

เครื่องวัดความหนาด้วยรังสีเบต้าสำหรับอุตสาหกรรมกระดาษ



นายสุธี จำนงชอบ

005788

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลและเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. ๒๕๒๓

BETA THICKNESS GAUGE FOR PAPER INDUSTRY

Mr. Suthee Chamnongchop

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

เครื่องวัดความหนาด้วยรังสีเบต้า สำหรับอุตสาหกรรมกระดาษ

โดย

นายสุธี จำนงชอบ

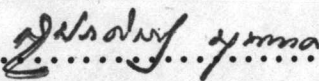
ภาควิชา

นิวเคลียร์เทคโนโลยี

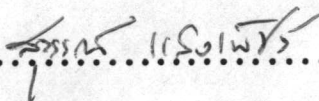
อาจารย์ที่ปรึกษา

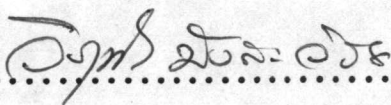
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชา การสุทธิ

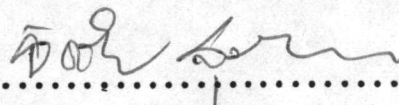
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาคณะหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

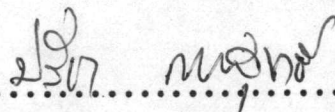
.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุญนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ สุวรรณ แสงเพชร)

.....  กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิรุฬห์ มังคะวิรัช)

.....  กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิสชัย สุมิตร)

.....  กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรีชา การสุทธิ)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องวัดความหนาด้วยรังสีเบต้า สำหรับอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ
 ชื่อนิสิต นายสุธี จำนงชอบ
 อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชา การสุทธิ
 ภาควิชา นิเวศลิยร์เทคโนโลยี
 ปีการศึกษา ๒๕๒๒



บทคัดย่อ

การวัดความหนาของกิจการอุตสาหกรรมกระดาษ ได้ศึกษาโดยใช้เทคนิคการทะลุผ่านของรังสีเบต้าจากต้นกำเนิดรังสีคลอรีน -๓๖ กับ ฟิล์มเลียม-๒๐๔ โดยใช้ความแรงและต้นกำเนิดรังสีแบบต่าง ๆ กัน ๓ แบบ คือ ต้นกำเนิดรังสีแบบจุด, แบบเส้นและแบบจาน กระดาษที่ใช้ในการทดลอง คือ กระดาษคราฟท์ ซึ่งมีความหนา ตั้งแต่ ๗๐, ๘๐, ๑๐๐ ถึง ๓๓๖ กรัมต่อตารางเมตร โดยมีข้อจำกัดที่จะแยกความหนาของกระดาษแต่ละความหนาที่มีค่าเพียงเบนในช่วง $\pm ๕\%$ ด้วยรังสี

การทดลองในขั้นแรก ใช้คลอรีน-๓๖ ซึ่งมีความแรงเป็นไมโครคูรี เป็นต้นกำเนิดรังสี ทั้ง ๓ แบบที่กล่าวมาแล้ว โดยปรับระยะระหว่างต้นกำเนิด กับหัววัดรังสีต่าง ๆ กัน วัดปริมาณรังสี ขณะที่ไม่มีกระดาษกั้น กับปริมาณรังสีเมื่อมีกระดาษความหนาต่าง ๆ กันกั้นระหว่างต้นกำเนิด กับหัววัดรังสี หาปริมาณรังสีทะลุผ่านเป็นเปอร์เซ็นต์ สำหรับกระดาษความหนาต่าง ๆ กันโดยเทียบกับปริมาณรังสีเมื่อไม่มีแผ่นกระดาษกั้น ผลการทดลองปรากฏว่าไม่สามารถแยกกระดาษที่มีความหนาแตกต่างกัน $\pm ๕\%$ ได้ จากการใช้ฟิล์มเลียม -๒๐๔ ความแรง ๒๕ มิลลิคูรี ใช้ท่อปิดลำรังสีให้เป็นลำรังสีขนาน สูง ๔.๕ เซนติเมตร มีช่องเปิดขนาด ๐.๑๕ x ๒.๕ เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีถึงกระดาษ ๖.๕ เซนติเมตร และระยะ

ระหว่างกระดาษถึงหัวกระดาษ ๔.๕ เซนติเมตร จะให้ผลดีที่สุด ในการวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับ
ผลกระทบของความชื้น และความหนาที่ไม่สม่ำเสมอของกระดาษด้วย

Thesis Title Beta Thickness Gauge for Paper Industry
Name Mr. Suthee Chamnongchop
Thesis Adviser Asst. Prof. Pricha Karasuddhi
Department Nuclear Technology
Academic Year 1979

ABSTRACT

The thickness of the kraft paper was studied through the technique of beta-radiation transmission. The investigation was performed by using beta radiation from C1-36 and Tl-204, with the shape of point, line and disc sources. The thickness of kraft paper to be examined ranged from 70 up to 336 grams per square meter with the limitation of $\pm 5\%$ deviation for each thickness.

The first attempt using C1-36 with end window Geiger Müller detector could distinguish only the paper with thickness deviation of $\pm 10\%$ or more. Finally Tl-204 with the activity of 25 mCi lined on aluminium plate was used. The area of Tl-204 with dimension of 1.7 cm x 17 cm was too big for the side window detector. Then different sizes of beam collimator were used. The setting using collimator of 4.5 cm high with aperture of 0.15 cm x 2.5 cm and the distance from source to paper 6.5 cm with the distance of the paper to detector 4.5 cm yielded the best result. The effects of moisture in the

paper and irregular thickness of the paper were also studies in this research.

กิตติกรรมประกาศ



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำทั้งทางด้านวิชาการ และการวิจัย ตลอดจนให้ความกรุณาตรวจทานแก้ไข จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชา การสุทธิ แผนกวิชานิเวศสรีรเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้เขียนใคร่ ขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ ผู้เขียนขอขอบคุณ อาจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ในการจัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบในการวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ แพทย์หญิงลักษณา สามเสน ผู้อำนวยการกองป้องกันอันตรายจากรังสี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่ได้กรุณาให้ใช้เครื่องพิมพ์ กับเครื่องถ่ายสำเนา และขอขอบคุณ คุณสุจิตรา ชีวรจเลข และคุณวิศิษฐ์ ธรรมวณิชย์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านการพิมพ์ และการตรวจแก้ไข จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี

อนึ่ง บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ให้ทุนอุดหนุนต่อการวิจัยครั้งนี้ และ บริษัทสยามคราฟท์ได้เอื้อเฟื้อกระดาษตัวอย่างที่ใช้ทำการทดลอง ได้ให้การต้อนรับและนำชมโรงงาน ขณะที่ผู้เขียนได้ไปชมการผลิต จึงขอขอบพระคุณทั้งบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ บริษัท สยามคราฟท์ไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
รายการตารางประกอบ	ฅ
รายการรูปประกอบ	ฉ



บทที่

๑. บทนำ.....	๑
๑.๑ ความเป็นมาของปัญหา	๑
๑.๒ วัตถุประสงค์	๒
๑.๓ ขอบเขตของการวิจัย	๒
๑.๔ ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัยนี้	๗
๑.๕ การใช้เรดิโอไอโซโทปในกิจการอุตสาหกรรม ผลิตกระดาษ	๗
๑.๖ นิยามของคำต่าง ๆ ที่ใช้เป็นศัพท์เทคนิค	๑๑
๒. รังสีเบต้า	๑๒
๒.๑ พลังงานและความเร็วของอนุภาคเบต้า	๑๓
๒.๒ สเปกตรัมของอนุภาคเบต้า	๑๔
๒.๓ อันตรกิริยาของรังสีเบต้ากับสสาร	๒๑
๓. เครื่องมือวัดรังสีเบต้า	๒๖
๓.๑ หัววัดรังสีชนิดบรรจุภาซ	๒๖
๓.๒ หัววัดชนิดกึ่งตัวนำ	๓๐

๔.	เครื่องวัดความหนาด้วยรังสีเบต้า	๓๒
๔.๑	เครื่องวัดความหนาสถิต	๓๒
๔.๒	เครื่องควบคุมความหนาระบบความต่างศักดาปรับเทียบ	๓๓
๔.๓	เครื่องควบคุมความหนาด้วยรังสีเบต้าชนิดสองเซลล์	๓๔
๔.๔	เครื่องวัดความหนาชนิดรังสีสะท้อน	๓๖
๕.	วิธีดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูล	๔๐
๕.๑	เครื่องมือวัดรังสี	๔๐
๕.๒	ใช้คลอรีน-๓๖ เป็นต้นกำเนิดรังสี	๔๑
๕.๓	ใช้ทาลเลียม -๒๐๔ ชนิดจาง เป็นต้นกำเนิดรังสี	๔๔
๕.๔	ใช้ทาลเลียม -๒๐๔ ชนิดที่ใช้ทางด้านอุตสาหกรรม เป็นต้นกำเนิดรังสี ..	๕๐
๕.๕	การทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของขนาดหน้าต่างหัววัดรังสี	๖๕
๕.๖	การทดลองความชื้นมีผลต่อการวัดความหนาของกระดาษ	๖๗
๕.๗	การทดลองใช้ความหนากระดาษใกล้เคียงกันภายในช่วง $\pm 5\%$	๖๘
๕.๘	การทดลองหาความหนาของกระดาษกราฟที่ไม่ทราบค่า	๗๑
๖.	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	๗๒
๖.๑	ผลของการทดลอง	๗๒
๖.๒	อุปสรรคในการวิจัยและข้อเสนอแนะ	๗๖
	เอกสารอ้างอิง	๘๒
	ประวัติผู้เขียน	๘๔

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
๑.๑ แสดงปริมาณของเครื่องวัดชนิดต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม กระดาษในต่างประเทศ (ปี ค.ศ.๑๙๖๑-๑๙๖๓)	๔
๑.๒ แสดงปริมาณสารกัมมันตรังสีชนิดต่าง ๆ เป็นมิลลิวูรี (mCi) ที่ใช้ใน โรงงานอุตสาหกรรมกระดาษบางประเทศ (ปี ค.ศ.๑๙๖๑-๑๙๖๓) ...	๑๐
๒.๑ แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Hr (magnetic rigidity) และ พลังงานจลน์ (T) เป็นฟังก์ชันของความเร็ว ($\frac{V}{C}$)	๑๗
๓.๑ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับปริมาณรังสีเบต้า เป็นเปอร์เซ็นต์ ที่ทะลุผ่านหน้าต่างความหนาต่าง ๆ กัน	๓๐
๔.๑ แสดงคุณสมบัติของต้นกำเนิดรังสีเบต้าที่ใช้สำหรับวัดความหนา	๓๑
๕.๑ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อ ระยะต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี ๒.๐ เซ็นติเมตร	๔๓
๕.๒ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อ ระยะต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี ๓.๐ เซ็นติเมตร	๔๓
๕.๓ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อ ระยะต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี ๔.๐ เซ็นติเมตร	๔๔
๕.๔ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อ ระยะต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี ๒.๐ เซ็นติเมตร	๔๕
๕.๕ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อ ระยะต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี ๓.๐ เซ็นติเมตร	๔๕
๕.๖ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อ ระยะต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี ๔.๐ เซ็นติเมตร	๔๖
๕.๗ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อ ระยะต้นกำเนิดรังสีกับกระดาษ ๒.๐ เซ็นติเมตร และกระดาษกับ หัววัดรังสี ๐.๕ เซ็นติเมตร	๔๗

๕.๓๓ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อ เปิดหน้าต่างหัววัดรังสี ๐.๕x๓.๕ เซ็นติเมตร	๖๖
๕.๓๔ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อ เปิดหน้าต่างหัววัดรังสี ๑.๓x๓.๕ เซ็นติเมตร	๖๖
๕.๓๕ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความหนาของกระดาษ เมื่อ เปิดหน้าต่างหัววัดรังสีหมด	๖๗
๕.๓๖ แสดงการดูดกลืนรังสีที่แตกต่างกันของกระดาษเทียบกับกระดาษขึ้น	๖๘
๕.๓๗ แสดงผลการวัดเมื่อใช้กระดาษมีความหนาแตกต่างกันในช่วง $\pm 5\%$	๖๘
๕.๓๘ แสดงผลเปรียบเทียบระหว่างความหนาของกระดาษจากการวัดกับ จากการทดลอง	๗๑
๖.๑ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของกระดาษกับปริมาณรังสีเมื่อ เวลาผ่านไปแต่ละเดือน	๘๐

รายการรูปประกอบ

รูปที่

หน้า

๑.๑	แสดงกระบวนการผลิตกระดาษโดยย่อ	๔
๒.๑	แสดงเส้นไอโซบาร์ (Isobaric line) การสลายตัว ให้ β^+ และ β^- ของธาตุ	๑๓
๒.๒	แสดงโคเอแกรมของเครื่องวัดความเร็วของอนุภาคเบต้า	๑๔
๒.๓	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์ของอนุภาคเบต้ากับ magnetic rigidity (Hr)	๑๘
๒.๔	แสดงสเปกตรัมแบบธรรมดา (simple spectrum) ของ อนุภาคเบต้าจากสารกัมมันตรังสีชนิดต่าง ๆ	๒๐
๒.๕	แสดงสเปกตรัมแบบซับซ้อน (complex spectrum) ของอนุภาคเบต้า.....	๒๑
๒.๖	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพิสัยของอนุภาคเบต้ากับ พลังงานสูงสุด (ไม่รวมอากาศ)	๒๓
๒.๗	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพิสัยของอนุภาคเบต้าในอากาศ 15 °C กับพลังงานสูงสุด	๒๔
๒.๘	แผนภูมิแสดงการสลายตัวของคลอรีน-๓๖ และ ทัลเลียม-๒๐๔	๒๕
๓.๑	แสดงอุปกรณ์และวงจรของการวัดรังสี	๒๖
๓.๒	แสดงอุปกรณ์และวงจรของอินทิเกรตไอออนไนเซชันแอมป์	๒๗
๓.๓	แสดงอุปกรณ์และวงจรของคิฟเฟอเรนเชียลไอออนไนเซชันแอมป์	๒๘
๓.๔	แสดงอุปกรณ์และวงจรของหัววัดไกเกอร์	๒๘
๓.๕	แสดงหัววัดแบบ หน้าต่างข้างและหน้าต่างปลาย	๒๙
๓.๖	แสดงส่วนประกอบของหัววัด silicon surface-barrier	๓๑
๓.๗	แสดงส่วนประกอบของหัววัดแบบ diffused junction	๓๑
๔.๑	แสดงอุปกรณ์การวัดความหนาแบบสถิติ โดยใช้รังสีเบต้า	๓๓
๔.๒	แสดงอุปกรณ์การวัดระบบความต่างศักย์เปรียบเทียบ (bucking-voltage)	๓๔

๔.๓	แสดงอุปกรณ์การควบคุมความหนาของแผ่นวัตถุชนิดสองเซลล์	๓๖
๔.๔	แสดงอุปกรณ์การวัดความหนาของวัตถุด้วยรังสีสะท้อน	๓๗
๔.๕	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนา กับ แคลคคเตอร์แฟคเตอร์ (f_s)	๓๗
๔.๖	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแคลคคเตอร์แฟคเตอร์กับจำนวนเลข อะตอมของสาร	๓๘
๕.๑	แสดงการจัดอุปกรณ์สำหรับหัววัดรังสีแบบหน้าต่างปลาย	๔๒
๕.๒	แสดงลักษณะของต้นกำเนิดทลเสียม -๒๐๔ ชนิดใช้ในทางอุตสาหกรรม	๕๑
๕.๓	แสดงลักษณะของต้นกำเนิดรังสีที่ประกบไว้ด้วยแผ่นตะกั่ว	๕๑
๕.๔	แสดงลักษณะของต้นกำเนิดรังสีพร้อมกับท่อบีบลำแสง ซึ่งพร้อมที่จะนำไปใช้งาน	๕๒
๕.๕	แสดงอุปกรณ์การวัดความหนาของกระดาษที่ใช้ในการทดลอง	๕๓
๕.๖	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของกระดาษกราฟ (กรัมต่อตารางเมตร) กับปริมาณรังสี (%)	๗๐
๖.๑	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของกระดาษกับ จำนวนนับต่อนาที	๗๔