

## บทที่ 5



### การทดสอบคุณภาพและการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายการทดลอง

หลังจากที่ได้ทำการศึกษาบทที่ 4 โดยการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อความโค้งและทำการปรับค่าความโค้งกระจกโดยใช้การปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ ซึ่งกระจกที่ได้ถูกปรับพารามิเตอร์ จะต้องนำมาทำการทดสอบคุณภาพในเรื่องของการแตกของกระจก เนื่องจากคุณสมบัติในการแตกของกระจกเทมเปอร์นั้นเป็นหัวข้อหลักด้านคุณภาพของกระจกเทมเปอร์ ซึ่งจะต้องทำการทดสอบผลคุณภาพของกระจกทุกแผ่นว่าได้ตามมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ เนื่องจากพารามิเตอร์ที่ปรับเปลี่ยนนั้นมีกระทบกับคุณภาพจึงต้องทำการทดสอบ โดยมาตรฐานของการแตกของกระจกนั้นใช้มาตรฐานยุโรป ซึ่งมาตรฐานการแตกของกระจกเทมเปอร์มีดังนี้

- (1) จำนวนเม็ดหยาบของกระจกจะต้องมากกว่า 40 เม็ด
- (2) จำนวนเม็ดละเอียดของกระจกจะต้องน้อยกว่า 430 เม็ด
- (3) ขนาดของกระจกที่ใหญ่ที่สุดจะต้องน้อยกว่า 2.8 ตร.ม.
- (4) ขนาดของกระจกที่ยาวที่สุดนั้น เม็ดที่ยาว ขนาด 60 – 75 มม. มีได้ไม่เกิน 4 เม็ด และเม็ดยาว 75 - 100 มม. มีได้ไม่เกิน 3 เม็ด

#### 5.1 การทดสอบคุณภาพ

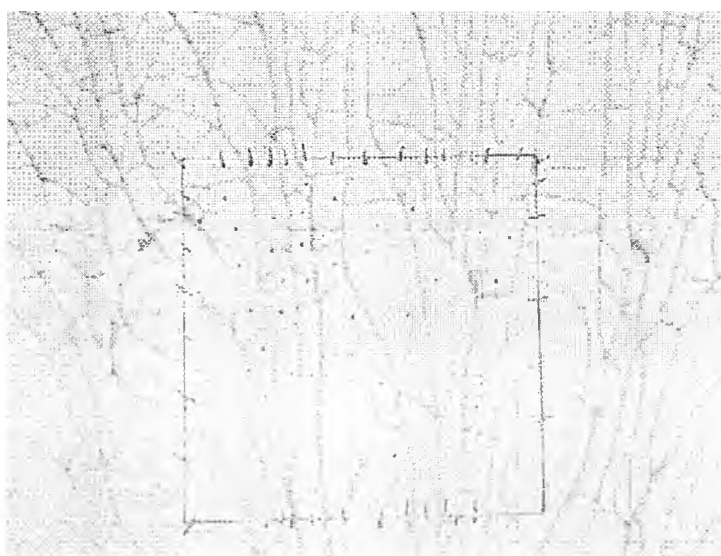
ขั้นตอนในการทำการทดสอบมีกรรมวิธีการทดสอบการแตกของกระจกเทมเปอร์ ดังนี้

- (1) การทดสอบลักษณะการแตก
- (2) การนับรูปกระจกแตก

##### 5.1.1 การทดสอบลักษณะการแตก

การทดสอบลักษณะการแตก เป็นวิธีการที่จะทดสอบคุณภาพการแตกของกระจก ซึ่งวิธีการทดสอบนี้อ้างอิงตามมาตรฐานยุโรป ลักษณะการแตกของกระจกเทมเปอร์ดังรูปที่ 5.1

- นำกระจกที่เตรียมทดสอบที่อุณหภูมิห้องมาทำการติดเทป กระจกมาวางบนผ้ารองที่มีกระจกฐานและไม้หนุนรอง
- นำดอกนำศูนย์วางบนตำแหน่งจุดทาบ และใช้ค้อนตอกลงไปให้กระจกตัวอย่างแตกหลังจากนั้นวางแผ่นวงกลมขนาดรัศมี 75 มม. โดยให้จุดศูนย์กลางของแผ่นวงกลมอยู่ที่จุดทาบ ซึ่งพื้นที่ยกเว้นจับเวลาประมาณ 10 วินาที แล้วเปิดไฟ เพื่อฉายแสงไฟอาบบนกระจก
- ทิ้งให้กระจกแตก ตั้งแต่เริ่มทาบประมาณ 3 นาที แล้วยกกระจกออกจากกระดาดาชิมพ์เขียว โดยต้องระวังไม่ให้กระดาดาชขาด
- นำกระดาดาชิมพ์เขียวที่ได้ไปอบในตู้แอมโมเนียนาน 2-3 นาที จนกระดาดาชไม่เปลี่ยนสี



รูปที่ 5.1 ลักษณะการแตกของกระจกเทมเปอร์

### 5.1.2 การนับรูปกระจกแตก

การนับรูปกระจกที่แตก จะใช้การนับจำนวนเศษกระจกที่แตก การตรวจสอบเศษกระจกยาว และการตรวจสอบเศษกระจกที่มีขนาดใหญ่

- การนับจำนวนเศษกระจกที่แตก เพื่อจะนำค่าที่ได้จากการนับไปเทียบกับอยู่ในมาตรฐานหรือไม่ ซึ่งมาตรฐานของเศษกระจกที่แตกจะมี 2 อย่าง คือ จำนวนเศษกระจกหยาบ และจำนวนเศษกระจกที่ละเอียด โดยมีวิธีการนับดังนี้

- ใช้กรอบนับ 50 x 50 มม. เลือกบริเวณที่มีการแตกของเศษกระจกหนายาบที่สุดและละเอียดที่สุด ยกเว้นในบริเวณยกเว้น ( Excepted Area )
- ตีกรอบขนาด 50 x 50 มม. ด้วยปากกาเมจิกสีแดงไว้ และนับเศษกระจกภายในกรอบ 50 x 50 มม. และที่ขอบของกรอบที่ตีไว้
- บันทึกผลรวมของเศษกระจกภายในกรอบและเศษกระจกที่ขอบตามสูตร ดังนี้
 
$$A = \text{จำนวนเศษกระจกภายในกรอบ } 50 \times 50 \text{ มม.}$$

$$B = \text{จำนวนเศษกระจกที่ขอบของกรอบ } 50 \times 50 \text{ มม.}$$

$$\text{จำนวนเศษกระจก} = (A + B / 2)$$

จำนวนเศษกระจกที่หนายาบที่สุดต้องไม่น้อยกว่า 43 เม็ด  
จำนวนเศษกระจกที่ละเอียดที่สุดต้องไม่มากกว่า 400 เม็ด

● การตรวจสอบเศษกระจกยาว เพื่อจะนำมาเทียบว่ากระจกยังอยู่ในมาตรฐานในเรื่องของเศษกระจกยาว

- ตรวจสอบเศษกระจกที่ยาวที่สุด โดยที่เศษกระจกที่ยาวที่สุดต้องไม่เกิน 75 มม. ตลอดทั้งแผ่น
- ถ้ามีเม็ดยาวเกิน 75 มม. ให้ตรวจสอบเศษกระจกที่มีเม็ดยาวตั้งแต่ 60 – 75 มม. มีได้ไม่เกิน 4 เม็ด
- ถ้ามีเม็ดยาวเกิน 75 มม. ให้ตรวจสอบเศษกระจกที่มีเม็ดยาวตั้งแต่ 75 – 100 มม. มีได้ไม่เกิน 3 เม็ด และให้บันทึกเป็นจำนวนเม็ดและขนาดความยาวของเศษกระจกนั้น

● การตรวจสอบเศษกระจกที่มีขนาดใหญ่ เป็นการตรวจสอบเศษกระจกขนาดใหญ่ตามเงื่อนไขการตรวจสอบดังนี้

- ตรวจสอบขนาดของเศษกระจกที่ชิ้นใหญ่ ถ้าเศษกระจกมีขนาดใหญ่กว่า 2.0 cm<sup>2</sup> ให้บันทึกขนาดของเศษกระจกนั้นลงในรายงาน
- ตรวจสอบเศษกระจกที่มีขนาดใหญ่ มาตรฐานการยอมรับเศษกระจกต้องไม่เกิน 2.8 cm<sup>2</sup>

ตารางที่ 5.1 ผลการแตกของกระจกโค้ง โดยใช้Roller โค้ง 1200R

แรงดันลมล่าง แรงดันลมบน	800		1000		1200		1400		1600		1800		2000		2200	
800	21	115	32	135	39	147	45	162	68	175	79	184	85	199	102	205
	3.5	93	2.2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	27	126	39	142	46	153	59	171	75	182	88	185	96	200	115	214
	2.7	88	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1200	35	139	43	147	55	168	68	185	74	194	91	199	113	215	118	228
	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1400	47	157	52	169	63	172	70	199	82	203	104	214	121	223	131	233
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	58	173	67	178	69	195	79	211	93	221	108	220	123	240	142	256
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1800	65	203	71	189	75	213	86	223	100	226	124	238	139	253	157	271
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	79	225	83	221	88	235	91	245	115	248	131	256	150	267	165	299
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2200	88	251	95	249	93	250	107	266	122	271	137	272	163	290	179	308
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 5.2 ผลการแตกของกระจกโดยใช้ Roller โค้ง 1600R

แรงดันลมกลาง แรงดันลมบน	800		1000		1200		1400		1600		1800		2000		2200	
	800	31	119	33	140	41	152	49	160	53	169	69	177	81	195	108
	2.7	80	2.4	-	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	35	123	46	139	57	161	56	177	68	178	81	183	93	224	115	233
	3.2	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1200	42	157	50	149	60	163	69	193	75	189	97	205	107	231	121	256
	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1400	48	165	61	172	71	179	17	219	89	202	100	211	122	245	139	271
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	65	186	73	189	80	200	96	223	97	223	118	237	124	239	150	285
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1800	79	203	82	216	85	247	113	261	125	263	135	268	142	257	161	287
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	91	227	99	230	109	251	132	279	141	288	152	283	166	281	179	305
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2200	102	259	107	267	121	277	143	280	160	295	173	299	180	311	188	323
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 5.3 ผลการแตกของกระจกโค้ง โดยใช้ Roller โค้ง 2000R

แรงดันลมล่าง แรงดันลมบน	800		1000		1200		1400		1600		1800		2000		2200	
	800	23	128	38	150	33	141	43	159	51	161	73	184	91	211	113
	3.5	77	2.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	28	125	38	129	41	142	55	162	72	175	85	206	99	224	108	252
	3.0	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1200	36	140	47	149	57	163	68	179	83	194	105	229	111	233	137	271
	2.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1400	45	163	55	170	73	205	89	200	92	208	110	241	128	266	141	280
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	63	179	66	182	78	211	109	225	118	222	121	250	147	288	172	282
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1800	72	202	81	199	97	238	120	235	147	243	153	259	166	300	189	291
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	85	233	100	221	122	233	134	253	162	274	169	277	173	308	195	310
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2200	95	242	103	256	119	258	131	255	158	298	171	303	183	321	197	335
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

เม็ดหยาบ	เม็ดละเอียด
ขนาดกระจกใหญ่	ขนาดกระจกยาว

ตารางที่ 5.1 , 5.2 และ 5.3 เป็นผลการทดสอบการแตกของกระจก จะพบว่ากระจกที่ทำการปรับค่าแรงดันลมบนและล่างของโรลเลอร์โค้ง 1200 R , 1600 R , 2000 R ถูกนำมาทดสอบคุณภาพการแตกของกระจก พบว่าบางแผ่นที่ไม่ผ่านคุณภาพของการแตกของกระจกตามมาตรฐานยุโรป จะแสดงให้เห็นในตารางกระจกที่ไม่ได้คุณภาพนั้นจะถูกแรงงา ซึ่งเป็นกระจกที่รับค่าแรงดันลมบนในช่วง 800 – 1200 mm. H<sub>2</sub>O ดังนั้นการปรับค่าความโค้งของกระจกโดยการปรับแรงดันลมบน และแรงดันลมล่างไม่ควรจะปรับค่าทั้งแรงดันลมบนและแรงดันลมล่างอยู่ในช่วง 800 – 1200 mm. H<sub>2</sub>O

## 5.2 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายการทดลอง

การปรับค่าแรงดันลมบนและแรงดันลมล่างจะส่งผลต่อค่าความโค้งของกระจก ซึ่งจะเห็นได้ว่าหลังจากทำการทดลองแล้วกระบวนการผลิตเตา T-91 สามารถผลิตโค้งได้หลากหลายมากกว่าเดิม โดยโรลเลอร์แต่ละโค้งสามารถผลิตโค้งที่แตกต่างกันได้ดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ความโค้งที่สามารถทำได้ของเตา T-91

โรลเลอร์โค้ง	ความโค้งที่สามารถทำได้
1200 R	1100 – 1400 R
1600 R	1450 – 1850 R
2000 R	1900 – 2500 R

การศึกษาถึงค่าใช้จ่ายของการทดลองจะดำเนินการได้โดยการคำนวณถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดลอง

สำหรับการทดลองในการปรับค่าพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อค่าความโค้งกระจกของกระบวนการผลิตเตา T-91 นั้นมีค่าใช้จ่ายประกอบด้วย วัสดุดิบที่ใช้ในการทดลอง ค่าแรงงาน และค่าไฟฟ้า

## (1) วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

กระจกที่ใช้ในการทดลอง	=	กระจกที่ใช้ในการหาค่าพารามิเตอร์ + กระจกที่ใช้สำหรับแปรค่าพารามิเตอร์
	=	$48 + (64 \times 3) = 240$ แผ่น
ต้นทุนกระจกต่อแผ่น	=	96 บาท
ต้นทุนกระจกในการทดลอง	=	$240 \times 96 = 23,040$ บาท

## (2) ค่าแรงของพนักงานที่ใช้ในการทดลอง

ต้นทุนค่าแรงงานต่อแผ่น	=	2.56 บาท
กระจกที่ใช้ทดลอง	=	240 แผ่น
ต้นทุนค่าแรงงานในการทดลอง	=	$240 \times 2.56$
	=	614.4 บาท

## (3) ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลอง

ต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อแผ่น	=	12.4 บาท
จำนวนกระจกที่ใช้ทดลอง	=	240 แผ่น
ต้นทุนค่าไฟฟ้าในการทดลอง	=	$12.4 \times 240$
	=	2,976 บาท
ผลรวมค่าใช้จ่ายในการทดลอง	=	$23,040 + 614.4 + 2,976$
	=	26,630.4 บาท