สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของงานวิจัย

ซูเปอร์อัลลอยหรือโลหะผสมพิเศษ มีสมบัติต่าง ๆ ที่อุณหภูมิสูงดี เช่น การต้านทานการเกิดออกซิเดชัน (Oxidation resistance) การต้านทานต่อการคืบ (Creep resistance) การต้านทานการแตกหัก (Rupture stress) และการต้านทานการกัดกร่อน (Corrosion resistance) ด้วยสมบัติเหล่านี้ทำให้นิยมนำซูเปอร์อัลลอยมาใช้เป็นวัสดุหลักผลิตชิ้นส่วนของเครื่องยนต์กังหันก๊าซ (Gas turbines) สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น ใบพัดของเครื่องยนต์กังหัน (Turbine blade) ล้อ (Wheel) แผ่นจาน (Disc) สลักเกลียว (Bolt) เป็นต้น นอกจากนี้นิยมนำมาทำชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ไอพ่น (Jet engine) โดยทั่วไปนิกเกิลเบสซูเปอร์อัลลอยมีสมบัติที่กล่าวมาเหมาะสม ซูเปอร์อัลลอยแบ่งได้เป็นสามกลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ นิกเกิลเบส (Nickel base) นิกเกิล-เหล็กเบส (Nickel-iron base) และ โคบอลต์เบส (Cobalt base) [1-3] งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะนิกเกิลเบสซูเปอร์อัลลอย เกรดอินโคเนล เอ็กซ์ 750 ซึ่งนำมาผลิตเป็นสลักเกลียวจับยึดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์กังหันก๊าซใช้งานที่อุณหภูมิ 650 และ 760 องศาเซลเซียส

การออกแบบสลักเกลียวของเครื่องยนต์กังหันก๊าซ จำเป็นต้องออกแบบโครงสร้างจุลภาคของสลักเกลียวให้มีความต้านทานความร้อนและความต้านทานการคืบสูง [4] เพื่อให้อายุการใช้งานของสลักเกลียวยาวนานที่สุดเท่าที่จะทำได้ และลดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนสลักเกลียวใหม่ รวมทั้งลดระยะเวลาการซ่อมบำรุง อินโคเนล เอ็กซ์ 750 ที่นำมาผลิตเป็นสลักเกลียวใช้งานที่อุณหภูมิสูงนั้น ต้องผ่านการกลึงขึ้นรูปเป็นสลักเกลียวหลังจากผ่านการอบอ่อน (Annealing) จากนั้นปรับปรุงโครงสร้างจุลภาคด้วยกรรมวิธีทางความร้อน ให้มีสมบัติเชิงกลเหมาะกับสภาพการใช้งาน ที่อุณหภูมิสูงสลักเกลียวต้องคงสภาพรับความเค้นแรงดึงได้ การคลายความเค้นที่อุณหภูมิสูง (Stress relaxation) เป็นปรากฏการณ์สำคัญในการพิจารณาระดับความเค้นในการจับยึด และอัตราการคืบของสลักเกลียว [5,6] ดังนั้นจึงต้องออกแบบโครงสร้างจุลภาคของสลักเกลียว เพื่อลดการคลายความเค้นที่อุณหภูมิสูงและมีอัตราการคืบต่ำที่สุด ทำให้ใช้งานสลักเกลียวอย่างมีประสิทธิภาพและยาวนานมากที่สุด

ที่ผ่านมาการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้สั่งซื้อสลักเกลียวสำเร็จรูปทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 จากต่างประเทศมาใช้งานในเครื่องยนต์กังหันก๊าซสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า สลักเกลียวที่สั่งซื้อมีราคาสูงมาก การขึ้นรูปสลักเกลียวรูปร่างมาตรฐานสามารถผลิตได้ด้วย

เครื่องจักรกลอัตโนมัติที่มีอยู่ในประเทศไทย ปัจจุบันมีบริษัทรับผลิตชิ้นส่วนสลักเกลียวแต่ยังขาดความรู้ด้านการปรับปรุงโครงสร้างจุลภาค งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยร่วมกับบริษัทไอเก้ิลไฮเท็มโปรดักท์ จำกัด ศึกษากรรมวิธีทางความร้อน โดยมุ่งเน้นศึกษาผลของอุณหภูมิต่อโครงสร้างจุลภาค สมบัติเชิงกล และการคลายความเค้นที่อุณหภูมิสูงของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 จากรายงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการศึกษาการคลายความเค้นของสลักเกลียวมีอยู่น้อยมาก ผลงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับการทำกรรมวิธีทางความร้อนของสลักเกลียวที่เหมาะสมกับการใช้งานในเครื่องยนต์กังหันก๊าซของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาผลของการบ่มแข็งอุณหภูมิช่วง 680 - 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง หลังการอบละลายที่อุณหภูมิ 885 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกลของอินโคเนล เอ็กซ์ 750

1.2.2 ศึกษาการคลายความเค้นของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนตามข้อ 1.2.1 ทดสอบที่อุณหภูมิ 650 และ 760 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 500, 1,000, 1,500 และ 2,000 ชั่วโมง

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 อบสลักเกลียวหลังผ่านการกลึงขึ้นรูป ที่อุณหภูมิ 885 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปล่อยเย็นตัวในอากาศ และบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 680, 700 , 720, 740 และ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ปล่อยเย็นตัวในอากาศ

1.3.2 ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคและขนาดแกมมาไพรม (Gamma prime, γ') ในสลักเกลียวที่ได้จากข้อ 1.3.1 โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบแสง (Optical Microscope: OM) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด (Scanning Electron Microscopy: SEM) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (Transmission Electron Microscopy: TEM)

1.3.3 ทดสอบการคลายความเค้น (Stress Relaxation) ของสลักเกลียวหลังผ่านขั้นตอนตามข้อ 1.3.1 ที่อุณหภูมิ 650 และ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 500, 1,000, 1,500 และ 2,000 ชั่วโมง

1.3.4 ทดสอบความแข็งและความต้านแรงดึงของสลักเกลียว หลังจากผ่านขั้นตอนตามข้อ 1.3.3

1.3.5 วิเคราะห์และสรุปผล

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าได้รับ

1.4.1 ทราบผลของอุณหภูมิการบ่มแข็งด้วยความร้อนที่ส่งผลต่อโครงสร้างจุลภาค สมบัติเชิงกล และการคลายความเค้นที่อุณหภูมิสูงของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750

1.4.2 ทราบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของแกมมาไพรมกับสมบัติเชิงกลของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750

1.4.3 เป็นข้อมูลการศึกษาและพัฒนากรรมวิธีทางความร้อนของอินโคเนล เอ็กซ์ 750 เพื่อการผลิตเชิงอุตสาหกรรมต่อไป