บทที่ 1

บทนำ

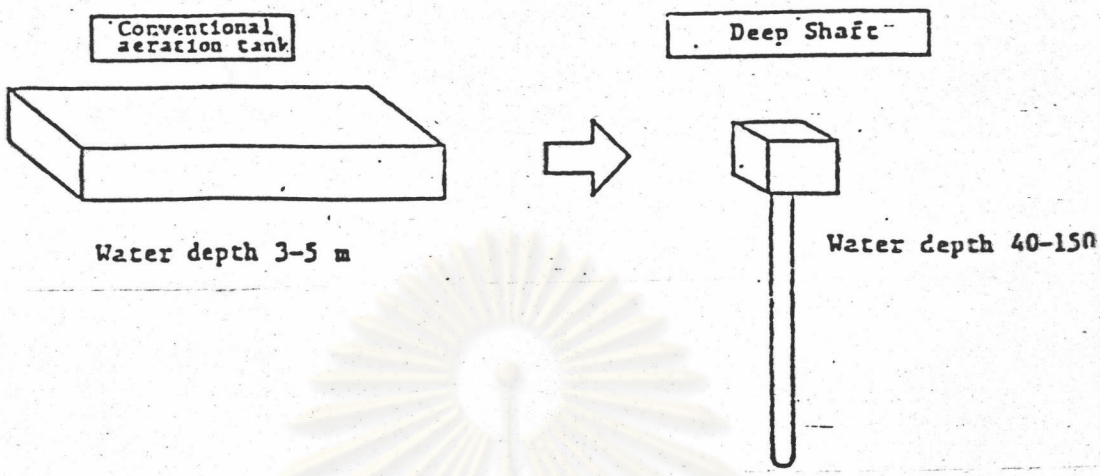
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1 ความนำ

ในปัจจุบันนี้เรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไข เรื่องน้ำเสียก็เป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญ และขณะนี้ได้รับความสนใจมากขึ้น ระบบบำบัดน้ำเสียมีการพัฒนา ปรับปรุงและวิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอโรบิค การเติมออกซิเจนให้น้ำเสียเป็นส่วนที่สำคัญซึ่งอัตราการรับออกซิเจนของน้ำเสียขึ้นอยู่กับพื้นที่สัมผัสของน้ำเสียกับฟองอากาศ และระยะเวลาที่ฟองอากาศสัมผัสกับน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Conventional Activated Sludge Process เป็นระบบหนึ่งที่นิยมใช้กันมากซึ่งการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีนี้จำเป็นต้องใช้พื้นที่บำบัดน้ำเสียมากและปัจจุบันนี้ราคาพื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีราคาที่ดินสูงขึ้นมาก ดังนั้นทำให้การลงทุนสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Conventional Activated Sludge Process สูงตามด้วย

ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Deep Shaft Process หรือ แบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลม ซึ่งในที่นี้ใช้คำว่า เครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลม แทน จะเป็นท่อลึกตามแนวดิ่งประมาณ 40-150 เมตร ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ Upflow และ Downflow Section จึงทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำอันผลมาจากความแตกต่างของความหนาแน่นของของไหลทางด้าน Upflow และ Downflow Section ซึ่งจากข้อความข้างต้นทำให้ระยะเวลาที่ฟองอากาศสัมผัสกับน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ มากกว่าแบบ Conventional Activated Aludge Process จึงทำให้ไม่ต้องใช้พื้นที่ตามแนวราบมาก นอกจากนั้นประโยชน์ต่างๆ ที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ มีมากกว่าแบบ Convention Activated Sludge Process ซึ่งจะอธิบายต่อไป

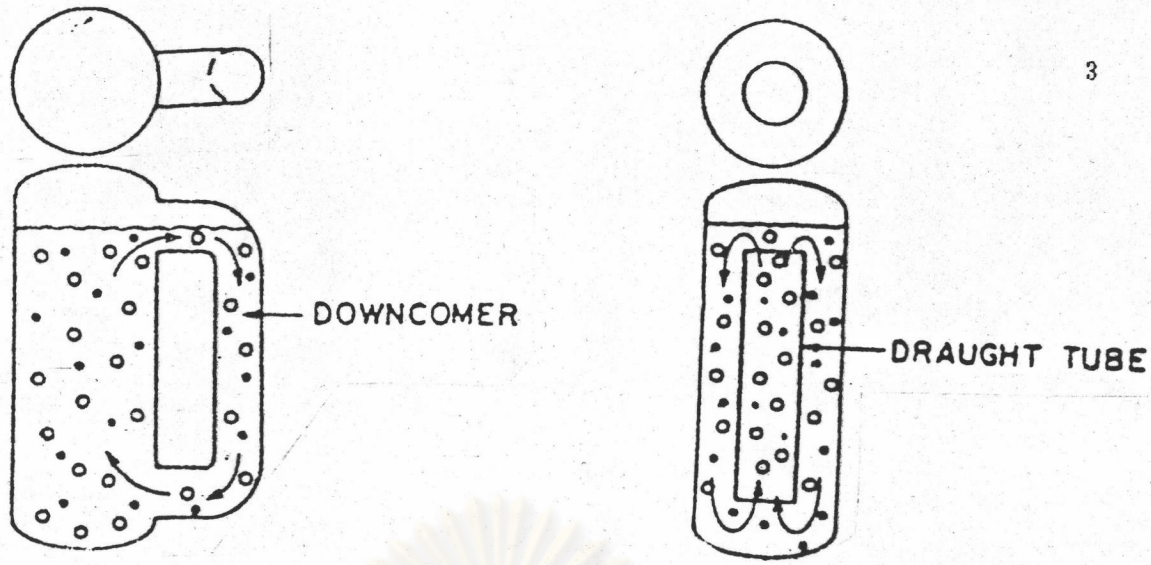


รูปที่ 1.1 รูปแบบทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมและแบบ Conventional Activated Sludge Process

1.2 ข้อมูลและรายละเอียดของเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลม

ในอดีตนั้นเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมได้รับการพัฒนาโดยบริษัท Imperial Chemical Indusctries (ICI) ในปี 1975 และมากกว่า 17 ปี แล้วที่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ ได้ใช้กันอย่างกว้างขวางแทบทุกประเทศ (เอกสารประกอบการบรรยายบริษัท ICI) ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ จะมีลักษณะและหลักการทำงานดังนี้

เครื่องปฏิกรณ์ แบ่งได้ 2 แบบ คือ แบบ Internal Loop และแบบ External Lood ดังรูป 1.2 มีลักษณะเป็นท่อลึกตามแนวดิ่งประมาณ 40-150 เมตร ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ Upflow และ Downflow Section หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Riser Section และ Downcomer Section ซึ่งจะมีการหมุนเวียนของน้ำ อันผลมาจากความแตกต่างของความหนาแน่นของของไหลหรือความแตกต่าง เศษส่วนช่องว่าง (Void Fraction) ของด้าน Riser Section และ Cowncomer Section



(a) External Loop (b) Internal Loop

รูปที่ 1.2

ภาพตัดขวางของเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลม

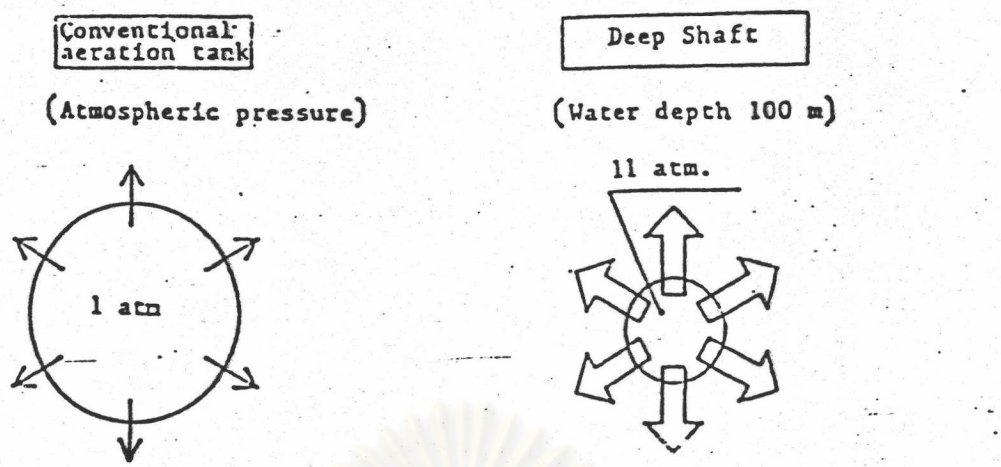
จากลักษณะของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ ที่กล่าวมาแล้วจะทำให้เกิดประโยชน์ทางด้านการใช้พื้นที่ ประสิทธิภาพของการให้ออกซิเจน สมรรถนะ ค่าใช้จ่ายและผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมดีกว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Conventional Activated Studge Process ดังต่อไปนี้

-พื้นที่

พื้นที่ที่ใช้ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ จะใช้พื้นที่ตามแนวราบประมาณ 10-20% ของแบบ Conventional Activated Sludge Process

-ประสิทธิภาพ

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ จะใช้ กำลังงานในการปั๊มอากาศ น้อยกว่า 25% ของแบบ Conventional Activated Sludge Process พร้อมทั้งมีความสามารถที่จะจ่ายออกซิเจน ให้กับน้ำได้มากกว่า เนื่องจากในระบบเครื่องปฏิกรณ์ จะมีความลึกของท่อมากดังนั้นความดันของฟองอากาศจะมากกว่าตามความลึกของน้ำ จึงเป็นผลทำให้อากาศมีความสามารถละลายน้ำได้ดี (ดังรูป 1.3)



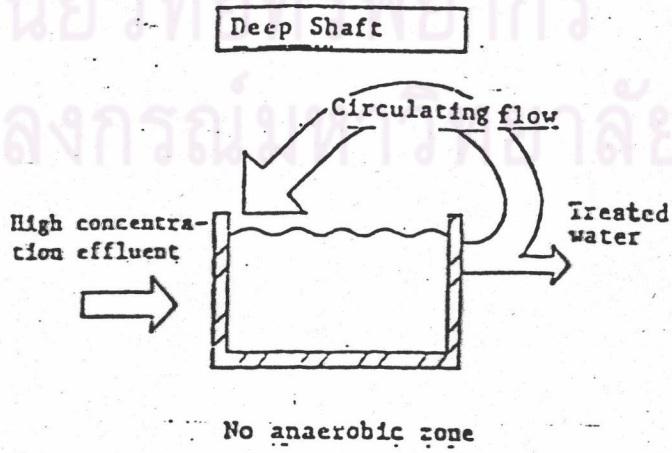
รูปที่ 1.3 แสดงความสามารถของการละลายน้ำของฟองอากาศที่ความดันแตกต่างกัน

-ค่าใช้จ่าย

เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ ช่วยลดอัตราการไหลของอากาศสำหรับการเติมอากาศให้กับน้ำ จึงทำให้ใช้กำลังงานต่ำกว่าและสามารถลงทุนในค่าใช้จ่ายถูกกว่า 50% ของแบบ Conventional Activated Sludge Process

-สมรรถนะ

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ จะมีประสิทธิภาพในการผสมระหว่างอากาศกับน้ำและการไหลเวียนของน้ำอย่างสมบูรณ์ จึงเป็นผลทำให้มีการจ่าย ออกซิเจนให้กับน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งทำให้ไม่มีบริเวณ ใดของน้ำที่ไม่ได้รับออกซิเจน ดังนั้นระบบนี้จึงสามารถบำบัดภาระโหลดสูงได้ ดังรูป 1.4



รูปที่ 1.4 แสดงความสามารถของการบำบัดภาระโหลดสูงของเครื่องปฏิกรณ์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

-ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางด้านเสียง กลิ่น และละอองน้ำน้อย

ซึ่งจากรายละเอียดข้างต้นทำให้สรุปได้ว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์เป็นระบบที่น่าสนใจและน่าศึกษาในการทำวิจัยต่อไป

1.3 ปัญหาของการวิจัย

ปัญหาที่น่าสนใจและน่าทำการศึกษาขั้นพื้นฐานที่สำคัญของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ นั้นได้แก่ ทางด้านไฮโดรไดนามิคและการถ่ายเทมวลของก๊าซกับของเหลวซึ่งตัวแปรทางด้านไฮโดรไดนามิคที่น่าสนใจคือค่าอัตราส่วนช่องว่าง หรืออัตราส่วนของปริมาตรของอากาศต่อปริมาตรทั้งหมดของอากาศและของเหลว ค่าการหมุนเวียนของของเหลวในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ และตัวแปรทางด้านการถ่ายเทมวลของก๊าซกับของเหลวที่น่าสนใจคือ ค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทมวลของปริมาตรทั้งหมด (k_La_L) ค่า เศษส่วนเข้าใกล้สู่สมดุล (E)ซึ่งค่าทั้งสองทางด้าน การถ่ายเทมวล นั้นจะมีความสัมพันธ์กันนอกจากนั้นผลทางด้านไฮโดรไดนามิคจะมีผลกระทบโดยตรงกับการถ่ายเทมวลของก๊าซกับของเหลวในของเหลวที่มีความหนืดต่างกัน

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.4.1 เพื่อทำการศึกษาความสัมพันธ์ค่าเศษส่วนช่องว่าง กับ กำลังงานที่ใส่ เมื่อของเหลวมีความหนืดต่างกัน

1.4.2 เพื่อทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วของของเหลว กับ กำลังงานที่ใส่ เมื่อ ของเหลวมีความหนืดต่างกัน

1.4.3 เพื่อทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลของปริมาตรทั้งหมด (k_La_L) กับ กำลังงานที่ใส่ เมื่อของเหลวมีความหนืดต่างกัน

1.4.4 เพื่อทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า เศษส่วนเข้าใกล้สู่สมดุล ($E = \frac{C_L - C_{Lo}}{C^* - C_{Lo}}$) กับเวลา เมื่อมีกำลังงานที่ใส่ และ ของเหลวที่มีความหนืดต่างกัน

1.5 ความสำคัญหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยครั้งนี้

1.5.1 เพื่อจะได้นำความสัมพันธ์ของค่าต่างๆ ทางด้านไฮโดรไดนามิค และการถ่ายเทมวลของเหลวที่เกิดขึ้นในแบบจำลองของเครื่องปฏิกรณ์มาช่วยในการทำนายลักษณะการทำงานที่เกิดขึ้นในเครื่องบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ จริงได้

1.5.2 จากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำนายลักษณะการทำงานทางด้านไฮโดรนามิคในเครื่องบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ จากสมการคณิตศาสตร์ที่ความสูงใดๆ ได้โดยใช้น้ำเสียที่มีคุณสมบัติเหมือนกับน้ำ

1.6 ขอบเขตของการวิจัย

ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ จริงนั้นจะมีความลึกมากซึ่งเป็นผลทำการวัดค่าทางด้านไฮโดรไดนามิคและการถ่ายเทมวลของก๊าซกับของเหลวเพื่อการทดลองเป็นไปด้วยความยากลำบาก ดังนั้นจึงต้องทำการสร้างเครื่องมือทดลอง โดยจำลองสภาพของเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง ขนาดความสูง 4 เมตรและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.355 เมตร เพื่อทำการหาความสัมพันธ์ค่าต่างๆ ทางด้านไฮโดรไดนามิค และ การถ่ายเทมวลของก๊าซกับของเหลวซึ่งในการทดลองครั้งนี้ใช้ของเหลวจำพวก น้ำ ของเหลวที่มีความหนืด 0.023 Pa.s และ ของเหลวที่มีความหนืด 0.052 Pa.s นำมาทดลอง และใช้โปรแกรมของเครื่องปฏิกรณ์ทางคณิตศาสตร์หาค่าไฮโดรไดนามิคและค่าการถ่ายเทมวลของน้ำที่ความสูงใดๆ

1.7 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1.7.1 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและทฤษฎีจากตำราวิชาการหรือเอกสารต่างๆ

1.7.2 สร้างแบบจำลองของเครื่องบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลางที่จะศึกษา

1.7.3 ทำการทดลอง

ในการทำการทดลองนั้นจะทำการวัดค่าทางด้านไฮโดรไดนามิคและการถ่ายเทมวลคือค่าเศษส่วนช่องว่าง , ความเร็วของของเหลว สัมประสิทธิการถ่ายเทมวลของปริมาตรทั้งหมดและเศษส่วนเข้าใกล้สู่สมดุล

1.7.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากประโยชน์ที่ได้รับจากการทำวิจัยครั้งนี้ขั้นแรกจะต้องศึกษาค่าต่างๆ ที่จำเป็นทางด้านไฮโดรไดนามิค และทางด้านการถ่ายเทมวล ซึ่งอธิบายไว้แล้วในช่วงต้นโดยมีของเหลวที่มีความหนืดต่างกันมาใช้ในการทดลอง หลังจากที่ได้ค่าที่จำเป็นทั้งทางด้านไฮโดรไดนามิคและทางด้านการถ่ายเทมวล แล้วต่อไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละข้อมูลเพื่อจะศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นทางด้านไฮโดรไดนามิค และทางด้านการถ่ายเทมวลที่มีต่อแบบจำลองของเครื่องปฏิกรณ์ในของเหลวที่มีความหนืดต่างกัน

1.7.5 การสรุปผลการวิจัย

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางด้านไฮโดรไดนามิค และทางด้านการถ่ายเทมวล ในของเหลวที่มีความหนืดต่างกันทำให้สามารถใช้ทำนายผลต่างๆ ทางด้านไฮโดรไดนามิค และทางด้านการถ่ายเทมวลที่กระทบต่อเครื่องปฏิกรณ์ จริงได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย