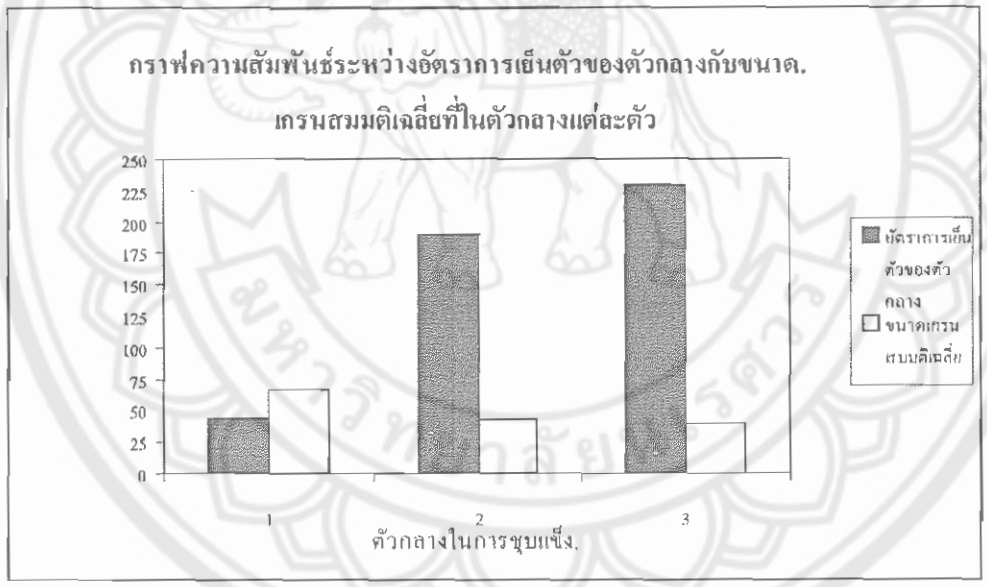
บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 โครงสร้างจุลภาค

5.1.1 อัตราการเย็นตัวของตัวกลางที่ใช้ในการชุบแข็งแปรผกผันกับขนาดเกรน

5.1.2 อุณหภูมิที่ใช้ในการอบชุบแปรผันตรงกับขนาดของเกรน

5.1.3 กระบวนการชุบแข็งทำให้ขนาดของเกรนเล็กลง คือ เหล็กที่ยังไม่ได้ผ่านการชุบแข็งจะมีขนาดของเกรนใหญ่กว่าเหล็กที่ผ่านการชุบแข็งแล้ว

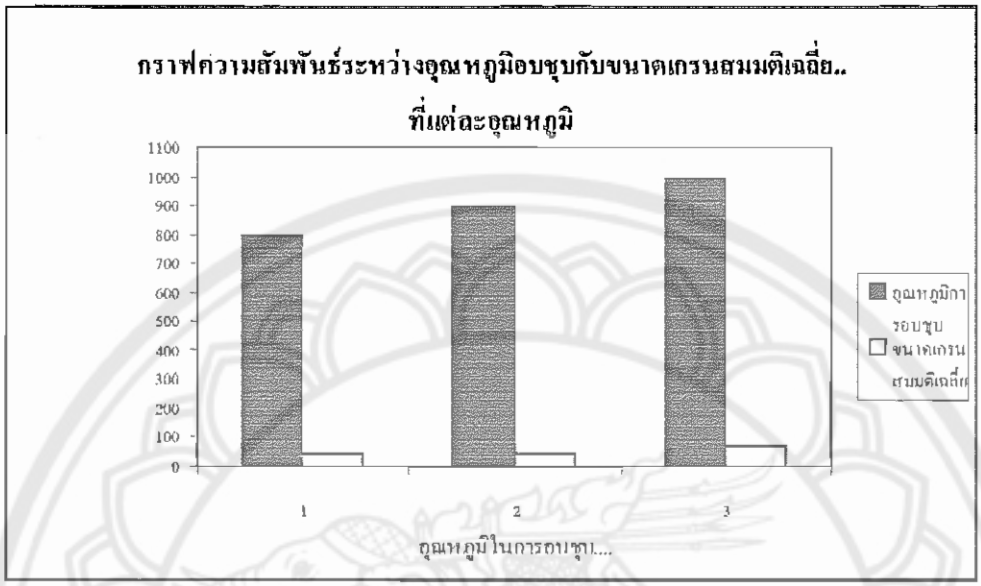


รูปที่ 5.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเย็นตัวของตัวกลางกับขนาดเกรนสมมติเฉลี่ยที่ในตัวกลางแต่ละตัว

หมายเหตุ ตัวกลางในการชุบแข็ง 1 หมายถึง น้ำมัน ซึ่งมีอัตราการเย็นตัว 45 °C/s

ตัวกลางในการชุบแข็ง 2 หมายถึง น้ำ ซึ่งมีอัตราการเย็นตัว 190 °C/s

ตัวกลางในการชุบแข็ง 1 หมายถึง น้ำเกลือซึ่งมีอัตราการเย็นตัว 230°C/s



รูปที่ 5.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอบชุบกับขนาดเกรนสมมติเฉลี่ย ที่แต่ละอุณหภูมิ

หมายเหตุ อุณหภูมิในการอบชุบ 1 หมายถึง 800 °C
อุณหภูมิในการอบชุบ 2 หมายถึง 900 °C
อุณหภูมิในการอบชุบ 3 หมายถึง 1,000 °C

5.2 ความแข็ง

5.2.1 อัตราการเย็นตัวของตัวกลางที่ใช้ในการชุบแข็งแปรผันตรงกับความแข็ง

5.1.2 อุณหภูมิที่ใช้ในการอบชุบแปรผกผันกับความแข็ง

5.1.3 กระบวนการชุบแข็งทำให้ความแข็งเพิ่มขึ้น คือ เหล็กที่ผ่านการชุบแข็งแล้วจะมีความแข็งมากกว่าเหล็กที่ไม่ได้ผ่านการชุบแข็ง

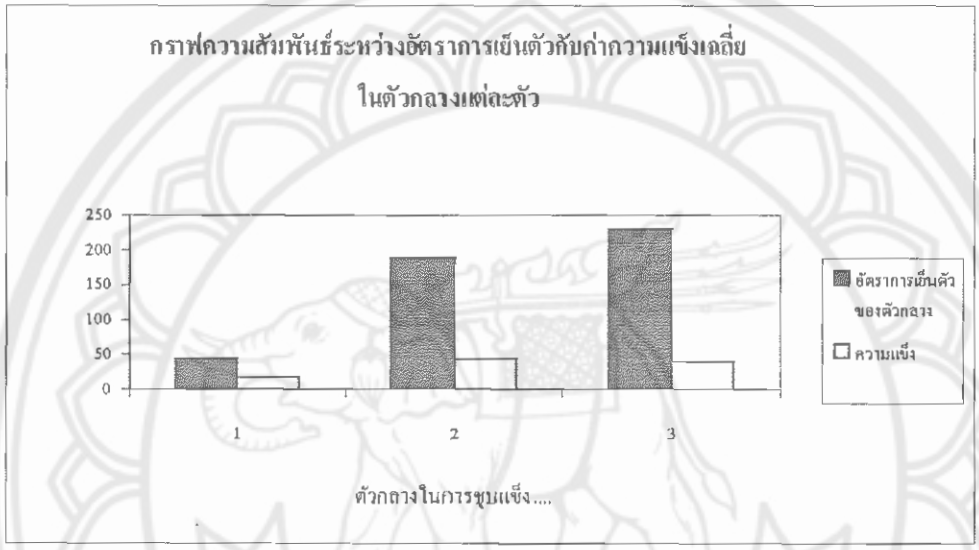
5.1.4 สมการความสัมพันธ์ระหว่างความแข็ง กับ อัตราการเย็นตัวของตัวกลางที่ใช้ในการชุบแข็ง และอุณหภูมิอบชุบ เป็นดังนี้

ให้ Y = อุณหภูมิ (°C)

X_1 = อัตราการเย็นตัว (°C/s)

X_2 = ค่าความแข็ง (HRC)

$$Y = 936.89 + 0.50x_1 - 3.59x_2$$



รูปที่ 5.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเย็นตัวของตัวกลางกับค่าความแข็งเฉลี่ย ในตัวกลางแต่ละตัว

หมายเหตุ ตัวกลางในการชุบแข็ง 1 หมายถึง น้ำมัน ซึ่งมีอัตราการเย็นตัว 45 °C/s
ตัวกลางในการชุบแข็ง 2 หมายถึง น้ำ ซึ่งมีอัตราการเย็นตัว 190 °C/s
ตัวกลางในการชุบแข็ง 3 หมายถึง น้ำเกลือซึ่งมีอัตราการเย็นตัว 230°C/s

รูปที่ 5.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอบชุบกับค่าความแข็งเฉลี่ย ที่แต่ละอุณหภูมิ

หมายเหตุ อุณหภูมิในการอบชุบ 1 หมายถึง 800 °C
อุณหภูมิในการอบชุบ 2 หมายถึง 900 °C
อุณหภูมิในการอบชุบ 3 หมายถึง 1,000 °C

5.3 ความทนต่อแรงกระแทก

5.3.1 อัตราการเย็นตัวของตัวกลางที่ใช้ในการชุบแข็งแปรผกผันกับความทนต่อแรงกระแทก

5.3.2 อุณหภูมิที่ใช้ในการอบชุบแปรผันตรงกับความทนต่อแรงกระแทก

5.3.3 กระบวนการชุบแข็งทำให้ความทนต่อแรงกระแทกลดลง คือ เหล็กที่ผ่านกระบวนการชุบแข็งแล้วจะมีความทนต่อแรงกระแทกเฉลี่ยน้อยกว่าเหล็กที่ยังไม่ผ่านการชุบแข็ง

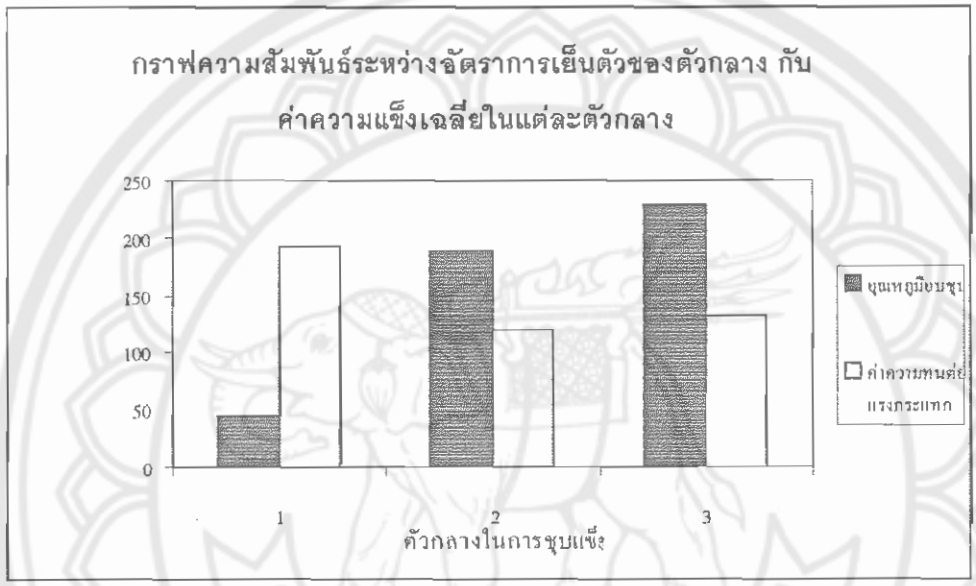
5.3.4 สมการความสัมพันธ์ระหว่างความทนต่อแรงกระแทก กับ อัตราการเย็นตัวของตัวกลางที่ใช้ในการชุบแข็ง และอุณหภูมิอบชุบ เป็นดังนี้

ให้ Y = อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)

X_i = อัตราการเย็นตัว ($^{\circ}C/s$)

X_2 = ค่าความทนต่อแรงกระแทก (kJ)

$$Y = 740.5738 - 0.8977x_1 + 2.7715x_2$$



รูปที่ 5.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเย็นตัวของตัวกลางกับค่าความทนต่อแรงกระแทกเฉลี่ยในตัวกลางแต่ละตัว

หมายเหตุ ตัวกลางในการชุบแข็ง 1 หมายถึง น้ำมัน ซึ่งมีอัตราการเย็นตัว 45 °C/s
ตัวกลางในการชุบแข็ง 2 หมายถึง น้ำ ซึ่งมีอัตราการเย็นตัว 190 °C/s
ตัวกลางในการชุบแข็ง 1 หมายถึง น้ำเกลือซึ่งมีอัตราการเย็นตัว 230°C/s

รูปที่ 5.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอบชุบกับ
ค่าความทนต่อแรงกระแทกเฉลี่ยที่แต่ละอุณหภูมิ

หมายเหตุ อุณหภูมิในการอบชุบ 1 หมายถึง 800 °C
อุณหภูมิในการอบชุบ 2 หมายถึง 900 °C
อุณหภูมิในการอบชุบ 3 หมายถึง 1,000 °C

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ควรมีแหล่งข้อมูลภายในมหาวิทยาลัยเพิ่มมากขึ้น

5.4.2 ควรมีการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพิ่มขึ้น

5.4.3 ควรมีการฝึกการดูโครงสร้างให้มากขึ้นเพื่อความชำนาญ และความแม่นยำในการพิจารณาโครงสร้างจุลภาคจากภาพถ่ายที่ได้ งานวิจัยในครั้งต่อไปจะได้มีรายละเอียดในส่วนนี้เพิ่มขึ้น