การศึกษาเชิงทดลองของมุมเอียงและความเร็วรอบของสายพานลำเลียงต่อการแยกคราบน้ำมันบนผิวน้ำทิ้ง

Experimental Study of Incline Angle and Speed of Flat Belt Conveyer for Oil Separation on Waste Water

วิศิษฐ์ ลีลาผาติกุล
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
235 ถนนเพชรเกษม เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10163
โทร. 0-2457-0068, โทรสาร 0-2457-3982, E-mail: wisitle17@yahoo.com, wisit.l@siam.edu

Wisit Lelaphatikul
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Siam University
235 Petkasam Road, Phasicharoen, Bangkok 10163
Tel. 0-2457-0068, Fax 0-2457-3982, E-mail: wisitle17@yahoo.com, wisit.l@siam.edu

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาเชิงทดลองผลของความเร็วรอบและมุมเอียงของสายพานที่มีผลต่อการแยกคราบน้ำมันบนผิวน้ำ โดยอาศัยหลักการขนถ่ายด้วยสายพานลำเลียง มุมเอียงของสายพานที่ใช้ในการทดลองสามารถปรับเปลี่ยนได้ 4 ระดับ คือ 20, 30, 45 และ 60 องศา กำหนดความเร็วรอบของสายพานเริ่มต้นเท่ากับ 50 รอบ/นาที และในแต่ละการทดลอง จะปรับความเร็วรอบของสายพานเพิ่มขึ้นอีก 10 รอบ/นาที ชนิดของคราบน้ำมันที่ใช้ในการทดลองมีด้วยกัน 3 ชนิด คือ น้ำมันเครื่อง, น้ำมันไฮดรอลิกส์ และ น้ำมันดีเซล จากผลการทดลองพบว่า เมื่อปรับตั้งมุมเอียงของสายพานเท่ากับ 30 องศา กับแนวระดับที่ความเร็วรอบของสายพานเท่ากับ 120 รอบ/นาที จะสามารถแยกคราบน้ำมันทั้ง 3 ชนิด ได้มากที่สุด คือ คราบน้ำมันเครื่องเท่ากับ 2.45 ลิตร/นาที, คราบน้ำมันไฮดรอลิกส์ เท่ากับ 2.1 ลิตร/นาที และ คราบน้ำมันดีเซลเท่ากับ 1.63 ลิตร/นาที

คำสำคัญ: สายพานลำเลียง, น้ำมันเครื่อง, น้ำมันไฮดรอลิกส์, น้ำมันดีเซล

Abstract

This paper presents the experimental study of the effects of various operating parameters, such as the incline angle and speed of flat belt conveyer. The incline angle is designed to be adjustable for four degrees 20, 30, 45 and 60 degree. The initial speed of belt is 50 rpm and the speed belt is designed to be increasing 10 rpm for each test condition. There are 3 types of tested oil: machine lubricant, hydraulic oil and diesel oil. The experiment shows the maximum of oil separation condition is 30 degree of incline angle and 120 rpm of belt speed which made the separation rate: machine lubricant is 2.45 liter/min, hydraulic oil is 2.1 liter/min, and diesel oil is 1.63 liter/min

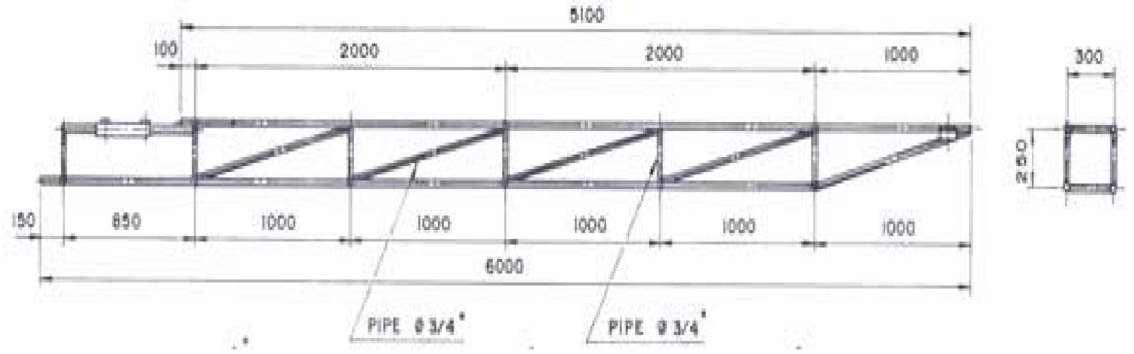
Keyword: flat belt conveyer, machine lubricant, hydraulic oil, diesel oil

1. บทนำ

ในงานอุตสาหกรรมหลายประเภท เป็นแหล่งที่มา ที่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะต่าง ๆ เช่น ฝุ่นละออง ควัน สารเคมี รวมทั้งปัญหามลภาวะของน้ำที่เกิดจากคราบน้ำมัน ฯลฯ ปัญหามลภาวะของคราบน้ำมันที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากน้ำมัน นับเป็นปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งที่ก่อให้เกิดผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งแวดล้อม แหล่งน้ำใดที่มีคราบน้ำมันปะปนอยู่ย่อมทำให้เกิดประโยชน์ในการใช้น้ำลดลง ซึ่งจะมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในบริเวณแหล่งน้ำนั้นโดยตรง ในปัจจุบันนี้มีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นมากมาย เมื่อมีโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้นปัญหามลภาวะจึงมากขึ้นตามมา อุตสาหกรรมประเภทหนึ่ง ซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะอย่างมากก็คือ อุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก อุตสาหกรรมประเภทนี้ ทำให้เกิดมลภาวะทั้งฝุ่นละอองจากการหลอมโลหะและการเกิดคราบน้ำมันในน้ำจากกระบวนการผลิตในงานรีดร้อน ฉะนั้นถ้ามีกระบวนการกำจัดของเสียเหล่านี้ก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำก็จะเป็นผลดีต่อสภาวะแวดล้อม

ในบทความนี้ได้ทำการศึกษา การแยกคราบน้ำมันจากผิวน้ำ โดยใช้หลักการขนถ่ายด้วยสายพานลำเลียง[2] โดยพิจารณาถึงตัวแปรที่มีผลต่อการแยกคราบน้ำมัน ได้แก่ มุมเอียง และความเร็วรอบของสายพาน และประเภทของคราบน้ำมัน เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการแยกคราบน้ำมันออกจากผิวน้ำ

2. อุปกรณ์การทดลอง



หน่วย : มิลลิเมตร (mm)

รูปที่ 1 ขนาดของโครงถักชุดทดลอง

การออกแบบชุดทดลองนั้น ขนาดของโครงถักที่ทำการออกแบบ มีความกว้างประมาณ 300x 300 mm และ มีความยาว 6000 mm ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก ๆ อยู่ 4 ส่วน[1] ดังนี้ คือ โครงสร้างเครื่อง, สายพานแบน, ชุดลูกกลิ้งตัวขับ และ ชุดลูกกลิ้งตัวตาม โดยโครงสร้างเครื่องจะใช้วัสดุท่อเคลือบกาวาไนท์ เนื่องจากทนทานต่อการผุกร่อนได้ดี โดยได้ทำการออกแบบในลักษณะโครงถักแบบระนาบ (ดังรูปที่ 1) สายพานแบนจะเป็นอุปกรณ์ในการพาคราบน้ำมันขึ้นมาจากน้ำ ซึ่งจากการคำนวณและวิเคราะห์ตามสภาวะการการใช้งานนั้น ทำการเลือกสายพานแบนที่นำมาใช้งานเป็นสายพานแบนแบบถัก[3] มีขนาดความกว้าง 151 mm และมีความหนา 4 mm ส่วนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลึงตัวขับและตัวตาม เท่ากับ 165 mm และได้รับการส่งกำลังมาจากมอเตอร์เกียร์ขนาด 0.75 kW output 50 rpm ซึ่งมีรายละเอียดส่วนประกอบต่างๆ ของชุดทดลอง ดังรูปที่ 2

3. การทดลอง

1. ทำการติดตั้งชุดทดลองเครื่องแยกคราบน้ำมัน ดังรูปที่ 2

2.ปรับมุมเอียงของชุดทดลอง โดยให้สายพานทำมุมเอียง 20 องศากับแนวระดับ

3. ทำการจำกัดพื้นที่ของคราบน้ำมันเครื่อง โดยใช้วิธีติดตั้งทุ่นลอยบริเวณพื้นที่ทดลอง เพื่อให้มีความหนาของชั้นผิวคราบน้ำมันกระจายอย่างสม่ำเสมอ

4.ปรับความเร็วรอบของสายพาน กำหนดให้ความเร็วของสายพานเริ่มต้นที่ 50 rpm

5. ทำการจับเวลาขณะชุดทดลองเริ่มทำงาน ที่เวลา 1 นาที, 2 นาที และ 3 นาที บันทึกผลการทดลอง

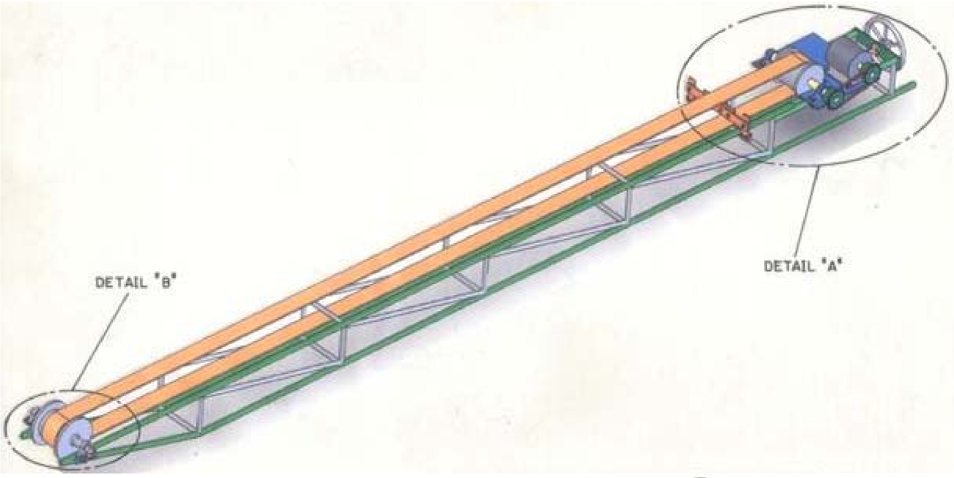
6. เพิ่มความเร็วรอบของสายพานขึ้นอีก10 rpm ทำการทดลองซ้ำข้อที่ 5 และบันทึกผลการทดลอง

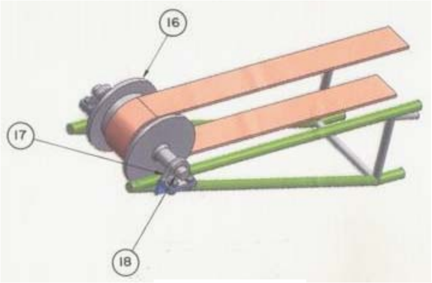
7.เปลี่ยนชนิดของคราบน้ำมันที่ ใช้ในการทดลอง จากคราบน้ำมันเครื่อง เป็นคราบน้ำมันไฮดรอลิกส์ และคราบน้ำมันดีเซล ตามลำดับ และ ทำการทดลองซ้ำข้อที่ 3-6

8. ปรับมุมเอียงของสายพานจากชุดทดลอง ให้เอียงทำมุม 30, 45 และ 60 องศากับแนวระดับ ตามลำดับ และทำการทดลองซ้ำข้อที่3-7

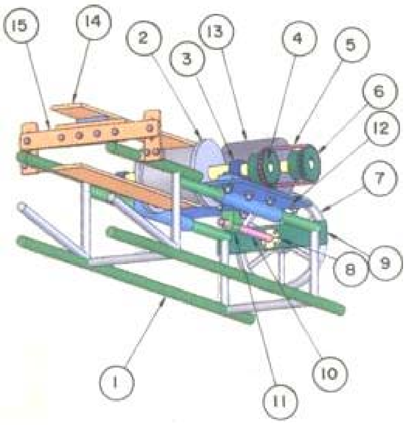
ซึ่งจากการทดลองสามารถหาประสิทธิภาพการทำงานของชุดทดลองเครื่องแยกคราบน้ำมัน จากสมการดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพเครื่องแยกคราบน้ำมัน} = \frac{\text{ปริมาณคราบน้ำมันที่แยกเก็บได้}}{\text{ปริมาณคราบน้ำมันทั้งหมด}} \times 100\%$$





DETAIL B

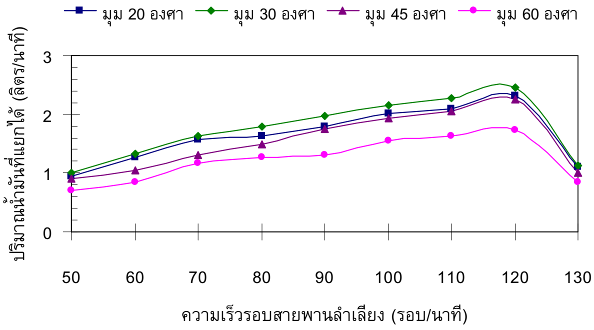


DETAIL A

1. Frame	2. Driver Roller	3. Bearing	4. Chain Coupling	5. Chain	6. Chain Coupling
7. Handle	8. Lock Ring	9. End Plate	10. Adjust Screw	11. Nut	12. Base Plate
13. Geared Motor	14. Flat Belt	15. Oil Slice Plate	16. Driven Roller	17. Roller Support	18. Bush

รูปที่ 2 องค์ประกอบชิ้นส่วนชุดทดลองเครื่องแยกคราบน้ำมัน

4. ผลการทดลอง

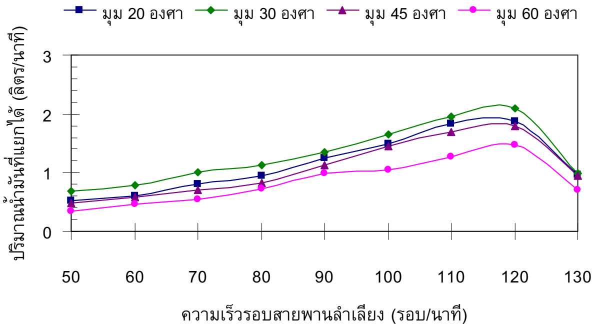


รูปที่ 3 ปริมาณคราบน้ำมันเครื่องที่แยกได้ ที่มุมเอียงของสายพาน 20, 30, 45 และ 60 องศา ณ. ความเร็วรอบต่างๆ ของสายพาน

จากผลการทดลองการแยกคราบน้ำมันจากผิวน้ำ โดยการวัดปริมาณคราบน้ำมันที่แยกเก็บได้ ซึ่งการทดลองได้ทำการหาตัวแปรที่มีผลต่อการแยกคราบน้ำมัน ได้แก่ มุมเอียง และความเร็วรอบของสายพาน และชนิดของคราบน้ำมัน ดังนี้

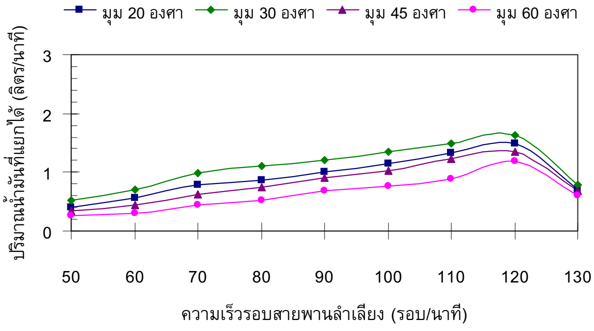
จากรูปที่ 3 ผลที่ได้จากการทดลองพบว่า ในช่วงความเร็วรอบของสายพานที่ 50-80 rpm ปริมาณคราบน้ำมันเครื่องที่แยกได้อยู่ในปริมาณใกล้เคียงกัน แต่หลังจากความเร็วรอบของสายพานที่ 90 rpm เป็นต้นไป พบว่า ปริมาณคราบน้ำมันเครื่องที่แยกเก็บได้เริ่มมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น จนกระทั่งความเร็วรอบของสายพานที่ 120 rpm จะสามารถแยกคราบน้ำมันเครื่องได้มากที่สุด ที่มุมเอียงของสายพานลำเลียง 30, 20, 45 และ 60 องศา เท่ากับ 2.45, 2.32, 2.25 และ 1.73 ลิตร/นาที ตามลำดับ และ เมื่อความเร็วรอบของสายพานมากกว่า 120 rpm ซึ่งจากการทดลองคือ ที่ความเร็วรอบของสายพาน เท่ากับ 130 rpm ผลปรากฏว่าปริมาณคราบน้ำมันเครื่องที่แยกเก็บได้ที่มุมเอียงของสายพานต่าง ๆ มีแนวโน้มลดลง ซึ่งปริมาณคราบน้ำมันที่เก็บได้ดังกล่าว จะมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณคราบน้ำมันที่เก็บได้ที่ความเร็วรอบของสายพาน 50-70 rpm(ความเร็วรอบต่ำ) สาเหตุเนื่องจาก ที่ความเร็วรอบของสายพานสูงเกินไป มีผลทำให้สายพานเริ่มเกิดการสะบัดมากขึ้น ซึ่งการ

สะบัดของสายพานทำให้เกิดคลื่นบริเวณผิวน้ำ คราบน้ำมันจึงเกาะติดสายพานขึ้นมาได้บางส่วนเท่านั้น ปริมาณของการกักเก็บจึงได้น้อยลง



รูปที่ 4 ปริมาณคราบน้ำมันไฮดรอลิกส์ที่แยกได้ ที่มุมเอียงของสายพาน 20, 30, 45 และ 60 องศา ณ. ความเร็วรอบต่างๆ ของสายพาน

จากรูปที่ 4 พบว่า ผลที่ได้จากการแยกคราบน้ำมันไฮดรอลิกส์มีลักษณะแนวโน้มที่ใกล้เคียงกันมากกับรูปที่ 3 โดยเฉพาะในช่วงความเร็วรอบของสายพานที่ 50-90 rpm ส่วนในช่วงความเร็วรอบของสายพานที่มากกว่า 90 rpm เป็นต้นไป ก็จะมีผลเช่นเดียวกับรูปที่ 3 แต่ปริมาณคราบน้ำมันที่แยกได้จะน้อยกว่ารูปที่ 3 ในทุกๆ ความเร็วรอบ ซึ่งสามารถแยกคราบน้ำมันได้สูงสุด ณ. ความเร็วรอบของสายพานที่ 120 rpm จะสามารถแยกคราบน้ำมันไฮดรอลิกส์ ได้มากที่สุด ที่มุมเอียงของสายพานลำเลียง 30, 20, 45 และ 60 องศา เท่ากับ 2.10, 1.88, 1.80 และ 1.46 ลิตร/นาที ตามลำดับ



รูปที่ 5 ปริมาณคราบน้ำมันดีเซลที่แยกได้ ที่มุมเอียงของสายพาน 20, 30, 45 และ 60 องศา ณ. ความเร็วรอบต่างๆ ของสายพาน

จากผลการทดลองในรูปที่ 5 ผลของปริมาณคราบน้ำมันที่แยกเก็บได้มีลักษณะเดียวกับ รูปที่ 3 และ 4 ซึ่งจากการทดลองดังรูปที่ 3-5 พบว่าที่มุมเอียงของสายพานกว้างขึ้นมีผลทำให้ ปริมาณคราบน้ำมันที่แยกเก็บได้จะลดลง โดยจะสามารถแยกคราบน้ำมันดีเซล ได้มากที่สุด ที่มุมเอียงของสายพานลำเลียง 30, 20, 45 และ 60 องศา เท่ากับ 1.63, 1.49, 1.35 และ 1.19 ลิตร/นาที ตามลำดับ

5. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อ การแยกคราบน้ำมันได้แก่ ความเร็วรอบและมุมเอียงของสายพานลำเลียง และชนิดของคราบน้ำมัน โดยพิจารณา ได้ดังนี้

1. เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น ปริมาณของการแยกเก็บคราบน้ำมันจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากน้ำมันที่เกาะติดมากับสายพานจะมาถึงใบกวาดน้ำมันได้รวดเร็ว ทำให้การกักเก็บน้ำมันได้ปริมาณมากกว่าที่ความเร็วรอบต่ำ จะเห็นได้ว่าความเร็วรอบที่เหมาะสมในการกักเก็บนั้นคือ 120 rpm ในขณะรอบที่ 130 rpm สายพานเริ่มเกิดการสะบัดมากขึ้น ซึ่งการสะบัดของสายพานทำให้เกิดคลื่นบริเวณผิวน้ำ น้ำมันจึงเกาะติดสายพานขึ้นมา ได้บางส่วนเท่านั้น ปริมาณของการกักเก็บจึงได้น้อยลง

2. มุมเอียงของสายพานลำเลียง เป็นตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อการแยกเก็บคราบน้ำมัน พบว่าจากการทดลอง การวางเครื่องในมุมเอียง 30 องศาจะได้ปริมาณการแยกเก็บของน้ำมันมากกว่าการวางเครื่องในมุมเอียง 20, 45 และ 60 องศา เพราะในมุมองศาที่มีความชันมากขึ้น น้ำมันบางส่วนจะตกลงมาก่อนจะถึงใบกวาดน้ำมันเนื่องมาจากแรงโน้มถ่วงของโลก ส่วนในมุมเอียงที่ 20 องศาจะแยกเก็บคราบน้ำมันได้ใกล้เคียงกับที่มุมเอียง 30 องศา แต่จะใช้พื้นที่การติดตั้งมากเกินไป

3. น้ำมันที่ใช้ในการทดลอง มีทั้งสิ้น 3 ชนิด คือ น้ำมันเครื่อง, น้ำมันไฮดรอลิกส์ และน้ำมันดีเซล โดยน้ำมันทั้ง 3 ชนิดมีความหนืดที่ต่างกัน โดยน้ำมันเครื่องจะมีความหนืดมากที่สุด รองลงมาคือ น้ำมันไฮดรอลิกส์ และ น้ำมันดีเซล ตามลำดับ ผลของการทดลองแสดงให้เห็นว่า น้ำมันเครื่องซึ่งมีความหนืดมากกว่าน้ำมันไฮดรอลิคและดีเซล จะได้ปริมาณของการแยกเก็บมากที่สุด

4.ประสิทธิภาพสูงสุดของชุดทดลอง เมื่อทำการแยกคราบน้ำมันเครื่องจะได้ เท่ากับ 98 เปอร์เซ็นต์, คราบน้ำมันไฮดรอลิกส์ เท่ากับ 84 เปอร์เซ็นต์ และ คราบน้ำมันดีเซล 65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

6. กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณ บริษัท ทิโก้ สตีล (ประเทศไทย) จำกัด ที่อุดหนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Robert C. Juvinall and Kurt M. Marshek , “Fundamentals of Machine Component Design”, Third Editions, 2003

[2] วุฒิพงศ์ อำนวยวิทยากุล และคณะ, 2542, “การศึกษาวิธีการกำจัดคราบน้ำมันกรณีเรือบรรทุกน้ำมันรั่ว”, ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[3] http://www.skimtech.com