บทที่ 1

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

1. ชื่อโครงการ

ภาษาไทย: ระบบกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางสำหรับการผลิตยางสกิมบล๊อก

ภาษาอังกฤษ: System for Ammonia Removal from Skim Latex for Skim Block Production

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางในชุดทดลองรางการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลม
2. เพื่อออกแบบและติดตั้งระบบรางปิดสำหรับการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางในโรงงานผลิตน้ำยางข้น
3. เพื่อหาสภาวะการดำเนินการที่เหมาะสมของระบบรางปิดที่ติดตั้งในโรงงานผลิตน้ำยางข้น
4. เพื่อศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยอาศัยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับลมร้อนในเพลทแชมเบอร์
5. เพื่อศึกษาการการศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียง

หมายเหตุ: วัตถุประสงค์ข้อที่ 4 และ 5 เป็นการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ระบบการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางที่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำโดยยังคงอาศัยหลักการการไหลสวนทางของลมกับหางน้ำยางเพียงแต่เปลี่ยนจากระบบรางปิด เป็น เพลทแชมเบอร์ และ ระบบรางเอียงแทนรางที่วางในแนวราบ

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยนี้ดำเนินการในห้องปฏิบัติการและในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางข้น โดยแบ่งการศึกษาวิจัยออกเป็น 5 กิจกรรม คือ

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาทดลองกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางเบื้องต้นโดยใช้ชุดทดลองรางการไหลขนาดต้นแบบ ที่จัดสร้างขึ้นที่ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

กิจกรรมที่ 2 การออกแบบและจัดสร้างระบบรางกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางขนาดใช้งานจริงในโรงงานผลิตน้ำยางข้น โดยใช้ผลการศึกษาจากกิจกรรมที่ 1 เป็นข้อมูลในการกำหนดรูปแบบของระบบที่จะสร้าง

กิจกรรมที่ 3 การทดสอบและศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดแอมโมเนียด้วยรางปิดขนาดอุตสาหกรรมที่จัดสร้างขึ้นและหาสภาวะที่เหมาะสมเพื่อกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยาง

กิจกรรมที่ 4 การศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับลมร้อนในเพลทแชมเบอร์

กิจกรรมที่ 5 การศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียง

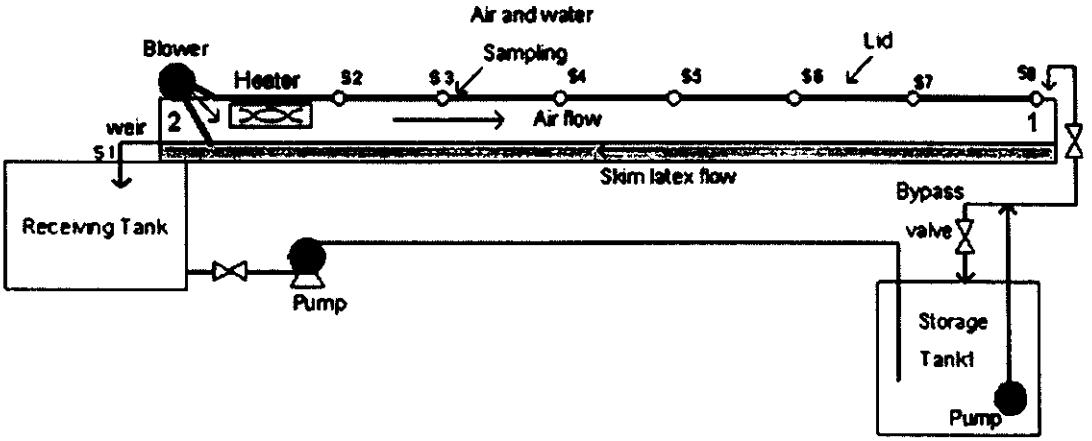
หมายเหตุ: กิจกรรมที่ 4 และ 5 เป็นการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ระบบการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางที่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำโดยยังคงอาศัยหลักการการไหลสวนทางของลมกับหางน้ำยางเพียงแต่เปลี่ยนจากระบบรางเปิดและรางปิด เป็น เพลทแชมเบอร์ และ ระบบรางเอียง

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยโดยย่อของแต่ละ กิจกรรมมีดังนี้

4.1 กิจกรรมที่ 1: การศึกษาทดลองกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางเบื้องต้นโดยใช้ชุดทดลองรางการไหลขนาดต้นแบบ (Pilot Scale)

การศึกษาทดลองกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางเบื้องต้นดำเนินการในชุดทดลองขนาดต้นแบบ (Pilot Scale) แสดงดังรูปที่ 1 ที่ประกอบด้วย (1) ช่องทางการไหลยาว 20 m กว้าง 0.2 m และสูง 0.1 m และมีแผ่นฝาปิดตลอดความยาว (2) ถังเก็บหางน้ำยางขนาด 200 L ใช้เพื่อเก็บหางน้ำยางสำหรับป้อนเข้าสู่ช่องทางการไหล และ (3) ถังขนาด 100 L สำหรับรองรับหางน้ำยางที่ไหลออกจากช่องทางการไหล ซึ่งจะติดตั้งปั๊มสำหรับใช้สูบหางน้ำยาง จากถังรองรับหางน้ำยางนี้กลับไปยังถังเก็บหางน้ำยาง ที่ปลายทางการไหลของหางน้ำยางมี Blower เพื่อใช้สร้างกระแสลมให้ไหลสวนทางกับการไหลของหางน้ำยาง ที่ทางออกของ Blower จะติดตั้งท่อนำเพื่อบังคับทิศทางของกระแสลมให้ไหลขนานกับผิวหน้าการไหลของหางน้ำยางและติดตั้งอุปกรณ์ให้ความร้อนภายในช่องทางไหลใกล้ทางออกของ Blower เพื่อให้ความร้อนแก่กระแสลมและควบคุมอุณหภูมิของกระแสลมร้อนในช่วง 30-70°C ส่วนที่ฝาด้านบนของช่องทางการไหลมีการเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 cm ทุกๆ 3 m เพื่อเก็บตัวอย่างหางน้ำยาง วัดอุณหภูมิของลมร้อน และวัดความเร็วของลมที่ไหลผ่านช่องทางการไหล



รูปที่ 1 ไดอะแกรมแสดงชุดทดลองเพื่อศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางในชุดทดลองขนาดต้นแบบ

การศึกษากำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางในชุดทดลองต้นแบบทำโดยการปั๊มหางน้ำยางจากถังเก็บเข้าสู่ช่องทางการไหลด้วยอัตราการไหลตามที่กำหนดและควบคุมอัตราการไหลให้คงที่ตลอดเวลา วัดอัตราการไหลของหางน้ำยางที่ตำแหน่ง S1 ทำการเปิด Blower และปรับอัตราการไหลของกระแสลมตามความต้องการ เมื่อการทดลองเข้าสู่สภาวะคงตัว (Steady state) จึงเริ่มเก็บตัวอย่างหางน้ำยาง วัดอัตราการไหลและวัดอุณหภูมิของลม การเก็บตัวอย่างหางน้ำยางจะเก็บที่ 2 ตำแหน่ง คือ ต้นราง (S8) และปลายราง (S1) ทำการวัดความเร็วและอุณหภูมิของกระแสลมที่ตำแหน่ง S3 และ S6 ตัวแปรและช่วงดำเนินการที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย อัตราการป้อนหางน้ำยาง 0.15-0.8 m^3/h ความเร็วลม 2-5 m/s อุณหภูมิของกระแสลม 30-70°C และความเข้มข้นของ NH_3 ในหางน้ำยางที่ 0.2-0.5 % by wt. โดยมีวิธีการดำเนินการในการศึกษาผลของตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางดังนี้

4.1.1. การศึกษาผลของความเร็วลมต่อการกำจัด NH_3 จากหางน้ำยาง

การศึกษาผลของความเร็วลมต่อการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงความเร็วของกระแสลมที่ไหลสวนทางกับการไหลของหางน้ำยางในช่วง 2-5 m/s และควบคุมอัตราการป้อนหางน้ำยางเข้าสู่รางปิดด้วยอัตราการไหลคงที่ที่ 0.27 m^3/h เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ความเข้มข้นของ NH_3 ในหางน้ำยาง

4.1.2. การศึกษาอัตราการไหลของหางน้ำยางต่อการกำจัด NH_3 จากหางน้ำยาง

การศึกษาผลของอัตราการไหลของหางน้ำยางต่อการกำจัด NH_3 จากหางน้ำยาง ทำโดยการปรับอัตราการไหลของหางน้ำยางในช่วง 0.8-0.15 m^3/h และ กำหนดให้ความเร็วลมคงที่ที่ 2 m/s หางน้ำยางที่ผ่านการไล่ NH_3 ในรางปิดจะไหลลงถังรองรับและเก็บแยกจากถังป้อน เพื่อควบคุมให้

ความเข้มข้นของ NH_3 ในกระแสป้อนคงที่ตลอดการทดลอง เก็บตัวอย่างหางน้ำยางเพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ NH_3 ในหางน้ำยางและวัดความเร็วลม

4.1.3. การศึกษาผลของการใช้ลมร้อนต่อการกำจัด NH_3 จากหางน้ำยางในช่องทางปิด

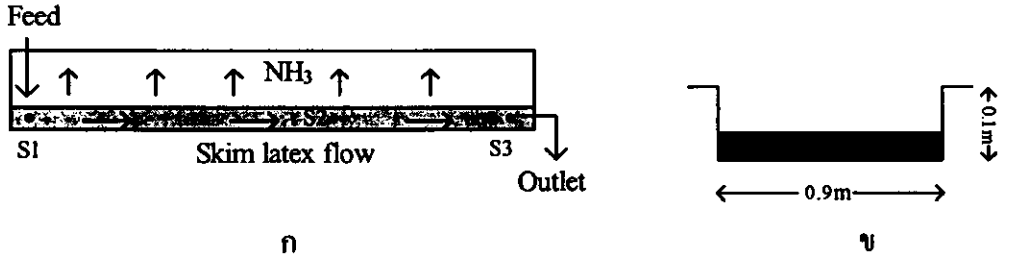
ทำการแปลเปลี่ยนอุณหภูมิของกระแสลมร้อนในช่วง 30-70°C โดยควบคุมให้อัตราการไหลของหางน้ำยางและลมร้อนเท่ากันในทุกการทดลอง เก็บตัวอย่างหางน้ำยางเพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ NH_3 ในหางน้ำยาง

4.1.4 ศึกษาผลของความเข้มข้นของ NH_3 ในหางน้ำยางต่ออัตราการกำจัด NH_3

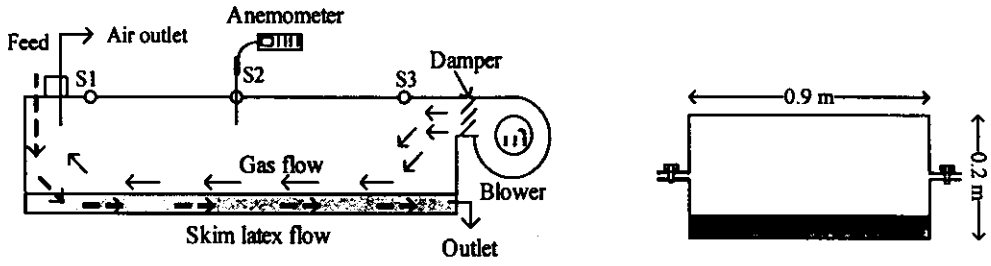
การทดลองทำได้โดยให้หางน้ำยางที่ไหลผ่านช่องทางปิดป้อนกลับสู่ถังป้อนและป้อนกลับเข้าระบบอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 3 ชั่วโมง การทำเช่นนี้จะทำให้ทราบอัตราการระเหยของ NH_3 ในหางน้ำยางที่ความเข้มข้นของ NH_3 เก็บตัวอย่างหางน้ำยางที่ตำแหน่งป้อน S8 ในตอนเริ่มต้นและเสร็จสิ้นการทดลอง และที่ตำแหน่งทางออกของราง S1 ทุก 15 นาที

4.2 กิจกรรมที่ 2 : การออกแบบและจัดสร้างระบบรางกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางขนาดใช้งานจริงในโรงงานผลิตน้ำยางข้น

ลักษณะของระบบรางที่ใช้มี 2 ประเภท คือ รางเปิด (กว้าง 0.1 เมตร ยาว 80 เมตร และ สูง 0.1 เมตร) และ รางที่ปิดด้วยอุโมงค์ลม (ประกอบด้วย รางเปิด กว้าง 0.1 เมตร ยาว 80 เมตร และ สูง 0.1 เมตร ที่ปิดคลอบด้วยอุโมงค์ลมกว้าง 0.1 เมตร ยาว 80 เมตร และ สูง 0.1 เมตร) ลักษณะของรางเปิดคือระบบรางที่ใช้อยู่เดิมในอุตสาหกรรม ส่วนระบบรางที่ปิดด้วยอุโมงค์ลมเป็นระบบที่ออกแบบในการวิจัยนี้ ลักษณะของรางเปิดและรางที่ปิดด้วยอุโมงค์ลมแสดงดังรูปที่ 2 และ รูปที่ 3 ตามลำดับ



รูปที่ 2 ไดอะแกรม แสดงรูปรางเปิดที่ใช้กำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางข้นในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางข้น : ก. รูปด้านข้าง ข. รูปด้านหน้า



รูปที่ 3 ไดอะแกรม แสดงรูปรางเปิดที่ปิดด้วยอุโมงค์ลมที่ใช้กำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางข้นในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางข้น ก. รูปด้านข้าง ข. รูปด้านหน้า

4.3 กิจกรรมที่ 3: ทดสอบและหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดแอมโมเนียโดยใช้รางปิดและอุโมงค์ลมที่จัดสร้างขึ้นในกิจกรรมที่ 2

4.3.1 การทดลองกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยใช้รางเปิดและรางเปิดที่ปิดด้วยอุโมงค์ลม

การทดลองโดยใช้รางเปิด อัตราการไหลของหางน้ำยางเท่ากับ 0.12 m^3/s กระแสลมบนผิวหน้าของรางเปิดน้อยมาก ($\approx$0 m/s) อุณหภูมิของอากาศในขณะทดลองเป็นอุณหภูมิของอากาศบริเวณรางเปิดในวันที่ทำการทดลองซึ่งขึ้นอยู่กับความสภาวะของแดดในแต่ละวัน อุณหภูมิของอากาศที่ศึกษาเป็น 28, 31 และ 37 °C ทำการวัดความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ทางเข้าและทางออกของระบบและหาประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการใช้รางเปิดสภาวะดำเนินการต่างๆ

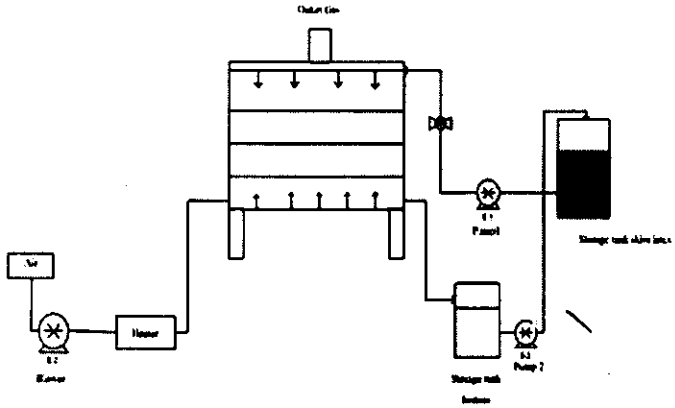
การทดลองโดยใช้รางปิดด้วยอุโมงค์ลม อัตราการไหลของหางน้ำยางเท่ากับ 0.12 m^3/s กระแสลมในอุโมงค์ลมที่ศึกษา อยู่ในช่วง 3-7 m/s อุณหภูมิควบคุมให้คงที่ที่ 37 °C ทำการวัดความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ทางเข้าและทางออกของระบบและหาประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการใช้อุโมงค์ลมที่สภาวะดำเนินการต่างๆ

4.3.2 พัฒนาสมการออกแบบของรางเปิดและรางที่ปิดด้วยอุโมงค์ลม

นำข้อมูลการถ่ายโอนมวลที่ได้จากการทดลองมาสร้างสมการออกแบบของรางเปิดและของของรางที่ปิดอุโมงค์ลมและใช้สมการออกแบบที่พัฒนาขึ้นคำนวณหาความเร็วของลม ความยาวของรางเปิด และความยาวของรางที่ปิดด้วยอุโมงค์ลม เพื่อหาสภาวะการดำเนินการของระบบที่เหมาะสมที่สามารถใช้กำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางได้ถึงระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ต้องการ

4.4 กิจกรรมที่ 4: การศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับลมร้อนในเพลทแชมเบอร์

การกำจัดแอมโมเนียออกจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับลมร้อนกระทำในหอเพลทแชมเบอร์ ที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 1.24 x 0.77 cm^2 ภายในบรรจุด้วยเพลทที่มีรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร โดยจำนวนเพลทที่ศึกษาคือ 3 และ 6 เพลท ส่วนสูงของเพลทแชมเบอร์ที่ศึกษาคือ 0.95 และ 1.2 m ไดอะแกรมของเพลทแชมเบอร์แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงชุดเครื่องมือกำจัดแอมโมเนียโดยการไหลสวนทางของลมร้อนในเพลทแชมเบอร์

การศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยใช้เพลทแชมเบอร์ทำโดยการป้อนหางน้ำยางเข้าทางด้านบนของหอผ่านระบบกระจายตัวเพื่อให้หางน้ำยางกระจายทั่วทั้งแชมเบอร์ หางน้ำยางที่ไหลผ่านรูของเพลทจะสวนทางกับลมร้อนที่ไหลจากส่วนล่างของหอขึ้นไปยังส่วนบน ลมร้อนที่ใช้เกิดจากการเป่าลมโดยใช้เครื่องเป่า (Blower) ผ่านชุดให้ความร้อน (Heater) เพื่อให้ได้ลมร้อนที่มีอุณหภูมิตามต้องการ หางน้ำยางที่ผ่านการสัมผัสกับลมร้อนแล้วจะไหลลงสู่ถังเก็บหางน้ำยางซึ่งเป็นถังพลาสติกขนาด 30 แกลลอน หางน้ำยางในถังเก็บจะถูกปั๊มกลับไปป้อนเข้าสู่ด้านบนของหอใหม่อยู่ตลอดระยะเวลาดำเนินการ โดยตัวแปรที่จะศึกษาประกอบด้วยจำนวนเพลท (3 และ 6 เพลท) และความสูงของเพลทแชมเบอร์ (0.95 และ 1.2 เมตร) โดยควบคุมตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ อุณหภูมิของลมร้อน อัตราการไหลของลมร้อนและอัตราการไหลของหางน้ำยางให้มีค่าคงที่เท่ากับ 60°C, 25 ลิตร/นาทีและ 23 ลิตร/นาทีตามลำดับ ทำการวัดความเข้มข้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางที่ทางเข้าและที่ทางออกของเพลทแชมเบอร์ที่เวลาต่างๆตลอดระยะเวลาการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางที่เวลานั้นๆ

4.5 กิจกรรมที่ 5: การศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียง

การกำจัดแอมโมเนียออกจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียงที่ปิดด้วยอุโมงค์ลม ดำเนินการโดยใช้รางเอียงกว้าง 0.4 เมตร ยาว 2 เมตร วางบนฐานรองรับที่สามารถปรับมุมเอียงของรางได้ ที่ปลายด้านล่างของรางติดตั้งพัดลมเพื่อเป่าลมให้ไหลสวนทางกับการไหลของหางน้ำยาง และมีถังบรรจุหางน้ำยางเพื่อใช้เป็นถังเก็บหางน้ำยางเพื่อป้อนเข้าสู่รางและในขณะเดียวกันก็จะทำหน้าที่เป็นถังรองรับหางน้ำยางที่ไหลผ่านรางแล้วด้วย ตัวแปรการดำเนินการที่ศึกษาประกอบด้วย มุมของรางเอียง 25-45 องศา ความเร็วลม 3.0-3.8 m/s อัตราการไหลของหางน้ำยาง 1.5-3.0 m^3/hr ลักษณะของระบบการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียงดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 ชุดทดลองกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียงแบบอุโมงค์ลม

การศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียง เริ่มต้นโดยการปรับรางเอียงให้ได้องศาที่ต้องการ และ ปรับความเร็วลมของพัดลมให้ได้ความเร็วลมที่ต้องการ จากนั้นจึงทำการปั๊มหางน้ำยางจากถังเก็บหางน้ำยางป้อนเข้าสู่ด้านบนของราง (ทางเข้า) หางน้ำยางจะไหลลงมาตามรางเอียงสวนทางกับลมที่เป่าขึ้นไปจากด้านล่าง (ทางออก) หางน้ำยางที่ไหลออกจากรางจะถูกปั๊มกลับไปป้อนเข้าสู่รางเอียงใหม่ตลอดเวลาการทดลอง ทำการเก็บตัวอย่างหางน้ำยางที่ทางเข้าและที่ทางออกของหางเอียงที่เวลาต่างๆเพื่อหาประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางที่เวลานั้นๆ

5. ผลการศึกษาวิจัย

5.1 การศึกษาการกำจัดแอมโมเนียโดยใช้รางเปิดและอุโมงค์ลมขนาดต้นแบบ

ผลการศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยใช้กระแสลมเป่าที่ผิวหน้าของหางน้ำยางในรางปิด (อุโมงค์ลม) ขนาดยาว 20 เมตร กว้าง 0.2 เมตร สูง 0.1 เมตร ปัจจัยหลักและช่วงของการศึกษา คือ อัตราการไหลของหางน้ำยาง 0.2-0.3 m^3/h ความเร็วลม 2.0-5.0 m/s ความเข้มข้นของ NH_3 ในหางน้ำยางและอุณหภูมิของกระแสลมร้อนที่อุณหภูมิ 30-70°C ผลการศึกษาพบว่าการใช้ลมเป่าที่ผิวหน้าหางน้ำยางที่ไหลผ่านราง ทำให้มีอัตราการระเหยของ NH_3 เพิ่มขึ้นถึงประมาณ 2 เท่าของการไหลผ่านรางโดยไม่มีลมเป่าผ่าน ส่วนการไหลของหางน้ำยางและความเข้มข้นของ NH_3 ในหางน้ำยางมีผลต่อการระเหยของ NH_3 น้อย และการใช้ลมร้อนทำให้อัตราการระเหยของ NH_3 สูงกว่าการใช้กระแสลมที่อุณหภูมิห้องถึง 2 เท่า โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการกำจัด NH_3 คือ 40-50°C ซึ่งการเพิ่มอุณหภูมิของกระแสลมร้อนที่มากกว่านี้จะไม่ทำให้อัตราการระเหยของ NH_3 สูงขึ้น เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดฟิล์มยางปกคลุมที่ผิวหน้าของหางน้ำยางและปิดกั้นการระเหยของ NH_3 รายละเอียดผลการศึกษาแสดงในบทที่ 2

5.2 การศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยใช้รางเปิดและอุโมงค์ลมขนาดอุตสาหกรรม

ผลการศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยใช้รางเปิดและอุโมงค์ลมขนาดอุตสาหกรรม (กว้าง 0.9 m ยาว 80 m และ สูง 0.1 m) พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางเพิ่มขึ้นตามความเร็วลมและอุณหภูมิที่สูงขึ้น และการใช้อุโมงค์ลมที่ความเร็วลมเท่ากับ 7 m/s อุณหภูมิอากาศเท่ากับ 37 °C จะสามารถลดแอมโมเนียได้ 0.07% ซึ่งเป็น 2 เท่าของการใช้รางเปิดที่อุณหภูมิเดียวกัน และการใช้อุโมงค์ลมสามารถใช้งานได้ตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืนโดยที่ประสิทธิภาพไม่แตกต่างกันมากนัก แต่การใช้รางเปิดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 28 °C จะไม่สามารถกำจัดจแอมโมเนียออกจากหางน้ำยางได้ ดังรายละเอียดในบทที่ 3

ดังนั้นการใช้อุโมงค์ลมจึงเป็นแนวทางที่สามารถใช้ดำเนินการเพื่อกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางให้เหลือ 0.1% โดยน้ำหนักตามที่โรงงานต้องการได้แต่ต้องเลือกใช้ความยาวของอุโมงค์และเลือกใช้ความเร็วลมที่เหมาะสม จากการพัฒนาแบบจำลองเพื่อออกแบบอุโมงค์ลมที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดแอมโมเนียในหางน้ำยางที่มีความเข้มข้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางเริ่มต้นต่างๆกัน (ดังรายละเอียดในบทที่ 4) พบว่าถ้าต้องการลดความเข้มข้นของแอมโมเนียจาก 0.4% โดยน้ำหนักให้เหลือ 0.1% โดยน้ำหนัก โดยใช้ความเร็วลมเท่ากับ 7 m/s จะต้องใช้อุโมงค์ลมยาวประมาณ 500 m แต่ถ้าเพิ่มความเร็วลมในอุโมงค์เป็น 11 m/s ความยาวของอุโมงค์ลมที่ต้องใช้จะลดเหลือเพียง 250 m ในขณะที่การใช้รางเปิดเพื่อลดแอมโมเนียในหางน้ำยางจาก 0.4% โดยน้ำหนักให้เหลือ 0.1% โดยน้ำหนักนั้นจะต้องใช้รางเปิดยาวถึง 1000 m

5.3 การกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับลมร้อนในเพลทแชมเบอร์ และการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียง

การกำจัดแอมโมเนียโดยการใช้กระแสลมไหลสวนทางกับหางน้ำยางในอุโมงค์ลมที่กล่าวถึงในหัวข้อที่แล้วพบว่ายังคงต้องใช้อุโมงค์ลมที่มีความยาวพอสมควร จึงไม่ดึงดูดใจให้นำไปประยุกต์ใช้งานจริง คณะผู้วิจัยจึงเพิ่มขอบเขตของการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการกำจัดแอมโมเนียให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและให้สามารถดำเนินการแบบหมุนเวียนได้เพื่อเพื่อลดขนาดของระบบลง โดยทำการศึกษาวิธีการกำจัดแอมโมเนียโดยอาศัยหลักการการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับอากาศขึ้นอีก 2 ระบบคือ การกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับลมร้อนในเพลทแชมเบอร์ และ การศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียง

5.3.1 การกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับลมร้อนในเพลทแชมเบอร์

จากการศึกษากำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของยางน้ำยางกับลมร้อนในเพลทแชมเบอร์โดยใช้เพลทแชมเบอร์ ที่มี พื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 1.24 x 0.77 cm^2 ที่ภายในบรรจุด้วยเพลทที่มีรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 cm โดยตัวแปรที่จะศึกษาประกอบด้วยจำนวนเพลท (3 และ 6 เพลท) และความสูงของเพลทแชมเบอร์ (0.95 และ 1.2 เมตร) โดยควบคุมตัวแปรอื่นๆได้แก่ อุณหภูมิของลมร้อน อัตราการไหลของลมร้อนและอัตราการไหลของหางน้ำยางให้มีค่าคงที่เท่ากับ60°C, 25 ลิตร/นาทีและ 23 ลิตร/นาทีตามลำดับ พบว่า ปัจจัยสำคัญที่กำหนดประสิทธิภาพของระบบคือ ความเข้มข้นของแอมโมเนียในหางน้ำยาง และฟองของหางน้ำยาง การเพิ่มประสิทธิภาพของเพลทแชมเบอร์สามารถทำได้โดยการเพิ่มความสูงและจำนวนเพลทของแชมเบอร์ซึ่งจะลดจำนวนรอบในการหมุนเวียนหางน้ำยางและเพิ่มระยะเวลาในการสัมผัสระหว่างหางน้ำยางกับลมร้อน โดยประสิทธิภาพสูงสุดที่ได้จากการศึกษาภายใต้สภาวะข้างต้นคือ ที่ความสูงของเพลทแชมเบอร์เท่ากับ 1.2 m และใช้ เพลทจำนวน 6 เพลท จะสามารถลดแอมโมเนียในหางน้ำยางจาก 0.48% โดยน้ำหนัก เหลือเพียง 0.19% โดยน้ำหนัก ภายในเวลา 1 ชั่วโมง จึงสามารถสรุปได้ว่าการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยวิธีนี้มีความเป็นได้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้จริงในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางข้นโดยใช้ลมร้อนที่ปล่อยออกมาจากปล่องของเตาอบยาง ส่วนความสูงและจำนวนเพลทรวมทั้งขนาดของเพลทแชมเบอร์สามารถคำนวณและออกแบบได้จากข้อมูลปริมาณและอัตราการไหลของหางน้ำยางของแต่ละโรงงาน รายละเอียดผลการศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับลมร้อนในเพลทแชมเบอร์แสดงไว้ในบทที่ 5

5.3.2 การศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียง

จากการศึกษากำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียง ใช้รางเอียงกว้าง 0.4 m ยาว 2 m โดยศึกษาถึงอิทธิพลของตัวแปรดำเนินการต่างๆ ประกอบด้วย มุมเอียงของรางในช่วง 25-45 องศา ความเร็วลม 3.0-3.8 m/s อัตราการไหลของหางน้ำยาง 1.5-3.0 m^3/h โดยให้มีการหมุนเวียนของหางน้ำยางในระบบเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากผลการศึกษาพบว่าสภาวะที่เหมาะสมคือ มุมเอียงของรางเท่ากับ 25 องศา อัตราการไหลของหางน้ำยางเท่ากับ 2 m^3/h ความเร็วลมเท่ากับ 3.8 m/s โดยระบบรางเอียงที่ปิดด้วยอุโมงค์ลมให้ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียสูงสุดถึง 72% ดังนั้นการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยวิธีนี้มีความเป็นได้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้จริงในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางข้น โดยจำนวนชุดของระบบและจำนวนรางเอียงที่ต้องใช้ต่อชุดสามารถคำนวณและออกแบบได้จากข้อมูลปริมาณและอัตราการไหลของหางน้ำยางของแต่ละโรงงาน รายละเอียดผลการศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยใช้การไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียงแสดงไว้ในบทที่ 6

6. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยใช้ระบบรางเปิดและระบบอุโมงค์ลม สรุปได้ว่าการใช้อุโมงค์ลมมีประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้ระบบรางเปิดประมาณ 2 เท่า ความยาวของระบบอุโมงค์ลมจะสั้นกว่าการใช้ระบบเปิดประมาณ 1.8-2.8 เท่า ขึ้นอยู่กับความเร็วลมที่ใช้ในอุโมงค์ลม อย่างไรก็ตามการกำจัดแอมโมเนียโดยให้หางน้ำยางไหลผ่านระบบแบบครั้งเดียวผ่านในอุโมงค์ลมยังจำเป็นต้องใช้ระบบที่มีความยาวพอสมควร จึงนำไปสู่การพัฒนาระบบการกำจัดแอมโมเนียที่ยอมให้มีการไหลหมุนเวียนของหางน้ำยางในระบบเพื่อลดขนาดของระบบลง จากการศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางแบบไหลหมุนเวียนของหางน้ำยางใน 2 ระบบ คือ ระบบการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับลมร้อนในเพลทแชมเบอร์ และระบบการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียง สรุปได้ว่าระบบทั้งสองมีประสิทธิภาพดีกว่าระบบการกำจัดแอมโมเนียที่ไหลผ่านระบบแบบครั้งเดียวผ่าน โดยมีประสิทธิภาพสูงสุดถึง 60-72% ภายในระเวลาการดำเนินการ 1-2 ชั่วโมง ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะนำระบบแบบไหลเวียนทั้งสองระบบนี้ไปประยุกต์ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางข้น โดยตัวแปรสำหรับการออกแบบระบบและตัวแปรดำเนินการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับทั้งสองระบบนี้สามารถคำนวณและออกแบบได้จากข้อมูลปริมาณและอัตราการไหลของหางน้ำยางของแต่ละโรงงาน