บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สารเคมีและวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 น้ำมันเกียร์ ชนิดความหนืดเบอร์ 90 ชั้นคุณภาพ GL-5 ชนิด SAE 90

ตารางที่ 3.1 แสดงคุณลักษณะของน้ำมันเกียร์ ชั้นคุณภาพ GL-5 ชนิด SAE 90

คุณลักษณะ	ค่าที่วัดได้
1. ความหนืดจลน์ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ตารางมิลลิเมตรต่อวินาที (เซนติสโตกส์) ไม่น้อยกว่า น้อยกว่า	 13.5 24.0
2. ดัชนีความหนืด ไม่น้อยกว่า	85
3. จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า	200
4. จุดไหลเท องศาเซลเซียส ไม่เกิน	-5

คุณลักษณะ	ค่าที่วัดได้
5. น้ำที่แยกได้	
เมื่อครบ 5 ชั่วโมง ร้อยละโดยปริมาตร ไม่เกิน	1.0
หลังจากหมุนเหวี่ยง ลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่เกิน	2.0
น้ำอิสระทั้งหมด ลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่น้อยกว่า	60
6. ความทนปฏิกิริยาออกซิเดชันที่อุณหภูมิสูง	
ค่าความหนืดจลน์จะเพิ่มขึ้นจากเดิม ร้อยละ ไม่เกิน	10
กากที่ไม่ละลายในนอร์แมลเฮปเทน(n-heptane) ร้อยละ ไม่เกิน	0.2
7. การกัดกร่อนทองแดง ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ต้องไม่เกินแผ่นทองแดงอ้างอิงเบอร์ 1	
8. ฟองอากาศ ลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่เกิน	
หลังจากเป่าอากาศเข้าไป 5 นาที แล้วหยุดเป่า	75
หลังจากตั้งทิ้งไว้ 10 นาที	10

3.1.2 ตัวทำละลาย ดี 80

อยู่ในกลุ่มอลิฟาติก, ไซโครพาราฟินิก ไฮโดรคาร์บอน สัญลักษณ์/อาร์-เฟส Xn, R65

ตารางที่ 3.2 แสดงคุณลักษณะของตัวทำละลาย ดี 80

คุณลักษณะ	ค่าที่วัดได้
1. ความหนืดจลน์ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตารางมิลลิเมตรต่อวินาที (เซนติสโตกส์)	2.02
2. ความหนืดจลน์ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ตารางมิลลิเมตรต่อวินาที (เซนติสโตกส์)	1.64
3. จุดหลอมเหลว องศาเซลเซียส ไม่ต่ำกว่า	- 20
4. จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า	70
5. จุดเดือด องศาเซลเซียส ระหว่าง	192 และ 245
6. ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร	0.797
7. มวลโมเลกุล	172

3.1.3 ตัวทำละลายทินเนอร์

มีองค์ประกอบร้อยละโดยน้ำหนักของ ไซลีน(Xylene) ต่อ โทลูอีน(Toluene) เท่ากับ 70 ต่อ 30

ตารางที่ 3.3.1 แสดงคุณลักษณะของไซลีน

คุณลักษณะ	ค่าที่วัดได้
1. จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า	29
2. จุดเดือด องศาเซลเซียส	139
3. ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร	0.87

ตารางที่ 3.3.2 แสดงคุณลักษณะของโทลูอีน

คุณลักษณะ	ค่าที่วัดได้
1. จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า	4
2. จุดเดือด องศาเซลเซียส	111
3. ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร	0.87

3.1.4 ตัวทำละลาย 60 เอสเอ็น

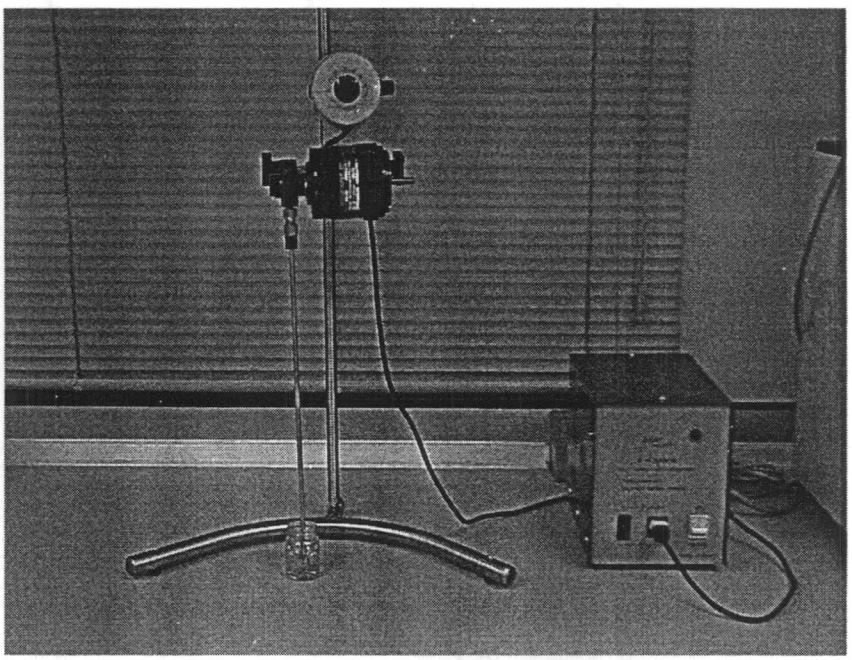
ตารางที่ 3.4 แสดงคุณลักษณะของตัวทำละลาย 60 เอสเอ็น

คุณลักษณะ	ค่าที่วัดได้
1. ความหนืดจลน์ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ตารางมิลลิเมตรต่อวินาที (เซนติสโตกส์)	10.50
2. ความหนืดจลน์ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ตารางมิลลิเมตรต่อวินาที (เซนติสโตกส์)	2.77
3. จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า	178
4. ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร	0.8425

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

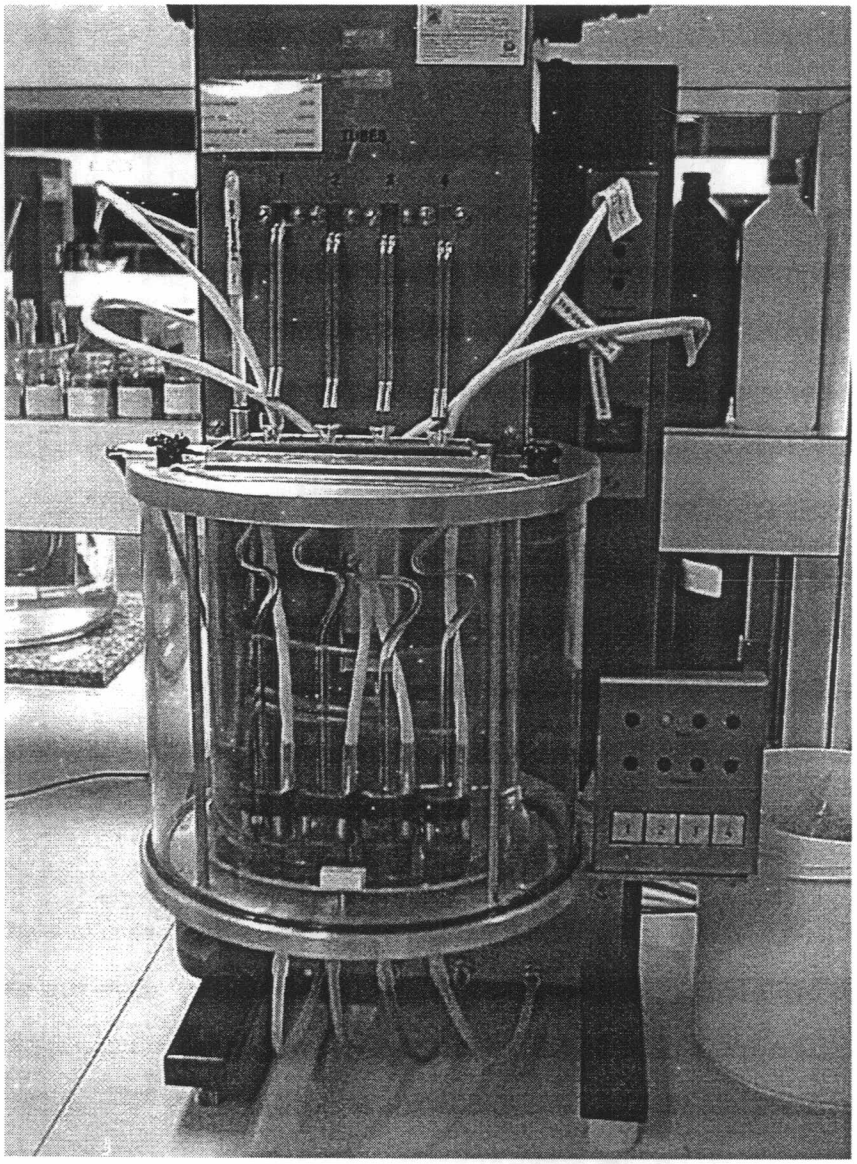
1. บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. ขวดแก้วตัวอย่างขนาด 50 มิลลิลิตร
3. หลอดหยดพร้อมลูกยาง
4. หลอดฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตร
5. เครื่องชั่งเมดเลอร์มีความละเอียดทศนิยมสี่ตำแหน่งในหน่วยกรัม

6. นาฬิกาจับเวลา
7. มอเตอร์ขับใบกวน ปรับความเร็วรอบได้ในช่วง 362 ถึง 524 รอบต่อนาที
8. ใบกวนแบบแบน 2 ใบพัด ขนาด 25*6*0.5 มิลลิเมตร
9. อ่างควบคุมอุณหภูมิ
10. ขาตั้งพร้อมแขนจับ
11. ไมโครปิเปตขนาด 250 ไมโครลิตร



รูปที่ 3.1 แสดงอุปกรณ์มอเตอร์ขับใบกวน ปรับความเร็วรอบได้ในช่วง 362 ถึง 524 รอบต่อนาที และใบกวนแบบแบน 2 ใบพัด ขนาด 25*6*0.5 มิลลิเมตร

รูปที่ 3.2 แสดงอุปกรณ์อ่างควบคุมอุณหภูมิ และขาตั้งพร้อมแขนจับ



รูปที่ 3.3 แสดงเครื่องวัดความหนืดจลน์แบบอัตโนมัติ ใช้สัญลักษณ์ ISL รุ่น VH2

3.3 เครื่องมือวิเคราะห์

เครื่องวัดความหนืดจลน์แบบอัตโนมัติ ใช้สัญลักษณ์ ISL รุ่น VH2 ดังแสดงใน รูปที่ 3.3

3.3.1 หลักการทำงานของเครื่อง Automatic viscosity

หลังจากทำการเปิดเครื่อง Heating Elementจะเป็นตัวให้ความร้อน โดยเราจะต้องรอจนกระทั่งอุณหภูมิคงที่ นั่นคือ ถึงสภาวะ Steady State เราจึงสามารถทำการทดลองได้ โดยปิเปตน้ำมันตัวอย่างที่มีปริมาตรพอดีกับ TUBE นั้นๆ จากนั้นกด test จะปรากฏไฟสีแดงขึ้นด้านบน น้ำมันตัวอย่างจะค่อยๆ ไหลลงมาตาม TUBE เมื่อผ่านมาจนถึงจุด detect ด้านบน เครื่องจะเริ่มทำการอ่านค่าของเวลา สังเกตจากไฟสีแดงจะปรากฏทั้งด้านล่าง และด้านบน เมื่อน้ำมันตัวอย่างไหลผ่าน TUBE จนมาถึงตัวนับเวลาด้านล่าง เครื่องจะหยุดการอ่านค่าเวลา โดยค่าของเวลาจะถูกบันทึกไว้ใน memory เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่า viscosity ต่อไป หลังจากทำการอ่านค่าเวลาแล้ว เครื่องจะสั่งให้มีการเปิด โซลีนอย วาวล์ เพื่อทำการล้าง TUBE โดย Solvent จะถูกปล่อยลงมาจากด้านบน โดยมีการโปรแกรมมาเรียบร้อยแล้ว เมื่อสิ้นสุดการล้าง จะถือว่าสิ้นสุดกระบวนการ

โดยที่ Bath เป็นอุปกรณ์ในการรักษาอุณหภูมิของการทดลองให้คงที่ ที่ 40 และ 100 ^{o}C ซึ่งประกอบไปด้วย viscometer tube ที่มีขนาดต่างๆ กัน 4 tube และ bath จะเชื่อมต่อกับเครื่อง CPU โดยใช้กระแสไฟ 20 mA เป็นตัวอ่านค่า

Automatic Houillon Viscometer

ส่วนประกอบภายนอกที่สำคัญของเครื่อง Automatic viscometer ประกอบด้วย

1. A central processing unit (CPU) เครื่องรับข้อมูลและแปลข้อมูล
2. A printer เครื่องแสดงข้อมูลจาก CPU
3. Viscometer bath

CPU (Central Processing Unit)

เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการติดตั้งจากบริษัท ไอ.บี.เอ็ม ส่วนเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งร่วมกับ อ่างรักษาอุณหภูมินั้นได้รับการพัฒนาจาก บริษัท ไอ.เอส.แอล

Bath (อ่างรักษาอุณหภูมิ)

Bath เป็นอุปกรณ์ใช้ในการรักษาอุณหภูมิของการทดลองให้คงที่ ที่ 40 ^{o}C และที่ 100 ^{o}C อ่างรักษาความร้อนแต่ละใบ ประกอบด้วยหลอดวัดความหนืด ที่มีขนาดต่างๆ กัน 4 หลอด อ่างรักษาอุณหภูมิ ได้เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้กระแส 20 mA เป็นตัวอ่านค่า การเชื่อมต่อใช้ระบบ “Daisy Chain” การต่อเป็นแบบอนุกรม โดยที่อ่างรักษาอุณหภูมิที่ 1 ถูกต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ การทำงานของอ่างรักษาอุณหภูมิ เป็นอิสระต่อระบบควบคุมต่างๆ

สามารถที่จะทำงานโดยตัวเอง แต่หากขาดการเชื่อมต่อของเครื่องคอมพิวเตอร์และอ่างรักษาอุณหภูมิ ก็ไม่สามารถที่จะวัดค่าความหนืดได้

ส่วนประกอบที่สำคัญของอ่างรักษาอุณหภูมิและการทำงานทั่วไป

1. Micro process board ซึ่งเป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมดของอ่างรักษาอุณหภูมิ
2. Power control devices เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รับส่งและเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน
3. Display and Keyboard เป็นตัวควบคุมและสั่งการจากภายนอก รวมทั้งการแสดงค่าอุณหภูมิและอื่นๆ
4. Glass tank เป็นส่วนที่บรรจุน้ำมันเป็นตัวให้ความร้อน
   - 4.1 Working fluid (silicone oil) เป็นน้ำมันตัวพาความร้อนที่บรรจุอยู่ภายในอ่างรักษาอุณหภูมิ
   - 4.2 Viscometer tubes 4 หลอดซึ่งมีขนาดต่างกัน
   - 4.3 Stirring mechanism เป็นเครื่องกวนที่ใช้พาสารพาความร้อนไปให้ความร้อนแก่หลอดต่างๆ
   - 4.4 Temperature probe เป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะการทำงานคล้ายปรอทวัดอุณหภูมิ แล้วส่งค่าอุณหภูมิไปที่เครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วจะถูกแสดงผลออกมาที่หน้าปัด
   - 4.5 Cooling coil เป็นขดลวดความร้อน ที่ช่วยรักษาอุณหภูมิของ bath ให้คงที่ตลอดเวลา (ไม่มีการใช้ขณะทำการทดลอง)
   - 4.6 Heating element เป็นแท่งในการเร่งอุณหภูมิให้สูงขึ้น และรักษาอุณหภูมิของระบบ
5. Viscometer tubes ภายในแต่ละอ่างรักษาอุณหภูมิจะมีหลอดที่มีขนาดต่างกัน 4 หลอด โดยที่มีการเรียงเลข 1-4 จากซ้ายไปขวา หลอดมีการติดตั้งอย่างปลอดภัย โดยด้านล่างยึดโดยสตัฟฟิ่งบ็อก (stuffing box) ที่อยู่ด้านล่างของอ่างรักษาอุณหภูมิ ส่วนด้านบนถูกยึดไว้โดยเครื่องหนีบที่เป็นยางเพื่อป้องกันการรั่วและกระจายเข้าไปปนกับของไหลพาความร้อน ในอ่างรักษาอุณหภูมิ ภายในแต่ละอ่างรักษาอุณหภูมิเราสามารถมองเห็นจุดต่อของ tube กับส่วนที่เป็นตัวดักน้ำมันได้
6. Cleaning ระบบทำความสะอาด เราใช้ Solvent เป็นตัวทำความสะอาด โดยที่ใช้เฮปเทน หรืออะซิโตน เป็นตัวทำความสะอาด tube ที่ 40^{o}C และใช้โทลูอีน

เป็นตัวทำความสะอาดหลอดที่ 100^{o}C โดยตัวทำละลายจะถูกดูดและถูกฉีดจากถังเก็บ ตัวทำละลายผ่านมาที่ท่อสเตนเลสซึ่งท่อดังกล่าวต่อตรงไปยังกรวยที่อยู่ด้านบนของหลอดแต่ละหลอด

7. Cooling coil จะถูกติดตั้งอยู่ในอ่างรักษาอุณหภูมิทำหน้าที่ฉีดของไหลพาความร้อนเข้าสู่ระบบแบบหมุนเวียน เมื่อมีความจำเป็นต้องใช้ (ในกรณีนี้ไม่มีการใช้ cooling coil)
8. Temperature control panels เป็นตัววัดและตัวอ่าน ชนิดหนึ่งที่ใช้อ่านค่าและเป็นตัวตัดไฟเมื่อมีเหตุการณ์ฉุกเฉิน รวมทั้งเป็นตัวอ่านค่าและวัดค่าอุณหภูมิด้วยอุปกรณ์อื่นๆอีก เช่น สัญญาณแสดงเมื่อมีการให้ความร้อน, จอแสดงผล ที่ใช้แสดงอุณหภูมิ, สวิตซ์ควบคุมหลัก
9. Solvent tank เป็นส่วนที่บรรจุตัวทำละลาย ซึ่งอยู่ด้านบนของเครื่องวิเคราะห์ มีความจุ 5 ลิตร มีขีดบอกตำแหน่งของระดับของเหลวในถังตัวทำละลาย
10. Measurement control panel เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าความหนืดซึ่งติดตั้งอยู่ที่ด้านข้างของอ่างรักอุณหภูมิ ประกอบด้วย
    - 10.1 ปุ่ม 4 ตัวซึ่งแทนหลอดวัดความหนืด ทั้ง 4 หลอด
    - 10.2 “test” เป็นสัญญาณไฟสีแดงซึ่งระบุว่ากำลังทำการทดลองอยู่
    - 10.3 “count” เป็นสัญญาณไฟสีแดงค้างอยู่

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 เพื่อศึกษาความเร็วรอบและเวลาในการกวนที่มีผลต่อความสามารถในการล้างทำความสะอาดถังกวนของตัวทำละลาย ดี 80 โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. ชั่งบีกเกอร์เปล่าขนาด 50 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำมันเกียร์ ชนิดความหนืดเบอร์ 90 ลงในบีกเกอร์ปริมาณ 5 กรัม
3. เติมตัวทำละลาย ดี 80 ลงในบีกเกอร์ปริมาณ 5 กรัม

4. นำไปกวนที่ความเร็วรอบ 362 รอบต่อนาที จับเวลาในการกวนนาน 15 วินาที
5. เทสารละลายลงในขวดแก้วตัวอย่าง โดยเอียงบีกเกอร์ประมาณ 45 องศา นาน 1 นาที แล้วนำบีกเกอร์กลับไปชั่งอีกครั้ง
6. นำสารละลายในขวดแก้วตัวอย่างไปกวนที่ความเร็วรอบ 524 รอบต่อนาที นาน 3 นาทีเพื่อให้สารทั้ง 2 ชนิด ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน
7. ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายในขวดแก้วตัวอย่างจำนวน 250 ไมโครลิตร แล้วนำไปวัดความหนืดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
8. ทำตามข้อที่ 1 ถึง 4 โดยเพิ่มเวลาในการกวนเป็น 30, 45, 60, 120 และ 180 วินาที แล้วทำตามข้อที่ 5 ถึง 7
9. ทำตามข้อที่ 1 ถึง 8 โดยเพิ่มความเร็วรอบในข้อที่ 4 เป็น 414, 453, 496 และ 524 รอบต่อนาที

3.4.2 เพื่อศึกษาปริมาณตัวทำละลาย, ความเร็วรอบและเวลาในการกวนที่มีผลต่อความสามารถในการล้างทำความสะอาดถังกวนของตัวทำละลาย ดี 80 โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. ชั่งบีกเกอร์เปล่าขนาด 50 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำมันเกียร์ ชนิดความหนืดเบอร์ 90 ลงในบีกเกอร์ปริมาณ 5 กรัม
3. เติมตัวทำละลาย ดี 80 ลงในบีกเกอร์ปริมาณ 5 กรัม
4. นำไปกวนที่ความเร็วรอบ 362 รอบต่อนาที จับเวลาในการกวนนาน 15 วินาที
5. เทสารละลายลงในขวดแก้วตัวอย่าง โดยเอียงบีกเกอร์ประมาณ

45 องศา นาน 1 นาที แล้วนำบีกเกอร์กลับไปชั่งอีกครั้ง

6. นำสารละลายในขวดแก้วตัวอย่างไปกวนที่ความเร็วรอบ 524 รอบต่อนาที นาน 3 นาทีเพื่อให้สารทั้ง 2 ชนิด ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

7. ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายในขวดแก้วตัวอย่างจำนวน 250 ไมโครลิตร แล้วนำไปวัดความหนืดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

8. ทำตามข้อที่ 1 ถึง 4 โดยเพิ่มเวลาในการกวนเป็น 30, 45, 60, 120 และ 180 วินาที แล้วทำตามข้อที่ 5 ถึง 7

9. ทำตามข้อที่ 1 ถึง 8 โดยเพิ่มความเร็วรอบในข้อที่ 4 เป็น 414, 453, 496 และ 524 รอบต่อนาที

10. ทำตามข้อที่ 1 ถึง 9 โดยเพิ่มปริมาณ ดี 80 ในข้อที่ 3 เป็น 10, 15, 20 และ 25 กรัม

3.4.3 เพื่อศึกษาชนิดของตัวทำละลาย, ปริมาณตัวทำละลาย, ความเร็วรอบและเวลาในการกวรที่มีผลต่อความสามารถในการล้างทำความสะอาดถังกวนของตัวทำละลาย ดี 80 โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. ชั่งบีกเกอร์เปล่าขนาด 50 มิลลิลิตร

2. เติมน้ำมันเกียร์ ชนิดความหนืดเบอร์ 90 ลงในบีกเกอร์ปริมาณ 5 กรัม

3. เติมตัวทำละลาย ดี 80 ลงในบีกเกอร์ปริมาณ 5 กรัม

4. นำไปกวนที่ความเร็วรอบ 362 รอบต่อนาที จับเวลาในการกวนนาน 15 วินาที

5. เทสารละลายลงในขวดแก้วตัวอย่าง โดยเอียงบีกเกอร์ประมาณ

45 องศา นาน 1 นาที แล้วนำบีกเกอร์กลับไปชั่งอีกครั้ง

6. นำสารละลายในขวดแก้วตัวอย่างไปกวนที่ความเร็วรอบ 524 รอบต่อนาที นาน 3 นาทีเพื่อให้สารทั้ง 2 ชนิด ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน
7. ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายในขวดแก้วตัวอย่างจำนวน 250 ไมโครลิตร แล้วนำวัดความหนืดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
8. ทำตามข้อที่ 1 ถึง 4 โดยเพิ่มเวลาในการกวนเป็น 30, 45, 60, 120 และ 180 วินาที แล้วทำตามข้อที่ 5 ถึง 7
9. ทำตามข้อที่ 1 ถึง 8 โดยเพิ่มความเร็วรอบในข้อที่ 4 เป็น 414, 453, 496 และ 524 รอบต่อนาที
10. ทำตามข้อที่ 1 ถึง 9 โดยเพิ่มปริมาณ ดี 80 ในข้อที่ 3 เป็น 10, 15, 20 และ 25 กรัม
11. ทำตามข้อที่ 1 ถึง 10 โดยเปลี่ยนตัวทำละลายเป็น ทินเนอร์ และ 60 เอสเอ็น

3.4.4 เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่มีผลต่อความสามารถในการล้างทำความสะอาดถังกวนของตัวทำละลาย ดี 80, ทินเนอร์ และ 60 เอสเอ็นโดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. ชั่งบีกเกอร์เปล่าขนาด 50 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำมันเกียร์ ชนิดความหนืดเบอร์ 90 ลงในบีกเกอร์ปริมาณ 5 กรัม
3. เติมตัวทำละลาย ดี 80 ลงในบีกเกอร์ปริมาณ 15 กรัม
4. นำไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที
5. กวนสารผสมด้วยใบกวนที่ความเร็วรอบ 362 รอบต่อนาที จับเวลาในการกวนนาน 15 วินาที

6. เช็ดทำความสะอาดรอบนอกบีกเกอร์ แล้วเทสารละลายลงในขวดแก้วตัวอย่าง โดยเอียงบีกเกอร์ประมาณ 45 องศา นาน 1 นาที แล้วนำ ขวดแก้วตัวอย่างไปชั่ง

7. นำสารละลายในขวดแก้วตัวอย่างไปกวนที่ความเร็วรอบ 524 รอบต่อนาที นาน 3 นาทีเพื่อให้สารทั้ง 2 ชนิด ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

8. ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายในขวดแก้วตัวอย่างจำนวน 250 ไมโครลิตร แล้วนำวัดความหนืดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

9. ทำตามข้อที่ 1 ถึง 5 โดยเพิ่มเวลาในการกวนเป็น 30, 45, 60, 120 และ 180 วินาที แล้วทำตามข้อที่ 6 ถึง 8

10. ทำตามข้อที่ 1 ถึง 9 โดยเพิ่มอุณหภูมิในข้อ 4 เป็น 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส

11. ทำตามข้อที่ 1 ถึง 10 โดยเปลี่ยนตัวทำละลายเป็น ทินเนอร์ และ 60 เอสเอ็น