หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การดำเนินการวิจัย

4.1 แผนการวิจัย

การทดลองวิจัยนี้กระทำที่ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยแบ่งการทดลองวิจัยออกเป็น 3 ส่วน คือ

ก. ศึกษาทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการเบียกได้ ของวัสดุต่างชนิดกัน

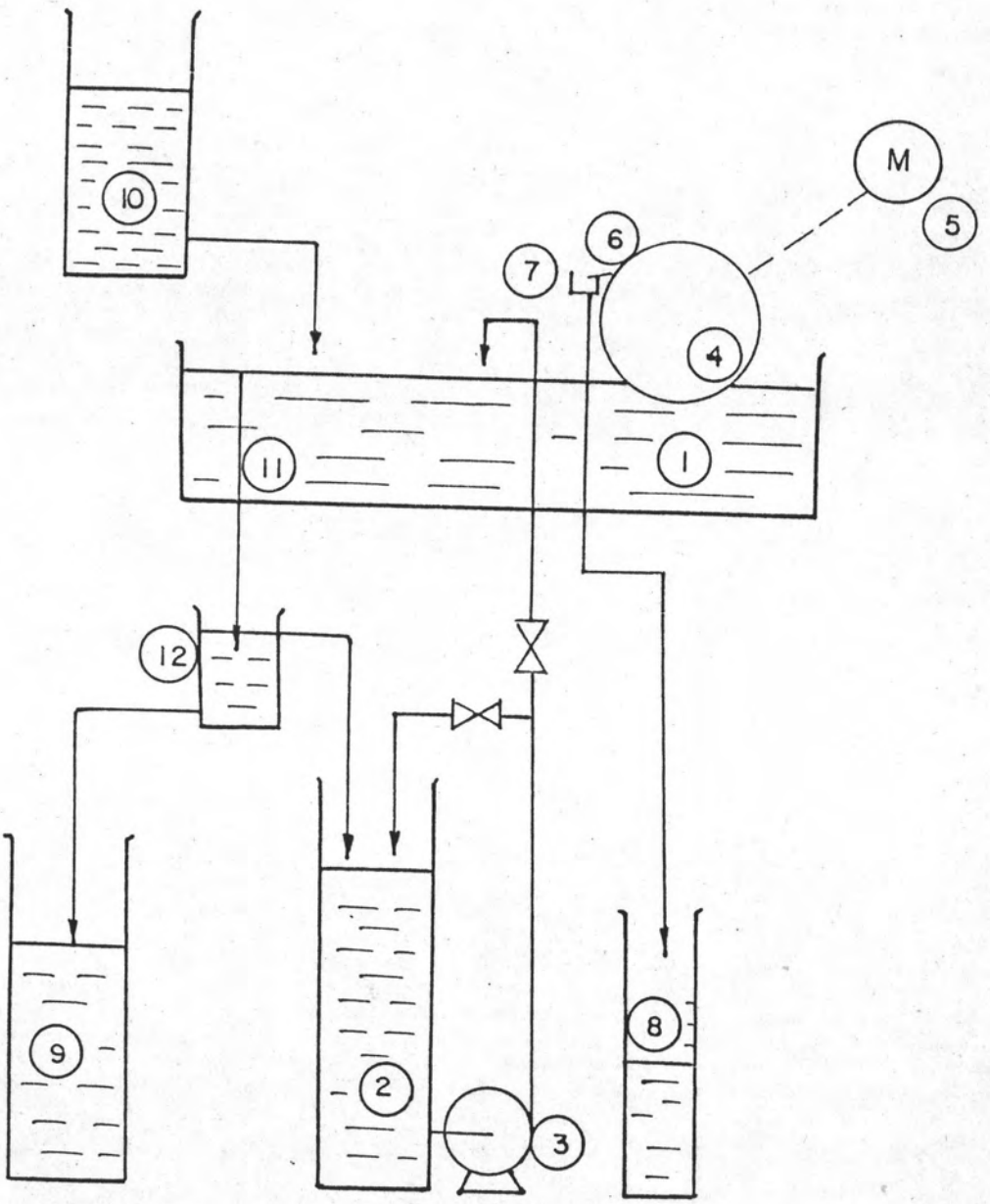
ข. ศึกษาพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกวาดน้ำมันรูปทรงกระบอก

ค. ศึกษาทดลองโดยใช้น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีน้ำมันลอยอยู่ที่ผิว

4.2 การดำเนินการวิจัย

ก. เครื่องมือ และ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

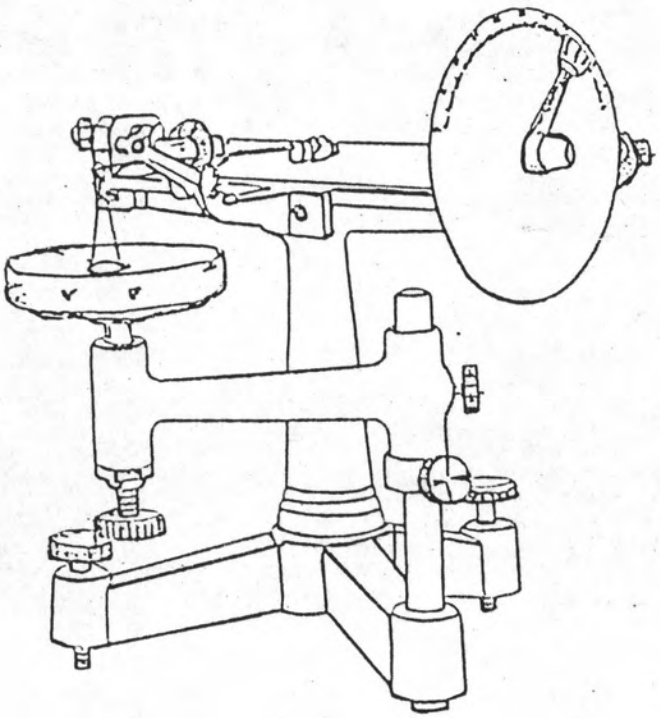
เครื่องมือ และ อุปกรณ์ต่างๆ แสดงไว้ในภาพที่ 4.1-4.6



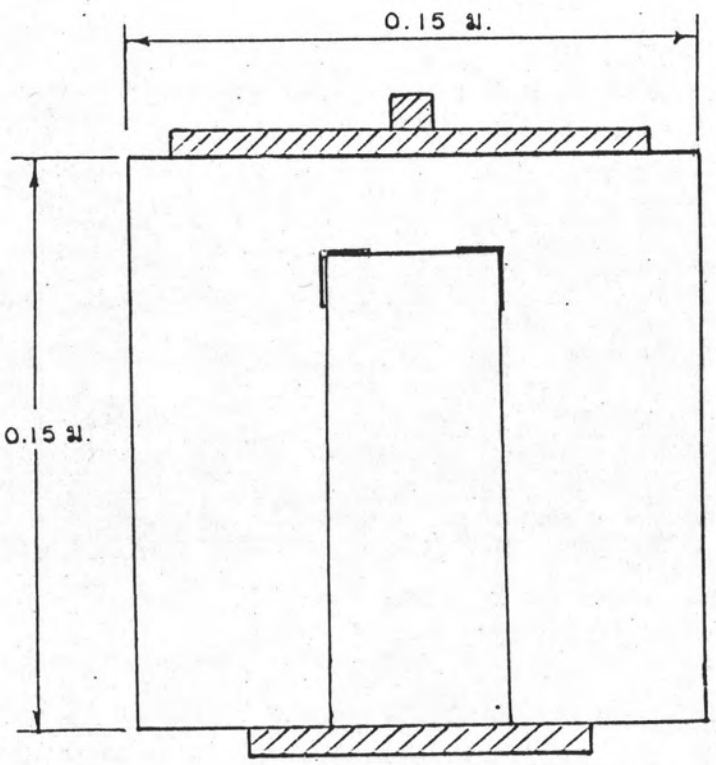
รูปที่ 4.1 รายละเอียดส่วนประกอบต่างๆของเครื่องมือ และการติดตั้งอุปกรณ์

เครื่องมือ และ อุปกรณ์ต่างๆ มีดังนี้

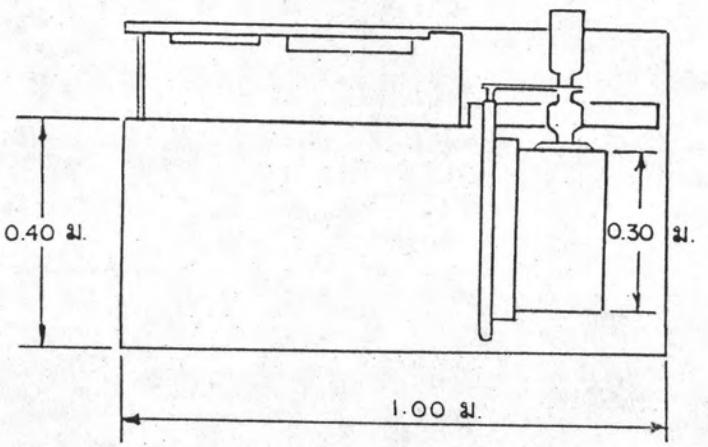
1. ตู้กระจก (Water Basin) ขนาด 15 40 100 ซม.
2. ถังใส่น้ำมัน (Oil Storing Tank)
3. เครื่องสูบน้ำ (Recirculating Pump)
4. กระบอกหมุนรูปทรงกระบอก (Oil Drum Skimmer)
   ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 ซม ความยาว 30 ซม
5. มอเตอร์ (Drivivg Motor) ขนาด 11.4 วัตต์
6. ใบกวาด (Scraper)
7. ลำรางรับน้ำมัน (Collecting Channel)
8. กระบอกตวง (Oil Collecting Cylinder)
9. ถังรับน้ำ (Water Collecting Tank)
10. ถังเก็บน้ำ (Water Storing Tank)
11. ทางน้ำล้นสำหรับควบคุมระดับ (Level Control)
12. ถังแยกน้ำออกจากน้ำมัน (Seperating Tank)



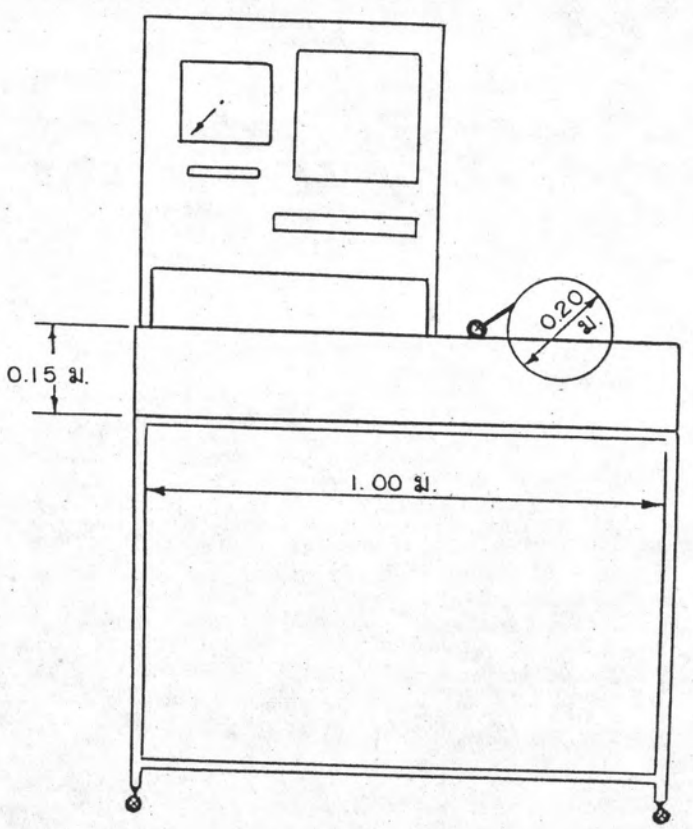
รูปที่ 4.2 เครื่องมือวัดแรงดึงผิว



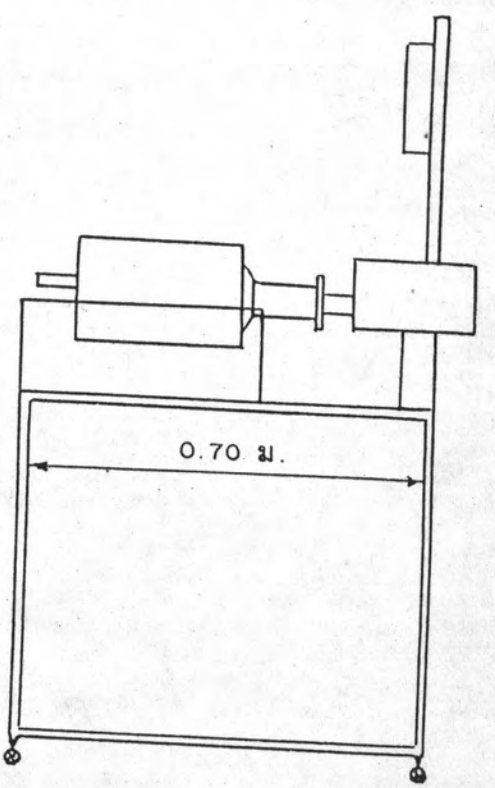
รูปที่ 4.3 เครื่องมือวัดมุมสัมผัส



แปลน

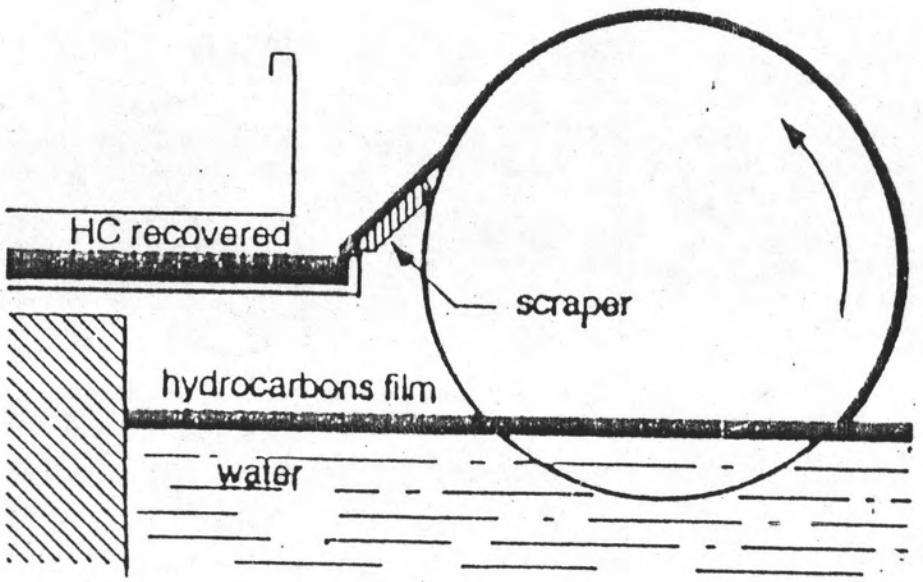


รูปด้านหน้า



รูปด้านข้าง

รูปที่ 4.4 เครื่องกวาดน้ำมันรูปทรงกระบอก



รูปที่ 4.5 ส่วนประกอบต่างๆในการทำงานของเครื่องกวาดน้ำมันรูปทรงกระบอก

เครื่องกวาดน้ำมันรูปทรงกระบอกนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยสถาบัน INSA-GPI TOULOUSE ประเทศฝรั่งเศส ส่วนประกอบของเครื่องกวาดน้ำมันรูปทรงกระบอกนี้ ประกอบด้วย กระบอกหมุนรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 ซม ยาว 30 ซม ถูกควบคุมให้หมุนด้วยความเร็วรอบต่างด้วยมอเตอร์ขนาด 11.4 วัตต์ และวางติดตั้งอยู่ที่ตู้กระจก ซึ่งมีขนาด 15x40x100 ซม ในขณะที่กระบอกหมุนรูปทรงกระบอกหมุน ใบกวาด (Scraper) จะทำหน้าที่แยกน้ำมันที่ติดมากับผิวของกระบอกหมุน ส่งต่อไปยังล้ำรางและผ่านไปยังถังรับน้ำมัน ที่ตำแหน่งนี้เราสามารถที่จะทราบค่าปริมาตรของน้ำมันที่กวาดเก็บได้ ต่อหน่วยเวลา โดยใช้กระบอกตวง

ข. ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

4.2.1 ศึกษาทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการเปียกได้ (Wettability) ของวัสดุชนิดต่างๆ

วัสดุที่ใช้แบ่งออกเป็น

ก. วัสดุที่มีพลังงานผิวสูง (High Surface Energy)
ได้แก่ เหล็ก เหล็กไร้สนิม ไม้สัก อลูมิเนียม

ข. วัสดุที่มีพลังงานผิวต่ำ (Low Surface Energy)
ได้แก่ พีวีซี ฟลูโอโรคาร์บอน โพลีเอทธีลิน

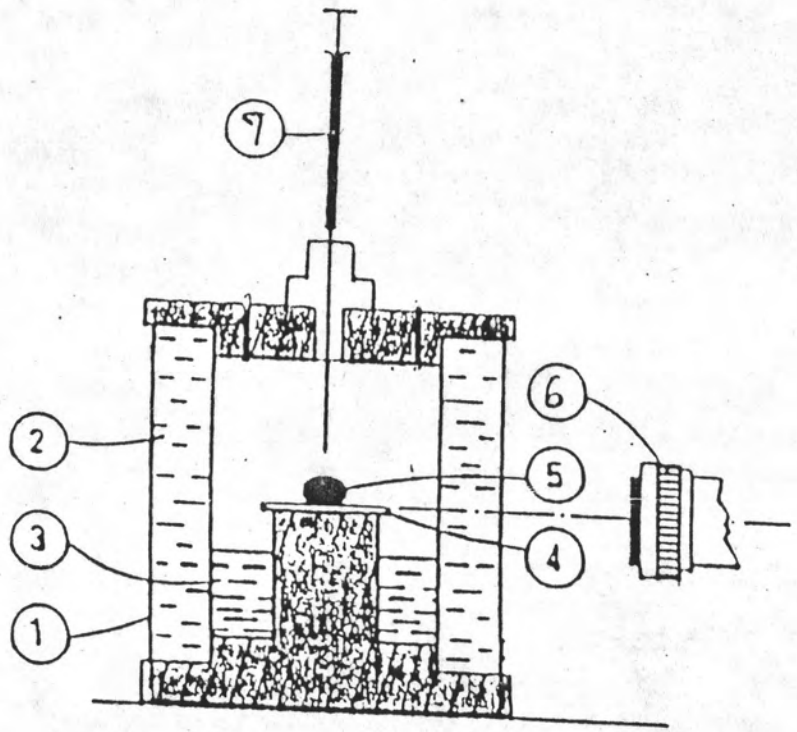
โดยการทดลองคุณสมบัติของวัสดุในสภาวะที่

- ทดลองกับน้ำในบรรยากาศ
- ทดลองกับน้ำมันในบรรยากาศ
- ทดลองกับน้ำมันในน้ำ

การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเปียกได้ของวัสดุต่างชนิดกัน ได้ใช้เครื่องมือวัดค่าแรงตึงผิว (Tensiometer) เพื่อใช้หาค่าแรงตึงที่ผิวของน้ำ แรงตึงที่ผิวของน้ำมัน และแรงตึงผิวระหว่างน้ำกับน้ำมัน และใช้เครื่องมือวัดค่ามุมสัมผัส (Wettability Cell) เพื่อใช้หาค่ามุมสัมผัสของหยดน้ำและหยดน้ำมันที่ผิวของวัสดุ ซึ่งผลของการศึกษาทดลองนี้จะทำให้สามารถทราบค่าของ

งานแอดฮีชัน (Adhesion Work) ของวัสดุแต่ละชนิดได้

การทดลองกระทำโดยหยด หยดของน้ำหรือน้ำมัน ขนาดประมาณ 5 ไมครอน ลงบนวัสดุในสภาวะต่างๆ จากนั้นจึงถ่ายภาพสไลด์เพื่อเก็บภาพปรากฏการณ์ดังกล่าว แล้วนำไปประมาณค่า มุมสัมผัส (Contact Angle) ที่เกิดขึ้นระหว่างน้ำกับวัสดุ หรือน้ำมันกับวัสดุได้ในขั้นต่อไป ส่วนประกอบต่างๆของอุปกรณ์และการติดตั้งได้แสดงไว้ในภาพ 4.6



รูปที่ 4:6 ส่วนประกอบต่างๆของอุปกรณ์ และการติดตั้ง ซึ่งใช้ในการศึกษาทดลองหาค่ามุมสัมผัส

หมายเหตุ 1,2 เครื่องวัดมุมสัมผัส 3 น้ำ
4 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง 5 น้ำมันก๊าด
6 กล้องถ่ายรูป 7 เข็มซิรินจ์

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดการศึกษาทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการเปียกได้ของวัสดุ

การทดลองที่	ชนิดวัสดุ	ผลที่เก็บ	ผลที่เก็บ	ผลที่เก็บ
1.	เหล็ก	θ_{w1}	θ_{o1}	θ_{ow1}
2.	เหล็กไร้สนิม	θ_{w2}	θ_{o2}	θ_{ow2}
3	ไม้สัก	θ_{w3}	θ_{o3}	θ_{ow3}
4	อลูมิเนียม	θ_{w4}	θ_{o4}	θ_{ow4}
5	พีวีซี	θ_{w5}	θ_{o5}	θ_{ow5}
6	ฟลูโอโรคาร์บอน	θ_{w6}	θ_{o6}	θ_{ow6}
7	โพลีเอทธีลิน	θ_{w7}	θ_{o7}	θ_{ow7}

หมายเหตุ

θ_w = ค่ามุมสัมผัสระหว่างวัสดุกับน้ำ
เมื่อทดลองกับวัสดุในสภาวะที่ทดลองกับน้ำในบรรยากาศ

θ_o = ค่ามุมสัมผัสระหว่างวัสดุกับน้ำมัน
เมื่อทดลองกับวัสดุในสภาวะที่ทดลองกับน้ำมันในบรรยากาศ

θ_{ow} = ค่ามุมสัมผัสระหว่างวัสดุกับน้ำมัน
เมื่อทดลองกับวัสดุในสภาวะที่ทดลองกับน้ำมันในน้ำ

4.2.2 ศึกษาทดลองพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกวาดน้ำมันรูปทรงกระบอก

ก. ศึกษาชนิดของวัสดุที่ใช้เป็นกระบอกหมุนรูปทรงกระบอก

กระบอกหมุนรูปทรงกระบอกที่ใช้ในการศึกษาทดลอง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 ซม ยาว 30 ซม ชนิดของวัสดุที่ใช้แบ่งออกเป็น

- วัสดุที่มีพลังงานผิวสูง (High Surface Energy)
  ได้แก่ เหล็กไร้สนิม ไม้สัก
- วัสดุที่มีพลังงานผิวต่ำ (Low Surface Energy)
  ได้แก่ พีวีซีผิวเรียบ พีวีซีผิวหยาบ ฟลูโอโรคาร์บอน

ข. ศึกษาพารามิเตอร์ซึ่งได้แก่ ความเร็วรอบของกระบอกหมุน

กระบอกหมุนที่ใช้ในการศึกษาทดลองได้แก่ ฟลูโอโรคาร์บอน พีวีซีผิวเรียบ สเตนเลสสตีล ความเร็วรอบของกระบอกหมุนที่ใช้ได้แก่ 20, 32 และ 40 รอบต่อนาที ความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำ 0.5 ซม และในน้ำมันคีโรซีน 2.0 ซม การทดลองนี้ไม่ได้ควบคุมให้มีน้ำมันอย่างต่อเนื่อง

ค. ศึกษาพารามิเตอร์ ซึ่งได้แก่ ความลึกของกระบอกหมุนรูปทรงกระบอกที่จมอยู่ในน้ำ

ความลึกของกระบอกหมุนรูปทรงกระบอกที่ใช้ศึกษาทดลอง ได้แก่ 0.5, 2.0, 3.0 ซม. โดยทดลองกับวัสดุที่ใช้เป็นกระบอกหมุน ซึ่งได้แก่ ฟลูโอโรคาร์บอน เหล็กไร้สนิม พีวีซีผิวเรียบ พีวีซีผิวหยาบ และไม้สัก

ง. ศึกษาพารามิเตอร์ ซึ่งได้แก่ ความลึกของกระบอกหมุนรูปทรงกระบอกที่จมอยู่ในน้ำมัน

ความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำมันที่ใช้ศึกษาทดลอง ได้แก่ 0.5, 1.0 ซม. และในน้ำ ได้แก่ 0.5, 1.0 ซม. โดยทดลองกับวัสดุที่ใช้เป็นกระบอกหมุน ซึ่งได้แก่ ฟลูโอโรคาร์บอน เหล็กไร้สนิม พีวีซีผิวเรียบ และพีวีซีผิวหยาบ ส่วนน้ำมันที่ใช้ในการศึกษาทดลอง ได้แก่ น้ำมันคิโรซีน

จ. การศึกษาคุณลมบัติที่ผิวของกระบอกหมุน

ชนิดของกระบอกหมุนที่ใช้ศึกษา ได้แก่ พีวีซีผิวเรียบ และพีวีซีผิวหยาบ ความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำ 0.5 ซม และในน้ำมัน 1.0 ซม

ฉ. การศึกษาการกวาดเก็บน้ำมันของกระบอกหมุน เมื่อเทียบกับเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาทดลองอยู่ในช่วงระหว่าง 4 ถึง 8 ชั่วโมง การศึกษาทดลองนี้ใช้ความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำ 1.0 ซม. และในน้ำมันคิโรซีน 0.5 ซม. ความเร็วรอบของกระบอกหมุนที่ใช้ 61 รอบต่อนาที

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดการศึกษาทดลองชนิดของวัสดุที่ใช้เป็นกระบอกหมุน ความเร็วรอบและความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำ ในสภาวะที่ปราศจากน้ำมัน

การทดลองที่	ชนิดวัสดุ	ความเร็วรอบของกระบอกหมุน (รอบต่อนาที)	ความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำ (ซม.)
1	ฟลูโอโรคาร์บอน	0-110	0.5
			2.0
			3.5
2	เหล็กไร้สนิม	0-110	0.5
			2.0
			3.5
3	พีวีซีผิวเรียบ	0-110	0.5
			2.0
			3.5
4	พีวีซีผิวหยาบ	0-110	0.5
			2.0
			3.5
5	ไม้สัก	0-110	0.5
			2.0
			3.5

ตารางที่ 4.3 รายละเอียดการศึกษาทดลอง ชนิดของวัสดุ ความเร็วรอบ และความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำมัน

การทดลองที่	ชนิดของวัสดุ	ความเร็วรอบของกระบอกหมุน (รอบต่อนาที)	ความลึกของกระบอกหมุนที่อยู่ในน้ำ (ซม.)	ความลึกของกระบอกหมุนที่อยู่ในน้ำมัน (ซม)
1	ฟลูโอโรคาร์บอน	0-110	0.5	0.5
			0.5	1.0
			1.0	0.5
			1.0	1.0
2	เหล็กไร้สนิม	0-110	0.5	0.5
			0.5	1.0
			1.0	0.5
			1.0	1.0
3	พีวีซีผิวเรียบ	0-110	0.5	0.5
			0.5	1.0
			1.0	0.5
			1.0	1.0
4	พีวีซีผิวหยาบ	0-110	0.5	0.5
			0.5	1.0
			1.0	0.5
			1.0	1.0
5	ไม้สัก	0-110	0.5	0.5
			0.5	1.0
			1.0	0.5
			1.0	1.0

ตารางที่ 4.4 รายละเอียดการศึกษาทดลอง การกวาดเก็บน้ำมัน ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

การทดลองที่	ชนิดวัสดุ	ระยะเวลา (ชม.)	ความเร็วรอบของกระบอกหมุน (รอบต่อนาที)	ความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำ (ชม.)	ความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำมัน (ชม.)
1	ฟลูโอโรคาร์บอน	0-8	61	1.0	0.5
2	เหล็กไร้สนิม	0-5	61	1.0	0.5
3	พีวีซีผิวเรียบ	0-5	61	1.0	0.5
4	พีวีซีผิวหยาบ	0-6	61	1.0	0.5
5	ไม้สัก	0-4	61	1.0	0.5

4.2.3 ศึกษาทดลองโดยใช้น้ำเสียที่มีน้ำมันลอยอยู่ที่ผิว จากโรงงานอุตสาหกรรม

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทดลองในหัวข้อ 4.2.2 มาใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการศึกษาทดลองกับน้ำเสียที่มีน้ำมันลอยอยู่ที่ผิว จากบ่อดักน้ำมันในระบบบำบัดน้ำเสีย ของโรงงานผลิตน้ำมันละหุ่ง บริษัทสยามน้ำมันละหุ่ง จำกัด โรงงานผลิตน้ำมันพืช บริษัทธนากร จำกัด

ตารางที่ 4.5 รายละเอียดการศึกษาทดลอง โดยใช้น้ำเสียที่มีน้ำมันลอยอยู่ที่ผิว จากโรงงานอุตสาหกรรม

การทดลองที่	แหล่งที่มาของน้ำเสีย	ชนิดของวัสดุ	ความเร็วรอบของกระบอกหมุน (รอบต่อนาที)	ความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำ (ซม.)	ความลึกของกระบอกหมุนที่จมอยู่ในน้ำมัน (ซม.)
1	บ.ธนากร จำกัด	ฟลูโอโรคาร์บอน	20,40,61	1.0	1.5
		เหล็กไร้สนิม	20,40,61	1.0	1.5
		พีวีซีผิวเรียบ	20,40,61	1.0	1.5
		พีวีซีผิวหยาบ	20,40,61	1.0	1.5
2	บ.สยามน้ำมันละหุ่ง จำกัด	ฟลูโอโรคาร์บอน	20,40,61	1.0	2.5
		เหล็กไร้สนิม	20,40,61	1.0	2.5
		พีวีซีผิวเรียบ	20,40,61	1.0	2.5
		พีวีซีผิวหยาบ	20,40,61	1.0	2.5