



บทที่ 1

บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

### 1.1.1 นิเวศวิทยาระบบเทคโนโลยีกับวิกฤตการณ์พลังงาน

การพัฒนาเทคโนโลยีเทคโนโลยีไปในทิศทางที่สามารถพึ่งตนเองได้ ทั้งทางวัตถุดิบ เครื่องมือ และความสามารถทางเทคนิค นับว่าเป็นความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องกระทำกันในประเทศไทย เพื่อรองรับความต้องการด้านพลังงานในแผนระยะยาว โดยมูลเหตุที่ว่า ข้อมูลความรู้ทางเทคนิคไม่อาจเสาะแสวงหามาได้ในเวลาอันสั้น และยังเป็นความลับทางอุตสาหกรรมนิวเคลียร์ ตลอดจน มีข้อจำกัดระหว่างประเทศ จึงจำเป็นต้องสั่งสมขึ้นเป็นขั้นตอน ซึ่งต้องใช้เวลานานเป็นทศวรรษทีเดียว และประเทศไทยที่กำลังพัฒนาไปสู่การเป็นประเทศอุตสาหกรรม ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 ต่อกับ ฉบับที่ 6 ซึ่งจะต้องบริโภคพลังงานเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 7% ต่อปี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความต้องการพลังงานไฟฟ้า ในรอบทศวรรษที่ผ่านมา เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 13% ต่อปี แม้ว่าเราจะขุดค้นพบแหล่งน้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ ทั้งในอ่าวไทย และใต้ดิน ที่กำแพงเพชร และขอนแก่น แต่กำลังผลิตที่คาดการณ์ไว้แต่แรกก็กลับได้น้อยกว่าที่คำนวณไว้มาก ถึงแม้จะหันเหไปใช้ถ่านลิกไนต์ก็ยังประสบปัญหาทั้งปริมาณที่มีอยู่จำกัด และยังคงเกิดมลพิษทั้งจากเถ้าถ่าน คาร์บอน และสารกำมะถันตรงสี่ อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งพิจารณาโดยสรุปแล้ว ภายในสองทศวรรษข้างหน้า แหล่งพลังงานต่าง ๆ ภายในประเทศเท่าที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน จะเหลือเล็กน้อยจนไม่เพียงพอต่อความต้องการบริโภค ความหวังที่ยังเรืองรองให้ใช้ได้ต่อไปก็คือ พลังงานจากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ ที่สำรวจกันแล้วว่า พอลจะมีแหล่งอยู่ในประเทศไทย ทั้งสินแร่ยูเรเนียม และโมนาไซต์ ซึ่งมีท่อเตรียม เป็นวัสดุเชื้อเพลิงนิวเคลียร์

ตารางที่ 1.1

อุปสงค์การใช้พลังงานในอนาคตของประเทศไทย ซึ่งคาดการณ์โดยการพลังงานแห่งชาติ

---

พ.ศ.	หน่วย : ล้านลิตรน้ำมันดิบ
2527	19,920.97
2528	21,618.06
2529	23,288.32
2530	24,581.05
2531	25,939.30
2532	27,345.56
2533	29,923.44
2534	30,920.16
2535	32,454.29
2536	34,087.61
2537	35,876.47
2538	37,764.49
2539	39,749.76
2540	41,854.11
2541	44,086.91
2542	46,449.33
2543	48,959.53

---

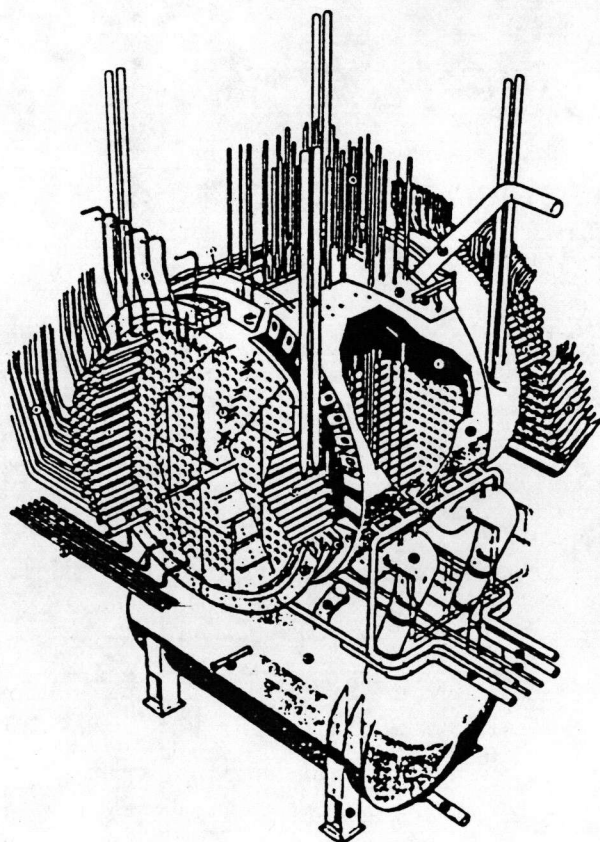
การพัฒนานิวเคลียร์เทคโนโลยีในประเทศไทย ได้กระทำติดต่อกันมาในสถาบันต่าง ๆ หลายปี อาทิเช่น ที่ ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ และที่ กองปรมาณู การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยต่างหน่วย ต่างก็ศึกษาค้นคว้าทดลองกันไปในทิศทางของตนเอง ยังไม่มีการรวมตัวกันที่จะมีแผนแม่บท เป็นนโยบายระดับชาติที่จะมุ่งไปสู่การพัฒนานิวเคลียร์เทคโนโลยี เพื่อการพึ่งตนเองอย่าง เป็นขั้นตอน ที่จะนำพลังงานชนิดนี้มาใช้ประโยชน์ให้ได้ในที่สุด ดังเช่นที่กระทำกันใน ประเทศที่กำลังพัฒนา หลาย ๆ ประเทศ ได้แก่ อินเดีย ปากีสถาน อาร์เจนตินา เกาหลี ไรมานิเย ฯลฯ ประเทศเหล่านี้ ล้วนมีปฏิกรณ์นิวเคลียร์ แบบ PHWR ซึ่งใช้เชื้อเพลิง ยูเรเนียมธรรมชาติ และ Heavy water เป็น moderator ด้วยกันทั้งสิ้น

อินเดีย เป็นประเทศตัวอย่างของการพัฒนานิวเคลียร์เทคโนโลยี ไปสู่การพึ่งตนเอง ได้ในที่สุด Dr. Bhabha (1909-1966) ผู้เล็งการณ์ไกลเกี่ยวกับการใช้พลังงานนิวเคลียร์ ในทางสันติ ได้ริเริ่มก่อตั้ง สถาบันพัฒนานิวเคลียร์เทคโนโลยี ในอินเดีย โดยวางแผน การดำเนินการ เป็น 3 ชั้น กล่าวคือ

ขั้นที่ 1 ใช้เชื้อเพลิงยูเรเนียมไม่มากนัก และ heavy water เป็น moderator แต่เนื่องจาก อินเดียมีปริมาณยูเรเนียมไม่มากนัก ในขั้นที่ 2 จึงสกัดเอา Plutonium ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากปฏิกรณ์รุ่นแรก ไปใช้ใน Fast Breeder Reactor ซึ่งเป็นปฏิกรณ์ รุ่นที่ 2 เพื่อนำไปผลิต fissile material คือ  $Pu^{239}$  และ  $U^{233}$  จาก fertile material คือ  $U^{238}$  และ  $Th^{232}$  สำหรับใช้กับปฏิกรณ์ ในรุ่นที่สาม ต่อไป ซึ่งทั้งหมดนี้ จะต้องเริ่มต้นด้วยการวิจัยพื้นฐานความรู้ทาง เทคโนโลยี ซึ่งบางคนก็วิจารณ์ว่า เปรียบเหมือนการย่ำเท้าตามรอยเดิม แต่ในความเป็นจริงแล้ว เครื่องมือ วัสดุ และข้อมูลความรู้เหล่านี้ ถูกผูกขาดไว้ในบางประเทศ ซึ่งในยามจำเป็นรีบด่วน ก็อาจไม่สามารถซื้อหามาได้ตามความต้องการ จึงจำเป็นต้องพัฒนาขึ้นเอง



อินเดีย กับ สหรัฐอเมริกา ลงนามในสัญญาสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ ขนาด 400 MWe ที่ Tarapur ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือ ของ Bombay ไป 70 กิโลเมตร ซึ่งเป็น แบบ light water reactor ต้องใช้เชื้อเพลิง ชนิด enriched uranium ในครั้งแรก ถึง 40 ตัน และเปลี่ยนเชื้อเพลิง เฉลี่ยปีละ 20 ตัน โดยผลิตและจัดส่งมาจาก สหรัฐอเมริกา ภายใต้เงื่อนไข ข้อกำหนดมากมาย อาทิเช่น อินเดียจะต้องไม่ใช่ วัสดุนิวเคลียร์อื่นใด นอกเหนือจากที่สหรัฐอเมริกากำหนดให้ และเชื้อเพลิงจะมีความเข้มข้น ของ U-235 ไม่เกิน 20% โดยจัดส่งให้ไม่เกินปีละ 14.5 ตัน ฯลฯ ขณะเดียวกัน อินเดียก็ตัดสินใจสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ แบบที่จะนำไปสู่การพึ่งตนเองได้ สถานี- แห่งใหม่ สร้างขึ้น ที่ Kata โดยใช้ปฏิกรณ์ แบบ CANDU ขนาด 220 MWe จำนวน 2 เครื่อง ซึ่งแล้วเสร็จและดำเนินการได้ ในปี ค.ศ. 1973 แม้ว่าแบบและอุปกรณ์ที่สำคัญ จะจัดส่งมาจากแคนาดา แต่อินเดียก็ใช้ส่วนประกอบที่สร้างขึ้นเอง และยังใช้เชื้อเพลิง ที่ผลิตเอง ถึงครึ่งหนึ่งของจำนวนที่ใช้ในการเริ่มต้นเดินเครื่อง โดยใช้ยูเรเนียมจากธรรมชาติ และใช้ Heavy Water เป็นทั้ง moderator และ coolant ภายใน calandria tubes เป็นปริมาณถึง 140 ตัน



รูปที่ 1.1

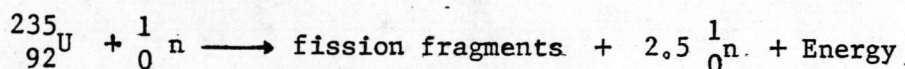
แสดง Calandria ซึ่งบรรจุ Heavy Water ในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ แบบ CANDU

เป็นที่แน่นอนว่า Heavy Water ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในปฏิกรณ์นิวเคลียร์ จะต้องผลิตขึ้นด้วยตนเอง ในการเริ่มต้นเดินเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แต่ละเครื่อง จะต้องใช้ Heavy Water ประมาณ 1 ตัน ต่อทุก ๆ หน่วยกำลังผลิตไฟฟ้า 1 MWe และจะต้องเติมเข้าไปชดเชยส่วนที่สูญเสียไปเนื่องจากการเดินเครื่อง ประมาณ 5% ของปริมาณเริ่มต้น ทุก ๆ ปี ตลอดอายุการใช้งานของตัวปฏิกรณ์ ประมาณ 30 ปี ตัวอย่างปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ขนาด 200 MWe เมื่อคำนวณแล้ว จะต้องใช้ Heavy Water ถึง 500 ตัน และ กระบวนการผลิต Heavy Water ก็เต็มไปด้วยอุปสรรค เริ่มตั้งแต่ภาวะเงื่อนไข การเดินเครื่องภายใต้ความดันสูง และอุณหภูมิที่แตกต่างกันมาก ๆ ต้องใช้วัสดุและอุปกรณ์พิเศษ ที่ทนต่อความดัน อุณหภูมิ และการกัดกร่อนของสารเคมี ยิ่งไปกว่านั้น คือ อุปกรณ์แต่ละส่วน มีขนาดใหญ่ และหนักมาก เช่น โรงงานที่ Baroda ใช้ Tower ขนาดหนักถึง 530 ตัน สูง 33 เมตร และเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.75 เมตร โครงการผลิต Heavy Water ในอินเดีย เริ่มต้นมาตั้งแต่ ค.ศ. 1954 ที่ Trombay ซึ่งการวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์ ชี้แนว ไปในการใช้กระบวนการที่สร้างโรงงานขึ้น เคียงคู่ไปกับโรงงานผลิตโมฆขนาดใหญ่ ที่ Punjab ซึ่งมีกำลังผลิตได้ 14 ตันต่อปี ขณะเดียวกัน ที่ Trombay ก็มีการทดลอง กระบวนการผลิต Heavy Water แบบต่าง ๆ และหนึ่งในจำนวนนั้น คือ กระบวนการ แลกเปลี่ยนไอโซโทป ระหว่าง ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ กับ น้ำ ซึ่งทดลองกันถึงระดับ Pilot Plant ซึ่งนำข้อมูลไปออกแบบโรงงานผลิต ขนาด 100 ตัน ที่ Kota โดยใช้ไอน้ำ และ พลังงานจากปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ที่สถานีที่สอง ที่ Kota เอง

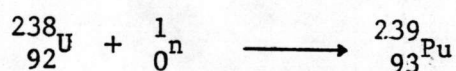
#### 1.1.2 ความคิดเห็นเรื่องการพัฒนานิวเคลียร์เทคโนโลยีในประเทศไทย

เมื่อพิจารณาข้อมูลความเป็นไปได้ ของรูปแบบพลังงานนิวเคลียร์ ที่อาจ พัฒนาขึ้นในประเทศไทย ในลักษณะที่เราสามารถพึ่งตนเองได้ ไม่ว่าจะในด้านเทคโนโลยี หรือวัตถุดิบ แล้ว ปฏิกรณ์นิวเคลียร์ แบบใช้น้ำหนักหนัก (Heavy Water Reactor) เป็นแบบที่ เหมาะสมที่สุด เพราะใช้เชื้อเพลิงยูเรเนียมธรรมชาติ (Natural Uranium) ได้โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการผลิตความเข้มข้น (Enrichment Process) ซึ่งต้องอาศัยเทคโนโลยี ระดับสูง และการลงทุนจำนวนมาก

น้ำชนิดหนัก หรือ ดิวเทอเรียมออกไซด์ ( $D_2O$ ) เป็นสารสำคัญในปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบแตกตัว ที่ใช้เชื้อเพลิงยูเรเนียมธรรมชาติ กล่าวคือ ในปฏิกิริยา



การควบคุมให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ จะต้องอาศัยนิวตรอนที่เกิดใหม่ วิ่งเข้าสู่นิวเคลียร์ของยูเรเนียมที่มีอยู่ แต่ทว่า ความเร็วและพลังงานของนิวตรอนที่เกิดจากการแตกตัวของนิวเคลียสสูงเกินไป ต้องหน่วงให้ลดลงจนพอเหมาะ ในการนี้ จะต้องใช้สารบางชนิดเป็นตัวหน่วง (Moderator) และจากการทดลอง ปรากฏว่า น้ำชนิดหนักมีคุณสมบัติเป็นตัวหน่วงที่เหมาะสม และยังทำหน้าที่ เป็น coolant ที่ดีอีกด้วย นอกจากนี้ ผลพลอยได้จากปฏิกิริยาดังกล่าว ยังเกิด เชื้อเพลิงใหม่ขึ้นด้วย คือ Plutonium ตามปฏิกิริยา



ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็น เชื้อเพลิงในปฏิกรณ์รุ่นต่อไป

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่า น้ำชนิดหนัก เป็นสารสำคัญชนิดหนึ่งในด้านพลังงาน-นิวเคลียร์ นอกจากนั้น ยังเป็นสารที่จะไปใช้เป็น เชื้อเพลิงในปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบหลอมตัว (Nuclear Fusion Reaction) โดยอาศัยแสงเลเซอร์ ซึ่งเป็นความหวังใหม่ ของวิทยาการด้านพลังงาน และประเทศไทยก็พอที่จะพัฒนาเทคโนโลยีในด้านนี้ได้เช่นกัน แต่ทว่า การผลิตน้ำชนิดหนัก กระทำกันอยู่ในบางประเทศ นอกเหนือจากราคาแพงมากแล้ว ตามนโยบายควบคุมอาวุธนิวเคลียร์ ทำให้ผู้ผลิตไม่ขายให้แก่ประเทศที่ไม่เป็นลูกค้าปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ในปริมาณที่มากพอจะเดินเครื่องได้ จึงเห็นว่า ประเทศไทยจำเป็นต้องเริ่มต้นพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตน้ำชนิดหนัก โดยอาศัยวัตถุดิบจากแหล่งในประเทศไทย ซึ่งสำรวจแล้วว่า มีอยู่หลายแหล่ง ที่อาจเป็นจุดเริ่มต้นได้ เช่น ที่บ่อน้ำร้อนในจังหวัด เชียงใหม่ และน้ำจากแม่น้ำโขง



การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำชนิดหนัก ได้เริ่มต้นกันมาตั้งแต่สมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 และพัฒนาติดต่อกันเรื่อยมา ที่กระทำกันอยู่เป็นอุตสาหกรรมแล้ว อาศัยหลักการใหญ่ ๆ 3 หลักการ คือ การกลั่นลำดับส่วนน้ำ (Fractional Distillation of Water) และการแลกเปลี่ยนที่โดยใช้สารเร่งปฏิกิริยา (Catalytic Exchange) และการแยกสลายน้ำด้วยไฟฟ้า นอกจากนี้ ยังมีวิธีการอื่น ๆ ที่วิจัยค้นคว้ากันไว้ เช่น การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent Extraction) การกลั่นลำดับส่วนก๊าซไฮโดรเจน (Fractional Distillation of Hydrogen) ฯลฯ และมีการพัฒนากระบวนการแลกเปลี่ยนที่ โดยใช้สารเร่งปฏิกิริยาด้วยการแลกเปลี่ยนกับแอมโมเนียม เมอร์แคปแทน ฟอสฟีน และไซโคลเฮกเซน ฯลฯ เป็นต้น

จากข้อมูลการผลิตเท่าที่ค้นคว้าได้จากเอกสารการวิจัยและสิทธิบัตร ปรากฏว่าการผลิตในขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้น้ำชนิดหนักในระดับนิวเคลียร์ (Nuclear grade) ต้องอาศัยวิธีการแยกสลายน้ำด้วยไฟฟ้า ส่วนขั้นตอนแต่ละแห่งจะใช้วิธีการแตกต่างกัน ตามความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ และความเหมาะสมกับต้นทุนพลังงาน ที่ใช้ในการผลิต เพื่อให้ต้นทุนการผลิต ต่ำที่สุด

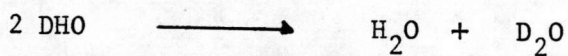
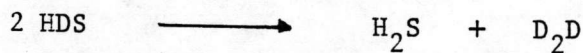
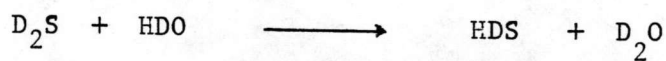
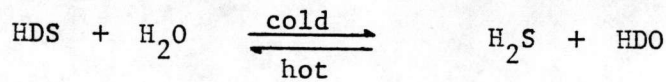
1.1.3 ข้อมูลโดยย่อจากการค้นคว้าเอกสารวิจัยเกี่ยวกับการผลิตน้ำชนิดหนัก (Heavy Water)

กระบวนการผลิตน้ำชนิดหนักโดยการกลั่นลำดับส่วน และการกลั่นลำดับส่วน-ไฮโดรเจน อาศัยความแตกต่างทางกายภาพของความดันไอ ของ ไอโซโทป แต่เนื่องจากการกลั่นลำดับส่วนน้ำ ต้องใช้อุณหภูมิสูงมากถึงจุดเดือด ส่วนการกลั่นลำดับส่วนไฮโดรเจน ก็ต้องใช้อุณหภูมิต่ำมาก ดังนั้น ต้นทุนในการผลิตจะแปรตามราคาต้นทุนด้านพลังงาน ณ แหล่งผลิต ซึ่งไม่เหมาะสมกับประเทศไทย เพราะราคารูปแบบพลังงานต่าง ๆ สูงกว่าประเทศอุตสาหกรรม ที่มีโรงงานประเภทนี้ ส่วนการแลกเปลี่ยนที่โดยใช้สารเร่งปฏิกิริยาด้วยการแลกเปลี่ยนที่ ระหว่าง

ไฮโดรเจน กับ น้ำ นั้น มีปัญหาเรื่อง poisoning ของสารเร่งปฏิกิริยา และการ activate สารเร่งปฏิกิริยา ซึ่งเป็นข้อจำกัดทางอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เว้นแต่จะมี อุตสาหกรรมประเภทนี้อยู่แล้วในประเทศ การใช้ amine process ก็มีปัญหาเรื่อง อาจเกิดระเบิดขึ้นได้ ส่วนวิธีการอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ยังอยู่ในขั้นการวิจัย ปรับปรุง ประสิทธิภาพ

วิธีการที่ได้รับการพัฒนามามากพอสมควร ได้แก่ การแลกเปลี่ยนไอโซโทป โดยอาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิจนใน 2 กระบวนการ และการใช้ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นตัวแลกเปลี่ยน วิธีการดังกล่าวนี้ จัดได้ว่าเป็นวิธีการที่ economic ที่สุด ผู้จดสิทธิบัตรดังกล่าวไว้ คือ Jerome Spevack และมีผู้พัฒนาแต่ละขั้นตอนในกระบวนการ ดังกล่าว เพิ่มเติมอีกมาก เช่น Dale Bablock, Jomar Brun, V.R. Thayer, เป็นต้น

สำหรับประเทศไทย เมื่อพิจารณาจากต้นทุนพลังงานที่จะใช้ในการผลิต ตลอดจนวัตถุดิบที่มีอยู่ในประเทศแล้ว กระบวนการผลิตที่เหมาะสมที่สุดคือ การผลิตน้ำชนิดหนัก โดยการแลกเปลี่ยนไอโซโทปกับไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยอาศัยปฏิกิริยา ดังนี้



กระบวนการผลิตดังกล่าวนี้ ประกอบด้วยขั้นตอนมูลฐาน 4 ขั้นตอน คือ

1. การผ่านน้ำสวนทางกับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในถังปฏิกิริยา ที่ควบคุมอุณหภูมิต่ำ (ประมาณ 30°C)



2. การให้ความร้อนแก่น้ำ และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ จนอุณหภูมิสูงถึงที่กำหนด (ประมาณ  $130^{\circ}\text{C}$ ) โดยใช้อุปกรณ์ให้ความร้อนที่ออกแบบ
3. การผ่านน้ำและก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ สวนทางกันในถังปฏิกิริยาที่ควบคุมอุณหภูมิสูง (ประมาณ  $130^{\circ}\text{C}$ )
4. การหล่อเย็นของไหลทั้งสองชนิด ในอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนที่ออกแบบไว้ แล้วผ่านก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์กลับคืนสู่ถังปฏิกิริยาเย็น และอีกส่วนหนึ่ง ไปสู่ถังปฏิกิริยาาร้อน

### 1.2 ที่มาของปัญหา

จากการวิจัย ของ นายสมชาย อัมมพันธ์กุล เรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิต น้ำชนิดหนัก โดยการแลกเปลี่ยนไอโซโทปกับไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งได้จากน้ำธรรมชาติ แลกเปลี่ยนไอโซโทป กับ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (GS or Girdler Sulphide Process) จะเห็นได้ว่า วัตถุดิบที่จำเป็นในการผลิตน้ำชนิดหนัก สำหรับกระบวนการนี้ คือ HDS (g) ซึ่งอาจได้จากการใช้  $\text{Fe}_2\text{S}$  หรือ  $\text{Na}_2\text{S}$  ทำปฏิกิริยากับ กรด  $\text{H}_2\text{SO}_4$  จึงทำให้เกิดปัญหาการกัดกร่อนของถังผลิตอย่างมาก จะเกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้น้อย และจะให้ความบริสุทธิ์ของก๊าซไม่ดีนัก ถ้าต้องการใช้ในปริมาณมากขนาดโรงงานอุตสาหกรรม ควรเลือกใช้  $\text{Al}_2\text{S}_3$  ซึ่งทำปฏิกิริยากับน้ำ ให้ HDS (g) ที่บริสุทธิ์กว่า

การใช้  $\text{Al}_2\text{S}_3$  มีข้อดี คือ

1. สามารถทำปฏิกิริยากับน้ำ เกิดเป็นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่มีความบริสุทธิ์สูง
2. ปริมาณการเกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ต่อโมล สูงกว่าการใช้  $\text{Fe}_2\text{S}$  หรือ  $\text{Na}_2\text{S}$
3. ถังผลิตก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์มีการผุกร่อนน้อย และประหยัด เนื่องจาก

ใช้น้ำแทน กรด  $\text{H}_2\text{SO}_4$

ประกอบกับ ไม่สามารถซื้ออะลูมิเนียมซัลไฟด์เพื่องานอุตสาหกรรมในประเทศเราได้

จึง เป็นเหตุให้มีการทดลองผลิตขึ้น

### 1.3 การผลิตน้ำชนิดหนักในประเทศไทย

แม้ว่าในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีปฏิกรณ์นิวเคลียร์ แบบที่ใช้ น้ำชนิดหนัก มีเพียงปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบใช้น้ำธรรมดา ขนาดเพียง 2 MW. เพื่อใช้ในการวิจัย ที่ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ บางเขน กรุงเทพมหานคร แต่การริเริ่มเพื่อสร้างความสามารถทางนิวเคลียร์ (nuclear capability) ในด้านการผลิตน้ำชนิดหนัก เป็นความจำเป็นด้านหนึ่ง ที่จะ เป็นฐานมุ่งไปสู่การพึ่งตนเองได้ในเชิงนิวเคลียร์ ในอนาคต เมื่อมีความจำเป็น ต้องใช้พลังงานชนิดนี้ ความจำเป็นรีบด่วนในการเริ่มต้นสิ่งสมนิวเคลียร์เทคโนโลยีด้านนี้อาจมองตัวอย่างได้ จาก ประเทศอินเดีย ซึ่งเริ่มต้นศึกษากัน ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1954 และได้ นำมาใช้จริง เมื่อพัฒนาเทคโนโลยีด้านนี้ไปเป็นเวลาถึง 2 ทศวรรษ ที่เดียว

จากการสำรวจเอกสารทางวิชาการ เกี่ยวกับ การผลิตน้ำชนิดหนักในประเทศไทย ไม่ปรากฏหลักฐานว่ามีผู้ใดศึกษาทดลองไว้เลย แต่จากคำบอกเล่าของอาจารย์อาวุโสบางท่าน ใน คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้กล่าวถึง หลวงพรตพิทยพยัต ซึ่งเป็นเพื่อน กับ Rutherford ในสมัยเมื่อกว่า 30 ปีมาแล้ว เคยสร้าง เครื่องมือผลิตน้ำชนิดหนัก ขนาด Lab. scale แต่ไม่ปรากฏหลักฐานและข้อมูลในการศึกษาวิจัยหลงเหลืออยู่เลย

ในช่วงปี 2523 - 2527 ได้มีผู้เริ่มต้นในการพัฒนา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ในสาขาการผลิตน้ำชนิดหนัก ชั้นที่ ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นแบบกระบวนการผลิตน้ำชนิดหนัก โดยการแลกเปลี่ยนไอโซโทป ด้วย ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่อุณหภูมิ (dual-temperature isotopic exchange) แต่มีปัญหาหลายประการที่ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตน้ำชนิดหนัก ที่พัฒนาขึ้นยังไม่ดีพอ มีส่วนที่ ต้องวิจัยและพัฒนาไปอีกหลายด้าน อย่างเช่น สารตั้งต้นที่สำคัญในกระบวนการนี้ คือ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $H_2S$ ) ซึ่งก๊าซตัวนี้ได้มาจาก โลหะซัลไฟด์ชนิดต่าง ๆ เช่น  $Fe_2S$ ,  $Na_2S$  และ  $Al_2S_2$

1.4 วัตถุประสงค์

- 1.4.1 เพื่อศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องปฏิกรณ์ เพื่อผลิตอะลูมิเนียมซิลไฟด์ ในระดับกึ่งห้องทดลอง
- 1.4.2 หาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการผลิตอะลูมิเนียมซิลไฟด์
- 1.4.3 เพื่อผลิตอะลูมิเนียมซิลไฟด์ จาก โลหะอะลูมิเนียม และกำมะถัน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.5.1 ศึกษาข้อมูลจาก เอกสารและการทดลอง
- 1.5.2 ออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับการทดลอง
- 1.5.3 ทดลองหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการผลิต
- 1.5.4 ทดลองผลิตอะลูมิเนียมซิลไฟด์
- 1.5.5 เปรียบเทียบวิเคราะห์ผล เพื่อสรุปภาวะการผลิตโดยกระบวนการ ที่พัฒนาขึ้น

1.6 ประโยชน์ที่รับจากการวิจัยนี้

- 1.6.1 เป็นการเสริมสร้างเทคโนโลยีของการผลิตอะลูมิเนียมซิลไฟด์
- 1.6.2 เพื่อใช้ผลผลิตเป็นวัตถุดิบในการทดลองผลิตน้ำชนิดหนัก ต่อไป