บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

การขยายตัวทางเศรษฐกิจ การเปลี่ยนแปลงจากสังคมชนบทสู่สังคมเมือง รวมถึงการอุปโภคบริโภคที่มากขึ้นเนื่องจากจำนวนประชากรและความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ภาคการผลิตจำเป็นต้องผลิตสินค้าและผลิตภัณฑ์จำนวนมาก ทั้งโรงงานอุตสาหกรรมและภาคครัวเรือนในสังคมเมือง รวมถึงภาคการเกษตร ล้วนมีส่วนในการสร้างมลพิษทางน้ำ ทางอากาศ ทางดิน อื่นๆ โดยเฉพาะมลพิษทางน้ำ ซึ่งสามารถซึมผ่านทางดินและระเหยผ่านอากาศทำให้ส่งกลิ่นเหม็น ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพชีวิตซึ่งจำเป็นต้องใช้น้ำในการอุปโภค บริโภค ในส่วนของภาคอุตสาหกรรมจำเป็นต้องบำบัดน้ำเสียก่อนทิ้งลงสู่แม่น้ำลำคลอง ซึ่งต้องผ่านขั้นตอนการตรวจสอบให้ได้มาตรฐาน ตามข้อกำหนดของกฎหมาย อย่างไรก็ตามทั้งโรงงงานอุตสาหกรรม ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ขนาดเล็ก อุตสาหกรรมภายในครัวเรือน รวมถึงน้ำทิ้งในชีวิตประจำวันในชุมชนเมือง ยังมีอีกมากที่น้ำเสียไม่ผ่านการตรวจสอบให้ได้มาตรฐาน และใช้การบำบัดตามธรรมชาติ ก่อนทิ้งสู่แม่น้ำลำคลอง ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาน้ำเสียตามมา หนึ่งในการบำบัดน้ำเสียที่นิยมนำมาใช้ทั้งอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ จนถึงน้ำเสียจากภาคครัวเรือน ในลำคลอง และลุ่มน้ำ คือ การใช้เครื่องกลกังหันน้ำเติมอากาศ เพื่อช่วยเติมออกซิเจน ให้แบคทีเรียช่วยในการย่อยสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัด ได้ผลดี และใช้นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง การเพิ่มประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียโดยเฉพาะน้ำเสียจากครัวเรือน ซึ่งมีค่า COD และ BOD ที่สูงซึ่งน้ำจะมีปริมาณสารอินทรีย์มาก ทำให้แบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้เกิดก๊าซมีเทนและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งทำให้น้ำมีสีดำและเกิดกลิ่นเหม็น นอกจากนี้น้ำเสียจากครัวเรือนยังมีสารซักล้างซึ่งมีปริมาณ ไนโตรเจน และฟอสเฟตอยู่มาก ซึ่งมีส่วนช่วยทำให้น้ำเน่าเหม็นเพิ่มขึ้น วิธีการบำบัดน้ำเสียเหล่านี้จึงใช้บ่อพักน้ำและเติมอากาศ เพื่อให้แบคทีเรียใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ไม่ทำให้เกิดการเน่าเสียและมีกลิ่นเหม็น การใช้เครื่องกลกังหันน้ำเติมอากาศ จึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยการสัมผัสกันตลอดเวลาและต่อเนื่องของโมเลกุลสารอินทรีย์ในน้ำและพื้นผิวของกังหันน้ำ ซึ่งหากใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดการย่อยสลายที่ดีขึ้นจึงเป็นการช่วยลดระยะเวลาในการย่อยสลาย และลดเวลาในการบำบัดน้ำเสีย สารที่นิยมนำมาใช้

ในการเร่งปฏิกิริยาได้แก่ ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ซึ่งเมื่ออยู่ในบรรยากาศของน้ำ และแสงอัลตราไวโอเลต (UV) อ่อนๆ ภายใต้แสงอาทิตย์ จะมีความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาได้ดีกว่าสารเคมีตัวอื่น นอกจากนี้ TiO_2 มีสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมี สมบัติทางไฟฟ้า ที่น่าสนใจ อีกทั้งเป็นวัสดุที่ไม่มีพิษ และมีความเสถียรสูง และสมบัติที่กำลังสนใจกันเป็นอย่างมากจนกลายมาเป็นหัวข้อสำคัญในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ คือ สมบัติทำความสะอาดตัวเอง (Self-cleaning property) ซึ่งประกอบด้วยสมบัติ 2 อย่าง ได้แก่ ความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง (Photocatalytic activity) และ สภาพชอบน้ำเหนี่ยวนำด้วยแสง (Photoinduced hydrophilicity) ซึ่งสมบัติเหล่านี้จะทำให้วัสดุที่ถูกเคลือบด้วย TiO_2 สามารถทำความสะอาดตัวเองได้ ทำให้วัสดุสามารถทำลายเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคได้ สามารถย่อยสลายคลาบสกปรกหรือสารอินทรีย์ที่มาจับเกาะให้แตกตัวเป็นโมเลกุลที่มีขนาดเล็กลงจนและในที่สุดจะกลายเป็น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ เพียงแต่วัสดุที่ถูกเคลือบอยู่ภายใต้แสงดวงอาทิตย์หรือแสงจากหลอดไฟที่ให้แสงอัลตราไวโอเลตอ่อนๆ

อย่างไรก็ตาม รูปแบบการนำ TiO_2 มาใช้งานให้มีประสิทธิภาพไม่ง่ายนัก ซึ่งหากใช้ TiO_2 ที่เป็นผง มาช่วยในการบำบัดน้ำเสียทำให้เกิดการสิ้นเปลือง ยุ่งยากในการทำให้ TiO_2 สามารถรับแสงเพื่อทำให้เกิดกระบวนการ Photocatalysis และมีขั้นตอนที่ยุ่งยากในการนำกลับมาใช้ใหม่ ดังนั้นการนำ TiO_2 มาใช้ในรูปของฟิล์มเคลือบลงบนกังหันน้ำซึ่งสามารถสัมผัสกับน้ำและโมเลกุลสารอินทรีย์ได้ตลอดเวลา และยังรับแสงจากดวงอาทิตย์ได้โดยตรง นอกจากนี้พบว่าฟิล์มที่ได้จากการเคลือบบนแผ่นโลหะยังมีความแข็งและเมื่อใช้ควบคู่กันไปกับสมบัติทำความสะอาดตัวเองทำให้เหมาะสมในการนำไปเคลือบบนกังหันน้ำในงานบำบัดน้ำเสีย

อย่างไรก็ตาม มีตัวแปรของเงื่อนไขการเตรียมฟิล์มหลายตัวแปรที่ส่งผลต่อสมบัติทำความสะอาดตัวเองของฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ เช่น ลักษณะพื้นผิวและผิวสัมผัส โครงสร้างผลึก ขนาดเกรน ความพรุน ความหนาฟิล์ม เป็นต้น ซึ่งตัวแปรเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการเคลือบโดยเทคนิคการเคลือบและการเตรียมฟิล์ม มีด้วยกันหลายวิธี เช่น sol-gel process, thermal evaporation, ion-beam assisted evaporation และ sputtering เป็นต้น

ในการเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์นี้ เป็น know how ที่จะต้องศึกษาวิจัย เพื่อให้ได้สูตร

หรือกระบวนการที่เหมาะสมสำหรับการทำให้มีความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงที่ดี เทคนิคที่เป็นที่นิยม ได้แก่ การใช้ Sol-gel Process และใช้การเคลือบแบบ Dip Coating ซึ่งเป็นการเคลือบที่ไม่ต้องลงทุนสูงมากนัก โดยสามารถเคลือบวัสดุจำพวก metal alloy และกระจกได้ดี หรือวัสดุที่มีจุดหลอมเหลวสูงซึ่งต้องผ่านกระบวนการ annealed treatment หลังการเคลือบเพื่อสร้างฟิล์มที่เป็นผลึกและมีสมบัติที่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน ผู้วิจัยเลือกที่จะศึกษาการเคลือบโดยใช้เทคนิค Sol-Gel Process เพื่อที่จะหาประสิทธิภาพ และสร้าง kwon how เพื่อความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป นอกจากนี้ ผู้วิจัยต้องการสร้างต้นแบบในระดับ Lab Scale เพื่อนำมาทดลองหาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียเพื่อพัฒนาไปสู่การใช้งานได้จริงต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาและสร้างองค์ความรู้สำหรับการเตรียมฟิล์มลงบน Metal alloy สำหรับทำกังหันน้ำเพื่อบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือน โดยใช้เทคโนโลยีการเคลือบฟิล์มโดยเทคนิค Sol-Gel dip Coating

1.2.2 ออกแบบและสร้างกังหันน้ำที่เคลือบด้วยฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ ในระดับ Lab Scale เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือน

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 การเตรียมฟิล์มลงบน สแตนเลส เกรด 304

การเคลือบฟิล์มโดยใช้เทคนิค Sol-Gel Process ลงบน สแตนเลส เกรด 304

- หาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมฟิล์ม TiO_2 โดยใช้ส่วนผสมไทเทเนียมไอโซ โพร พรอกไซด์ : (TTIP, $Ti(OC_3H_7)_4$) กับตัวทำละลายไอโซโพรพานอล : C_3H_7OH (IPP) และปรับ pH ด้วย HNO_3
- หาสภาวะเงื่อนไขที่เหมาะสมต่อการเตรียมฟิล์มโดยเทคนิคการ Dip Coatingโดยสนใจตัวแปรในการเคลือบ เช่น จำนวนชั้นในการเคลือบ อัตราเร็วในการเคลือบ อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบฟิล์มหลังการเคลือบ เป็นต้น

1.3.2 การวัดและการวิเคราะห์สมบัติของฟิล์ม TiO_2 เพื่อใช้เป็น Photocatalytic surface แบ่งได้ ดังนี้ การวัด Photocatalytic activity โครงสร้างจุลภาคของฟิล์ม โครงสร้างผลึกของฟิล์ม

1.3.3 ออกแบบและสร้างกังหันน้ำที่เคลือบด้วยฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ ในระดับ Lab Scale รวมถึงการวิเคราะห์น้ำเสียจากภาคครัวเรือน โดยใช้น้ำจากคลองแสนแสบ มาวิเคราะห์ตาม Standard Methods of Water and Wastewater ที่ได้จากการบำบัด เช่น ตรวจวัดค่า pH, COD, BOD, ของแข็งแขวนลอย, สภาพความเป็นด่าง,ทีเคเอ็นและ ฟอสฟอรัสทั้งหมด เป็นต้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สร้างองค์ความรู้ในการเคลือบฟิล์มบาง TiO_2 เพื่อการประยุกต์ใช้เป็น Photocatalytic Surface สำหรับการบำบัดน้ำเสีย

1.4.2 สร้างเครื่องต้นแบบกังหันน้ำบำบัดน้ำเสียระดับ Lab scale ที่ใช้ฟิล์ม TiO_2 และกระบวนการ Photocatalysis ในการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือน

1.4.3 ผลิตนักศึกษา และนักวิจัยที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเคลือบฟิล์มและการประยุกต์ใช้