Special Research project Title	CFD Simulation of Hydrocyclone for Desalination Process
Special Research Project Credits	6
Candidate	Miss Jitsopin Srudhiprom
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

The separation of ice from brine slurry with a hydrocyclone was simulated using computational fluid dynamics method. Reynolds Stress Model (RSM) and Eulerian-Granular approach were used to model the flow behavior of ice-sea water slurry inside the hydrocyclone. The overall size of the hydrocyclone was 5 cm in diameter and 116 cm in height. The simulation was separated into two parts: in the first part, the effects of the operating parameters were studied. The inlet velocity of ice-sea water slurry feed was varied from 11 to 25 m/s, while the ice solid volume fraction was kept at 0.2. The separation efficiency reached 80%, when the inlet velocity was higher than 20 m/s. The increase in the inlet velocity generated higher centrifugal force which improved the separation efficiency. The solid volume fraction was varied from 0.1 to 0.4 based on the inlet velocity at 20 m/s. While the ice solid fraction was varied from 0.1 to 0.4, the separation efficiency significantly decreased from 94 to 48%, because the increase in the solid concentration raised the drag force. The separation efficiency finally reduced. In the second part, the effects of the overflow diameter and the overflow diameter on the separation efficiency and the flow pattern of ice slurry were investigated. The enlargement of the overflow diameter from 0.41 to 0.7 cm increased the mass recovery fraction of ice in the overflow stream from 59 to 96%, but the volume percent of ice exiting at the overflow side decreased from 57 to 44%. The decrease of the underflow diameter provided the results corresponding to the enlargement of overflow diameter. When the underflow diameter decreased from 0.915 to 0.5 cm, the split fraction of ice-slurry increased from 65 to 99%. A lower ice purity in the overflow stream was found at a larger overflow diameter. Either increasing overflow diameter or decreasing underflow diameter caused both ice and sea water to migrate to the overflow, but the percentage of increase in sea water exiting the overflow was higher than that of ice. Therefore, diluter flow was found at overflow when the overflow area increased. The simulation of ice and seawater separation with hydrocyclone could be used to predict the separation efficiency and also described the ice and sea water distribution inside a hydrocyclone.

Keywords: CFD/ Desalination Process/ Eulerian-Granular Model/ Hydrocyclone

หัวข้อโครงการศึกษาวิจัย	การคำนวณทางพลศาสตร์ของไหลของไฮโดรไซโคลนที่ใช้ใน กระบวนการผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเล
หน่วยกิต	6
ผู้เขียน	นางสาวจิตโสภิณ ศรุติพรหม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร.ธงไชย ศรีนพคุณ
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเคมี
ภาควิชา	วิศวกรรมเคมี
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
พ.ศ.	2554

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการแยกน้ำแข็งออกจากน้ำเกลือ โดยใช้ไฮโดรไซโคลนด้วยเทคนิคการคำนวณพลศาสตร์ของไหล สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ Reynolds Stress Model (RSM) และ Eulerian-Granular model สัดส่วนขนาดของไฮโดรไซโคลนที่ใช้ในการศึกษามีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 116 เซนติเมตร โดยงานวิจัยนี้แบ่งการศึกษาเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกศึกษาผลของความเร็วขาเข้าของไฮโดรไซโคลนและความเข้มข้นของน้ำแข็ง โดยแปรผันความเร็วขาเข้าของไฮโดรไซโคลนตั้งแต่ 11-25 เมตรต่อวินาที ณ ความเข้มข้นของน้ำแข็งคงที่ที่ร้อยละ 20 โดยปริมาตร เมื่อเพิ่มความเร็วขาเข้าของไฮโดรไซโคลนถึง 20 เมตรต่อวินาที ได้ประสิทธิภาพการแยกร้อยละ 80 การเพิ่มความเร็วขาเข้าของไฮโดรไซโคลนเป็นการเพิ่มแรงเหวี่ยงทำให้ประสิทธิภาพการแยกดีขึ้น ความเข้มข้นของน้ำแข็งถูกแปรผันตั้งแต่ร้อยละ 10 ถึง 40 เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำแข็งจากร้อยละ 10 ถึง 40 ประสิทธิภาพในการแยกจะลดลงจากร้อยละ 94 ถึง 48 เนื่องจากว่า การเพิ่มความเข้มข้นของน้ำแข็งจะเป็นการเพิ่มแรงต้านการไหล ในส่วนที่สองของงานวิจัยเป็นการศึกษาผลของเส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนและด้านล่าง โดยแสดงผลเป็น อัตราส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนต่อเส้นผ่านศูนย์กลางด้านล่าง (D_o/D_u) โดยเพิ่มเส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนจาก 0.41 ถึง 0.7 เซนติเมตร สัดส่วนมวลของน้ำแข็งที่นำกลับมาได้ อยู่ในทางออกด้านบนของไฮโดรไซโคลน โดยเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 59 ถึง 96 แต่ร้อยละของปริมาตรน้ำแข็งลดลงจาก 57 ถึง 47 หลังจากที่ศึกษาเส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนแล้วจึงศึกษาเส้นผ่านศูนย์กลางด้านล่าง พบว่าการเพิ่มเส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนของไฮโดรไซโคลนและลดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านล่างให้ผลคล้ายคลึงกัน เมื่อลดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านล่างจาก 0.915 ถึง 0.5 เซนติเมตร ปริมาณน้ำแข็งที่นำกลับมาได้ ได้ในช่องด้านบนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 65 ถึง 99 ดังนั้น

เมื่อเพิ่มพื้นที่รูเปิดด้านบนหรือลดพื้นที่รูเปิดด้านล่างพบว่าปริมาณการไหลของช่องรูเปิดด้านบนเพิ่มขึ้น แต่ความเข้มข้นของน้ำแข็งที่ได้จากช่องรูเปิดด้านบนกลับลดลง

คำสำคัญ: การผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเล/ไฮโดรไซโคลน/CFD/Eulerian-Granular