

Special Research Project Title	Optimal Hydrodynamic Design of a Tubular Photobioreactor
Special Research Project Credits	6
Candidate	Miss Pinyaporn Wongluang
Special Research Project Advisor	Assoc. Prof. Dr. Thongchai Srinophakun
Program	Master of Engineering
Field of Study	Chemical Engineering
Department	Chemical Engineering
Faculty	Engineering
B.E.	2554

Abstract

Many types of photobioreactor have been designed for microalgae cultivation. This thesis focuses on the tubular photobioreactor which is a potential large-scale microalgae and a suitable type for outdoor mass culture. However, the deficiencies of this reactor are the dead zones around the bend and the pressure loss through the bend. Therefore, the designing of the optimal U-bend and 90 degree bend configurations in order to reduce the dead zone and the pressure loss are the main study. The geometry of the tubular photobioreactor was drawn and meshed by ICEM CFD program. Then, FLUENT software was used to simulate the flow behavior inside the tubular photobioreactor. The simulation result of the basic tubular photobioreactor shows the dead zone occurring around U-bend and 90 degree bend. Hence, new configurations of bends are proposed. There are 6 configurations of U-bend and 4 configurations of 90 degree bend. The result shows that the optimal configuration of U-bend has a the radius of curvature 0.35 m and the angle of arc 210 degree and the optimal configuration of 90 degree bend has a radius of curvature 0.3 m. The proposed U-bend can reduce the dead zone from the standard U-bend 9.459% and the pressure loss 12.534%, while the proposed 90 degree bend can reduce the dead zone by 21.618% and the pressure loss by 11.863%. In addition, the relationship between the air inlet velocity and the seawater velocity is illustrated in order to find the optimal air inlet velocity. The result shows that the optimal air inlet velocity of the basic tubular photobioreactor model is 0.072 m/s and the optimal air inlet velocity of the optimal tubular photobioreactor model is 0.061 m/s. Therefore, the proposed tubular photobioreactor can reduce the energy input due to aeration by 15.04%.

Keywords : Tubular photobioreactor design/ Algae cultivation / CFD

หัวข้อโครงการศึกษาวิจัย	การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพแบบท่อรับแสงที่เหมาะสมต่อการเคลื่อนที่ของของไหล
หน่วยกิต	6
ผู้เขียน	นางสาวกัญญพร วงศ์เหลือง
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร. ธงไชย ศรีนพคุณ
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเคมี
ภาควิชา	วิศวกรรมเคมี
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
พ.ศ.	2554

บทคัดย่อ

เครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพที่ออกแบบสำหรับการเลี้ยงสาหร่ายมีหลายประเภท ในงานวิจัยนี้สนใจเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพแบบท่อรับแสง ซึ่งมีศักยภาพในการเลี้ยงสาหร่ายปริมาณมากและเหมาะสำหรับการเลี้ยงภายนอกอาคาร แต่อย่างไรก็ตามเครื่องปฏิกรณ์ประเภทนี้มีข้อบกพร่องคือ มีบริเวณที่ของไหลมีความเร็วต่ำเกินไปเกิดขึ้นที่ท่อโค้ง และเกิดการสูญเสียความดันผ่านท่อโค้งมาก ดังนั้นการออกแบบท่อโค้ง 90 องศา และท่อโค้งยู ของเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพแบบท่อรับแสง เพื่อที่จะลดบริเวณที่ของไหลมีความเร็วต่ำและการสูญเสียความดันผ่านท่อโค้ง ขณะที่ของไหลยังคงต้องมีสถานะการไหลแบบปั่นป่วนเพื่อป้องกันการตกตะกอนของสาหร่าย จึงถูกศึกษา เครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพแบบท่อรับแสงถูกวาดและแบ่งปริมาตรเป็นขนาดเล็กๆ โดยโปรแกรม ICEM หลังจากนั้นโปรแกรม FLUENT จะถูกใช้ในจำลองพฤติกรรมการไหลภายในเครื่องปฏิกรณ์แบบท่อรับแสง โดยผลการจำลองเครื่องปฏิกรณ์แบบท่อรับแสง แสดงให้เห็นว่า มีบริเวณที่ของไหลมีความเร็วต่ำเกิดขึ้นบริเวณท่อโค้งที่อยู่ และท่อโค้ง 90 องศา ดังนั้นท่อโค้งแบบใหม่จึงถูกเสนอ โดยมีท่อโค้งตัวยู 6 แบบ และท่อโค้ง 90 องศา 4 แบบ ผลจากโปรแกรมแสดงให้เห็นว่า ท่อโค้งตัวยู ที่ดีที่สุด มีรัศมีความโค้ง 0.35 เมตร และ มุมของส่วนโค้ง 210 องศา ส่วนท่อโค้ง 90 องศา ที่ดีที่สุดมีรัศมีความโค้ง 0.3 เมตร ท่อโค้งตัวยู ที่ถูกเสนอสามารถลดบริเวณที่มีความเร็วต่ำลงจากท่อโค้งตัวยูแบบมาตรฐานได้ 9.459เปอร์เซ็นต์ และลดความดันสูญเสียได้ 12.534 เปอร์เซ็นต์ ท่อโค้ง 90 องศาที่ถูกเสนอ สามารถลดบริเวณที่มีความเร็วต่ำลงได้ 21.618 เปอร์เซ็นต์ และลดความดันสูญเสียได้ 11.863 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วขาเข้าของอากาศกับความเร็วน้ำทะเลถูกแสดง เพื่อหาค่าความเร็วอากาศขาเข้าที่เหมาะสมซึ่งผลแสดงให้เห็นว่า ความเร็วอากาศขาเข้าที่เหมาะสมของเครื่องปฏิกรณ์แบบท่อรับแสงมาตรฐานคือ 0.072 เมตรต่อวินาที และความเร็วอากาศขาเข้าที่เหมาะสมของเครื่องปฏิกรณ์แบบท่อรับแสงแบบ

ที่ดีที่สุด คือ 0.061 เมตรต่อวินาที ดังนั้นเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพแบบท่อรับแสงที่ดีที่สุด จึงสามารถลดการใช้พลังงานเนื่องมาจากการป้อนอากาศลงได้ 15.04%

คำสำคัญ : การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์แบบท่อรับแสง / การเลี้ยงสาหร่าย / การคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล