บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำเป็นสิ่งแวดล้อมอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ การเสื่อมคุณภาพของน้ำหรือการเกิดมลพิษทางน้ำ (Water Pollution) จึงเป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญยิ่งปัญหาหนึ่ง น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ถูกระบายลงแหล่งน้ำ เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน เป็นต้น ทำให้แหล่งน้ำเหล่านี้สกปรก เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ และก่อความเสียหายเดือดร้อนรำคาญแก่ประชาชนผู้ใช้น้ำ วิธีการหนึ่งที่จะแก้ปัญหาน้ำเสียนี้ได้คือ โรงงานอุตสาหกรรมจะต้องสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย (Waste Water Treatment) เพื่อกำจัดมลพิษ (Pollutants) ออกจากน้ำเสีย จนน้ำเสียมีความสะอาดเพียงพอที่จะระบายลงแหล่งน้ำธรรมชาติได้โดยไม่ทำให้คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำเสื่อมลง

น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Wastewaters) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการต่าง ๆ ในอุตสาหกรรม เช่น การล้างวัตถุดิบ การล้างเครื่องจักร การระบายความร้อน ฯลฯ สิ่งสกปรกในน้ำเสียมีทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำและชนิดของโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้นการบำบัดน้ำเสียจึงเป็นการแยกหรือทำลายสิ่งสกปรกต่าง ๆ ให้มีปริมาณลดลงจนอยู่ในระดับที่จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำเสียขึ้นในแหล่งรับน้ำทิ้งนั้น โดยทั่วไปหน่วยงานของรัฐที่รับผิดชอบในการควบคุมคุณภาพของของน้ำในแหล่งน้ำ จะเป็นผู้กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง เพื่อใช้เป็นหลักในการควบคุมการระบายน้ำทิ้งลงแหล่งน้ำสาธารณะ

ระบบบำบัดน้ำเสียจะประกอบด้วยหลายขั้นตอนรวมกันเพื่อให้สามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดค่าใช้จ่ายการบำบัดให้ต่ำสุด วิธีการบำบัดน้ำเสียอาจแบ่งตามลักษณะขั้นตอนทั่วไปตามลำดับการบำบัด (เสริมพลและไชยยุทธ, 2524) ได้ดังนี้

1. การบำบัดเบื้องต้น (Pretreatment) เป็นการปรับสภาพน้ำเสียให้มีสภาพเหมาะสมก่อนผ่านเข้าสู่ขั้นตอนอื่น เพื่อช่วยให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียสูงขึ้นและไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อระบบ ตัวอย่างเช่น การแยกกากของแข็ง (Screening) การแยกตะกอนเม็ดทราย (Grit Removal)

2. การบำบัดขั้นปฐมภูมิ (Primary Treatment) เป็นการลดมลสารให้ต่ำลงโดยวิธีที่ประหยัด ตัวอย่างเช่น การตกตะกอนด้วยสารเคมี (Chemical Precipitation) การกรอง (Filtration)

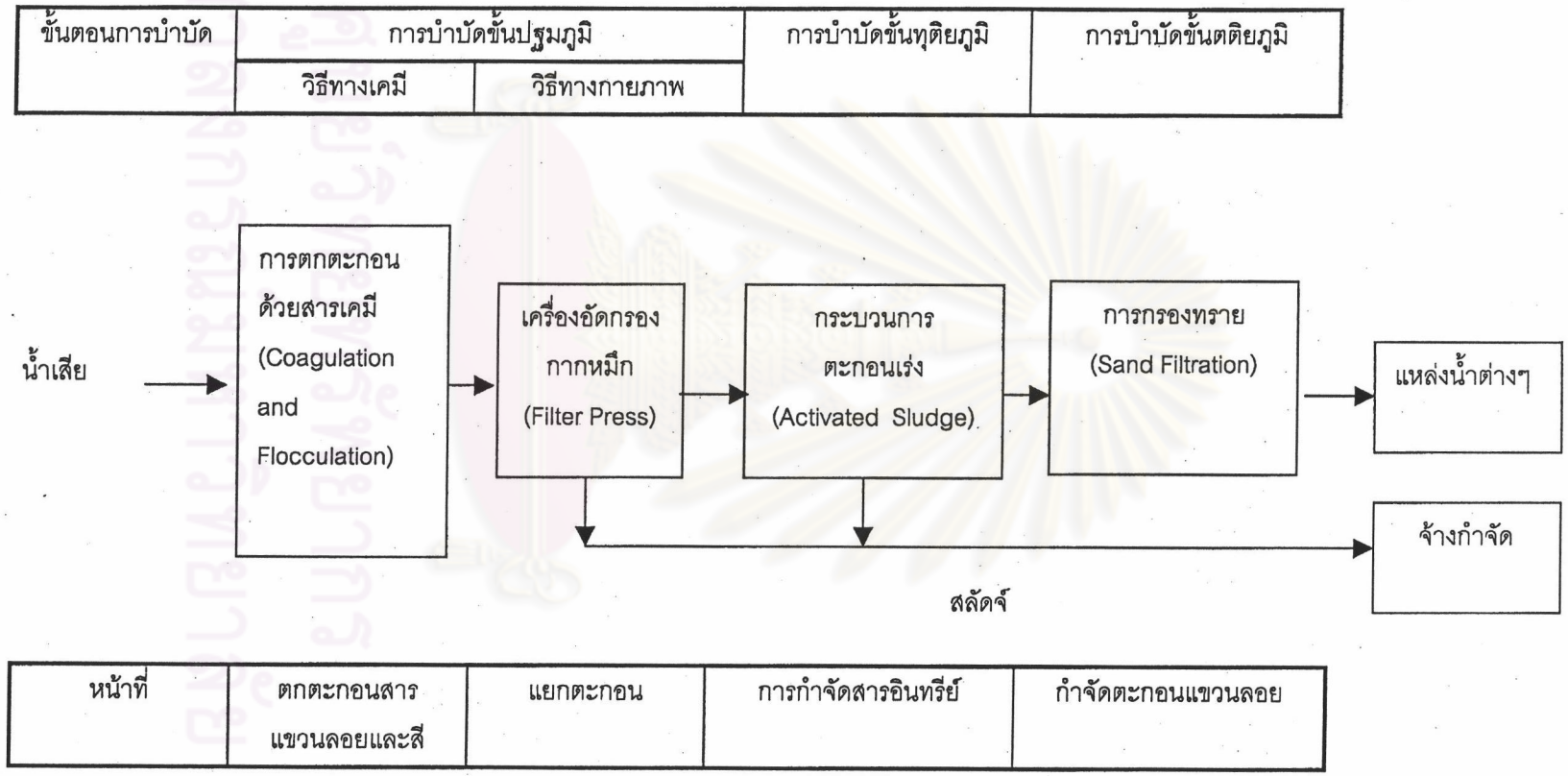
3. การบำบัดขั้นทุติยภูมิ (Secondary Treatment) เป็นการลดปริมาณสารอินทรีย์ที่ยังสูงอยู่หลังจากผ่านการบำบัดขั้นปฐมภูมิ ตัวอย่างเช่น กระบวนการตะกอนเร่ง (Activated Sludge Process)

4. การบำบัดขั้นตติยภูมิ (Tertiary Treatment) เป็นการบำบัดน้ำเสียบางประเภทที่เมื่อผ่านการบำบัดขั้นทุติยภูมิแล้วยังคงมีสี มีความขุ่นสูง หรือมีปริมาณโลหะหนักสูงกว่ามาตรฐาน ตัวอย่างเช่น การแลกเปลี่ยนประจุ (Ion Exchange) การดูดติดผิวด้วยถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon Adsorption)

โรงพิมพ์ธนบัตร ธนาคารแห่งประเทศไทย เป็นโรงงานอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งที่มีการผลิตน้ำเสียจากกระบวนการผลิต โดยน้ำเสียเกิดขึ้นในขั้นตอนการพิมพ์เส้นนูนบนธนบัตร ซึ่งต้องใช้น้ำยาล้างหมึกพิมพ์ (Wiping Solution) ในการเช็ดหมึกพิมพ์ (Ink) ออกจากแม่พิมพ์ (Plate) และการล้างภาชนะบรรจุหมึกพิมพ์

โดยน้ำเสียจะมีส่วนประกอบหลักเป็นน้ำยาล้างหมึกพิมพ์ หมึกพิมพ์ที่ปะปนอยู่ในน้ำล้างหมึกพิมพ์ และน้ำล้างภาชนะ เนื่องจากการพิมพ์ธนบัตรต้องใช้หมึกพิมพ์ที่ผลิตขึ้นโดยใช้สูตรหมึกพิมพ์เฉพาะ ทำให้ได้น้ำเสียที่มีลักษณะค่อนข้างเฉพาะโดยมีสี มีตะกอนแขวนลอย สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ โลหะหนัก เป็นต้น ผสมอยู่ ในปัจจุบันระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพิมพ์ธนบัตรสามารถบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการพิมพ์ได้ประมาณ 30-40 ลูกบาศก์เมตร/วัน ระบบบำบัดน้ำเสียจะรอรับน้ำเสียจากกระบวนการพิมพ์แล้วทำการบำบัดขั้นปฐมภูมิซึ่งเป็นกระบวนการบำบัดแบบแบทช์ (Batch Process) โดยใช้การตกตะกอนด้วยสารเคมีเพื่อแยกสารแขวนลอยและสีให้ตกตะกอนออกจากน้ำเสีย จากนั้นแยกตะกอนออกจากน้ำเสียโดยใช้เครื่องอัดกรองกากหมึก (Filter Press) น้ำเสียที่ผ่านการตกตะกอนและแยกตะกอนแล้วจะถูกนำไปเก็บไว้ในถังปรับสภาพ (Equalization Tank) ซึ่งเป็นถังที่รวมน้ำจากการบำบัดขั้นปฐมภูมิจากแบทช์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ก่อนที่จะนำเข้าสู่การบำบัดขั้นทุติยภูมิซึ่งเป็นกระบวนการการบำบัดแบบต่อเนื่อง (Continuous Process) การบำบัดขั้นทุติยภูมิใช้กระบวนการตะกอนเร่ง (Activated Sludge Process) ซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดสิ่งสกปรกในรูปสารอินทรีย์ที่มีปริมาณมาก ๆ และอาศัยพื้นที่ในการบำบัดน้อย เหมาะสำหรับบำบัดน้ำเสียในเขตเมือง สำหรับหลักการของระบบนั้นเป็นการอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ ทำให้สามารถช่วยในการบำบัดสิ่งสกปรกได้ในปริมาณมาก ๆ และระยะเวลาในการบำบัดสั้น แต่ระบบนี้ก็มีปัญหามากเช่นกัน เช่น ปัญหาการเลี้ยงจุลินทรีย์ ปัญหาตะกอน และเทคนิคในการควบคุมซึ่งต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้และเข้าใจในระบบเป็นอย่างดี สำหรับส่วนประกอบของกระบวนการตะกอนเร่งนี้จะมี 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) และการบำบัดขั้นสุดท้ายคือการบำบัดขั้นตติยภูมิซึ่งใช้การกรองทราย (Sand Filtration) เพื่อลดสารแขวนลอยที่ปนอยู่ในน้ำเสีย ซึ่งขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียของโรงพิมพ์ธนบัตรและหน้าที่ของแต่ละขั้นตอนสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียของโรงพิมพ์ธนบัตรและหน้าที่หลักของแต่ละขั้นตอน

คุณภาพน้ำเสียของโรงพิมพ์ธนบัตรแสดงด้วยค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) ซึ่งเป็นการวัดความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสีย โดยคิดเปรียบเทียบในรูปของปริมาณออกซิเจนที่เทียบเท่ากับปริมาณของสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายด้วยสารเคมีภายใต้สภาวะที่เป็นกรด ผลการวิเคราะห์ค่าซีโอดีของน้ำเสียในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพิมพ์ธนบัตรในเดือนมกราคม พ.ศ. 2545 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545 แสดงได้ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ค่าซีโอดีเฉลี่ยของน้ำเสียที่ออกจากขั้นปฐมภูมิและขั้นตติยภูมิของระบบบำบัดน้ำเสีย ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2545 และกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545

ค่าซีโอดีเฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร) ของน้ำเสียที่ออกจากขั้นปฐมภูมิ		ค่าซีโอดีเฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร) ของน้ำเสียที่ออกจากขั้นตติยภูมิ	
เดือนมกราคม	เดือนกุมภาพันธ์	เดือนมกราคม	เดือนกุมภาพันธ์
1,329	2,030	57	148

จากตารางที่ 1.1 พบว่าค่าซีโอดีเฉลี่ยของน้ำเสียที่ออกจากขั้นปฐมภูมิในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545 มีค่าสูงกว่าเดือนมกราคม พ.ศ. 2545 โดยประมาณ 0.5 เท่า นั่นคือน้ำเสียหลังผ่านการบำบัดขั้นปฐมภูมิมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูงขึ้น โดยมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนมาใช้หมึกพิมพ์สูตรใหม่สำหรับพิมพ์ธนบัตรชนิดราคา 500 บาท แบบ 15 ซึ่งทำให้มีการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำยาล้างหมึกพิมพ์และเพิ่มปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียในขั้นปฐมภูมิ ส่งผลให้ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสียหลังผ่านการบำบัดขั้นปฐมภูมิสูงตามไปด้วย ภาระในการบำบัดน้ำเสียจึงไปตกอยู่ที่การบำบัดขั้นทุติยภูมิซึ่งเป็นขั้นตอนหลักในการลดค่าซีโอดี โดยจะต้องบำบัดให้น้ำเสียที่ออกจากขั้นตอนนี้ให้มีค่าซีโอดีเป็นไปตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด โดยกำหนดต้องมีค่าไม่เกิน 120 มิลลิกรัม/ลิตร (ดังที่ได้กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 หรือพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เป็นต้น) โดยที่การบำบัดน้ำขั้นทุติยภูมิได้ถูกออกแบบให้รับน้ำเสียขาเข้าที่มีค่าซีโอดีไม่เกิน 1300 มิลลิกรัม/ลิตร แต่จากข้อมูลค่าซีโอดีเฉลี่ยของน้ำเสียที่ออกจากขั้นตติยภูมิในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545 ในตารางที่ 1.1 พบว่ามีค่าซีโอดีเฉลี่ย 148 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งสูงเกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด (อนึ่งการบำบัดขั้นตติยภูมิไม่มีผลต่อการลดค่าซีโอดีของน้ำเสีย แต่เป็นการกำจัดตะกอนแขวนลอยเท่านั้น) แสดงว่าประสิทธิภาพของระบบบำบัดขั้นทุติยภูมิลดลง ไม่สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงค่าซีโอดีของน้ำเสียขาเข้าที่สูงขึ้นจากเดิมได้ โรงพิมพ์ธนบัตรจึงมีแนวคิดในการเพิ่มกระบวนการดูดติดผิวด้วยถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon Adsorption) เพื่อลดค่าซีโอดีของน้ำเสียจากกระบวนการพิมพ์ที่ใช้หมึกพิมพ์สูตรใหม่ของธนบัตรชนิดราคา 500 บาท แบบ 15 โดยนำน้ำเสียดังกล่าวที่ผ่านขั้นตอนการบำบัดขั้นปฐมภูมิแล้วมาผ่านกระบวนการดูดติดผิว เพื่อให้ค่าซีโอดีอยู่ในช่วงที่การบำบัดขั้นทุติยภูมิสามารถรองรับและบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ต้องปรับขนาดและสภาวะการบำบัดของขั้นทุติยภูมิ และเพื่อทำให้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นตติยภูมิแล้ว สามารถถูกปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้โดยถูกต้องตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

ความสามารถในการดูดติดผิวของถ่านกัมมันต์จะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของถ่านกัมมันต์ และชนิดของสารถูกดูดติดผิว ถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในกระบวนการดูดติดผิวส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และมีราคาค่อนข้างสูง สำหรับประเทศไทยก็สามารถผลิตถ่านกัมมันต์คุณภาพสูงจากวัตถุดิบในประเทศได้ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโยลีแห่งประเทศไทย, 2541) และพบว่าวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมสำหรับผลิตถ่านกัมมันต์ได้แก่ ลิกไนต์ กะลามะพร้าว และกะลาปาล์ม ซึ่งมีราคาไม่สูงมากนัก และเนื่องด้วยน้ำเสียของโรงพิมพ์ธนบัตรมีคุณสมบัติค่อนข้างเฉพาะ และการใช้กระบวนการดูดติดผิวด้วยถ่านกัมมันต์ในการลดค่าซีโอดีในปริมาณสูงในช่วงระหว่างการบำบัดขั้นปฐมภูมิและการบำบัดขั้นทุติยภูมิ ทำให้ไม่สามารถหลีกเลี่ยงค่าใช้จ่ายในการบำบัดที่สูงขึ้นได้ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาวิจัยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการนำกระบวนการดูดติดผิวด้วยถ่านกัมมันต์มาใช้ งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการดูดติดผิว (Adsorption Capacity) และศึกษาแนวทางในการออกแบบระบบการดูดติดผิว จากถ่านกัมมันต์ 2 ชนิด คือ ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าว (PHO C) และกะลาปาล์ม (PHO P) ซึ่งเป็นถ่านกัมมันต์สำหรับงานบำบัดน้ำเสียที่มีจำหน่ายในประเทศไทยและใช้วัตถุดิบภายในประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เปรียบเทียบความสามารถในการดูดติดผิว (Adsorption Capacity) ระหว่างถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าว (PHO C) และกะลาปาล์ม (PHO P) ในการลดค่าซีโอดีของน้ำเสียจากกระบวนการพิมพ์
2. หาประสิทธิภาพในการทำงานของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าว (PHO C) และกะลาปาล์ม (PHO P) จากการทดลองด้วยระบบดูดติดผิวคอลัมน์จำลอง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ทำการศึกษาเฉพาะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตธนบัตรอาคาร ก. เนื่องจากเป็นอาคารที่มีการผลิตธนบัตรชนิดราคา 500 บาท แบบ 15
2. ศึกษาโดยใช้ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าว (PHO C) และกะลาปาล์ม (PHO P) ขนาด 8x30
3. ศึกษาระบบดูดติดผิวคอลัมน์จำลองของโรงพิมพ์ธนบัตร โดยใช้อัตราการบำบัดที่ 0.68, 1.36 และ 2.72 $m^3/m^2.hr$