

การพัฒนาระบบการผลิตน้ำขี้ดกน้กโดยการแลกที่ไอโซโทปกัมกับไฮโดรเจนซัลไฟด์



นาย สมชาย ธรรมนันท์กุล

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชานิเวศเคลิษฐ์เทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2527

008664

i 17684043

THE DEVELOPMENT OF HEAVY WATER PRODUCTION PROCESS
BY ISOTOPIC EXCHANGE USING HYDROGEN SULFIDE

MR. SOMCHAI DHAMMANUNGUNE

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the degree of Master of Engineering
Department of Nuclear Technology
Graduate School
Chulalongkorn University

1984

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำชนิดหนักโดยการแลกที่ไอโซโทป
กับไฮโดรเจนซัลไฟด์

โดย

นาย สมชาย อัมมพันธ์กุล

ภาควิชา

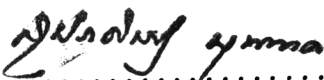
นิวเคลียร์เทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์

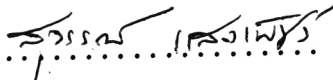
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ ชุมมนาค)

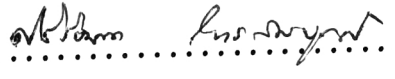
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์




..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ สุวรรณ แสงเพชร)


..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. เมื่อดจ ลิทธิสุนทร)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ศิริวัฒนา ไทรสมบุญ)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำชนิดหนักโดยการแลกเปลี่ยนไอโซโทป
กับไฮโดรเจนซัลไฟด์

ชื่อ นาย สมชาย อัมมพันธ์กุล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปกัมภ์

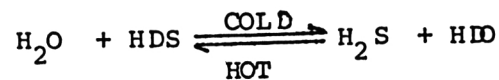
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

ปีการศึกษา 2528



บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตน้ำชนิดหนัก (HEAVY WATER) หรือ ดิวทีเรียมออกไซด์ ขึ้นในประเทศไทย จากแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีความเข้มข้นเฉลี่ยร้อยละ 0.015 โดยอะตอม ด้วยการสร้างชุดอุปกรณ์เพิ่มความเข้มข้นโดยอาศัยหลักการการแลกเปลี่ยนไอโซโทปของไฮโดรเจน คือ โปรเทียม กับ ดิวทีเรียมระหว่างก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ กับน้ำที่พหุอุณหภูมิสมดุลทางเคมีในสมการ



โดยมีค่าคงตัวสมดุลของปฏิกิริยาแปรตามอุณหภูมิ เช่นที่ 30°C ค่า $K = 2.32$ และที่ 130°C ค่า $K = 1.84$

ชุดอุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างขึ้นเป็นต้นแบบเพื่อพัฒนาการประยุกต์ข้อมูลในเชิงปฏิบัติเกี่ยวกับกลวิธีควบคุมเงื่อนไขตัวแปรในการผลิต อันได้แก่ การผลิตก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ การควบคุมความดันของก๊าซภายในประมาณ 10 บรรยากาศ การปรับและควบคุมอุณหภูมิที่แตกต่างกันอย่างทันทีทันใดระหว่างอุณหภูมิ 30°C กับ 130°C การปรับและควบคุมอัตราการไหลของของไหลที่ไหลสวนทางกันในตัวปฏิกรณ์ เพื่อให้ได้ภาวะเหมาะสม ตลอดไปจนถึง กระบวนการทำผลผลิตให้บริสุทธิ์ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าตัวประกอบการแยกไอโซโทปของผลผลิต และประสิทธิภาพของเครื่องมือ.

ผลจากการวิจัยทำให้ได้ข้อมูลข้อได้เปรียบเสียเปรียบเกี่ยวกับกลวิธีและการดัดแปลงอุปกรณ์เพื่อประกอบเป็นเครื่องผลิตน้ำชนิดหนัก ซึ่งสามารถขยายกำลังผลิตไปสู่ขนาดอุตสาหกรรมขึ้นในประเทศไทยได้ต่อไป

Thesis Title The Development of Heavy Water Production
 Process by Isotopic Exchange Using Hydrogensulfide

Name Mr. Somchai Dhammanungune

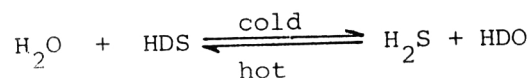
Thesis Advisor Assistant Professor Chyagrit Siri-Upathum

Department Nuclear Technology

Academic Year 1983

ABSTRACT

This thesis was an experimental research for the development of the production of heavy water or deuterium oxide in Thailand from natural resources containing 0.015 a/o by means of a designed set of equipment which was constructed under the principle of the isotopic exchange of protium and deuterium at dual temperature between hydrogen sulfide and water according to the chemical equilibrium equation,



of which the equilibrium constants are, $K= 2.32$ at 30°C and $K= 1.84$ at 130°C

In order to develop the application of practical data for the technology of control in the production conditions, a designed set of equipment was constructed to be the prototype for the control of hydrogen sulfide production, the compression of such gas at a pressure of 10 atm., the adjustment and control of an abruptly changed temperature between 30°C and 130°C , the adjustment and control of an optimum flow rate of a counter-current fluid flow in the reactor, and the purification process of the final product which was analysed for the determination of the separation factor and the efficiency of the constructed equipment.

This research provided a substantial body of results to apply the constructed equipment to control the production conditions, and the advantageous and disadvantageous data were collected and compared to be the basis of industrial scale production of heavy water in Thailand in the future.



กิติกรรมประกาศ

งานวิจัย เรื่องนี้ สำเร็จลงได้ด้วยการ เกื้อหนุน เคาระห์จากบุคคลผู้ทรงความรู้ และมีประสบการณ์ยาวนานปีมากมายหลายท่าน ซึ่งกรุณาให้ความช่วยเหลืออย่าง เต็ม เต็มไป ด้วยน้ำใจ นับตั้งแต่ท่านหัวหน้าภาควิชาชีว เคลิยร์ เทคโนโลยี ศาสตราจารย์ สุวรรณ แสง เพ็ชร ผู้ปลูก เจ้า เริ่มต้น และสนับสนุนในทุกวิถีทางให้ฝ่าฟันอุปสรรคนานัปการจนงาน สำ เร็จ ล่วง ไป ได้ ทุก ชั้น ตอน ก่อปรกับการสนับสนุนจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์ ที่คอยให้คำแนะนำอัน เป็นประโยชน์ยิ่ง ในการดำเนินการแต่ละชั้นตอน และงานนี้จะเป็นรูปร่างขึ้นมาไม่ได้เลย หากปราศจาก อาจารย์ศราวุธ จันทร์หาพิทย์ แห่งภาควิชาช่างท่อและเชื่อมประสาน สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า ผู้ลงมือประกอบติดตั้งและดัดแปลงทุกชิ้นส่วนร่วมกับผู้ช่วย เชื่อม อีก 4 ท่านจนสามารถเดินเครื่องได้ตามเงื่อนไขการผลิตทุกประการ ตลอดจนอยู่กัน เดิน เครื่อง วันต่อวัน คืบคืบจน สำ เร็จ และ ผู้ที่ ให้คำแนะนำอันมีค่ายิ่ง เกี่ยวกับชิ้นส่วนอุปกรณ์ควบคุมในหลาย ชั้นตอนจนสามารถดัดแปลงมาใช้ในระบบการผลิตนี้ได้คือ ท่าน เลขาธิการสมาคมส่งเสริม เทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น คุณ สุพงศ์ ชยุดสาทกิจ ซึ่งมีประสบการณ์มากในด้านวิศวกรรมการผลิต และ คอยติดตามถามความคืบหน้าของโครงการตลอดเวลาด้วยความห่วงใย และขอขอบคุณ อาจารย์ ศิริวัฒน์ ไทรสมบูรณ์ แห่งภาควิชาชีว เคลิยร์ เทคโนโลยี ที่กรุณาวัดปริมาณความ เข้มข้นของ ผลผลิตด้วยวิธีการใช้ลูกลอยที่พัฒนาขึ้นเอง และผู้ที่สนับสนุนให้ความมั่นใจในการวิเคราะห์ผลด้วย เครื่อง MSM คือ รองศาสตราจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช ผู้อำนวยการศูนย์เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้ให้คำแนะนำและจัดเจ้าหน้าที่ให้ดำเนินการให้ และอีกหลาย ๆ ท่าน ที่มีได้เอื้อชื่อไว้ในที่นี้ ซึ่งทุกท่านล้วนมีน้ำใจให้การเกื้อหนุนทั้งทางวิชาการ กำลังกายและกำลัง ใจ อันมีค่ายิ่งจนไม่สามารถจะบรรยายเป็นตัวอักษรได้ และเกินกว่าที่จะหาคำพรรณนาถึงความ รู้สึก เป็นบุญคุณที่มีอยู่ในจิตใจของผู้วิจัย

อนึ่ง การสนับสนุนทางทุนทรัพย์ก็เป็นปัจจัยสำคัญยิ่งที่ทำให้งานวิจัยชิ้นนี้ สำ เร็จลงได้ ขอขอบคุณท่านคณะกรรมการจัดสรร เงินทุนวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัยประจำปี พ.ศ. 2524 ที่เล็งเห็น ความสำคัญของงานวิจัยนี้ โดยจัดสรรเงินให้ถึง 25,000 บาท ซึ่งเป็นอัตราสูงสุดที่จัดให้ได้ แม้ว่าจะไม่คุ้ม ไปถึงทุนที่ใช้ไปทั้งหมดประมาณหนึ่งแสนบาท แต่ก็ช่วยให้จัดซื้อชิ้นส่วนอุปกรณ์ส่วน สำคัญไปได้หลายชิ้น และเป็นส่วนหนึ่งที่ผลักดันให้ทำงานวิจัยชิ้นนี้ ล่วงไป ได้ ในที่สุด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
รายการตารางประกอบ.....	ณ
รายการรูปประกอบ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	9
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	9
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	9
2 น้ำชนิดหนัก.....	10
2.1 น้ำชนิดหนักคืออะไร.....	10
2.2 บทบาทและความสำคัญของน้ำชนิดหนัก.....	11
2.3 คุณสมบัติของน้ำชนิดหนัก.....	13
2.4 แหล่งน้ำชนิดหนัก.....	14
2.5 อุตสาหกรรมการผลิตน้ำชนิดหนัก.....	16
2.6 การผลิตน้ำชนิดหนักในประเทศไทย.....	18
3 การผลิตน้ำชนิดหนัก.....	20
3.1 ประวัติการผลิตน้ำชนิดหนัก.....	20
3.2 กระบวนการผลิตน้ำชนิดหนัก.....	21
3.3 การเปรียบเทียบกระบวนการผลิตเพื่อความเหมาะสมในการดำเนินการในประเทศไทย.....	24



	หน้า
3.4 เหตุผลในการ เลือกพัฒนากระบวนการผลิตน้ำชนิดหนัก	
โดยวิธีแลกเปลี่ยนไอโซโทประหว่างก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์กับน้ำ	27
บทที่ 4 กระบวนการผลิตน้ำชนิดหนักโดยการแลกเปลี่ยนไอโซโทปด้วยก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์	
ที่พหุคูณทงมิ	28
4.1 ประวัติความเป็นมา	28
4.2 เงื่อนไขการผลิต	30
4.3 การกำหนดมาตรฐานวัสดุและอุปกรณ์	38
บทที่ 5 อุปกรณ์และวิธีการผลิตน้ำชนิดหนักด้วยการแลกเปลี่ยนไอโซโทประหว่างไฮโดรเจนซัลไฟด์กับน้ำ	39
5.1 การออกแบบและการสร้างอุปกรณ์	39
5.2 การดำเนินการทดลอง	49
บทที่ 6 ผลการวิจัย	51
6.1 การควบคุมภาวะเหมาะสมในการผลิตด้วยชุดอุปกรณ์ที่สร้างและประกอบขึ้น	51
6.2 ผลการเดินเครื่องเพื่อผลิตน้ำชนิดหนัก	52
บทที่ 7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	54
7.1 การสร้างเครื่องผลิตน้ำชนิดหนัก	55
7.2 การเดินเครื่องผลิตน้ำชนิดหนัก	56
7.3 ผลผลิต	56
7.4 ข้อเสนอแนะ	57
เอกสารอ้างอิง	59
ประวัติการศึกษา	62

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
1.1 อุปสงค์การใช้พลังงานในอนาคตของประเทศไทย ซึ่งคาดการณ์ โดยการพลังงานแห่งชาติ	2
2.1 คุณสมบัติทางนิวเคลียร์ของน้ำชนิดหนัก เปรียบเทียบกับสารชนิดอื่น..	10
2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำธรรมชาติกับน้ำชนิดหนัก	13
2.3 ปริมาณดีบุก เปรียบในแหล่งน้ำธรรมชาติ ณ ที่ต่างๆ ของโลก....	14
2.4 ปริมาณดีบุก เปรียบในแหล่งน้ำธรรมชาติในประเทศไทย.....	15
2.5 โรงงานผลิตน้ำชนิดหนัก.....	16
3.1 ค่า Separation factors ในกระบวนการกลั่นน้ำ.....	21
3.2 ค่า Separation factors ในกระบวนการกลั่น ซึ่งคิดจาก อัตราส่วนความดันไอของสารประกอบต่างๆ.....	22
3.3 ค่า Separation factors ของการแลกที่ไอโซโทประหว่าง ของเหลวกับไอของเหลว.....	24
4.1 ตัวแปรในการผลิตน้ำชนิดหนักด้วยการแลกที่ไอโซโทปที่พหุอุณหภูมิ..	29
4.2 เปรียบเทียบค่าคงตัวสมดุลปฏิกิริยาการแลกที่ของไฮโดรเจนซัลไฟด์ กับน้ำ	36
4.3 แสดงภาวะสมดุลของน้ำกับไฮโดรเจนซัลไฟด์ใน phase ที่ 3 ที่อุณหภูมิและความดันต่างๆกัน	37
6.1 แสดงผลการผลิตน้ำชนิดหนักในเครื่องที่สร้างขึ้นโดยการเก็บตัวอย่าง วิเคราะห์ทุกๆ 2 ชั่วโมง	53

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
1.1 แสดง calandria ซึ่งบรรจุ Heavy Water	4
3.1 แสดง Electrolytic cascade	23
4.1 แสดงระบบขจัดสาร เจือปนออกจากผลผลิต	30
4.2 แสดงค่าคงตัวสมดุลซึ่งแปรตามอุณหภูมิ เพื่อการแลกที่ของดีว เทอ เรียม ระหว่างก๊าซไฮโดร เจนซัลไฟด์ที่แทรกอยู่กับน้ำ	31
4.3 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่าง G/F กับ X_w / X_f	33
4.4 แสดงค่าความชื้นของไอไฮโดร เจนซัลไฟด์ที่สมดุลกับน้ำภายใต้ความดัน และอุณหภูมิต่าง ๆ กัน	34
4.5 แสดงค่า solubility ของไฮโดร เจนซัลไฟด์ในน้ำ	35
4.6 แสดงค่า superation factor ที่อุณหภูมิและความดันต่าง ๆ กัน	36
5.1 แสดงกระบวนการผลิตทั้งระบบ (ไม่ตรงกับสัดส่วนที่แท้จริง)	41
5.1 แสดงสัดส่วนถังผลิตก๊าซไฮโดร เจนซัลไฟด์	42
5.3 แสดง perforated plate กับ tower	43
5.4 แสดงสัดส่วนของ Heater	44
5.5 แสดงสัดส่วนของระบบกรองน้ำ	45
5.6 แสดงสัดส่วนของ Dehumidifier	46