บทที่ 5

สรุปผล และ เสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ผลการวิจัยเพื่อประยุกต์ใช้ไอโซโทปก้มมันตรังสีในการวัดระดับของเหลวด้วยวิธีส่งผ่านรังสีแกมมา กับการวัดระดับน้ำในถังพักจำลอง พอสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

5.1.1 จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการวัดระดับน้ำ ระหว่างหัววัดไกเกอร์แบบหน้าต่างหน้า ขนาด 1 นิ้ว และ หัววัดเรืองรังสีชนิดผลึกโซเดียมไอโอไดด์ ขนาด 2" X 2" เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ และ ความเป็นเชิงเส้นของเส้นกราฟสัมพันธ์ ระหว่างระดับน้ำและปริมาณนับรังสี ผลปรากฏว่าหัววัดเรืองรังสีมีความไวในการวัด (S = dR/dx) กว่าหัววัดไกเกอร์ ประมาณ 1000 เท่า ความเป็นเชิงเส้นดีในช่วงระดับ 0-60 ซม. ดังแสดงด้วยเส้นกราฟรูป 4.1 และ ตาราง A3 บันทึกปริมาณนับในภาคผนวก

5.1.2 ผลการเลือกช่วงวัดระดับจากระบบวัดจำลอง เมื่อยังไม่ได้แก้ผลรบกวนการวัดจากรังสีกระเจิง พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการวัดด้วยหัววัดไกเกอร์ ให้ค่า $r = 0.9968$ และ หัววัดเรืองรังสี ให้ค่า $r = 0.9977$ เมื่อทำการปรับปรุงระบบวัดเพื่อลดผลการรบกวนจากรังสีกระเจิงด้วยการบังคับลำรังสี ร่วมกับการวัดรังสีเฉพาะพลังงานด้วยอุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดี่ยว ทำให้ข้อมูลการวัดเป็นเชิงเส้นดีขึ้น ดังแสดงด้วยกราฟ รูปที่ 4.9 และ ตาราง A5, A8 และ A9 ความชันของเส้นกราฟนี้ เทียบได้กับค่าสัมประสิทธิ์การลดพลังงานของตัวกลางคือน้ำ ในสภาวะที่ไม่มีรังสีกระเจิง ค่า μ แสดงในตาราง A2 มีค่าเท่ากับ 0.0862 cm^{-1} (ที่ 0.662 MeV) จากการทดลองลดปริมาณรังสีกระเจิงโดยการจำกัดขนาดลำรังสี ขนาดต่าง ๆ และ การใช้อุปกรณ์วิเคราะห์ช่องเดี่ยววัดเฉพาะพลังงาน ได้ความชันของกราฟต่างกันดังแสดงในตาราง 5.1

ตาราง 5.1 เปรียบเทียบ ค่าความชันของกราฟเชิงเส้น (ในเซมิลอกสเกล) จากผลการวัดระดับน้ำในสภาวะเงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงระบบวัด

ช่องบังคับ(cm)	0.3	0.6		2.5
LLD (volt)	3.9	3.9	0.5	0.5
ULD (Volt)	6.1	6.1	—	—
GM	-	-	0.0722	0.059
NaI(Tl)	0.082	0.0795	0.07056	0.066

จากตาราง 5.1 จะเห็นได้ว่าเมื่อจำกัดขนาดลำรังสีให้เล็กลงความชันของกราฟจะสูงขึ้นและเข้าใกล้ค่า μ ของน้ำมากขึ้น เนื่องจากปริมาณรังสีกระเจิงลดลง โดยเฉพาะเมื่อใช้ช่องบังคับขนาด 0.3 ซม. และใช้ SCA ประกอบการวัดได้ค่า ความชันเท่ากับ 0.082 นับว่าใกล้เคียงกับค่าตามทฤษฎีมากที่สุด

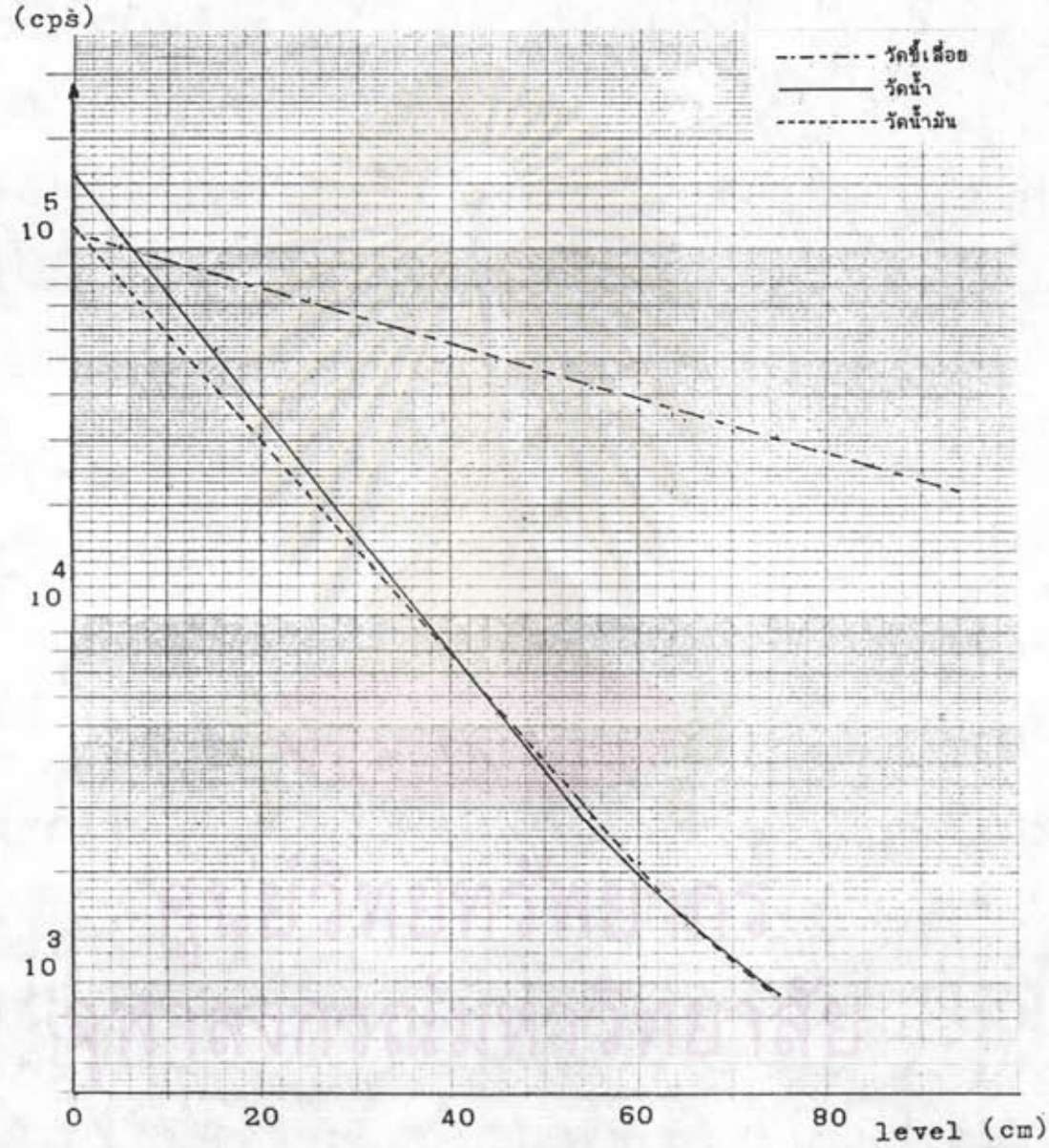
5.1.3 จากผลการวิจัยตามข้อ 5.1.1 และ 5.1.2 นั้น การวัดระดับน้ำ ซึ่งมีค่า $\mu = 0.862\ cm^{-1}$ ที่พลังงาน 662 กิโลอิเล็กตรอนโวลท์ จะมีขีดจำกัด ในการวัดระดับได้ดีที่ช่วง 0-60 ซม. และจะมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดที่ ระดับ 23.2 ซม. ($\mu x = 2$)

5.1.4 จากผลการเปรียบเทียบการวัดระดับน้ำ จากท่ออ่านระดับแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการแยกค่าระดับ จากการอ่านปริมาณนับจะทำได้โดย ในช่วง 0-60 ซม. สามารถแยกได้มากกว่า ± 1 ซม. และเมื่อเกินไปจากนี้ความคลาดเคลื่อนจะมากขึ้น

5.1.5 ในการจำลองสภาวะน้ำกระเพื่อมด้วยการเป่าอากาศขนาดความดัน 70 psi เมื่อมีการเติมน้ำเข้าสู่ถังพัก การอ่านค่าด้วยวิธีโดยตรงจากท่ออ่านระดับจะไม่สามารถให้ค่าที่ถูกต้อง เนื่องจากผิวน้ำกระเพื่อม ± 4 ซม. แต่การอ่านค่าเฉลี่ย จากวิธีการวัดด้วยการส่งผ่านรังสีจะคลาดเคลื่อนจากเดิมเพียง ± 1 ซม. เท่านั้น

5.1.6 การทดลองประยุกต์ใช้วิธีการวัดระดับ ด้วยระบบวัดส่งผ่านรังสีนี้กับวัสดุอื่น ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ในการลดพลังงานต่างออกไป ได้แก่ น้ำมัน

หล่อลื่น และ ขี้เลื่อย สามารถวัดได้มีความเป็นเชิงเส้น ดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.13 และ 4.14 แต่ความสามารถในการแยกระดับในขณะที่วัดวัสดุที่มีความหนาแน่น ต่ำ จะน้อย จำเป็นจะต้องเลือกชนิดของต้นกำเนิดรังสี ที่ให้พลังงานต่ำกว่า



รูป 5.1 เส้นกราฟเปรียบเทียบผลการวัดระดับ น้ำ น้ำมันเครื่อง และ ขี้เลื่อย ด้วยหัววัด NaI(Tl) ช่องบังคับลำรังสีขนาด 0.6 ซม.

5.1.7 ระบบวัดระดับด้วยเทคนิคนิวเคลียร์เหมาะกับการใช้งาน กับการวัดวัสดุตัวกลางที่มีสภาพไม่ปกติ เช่น อุณหภูมิสูง อยู่ภายใต้ความกดดัน หรือ มีการกระเพื่อมไหว มีสภาพเป็น กรด ด่าง รุนแรง สภาวะเหล่านี้การใช้ระบบวัดชนิดอื่นจะผิดพลาด และ ล้มเหลวอยู่บ่อย แต่การวัดด้วยเทคนิคการส่งผ่านรังสีไม่มีความจำเป็นต้องสัมผัสตัวกลาง เป็นการวัดภายนอกถังพัก จึงช่วยให้การวัดระดับยืดหยุ่นต่อการใช้งานกับวัสดุต่าง ๆ

อุปสรรค และ ปัญหา ระหว่างการวิจัย ได้แก่ การปรับแนวรังสีให้ได้ปริมาณนับสูงสุด จะต้องใช้เวลา ซึ่งในระหว่างนี้จะต้องระวังด้านความปลอดภัย การลดเวลาในการปฏิบัติ จำเป็นจะต้องออกแบบระบบกลในการปรับแนวหัววัด เพราะการแปรเปลี่ยนระบบหัววัดรังสี และ ต้นกำเนิดรังสี หรือ เปลี่ยนหัววัดใหม่ จะต้องปรับแนวลำรังสีก่อนทำการทดลองเสมอ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อมูลจากผลการวิจัยที่กล่าวมา จะเป็นแนวทางในการวิจัยขั้นต่อไปสำหรับการออกแบบเครื่องควบคุมระดับวัสดุทั้งที่เป็นของเหลวและลักษณะฝุ่นผง ขึ้นกับการเลือกชนิดไอโซโทปรังสี เพื่อให้ระดับพลังงานของต้นกำเนิดรังสีเหมาะกับค่าสัมประสิทธิ์ ในการลดพลังงานของวัสดุที่ต้องการวัดระดับ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้งานในระบบวัดต่อเนื่องทางอุตสาหกรรมต่อไป

5.2.2 จากข้อสังเกตด้านความไวของหัววัดเรืองรังสี จะเหมาะกับการใช้งานด้านการวัดต่อเนื่องเพราะต้องการความไวสูง การผนวกกับระบบควบคุม จะได้ทำงานสอดคล้องกัน ส่วนการใช้หัววัดไกเกอร์เหมาะกับการวัดระดับนิ่งนี้ ไม่ต้องการความไวมาก หรือการควบคุมระดับบรรจุผลิตภัณฑ์กระป๋องเป็นต้น

5.2.3 ระบบวัดต่อเนื่อง จากการใช้เทคนิคทางนิวเคลียร์จัดให้สัญญาณทางออกเป็นระบบเชิงเลขได้ง่ายจึงเหมาะกับการเชื่อมโยง กับระบบการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ ในการควบคุมหลายจุดต่อเนื่อง สำหรับกระบวนการ ควบคุมซับซ้อน และ รายงานผลของการสำรอง และ ปริมาณใช้งานทางสถิติ กับผู้ใช้ได้