

ท่อเหล็กกล้าคาร์บอน และเหล็กกล้าผสมต่ำโครเมียม-โมลิบดีนัม เป็นท่อที่มีการใช้งานมากในหม้อกำเนิดไอน้ำ และเตาให้ความร้อนผลิตภัณฑ์ โดยใช้เป็นท่อแลกเปลี่ยนความร้อนจากก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้กับน้ำหรือผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายในท่อ ขณะใช้งานท่อมีอุณหภูมิหลายร้อยของศาเซลเซียส และผิวนอกจะสัมผัสกับก๊าซร้อน ถ้าสภาพการเผาไหม้ไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดการสูญเสียคาร์บอนที่ผิว โดยการทำปฏิกิริยากับก๊าซชนิดต่างๆ ที่อยู่ในก๊าซไอร้อน การสูญเสียคาร์บอนซึ่งเป็นธาตุผสมที่สำคัญทำให้เหล็กกล้ามีความแข็งแรง จึงทำให้ท่ออาจมีสมบัติทางกลและอายุใช้งานเปลี่ยนแปลงไปได้

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของการสูญเสียคาร์บอนที่ผิวต่อสมบัติทางกลของท่อดังกล่าว โดยใช้เหล็กกล้าคาร์บอนที่มีส่วนผสมของคาร์บอน 0.1% และเหล็กกล้าผสมต่ำที่มีส่วนผสมของคาร์บอน 0.13% โครเมียม 0.75% และโมลิบดีนัม 0.42% การเตรียมชิ้นทดสอบให้เกิดการสูญเสียคาร์บอนที่ผิวเพียงด้านเดียวและมีความลึกต่าง ๆ ทำโดยอบชิ้นทดสอบในบรรยากาศของ CO_2 ผสมกับ N_2 ที่อุณหภูมิ 800°C เป็นเวลา 1 ถึง 36 ชั่วโมง

ผลการอบ พบว่าเกิดการสูญเสียคาร์บอนที่ผิวบนชิ้นทดสอบเหล็กกล้าคาร์บอนมีความลึกระหว่าง 0.4 ถึง 3.1 mm และ ชิ้นทดสอบเหล็กกล้าผสมต่ำระหว่าง 0.3 ถึง 2.5 mm การอบ 12 ชั่วโมง หรือมากกว่า ทำให้เกิดการเติบโตของเกรน Ferrite ที่เกิดจากการสูญเสียคาร์บอนที่ผิว

ชิ้นทดสอบเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีความหนาประมาณ 5 mm พบว่า มีสมบัติทางกลเปลี่ยนแปลง ต่อความลึกของการสูญเสียคาร์บอนที่ผิวรวม (D_{total}) 1 mm ดังนี้ ที่อุณหภูมิห้อง Yield strength (YS) ลดลง 38 MPa Tensile strength (TS) ลดลง 29 MPa และ %Elongation (%EL) เพิ่มขึ้น 2.3% ที่อุณหภูมิ 450°C YS ลดลง 13 MPa TS ลดลง 13 MPa %EL มีแนวโน้มคงที่แต่ค่ากระจายมาก ค่าความแข็งบริเวณที่สูญเสียคาร์บอนที่ผิวลดลงและมีค่าระหว่าง 104-118 HV เมื่อเทียบกับค่าปกติ 132-144 HV

ชิ้นทดสอบเหล็กกล้าผสมต่ำที่มีความหนาประมาณ 5 mm พบว่า มีสมบัติทางกลเปลี่ยนแปลงต่อความลึกของการสูญเสียคาร์บอนที่ผิวรวม (D_{total}) 1 mm ดังนี้ ที่อุณหภูมิห้อง YS ลดลง 16 MPa TS ลดลง 55 MPa และ %EL เพิ่มขึ้น 2.2% ที่อุณหภูมิ 450°C YS ลดลง 24 MPa TS ลดลง 38 MPa และ %EL มีแนวโน้มลดลงประมาณ 0.8% ค่าความแข็งบนบริเวณที่มีการสูญเสียคาร์บอนที่ผิวมีค่าระหว่าง 112-124 HV เทียบกับค่าปกติ 179-189 HV

อิทธิพลของการสูญเสียคาร์บอนที่ผิว ยังทำให้ชิ้นทดสอบแรงดึงมีรอยขาดไม่สมมาตร และผิวหน้ารอยขาดจะปรากฏเป็น Dimples ลึกคล้ายรูมากขึ้น ทำให้อายุของชิ้นทดสอบ Stress rupture สั้นลง และทำให้เหล็กกล้าคาร์บอนเกิด Oxidation ที่อุณหภูมิ 800°C เพิ่มขึ้นถึง 50-60% แต่ทำให้เกิดเหล็กกล้าผสมต่ำเกิด Oxidation ลดลงประมาณ 11%

Carbon and Cr-Mo low alloy steel tubes are widely used in boiler and heater furnace for heat exchanging between flue gas and liquid at high temperature. External surfaces of the tubes are in contact with flue gas and may subject to surface decarburization by reaction with certain kind of elements in flue gas if proper combustion condition cannot be maintained. Loss of carbon at surface will alter the mechanical properties and service life of the tubes.

The purpose of this research is to study the effect of decarburization on the mechanical properties of such steel tubes by using carbon steel with 0.1% C and low alloy steel with 0.13%C 0.75%Cr and 0.42%Mo. The specimens were prepared at various depth of decarburization by heat treating in CO_2 and N_2 atmosphere at 800°C for 1 to 36 hours.

The specimens were decarburized to the depth of 0.4 to 3.1 mm and 0.3 to 2.5 mm for carbon steel and low alloy steel respectively. The specimens with soaking time 12 hours and longer were found to exhibit substantial grain growth.

Decarburization altered the mechanical properties of carbon steel specimen (5 mm thick) per 1 mm of total decarburization depth (D_{total}) as follows: yield strength (YS) was reduced by 38 MPa, tensile strength (TS) by 29 MPa and %elongation (%EL) increased by 2.3%. At 450°C , YS was reduced by 13 MPa, TS by 13 MPa and no change of %EL with wide data scattering. The hardness values were decreased to 104-118 HV on decarburized surface as compared to 132-144 HV for normal value of carbon steel specimen.

For low alloy steel specimens (5 mm thick), decarburization also altered the mechanical properties of the specimens. For 1 mm of total decarburization depth (D_{total}), YS was reduced by 16 MPa, TS by 55 MPa and %EL increased by 2.2%. At 450°C , YS was reduced by 24 MPa, TS by 38 MPa and a slight decreased of %EL by 0.8%. The hardness values were decreased to 112-124 HV on decarburized surface as compared to 179-189 HV for normal value of low alloy steel specimen.

The influence of decarburization on the fracture of tensile specimen in that the fracture was unsymmetrical after breaking and the fracture surface showed the greater dimples depth. Decarburization also shortened the stress rupture specimens life. Decarburized carbon steel specimen was found to be oxidized at 800°C at the greater rate, 50-60% faster than normal. Opposite result was found for low alloy steel which exhibited a reduced oxidation rate of 11%.