนื่องจากปัจจัยที่เลือกมาทำการทดลองทั้ง 5 ปัจจัยนี้ เป็นปัจจัยที่สามารถกำหนดค่าได้แน่นอน โดยอาศัยความรู้พื้นฐานในกระบวนการ แล้วทำการกำหนดระดับของปัจจัยที่ควรจะใช้ในการทดลอง ซึ่งจากการพิจารณาพบว่าแต่ละปัจจัยควรจะมีระดับของปัจจัย เพียง 2 ระดับ เพราะถ้าใช้ระดับของปัจจัยมากกว่านี้ จะทำให้การเก็บข้อมูลใช้เวลานานมาก

การกำหนดระดับของปัจจัยจะต้องพิจารณาถึงช่วง (Ranges) ที่เหมาะสมต่อการใช้งานจริงด้วย โดยต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์ในการผลิตเทฟลอน คู่มือและคำแนะนำจากบริษัทผู้ผลิต เข้าช่วยในการตัดสินใจกำหนดระดับของปัจจัย ซึ่งจากการพิจารณาทำให้สามารถกำหนดระดับค่าของปัจจัยทั้ง 5 ได้ดังนี้

4.3.1 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 1

อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 1 คือ บริเวณที่ให้ความร้อนกับเรซินบริเวณแรกซึ่งเรซินนั้นได้ถูก feed เข้ามาในแม่พิมพ์ โดยอุณหภูมิที่ใช้ในปัจจุบันคือ 350 °C เมื่อพิจารณาถึงช่วงการใช้ที่เหมาะสมซึ่งได้รับการแนะนำมาจากบริษัทผู้ผลิตเรซินจะเลือกใช้ค่าอุณหภูมิอยู่ในช่วง 350-370 °C ดังนั้นจะทำการกำหนดระดับของปัจจัยดังต่อไปนี้

ระดับที่ 1 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 1 เท่ากับ 350 °C

ระดับที่ 2 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 2 เท่ากับ 370 °C

4.3.2 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 2

อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 2 คือ บริเวณที่ให้ความร้อนกับเรซินเพื่อที่เรซินเกิดการ Preform โดยอุณหภูมิที่ใช้อยู่ในปัจจุบันคือ 370 °C เมื่อพิจารณาถึงช่วงการใช้ที่เหมาะสมซึ่งได้รับการแนะนำมาจากบริษัทผู้ผลิตเรซินจะเลือกใช้ค่าอุณหภูมิอยู่ในช่วง 370-400 °C ดังนั้นจะทำการกำหนดระดับของปัจจัยดังต่อไปนี้

ระดับที่ 1 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 1 เท่ากับ 370 °C

ระดับที่ 2 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 2 เท่ากับ 400 °C

4.3.3 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 3

อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 3 คือ บริเวณที่ให้ความร้อนกับเรซินเพื่อทำให้เรซินนั้นเกิดการ sintering โดยอุณหภูมิที่ใช้อยู่ในปัจจุบันคือ 380 °C เมื่อพิจารณาถึงช่วงการใช้ที่เหมาะสมซึ่งได้รับการแนะนำมาจากบริษัทผู้ผลิตเรซินจะเลือกใช้ค่าอุณหภูมิอยู่ในช่วง 380-400 °C ดังนั้นจะทำการกำหนดระดับของปัจจัยดังต่อไปนี้

ระดับที่ 1 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 1 เท่ากับ 380 °C

ระดับที่ 2 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 2 เท่ากับ 400 °C

4.3.4 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 4

อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 4 คือ บริเวณที่ให้ความร้อนกับเรซินเพื่อทำให้เรซินนั้นเย็นลงก่อนจะออกจากแม่พิมพ์ (die) โดยอุณหภูมิที่ใช้อยู่ในปัจจุบันคือ 260 °C เมื่อพิจารณาถึงช่วงการใช้ที่เหมาะสมซึ่งได้รับการแนะนำมาจากบริษัทผู้ผลิตเรซินจะเลือกใช้ค่าอุณหภูมิอยู่ในช่วง 260-280 °C ดังนั้นจะทำการกำหนดระดับของปัจจัยดังต่อไปนี้

ระดับที่ 1 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 1 เท่ากับ 260 °C

ระดับที่ 2 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 2 เท่ากับ 280 °C

4.3.5 ความเร็วของผลิตภัณฑ์

ความเร็วของผลิตภัณฑ์คืออัตราเร็วของผลิตภัณฑ์ที่ออกจากแม่พิมพ์ เปรียบเสมือนกับกำหนดเวลาในการให้ความร้อน ซึ่งปัจจุบันความเร็วของผลิตภัณฑ์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันคือ 80 cm/h

เมื่อพิจารณาถึงช่วงการใช้ที่เหมาะสมซึ่งได้รับการแนะนำมาจากบริษัทผู้ผลิตเรซินจะเลือกใช้ค่าอุณหภูมิอยู่ในช่วง 80-100 cm/h

ระดับที่ 1 ความเร็วของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 80 cm/h

ระดับที่ 2 ความเร็วของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 100 cm/h

สามารถสรุปปัจจัย และระดับของปัจจัยต่างๆ ได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การกำหนดปัจจัยและระดับของปัจจัย

ปัจจัย	สัญลักษณ์	ระดับของปัจจัย	
		- (ต่ำ)	+ (สูง)
1. อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 1	A	350 °C	370 °C
2. อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 2	B	370 °C	400 °C
3. อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 3	C	380 °C	400 °C
4. อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 4	D	260 °C	280 °C
5. ความเร็วของผลิตภัณฑ์	E	80 cm/h	100 cm/h

4.4 การเลือกตัวแปรตอบสนอง (Response Variables)

จากการกำหนดปัญหาในข้อ 4.2 ทางผู้ทดลองจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงปริมาณการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิตเทฟลอน ดังนั้นตัวแปรตอบสนองที่ใช้ ก็คือ จำนวนของเสีย โดยการทดลองแต่ละการทดลองจะทำการผลิตเทฟลอนที่ความยาว 20 cm เป็นจำนวน 60 ชิ้น ใช้ผู้ตรวจสอบเป็นผู้ตัดสินใจว่าเป็นของเสียหรือไม่ โดยยึดตามมาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพที่ทางโรงงานตัวอย่างใช้อยู่เพื่อขายผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้าจะทำการตรวจสอบแบบ 100 % ซึ่งวิธีการตรวจสอบโดยละเอียดจะอธิบายโดยละเอียดในหัวข้อ 5.5 ซึ่งเมื่อได้ข้อมูลจากการตรวจสอบแล้ว ก็จะนำไปสู่การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนต่อไป

4.5 การเลือกแบบการทดลอง

จากการออกแบบการทดลอง ปัจจัยต่างๆ ระบุไว้ในตารางที่ 4.1 โดยมีปัจจัยทั้งหมด 5 ปัจจัย แต่ละปัจจัยที่ระดับของปัจจัย 2 ระดับ ดังนั้น แผนการทดลองที่เหมาะสมกับการทดลองครั้งนี้ คือ โดยใช้การออกแบบการทดลองแบบ 2^k แฟคทอเรียล มี 5 ปัจจัย ปัจจัยละ 2 ระดับ ซึ่งการ

ทดลองจะเป็นแบบสุ่มสมบูรณ์เพื่อให้ข้อมูลนั้นมีการกระจายอิทธิพลของปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ จำนวนการทดลองซ้ำ (Replicates) 1 ซ้ำ

4.6 การดำเนินการทดลอง

การดำเนินการทดลองจะใช้หลักการสุ่มแบบสมบูรณ์ เพื่อป้องกันความไม่สม่ำเสมอของเครื่องจักร ผู้ทำการตรวจสอบ และผู้ทำการทดลองการใช้เทคนิคการทดลองแบบแฟคทอเรียล ก็เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของปัจจัยร่วม (Interaction) ของปัจจัยด้วย โดยในการทดลองต้องพยายามดำเนินให้เป็นไปตามแผนที่ออกแบบไว้อย่างเคร่งครัด

4.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้หลักการทางสถิติ เข้าช่วยในการวิเคราะห์เพื่อให้การวิเคราะห์มีความน่าเชื่อถือโดยข้อมูลที่ได้จากการทดลองนั้น จะถูกวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติหรือหาแนวโน้มต่อไปได้

สมการตัวแบบที่จะใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ

$$Y_{ijklm} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_k + \omega_l + \theta_m + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\gamma)_{ik} + (\tau\omega)_{il} + (\tau\theta)_{im} + (\beta\gamma)_{jk} + (\beta\omega)_{jl} + (\beta\theta)_{jm} + (\gamma\omega)_{kl} + (\gamma\theta)_{km} + (\omega\theta)_{lm} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + (\tau\beta\omega)_{ijl} + (\tau\beta\theta)_{ijm} + (\tau\gamma\omega)_{ikl} + (\tau\gamma\theta)_{ikm} + (\tau\omega\theta)_{ilm} + (\beta\gamma\omega)_{jkl} + (\beta\gamma\theta)_{jkm} + (\beta\omega\theta)_{jlm} + (\gamma\omega\theta)_{klm} + (\tau\beta\gamma\omega)_{ijkl} + (\tau\beta\gamma\theta)_{ijkm} + (\tau\beta\omega\theta)_{ijlm} + (\tau\gamma\omega\theta)_{iklm} + (\beta\gamma\omega\theta)_{jklm} + (\tau\beta\gamma\omega\theta)_{ijklm} + \varepsilon_{ijklm}$$

เมื่อ i = 1,2 ; j = 1,2 ; k = 1,2 ; l = 1,2 ; m = 1,2

สมมติฐานของการทดลองจะแบ่งเป็นสองกลุ่ม คือ

1. สมมติฐานของปัจจัยเดี่ยวมี 5 สมมติฐาน เช่น

   $H_0 = \tau_1 = \tau_2 = 0$

   H_1 = อย่างน้อยหนึ่งค่าของ τ_i ไม่เท่ากับ 0

   $H_0 = \beta_1 = \beta_2 = 0$

   H_1 = อย่างน้อยหนึ่งค่าของ β_j ไม่เท่ากับ 0

2. สมมติฐานของปัจจัยร่วมมี 26 สมมติฐานเช่น

   $H_0 = (\tau\beta)_{ij} = 0$ สำหรับทุกค่า i, j

H_1 = อย่างน้อยหนึ่งค่าของ $(\tau\beta)_{ij}$ ไม่เท่ากับ 0

$H_0 = (\tau\gamma)_{ik} = 0$ สำหรับทุกค่า i, k

H_1 = อย่างน้อยหนึ่งค่าของ $(\tau\gamma)_{ik}$ ไม่เท่ากับ 0

$H_0 = (\tau\omega)_{il} = 0$ สำหรับทุกค่า i, l

H_1 = อย่างน้อยหนึ่งค่าของ $(\tau\omega)_{il}$ ไม่เท่ากับ 0

$H_0 = (\tau\beta\gamma)_{ijk} = 0$ สำหรับทุกค่า i, j, k

H_1 = อย่างน้อยหนึ่งค่าของ $(\tau\beta\gamma)_{ijk}$ ไม่เท่ากับ 0

$H_0 = (\tau\beta\omega)_{ijl} = 0$ สำหรับทุกค่า i, j ,l

H_1 = อย่างน้อยหนึ่งค่าของ $(\tau\beta\omega)_{ijl}$ ไม่เท่ากับ 0

$H_0 = (\tau\beta\gamma\omega)_{ijkl} = 0$ สำหรับทุกค่า i, j, k, l

H_1 = อย่างน้อยหนึ่งค่าของ $(\tau\beta\gamma\omega)_{ijkl}$ ไม่เท่ากับ 0

$H_0 = (\tau\beta\gamma\omega\theta)_{ijklm} = 0$ สำหรับทุกค่า i, j, k, l, m

H_1 = อย่างน้อยหนึ่งค่าของ $(\tau\beta\gamma\omega\theta)_{ijklm}$ ไม่เท่ากับ 0

เมื่อตั้งสมมติฐานของการทดลองเสร็จแล้ว ก็จะนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการตรวจสอบความถูกต้อง (Model Adequacy Checking) ซึ่งการตรวจสอบความถูกต้องนี้จะทำให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น โดยการตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบ จะนำค่าความคลาดเคลื่อน (Residuals) มาพล็อตเป็นกราฟของความคลาดเคลื่อน (Residual Plot) แล้วจึงทำการวิเคราะห์ว่าข้อมูลนั้นมีลักษณะเป็นไปตามข้อกำหนดตามหลักสถิติที่ตั้งไว้หรือไม่

หลังจากการตรวจสอบข้อมูลแล้วจึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน

แหล่งของความแปรปรวน	ผลรวมกำลังสอง(SS)	ขั้นของความอิสระ(DF)	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง (MS)	ค่าทดสอบ F_0	ค่า F วิกฤต
ทรีทเมนต์ . . . ความคลาดเคลื่อน ทั้งหมด					

4.8 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

หลังจากที่คำนวนค่าต่างๆ ในตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นต่อไปจะต้องทำการสรุปว่าปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการเกิดของเสียในการผลิตเทฟลอนบ้าง ตลอดจนหาสภาวะที่เหมาะสมเพื่อทำให้ของเสียในการผลิตเทฟลอนลดน้อยลงด้วย

เราสามารถสรุปแผนการออกแบบการทดลองได้ดังนี้

4.8.1 วัตถุประสงค์

ศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดของเสียอันเนื่องมาจากการผลิตเทฟลอน และหาสภาวะที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย

4.8.2 ข้อมูลพื้นฐาน

กระบวนการผลิตเทฟลอนเป็นกระบวนการกึ่งอัตโนมัติ โดยจะใช้เครื่อง Ram extruder เป็นเครื่องจักรหลักในการผลิต จากการพิจารณาเบื้องต้นพบว่าปัจจัยที่น่าจะมีอิทธิพลต่อการเกิดของเสียในการผลิตเทฟลอน คือ อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 1 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 2 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 3 อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 4 และความเร็วของผลิตภัณฑ์

4.8.3 ตัวแปรต่างๆ ในการทดลอง

1. ตัวแปรตอบสนอง คือ จำนวนของเสียที่เกิดจากการผลิตเทฟลอน โดยให้ผู้ตรวจสอบเป็นคนตัดสินใจโดยยึดตามการตรวจสอบคุณภาพที่โรงงานตัวอย่างใช้อยู่ในการส่งมอบสินค้า

2. ปัจจัย ระดับ

• อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 1	350 °C	370 °C
• อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 2	370 °C	400 °C
• อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 3	380 °C	400 °C
• อุณหภูมิฮีทเตอร์โซน 4	260 °C	280 °C
• ความเร็วของผลิตภัณฑ์	80 cm/hr	100 cm/hr

3. ปัจจัยควบคุม

• พนักงานที่ใช้ในการทดลอง	1 คน

- เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต 1 เครื่อง
- เรซินที่ใช้ในการผลิต 1 ชนิด
- ความดัน 2 MPa
- ความดันเบรก 4 bar

4.8.3 วิธีการสุ่ม

การทำสุ่มแบบสมบูรณ์ (Complete Randomization) โดยลำดับในการทดลองแสดงได้ในตารางที่ 4.3

4.8.4 จำนวนซ้ำ

การทดลองทั้งหมดมี $2^5 = 32$ สภาวะ ไม่มีการทำซ้ำ การทดลองผลิตภัณฑ์ 2 รุ่น

4.8.5 เมตริกการออกแบบการทดลอง

เมตริกการออกแบบการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.3, 4.4 และ 4.5

4.8.6 ตารางบันทึกผล

ใช้แบบฟอร์มเดียวกับเมตริกการออกแบบการทดลอง

4.8.7 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)
การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (Model Adequacy Checking)
ค่าตัวแปรตอบสนอง (Response Variable)
กราฟค่าเรสซิดวล (Residual Plot)

ตารางที่ 4.3 เมตริกการออกแบบการทดลองพร้อมการสุ่มตัวอย่างลำดับการทดลองของผลิตภัณฑ์รุ่น G201

Test No.	Run Order	A	B	C	D	E	Defect
3	1	-1	1	-1	-1	-1	
27	2	-1	1	-1	1	1	
6	3	1	-1	1	-1	-1	
4	4	1	1	-1	-1	-1	
1	5	-1	-1	-1	-1	-1	
29	6	-1	-1	1	1	1	
23	7	-1	1	1	-1	1	
13	8	-1	-1	1	1	-1	
11	9	-1	1	-1	1	-1	
14	10	1	-1	1	1	-1	
9	11	-1	-1	-1	1	-1	
19	12	-1	1	-1	-1	1	
24	13	1	1	1	-1	1	
22	14	1	-1	1	-1	1	
28	15	1	1	-1	1	1	
25	16	-1	-1	-1	1	1	
8	17	1	1	1	-1	-1	
16	18	1	1	1	1	-1	
12	19	1	1	-1	1	-1	
26	20	1	-1	-1	1	1	
32	21	1	1	1	1	1	
17	22	-1	-1	-1	-1	1	
18	23	1	-1	-1	-1	1	
2	24	1	-1	-1	-1	-1	
15	25	-1	1	1	1	-1	
20	26	1	1	-1	-1	1	
10	27	1	-1	-1	1	-1	
5	28	-1	-1	1	-1	-1	
31	29	-1	1	1	1	1	
7	30	-1	1	1	-1	-1	
30	31	1	-1	1	1	1	
21	32	-1	-1	1	-1	1	

A คือ อุณหภูมิโซน 1

B คือ อุณหภูมิโซน 2

C คืออุณหภูมิโซน 3

D คือ อุณหภูมิโซน 4

E คือ ความเร็วของผลิตภัณฑ์ (cm/h)

-1 คือ ระดับปัจจัยที่ระดับต่ำ

1 คือ ระดับปัจจัยที่ระดับสูง

Run Order คือ ลำดับการทดลองที่ได้จากการสุ่มสมบูรณ์

ตารางที่ 4.4 เมตริกการออกแบบการทดลองพร้อมการสุ่มตัวอย่างลำดับการทดลองของผลิตภัณฑ์รุ่น F4PN

Test No	Run Order	A	B	C	D	E	Defect
2	1	1	-1	-1	-1	-1	
16	2	1	1	1	1	-1	
11	3	-1	1	-1	1	-1	
3	4	-1	1	-1	-1	-1	
7	5	-1	1	1	-1	-1	
5	6	-1	-1	1	-1	-1	
4	7	1	1	-1	-1	-1	
29	8	-1	-1	1	1	1	
22	9	1	-1	1	-1	1	
18	10	1	-1	-1	-1	1	
23	11	-1	1	1	-1	1	
21	12	-1	-1	1	-1	1	
13	13	-1	-1	1	1	-1	
12	14	1	1	-1	1	-1	
30	15	1	-1	1	1	1	
8	16	1	1	1	-1	-1	
6	17	1	-1	1	-1	-1	
17	18	-1	-1	-1	-1	1	
15	19	-1	1	1	1	-1	
31	20	-1	1	1	1	1	
27	21	-1	1	-1	1	1	
10	22	1	-1	-1	1	-1	
19	23	-1	1	-1	-1	1	
14	24	1	-1	1	1	-1	
28	25	1	1	-1	1	1	
20	26	1	1	-1	-1	1	
1	27	-1	-1	-1	-1	-1	
26	28	1	-1	-1	1	1	
9	29	-1	-1	-1	1	-1	
24	30	1	1	1	-1	1	
32	31	1	1	1	1	1	
25	32	-1	-1	-1	1	1	

A คือ อุณหภูมิโซน 1

B คือ อุณหภูมิโซน 2

C คืออุณหภูมิโซน 3

D คือ อุณหภูมิโซน 4

E คือ ความเร็วของผลิตภัณฑ์ (cm/h)

-1 คือ ระดับปัจจัยที่ระดับต่ำ

1 คือ ระดับปัจจัยที่ระดับสูง

Run Order คือ ลำดับการทดลองที่ได้จากการสุ่มสมบูรณ์

ตารางที่ 4.5 เมตริกการออกแบบการทดลอง

ผลิตภัณฑ์	A																													
	350 °C																370 °C													
	B																B													
	370 °C								400 °C								370 °C								400 °C					
	C (°C)				C (°C)				C (°C)				C (°C)				C (°C)				C (°C)				C (°C)					
	380				400				380				400				380				400				380				400			
	D (°C)		D (°C)		D (°C)		D (°C)		D (°C)		D (°C)		D (°C)		D (°C)		D (°C)		D (°C)		D (°C)		D (°C)		D (°C)		D (°C)		D (°C)	
	260		280		260		280		260		280		260		280		260		280		260		280		260		280		260		280	
	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100
PV 102 (G201)	1 **	17	9	25	5	21	13	29	3	19	11	27	30	23	15	31	2	18	10	26	6	22	14	25	4	20	12	28	8	24	16	32
PV103 (F4PN)	1	17	9	25	5	21	13	29	3	19	11	27	30	23	15	31	2	18	10	26	6	22	14	25	4	20	12	28	8	24	16	32

หมายเหตุ ** คือ Test Number A คือ อุณหภูมิโซน 1 B คือ อุณหภูมิโซน 2 C คืออุณหภูมิโซน 3

D คือ อุณหภูมิโซน 4 E คือ ความเร็วของผลิตภัณฑ์ (cm/h)

4.9 สรุป

จากการออกแบบการทดลองที่ผ่านมา ทำให้ได้แผนการทดลองที่เป็นไปตามหลักการออกแบบการทดลอง ซึ่งแผนการทดลองนี้จะถูกนำไปใช้ในการดำเนินการทดลอง โดยยึดถือตามหลักการและแผนที่ได้ทำเอาไว้เพื่อความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยในบทต่อไปจะเป็นวิธีการดำเนินการทดลองทั้งหมด 32 สภาวะของผลิตภัณฑ์ 2 รุ่น ตามที่กำหนดไว้