บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

อนุภาคแว็กซ์ทรงกลมขนาดเล็กหรือไมโครสเฟียร์แว็กซ์เป็นอนุภาคที่มีสมบัติพิเศษ คือ สามารถเพิ่มสมบัติการไหลลื่นแก่ของไหล ลดแรงเสียดทาน แพร่กระจายในตัวทำละลายได้ดีและช่วยเพิ่มสมบัติในการถ่ายเทความร้อนแก่วัสดุผสม อนุภาคดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น การเคลือบผิว (Coating) [1] อุตสาหกรรมการพิมพ์แบบกราเวียร์ (Gravure Printing) [2] วัสดุเปลี่ยนวัฏภาคเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อน (Phase Change Material) [3, 4] และอุตสาหกรรมการฉีดโลหะผงขนาดเล็ก (Powder Metal Injection Molding) [5] เป็นต้น ด้วยสมบัติพิเศษนี้อนุภาคแว็กซ์ที่มีลักษณะดังกล่าวจึงมีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับแว็กซ์ที่ผลิตได้และขายในท้องตลาดทั่วไปที่มีลักษณะเป็นเกร็ดผลึกหลายเหลี่ยม

กระบวนการลดขนาดหรือผลิตอนุภาคขนาดเล็กมีด้วยกันหลายกระบวนการ เช่น การบดละเอียด (Jet Milling) [6] การแช่แข็งแบบพ่นละออง (Spray Freezing) [7] ซึ่งทั้งสองกระบวนการมีผลได้ของการผลิตต่ำ กระบวนการมีความซับซ้อน และยากต่อการควบคุมลักษณะสัณฐานวิทยาของอนุภาคที่ผลิตได้ ปัจจุบันจึงได้มีการประยุกต์ใช้ของไหลเหนือวิกฤตในการผลิตและลดขนาดอนุภาคด้วยเทคนิคการขยายตัวอย่างรวดเร็วของของไหลเหนือวิกฤต (Rapid Expansion of Supercritical Solution, RESS) [8] โดยเทคนิค RESS มีหลักการเบื้องต้นที่สำคัญ คือ แว็กซ์ที่มีความหนาแน่นมากกว่าที่ต้องการลดขนาดจะต้องมีความสามารถละลายขึ้นไปยังวัฏภาคของของไหลเหนือวิกฤตที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าเกิดเป็นสารละลายเนื้อเดียว (Homogeneous Phase) ที่สภาวะความดันสูง จากนั้นฉีดพ่นสารละลายเนื้อเดียวดังกล่าวผ่านท่อขนาดเล็กเพื่อลดความดัน ส่งผลให้ของไหลเหนือวิกฤตขยายตัวอย่างรวดเร็ว และเกิดการแยกวัฏภาคของแว็กซ์ออกจากของไหลเหนือวิกฤต การผสมเข้ากันดีและการขยายตัวของของไหลเหนือวิกฤตที่รวดเร็วดังกล่าวนี้ทำให้อนุภาคที่แยกตัวออกจากของไหลเหนือวิกฤตที่ได้มีขนาดเล็ก และมีการกระจายตัวของขนาดต่ำ

คาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤตเป็นของไหลเหนือวิกฤตที่มีจุดวิกฤตต่ำ คือ อุณหภูมิวิกฤตเท่ากับ 31.0°C และความดันวิกฤตเท่ากับ 73.8 bar เป็นสารที่ไม่ติดไฟ ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและมีราคาถูก รวมทั้งสมบัติการเป็นตัวทำละลายที่ดีของสารประเภทสารอินทรีย์และแว็กซ์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวปัจจุบันจึงนิยมนำคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤตมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิค RESS

กระบวนการลดขนาดอนุภาคด้วยเทคนิค RESS ตัวกลางในการฉีดพ่นหรืออุปกรณ์ดักเก็บอนุภาค เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะสัณฐานวิทยาของอนุภาคที่ผลิตได้ จากงานวิจัยของ Kiyoshi Matsuyama และคณะ [9] ศึกษาผลของตัวกลางในการฉีดพ่น คือ อากาศและน้ำ ต่อลักษณะสัณฐาณวิทยาของอนุภาค PLA (l-Polylactic Acid) พบว่าเมื่อทำการฉีดพ่นสารละลายไปยังอากาศ อนุภาคที่ได้มีลักษณะไม่เป็นทรงกลมเนื่องจากเกิดการรวมตัวกันของอนุภาค (Particle Agglomeration) ส่วนการฉีดพ่นสารละลายไปยังน้ำ อนุภาคที่ได้มีลักษณะเป็นทรงกลม เนื่องจากมีแรงตึงผิวระหว่างอนุภาค PLA และน้ำจะช่วยลดแรงรวมตัวกันหรือแรงเชื่อมระหว่างอนุภาค (Binding Force) รวมทั้งน้ำเป็นตัวกลางที่มีความยืดหยุ่นจึงทำให้ได้อนุภาคไม่เกิดการแตกหัก ดังนั้นปริญญานิพนธ์นี้จึงศึกษากระบวนการลดขนาดอนุภาคของพาราฟินแว็กซ์ด้วยเทคนิค RESS โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤตเป็นตัวทำละลาย ที่ใช้การฉีดพ่นสารละลายไปยังตัวกลางที่เป็นน้ำ เพื่อให้ได้อนุภาคแว็กซ์ทรงกลมขนาดเล็กที่มีมูลค่าสูงและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท จากนั้นทำการศึกษาขนาดอนุภาคและลักษณะสัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)

งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาและออกแบบกระบวนการเตรียมอนุภาคทรงกลมขนาดเล็กของพาราฟินแว็กซ์ด้วยเทคนิค RESS สารละลายในกลุ่ม Anti-Solvent เช่น น้ำ และสารละลายผสมระหว่างสารลดแรงตึงผิวกับน้ำ เป็นตัวกลางในการขยายตัวและดักเก็บอนุภาคที่เตรียมได้จากกระบวนการดังกล่าว เพื่อลดการกระแทกระหว่างอนุภาคกับตัวกลางในการดักเก็บ และลดโอกาสในการรวมตัวกันของอนุภาคซึ่งส่งผลต่อลักษณะสัณฐานวิทยาของพาราฟินแว็กซ์ที่เตรียมได้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ลดต้นทุนในกระบวนการผลิต และสามารถเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์แว็กซ์ที่เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเลียมภายในประเทศให้สูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาและออกแบบกระบวนการผลิตอนุภาคแว็กซ์ในระดับไมโครเมตรและมีลักษณะเป็นทรงกลมด้วยเทคนิค RESS
2. เพื่อศึกษาสภาวะและปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะสัณฐานวิทยาและขนาดของอนุภาคแว็กซ์
3. สามารถผลิตแว็กซ์ที่มีลักษณะทรงกลมในระดับไมโครเมตรได้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาการผลิตอนุภาคพาราฟินแว็กซ์โดยใช้เทคนิค RESS โดยการใช้หัวฉีดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.58 mm ฉีดพ่นไปยังน้ำ ที่อุณหภูมิก่อนการขยายตัว 70, 80 และ 90°C ความดันก่อนการขยายตัว 120, 140 และ 160 bar ปริมาณพาราฟินแว็กซ์ 0.25 g

2. ศึกษาผลของสารก่อผลึกโดยเติมซอร์บิทอล (Sorbitol) ปริมาณ 0.3 wt%

3. ศึกษาผลของสารลดแรงตึงผิวโดยใช้สารละลายผสมระหว่างเอทิลีนไกลคอลและน้ำที่มีความเข้มข้น 5 , 10 และ 15 v/v% เป็นตัวกลางในการดักเก็บอนุภาค โดยมีการปั่นกวน 150 rpm และการฉีดพ่นและมีการดัดปลายหัวฉีดให้เป็นเกลียวไปในทิศทางเดียวกับการปั่นกวน

4. ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและขนาดของอนุภาคแว็กซ์โดยใช้กล้อง Scanning Electron Microscope (SEM)

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 การนำไปใช้เชิงพาณิชย์

1.) สามารถพัฒนาขั้นตอนและกระบวนการเตรียมอนุภาคทรงกลมขนาดเล็กของพาราฟินแว็กซ์ด้วยเทคนิค RESS และเป็นทางเลือกในการเพิ่มมูลค่าของปิโตรเลียมแว็กซ์ภายในประเทศ

1.4.2 การก่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน

1.) สามารถนำพาราฟินแว็กซ์ที่เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากอุตสาหกรรมการกลั่นปิโตรเลียมในประเทศมาใช้ประโยชน์ ช่วยลดของเสียจากอุตสาหกรรมได้

2.) สามารถพัฒนาการเตรียมพาราฟินแว็กซ์ที่มีสมบัติเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้เป็นสารเติมแต่งหรือสารผสม เพื่อประโยชน์ในการพัฒนามูลค่าเชิงพาณิชย์แก่อุตสาหกรรมต่างๆ เช่น การก่อสร้าง การพิมพ์ และการฉีดโลหะผง เป็นต้น

3.) สามารถประยุกต์ใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในกระบวนการเตรียมอนุภาคแว็กซ์ทรงกลมขนาดเล็กได้