บทที่ 6

การกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียง

Ammonia removal from skim latex by counter flow of skim latex and wind in incline channel

จันทิมา ชั่งสิริพร ชัยรัตน์ แก้วพิบูลย์ นที บุญทวีโรจน์ จรรยา อินทมี และ จรัญ บุญกาญจน์*

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

*Corresponding author: charun.b@psu.ac.th

บทคัดย่อ

การกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการผลิตยางสกิม ระบบกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางที่ใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางข้นในปัจจุบันคือการปล่อยให้หางน้ำยางไหลผ่านไปในรางเปิดที่มีความยาวประมาณ 500 ถึง 1000 m โดยหางน้ำยางจะถูกปล่อยให้ไหลผ่านระบบรางเปิดแบบครั้งเดียวผ่าน พบว่าส่วนใหญ่แล้วไม่สามารถลดความเข้มข้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางให้ต่ำกว่า 0.1% by wt. ได้ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียงที่ปิดด้วยอุโมงค์ลม โดยใช้รางเอียงกว้าง 0.4 m ยาว 2 m ทำการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรดำเนินการต่างๆ ประกอบด้วย มุมเอียงของรางในช่วง 25-40 องศา ความเร็วลม 3.07-3.78 m/s อัตราการไหลของหางน้ำยาง 1.5-3.0 m^3/h การดำเนินการเป็นแบบหมุนเวียนของหางน้ำยางในระบบ ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียเพิ่มขึ้นกับความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น ส่วน มุมเอียงของราง อัตราการไหลของหางน้ำยาง และความเข้มข้นเริ่มต้นของแอมโมเนียมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียน้อยมากเมื่อเทียบกับผลของความเร็วลม ที่ความเร็วลม 3.78 m/s ระบบกำจัดแอมโมเนียที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียที่เวลา 120 นาทีสูงสุดถึง 72% และสามารถลดความเข้มข้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางให้เหลือเพียง 0.10% by wt. ได้ตามต้องการ ดังนั้นการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยใช้รางเอียงร่วมกับอุโมงค์ลมแบบการไหลหมุนเวียนของหางน้ำยาง จึงมีความเป็นได้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้จริงในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางข้น โดยจำนวนชุดของระบบและจำนวนรางเอียงที่ต้องใช้ต่อชุดสามารถคำนวณและออกแบบได้จากข้อมูลปริมาณและอัตราการไหลของหางน้ำยางของแต่ละโรงงาน

คำหลัก: รางเอียง, ยางสกิม, การกำจัดแอมโมเนีย, อุโมงค์ลม

Abstract

Ammonia removal from skim latex is an important step for skim rubber block production. The ammonia removal method which generally applies in concentrate latex rubber industry is an open channel flow where the skim was forced to flow through open channel with 500 to 1000 m long. The skim was flow as a single pass to the channel. This method could not reduce ammonia concentration down to 0.1% by wt. The objective of this research is to investigate the ammonia removal from the skim latex by applying a counter flow of skim latex and air in incline channel that covered with wind tunnel. The incline channel was o.4 m wide and 2 m long. The investigated parameters were the incline angle of 25 - 40 °, wind speed of 3.07-3.78 m/s, and the skim latex flow rate of 1.5-3.0 m^3/h. The operating scheme of the system classified as a circulation scheme. The results shown that the ammonia removal efficiency increases with increasing wind speed while the incline angle, the skim flow rate and the initial ammonia concentration have much less effect on ammonia removal efficiency than the wind speed. At the wind speed of 3.78 m/s, the ammonia removal efficiency of the system investigated here was up to 72% within 120 min and the ammonia concentration was less than 0.10% by wt. as required. Thus the ammonia removal from skim latex by the combination of incline channel and the wind tunnel with a circulation feature of the skim latex is a possible method for ammonia removal from skim latex that can be apply in skim block production process. The number of the systems or units and the number incline channels for each unit can be calculated and design based on the amount and the flow rate of the skim latex of each factory.

Keyword: incline channel, skim latex, ammonia removal, wind tunnel

1. บทนำ

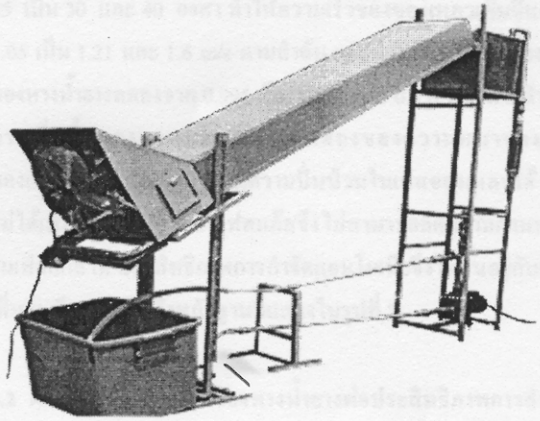
อุตสาหกรรมน้ำยางข้นเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศไทย กระบวนการผลิตน้ำยางข้นจำเป็นต้องใช้แอมโมเนียเพื่อรักษาสภาพของน้ำยาง การเติมแอมโมเนียส่วนหนึ่งจะเติมในน้ำยางสดในปริมาณ 0.4 % โดยน้ำหนัก เมื่อนำน้ำยางสดมาผ่านกระบวนการปั่นแยกจะได้น้ำยางข้น และ หางน้ำยาง โดยแอมโมเนียส่วนใหญ่จะติดไปกับหางน้ำยาง ซึ่งโดยทั่วไปความเข้มข้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางจะอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 0.5% โดยน้ำหนัก หางน้ำยางเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตยางสกิมบล็อก โดยนำหางน้ำยางไปจับตัวด้วยกรดซัลฟูริก ปริมาณกรดที่ใช้จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณแอมโมเนียที่เหลืออยู่ในหางน้ำยาง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำจัดแอมโมเนียออกจากหางน้ำยางให้มากสุด ระบบกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางที่ใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางข้นในปัจจุบันคือการปล่อยให้หางน้ำยางไหลผ่านไปในรางเปิดที่มีความยาวประมาณ 500 ถึง 1000 m ซึ่งต้องการพื้นที่และมีค่าใช้จ่ายสูง โดยหางน้ำยางจะถูกปล่อยให้ไหลผ่านระบบรางเปิดแบบครั้งเดียวผ่าน พบว่าส่วนใหญ่แล้วไม่สามารถลดแอมโมเนียให้ต่ำกว่า 0.1% ได้ การเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียทำได้โดยการใช้กระแสลมเป่าสวนทางกับหางน้ำยางที่ไหลในรางที่ปิดด้วยอุโมงค์ลม [1,2] แม้ว่าการใช้อุโมงค์ลมจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางได้ถึงประมาณ 2 เท่า เมื่อเทียบกับการไหลในรางเปิดแต่พบว่ายังต้องอุโมงค์ลมที่ยาวถึงประมาณ 250-500 m และต้องใช้ความเร็วลมสูงถึง 7-11 m/s ถึงจะสามารถลดแอมโมเนียในหางน้ำยางให้เหลือเท่ากับ 0.1% โดยน้ำหนักได้ [3] สาเหตุหนึ่งเพราะระบบดังกล่าวเป็นการไหลแบบครั้งเดียวผ่าน เวลาที่เกิดการสัมผัสระหว่างหางน้ำยางกับกระแสลมสั้น และการไหลแบบครั้งเดียวผ่านนั้นไม่สามารถควบคุมความหนาของหางน้ำยางในรางให้เหมาะสมได้เพราะความหนาจะถูกกำหนดโดยกำลังการผลิตของโรงงาน ชั้นของหางน้ำยางที่หนาเกินไปทำให้การถ่ายโอนมวลของแอมโมเนียจากหางน้ำยางไปสู่กระแสลมเกิดขึ้นได้ยาก

การวิจัยนี้เป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยให้หางน้ำยางไหลบนรางเอียงแทนการไหลในแนวราบเพื่อให้การไหลของหางน้ำยาง บนรางเอียงเป็นแบบชั้นบางและการใช้ระบบรางที่สั้นจะสามารถดำเนินการให้มีการไหลเวียนของหางน้ำยางในระบบได้ซึ่งจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในกำจัดแอมโมเนียออกจากหางน้ำยางได้

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

การกำจัดแอมโมเนียออกจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียง ดำเนินการโดยใช้รางเอียงกว้าง 0.4 เมตร ยาว 2 เมตร วางบนฐานรองรับที่สามารถปรับมุมเอียงของรางได้ ที่ปลายด้านล่างของรางติดตั้งพัดลมขนาด 18 in เพื่อเป่าลมให้ไหลสวนทางกับการไหลของหางน้ำยาง ที่ส่วนบนของรางมีถังเก็บหางน้ำยางปริมาตร 60 L ทำหน้าที่เป็นถังป้อนหางน้ำยางเข้าสู่รางเอียง ส่วนที่ด้านล่างของรางมีถังปริมาตร 80 L สำหรับรองรับหางน้ำยางที่ไหลจากรางเอียง หางน้ำยางจากถังรองรับจะถูกปั๊มกลับไปยังถังป้อนหางน้ำยางด้วยปั๊มขนาด 1 hp ผ่านท่อส่งหางน้ำยางที่เชื่อมต่อระหว่างถังป้อนและถังรับหางน้ำยาง ส่วนบนของรางถูกปิดด้วยอุโมงค์ลมเพื่อควบคุมทิศทางและความเร็วของลมที่ไหลผ่านรางลักษณะของระบบการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียงแบบอุโมงค์ลมแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ชุดทดลองกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยการไหลสวนทางของหางน้ำยางกับกระแสลมในระบบรางเอียงที่ปิดด้วยอุโมงค์ลม

2.2 วัตถุดิบและสารเคมี

หางน้ำยาง จากบริษัท หน่ำฮั้ว รับเบอร์ จำกัด ปรับปริมาณของแอมโมเนียในหางน้ำยางให้ได้ค่าที่ต้องการโดยใช้สารละลายแอมโมเนีย 25% โดยน้ำหนัก

สารละลายแอมโมเนีย 25 % โดยน้ำหนัก สำหรับรักษาสภาพหางน้ำยาง และ ปรับความเข้มข้นของแอมโมเนียในหางน้ำยาง

กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 0.1 N และมิกซ์อินดิเคเตอร์สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียในหางน้ำยาง

2.3 วิธีการทดลอง

เตรียมหางน้ำยางโดยเติมสารละลายแอมโมเนียลงในหางน้ำยางให้ได้ความเข้มข้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางตามต้องการ ทำการปรับสภาวะการดำเนินการของระบบประกอบด้วย มุมเอียงของราง อัตราการไหลของหางน้ำยาง และความเร็วของลมในอุโมงค์ลมที่ใช้ให้ได้ตามต้องการ สภาวะที่ศึกษาคือ มุมของรางเอียง 25-40 องศา ความเร็วลม 3.1-3.8 m/s อัตราการไหลของหางน้ำยาง 1.5-3.0 m^3/hr ความเข้มข้นเริ่มต้นของแอมโมเนียในหางน้ำยาง 0.36-0.5% โดยน้ำหนัก เมื่อปรับสภาวะต่างๆได้ตามที่ต้องการแล้วจึงเริ่มทดลองโดยปั๊มหางน้ำยางจากถังเก็บไปยังถังป้อนและป้อนหางน้ำยางให้ไหล

ผ่านรางจากด้านบนสู่ด้านล่างสวนทางกับกระแสลมที่เป่าจากด้านล่างสู่ด้านบน ทำการเก็บตัวอย่างหางน้ำยางที่ทางออกของรางทุกๆ 15 นาทีในชั่วโมงแรกและทุกๆ 30 นาทีในชั่วโมงที่สอง วิเคราะห์หาความเข้มข้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางโดยการไตเตรทด้วยกรดและใช้อินดิเคเตอร์แบบผสม [4] และคำนวณหาประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางดังสมการ (1)

$$\text{NH}_3\ \text{Removal Efficiency} = \left(\frac{C_{NH_{3,o}} - C_{NH_{3,f}}}{C_{NH_{3,o}}} \right) \times 100 \qquad (1)$$

โดยที่ %NH_3 Removal Efficiency คือประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนีย จากหางน้ำยางที่เวลาใดๆ (%)

$C_{NH_{3,o}}$ คือความเข้มข้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางที่ป้อนเข้าสู่ระบบที่เวลาเริ่มต้น (% by wt.)

$C_{NH_{3,f}}$ คือความเข้มข้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางที่ทางออกของระบบที่เวลาใดๆ (% by wt.)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

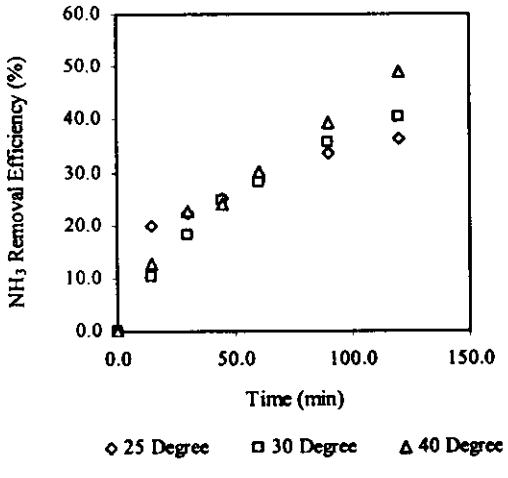
3.1 ผลของมุมเอียงของรางต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยาง

การศึกษาผลของมุมเอียงของรางต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางดำเนินการโดยควบคุมความเร็วลมที่ 3.3 m/s อัตราการไหลของหางน้ำยาง 1.5 m^3/hr และความเข้มข้นเริ่มต้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางอยู่ในช่วง 0.266-0.357 % by wt. โดยปรับมุมเอียงของรางเป็น 25, 30 และ 40 องศา เทียบกับพื้นราบ ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียเมื่อใช้มุมเอียงของรางต่างๆ แสดงเปรียบเทียบในรูปที่ 2

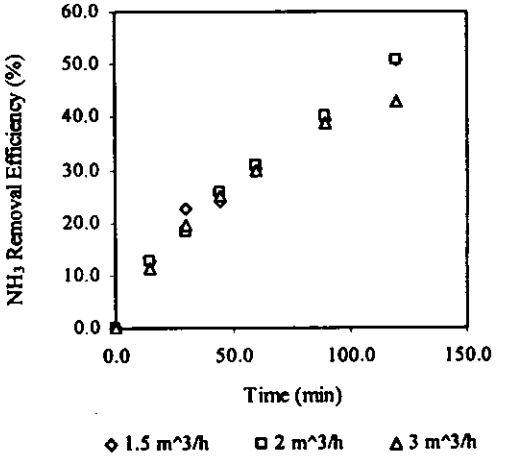
จากรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่า เมื่อเพิ่มความเอียงของรางให้ชันขึ้นจาก 25 เป็น 30 และ 40 องศา พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียแตกต่างกันเฉพาะในช่วงแรกๆและช่วงสุดท้ายของการทดลองเท่านั้น และไม่ได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในช่วงอื่นๆที่ศึกษาซึ่งเป็นเวลาส่วนใหญ่พบว่าการใช้มุมเอียงที่ต่างกันทำให้มีประสิทธิภาพต่างกันโดยเฉลี่ยไม่เกิน 2% จึงสามารถสรุปได้ว่ามุมเอียงของระบบไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยาง แสดงว่าความเข้มข้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางสม่ำเสมอในทุกส่วนส่งผลให้ไม่มีความต้านทานการระเหยในเฟสของเหลว การระเหยของแอมโมเนียจากหางน้ำยางถูกควบคุมโดยฟิล์มแก๊ส การเพิ่มมุมเอียงของรางจาก 25 เป็น 30 และ 40 องศา ทำให้ความเร็วของของเหลวเพิ่มขึ้นจาก 1.05 เป็น 1.21 และ 1.6 m/s ตามลำดับ และทำให้ความหนาของชั้นของหางน้ำยางลดลงจาก 0.995 เป็น 0.859 และ 0.651 mm ตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของความเร็วและการลดลงของความหนาของชั้นของเหลวดังกล่าวสามารถเพิ่มความปั่นป่วนในเฟสของเหลวได้ แต่ไม่ได้เพิ่มความปั่นป่วนในเฟสแก๊สจึงไม่สามารถลดความต้านทานในเฟสแก๊สได้ ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจึงไม่ขึ้นอยู่กับการเพิ่มมุมเอียงของรางดังหลักฐานที่แสดงในรูปที่ 2

3.2 ผลของอัตราการไหลของหางน้ำยางต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยาง

การศึกษาผลของอัตราการไหลของหางน้ำยางต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางดำเนินการโดยควบคุมความเร็วลมที่ 3.3 m/s ความเข้มข้นเริ่มต้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางอยู่ในช่วง 0.266-0.33 % by wt. และใช้มุมเอียงของรางเป็น 25 องศา ผลของการอัตราการไหลของหางน้ำยางในช่วง 1.5 -3 m^3/h ต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 แสดงการเปรียบระหว่างประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียออกจากหางน้ำยาง เมื่อใช้มุมเอียง เท่ากับ 25, 30 และ 40 องศา

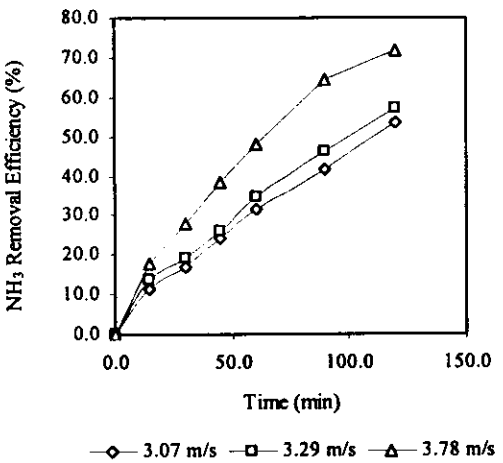


รูปที่ 3 ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางที่อัตราการไหลของหางน้ำยางแปรเปลี่ยนในช่วง 1.5 -3 m^3/h

จากรูปที่ 3 พบว่าการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของหางน้ำยาในช่วง 1.5-3 m^3/h มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางที่เวลาต่างๆน้อยมาก การเพิ่มอัตราการไหลเป็นการเพิ่มความเร็วของของไหลซึ่งเป็นการเพิ่มความปั่นป่วนในเฟสของเหลว ในทางตรงกันข้ามการเพิ่มอัตราการไหลจะเป็นการเพิ่มความหนาของชั้นของเหลวด้วยซึ่งจะเป็นการลดความปั่นป่วนในเฟสของเหลว การดำเนินการในลักษณะอาจจะมีผลต่อการระเหยของสารอื่นๆที่การระเหยถูกควบคุมโดยฟิล์มของเหลว แต่สำหรับกรณีของแอมโมเนีย การเพิ่มหรือการลดความปั่นป่วนในเฟสของเหลวที่ไม่ส่งผลต่อชั้นของฟิล์มแก๊สจะไม่มีผลต่อการระเหยของแอมโมเนีย การเพิ่มอัตราการไหลจาก 1.5 เป็น 2 และ 3 m^3/h แม้จะทำให้ความเร็วของของเหลวเพิ่มจาก 1.05 เป็น 1.45 และ 2.04 m/s ตามลำดับ แต่การไหลของหางน้ำยางด้วยความเร็วขนาดนี้ไม่ได้เปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นผิวหน้าของหางน้ำยางจึงไม่ได้เพิ่มความปั่นป่วนในเฟสแก๊ส การเพิ่มอัตราการไหลของหางน้ำยางจึงมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางน้อยมากดังแสดงในรูปที่ 3

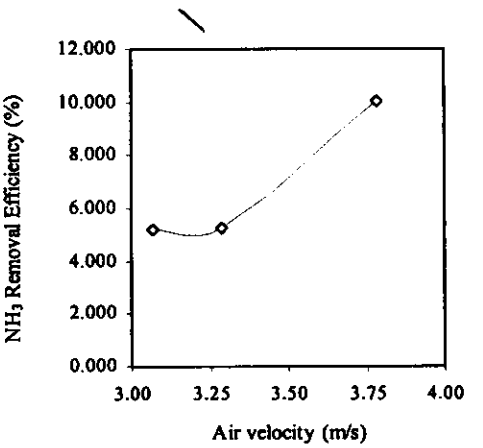
3.3 ผลของความเร็วลมต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยาง

ผลของความเร็วลมในอุโมงค์ลมต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางแสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ผลของความเร็วลมต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางในระบบรางเอียง

จากรูปที่ 4 พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางที่เวลาต่างๆเพิ่มขึ้นตามความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับกรณีการใช้อุโมงค์ลมในแนวราบ [1,2,3] และ ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียต่อ 1 รอบที่หางน้ำยางไหลผ่านรางเอียง 2 m ที่ความเร็วลมต่างๆแสดงดังรูปที่ 5 พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางเมื่อให้หางน้ำยางไหลผ่านรางเอียงแบบครั้งเดียวผ่านเพิ่มขึ้นตามความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น ที่ความเร็วลม 3.07 m/s พบว่าการใช้รางเอียงยาว 2 m ให้ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียเท่ากับ 5% หรือคิดเป็น 2.5% ต่อรางเอียงยาว 1 เมตร เมื่อนำผลการศึกษานี้ไปเปรียบเทียบเทียบกับผลการศึกษาที่ใช้รางวางในแนวราบที่รายงานไว้ก่อนหน้านี้ พบว่าที่ความเร็วลม 3 m/s การให้กระแสลมไหลสวนทางกับหางน้ำยางที่ไหลในแนวราบในรางปิดยาว 20 m ให้ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียเท่ากับ 8.75% [1] ซึ่งคิดเป็น 0.5% ต่อเมตรของรางในแนวระนาบ แสดงว่าการให้กระแสลมสัมผัสกับหางน้ำยางในรางเอียงให้ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางสูงกว่าการให้กระแสลมสัมผัสกับหางน้ำยางในรางที่วางเป็นมุมราบถึงประมาณ 5 เท่า เพราะในระบบรางเอียงนั้นกระแสลมจะสัมผัสกับผิวของหางน้ำยางที่ไหลลงมาตามรางเอียงได้ดีกว่าและการสัมผัสในลักษณะที่หางน้ำยางไหลเป็นมุมเอียงนั้นเกิดแรงเฉือนระหว่างกระแสลมกับผิวหน้าของหางน้ำยางได้ดีกว่าทำให้สามารถลดฟิล์มแก๊สได้ดีกว่าการไหลแบบขนานซึ่งกระแสลมจะไหลขนานไปกับผิวหน้าของหางน้ำยางแรงเฉือนที่เกิดขึ้นระหว่างกระแสลมกับผิวหน้าของหางน้ำยางต่ำกว่าในกรณีของระนาบเอียงจึงลดฟิล์มแก๊สได้น้อยกว่าทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางในรางที่วางเป็นมุมราบต่ำกว่ากรณีของรางเอียง

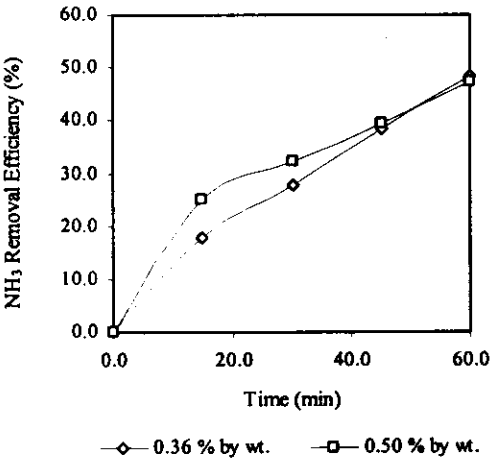


รูปที่ 5 ผลของความเร็วลมต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางต่อการไหลผ่านรางเอียงแบบครั้งเดียวผ่าน

3.4 ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนีย

รูปที่ 6 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียที่เวลาต่างๆ เมื่อใช้ความเร็วลมเท่ากับ 3.78 m/s และใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางต่างกัน 2 ค่า คือ 0.5 และ 0.36 % by wt. จากรูปที่ 6 ความเข้มข้นเริ่มต้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียในช่วงเริ่มต้นเท่านั้น เพราะในช่วงดังกล่าวความเข้มข้นที่สูงกว่ามีแรงขับเคลื่อนสำหรับการถ่ายโอนมวลที่สูงกว่าทำให้การถ่ายโอนมวลของแอมโมเนียจากเฟสของเหลว

ไปสู่เฟสแก๊สเกิดได้มากกว่า แต่เมื่อเวลาผ่านไปความ เข้มข้นของแอมโมเนียในระบบลดลงจนผลของความแตกต่างของแรงขับเคลื่อนอันเนื่องมาจากความแตกต่างของความเข้มข้นมีอิทธิพลต่อการระเหยของแอมโมเนียน้อยเมื่อเทียบกับอิทธิพลของความเร็วลม ทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียเมื่อเวลาผ่านไปเพียง 30 นาที ไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นเริ่มต้นของแอมโมเนียอีกต่อไป นั่นคือถ้าความเข้มข้นในหางน้ำยางไม่สูงพอก็จะไม่เห็นผลของความเข้มข้นของแอมโมเนียต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียนั่นเอง การศึกษาผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยให้หางน้ำยางไหลสวนทางของกระแสลมในระบบรางเอียงให้ผลสอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่าการแปรเปลี่ยนของความเข้มข้นเริ่มต้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางในช่วง 0.2-0.4 % by wt มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียในระบบรางปิดที่วางในแนวขนานน้อยมาก [1]



รูปที่ 6 ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของแอมโมเนียในหางน้ำยางต่อประสิทธิภาพการจำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยาง ที่ความเร็วลมเท่ากับ 3.78 m/s

4. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการกำจัดแอมโมเนียออกจากหางน้ำยางโดยการให้หางน้ำยางไหลสวนทางกับกระแสลมในระบบรางเอียงพบว่าตัวแปรดำเนินการที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียมากที่สุดคือ ความเร็วลม ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียสูงขึ้นตามความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นและเมื่อเทียบกับประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียโดยใช้อุโมงค์ลมกับรางในแนวราบพบว่าที่ความเร็วเดียวกันการใช้ระบบรางเอียงให้ประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียสูงกว่า ส่วนตัวแปรอื่นๆ ที่ศึกษา คือ มุมของรางเอียง อัตราการไหลของหางน้ำยาง และความเข้มข้นเริ่มต้นของแอมโมเนียในหางน้ำยาง

สรุปได้ว่าปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียน้อยมากเมื่อเทียบกับความเร็วลม ดังนั้นการกำจัดแอมโมเนียจากหางน้ำยางโดยใช้รางเอียงร่วมกับอุโมงค์ลมจึงมีความเป็นได้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้จริงในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางข้น โดยจำนวนชุดของระบบและจำนวนรางเอียงที่ต้องใช้ต่อชุดสามารถคำนวณและออกแบบได้จากข้อมูลปริมาณและอัตราการไหลของหางน้ำยางของแต่ละโรงงาน

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ และได้รับความอนุเคราะห์หางน้ำยางจาก บริษัท หน่ำฮั้ว รับเบอร์ จำกัด และ ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้ใช้สถานที่ในการศึกษาวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] จรรยา อินทมณี จันทิมา ชั่งสิริพร และจรัญ บุญกาญจน์. 2549. การกำจัด NH_3 ในหางน้ำยางโดยการใช้กระแสลมเป่าในรางปิดแบบสวนทาง. การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทยครั้งที่ 16. 25-26 ตุลาคม 2549. กรุงเทพมหานคร.

[2] Chungsiriporn, J., Bunyakan, C., and Intamanee, J. 2007. Wind Tunnel and Open Channel for NH_3 Removal from Skim Latex: Part I Experimentation ant NH_3 Removal Determination. PSU-UNS International Conference on Engineering and Environment - ICEE-2007. May 10-11, 2007. Phuket.

[3] Bunyakan, C., Chungsiriporn, J., and Intamanee, J. 2007. Wind Tunnel and Open Channel for NH_3 Removal from Skim Latex: Part II Modeling and System Design. PSU-UNS International Conference on Engineering and Environment - ICEE-2007. May10-11, 2007. Phuket

[4] จรรยา อินทมณี จันทิมา ชั่งสิริพร และ จรัญ บุญกาญจน์. 2550. การวิเคราะห์ความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำยางในอุตสาหกรรมน้ำยางข้น. หนังสือครบรอบ 40 ปี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เล่มที่ 2: ผลงานวิจัย ผลงานวิชาการ: 47-48