# บทที่ 2

# งานวิจัยที่ผ่านมา

## 2.1 การจัดวางชิ้นงานระหว่างทำการอบชุบ

P.BREZLER (1986) ได้ทำการศึกษาความบิดเบี้ยวของชิ้นงานโดยการนำชิ้นงานเกียร์ มาทำการเผา(Carburised) ที่อุณหภูมิ 925°C และมาทำการอบชุบแข็ง เพื่อลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วจโดยจุ่มลงไปในน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 60°C และทำการเปรียบเทียบความบิดเบี้ยวของชิ้นงานจากค่าความคลาดเคลื่อนในแนวการหมุน โดยนำชิ้นเกียร์ทดสอบที่เป็นเหล็กกล้าล็อตเดียวกันและแบ่งงานออกเป็น 2 ชุด ชุดแรกทำการแขวนชิ้นงานตลอดการอบชุบแข็ง และชุดที่สองทำการวางชิ้นงานลงไปในถาดตลอดขั้นตอนการอบชุบแข็ง พบว่าการจัดวางชิ้นงานลงในถาดระหว่างการอบชุบแข็งให้ค่าความคลาดเคลื่อนในแนวการหมุนดีกว่าในกรณีแขวนชิ้นทดสอบในระหว่างการทำการอบชุบแข็ง

สาเหตุที่นำงานวิจัยนี้มาศึกษาเนื่องจากต้องการศึกษาว่าการจัดเรียงชิ้นงานมีผลต่อความบิดเบี้ยวของชิ้นงานหรือไม่ เพราะเนื่องจากในกระบวนการผลิตต้องการผลผลิตต่อ 1 ครั้งของการนำชิ้นงานเข้าเครื่องอบชุบแข็ง ในปริมาณที่มากที่สุดเท่าที่ปริมาตรของเครื่องอบชุบจะทำได้เพื่อลดต้นทุนในกระบวนการผลิต และจากผลการทดลองของงานวิจัยครั้งนี้พบว่าการจัดวางชิ้นงานมีผลต่อความบิดเบี้ยวของชิ้นงานจึงได้นำความรู้จากงานวิจัยนี้ มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ด้วยดังโดยการนำชิ้นงาน มาทำการจัดเรียงชิ้นงานอย่างเป็นระเบียบและเปรียบเทียบกับการจัดวางชิ้นงานแบบเทรวมกันซึ่งการเทชิ้นงานจะทำให้ได้ปริมาณผลผลิตมากกว่าแบบจัดวางชิ้นงานอย่างเป็นระเบียบถึง 3 เท่าและลดขั้นตอนการจัดวางชิ้นงานเนื่องจากต้องใช้เวลาในการจัดวางวงแหวนนอกซึ่งทำให้ใช้เวลาในการผลิตนานขึ้น

## 2.2 ของเหลวที่ใช้ในการชุบแข็ง

เนื่องจากขั้นตอนการชุบชิ้นงานลงในของเหลว ของเหลวที่ใช้สำหรับการอบชุบมีวัตถุประสงค์ในการการถ่ายเทความร้อนออกจากเหล็กกล้าเพื่อให้เหล็กมีการเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว โดยของเหลวสำหรับการชุบแข็งที่ใช้กันทั่วๆไป ได้แก่ น้ำ น้ำเกลือ น้ำด่าง น้ำมัน เกลือละลาย และอากาศ เพื่อลดอุณหภูมิของชิ้นงานที่มีความร้อนสูง ให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว เป็นขั้นตอนที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของชิ้นงานหรือความบิดเบี้ยวของชิ้นงาน ดังนั้นการเลือกชนิดของของเหลวและสภาวะการทำงานในขณะการทำการอบชุบจึงเป็นขั้นตอนหนึ่งที่ต้องศึกษาเพื่อให้สามารถลดปริมาณของเสียและลดต้นทุนในกระบวนการผลิต

J.VOLKMUTH, F.HENGRER และ G.WAHL (1993) ได้ทำการวิจัยถึงชนิดของของเหลว ซึ่งได้แก่น้ำมันและน้ำเกลือ อุณหภูมิของของเหลวที่ใช้ในการชุบ และเวลาที่ใช้ในการชุบ ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือความบิดเบี้ยวของชิ้นงาน โดยผลการวิจัยพบว่าอุณหภูมิของของเหลว ชนิดของของเหลวและเวลาที่ใช้ในการชุบชิ้นงานลงในของเหลวมีผลต่อขนาดและความบิดเบี้ยวของชิ้นงาน

W.T.COOK (1999) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการบิดเบี้ยวของชิ้นเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีส่วนผสม 0.15%C / 1%Mn / 0.75%Cr / 0.85% Ni ภายหลังผ่านกระบวนการชุบแข็ง โดยได้ทำการทดลองเปรียบเทียบระหว่าง ลงไปในน้ำและน้ำมันพบว่าเมื่อทำการอบชุบชิ้นงานลงไปในน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของชิ้นงานถึง 0.3 มิลลิเมตรซึ่งมากกว่าเมื่อเทียบกับการจุ่มชิ้นงานลงไปในน้ำมันโดยน้ำมันมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของชิ้นงาน 0.1 มิลลิเมตร

สาเหตุที่นำงานวิจัยนี้มาศึกษาเนื่องจากต้องการทราบว่าของเหลวที่ใช้ในการชุบแข็งมีผลต่อการบิดเบี้ยวของเหล็กกล้าอย่างไร เนื่องของเหลวที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือน้ำมัน เพื่อนำมาใช้ประกอบในการตัดสินใจว่าควรทำการศึกษาชนิดของของเหลวในการทดลองครั้งนี้หรือไม่ จากผลการทดลองพบว่าน้ำมันเป็นของเหลวที่ดีที่สุด เมื่อเทียบกับน้ำดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงไม่ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มาจากชนิดของของเหลวที่ทำให้ชิ้นงานบิดเบี้ยว

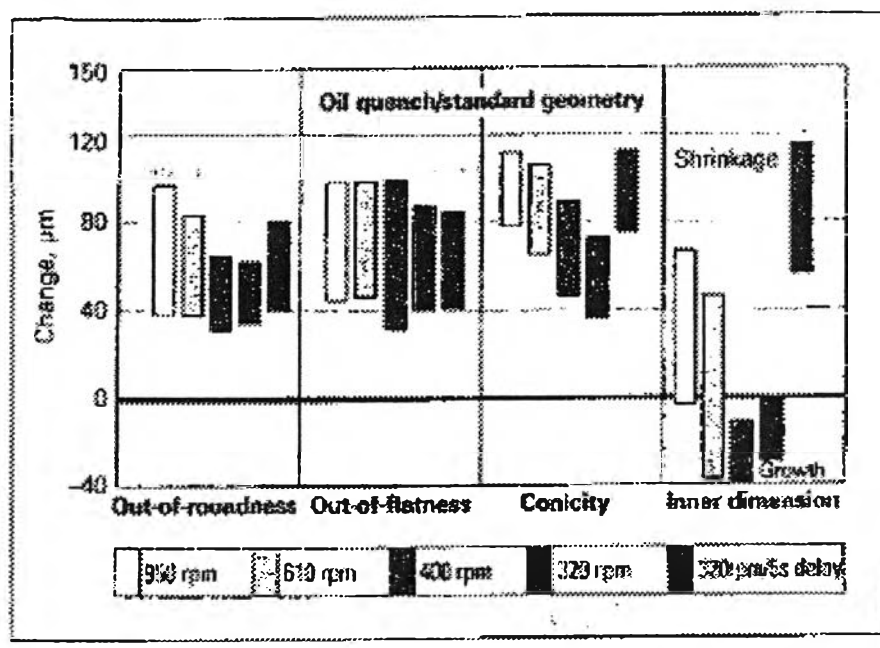
ALTENA, P.STOLA, P.JURCI, F.KLIMA และ J.PAULU (2001) ได้ทำการศึกษาถึงสภาวะของน้ำมันที่ใช้ในการชุบซึ่งได้แก่อุณหภูมิ, ชนิดของน้ำมันและความเร็วในการกวนใบพัด ที่มีต่อความบิดเบี้ยวของเฟืองเกียร์ โดยมีรายละเอียดในการทดลองดังนี้

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษา ผลกระทบของอุณหภูมิน้ำมันที่ใช้ในการชุบ ที่มีผลต่อความบิดเบี้ยวของชิ้นงาน ไว้ที่ 3 อุณหภูมิ คือที่ 90 $^{\circ}$C 120 $^{\circ}$C และที่ 150 $^{\circ}$C และพบว่าเมื่อ

อุณหภูมิของของเหลวที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของเหล็กขณะที่ร้อน มีค่าสูงขึ้นพบว่าการหดตัวของค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของวงแหวนในมากขึ้นประมาณ 30 – 50 ไมครอน

เนื่องจากชนิดของน้ำมันมีผลต่อสภาวะในการชุบเหล็กกล้าลงไปในของเหลว และมีพารามิเตอร์หลายพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการบิดเบี้ยวของชิ้นงาน ซึ่งในการทำการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาชนิดของน้ำมันที่นำมาใช้เป็นตัวเดียวกันแต่สารเติมแต่ง ที่ใช้ต่างกัน โดยศึกษาจากน้ำมัน 2 ชนิดคือ Durixol W25, OIL OL46 และจากการทดลองพบว่าชนิดของน้ำมันที่ใช้ในการอบชุบมีผลต่อค่าความบิดเบี้ยวของชิ้นงาน

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาถึงความเร็วของใบพัดที่ใช้กวนน้ำมันในระหว่างการทำการชุบของโดยทำการเปลี่ยนค่าความเร็วรอบของใบพัดที่ใช้กวนน้ำมันในขณะทำการลดอุณหภูมิของเหล็กที่ผ่านการเผาร้อนมา ที่ 950 r.p.m., 610 r.p.m., 400 r.p.m., 320 r.p.m., และแช่ชิ้นงานไว้ในน้ำมันก่อน 5 วินาทีแล้วจึงทำการกวนน้ำมันที่ 320 r.p.m. โดยที่ควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันไว้ที่ 120 $^{o}$C และจากงานวิจัยพบว่าความบิดเบี้ยวของชิ้นงานมีค่าลดลงเมื่อความเร็วรอบของการกวนต่ำลง แต่ในกรณีที่มีการแช่ชิ้นงานไว้ในน้ำมันก่อน 5 วินาทีแล้วจึงทำการกวนน้ำมันที่ 320 r.p.m. พบว่าชิ้นงานมีการบิดเบี้ยวมากที่สุด




รูปที่ 2.1 แผนภูมิแสดงค่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่เปลี่ยนไปเมื่อทำกวนน้ำมันที่ r.p.m ต่างกัน

สาเหตุที่นำงานวิจัยนี้มาศึกษาเนื่องจากต้องการทราบถึงสภาวะควบคุมที่เหมาะสมในการชุบชิ้นงานในระหว่างทำให้ชิ้นเหล็กกล้าเย็นตัวลง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาครั้งนี้เพื่อควบคุมความแตกต่างของอุณหภูมิภายในชิ้นงาน เพราะในขณะทำการลดอุณหภูมิลง เพราะถ้ากระทำโดยให้มีความแตกต่างของอุณหภูมิที่ผิวกับภายในมีมาก เหล็กจะขยายตัวที่ผิวไม่สัมพันธ์กับภายใน ย่อมจะเกิดการบิดงอได้มาก โดยจากงานวิจัยในครั้งนี้พบว่า เมื่อทำการลดค่าความเร็วรอบในการกวนน้ำมันลงทำให้ค่าความบิดเบี้ยวมีค่าลดลง ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมจากงานวิจัยของ ALTENA โดยได้ทำการทดลองที่ความเร็วรอบต่ำลงไปอีก คือที่ 110 r.p.m. และไม่ทำการกวนน้ำมัน ส่วนการควบคุมอุณหภูมิของน้ำมัน ที่ใช้ในการอบชุบชิ้นงานพบว่าอุณหภูมิที่ 90 $^{o}$C เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการวิจัยครั้งนี้ ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงไม่ได้ทำการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำมัน เนื่องจากในการทดลองครั้งนี้ได้ควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันที่ 80 $^{o}$C ซึ่งถือว่าเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงไม่ได้ทำการศึกษาอุณหภูมิน้ำมันที่ใช้ในการชุบแข็ง

## 2.3 การอบอ่อนเพื่อคลายความเครียด

TETSUMORI SHINODA, AKIRA SAWADA และ T.MORI (1979) ได้ทำการวิจัยเรื่องการบิดเบี้ยวของชิ้นเหล็กกล้ายูเต็คตอยด์ (Eutectoid Carbon Steel, 0.77% < C < 2.11%) ในกระบวนการอบชุบแข็ง โดยทดลองทำการอบอ่อน เพื่อคลายความเครียด ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าการลดความเครียดของชิ้นเหล็กกล้ายูเต็คตอยด์จะแปรผันตรงกับการเปลี่ยนแปลงขนาดของชิ้นงาน

F.F. LAVRENTEV, O. P. SALITA และ S.V.SOKOLSKY (1977) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับอุณหภูมิในการอบอ่อน ที่ส่งผลต่อการบิดเบี้ยวของสังกะสีโดยศึกษาจากโครงสร้างของผลึกสังกะสีโดยทำการอบอ่อน ที่อุณหภูมิ 293 $^{o}$C , 373 $^{o}$C และ 473 $^{o}$C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าการอบอ่อน ที่อุณหภูมิ 473 $^{o}$C ช่วยให้การจัดโครงสร้างของผลึกสังกะสีเป็นระเบียบมากขึ้นซึ่งเป็นผลให้การบิดเบี้ยวของชิ้นงานลดลง

## 2.4 อิทธิพลของค่าความแข็งที่มีผลต่อความบิดเบี้ยวของชิ้นงาน

ปัจจัยที่สำคัญของการผลิตเหล็กกล้าคือค่าความแข็งของเหล็ก โดยพบว่าค่าความแข็งนี้มีผลต่อความบิดเบี้ยวของชิ้นงาน

M.CRISTINACCE (1999) ได้ทำการวิจัยถึงค่าความแข็งของชิ้นงาน มีผลต่อการบิดเบี้ยวของเหล็กกล้าคาร์บอนไนไตท์ ที่ใช้ผลิตเฟืองที่ใช้ในการถ่ายกำลัง โดยการทดลองวัดค่าที่ช่วงค่าความแข็ง 38 ~ 48 HRC โดยนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณของเสีย พบว่าปริมาณของเสียที่เกิดจากการบิดเบี้ยวของชิ้นงานสูงขึ้น เมื่อค่าความแข็งของเฟืองมีค่ามากกว่า 42 HRC จากปริมาณของเสียที่ 0.1% เป็น 0.2% ไปจนถึง 1.1% ที่ค่าความแข็ง 48 HRC และนอกจากนั้นยังทำการวัดความกลมที่ผิวนอกของชิ้นงานพบว่าเมื่อค่าความแข็งสูงขึ้นมากกว่า 42 HRC ความบิดเบี้ยวของชิ้นงานสูงมากขึ้นจาก 80 ไมครอนเป็น 140 ไมครอนโดยวัดค่าความกลมที่ผิวนอกของชิ้นงาน ดังนั้นเพื่อควบคุมความบิดเบี้ยวของชิ้นงานและปริมาณของเสียเราจึงต้องควบคุมค่าความแข็งของชิ้นงานให้มีค่าอยู่ในช่วงแคบๆ

สาเหตุที่เลือกงานวิจัยนี้เนื่องจากต้องการทราบว่าค่าความแข็งมีอิทธิพลต่อความบิดเบี้ยวของชิ้นงานอย่างไร เพื่อนำมาประกอบในการตัดสินว่าต้องทำการเก็บข้อมูลค่าความแข็งในการทดลองครั้งนี้หรือไม่ และจากงานวิจัยดังกล่าวซึ่งพบว่าค่าความแข็งของเหล็กกล้ามีผลต่อความบิดเบี้ยวของเหล็กกล้า ดังนั้นในการทำงานวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการวัดค่าความแข็งของชิ้นงานในแต่ละการทดลองด้วยเพื่อนำมาประกอบในการทำการสรุปผลการวิจัย

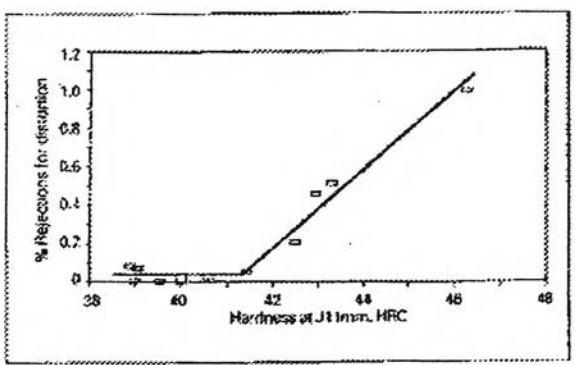



*Fig.1. Influence of hardenability upon rejections for distortion of gears in a 27MC5 carbonitriding steel.*

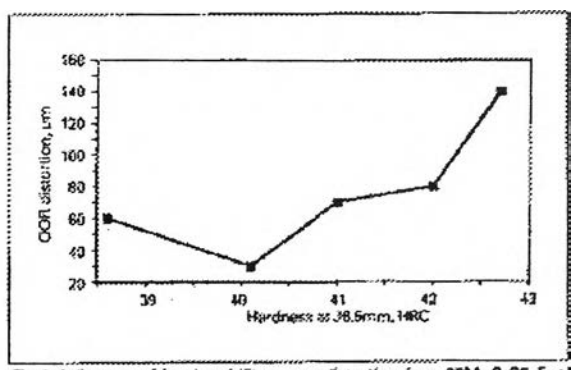


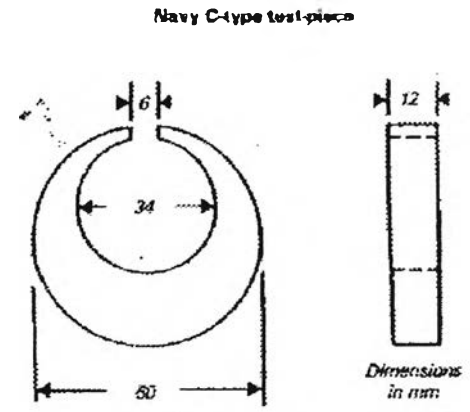

*Fig.2. Influence of hardenability upon distortion in a 20MnCrS5 final drive gear.*

**รูปที่ 2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งกับความบิดเบี้ยวของชิ้นงาน**

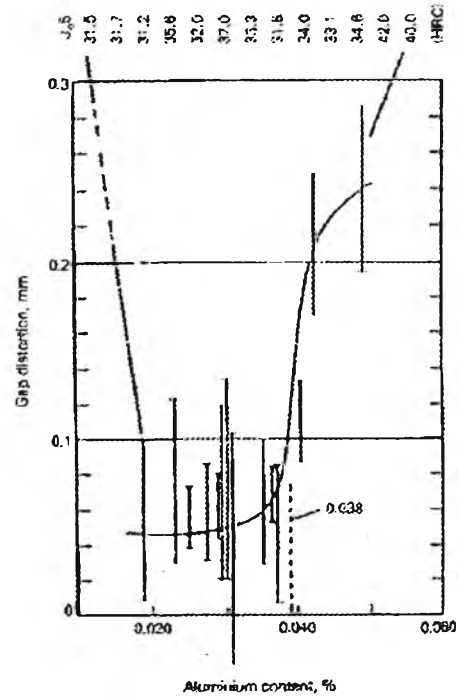
## 2.5 บทบาทของธาตุผสมที่มีผลต่อความบิดเบี้ยวของชิ้นงาน

T. FUKUZUMI (1970) ได้ทำการวิจัยถึงผลกระทบของปริมาณอลูมิเนียมและไนโตรเจนที่ผสมอยู่ในโลหะ SAE8620H ว่ามีผลกระทบกับการควบคุมการบิดเบี้ยวและค่าความแข็งของโลหะอย่างไร โดยจากผลการทดลองพบว่าปริมาณของอลูมิเนียมส่งผลต่อความบิดเบี้ยวของโลหะภายหลังกระบวนการอบชุบแข็งดังแสดงผลในกราฟ โดยปริมาณอลูมิเนียมที่เพิ่มขึ้นทำให้ความ

บิดเบี้ยวของชิ้นงานเพิ่มขึ้น และเมื่อปริมาณอลูมิเนียมที่เพิ่มมากขึ้นก็ส่งผลให้ค่าความแข็งเพิ่มมากขึ้นด้วย




**รูปที่ 2.3** ชิ้นทดสอบ เพื่อใช้วัดค่าความบิดเบี้ยวของชิ้นงาน




**รูปที่ 2.4** กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอลูมิเนียมกับความบิดเบี้ยวของชิ้นงาน

สาเหตุที่เลือกงานวิจัยนี้เนื่องจากเกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้ เพราะเหล็กกล้าที่ใช้ในการทดลองนี้มีอลูมิเนียมเป็นธาตุผสมเช่นกัน โดยเป็นเหล็กกล้าอัลลอยด์ 52XXX ที่ประกอบด้วยคาร์บอน 0.98 ~ 1.10% โครเมียม 1.3 ~ 1.6% และมีธาตุอื่นๆผสมเพียงเล็กน้อยได้แก่ส่วนผสมของซิลิกอน แมงกานีส โปรแตสเซียม ซัลเฟอร์ คอปเปอร์ นิเกิล และอลูมิเนียม จึงต้องการศึกษาว่าบทบาทของธาตุผสมต่างๆในเหล็กกล้าจะส่งผลต่อความบิดเบี้ยวของชิ้นงานอย่างไร โดยงานวิจัย

ของ T. FUKUZUMI ได้ทำการศึกษาถึงบทบาทของปริมาณอลูมิเนียมที่มีผลต่อการบิดเบี้ยวของชิ้นงานภายหลังการให้ความอบชุบความร้อน โดยพบว่าที่ปริมาณอลูมิเนียมมากกว่า 0.040% จะส่งผลต่อความบิดเบี้ยวของชิ้นงานอย่างเห็นได้ชัดโดยมีค่าความบิดเบี้ยวมากกว่า 0.1 มิลลิเมตร ในงานวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถศึกษาบทบาทของปริมาณอลูมิเนียมที่มีผลต่อเหล็กกล้า 52XXX ได้ เนื่องจากเป็นการยากที่จะทำการสั่งซื้อเหล็กกล้าที่มีปริมาณอลูนิเนียมต่างๆ กันเพื่อนำมาทำการทดลอง เนื่องจากเหล็กกล้าประเภทนี้เราต้องทำการสั่งซื้อจากต่างประเทศและเป็นการใช้เวลานานและเสียค่าใช้จ่ายเป็นปริมาณมาก แต่อย่างไรก็ตามสำหรับการทดลองครั้งนี้ เหล็กกล้าที่นำมาทดสอบได้มีข้อกำหนดของปริมาณเหล็กกล้าชนิดนี้เราได้ควบคุมปริมาณของอลูมิเนียมอยู่ที่ 0.01 ~ 0.04%

## 2.6 การใช้คอมพิวเตอร์ในการวางแผนการทำการอบชุบ

เนื่องจากคุณภาพของชิ้นงาน และการพิจารณาเรื่องการเพิ่มผลผลิต เป็นสิ่งที่มีผลมาจากการควบคุมการให้ความร้อนในกระบวนการอบชุบ การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการวางแผนระบบในการทำการอบชุบแข็ง โดยนำมาจากการใช้หลักการของการใช้สูตรมาคำนวณโดยพัฒนาโปรแกรมจากสมการสมดุลพลังงานและสมดุลความร้อน ซึ่งนำประกอบไปด้วย การการแผ่รังสีความร้อน และการพาความร้อน โดยระบบสามารถคำนวณหาโพรไฟล์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาทั้งอุณหภูมิของชิ้นงานและอุณหภูมิภายในเตา เพื่อให้ได้การอบชุบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับ การออกแบบเพื่อบรรจุหรือจัดวางชิ้นงาน, การกำหนดอุณหภูมิ เพื่อให้ได้การอบชุบโลหะที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ

กระบวนการอบชุบโลหะเป็นกระบวนการปรับปรุงคุณสมบัติของโลหะโดยใช้ความร้อน ในปัจจุบันกระบวนการผลิตการให้ความร้อนถูกควบคุมโดยการวัดอุณหภูมิของเตาเผาและตัวชิ้นงาน ณ.ตำแหน่งที่กำหนดไว้ บางครั้งอุณหภูมิที่ให้ความร้อนกับชิ้นงานเป็นเพียงการประมาณโดยการวัดจากอุณหภูมิของเตาเผาเท่านั้น ดังนั้นการควบคุมอุณหภูมิที่ให้กับชิ้นงานเป็นเพียงค่าการประมาณอุณหภูมิอย่างหยาบเท่านั้น จึงทำให้เกิดความผันแปรอุณหภูมิจากชิ้นงานแต่ละชิ้นไปยังชิ้นงานชิ้นอื่นๆ หรือจากผิวของชิ้นงานไปยังใจกลางชิ้นงาน และเนื่องจากช่วงการหน่วงของเวลาเพื่อให้อุณหภูมิในแต่ละจุดของเตามีค่าเท่ากันและช่วงของเวลาที่ใช้เพื่อคงอุณหภูมิของเตาเผาให้คงที่เป็นการยากที่จะควบคุมได้ ดังนั้นจึงมีความเสี่ยงที่ชิ้นงานจะมีโอกาส ทั้งได้รับอุณหภูมิที่สูงเกินไปหรือต่ำเกินไปจากที่กำหนด ซึ่งเป็นผลทำให้โครงสร้างและคุณสมบัติทางกลของโลหะไม่เป็นไปตามที่ต้องการ

คุณภาพของชิ้นงาน ปริมาณในการผลิตหรืออัตราในการผลิตมีผลกระทบโดยตรงกับการควบคุมการทำความร้อน เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าวในข้างต้น จุดสำคัญที่สุดคือการคาดการณ์อุณหภูมิในการทำความร้อนอย่างแม่นยำและการกระจายตัวของความร้อนภายในเตาเผาไปจนถึงการกระจายตัวความร้อนภายในตัวชิ้นงานได้อย่างทั่วถึง

Q.LU, R.VADER, J.KANG, Y.RONG และ M.HOETZL (2002) ได้ทำการศึกษา โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงตัวเลข โดยสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการให้ความร้อนในเตาเผา เนื่องจากการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับเรื่องกระบวนการให้ความร้อนในเตาเผามีน้อยมาก ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยนำหลักการของการแผ่รังสีความร้อน, การพาความร้อน มาเป็นพื้นฐานในการสร้างแบบจำลองโดยใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย เพื่อพัฒนาเรื่องของการวางแผนระบบการให้ความร้อนแก่ชิ้นงาน ในงานวิจัยครั้งนี้ได้นำความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการถ่ายเทความร้อนและประสบการณ์ความรู้ที่มาจากคำแนะนำของผู้ที่ชำนาญมาประกอบกันในการศึกษา ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงการคำนวณตัวเลขที่ซับซ้อน จึงใช้หลักการ สมดุลพลังงานที่ประกอบไปด้วย สมดุลพลังงานของการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยการพาความร้อนการแผ่รังสีความร้อน และนำสภาวะขอบเขต มาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์. ซึ่งแบบจำลองที่ได้มาจากการศึกษาครั้งนี้สามารถคาดการณ์อุณหภูมิของชิ้นงานในแต่ละตำแหน่งที่จัดวางชิ้นงานลงไปในเตา ภายใต้ลักษณะการจัดวางที่แตกต่างกัน รวมทั้งสามารถคาดการณ์ช่วงเวลาในการนำเอาชิ้นงานเข้าเตาเผาและสภาวะการทำงานที่เหมาะสม. สุดท้ายการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ทำให้เราสามารถกำหนดปริมาณชิ้นงานและช่วงเวลาที่เหมาะสมในการให้ความร้อนได้อย่างเหมาะสม สุดท้ายเราก็จะได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพในการนำไปใช้งานเหมือนกัน

นอกจากการนำคอมพิวเตอร์มาสร้างแบบจำลองในระหว่างการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานยังมีการศึกษาการสร้างแบบจำลองในระหว่างการทำการชุบชิ้นงานลงในของเหลวโดยจุดประสงค์เพื่อลดอุณหภูมิของเหล็กหรือชิ้นงานลงอย่างรวดเร็วจากที่อุณหภูมิระดับออสเตไนท์ไปยังอุณหภูมิที่ทำให้เกิดเป็นของแข็งที่เรียกว่า มาร์เทนไซต์ เนื่องจากประสิทธิภาพของการอบชุบจะขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของการเย็นตัวของโลหะในของเหลวแต่ละชนิด

สาเหตุที่เลือกงานวิจัยชิ้นนี้เพื่อต้องการนำมาศึกษาสมดุลพลังงานและการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในระหว่างการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานในเตาเผา เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อให้เข้าใจระบบที่ทำการศึกษาให้มากขึ้นเนื่องจากสาเหตุของความบิดเบี้ยวของชิ้นงานสาเหตุหนึ่งมาจากปริมาตรที่เปลี่ยนไปเนื่องมาจากการเปลี่ยนเฟสของโลหะจากโครงสร้างออสเตไนท์ไปเป็นมาร์เทนไซต์ ทำให้เกิดแนวคิดที่ว่าหากอุณหภูมิในแต่ละจุดของเตาเผาไม่เท่ากัน

อาจทำให้เกิดโครงสร้างของออสเตไนท์ได้ไม่ทั่วถึงทุกจุดของชิ้นงานทำให้ระหว่างเกิดการเปลี่ยนแปลงเฟสมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตร

จุดประสงค์ในขั้นตอนการชุบชิ้นงานลงในของเหลวภายหลังขั้นตอนการเผาก็คือการทำให้เหล็กกล้าเย็นลงอย่างรวดเร็วในของเหลวจากอุณหภูมิออสเตไนท์ ไปยังอุณหภูมิที่ทำให้เกิดโครงสร้างที่ต้องการ (มาร์เทนไซต์, เบนไนท์). หน้าที่ของของเหลวที่ทำการชุบคือเพื่อควบคุมอัตราการถ่ายเทความร้อนจากผิวของชิ้นงานในขณะทำการชุบ. ประสิทธิภาพในการชุบขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของชนิดของของเหลวที่นำมาชุบ, ตำแหน่งที่ทำการชุบ, และสภาวะที่ทำการอบชุบ (ลักษณะการกวนของเหลว, ลักษณะของชิ้นงาน)

T.RETI, I. FELDE, L. HORVATH, R.KOHLHEB และ T.BELL (1996) ได้ทำการทดลองโดยใช้คอมพิวเตอร์มาสร้างแบบจำลองในขณะทำการชุบ โดยการนำค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมาคำนวณ เพื่อทำการเปรียบเทียบชนิดของคุณลักษณะและประสิทธิภาพของของเหลวที่นำมาอบชุบ

สาเหตุที่นำเลือกงานวิจัยนี้มาศึกษาเนื่องจากต้องการนำวิธีคิดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อประกอบในการสรุปผลการทดลอง เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาลักษณะในระหว่างการชุบเช่นเดียวกัน ซึ่งได้แก่การกวนของเหลว การใช้เวลาในระหว่างขั้นตอนการชุบให้นานขึ้น

เนื่องจากความต้องการในการควบคุมพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอบชุบให้เหมาะสม จึงมีการศึกษาเพื่อสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการคำนวณผลกระทบต่างๆในกระบวนการอบชุบเพื่อหลีกเลี่ยง ผลกระทบต่างๆที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้นในกระบวนการอบชุบซึ่งได้แก่ ความบิดเบี้ยวของชิ้นงาน, ค่าความแข็งของชิ้นงานที่มากเกินไป การขาดความเหนียวของวัสดุทำให้แตกหักง่าย ซึ่งผลกระทบไม่เพียงแต่ทำให้เกิดต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นเนื่องจากของเสียแล้วยังส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงานและอายุการใช้งาน