

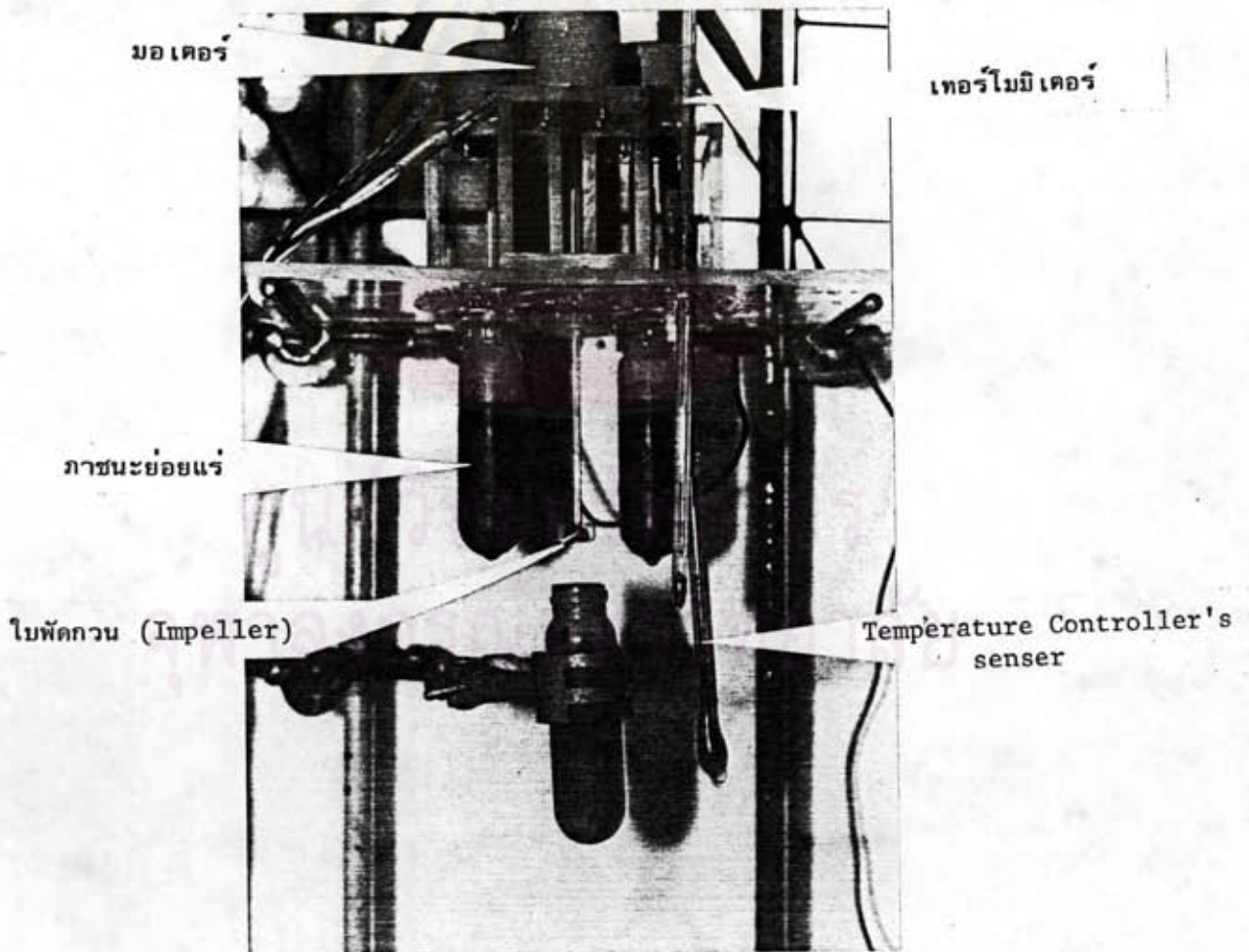
อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 เครื่องย่อยสลายแร่

3.1.1.1 เครื่องย่อยสลายแร่ระดับห้องทดลองประกอบด้วย

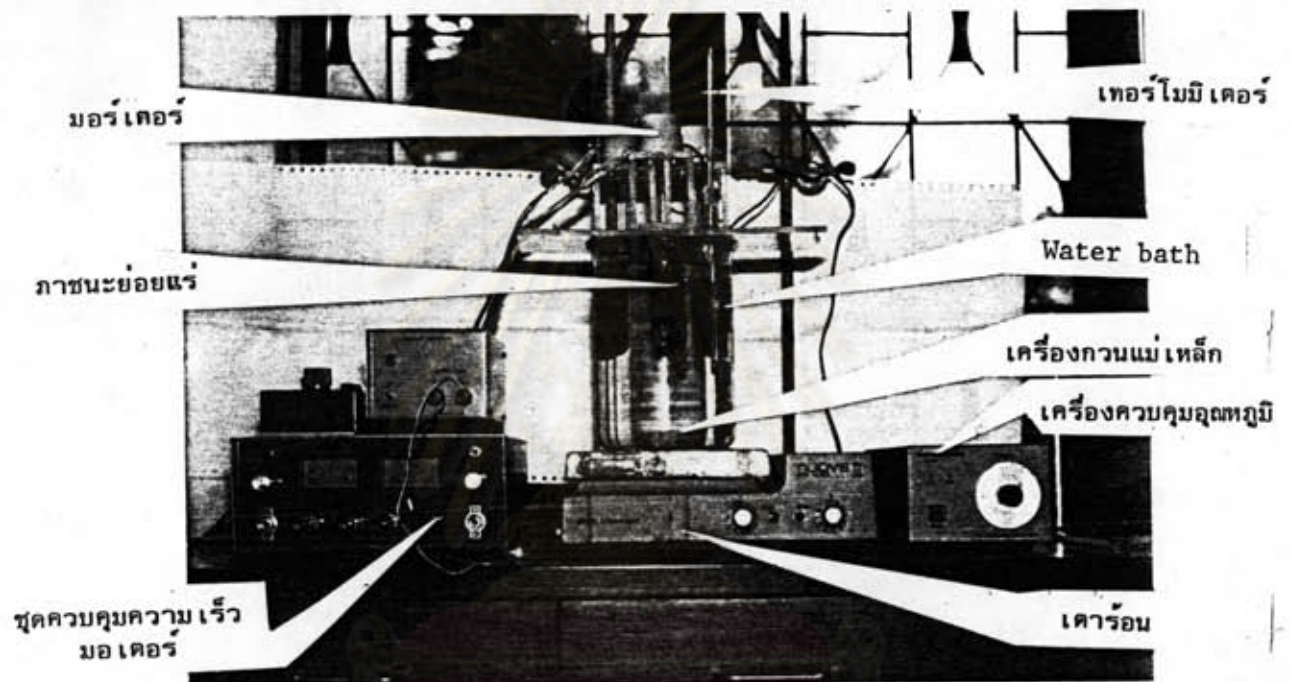
- ภาชนะย่อยแร่ (Digester) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ความจุ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำด้วยโพลีพรอพิลีนพร้อมทั้งใบพัดกวน (Impeller) ชนิดสามใบพัด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ทำด้วยอะคริลิก (Acrylic)



รูปที่ 3.1 แสดง เครื่องมือย่อยสลายแร่ระดับห้องทดลอง

- ดีซี มอเตอร์ 12 โวลต์ พร้อม เครื่องควบคุมความเร็ว จำนวน 3 ชุด
  - เตาร้อนพร้อม เครื่องกวนแม่เหล็ก (Hot plate with magnetic stirrer)
  - เครื่องควบคุมอุณหภูมิและ เทอร์โมมิเตอร์
- เครื่องมือดังกล่าวประกอบ เข้า เป็นชุดย่อยสลายแร่ระดับห้องทดลองดังแสดงไว้ใน

รูปที่ 3.2



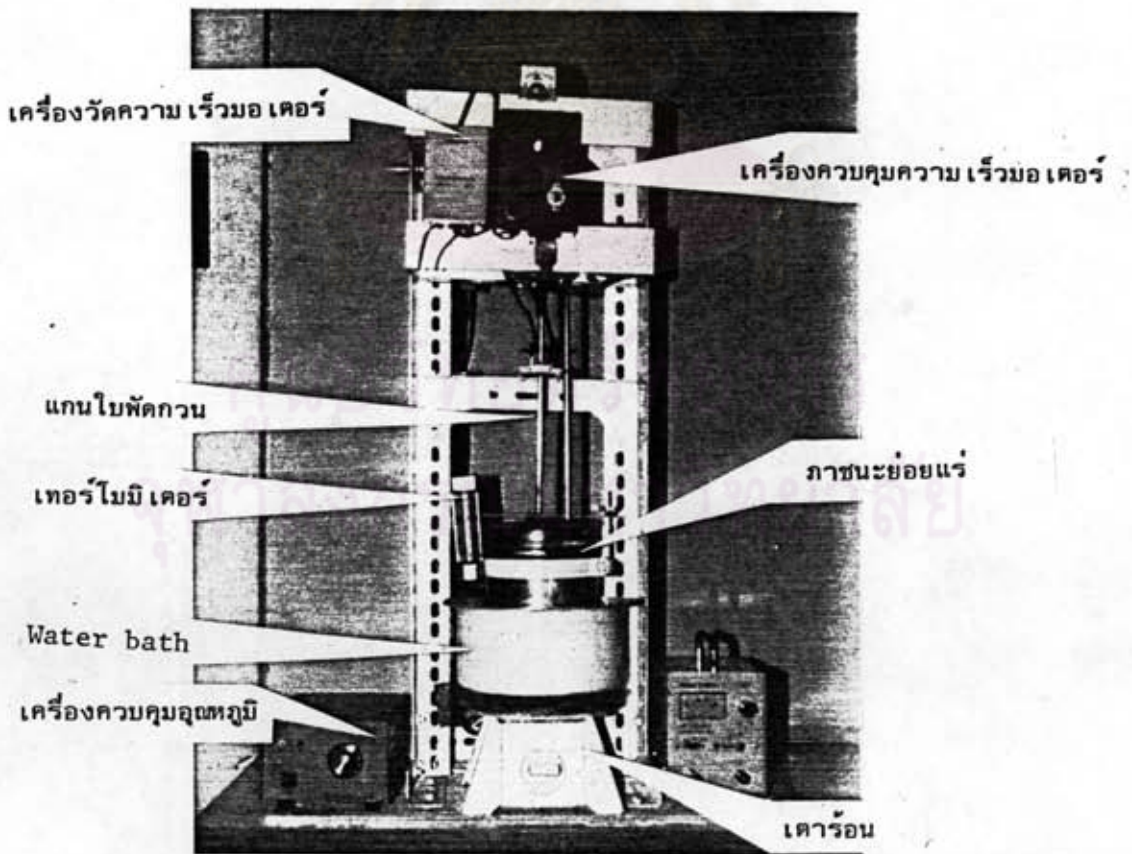
รูปที่ 3.2 แสดงชุดเครื่องมือในการย่อยสลายแร่ระดับห้องทดลอง

#### 3.1.1.2 เครื่องย่อยสลายแร่ระดับห้องทดลองประกอบด้วย

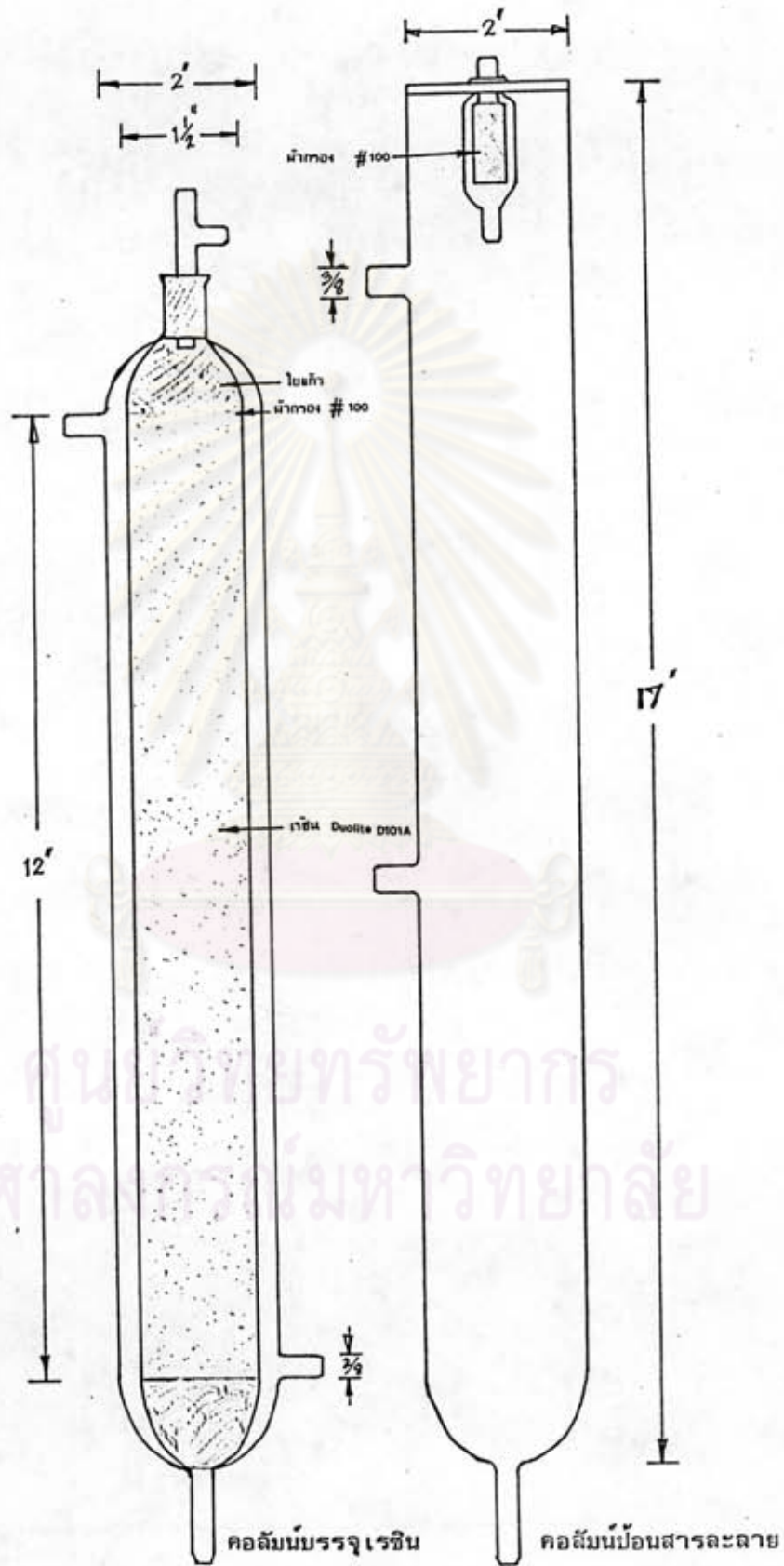
- ภาชนะย่อยสลายแร่ ทำด้วยเหล็กไร้สนิม (Stainless Steel #316) ขนาดจ 1.5 ลิตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว พร้อม Baffles
- เครื่องกวนชนิด 4 ใบพัด
- มอเตอร์ขนาด 45 วัตต์ 220 โวลต์
- เครื่องควบคุมความเร็วมอเตอร์
- เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer)
- เตาร้อน ขนาด 900 วัตต์
- เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller)



รูปที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบภายในของ Digester



รูปที่ 3.4 แสดงชุดเครื่องย่อยสลายแร่ระดับกึ่งห้องทดลอง



รูปที่ 3.5 แสดงคอลัมน์บรรจุเรซิน และภาชนะเก็บสารละลายเพื่อป้อนเข้าเรซินด้วยอัตราไหลคงที่

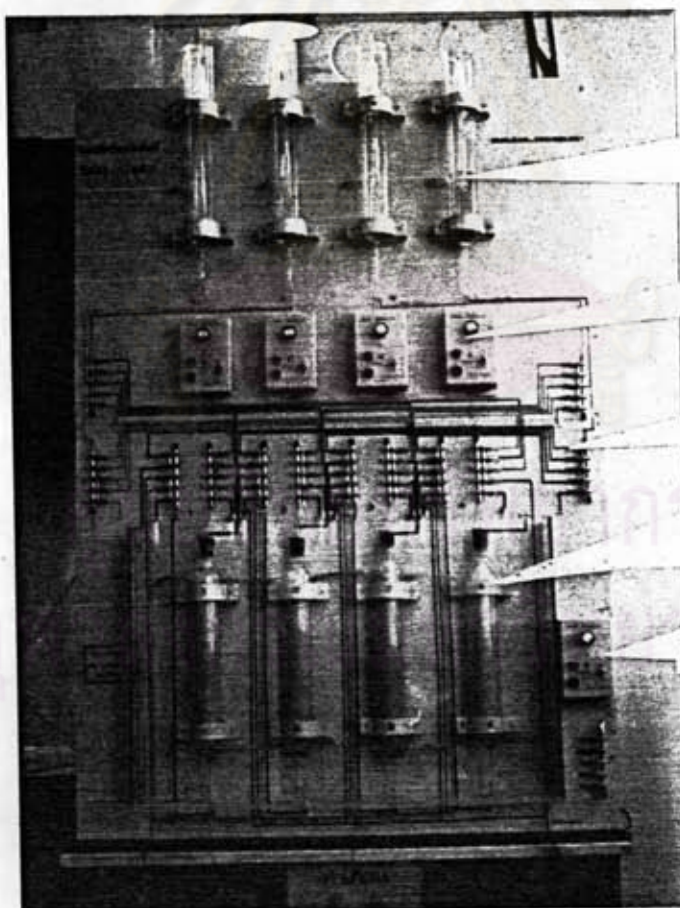
3.1.2 เครื่องมือแยกยูเรเนียมและทำให้บริสุทธิ์โดยการแลกเปลี่ยนไอออนแบบต่อเนื่อง (Continuous ion - exchange system) ประกอบด้วย

3.1.2.1 คอลัมน์บรรจุเรซิน ขนาดบรรจุ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นคอลัมน์แก้ว 2 ชั้น ชั้นในบรรจุเรซิน ชั้นนอกเป็นช่องนำร้อนที่ใช้อุ่นเรซินจำนวน 4 ชุด ดังแสดงในรูปที่ 3.5

3.1.2.2 ภาชนะเก็บสารละลาย เป็นคอลัมน์แก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ยาว 17 นิ้ว จำนวน 4 ชุด ดังแสดงในรูปที่ 3.5

3.1.2.3 ปั๊มป้อนสารเคมี (Feed pump) พร้อมเครื่องควบคุมความเร็ว จำนวน 5 ชุด ดังแสดงในรูปที่ 3.9

3.1.2.4 เครื่องให้ความร้อนแบบจุ่ม (Immersion Heater) พร้อมเครื่องควบคุมอุณหภูมิและเทอร์โมมิเตอร์



ภาชนะเก็บสารละลาย

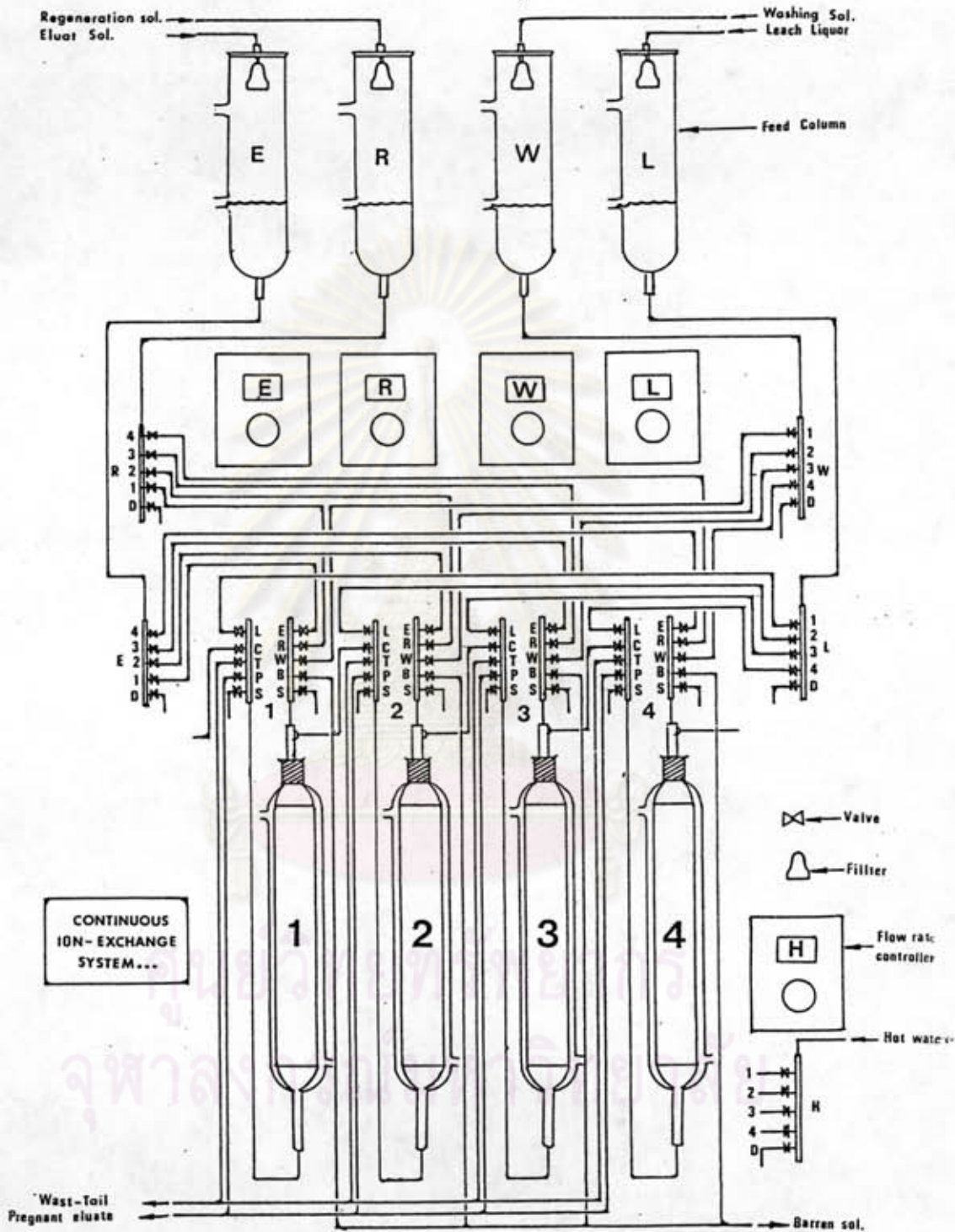
เครื่องควบคุมปั๊มป้อนสารเคมี

ระบบวาล์วสแตนเลส

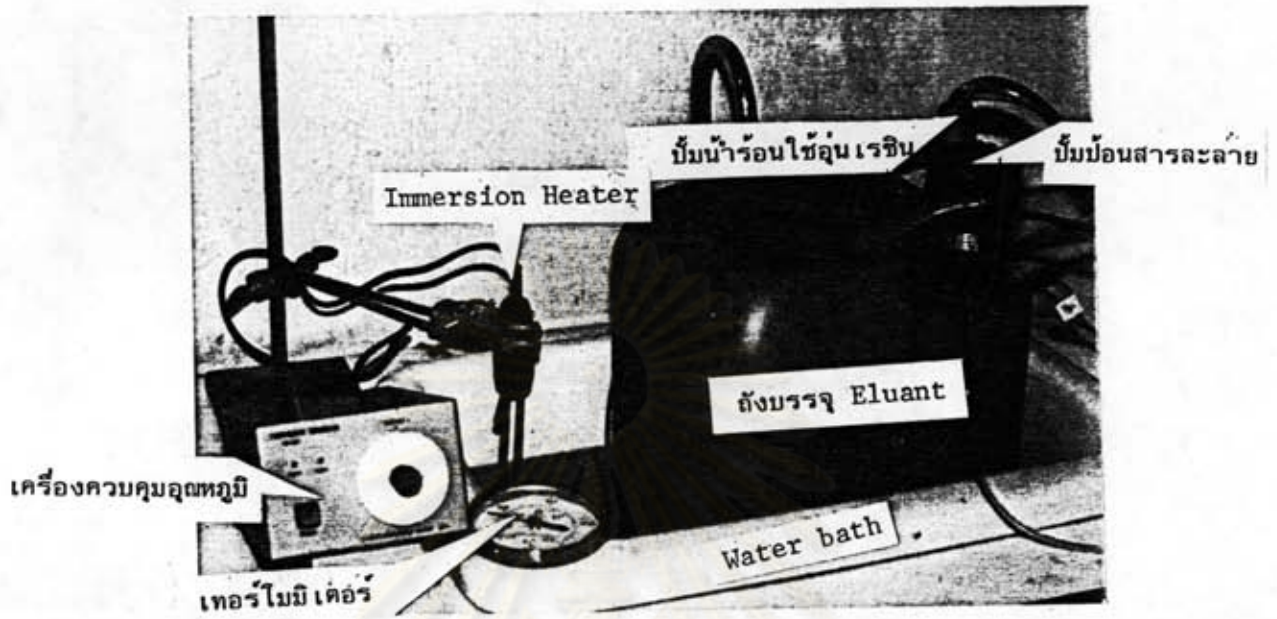
คอลัมน์บรรจุเรซิน

เครื่องควบคุมปั๊มน้ำร้อน

รูปที่ 3.6 แสดงเครื่องแลกเปลี่ยนไอออนแบบต่อเนื่อง



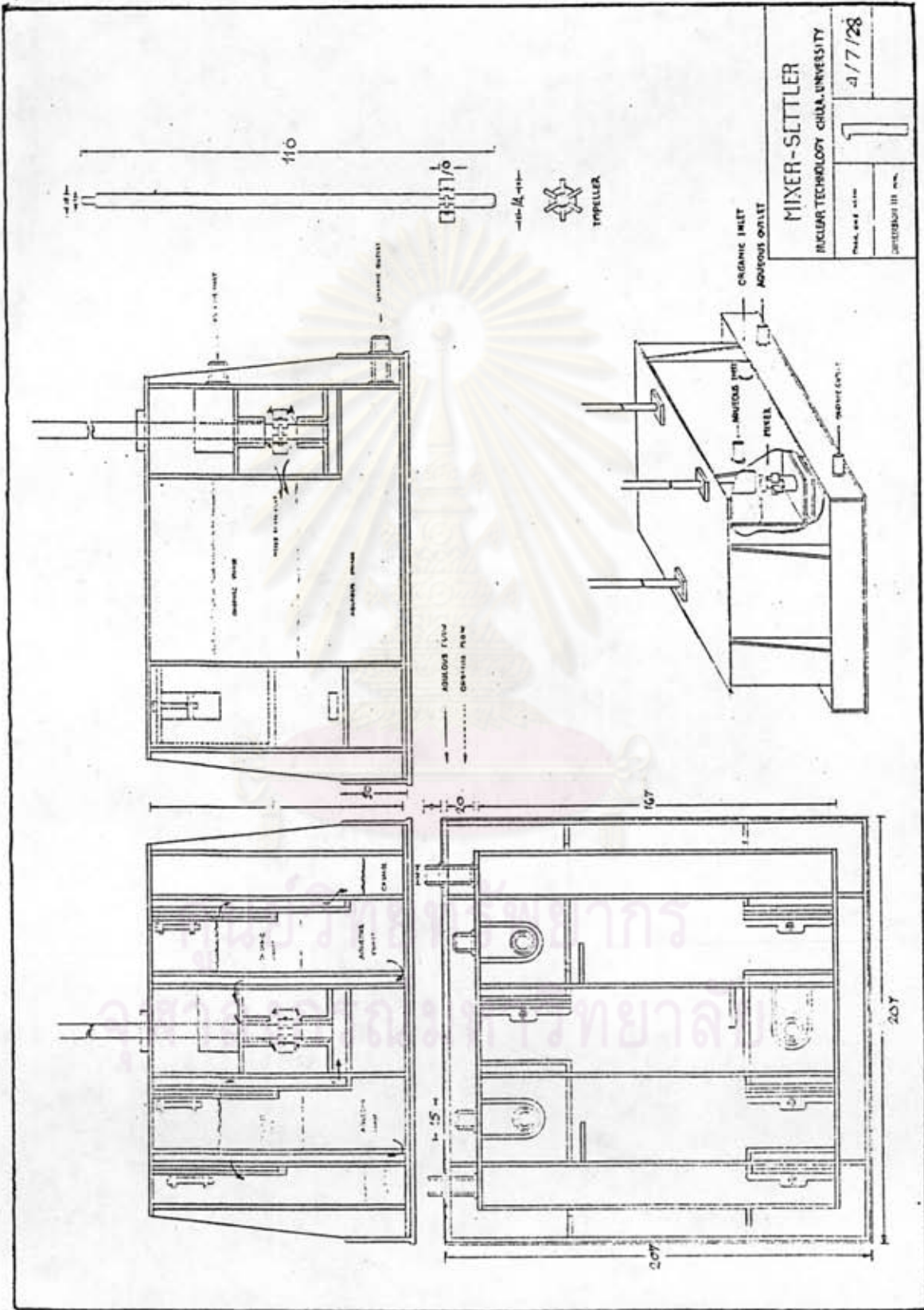
รูปที่ 3.7 แสดงระบบวาล์วและระบบท่อของ เครื่องแลกเปลี่ยนไอออนแบบต่อเนื่อง



รูปที่ 3.8 แสดงระบบการควบคุมความร้อนที่ใช้ลูนเรซินและลูน eluant



รูปที่ 3.9 แสดงส่วนประกอบของปั้มน้อนสาร

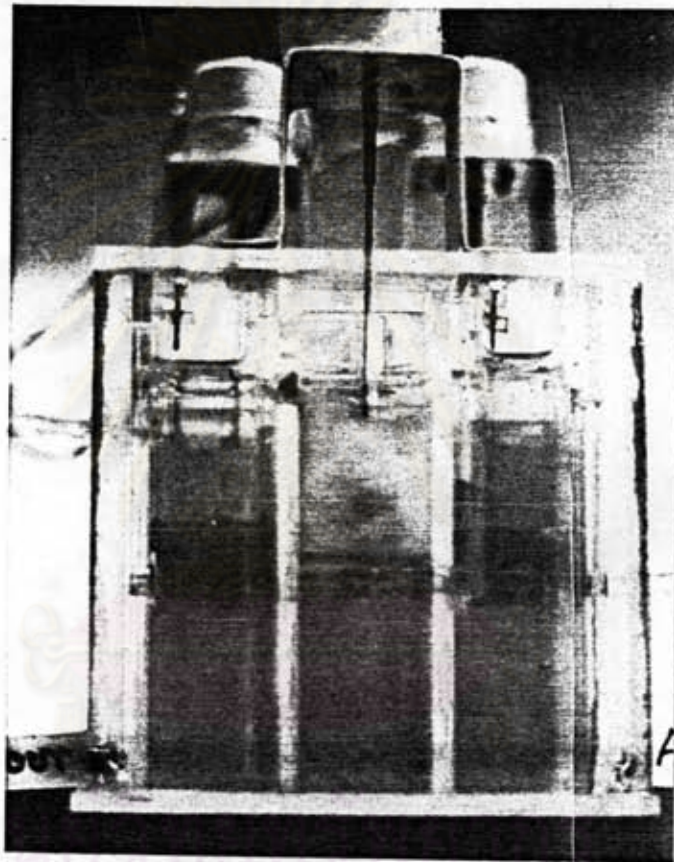


รูปที่ 3.10 แผนผัง Mixer Settler ต้นแบบ



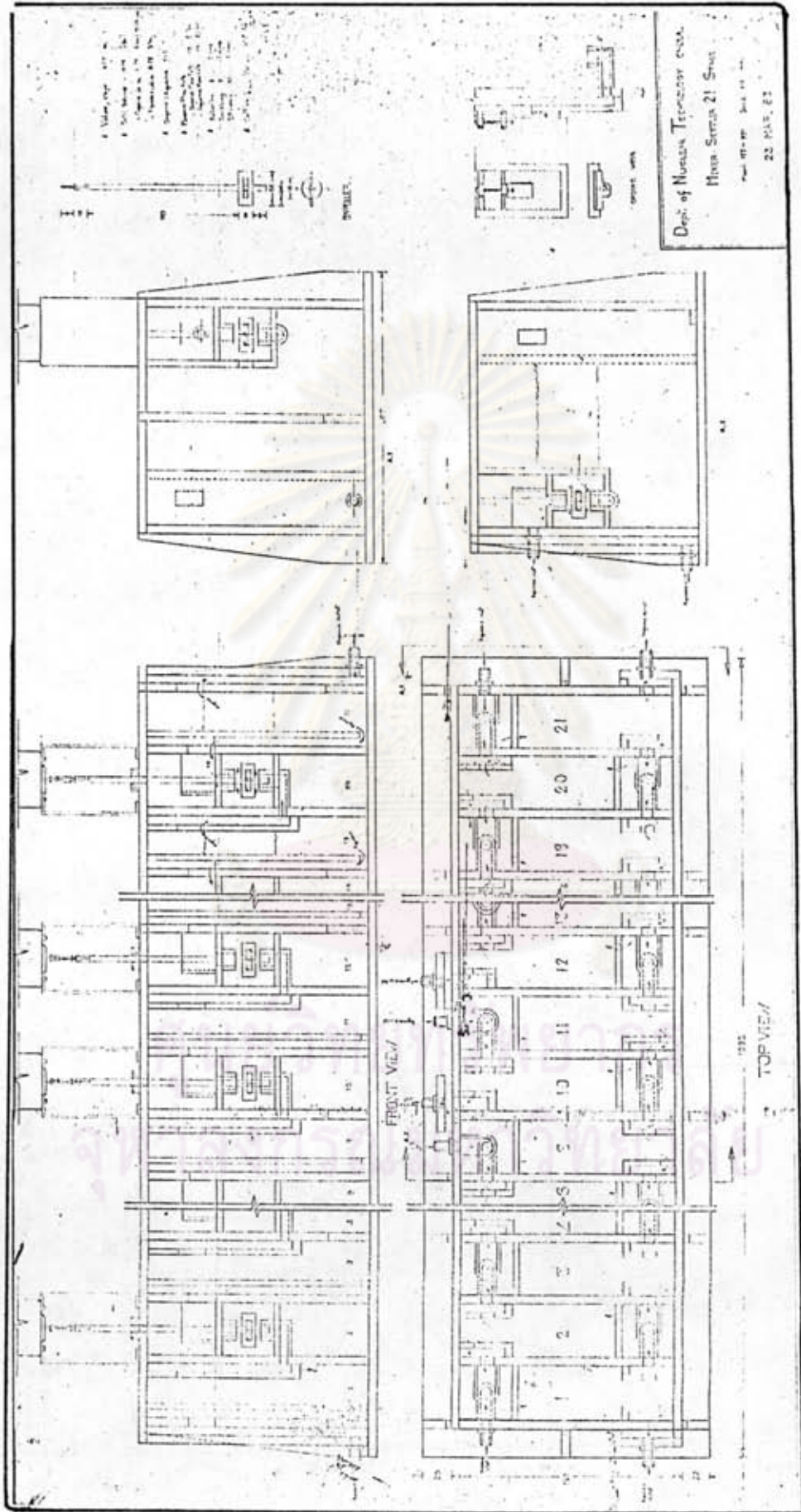
3.1.3 Mixer Settler เป็นเครื่องมือใช้สกัดยูเรเนียมให้บริสุทธิ์ด้วยตัวทำละลาย

3.1.3.1 ต้นแบบเป็น Mixer Settler 3 stages เป็นแบบ Overflow Mixing ใช้ใบพัดกวน ขนาดบรรจุ 655 มิลลิลิตรต่อ 1 stage ขนาดดังแสดงในรูปที่ 3.10 ใช้เป็นต้นแบบศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการบ่อนสารเคมี และทดสอบสภาพการไหลเวียนของของเหลวทั้งสองชนิด

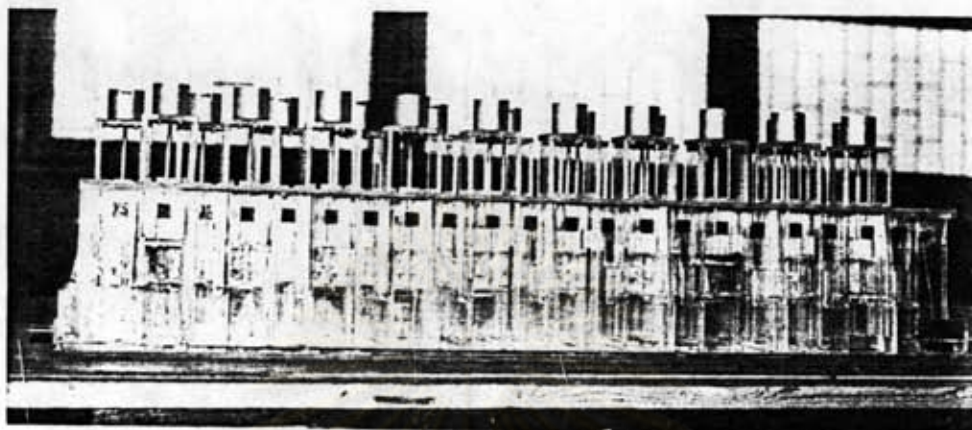


รูปที่ 3.11 แสดงต้นแบบ Mixer Settler ที่สร้างขึ้น

3.1.3.2 21 stages Mixer Settler เป็นแบบที่ได้พัฒนาจากต้นแบบในข้อ 3.1.3.1 มี extraction stage 9 stages, Scrubbing stage 2 stages และ stripping stage 10 stages แต่ละ stage มีความจุ 655 มิลลิลิตร สามารถบ่อนสารเคมีในอัตราสูงสุด 10 ลิตรต่อชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 3.12 และ 3.13



รูปที่ 3.12 แผนผังแสดง 21 Stages Mixer-Settler ที่ออกแบบไว้กับการทดลอง



รูปที่ 3.13 ก. 21 stages Mixer Settler ที่สร้างจากแบบในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ข. แสดงการทดสอบระบบการไหลของของเหลว

3.1.3.3 มอเตอร์หมุนใบพัดกวน เป็นดีซีมอเตอร์ 6 โวลต์ พร้อมด้วย  
เครื่องควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบ Voltage Regulator ดังแสดงในรูปที่ 3.14

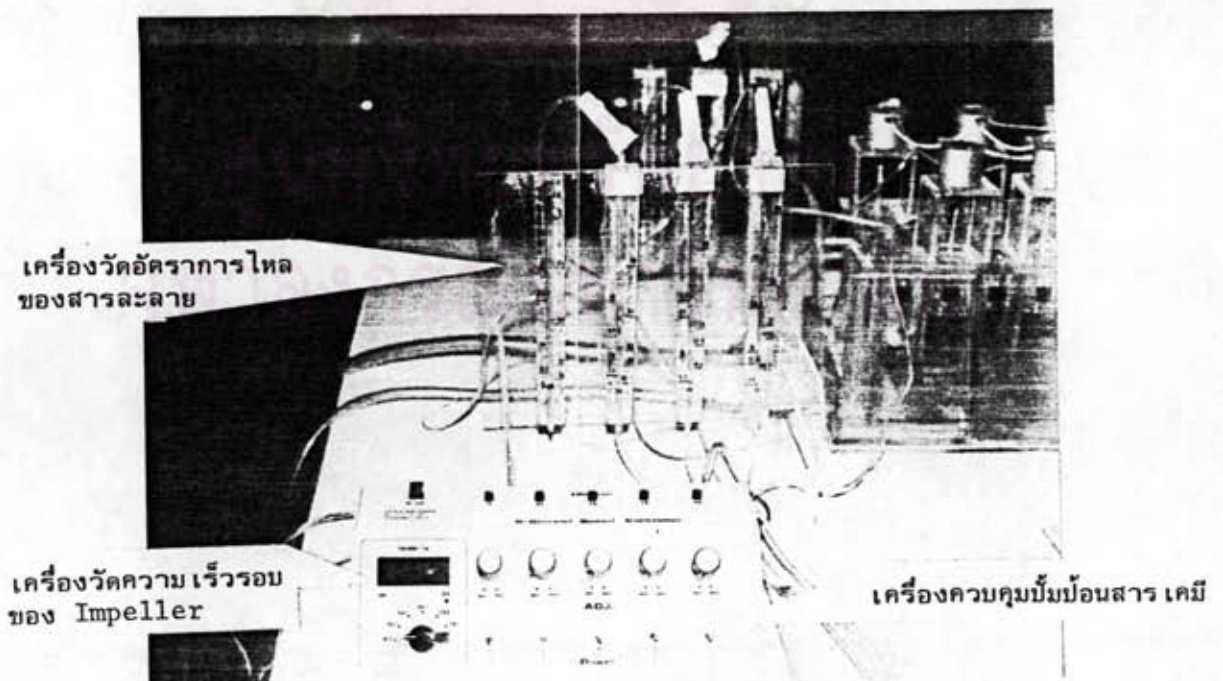
3.1.3.4 ปั๊มสารเคมี (Chemical pump) เป็นปั๊มแบบ Centrifuge  
pump ทำด้วยอะคลิลิก ทั้งชุดหมุนด้วยมอเตอร์ขนาด 90 วัตต์ 220 โวลต์ ดังแสดงในรูป 3.9  
พร้อมด้วยเครื่องควบคุมความเร็วจำนวน 4 ชุด

3.1.3.5 เครื่องวัดอัตราการไหลของสารเคมี เป็นแบบที่ใช้ลูกลอยทำด้วย  
อะคลิลิก ทั้งชุดจำนวน 4 ชุด ดังแสดงในรูป 3.15



เครื่องควบคุมความเร็ว  
มอเตอร์หมุน ใบพัดกวน

รูปที่ 3.14 แสดงชุด 21-stage Mixer Settler

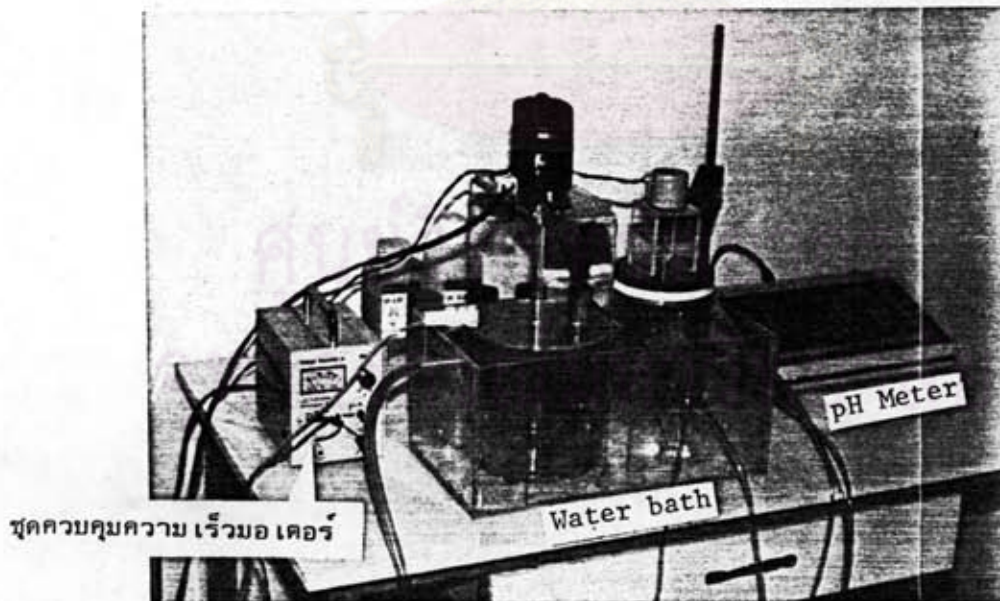
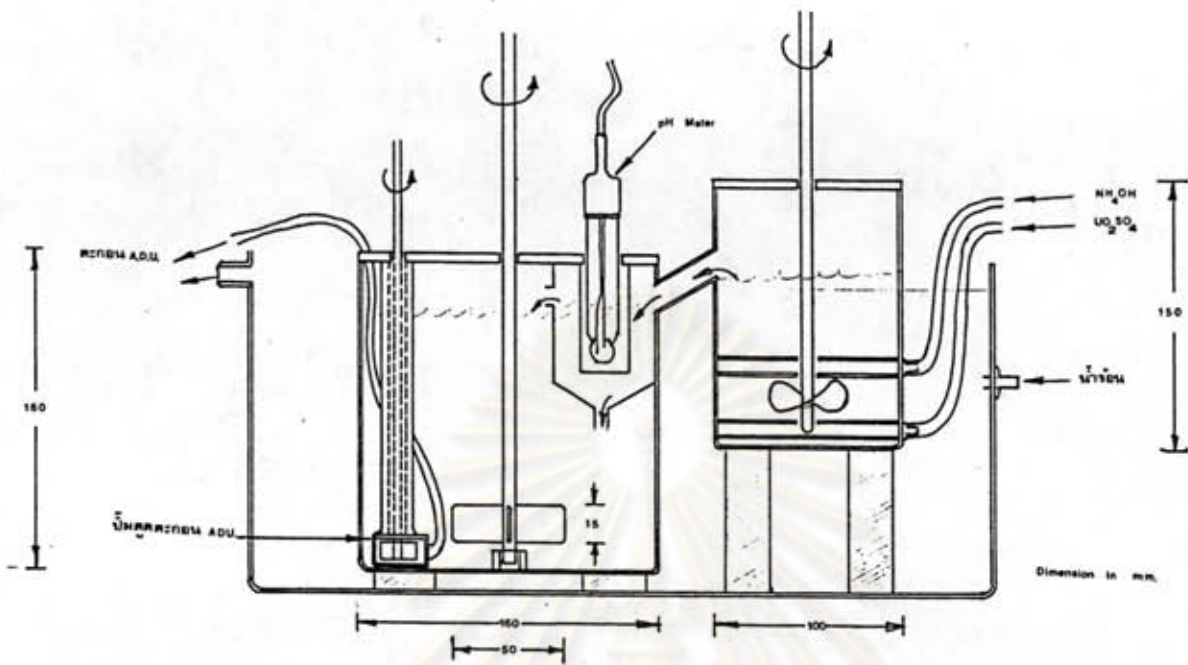


เครื่องวัดอัตราการไหล  
ของสารละลาย

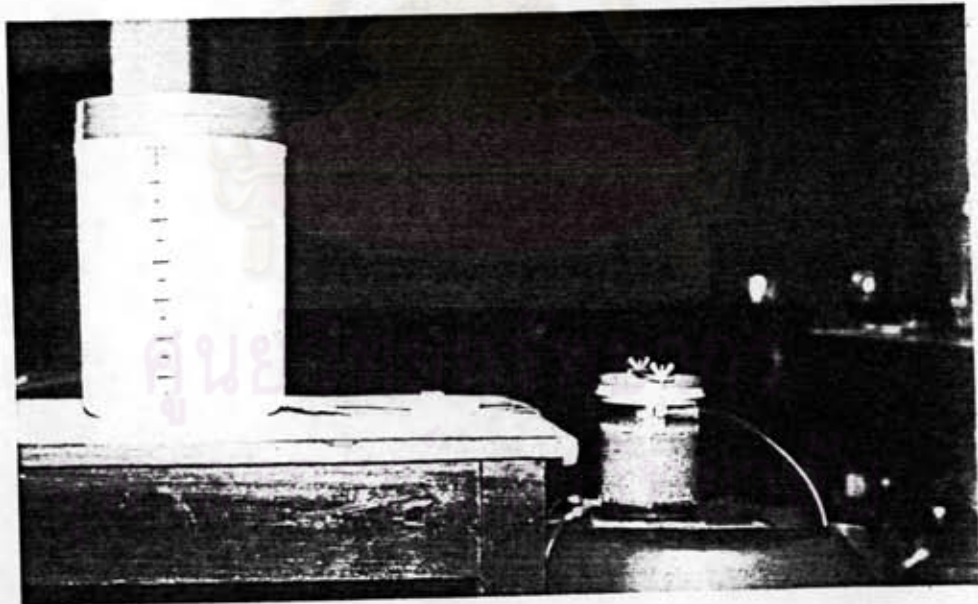
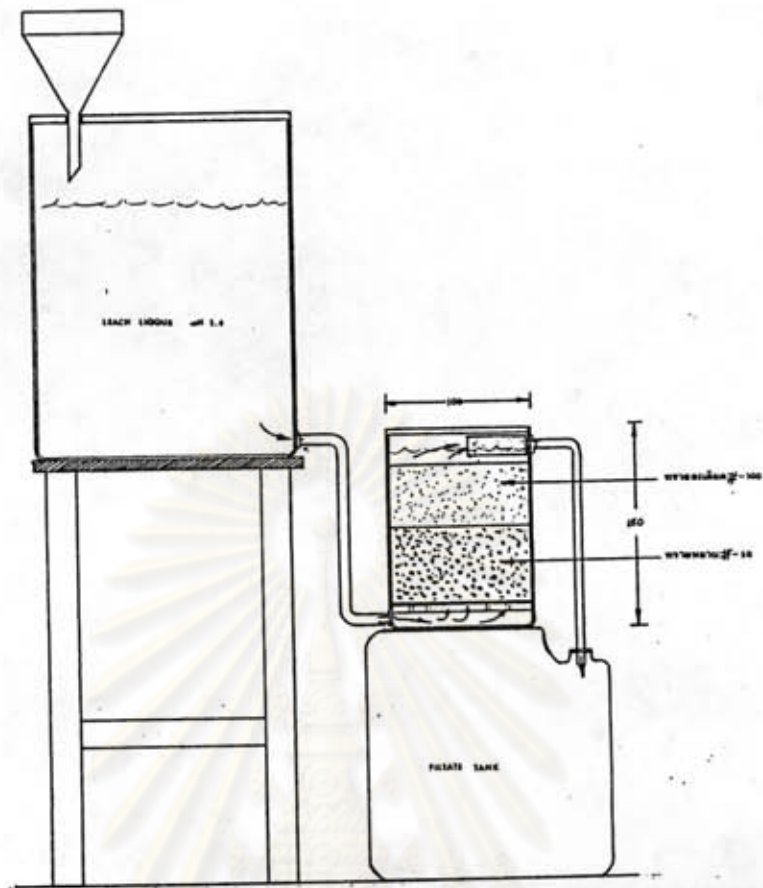
เครื่องวัดความเร็วรอบ  
ของ Impeller

เครื่องควบคุมปั๊มบ่อนสาร เคมี

รูปที่ 3.15 แสดงเครื่องวัดอัตราการไหลของของเหลว



รูปที่ 3.16 แสดง เครื่องตกตะกอน เค้ก เหลืองพร้อมทั้งชุดควบคุม



รูปที่ 3.17 แสดงเครื่องกรองสารละลายยูเรเนียมโดยใช้ทราย

3.1.4 เครื่องกรอง Leach Liquor เป็นเครื่องกรองตะกอนในสารละลายก่อนนำไปผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออน ประกอบด้วยทรายหยาบและทรายละเอียดที่ล้างด้วยกรดซัลฟูริกแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 3.17

### 3.2 แร่และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 วัตถุดิบ เป็นแร่ยูเรเนียมจากเหมืองแร่ในภาคกลางของประเทศไทย เป็นแร่ในตระกูล Multiple Oxide ประกอบด้วย  $U_3O_8$  5.37 %,  $ThO_2$  4.45%,  $Ta_2O_5$  8.91 %,  $Nb_2O_5$  9.08 %,  $SnO_2$  19.55% และยังมีทังสเตนมาลึนปนอยู่ในปริมาณมาก ทำให้มีโบรอน (B) ค่อนข้างสูง

### 3.2.2 สารเคมีที่ใช้และบริษัทผลิต

ที่	สารเคมี	เกรด	บริษัทผู้ผลิต
1.	กรดซัลฟูริก $H_2SO_4$ 98 %	Commercial	-
2.	แมงกานีสไดออกไซด์ $MnO_2$ 85 %	Laboratory Chemical	May and Baker Ltd
3.	ดูโอไรต์ เอ 101 ดี เรซิน Duolite A 101D	Commercial	dia-prosim
4.	โซเดียมไฮดรอกไซด์ NaOH	Commercial	-
5.	ไตรออกทิลามีน (Trioctylamine)	AR	Fluka
6.	ไอโซเดคานอล (Iso-decanol)	AR	B D H
7.	น้ำมันก๊าด	Commercial	Caltex
8.	โซเดียมคาร์บอเนต $Na_2CO_3$	AR	Fluka
9.	แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ $NH_4OH$	Commercial	-
10.	ยูเรเนียมมาตรฐาน $U_3O_8$	AR	B D H



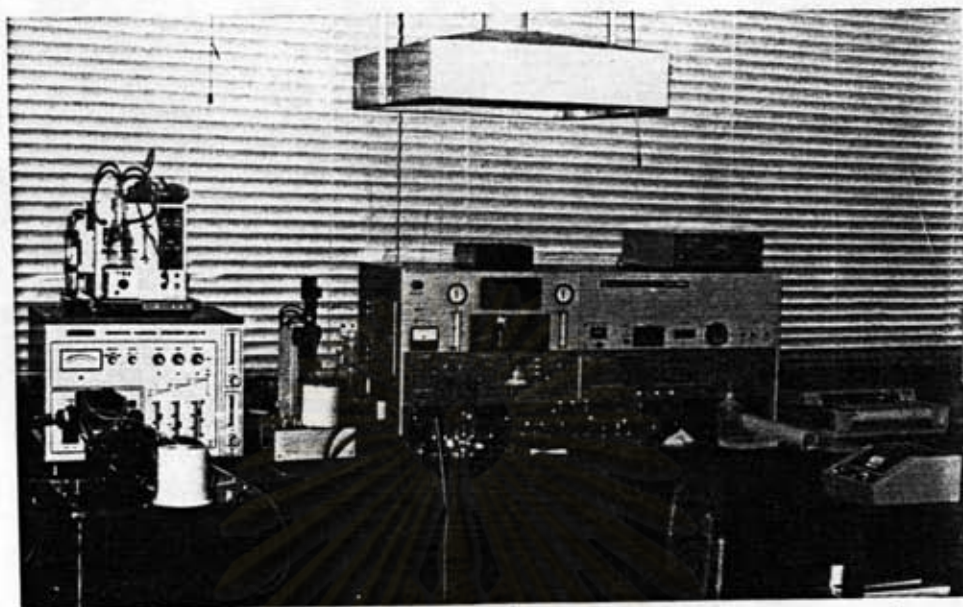
ตาราง 3.1 องค์ประกอบของแร่ยูซีไนต์

องค์ประกอบ	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์)
$Ta_2O_5$	8.91
$Nb_2O_5$	9.08
$SnO_2$	19.55
$TiO_2$	22.84
$Fe_2O_3$	5.03
$ThO_2$	4.45
$U_3O_8$	5.37
$Sm_2O_3$	-
$ZrO_2$	23.26

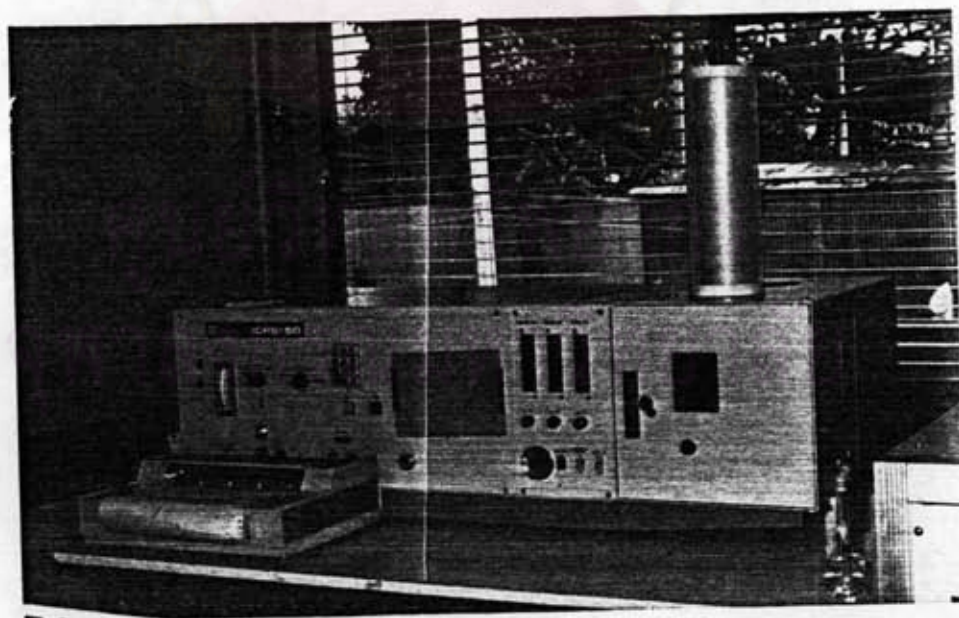
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ความบริสุทธิ์ของ เค้ก เหลือง



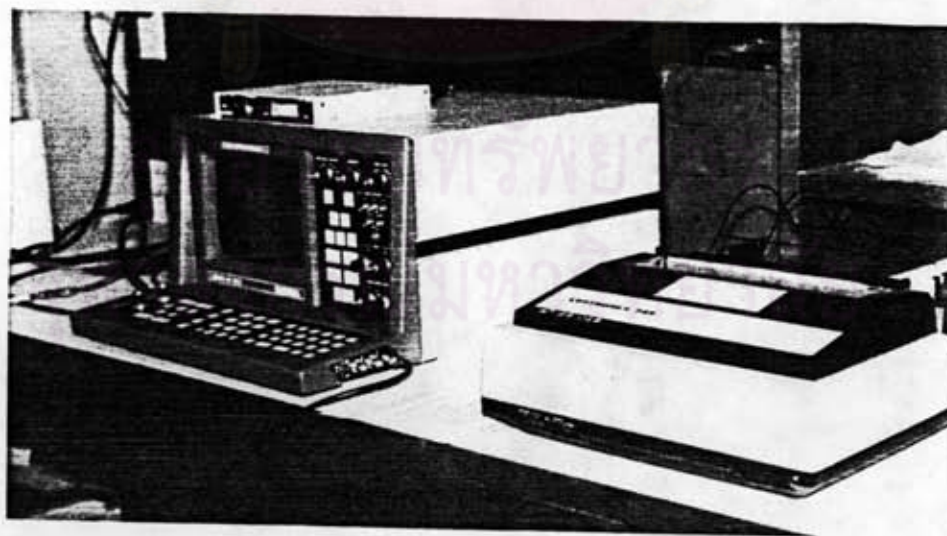
รูปที่ 3.18 แสดงเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชัน (Atomic Absorption Spectrometer)



รูปที่ 3.19 แสดงเครื่องอินดักทีฟพลาสมาสเปกโตรมิเตอร์ (ICP-AES)



รูปที่ 3.20 รูปแสดงเครื่องเรืองรังสีเอ็กซ์ แบบ (WDX)



รูปที่ 3.21 รูปแสดงชุดเครื่องมือเรืองรังสีเอ็กซ์ แบบ (EDX)