บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และพลังงานได้มีมาเป็นเวลาช้านานแล้ว พลังงานนับเป็นสิ่งสำคัญมากสิ่งหนึ่งในการพัฒนาความเจริญทางเทคโนโลยีของมนุษย์ แต่ก่อนนี้พลังงานที่มนุษย์นำมาใช้เพื่อพัฒนาความเจริญทางเทคโนโลยีนั้นมาจาก ไม้ ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ แต่ปัจจุบันนี้ประชากรได้เพิ่มจำนวนมากขึ้น ดังนั้นแหล่งกำเนิดพลังงานต่าง ๆ จึงถูกนำมาใช้มากขึ้น ทำให้เกิดปัญหาในการที่จะหาแหล่งพลังงานใหม่ขึ้นมาทดแทน ดังจะเห็นได้ว่ามีการนำเอาพลังงานนิวเคลียร์และพลังงานแสงอาทิตย์เข้ามามีบทบาทมากขึ้น โดยเฉพาะพลังงานนิวเคลียร์ได้เป็นที่สนใจมากทั่วโลกหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีการศึกษาถึงผลของพลังงานและการนำเอาพลังงานที่ได้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ จึงได้มีการศึกษาถึงเชื้อเพลิงที่จะนำมาใช้กับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ที่สำคัญได้แก่ ยูเรเนียม (uranium) ซึ่งทำในรูป โลหะยูเรเนียม (uranium metal) และยูเรเนียมไดออกไซด์ ชนิดเซรามิค (uranium dioxide, UO_2)

ในประเทศอุตสาหกรรมที่มีแหล่งยูเรเนียม มีแนวโน้มที่จะเพิ่มผลิตภัณฑ์ของเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ ได้มีการศึกษาค้นคว้าและเสนอเทคโนโลยีและวิธีการใหม่ ๆ ที่สำคัญอยู่เสมอ ในการทำเชื้อเพลิงแบบเซรามิคนั้น ส่วนใหญ่ทำในรูป ยูเรเนียมไดออกไซด์แบบเพลเลท (uranium dioxide, UO_2 pellet) โดยวิธีโลหกรรมแบบผงอัด (powder metallurgy) ซึ่งมีขั้นตอนยุ่งยาก ดังนั้น จึงได้มีการเสนอวิธีการใหม่ขึ้นมาคือ กระบวนการ โซล-เจล (sol-gel processes) และวิธีนี้ปัจจุบันกลายเป็นวิธีการสากลของการเตรียมเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ชนิดเซรามิคสำหรับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์สำหรับประเทศในยุโรปและอเมริกา กระบวนการโซล-เจล เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการแบบเพลเลท พบว่า มีข้อดีกว่าหลายอย่าง เช่น เป็นวิธีการที่ง่ายกว่า ง่ายต่อการควบคุมขนาดและรูปร่างของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิที่ใช้ในการเผา (calcination) ต่ำกว่าเมื่อได้ผลิตภัณฑ์แล้วสามารถนำไปบรรจุในท่อหุ้มเชื้อเพลิง (fuel cladding) ได้ทันที

1.2 ความเป็นมาของกระบวนการโซล-เจล

กระบวนการโซล-เจล ได้มีการศึกษาและพัฒนาในประเทศทางยุโรปและอเมริกาเป็นเวลานานแล้ว แต่ได้มีการประชุมนานาชาติเป็นครั้งแรกเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในเรื่องนี้ เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2510 ซึ่งจัดขึ้นโดย Italian Comitato Nazional per l'Energia Nucleare และมีการประชุมครั้งที่ 2 ซึ่งจัดโดย Agency's panal on sol-gel processes for ceramic nuclear fuel ณ สำนักงานใหญ่ ทบวงการปรมาณูระหว่างประเทศ ในกรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย เมื่อวันที่ 6-10 พฤษภาคม พ.ศ. 2511 ครั้งที่ 3 จัดโดย U.S. Symposium on Sol-Gel Processes and Reactor fuel cycle ที่ Gatlinburg, Tennessee เมื่อ พ.ศ. 2519 (IAEA, 1974)

กระบวนการโซล-เจล นี้เป็นการทำเชื้อเพลิงชนิดเซรามิค ซึ่งทนต่อความร้อนสูง กระบวนการนี้เหมาะสำหรับการขึ้นรูป(Fabrication) เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ชนิด ออกไซด์และคาร์ไบด์ ความสนใจในเรื่องการผลิตเชื้อเพลิงนิวเคลียร์มีมากขึ้น ซึ่งหลายประเทศได้พยายามศึกษาที่จะปรับปรุงเทคนิคและพยายามลดค่าใช้จ่ายของวัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ (nuclear fuel cycles) ปรากฏว่า กระบวนการมีข้อดีหลายข้อเหมาะในการผลิตเชื้อเพลิงนิวเคลียร์โดยเฉพาะหมาะสำหรับขบวนการเอาเชื้อเพลิงที่มีกัมมันตรังสีสูง ๆ กลับมาใช้ใหม่ (recycle) เนื่องจากสามารถควบคุมการผลิตที่ระยะห่างได้ (remote control)

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.3.1 ศึกษาขั้นตอนเบื้องต้นของกระบวนการโซล-เจล ในการผลิตเม็ดเชื้อเพลิงยูเรเนียมชนิดเซรามิค

1.3.2 ศึกษาถึงผลของการควบคุม ขนาด รูปร่าง ส่วนประกอบของยูเรเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากกระบวนการนี้

1.4 ขอบข่ายของการศึกษา

1.4.1 ศึกษาผลของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ในการรีดักชั่น (reduction) ยูเรนิล ไนเตรท (uranyl nitrate) ให้เป็นยูเรนัส ไนเตรท (uranous nitrate) ซึ่งใช้โลหะแพลเลเดียมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Palladium catalyst)

1.4.2 ศึกษาขนาดของยูเรเนียมไดออกไซด์ไมโครสเฟียร์โดยใช้หลอดรูตีบ (nozzle) ขนาด 0.7 0.75 0.8 มิลลิเมตร

1.4.3 ศึกษาขนาดของความถี่ (frequency) ของการสั่นของหลอดรูตีบ (vibrating nozzle) ที่เหมาะสมสำหรับไมโครสเฟียร์ขนาดต่าง ๆ

1.4.4 ศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณร้อยละของเซอร์แฟคเตนท์ (surfactant) ที่มีต่อหยดโซล (sol droplets)

1.4.5 ศึกษาถึงปริมาณคาร์บอนที่มีอยู่ในไมโครสเฟียร์หลังจากการทำให้แห้งและเผา (calcination) โดยใช้เงื่อนไขต่าง ๆ

1.5 การดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย มีดังนี้

1.5.1 ทำการทดลองหาวิธีการที่เหมาะสม

1.5.2 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและทดลอง

1.5.3 สรุปและวิจารณ์

1.5.4 เสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจต่อไป

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

เพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นสำหรับผู้ที่สนใจศึกษาในกระบวนการนี้ และอาจจะเป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคตสำหรับประเทศไทยซึ่งมีการค้นพบแหล่งแร่ยูเรเนียมที่อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น โดยเฉพาะบริเวณด้านแถบที่ราบสูงโคราช, แหล่งแร่โมนาไซท์ (Monazite) ทางภาคใต้ของประเทศ ซึ่งสามารถนำธอเรียม (Thorium) มาเข้าในวัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ให้ได้เป็นยูเรเนียม -233 (^{233}U) วิธีการผลิตเชื้อเพลิงนิวเคลียร์โดยกระบวนการไซล-เจล จะเป็นทางเลือกสำหรับการผลิตเม็ดเชื้อเพลิงยูเรเนียมชนิดออกไซด์โดยตรงจากยูเรเนียมธรรมชาติ และจะเป็นทางที่เหมาะสมที่สุดที่จะผลิตเม็ดเชื้อเพลิงยูเรเนียมชนิดออกไซด์จากยูเรเนียม -233