บทที่ 1

บทนำ

1.1 ทั่วไป

น้ำในระบบน้ำหล่อเย็นเครื่องจักรต่าง ๆ หรือในหม้อไอน้ำ มักเกิดปัญหาเรื่องการเกิดตะกรัน และเป็นตัวการในการกัดกร่อนโลหะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาเรื่องการเกิดตะกรัน เป็นปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นเสมอและหลีกเลี่ยงได้ยาก เพราะน้ำในธรรมชาติมีส่วนประกอบที่เอื้ออำนวยต่อการตกผลึกและสร้างตะกรัน ตะกรันส่วนใหญ่มักเป็นสารประกอบคาร์บอเนตและซัลเฟตของแคลเซียมและแมกนีเซียม ซึ่งจะตกผลึกจับตัวเคลือบผิวโลหะในหม้อไอน้ำและในระบบหล่อเย็น ในทำนองเดียวกันซิลิกาและสารประกอบซิลิเคตก็สามารถสร้างปัญหาเรื่องตะกรันได้เช่นกัน ตะกรันที่เกิดจากซิลิกาและสารประกอบซิลิเคตก่อปัญหาได้มากกว่าตะกรันคาร์บอเนตและซัลเฟต เพราะเป็นตะกรันที่แข็งและจับกันแน่น ผลเสียของการเกิดตะกรันมีทั้งโดยตรงและโดยอ้อม ผลเสียโดยตรงก็คือ ทำให้อุปกรณ์เสียหายและต้องหยุดงานเพื่อแก้ไขและเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนผลเสียทางอ้อมอาจไม่ชัดเจนแต่ความรุนแรงของปัญหาอาจเหมือนจะมากกว่านั่นคือทำให้สูญเสียพลังงานและประสิทธิภาพในการทำงานของอุปกรณ์ เช่น ในระบบแลกเปลี่ยนความร้อนทำให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนลดลง นอกจากนี้ตะกรันที่เกิดในหม้อไอน้ำยังอาจทำให้หม้อไอน้ำเกิดการระเบิดและเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินของเจ้าของได้ สาเหตุเนื่องจากสารตะกรันซึ่งจับอยู่บนผิวของท่อในหม้อไอน้ำกลายเป็นฉนวนกั้นความร้อนที่จะถ่ายเทจากผิวโลหะไปให้แก่น้ำภายในท่อจึงทำให้อุณหภูมิของโลหะสูงขึ้นจนได้รับความเสียหาย เกิดการบวมหรือแตกจนเกิดการระเบิดได้ นอกจากนั้นยังอาจจับที่ใบพัดกังหันซึ่งเกิดจากการที่ซิลิกาที่อยู่ในรูปเป็นไอถูกพัดพาปนไปกับไอน้ำในหม้อไอน้ำความดันสูง เมื่อไอน้ำผ่านไปที่อุปกรณ์ต่าง ๆ ของหม้อไอน้ำ เช่นใบพัดกังหัน เครื่องควบแน่น จะเกิดการตกผลึกจับเป็นตะกรันที่ผิวนอกจากจะทำให้ประสิทธิภาพทั้งระบบลดลงแล้วยังต้องเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการทำความสะอาดอุปกรณ์ดังกล่าว สำหรับระบบแลกเปลี่ยนความร้อนมักทำงานที่อุณหภูมิไม่สูงมากนัก เช่น หอระบายความร้อนซึ่งจะไม่มีความเสี่ยงจากการฉีกขาดของวัสดุ แต่จะมีความเสียหายเกิดขึ้นเช่นเดียวกัน

คือ ทำให้ประสิทธิภาพและความสามารถในการแลกเปลี่ยนความร้อนลดลง เพิ่มปริมาณน้ำทดแทน ลดจำนวนรอบของการหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ใหม่ และเพิ่มอัตราการระบายน้ำทิ้ง (Blow down)

การกำจัดซิลิกาโดยทั่วไปสามารถทำได้หลายวิธีได้แก่ การกลั่น (Distillation) การแลกเปลี่ยนอิออน (Ion exchange) การตกผลึกด้วยสารเคมี (Chemical precipitation) และวิธีอีเล็คโทรไดอะไลซิส (Electro Dialysis) ซึ่งในแต่ละวิธีสามารถกำจัดซิลิกาในน้ำได้มากน้อยเพียงไร ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะสรุปยืนยันได้เด่นชัด ดังนั้นจึงควรที่จะศึกษาและวิจัยหาข้อมูลรายละเอียดของการกำจัดซิลิกาเพิ่มเติม โดยควรมีจุดประสงค์ที่จะเลือกศึกษาวิธีที่เหมาะสมกับสภาวะในประเทศ ในวิธีการต่าง ๆ ดังกล่าวมีวิธีหนึ่งที่น่าสนใจมากที่สุด ได้แก่ การตกผลึกทางเคมี ทั้งนี้พิจารณาจากเหตุผลที่ว่า ระบบกำจัดแบบนี้เป็นที่รู้จักและได้ใช้งานกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยอยู่แล้ว

1.2 วัตถุประสงค์

เนื่องจากซิลิกาเป็นสารที่ก่อให้เกิดปัญหาดังกล่าวมาแล้ว การวิจัยนี้จึงมุ่งหวังที่จะเสนอความก้าวหน้าทางด้านวิชาการของการกำจัดซิลิกาโดยใช้กระบวนการตกผลึกทางเคมี โดยทำการทดลองศึกษาถึงหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ศึกษาชนิดและปริมาณของแมกนีเซียมคลอไรด์ แคลเซียมคลอไรด์ และอลูมินัมซัลเฟต ที่มีแนวโน้มในการกำจัดซิลิกา
2. ศึกษาพีเอชที่เหมาะสม สำหรับสารเคมีแต่ละชนิด
3. ศึกษาการใช้สารโพลีอีเล็คโทรไลท์ ช่วยในการตกตะกอน

1.3 ขอบเขตการวิจัย

เนื่องจากซิลิกาที่ละลายอยู่ในน้ำธรรมชาติและสร้างปัญหาต่อการใช้น้ำสำหรับอุตสาหกรรมเป็นซิลิกาที่อยู่ในรูป silicic acid (H_4SiO_4) การทดลองนี้จึงจำกัดขอบเขตของงานวิจัยเฉพาะการกำจัดซิลิกาในรูป H_4SiO_4 เท่านั้น และเพื่อความสะดวกในการจัดหาน้ำดิบและสามารถควบคุมคุณภาพน้ำให้สม่ำเสมอจึงใช้น้ำดิบสังเคราะห์ที่เตรียมขึ้นจากสารโซเดียมเมตาซิลิเคต ($Na_2SiO_3 \cdot 9H_2O$) สารตัวนี้เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวได้ดังสมการ

$$Na_2(H_2SiO_4)\ 8H_2O + \text{water} \longrightarrow 2Na^+ + H_2SiO_4^= + \text{water}$$

อนุภาค $H_2SiO_4^=$ ในสารละลายเจือจางที่มีสภาพเป็นด่าง (พี เอช 8-9) จะเกิดไฮโดรไลซิส ต่อไปอีกดังนี้

$$H_2SiO_4^= + H_2O \longrightarrow H_3SiO_4^- + OH^-$$

$$H_3SiO_4^- + H_2O \longrightarrow H_4SiO_4 + OH^-$$

น้ำดิบสังเคราะห์ที่เตรียมได้ เมื่อปรับสภาพด้วยกรดจนกระทั่งมี พีเอช 7-8 แล้ว จะมีอนุภาค H_4SiO_4 อยู่ในน้ำเป็นส่วนมาก เนื่องจากว่า H_4SiO_4 มีค่าคงที่การแตกตัวต่ำ สำหรับปริมาณความเข้มข้นของซิลิกาในน้ำดิบเตรียมให้มีค่าคงที่ประมาณ 60 มก/ล ทุกการทดลองเพื่อให้อนุภาคซิลิกาที่มีอยู่ในน้ำอยู่ในรูปของซิลิกาที่ละลายเท่านั้น