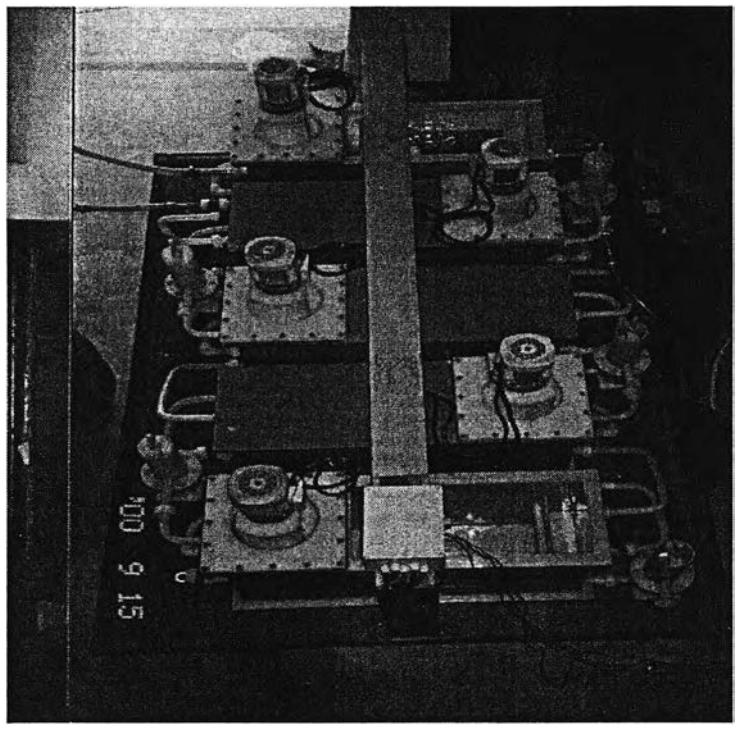
บทที่ 3

อุปกรณ์และขั้นตอนการทดลอง

3.1 อุปกรณ์การทดลอง

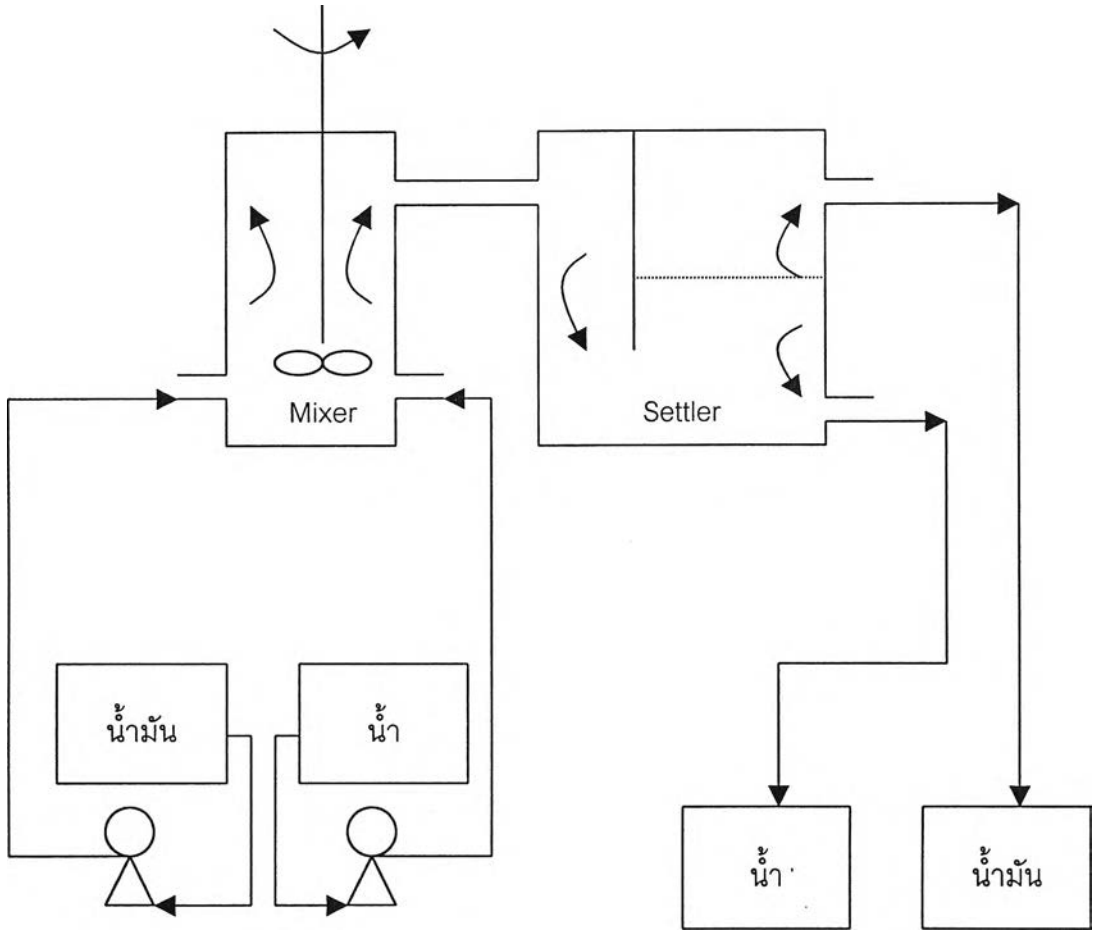
1.เครื่องสกัดมิกเซอร์ เซ็ตเลอร์แบบปั๊มผสม(pump-mix mixer-settler) จำนวน 1 ชุด แสดงดังรูปที่ 3.1 ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน วางกลับหัวกลับหางและผนังแยกกัน วัสดุข้างในมิกเซอร์เซ็ตเลอร์ (mixer-settler) เป็น polyvinylidene fluoride (PVDF) และโครงสร้างภายนอกเคลือบด้วย fiber-reinforced plastic



รูปที่ 3.1 เครื่องสกัดแยกแบบมิกเซอร์ เซ็ตเลอร์แบบปั๊มผสม (pump-mix mixer-settler)

ส่วน ถังผสม(mixer) ของแต่ละขั้นตอนมีขนาด 20x 20 x 35 ซม.^{3} (กว้าง x ยาว x สูง) แต่ความสูงใช้งานจริงประมาณ 20 ซม. หรือขนาดปริมาตรใช้งาน ประมาณ 8 ลิตร ภายในถังผสมนี้จะมีแผ่นขอบ(baffle) อยู่ 4 แผ่น เพื่อช่วยให้ของเหลวในระหว่างการผสมไม่เกิดการหมุนวน (vortex) ที่ด้านข้างจะมีท่อสำหรับให้ของเหลวไหลเข้ามาได้ 4 ท่อ โดย 2 ท่อแรกอยู่ที่บริเวณความสูงประมาณกึ่งกลางของถังผสมส่วนอีก 2 ท่อ จะอยู่บริเวณพื้นล่างซึ่งมีแผ่นกั้นครอบไว้เพื่อบังคับให้ของเหลวที่เข้ามาทาง 2 ท่อ นี้รวมกันก่อน แล้วไหลออกมาสู่ถังผสมบริเวณใต้ใบพัดกวน (mixing impeller) เป็นการป้องกันการไหลลัดวงจรออกไปสู่ถังแยก ตัวใบพัดกวนมี 6 แฉกใบเอียง 45 องศา เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดกวน (Diameter impeller) มีขนาด 6.1 ซม. มอเตอร์ที่ใช้หมุนแกนใบพัด สามารถปรับความเร็วรอบได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1,500 รอบต่อนาที

ถัดจากถังผสมก่อนเข้าถังแยกจะเป็นส่วนของถังแยกส่วนต้น(presettler) ซึ่งมีขนาด 25 x 9 x 45 ซม.^{3} ของเหลวที่ผสมกันเมื่อออกจากถังผสม จะผ่านเข้ามาสู่ส่วนนี้ก่อน แล้วไหลผ่านแผ่นกั้น (distributer plate) ทางร่องออก (outlet slit) มาสู่ส่วนของถังแยก ซึ่งมีขนาด 25 x 44 x 45 ซม.^{3} โดยความสูงใช้งานจริงประมาณ 30 ซม. และพื้นที่ของถังแยก เป็น 0.117 ม.^{2} ของเหลวใช้เวลาแยกชั้นในส่วนนี้ ของเหลวชั้นบนที่เบากว่าก็จะไหลล้นผ่าน (overflow barrier) ออกไปรวมกันในถังแยกเล็ก ๆ ซึ่งมีท่อต่อออกไปสู่ถังผสม ของขั้นตอน ถัดไป และบางส่วนสามารถไหลผ่านรางย้อนกลับ เข้าสู่ถังผสมของตัวเองได้ ส่วนของเหลวชั้นล่างที่หนักกว่าจะไหลออกทางท่อทางออกด้านล่าง ซึ่งมีสองท่อแยกกัน ท่อหนึ่งสำหรับไหลเข้าสู่ถังผสมถัดไป ส่วนอีกท่อหนึ่งสำหรับไหลย้อนกลับ เข้าสู่ถังผสมของตัวเอง โดยท่อที่ไหลเข้าสู่ถังผสมถัดไป นั้นจะผ่านตัวควบคุมระดับซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกระบอก ของเหลวจะเข้าทางด้านล่างแล้วไหลขึ้นไปตามท่อยืดหยุ่นตรงกลาง แล้วไหลล้นออกไปตามขอบบน ลงมารวมรอบนอก ซึ่งมีท่อต่อออกไปอีกที ท่อยืดหยุ่นนี้สามารถปรับระดับความสูงได้ จากแกนกลางที่ยึดติดกับตัวท่อ ส่วนท่อไหลย้อนกลับนั้นจะควบคุมด้วยบอลวาล์ว ระบบท่อและข้อต่อต่างๆ รวมทั้งวาล์วภายในมิกเซอร์เซ็ตเลอร์ นี้มีขนาด ¾ นิ้ว และวัสดุเป็น polyvinylifene fluoride (PVDF) ตัวมิกเซอร์เซ็ตเลอร์ จะวางอยู่บนแท่นที่ขารองสูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร



รูปที่ 3.2 หลักการทำงานของเครื่องมิกเซอร์ เซ็ตเลอร์

บรรดาเครื่องมือแบบต่างๆที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ใน การสกัดสารด้วยของเหลว (liquid-liquid extraction) นั้น มิกเซอร์ เซ็ตเลอร์ [11,12] นับเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง สำหรับการสกัดด้วยของเหลวในอุตสาหกรรมด้านต่างๆ เช่น ปิโตรเคมี, นิวเคลียร์ ,ปุ๋ย เหมืองแร่ และ โลหะกรรม เป็นต้น

โดยปกติแล้วจะมีองค์ประกอบหลายอย่างใน การเลือกใช้เครื่องมือ สำหรับสกัดสารด้วยของเหลวให้เหมาะสมกับงาน เช่น ลักษณะความหนืด ความจุ และอัตราไหลของของเหลวจำนวนขั้นตอน(stage) หรือขั้นตอนการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ขนาดของเครื่องมือ การบำรุงรักษาและวัสดุที่ใช้ รวมไปถึงค่าใช้จ่ายในการสร้างและการเดินเครื่อง เป็นต้น สำหรับ มิกเซอร์ เซ็ตเลอร์ นั้น จะมีข้อดีในการใช้งาน คือ

1. สามารถทำการสกัดแบบต่อเนื่องได้
2. ใช้กับของเหลวที่มีความหนืดสูงได้
3. การขยายขนาด ทำได้ง่าย
4. ให้ความจุหรืออัตราการไหลของของเหลวสูง
5. ใช้งานได้กับอัตราส่วนของการสกัดในช่วงกว้าง
6. การสกัดของแต่ละขั้นตอนแยกชัดเจน ทำให้ประสิทธิภาพของการสกัดในแต่ละขั้นตอนสูง ง่ายต่อการดัดแปลง และการเก็บตัวอย่าง

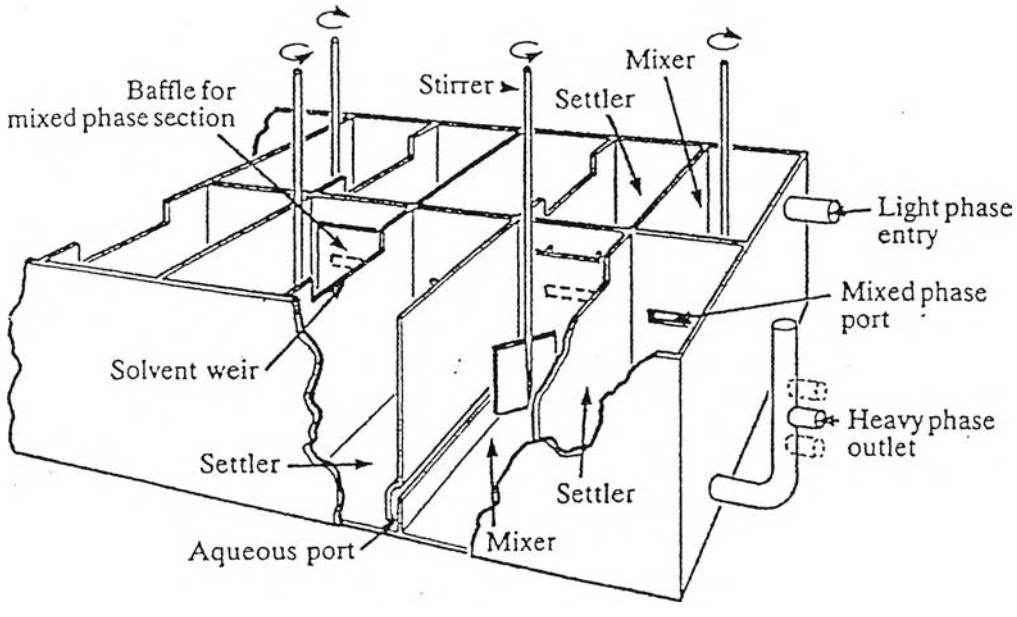
อย่างไรก็ตาม มิกเซอร์ เซ็ตเลอร์ จะมีข้อจำกัดในการใช้งาน คือ ถ้าการสกัดต้องใช้จำนวนขั้นตอนมาก เครื่องมือจะเปลืองพื้นที่มากด้วย ค่าใช้จ่ายในการสร้าง และการเดินเครื่องค่อนข้างสูง ทำให้มีการพัฒนาคิดค้นรูปแบบใหม่ ๆ ของมิกเซอร์ เซ็ตเลอร์ ขึ้นมาเพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพ และคุ้มค่ายิ่งขึ้น

3.1.1 ลักษณะของมิกเซอร์ เซ็ตเลอร์

โดยทั่วไป มิกเซอร์ เซ็ตเลอร์ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของ ถังผสม และ ส่วนของ ถังแยก ทำงานร่วมกัน และตามปกติแล้ว การสกัดด้วยสารของเหลวนี้ จะมีของเหลวสองชนิดที่ไม่รวมตัวกัน เช่น น้ำ และน้ำมัน ส่วนของ ถังผสม จะมีใบพัดกวนให้ของเหลวทั้งสองชนิดผสมกัน เพื่อจะได้มีการถ่ายเทแลกเปลี่ยนมวลสาร ซึ่งการผสมกันได้ดีจะทำให้ถ่ายเทมวลสารได้อย่างเต็มที่ แล้วของเหลวที่ผสมกันจะไหลต่อเนื่องออกไปเข้าส่วนของถังแยก เพื่อให้แยกชั้นออกจากกัน แสดงดังรูปที่ 3.3 เครื่องสกัดมิกเซอร์ เซ็ตเลอร์ แบบหลายขั้นตอน ของเหลวจะมีลักษณะการไหลสวนทางกัน เนื่องจากวิธีนี้จะให้ประสิทธิภาพของการ

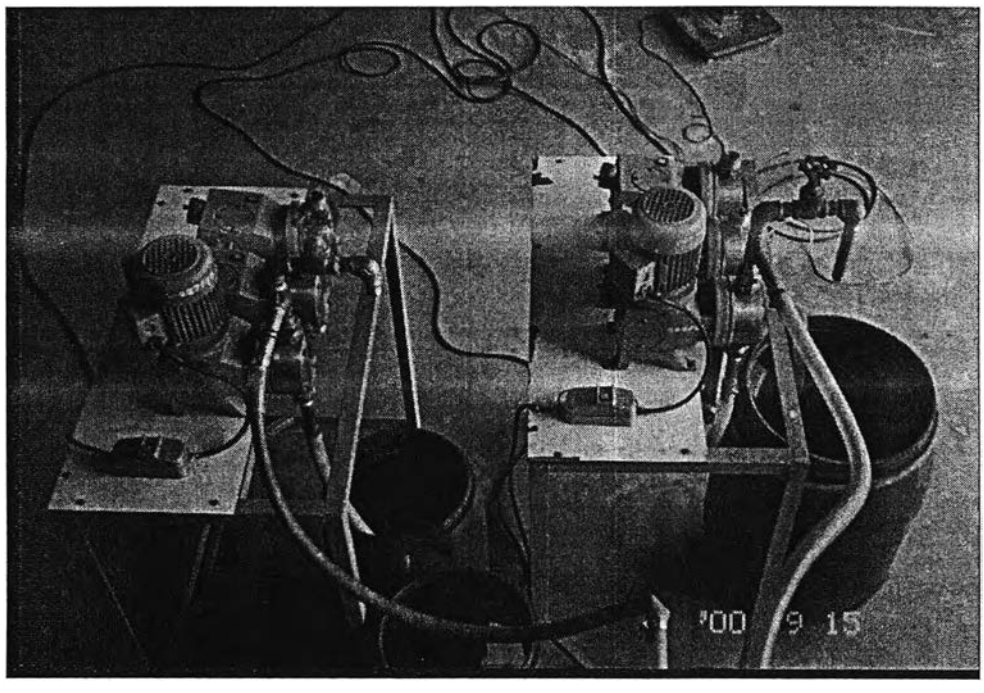
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สกัดสูงขึ้น ดังนั้น มิกเซอร์ เซ็ตเลอร์ แต่ละชุดจะถูกออกแบบให้นำมาต่อเข้าด้วยกัน เพื่อสามารถใช้งานในการสกัดได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 3.3 เครื่องสกัดมิกเซอร์ เซ็ตเลอร์ แบบหลายขั้นตอน

2. เครื่องสูบของเหลวชนิดปรับอัตราการไหลได้ ดังรูปที่ 3.4 ใช้สำหรับปั๊มส่งสารละลายของเหลวเข้าสู่ส่วนของถังผสม การทดลองนี้จะใช้ Metering pump จำนวน 2 เครื่อง เป็นชนิด 3 หัว โดยที่ปั๊มด้านหนึ่งจะใช้สำหรับส่งของเหลวสายป้อน และปั๊มอีกตัวหนึ่งจะใช้สำหรับส่งของเหลวตัวสกัด การทำงานของ Metering pump สามารถสูบของเหลว ที่มีความถ่วงจำเพาะแตกต่างกันได้ ด้วยอัตราการไหลที่ค่อนข้างคงที่ การปรับอัตราการไหลทำได้โดยการตั้งค่าเลขที่อยู่หน้าหัวเครื่องสูบของเหลว(pump head) สามารถปรับอัตราการไหลได้ตั้งแต่ 0 ถึง 200 ลิตร ต่อชั่วโมง จึงไม่จำเป็นต้องใช้มาตรวัดอัตราไหล เนื่องจากการทำงานของเครื่องสูบนี้เป็นแบบไดอะเฟรม การปรับอัตราการไหลเป็นการปรับระยะชักของเพลา ซึ่งยึดติดอยู่กับแผ่นไดอะเฟรมของห้องสูบ เมื่อมอเตอร์หมุนก็จะขับแกนลูกเบี้ยวให้คันเพลาเคลื่อนเข้าเคลื่อนออก ไปดึงและดันแผ่นไดอะเฟรม ทำให้เกิดการสูบของเหลว



รูปที่ 3.4 เครื่องสูบของเหลวชนิดปรับอัตราการไหลได้(Metering pump)

3.เครื่องวัดความเร็วรอบ

4.ชุดอุปกรณ์สำหรับวัดปริมาตรของของเหลวและวัดอัตราการไหลประกอบด้วยกระบอกตวงขนาด10, 20 ,50,100 และ1000 มล. พร้อมทั้งนาฬิกาจับเวลา

5.ชุดอุปกรณ์ห้องปฏิบัติการเคมีทั่วไป สำหรับตรวจสอบและวิเคราะห์และวัดความเข้มข้นของกรดไนตริก

6.สารเคมี

6.1น้ำมันก๊าด (Kerosene, Commercial grade)

6.2เวอร์ซาตริก แอซิก (Versatic acid ,VA10, Commercial grade)

6.3ไตรบิลทิลฟอสเฟต(Tributy phosphate ,TBP , Commercial grade)

6.4น้ำขจัดไอออน (deionized water)

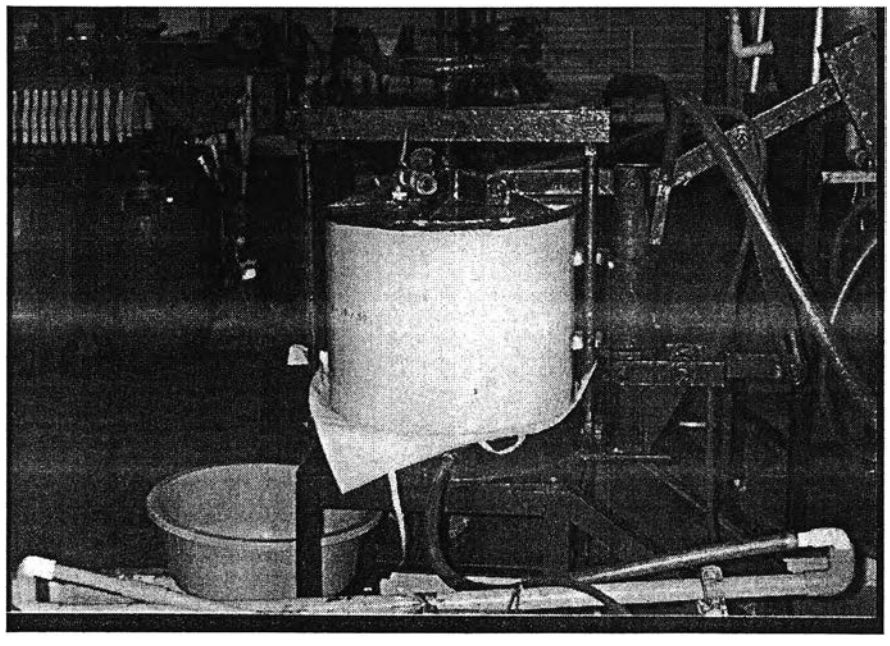
6.5กรดไนตริก(Nitric acid ,HNO_3 , Commercial grade 68%)

6.6ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

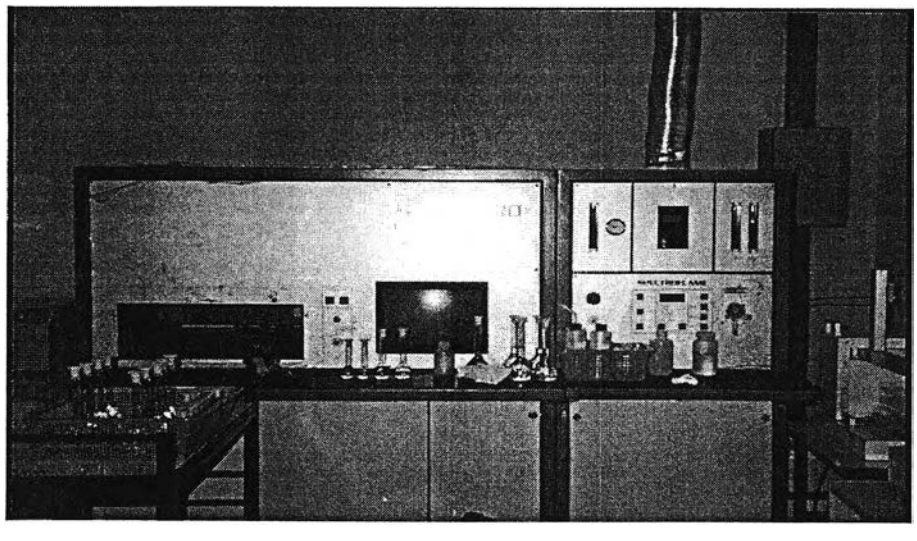
7. เครื่องกรองแบบถัง (Filter tank) แสดงดังรูปที่ 3.4

8. เครื่องมือวิเคราะห์แรเอิร์ทแบ็บ พลาสม่าอาร์ทอซ (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer , ICP) แสดงรูปที่ 3.5 การทำงานโดยสารละลายตัวอย่างจะถูกปั๊มเข้าไปฉีดเป็นฝอยในส่วนที่เป็นนิวบิวไลเซอร์(Nubilizer)แล้วจึงถูกส่งไปยังเปลวพลาสมาของก๊าซอาร์กอน ส่วนนี้เรียกว่าไอซีพีทอซ (ICP-Torch) ซึ่งถูกสปาร์ค (Spark) ด้วยคลื่นวิทยุตัวอย่างจะเกิดการระเหยน้ำและกลายเป็นไอจากนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นอะตอมและในที่สุดจะถูกเปลี่ยนเป็นไอออน ทั้งอะตอมและไอออน จะถูกกระตุ้นด้วยเปลวพลาสมา (อุณหภูมิถูกกระตุ้นจนระดับพลังงานสูงขึ้นไปอยู่ในชั้นเอ็กไซด์ (exited state) จนกระทั่งเมื่ออะตอมและไอออนเหล่านี้กลับเข้ามาอยู่ในชั้นกราวด์ (ground state) เช่นเดิม จะมีการคายพลังงานออกมา ซึ่งมีลักษณะเป็น characteristic radiation แสดงในรูปของความยาวคลื่น ความเข้มของแสงจะเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า และผ่านเข้าเครื่องขยายสัญญาณ (PMT) แล้วจึงผ่านหน่วยประมวลผลทางอิเลคทรอนิกส์ต่อไป

เทคนิคการวิเคราะห์แบบนี้สามารถวัดค่าความเข้มข้นของซีเรียมและแรเอิร์ทตัวอื่น ๆ ที่ทำการสกัดได้ เทคนิคนี้ให้ผลที่รวดเร็ว และความแม่นยำสูง



รูปที่ 3.5 เครื่องกรองแบบถัง (Filter tank)

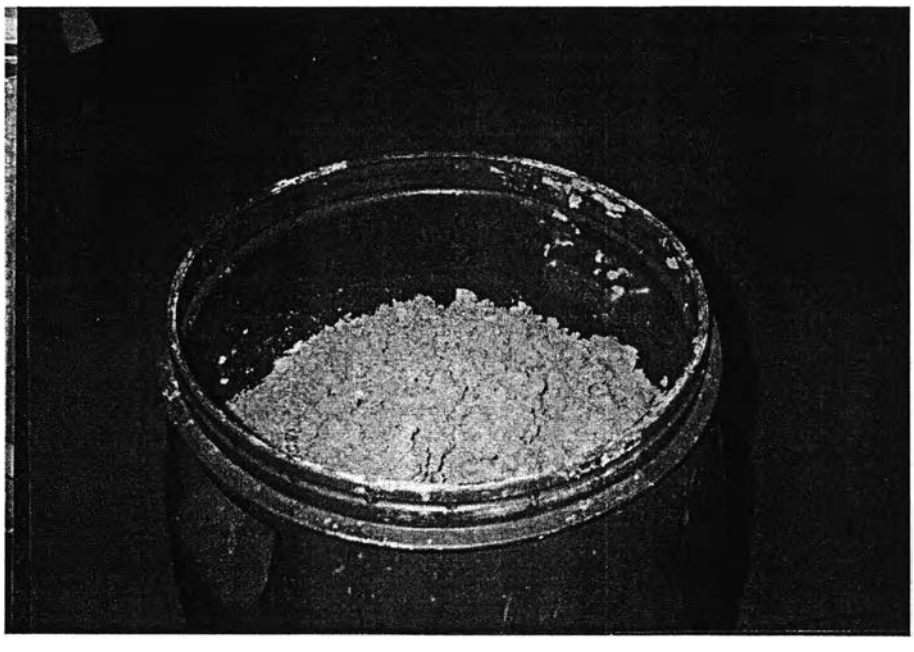


รูปที่ 3.6 เครื่อง Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry,ICP

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมแรเอิร์ทไนเตรท $Re(NO_3)_3$ เพื่อใช้ในการสกัด

1.ตัวอย่างที่ใช้ คือ แรเอิร์ทผสมในรูปของไฮดรอกไซด์ (mixed rare earth hydroxide) แสดงดังรูปที่ 3.7 ที่ได้จากการย่อยแร่โมนาไซต์ด้วยโซดาไฟ และแยกเอา ยูเรเนียม (U) , ทอเรียม (Th) ซึ่งเป็นสารกัมมันตภาพรังสีออกแล้ว

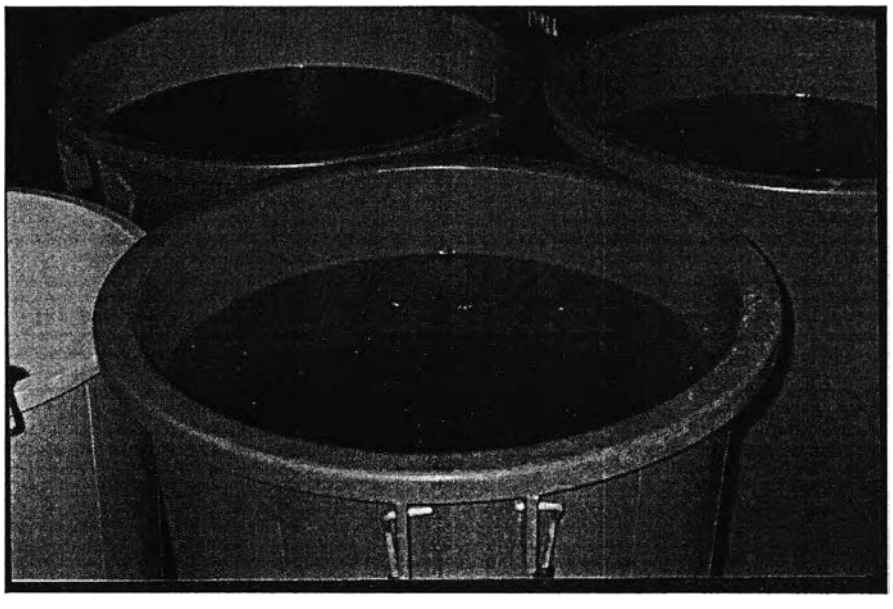


รูปที่ 3.7 ตัวอย่างแรเอิร์ทผสมในรูปของไฮดรอกไซด์ (mixed rare earth hydroxide)

2.ล้างตัวอย่างแรเอิร์ทไฮดรอกไซด์ ด้วยน้ำขจัดไอออน (Demineralized water) แล้วตั้งทิ้งไว้เพื่อให้เกิดการนอนก้นแยกส่วนน้ำทิ้งไป เติมน้ำขจัดไอออนเข้าไปล้างใหม่ทำซ้ำ 3-4 ครั้ง กรองเอาน้ำออกด้วยถังกรอง เก็บส่วนตะกอน

3.ตะกอนที่ได้นำไปหา ความชื้น เพื่อคำนวณหาน้ำหนักตะกอนแห้งที่จะนำไปเตรียม สารป้อน ต่อไป

4.ตะกอนที่ได้จาก ข้อ 3 นำไปละลายด้วย กรดไนตริก HNO_3 68% เพื่อเปลี่ยนรูปให้เป็นแรเอิร์ทไนเตรท โดยค่อย ๆ เติมพร้อมทำกวนตลอดเวลาจนตะกอนละลายหมด และเติมน้ำขจัดไอออนเพื่อปรับให้ความเข้มข้นของกรดไนตริกในสารละลายเป็น 5 นอร์มอลและความเข้มข้นของสารละลายที่ได้ 40 กรัม/ลิตร แสดงดังรูปที่ 3.8 ตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลายโดยการชั่งน้ำหนักปรับเทียบกับการวิเคราะห์ด้วยไอซีพี หาปริมาณแรเอิร์ทผสมทั้งหมดในสารละลาย



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างสารละลายแรเอิร์ทไนเตรท ที่ใช้เป็นสายป้อน ในการสกัด

3.2.2 ขั้นตอนการเตรียมตัวสกัด (extractant)

1.เตรียมตัวสกัด TBP ใน น้ำมันก๊าด ที่ใช้เป็นตัวเจือจาง เตรียมความเข้มข้นช่วง 10% - 40% โดยปริมาตร / ปริมาตร คือ 10% TBP , 20% TBP , 30% TBP , และ 40% TBP

2.เตรียมตัวสกัด VA10 ใน น้ำมันก๊าด ที่ใช้เป็นตัวเจือจาง เตรียมความเข้มข้นช่วง 10% - 40% โดยปริมาตร / ปริมาตร คือ 10%VA10 , 20% VA10 , 30% VA10 และ 40%VA10

3.2.3 ขั้นตอนเตรียมความพร้อมของอุปกรณ์

1.เตรียมความพร้อมของอุปกรณ์มิกเซอร์ เซตเลอร์ แบบชุด 5 ขั้นตอน โดยการทดลองนี้เลือกศึกษาเพียง 1 ขั้นตอน เนื่องจากแต่ละขั้นตอน มีตัวควบคุมระดับแยกกันทำให้สามารถทำงานได้อย่างอิสระไม่ขึ้นต่อกัน ตรวจสอบท่อส่งสายป้อนและท่อส่งตัวสกัด เข้าสู่ส่วนของถังผสม ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

2.ทำการตรวจเช็คค่าความเร็วรอบใบกวนที่ใช้งานช่วง 100 – 700 rpm โดยการตั้งค่าความเร็วรอบที่ต้องการที่อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบของชุดมิกเซอร์ เซตเลอร์ ปรับเทียบกับเครื่องวัดความเร็วรอบให้ได้ค่าที่ถูกต้อง

3.ทำการปรับเทียบอัตราการไหลที่ต้องการจากเครื่องสูบของเหลว โดยการวัดอัตราการไหลของสารที่ได้จากการปรับเทียบค่าที่เครื่องสูบของเหลว ที่ค่าต่างๆ เช่นที่ค่า 5, 10, 15, 20, 25, 30 แล้วดูว่าที่ปรับค่าต่างๆ นั้น ได้อัตราการไหลเท่าใดแล้วนำมาผลของกราฟ ระหว่างค่าที่ปรับกับค่าอัตราการไหลที่ได้ ซึ่งจะสามารถทราบค่าที่ปรับของเครื่องสูบของเหลว เพื่อให้ได้อัตราการไหลที่ต้องการใช้งาน

3.2.4 ขั้นตอนการศึกษาสภาวะที่เหมาะสม ที่ทำให้การผสมของ น้ำกับ น้ำมันก๊าด ผสมและแยกชั้นกันได้ดีที่สุด ด้วยอุปกรณ์มิกเซอร์ เซตเลอร์

1.ป้อนน้ำ และ น้ำมันก๊าดเข้าส่วนของถังผสม โดยให้อัตราส่วนของน้ำ:น้ำมันก๊าด เป็น 1:1 – 1:5 และ 1:1 – 5:1

2.ปรับค่าความเร็วรอบใบกวน ช่วง 100 – 700 rpm

3.เก็บตัวอย่างที่ถังผสม ช่วงเวลา 5 – 60 นาที จับเวลาทันที ที่เก็บตัวอย่างและบันทึกเวลาในการแยกชั้น ระหว่าง น้ำ กับ น้ำมันก๊าด

4.วัดปริมาตรส่วนน้ำ กับ ปริมาตรส่วน น้ำมันก๊าด บันทึกค่าอัตราส่วน น้ำ : น้ำมันก๊าด

3.2.5 ขั้นตอนการศึกษาผลของความเร็วรอบใบกวนที่ทำให้การผสมกันได้ดีของน้ำกับตัวสกัดในน้ำมันก๊าด (%TBP, %VA10) ความเข้มข้นช่วง 10% - 40%

1.ป้อนน้ำ กับ 10% TBP เข้าสู่ส่วนของถังผสม โดยให้อัตราส่วนของน้ำ:10%TBPเป็น 1:1

2.ปรับค่าความเร็วรอบใบกวน เป็น 100, 300 และ 500 รอบ/นาที

3.เก็บตัวอย่างที่ถังผสม ช่วงเวลา 20-60 นาที วิเคราะห์ปริมาตรส่วนน้ำ กับ ส่วน 10% TBP บันทึกผลปริมาณอัตราส่วน

4.ทำการทดลองตามข้อ1 – ข้อ3 โดยเปลี่ยนค่าความเข้มข้นของ %TBP เป็น 20%TBP, 30%TBP และ 40%TBP ตามลำดับ

5.ทำการทดลองซ้ำตามข้อ1 – ข้อ4 โดยเปลี่ยนชนิดตัวสกัดเป็น VA10 ค่าความเข้มข้นเป็น 10% , 20% , 30 , และ 40% ตามลำดับ

3.2.6 ขั้นตอนการศึกษาผลการสกัดแยกซีเรียม ด้วยตัวสกัด TBP ในน้ำมันก๊าด และ VA10 ในน้ำมันก๊าด ความเข้มข้นช่วง (10% - 40%) ออกจากสารละลาย แรเอิร์ทไนเตรทผสม

กำหนด อัตราส่วน 1:1 ความเร็วรอบใบกวน 500 rpm

1.ป้อนสารละลายแรเอิร์ทผสมให้อัตราการไหลคงที่ 0.1 ลิตร/นาที และ ป้อนตัวสกัด 10% TBP ให้อัตราการไหลคงที่เท่ากับ 0.1 ลิตร/นาที เข้าพร้อมกัน

2.ทำการเก็บตัวอย่างจากส่วนของถังผสม ช่วงเวลา 20-60 นาที โดยนำตัวอย่างวิเคราะห์ผลปริมาณซีเรียมและแรเอิร์ทตัวอื่นๆในส่วนของราฟฟิเนต และส่วนของเอกซ์แทรกท์ โดยส่วนเอกซ์แทรกท์ จะสกัดด้วยน้ำก่อน

3.ทำการทดลองตามข้อ1 – ข้อ2 แต่เปลี่ยน เป็น 20%, 30%, และ 40%ตามลำดับ

4.ทำการทดลองตามข้อ1– ข้อ2 แต่เปลี่ยนตัวสกัด เป็น 10%VA10, 20%VA10, 30%VA10 และ 40%VA10 ตามลำดับ

5.บันทึกผลการวิเคราะห์ที่ได้ทั้งหมด

3.2.8 ขั้นตอนการวิเคราะห์แรเอิร์ทด้วยเทคนิค ICP

1.เตรียมสารละลายมาตรฐานของซีเรียม , ดิสโพรเซียม , ยูโรเบียม , แกสโดดิเนียม , แลนทานัม , นีโอดีเมียม , พราซีโอดิเมียม , ซาแมเรียม , อิตเทรียม และอิตเทอร์เบียม ความเข้มข้นธาตุละ 5,10, และ 20 ppm

ตัวอย่างการเตรียมสารละลายมาตราฐาน Ce

ชั่ง ($Ce(SO_4)_2.4H_2O$) 0.1g. เติม cone. HNO_3 2 – 3 ml. นำไปอุ่นให้ร้อนจนละลายหมด แล้วทิ้งไว้ให้เย็น จะได้ Ce ที่มีความเข้มข้นประมาณ 1000 ppm เจือจาง ให้มีความเข้มข้น 5,10, และ 20 ppm โดยใช้ 5%HNO_3

2.การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

- ถ้าสารตัวอย่างเป็นของแข็ง ซึ่งสารตัวอย่างประมาณ 0.1 g. ละลายด้วย conc. HNO_3 2 – 3 ml. ถ้าไม่ละลายนำไปอุ่นบนเตาให้ความร้อนทิ้งให้เย็น นำมาปรับปริมาตรเป็น 100 ml. โดยใช้ 5% HNO_3
- ถ้าสารตัวอย่างเป็นของเหลว นำเข้าเครื่อง ไปวิเคราะห์ได้เลย

3.นำสารละลายมาตรฐานมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง ICP โดยใช้ความยาวคลื่นดังนี้ Ce 418.66 nm. , La 389.852 nm. , Eu 381.967 nm. , Y 371.029 nm. , Sm 359.26 nm. ,Dy 353.17 nm. , Gd 342.247 nm. , YB 328.937 nm. , Nd 430.358 nm. , Pr 422.533 nm. และใช้ blank เป็น 5%HNO_3 ทำกราฟปรับเทียบของแรเอิร์ทแต่ละชนิดในช่วงความเข้มข้น 5 – 20 ppm

4.ค่าความเข้มข้นจากเครื่องจะออกมาเป็นหน่วย ppm