พิจิตรา เอื้องไพโรจน์ : การจำลองเชิงตัวเลขและการวิเคราะห์ความเค้นเฉือนที่ผนังจากการไหลของของไหลที่ไหลเป็นจังหวะในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (NUMERICAL SIMULATION AND WALL SHEAR STRESS ANALYSIS OF PULSED FLOW IN PLATE HEAT EXCHANGER) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์, 169 หน้า.

การไหลแบบเป็นจังหวะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความเค้นเฉือน ซึ่งเป็นพารามิเตอร์หลักตัวหนึ่งในกระบวนการส่งเสริมการล้างสำหรับระบบการล้างภายใน (Cleaning in Place System) ในการศึกษาครั้งนี้ ชนิดของการไหลแบบเป็นจังหวะจึงถูกพิจารณาเพื่อใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการล้างภายใน ความเค้นเฉือนของการไหลแบบเป็นจังหวะชนิดต่าง ๆ จึงถูกศึกษาโดยใช้วิธีปริมาตรสืบเนื่อง (Finite Volume Method) ของโปรแกรมสำเร็จรูปเชิงพาณิชย์สำหรับการจำลองการไหล (FLUENT®6.3.26) เพื่อที่จะบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการไหลแบบเป็นจังหวะชนิดต่าง ๆ นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบของพารามิเตอร์ของการสั่นแบบเป็นจังหวะ และรูปร่างของช่องการไหลต่อค่าความเค้นเฉือนอีกด้วย โดยการไหลแบบเป็นจังหวะชนิดปั่นป่วน (Turbulent Pulsating Flow) ของสารละลายอิเล็กโทรไลต์และน้ำถูกจำลองการไหลผ่านท่อทรงกระบอก, ช่องลอนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น และแผ่นคู่ขนานภายใต้สภาวะที่อุณหภูมิคงที่ (Isothermal Condition) ชนิดของการไหลแบบเป็นจังหวะจะถูกกำหนดโดยฟังก์ชันของความเร็วขาเข้าซึ่งเป็นฟังก์ชันที่มีคาบ ได้แก่ ฟังก์ชันที่มีลักษณะเป็นคลื่นรูปสี่เหลี่ยม ฟันเลื่อย เส้นโค้งรูปไซน์ สี่เหลี่ยมคางหมู และสามเหลี่ยม จากผลของการศึกษา การจำลองเชิงตัวเลขของการไหลแบบเป็นจังหวะที่มีชนิดต่างกันแสดงให้เห็นว่า การไหลแบบเป็นจังหวะชนิดคลื่นรูปสี่เหลี่ยมให้ค่าความเค้นเฉือนสูงที่สุด โดยการไหลแบบเป็นจังหวะชนิดที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วกะทันหันจะให้ค่าความเค้นเฉือนสูงกว่าการไหลแบบเป็นจังหวะชนิดที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วอย่างช้า ๆ ในขณะเดียวกันค่าความเค้นเฉือนจะเพิ่มขึ้นตามแอมพลิจูดและความเร็วเฉลี่ยขาเข้าของการสั่น แต่ค่าความเค้นเฉือนกลับแปรผกผันกับความถี่ของการสั่น ซึ่งสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนในช่องลอนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น นอกจากนี้ ผลของรูปร่างของช่องการไหลต่อค่าความเค้นเฉือนยังแสดงให้เห็นว่าช่องการไหลที่มีความซับซ้อนเช่นในช่องลอนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นให้ค่าความเค้นเฉือนสูงกว่าในช่องการไหลของแผ่นคู่ขนาน

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2552 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

PICHITRA UANGPAIROJ : NUMERICAL SIMULATION AND WALL SHEAR STRESS ANALYSIS OF PULSED FLOW IN PLATE HEAT EXCHANGER. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. FLT.LT. KONTORN CHAMNIPRASART, Ph.D., 169 PP.

PULSED FLOW/CFD/WALL SHEAR STRESS

Pulsed flow has the effect of raising the wall shear stress which is one key parameter of the cleaning enhancement in the cleaning in place (CIP) system. In this study, the effect of type of pulsed flow was considered to improve the cleaning efficiency of the CIP system. To indicate the cleaning efficiency of pulsed flows, wall shear stresses of various types of pulsed flows were investigated by using the finite volume method of the commercial computational fluid dynamics code (FLUENT®6.3.26). In addition, the influences of pulsation parameters and the geometry of the channel flow on wall shear stress were also investigated. The turbulent pulsating flows of incompressible fluids; the electrolytic solution and water, were simulated through the cylindrical pipe, corrugated channel of plate heat exchanger and parallel plates under isothermal condition. Type of pulsed flow was characterized by functions of velocity at the inlet boundary which were periodic function such as rectangular wave, saw tooth wave, sinusoidal wave, trapezoidal wave and triangular wave. As the results of the study, the numerical simulation of different type of pulsed flows shows that pulsating flow with the rectangular waveform of pulsation gives the greatest wall shear stress. Pulsed flows whose flow velocity suddenly change can generated higher wall shear stresses than the pulsed flows whose flow velocity gradually change.

Meanwhile, wall shear stress increases with the amplitude and mean velocity inlet of pulsation. But it is inverse proportion to the frequency of pulsation. This is obviously seen only in the corrugated channel. Moreover, the effect of the geometry of the flow channel shows that the complicated channel of plate heat exchanger also gives higher wall shear stresses than the simple geometry as the parallel plates.

School of Mechanical Engineering Student's Signature Piclinta Vangpairoj

Academic Year 2009 Advisor's Signature