การศึกษาการไหลแบบสองสถานะในคอลัมน์ฟองทรงสี่เหลี่ยมโดยใช้พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

โดย นายนพวงศ์ สุทธิธนานนท์
นายจิรานุวัฒน์ รักคำมูล

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองคุณลักษณะอุทกพลศาสตร์ภายในถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบคอลัมน์ฟองทรงสี่เหลี่ยมขนาด 10 ลิตรโดยใช้โปรแกรมพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (OpenFOAM) การจำลองการไหลของของไหลผสมหลายสถานะตามแนวทาง Euler-Euler โดยที่มีอากาศเป็นวัฏภาคที่กระจายตัวอยู่ในน้ำซึ่งเป็นวัฏภาคต่อเนื่อง ดำเนินการจำลองที่อุณหภูมิ 27 $^{\circ}$C ความดัน 1 บรรยากาศ โดยศึกษาคุณลักษณะ อาทิ เช่น สัดส่วนของอากาศ การกระจายตัวและทิศทางการไหลของของไหลเมื่อทำการเปลี่ยนค่าตัวแปรเริ่มต้นต่างๆ ได้แก่ ความเร็วขาเข้าของอากาศ สัดส่วนระหว่างความสูงต่อความกว้างของถังปฏิกรณ์ชีวภาพ ซึ่งผลการจำลองพบว่า (1) ความเร็วขาเข้าของอากาศ 0.001 m/s ยังทำให้การไหลภายภายในถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบคอลัมน์ฟองยังอยู่ในช่วงการไหลสม่ำเสมอ (Bubbly flow) (2) เวลาที่ใช้ในกระบวนการ 100 วินาทีเป็นเวลาที่เหมาะสมสามารถใช้สังเกตคุณลักษณะของอากาศภายในถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบคอลัมน์ฟองได้ (3) ที่สัดส่วนระหว่างความสูงต่อความกว้างของถังปฏิกรณ์ชีวภาพเท่ากับ 10 มีรูปแบบการไหลสม่ำเสมอทั่วทั้งถังปฏิกรณ์ชีวภาพ (4) เมื่อเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของอากาศที่ได้จากการจำลองมีผลสอดคล้องกับงานทดลองจากงานวิจัยอื่น ดังนั้นแบบจำลองถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบคอลัมน์ฟองด้วยโปรแกรมพลศาสตร์เชิงคำนวณในงานวิจัยจึงมีความน่าเชื่อถือสำหรับงานออกแบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบเดียวกันเพื่อการใช้งานในกระบวนการผลิตทางเคมีหรือทางชีวเคมีต่อไป

A Study of Two-Phase Flow in Rectangular Bubble Columns Using Computational Fluid Dynamics

By Mr. Noppawong Sutitananont
Mr. Jiranuwat Rakkhammool

Abstract

The objective of this project is to simulate hydrodynamics in 10-litre rectangular bubble column bioreactors using computational fluid dynamics program (OpenFOAM). A multiphase numerical simulation is based on Euler-Euler approach which water is a continuous phase and air is considered as a dispersed phase. The simulation was conducted at temperature of 27 $^{\circ}$C and 1 atm. The studied hydrodynamics include a gas fraction, a distribution and direction of the fluids inside the bioreactors, and a ratio of height to width of the bioreactor (an aspect ratio). The simulation results showed that an inlet superficial air velocity at 0.001 m/s retains the fluid flow inside the bioreactors in a laminar flow and can be considered as a bubbly flow regime. A transient time of 100 second is capable of capturing a fluctuation behaviours of the hydrodynamics characteristics. Moreover, the aspect ratio also affects the hydrodynamics. The aspect ratio of 10 is selected for this design of the bubble column bioreactor because the hydrodynamics are relatively homogeneous compare to the aspect ratio of 5 bioreactor. The simulated gas fraction results were compared with literatures and a good agreement was obtained. Hence, the study of hydrodynamics characteristics of two-phase flow in bubble column bioreactors using computational dynamics in this work could be used as a fundamental model for similar type of bioreactors in chemical or biochemical applications.