บทคัดย่อ

T 159883

ในอุตสาหกรรมการผลิตแป้งมันสำปะหลัง จำเป็นต้องมีการแยกอนุภาคแป้งที่สกัดได้ออกจากน้ำ โดยมักใช้เครื่องเหวี่ยงแยก (Centrifuge) ซึ่งมีราคาแพงและมีค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานสูง ดังนั้นการใช้ไฮโดรไซโคลนจึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถใช้แยกอนุภาคของแข็งออกจากสารละลาย ในการประยุกต์ใช้ไฮโดรไซโคลนสามารถทำได้หลายส่วนในกระบวนการผลิตอันได้แก่ การล้างน้ำแป้งในขั้นตอนการล้าง การทำน้ำแป้งให้เข้มข้นขึ้น และการนำแป้งที่อยู่ในส่วนน้ำทิ้งของโรงงานกลับมาใช้ใหม่ ในการออกแบบไฮโดรไซโคลนนั้นมีการใช้สมการ empirical ในการออกแบบมากมาย แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีแบบจำลองใดที่สามารถทำนายสมรรถนะการทำงานของไฮโดรไซโคลนได้อย่างถูกต้องแม่นยำสำหรับการแยกประเภทต่างๆ ได้ งานวิจัยนี้จึงทำการทดลองเพื่อสร้างสมการ empirical ของไฮโดรไซโคลนต้นแบบเพื่อใช้ทำนายพฤติกรรมการไหลของไฮโดรไซโคลน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการออกแบบโครงข่ายไฮโดรไซโคลนในระดับอุตสาหกรรม โดยในการทดลองจะใช้สัดส่วนขนาดของไฮโดรไซโคลนที่แนะนำโดย Bradley [2] ซึ่งเหมาะกับอนุภาคแป้งขนาดเล็กในช่วงน้อยกว่า 10 ไมครอน ในงานวิจัยนี้ได้สร้างเครื่องต้นแบบไฮโดรไซโคลนที่มีขนาดเล็ก 2 ขนาดคือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.8 และ 2.2 ซม. ซึ่งทำการทดลองในช่วงความเข้มข้นของสารป้อนเข้าระหว่าง 3-11 % โดยน้ำหนัก และความดันลดในช่วง 3-5 กก.ต่อ ตร.ซม.

จากผลการทดลองสามารถหาความสัมพันธ์ของความดันและ ความเข้มข้นขาเข้ากับ พารามิเตอร์ในการออกแบบต่างๆ ได้แก่ อัตราการไหลเชิงปริมาตร ประสิทธิภาพการแยก สัดส่วนการไหลเชิงปริมาตร และสัดส่วนความเข้มข้น สำหรับไฮโดรไซโคลนขนาด 2.8 และ 2.2 ซม. เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบได้

ในการใช้งานระดับอุตสาหกรรมจำเป็นต้องใช้ไฮโดรไซโคลนจำนวนหลายตัวต่อกันเป็นโครงข่ายเพื่อรองรับกำลังการผลิตที่สูงและ ได้ประสิทธิภาพการแยกตามที่ต้องการ ดังนั้นจึงนำความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่ได้มาออกแบบเป็นโครงข่ายไฮโดรไซโคลน โดยคำนึงถึงค่าความดันขาเข้าที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายรวมของโครงข่าย จากผลการคำนวณจำเป็นต้องใช้ไฮโดรไซโคลนขนาด 2.8 ซม. จำนวน 471 ตัวต่อกันแบบขนาน และนำไปต่ออนุกรมกับขนาด 2.2 ซม. ต่อขนานกันจำนวน 500 ตัวเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการแยกตามที่กำหนด ซึ่งค่าความดันขาเข้าที่เหมาะสมเท่ากับ 3.73 และ 4.75 bar สำหรับไฮโดรไซโคลนในขั้นตอนแรก และขั้นตอนที่สองตามลำดับ ซึ่งจะได้ประสิทธิภาพการแยกแป้งออกทางด้านล่างของไฮโดรไซโคลนรวมเท่ากับ 95% โดยมีค่าใช้จ่ายดังนี้ ราคาไฮโดรไซโคลนเท่ากับ 0.81 ล้านบาทต่อปี, ราคาปั๊มเท่ากับ 0.21 ล้านบาทต่อปี, ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า 1.75 ล้านบาทต่อปี รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของระบบโครงข่ายไฮโดรไซโคลนประมาณ 2.77 ล้านบาทต่อปี

Abstract

TE 159883

In the cassava starch industries, the extracted starch particles must be separated from the starch suspension. This separation is usually carried out by the centrifuge which is very expensive and requires high operating cost. Hydrocyclone is another means of solid-liquid separation which could be applied to the starch separation. The application of hydrocyclone can be used in many parts of the starch production process such as the water rinsing in washing step, the concentration of starch suspension in the process and the starch recovery from the wastewater. The design of hydrocyclone may be carried out by several empirical models, however there is no universal model which can accurately predict the performance of the hydrocyclone under different kinds of services. Hence, this research is focused on determining the model for performance prediction of hydrocyclone which will be used in the design of the hydrocyclone network in industrial level. Here, the hydrocyclone was built with the dimension ratio as suggested by Bradley [2]. This dimension ratio is suitable for the separation of very small particles (less than 10 μm). In this research, there are two sizes of hydrocyclone (i.e. 2.8-cm and 2.2-cm diameter) to be tested with feed concentration in the range of 3-11 %w/w and pressure drop between 3 and 5 kg/cm^2

The significant performance parameters of hydrocyclone are separation capacity, separation efficiency, volume split and concentration ratio. From the experimental data obtained, each parameter is correlated as a function of pressure drop and inlet feed concentration.

The application of hydrocyclone in industrial scale requires more than one hydrocyclone connected as a network to deal with large separation capacity and to achieve the desired separation efficiency. Hence, those correlations obtained for 2.2-cm and 2.8-cm hydrocyclones are used in the network design. Here, we use two sizes of hydrocyclone (2.8-cm. and 2.2-cm. diameter) in the design of hydrocyclone network.

The network structure was specified as two-stage in series. The optimum inlet pressure of each stage is determined at the minimum total annualized cost of the network. At optimum point, we found that the required number of 2.8-cm. hydrocyclones is 471 in parallel for the first stage and 500 units of 2.2-cm. hydrocyclones in parallel for the second stage. The total recovery is 95% as specified. The optimum inlet pressures are 3.73 and 4.75 bar for the first and the second stages, respectively. The cost of hydrocyclone is 0.81 million baht/ year, cost of pump is 0.21 million baht/ year and power cost is 1.75 million baht/ year. The total annualized cost is 2.77 million baht/ year.