Executive Summary

ปัจจุบันหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)ที่ใช้กันอยู่ตามสถานประกอบการห้องรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับผลลำไยสดเป็นแบบหอบำบัดชนิดเปียก (Wet scrubber) และใช้สารละลายเพื่อดูดซับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นน้ำปูนใส ซึ่งมีประสิทธิภาพของหอบำบัดไม่สูงนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วง 10 นาทีแรกของการบำบัดยังคงมีค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตำแหน่งทางออกสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนดคืออยู่ในช่วง 500-2,500 ppmด้วยเหตุผลเนื่องจากการเร่งรีบที่จะจัดเตรียมสินค้าเพื่อขนส่งไปจำหน่ายจึงละเลยในเรื่องของสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน

ดังนั้นในการศึกษานี้ทางทีมผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ที่จะออกแบบและสร้างหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มาตรฐานแบบเปียกสำหรับกระบวนการรมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับผลลำไยสดที่เหมาะสมในเชิงอุตสาหกรรมขนาดกลางหรือเชิงการค้าได้ ซึ่งในการศึกษาช่วงแรกพบว่าหอบำบัดแบบไม่หมุนเวียนการบำบัดหรือแบบเดิมที่ใช้กันอยู่นั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของหอบำบัดได้สูงสุดด้วยการปรับสภาวะการทำงานให้เหมาะสมคือที่อัตราการไหลของก๊าซเท่ากับ165 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที และอัตราการไหลของน้ำปูนใสเท่ากับ70 ลิตรต่อนาทีนอกจากนี้การใช้สารละลายเพื่อดูดซับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นระบบด่างคู่คือผสมระหว่างน้ำโซดาไฟกับน้ำปูนใสสามารถช่วยให้ระบบหอบำบัดมีการทำงานที่ดีขึ้นโดยไม่เกิดการอุดตันในภายใน จากผลการศึกษาที่ได้เมื่อนำมาพัฒนาต่อโดยใช้ระบบหอบำบัดแบบหมุนเวียนการบำบัดหรือแบบใหม่ที่พัฒนาขึ้นมา โดยใช้การดูดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เข้ามายังระบบ (Suction) ตามปริมาตรที่กำหนดแล้วทำการหมุนวนซ้ำเพื่อบำบัด (Recirculated) จนมีค่าระดับความเข้มข้นต่ำถึงระดับ 60 ppm แล้วจึงปล่อยทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่าสามารถลดค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตำแหน่งทางออกได้ต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนดโดยในช่วงของการบำบัด 10 นาทีแรก พบว่าหอบำบัดแบบหมุนเวียนการบำบัดที่ใช้ระดับความเข้มข้นสุดท้ายหลังการรมเป็น 5,000 10,000 15,000 ppm ตามลำดับสามารถเพิ่มค่าประสิทธิภาพหอบำบัดแบบไม่หมุนเวียนการบำบัดจาก 31.0845.37 และ 45.59% ตามลำดับเป็นประสิทธิภาพหอบำบัดแบบหมุนเวียนการบำบัดที่97.3698.88 และ 91.69% ตามลำดับอย่างไรก็ตามหอบำบัดแบบหมุนเวียนการบำบัดยังคงใช้เวลาในการบำบัดนานกว่าระบบเดิมอยู่

การนำผลศึกษาที่ได้ไปใช้ประโยชน์ โดยสถานประกอบการโรงรมต่างๆ สามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปศึกษาและทดลองใช้กับระบบที่ตนเองมีอยู่เพียงแค่ติดตั้งระบบท่อหมุนเวียนการบำบัดและวาล์วสามทางควบคุมทิศการไหล ซึ่งสามารถประยุกต์ให้สามารถใช้งานได้สะดวกด้วยการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติแบบไฟฟ้าซึ่งถ้าประสงค์ที่จะใช้งานหอบำบัดแบบหมุนเวียนการบำบัดให้มีทั้งประสิทธิภาพการบำบัดสูงเพื่อความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม และใช้เวลาในการบำบัดน้อยกว่าแบบเดิมก็สามารถใช้ระบบดังกล่าวแบบสองหอบำบัดคู่ขนานกัน ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการบำบัดลงได้มากกว่าระบบหอบำบัดแบบเดิม ซึ่งจะมีประโยชน์สูงสุดตามที่ทีมนักวิจัยมุ่งหวังไว้

กิจกรรมที่ได้ศึกษาในงานวิจัยนี้มี 4 กิจกรรมดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 ทำการสำรวจข้อมูลขนาดของห้องรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ตามสถานประกอบการ ที่รมลำไยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ในกิจกรรมนี้เป็นการสำรวจข้อมูลขนาดของห้องรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ตามสถานประกอบการ ที่รมลำไยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเขตภาคเหนือมากกว่า 75 โรงรม เพื่อทำการศึกษารูปการใช้งานของหอบำบัด โดยมีกิจกรรมย่อย 2 ส่วนคือ

ทำการคำนวณขนาดที่เหมาะสมของหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2) มาตรฐานแบบเปียกสำหรับขนาดห้องรมแต่ละขนาดซึ่งในกิจกรรมย่อยนี้จะแสดงตัวอย่างสำหรับการคำนวณส่วนประกอบต่างๆ ของหอบำบัดมาตรฐานแบบเปียก โดยเลือกใช้ขนาดหอบำบัดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด รายการคำนวณทางวิศวกรรมมี 13 ขั้นตอนย่อยเพื่อใช้สร้างหอบำบัดต้นแบบ

จากนั้นทำการประเมินราคาต้นทุนของหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2) มาตรฐานแบบเปียกสำหรับขนาดห้องรมแต่ละขนาดจากผลการคำนวณทุกขนาดของหอบำบัดสามารถนำมาประเมินราคาต้นทุนของหอบำบัดมาตรฐานแบบเปียกต้นแบบได้ดังแสดงในตารางที่ 3

กิจกรรมที่ 2 การเขียนแบบและออกแบบส่วนประกอบหอบำบัด SO_2แบบมาตรฐาน

ในกิจกรรมนี้เป็นการเขียนแบบการก่อสร้างหอบำบัดมาตรฐานแบบเปียก และทำการก่อสร้างหอบำบัดต้นแบบที่จะใช้สำหรับการศึกษาต่อไปทั้งสำหรับระบบไม่เวียนการบำบัด และระบบหมุนเวียนการบำบัด โดยมีกิจกรรมย่อย 3 ส่วนคือ

การก่อสร้างหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2) มาตรฐานแบบเปียก ซึ่งการก่อสร้างหอบำบัดมาตรฐานแบบเปียกต้นแบบจะเลือกใช้ห้องรมซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุด ซึ่งใช้ต้นทุนการก่อสร้างประมาณ 85,000 บาท และใช้เวลาก่อสร้างประมาณ 2 เดือน

การตรวจวัดค่าอัตราการไหลของพัดลมและเครื่องสูบน้ำของหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2) มาตรฐานแบบเปียกเนื่องจากการคำนวณขนาดและส่วนประกอบหอบำบัดข้างต้นเป็นการประมาณขนาดของพัดลม และเครื่องสูบน้ำในช่วงการใช้งาน ดังนั้นก่อนจะทำการศึกษาวิจัยจะต้องหาระดับของอัตราการไหลพัดลม และอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำที่ถูกต้องในการใช้งานจริงก่อนทำการศึกษาต่อไป

การศึกษาค่าความดันตกคร่อมของหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) มาตรฐานแบบเปียกเพื่อตรวจวัดค่าความดันตกคร่อมของหอบำบัดที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งเป็นการไหลแบบของไหลสองกระแสสวนทางกันเพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์การทำงานของหอบำบัด

กิจกรรมที่ 3การทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสมของหอบำบัดแบบระบบไม่หมุนเวียนการบำบัด

ในกิจกรรมนี้เป็นการหาสภาวะที่เหมาะสมของหอบำบัดแบบไม่หมุนเวียนการบำบัด ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบว่าระบบแบบเดิมมีค่าประสิทธิภาพหอบำบัดเฉลี่ย และเวลาในการบำบัดเท่าใด นอกจากนี้ยังใช้เป็นข้อมูลเพื่อใช้กำหนดสภาวะการทำงานในระบบที่จะพัฒนาต่อไป โดยมีกิจกรรมย่อยดังนี้

ขั้นตอนการเตรียมก่อนทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มาตรฐานแบบเปียกแบบระบบไม่หมุนเวียนการบำบัด ซึ่งเป็นขั้นตอนการเตรียมระบบต่างๆ สำหรับก่อนทดสอบจะประกอบด้วย ระบบจ่ายก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ระบบหมุนเวียนอากาศภายในห้องรม ระบบควบคุมอัตราการไหลของก๊าซที่ออกจากหอบำบัด ระบบควบคุมอัตราการไหลของน้ำปูนใสเข้าหอบำบัด และระบบการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

การทดสอบประสิทธิภาพและเวลาที่ใช้ในการบำบัดเมื่ออัตราการไหลของก๊าซ (Flow) อัตราการไหลของน้ำปูนใส (Feed) เปลี่ยนแปลง โดยปัจจัยที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของหอบำบัดคือการควบคุมระดับของอัตราการไหลของก๊าซ และอัตราการไหลของน้ำปูนใสที่เหมาะสม ซึ่งผลการศึกษาพบว่าที่อัตราการไหลของก๊าซเท่ากับ 165 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที และอัตราการไหลของน้ำปูนใสเท่ากับ 70 ลิตรต่อนาที มีค่าประสิทธิภาพของหอบำบัดเฉลี่ยที่สูงที่สุดเท่ากับ 63.11% และใช้ระยะเวลาในการบำบัด 40 นาที

การทดสอบประสิทธิภาพและเวลาที่ใช้ในการบำบัดเมื่อเปลี่ยนแปลงสารละลายที่ใช้ในการดูดซับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)ซึ่งปัจจัยในเรื่องของสารละลายที่ใช้ในการดูดซับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นหัวข้อที่เพิ่มขึ้นมาจากในข้อเสนอโครงการเนื่องจากทีมผู้วิจัยเล็งเห็นว่าระบบสารละลายแบบเดิมคือการใช้น้ำปูนใสนั้นมีประสิทธิภาพค่อนข้างดีอยู่แล้ว แต่มักพบปัญหาในเรื่องการอุดตันของระบบภายในและการกำจัดน้ำเสียทิ้งสู่สิ่งแวดล้อม จากผลการศึกษาพบว่าการใช้สารละลายระบบด่างคู่คือผสมระหว่างน้ำโซดาไฟกับน้ำปูนใสน่าจะเหมาะสมที่สุดเนื่องจากสามรถช่วยลดปัญหาจากการอุดตันภายในระบบได้ และยังไม่ต้องทำการกำจัดน้ำทิ้งออกจากระบบ

การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการศึกษาหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2) มาตรฐานแบบเปียกแบบระบบไม่หมุนเวียนการบำบัด จากผลการศึกษาในกิจกรรมข้างต้นสามารถสรุปผลและวิเคราะห์ผลรวมของหอบำบัดแบบไม่หมุนเวียนการบำบัดได้ว่ามีศักยภาพเริ่มต้นได้เท่าใด โดยปัจจัยที่ได้ศึกษาเอาไว้จะนำไปใช้สำหรับการพัฒนาระบบหอบำบัดแบบหมุนเวียนการบำบัดต่อไป

กิจกรรมที่ 4 การทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสมของหอบำบัดแบบระบบหมุนเวียนการบำบัด

ขั้นตอนการเตรียมก่อนทดสอบหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) มาตรฐานแบบเปียกแบบระบบหมุนเวียนการบำบัด ซึ่งเป็นขั้นตอนการเตรียมระบบต่างๆ ของการศึกษาหอบำบัดแบบหมุนเวียนการบำบัดประกอบด้วย การประเมินเบื้องต้นของเวลาที่ใช้ในการดูดเข้าหอบำบัด และเวลาที่ใช้ในการหมุนวนซ้ำในหอบำบัด การควบคุมระบบเปิดปิดของตำแหน่งวาล์วสามทางที่ทางเข้าและทางออก และการตรวจค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซึ่งจะต้องควบคุมให้ทันเวลาที่กำหนดไว้

การทดสอบประสิทธิภาพและเวลาที่ใช้ในการบำบัดเมื่อใช้เวลาการดูดเข้าและเวลาการหมุนซ้ำเปลี่ยนแปลง โดยในกิจกรรมนี้เป็นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการดูดเข้าหอบำบัด และเวลาที่ใช้ในการหมุนวนซ้ำในหอบำบัด ซึ่งผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้เวลาในการดูดเข้าหอบำบัดคงที่ 1 นาที และเวลาในการหมุนซ้ำ 2 นาที จะมีค่าประสิทธิภาพหอบำบัดเฉลี่ย และใช้เวลาในการบำบัดเหมาะสมกว่าแบบอื่นๆ

การทดสอบประสิทธิภาพและเวลาที่ใช้ในการบำบัดเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของก๊าซมากขึ้น โดยจากผลที่ได้พบว่าหอบำบัดแบบหมุนเวียนการบำบัดสามารถเพิ่มประสิทธิภาพหอบำบัดเฉลี่ยได้สูงกว่าระบบเดิม และยังสามารถช่วยควบคุมระดับความเข้มข้นทางออกก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมให้ต่ำกว่า 60 ppm ตามที่ได้ตั้งเกณฑ์เอาไว้ แต่เนื่องจากยังใช้เวลาในการบำบัดสูงกว่าระบบเดิม ทางทีมผู้วิจัยจึงพยายามหาเทคนิคในการลดระยะเวลาในการบำบัดลงด้วยการเพิ่มอัตราการไหลของก๊าซมากขึ้น ซึ่งผลการศึกษาพบว่าสามารถลดระยะเวลาในการบำบัดลงได้อีกเพียงแค่ 20%ซึ่งยังคงใช้เวลาสูงอยู่

การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการศึกษาหอบำบัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) มาตรฐานแบบเปียกแบบระบบหมุนเวียนการบำบัดจากผลการศึกษาข้างต้น พบว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง โดยสถานประกอบการโรงรมต่างๆ สามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปศึกษาและทดลองใช้กับระบบที่ตนเองมีอยู่เพียงแค่ติดตั้งระบบท่อหมุนเวียนการบำบัด และวาล์วสามทางควบคุมทิศการไหล ซึ่งสามารถประยุกต์ให้สามารถใช้งานได้สะดวกด้วยการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติแบบไฟฟ้า ซึ่งถ้าประสงค์ที่จะใช้งานหอบำบัดแบบหมุนเวียนการบำบัดให้มีทั้งประสิทธิภาพการบำบัดสูงเพื่อความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม และใช้เวลาในการบำบัดน้อยกว่าแบบเดิมก็สามารถใช้ระบบดังกล่าวแบบสองหอบำบัดคู่ขนานกัน ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการบำบัดลงได้มากกว่าระบบหอบำบัดแบบเดิม