

Special Research Project Title	Computational Fluid Dynamic Model for the Fully-developed Laminar Flow in a Vertical Column with Different Feed Inlet Designs
Special Research Project Credits	6
Candidate	Mr. Poochet Horkanya
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

As well understood for a development of crystallizer, it is important that the laminar flow profile established as quickly as possible after the fluid enters. Three feed inlets; 16-pipes inlet, one pipe upward inlet and one pipe sideward inlet, have been equipped to achieve this purpose. The objective of thesis is therefore to model the fluid flow in the vertical column using CFD techniques in order to explain the inlet types, which provide the laminar flow profile at the lowest position of the column. Firstly, the supplementary data including the dimensions of a vertical column and feed inlets are gathered in order to create the geometry and to generate the volume elements in the pre-process step. The basic and indispensable governing equations of fluid motion are the equation of continuity and the Navier-Stokes equations. The simulation results are analyzed to demonstrate the velocity profile and streamlines. It was found that 16-pipes inlet can provide the fully-developed laminar flow fastest at 7 cm from the inlet level followed by one pipe sideward inlet at 10 cm and one pipe upward inlet at 11 cm. Moreover, the new design of pipe inlet is proposed in order to improve the distribution of the liquid feed. The simulation result shows the proposed feed inlet can develop the laminar flow fastest at 6 cm from reference level.

In addition, a set of experiments is performed to verify these CFD models. Dye was used to observe the fluid flow behavior at the steady-state condition. The comparison between the pathway of dye from the experiments and the streamline from CFD simulation are discussed in this thesis.

Keywords: Fully developed laminar flow / Vertical column / Feed inlet design / Velocity profile / CFD model

หัวข้อโครงการศึกษาวิจัย	แบบจำลองการคำนวณทางพลศาสตร์ของไหลสำหรับการไหลแบบลามินาร์สมบูรณ์ในท่อแนวตั้งที่มีการออกแบบทางป้อนเข้าต่างกัน
หน่วยกิต	6
ผู้เขียน	นายภูษิษฐ์ หอกันยา
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. ชงไชย ศรีนพคุณ
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเคมี
ภาควิชา	วิศวกรรมเคมี
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
พ.ศ.	2554

บทคัดย่อ

ตามที่เข้าใจกันอย่างแพร่หลายเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องตกผลึกว่าของไหลจะต้องมีการไหลเป็นแบบลามินาร์เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้หลังจากที่ของไหลถูกป้อนเข้าสู่เครื่องตกผลึก ทางเข้า 3 แบบ อันได้แก่ ทางเข้าแบบ 16 ท่อทิศขึ้นด้านบน, ทางเข้าแบบท่อเดียวทิศขึ้นด้านบนและทางเข้าแบบท่อเดียวทิศไปด้านข้าง จึงถูกออกแบบมาให้บรรลุความต้องการข้างต้น ดังนั้นวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงเป็นการจำลองการไหลของของไหลในท่อแนวตั้งโดยใช้เทคนิคการคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล เพื่อหาว่าทางเข้าแบบใดให้โปรไฟล์ความเร็วเป็นแบบลามินาร์สมบูรณ์ที่ระดับความสูงต่ำที่สุด เริ่มแรกข้อมูลที่สำคัญ เช่น ขนาดของท่อแนวตั้งและทางเข้าทั้ง 3 ชนิด จะถูกรวบรวมเพื่อใช้ในการสร้างปริมาตรควบคุมของแบบจำลองและแบ่งออกเป็นปริมาตรเล็กๆในการคำนวณ สมการพื้นฐานแต่ขาดไม่ได้ที่ใช้ในการอธิบายการเคลื่อนที่ของของไหลคือสมการความต่อเนื่องและสมการนิเวียร์-สโต็ค ผลการคำนวณจะถูกวิเคราะห์และแสดงออกมาในรูปโปรไฟล์ความเร็วและเส้นทางการไหล พบว่าทางเข้าแบบ 16 ท่อทิศขึ้นด้านบนให้การไหลเป็นแบบลามินาร์สมบูรณ์เร็วที่สุดที่ระยะ 7 เซนติเมตร วัดจากทางเข้า รองลงมาคือทางเข้าแบบท่อเดียวทิศไปด้านข้างให้การไหลเป็นแบบลามินาร์สมบูรณ์ที่ระยะ 10 เซนติเมตรและสุดท้ายคือทางเข้าแบบท่อเดียวทิศขึ้นด้านบนที่ระยะ 11 เซนติเมตร นอกจากนี้ยังมีการออกแบบทางเข้าแบบใหม่เพื่อทำให้มีการกระจายตัวของของเหลวที่ป้อน ผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่าทางเข้าแบบใหม่ให้การไหลเป็นแบบลามินาร์สมบูรณ์ที่ระยะ 6 เซนติเมตรและเร็วที่สุด

รวมทั้งการทดลองได้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ลีข้อมถูกใช้ในการสังเกตพฤติกรรมของการไหลของของไหลที่สภาวะคงตัว ซึ่งการเปรียบเทียบระหว่างเส้นทางการไหลของลีข้อมจาก

การทดลองและเส้นทางการไหลของสีย้อมจากการจำลองได้ถูกอธิบายไว้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

คำสำคัญ: การไหลแบบลามินาร์สมบูรณ์ / หอแนวตั้ง / การออกแบบทางป้อนเข้า / โปรไฟล์ความเร็ว
แบบจำลองการคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล