



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

7.1 ขั้นตอนการเตรียมไซล

การเตรียมไซลโดยวิธีนี้ใช้เมทอเซล (methocel) เป็นตัวที่ทำให้เกิดความหนืดของไซลนั้น พบว่าความหนืดของไซลจะค่อย ๆ ลดลง เมื่อเวลาผ่านไป ดังรูปที่ 6.2 แม้ว่าจะเติมเทตระไฮโดรเฟอร์เพอริลแอลกอฮอล์ (tetrahydrofurfuryl alcohol) ลงไปเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาระหว่างหมู่ของยูเรนิล (uranyl group) กับแสงสว่าง แต่ก็ตาม เวลาทำการทดลองจึงต้องเตรียมใหม่ทุกครั้ง และพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ของค่า THFA จะมีผลต่อความหนืดของไซล ถ้ามีค่าเปอร์เซ็นต์ของ THFA สูง ความหนืดของไซลจะเพิ่มมากขึ้นด้วย

ข้อสำคัญประการหนึ่งควรละลาย เมทอเซล ในน้ำให้ เป็นเนื้อเดียวกันก่อนแล้วจึงค่อยเติมยูเรนิล ในเตรท ลงไป เพื่อความรวดเร็วในการเตรียมไซล และคุณสมบัติอย่างหนึ่งของไซลจะต้องเกิด เจลอย่างรวดเร็ว และแข็งแรงพอที่จะหยุดยั้งไซลให้มีรูปร่าง เป็นทรงกลมอยู่จนกระทั่งแข็ง ปัญหาอีกอย่างหนึ่งซึ่งเกิดขึ้นในการทดลองคือ ไซลที่เตรียมได้นี้มีน้ำหนักเบา เวลาหยดลงไป ในสารละลายแอมโมเนียเข้มข้น จะติดอยู่บริเวณผิวหน้าสารละลายสำหรับ ในกรณีผ่านหลอดรูเล็กที่มีขนาดเล็ก แต่แก้ไขโดยการ เพิ่มอัตราการไหลของอากาศให้มากขึ้นจึงสามารถผ่านชั้นของสารละลายแอมโมเนียได้ ผลที่ตามมาคือ เจลสเฟียร์ที่ได้ไม่กลมเท่าที่ควร เนื่องจากหดยสเฟียร์กระแทกกับผิวของสารละลายแอมโมเนียอย่างแรงทำให้รูปร่างบิด เบี้ยวไป

7.2 ขั้นตอนการทำให้เกิดสเฟียร์

จากการทดลองในขั้นนี้ พบว่า ขนาดของหยดขึ้นกับอัตราการไหลของไซล อัตราการไหลของอากาศ และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดรูเล็กที่ใช้

โดยที่อัตราการไหลของอากาศต่างกัน จะทำให้ขนาดของหยดต่างกัน ถ้าอัตราการไหลของอากาศมีค่ามากจะทำให้ขนาดของหยดมีขนาดเล็ก และถ้าอัตราการไหลของอากาศมีค่าน้อย จะทำให้ขนาดของหยดมีขนาดใหญ่ ส่วนขนาดของหลอดรูเล็กจะแปรผันโดยตรงกับขนาดของหยดไซล ซึ่งความเข้มข้นที่ใช้ในการทดลองเป็น 0.8613 โมลต่อลิตร การทดลองนี้ใช้ความเข้มข้นของไซล

ที่พอเหมาะจะทำให้เกิด เจ เลชันที่สมบูรณ์ เมื่อตกลงกันภาชนะ แต่อายุการใช้งานของตัวทำละลาย จะสั้นลง เนื่องจากโซลที่ใช้มีสภาพเป็นกรด (จากยูเรนิล ไนเตรท และกรดไนตริก) และตัวทำละลายที่ใช้เป็นเบส (สารละลายแอมโมเนียเข้มข้น) เป็นสาเหตุให้ต้องเปลี่ยนตัวทำละลายใหม่อยู่เรื่อย ๆ

การใช้ฟู-ฟลูอิด นอซซัล (two-fluid nozzle) มีข้อดีคือ ป้องกันการอุดตันของปลายหลอดรูเล็ก เนื่องจากอากาศที่ผ่านลงไปจะช่วยป้องกันไม่ให้ก๊าซแอมโมเนียทำปฏิกิริยาเกิดเป็นเจลที่ปลายหลอดรูเล็ก

7.3 ขั้นการล้าง การทำให้แห้ง และการเผาประสาน

วิธีเอกซเทอร์นัล เจ เลชัน มีลักษณะเด่นตรงที่เจลสเฟียร์ไม่ติดกันระหว่างการทอด โดยไม่ต้องใส่เซอร์แพคแทนทีใด ๆ เลย ซึ่งต่างจากวิธีอื่นที่ได้ทำไปแล้ว ซึ่งส่วนมากจะใช้ span-80 เป็นเซอร์แพคแทนที และการล้างก็สะดวก โดยใช้น้ำเป็นตัวกำจัดพวกเกลือแอมโมเนียในเตรท และสารอินทรีย์ออกโดย PH ที่เหมาะสมสำหรับการล้างคือ 8.5 ที่อุณหภูมิห้อง ส่วนขั้นการทำให้แห้งจะใช้วิธีทำให้แห้งในอากาศหรืออาจจะใช้พัดลมเป่าเพื่อช่วยให้แห้งเร็วขึ้น และจะต้องเกลี่ยสเฟียร์ให้เรียบเป็นชั้นเดียว มิฉะนั้น เจลสเฟียร์จะรวมกันเป็นก้อนหลังการทำให้แห้ง หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

การเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส จะช่วยกำจัดสารอินทรีย์ที่ยังคงอยู่ใน เจลสเฟียร์ที่แห้งแล้วออกไปได้ และขั้นตอนการเผาเป็นการเพิ่มอัตราเร็วของความร้อนมีผลต่อการแตกของไมโครสเฟียร์อย่างมาก ถ้าเพิ่มอุณหภูมิเร็วเกินไปจะทำให้ น้ำและสารอินทรีย์ระเหยออกอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดรูพรุนเป็นจำนวนมาก เป็นผลทำให้ไมโครสเฟียร์แตกในระหว่างการเผาที่อุณหภูมิสูง ซึ่งถ้าใช้อัตราในการเพิ่มความร้อนอย่างช้า ๆ จะทำให้การหดตัวของสเฟียร์สัมพันธ์กับการระเหยของน้ำ และสารอินทรีย์เป็นผลให้สเฟียร์ไม่แตกระหว่างการเผา และพบว่าอัตราการเพิ่มอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 50 - 100 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง

7.4 ขั้นการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอน

จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอน พบว่า ปริมาณร้อยละของคาร์บอนขณะทำให้แห้งอยู่ในช่วง 0.986 - 1.601 และหลังจากการเผาที่อุณหภูมิสูงอยู่ในช่วง 0.047 - 0.956 จะเห็นว่าปริมาณคาร์บอนในไมโครสเฟียร์ลดลง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

7.5 ขั้นการวิเคราะห์หาความหนาแน่น

ความหนาแน่นของยูเรเนียม ไดออกไซด์ ไมโครสเฟียร์ หาได้จากการแทนที่น้ำ จากผลการทดลองพบว่า ความหนาแน่นอยู่ในช่วง 8.02 - 9.41 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร หรืออยู่ในช่วง 73.18 - 85.86 เปอร์เซ็นต์ของค่าตามทฤษฎี ที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ค่าความหนาแน่นที่ได้มีค่าไม่สูงนัก เนื่องจากอุณหภูมิในการเผาประสานไม่สูงพอ ถ้าจะให้ได้ความหนาแน่นสูงกว่านี้ควรใช้อุณหภูมิประมาณ 1600 องศาเซลเซียส

7.6 ขั้นการวิเคราะห์อัตราส่วน O/U

นำไมโครสเฟียร์ที่ได้จากการเผาประสานใหม่ ๆ มาวิเคราะห์อัตราส่วนออกซิเจนต่อยูเรเนียม พบว่า อัตราส่วน O/U มีค่าอยู่ในช่วง 2.00 - 2.19 และเมื่อทิ้งไว้ในอากาศ จะเกิดการออกซิไดซ์ ค่าอัตราส่วน O/U จะมีค่าตั้งแต่ 2.5 ขึ้นไป จึงควรเก็บไมโครสเฟียร์ไว้ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

7.7 ขั้นการวิเคราะห์ขนาดของไมโครสเฟียร์

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดโซลชันกับ อัตราการไหลของโซลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อรูตีบ และอัตราการไหลของอากาศจากการทดลองพบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดโซลอยู่ในช่วง 2.1 - 3.0 มิลลิเมตร หลังจากการเผาที่อุณหภูมิสูงแล้วมีขนาดอยู่ในช่วง 0.8 - 1.1 มิลลิเมตร ซึ่งจะมีขนาดลดลงประมาณ 3 เท่า ขนาดของไมโครสเฟียร์ที่เตรียมโดยวิธีนี้มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และขนาดสูงสุดของสเฟียร์ที่ได้มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 1000 ไมโครเมตร

7.8 ข้อดีและข้อเสียของกระบวนการต่าง ๆ

กระบวนการวอเตอร์ เอกซ์เทรคชัน เจ เลชัน

- 1) โชลที่ได้จะอยู่ในรูป U(+4) การเตรียมโชลควรจะทำในตู้ซึ่งอยู่ในบรรยากาศของก๊าซอาร์กอน เพื่อป้องกันการถูกออกซิไดซ์ไปเป็น U(+6)
- 2) ในขั้นตอนการทำให้เป็นหยด ไม่ต้องระวังการดูดคืนที่ปลายหลอดรูเล็กและสารอินทรีย์ที่ใช้มีคุณสมบัติในการดูดน้ำที่ดี
- 3) ต้องให้ความร้อนกับสารอินทรีย์ขณะ เกิด เจลส เฟียร์ เพื่อช่วยในการสกัดน้ำได้ดีขึ้น
- 4) ต้องใช้คอลัมน์ที่ยาวมากในระหว่าง เกิด เจลส เฟียร์ มิฉะนั้นจะทำให้ เจลส เฟียร์ เสียรูปไป
- 5) วิธีการนี้ไม่ได้ผ่านขั้นตอนในการล้างเพื่อไล่นาเตรทออก อาจเป็นสาเหตุให้ สเฟียร์แตกในระหว่างการเผาที่อุณหภูมิสูงได้
- 6) ต้องใช้ span-80 เป็น เซอร์แฟคแทนท์ เพื่อป้องกันการจับกลุ่มกันในระหว่างการตกลงกันภาชนะ
- 7) เตรียมได้สำหรับสเฟียร์ที่มีขนาดเล็ก เป็นส่วนใหญ่

กระบวนการอินเทอร์นัล เจ เลชัน

1. ขั้นตอนการทำงานไม่ยุ่งยาก
2. ไม่ต้องระวังเรื่องการถูกออกซิไดซ์ของสเฟียร์ เพราะสเฟียร์อยู่ในรูปสารประกอบ U(+6)
3. วิธีนี้ต้องเก็บโชลไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส มิฉะนั้นจะทำให้โชลแข็งตัวก่อนที่จะนำไปหยด
4. ต้องให้ความร้อนกับสารอินทรีย์ เพื่อช่วยให้เกิด เจล เร็วขึ้น
5. ไม่จำเป็นต้องใช้คอลัมน์ยาว ในระหว่างการเกิด เจลส เฟียร์
6. สามารถ เตรียมไมโครสเฟียร์ได้ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่

กระบวนการ เอกซเทอร์นัล เจ เลชัน

1. ขั้นตอนในการเตรียมโซลไม่ยุ่งยาก ซึ่งวิธีที่ทำได้แล้วต้องผ่านกระบวนการต่าง ๆ หลายขั้นตอน
2. วิธีนี้จะเกิดการอุดตันที่ปลายหลอดรูเล็กได้ง่าย เนื่องจากก๊าซแอมโมเนียจะแพร่เข้าไปทำปฏิกิริยากับโซล ทำให้เกิดการแข็งตัวก่อนที่จะหยดลงสู่กันภาชนะ
3. การเกิดเป็นเจลโดยวิธีนี้จะ เป็นไปอย่างรวดเร็ว เพื่อป้องกันการกระแทกระหว่างผิวของสเฟียร์กับผิวของสารละลาย
4. ไม่จำเป็นต้องใช้เซอร์แพคแดนท์ (span-80) เพราะ เจลสเฟียร์ที่เตรียมได้จะไม่จับกลุ่มกันในระหว่างตกลงสู่กันภาชนะ
5. ไม่จำเป็นต้องใช้คอลัมน์ยาว เนื่องจากสามารถเกิดเป็นเจลได้อย่างรวดเร็ว
6. สามารถเตรียมไมโครสเฟียร์ได้ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่

7.9 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาถึงขั้นตอนการทำให้แห้งในสุญญากาศ เพื่อป้องกันไมโครสเฟียร์ไม่ให้ทำปฏิกิริยากับอากาศ เนื่องจากขั้นตอนนี้มีความสำคัญมากสำหรับรูปร่างของ เม็ดสเฟียร์ คือจะมีการหดตัวมากอาจทำให้เม็ดสเฟียร์เสียรูปไปได้
2. ควรทำการเผาและเผาประสานอย่างต่อเนื่อง เพราะในการทดลองนี้ได้ใช้เตาเผาแบบท่อที่เริ่มอุณหภูมิต่ำสุดได้เพียง 500 องศาเซลเซียส จึงต้องมีการเผาที่อุณหภูมิต่ำมาก่อนจนกระทั่งมีอุณหภูมิเป็น 500 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งในการผลิตไมโครสเฟียร์ไม่สมบูรณ์ตามขั้นตอนการผลิต
3. ควรทำการเผาประสานที่อุณหภูมิสูงกว่าการทดลองนี้ คือมากกว่า 1200 องศาเซลเซียส เพื่อเพิ่มความหนาแน่นของไมโครสเฟียร์ โดยการเพิ่มอัตราความร้อนเป็น 50 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง และในช่วงการลดอุณหภูมิจะต้องลดด้วยอัตราที่สม่ำเสมอเช่นเดียวกับตอนเพิ่มอุณหภูมิ จะทำให้สเฟียร์ไม่แตกระหว่างการเผา
4. ควรมีการศึกษาหาความหนาแน่นของไมโครสเฟียร์ โดยใช้สารอื่นนอกเหนือจากการแทนที่น้ำ

5. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความยาวคลื่นของแสงที่ใช้ว่าจะมีผลต่อความหนืดของโซล
อย่างไร
6. ควรมีการควบคุมก๊าซที่ใช้ดับหยดโซลในปริมาณต่าง ๆ กัน
7. ควรมีการศึกษาสารประกอบอินทรีย์บางชนิดที่ใช้ล้างไมโครสเฟียร์ เพื่อให้เหลือ
ปริมาณคาร์บอนน้อยที่สุด
8. ควรมีการศึกษากการเพิ่มอุณหภูมิในขั้นตอนการเผา โดยอัตราการเพิ่มที่ไม่เหมาะสม
จะทำให้สเฟียร์แตกได้ และศึกษากการแตกของสเฟียร์ เป็นร้อยละ เมื่ออุณหภูมิสูงสุดที่ให้แตกต่างกัน
9. ควรมีการศึกษาเปอร์เซ็นต์ต่าง ๆ ของ THFA ที่เหมาะสมในการเกิดสเฟียร์