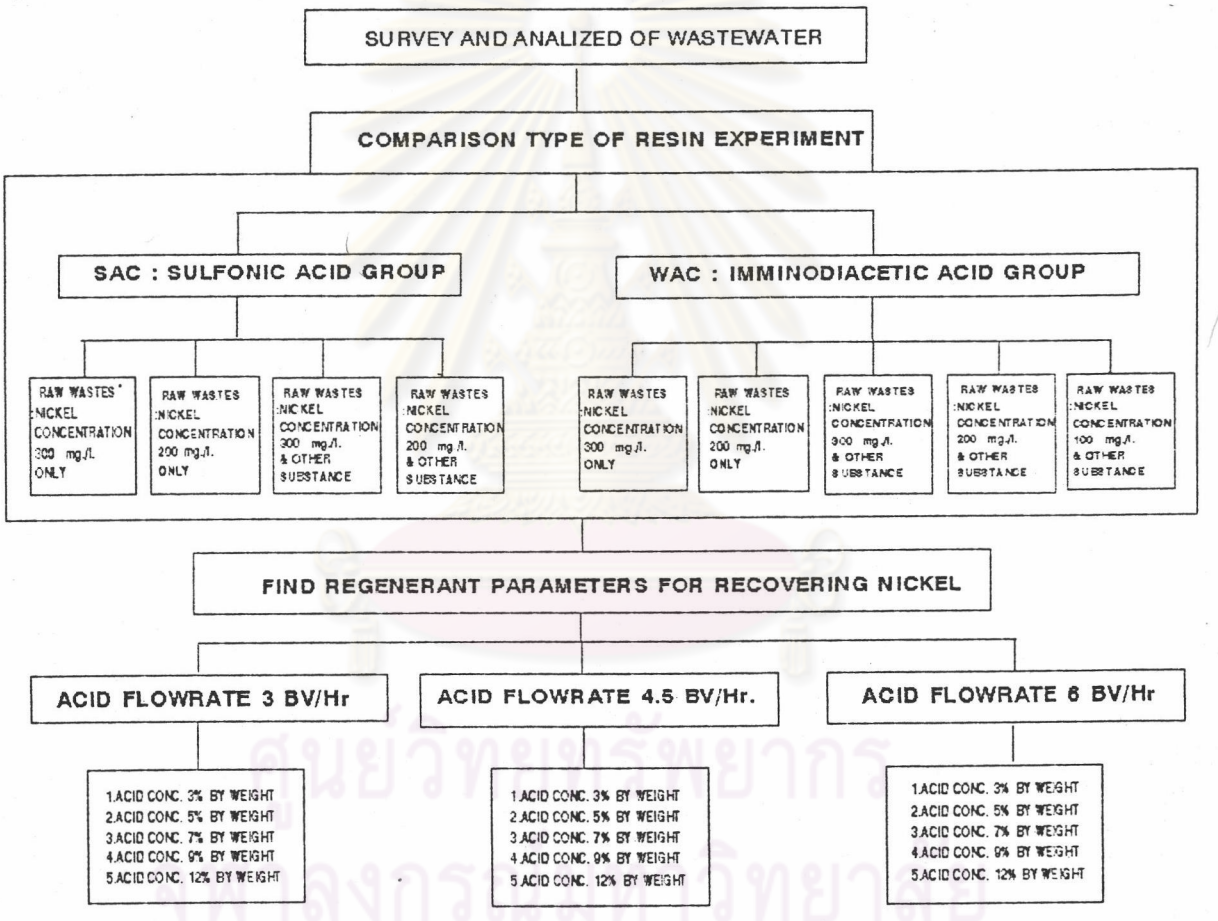
52-57

บทที่ 4

แผนการดำเนินการวิจัย

4.1 ขั้นตอนการวิจัย ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังเสนอในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการวิจัย

4.2 แหล่งที่มาในการวัดปริมาณ และวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสีย และลักษณะน้ำยาในถังชุบ

การศึกษาส่วนนี้เป็นการมุ่งเน้นหาปริมาณ และลักษณะน้ำเสียจากแหล่งที่มาที่เกิดจากขั้นตอนการชุบโลหะ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการพิจารณา การสังเคราะห์น้ำเสียในการทดลอง การใช้กำจัดโลหะนิกเกิลโดยเรซิน ขั้นตอนในการศึกษามีดังต่อไปนี้

4.2.1 ทำการติดต่อโรงงานเพื่อใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จำนวน 1โรงงานโดยทำการศึกษาเป็นเวลา 5 วัน

4.2.2 ทำการวัดปริมาณ และวิเคราะห์น้ำเสียจากแหล่งที่มาโดยพารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 วิธีการวิเคราะห์ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
ปริมาณน้ำเสีย (Q)	Flow meter.
pH	pH meter.
ความเป็นกรด	Titrimetric method
ความเป็นด่าง	"_____"
ของแข็งแขวนลอย	Gravimetric method
ของแข็งละลาย	"_____"
โลหะนิกเกิล	วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectophotometer
ความกระด้างเนื่องจากแคลเซียม	Titrimetric method
ความกระด้างเนื่องจากแมกนีเซียม	"_____"
เหล็ก	Phenan Throline Method.
คลอไรด์	Mercuric Nitrate Method.
ซัลเฟต	Turbidimetric method.
โบรเมต	Carmine method.
ไซยาไนด์	Titrimetric method

4.2.3. ในการวิจัยจะนำโลหะนิกเกิลกลับมาใช้ใหม่ โดยใช้สารละลายในช่วงรีเจนเนอเรชั่นการล้างด้วยกรดซัลฟิวริคจะได้สารละลายนิกเกิลซัลเฟต และนำสารนี้กลับไปใช้ใหม่ในถังชุบโลหะนิกเกิล ซึ่งมีค่าสารซึ่งมีส่วนผสม ซึ่งเป็นส่วนผสมต่าง ๆ ที่จะต้องทำการวัดค่าตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงค่าสารต่าง ๆ ที่ละลายในถังชุบนิกเกิลในโรงงานใช้ทำการศึกษาขั้นตอนการนำโลหะนิกเกิลกลับมาใช้ใหม่

Parameters	วิธีการวิเคราะห์
Nickel (ppm.)	Atomic Absorption Spectophotometer
Iron (ppm.)	Phenon Throling Method
Sulfate (ppm.)	Turbidimetric method
Chloride (ppm.)	Mercuric Nitrate Method
Boric (ppm.)	Carmine method

ขั้นตอนการวิจัยจะแบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ตรวจสอบคุณสมบัติทางภายภาพ และเคมีของน้ำล้างใบที่ 1 (ดูรูป 4.2)

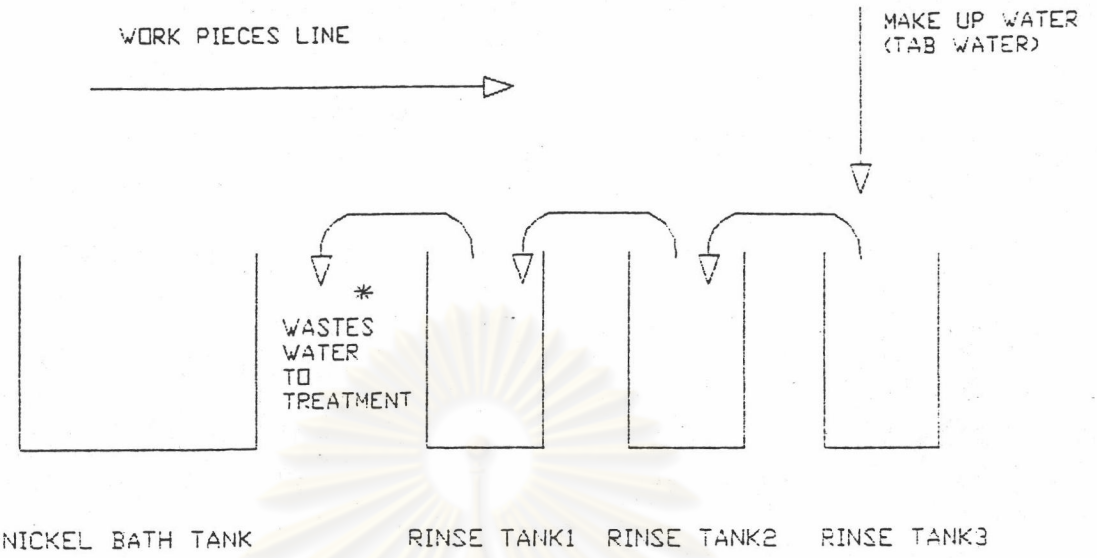
2. ขั้นตอนการเปรียบเทียบ แคทไอออนเรซิน ชนิดธรรมดา (หมู่ไอออนอิสระ Sulfonic acid) และแคทไอออนชนิดพิเศษ (หมู่ไอออนอิสระ Inminodiacetis acid)

3. ขั้นตอนการหาพารามิเตอร์ที่สำคัญในการนำสารละลายโลหะนิกเกิลกลับมาใช้ใหม่

4.3 การวิจัยขั้นตอนการเปรียบเทียบแคทไอออนเรซินชนิดธรรมดาและชนิดพิเศษ

ขั้นตอนการเปรียบเทียบแคทไอออนเรซินชนิดธรรมดา (หมู่ไอออนอิสระ Sulfonic acid) และแคทไอออนเรซินชนิดพิเศษ (หมู่ไอออนอิสระ Imminodiacetic Acid)

ในขั้นตอนนี้จะทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง การใช้แคทไอออนเรซินชนิดธรรมดาและแคทไอออนเรซินชนิดพิเศษ ในการแลกเปลี่ยนไอออนของโลหะนิกเกิลโดยใช้น้ำสังเคราะห์ซึ่งเป็นตัวแทนจากน้ำเสียจริงและน้ำสังเคราะห์ที่มีไอออนประจุบวกเป็นโลหะนิกเกิลเพียงอย่างเดียวเป็นตัวทดสอบ น้ำสังคราะห์ซึ่งเป็นตัวแทนจากน้ำเสียจริงประกอบด้วยแคลเซียม แมกนีเซียม ไบคาร์บอเนต ซัลเฟต ซึ่งมีความเข้มข้นคงที่ และค่าความเข้มข้นโลหะนิกเกิลที่ 200 และ 300



รูปที่ 4.2 ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สำหรับใช้ในการทดลอง

ppm. ส่วนน้ำสังเคราะห์ที่มีเฉพาะโลหะนิเกิลที่ค่าความเข้มข้นของโลหะนิกเกิล 200,300 ppm. เป็นตัวทดสอบ ผ่านถังปฏิกรณ์แคทไอออนเรซิน โดยทำการเปิดวาล์วตามตารางในภาคผนวก ง. ขั้นตอนการแลกเปลี่ยนไอออน และแอนไอออนเรซินโดยเปลี่ยนชนิดของแคทไอออนเรซิน เมื่อทดสอบด้วยน้ำสังเคราะห์ทั้ง 2 ชนิดครบตามความเข้มข้นดังกล่าว จุดยุติของการทดสอบเมื่อวัดค่าโลหะนิกเกิลได้ความเข้มข้นเท่ากับความเข้มข้นของโลหะในน้ำสังเคราะห์ก่อนเข้าถังปฏิกรณ์แคทไอออน ทำการบันทึกผลการทดลองและวิเคราะห์ โดยใช้พื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างนิกเกิลค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ กับปริมาตรน้ำสังเคราะห์ใด ๆ

4.3.1 การบันทึกผลการทดลอง

1) ช่วงการแลกเปลี่ยนไอออน

ก) ทำการบันทึก ค่า pH, ค่าการนำไฟฟ้า, ค่าโลหะนิกเกิลที่บริเวณทางออกถังปฏิกรณ์ แคทไอออนเรซินและค่า pH, ค่าการนำไฟฟ้า, ที่ทางออกถังปฏิกรณ์แคทไอออนเรซิน ที่ปริมาตรน้ำเสีย (BED VOLUME)ถังปฏิกรณ์ทุก 4 BED VOLUME กับน้ำสังเคราะห์ดังกล่าว

ข) เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างนิกเกิลและพารามิเตอร์อื่น ๆ กับปริมาตรน้ำเสียสังเคราะห์ใด ๆ

2) ช่วงการรีเจนเนอเรชั่น

ก) บันทึกค่าปริมาณนิกเกิล, ค่าการนำไฟฟ้า กับค่าความเป็นกรดที่ปริมาตรน้ำเสียใด ๆ(BED VOLUME)

ข) เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างนิกเกิล, พารามิเตอร์อื่นๆกับปริมาตร

4.3.2 การวิเคราะห์

โดยเรซินหมดสภาพการแลกเปลี่ยนไอออนจะทำการฟื้นอำนาจเรซิน แบบอย่างเดียวกันโดยจะทำการฟื้นอำนาจเรซินแบบไหลย้อน โดยทำการเปิดวาล์ตามตารางในภาคผนวก ง.ขั้นตอนการฟื้นอำนาจเรซิน โดยใช้อากาศกั้นการเคลื่อนที่ของชั้นเรซิน (Counter current Air block type) (Dean s,1985) ใช้ค่าความเข้มข้นสารรีเจนเนอแรนท์ 3% อัตราการไหลของรีเจนเนอแรนท์ 4.5 Bed volume/hr จนกระทั่งเรซินพร้อมที่จะทำการแลกเปลี่ยนไอออนต่อไป ในการทดลองความสามารถในการรีเจนเรชั่นของเรซินทั้ง 2 ชนิด

4.4 ขั้นตอนการหาพารามิเตอร์ที่สำคัญในการนำโลหะนิกเกิลกลับมาใช้ใหม่

ได้แก่การหาปริมาณ, ค่าความเข้มข้น, เวลาสัมผัสและอัตราการไหล ของสารรีเจนเนอแรนท์ที่เหมาะสมในการนำโลหะนิเกิลกลับมาใช้ใหม่

ในขั้นตอนนี้เมื่อได้ เรซินที่เหมาะสำหรับการวิจัยครั้งนี้ จะทำการหาพารามิเตอร์ดังกล่าวกับเรซินโดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่เป็นตัวแทนจากน้ำเสียจริง ที่ค่าความเข้มข้น ของโลหะนิเกิล 300 ppm. ทำการผ่านน้ำเสียสังเคราะห์ดังกล่าวไปยังถังปฏิกรณ์แคทไอออนเรซินทำการเปิดวาล์วตามตารางในภาคผนวก ง. ขั้นตอนการแลกเปลี่ยนไอออนเฉพาะถังแคทไอออนจนเรซินหมดสภาพ และให้เรซินเป็นตัวทดสอบทำการบันทึกการทดลองและวิจารณ์แล้ว ทำการรีเจนเนอเรซินเรซินด้วยความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริคที่ความเข้มข้น 3%, 5% 7% 9% และ 12% โดยน้ำหนักอัตราการไหลที่ 4.5 Bv./hr, 3 Bv./hr, 6 Bv/hr.

4.4.1 ทำการบันทึกผลการทดลอง

1) ช่วงการแลกเปลี่ยนไอออน

ก) บันทึกค่า pH, ค่าการนำไฟฟ้า, ค่าโลหะนิกเกิลที่บริเวณทางออก

ของถังปฏิกิริยาแคทไอออนเรซิน ที่ปริมาตรน้ำเสียใด ๆ (BED VOLUME)

ข) การเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ดังกล่าวกับปริมาตรน้ำเสียที่ออกจากถังปฏิกรณ์ใด ๆ

2) ช่วงการรีเจนเนอเรชั่น

ก) บันทึกค่าความเป็นกรด, ค่าการนำไฟฟ้าและค่าความเข้มข้นโลหะนิกเกิลบริเวณทางออกของการล้างด้วยกรด ที่ปริมาตรน้ำเสียใด ๆ

ข) บันทึกค่าความเป็นกรด, ค่าการนำไฟฟ้าและค่าความเข้มข้นนิกเกิลบริเวณทางออกของการล้างด้วยกรด ที่ปริมาตรน้ำเสียใด ๆ

4.4.2 ทำการวิเคราะห์และการทดลอง

โดยวิเคราะห์หาค่าความเข้มสูงสุด และความเข้มข้นรวมของโลหะนิกเกิลจากกราฟความสัมพันธ์ ความเข้มข้นของโลหะนิกเกิลกับปริมาตรสารรีเจนเนอแรนท์ ที่ค่าปริมาณสารรีเจนเนอแรนท์ต่าง ๆ กัน จากกราฟเพื่อพิจารณาได้ค่าเหมาะสมหาค่าปริมาณและเวลาสัมผัสสารรีเจนเนอแรนท์ที่เหมาะสม

4.4.2.1 วิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของสารรีเจนเนอแรนท์

โดยการเปรียบเทียบจากกราฟความเข้มข้นโลหะนิกเกิลกับปริมาตรสารรีเจนเนอแรนท์ โดยหาค่าความเข้มข้นสูงสุด และค่าความเข้มข้นรวมสูงสุด ของโลหะนิกเกิลจากกราฟ ที่ปริมาณความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

4.4.2.2 วิเคราะห์หาอัตราการไหล

โดยการเปรียบเทียบที่อัตราการไหล3 Bed volume/hr 4.5 Bed volume/hr และ 6 Bed volume/hr เปรียบเทียบ อัตราการไหลของสารรีเจนเนอแรนท์ใด ที่ให้ค่าความเข้มข้นรวมและสูงสุดของโลหะนิกเกิลมากกว่ากัน

4.5 การวิจัยขั้นตอนการใช้น้ำเสียจริงจากโรงงาน

กับพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่หาได้ หาค่าความเข้มข้นรวมและความเข้มข้นสูงสุดของโลหะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นิกเกิล เปรียบเทียบกับค่าโลหะนิเกิลในถังชุบความเป็นไปได้ในการนำโลหะนิกเกิลกลับมาใช้

4.6 ข้อมูลที่เป็นค่าคงที่และ ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองหัวข้อที่ 4.3 และหัวข้อที่ 4.4

4.6.1 ข้อมูลที่เป็นค่าคงที่ใช้กับการทดลองหัวข้อ 4.3 และ 4.4

1. ปริมาตร แคทไอออนเรซิน	2	ลบ.ดม.
2. ความสูงของชั้นแคทไอออนเรซิน และแอนไอออนเรซิน	56	ซม.
3. เส้นผ่าศูนย์กลางชั้นในของถังปฏิกรณ์ที่บรรจุเรซิน	6.75	ซม.
4. ความสูงของชั้นเหนือเรซิน (Free board)	64	ซม.
5. ชนิดของแอนไอออนเรซิน	"เรซินชนิดด่างแก่"	
6. อัตราการไหลของลมที่ใช้กั้นชั้นเรซินเพื่อป้องกันชั้นเรซินขยายตัวตามการไหลผ่านของสารรีเจนเนอแรนท์		
7. อัตราการไหลผ่านถังปฏิกิริยาของน้ำสังเคราะห์	20	Bed volume/hr
8. อัตราการล้างย้อน (Backwashing rate)	40	Bed volume/hr
9. อัตราการล้างช้า (slowrinse rate)	8	Bed volume/hr
10. เวลาการล้างช้า	30	นาที
11. เวลาการล้างย้อน	20	นาที

4.6.2 ค่าตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองหัวข้อที่ 4.3

1. น้ำสังเคราะห์ที่เป็นตัวแทนน้ำเสียจริง ประกอบด้วย 2 ส่วน

ก) ส่วนที่คงที่

- ความเข้มข้นของแคลเซียม 120 ppm.as $CaCo_3$
- ความเข้มข้นของแมกนีเซียม 100 ppm.as $CaCO_3$
- ความเข้มข้นของไบคาร์บอเนต 220 ppm.as $CaCO_3$

ข) ส่วนที่เปลี่ยนแปลง

- ความเข้มข้นของสารละลายนิเกิล ซัลเฟต ที่ค่าความเข้มข้นของนิกเกิล 200, 300 ppm.

2. น้ำสังเคราะห์ที่มีไอออนบวกเฉพาะโลหะนิเกิลเพียงอย่างเดียวโดยใช้สารละลายนิกเกิล ซัลเฟต ที่มีค่าความเข้มข้นของโลหะนิกเกิล 200, 300 ppm.

4.6.3 ค่าคงที่เฉพาะในการทดลองหัวข้อที่ 4.3

1. ความเข้มข้นของสารรีเจนเนอแรนท์ (กรดซัลฟิวริก) 3%
2. อัตราการไหลผ่านสารรีเจนเนอแรนท์ 4.5 Bed volume/hr

4.6.4 ค่าตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองหัวข้อที่ 4.4

1. ความเข้มข้นของสารรีเจนเนอแรนท์(กรดซัลฟิวริค)3%, 5%, 7%, 9%, 12% w/w
2. อัตราการไหลผ่านของสารรีเจนเนอแรนท์ 3, 4.5, 6 BV/hr

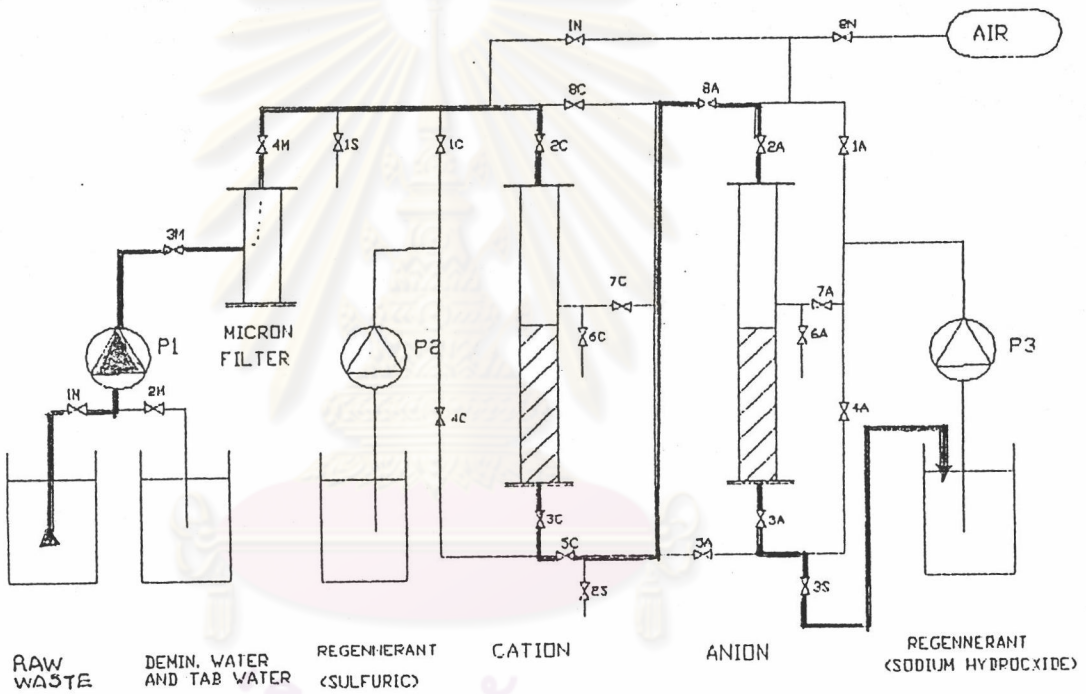
4.6.5 ค่าคงที่เฉพาะในการทดลองหัวข้อที่ 4.4

1. น้ำสังเคราะห์ที่เป็นตัวแทนน้ำเสียจริง ที่มีค่าความเข้มข้นของโลหะนิเกิล 300 ppm.

4.7 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ดูรูป(4.3)ประกอบ

1.	ถังเตรียมน้ำบริสุทธิ์ (Demineralized water), น้ำสังเคราะห์ ขนาด 500 ลิตร	1 ใบ
2.	ถังเตรียมสารรีเจนเนอแรนท์สำหรับถังปฏิกรณ์ แคทไอออน เรซิน ขนาด 100 ลิตร	1 ใบ
3.	ถังเตรียมสารริเจนเนอแรนท์สำหรับถังปฏิกรณ์ แอนไอออนเรซิน ขนาด 100 ลิตร	1 ใบ
4.	เครื่องสูบน้ำสำหรับน้ำสังเคราะห์	1 ชุด
5.	เครื่องสูบน้ำสำหรับสารละลายกรดซัลฟิวริค	1 ชุด
6.	เครื่องสูบน้ำสำหรับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	1 ชุด
7.	ถังปฏิกรณ์เรซิน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 สูง 120 ซม.	2 ใบ
8.	ถังไมครอนฟิลเตอร์ ขนาด 5 ไมครอน	1 ใบ
9.	อุปกรณ์วัดอัตราการไหล	1 ชุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 ภาพแสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย