



## บทที่ 5

### ผลของการทดลอง และการวิจารณ์

การรายงานผลของการทดลองแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อคือ 5.1 การแสดงผลของการศึกษาทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการเปียก (Wettability) ของวัสดุต่างชนิดกัน หัวข้อ 5.2 การแสดงผลของการศึกษาทดลองพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกวาดน้ำมันรูปทรงกระบอก และหัวข้อ 5.3 การแสดงผลของการศึกษาทดลองโดยใช้น้ำเสียที่มีน้ำมันลอยอยู่ที่ผิวจากโรงงานอุตสาหกรรม

#### 5.1 การแสดงผลของการศึกษาทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการเปียกได้ (Wettability) ของวัสดุต่างชนิดกัน

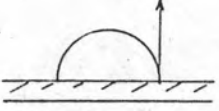
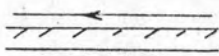

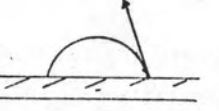
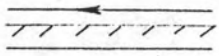
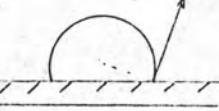

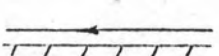


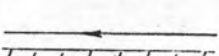

ดำเนินการทดลองดังในหัวข้อ 4.2.1 ตารางที่ 4.1 ได้ผลดังนี้  
จากการศึกษาทดลองโดยใช้เครื่องมือวัดค่าแรงตึงผิว (Tensiometer) ในการวัดค่าแรงตึงผิวของสาร

แรงตึงที่ผิวของน้ำ (Superfacial Tension of Water,  $\gamma_w$ ) มีค่าประมาณ  $7.2 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร แรงตึงที่ผิวของน้ำมันก๊าด (Superfacial Tension of Kerosene,  $\gamma_o$ ) มีค่าประมาณ  $3.0 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร แรงตึงผิวระหว่างน้ำกับน้ำมันก๊าด (Interfacial Tension between Water and Kerosene,  $\gamma_{ow}$ ) มีค่าประมาณ  $3.8 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร

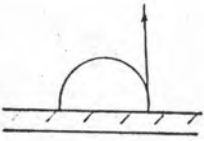
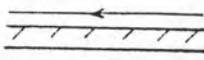
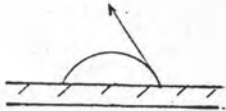
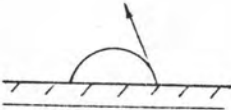
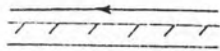
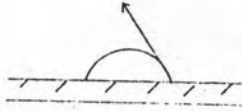
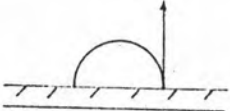
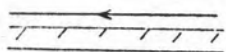
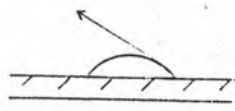
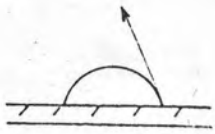
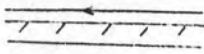
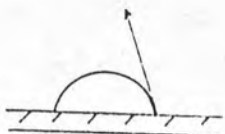
ค่ามุมสัมผัส (Contact Angle) ซึ่งหาได้โดยการใช้เครื่องมือวัดค่ามุมสัมผัส (Wettability Cell) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.1 ค่าของมุมสัมผัสเหล่านี้จะสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาเปรียบเทียบความสามารถในการเปียกได้ของวัสดุ และภาพปรากฏการณ์ของกลไกการเคลือบของน้ำมันบนผิวของวัสดุชนิดต่างๆ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.1 - 5.8

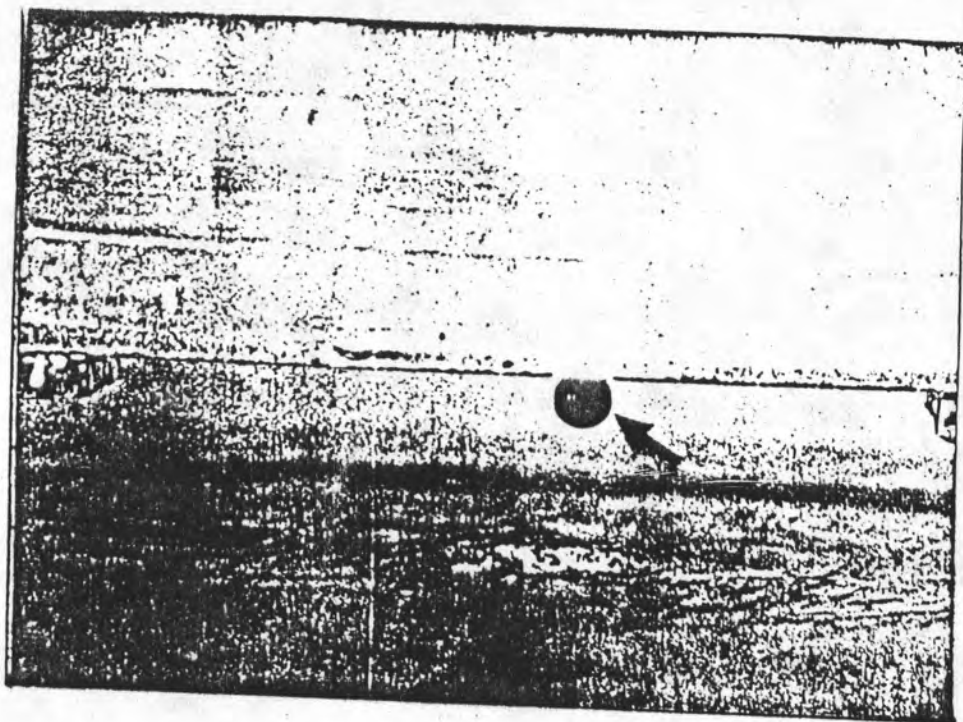
ตารางที่ 5.1

ผลของการศึกษาทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการเปียกตัวของวัสดุ

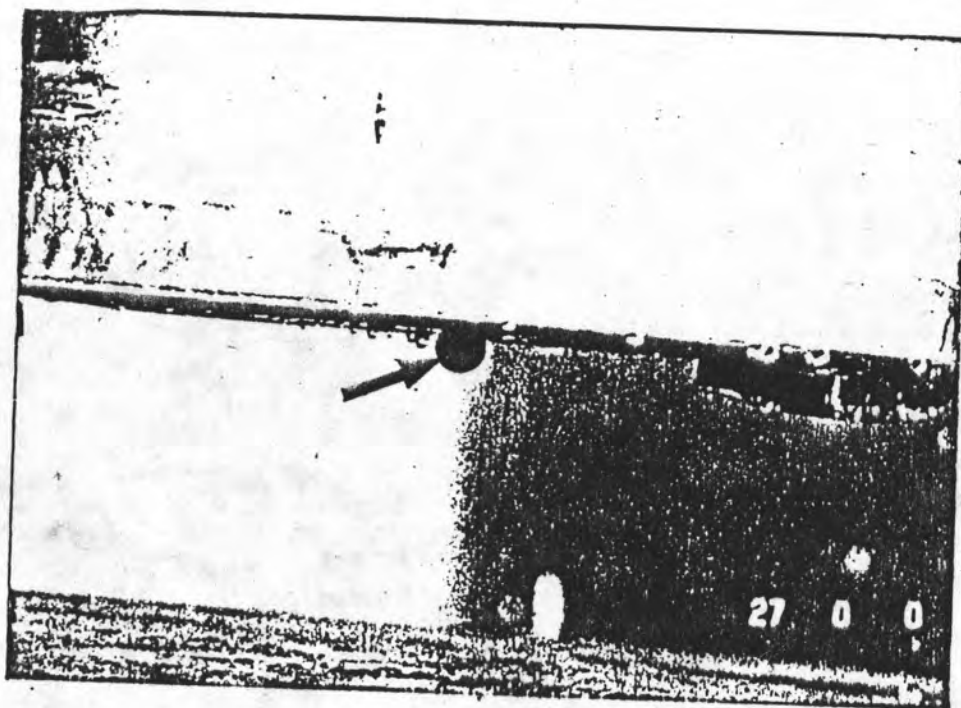
วัสดุ	ความมุมสัมผัส		
	$\theta_w$	$\theta_o$	$\theta_{ow}$
เหล็ก	 $\theta = 90^\circ$ $Wadh = 7.0 \times 10^{-3}$ นิวตันต่อเมตร	 $\theta = 0^\circ$ $Wadh = 6.0 \times 10^{-3}$ นิวตันต่อเมตร	 $\theta = 116^\circ$ $Wadh = 2.1 \times 10^{-3}$ นิวตันต่อเมตร
เหล็กโรสนิม	 $\theta = 74^\circ$ $Wadh = 9.18 \times 10^{-3}$ นิวตันต่อเมตร	 $\theta = 0^\circ$ $Wadh = 6.0 \times 10^{-3}$ นิวตันต่อเมตร	 $\theta = 108^\circ$ $Wadh = 2.23 \times 10^{-3}$ นิวตันต่อเมตร
ไม้สัก	 $\theta = 70^\circ$ $Wadh = 7.66 \times 10^{-3}$ นิวตันต่อเมตร	 $\theta = 0^\circ$ $Wadh = 6.0 \times 10^{-3}$ นิวตันต่อเมตร	 $\theta = 160^\circ$ $Wadh = 2.29 \times 10^{-4}$ นิวตันต่อเมตร
อลูมิเนียม	 $\theta = 66^\circ$ $Wadh = 1.0 \times 10^{-2}$ นิวตันต่อเมตร	 $\theta = 0^\circ$ $Wadh = 6.0 \times 10^{-3}$ นิวตันต่อเมตร	 $\theta = 82^\circ$ $Wadh = 4.33 \times 10^{-3}$ นิวตันต่อเมตร

ตารางที่ 5.1 ผลของการศึกษาทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการเปียกได้ของวัสดุ (ต่อ)

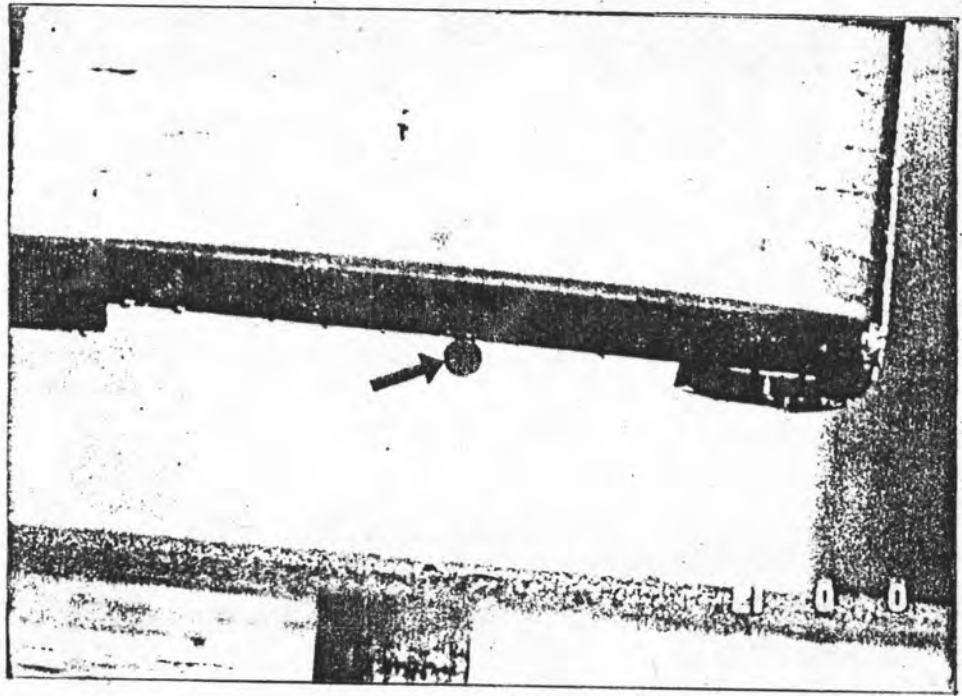
วัสดุ	ค่ามุมสัมผัส		
	$\theta_w$	$\theta_o$	$\theta_{ow}$
พิวซีผิวเรียบ	 $\theta = 86^\circ$ $Wadh = 7.7 \times 10^{-3}$ นีวตันต่อเมตร	 $\theta = 0^\circ$ $Wadh = 6.0 \times 10^{-3}$ นีวตันต่อเมตร	 $\theta = 56^\circ$ $Wadh = 5.93 \times 10^{-3}$ นีวตันต่อเมตร
พิวซีผิวหยาบ	 $\theta = 69^\circ$ $Wadh = 9.78 \times 10^{-3}$ นีวตันต่อเมตร	 $\theta = 0^\circ$ $Wadh = 6.0 \times 10^{-3}$ นีวตันต่อเมตร	 $\theta = 62^\circ$ $Wadh = 5.58 \times 10^{-3}$ นีวตันต่อเมตร
โพลีเอทิลีน	 $\theta = 90^\circ$ $Wadh = 7.2 \times 10^{-3}$ นีวตันต่อเมตร	 $\theta = 0^\circ$ $Wadh = 6.0 \times 10^{-3}$ นีวตันต่อเมตร	 $\theta = 40^\circ$ $Wadh = 6.71 \times 10^{-3}$ นีวตันต่อเมตร
โพลีเอทิลีน	 $\theta = 68^\circ$ $Wadh = 9.9 \times 10^{-3}$ นีวตันต่อเมตร	 $\theta = 0^\circ$ $Wadh = 6.0 \times 10^{-3}$ นีวตันต่อเมตร	 $\theta = 70^\circ$ $Wadh = 5.1 \times 10^{-3}$ นีวตันต่อเมตร



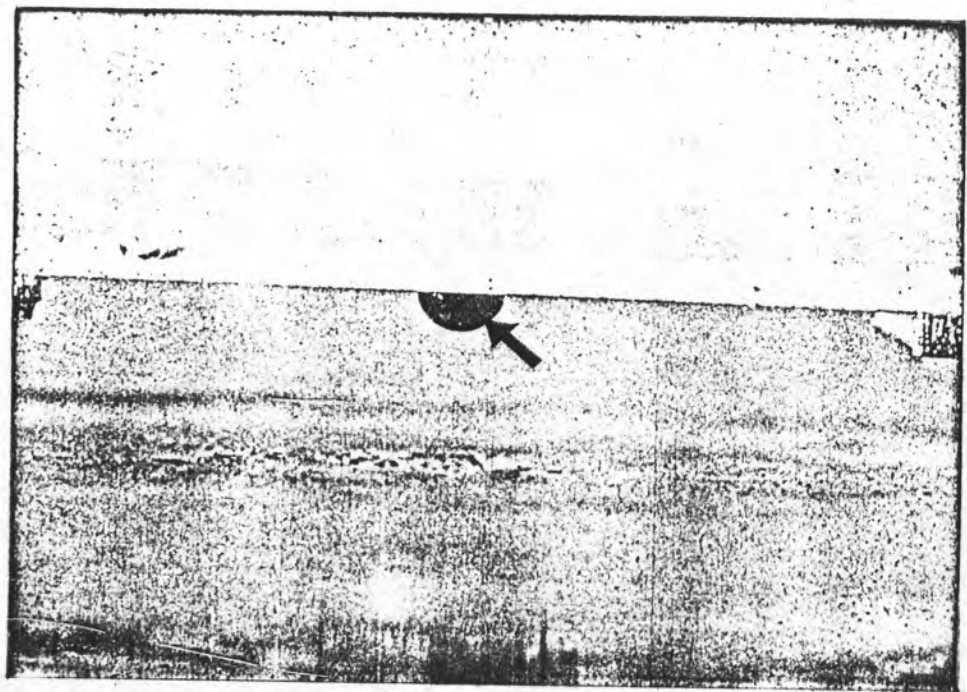
ภาพ 5.1 การเกาะติดของน้ำมันบนผิวของเหล็ก  
( ในสภาวะที่ทดลองกับวัสดุในน้ำ )



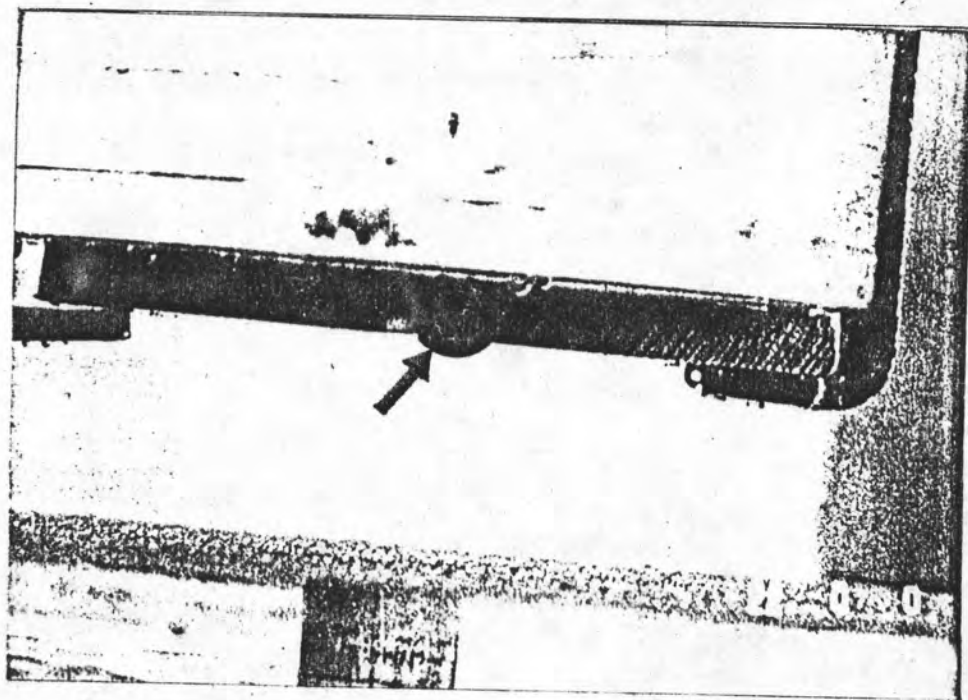
ภาพ 5.2 การเกาะติดของน้ำมันบนผิวของเหล็กไร้สนิม  
( ในสภาวะที่ทดลองกับวัสดุในน้ำ )



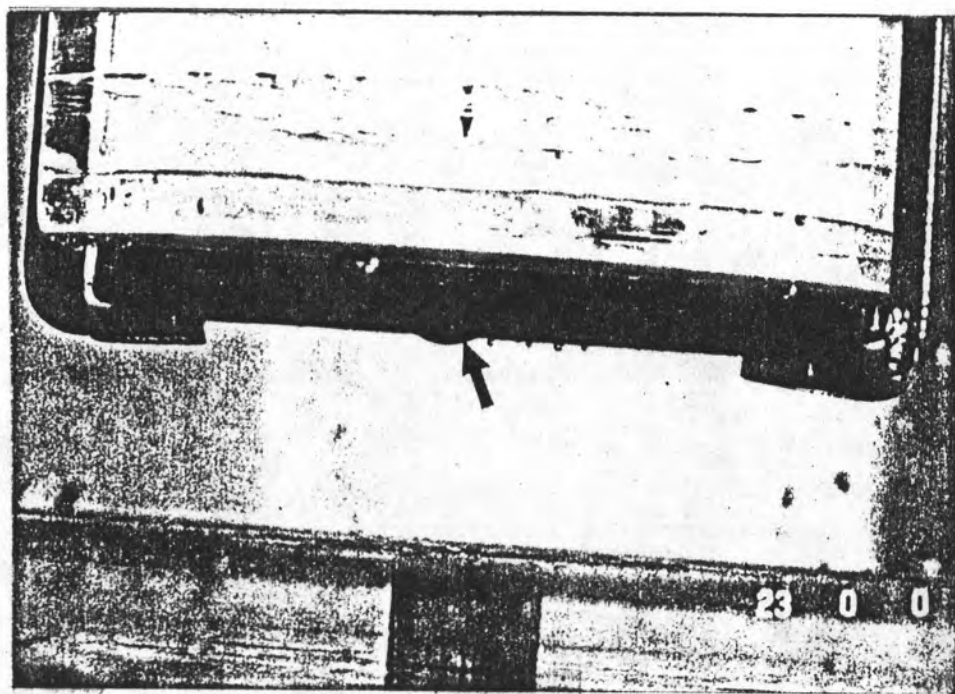
ภาพ 5.3                    การเกาะติดของน้ำมันเบนซินของไม้สัก  
 ( ในสภาวะที่ทดลองกับวัสดุในน้ำ )



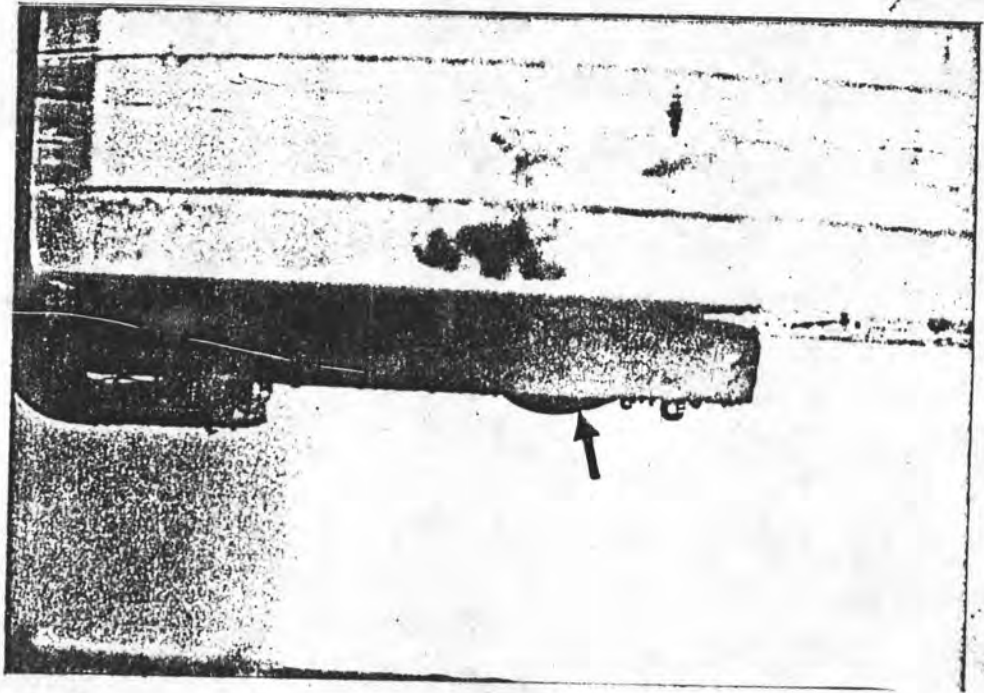
ภาพ 5.4 .                    การเกาะติดของน้ำมันเบนซินของอูมิเนียม  
 ( ในสภาวะที่ทดลองกับวัสดุในน้ำ )



ภาพ 5.5 การเกาะติดของน้ำมันบนผิวของพีวีซีผิวเรียบ ( ในสภาวะที่ทดลองกับวัสดุในน้ำ )

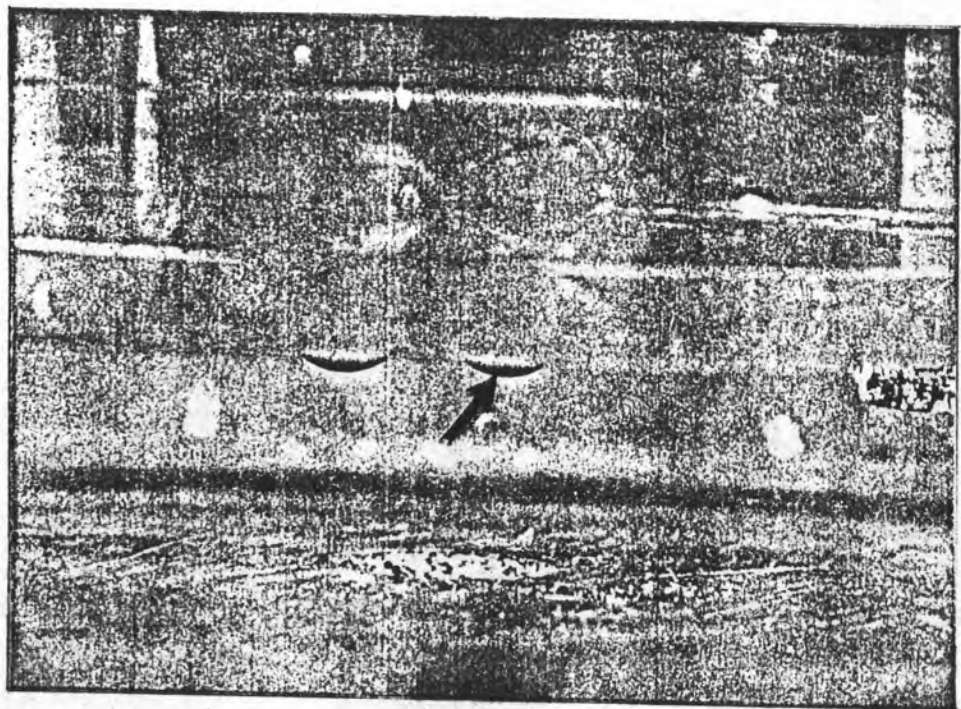


ภาพ 5.6 การเกาะติดของน้ำมันบนผิวของพีวีซีผิวหยาบ ( ในสภาวะที่ทดลองกับวัสดุในน้ำ )



ภาพ 5.7

การเกาะติดของน้ำมันบนผิวของฟลูโอโรคาร์บอน  
( ในสภาวะที่ทดลองกับวัสดุในน้ำ )



ภาพ 5.8

การเกาะติดของน้ำมันบนผิวของโพลีเอทิลีน  
( ในสภาวะที่ทดลองกับวัสดุในน้ำ )

จากผลของการทดลองที่แสดงไว้ในตารางที่ 5.1 ในการศึกษาทดลองกับวัสดุ ในสภาวะที่ทดลองในบรรยากาศ พบว่าผลของการทดลองสอดคล้องกับคำอธิบายของ Zisman (6) เนื่องจากค่า  $\gamma_c$  ของวัสดุชนิดต่างๆมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.85 ถึง  $4.5 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร มีค่าน้อยกว่าแรงตึงผิวของน้ำ ซึ่งมีค่าประมาณ  $7.2 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร ( $\gamma_L > \gamma_c$ ) ดังนั้นจึงพบว่าน้ำจะเกาะเป็นหยดที่ผิวของวัสดุ เมื่อทดลองวัสดุกับน้ำในบรรยากาศ และเนื่องจากค่า  $\gamma_c$  ของวัสดุชนิดต่างๆมีค่าใกล้เคียงกับค่าแรงตึงผิวของน้ำมันก๊าด ซึ่งมีค่าประมาณ  $2.5-3.0 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร ( $\gamma_L < \gamma_c$ ) ดังนั้นจึงพบว่าน้ำมันก๊าดแผ่กระจายบนผิวของวัสดุ เมื่อทดลองระหว่างวัสดุกับน้ำมันในบรรยากาศ

จากผลของการทดลอง ในการพิจารณาการดูดติด หรือ ความสามารถในการเปียกผิวของวัสดุชนิดต่างๆ ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 5.1 พบว่าผลของการทดลองสอดคล้องกับสมการ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Wadh}_{(SW)} &= \gamma_w(1+\cos\theta_w) && \text{เมื่อทดลองระหว่างวัสดุกับน้ำในบรรยากาศ} \\ \text{Wadh}_{(SO)} &= \gamma_o(1+\cos\theta_o) && \text{เมื่อทดลองระหว่างวัสดุกับน้ำมันในบรรยากาศ} \\ \text{Wadh}_{(SO)W} &= \gamma_{ow}(1+\cos\theta_{ow}) && \text{เมื่อทดลองระหว่างวัสดุกับน้ำมันในน้ำ} \end{aligned}$$

จากสมการข้างต้นพบว่า งานแอดฮีชันของวัสดุกับน้ำ หรือ วัสดุกับน้ำมันเพิ่มมากขึ้น เมื่อค่ามุมสัมผัสลดลง และงานแอดฮีชันของวัสดุกับน้ำ หรือ วัสดุกับน้ำมัน มีค่าลดลง เมื่อค่ามุมสัมผัสเพิ่มขึ้น และจากผลการทดลองระหว่างวัสดุกับน้ำในบรรยากาศ พบว่าอลูมิเนียมมีค่ามุมสัมผัสน้อยที่สุดประมาณ 66 องศา ซึ่งทำให้ค่าของงานแอดฮีชันมีค่าประมาณ  $1.01 \times 10^{-2}$  นิวตันต่อเมตร ส่วนเหล็กและฟลูออโรคาร์บอน มีค่ามุมสัมผัสประมาณ 90 องศา ทำให้มีค่าของงานแอดฮีชันประมาณ  $7.2 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร ซึ่งมีค่าน้อยกว่าของอลูมิเนียม

จากผลของการทดลองระหว่างวัสดุกับน้ำมันในน้ำพบว่าฟลูออโรคาร์บอนมีค่ามุมสัมผัสน้อยที่สุด คือประมาณ 40 องศา ทำให้มีค่าของงานแอดฮีชันมากที่สุด



คือประมาณ  $6.71 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร ส่วนไม้สักมีค่าของมุมสัมผัสมากที่สุด คือ 160 องศา ซึ่งทำให้มีค่าของงานแอดฮีชันน้อยที่สุด คือประมาณ  $2.29 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร

จากตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมุมสัมผัส งานแอดฮีชัน และแรงดึงระหว่างผิว ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.2 ในบทที่ 3 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลของการทดลองในตารางที่ 5.1 พบว่ามีความสอดคล้องกันคือ เมื่อมุมสัมผัสมีค่า 0 องศา น้ำมันจะแผ่กระจายบนผิวของวัสดุ งานแอดฮีชันมีค่ามากที่สุด คือเท่ากับ สองเท่าของค่าแรงดึงระหว่างผิวของน้ำกับน้ำมัน ซึ่งแสดงถึงการเปียกผิวหรือการติดที่ดี เมื่อมุมสัมผัสมีค่า 90 องศา น้ำมันเกาะเป็นรูปครึ่งทรงกลมบนผิวของวัสดุ งานแอดฮีชันมีค่าเท่ากับ ค่าของแรงดึงระหว่างผิวของน้ำกับน้ำมัน เมื่อมุมสัมผัสมีค่า 180 องศา น้ำมันเกาะเป็นรูปทรงกลมบนผิวของวัสดุ งานแอดฮีชันมีค่าเท่ากับ ศูนย์ ซึ่งแสดงถึงการการติดหรือเปียกผิวที่ไม่ดี

กรณีที่พิจารณาทางด้าน สัมประสิทธิ์ในการแผ่กระจาย ( Spreading Coefficient ) โดยนำมาอธิบายกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ดังตัวอย่างเช่นเมื่อดำเนินการทดลองกับวัสดุ ซึ่งได้แก่ ฟลูโอโรคาร์บอน พบว่า เมื่อทดลองวัสดุกับน้ำในบรรยากาศ งานแอดฮีชันของฟลูโอโรคาร์บอน มีค่าประมาณ  $7.2 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร งานโคฮีชันมีค่าเท่ากับสองเท่าของแรงดึงผิวของน้ำ ซึ่งมีค่าประมาณ  $144 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร จากสมการของสัมประสิทธิ์ในการแผ่กระจาย

$$\phi = W_{adh} - W_c$$

$$\text{แทนค่า } \phi = 7.2 \times 10^{-3} \text{ นิวตันต่อเมตร}$$

เนื่องจาก  $\phi$  มีค่าเป็นลบ จึงพบว่าน้ำเกาะเป็นหยดบนผิวของฟลูโอโรคาร์บอน ซึ่งพบว่าผลของการทดลองและทฤษฎีสอดคล้องกัน

เมื่อทดลองวัสดุกับน้ำมันในบรรยากาศพบว่างานแอดฮีชันของฟลูโอโรคาร์บอน มีค่าประมาณ  $6.0 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร งานแอดฮีชันมีค่าประมาณ  $6.0 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร ในกรณีนี้สัมประสิทธิ์ในการแผ่กระจายมีค่าเท่ากับ ศูนย์ น้ำมันจึงแผ่กระจายบนผิวของฟลูโอโรคาร์บอน

และเมื่อทดลองวัสดุกับน้ำมันในน้ำ งานแอตฮีชันของฟลูโอโรคาร์บอนมีค่าประมาณ  $6.71 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร งานโคฮีชันมีค่าประมาณ  $7.5 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร ในกรณีนี้พบว่า สัมประสิทธิ์ในการแผ่กระจายมีค่าเป็นลบ จากผลของการทดลองจึงพบว่าน้ำมันเกาะเป็นหยดบนผิวของฟลูโอโรคาร์บอน

สรุปผลของการทดลองในตารางที่ 5.1 วัสดุซึ่งได้แก่ อลูมิเนียม โพลีเอทิลีน พีวีซีผิวเรียบ พีวีซีผิวหยาบ ฟลูโอโรคาร์บอน เหล็ก เหล็กไร้สนิม และไม้สัก มีค่าของงานแอตฮีชัน ระหว่าง  $7.0 - 10.1 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร มีคุณสมบัติเปียกน้ำได้ใกล้เคียงกัน เมื่อทดลองวัสดุกับน้ำในบรรยากาศ ส่วนเมื่อทดลองวัสดุกับน้ำมันในบรรยากาศ พบว่าวัสดุชนิดต่างๆ มีค่าของงานแอตฮีชันประมาณ  $6.0 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร จึงมีคุณสมบัติเปียกน้ำมันได้ใกล้เคียงกัน และเมื่อทดลองวัสดุกับน้ำมันในน้ำ พบว่าวัสดุชนิดต่างๆ มีค่าของงานแอตฮีชัน ระหว่าง  $2.1 - 6.7 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร จึงมีคุณสมบัติเปียกน้ำมันได้ใกล้เคียงกัน ยกเว้นไม้สักซึ่งพบว่ามีค่าของงานแอตฮีชัน  $2.3 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร จึงมีคุณสมบัติเปียกน้ำมันได้ไม่ดี

## 5.2 การแสดงผลของการศึกษาทดลองพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกวาดน้ำมันรูปทรงกระบอก

การศึกษามิตเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกวาดน้ำมันรูปทรงกระบอก โดยการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แสดงผลไว้ดังในรูปที่ 5.9 - 5.36

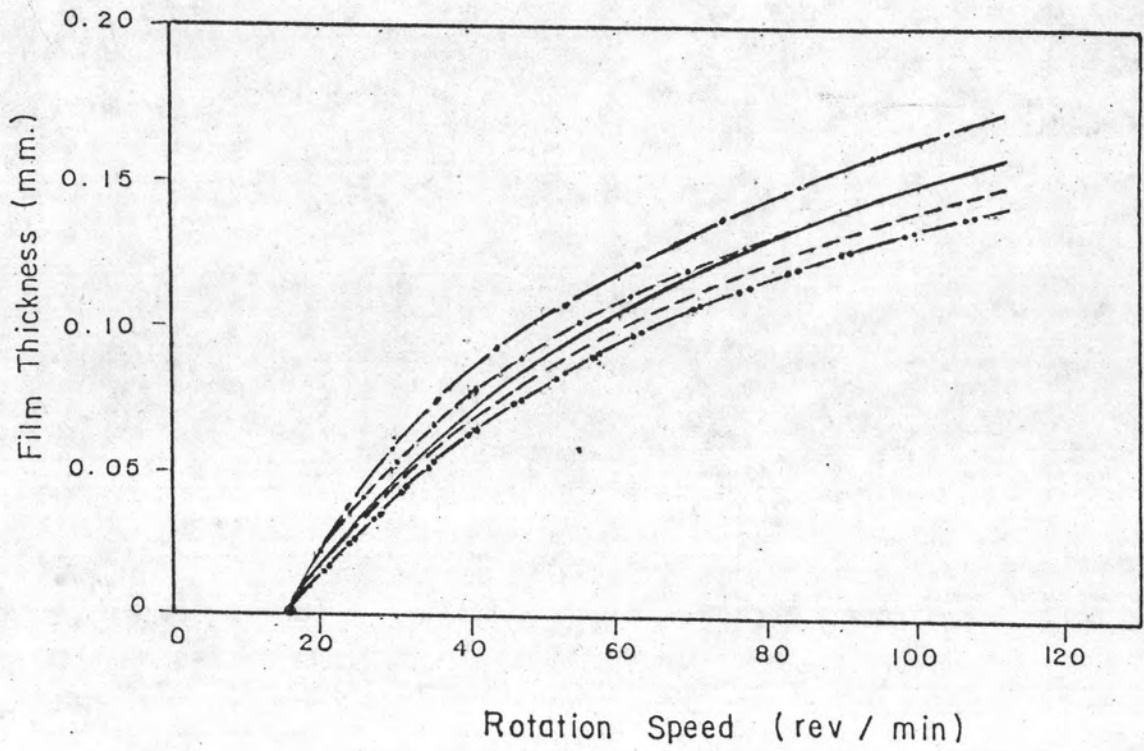
### 5.2.1 การศึกษาชนิดของวัสดุที่ใช้เป็นกระบอกหมุน

การศึกษานิตของวัสดุต่างๆที่จะนำมาใช้เป็นกระบอกหมุนนั้น ได้ดำเนินการทดลองโดยใช้วัสดุชนิดต่างๆซึ่งได้แก่ ฟลูโอโรคาร์บอน เหล็กไร้สนิม พีวีซีผิวเรียบ พีวีซีผิวหยาบ และไม้สัก ดำเนินการศึกษาดทดลองโดยแบ่งออกเป็น 2 สภาวะ คือ ก) สภาวะที่ปราศจากน้ำมัน การศึกษาดทดลองนี้ใช้ความเร็วรอบ (Rotation Speed) ของกระบอกหมุน ในช่วง 0-110 รอบต่อนาที โดยความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำที่ใช้ทดลองศึกษา ได้แก่ 0.5, 2.0 และ 3.5 ซม.

ข) สภาวะที่ทดลองกับน้ำมัน การศึกษาทดลองนี้ใช้ความเร็วรอบของกระบอกหมุนในช่วง 0-110 รอบต่อนาที ความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำ ได้แก่ 0.5 และ 1.0 ซม. ความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำมัน ได้แก่ 0.5 และ 1.0 ซม.

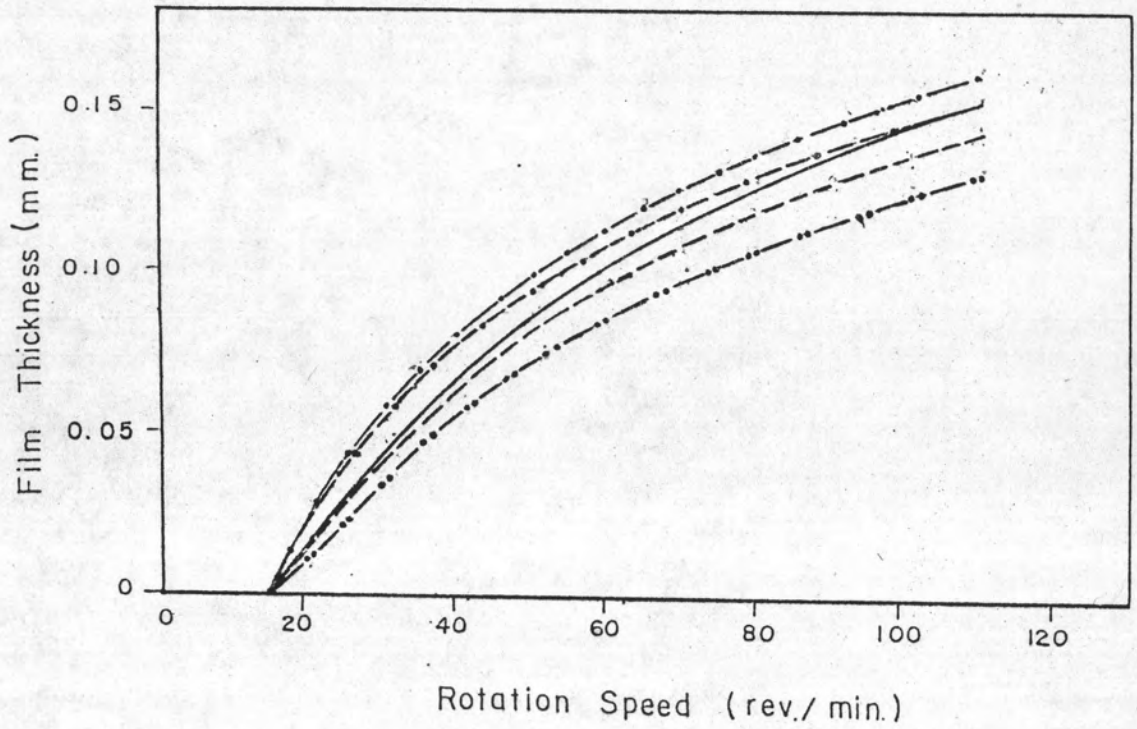
ก) ผลของการดำเนินการศึกษาทดลองชนิดของวัสดุที่ใช้เป็นกระบอกหมุนในสภาวะที่ปราศจากน้ำมัน ได้ผลดังรูปที่ 5.9 - 5.11 ซึ่งผลของการทดลองนี้แสดงผลในรูปของความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำที่ถูกดูดติดขึ้นมาบนผิวของกระบอกหมุน โดยหาได้จาก อัตราส่วนของปริมาณน้ำที่กวาดเก็บได้ (ลบ ซม.)หารด้วยผลคูณของเส้นรอบวง (ซม.) ความยาว (ซม.) และความเร็วรอบของกระบอกหมุน (รอบต่อนาที) ผลของการทดลองนี้พบว่าวัสดุที่ใช้เป็นกระบอกหมุนชนิดต่างๆ ซึ่งได้แก่ ฟลูออโรคาร์บอน เหล็กไร้สนิม พีวีซีผิวเรียบ พีวีซีผิวหยาบ และไม้สัก สามารถกวาดเก็บ หรือดูดติดน้ำ ขึ้นมาบนผิวของกระบอกหมุน ได้ความหนาชั้นฟิล์มของน้ำค่าสูงสุดใกล้เคียงกัน ประมาณ 0.12-0.15 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำที่กวาดเก็บได้มีค่าประมาณ 2.5-3.1 ลิตรต่อนาที และพบว่าได้ผลสอดคล้องกับผลของการทดลองที่ 5.1 ในตารางที่ 5.1 ซึ่งพบว่ากระบอกหมุนชนิดต่างๆ มีค่าของงานแอดฮีชันใกล้เคียงกันระหว่าง  $7.2-9.78 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร จึงมีคุณสมบัติที่ดูดติดน้ำได้ใกล้เคียงกัน

ข) ผลของการศึกษาทดลองในสภาวะที่ทดลองกับน้ำมัน จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบ ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมันที่ถูกกวาดเก็บ หรือ ดูดติดขึ้นมาบนผิวของกระบอกหมุน ดังรูปที่ 5.12-5.15 ซึ่งความหนาของชั้นฟิล์มหาได้จาก อัตราส่วนของ ปริมาณน้ำมันที่กวาดเก็บได้ (ลบ ซม. ต่อนาที) หารด้วยผลคูณของเส้นรอบวง (ซม.) ความยาว (ซม.) และความเร็วรอบกระบอกหมุน (รอบต่อนาที) จากผลของการทดลองพบว่า วัสดุที่ใช้เป็นกระบอกหมุนซึ่งได้แก่ ฟลูออโรคาร์บอน เหล็กไร้สนิม พีวีซีผิวเรียบ พีวีซีผิวหยาบ สามารถกวาดเก็บน้ำมันได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วงระหว่าง 3.3-4.0 ลิตรต่อนาที และปริมาณของความหนาของชั้นฟิล์มสูงสุด มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงระหว่าง 0.15-0.19 มิลลิเมตร นอก



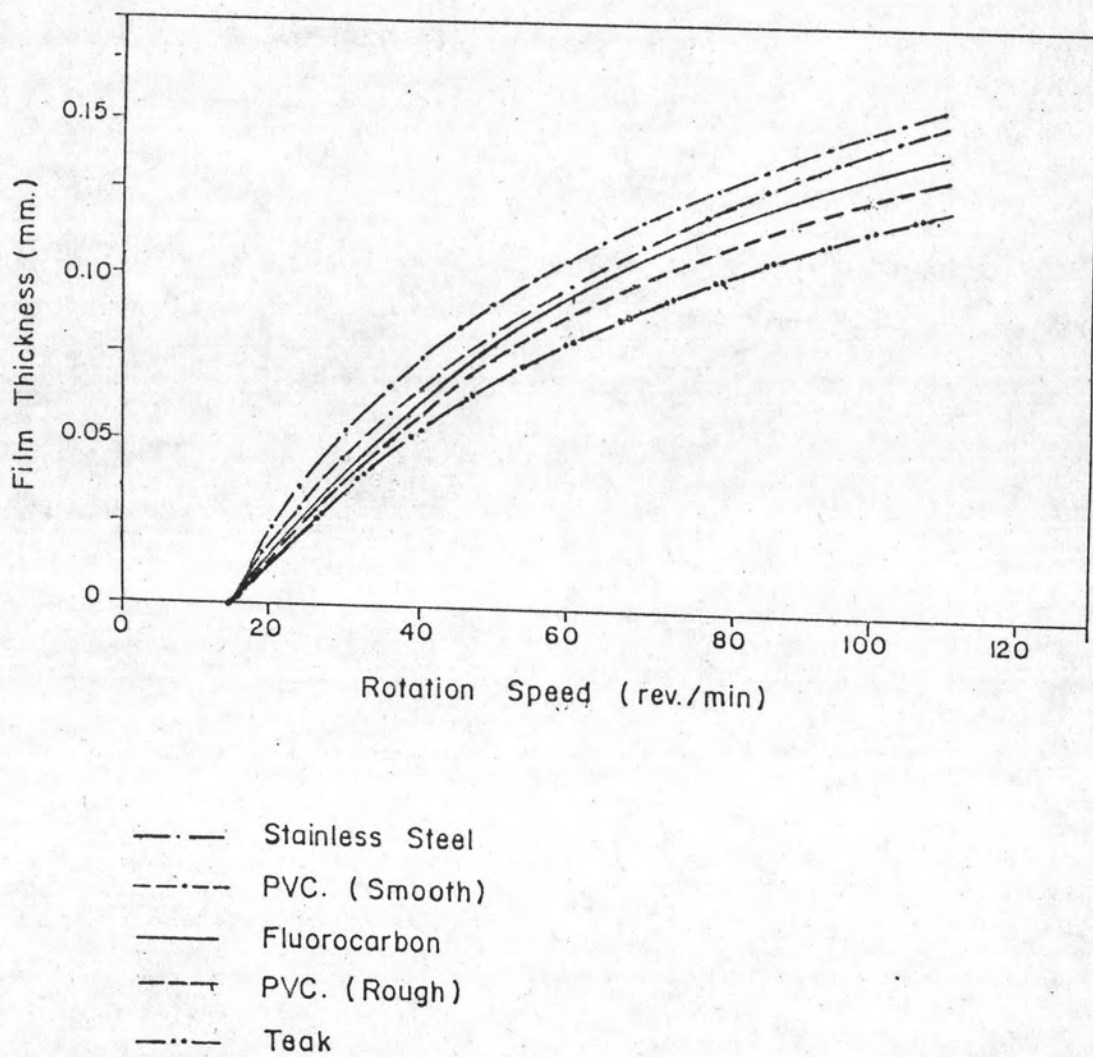
- Stainless Steel
- - - PVC. (Smooth)
- Fluorocarbon
- - - PVC. (Rough)
- Teak

รูปที่ 5.9 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำ เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกลม  
ความลึกของกระบอกลมที่จุ่มอยู่ในน้ำ เท่ากับ 0.5 ซม.



- Stainless Steel
- PVC. (Smooth)
- Fluorocarbon
- PVC. (Rough)
- Teak

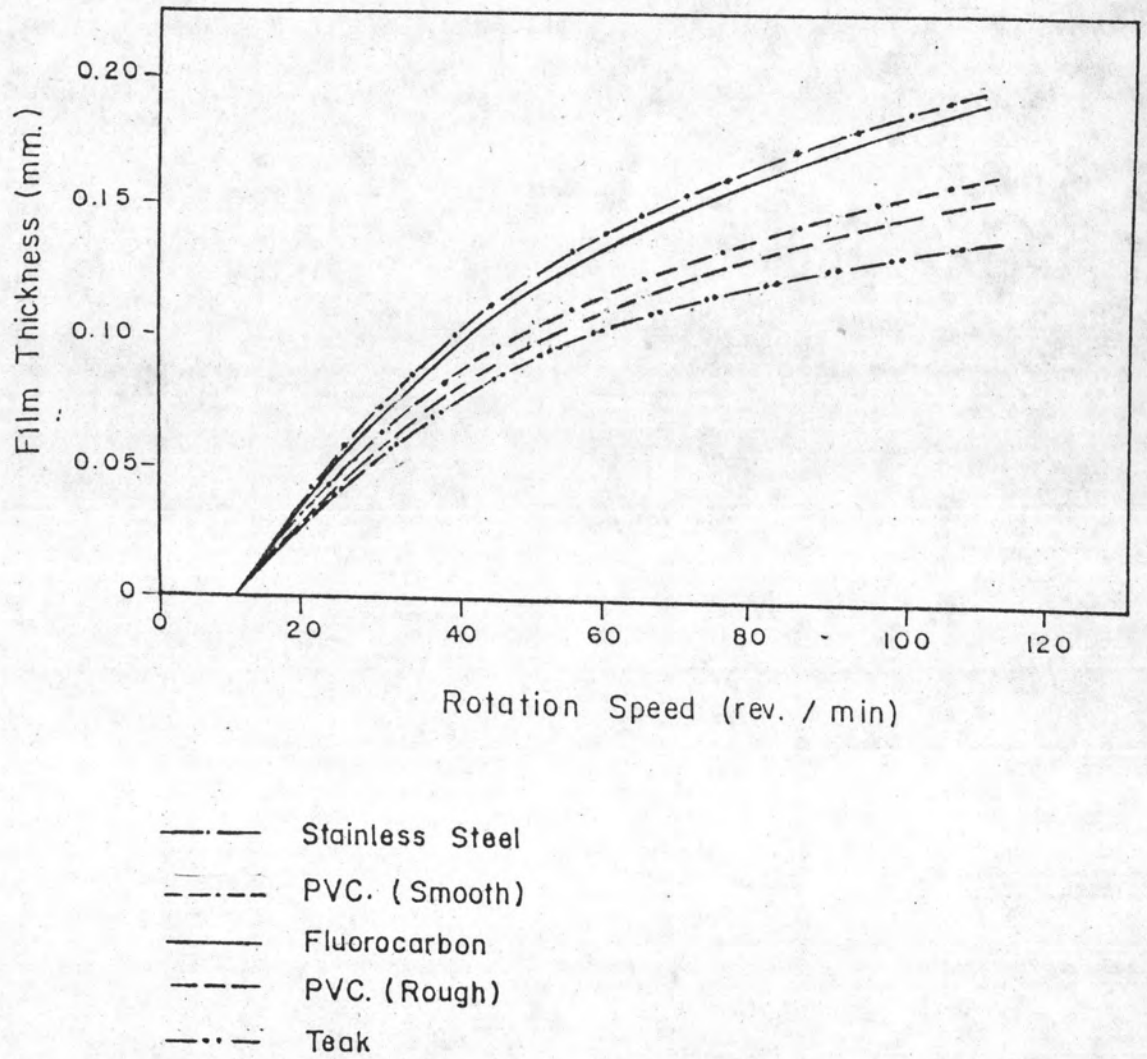
รูปที่ 5.10 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำ เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกลม  
ความลึกของกระบอกลมที่จุ่มอยู่ในน้ำ เท่ากับ 2.0 ซม.



รูปที่ 5.11 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำ เทียบกับความเร็วรอบของระบบอกหมุน ความลึกของระบบอกหมุนที่จุ่มอยู่ในน้ำ เท่ากับ 3.5 ซม.

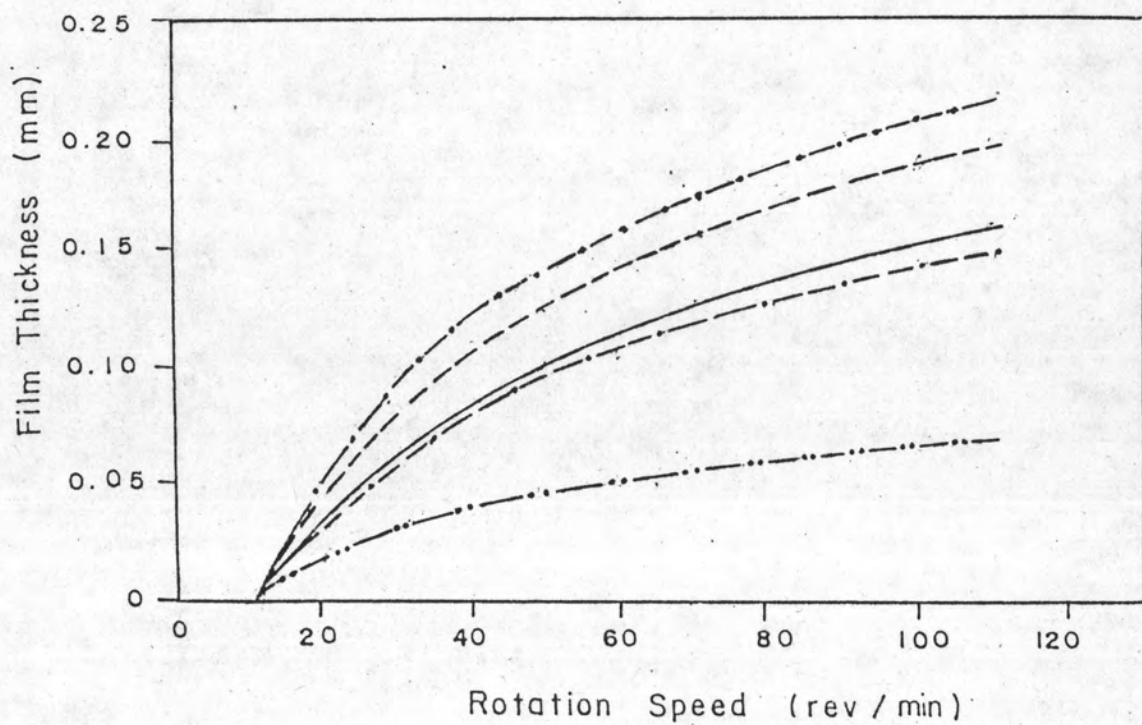
- Stainless Steel
- PVC. (Smooth)
- Fluorocarbon
- PVC. (Rough)
- Teak

รูปที่ 5.12 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมัน เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกหมุน  
ความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำเท่ากับ 0.5 ซม. และในน้ำมันเท่ากับ 0.5 ซม.



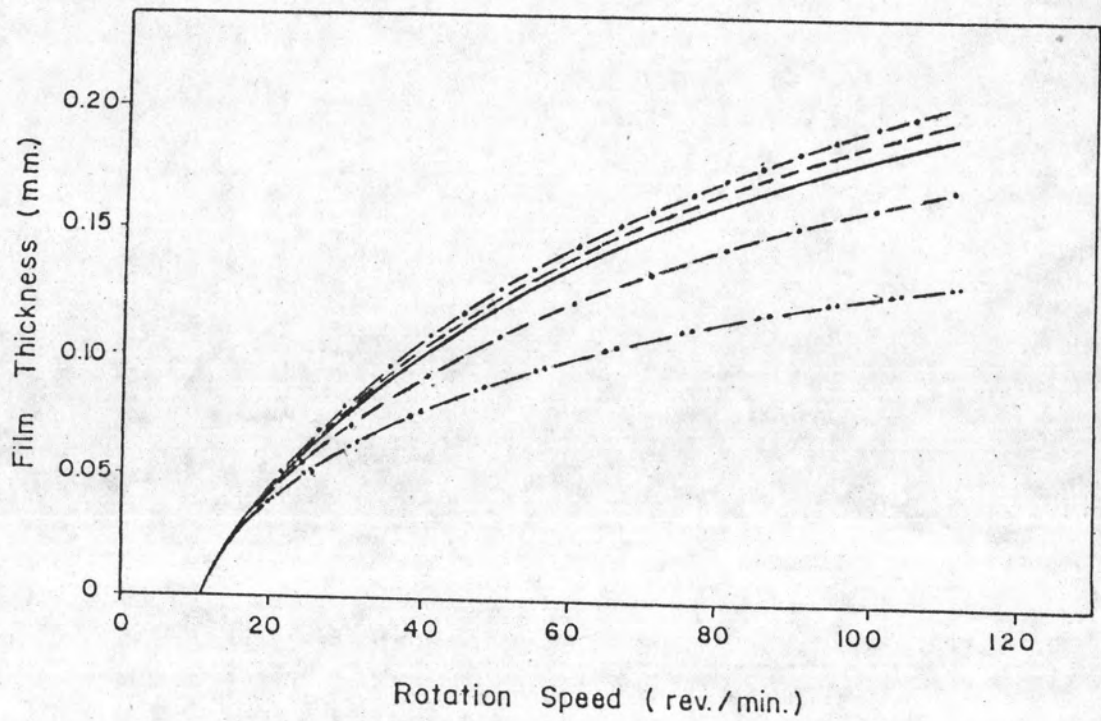
รูปที่ 5.13 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมัน เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกหมุน ความลึกของกระบอกหมุนที่จุ่มอยู่ในน้ำเท่ากับ 0.5 ซม. และในน้ำมันเท่ากับ 1.0 ซม.





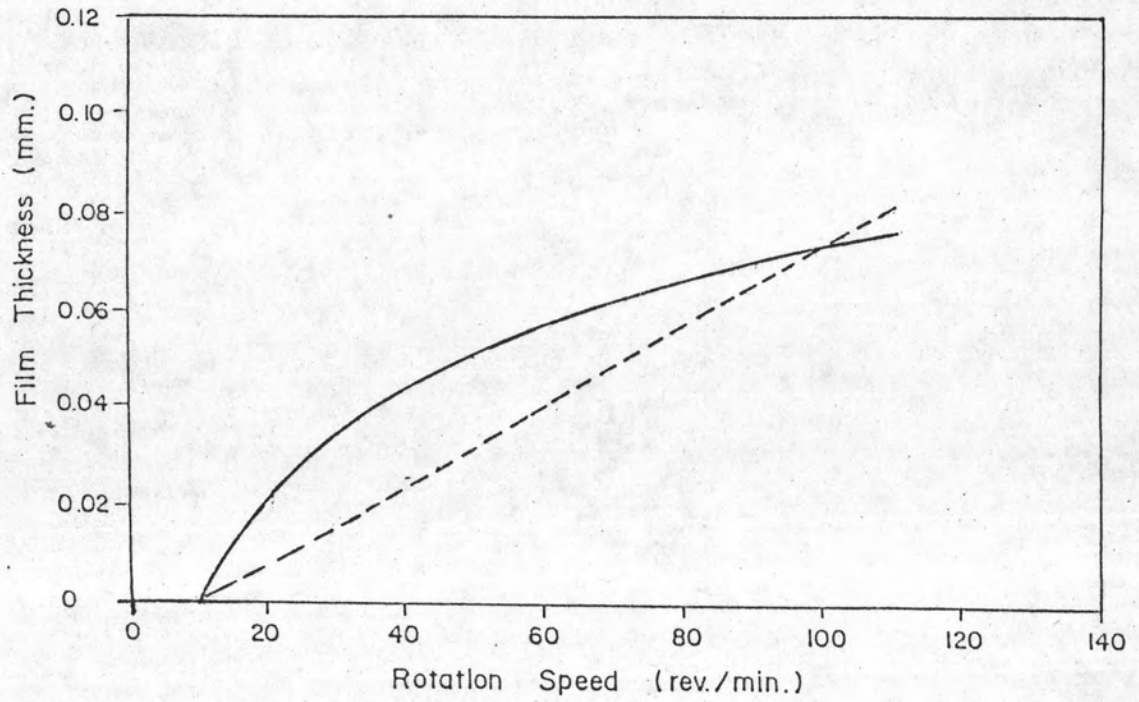
- Stainless Steel
- PVC. (Smooth)
- Fluorocarbon
- PVC. (Rough)
- Teak

รูปที่ 5.14 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมัน เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกหมุน ความลึกของกระบอกหมุนที่จุ่มอยู่ในน้ำเท่ากับ 1.0 ซม. และในน้ำมันเท่ากับ 0.5 ซม.



- · — · Stainless Steel
- · — · PVC. (Smooth)
- Fluorocarbon
- · — · PVC. (Rough)
- · — · Teak

รูปที่ 5.15 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมัน เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกหมุน  
ความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำเท่ากับ 1.0 ซม. และในน้ำมันเท่ากับ 1.0 ซม.



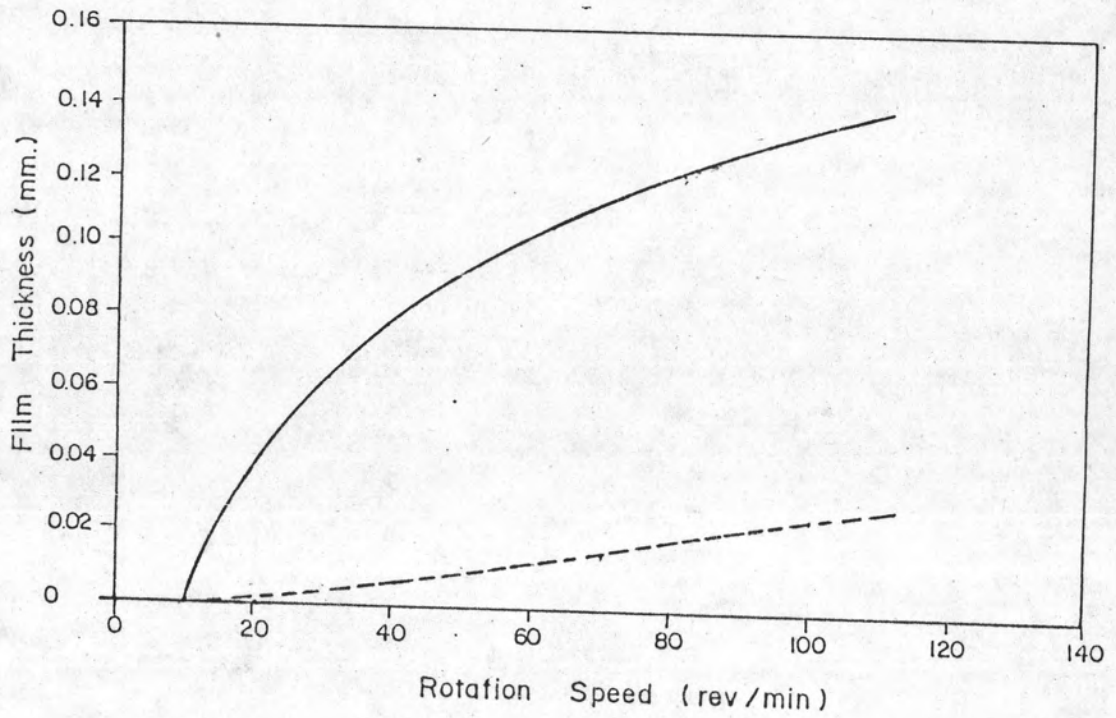
— Oil

- - - Water

Depth of immersion in water = 0.5 cm.

Depth of immersion in oil = 0.5 cm.

รูปที่ 5.16 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำและน้ำมัน เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกหมุน ชนิดของกระบอกหมุนได้แก่ ไม้สัก



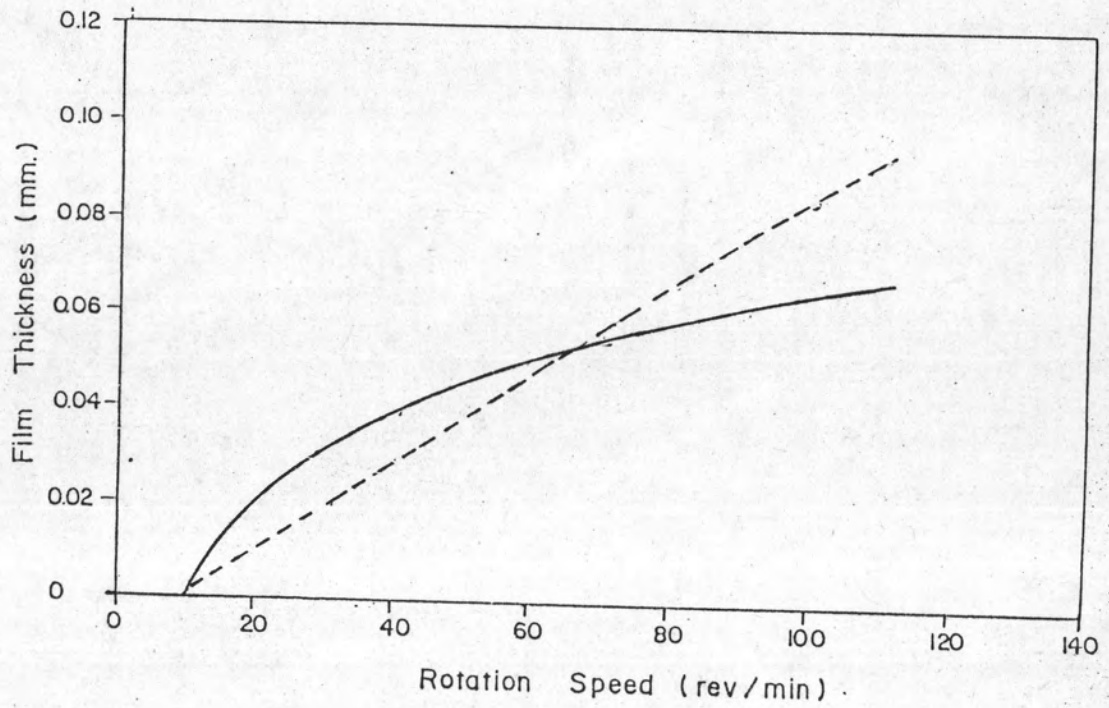
— Oil

- - - Water

Depth of immersion in water = 0.5 cm.

Depth of immersion in oil = 1.0 cm.

รูปที่ 5.17 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำและน้ำมัน เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกหมุน ชนิดของกระบอกหมุนได้แก่ ไม้ฉีก



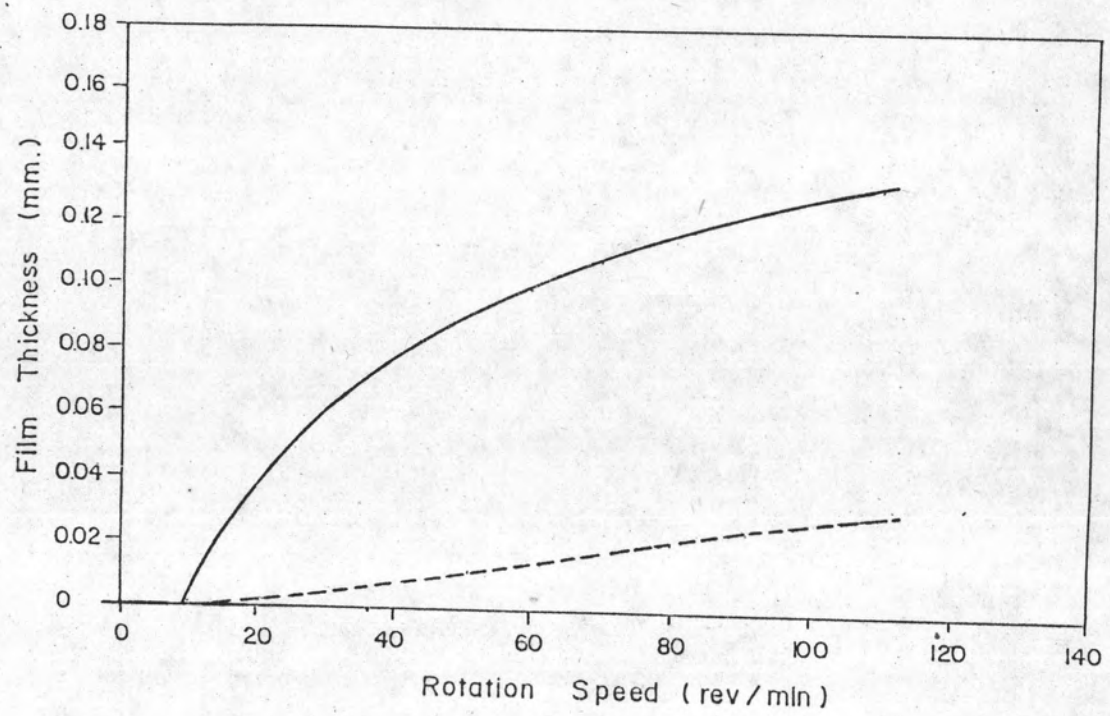
— Oil

- - - Water

Depth of immersion in water = 1.0 cm.

Depth of immersion in oil = 0.5 cm.

รูปที่ 5.18 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำและน้ำมัน เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกหมุน ชนิดของกระบอกหมุนได้แก่ ไม้สัก



— Oil

- - - Water

Depth of immersion in water = 1.0 cm.

Depth of immersion in oil = 1.0 cm.

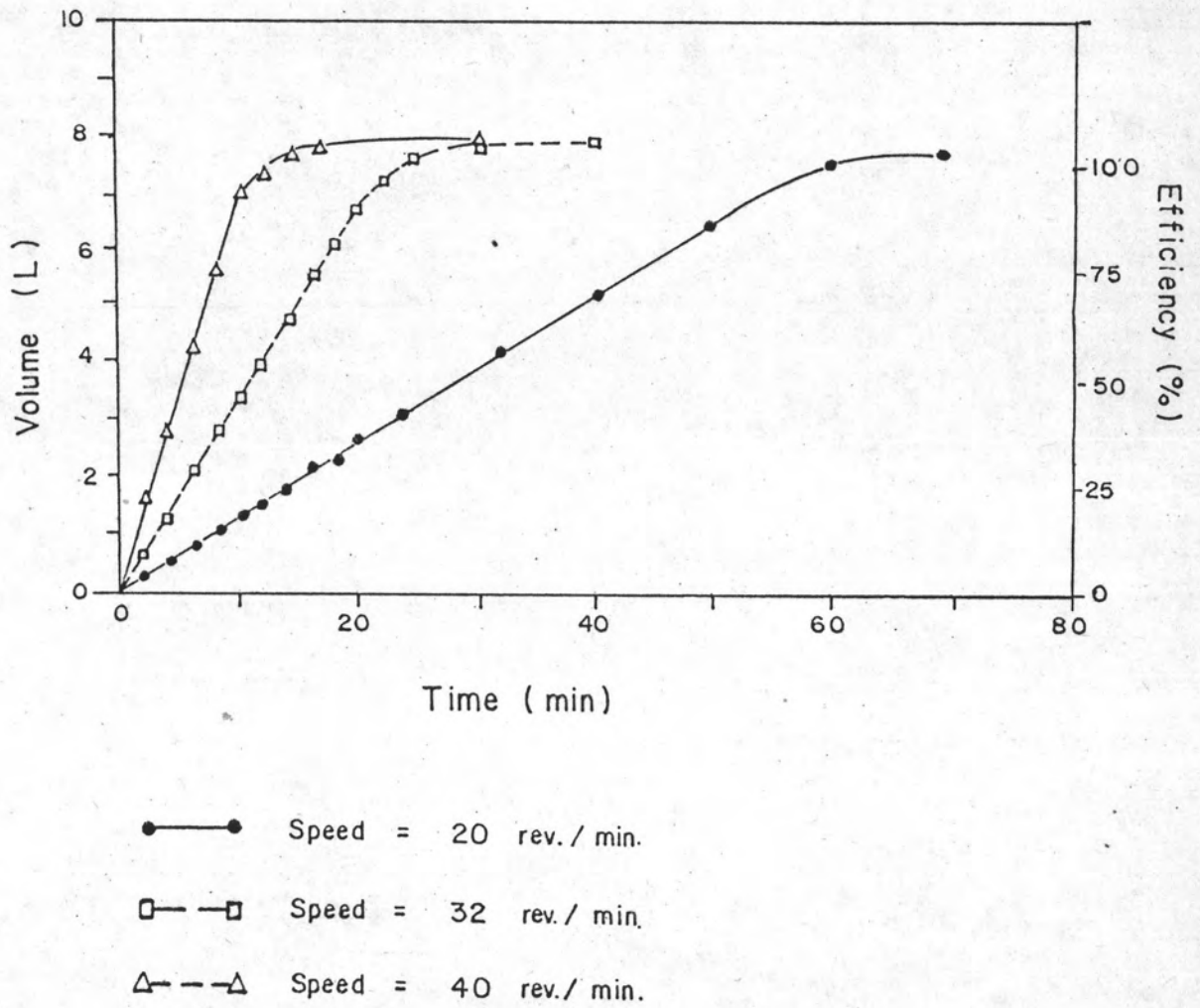
รูปที่ 5.19 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำและน้ำมัน เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกหมุน ชนิดของกระบอกหมุนที่ใช้ได้แก่ ไม้สัก

จากนี้ยังพบว่าสอดคล้องกับผลของการทดลองที่ 5.1 ในตารางที่ 5.1 คือเมื่อทดลองวัดค่ากับน้ำมันในน้ำ และในบรรยากาศ ค่าของงานแอดฮีชันมีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วงระหว่าง  $6.0 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร และ  $2.1-6.7 \times 10^{-3}$  นิวตันต่อเมตร ตามลำดับ ดังนั้นจึงพบว่า ปริมาณน้ำมันที่เก็บได้หรือความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมันของกระบอกหมุนแต่ละชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนกระบอกหมุนไม้สักพบว่าปริมาณของน้ำมันสูงสุดที่กวาดเก็บได้มีค่าประมาณ 2.2 ลิตรต่อนาที และความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมันมีค่าสูงสุดประมาณ 0.14 มิลลิเมตร และมีปริมาณน้ำปะปนมากับน้ำมันค่าสูงสุดประมาณ 1.8 ลิตรต่อนาที ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5.16-5.19 สาเหตุที่กระบอกหมุนชนิดที่เป็นไม้สัก กวาดเก็บน้ำมันได้ในปริมาณที่น้อยกว่ากระบอกหมุนชนิดอื่นทั้งนี้เพราะว่า ไม้สักมีค่าของงานแอดฮีชันเพียง  $2.3 \times 10^{-4}$  นิวตันต่อเมตร ซึ่งมีค่าน้อยกว่างานแอดฮีชันของกระบอกหมุนชนิดอื่น และสาเหตุที่มีน้ำปนขึ้นมากับน้ำมันในปริมาณค่อนข้างมาก เนื่องจากไม้สักซึ่งเป็นสารประกอบพวกเซลลูโลส โครงสร้างของสารประกอบอยู่ในกลุ่ม R-OH ซึ่งจากการค้นคว้าของ HAMILTON พบว่า สารประกอบพวกเซลลูโลสดังกล่าว มีคุณสมบัติที่ชอบดูดติดน้ำ (Hydrophilic) มากกว่าชอบดูดติดน้ำมัน (Oleophilic)

#### 5.2.2 การศึกษาพารามิเตอร์ซึ่งได้แก่ ความเร็วรอบของกระบอกหมุน

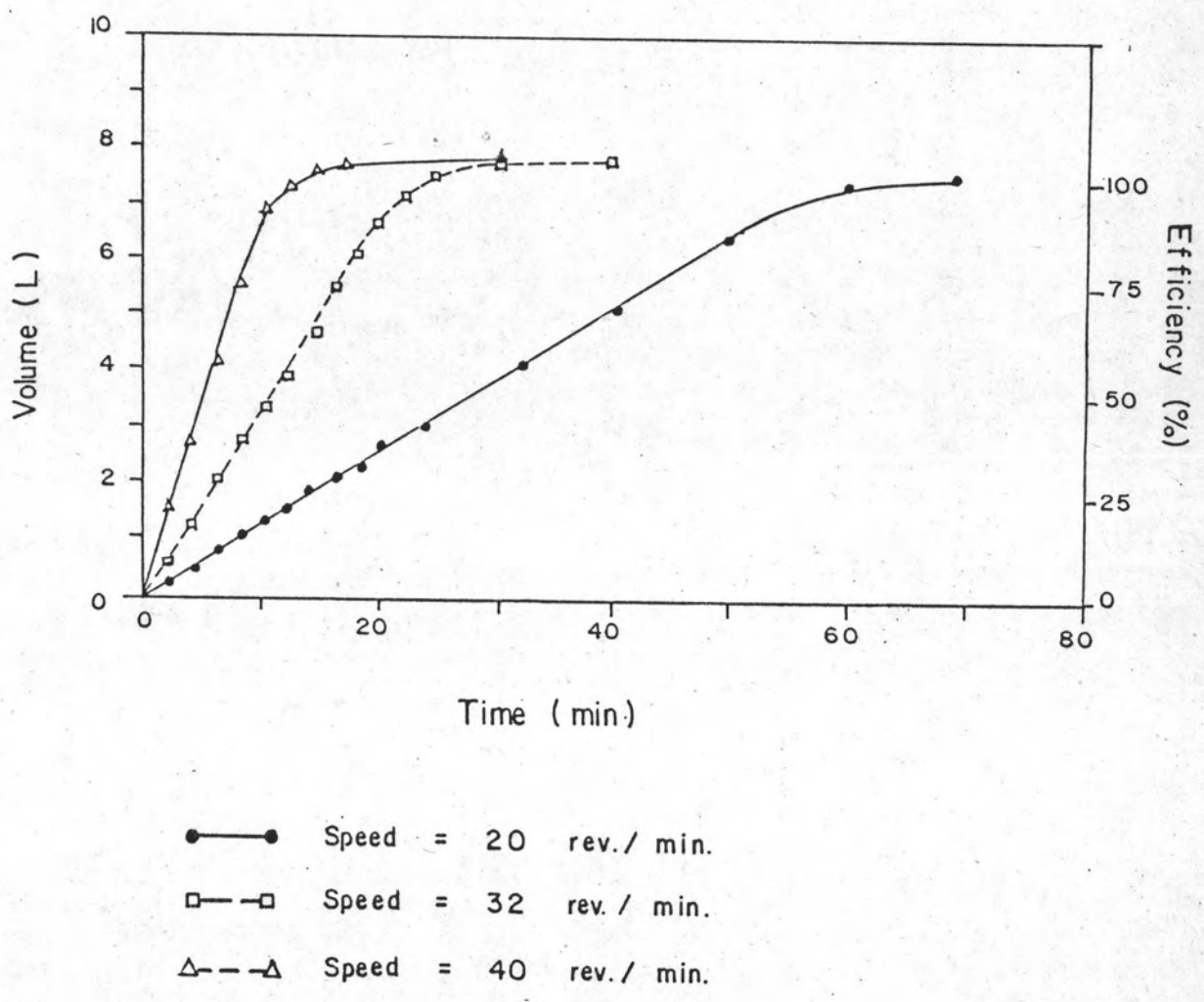
ดำเนินการทดลองตั้งในหัวข้อ 4.2.2 ข ผลของการศึกษาทดลองได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.20-5.22 และได้สรุปผลของประสิทธิภาพในการกวาดเก็บน้ำมัน ที่ความเร็วรอบ 20, 32 และ 40 รอบต่อนาที ในตารางที่ 5.2 ซึ่งประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมัน หาได้จาก อัตราส่วนของปริมาตรของน้ำมันที่เก็บได้ต่อปริมาตรของน้ำมันเริ่มต้น

ในขณะที่ดำเนินการทดลองพบว่าเมื่อควบคุมให้ความเร็วรอบของกระบอกหมุนเท่ากับ 20, 32, และ 40 รอบต่อนาที อัตราการเก็บน้ำมันของกระบอกหมุนซึ่งได้แก่ ฟลูออโรคาร์บอน เหล็กไร้สนิม และพีวีซีผิวเรียบ มีค่าค่อนข้างคงที่

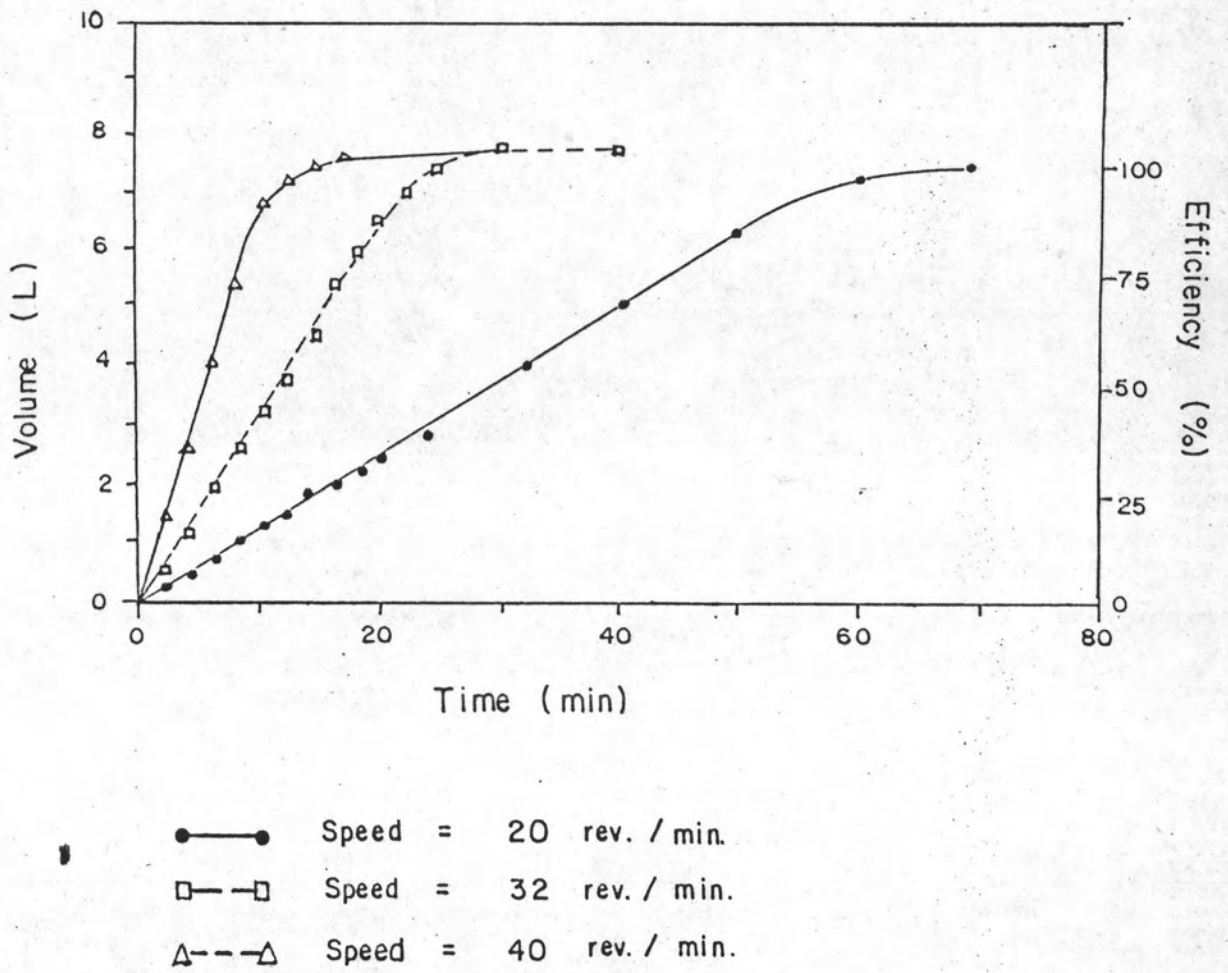


รูปที่ 5.20 ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันของกระบอกหมุนชนิดที่เป็น ฟลูออโรคาร์บอน





รูปที่ 5.21 ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันของกระบอกหมุนชนิดที่เป็น เหล็กโรสนิม



รูปที่ 5.22 ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันของกระบอกลมชนิดที่เป็น พีวีซีผิวเรียบ

ในช่วงแรก คือประมาณ 0.13, 0.34, 0.70 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 5.20, 5.21 และ 5.22 และอัตราการเก็บน้ำมันจะค่อยๆลดลง ทั้งนี้เนื่องจากปริมาตรของน้ำมันเริ่มต้นการทดลอง

ตารางที่ 5.2 ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันที่ความเร็วรอบต่างๆ

ชนิดของ กระบอกลม	ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมัน		
	ความเร็วรอบของกระบอกลม (รอบต่อนาที)		
	20	32	40
ฟลูออโรคาร์บอน	97.4	98.4	98.3
พีวีซีผิวเรียบ	96.8	98.3	98.1
เหล็กไร้สนิม	96.8	98.2	98.3

จากผลของการศึกษาพบว่า เมื่อดำเนินการทดลองในเวลา 30 นาที ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันที่ความเร็วรอบ 20 รอบต่อนาที มีค่าประมาณร้อยละ 26 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ที่ความเร็วรอบ 32 รอบต่อนาที ซึ่งมีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 68 และมีค่าน้อยกว่าที่ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที ซึ่งมีประสิทธิภาพประมาณ ร้อยละ 98 และเมื่อดำเนินการทดลองจนกระทั่งที่เวลาสุดท้ายของการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันของกระบอกลมที่ความเร็วรอบ 20 , 32 และ 40 รอบต่อนาที มีค่าประมาณร้อยละ 97, 98 และ 98 ตามลำดับ จากผลของการทดลองจึงสรุปได้ว่า ความเร็วรอบของกระบอกลมเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการกวาดเก็บน้ำมัน



### 5.2.3 การศึกษาความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำ

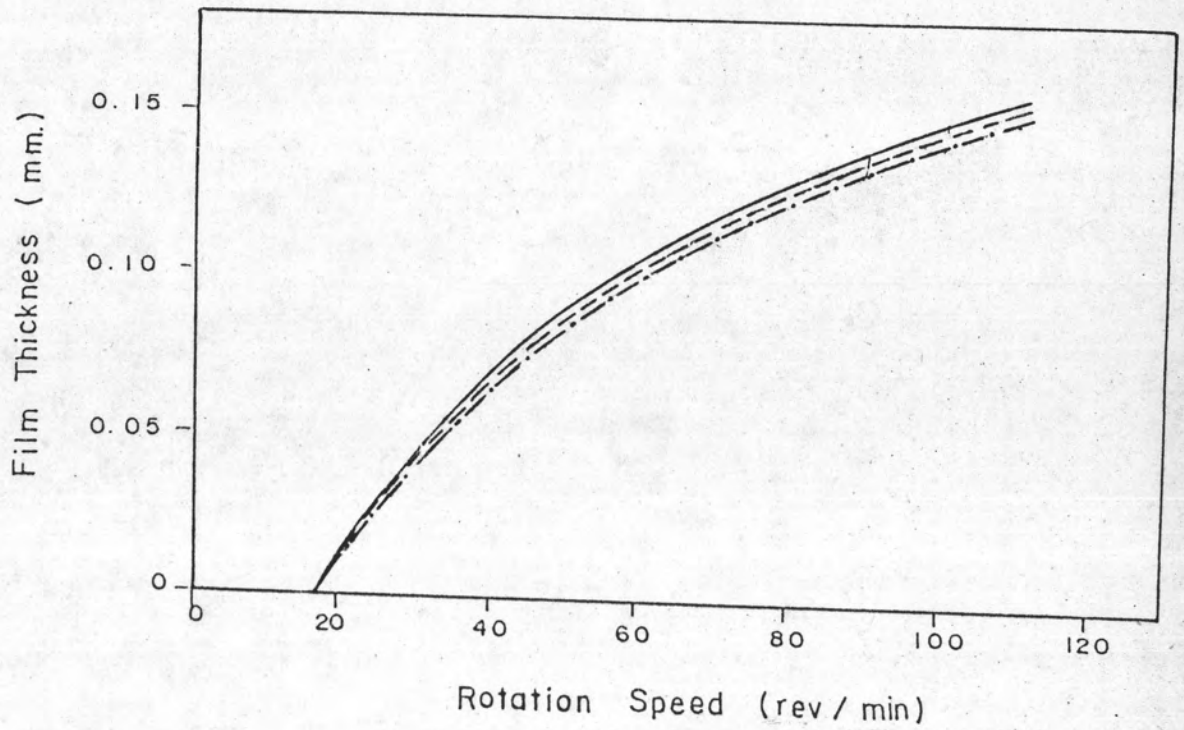
ดำเนินการศึกษาทดลองดังในหัวข้อ 4.2.2 ค ผลของการศึกษาได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.23-5.27 และสรุปผลไว้ในตารางที่ 5.3

เมื่อควบคุมความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำ เท่ากับ 0.5, 2.0, 3.5 ซม. พบว่าความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำบนผิวของกระบอกหมุน ซึ่งได้แก่ ฟลูออโรคาร์บอน เหล็กไร้สนิม พีวีซีผิวเรียบ พีวีซีผิวหยาบ และไม้สัก ในแต่ละช่วงความเร็วรอบของกระบอกหมุน มีค่าใกล้เคียงกัน ดังแสดงในรูปที่ 5.23, 5.24, 5.25, 5.26 และ 5.27 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.3 ปริมาณน้ำ และความหนาของชั้นฟิล์มสูงสุดของน้ำที่เก็บได้

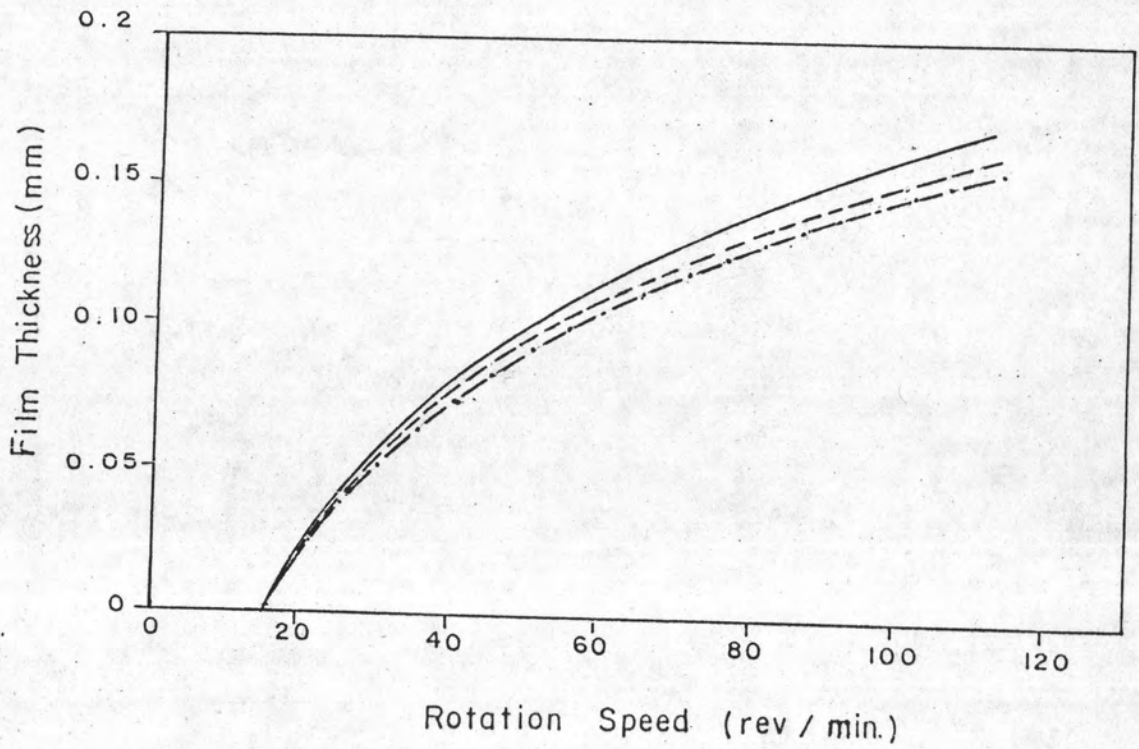
ชนิดของ กระบอกหมุน	ปริมาณน้ำสูงสุด ( ลิตรต่อนาที )	ความหนาของชั้นฟิล์มสูงสุด ( มิลลิเมตร )
ฟลูออโรคาร์บอน	2.9 - 3.1	0.14 - 0.15
เหล็กไร้สนิม	2.9 - 3.1	0.14 - 0.15
พีวีซีผิวเรียบ	2.7 - 3.0	0.13 - 0.15
พีวีซีผิวหยาบ	2.5 - 2.7	0.12 - 0.13
ไม้สัก	2.4 - 2.7	0.12 - 0.13

จากผลของการทดลองพบว่า ปริมาณน้ำสูงสุดที่กวาดเก็บได้มีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วงระหว่าง 2.4-3.1 ลิตรต่อนาที และความหนาของชั้นฟิล์มสูงสุดมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงระหว่าง 0.12-0.15 มิลลิเมตร ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า พารามิเตอร์ซึ่งได้แก่ ความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำไม่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มของประสิทธิภาพในการกวาดเก็บน้ำมัน



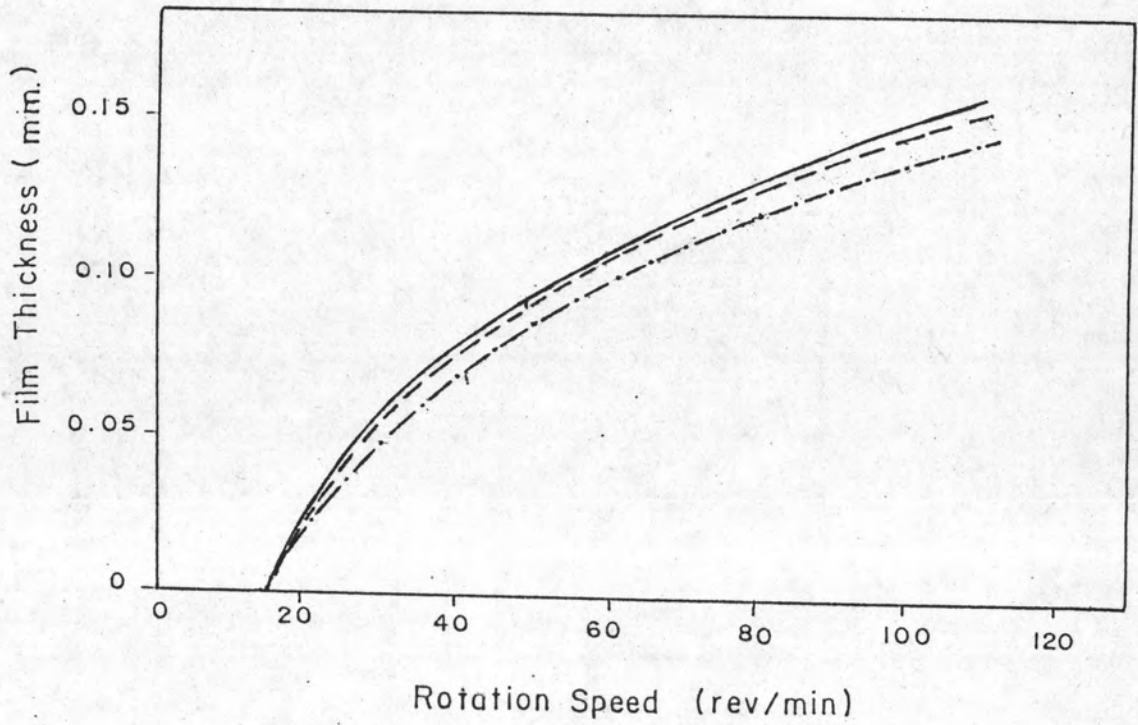
- Depth of immersion in water = 0.5 cm.
- - - Depth of immersion in water = 2.0 cm.
- · - Depth of immersion in water = 3.5 cm.

รูปที่ 5.23 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำ เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกหมุน ชนิดของกระบอกหมุนได้แก่ ฟลูโอโรคาร์บอน



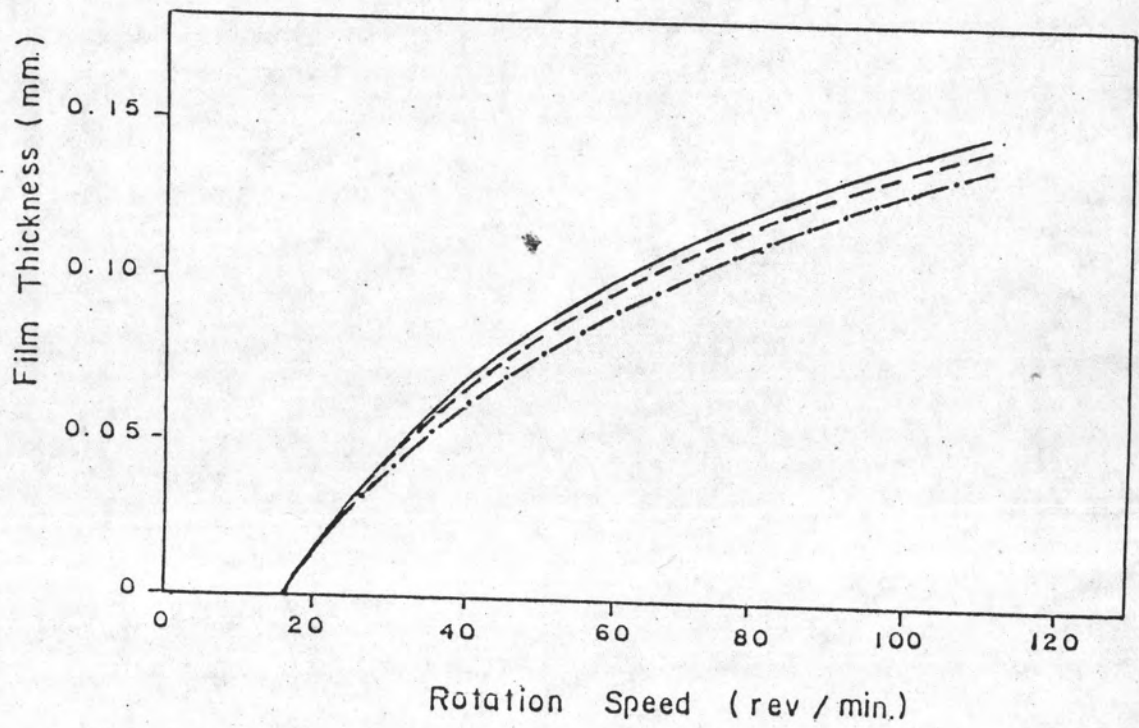
- Depth of Immersion In water = 0.5 cm.
- - - Depth of immersion in water = 2.0 cm.
- . - Depth of immersion in water = 3.5 cm.

รูปที่ 5.24 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำ เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกหมุน ชนิดของกระบอกหมุนได้แก่ เหล็กโรสนิม



- Depth of immersion in water = 0.5 cm.
- - - Depth of immersion in water = 2.0 cm.
- . - Depth of immersion in water = 3.5 cm.

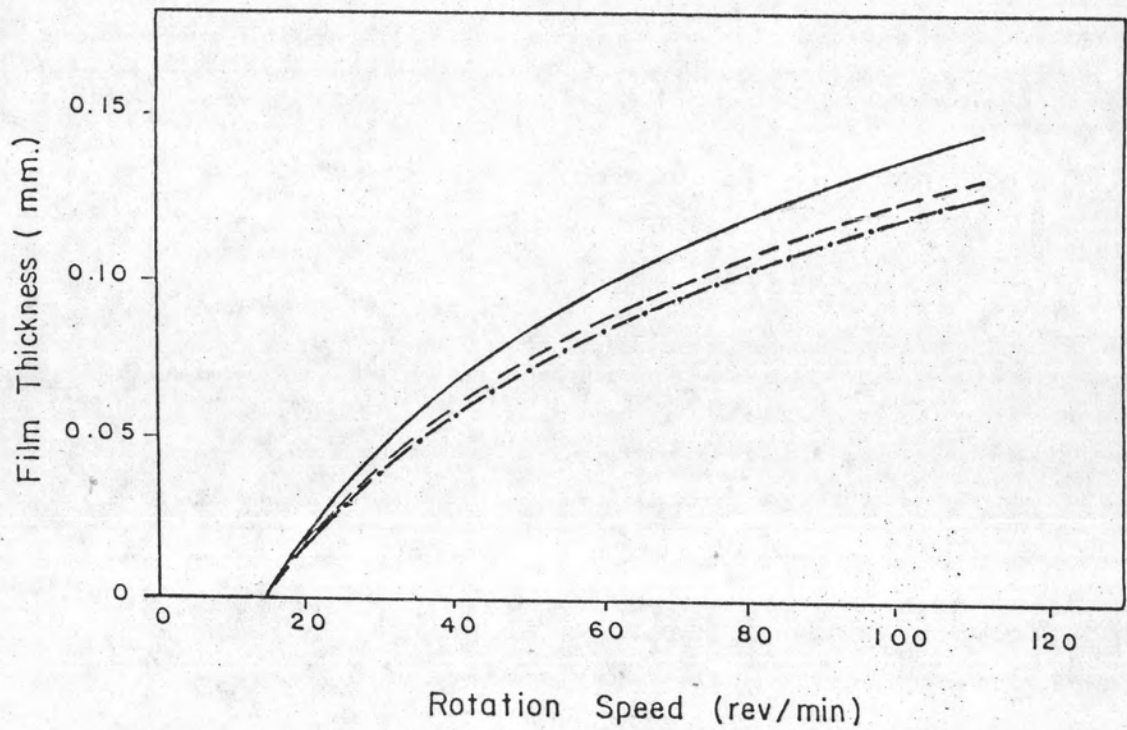
รูปที่ 5.25 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำ เทียบกับความเร็วรอบของกระบอบหมุนชนิดของกระบอบหมุนได้แก่ ฟิวซีดีวเรียม



- Depth of immersion in water = 0.5 cm.
- - - Depth of immersion in water = 2.0 cm.
- . - Depth of immersion in water = 3.5 cm.

รูปที่ 5.26 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำ เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกหมุน  
ชนิดของกระบอกหมุนได้แก่ พีวีซีฉนวน





- Depth of Immersion in water = 0.5 cm.
- - - Depth of immersion in water = 2.0 cm.
- . - Depth of immersion in water = 3.5 cm.

รูปที่ 5.27 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำ เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกหมุน ชนิดของกระบอกหมุนได้แก่ ไม้สัก

5.2.4 การศึกษาความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำมัน  
ดำเนินการทดลองดังในหัวข้อ 4.2.2 ง ผลของการศึกษาทดลอง  
ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.28-5.31 และสรุปผลไว้ในตารางที่ 5.4

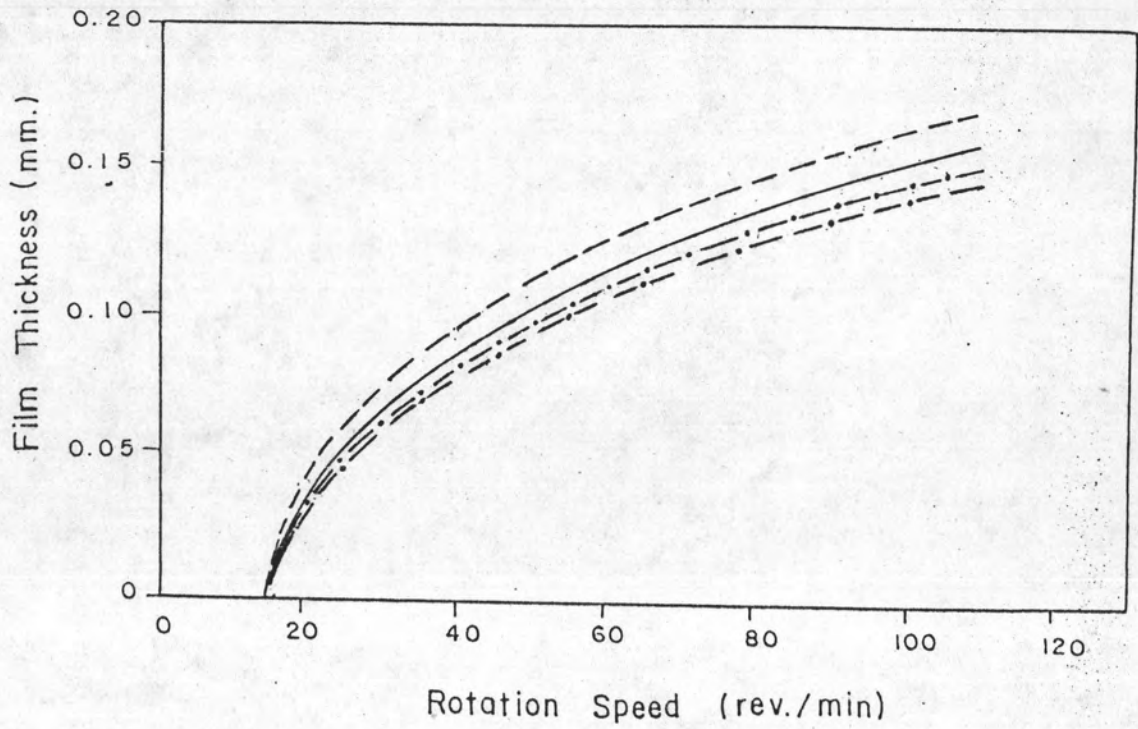
ตารางที่ 5.4 ปริมาณน้ำมัน และความหนาของชั้นฟิล์มสูงสุดของน้ำมันที่เก็บได้

ชนิดของ กระบอกหมุน	ปริมาณของน้ำมันสูงสุด ( ลิตรต่อนาที )	ความหนาของชั้นฟิล์มสูงสุด ( มิลลิเมตร )
ฟลูออโรคาร์บอน	3.3 - 3.7	0.16 - 0.18
เหล็กโรสนิม	4.0	0.19
พีวีซีผิวเรียบ	3.0 - 3.3	0.15 - 0.16
พีวีซีผิวหยาบ	3.2 - 4.0	0.16 - 0.20

เมื่อควบคุมความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำเท่ากับ 0.5 และ 1.0 ซม. ในน้ำมันเท่ากับ 0.5 และ 1.0 ซม. พบว่าความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมันบนผิวของกระบอกหมุน ซึ่งได้แก่ ฟลูออโรคาร์บอน เหล็กโรสนิม พีวีซีผิวเรียบ และพีวีซีผิวหยาบ ในแต่ละช่วงความเร็วรอบของกระบอกหมุนมีค่าใกล้เคียงกัน ดังแสดงใน 5.28, 5.29, 5.30 และ 5.31 ตามลำดับ







- Depth of immersion in water = 1.0 cm.  
in oil = 1.0 cm.
- Depth of immersion in water = 0.5 cm.  
in oil = 1.0 cm.
- · — · — Depth of immersion in water = 1.0 cm.  
in oil = 0.5 cm.
- × — × — Depth of immersion in water = 0.5 cm.  
in oil = 0.5 cm.

รูปที่ 5.30 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมัน เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกหมุน  
ชนิดของกระบอกหมุนได้แก่ พีวีซีผิวเรียบ

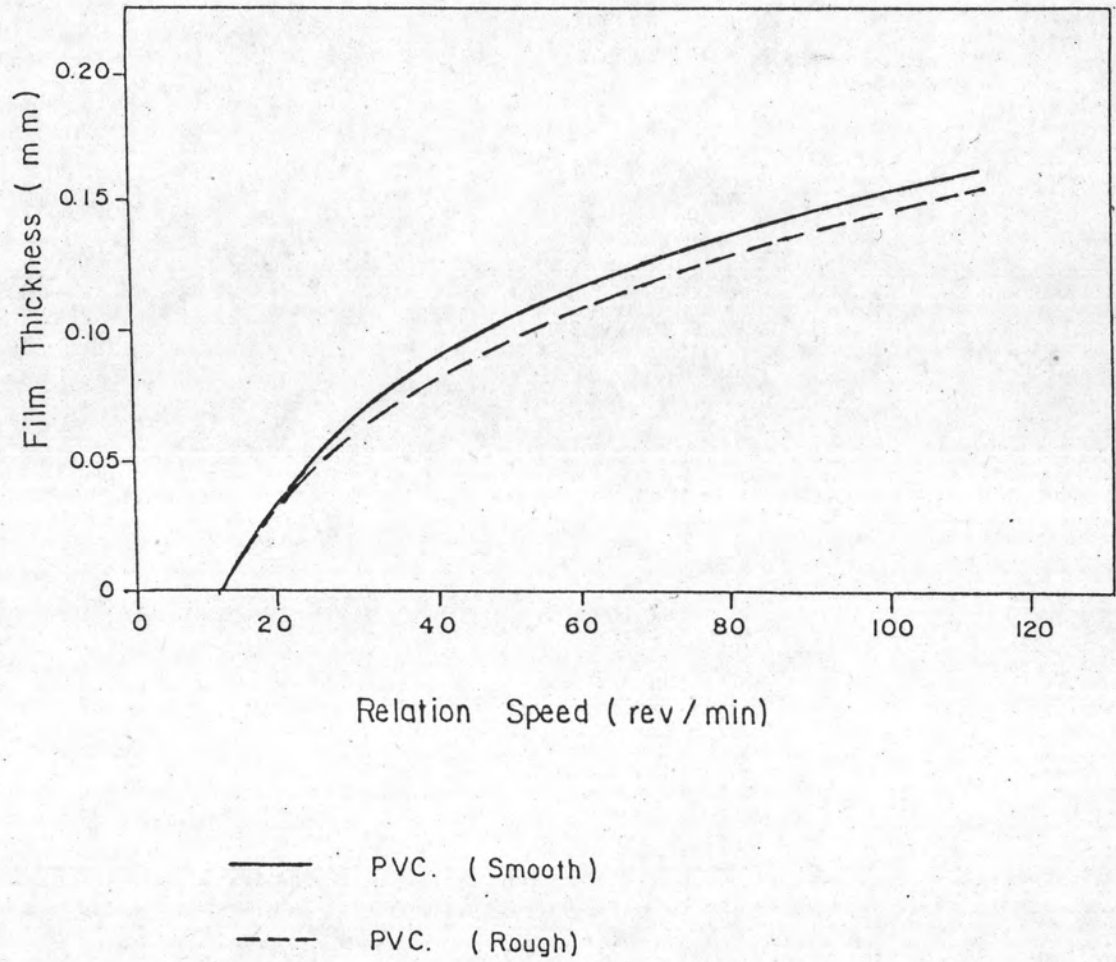


จากผลของการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำมันที่กวาดเก็บได้มีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วงระหว่าง 3.0-4.0 ลิตรต่อนาที สำหรับชนิดของกระบอกหมุนซึ่งได้แก่ ฟลูออโรคาร์บอน เหล็กไร้สนิม พีวีซีผิวเรียบ และพีวีซีผิวหยาบ ส่วนความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมันที่ผิวของกระบอกหมุนแต่ละชนิดพบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ใน ช่วงระหว่าง 0.15-0.20 มิลลิเมตร ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า พารามิเตอร์ซึ่งได้แก่ ความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำมัน ไม่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการ กวาดเก็บน้ำมัน

#### 5.2.5 การศึกษาคุณสมบัติที่ผิวของกระบอกหมุน

ดำเนินการศึกษาดังในหัวข้อ 4.2.2 จ ผลของการศึกษาทดลอง แสดงไว้ในภาพ 5.32 จากการศึกษาทดลองพบว่า ปริมาณน้ำมันสูงสุดที่กวาดเก็บได้ ของกระบอกหมุนชนิดที่เป็นพีวีซีผิวเรียบ และพีวีซีผิวหยาบ มีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 3.3 และ 3.1 ลิตรต่อนาที และความหนาของชั้นฟิล์มค่าสูงสุด มีค่าใกล้เคียงกัน ประมาณ 0.16 และ 0.15 มิลลิเมตร ตามลำดับ และพบว่าผลของการทดลอง ลอดคล้องกับผลของการทดลองในหัวข้อ 5.1 ในตารางที่ 5.1 ซึ่งพีวีซีผิวเรียบ และพีวีซีผิวหยาบ งานแอดฮีชันมีค่าเท่ากับ  $6.0 \times 10^3$  นิวตันต่อเมตร เมื่อทดลอง วัสดุกับน้ำมันในบรรยากาศ ส่วนเมื่อทดลองวัสดุกับน้ำมันในน้ำ ค่าของงานแอดฮีชัน ของพีวีซีผิวเรียบและพีวีซีผิวหยาบเท่ากับ  $5.53$  และ  $5.56 \times 10^3$  นิวตันต่อเมตร ตามลำดับ ดังนั้นจึงพบว่ากระบอกหมุนทั้งสองชนิดสามารถกวาดเก็บหรือดูดติดน้ำมัน ได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาตามทฤษฎีของ WENZEL ซึ่งได้ให้ความสัมพันธ์ระหว่างมุมสัมผัสที่เกิดขึ้นบนผิวของของแข็งชนิดเดียวกัน แต่มีคุณสมบัติ ที่ผิวเรียบและหยาบ ไว้ดังนี้

$$\begin{aligned} \cos \theta'_{dc} &= r \cdot \cos \theta_{dc} \\ \text{เมื่อ } \theta'_{dc} &= \text{มุมสัมผัสของสารกระจายกับสารต่อเนื่องที่} \\ &\quad \text{ผิวของของแข็งผิวเรียบ} \\ \theta_{dc} &= \text{มุมสัมผัสของสารกระจายกับสารต่อเนื่องที่} \end{aligned}$$



รูปที่ 5.32 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมัน เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกลมชนิดของกระบอกลมได้แก่ พิวซีดีวเรียบ และพิวซีดีวหยาบ



$$r = \frac{\text{ผิวของของแข็งผิวหยาบ}}{\text{อัตราส่วนระหว่าง พื้นที่ผิวของของแข็งผิวหยาบ ต่อ พื้นที่ผิวของของแข็งผิวเรียบ}}$$

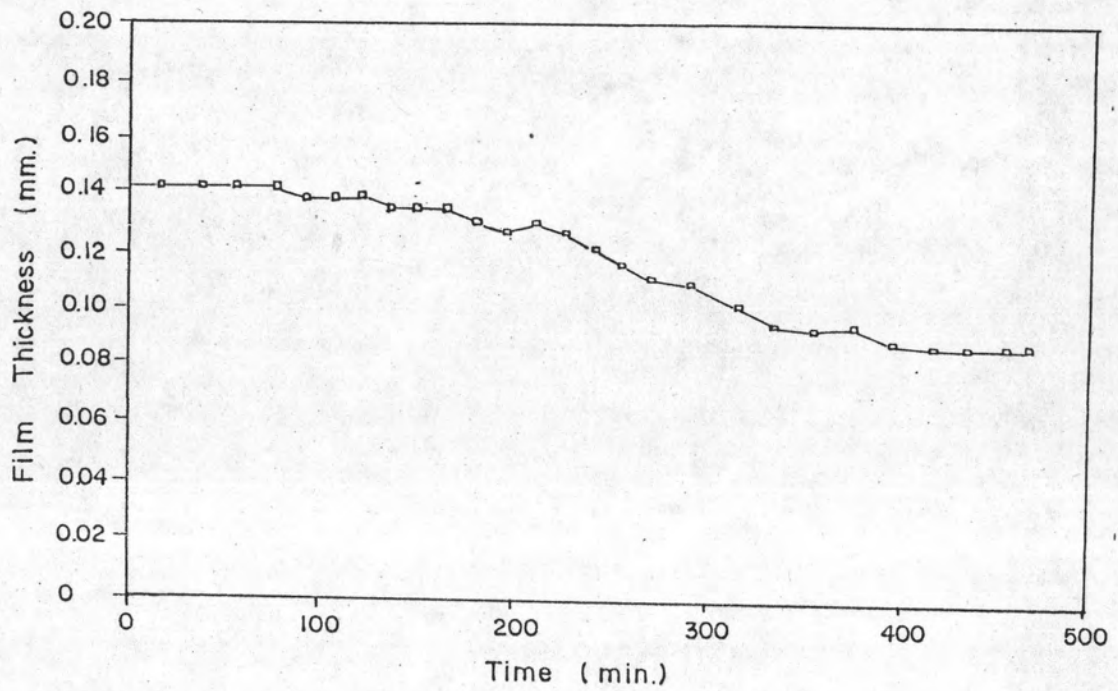
จากความสัมพันธ์ดังกล่าว ทำให้ทราบว่า มุมสัมผัส ( $\theta_{dc}$ ) จะมีค่ามากกว่า มุมสัมผัส ( $\theta'_{dc}$ ) เสมอ เมื่อ  $r$  มีค่ามากกว่า 1 และถ้าหาก  $r$  มีค่ายิ่งมาก ค่าของมุมสัมผัส ( $\theta'_{dc}$ ) จะยิ่งมีค่าน้อยลง ซึ่งจะมีผลให้งานแอดฮีชันของของแข็งผิวหยาบมีค่ามากขึ้น และมีค่ามากกว่างานแอดฮีชันของของแข็งผิวเรียบ ซึ่งจะมีผลให้ของแข็งผิวหยาบสามารถดูดติดของเหลวได้ดีกว่า ของแข็งผิวเรียบ แต่เมื่อนำมาพิจารณากับผลของการทดลองนี้ พบว่าแทนที่กระบอกหมุนชนิดที่เป็นพีวีซีผิวหยาบควรจะกวาดเก็บน้ำมันหรือดูดติดน้ำมันได้ในปริมาณที่มากกว่า กระบอกหมุนชนิดที่เป็นพีวีซีผิวเรียบ กลับพบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจมีสาเหตุเนื่องจากในขณะที่กระบอกหมุน หมุนเก็บเอาน้ำมันขึ้นมา นั้น น้ำมันบางส่วนเข้าไปเกาะตามผิวของกระบอกหมุนพีวีซีผิวหยาบ ทำให้พื้นที่ผิวมีค่าลดลง ซึ่งมีผลให้มุมสัมผัส ( $\theta'_{dc}$ ) และงานแอดฮีชัน มีค่าลดลง จึงพบว่ากระบอกหมุนทั้งสองชนิดกวาดเก็บปริมาณน้ำมันได้ในอัตราใกล้เคียงกัน

5.2.6 การศึกษาการกวาดเก็บน้ำมันของกระบอกหมุนเมื่อเทียบกับเวลา  
ดำเนินการศึกษาทดลองดังในหัวข้อ 4.2.2 จ ผลของการทดลอง  
แสดงไว้ใน รูปที่ 5.33-5.37 และสรุปผลดังแสดงในตารางที่ 5.5



ตารางที่ 5.5 ปริมาณน้ำมัน และความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมันที่เก็บได้  
ที่เวลาเริ่มต้น และเวลาสุดท้ายของการวิจัย

ชนิดของ กระบอกหมุน	ปริมาณของน้ำมัน ( ลิตรต่อนาที )		ความหนาของชั้นฟิล์ม ( มิลลิเมตร )	
	เวลาเริ่มต้น	เวลาสุดท้าย	เวลาเริ่มต้น	เวลาสุดท้าย
ฟลูโอโรคาร์บอน	1.8	1.0	0.15	0.09
เหล็กไร้สนิม	1.6	1.1	0.14	0.10
พีวีซีผิวเรียบ	1.7	1.3	0.15	0.11
พีวีซีผิวหยาบ	1.7	1.2	0.15	0.10
ไม้สัก	1.1	0.01	0.09	0.001

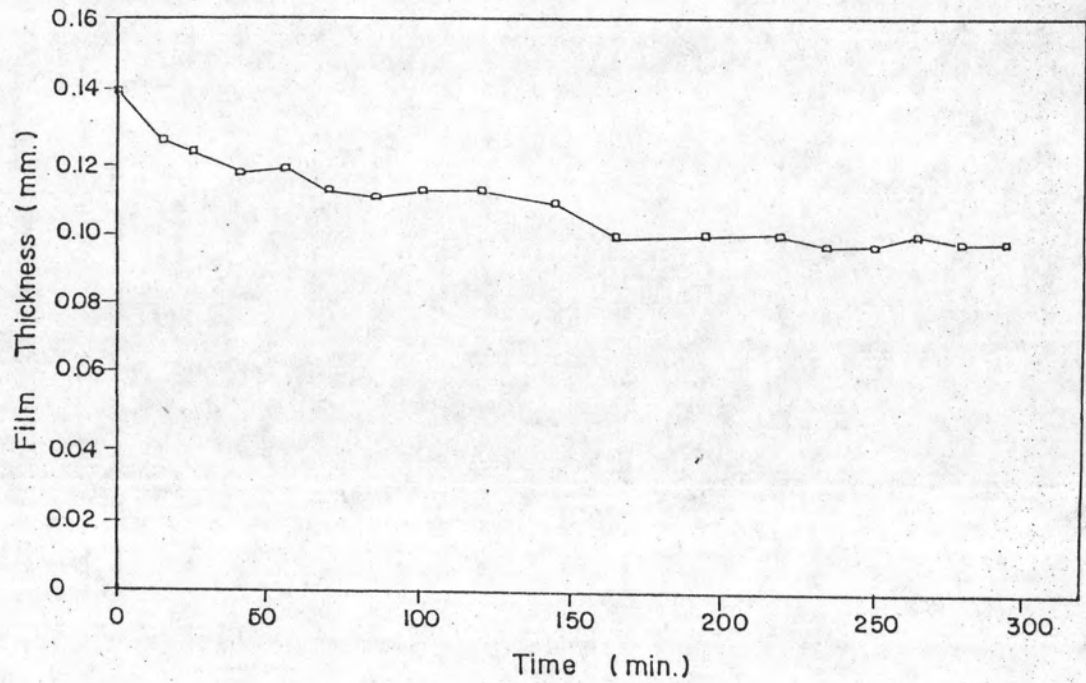


Speed = 61 rev./min.

Depth of immersion in water = 1.0 cm.

Depth of immersion in oil = 1.5 cm.

รูปที่ 5.33 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมัน เทียบกับเวลา  
ชนิดของกระบอกหมุนได้แก่ ฟลูโอโรคาร์บอน

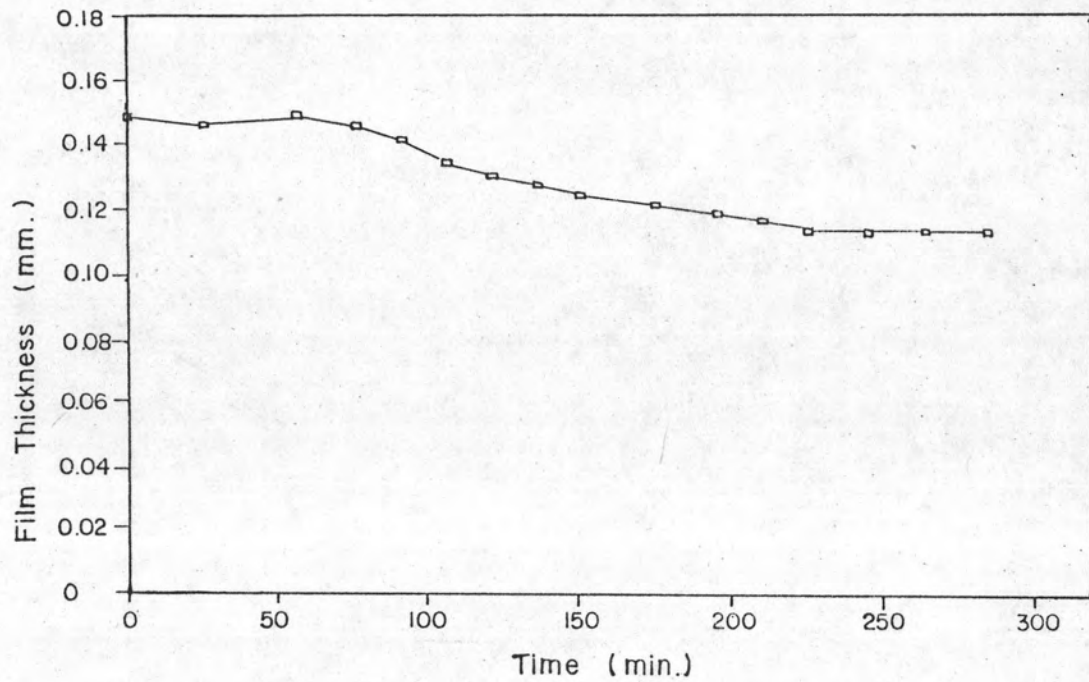


Speed = 61 rev./min.

Depth of immersion in water = 1.0 cm.

Depth of immersion in oil = 1.5 cm.

รูปที่ 5.34 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมัน เทียบกับเวลา  
ชนิดของกระบอกหมุนได้แก่ เหล็กโรสนิม

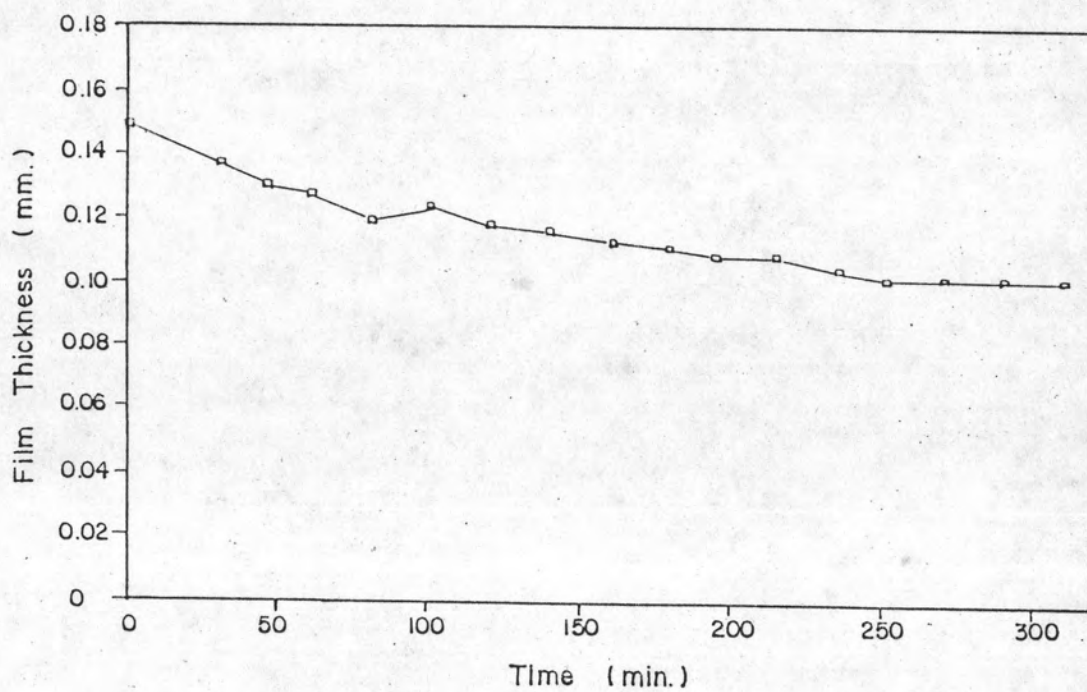


Speed = 61 rev./min.

Depth of immersion in water = 1.0 cm.

Depth of immersion in oil = 1.5 cm.

รูปที่ 5.35 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมัน เทียบกับเวลา  
ชนิดของกระบอกหมุนได้แก่ ฟิวซีหิวเรียบ

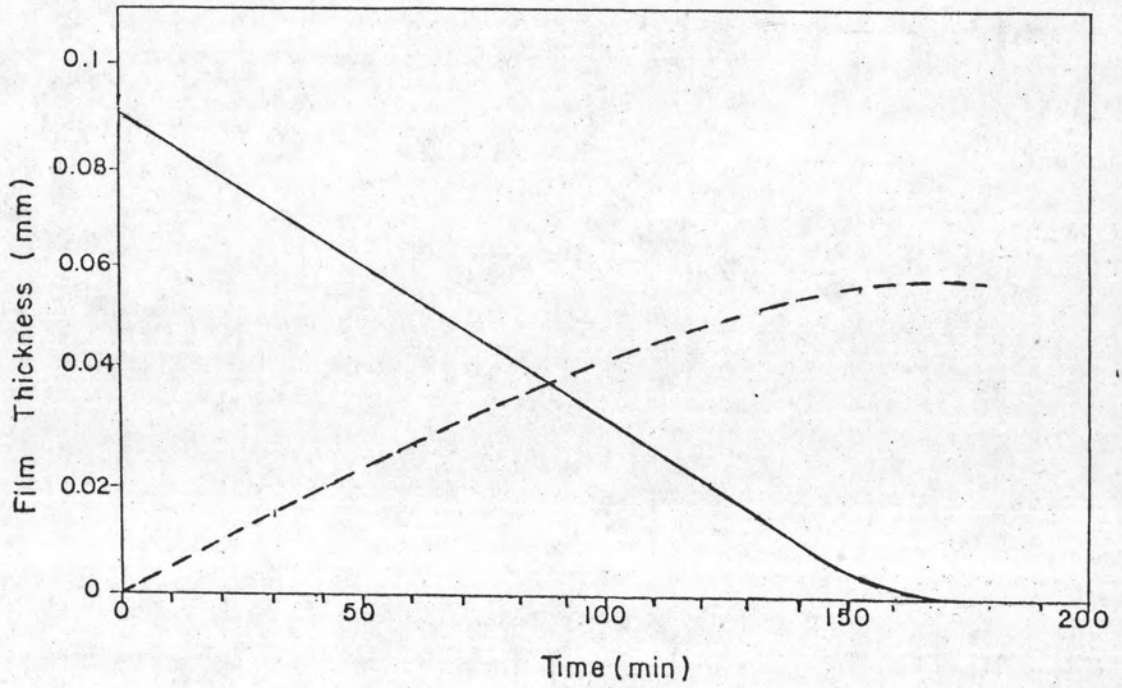


Speed = 61 rev./ min.

Depth of immersion in water = 1.0 cm.

Depth of immersion in oil = 1.5 cm.

รูปที่ 5.36 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมัน เทียบกับเวลา  
ชนิดของกระบอกหมุนได้แก่ พีวีซีผิวหยาบ



— Oil  
- - - Water  
Speed = 6l rev/min  
Depth of immersion in water = 1.0 cm  
Depth of immersion in oil = 1.5 cm

รูปที่ 5.37 ความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมัน เทียบกับเวลา  
ชนิดของกระบอกหมุนได้แก่ ไม้สัก

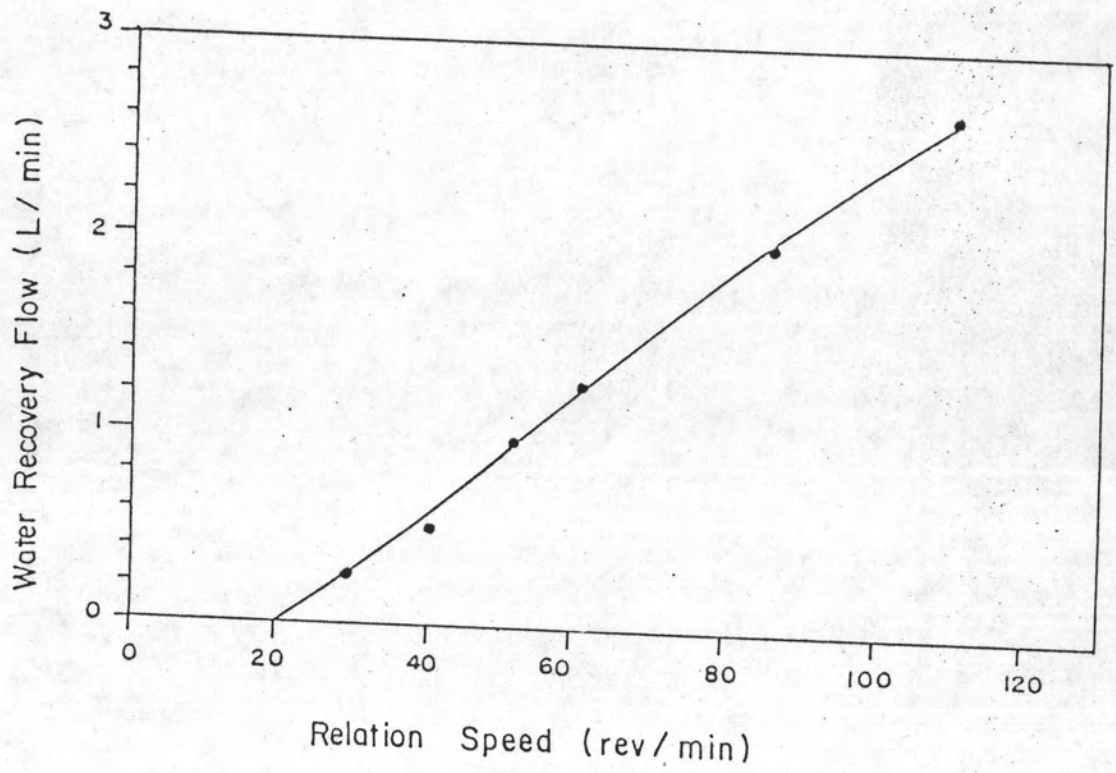
จากการศึกษาทดลองพบว่าปริมาณน้ำมันที่กวาดเก็บได้ ที่เวลาเริ่มต้นของการทดลอง และที่เวลาสุดท้ายของการทดลอง ของกระบอกหมุนชนิดต่างๆซึ่งได้แก่ ฟลูโอโรคาร์บอน เหล็กไร้สนิม พีวีซีผิวเรียบ และพีวีซีผิวหยาบ มีค่าแตกต่างกันประมาณ 0.6 ลิตรต่อนาที และความหนาของชั้นฟิล์มของน้ำมันที่ผิวของกระบอกหมุนแต่ละชนิด มีค่าแตกต่างกันประมาณ 0.05 มิลลิเมตร จากผลของการทดลองนี้ทำให้ทราบว่าเมื่อเวลาผ่านไปอัตราในการกวาดเก็บน้ำมันของกระบอกหมุนจะไม่เปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ทั้งนี้เป็นเพราะเนื่องจากการทดลองนี้ควบคุมให้มีน้ำมันอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ทำการทดลอง น้ำมันจะเคลือบหรือเกาะอยู่ที่ผิวของกระบอกหมุนอยู่ตลอดเวลา ส่วนกระบอกหมุนชนิดที่เป็นไม้สัก พบว่าในขณะที่ทำการทดลองจะมีน้ำปนขึ้นมาคือน้ำมันด้วยในปริมาณที่ค่อยๆเพิ่มขึ้น และจนกระทั่งเวลาสุดท้ายคือประมาณ 3 ชั่วโมง หลังจากที่เริ่มการทดลองพบว่าไม้สักจะดูดติดเฉพาะน้ำขึ้นมาที่ผิวและไม่สามารถดูดติดน้ำมันขึ้นมาได้เลย

สรุปผลของการศึกษาพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกวาดน้ำมันรูปทรงกระบอก พบว่า พารามิเตอร์ต่างๆซึ่งได้แก่ ชนิดของวัสดุที่ใช้เป็นกระบอกหมุน ความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำและในน้ำมัน คุณสมบัติผิวเรียบและผิวหยาบของกระบอกหมุน ไม่มีอิทธิพลการเพิ่มของประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมัน ยกเว้นพารามิเตอร์ซึ่งได้แก่ ความเร็วรอบของกระบอกหมุน

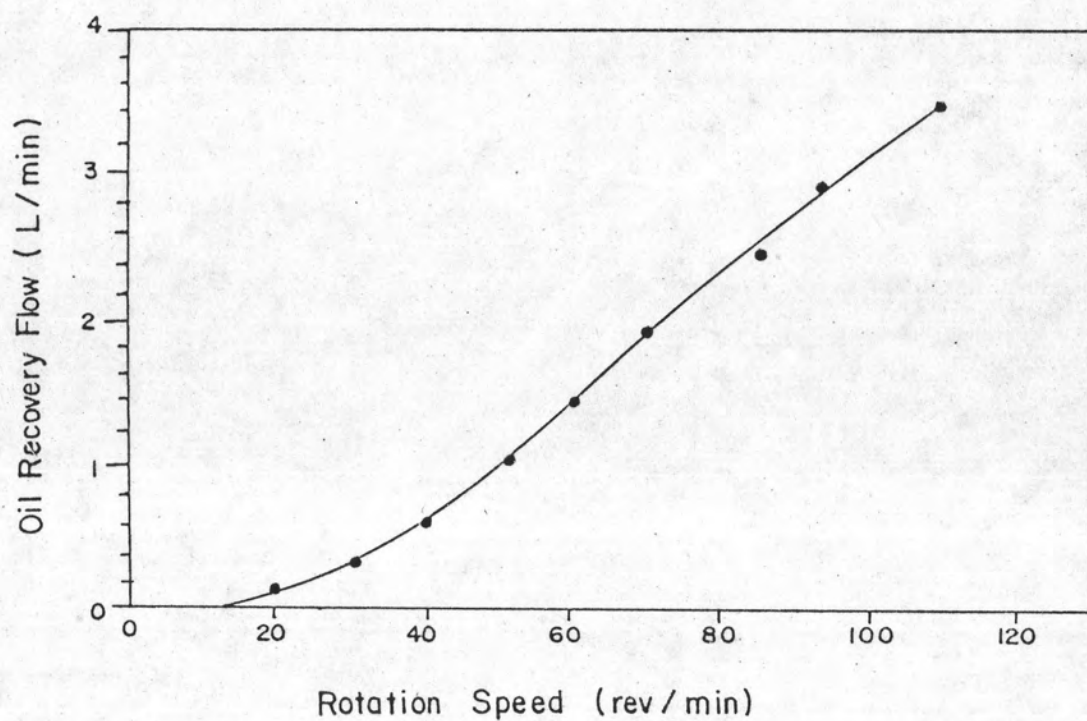
และจากผลของการดำเนินการวิจัยในหัวข้อ 5.2 นี้ สามารถแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำที่กวาดเก็บได้ เทียบกับ ความเร็วรอบของกระบอกหมุน ดังรูปที่ 5.38 และปริมาณของน้ำมันที่กวาดเก็บได้ เทียบกับ ความเร็วรอบของกระบอกหมุน ดังรูปที่ 5.39 นอกจากนี้ยังพบว่าประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมัน (ซึ่งน้ำมันที่ใช้ในการทดลองนี้ได้แก่ น้ำมันดีโรซิน) ของกระบอกหมุนชนิดต่างๆซึ่งได้แก่ ฟลูโอโรคาร์บอน เหล็กไร้สนิม พีวีซีผิวเรียบ และพีวีซีผิวหยาบ มีประสิทธิภาพประมาณ ร้อยละ 94-98

นอกจากการศึกษาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเครื่อง





รูปที่ 5.38 ปริมาณของน้ำที่กวาดเก็บได้ เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกลม



รูปที่ 5.39 ปริมาณของน้ำมันที่กวาดเก็บได้ เทียบกับความเร็วรอบของกระบอกลม

กวาดน้ำมันรูปทรงกระบอกโดยการทดลองแล้ว ยังสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ต่างๆ โดยการวิเคราะห์แบบมิติเชิงหน่วย ( Dimensional - Analysis ) ได้ดังต่อไปนี้

จากการวิเคราะห์แบบมิติเชิงหน่วยวัด ด้วยวิธีทฤษฎีπ-Buckingham จะได้ความสัมพันธ์ในรูปของฟังก์ชัน ของตัวแปรไร้มิติ จำนวน 3 ตัวแปร คือ

$$Re = f( Ca, Fr ) \quad (5.1)$$

เมื่อ Reynolds Numbers (Re) แทนความสัมพันธ์ระหว่าง inertia force และ viscosity (17)

$$Re = \frac{ST}{\nu}$$

Capillary Numbers (Ca) แทนความสัมพันธ์ระหว่าง viscosity และ surface tension

$$Ca = \frac{S\mu}{\gamma_0}$$

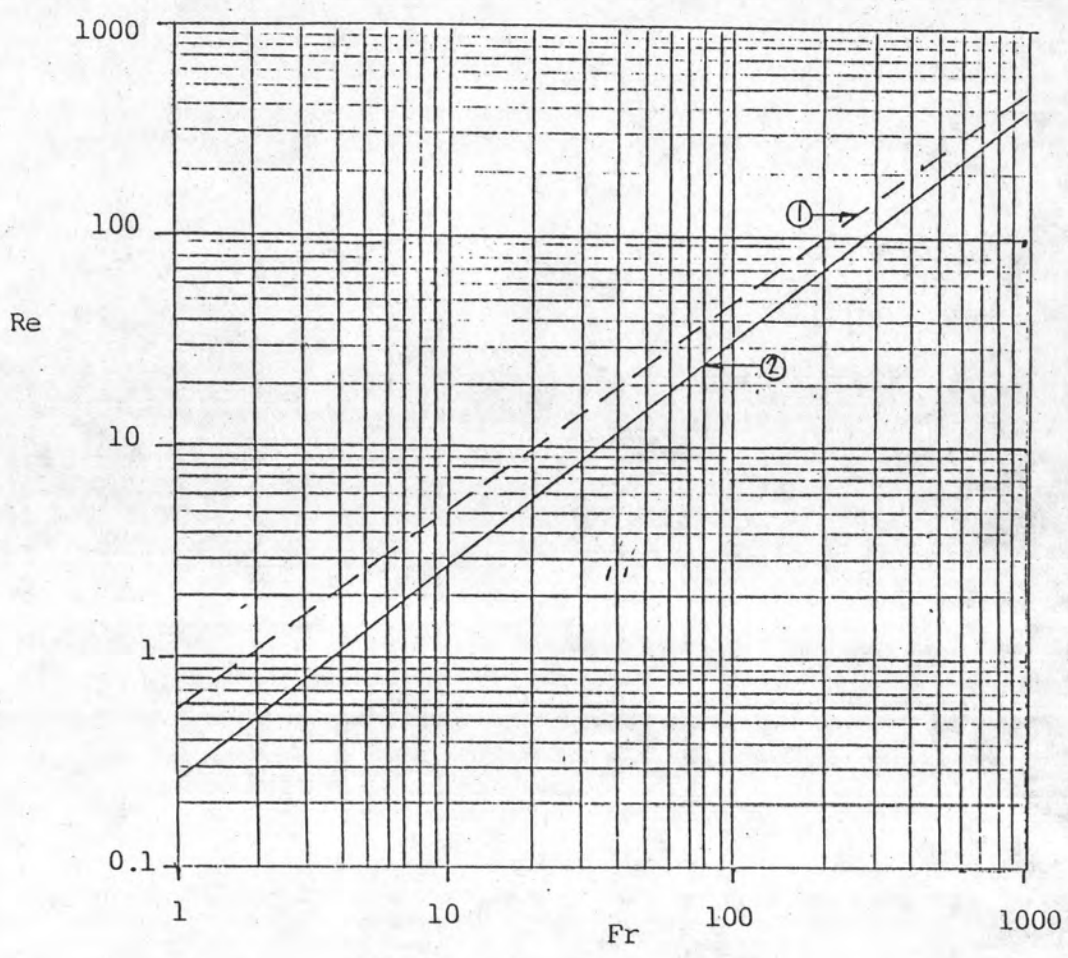
Froude Numbers (Fr) แทนความสัมพันธ์ระหว่าง centrifugal force และ gravity force

$$Fr = \frac{S^2}{Tg}$$

สมาน (20) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าหาความสัมพันธ์ระหว่าง Re, Ca และ Fr โดยทำการศึกษาค้นคว้ากับตัวกวาดที่ใช้โพลีโพรไพลีนเคลือบผิว และใช้น้ำมันซึ่งมีค่าของ viscosity, density และ surface tension ต่างๆ กันถึง 7 ค่าในการศึกษาเปรียบเทียบ ซึ่งผลที่ได้เมื่อนำมาเขียนกราฟระหว่าง Re และ Fr ที่ค่าคงที่ของ Ca ต่างๆ ( ระหว่าง 0.02 ถึง 1.0 ) ดังแสดงในรูปที่ 5.40 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ในรูปของสมการเส้นตรง ดังนี้

$$\log Re = \log 0.26 + 1.056 \log Fr$$

$$\text{หรือ} \quad Re = 0.26 Fr^{1.056} \quad (5.2)$$



①  $Re = 0.585 Fr^{0.974}$

②  $Re = 0.26 Fr^{1.056}$

รูปที่ 5.40      กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Re และ Fr

และจากการศึกษาทดลองของผู้ทดลองพบว่า ได้ความสัมพันธ์ในรูปของสมการเส้นตรงเช่นเดียวกัน ดังนี้

$$\log Re = \log 0.585 + 0.974 \log Fr$$

$$\text{หรือ} \quad Re = 0.585 Fr^{0.974} \quad (5.3)$$

จากการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของสมการ ( 5.2 ) และ ( 5.3 ) ซึ่งพบว่ามีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน และผลของการศึกษาโดยวิธี Dimension Analysis พอจะสรุปได้ว่า พารามิเตอร์ที่สำคัญที่จะมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพในการกวาดเก็บน้ำมันของตัวกวาดน้ำมันรูปทรงกระบอก ได้แก่ ความเร็วรอบของกระบอกหมุนและค่าความหนืด ( viscosity ) ของน้ำมัน ซึ่งจะพบว่าผลของการทดลองในหัวข้อ 5.2.1 ถึง 5.2.6 ได้ผลที่สอดคล้องกับคำอธิบายดังกล่าวข้างต้น

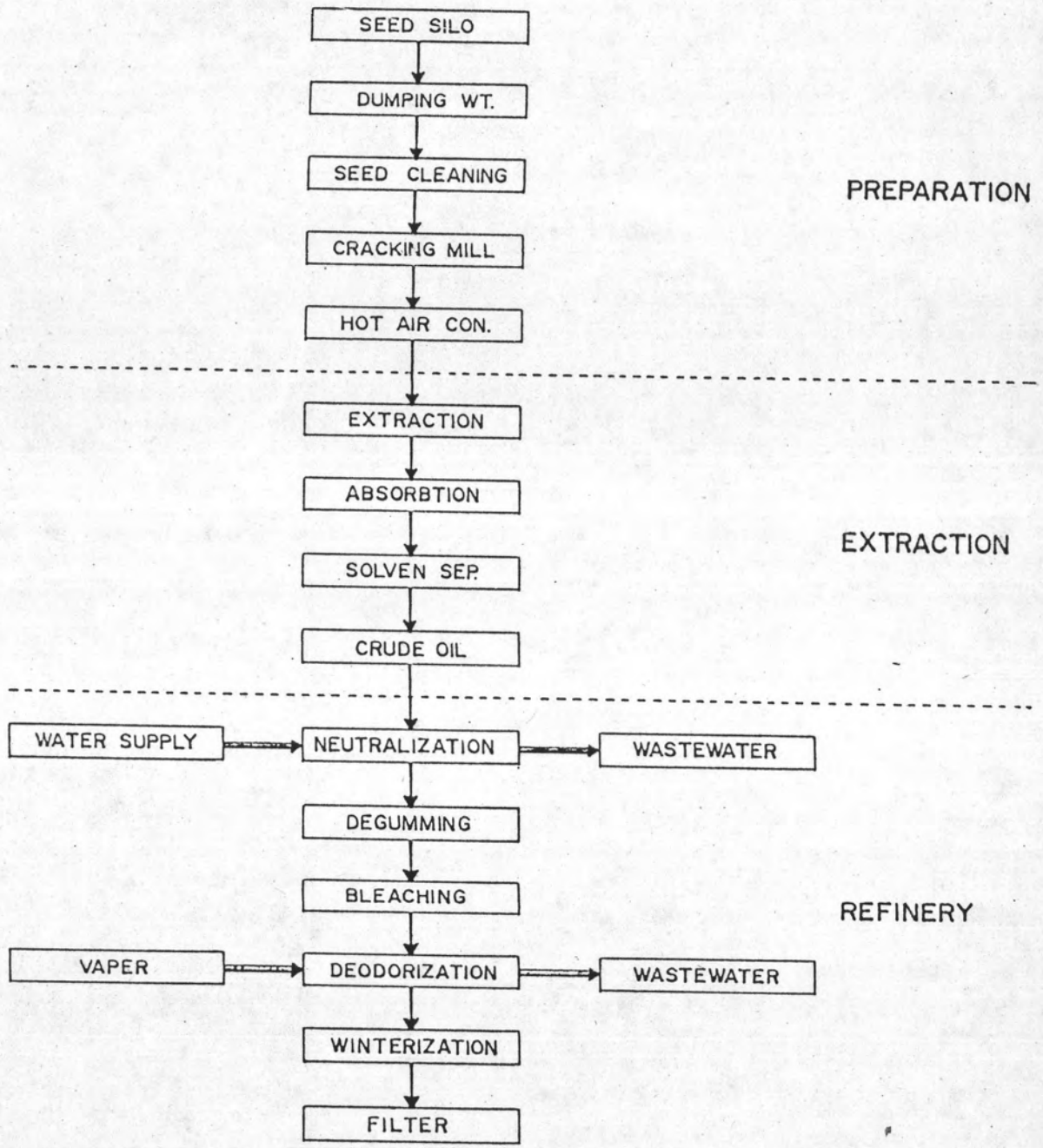
### 5.3 การแสดงผลของการศึกษาทดลองโดยใช้น้ำเสียที่มีน้ำมันลอยอยู่ที่ผิว จากโรงงานอุตสาหกรรม

การศึกษาทดลองโดยใช้น้ำเสียที่มีน้ำมันลอยอยู่ที่ผิว จากโรงงานอุตสาหกรรม ได้กระทำทั้งหมด 2 โรงงาน คือ โรงงานของบริษัทธนาคาร จำกัด ผลิตน้ำมันพืชกัก โรงงานของบริษัทสยามน้ำมันละหุ่ง จำกัด ผลิตน้ำมันละหุ่ง

#### 5.3.1 ผลของการศึกษาทดลองจากโรงงานของบริษัทธนาคาร จำกัด

โรงงานของบริษัทธนาคาร จำกัด เป็นโรงงานผลิตน้ำมันพืชซึ่งใช้วัตถุดิบจำพวกถั่วเหลือง และรำ ขั้นตอนของการผลิตได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.41 โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การเตรียมวัตถุดิบ เป็นขั้นตอนในการทำความสะอาดวัตถุดิบ



รูปที่ 5.41 ขั้นตอนการผลิตน้ำมันของโรงงานบริษัทธนากร จำกัด

และทำให้วัตถุดิบมีลักษณะเป็นชิ้นบางๆ เพื่อเตรียมนำเข้าสู่ขั้นตอนอื่นต่อไป

2. การสกัดน้ำมันดิบ เป็นขั้นตอนที่นำวัตถุดิบที่ได้มาบีบสกัดเอาน้ำมันดิบเอาน้ำมันดิบออก ส่วนกากที่เหลือจะล้างด้วยเอกเซน เพื่อละลายน้ำมันส่วนที่เหลือออก หลังจากนั้นจะแยกน้ำมันดิบที่ละลายในเอกเซนออกจากกันโดยอาศัยจุดเดือดของการเป็นไอที่ต่างกัน เอกเซนที่แยกแล้วจะมีน้ำเจือปนอยู่ด้วย และจะทำการแยกน้ำออกโดยเครื่องแยกเซนต์ปีวรี

3. การแยกแก๊มออก น้ำมันดิบที่ได้จะทำการแยกแก๊มออกโดยใช้ น้ำร้อนล้างและใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้นร้อยละ 85 เป็นตัวทำลาย แก๊มจะถูกแยกออกจากน้ำมันโดยเครื่องแยกเซนต์ปีวรี

4. การปรับปรุงคุณภาพ ขั้นตอนนี้ น้ำมันจะถูกทำให้เป็นกลาง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ไม่มีฤทธิ์เป็นกรดหรือด่าง โดยการเติมด่างเพื่อทำปฏิกิริยากับกรดไขมันจนเป็นกลาง ผลที่ได้คือ น้ำสบู่ และจะปล่อยให้แยกจากน้ำมันโดยกักไว้ในถังเอียง ( Slope Tank ) หลังจากนั้น น้ำมันจะถูกผสมกับน้ำร้อนเพื่อทำการล้างน้ำสบู่ออก และจะทำการแยกโดยเครื่องแยกเซนต์ปีวรี น้ำเสียที่ได้จะมีอนุภาคของน้ำมันแขวนลอยอยู่ปนกับน้ำสบู่ ซึ่งจะถูกส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป

5. การฟอกสีและกำจัดกลิ่น การฟอกสีจะใช้ผงบลีซซึ่งเอิทธิคูดฟิคเมนท์แล้วทำการกรองออก ในส่วนของการกำจัดกลิ่นทำโดยการเพิ่มอนุภูมิของของน้ำมันภายใต้ความกดดันต่ำ พวกลสารระเหยได้ ( Volatile Matter ) จะระเหยออกทางท่อสูญญากาศ โดยผ่านบารอเมตตริก คอนเดนเซอร์ น้ำที่ผ่านออกมาจะมีสารพวกระเหยได้ปรอออกมาด้วยโดยมีลักษณะขุ่นขาวเหมือนน้ำนม น้ำส่วนนี้จะถูกนำไปยังระบบหล่อเย็น เพื่อนำกลับมาใช้อีกครั้งหนึ่ง และบางส่วนจะถูกส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย

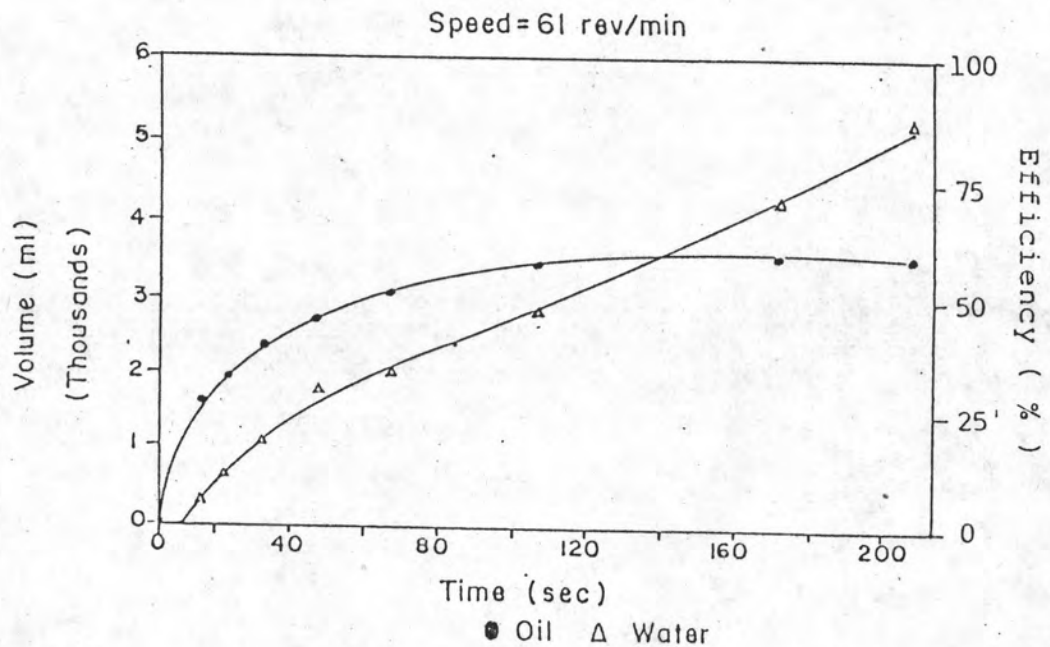
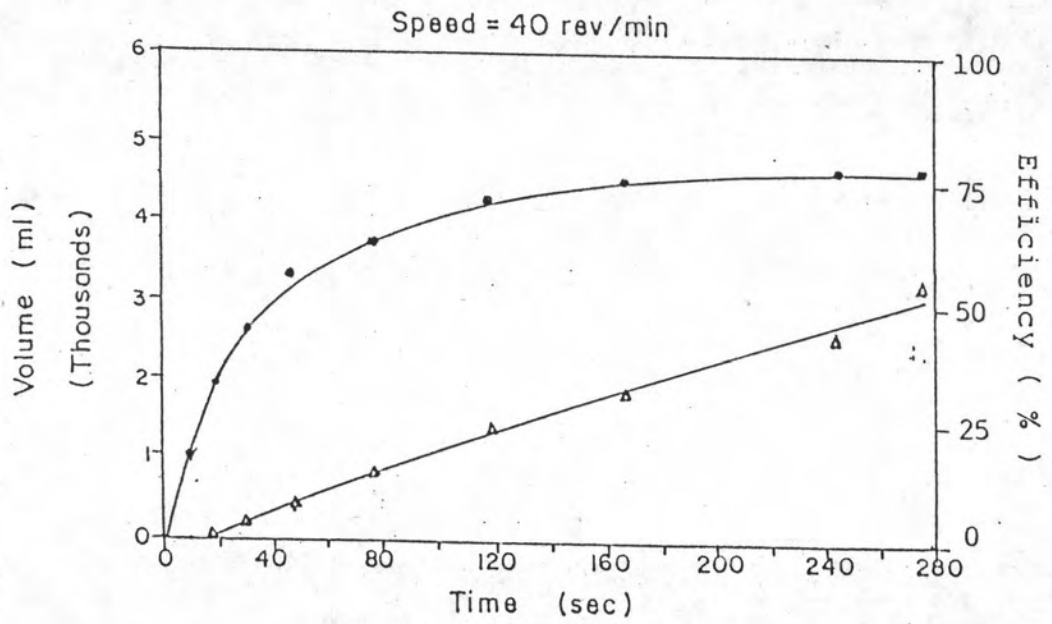
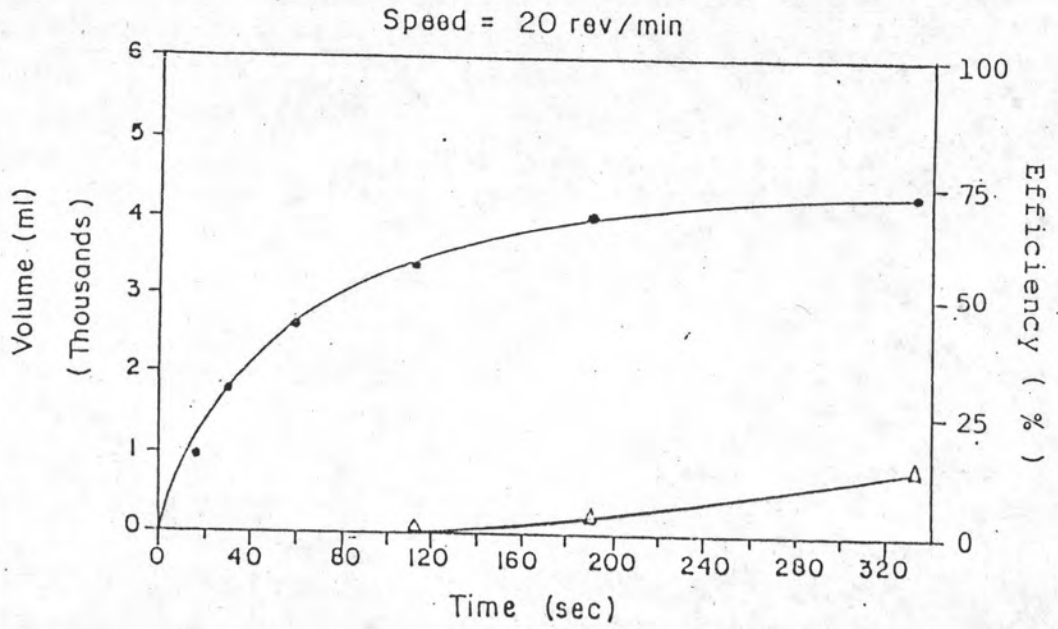
6. ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน ประกอบด้วย บ่อตกไขมัน บ่อแยกชั้นน้ำมัน และบ่อเติมอากาศ

ดำเนินการทดลองตั้งในหัวข้อ 4.2.3 ในตารางที่ 4.5 ศึกษาทดลองโดยไม่ได้ควบคุมให้มีน้ำมันอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ความเร็วรอบของกระบอกลม 20, 40 และ 61 รอบต่อนาที ใช้น้ำเสียที่มีน้ำมันลอยอยู่ที่ผิวจากบ่อตกไขมัน ลักษณะทางกายภาพของน้ำเสียมีสีขาวขุ่น และมีกลิ่นเหม็น และมีสารแขวนลอยปะปนมา

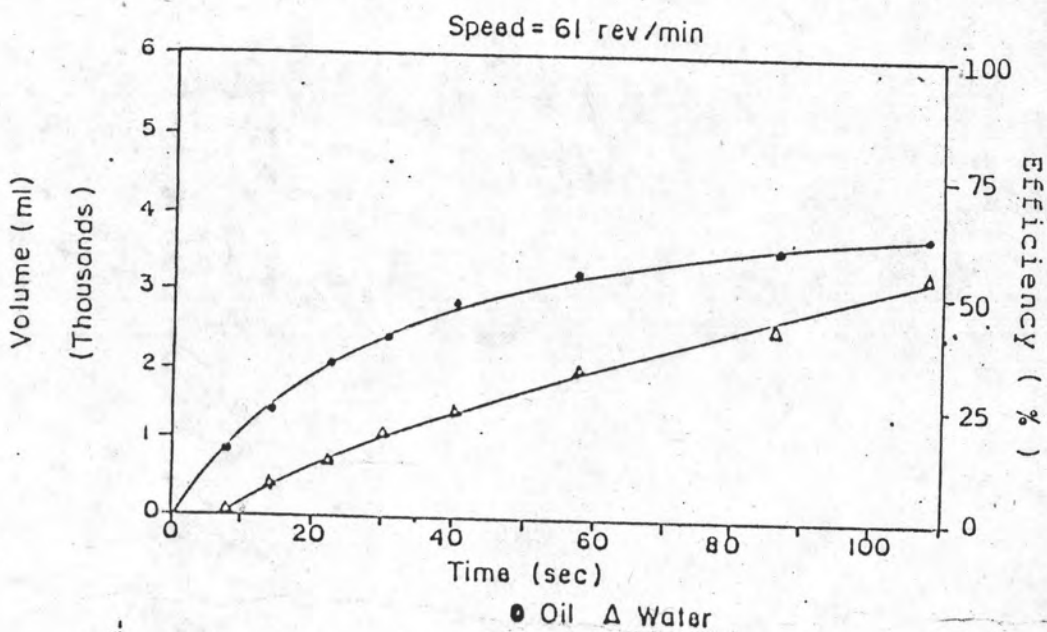
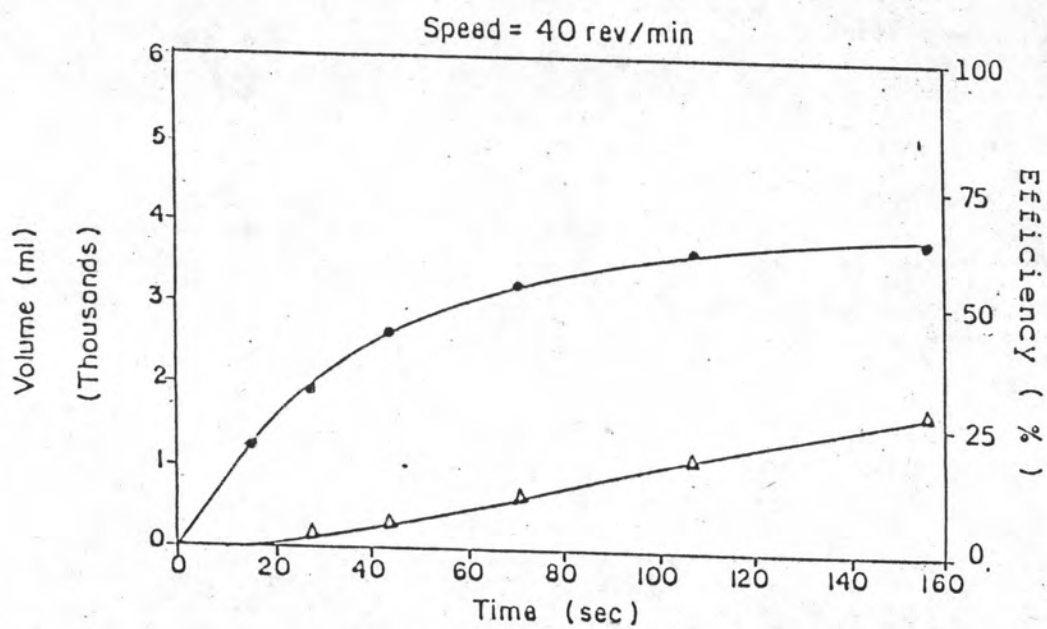
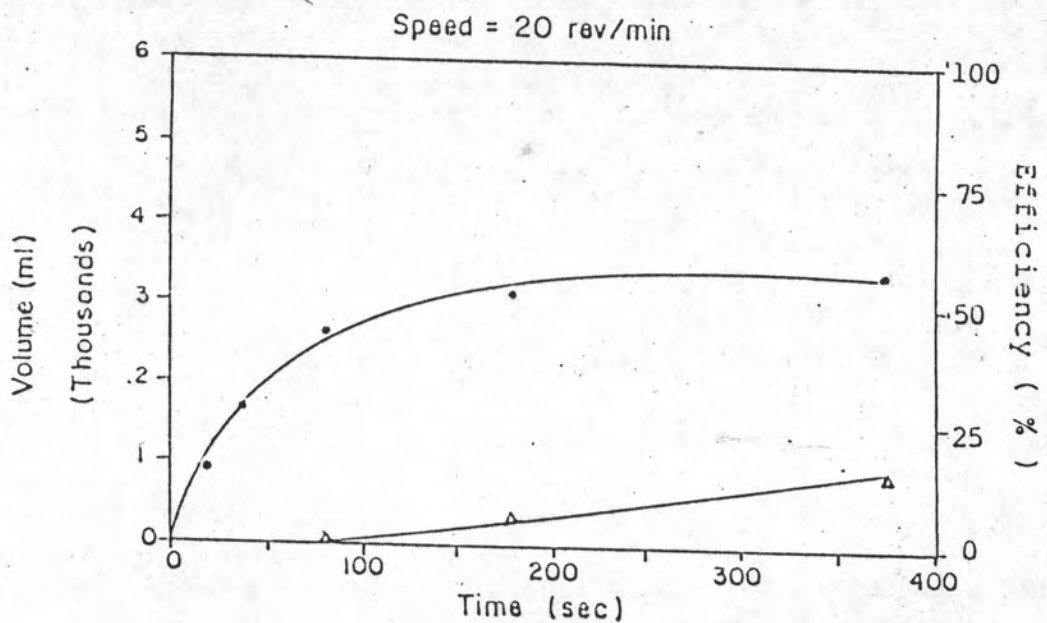
ผลของการทดลองแสดงไว้ในรูปที่ 5.42 - 5.45 และสรุปไว้ในตารางที่ 5.6 จากผลของการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันสูงสุดของกระบอกลมซึ่งได้แก่ ฟลูโอโรคาร์บอน เหล็กไร้สนิม พีวีซีผิวเรียบ พีวีซีผิวหยาบ มีค่าประมาณร้อยละ 77, 64, 55 และ 60 ตามลำดับ และพบว่ามีปริมาณน้ำปนมากับน้ำมัน ในอัตราร้อยละ 60, 47, 50 และ 46 ตามลำดับ และสาเหตุที่ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันมีค่าค่อนข้างต่ำ และมีปริมาณน้ำปนมากับน้ำมันจำนวนมาก ทั้งนี้เพราะว่าน้ำเสียที่มีน้ำมันลอยอยู่ที่ผิวนี้นี้มีปริมาณของสารแขวนลอยเล็กน้อย และมีน้ำสบู่ปะปนอยู่ โดยที่สารแขวนลอยดังกล่าวมีคุณสมบัติที่ดูดติดน้ำได้ (Hydrophilic) จึงดูดติดเอาน้ำบางส่วนปนขึ้นมาด้วยน้ำมัน และอีกทั้งน้ำสบู่ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารลดแรงตึงผิวทำให้แรงตึงระหว่างผิวของสารมีค่าลดลงจึงทำให้ทำงานในการดูดติดน้ำมันลดลง จึงมีผลทำให้ประสิทธิภาพลดลง

นอกจากนี้จากการวิจัยยังพบว่า ปริมาณของน้ำมันที่เข้าสู่ระบบถ้าไม่เกิน 3 ลิตรต่อนาที หรือ 180 ลิตรต่อชั่วโมง เมื่อใช้ความเร็วรอบของกระบอกลม 20 รอบต่อนาที และพบว่ามีน้ำปนขึ้นมาด้วยน้ำมันไม่เกินร้อยละ 3 ดังแสดงในภาพ 5.46 - 5.49



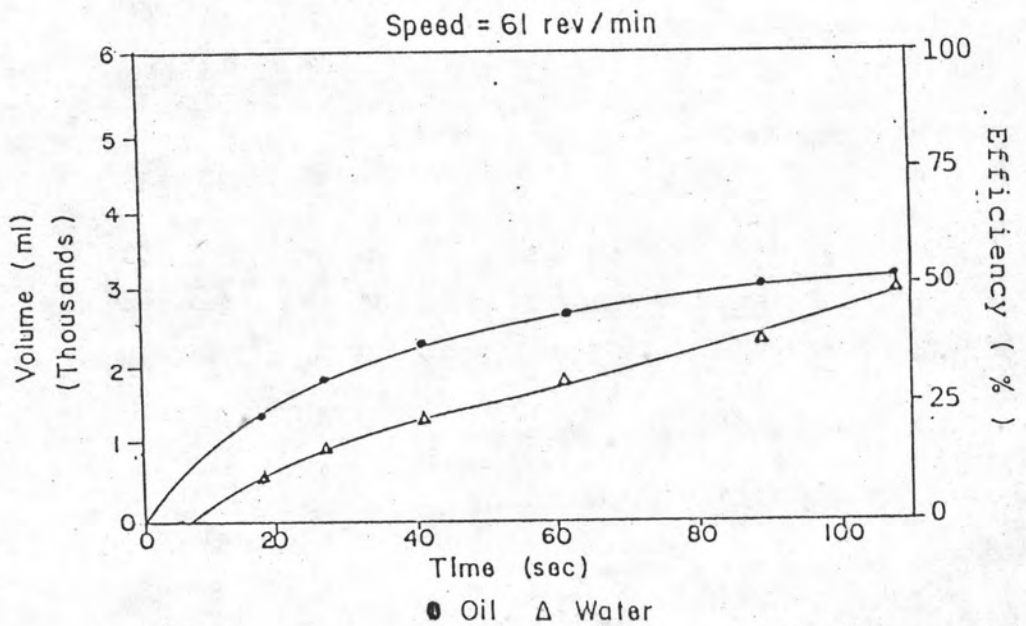
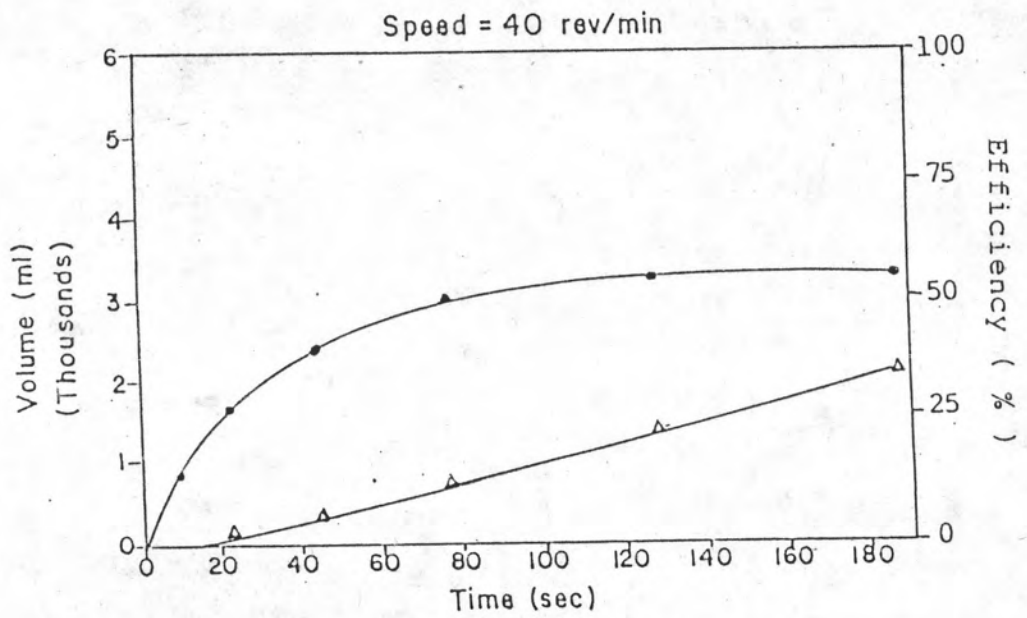
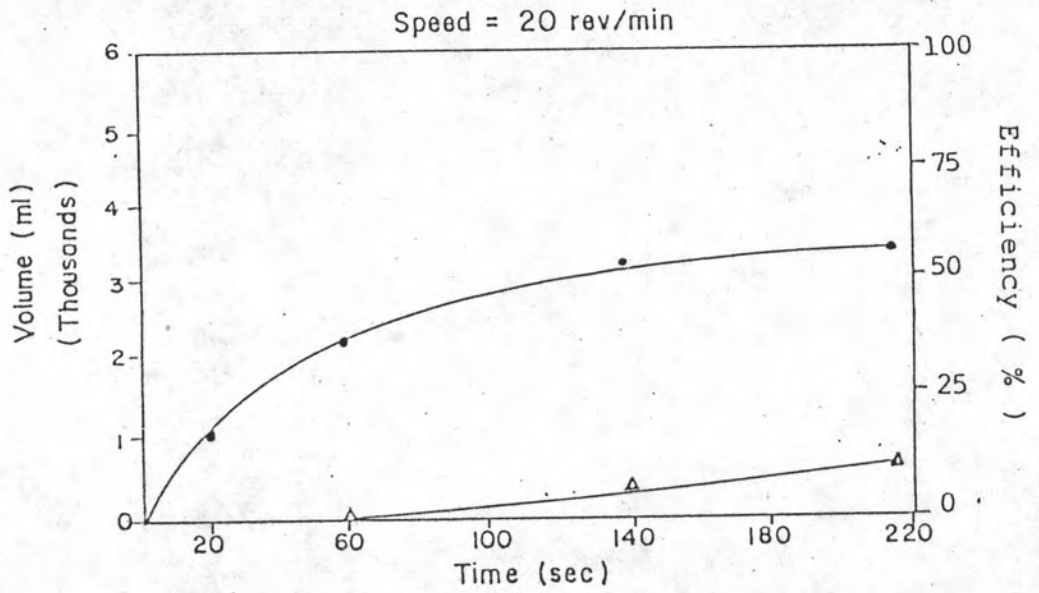


รูปที่ 5.42 ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันของกระบอกหมุนซึ่งได้แก่ ฟลูโอโรคาร์บอน

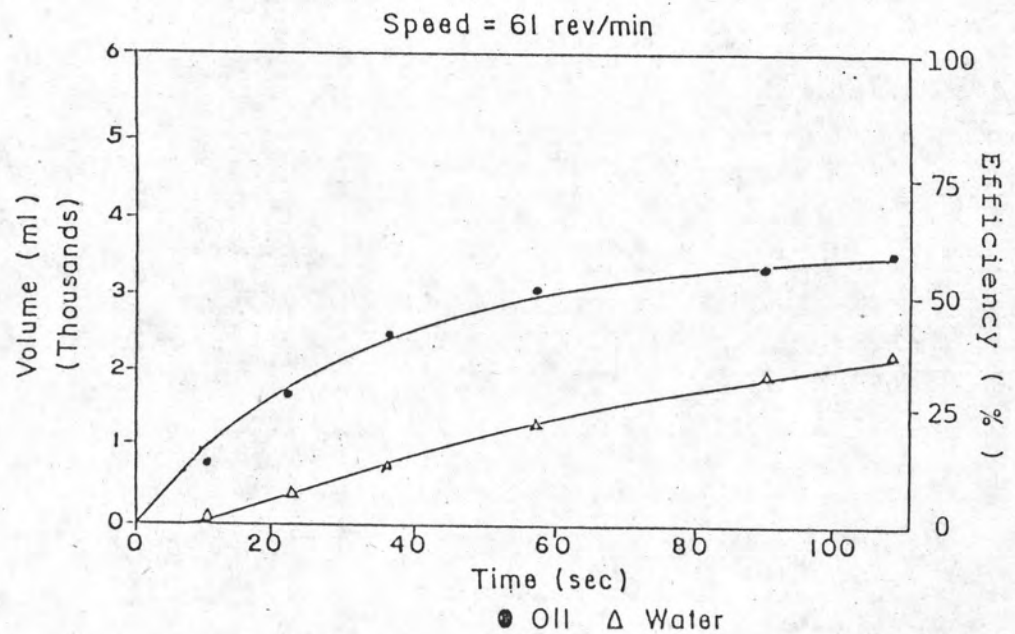
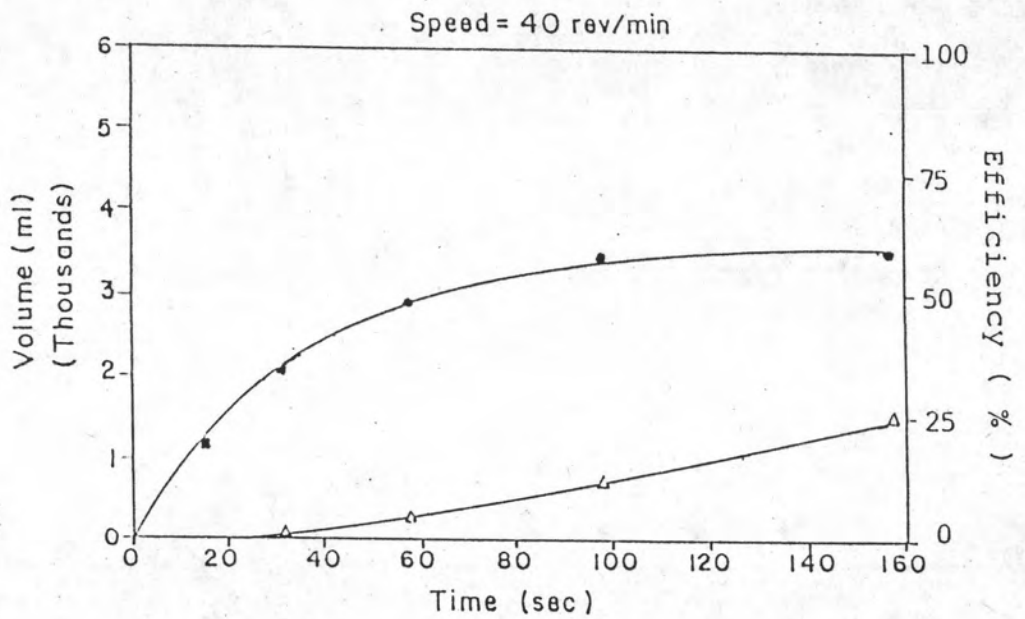
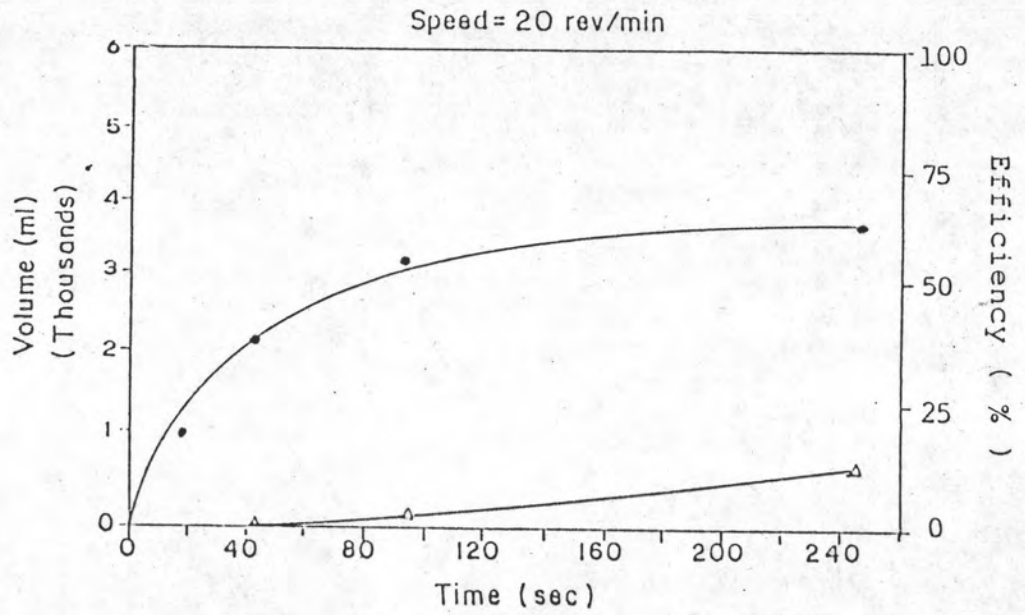


● Oil ▲ Water

รูปที่ 5.43 ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันของกระบอกหมุนซึ่งได้แก่ เหล็กโรลล์นิม

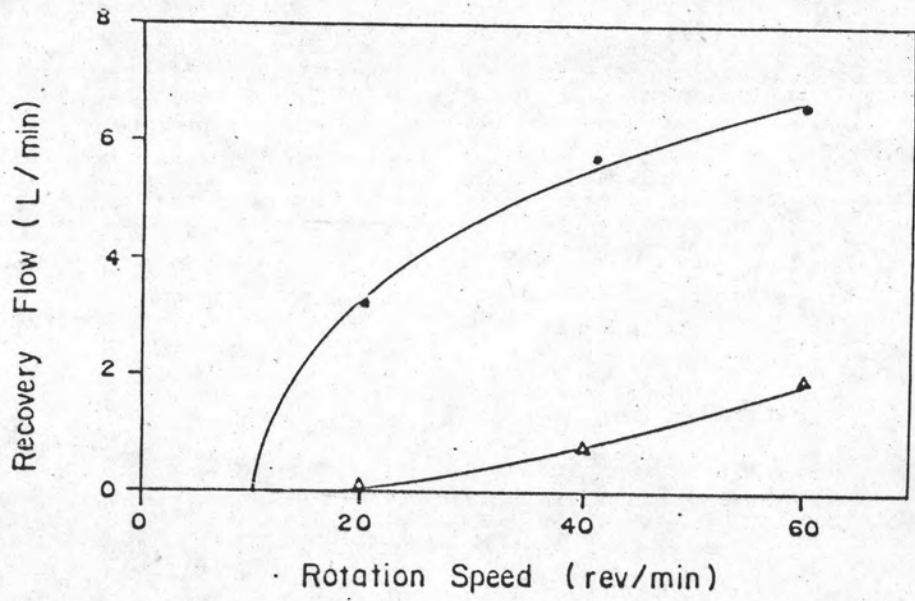


รูปที่ 5.44 ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันของกระบอกหมุนซึ่งได้แก่ พิวซ์ผิวเรียบ

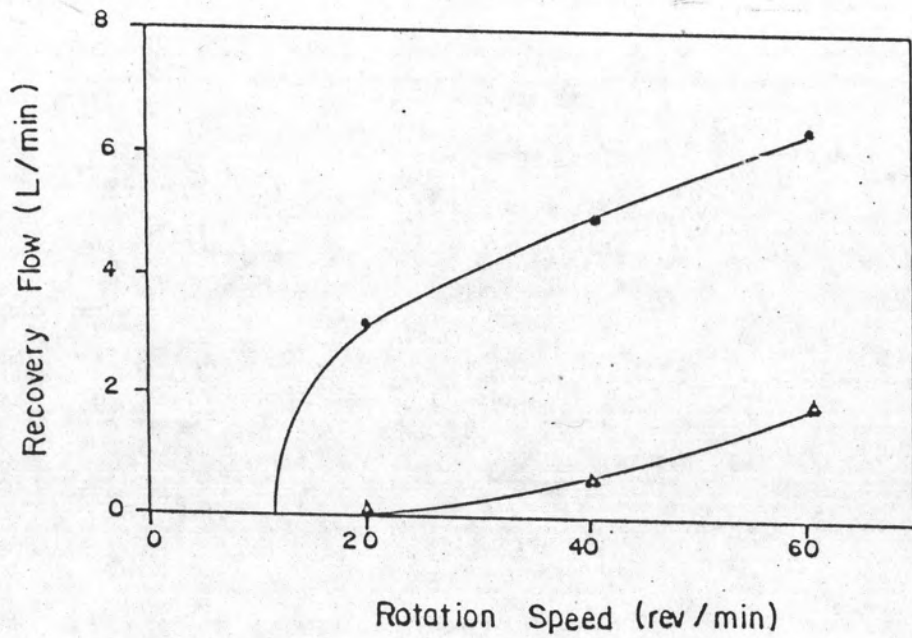


● Oil Δ Water

รูปที่ 5.45 ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันของกระบอกหมุนซึ่งได้แก่ พีวีซีผิวหยาบ

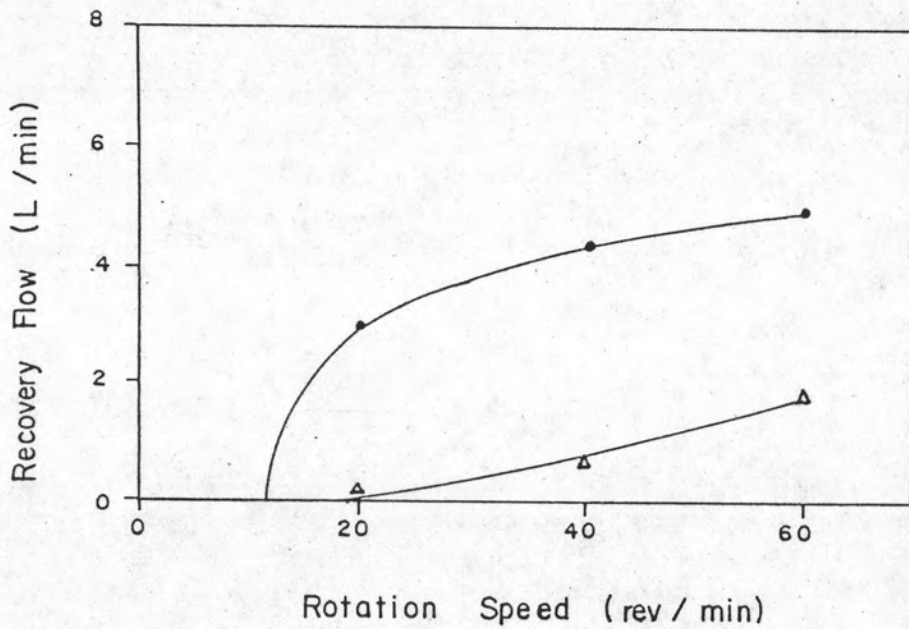


รูปที่ 5.46 อัตราการเก็บน้ำมันของระบบอกหมุนซึ่งได้แก่ ฟลูออโรคาร์บอน

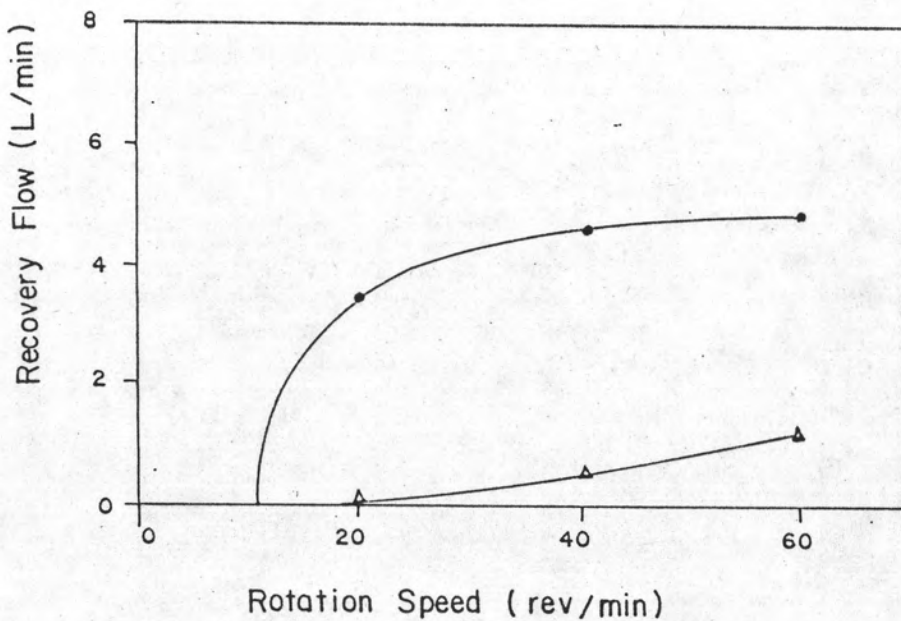


● Oil      Δ Water

รูปที่ 5.47 อัตราการเก็บน้ำมันของระบบอกหมุนซึ่งได้แก่ เหล็กโรสนิม



รูปที่ 5.48 อัตราการเก็บน้ำมันของกระบอกหมุนซึ่งได้แก่ พีวีซีผิวเรียบ



● Oil      Δ Water

รูปที่ 5.49 อัตราการเก็บน้ำมันของกระบอกหมุนซึ่งได้แก่ พีวีซีผิวหยาบ

ตารางที่ 5.6 แสดงผลของการศึกษาทดลองจากโรงงานของ บ.ธนากร จำกัด

การทดลองที่	ชนิดวัสดุ	ความเร็วรอบของ กระบอกหมุน	เปอร์เซ็นต์ของน้ำ ที่ปนมากับน้ำมัน	ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์)
1	ฟลูโอโรคาร์บอน	20	16	72
		40	41	77
		61	60	60
2	เหล็กโรสนิม	20	20	56
		40	32	63
		61	47	64
3	พีวีซีผิวเรียบ	20	18	52
		40	40	55
		61	50	52
4	พีวีซีผิวหยาบ	20	14	60
		40	31	59
		61	46	56

หมายเหตุ

$$\text{ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{ปริมาตรของน้ำมันที่กวาดเก็บได้}}{\text{ปริมาตรของน้ำมันเริ่มต้น}} \times 100$$

### 5.3.2 ผลของการศึกษาทดลองจากโรงงานของบริษัท สยามน้ำมันและหุง จำกัด

โรงงานของบริษัท สยามน้ำมันและหุง จำกัด เป็นโรงงานผลิตน้ำมันหุง ขั้นตอนของการผลิตได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.50 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเตรียมและบิบน้ำมัน ขั้นตอนนี้ใช้ระบบไฮโดรลิคบิบน้ำมันออกจากเมล็ดหุง ผลจากขั้นตอนนี้จะได้น้ำมันดิบและกากหุง

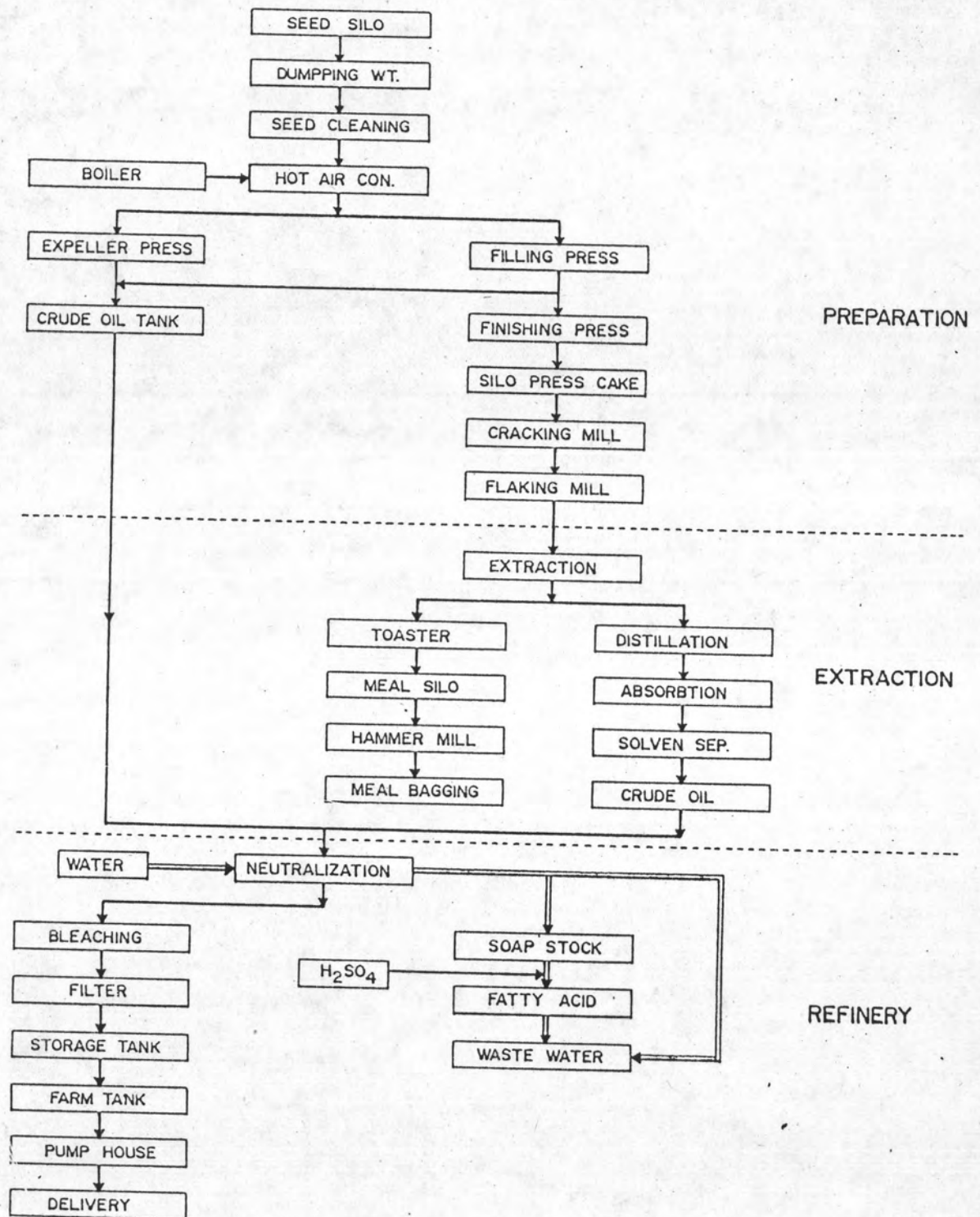
2. การสกัดน้ำมันดิบ โดยใช้สารเอกเซนฉีดเข้าไปผสมกับกากหุง เพื่อละลายน้ำมันออกจากเนื้อหุง จากนั้นน้ำมันดิบและสารเอกเซนจะเข้าสู่หอกลั่น เพื่อแยกน้ำมันหุงออกจากเอกเซนโดยอาศัยหลักการที่สารมีจุดเดือดต่างกัน ของเสียที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนนี้ คือ กากหุง ซึ่งจะนำไปใช้เป็นปุ๋ยต่อไป

3. การปรับปรุงคุณภาพ ขั้นตอนนี้จะสกัดแยกสิ่งเจือปนออก เช่น กรด ไชมัน น้ำ และกากหุง การแยกอาศัยหลักการที่สารมีจุดเดือดที่อุณหภูมิที่ต่างกัน ส่วนกรรมวิธีทางเคมีที่ใช้ในขั้นตอนนี้คือ จะเติมต่างลงไปเพื่อรวมกับกรดไขมันให้กลายเป็นน้ำสบู่แยกตัวออกมา น้ำเสียที่เกิดจากขั้นตอนนี้จะมีอนุภาคน้ำมันแขวนลอยอยู่พร้อมกับน้ำสบู่ น้ำเสียจะถูกส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสียในขั้นต่อไป

4. ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน ประกอบด้วยบ่อตกไขมันซึ่งจะทำหน้าที่แยกตกไขมันออก บ่อแยกชั้นน้ำมัน ( Decantor ) จะปล่อยให้ไขมันลอยตัวแยกชั้นเอง หลังจากนั้นจะส่งต่อไปยังระบบเติมอากาศ น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดนี้ส่วนหนึ่งจะมาจากการชะล้างทำความสะอาดโรงงาน

การดำเนินการศึกษาทดลองกระทำดังในหัวข้อ 4.2.3 ตารางที่



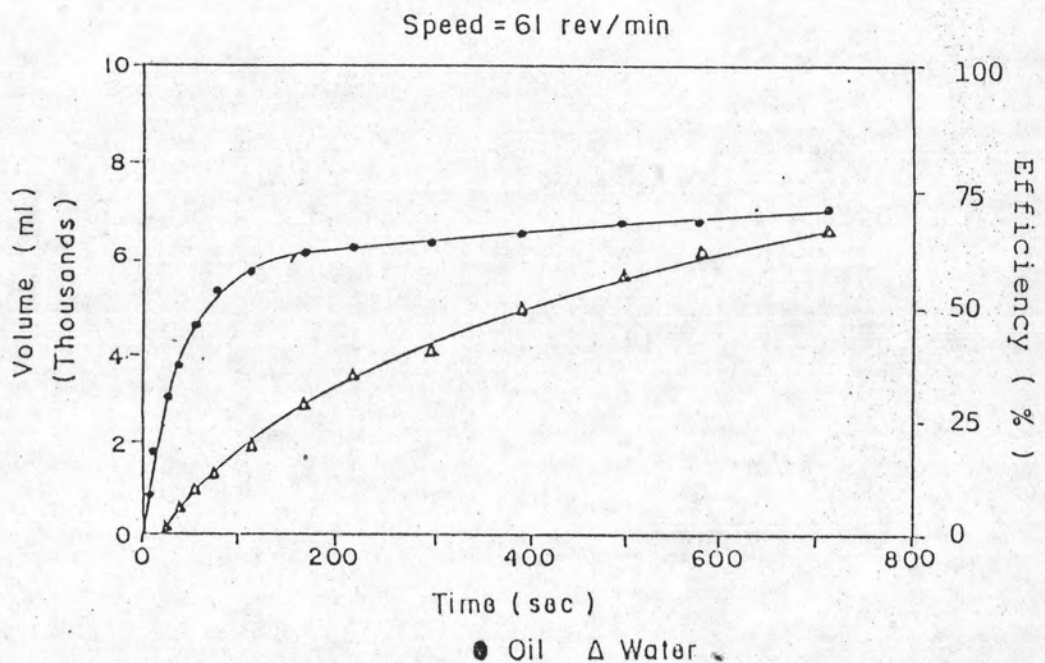
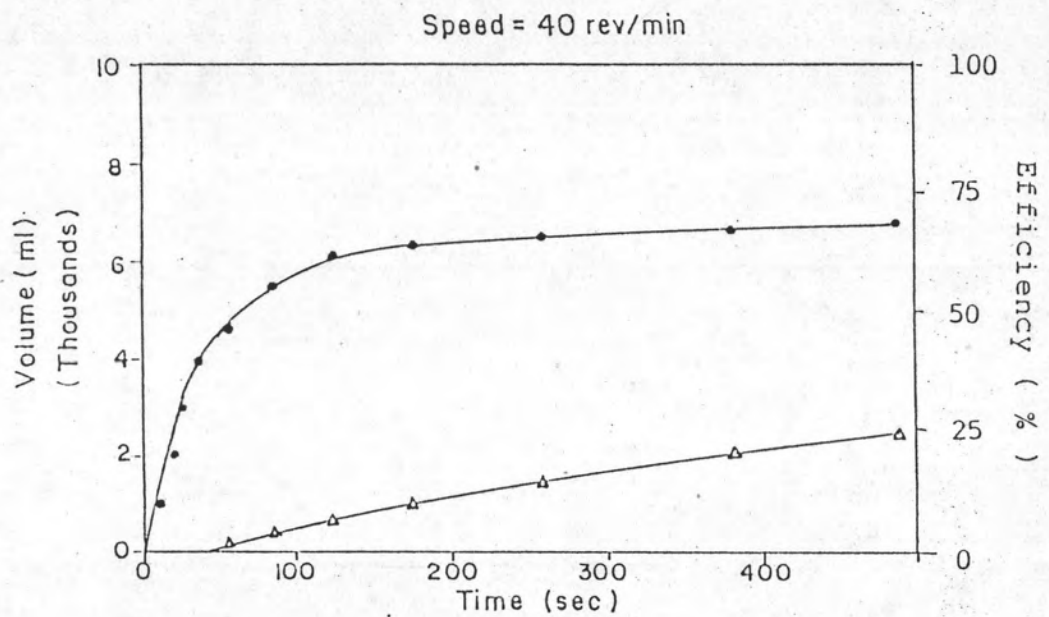
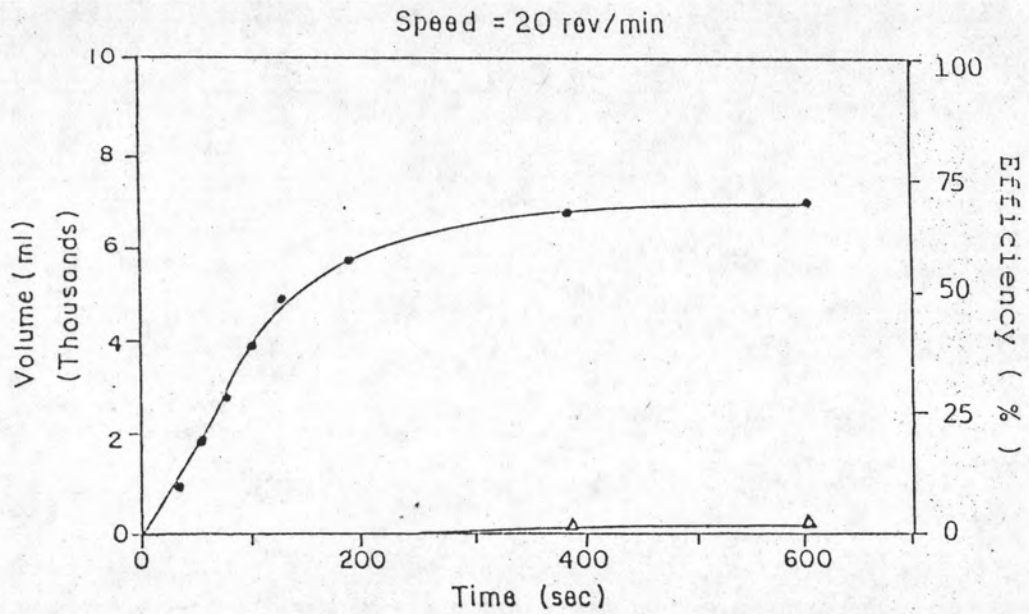


รูปที่ 5.50 ขั้นตอนการผลิตน้ำมันของบริษัทสยามน้ำมันระหุ้ง จำกัด

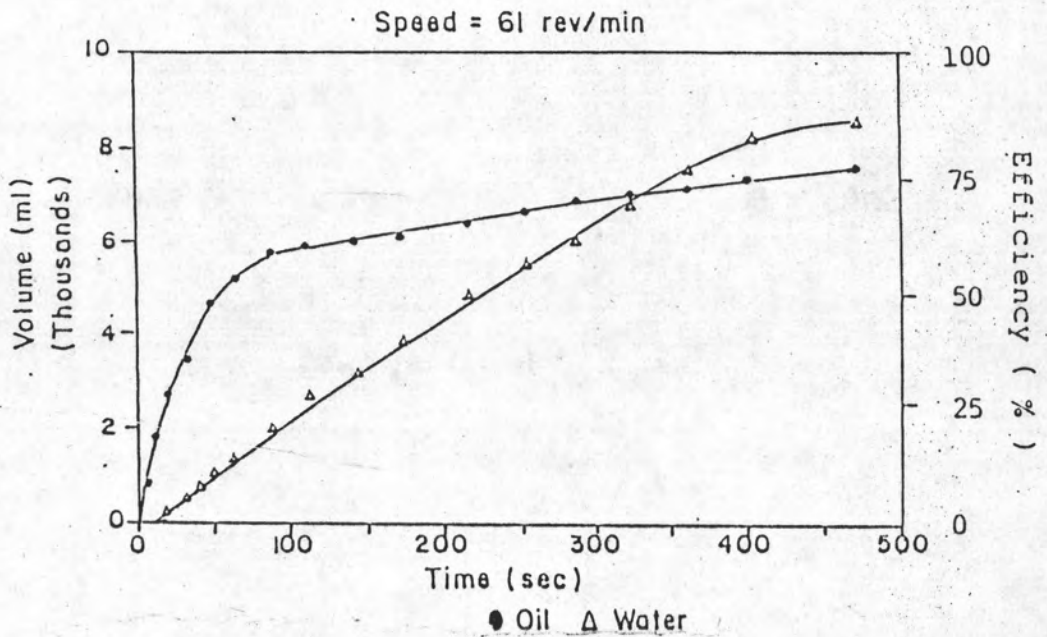
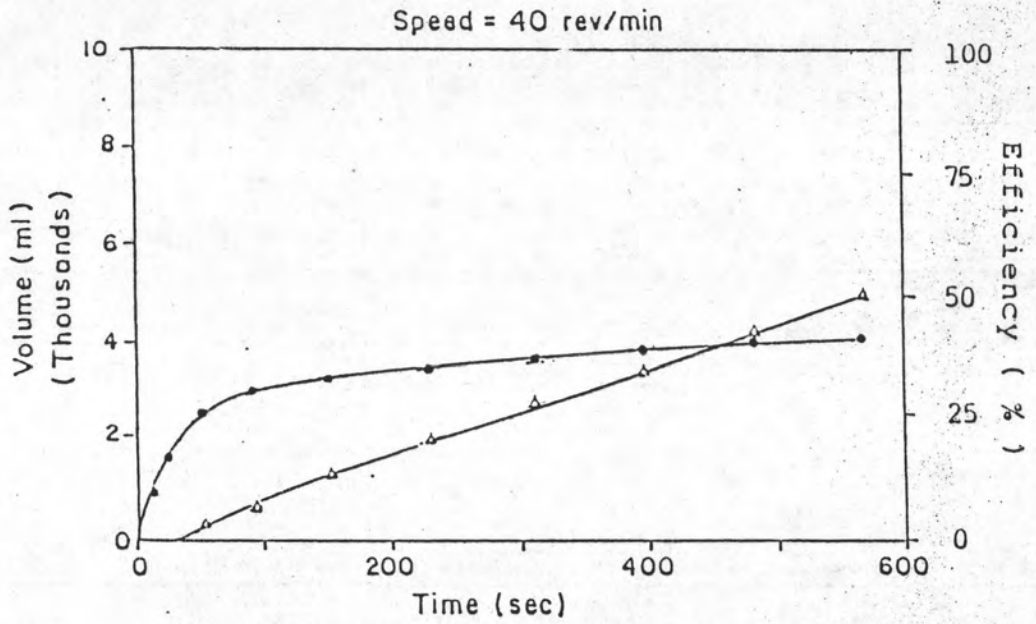
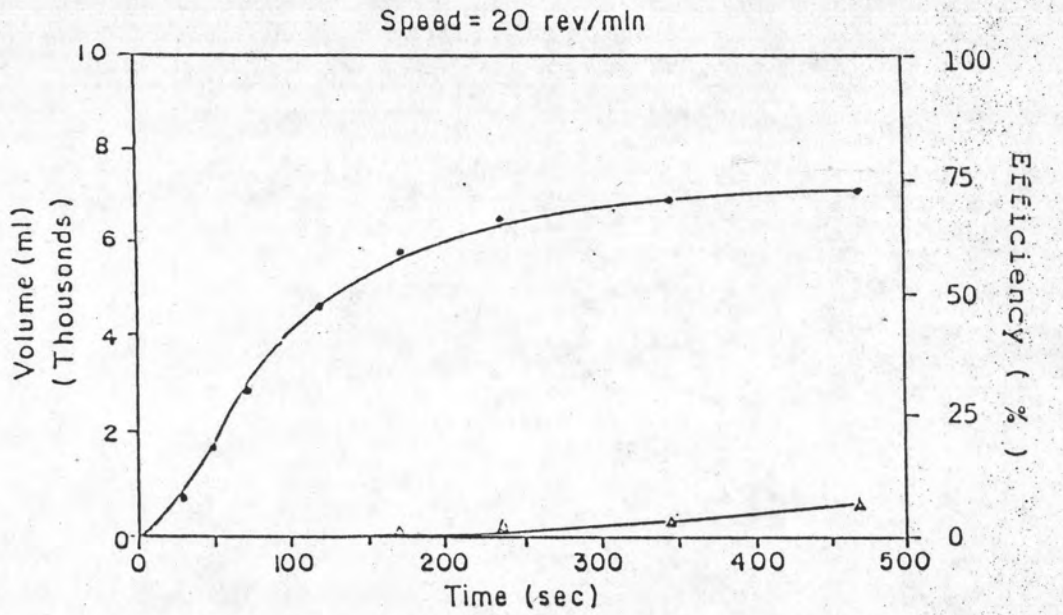
ที่ 4.5 โดยนำน้ำเสียที่มีน้ำมันลอยอยู่ที่ผิวมาจากบ่อดักไขมัน น้ำเสียจากโรงงานส่วนใหญ่มาจากขั้นตอนการกลั่นกรองน้ำมันให้บริสุทธิ์ จากการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันน้ำล้างพื้น และจากการแยกเอากรดไขมันอิสระออก

ผลของการวิจัยได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.51-5.54 และสรุปไว้ในตารางที่ 5.7 จากผลของการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันสูงสุดของกระบอกหมุนชนิดที่เป็น ฟลูออโรคาร์บอน เหล็กไร้สนิม พีวีซีผิวเรียบ และพีวีซีผิวหยาบ มีค่าประมาณร้อยละ 72, 75, 65 และ 64 ตามลำดับ และพบว่าปริมาณน้ำปนมากับน้ำมันในอัตราร้อยละ 49, 54, 51 และ 54 ตามลำดับ สาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันมีค่าค่อนข้างต่ำ และมีปริมาณน้ำปนมากับน้ำมันจำนวนมาก ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากมีสารแขวนลอย และน้ำสบู่ปนมากับน้ำเสียที่มีน้ำมันลอยอยู่ที่ผิว โดยที่สารแขวนลอยดังกล่าวมีคุณสมบัติติดน้ำได้ดี จึงทำให้มีน้ำบางส่วนติดมากับสารแขวนลอยและปะปนมากับน้ำมันที่กวาดเก็บได้ อีกทั้งน้ำสบู่ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิว ซึ่งทำให้แรงตึงระหว่างผิวของสารมีค่าลดลง จึงทำให้ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันลดลง

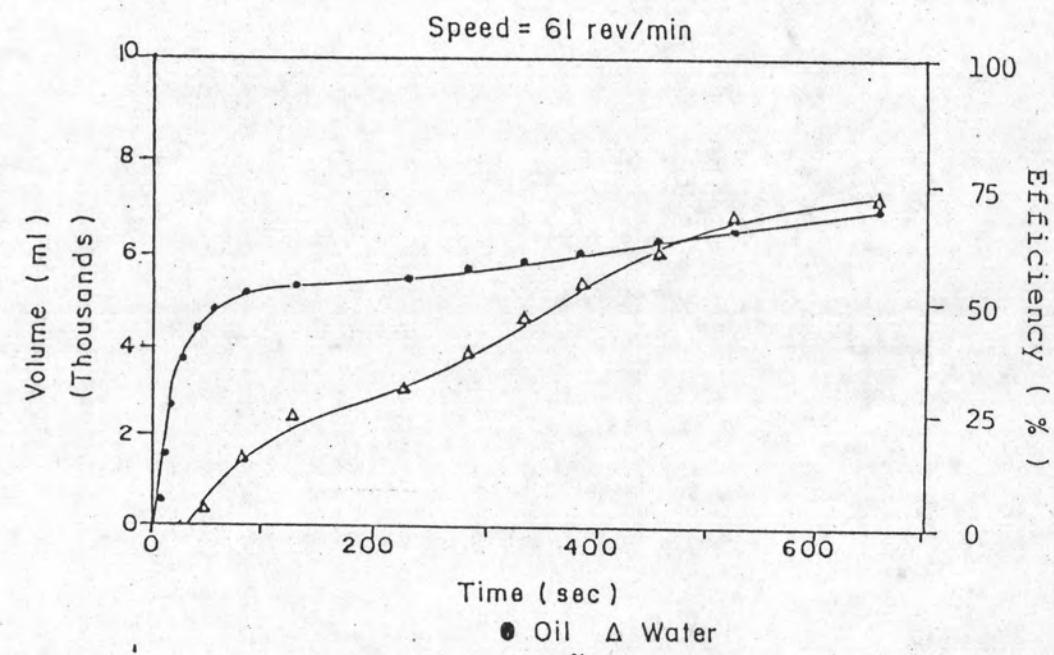
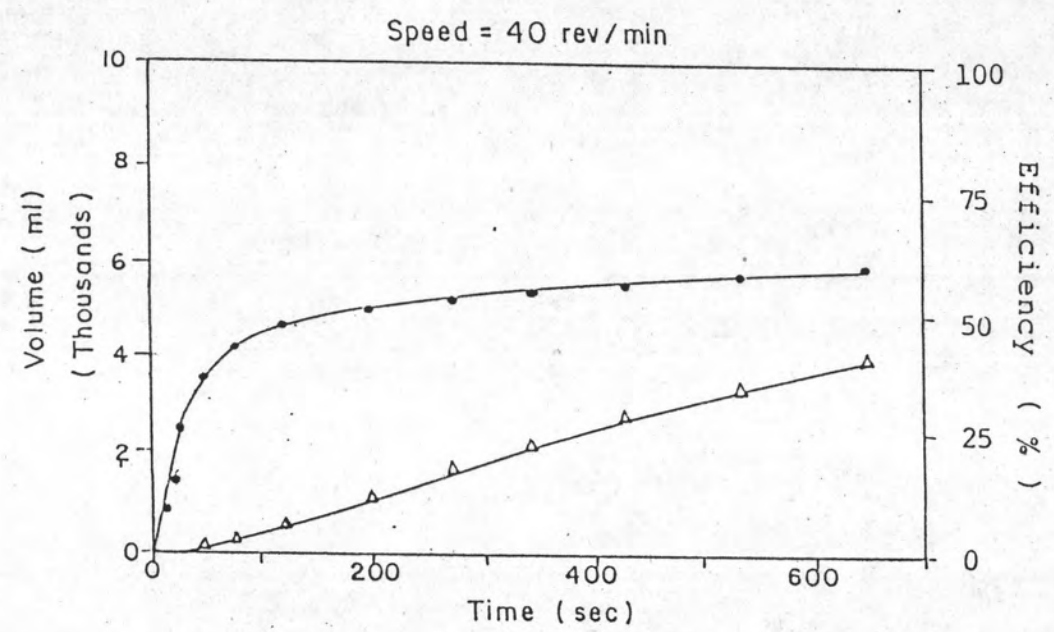
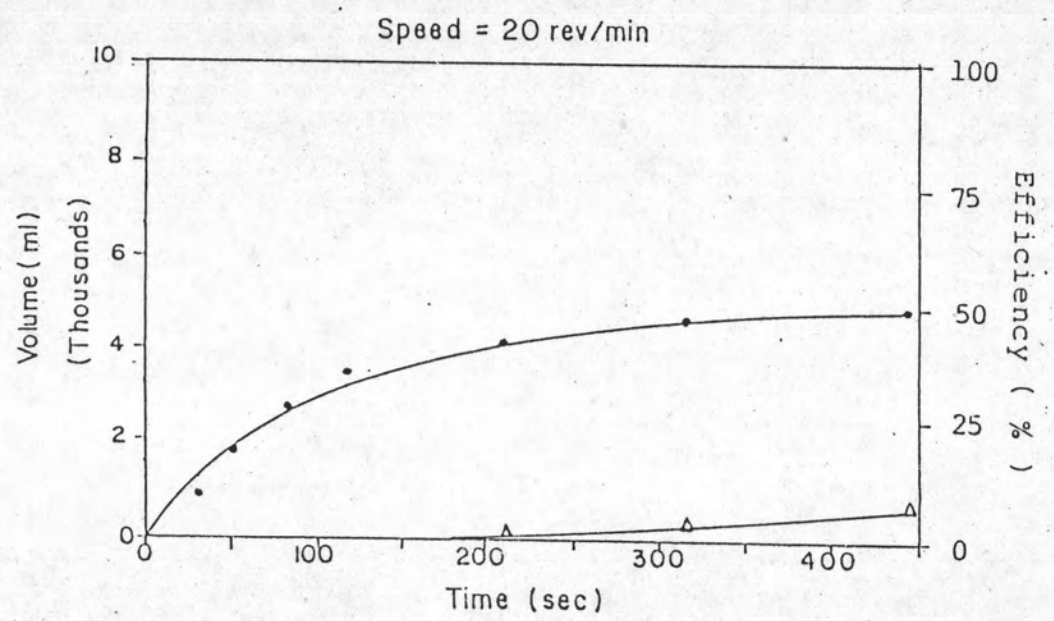
นอกจากนี้จากผลของการวิจัยยังพบว่าปริมาณของน้ำมันที่เข้าสู่ระบบถ้าไม่เกิน 2 ลิตรต่อนาที หรือ 120 ลิตรต่อชั่วโมง เมื่อใช้ความเร็วรอบของกระบอกหมุน 20 รอบต่อนาที จะพบว่าปริมาณน้ำปนขึ้นมากับน้ำมันที่กวาดเก็บได้ไม่เกินร้อยละ 2 ดังแสดงในภาพ 5.55 - 5.58



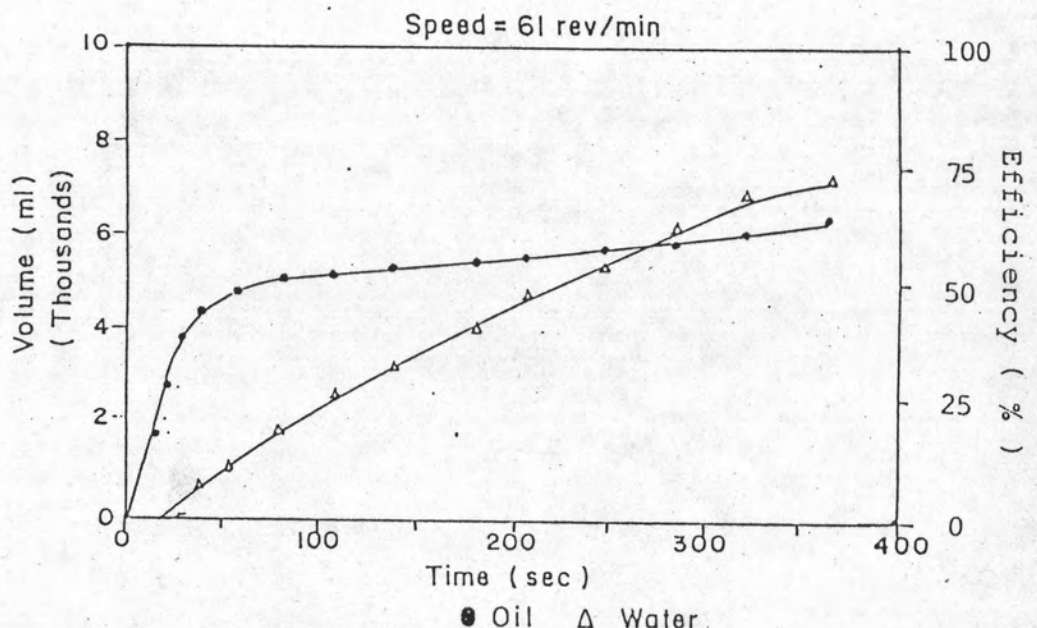
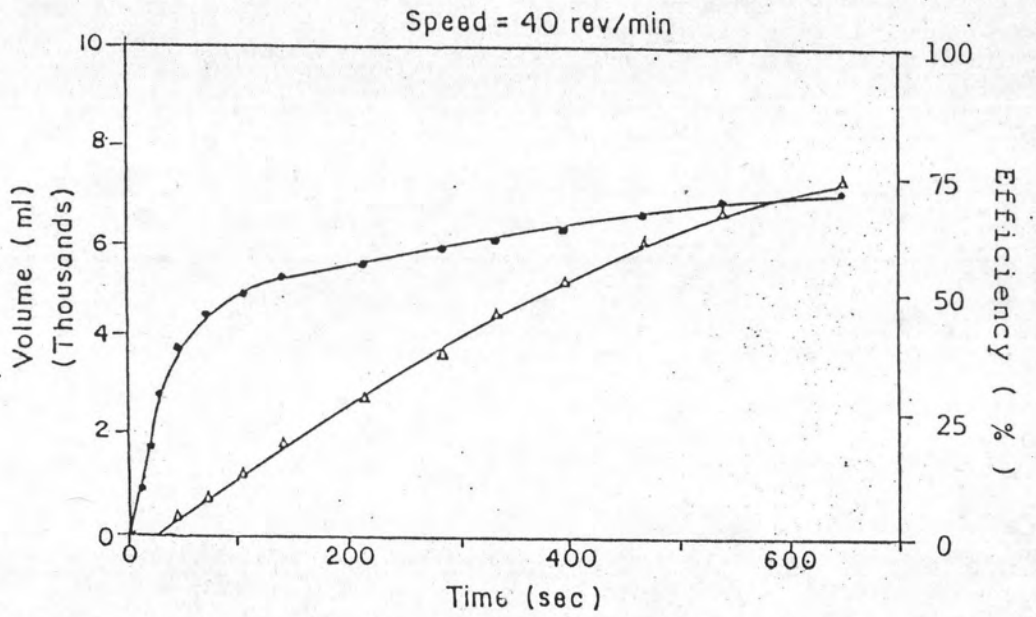
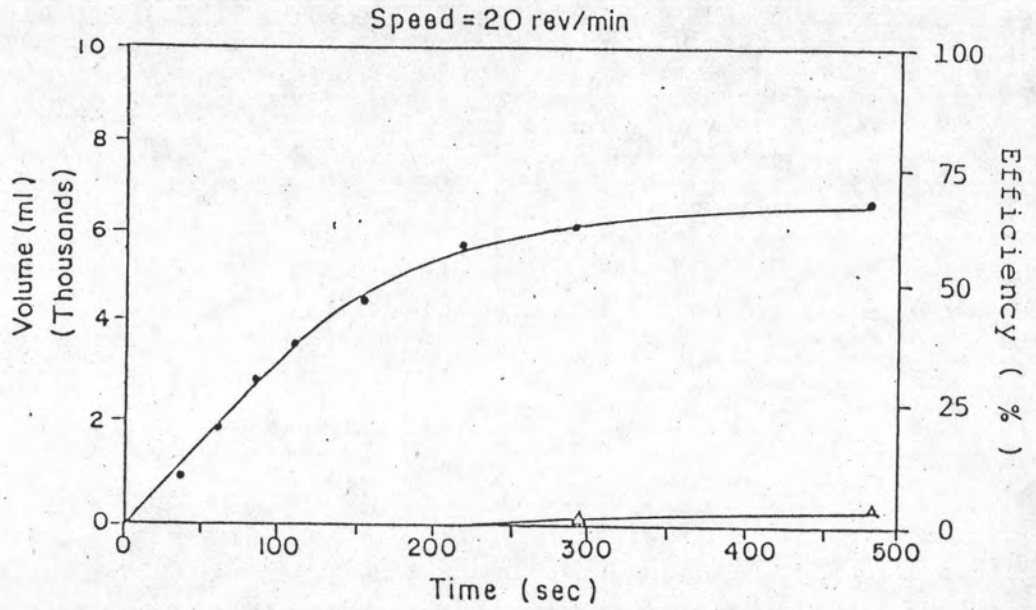
รูปที่ 5.51 ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันของระบบหมุนซึ่งได้แก่ ฟลูโอโรคาร์บอน



รูปที่ 5.52 ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันของกระบอกหมุนซึ่งได้แก่ เหล็กโรสนิม

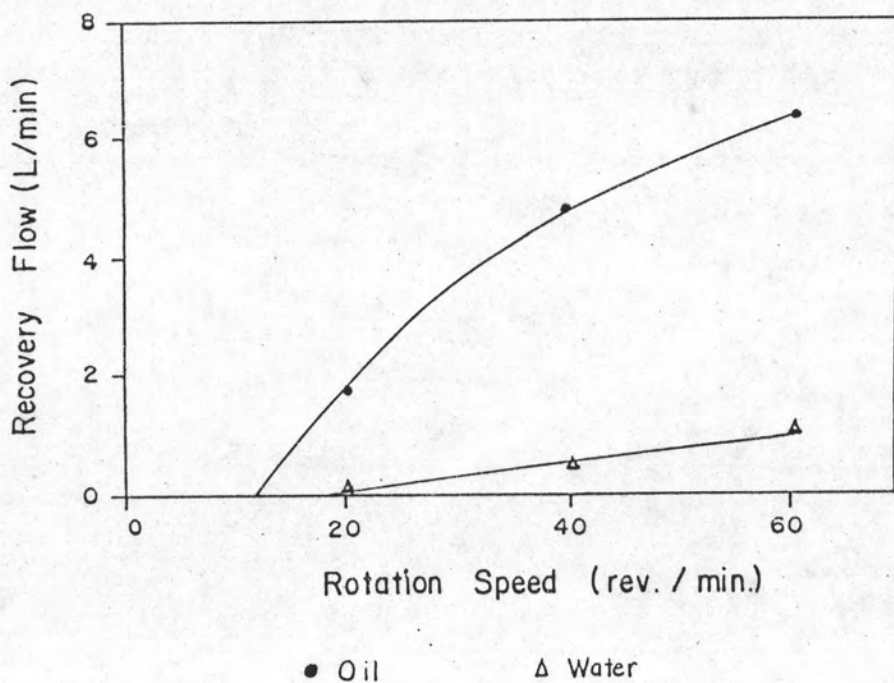


รูปที่ 5.53 ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันของกระบอกหมุนซึ่งไดแก ฟิวซีฟิวเรียม

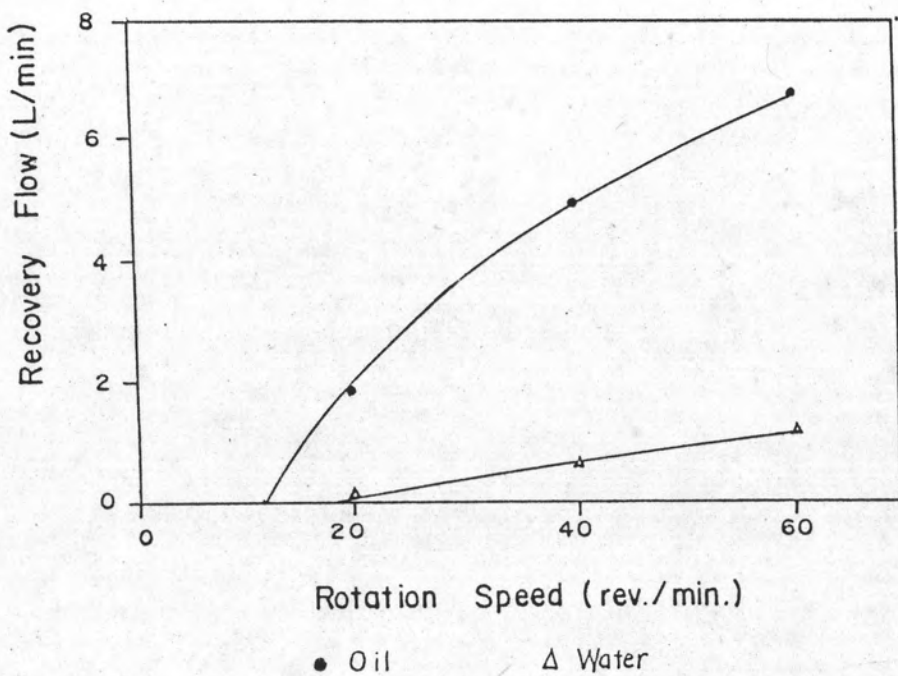


● Oil    Δ Water

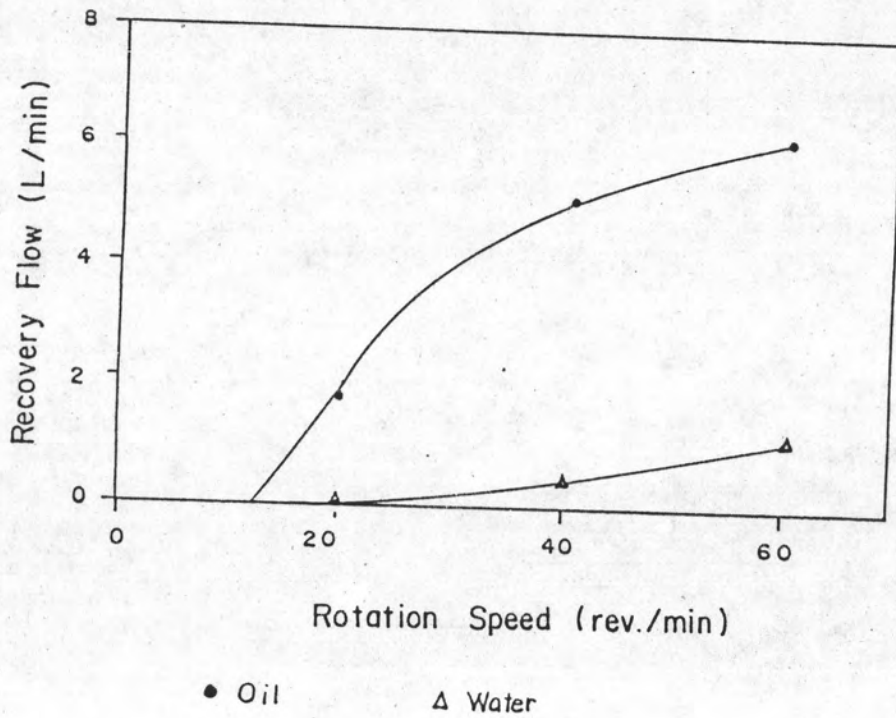
รูปที่ 5.54 ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมันของกระบอกหมุนซึ่งได้แก่ พิวซีดีพวยยาบ



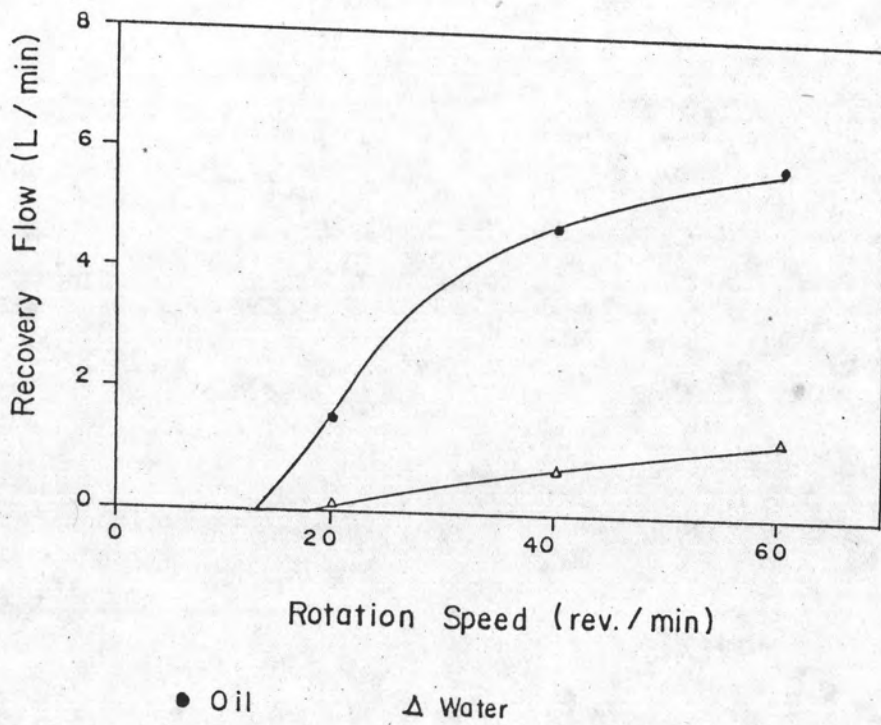
รูปที่ 5.55 อัตราการเก็บน้ำมันของระบบอกหมุนซึ่งได้แก่ ฟลูโอโรคาร์บอน



รูปที่ 5.56 อัตราการเก็บของระบบอกหมุนซึ่งได้แก่ เหล็กโรสนิม



รูปที่ 5.57 อัตราการเก็บน้ำมันของกระบะอกหมุนซึ่งได้แก่ ฟิวซีฟิวเรียบ



รูปที่ 5.58 อัตราการเก็บน้ำมันของกระบะอกหมุนซึ่งได้แก่ ฟิวซีฟิวหยาบ



ตารางที่ 5.7 แสดงผลของการศึกษาทดลองจากโรงงานของ บ.สยามน้ำมันละหุ่ง จำกัด

การทดลองที่	ชนิดวัสดุ	ความเร็วรอบของ กระบอกลม (รอบต่อนาที)	เปอร์เซ็นต์ของน้ำ ที่ปนมากับน้ำมัน	ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์)
1	ฟลูโอโรคาร์บอน	20	3	66
		40	27	69
		61	49	72
2	เหล็กโรสนิม	20	11	67
		40	56	64
		61	54	75
3	พีวีซีผิวเรียบ	20	10	46
		40	43	59
		61	51	65
4	พีวีซีผิวหยาบ	20	7	63
		40	51	68
		61	54	77

หมายเหตุ

$$\text{ประสิทธิภาพในการเก็บน้ำมัน} = \frac{\text{ปริมาตรของน้ำมันที่กวาดเก็บได้}}{\text{ปริมาตรของน้ำมันเริ่มต้น}} \times 100$$