5504

การตรวจสอบชิ้นส่วนอากาศยานโดยเทคนิคการถ่ายภาพรังสีด้วยนิวตรอน

นาวาอากาศตรี กิจสม พันธุ์โกศล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2537

ISBN 974-631-077-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

T141947 40

INSPECTION OF SOME AIRCRAFT COMPONENTS USING NEUTRON RADIOGRAPHIC TECHNIQUES

Sqn. leader KITSOM PHUNKOSOL

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Nuclear Technology
Graduate School
Chulalongkorn University
1994

ISBN 974-631-077-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การตรวจสอบชิ้นส่วนอากาศยานโดยเทคนิคการถ่ายภาพรังสีด้วยนิวตรอน
โดย	นาวาอากาศตรี กิจสม พันธุ์โกศล
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

กิจสม พันธุ์โกศล : การตรวจสอบชิ้นส่วนอากาศยานโดยเทคนิคการถ่ายภาพรังสีด้วยนิวตรอน (INSPECTION OF SOME AIRCRAFT COMPONENTS USING NEUTRON RADIOGRAPHIC TECHNIQUES) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.นเรศร์ จันทน์ขาว, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.สุวิทย์ ปุณณชัยยะ, 52 หน้า. ISBN 974-631-077-1

การวิจัยนี้เป็นการทดลองถ่ายภาพด้วยนิวตรอนเพื่อการตรวจสอบโดยไม่ทำลายชิ้นส่วนอากาศยานบางชนิด เปรียบเทียบกับการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ เช่น วัสดุแบบรังผึ้ง แผ่นไฟเบอร์กลาส ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เจ็ตและระบบดึงร่มชูชีพอัตโนมัติ ระบบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนที่ใช้มี 2 ระบบคือ ระบบที่ใช้เครื่องผลิตนิวตรอน Kaman A-711 และต้นกำเนิดนิวตรอนแบบไอโซโทปรังสีชนิดพลูโทเนียม-238 / เบริลเลียม ความแรง 5 คูรี โดยได้ออกแบบและสร้างท่อบังคับลำนิวตรอนสำหรับการถ่ายภาพขึ้นงานด้วย จากการทดลองถ่ายภาพพบว่า สำหรับระบบแรก ภาพที่ได้มีการรบกวนจากรังสีเอกซ์และรังสีแกมมาที่เกิดจากหัวกำเนิดนิวตรอนและอันตรกิริยาของนิวตรอนตามลำดับ ซึ่งจำเป็นต้องมีการปรับปรุงการกำบังรังสีเอกซ์และรังสีแกมมาให้เหมาะสม แต่เครื่องผลิตนิวตรอนเกิดชำรุดเสียก่อนการปรับปรุงจะเสร็จสิ้น สำหรับระบบที่ใช้ตัวกำเนิดนิวตรอนพลูโทเนียม-238 / เบริลเลียม ได้ภาพถ่ายด้วยนิวตรอนที่มีความคมชัดและความเปรียบต่างดีกว่า แต่ต้องใช้เวลาในการถ่ายภาพนานมาก กล่าวคือ เมื่อใช้ฉาก NE426 กับฟิล์ม ASA400 ต้องใช้เวลาในการถ่ายภาพนานถึง 20 ชั่วโมง ในขณะที่ระบบที่ใช้เครื่องผลิตนิวตรอนใช้เวลาเพียงประมาณ 10 นาที เมื่อเดินเครื่องที่ 160 กิโลโวลต์ 1.5 มิลลิแอมแปร์ อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยแสดงให้เห็นข้อดีของการถ่ายภาพด้วยนิวตรอนในการตรวจสอบชิ้นงานที่มีส่วนประกอบเป็นธาตุเบา เช่น พลาสติก ยาง ไฟเบอร์กลาส และวัตถุระเบิด เป็นต้น

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต NW

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อและบัญชีหลักย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C217100 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY
KEY WORD: NEUTRON RADIOGRAPHY / NONDESTRUCTIVE TESTING / AIRCRAFT
KITSOM PHUNKOSOL : INSPECTION OF SOME AIRCRAFT COMPONENTS USING NEUTRON RADIOGRAPHIC TECHNIQUES. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. NARES CHANKOW, M.Eng., THESIS CO-ADVISOR : ASST. PROF. SUVIT PUNNACHAIYA, M.Eng. 52 pp. ISBN 974-631-077-1

In this research, neutron radiography was tested for nondestructive inspection of some aircraft components such as a honeycomb material, a fibreglass sheet, parts of a jet engine and an automatic parachute ejection system in comparision with x-ray radiography. Two neutron radiographic systems were used i.e. a Kaman A-711 neutron generator system and a 5-Ci Pu-238/Be isotopic neutron source system. The neutron collimators were designed and constructed for this purpose. It was found that, in the first system, the neutron radiographs were interfered by x-rays and gamma-rays produced from the neutron tube-head and the neutron interactions respectively. Shielding against x-rays and gamma-rays needed to be improved. Unfortunately, the neutron generator had been out of order before the improvement in shielding finished. For the Pu-238/Be system, the neutron radiographic images had better image sharpness and contrast but the exposure times were found to be very long. With the NE426 screen/ASA400 film combination, the exposure times were found to be about 10 minutes and 20 hours for the neutron generator operating at 160 kV, 1.5 mA and the isotopic source respectively. However, the results indicated the advantages in utilizing neutron radiography for inspecting specimens containing light elements such as plastic, rubber, fibreglass and explosives.

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้แม้ว่าจะมีอุปสรรคอยู่ประการเกี่ยวกับเทคนิคการถ่ายภาพด้วยนิวตรอน การจัดเตรียมอุปกรณ์ และเครื่องมือในการถ่ายภาพ ประกอบกับเครื่องกำเนิดนิวตรอนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นของใหม่ซึ่งจะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญโดยเฉพาะ แต่ด้วยความอนุเคราะห์ให้การช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว คณาจารย์ของภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี และผู้เกี่ยวข้อง จึงทำให้การถ่ายภาพชิ้นส่วนอากาศยานด้วยนิวตรอนในการวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

จึงขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์ อาจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์ และ นาย บัญชา อุ่นพานิช มา ณ ที่นี้ด้วย

นอกจากนี้ ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ของกองทัพอากาศที่ให้การสนับสนุน และ ให้คำปรึกษาแนะนำด้วยดีตลอดมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....จ
กิตติกรรมประกาศ .....ฉ
สารบัญรูปประกอบ .....ญ
สารบัญตารางประกอบ .....ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาของปัญหา 1
วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย 2
วิธีการดำเนินการวิจัย 2
การสำรวจการวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง.....3
ประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัยเรื่องนี้ 5
วิวัฒนาการของการถ่ายภาพ 6

บทที่ 2 ทฤษฎี 9
การถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์และรังสีแกมมา 9
ต้นกำเนิดรังสีเอกซ์ 12
ต้นกำเนิดรังสีแกมมา 15
ชิ้นงาน 17
อุปกรณ์รับภาพ 18

บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการวิจัย 23
วัสดุและอุปกรณ์การวิจัย 23
เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ 2 ชุด 23
เครื่องผลิตนิวตรอน 23

สารบัญ (ต่อ)

ต้นกำเนิดนิวตรอนแบบไอโซโทปรังสีพลูโทเนียม-238/เบริลเลียม 25
ท่อบังคับลำนิวตรอน 26
ฉากเปลี่ยนนิวตรอน 28
ฟิล์มและกระดาษอัดรูป 28
น้ำยาล้างฟิล์มและน้ำยาล้างกระดาษอัดรูป 28
ชิ้นงาน 28
วิธีดำเนินการวิจัย 36

บทที่ 4 ผลการวิจัย 38
ชิ้นงานทดสอบ 38
อุปกรณ์ของระบบสละอากาศยาน 40
ชิ้นส่วนโครงสร้างอากาศยานแบบรวงผึ้ง 42
ชิ้นส่วนโครงสร้างอากาศยานทำด้วยไฟเบอร์กลาส 43
Connecter plug DP-25 pin 45
ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ไอพ่นซึ่งมี Oring เป็นยาง 46
อุปกรณ์ของระบบฐานลออากาศยาน 47

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 48

ประวัติผู้เขียน 52

สารบัญรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงการทะลุผ่านวัสดุของรังสีเอกซ์ หรือ รังสีแกมมา	9
2.2	แสดงหลักการเกิดภาพบนฟิล์มจากการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ และ รังสีแกมมา	10
2.3	ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การทะลุผ่านของรังสีเอกซ์และนิวตรอนกับเลขอะตอม	11
2.4	(ก)แผนภาพแสดงการเกิดรังสีเอกซ์ต่อเนื่องจากการเร่งอิเลคตรอนเข้าชนเป้าโลหะ	13
	(ข)ลักษณะของสเปกตรัมรังสีเอกซ์ต่อเนื่อง	13
2.5	ลักษณะทั่วไปของหลอดรังสีเอกซ์	13
2.6	ลักษณะต้นกำเนิดรังสีแกมมาสำหรับการถ่ายภาพด้วยรังสี.....	17
2.7	ลักษณะภาพตัดของฟิล์มที่ใช้ในการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์และแกมมา	18
2.8	ตัวอย่างกราฟลักษณะเฉพาะของฟิล์มโกดัก	
	ที่ใช้ในการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์และรังสีแกมมา	19
2.9	(ก) ตัวอย่างกราฟเอกโพเซอร์สำหรับการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์	20
	(ข) ตัวอย่างกราฟเอกโพเซอร์สำหรับการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา	21
3.1	เครื่องกำเนิดนิวตรอน Kaman A-711	24
3.2	ระบบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนที่ใช้เครื่องผลิตนิวตรอน	25
3.3	ระบบถ่ายภาพด้วยนิวตรอนที่ใช้ต้นกำเนิดรังสีพลูโทเนียม-238/เบริลเลียม	26
3.4	ท่อบังคับลำนิวตรอนที่ใช้กับเครื่องผลิตนิวตรอน	27
3.5	ท่อบังคับลำนิวตรอนสำหรับต้นกำเนิดรังสีพลูโทเนียม-238/เบริลเลียม	27
3.6	ชิ้นงานสำหรับทดสอบคุณภาพลำนิวตรอน	29
4.1	(ก) ภาพถ่ายชิ้นงานทดสอบด้วยรังสีเอกซ์	39
	(ข) ภาพถ่ายชิ้นงานทดสอบด้วยนิวตรอน (NE 426/ILford HP5 plus)	40
	(ค) ภาพถ่ายชิ้นงานทดสอบด้วยนิวตรอน	
	จากต้นกำเนิดรังสีพลูโทเนียม-238/เบริลเลียม	40
4.2	(ก) ภาพถ่ายอุปกรณ์ของระบบสละอากาศยานด้วยรังสีเอกซ์	41
	(ข) ภาพถ่ายอุปกรณ์ของระบบสละอากาศยานด้วยนิวตรอน	
	(NE 426/ILford HP5 plus)	41

สารบัญรูปประกอบ (ต่อ)

(ค) ภาพถ่ายอุปกรณ์ของระบบสละอากาศยานด้วยนิวตรอน
จากต้นกำเนิดรังสีพลูโทเนียม-238/เบริลเลียม 41
4.3 (ก) ภาพถ่ายชิ้นส่วนโครงสร้างอากาศยานแบบรวงผึ้งด้วยรังสีเอกซ์ 42
(ข) ภาพถ่ายชิ้นส่วนโครงสร้างอากาศยานแบบรวงผึ้งด้วยนิวตรอน
จากต้นกำเนิดรังสีพลูโทเนียม-238/เบริลเลียม 43
4.4 (ก) ภาพถ่ายชิ้นส่วนโครงสร้างอากาศยานทำด้วยไฟเบอร์กลาสด้วยรังสีเอกซ์ 43
(ข) ภาพถ่ายชิ้นส่วนโครงสร้างอากาศยานทำด้วยไฟเบอร์กลาสด้วยนิวตรอน
จากต้นกำเนิดรังสีพลูโทเนียม-238/เบริลเลียม 44
4.5 (ก) ภาพถ่าย Connecter plug DP-25 pin ด้วยรังสีเอกซ์ 45
(ข) ภาพถ่าย Connecter plug DP-25 pin ด้วยนิวตรอน
จากต้นกำเนิดรังสีพลูโทเนียม-238/เบริลเลียม 45
4.6 (ก) ภาพถ่ายชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ไอพ่น ซึ่งมี Oring เป็นยางด้วยรังสีเอกซ์ ... 46
(ข) ภาพถ่ายชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ไอพ่น ซึ่งมี Oring เป็นยางด้วยนิวตรอน
จากต้นกำเนิดรังสีพลูโทเนียม-238/เบริลเลียม 46
4.7 (ก) ภาพถ่ายอุปกรณ์ของระบบล้ออากาศยานด้วยรังสีเอกซ์ 47
(ข) ภาพถ่ายอุปกรณ์ของระบบล้ออากาศยานด้วยนิวตรอน
(NE 426/ILford HP5 plus) 47
(ค) ภาพถ่ายอุปกรณ์ของระบบล้ออากาศยานด้วยนิวตรอน
จากต้นกำเนิดรังสีพลูโทเนียม-238/เบริลเลียม 48

สารบัญตาราง

ตารางที่

2.1 พลังงานสูงสุดของรังสีเอกซ์กับความหนาของชิ้นงานที่สามารถถ่ายภาพได้ 15

2.2 คุณสมบัติของต้นกำเนิดรังสีแกมมาที่นิยมใช้ 16

2.3 ค่า Steel Equivalence Thickness (SET) ของวัสดุบางชนิด 22