

บทที่ 4

ผลการวิจัย

กลสมบัติของโลหะผสมโคบอลต์โครเมียมในกลุ่มและรุ่นต่างๆแสดงค่าที่วัดได้ในตาราง
รวบรวมข้อมูล ดังนี้

กลุ่มควบคุม	กลสมบัติ	ความทนแรงดึง (ปอนด์/นิ้ว ²)	ความเครียด (นิ้ว/นิ้ว)	ระยะของการ ยืดตัว (ร้อยละ)	ความแข็งผิว ร็อกเวลล์ (R)
1		109,524.826	5.555×10^{-4}	3.103	60.20
2		113,439.793	8.333×10^{-4}	4.829	68.60
3		113,468.298	5.555×10^{-4}	2.595	64.90
4		111,964.299	8.333×10^{-4}	2.925	68.60
5		112,736.242	8.333×10^{-4}	3.002	64.90
6		117,214.121	2.778×10^{-4}	3.329	66.30
ค่าเฉลี่ย		113,054.930	6.481×10^{-4}	3.297	64.48
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		2,506.397	2.268×10^{-4}	0.788	3.01

ตารางที่ 9 กลสมบัติของตัวอย่างในกลุ่มควบคุม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กตสมบัติ ตัวอย่างที่ 1/1	ความทนแรงดึง (ปอนด์/นิ้ว ²)	ความเครียด (นิ้ว/นิ้ว)	ระยะของการ ยืดตัว (ร้อยละ)	ความแข็งผิว ร็อกเวลล์ (R)
1	96,189.097	4.839x10 ⁻⁴	0.286	52.90
2	99,292.088	6.452x10 ⁻⁴	0.777	61.70
3	94,995.111	3.225x10 ⁻⁴	0.113	64.80
4	96,007.458	4.839x10 ⁻⁴	0.881	59.40
5	95,987.452	5.769x10 ⁻⁴	0.926	59.10
6	100,561.701	3.846x10 ⁻⁴	1.006	57.80
ค่าเฉลี่ย	97,172.151	4.828x10 ⁻⁴	0.665	59.28
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2,211.294	1.188x10 ⁻⁴	0.372	3.98

ตารางที่ 10 กตสมบัติของตัวอย่างในกลุ่มที่ 1 รุ่นที่ 1

กตสมบัติ ตัวอย่างที่ 1/2	ความทนแรงดึง (ปอนด์/นิ้ว ²)	ความเครียด (นิ้ว/นิ้ว)	ระยะของการ ยืดตัว (ร้อยละ)	ความแข็งผิว ร็อกเวลล์ (R)
1	81,002.172	1.087x10 ⁻⁴	0.017	65.10
2	89,279.648	1.087x10 ⁻⁴	0.891	62.50
3	85,263.945	2.717x10 ⁻⁴	0.091	59.90
4	-	-	-	-
5	87,917.632	5.435x10 ⁻⁴	0.615	62.00
6	75,942.637	2.717x10 ⁻⁴	0.068	58.10
ค่าเฉลี่ย	83,881.007	2.609x10 ⁻⁴	0.336	61.52
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	5,446.635	1.778x10 ⁻⁴	0.394	2.66

ตารางที่ 11 กตสมบัติของตัวอย่างในกลุ่มที่ 1 รุ่นที่ 2

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 4 เสียหายระหว่างทดสอบแรงดึงจึงไม่นำค่าที่ได้มาคำนวณ

กตสมบัติ ตัวอย่างที่ 1/8	ความทนแรงดึง (ปอนด์/นิ้ว ²)	ความเครียด (นิ้ว/นิ้ว)	ระยะของการ ยืดตัว (ร้อยละ)	ความแข็งผิว ร็อกเวลล์ (R)
1	73,966.782	4.167×10^{-4}	0.224	59.90
2	69,874.847	2.083×10^{-4}	1.558	62.00
3	69,176.957	4.167×10^{-4}	0.008	63.90
4	68,079.936	8.333×10^{-4}	0.640	58.70
5	60,345.713	2.083×10^{-4}	0.512	57.80
6	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ย	68,288.847	3.333×10^{-4}	0.588	60.46
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4,966.893	1.141×10^{-4}	0.595	2.48

ตารางที่ 12 กตสมบัติของตัวอย่างในกลุ่มที่ 1 รุ่นที่ 3

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 6 เสียหายระหว่างทดสอบแรงดึงจึงไม่นำค่าที่ได้มาคำนวณ

กตสมบัติ ตัวอย่างที่ 2/1	ความทนแรงดึง (ปอนด์/นิ้ว ²)	ความเครียด (นิ้ว/นิ้ว)	ระยะของการ ยืดตัว (ร้อยละ)	ความแข็งผิว ร็อกเวลล์ (R)
1	94,076.281	2.500×10^{-4}	0.986	58.80
2	94,464.060	2.500×10^{-4}	0.199	64.30
3	92,501.235	1.250×10^{-4}	2.231	62.60
4	-	-	-	-
5	95,856.710	0.000×10^{-4}	0.289	64.20
6	94,091.036	1.250×10^{-4}	0.729	64.40
ค่าเฉลี่ย	94,197.864	1.500×10^{-4}	0.887	62.86
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1,196.597	1.040×10^{-4}	0.817	2.39

ตารางที่ 13 กตสมบัติของตัวอย่างในกลุ่มที่ 2 รุ่นที่ 1

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 4 เสียหายระหว่างทดสอบแรงดึงจึงไม่นำค่าที่ได้มาคำนวณ

กตสมบัติ ตัวอย่างที่ 2/2	ความทนแรงดึง (ปอนด์/นิ้ว ²)	ความเครียด (นิ้ว/นิ้ว)	ระยะของการ ยืดตัว (ร้อยละ)	ความแข็งผิว ร็อกเวลด์ (R)
1	82,212.070	4.839×10^{-4}	1.592	62.50
2	80,167.203	8.064×10^{-4}	1.421	56.90
3	86,027.289	2.857×10^{-3}	2.705	59.90
4	91,295.320	1.612×10^{-4}	1.710	63.20
5	-	-	-	-
6	81,321.656	3.225×10^{-4}	1.012	61.00
ค่าเฉลี่ย	84,184.708	9.262×10^{-4}	1.688	60.70
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4,543.928	1.105×10^{-3}	0.626	2.48

ตารางที่ 14 กตสมบัติของตัวอย่างในกลุ่มที่ 2 รุ่นที่ 2

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 5 เสียหายระหว่างทดสอบแรงดึงจึงไม่นำค่าที่ได้มาคำนวณ

กตสมบัติ ตัวอย่างที่ 2/3	ความทนแรงดึง (ปอนด์/นิ้ว ²)	ความเครียด (นิ้ว/นิ้ว)	ระยะของการ ยืดตัว (ร้อยละ)	ความแข็งผิว ร็อกเวลด์ (R)
1	62,622.750	6.122×10^{-4}	0.652	65.50
2	76,760.320	1.020×10^{-4}	3.206	60.80
3	73,627.828	2.041×10^{-4}	2.492	65.80
4	55,733.805	-	0.298	68.40
5	56,661.641	-	0.115	63.60
6	77,098.727	2.041×10^{-4}	2.588	63.20
ค่าเฉลี่ย	67,084.180	2.806×10^{-4}	1.559	64.55
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	9,940.854	2.262×10^{-4}	1.352	2.61

ตารางที่ 15 กตสมบัติของตัวอย่างในกลุ่มที่ 2 รุ่นที่ 3

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 4 และ 6 มีค่าความทนแรงดึงต่ำกว่า 60,000 ปอนด์/นิ้ว² จึง
คำนวณค่าความเครียดไม่ได้

ตัวอย่างที่ 3/1	กลสมบัติ ความทนแรงดึง (ปอนด์/นิ้ว ²)	ความเครียด (นิ้ว/นิ้ว)	ระยะของการ ยืดตัว (ร้อยละ)	ความแข็งแรง ร็อกเวลด์ (R)
1	104,479.431	1.515×10^{-4}	0.826	59.10
2	96,718.404	3.030×10^{-4}	0.917	60.40
3	95,900.419	1.212×10^{-4}	1.934	56.20
4	95,049.554	9.091×10^{-4}	1.702	57.20
5	90,311.051	3.030×10^{-4}	0.861	52.00
6	94,639.304	1.515×10^{-3}	0.811	58.90
ค่าเฉลี่ย	96,183.027	7.323×10^{-4}	1.175	57.30
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4,633.460	5.621×10^{-4}	0.505	2.99

ตารางที่ 16 กลสมบัติของตัวอย่างในกลุ่มที่ 3 รุ่นที่ 1

ตัวอย่างที่ 3/2	กลสมบัติ ความทนแรงดึง (ปอนด์/นิ้ว ²)	ความเครียด (นิ้ว/นิ้ว)	ระยะของการ ยืดตัว (ร้อยละ)	ความแข็งแรง ร็อกเวลด์ (R)
1	79,440.117	1.818×10^{-4}	2.180	50.20
2	93,437.016	5.454×10^{-4}	1.230	56.70
3	-	-	-	-
4	83,766.539	3.636×10^{-4}	0.132	57.10
5	85,899.391	1.818×10^{-4}	0.317	55.60
6	88,131.023	1.818×10^{-4}	1.892	57.00
ค่าเฉลี่ย	86,134.817	2.909×10^{-4}	1.150	55.32
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	5,191.101	1.626×10^{-4}	0.915	2.92

ตารางที่ 17 กลสมบัติของตัวอย่างในกลุ่มที่ 3 รุ่นที่ 2

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 3 เสียหายระหว่างทดสอบแรงดึงจึงไม่นำค่าที่ได้มาคำนวณ

กตสมบัติ ตัวอย่างที่ 3/3	ความทนแรงดึง (ปอนด์/นิ้ว ²)	ความเครียด (นิ้ว/นิ้ว)	ระยะของการ ยืดตัว (ร้อยละ)	ความแข็งผิว ร็อกเวลล์ (R)
1	83,826.234	2.253×10^{-3}	2.162	67.90
2	72,518.824	1.042×10^{-2}	1.630	62.80
3	88,958.773	2.817×10^{-4}	3.857	57.70
4	83,326.773	2.817×10^{-4}	2.915	64.80
5	72,804.578	2.676×10^{-3}	0.799	62.20
6	71,328.641	3.380×10^{-3}	0.989	66.50
ค่าเฉลี่ย	78,793.969	3.215×10^{-3}	2.059	63.65
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	7,485.648	3.750×10^{-3}	1.174	3.62

ตารางที่ 18 กตสมบัติของตัวอย่างในกลุ่มที่ 3 รุ่นที่ 3

กตสมบัติ ตัวอย่างที่ 4/1	ความทนแรงดึง (ปอนด์/นิ้ว ²)	ความเครียด (นิ้ว/นิ้ว)	ระยะของการ ยืดตัว (ร้อยละ)	ความแข็งผิว ร็อกเวลล์ (R)
1	119,163.512	1.111×10^{-4}	2.968	56.20
2	121,250.919	2.222×10^{-4}	2.628	61.90
3	120,365.929	2.222×10^{-4}	2.955	67.40
4	121,847.261	6.667×10^{-4}	3.707	59.50
5	121,723.817	5.555×10^{-4}	2.648	61.60
6	110,551.052	6.667×10^{-4}	1.893	63.60
ค่าเฉลี่ย	119,150.415	4.074×10^{-4}	2.800	61.70
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4,329.762	2.501×10^{-4}	0.592	3.78

ตารางที่ 19 กตสมบัติของตัวอย่างในกลุ่มที่ 4 รุ่นที่ 1

กฏสมบัติ ตัวอย่างที่ 4/2	ความทนแรงดึง (ปอนด์/นิ้ว ²)	ความเครียด (นิ้ว/นิ้ว)	ระยะของการ ยืดตัว (ร้อยละ)	ความแข็งผิว หรือเวลด์ (R)
1	83,972.563	3.077×10^{-4}	1.217	62.20
2	74,500.797	6.667×10^{-4}	1.188	60.60
3	92,915.102	1.389×10^{-4}	1.469	58.10
4	78,962.250	2.817×10^{-4}	2.298	58.60
5	80,034.680	2.439×10^{-4}	2.926	65.10
6	93,537.266	1.219×10^{-4}	2.087	65.70
ค่าเฉลี่ย	83,987.109	2.935×10^{-4}	1.864	61.72
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	7,768.858	1.977×10^{-4}	0.693	3.21

ตารางที่ 20 กฏสมบัติของตัวอย่างในกลุ่มที่ 4 รุ่นที่ 2

กฏสมบัติ ตัวอย่างที่ 4/3	ความทนแรงดึง (ปอนด์/นิ้ว ²)	ความเครียด (นิ้ว/นิ้ว)	ระยะของการ ยืดตัว (ร้อยละ)	ความแข็งผิว หรือเวลด์ (R)
1	70,084.984	1.895×10^{-3}	0.436	68.20
2	56,837.887	-	0.062	65.60
3	78,422.883	1.831×10^{-3}	3.136	67.60
4	74,813.812	1.690×10^{-3}	0.230	61.10
5	77,399.742	3.448×10^{-4}	0.767	63.70
6	70,191.937	4.598×10^{-4}	0.060	58.20
ค่าเฉลี่ย	71,291.875	1.244×10^{-3}	0.782	64.07
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	7,901.210	7.731×10^{-4}	1.184	3.88

ตารางที่ 21 กฏสมบัติของตัวอย่างในกลุ่มที่ 4 รุ่นที่ 3

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 2 มีค่าความทนแรงดึงต่ำกว่า 60,000 ปอนด์/นิ้ว² จึงคำนวณค่า
ความเครียดไม่ได้

จากข้อมูลที่ได้ นำค่ากลางที่เป็นตัวแทนของแต่ละกลสมบัติมาเปรียบเทียบระหว่าง
กลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความทนแรงดึง (ปอนด์/นิ้ว ²)				
	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	กลุ่มควบคุม
รุ่น 1	97,172.151 ± 2,211.294	94,197.864 ± 1,196.597	96,183.027 ± 4,633.460	119,163.512 ± 4,329.762	113,054.930 ± 2,506.397
รุ่น 2	83,881.007 ± 5,446.635	84,184.708 ± 4,543.928	86,134.817 ± 5,191.101	83,987.109 ± 7,768.858	
รุ่น 3	68,288.847 ± 4,966.893	67,084.180 ± 9,940.854	78,793.969 ± 7,485.648	71,299.874 ± 7,901.210	

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยความทนแรงดึง (ปอนด์/นิ้ว²) ของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความเครียด (นิ้ว/นิ้ว)				
	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	กลุ่มควบคุม
รุ่น 1	4.828×10^{-4} ± 1.188×10^{-4}	1.500×10^{-4} ± 1.040×10^{-4}	7.323×10^{-4} ± 5.621×10^{-4}	4.074×10^{-4} ± 2.501×10^{-4}	6.481×10^{-4} ± 2.268×10^{-4}
รุ่น 2	2.609×10^{-4} ± 1.778×10^{-4}	9.262×10^{-4} ± 1.105×10^{-3}	2.909×10^{-4} ± 1.626×10^{-4}	2.935×10^{-4} ± 1.977×10^{-4}	
รุ่น 3	3.333×10^{-4} ± 1.141×10^{-4}	2.806×10^{-4} ± 2.262×10^{-4}	3.215×10^{-3} ± 3.750×10^{-3}	1.244×10^{-3} ± 7.731×10^{-4}	

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยความเครียด (นิ้ว/นิ้ว) ของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยระยะของการยึดตัว (ร้อยละ)				
	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	กลุ่มควบคุม
รุ่น 1	0.665±0.372	0.887±0.817	1.175±0.505	2.800±0.592	3.297±0.788
รุ่น 2	0.336±0.394	1.688±0.626	1.150±0.915	1.864±0.693	
รุ่น 3	0.588±0.595	1.559±1.352	2.059±1.174	0.782±1.184	

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยระยะของการยึดตัว (ร้อยละ) ของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวหรือกเวลด์ (R)				
	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	กลุ่มควบคุม
รุ่น 1	59.28±3.98	62.86±2.39	57.30±2.99	61.70±3.77	65.48±3.01
รุ่น 2	61.52±2.66	60.70±2.48	55.32±2.92	61.72±3.21	
รุ่น 3	60.46±2.48	64.55±2.61	63.65±3.63	64.07±3.88	

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวหรือกเวลด์ (R) ของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง