การผลิตน้ำชนิดหนักโดยกระบวนการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าระดับห้องทดลอง

นาย เฉลิม เกียรติ ดุลสัมพันธ์

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2528

ISBN 974-566-035-3

009697

I15453078

LABORATORY SCALE PRODUCTION OF HEAVY WATER BY ELECTROLYTIC PROCESS

MR. CHALERMKIEAT DULSAMPHAN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1985

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การผลิตน้ำชนิดหนักโดยกระบวนการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าระดับห้องทดลอง
โดย	นาย เฉลิมเกียรติ ดุลสัมพันธ์
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์
	อาจารย์ ศิริวัฒนา ไทรสมบูรณ์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ สุวรรณ์ แสงเพ็ชร์)

.....กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. เผด็จ สิทธิสุนทร)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ศิริวัฒนา ไทรสมบูรณ์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การผลิตน้ำชนิดหนักโดยกระบวนการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าระดับห้องทดลอง

ชื่อนิสิต นาย เฉลิมเกียรติ ดุลสัมพันธ์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์

อาจารย์ ศิริวัฒนา ไทรสมบูรณ์

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

ปีการศึกษา 2528

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ได้ทดลองผลิตน้ำชนิดหนักโดยเริ่มต้นจากความเข้มข้นของน้ำชนิดหนัก 20 อะตอมเปอร์เซนต์ โดยใช้กระบวนการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า แบ่งการผลิตเป็น 2 ตอน ขั้นแรกมีกระบวนการนำแก๊สไฮโดรเจนย้อนกลับ โดยนำมาเผาด้วยชุดรวมกลับคืน เซลผลิตน้ำชนิดหนักมีขนาด 10 x 15 x 8 เซนติเมตร และขนาด 10 x 8 x 8 เซนติเมตร ผลิตจนได้น้ำชนิดหนักมีความเข้มข้น 35.6 อะตอมเปอร์เซนต์ ขั้นที่สองเป็นการผลิตโดยไม่มีกระบวนการนำแก๊สไฮโดรเจนย้อนกลับ เซลผลิตน้ำชนิดหนักเป็นรูปทรงกระบอกมี 2 เซล เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร สูง 25 เซนติเมตร และ เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.3 เซนติเมตร สูง 16 เซนติเมตร

หลังจากผ่านกระแสไฟฟ้ารวม 235 ชั่วโมง ปริมาณน้ำตั้งต้น 0.7 ลิตร ได้น้ำชนิดหนักความเข้มข้น 99.7 อะตอมเปอร์เซนต์ 0.20 ลูกบาศก์เซนติเมตร คำนวณได้ค่าสัมประสิทธิ์การแยกโดยเฉลี่ยสำหรับการผลิตเป็น 2.6

Thesis Title	Laboratory Scale Production of Heavy Water by Electrolytic Process
Name	MR. Chalermkieat Dulsamphan
Thesis Advisor	Assistant Professor Chyagrit Siri - Upathum
	Miss Siriwattana Saisomboon
Department	Nuclear Technology
Academic year	1985

ABSTRACT

Heavy water production by electrolytic means, starting from 20 % heavy water was conducted. Production process consisted of two stages. Frist stage, the process was run with hydrogen recombiner. The production cells were of 10 x 15 x 8 cm^3 and 10 x 8 x 8 cm^3 for this stage. Second stage run with no hydrogen recombiner and the cell capacity were reduced to cylindrical cell of diameter 2.5, 2.3 height 25 and 16 cm respectively

After the process had been run for total time of 235 hours, starting feed volume 0.7 liters, heavy water of 99.7 % was produced, The product volume was 0.20 cm^3. Separation factor for over all production stages were average out to be 2.6.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์ และอาจารย์ ศิริวัฒนา ไทรสมบูรณ์ ที่ได้ช่วยกรุณาให้ความสนับสนุนแนะนำแก้ปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ ที่ได้ช่วยกรุณาสร้างอุปกรณ์เครื่องมือการทดลอง

ขอขอบคุณ คุณสุรศักดิ์ คุณเฉลิมศรี จิตตมานนท์กุล ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์การทดลอง

ขอขอบคุณ คุณสุภาคย์ สุวรรณเวลา ที่ได้ช่วยในการจัดพิมพ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ราชกรีทาสโมสร ที่กรุณาให้ทุนการศึกษา

และ ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้ทุนอุดหนุนสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูป ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 3

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย 3

1.4 ความสำคัญหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้ 3

บทที่ 2 ทฤษฎี 4

บทที่ 3 กระบวนการผลิตน้ำชนิดหนัก 8

3.1 กระบวนการผลิตน้ำชนิดหนัก 8

3.1.1 การกลั่นน้ำ 9

3.1.2 การกลั่นไฮโดรเจน 13

3.1.3 การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า 17

3.1.4 การแลกเปลี่ยนทางเคมี 23

3.2 กระบวนการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า 25

บทที่ 4 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย 34

4.1 อุปกรณ์และเคมีภัณฑ์ที่ใช้ในการวิจัย 34

4.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ 34

4.1.2 สารเคมี 34

4.2 การเตรียมสารละลายอิเลคโตรไลต์ 44

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 วิธีการ 44
4.3.1 การผลิตน้ำชนิดหนักโดยกระบวนการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าโดยมีชุดรวมกลับคืน 44
4.3.1.1 การผลิตน้ำชนิดหนักด้วยเซลผลิตน้ำชนิดหนักขนาดบรรจุ 700 ลูกบาศก์เซนติเมตร 44
4.3.1.2 การผลิตน้ำชนิดหนักด้วยเซลผลิตน้ำชนิดหนักขนาดบรรจุ 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร 45
4.3.2 การผลิตน้ำชนิดหนักโดยกระบวนการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าโดยไม่มีชุดรวมกลับคืน 46
บทที่ 5 ผลการวิจัย 48
5.1 การคำนวณสำหรับการผลิตน้ำชนิดหนักแบบมีกระบวนการย้อนกลับ..... 48
5.1.1 การคำนวณสำหรับเซลผลิตน้ำชนิดหนักขนาดบรรจุ 700 ลูกบาศก์เซนติเมตร 48
5.1.2 การคำนวณสำหรับเซลผลิตน้ำชนิดหนักขนาดบรรจุ 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร 51
5.2 การคำนวณสำหรับการผลิตน้ำชนิดหนักแบบไม่มีกระบวนการย้อนกลับ ... 54
5.2.1 การคำนวณการผลิตน้ำชนิดหนักแบบไม่มีกระบวนการย้อนกลับขั้นที่หนึ่ง 54
5.2.2 การคำนวณการผลิตน้ำชนิดหนักแบบไม่มีกระบวนการย้อนกลับขั้นที่สอง 56
5.2.3 การคำนวณการผลิตน้ำชนิดหนักแบบไม่มีกระบวนการย้อนกลับขั้นที่สาม 58
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 61
6.1 สรุปผลการวิจัย 61
6.2 ข้อเสนอแนะ 64

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เอกสารอ้างอิง 66

ประวัติผู้เขียน 68

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงสถานที่ผลิตน้ำ ชนิดหนักและกระบวนการผลิต	7
3.1	แสดงค่าสัมประสิทธิ์การแยกของกระบวนการกลั่นน้ำ	10
3.2	แสดงจำนวนหอกลั่นของโรงงานที่ Morgantown	13
3.3	แสดงคุณสมบัติของไฮโดรเจนและดิวทีเรียม	15
3.4	แสดงค่าสัมประสิทธิ์การแยกในกระบวนการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า	22
3.5	แสดงข้อได้เปรียบเสียเปรียบของกระบวนการผลิต D_2O ทั้งสามกระบวนการ	26
3.6	กระบวนการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าสำหรับการผลิตไฮโดรเจน 10,000 โมล โดยมีน้ำชนิดหนักเป็นผลพลอยได้	30

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

3.1 แสดงแผนผังการผลิต D_2O โดยวิธีการกลั่นน้ำที่ Morgantown 12

3.2 แสดงแผนผังการผลิต D_2O โดยวิธีการกลั่นไฮโดรเจน 16

3.3 แสดงแผนผังการเพิ่มความเข้มข้นของดิวทีเรียมขั้นสุดท้ายโดยวิธี
การกลั่นไฮโดรเจนเหลว 17

3.4 แสดงการต่อแบบ Cascade ในการผลิต D_2O โดยวิธีแยกน้ำ
ด้วยกระแสไฟฟ้าไม่มีกระบวนการย้อนกลับ 19

3.5 แสดงการต่อแบบ Cascade ในการผลิต D_2O โดยวิธีแยกน้ำ
ด้วยกระแสไฟฟ้ามีกระบวนการย้อนกลับ 20

3.6 Electrolytic Plant ซึ่งประกอบด้วยตะเกียงเผาไฮโดรเจน
ในกระบวนการย้อนกลับที่ Stage สูง ๆ 28

3.7 Optimum Electrolytic Cascade สำหรับการผลิตแก๊สไฮโดรเจน
10,000 โมล และน้ำชนิดหนักเป็นผลพลอยได้ 31

4.1 เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าตรงขนาด 10 แอมแปร์ 35

4.2 เซลผลิตน้ำชนิดหนักแบบต่อเข้าชุดรวมกลับคืนขนาดบรรจุ 700
ลูกบาศก์เซนติเมตร 36

4.3 เซลผลิตน้ำชนิดหนักแบบต่อเข้าชุดรวมกลับคืนขนาดบรรจุ 400
ลูกบาศก์เซนติเมตร 37

4.4 เซลผลิตน้ำชนิดหนักแบบไม่มีชุดรวมกลับคืนขนาดบรรจุ 100
ลูกบาศก์เซนติเมตร 38

4.5 เซลผลิตน้ำชนิดหนักแบบไม่มีชุดรวมกลับคืนขนาดบรรจุ 50
ลูกบาศก์เซนติเมตร 39

4.6 ปั๊มอากาศ 40

4.7 เครื่องจุดประกายไฟ 41

4.8 ชุดรวมกลับคืนแบบตะเกียงเผา 42

4.9 ชุดควบแน่น 43