การจำแนกประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ด้วยเทคนิคการส่งผ่านรังสีเอกซ์

IDENTIFY GASOHOL FUEL BY X-RAY TRANSMISSION TECHNIQUE

ธีศิษฏ์ สองเมือง [1], รองศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว [2], รองศาสตราจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์ [3]

[1] นิสิตระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขานิวเคลียร์เทคโนโลยี

ภาควิชาวิศวกรรมนิวเคลียร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] ภาควิชาวิศวกรรมนิวเคลียร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[3] ภาควิชาวิศวกรรมนิวเคลียร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ปัจจุบันภาครัฐมีนโยบายสนับสนุนการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการนำเข้าน้ำมันปิโตรเลียมจากต่างประเทศ และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าทางการเกษตรที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลัก โดยกำหนดให้ผสมเอทานอลแปลงสภาพในน้ำมันเบนซินพื้นฐานในสัดส่วนที่แตกต่างกัน คือ 10%, 20% และ 85% โดยปริมาตร ตามลำดับ การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิคนิวเคลียร์ที่สามารถจำแนกประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ โดยได้ทำการทดลองส่งผ่านรังสีเอกซ์ จากต้นกำเนิดรังสีพลูโตเนียม -238 ที่พลังงาน 13.6, 17.2 และ 20.1 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ผ่านน้ำมันแก๊สโซฮอล์ประเภทต่าง ๆ ที่บรรจุในขวดพลาสติก ขนาด 300 มิลลิลิตร ผลการวิจัยพบว่า การใช้รังสีเอกซ์ที่พลังงาน 13.6 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ สามารถจำแนกประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ได้อย่างชัดเจนมากที่สุดในจำนวน 3 พลังงานที่ใช้ทดลอง โดยความไวในการแยกแยะประเภทของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ลดลงเมื่อพลังงานของรังสีเอกซ์เพิ่มขึ้น ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะออกแบบและสร้างอุปกรณ์ภาคสนามสำหรับใช้ในการจำแนกประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ด้วยเทคนิคการส่งผ่านรังสีเอกซ์ ซึ่งจะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการคุ้มครองผู้บริโภคตาม พรบ.การค้าน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2543

คำสำคัญ : เทคนิคนิวเคลียร์, การส่งผ่านรังสีเอกซ์, น้ำมันแก๊สโซฮอล์

Abstract

In the present, the government promotes the use of Gasohol to reduce the import volume of petroleum and to add value to local agricultural products. Gasohol is a mixture of benzene and denatured ethanol which includes of 10%, 20% and 85% by volume respectively. The study aims to develop a nuclear technique for gasohol classification. The experiment was conducted by x-ray transmission at different energies, i.e. 13.6, 17.2, and 20.1 keV, from a plutonium-238 source through different types of gasohol in 300 ml plastic bottles. The result shows that x-ray transmission at 13.6 keV is the best in

classifying gasohol types among the three energies. It is also found that the sensitivity decreases with increasing of x-ray energy. The study indicates that it is possible to design and construct a field instrument for gasohol classification using the proposed technique which can be used to effectively protect consumers in accordance with the Fuel Trade Act, B.E. 2543.

Keywords : nuclear technique, x-ray transmission, gasohol fuel

บทนำ

ปัจจุบันภาครัฐมีนโยบายสนับสนุนการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการนำเข้าน้ำมันปิโตรเลียมจากต่างประเทศ และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าทางการเกษตรที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลัก เช่น มันสำปะหลัง และอ้อย โดยกำหนดให้ผสมเอทานอลแปลงสภาพในน้ำมันเบนซินพื้นฐาน ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน คือ Denatured Ethanol 10 %, 20% และ 85% โดยปริมาตร ตามลำดับ จากโครงสร้างราคาน้ำมันที่มีการชดเชยภาษี จึงอาจมีการผสมเอทานอลแปลงสภาพในสัดส่วนมากกว่าที่กฎหมายกำหนดเพื่อแสวงหากำไรส่วนต่างของราคาน้ำมัน

การจำแนกประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ด้วยเทคนิคการส่งผ่านรังสีเอกซ์ สามารถพัฒนาต่อเป็นเครื่องตรวจวัดภาคสนามได้ ซึ่งจะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการคุ้มครองผู้บริโภคตาม พรบ.การค้าน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ.2543

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อจำแนกประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ด้วยเทคนิคการส่งผ่านรังสีเอกซ์

ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาและทดลองหาค่าพลังงานรังสีเอกซ์ที่เหมาะสมเพื่อจำแนกประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ด้วยเทคนิคการส่งผ่านรังสีเอกซ์

การทบทวนวรรณกรรม

1. แนวคิดหลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การตรวจวัดทางนิวเคลียร์โดยใช้เทคนิคส่งผ่านของรังสีเอกซ์ (Transmission) เมื่อรังสีเอกซ์เคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง จะมีโอกาสเกิดกระบวนการอย่างใดอย่างหนึ่งใน 3 กระบวนการ 1) เกิดการดูดกลืนพลังงานที่รังสีเอกซ์ถ่ายเทให้กับตัวกลาง 2) เกิดรังสีกระเจิงในขณะที่เกิดอันตรกิริยา และ 3) การเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางโดยไม่เกิดอันตรกิริยาใด ๆ ถ้ารังสีเอกซ์ถูกดูดกลืนหรือเกิดรังสีกระเจิง ทำให้ปริมาณรังสีทุติยภูมิน้อยกว่าปริมาณรังสีปฐมภูมิ ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่าการลดทอนรังสี (Attenuation) โดยปริมาณของรังสีที่ผ่านเข้าสู่หัววัดรังสีจะถูกลดทอนลงตามความหนาของตัวกลาง การลดทอนทางรังสีสามารถอธิบายได้

โดยอาศัยสมการแลมเบิร์ต

$$I=I_0 e^{-\mu x}$$

เมื่อ I = ความเข้มรังสีเอกซ์เมื่อมีตัวกลางขวางกั้น

I_0 = ความเข้มรังสีเอกซ์เมื่อไม่มีตัวกลางขวางกั้น

μ = ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น (Linear attenuation coefficient) เมื่อรังสีเอกซ์เคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง หน่วยเป็น cm-1

x = ค่าความหนาตัวกลางที่รังสีเอกซ์เคลื่อนที่ผ่าน หน่วยเป็น cm

e = ค่าคงตัวยูเลอร์ (Euler's constant) มีค่าเท่ากับ 2.718

ค่าสถิติ Standard Deviation (σ_R)ที่ใช้ในงานวิจัย

$$\left(\frac{\sigma_R}{R}\right)^2 = \left(\frac{\sigma_{N_1}}{N_1}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{N_2}}{N_2}\right)^2 = \frac{N_1}{N_1^2} + \frac{N_2}{N_2^2}$$

N_1 และ N_2 = จำนวนนับรังสี ที่ระยะเวลาเท่ากัน โดย R= N_1/ N_2

Error Range	Confidence Level
±1σ	**68.0%**
±2σ	**95.0%**
±3σ	**99.7%**

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เหมือนฝัน เอี่ยมศิริ (2553) ทำการวิจัยเรื่อง "การพัฒนาเทคนิคนิวเคลียร์สำหรับจำแนกประเภทของเหลวในภาชนะปิด" ซึ่งสามารถจำแนกประเภทของของเหลวซึ่งบรรจุในภาชนะได้โดยไม่ต้องเปิดขวด ได้ทำการทดลองส่งผ่านรังสีแกมมาพลังงานต่าง ๆ ได้แก่ 22.1, 25.0 และ 88.0 keV จากต้นกำเนิดรังสีแกมมา แคดเมียม-109 (Cd-109) และ 55.6 keV จากต้นกำเนิดรังสีแกมมา อะเมริเซียม-241 (Am-241) ผ่านของเหลวประเภทต่าง ๆ ที่บรรจุขวดพลาสติกพบว่า สำหรับขวดที่มีขนาด 600 มิลลิลิตร รังสีแกมมาพลังงาน 22.1 keV ทะลุผ่านแอลกอฮอล์ และน้ำมันเชื้อเพลิงได้มากกว่าน้ำประมาณ 4 และ 8 เท่า ตามลำดับ

วิศิษฏ์ ปฐมชัยวาลย์ (2548) ทำการวิจัยเรื่อง "การหาปริมาณปรอทโดยเทคนิคส่งผ่านรังสีแกมมา กรณีศึกษาตัวอย่างสลัดจ์จากการผลิตปิโตรเลียม" ระบบที่ใช้ศึกษาประกอบด้วยต้นกำเนิดรังสีโคบอลต์-57 ซึ่งสลายตัวให้รังสีแกมมาพลังงาน 122 และ 136 keV ซึ่งมีพลังงานสูงกว่า K-absorption edge ของปรอทเล็กน้อย จึงมีความไวในการเปลี่ยนแปลงของปรอทในสารตัวอย่าง และใช้รังสีแกมมาพลังงาน 662 keV จากซีเซียม-137 ใช้ในการปรับแก้ความแตกต่างของความหนาของสารตัวอย่าง โดยใช้หัววัดรังสี

โซเดียม ไอโอไดด์ (ทัลเลียม) ขนาด 1 นิ้ว คูณ 1 นิ้ว ผลการวิจัยพบว่าหากมีการปรับเทียบที่เหมาะสม สามารถนำเทคนิคนี้ไปประยุกต์ใช้ในการหาปริมาณปรอทในตัวอย่างสลัดจ์จากการผลิตปิโตรเลียม และตัวอย่างอื่น ๆ ที่มีปรอทปนเปื้อนได้

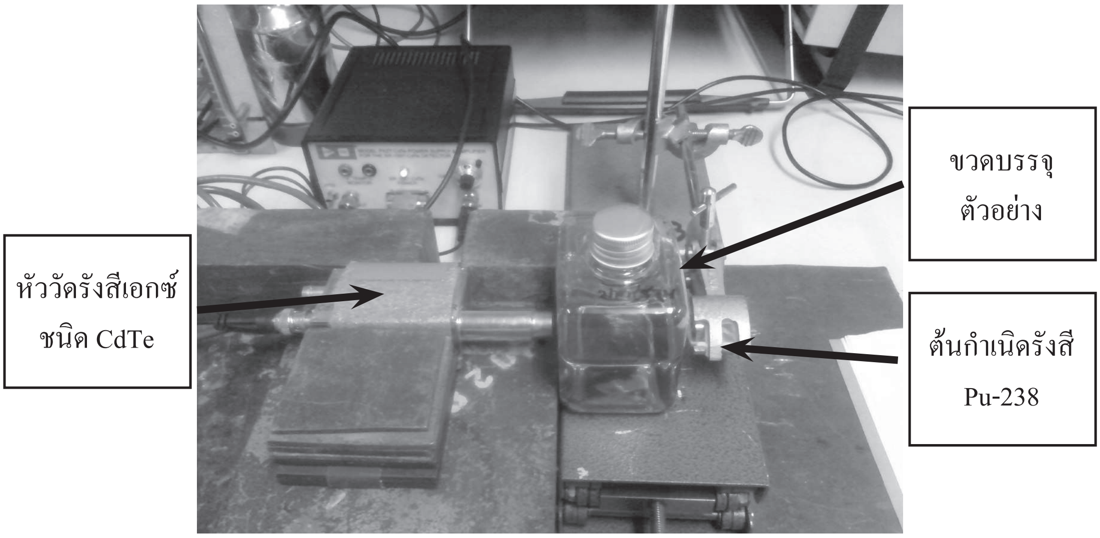
วิธีการดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์วิจัย

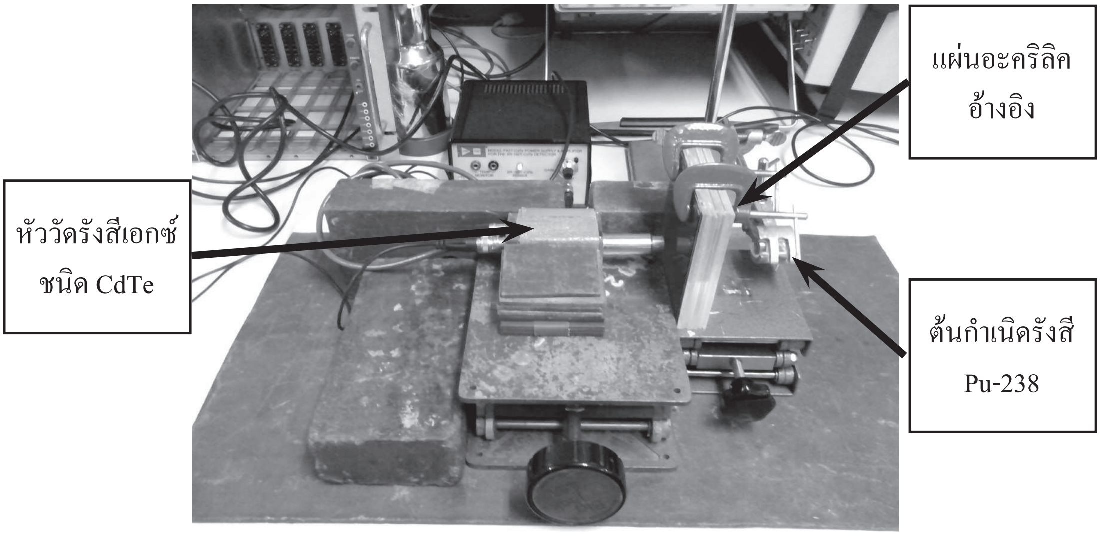
1. หัววัดรังสีเอกซ์ชนิด Cadmium telluride (CdTe) ขนาด 5 มม. x 5 มม. พร้อมแหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง อุปกรณ์ขยาย/ปรับแต่งสัญญาณ (รูปที่ 1)
2. ภาชนะบรรจุของเหลวตัวอย่าง คือ ขวดพลาสติก PET รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าใสแบบมีฝาปิด มีปริมาตรความจุ 300 มิลลิลิตร (รูปที่ 2)
3. ต้นกำเนิดรังสีเอกซ์จากพูลโตเนียม-238 (Pu-238) ซึ่งให้รังสีเอกซ์พลังงาน 13.6 keV, 17.2 keV และ 20.1 keV
4. น้ำมันแก๊สโซฮอล์ ชนิด อี 10 ออกเทน 91
   น้ำมันแก๊สโซฮอล์ ชนิด อี 10 ออกเทน 95
   น้ำมันแก๊สโซฮอล์ ชนิด อี 20 ออกเทน 95
   น้ำมันแก๊สโซฮอล์ ชนิด อี 85 ออกเทน 95
5. แผ่นอะคริลิคอ้างอิง หนา 26 มิลลิเมตร

วิธีดำเนินการวิจัย

ดำเนินการวัดรังสีเอกซ์ทะลุผ่าน โดยส่งผ่านรังสีเอกซ์จากต้นกำเนิดรังสี Pu-238 ไปยังขวดพลาสติกบรรจุตัวอย่างน้ำมันแก๊สโซฮอล์ชนิดต่าง ๆ โดยมีหัววัดรังสีวางอยู่ด้านตรงกันข้ามของขวดพลาสติกเพื่อวัดรังสีเอกซ์ที่ทะลุผ่าน (ดังแสดงในรูปที่1) โดยผลการวิจัยแสดงไว้ในรูปที่ 3 - 5 ซึ่งแสดงในรูปของอัตราส่วนระหว่างความเข้มรังสีเอกซ์ทะลุผ่านน้ำมันแก๊สโซฮอล์ชนิดต่าง ๆ กับ ความเข้มรังสีเอกซ์ทะลุผ่านแผ่นอะคริลิคอ้างอิง



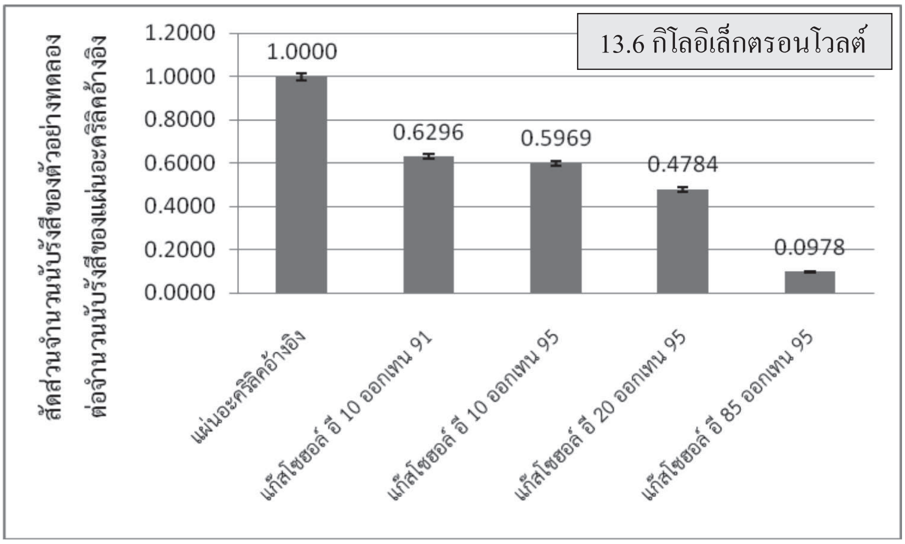
รูปที่ 1 การจัดระบบวัดเทคนิคการส่งผ่านรังสีเอกซ์ไปยังขวดพลาสติกบรรจุตัวอย่างน้ำมันแก๊สโซฮอล์



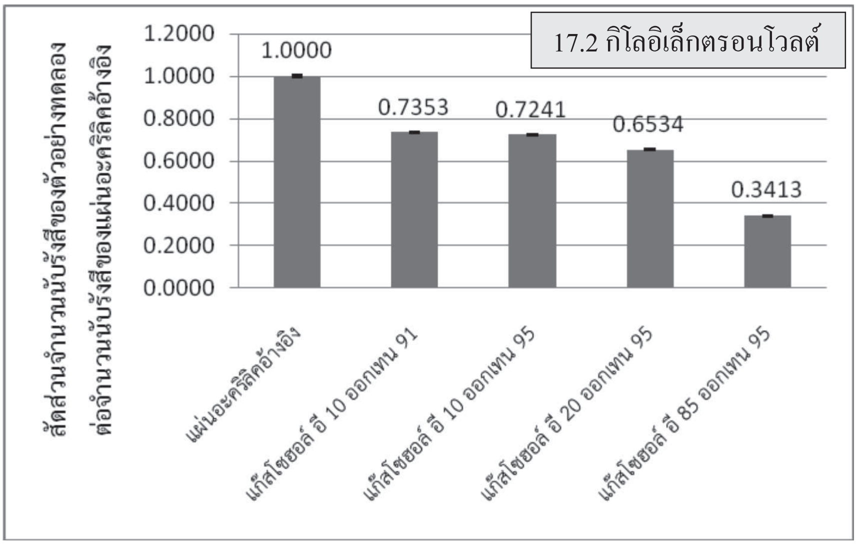
รูปที่ 2 การจัดระบบวัดเทคนิคการส่งผ่านรังสีเอกซ์ไปยังแผ่นอะคริลิคอ้างอิง

ผลการวิจัย

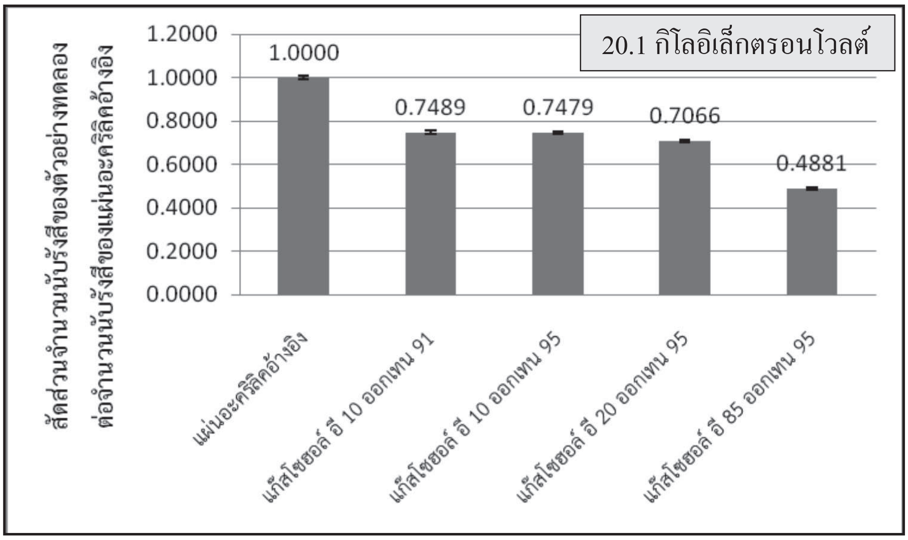
ผลการวัดสัดส่วนรังสีเอกซ์ทะลุผ่านน้ำมันแก๊สโซฮอล์ชนิดต่าง ๆ ต่อแผ่นอะคริลิคอ้างอิง



รูปที่ 3 สัดส่วนจำนวนนับรังสีของตัวอย่างทดลอง ต่อจำนวนนับรังสีของแผ่นอะคริลิคอ้างอิง โดยใช้เทคนิคการส่งผ่านรังสีเอกซ์ที่พลังงาน 13.6 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ซึ่งแสดงค่าทางสถิติ Error Range ±3σ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99.7%



รูปที่ 4 สัดส่วนจำนวนนับรังสีของตัวอย่างทดลอง ต่อจำนวนนับรังสีของแผ่นอะคริลิคอ้างอิง โดยใช้เทคนิคการส่งผ่านรังสีเอกซ์ที่พลังงาน 17.2 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ซึ่งแสดงค่าทางสถิติ Error Range ±3σ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99.7%



รูปที่ 5 สัดส่วนจำนวนนับรังสีของตัวอย่างทดลอง ต่อจำนวนนับรังสีของแผ่นอะคริลิคอ้างอิง โดยใช้เทคนิคการส่งผ่านรังสีเอกซ์ที่พลังงาน 20.1 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ซึ่งแสดงค่าทางสถิติ Error Range $\pm 3\sigma$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99.7%

ผลการทดสอบความสามารถในการจำแนกประเภทน้ำมันแก๊สโซออล์โดยใช้เทคนิคการส่งผ่านรังสีเอกซ์ ซึ่งในการหาอัตราส่วนความเข้มรังสีเอกซ์ทะลุผ่านเมื่อเทียบกับแผ่นอะคริลิคอ้างอิง (คือให้ความเข้มรังสีเอกซ์ที่ทะลุผ่านแผ่นอะคริลิคอ้างอิงเท่ากับ 1.00) ในแต่ละพลังงานของรังสีเอกซ์ ได้สร้างกราฟเปรียบเทียบระหว่างสัดส่วนจำนวนนับรังสีของน้ำมันแก๊สโซออล์แต่ละชนิด ต่อจำนวนนับรังสีของแผ่นอะคริลิคอ้างอิง ดังรูปที่ 3-5 โดยในการวิจัยนี้ได้เลือกพิจารณารังสีเอกซ์ที่พลังงาน 13.6, 17.2 และ 20.1 keV จากต้นกำเนิดรังสีเอกซ์ Pu-238 โดยใช้ขวดพลาสติกที่มีปริมาตร 300 มิลลิลิตร กำหนดเวลานับรังสีทะลุผ่าน 600 วินาที พบว่าเมื่อปริมาณความเข้มข้นของเอทานอลแปลงสภาพในน้ำมันแก๊สโซฮอล์สูงขึ้นรังสีเอกซ์จะทะลุผ่านได้น้อย และการใช้รังสีเอกซ์พลังงาน 13.6 keV จะได้ความแตกต่างระหว่างสัดส่วนจำนวนนับรังสีของแก๊สโซฮอล์ ต่อจำนวนนับรังสีของแผ่นอะคริลิคอ้างอิง เมื่อเปรียบเทียบกันในแต่ละชนิดน้ำมันมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเมื่อใช้รังสีเอกซ์พลังงาน 13.6 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ สามารถจำแนกประเภทน้ำมันแก๊สโซออล์ได้อย่างชัดเจนมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้รังสีเอกซ์พลังงาน 17.2 และ 20.1 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ โดยความไวในการแยกแยะประเภทของน้ำมันแก๊สโซออล์ลดลงเมื่อพลังงานของรังสีเอกซ์เพิ่มขึ้น จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะออกแบบและสร้างอุปกรณ์ภาคสนามใช้จำแนกประเภทของน้ำมันแก๊สโซฮอล์โดยหลักการส่งผ่านรังสีเอกซ์ ซึ่งจะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการคุ้มครองผู้บริโภคตาม พรบ.การค้าน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2543

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์นเรศร์ จันทน์ขาว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์สมยศ ศรีสถิตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม สำหรับความรู้และคำแนะนำในการแก้ปัญหางานวิจัย สุดท้ายขอขอบพระคุณพ่อ แม่ ครอบครัว รวมถึงบุคลากรภาควิชาวิศวกรรมนิวเคลียร์ นิสิตปริญญาโท และนิสิตปริญญาเอกทุกท่านเป็นอย่างมากไว้ ณ ที่นี้ ในฐานะที่มีส่วนช่วยเหลือและเป็นกำลังให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

อ้างอิง

Knoll, F. (1999). **Radiation Detection and Measurement. 3rd ed.** John Wiley& Sons, Inc.

เหมือนฝัน เอี่ยมศิริ. (2553). **การพัฒนาเทคนิคนิวเคลียร์สำหรับจำแนกประเภทของเหลวในภาชนะปิด.** ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2555). **โครงสร้างราคาน้ำมัน.** กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่องกำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ พ.ศ. 2553. (2553, เมษายน 7). **ราชกิจจานุเบกษา.** หน้า 36-38.