

“การศึกษาการพัฒนาหัวฉีดในการพ่นฝอย LAS ในหม้อผสมผงซักฟอก”

“The study of LAS spray nozzle improvement in detergent mixer”

รัฐสิฏฐิ นกยูงทอง ขนิษฐา คำวิลัยศักดิ์ และ ดร.นริศรา อินทรจันทร์*

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร* Email : narisara@mut.ac.th

บทคัดย่อ

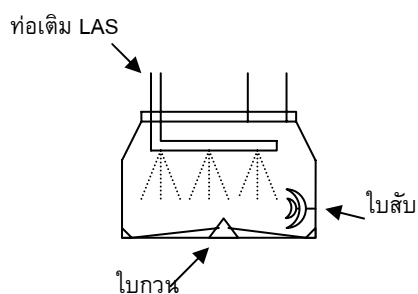
กระบวนการผลิตผงซักฟอกเข้มข้นเป็นการผสมระหว่าง LAS ซึ่งเป็นของเหลวที่มีความหนืดสูง กับผงเบด (โซดาแอช และโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต) วิธีการเติม LAS ลงในหม้อผสมที่มีผงเบดรออยู่จึงจำเป็นต้องใช้การพ่นฝอย (spray) เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการทำปฏิกิริยา และลดปัญหาการจับตัวเป็นก้อนของผงซักฟอกที่ได้ เนื่องจาก LAS เป็นของเหลวหนืดการที่จะหาหัวฉีดที่สามารถพ่นฝอยได้จึงทำได้ยาก ในที่นี้จะศึกษาหัวฉีด 2 ชนิด คือ หัวฉีดแบบ Full cone spray nozzle และ หัวฉีดแบบ Air atomizing spray nozzle โดยจะทดลองกับชุดทดสอบคุณสมบัติหัวฉีดว่า หัวฉีดชนิดไหนสามารถพ่นฝอย LAS ได้ดีกว่ากัน และศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของผงซักฟอกที่ได้จากการใช้หัวฉีดทั้งสองในหม้อผสมผงซักฟอก

คำสำคัญ หัวฉีด, ผงซักฟอก, หม้อผสม, ลิเนียร์อัลคิลเบนซีนซัลโฟเนต

Keywords Nozzle, Detergent, Mixer, Linear alkyl benzene sulphonate (LAS)

1. บทนำ

ปัจจุบันความต้องการของสินค้าผงซักฟอกชนิดเข้มข้นได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากในปริมาณการใช้ที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับผงซักฟอกธรรมดาต่อการซักแต่ละครั้ง อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพในการซักล้างที่มากกว่าอีกด้วย เมื่อความต้องการของตลาดสูงส่งผลให้กำลังการผลิตไม่เพียงพอ จึงจำเป็นต้องหาทางพัฒนากระบวนการผลิตให้มีกำลังการผลิตที่มากขึ้นให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ในกระบวนการผลิตผงซักฟอกเข้มข้นจะใช้หม้อผสมแบบกะ (Batch mixer) (รูปที่ 1.1) โดยการผสม LAS (Linear alkyl benzene sulphonate) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นที่เป็นของเหลวที่มีความหนืดสูงลงในสารตั้งต้นที่เป็นผงเบตในหม้อผสมเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเป็นผงซักฟอก เนื่องจาก LAS มีความหนืดสูง เมื่อเติมลงในหม้อผสมแล้วจึงจับตัวกับผงเบตเป็นก้อน ทำให้เสียเวลาในการบดย่อยขนาดของผงซักฟอก อีกทั้งทำให้คุณภาพของผงซักฟอกที่ออกจากหม้อผสมมีคุณภาพไม่สม่ำเสมออีกด้วย จึงจำเป็นต้องหาวิธีการในการเติม LAS ลงในหม้อผสมที่ทำให้การผสมเป็นไปอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ จึงก่อให้เกิดแนวคิดที่ต้องการปรับปรุงวิธีการเติม LAS ลงในหม้อผสม โดยใช้หัวฉีดในการพ่นฝอย (Spray) เพื่อไม่ให้ LAS จับตัวเป็นก้อนกับผงเบต และเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวในการทำปฏิกิริยา ส่งผลให้ปฏิกิริยาเกิดได้ดี ทำให้ได้คุณภาพของผงซักฟอกที่ดีและสม่ำเสมอขึ้น ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการย่อยขนาดของผงซักฟอก ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตต่ำลงและมีกำลังการผลิตเพิ่มมากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดในปัจจุบันได้



รูปที่ 1.1 ลักษณะการทำงานของหม้อผสม

2. อุปกรณ์

- ชุดทดสอบคุณสมบัติหัวฉีด (รูปที่ 2.1)
- หัวฉีด Full cone spray nozzle (รูปที่ 2.2)
- หัวฉีด Air atomizing spray nozzle (รูปที่

2.3)



รูปที่ 2.1 ชุดทดสอบคุณสมบัติหัวฉีด



(a)



(b)

รูปที่ 2.2 หัวฉีดชนิด Full cone spray nozzle

(a) ช่องทางเข้า (Inlet connect) (b) รูทางออก(Orifice)



รูปที่ 2.3 หัวฉีดชนิด Air atomizing spray nozzle

3. วิธีการทดลอง

3.1 ทดสอบหัวฉีดชนิด Full cone spray nozzle

1. เติม LAS ในชุดทดสอบคุณสมบัติหัวฉีด ทำการให้ความร้อนกับ LAS ที่อุณหภูมิ 60 °C เปิดเครื่องโดยปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ (Speed motor) ที่ค่าสูงสุด (60Hz) จากนั้นอ่านค่าความดันที่ pressure gauge
2. วัดอัตราการไหล โดยการจับเวลาที่ระดับของเหลวลดลงจากขีดบนถึงขีดล่าง (10 ลิตร) ของท่อพลาสติกใส โดยทำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย
3. ถ่ายรูปที่หัวฉีด เพื่อทำการวัดมุมในการพ่นฝอย (Spray angle)
4. ทำตามข้อ 1 ถึง 3 โดยเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ (Speed motor) เป็น 50, 40, 30, 20 Hz ตามลำดับ

3.2 ทดสอบหัวฉีดชนิด Air atomizing spray nozzle

1. เติม LAS ในชุดทดสอบคุณสมบัติหัวฉีด ให้ความร้อนกับ LAS ที่อุณหภูมิ 60 °C ทำการเปิดเครื่องโดยปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ (Speed motor) ที่ 20Hz จากนั้นอ่านค่าความดันของ LAS ที่ pressure gauge
2. วัดอัตราการไหลโดยการจับเวลาที่ระดับของเหลวลดลงจากขีดบนถึงขีดล่าง (10 ลิตร)

ของท่อพลาสติกใส (รูปที่ 3.20) โดยทำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

3. ปรับความดันอากาศโดยค่อยๆเพิ่มความดันจน LAS สามารถพ่นฝอยได้ บันทึกความดันอากาศที่ได้
4. ถ่ายรูปที่หัวฉีด เพื่อทำการวัดมุมในการพ่นฝอย (Spray angle)
5. ทำการทดลองซ้ำอีก 3 ครั้ง โดยเพิ่มความดันอากาศครั้งละ 0.5 บาร์
6. ทำตามข้อ 1 ถึง 5 โดยเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ (Speed motor) เป็น 25, 30, 35, 40 Hz ตามลำดับ
7. ทำตามข้อ 1-6 แต่ให้ความร้อนกับ LAS ที่อุณหภูมิ 45 °C

3.3 ทดสอบใช้หัวฉีดชนิด Full cone spray nozzle ในหม้อผสมผงชกฟอก (โดยใช้สภาวะปัจจุบัน)

1. ทำการเติม LAS โดยควบคุมให้อัตราการไหลอยู่ที่ 4200 Kg/hr
2. วัดความดันที่ใช้ และอุณหภูมิ LAS ในขณะนั้น
3. ทำการจับเวลาเพื่อหา Batch time โดยใช้กระแสไฟที่จ่ายให้ไปกวนเป็นตัววัดการสิ้นสุดการผสมที่ 84.7 แอมป์
4. นำผงชกฟอกที่ได้มาหา Bulk Density (BD.) และ % Oversize ทดลองซ้ำจนครบ 3 ครั้ง

3.4 ทดสอบใช้หัวฉีดชนิด Air atomizing spray nozzle ในหม้อผสมผงชกฟอก

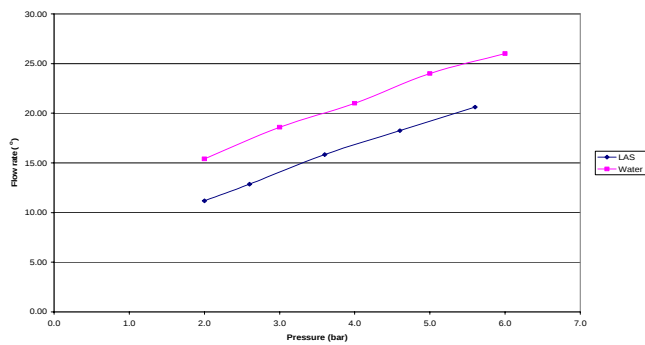
1. ทำการเติม LAS โดยควบคุมให้อัตราการไหลอยู่ที่ 4200 Kg/hr
2. วัดความดันที่ใช้ และอุณหภูมิ LAS ในขณะนั้น
3. ทดลองโดยใช้ความดันอากาศ 3.0, 2.5, 2.0, 1.5 bar ตามลำดับ โดยแต่ละความดันอากาศให้ทดลอง 3 ครั้ง
4. ทำการจับเวลาเพื่อหา Batch time โดยใช้กระแสไฟที่จ่ายให้ไปกวนเป็นตัววัดการสิ้นสุดการผสมที่ 84.7 แอมป์
5. นำผงชกฟอกที่ได้มาหา Bulk Density (BD.) และ % Oversize

4. ผลการทดลอง

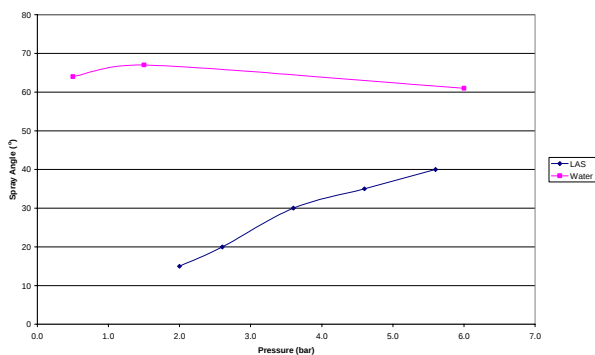
4.1 ผลการทดสอบหัวฉีดชนิด Full cone spray nozzle



รูปที่ 4.1 แสดงการฉีดของหัวฉีด Full cone spray nozzle



รูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอัตราการไหล

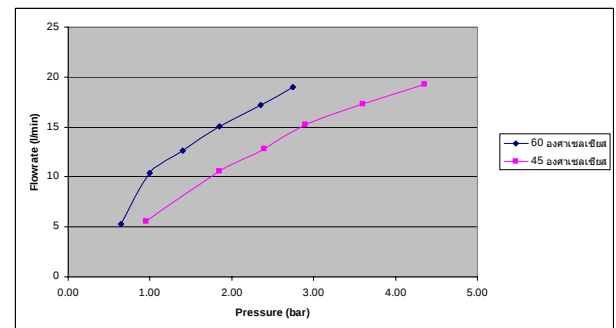


รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันและมุมในการฉีด

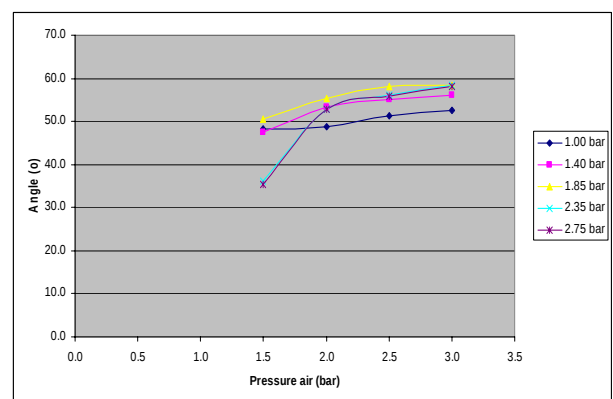
4.2 ผลการทดสอบหัวฉีดชนิด Air atomizing spray nozzle



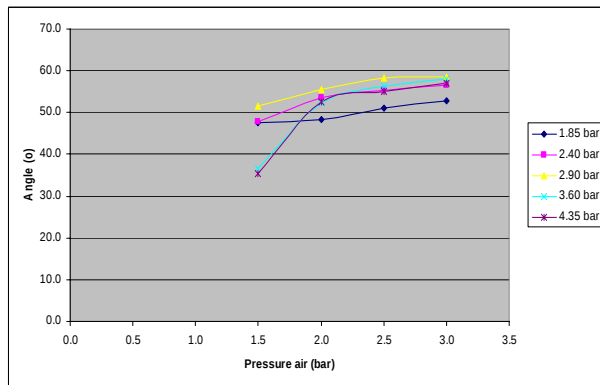
รูปที่ 4.4 แสดงการพ่นฝอยของหัวฉีด Air atomizing spray nozzle



รูปที่ 4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอัตราการไหลของ LAS ที่อุณหภูมิต่างๆ



รูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศ และมุมในการฉีด ที่ความดัน LAS ต่างๆ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศและมุมในการฉีดที่ความดัน LAS ต่างๆที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

4.3 ผลการทดสอบใช้หัวฉีดชนิด Full cone spray nozzle ในหม้อผสมผงซักฟอก

Batch No.	Pressure (bar)	Temp (°C)	Batch time	BD.	%Over size
1	7.0	50	15.24	0.797	27.6
2	6.0	50	14.22	0.769	26.6
3	6.0	50	16.54	0.784	28.9

4.4 ผลการทดสอบใช้หัวฉีดชนิด Air atomizing spray nozzle ในหม้อผสมผงซักฟอก

Batch No.	P(liq) (bar)	P(air) (bar)	Temp (°C)	Batch time	BD.	%Over size
1	1.2	3.0	54	24.13	0.83	15.6
2	1.3	3.0	52	17.33	0.81	15.9
3	1.3	3.0	52	21.34	0.82	17.6
4	1.3	2.5	52	16.02	0.81	17.0
5	1.3	2.5	52	18.09	0.82	16.6
6	1.3	2.5	52	18.06	0.83	17.7
7	1.3	2.0	52	14.24	0.80	18.1
8	1.3	2.0	52	18.25	0.82	21.1
9	1.5	2.0	50	14.58	0.80	19.5
10	1.3	1.5	51	16.54	0.82	18.2
11	1.5	1.5	52	18.25	0.80	16.9
12	1.3	1.5	51	18.21	0.79	17.4

5. อภิปรายผลการทดลอง

5.1 ผลการทดสอบหัวฉีด ชนิด Full cone spray nozzle

- หัวฉีดชนิด Full cone spray nozzle ไม่สามารถพ่นฝอย LAS ได้ ทำได้แค่เพียงฉีดเป็นแผ่นฟิล์มออกมาเท่านั้น และรูปแบบการฉีดไม่เป็นรูปทรงกรวยกลมตามรูปแบบของหัวฉีด จะมีลักษณะเป็นเกลียวของแผ่นฟิล์ม ซึ่งเกิดจากครีป (Vane) ที่อยู่ในหัวฉีด

- อัตราการไหลจะเพิ่มขึ้นตามความดัน ทั้งของน้ำ และ LAS ถ้าต้องการอัตราการไหลเท่ากัน ต้องใช้ความดันในการฉีด LAS มากกว่า น้ำ ประมาณ 1.5 bar แสดงให้เห็นว่า ความหนืดมีผลต่ออัตราการไหล

- มุมในการฉีด LAS จะเพิ่มขึ้นตามความดัน เพราะ LAS มีความหนืดมาก ส่วนของน้ำมุมในการฉีดค่อนข้างคงที่ แสดงให้เห็นว่า ความหนืดมีผลต่อมุมในการฉีด

5.2 ผลการทดสอบหัวฉีด ชนิด Air atomizing spray nozzle

- หัวฉีดชนิด Air atomizing spray nozzle ของเหลวจะถูกอากาศอัดภายนอกบริเวณปลายทางออกทำให้ของเหลวแตกตัวเป็นละอองฝอยได้ จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าหัวฉีดชนิดนี้สามารถพ่นฝอย LAS ได้

- อัตราการไหลของ LAS จะเพิ่มขึ้นตามความดันของ LAS ที่เพิ่มขึ้น และที่ความดันเดียวกันเมื่ออุณหภูมิของ LAS สูงขึ้นอัตราการไหลของ LAS ก็จะสูงขึ้นด้วยเนื่องจากความหนืดที่ลดลงของ LAS เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

- มุมในการฉีดจะเพิ่มขึ้นตามความดันอากาศ ที่ความดันอากาศ 1.5 ถึง 3.0 บาร์ จะเห็นได้ว่ามุมในการฉีดส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 50 ถึง 60 องศา

5.3 ผลการทดสอบใช้หัวฉีดชนิด Full cone spray nozzle ในหม้อผสมผงซักฟอก

เป็นการทดลองที่สภาวะการทำงานในปัจจุบัน เพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบ จะเห็นได้ว่า Batch time ประมาณ 15-16 นาที ส่วน Over size ประมาณ 30 %

5.4 ผลการทดสอบใช้หัวฉีดชนิด Air atomizing spray nozzle ในหม้อผสมผงซักฟอก

จากผลการทดลองจะเห็นว่า Batch time ไม่ได้ลดลงกว่าการใช้หัวฉีดแบบเดิม แต่ %Over size ลดลง เมื่อเพิ่มความดันอากาศ %Over size ยิ่งลดลง และยังสังเกตเห็นอีกว่าขนาดของ Oversize นั้นเล็กลงกว่าการใช้หัวฉีดแบบเดิม อีกทั้งผงซักฟอกที่ได้ยังมีสีขาวนวลกว่าเดิม ส่วน BD. นั้นยังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้คือประมาณ 0.8 จากผลการทดลองที่ได้สภาวะที่เหมาะสมที่สุดต่อการใช้งานคือที่ความดันอากาศ 2.5 bar เพราะผลที่ได้ค่อนข้างนิ่งที่สุด และมี %Over size ที่น้อย

6. สรุปผลการทดลอง

จากการใช้หัวฉีดชนิด Air atomizing spray nozzle แทนการใช้หัวฉีดชนิด Full cone spray nozzle มีผลดังนี้

- ทำให้ได้ผงซักฟอกที่ขาวนวลขึ้น
- มี %Oversize ที่ลดลง และขนาดของ Oversize ก็ลดลงด้วย ทำให้ประหยัดพลังงานในการย่อยขนาดของ Over size
- ประหยัดพลังงานในการเติม LAS เพราะใช้ความดันที่น้อยกว่าเดิม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด, คุณพลรัฐ ธนการพาณิชย์ ผู้จัดการฝ่ายผลิตผงซักฟอกเข้มข้น รวมทั้งพนักงานทุกคน, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่ให้โอกาส และคำชี้แนะตลอดการดำเนินงานที่ผ่านมาจนงานวิจัยนี้สำเร็จ ลุล่วงเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

G.T. Austin, "Shreve's Chemical Process Industries," McGraw Hill Book Company, pp.529-553, 1984.

J.J. Hagers, " Basic Technical Considerations for Application of Spray Nozzles to Chemical Processing," As presented at the 47th Chemical Processing Industry Exposition, November 18-20, 1997.

J.O. Wilkes, "Fluid Mechanics for Chemical Engineers," Prentice Hall PTR, pp.9-24, pp.207-212, 1999.

R.H. Perry and D.W. Green, "Perry's Chemical Engineers' Handbook," McGraw Hill Book Company, pp.56-59(section20), pp.34-35(section27), 1998.

W. Herman de Groot, "Sulphonation Technology in the Detergent Industry," Ballestra S.p.A, pp.32-194.

W.L. McCabe, J.C. Smith, P. Harriott, "Unit Operations of Chemical Engineering," McGraw Hill, Inc., pp.44-48, pp.126-133, 1993.

www.spray.com

www.pawin.co.th

www.lechler.com