การคำนวณเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบใช้น้ำธรรมดาในส่วนที่เกี่ยวกับนิวตรอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

นางสาว ดรุณี สุวัทยพันธุ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. ๒๕๒๓

087826

I 15581044

LIGHT WATER REACTOR NEUTRONIC CALCULATION USING COMPUTER PROGRAMS

Miss Darunee Suvitayapan

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology
Graduate School
Chulalongkorn University

1980

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การคำนวณเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบใช้น้ำธรรมดาในส่วนที่เกี่ยวกับนิวตรอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
โดย	นางสาว ดรุณี สุวิทยพันธุ์
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี่
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัชชัย สุมิตร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ สุวรรณ แสงเพ็ชร์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชา การสุทธิ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สวัสดิ์ แสงบางปลา)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัชชัย สุมิตร)

ลิขสิทธิของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การคำนวณเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบใช้น้ำธรรมดาในส่วนที่เกี่ยวกับนิวตรอน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
ชื่อนิสิต	นางสาว ครุณี สุวิทยพันธุ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยชัย สุมิตร
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา	๒๕๒๓

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กล่าวถึง การคำนวณเบอร์นอัพและค่าสภาวะวิกฤตในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบใช้น้ำธรรมดาที่มีเชื้อเพลิงเป็น UO_2, ThO_2, PuO_2, UO_2-ThO_2, หรือ PuO_2 - UO_2 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ริโบ-๕ โปรแกรมนี้กำหนดให้นิวตรอนมีพลังงานต่างกันเป็น ๕ กลุ่ม (นิวตรอนเร็ว ๓ กลุ่ม และนิวตรอนช้า ๒ กลุ่ม) และแกนกลางประกอบขึ้นด้วยยูนิตเซลที่เหมือนกัน การคำนวณเริ่มจากยูนิตเซลโดยใช้ทฤษฎีทรานสปอร์ตของนิวตรอน ทำให้ได้ค่าโฮโมจีไนเซชั่นแฟคเตอร์ ซึ่งถูกนำไปใช้ในการคำนวณค่าคงที่ทางนิวเคลียร์ของแกนกลางที่เป็นเนื้อเดียวกัน ค่าเบอร์นอัพและค่าสภาวะวิกฤตที่เวลาใด ๆ ในขณะเครื่องปฏิกรณ์ทำงานคำนวณได้จากสมการการแพร่กระจายของนิวตรอน ๒ กลุ่ม (นิวตรอนเร็ว ๑ กลุ่มและนิวตรอนช้า ๑ กลุ่ม) โดยการสมมติให้แบบจำลองของเครื่องปฏิกรณ์เป็นจุด

ผลการคำนวณเบอร์นอัพสำหรับการคำนวณ ๒๑ ชั้น โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ไอบีเอ็ม ๓๗๐/๑๓๘ ใช้เวลา ๒๓ วินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title	Light Water Reactor ... Neutronic Calculation Using Computer Programs
Name	Miss Darunee Suvitayapan
Thesis Advisor	Assistant Professor Tatchai Sumitra (Dr. Ing)
Department	Nuclear Technology
Academic Year	1980

ABSTRACT

This Thesis concerned about burnup and criticality calculation in light water reactor with fuel composing of UO_2, ThO_2, PuO_2, UO_2-ThO_2, or PuO_2-UO_2 using computer program 'RIBOT-5'. In this program, neutron energies are divided into 5 non-overlapping groups (three fast groups and two thermal groups) and reactor core composing of identical unit cells. Neutron transport theory was used primarily in unit cell calculation and homoginization factors were obtained. The factors will be used for evaluating nuclear constants in homogenized core. Burnup and criticalities at any time in loading reactor were calculated by using two groups (one fast group and one thermal group) diffusion theory and assuming the usual point reactor model.

For a burnup calculation, 21 time steps using IBM 370/138, the calculation time was 23 seconds.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ทำวิทยานิพนธ์ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัชชัย สุมิตร แห่งภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ด้วยดีมาโดยตลอด และขอขอบคุณ นางสาว ศิริพร แต้โสตถิกุล ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในด้านคอมพิวเตอร์ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้ให้ทุนในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
รายการตารางรูปประกอบ	ช
รายการรูปประกอบ	ฌ
บทที่ ๑. บทนำ	๑
บทที่ ๒. หลักการและทฤษฎีในการคำนวณเครื่องปฏิกรณ์	๗
บทที่ ๓. สมการการแพร่กระจายของนิวตรอนและการคำนวณค่าคงที่ทางนิวเคลียร์	๒๙
บทที่ ๔. โปรแกรม ริโบ-๕ และผลการคำนวณ	๕๒
บทที่ ๕. สรุปผลและข้อเสนอแนะ	๗๑
บรรณานุกรม	๗๔
ประวัติ	๗๕

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ ๑		หน้า
๑	อัตราส่วนของการเกิดกากฟิชชั่นที่มีค่าภาคตัดขวางในการดูดกลืนนิวตรอนต่ำ ค่าภาคตัดขวางของการดูดกลืนที่ 0.0253 eV. และค่าภาคตัดขวางของการดูดกลืนที่เรโซแนนซ์	๒๗
๒	อัตราส่วนของการเกิดกากฟิชชั่นที่มีค่าภาคตัดขวางในการดูดกลืนนิวตรอนช้า สูง	๒๘
๓	สัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการคำนวณค่าคงที่สำหรับนิวตรอนเร็ว ๙ กลุ่ม	๓๗
๔	ค่าภาคตัดขวางของการดูดกลืนและแตกตัวของ U^{238} และ Th^{232} สำหรับนิวตรอนเร็วกลุ่มที่ ๑	๓๘
๕	จำนวนนิวตรอนต่อฟิชชั่น, ค่าภาคตัดขวางของการแตกตัวที่ 0.0253 eV, ค่าภาคตัดขวางของการแตกตัวแบบ 1/V และแบบอันรีโซลเรโซแนนซ์	๔๐
๖	ค่าภาคตัดขวางของการดูดกลืนที่ 0.0253 eV, ของการจับแบบ 1/V และของการจับแบบอันรีโซลเรโซแนนซ์	๔๑
๗	ตัวแปรสำหรับการจับและการแตกตัวแบบรีโซลเรโซแนนซ์	๔๓
๘	ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ	๕๙

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
๑	แกนกลางของเครื่องปฏิกรณ์ PWR	๔
๒	แกนกลางของเครื่องปฏิกรณ์ BWR	๕
๓	แท่งควบคุมของเครื่องปฏิกรณ์ PWR	๖
๔	แท่งควบคุมของเครื่องปฏิกรณ์ BWR	๖
๕	แท่งเชื้อเพลิงของ LWR	๖
๖	ยูนิตเซลในแกนกลาง	๘
๗	การทำให้แกนกลางเป็นเนื้อเดียวกัน	๘
๘	บอรอนของ PWR	๑๐
๙	ตำแหน่งของแท่งเชื้อเพลิง	๕๑
๑๐	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อเพลิงของไอโซโทป U^{235} และ Pu^{239} กับเวลา	๖๙
๑๑	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเบอร์นอัพกับเวลา	๗๘

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย