

บทที่ 4

วิธีการทดลอง

4.1 การออกแบบการทดลอง

การแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพของงานฉีด จะสามารถกระทำได้อีกถ้าสามารถทราบผลกระทบอันเกิดจากตัวแปรการควบคุมงานฉีดต่างๆที่ส่งผลไปสู่ชิ้นงานที่ผลิตในแง่ของสมบัติต่างๆของชิ้นงาน ทั้งในแง่ของกายภาพ คุณสมบัติทางกล สภาพภายในของชิ้นงาน และสภาพโครงสร้างทางจุลภาคของงานฉีดภายใต้ตัวแปรการผลิตต่างๆ การวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นแนวทางในการปรับตั้งสภาพการฉีด ให้ได้คุณภาพตามที่ต้องการ และเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาคุณสมบัติต่างๆต่อไป

จากข้อมูลการศึกษาปัญหาด้านคุณภาพของโรงงานตัวอย่าง ซึ่งพบว่าปัญหาทางกายภาพที่พบคือ รอยย่น และชิ้นงานไม่เต็ม ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการสังเกต ส่วนปัญหาที่พบอีกอย่างหนึ่งซึ่งมีความสำคัญมากคือ เรื่องของโพรงอากาศภายใน ซึ่งการตรวจพบนั้นจะต้องทำการตัดชิ้นงานเพื่อตรวจสอบหรือใช้รังสีเพื่อตรวจสอบ ในขณะเดียวกันก็จะศึกษาผลทางด้านโครงสร้างทางจุลภาค ไปพร้อมๆกับค่าความแข็งของผิวงาน วิธีการศึกษาผลกระทบต่างๆที่ได้กล่าวนี้ จะพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงตัวแปรที่สำคัญในการฉีด คือ ระยะเวลาเคลื่อนที่ของลูกสูบในช่วงการเคลื่อนที่ช้า (S1) ความเร็วในการเคลื่อนที่ของลูกสูบในช่วงการเคลื่อนที่ช้า (V1) ความเร็วในการเคลื่อนที่ของลูกสูบในช่วงการเคลื่อนที่เร็ว (V2) ความดันที่ใช้ในการอัดในช่วงการแข็งตัว (PI3) เวลาในการปล่อยให้ชิ้นงานเย็นตัวในแม่พิมพ์ (t2) และผลอันเกิดจากการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแม่พิมพ์ แล้วเปรียบเทียบผลทางด้านคุณภาพกับตัวแปรต่างๆที่กล่าวมาแล้ว (V1 ที่ 100% ได้ความเร็วเฉลี่ย 0.3 เมตร/วินาที V2 ที่ 100% ได้ความเร็ว 6 เมตร/วินาที PI3 ที่ 100 % ได้ความดัน 1600 บาร์)

S1(mm.)	247	260	280	300	320	340	360
V1 (%)	40	45	50	55	60	65	-
V2 (%)	40	45	50	55	60	65	-
PI3 (%)	20	30	40	50	60	70	-
t2 (Sec.)	5	6	7	8	9	10	-

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าของตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองนี้จะเป็นสภาพการผลิตเหมือนกับทำการผลิตจริง โดยเริ่มทำการผลิตจาก โดยตั้งค่าตัวแปรการฉีดเริ่มแรกคือ $S1 = 247 \text{ mm}$, $V1 = 50 \%$, $V2 = 58 \%$, $PI3 = 70 \%$, $t2 = 8 \text{ Sec}$. ซึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้ในการผลิตจริง ยกเว้นตัวแปร S1 แล้วทำการแปรเปลี่ยนค่า S1 เป็นค่าต่างๆ ตามช่วงที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4.1 แล้วนำชิ้นงานที่ได้มาทำการพิจารณาคุณภาพของผิวงานเป็นหลักเพื่อคัดเลือกค่าตัวแปร S1 ที่จะคงไว้สำหรับการทดลองเพื่อหาค่าตัวแปรที่เหมาะสมตัวต่อไป คือ V1 ซึ่งจะทำให้การปรับเปลี่ยนค่าตามตารางที่ 4.1 ในขณะที่ตัวแปรตัวอื่นๆคงที่ ชิ้นงานที่ได้จะทำการพิจารณาตัวที่มีคุณภาพผิวงานที่ดีที่สุด เพื่อคงค่า V1 สำหรับทดลองเปลี่ยนแปลงค่าของ V2 และจะทำในลักษณะนี้จนกระทั่งถึงตัวแปรตัวสุดท้ายคือ t2 ดังนั้นจะได้สภาพการฉีดที่แตกต่างกันทั้งหมดจำนวน 31 สภาพการฉีด ในส่วนของอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นแม่พิมพ์นั้น จะใช้วิธีการปรับวาล์วน้ำของน้ำที่หล่อเย็นแม่พิมพ์ ซึ่งจะทำการปรับเป็น 6 ระดับคือ ตั้งแต่ระดับที่เปิดน้ำจนหมดวาล์วแล้วค่อยๆลดลงทีละครึ่งรอบของวาล์ว โดยที่จะทำการวัดอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นและอุณหภูมิน้ำขาเข้าและออก และจะดูผลทางด้านโครงสร้างทางจุลภาคและความแข็งที่ผิวงาน เปรียบเทียบกับระดับคุณภาพของงานในเรื่องของโพรงอากาศที่เกิดขึ้นที่ระดับต่ำลงจากผิวงานประมาณ 1 มิลลิเมตร

4.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

4.2.1 อะลูมิเนียมซิลิกอนอัลลอยด์ เกรด ADC12 ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น (JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD)

ตารางที่ 4.2 แสดงส่วนผสมทางเคมีที่สำคัญ

Chemical Composition	%
Cu	1.5-3.5
Si	9.6-12.0
Mg	0.3 max
Zn	1.0 max
Fe	1.3 max
Mn	0.5 max
Ni	0.5 max
Sn	0.3 max

คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถแปรรูปโดยกรรมวิธีการตัดแต่งได้ง่าย
- สามารถหล่อหลอมขึ้นรูปได้ดี

คุณสมบัติทางกล

- ความแข็งแรงทางดึง (Tensile Strength) 23 Kgf/mm²
- เปอร์เซนต์ความยืดหยุ่น (% Elongation) 1.5 %

4.2.2 เครื่องฉีดที่ใช้ทำการทดลอง

เครื่องฉีดที่ใช้ทำการทดลองคือ เครื่องฉีดแนวนอนแบบรางเย็น (The horizontal cold chamber system) มีขนาดแรงอัดพิมพ์ขนาด 800 ตัน

4.2.3 เครื่อง X-ray

เครื่อง X-ray ที่ใช้ทำการวิเคราะห์โพรงอากาศภายใน เป็นเครื่องที่สามารถฉายทดสอบโพรงอากาศภายในโดยจะแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะสามารถทำบันทึกภาพเข้าสู่เครื่องเล่นวีดีโอ และสามารถที่จะพิมพ์ภาพที่บันทึกโดยผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

4.2.4 เครื่องวัดความแข็งแบบอิลคทรอนิกส์

ใช้สำหรับวัดความแข็งของผิวงานฉีดที่ทำการทดลอง ค่าที่วัดได้จะเป็นหน่วย LD ซึ่งจะต้องแปลงค่ามาเป็นหน่วยความแข็ง HB

4.2.5 เครื่องขัดผิวชิ้นงาน

ใช้สำหรับขัดเตรียมผิวชิ้นงานเพื่อทำการส่องกล้องจุลทรรศน์ดูโครงสร้างทางจุลภาค

4.2.6 กล้องจุลทรรศน์

ใช้สำหรับส่องวิเคราะห์ดูโครงสร้างทางจุลภาค มีกำลังขยายตั้งแต่ 40 - 400 เท่า โดยในการทดลองใช้กำลังขยาย 200 เท่า

4.3 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

- 4.3.1 การฉีดชิ้นงานตัวอย่าง ตามสภาพที่ได้ออกแบบการทดลอง
- 4.3.2 การวิเคราะห์ผลของตัวอย่างที่ได้ในแง่คุณภาพ จากการพิจารณาที่ผิวงานจากการ X-ray คูโพรงอากาศ จากการวัดความแข็งที่ผิวงาน
- 4.3.3 การเตรียมชิ้นงานทดสอบจากตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ผลทางด้านโครงสร้างทางจุลภาค
- 4.3.4 วิเคราะห์ผลทางด้านโครงสร้างทางจุลภาคกับตัวแปรที่ทำการศึกษา
- 4.3.5 วิเคราะห์สรุปผลคุณสมบัติต่างๆที่มีผลกระทบกับการเปลี่ยนแปลงตัวแปรในการผลิต และพิจารณาแนวโน้มทางด้านคุณภาพ

4.4 วิธีการทดสอบผลการทดลอง

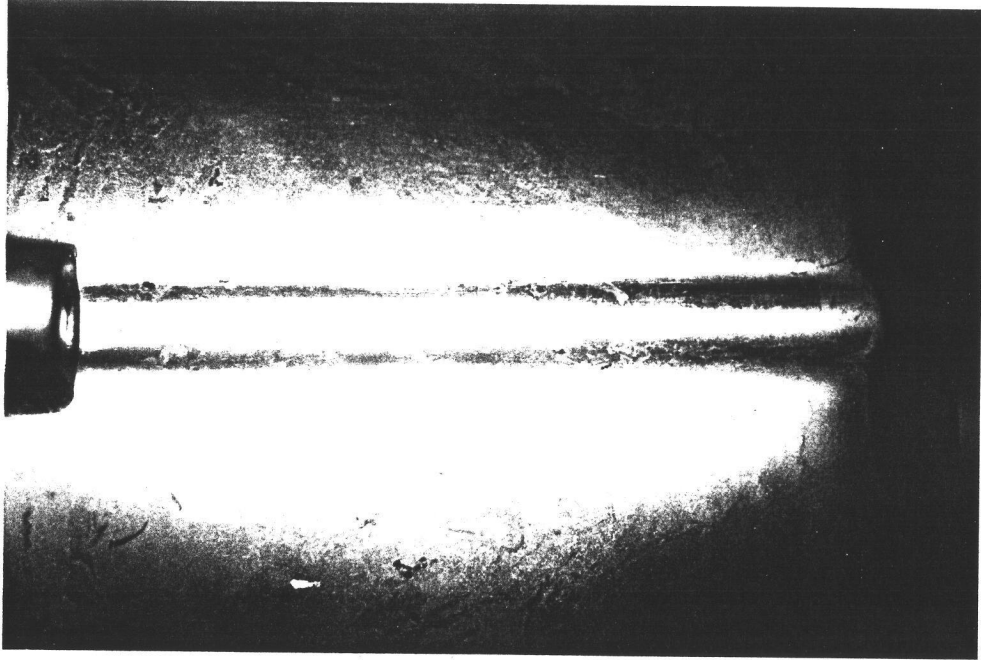
4.4.1 การวิเคราะห์คุณภาพผิวงาน

ใช้การสังเกตด้วยสายตา และแยกระดับคุณภาพที่ได้เป็น 4 ระดับคือ

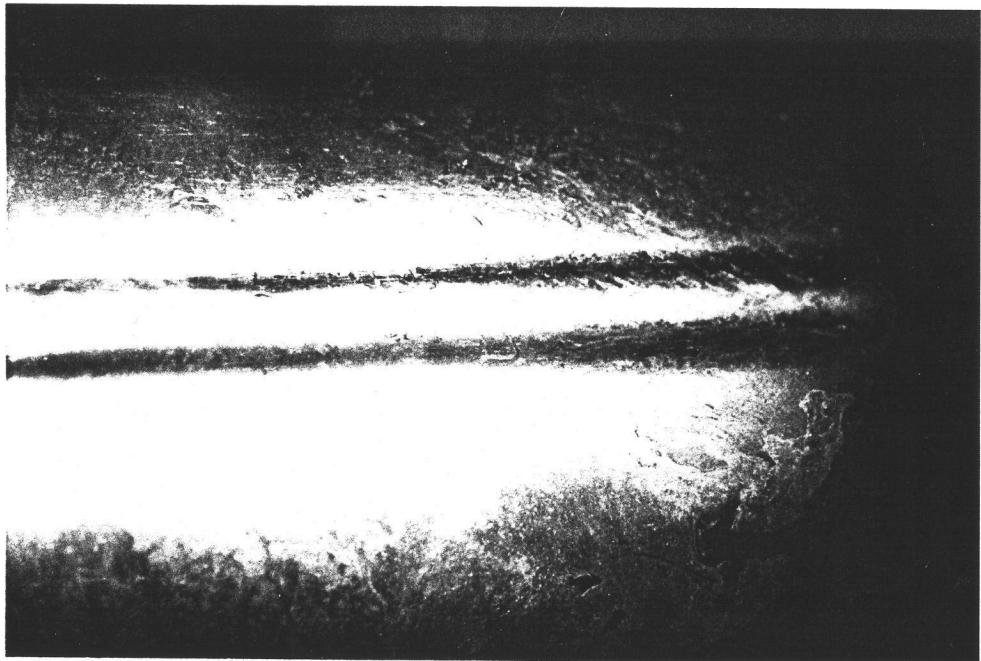
- ระดับที่ 1 ชิ้นงานมีคุณภาพดี ไม่มีรอยย่นและรอยไหลวน
- ระดับที่ 2 ชิ้นงานไม่มีรอยย่นแต่มีรอยไหลวน
- ระดับที่ 3 ชิ้นงานย่นหรือไม่เต็มแต่เป็นบริเวณแคบ
- ระดับที่ 4 ชิ้นงานย่นหรือไม่เต็มเป็นบริเวณกว้าง

4.4.2 การวิเคราะห์ผลคุณภาพทางด้านโพรงอากาศ

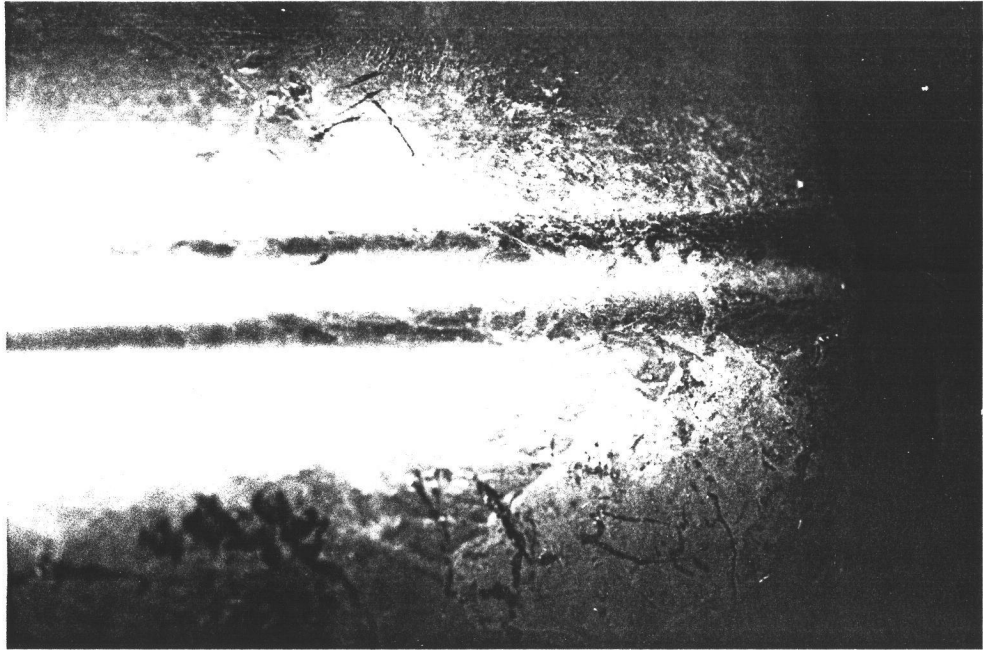
การวิเคราะห์ผลทางด้านคุณภาพของโพรงอากาศจะใช้วิธีการ X-ray ด้วยเครื่อง X-ray ที่ทำให้เกิดรังสี ด้วยความต่างศักย์ทางไฟฟ้า โดยตั้งค่าความต่างศักย์ตั้งแต่ 80-85 KV และกระแส 1 mA เพื่อดูสภาพโดยรวมและพิจารณาในจุดที่สนใจหรือมีผลทางด้านการใช้งานของชิ้นงานนั้น ถ้าพิจารณาโพรงอากาศที่ผิวงานหลังจากปาดแล้วก็จะต้องทำการเตรียมผิว และทำการพิจารณาความมากน้อยของโพรงที่เกิดขึ้นในพื้นที่ 1 ตารางนิ้ว โดยทำการเทียบดูจากมาตรฐานที่กำหนดขึ้นมาเป็นเกณฑ์สำหรับการพิจารณา



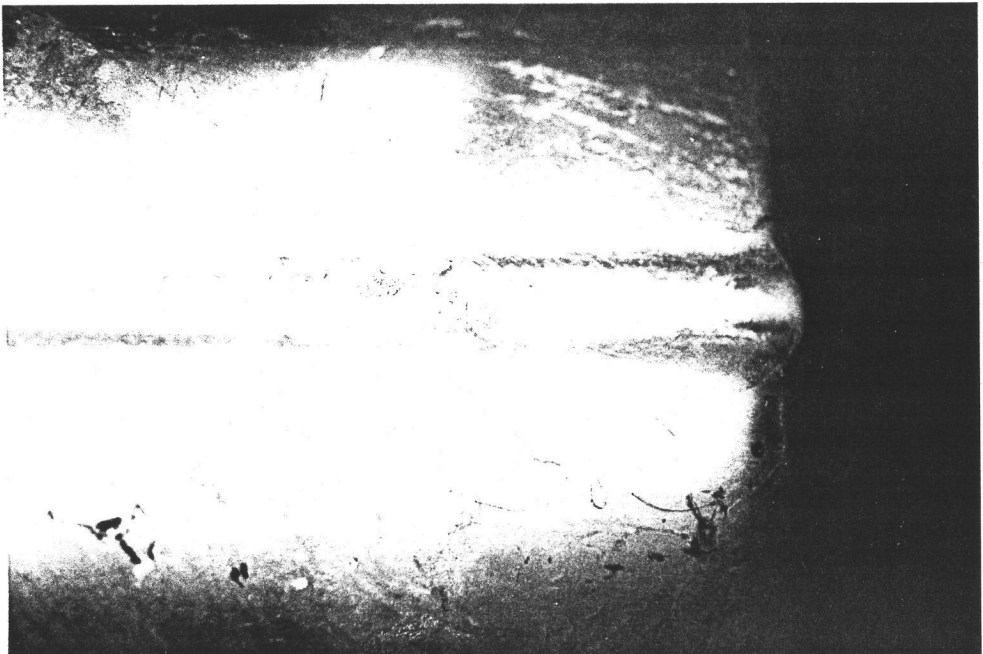
รูปที่ 4.1 ภาพตัวอย่างระดับคุณภาพผิว 1



รูปที่ 4.2 ภาพตัวอย่างระดับคุณภาพผิว 2



รูปที่ 4.3 ภาพตัวอย่างระดับคุณภาพผิว 3

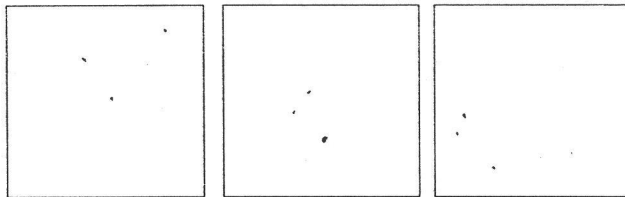


รูปที่ 4.4 ภาพตัวอย่างระดับคุณภาพผิว 4

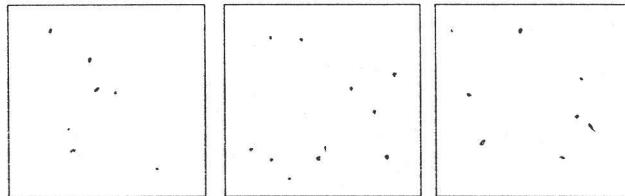


รูปที่ 4.5 แสดงภาพจากการวิเคราะห์ผลด้วย X-ray

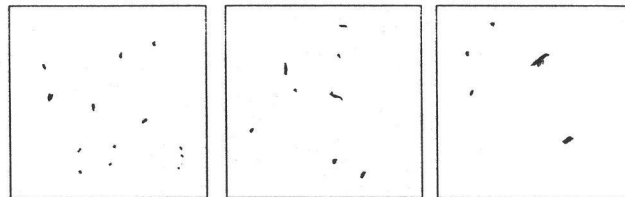
ระดับคุณภาพที่ 1



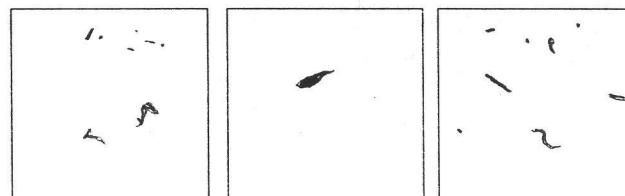
ระดับคุณภาพที่ 2



ระดับคุณภาพที่ 3



ระดับคุณภาพที่ 4



รูปที่ 4.6 มาตรฐานเทียบคุณภาพของ โพรงอากาศที่พบ

การพิจารณาระดับคุณภาพของโพรงอากาศจากการ X-ray จะทำโดยพิจารณาจากภาพฉายที่เห็น โดยเน้นในส่วนที่มีความสำคัญ และเป็นส่วนที่มักจะพบโพรงอากาศเสมอๆ โดยการตั้งระดับของคุณภาพเพื่อเปรียบเทียบเป็นตัวเลขคือ

- ระดับที่ 1 ไม่พบโพรงอากาศหรือการหดตัวหรือพบเพียงบางจุด
- ระดับที่ 2 มีโพรงอากาศหรือการหดตัวกระจายอยู่แต่ไม่มาก
- ระดับที่ 3 มีโพรงอากาศหรือการหดตัวกระจายมากแต่มีขนาดเล็ก
- ระดับที่ 4 มีโพรงอากาศหรือการหดตัวกระจายมาก และมีขนาดใหญ่

ส่วนการพิจารณาระดับคุณภาพจากการปาดผิวงานดู จะใช้การเปรียบเทียบขนาดและความหนาแน่นของโพรงอากาศที่พบบริเวณผิว โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานดังรูปที่ 4.6

4.4.3 การวัดความแข็งที่ผิวงาน

การวัดความแข็งที่ผิวงาน จะทำโดยการใช้ เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ ที่เคลื่อนย้ายได้ ซึ่งค่าที่วัดได้จะเป็นหน่วย LD ของเครื่องวัด จะทำการวัดจำนวน 3 จุดแล้วทำการเฉลี่ยเป็นค่า LD เฉลี่ยแล้วทำการเทียบกับตารางเพื่อเปลี่ยนหน่วยเป็น HB รายละเอียดของเครื่องแสดงในภาคผนวก หน้า 129

4.4.4 การพิจารณาโครงสร้างทางจุลภาค

การพิจารณาโครงสร้างทางจุลภาคจะทำโดยพิจารณาจากกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 200 เท่า และทำการถ่ายภาพโครงสร้างเพื่อนำมาพิจารณาขนาดของเกรนที่ได้ การเตรียมผิวของชิ้นงานจะทำโดยการตัดชิ้นส่วนที่จะทำการพิจารณา แล้วทำการขัดผิว ด้วยกระดาษทรายเบอร์ 200 600 , 1000 , 1200 ตามลำดับ และตามด้วยการขัดด้วยผ้าสักกะหลาดและผงขัดอลูมิเนียมขนาด 1 μm การขัดจะขัดเปียกด้วยน้ำ หลังจากผ่านการขัดในขั้นตอนสุดท้ายจนกระทั่งผิวมันวาวแล้ว ก็ทำการกัดด้วยกรด HF ความเข้มข้น 0.5 % ในช่วงเวลา 5-10 วินาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดพร้อมเป่าให้แห้งด้วยค้ายเป่าลม หลังจากนั้นจึงนำมาทำการส่องดูโครงสร้าง

การเปรียบเทียบขนาดของเกรนจะทำโดยการหาขนาดเกรน โดยเฉลี่ย ซึ่งในที่นี้จะใช้วิธีการคิดแบบเฉลี่ย

LD	HB (F=10D ²)	LD	HB (F=10D ²)	LD	HB (F=10D ²)	LD	HB (F=10D ²)	LD	HB (F=10D ²)
		200	27	300	56	400	90	500	131
		202	28	302	57	402	91	502	132
		204	28	304	58	404	92	504	133
		206	29	306	58	406	93	506	134
		208	30	308	59	408	93	508	135
		210	30	310	60	410	94	510	135
		212	31	312	60	412	95	512	136
		214	31	314	61	414	96	514	137
		216	32	316	61	416	96	516	138
		218	32	318	62	418	97	518	139
		220	33	320	63	420	98	520	140
		222	33	322	63	422	99	522	141
		224	34	324	64	424	100	524	142
		226	34	326	65	426	100	526	143
		228	35	328	65	428	101	528	144
		230	35	330	66	430	102	530	145
		232	36	332	67	432	103	532	145
		234	36	334	67	434	103	534	146
		236	37	336	68	436	104	536	147
		238	37	338	69	438	105	538	148
		240	38	340	69	440	106	540	149
		242	40	342	70	442	107	542	150
		244	40	344	71	444	107	544	151
		246	41	346	71	446	108	546	152
		248	41	348	72	448	109	548	153
		250	42	350	73	450	110	550	154
		252	42	352	73	452	111	552	155
		254	43	354	74	454	112	554	156
		256	44	356	75	456	112	556	157
		258	44	358	75	458	113	558	158
		260	45	360	76	460	114	560	159
		262	46	362	77	462	115		
		264	46	364	77	464	116		
		266	47	366	78	466	116		
		268	47	368	79	468	117		
		270	48	370	79	470	118		
		272	48	372	80	472	119		
		274	49	374	81	474	120		
		276	49	376	82	476	121		
		278	50	378	82	478	122		
		280	51	380	83	480	122		
		282	51	382	84	482	123		
		284	52	384	84	484	124		
		286	52	386	85	486	125		
		288	53	388	86	488	126		
		290	54	390	87	490	127		
		292	54	392	87	492	128		
		294	55	394	88	494	128		
		296	55	396	89	496	129		
		298	56	398	90	498	130		
		300	56	400	90	500	131		
174	20								
176	21								
178	22								
180	22								
182	23								
184	23								
186	24								
188	24								
190	25								
192	25								
194	26								
196	26								
198	27								
200	27								

ตารางที่ 4.3 แสดงการแปลงหน่วย LD เป็นความแข็งหน่วย HB