บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ได้ศึกษาการเตรียมออกตะเดคเคนแคปซูลเพื่อใช้เป็นวัสดุเก็บความร้อน โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการปรับปรุงสมบัติทางความร้อนของออกตะเดคเคนที่ถูกหุ้มอยู่ในแคปซูลให้มีสมบัติที่ใกล้เคียงกับออกตะเดคเคนที่ไม่ถูกหุ้ม (ค่าความร้อนในการหลอมเหลวและการแข็งตัวประมาณ 240 J/g) เนื่องจากในงานวิจัยที่ผ่านมาทีมผู้วิจัยพบว่า ออกตะเดคเคนที่ถูกหุ้มอยู่ในพอลิไดไวนิลเบนซีนแคปซูล มีค่าความร้อนในการหลอมเหลวและแข็งตัวลดลงจากออกตะเดคเคนที่ไม่ถูกหุ้มอย่างมาก (ประมาณ 150 J/g-OD) ซึ่งคาดว่าน่าจะมาจากขั้นตอนการเตรียมหยดมอนอเมอร์ในกระบวนการสังเคราะห์แบบแขวนลอย ที่ใช้พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ซึ่งเป็นพอลิเมอร์สายโซ่ยาวเป็นสารป้องกันการรวมตัว ซึ่งพอลิไวนิลแอลกอฮอล์นี้อาจเกิดการปนเปื้อนเข้าไปในหยดมอนอเมอร์ ทำให้มีผลต่อสมบัติทางความร้อนของออกตะเดคเคน นอกจากนั้น การเกิดพอลิเมอไรเซชันของไดไวนิลเบนซีนมอนอเมอร์ในระหว่างการสังเคราะห์ อาจมีผลทำให้เกิดการแยกเฟสภายในระหว่างพอลิไดไวนิลเบนซีนที่เกิดขึ้นกับออกตะเดคเคนไม่สมบูรณ์ ทำให้มีผลต่อสมบัติทางความร้อนของออกตะเดคเคนที่อยู่บริเวณรอยต่อระหว่างชั้นเปลือกพอลิไดไวนิลเบนซีนกับแกนออกตะเดคเคน ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ จึงได้ทำการปรับปรุงสมบัติทางความร้อนของออกตะเดคเคน โดยการเตรียมออกตะเดคเคนแคปซูลด้วยวิธีพิกเกอร์ริงอิมัลชัน คือ การใช้อนุภาคพอลิเมอร์เป็นสารป้องกันการรวมตัวแทนสารป้องกันการรวมตัวแบบเดิมซึ่งน่าจะลดการปนเปื้อนของสารป้องกันการรวมตัวได้

โดยในขั้นตอนแรก ได้ทำการเตรียมอนุภาคพอลิ(สไตรีน-เมทาคริลิกแอซิด) ((P(S-MAA)) ขนาดระดับนาโนเมตร โดยกระบวนการสังเคราะห์แบบอิมัลชันที่ไม่ใช้สารลดแรงตึงผิว ซึ่งพบว่าอนุภาค P(S-MAA) ที่สังเคราะห์ได้มีขนาดอนุภาคประมาณ 200 นาโนเมตร และมีค่าความเป็นประจุที่ผิวเป็นลบ เท่ากับ -43 มิลลิโวลต์ จึงสามารถนำไปใช้เป็นสารป้องกันการรวมตัวของหยดออกตะเดคเคนในขั้นตอนต่อไปได้

ในขั้นตอนที่สอง ได้ทำการเตรียมออกตะเดคเคนแคปซูลโดยกระบวนการดั้งเดิม คือ ใช้พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ เป็นสารป้องกันการรวมตัวเพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบ เมื่อทดสอบสมบัติทางความร้อนของออกตะเดคเคนแคปซูลที่ได้ พบว่า มีค่าความร้อนในการหลอมเหลวและแข็งตัวต่ำกว่าของออกตะเดคเคนเริ่มต้นอย่างมาก (ประมาณ 130-180 J/g-OD) จากนั้น ได้ทำการเตรียมออกตะเดคเคนแคปซูลโดยวิธีพิกเกอร์ริงอิมัลชัน โดยใช้อนุภาค P(S-MAA) ที่สังเคราะห์ได้ในขั้นตอนที่ 1 เป็นสารป้องกันการรวมตัว โดยศึกษาผลของอัตราส่วนของออกตะเดคเคนต่ออนุภาค P(S-MAA) ผลของค่าพีเอช และอัตราการปั่นที่เวลา 10 นาที จากผลการทดลองพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมพิกเกอร์ริงอิมัลชันของออกตะเดคเคน คือ อัตราส่วน OD : P(S-MAA) เท่ากับ 1:1 พีเอช เท่ากับ 7 และอัตราการปั่น คือ 5000 และ 10000 รอบต่อ

นาที เมื่อนำหยดพิกเกอร์ริงอิมัลชันที่ได้ มาศึกษาลักษณะทางกายภาพโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและแบบส่องกราดพบว่า มีอนุภาค P(S-MAA) มาหุ้มที่หยดออกตะเดคเคนโดยมีการจัดเรียงตัวอย่างหนาแน่นแบบชั้นเดียว ได้อนุภาคที่มีผิวขรุขระ จากการศึกษาองค์ประกอบและสมบัติทางความร้อนโดยเทคนิคทางความร้อน (TGA และ DSC) พบว่ามีออกตะเดคเคนและ P(S-MAA) เป็นองค์ประกอบ และมีค่าความร้อนในการหลอมเหลวและแข็งตัวประมาณ 200-220 J/g-OD ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ออกตะเดคเคนที่ไม่ถูกหุ้มมากขึ้น ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การเตรียมออกตะเดคเคนแคปซูลโดยวิธีพิกเกอร์ริงอิมัลชันสามารถปรับปรุงสมบัติทางความร้อนของออกตะเดคเคนได้

เอกสารอ้างอิง

1.Farid MM, Khudhair AM, Razack SAK, Al-Hallaj S: A review on phase change energy storage: materials and applications. Energy Convers Manage 2004;45:1597–1615.

2.Sanchez L, Sanchez P, Lucas A, Carmona M, Rodriguez JF: Microencapsulation of PCMs with a polystyrene shell. Colloid Polym Sci 2007;285:1377-1385.

3.Zhang P, Ma ZW, Wang RZ: An overview of phase change material slurries: MPCS and CHS. Renew Sust Energy Rev 2010;14:598-614.

4.Sánchez-Silva L, Rodríguez JF, Romero A, Borreguero AM, Carmona M, Sánchez P: Microencapsulation of PCMs with a styrene-methyl methacrylate copolymer shell by suspension-like polymerisation. Chem Eng J 2010;157:216-222.

5.Ai Y, Jin Y, Sun J, Wei D: Microencapsulation of n-hexadecane as phase change material by suspension polymerization. e-Polymers 2007;no. 098:1-9.

6.Chaiyasat P, Suzuki T, Minami H, Okubo M: Thermal properties of hexadecane encapsulated in poly(divinylbenzene) particles. J Appl Polym Sci 2009;112:3257-3266.

7.Chaiyasat P, Ogino Y, Suzuki T, Okubo M: Influence of water domain formed in hexadecane core inside cross-linked capsule particle on thermal properties for heat storage application. Colloid Polym Sci 2008;286:753-759.

8.Chaiyasat P, Ogino Y, Suzuki T, Minami H, Okubo M: Preparation of divinylbenzene copolymer particles with encapsulated hexadecane for heat storage application. Colloid Polym Sci 2008;286:217-223.

9.Fang Y, Kuang S, Gao X, Zhang Z: Preparation and characterization of novel nanoencapsulated phase change materials. Energy Convers Manage 2008;49:3704-3707.

10.Barari M, Faridi-Majidi R, Madani M, Sharifi-Sanjani N, Oghabian MA: Preparation of Nanocapsules via Emulsifier-Free Miniemulsion Polymerization. J Nanoscience and nanotechnology 2009; 9:4348-4352.

11.Sarı A, Alkan C, Karaipekli A, Uzun O: Microencapsulated n-octacosane as phase change material for thermal energy storage. Solar Energy 2009; 83:1757-1763.

12.Sarı A, Alkan C, Karaipekli A: Preparation, characterization and thermal properties of PMMA/n-heptadecane microcapsules as novel solid–liquid microPCM for thermal energy storage. Appl Energy 2010; 87:1529-1534.

13.McDonald CJ, Devon MJ: Hollow latex particles: synthesis and applications. Adv Colloid Interface Sci 2002;99:181-213.

14.Li C, Mei Z, Liu Q, Wang J, Xu J, Sun D: Formation and properties of paraffin wax submicron emulsions prepared by the emulsion inversion point method. Colloids and Surfaces A: Physicochem Eng Aspects 2010;356:71-77.

15.Okubo M, Konishi Y, Minami H: Production of hollow polymer particles by suspension polymerization Colloid Polym Sci 1998;276:638-642.

16.Ogino Y, Suzuki T, Okubo M: Preparation of poly (divinylbenzene) particles with encapsulated hexadecane for heat storage application. Kobunshi Ronbunshu 2007;64:171-176.

17.Zhang H, Wang X: Fabrication and performances of microencapsulated phase change materials based on n-octadecane core and resorcinol-modified melamine–formaldehyde shell. Colloids and Surfaces A: Physicochem Eng Aspects 2009;332:129-138.

18.Fang G, Li H, Yang F, Liu X, Wu S: Preparation and characterization of nano-encapsulated n-tetradecane as phase change material for thermal energy storage. Chem Eng J 2009; 153:217-221.

19.Zhang XX, Fan YF, Tao XM, Yick KL: Fabrication and properties of microcapsules and nanocapsules containing n-octadecane. Mater Chem Phys 2004;88.:300-307.

20.Yadav SK, Khilar KC, Suresh AK: Release rates from semi-crystalline polymer microcapsules formed by interfacial polycondensation. J Membrane Sci 1997;125:213-218.

21.Zhang H, Wang X: Synthesis and properties of microencapsulated n-octadecane with polyurea shells containing different soft segments for heat energy storage and thermal regulation. Solar Energy Materials & Solar Cells 2009;93:1366-1376.

22.Zhang XX, Fan YF, Tao XM, Yick KL: Crystallization and prevention of supercooling of microencapsulated n-alkanes. J Colloid Inter Sci 2005;281:299-306.

23.Fan YF, Zhang XX, Wang XC, Li J, Zhu QB: Super-cooling prevention of microencapsulated phase change material. Thermochim Acta 2004;413:1-6.

24. http://en.wikipedia.org/wiki/Pickering_emulsion

25. Huan Ma, Mingxiang Luo , Sriya Sanyal , Kaushal Rege and Lenore L. Dai., The One-Step Pickering Emulsion Polymerization Route for Synthesizing Organic-Inorganic Nanocomposite Particles 2010,3,1186-1202