บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ฟีนอลเป็นกลุ่มของสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วยวงเบนซีนและหมู่ไฮดรอกซิล ฟีนอลผลิตจากกระบวนการออกซิเดชันบางส่วน (partial oxidation) ของเบนซีน หรือปฏิกิริยารีดักชันของกรดเบนโซอิกโดยกระบวนการคิวมีน หรือโดยกระบวนการ Rasching Process นอกจากนี้ยังพบในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการออกซิเดชันของถ่านหิน (Chiou และคณะ,2008) ฟีนอลนำไปใช้ประโยชน์สำหรับอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมยา พลาสติก ปุ๋ย ระเบิด สี สิ่งทอ ยาง และสารป้องกันการเสื่อมสภาพ เป็นต้น ฟีนอลยังเป็นสารตั้งต้นสำคัญในอุตสาหกรรมพลาสติกโดยใช้ในการผลิตบิสฟีนอล เอ (bisphenol A, BPA) ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอีพ็อกซีเรซินและพอลิคาร์บอเนตเรซิน อย่างไรก็ตามฟีนอลมีโทษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากฟีนอลสามารถซึมผ่านผิวหนังได้อย่างรวดเร็วมาก ทำให้ผิวหนังไหม้ได้ ฟีนอล 1 กรัมสามารถทำให้บุคคลที่ได้รับถึงแก่ชีวิต จากกฎหมายสิ่งแวดล้อมซึ่งออกโดย The Environmental Protection Agency ระบุว่าปริมาณฟีนอลในแหล่งน้ำต้องควบคุมให้น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (Baker และคณะ, 1978) ดังนั้นอุตสาหกรรมใดที่ใช้ฟีนอลในกระบวนการผลิตมีความจำเป็นที่ต้องมีระบบบำบัดหรือขจัดสารประกอบฟีนอล โดยทั่วไปสามารถขจัดฟีนอลได้หลายวิธี เช่น กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบธรรมดา ซึ่งวิธีนี้ไม่สามารถขจัดสารอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Haggblom และคณะ, 1998, Dorn และคณะ, 1988) กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพเป็นกระบวนการที่ขจัดได้ช้า ต้องควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และยังมีปัญหาในการขจัดกากตะกอนที่เกิดขึ้นอีกด้วย (Shibaeva และคณะ, 1969, Moza และคณะ, 1988) นอกจากนี้การดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ซึ่งเป็นอีกหนึ่งวิธีที่ดูเหมือนจะใช้ได้ผลมากที่สุดก็จำเป็นต้องมีระบบภายหลังการดูดซับเพื่อขจัดฟีนอลและนำถ่านกัมมันต์หมุนเวียนกลับมาใช้อีกครั้งหนึ่ง (Juan และคณะ, 1984) ดังนั้นเพื่อให้ฟีนอลถูกขจัดได้อย่างสมบูรณ์จึงจำเป็นต้องหาวิธีที่มีประสิทธิภาพในการขจัดฟีนอลก่อนที่จะปล่อยน้ำเสียที่มีฟีนอลปนเปื้อนเหล่านี้ออกสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ

กระบวนการเร่งปฏิกิริยาเชิงแสง (photocatalytic) เป็นกระบวนการหนึ่งที่สามารถย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียได้ โดยอาศัยสารที่มีสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำไฟฟ้า (semiconductor) เพื่อให้เกิดการเร่งปฏิกิริยาเชิงแสง สร้างส่วนที่เป็นแหล่งการเกิด

ออกซิเดชันเพื่อสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ (Baker และคณะ, 1978) โดยตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงแสงที่นิยมนำมาใช้ คือ ไทเทเนียมไดออกไซด์ (titanium dioxide, TiO_2) แต่เนื่องจากไทเทเนียมไดออกไซด์ที่ใช้กันโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นผงขนาดนาโน จึงยากต่อการแยกไทเทเนียมไดออกไซด์ออกจากน้ำเสียภายหลังกระบวนการขจัดฟีนอลสิ้นสุดลง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องฝังไทเทเนียมไดออกไซด์บนตัวรองรับเพื่อให้ง่ายต่อการแยกภายหลังเสร็จสิ้นปฏิกิริยาออกซิเดชัน แต่ตัวรองรับต้องสามารถยอมให้แสงผ่านได้เพื่อให้ไทเทเนียมไดออกไซด์สามารถรับแสงและทำงานต่อไปได้ เทคนิคการฝังไทเทเนียมไดออกไซด์บนตัวรองรับของแข็ง (impreganation technique) ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาหลายวิธี ได้แก่ การจุ่มเคลือบ (dip coating) เทคนิคโซล-เจล (sol-gel) การเคลือบด้วยสเปรย์ (spray coating) และเทคนิคการพ่น (sputtering) (Hosseini และคณะ, 2007) โดยตัวรองรับโปร่งใสที่นำมาใช้งาน ได้แก่ เม็ดแก้ว (glass beads) (Karches และคณะ, 2002) หลอดแก้ว (glass tubes) (Lee และคณะ, 2002) และไฟเบอร์กลาส (fiber glass) (Horikoshi และคณะ, 2002) อย่างไรก็ตามการใช้แก้วอาจไม่เหมาะสมในการเป็นตัวรองรับไทเทเนียมไดออกไซด์สำหรับบางเครื่องปฏิกรณ์ เนื่องจากแก้วเป็นวัสดุเปราะ อาจเกิดความเสียหายได้เมื่อรับแรงกระแทกหากนำไปใช้ในเครื่องปฏิกรณ์แบบถังกวนหรือฟลูอิไดซ์เบด (fluidized bed) นอกจากนี้แก้วยังมีความหนาแน่นมาก ทำให้มีน้ำหนักสูงจึงไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเครื่องปฏิกรณ์ที่เบดต้องมีการเคลื่อนที่ได้ ดังนั้นจึงสนใจที่จะนำพอลิเมอร์โปร่งแสงมาใช้เป็นตัวรองรับสำหรับไทเทเนียมไดออกไซด์ ตัวรองรับที่ใช้ คือ พอลิเมทิลเมทาคริเลตซึ่งมีข้อดี เช่น ยอมให้แสงผ่านได้ถึง 92% มีน้ำหนักเบา และมีความต้านทานต่อสิ่งแวดล้อมได้ดี (ปรีชา พหลเทพ, 2549)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจนำไทเทเนียมไดออกไซด์ไปเคลือบบนแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตเพื่อใช้ในการเร่งปฏิกิริยาเชิงแสงในการขจัดสารประกอบฟีนอลออกจากน้ำเสีย ก่อนที่จะปล่อยน้ำเสียออกสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการสะสมหรือการอุดตันภายในเครื่องมือ สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปในการแยกอนุภาคไทเทเนียมไดออกไซด์ออกภายหลังการใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงแสงไทเทเนียมไดออกไซด์บนตัวรองรับพอลิเมทิลเมทาคริเลต
2. ศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อความว่องไวของตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงแสงไทเทเนียมไดออกไซด์บนตัวรองรับพอลิเมทิลเมทาคริเลตในการขจัดฟีนอลจากน้ำเสีย

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงแสงไทเทเนียมไดออกไซด์บนตัวรองรับพอลิเมทิลเมทาคริเลตโดยเทคนิคการจุ่มเคลือบ (Yang และคณะ, 2006) โดยในงานวิจัยเลือกใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์เกรดการค้า Degussa P-25
2. ศึกษาผลของอัตราส่วนโดยโมลของแอซีทิลอะซีโตน (acetylacetone, ACA) ต่อไทเทเนียมไดออกไซด์ (ACA/TiO_2) จำนวนครั้งในการเคลือบ และอุณหภูมิในการเผาตัวเร่งปฏิกิริยา (calcination temperature) ต่อลักษณะของฟิล์มบางไทเทเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบบนผิวของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต
3. สร้างเครื่องปฏิกรณ์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงแสงเพื่อสลายฟีนอลในน้ำเสียจำลอง
4. ศึกษาผลของตัวแปรต่าง ๆ ในการเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์บนแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตต่อสมบัติการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงแสง
5. ศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเชิงแสงต่อประสิทธิภาพการขจัดฟีนอลในน้ำเสียจำลอง ได้แก่ จำนวนแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตเคลือบด้วยไทเทเนียมไดออกไซด์ ค่าความเป็นกรด-เบส ความเข้มข้นเริ่มต้นของฟีนอล ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ กำลังของหลอดอัลตราไวโอเล็ต อัตราการไหลของแก๊สออกซิเจน อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา และการนำตัวเร่งปฏิกิริยากลับมาใช้ใหม่

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

1. ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เตรียมอุปกรณ์และสารเคมีต่าง ๆ ที่จำเป็นในการทดลอง
2. การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์บนตัวรองรับพอลิเมทิลเมทาคริเลต
3. ทดสอบลักษณะสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์บนตัวรองรับพอลิเมทิลเมทาคริเลต
4. สร้างเครื่องปฏิกรณ์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงแสงที่เตรียมได้ในการสลายสารละลายฟีนอล
5. ศึกษาผลของตัวแปรต่าง ๆ ต่อประสิทธิภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมได้ในการสลายฟีนอลโดยวัดปริมาณฟีนอลคงเหลือในน้ำเสียจำลองด้วยเครื่อง UV-visible spectrometer (UV-vis)

6. รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล และเขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์บนแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตเพื่อขจัดฟีนอลที่ปนเปื้อนในน้ำเสียด้วยกระบวนการออกซิเดชันเชิงเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง
2. ได้ภาวะการเร่งปฏิกิริยาเชิงแสงที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีฟีนอลปนเปื้อน