

วิเคราะห์ผลการคำนวณ

จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม Fluent เพื่อดูการกระจายตัวของความดัน การกระจายตัวของความเร็ว และการกระจายตัวของอุณหภูมิและลักษณะเวกเตอร์ความเร็ว การกระจายตัวของความดันของน้ำในท่อจะค่อย ๆ ลดช่วงการกระจายตัวของความดันลงมาเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อเพิ่มขึ้น และจะเห็นได้ว่า ที่บริเวณทางเข้าท่อจะมีความดันสูงและค่อย ๆ ลดลงตามความยาวของท่อโดยท่อขนาดเล็กกว่าความดันจะลดลงมากกว่า ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่าความดันนี้จะส่งผลกระทบต่อฟลักซ์ความร้อนวิกฤตโดยตรงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่าความดันทำให้จุดเดือดของน้ำในท่อมีการเปลี่ยนแปลงซึ่งทำให้สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเปลี่ยนแปลงไปค่าฟลักซ์ความร้อนวิกฤตจึงเปลี่ยนแปลง

สำหรับการกระจายตัวของความเร็วนั้นการกระจายตัวของความเร็วในช่วงของท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ 0.01-0.1 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นช่วงขนาดไมโคร นั้นเป็นช่วงที่มีการกระจายตัวของความเร็วได้น้อยที่สุดโดยการกระจายตัวของความเร็วจะลดลงเมื่อขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อลดลงจึงส่งผลให้ค่าฟลักซ์ความร้อนวิกฤตของการไหลของน้ำในช่วงนี้ลดลงเมื่อขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อลดลง ซึ่งต่างจากช่วงขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่ออื่นที่เมื่อขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อเพิ่มขึ้นค่าฟลักซ์ความร้อนวิกฤตจะลดลง

สำหรับการกระจายตัวของอุณหภูมินั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของท่อคือการกระจายตัวของอุณหภูมิที่กลางท่อของน้ำในท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0002 -0.1 มิลลิเมตรนั้น การกระจายตัวของอุณหภูมิสามารถกระจายอุณหภูมิได้เท่ากับอุณหภูมิที่ผิวคือสามารถกระจายได้เต็มท่อ ส่วนการกระจายตัวของอุณหภูมิที่กลางท่อของน้ำในท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1-40 มิลลิเมตรนั้น อุณหภูมิของน้ำจะไม่เท่ากันหมด ซึ่งจะวิเคราะห์ได้ว่ากระกระจายตัวของอุณหภูมิไม่ขึ้นกับฟลักซ์ความร้อนวิกฤตแต่จะขึ้นอยู่กับขนาดของท่อเท่านั้น

สำหรับลักษณะของเวกเตอร์ความเร็วนั้นเห็นได้ว่าลักษณะเวกเตอร์ความเร็วของน้ำจะเป็นรูปพาราโบลาซึ่งเป็นรูปแบบทั่วไปสำหรับเวกเตอร์ความเร็วของการไหลของน้ำในท่อ และเมื่อพิจารณาความชันของเวกเตอร์ความเร็วสำหรับท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0002-0.01 มิลลิเมตร จะมีความชันมากที่สุดนั่นคือจะมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วมากที่สุดนั่นเอง และความชันจะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อเพิ่มขึ้น นั่นหมายถึงการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์ความร้อน

วิกฤตของน้ำสำหรับการไหลในท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0002-0.01 มิลลิเมตรจะมีการเปลี่ยนแปลงในอัตราที่สูงเมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์ความร้อนวิกฤตของน้ำสำหรับการไหลในท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในช่วงอื่น

สมการความสัมพันธ์ที่ได้จากการคำนวณนั้นเป็นสมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนฟลักซ์ความร้อนวิกฤต $\frac{CHF_D}{CHF_{D=8\text{ mm}}}$ กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ ซึ่งเป็นสมการที่ง่ายต่อการนำไปใช้ โดยต้องใช้คู่กับตารางค่าฟลักซ์ความร้อนวิกฤตของน้ำในท่อในแนวตั้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 8 มิลลิเมตรของ Groeneveld et al. (1996) โดยมีรูปแบบและวิธีการใช้ดังได้ยกตัวอย่างไว้ข้างต้นแล้ว

สรุป

ผลจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์ความร้อนวิกฤตของน้ำในท่อกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อในงานวิจัยนี้จะแสดงออกมาในรูปของสมการความสัมพันธ์ โดยจะแบ่งช่วงความสัมพันธ์ออกเป็น 4 ช่วง โดยค่าฟลักซ์ความร้อนวิกฤตในช่วงท่อขนาดทรานซิชั่นนาโน ทรานซิชั่นไมโคร ขนาดมินิและขนาดเล็ก จะแปรผกผันกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ แต่ในช่วงของท่อขนาดไมโครนั้น ค่าฟลักซ์ความร้อนวิกฤตจะแปรผันตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ เป็นผลมาจากช่วงการกระจายตัวของความเร็วในช่วงท่อขนาดไมโครนี้จะลดลงเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อลดลง ซึ่งแตกต่างจากช่วงท่อขนาดอื่นที่ช่วงการกระจายตัวของความเร็วจะเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อลดลง

ข้อเสนอแนะ

ในการคำนวณหาค่าฟลักซ์ความร้อนวิกฤตของน้ำในท่อขนาดไมโครนี่เป็นการวิเคราะห์ค่าฟลักซ์ความร้อนวิกฤตของการไหลในท่อในแนวดิ่ง ซึ่งในงานทางด้านวิศวกรรมจริงนั้นมีทั้งการไหลในท่อเอียง การไหลในท่อแนวนอน การไหลในท่อรูปแบบต่างๆ ซึ่งก็สามารถที่จะใช้โปรแกรม Fluent นี้คำนวณหาค่าฟลักซ์ความร้อนวิกฤต และคุณลักษณะการไหลการกระจายตัวของอุณหภูมิ การกระจายตัวของความดัน การกระจายตัวของความเร็วได้ นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้วิเคราะห์กับของไหลชนิดอื่นได้อีกด้วยซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการทำนายการถ่ายเทความร้อนของระบบทำงานเพื่อที่จะสามารถออกแบบระบบให้มีประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ประดิษฐ์ เทิดทูน. 2543. การเดือด, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

Bergles, A.F. 1963. **Subcooled burnout in tubes of small diameter**. ASME 63-WA-182.

Boltenko, F.A., I.B. Katan and O.A. Zyatnina. 1990. **Calculation of heat transfer burnout in channels with different flow regimes**. Proceedings of Conference Thermophysics-90 Obninsk, Russia.

Cheng, X., F.J. Erbacher, E. Staron and Zeggel. 1992. **Critical heat flux in circular tubes at high pressure and high mass fluxes**. Pros. 5th International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermalhydraulic. Salt Lake City. UT. USA.

Cortina Diaz, M., H. Boye, I. Hapke, J. Schmidt, Y. Staate and Z. Zhekov. 2005. Investigation of flow boiling in narrow channels by thermographic measurement of local wall temperatures. **Microfluid Nanofluid 2** :1-11.

Doroshchuk, V.E., L.L. Levitan and F.P. Lantzman. 1975. Investigation into burnout in uniformly heated tubes. **ASME Publication**. 75-WA HT-22.

Groeneveld, D.C., L. K.H. Leung, P.L. Kirillov, V.P. Bobkov, X.C. Huang and E. Royer. 1996. The 1995 look-up table for critical heat flux in tubes. **Nuclear Engineering and Design**. 163:1-23.

Groeneveld, D.C., L. K. H. Leung, Y. Guo, A. Vasic, M. Elnakla, S. W. Peng, J. Yang and S. C. Cheng. 2005. Lookup tables for predicting CHF and film-boiling heat transfer. **Nuclear Technology**. VOL. 152.

Kandlikar, S.G., S. Garimella, D. Li, S. Colin and M.R. King. 2006. **Heat Transfer and Fluid Flow in Minichannels and Microchannels**. Charon Tec Pvt. Ltd., Chennai, India.

Kirillov, P.L., V.P. Bobkov, E.A. Boltenko, V.N. Vinogradov, A.A. Ivashkevitch, I.B. Katan and I.P. Smogalev. 1989. **A method of the development of standard CHF data for tubes with uniform heat flux**. Report FEI-2030. Obninsk. USSR.

Levy, S., 1999. **Two-Phase Flow in Complex Systems**. John Wiley and Sons., New York, USA.

Lock, G. S. H., 1994. **Latent Heat Transfer an Introduction to Fundamentals**. Bookcraft Ltd., Midsomer Norton Avon.

Muller-Menzel, T. 1987. **Untersuchungen zum Kritischen Siedezustand in Engen Stromungskanalen mit dem Kaltemittel R-12 als Modellfluid**. Dissertation. Braunschweig University.

Ornatskiy, A.P. 1969. **The effect of basic regime parameters and channel geometry on critical heat fluxes in forced convection of subcooled water**. Heat Transfer Soviet Research.17-22.

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 ค่าฟลักซ์ความร้อนวิกฤตของน้ำในท่อในแนวดิ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 8 มิลลิเมตร
ของ Groeneveld et al.
ที่มา : Groeneveld et al.(1996)