

บุญส่ง สมุทรประภุด  
สมิทธิ์ เอี่ยมสะอาด  
วีรวัฒน์ สุตรสุวรรณ

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร  
หนองจอก กรุงเทพฯ 10530

# เครื่องกำจัดคราบน้ำมันในแหล่งน้ำปิด แบบสายพาน

## A BELT-TYPE OIL FILM REMOVER FOR CONFINED WATER RESERVOIR

การรั่วของน้ำมันคือปัญหาหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม บทความนี้  
เสนอการออกแบบและสร้างเครื่องกำจัดคราบน้ำมันในแหล่งน้ำปิด คราบน้ำมันจะถูก  
ลำเลียงเข้าสู่ถังเก็บ โดยอาศัยสายพานยางที่มีคุณสมบัติการเปียกผิวที่ดีในการดูดซับครา  
บน้ำมัน

*The leakage of crude oil is a problem that affects to the environment. This  
paper presents of an oil film remover machine for confined water reservoir. Oil film is  
conveyed to a chamber by a rubber belt, which has high wettability property*

### 1. บทนำ

เนื่องจากสภาพแวดล้อมในประเทศไทยค่อยๆเสื่อมลง  
ทุกขณะ ไม่ว่าจะเป็นสภาพทางสังคม สภาพทางเศรษฐกิจและ  
สภาพทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งสภาพทางสิ่งแวดล้อมก็เป็นปัญหาหนึ่งที่  
ทวีความรุนแรงมากขึ้นไม่ว่าจะเป็นมลภาวะจากอากาศ มลภาวะ  
จากเสียงและมลภาวะทางน้ำซึ่งเป็นกรณีที่เรากำลังทำการ  
พิจารณาศึกษาโดยมลพิษทางน้ำนั้นมีสาเหตุมาหลายทาง เช่น การ  
ทิ้งน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำเสียจากบ้านเรือนที่พักอาศัย  
และอีกอย่างหนึ่งที่ใกล้ตัวเราก็คือน้ำมันเครื่องรถที่พบเห็นได้จาก  
แหล่งน้ำทั่วไป ซึ่งเป็นผลอันมาจากการรั่วไหลของน้ำมันลงสู่  
แหล่งน้ำ และทำให้เกิดผลกระทบต่อไม่ว่าจะเป็นทางด้านกายภาพ  
เช่นขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชใต้น้ำ ผลกระทบทางด้านชีว  
ภาพต่อพืชและสัตว์น้ำ และผลกระทบต่ออันสุดท้ายก็คือ สภาพทาง  
ด้านเศรษฐกิจ งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษารวบรวมวัสดุที่มี  
คุณสมบัติที่ดีสำหรับการดูดซับคราบน้ำมันและได้ทำการออกแบบ  
ถึงตัวเครื่องกำจัดคราบน้ำมันโดยใช้ชุดสายพานยางในการดูดซับ  
คราบน้ำมัน ในการออกแบบเครื่องกำจัดคราบน้ำมันแบบ Belt type  
นี้จุดมุ่งหมายเพื่อที่จะนำมากำจัดคราบน้ำมันในแหล่งน้ำปิด หมาย  
ถึงแหล่งน้ำที่ไม่มีการไหลของน้ำ เครื่องกำจัดคราบน้ำมันชนิดนี้จะ  
ประกอบไปด้วยชุดสายพานยางโดยมีมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนสายพาน  
ในการหมุนเพื่อให้สายพานยางเป็นตัวดูดซับคราบน้ำมัน

### 2. การศึกษาถึงคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาเลือกใช้ กับเครื่องกำจัดคราบน้ำมัน

ในอดีตได้มีการศึกษาทดลองถึงการเปรียบเทียบถึงความ  
สามารถในการเปียกผิวของวัสดุต่างชนิดกันคือ พีวีซี ยาง เหล็ก  
เหล็กไร้สนิม อลูมิเนียม โดยได้ทำการทดสอบแรงตึงผิวโดยใช้  
เครื่องTensiometer[4] ดังรูปที่1 เพื่อใช้ในการหาค่าแรงตึงผิวของ

น้ำ แรงตึงผิวของน้ำมันและแรงตึงผิวระหว่างน้ำมันและน้ำ และใช้เครื่องมือวัด  
ค่ามุมสัมผัสโดยใช้เครื่อง Wettability cell เพื่อหาค่ามุมสัมผัสของหยดน้ำและ  
น้ำมันที่ผิวของวัสดุ ซึ่งจากผลการทดสอบนี้ทำให้เราทราบถึงค่างานที่ต้องใช้  
ในการดูดซับโมเลกุลของสารต่างชนิดกัน Adhesion work[3] ดังแสดงผลในตา  
รางที่1 จากผลการทดลองกับวัสดุในสภาวะที่ทดลองในบรรยากาศพบว่าผลการ  
ทดลองสอดคล้องกับคำอธิบายของ Zisman[2] เนื่องจากค่า  $\gamma_c$  ของวัสดุชนิด  
ต่างๆ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง  $1.85$  ถึง  $4.5 \times 10^{-2}$  N/m มีค่าน้อยกว่าแรงตึงผิว  
ของน้ำ ซึ่งมีค่าประมาณ  $7.14 \times 10^{-2}$  N/m ( $\gamma_L > \gamma_c$ ) ดังนั้นจึงพบว่าน้ำจะเกาะ  
เป็นหยดที่ผิวของวัสดุเมื่อทดลองกับวัสดุกับน้ำในบรรยากาศ และเนื่องจากค่า  
 $\gamma_c$  ของวัสดุชนิดต่างๆ มีค่าใกล้เคียงกับค่าแรงตึงผิวของน้ำมันที่ใช้ทดลองซึ่งมี  
ค่าประมาณ  $2.0 - 3.2 \times 10^{-2}$  N/m ( $\gamma_L < \gamma_c$ ) ดังนั้นจึงพบว่าน้ำมันที่ใช้  
ทดลองแผ่กระจายบนผิวของวัสดุเมื่อทดลองระหว่างวัสดุกับน้ำมันใน  
บรรยากาศ

วัสดุ	Adhesion work (N/M)		
	ที่ $\theta_w$	ที่ $\theta_o$	ที่ $\theta_{ow}$
เหล็ก	$7.14 \times 10^{-2}$	$5.3 \times 10^{-2}$	$1.43 \times 10^{-2}$
เหล็กไร้สนิม	$9.1 \times 10^{-2}$	$5.3 \times 10^{-2}$	$1.75 \times 10^{-2}$
อะลูมิเนียม	$1.0 \times 10^{-2}$	$5.3 \times 10^{-2}$	$2.89 \times 10^{-2}$
พีวีซี	$7.6 \times 10^{-2}$	$5.3 \times 10^{-2}$	$3.96 \times 10^{-2}$
ยาง	$8.5 \times 10^{-2}$	$5.3 \times 10^{-2}$	$4.13 \times 10^{-2}$

ตารางที่ 1. ผลการทดลอง แสดงค่า Adhesion Work ของวัสดุทั้ง 3 สภาวะ

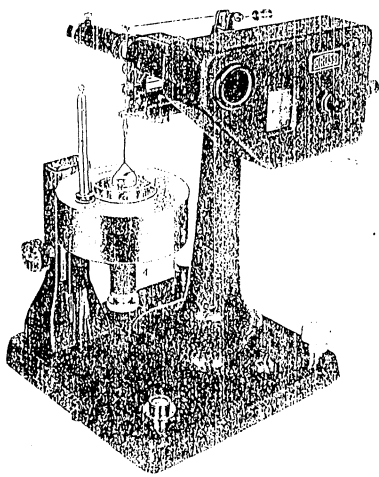
จากผลการทดลองในการพิจารณาการดูดซับ หรือความสามารถในการ  
เปียกผิวของวัสดุชนิดต่างๆ ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่1 พบว่าผลของการ  
ทดลองสอดคล้องกับสมการดังนี้[6]

$$Wadh_{(sw)} = \gamma_w (1 + \cos \theta_w)$$
 เมื่อทดลองกับวัสดุกับน้ำในบรรยากาศ

$Wadh_{(so)} = \gamma_o (1 + \cos \theta_o)$  เมื่อทดลองกับวัสดุกับน้ำมันในบรรยากาศ

$Wadh_{(so)w} = \gamma_{ow} (1 + \cos \theta_{ow})$  เมื่อทดลองกับวัสดุกับน้ำในน้ำ

จากสมการข้างต้นพบว่าแอดฮีชันของวัสดุกับน้ำหรือวัสดุกับน้ำมันเพิ่มมากขึ้น เมื่อค่ามุมสัมผัสลดลง และงานแอดฮีชันของวัสดุกับน้ำหรือวัสดุกับน้ำมันมีค่าลดลง เมื่อค่ามุมสัมผัสเพิ่มขึ้น และจากการทดลองระหว่างวัสดุกับน้ำในบรรยากาศ พบว่าอลูมิเนียมมีค่ามุมสัมผัสน้อยที่สุดประมาณ 66 องศา[1] ซึ่งทำให้ค่าของงานแอดฮีชันมีค่าประมาณ  $1.0 \times 10^{-2}$  N/m ส่วนการทดลองระหว่างน้ำมันในน้ำพบว่ายางมีค่ามุมสัมผัสน้อยที่สุดคือ ประมาณ 51 องศา ทำให้ค่าแอดฮีชัน มากที่สุดคือประมาณ  $4.13 \times 10^{-2}$  N/m จากการทดสอบวัสดุที่นำมาทดลองการเปียกผิวจะมีค่าประมาณ  $7.14 \times 10^{-2}$  N/m ซึ่งมีคุณสมบัติการเปียกผิวใกล้เคียงกันเมื่อทดลองวัสดุกับน้ำในบรรยากาศ ส่วนเมื่อทดลองวัสดุกับน้ำมันในบรรยากาศ พบว่าวัสดุชนิดต่างๆมีค่าแอดฮีชันประมาณ  $5.3 \times 10^{-2}$  N/m ซึ่งมีคุณสมบัติการเปียกผิวใกล้เคียงกันและเมื่อทดลองกับวัสดุกับน้ำมันในน้ำพบว่าวัสดุต่างๆมีค่างานแอดฮีชันอยู่ระหว่าง  $1.43-4.13 \times 10^{-2}$  N/m จึงมีคุณสมบัติเปียกน้ำมันใกล้เคียงกัน ดังนั้นจะพบว่าวัสดุที่จะดูดน้ำมันได้ดีนั้น จะต้องมีความแอดฮีชันที่สูงและมีมุมสัมผัสที่ต่ำ ซึ่งจากผลการทดลองจะพบว่ายางจะมีค่างานแอดฮีชันสูงที่สุดคือ  $4.13 \times 10^{-2}$  N/m และมีค่ามุมสัมผัสที่น้อยที่สุดคือ 51 องศา ฉะนั้นแล้วเราจึงทำการเลือกยางใช้ทำสายพานในชุดเครื่องจักรบำบัดน้ำมัน ดังแสดงในรูปที่1-3



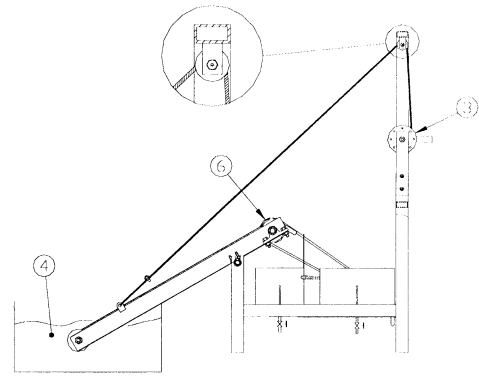
รูปที่ 1. เครื่องทดสอบแรงตึงผิว(Tensiometer)

### 3. การดำเนินการทดลองและวิจัย

ในการที่จะทดสอบเครื่องจักรบำบัดน้ำมันโดยใช้สายพานแบบยางเราได้ทำการศึกษาคูณสมบัติของเครื่องดังนี้

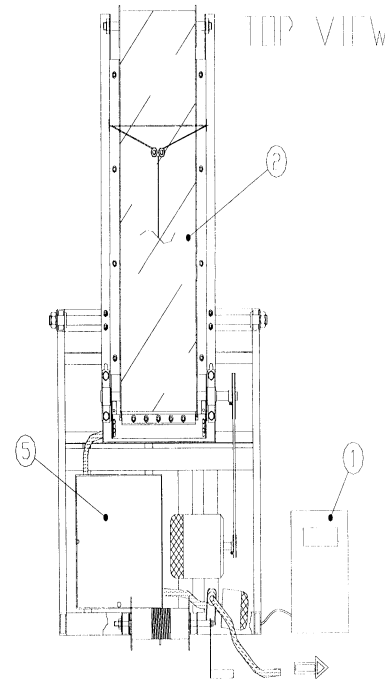
1. ทำการศึกษาถึงความเร็วรอบของเพลลาขับที่เหมาะสมในการเก็บคราบน้ำมัน
2. ทำการศึกษาถึงค่ามุมของสายพานที่เหมาะสมกับค่าความเร็วรอบ
3. ทำการศึกษาถึงอัตราการเก็บคราบน้ำมันของเครื่องจักรบำบัดน้ำมัน ณ. ความเร็วรอบของเพลลาขับและค่ามุมที่จะทำการจักรบำบัดน้ำมัน

SIDE VIEW



รูปที่ 2 ชุดเครื่องจักรบำบัดน้ำมันซึ่งประกอบไปด้วย (3) ชุดรอกซึ่งเป็นตัวจับและยึดชุดสายพาน (4)ชุดอ่างน้ำมันที่สามารถบรรจุปริมาณน้ำได้เท่ากับ 200 ลิตร (6)ตัวรีดน้ำมันจากสายพาน

TOP VIEW

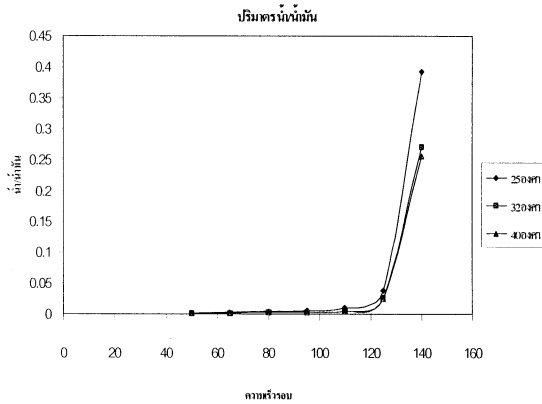


to 200 litre tank

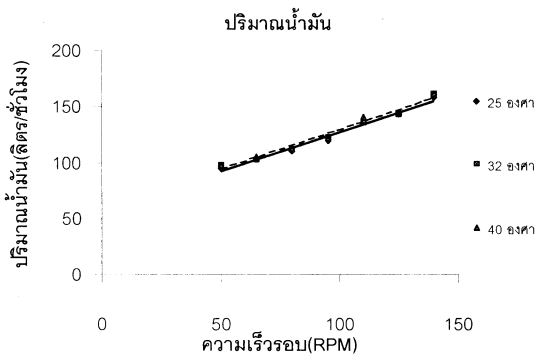
รูปที่ 3. ชุดเครื่องจักรบำบัดน้ำมันซึ่งประกอบไปด้วย (1)ชุดปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ที่เพลลาขับ(Inverter) (2)ชุดสายพานจักรบำบัดน้ำมันที่ทำจากยาง(Belt Type) (5)ชุดวัดปรับเทียบปริมาตรน้ำมัน (7)นาฬิกาจับเวลา

#### 4. การทดลอง

ทำการติดตั้งชุดสายพานขจัดคราบน้ำมันและวางตำแหน่งของสายพานให้ได้มุมมองตามที่ต้องการซึ่งจะทำการปรับค่ามุมค่าแรกที่25องศาโดยใช้ลูกรอกที่ติดตั้งอยู่หลังเครื่องในการปรับองศา จากนั้นทำการเติมน้ำและน้ำมันลงในอ่างพลาสติกจนกระทั่งสายพานขจัดคราบน้ำมันสามารถจุ่มลงในอ่างที่มีน้ำและน้ำมันอยู่ ทำการเติมน้ำมันลงในอ่างจำนวน4ลิตร โดยน้ำมันจะลอยตัวเต็มขอบอ่างพอดี เริ่มทำการปรับความเร็วรอบของเพลลาขับโดยเริ่มที่ความเร็วรอบ50รอบต่อนาที โดยที่จะทำการปรับความเร็วรอบที่ต่างๆโดยใช้ตัวควบคุมความเร็วรอบ(inverter) เมื่อเริ่มทำการกดปุ่มสวิตต์เดินเครื่องขจัดคราบน้ำมันให้เริ่มทำการจับเวลา2 นาที ระหว่างที่เครื่องกำลังเก็บคราบน้ำมันอยู่นั้นก็จะทำการเติมน้ำมันตัวอย่างลงในถังให้เต็มเรื่อยๆ เมื่อทำการทดลองครบ2นาทีจึงนำน้ำกับน้ำมันที่เก็บได้นำไปแยกออกจากกันและทำการวัดเปรียบเทียบโดยทำการเปรียบเทียบปริมาตรระหว่างปริมาตรน้ำและน้ำมัน ทำการบันทึกค่าลงในตารางการทดลอง และทำการเปิดเครื่องจนชุดคราบน้ำมันจนน้ำมันหมดจากอ่าง จากนั้นจึงเริ่มทำการใส่น้ำและน้ำมันชุดใหม่ลงไปและทำการปรับที่ความเร็วรอบใหม่ (65, 85, 110, 125, 145) และมุมมองของเครื่องใหม่และเริ่มทำการทดลองใหม่อีกครั้ง



รูปที่4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของน้ำกับน้ำมันที่เก็บได้ที่ความเร็วรอบต่างๆ



รูปที่5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรน้ำมันที่เก็บได้ที่ความเร็วรอบต่างๆ

#### 5. สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ได้แสดงไว้ในรูปที่4และ5จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วรอบให้กับเพลลาขับจะทำให้ปริมาณการดูดซับน้ำมันที่ชุดสายพานเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งเห็นได้ว่าการเพิ่มความเร็วรอบของเพลลาขับให้สูงมากขึ้น ทำให้อัตราการเก็บคราบน้ำมันสูงขึ้นด้วยแต่กระนั้นยิ่งความเร็วรอบยิ่งสูงก็จะทำให้ปริมาณน้ำติดตามขึ้นมามากด้วยเช่นกัน ซึ่งในการทดลองนี้พยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเพลลาขับกับปริมาณน้ำต่อน้ำมันที่เก็บได้ดังในรูปที่4 และความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเพลลาขับกับการเก็บปริมาณน้ำมันที่มูมเอียงที่กำหนดขึ้นดังในรูปที่5 ดังนั้นการหาความเร็วรอบที่เหมาะสมจึงต้องพิจารณาจากปริมาณของน้ำที่เก็บติดมาด้วย เมื่อทำการเพิ่มความเร็วรอบมากขึ้นปริมาณน้ำที่เก็บได้ก็จะมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งในการทดลองนี้มุ่งพิจารณาปริมาณน้ำมันที่เก็บได้ให้มีปริมาณน้ำน้อยที่สุด

จากการทดลองพบว่าที่ความเร็วรอบที่เหมาะสมไม่ควรใช้ความเร็วรอบเกิน 110 RPM เพราะว่ายิ่งความเร็วรอบสูงทำให้สายพานนำพาน้ำติดขึ้นมามากตามปริมาณน้ำมัน ส่วนในมุมมองของสายพานเก็บคราบน้ำมัน ที่เหมาะสมควรใช้มุมมองของสายพานมากกว่า 40 องศา

#### 6. แนวทางในการพัฒนาเครื่องขจัดคราบน้ำมัน

แนวทางในการพัฒนาเครื่องขจัดคราบน้ำมันนี้สามารถปรับปรุงให้เครื่องมีศักยภาพสูงขึ้นในการขจัดคราบน้ำมันไม่ว่าในแหล่งน้ำปิดหรือแหล่งน้ำเปิดและจะเป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพในการขจัดคราบน้ำมันได้ดีเลยทีเดียวดังมีหนทางการพัฒนาดังนี้

- 1.จากการออกแบบเครื่องขจัดคราบน้ำมันชนิดสายพานนี้สามารถนำมาแก้ไขปรับปรุงให้สามารถเก็บคราบน้ำมันให้ได้ปริมาณมากขึ้นโดยการเพิ่มพื้นที่ของยางเพื่อให้สามารถดูดซับคราบน้ำมันเพิ่มมากขึ้น
- 2.ทำการออกแบบติดตั้งเครื่องขจัดคราบน้ำมันบนเรือเพื่อใช้งานในแม่น้ำ,คลองแม้กระทั่งในทะเล

#### 7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายสมศักดิ์ โพธิ์ฉวิลเกียรติ นายอำนาจ สังข์เอี่ยม นายพล พูลสวัสดิ์ นักศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ที่ช่วยทำให้งานวิจัยฉบับนี้ประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดี

#### เอกสารอ้างอิง

[1] S.WU., "calculation of Interfacial Tension in Polymer system", J.Polymer sci, pp, 19-30, 1971

[2] W.A.Zisman, "Advances in chemistry", American chemical society, Washington, D.C., 1964

[3] W.D.Harkins, Z.phys.Chem., "The Physical chemistry of surface films, New York, pp. 139-647, 1952

[4] กรมวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

[5] บุญส่ง สมุทรประภูด, วิชัย พัฒนพล "การทดสอบคุณสมบัติการเปียกผิวของวัสดุ", ประชุมวิชาการเครื่องกลครั้งที่11, 2540

[6] ชรัตน์ รุ่งเรืองศิลป์, "น้ำมัน", กองวิเคราะห์ผลกระทบทบสิ่งแวดล้อม, 2533