ภาวะที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเก็บของเครื่องกรองแบบถุง

นาย ยุทธพร จรรยาจรัสพร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชา วิศวกรรมเคมี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2539
ISBN 974-636-835-4
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

T17212364

CONDITIONS AFFECTING COLLECTION EFFICIENCY OF A BAG FILTER

Mr. Yutthaporn Janyajarasporn

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Chemical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1996

ISBN 974-636-835-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	:	ภาวะที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเก็บของเครื่องกรองแบบถุง
โดย	:	นาย ยุทธพร จรรยาจรัสพร
ภาควิชา	:	วิศวกรรมเคมี
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิจิตรา จงวิศาล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	:	นาย วีระ ชินกนกรัตน์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. เกริกชัย สุกาญจนัจที)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิจิตรา จงวิศาล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(นาย วีระ ชินกนกรัตน์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. เจิดศักดิ์ ไชยคุณา)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ยุทธพร จรรยาจรัสพร : ภาวะที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเก็บของเครื่องกรองแบบถุง (CONDITIONS AFFECTING COLLECTION EFFICIENCY OF A BAG FILTER) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. วิจิตรา จงวิศาล , อ. ที่ปรึกษาร่วม : นาย วีระ ชินกนกรัตน์ , 96 หน้า. ISBN 974-636-835-4.

การศึกษาถึงภาวะที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเก็บของเครื่องกรองแบบถุงได้ทำการศึกษาจากเครื่องกรองแบบถุงที่มีการใช้งานอยู่ในกระบวนการผลิตสารเคมีชนิดผง โดยได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยที่ได้กับทฤษฎีและผลงานวิจัยที่ผ่านมา ภาวะการศึกษา ได้แก่ ค่าความเร็วในการกรอง และ ชนิดของผ้ากรอง เป็นปัจจัยที่สำคัญ ค่าปริมาณการไหลของกระแสก๊าซของกระบวนการในการกรองที่ได้ทำการศึกษา มีอยู่ 2 ช่วง คือที่ ค่าปริมาณการไหล 470 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที หรือที่ค่าความเร็วในการกรอง 0.47 ฟุตต่อนาทีและที่ ค่าปริมาณการไหล 590 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที หรือ ที่ค่าความเร็วในการกรอง 0.59 ฟุตต่อนาที

ค่าความดันลดจะมีค่าเพิ่มขึ้นกับเวลาหรือจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อความเร็วในการกรองมีค่ามากขึ้น ค่าเพนนิเทรชั่นมีค่าลดลง เมื่อความเร็วในการกรองเพิ่มขึ้น จากความสัมพันธ์ของ แรงแดรก กับปริมาณฝุ่นที่อยู่บนพื้นผิวผ้ากรอง จะได้ค่า S_E และ ค่า K_2 สำหรับค่าประสิทธิภาพนั้น เมื่อความเร็วในการกรอง มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าประสิทธิภาพจะมีแนวโน้มที่สูงขึ้น สมการความสัมพันธ์ระหว่างความดันลด กับ ความเข้มข้นของฝุ่นก่อนเข้าเครื่องกรอง โดยหาได้จากสมการ $\Delta P = S_E V + K_2 C_i V^2 t$ โดยมีค่า S_E และ ค่า K_2 ที่ได้จากสมการดังกล่าวเป็นตัวแปรที่ใช้แทนในความสัมพันธ์ซึ่งผลจากงานวิจัยที่ได้มีดังนี้ ค่า K_2 มีค่าอยู่ในช่วง 0.2-1.0 in. H_2O. ft-min/lb และสำหรับผ้ากรองชนิด NYLON จะมีค่า S_E อยู่ในช่วง 0.04-0.3 in. H_2O / lb ผ้ากรองชนิด NOMEX จะมีค่า S_E อยู่ในช่วง 0.01-0.08 in. H_2O /lb และสำหรับผ้ากรองชนิด DACRON จะมีค่า S_E อยู่ในช่วง 0.08-0.31 in. H_2O /lb สำหรับค่าประสิทธิภาพ เมื่อความเร็วในการกรอง มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าประสิทธิภาพจะมีแนวโน้มที่สูงขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา เคมีเทคนิค ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2539 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C617363 : MAJOR CHEMICAL ENGINEER
KEY WORD: AIR -TO-CLOTH RATIO/EFFICIENCY/PENETRATION/PRESSURE DROP

YUTHAPORN JANYAJARASPORN : CONDITIONS AFFECTING COLLECTION EFFICIENCY OF A BAG FILTER. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. VICHITRA CHONGVISAL, Ph.D THESIS CO ADVISOR :MR.WEERA CHINKANOKRAT. 96 pp ISBN 974-636-835-4

Study the conditions that effect to the efficiency of a bag filter in process of chemical powder. This study compare between the result from theory and literature by various condition of velocity in filtering and kind of filter fabric. Flow rate of gas in filtering system divide to 2 range at 468 cfm or velocity of filtering is 0.47 ft./min. and at 586 cfm or velocity of filtering is 0.59 ft./ min.

Pressure drop is depend on filtering time, when time increase the pressure drop will be increased. And Pressure drop will be increased when increase the velocity of filtering. Penetration will be decreased when increase the velocity of filtering. From the relation of drag and dust loading will get S_E and K_2. From this study we found that the value of K_2 is between 0.2-1.0 inch. H_2O ft./min./lbs. And for Nylon fabric filter, the Value of S_E is between 0.04-0.3 inch. H_2O/lbs, for Nomex fabric filter, the value of S_E is about 0.01-0.08 in the H_2O/lb. For Dacron fabric filter, the value of S_E is about 0.08-0.31 in H_2O/lb. When we increase the velocity in filtering, trend of the efficiency is increased.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา เคมีเทคนิค ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2539 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิจิตรา จงวิศาล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นในด้านวิชาการต่าง ๆ ตลอดจนให้กำลังใจ และ ติดตามความคืบหน้าของการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณ วีระ ชินกนกรัตน์ ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงานเคมี บริษัท เชลล์ในประเทศไทย จำกัด ที่ได้ให้ความร่วมมือ ตลอดจนสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณ ลาวัลย์ พรสกุลศักดิ์ ที่ให้คำแนะนำปรึกษาและช่วยเหลือในการวัดและเก็บตัวอย่างอากาศ

สำหรับประโยชน์และความดีของการวิจัยนี้ ขอมอบให้แก่บิดา มารดา เพื่อกราบขอบพระคุณ และระลึกถึงท่าน ซึ่งให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยในทุก ๆ ด้าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ(ภาษาไทย).....I.
บทคัดย่อ(ภาษาอังกฤษ).....II.
กิตติกรรมประกาศ.....III.
สารบัญ.....IV.
สารบัญรูป.....VI.
สารบัญตาราง.....VII.
ตัวอักษรย่อ.....VIII.
บทที่
1. บทนำ.....1.
1.1 กระบวนการผลิต.....2.
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิจัย.....4.
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....4.
2. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....5.
3. ทฤษฎี.....9.
1. โครงสร้าง ชนิด และหน้าที่การทำงานของส่วนประกอบของเครื่องกรองแบบถุง.....9.
1.1 เครื่องกรองแบบถุงกรอง.....9.
1.2 เครื่องกรองแบบเส้นใย.....12..
1.3 เครื่องกรองแบบชั้น.....12.
2. กลไกการกรอง.....12.
2.1 การกระทบเนื่องจากความเฉื่อย.....13.
2.2 การสกัดกั้นโดยตรง.....14.
2.3 การแพร่แบบบราวเนียน.....14.
2.4 การลอดผ่านของอนุภาค.....15.
3. สมรรถนะของถุงกรอง.....15.
3.1 ค่าประสิทธิภาพ.....16.
3.2 ค่าความดันลด.....18.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทที่

4. การตรวจวัดปริมาณฝุ่นด้วยวิธี Stack Sampling .....24.
4.1 หลักการความสำคัญ.....24.
4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง.....25.
4.3 ตำแหน่งและจำนวนจุดที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง.....25.
4.4 หลักการคำนวณหาความเร็วและอัตราการไหล.....31.
4. การทดลอง.....32.
4.1 เครื่องมือที่ใช้ทำการทดลอง.....32.
4.2 วิธีทำการทดลอง.....35.
5. ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง.....38.
5.1 ผลการทดลอง.....38.
5.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง.....38.
6.. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....83.

รายการอ้างอิง.....85.

ภาคผนวก :-

ผ-1. ตารางที่3.1 แสดงชนิดและคุณสมบัติของผ้ากรอง.....86.
ผ-2. ตารางที่4.1-4.3แสดงแผนการทดลอง.....87.
ผ-3. ตารางที่4.4-4.6แสดงข้อมูลที่ได้จากการทดลอง.....89.
ผ-4. วิธีการคำนวณหาค่า ความเร็วในการกรอง.....92.
ผ-5. ข้อมูลองค์ประกอบของสารเคมีในกระบวนการผลิต.....93.
ผ-6. ข้อมูลคุณสมบัติของผ้ากรอง..... ,.94.

ประวัติผู้เขียน.....96.

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1. แสดงกระบวนการผลิต....3.
2.1 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงความดันลดและปริมาณการไหลของกระแสก๊าซที่เวลาต่าง ๆ ....5.
2.2 แสดงชนิดของผ้ากรองที่มีผลต่อความดันลดที่สัมพันธ์ต่อความเร็วในการกรอง....6.
3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง drag กับปริมาณฝุ่นบนผ้ากรอง....22.
3.2 แสดงขนาดของฝุ่นที่มีผลต่อค่า K_2....22.
3.3 แสดงขนาดของฝุ่นที่มีต่อค่า K_2 ที่ความเร็วในการกรองค่าใด ๆ....23.
3.4 แสดงจำนวนจุดเก็บตัวอย่างในการหาปริมาณฝุ่นในปล่อง....28.
3.5 แสดงจำนวนจุดเก็บตัวอย่างในการหาความเร็วของอากาศในปล่อง....28.
3.6 แสดงตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างบนพื้นที่หน้าตัดกลม....30.
3.7 แสดงตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างบนพื้นที่หน้าตัดเหลี่ยม....30.
4.1 แสดงชุดเก็บตัวอย่าง....33.
4.2 แสดงวงจรการควบคุมของชุดเก็บตัวอย่าง....33.
4.3 แสดงเครื่องดักเก็บฝุ่นชนิดถุง....13.
5.1-5.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันลดกับเวลา....59.
5.7-5.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันลดกับความเร็วในการกรอง....65.
5.10-5.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเพนนิเทรชั่นกับ เวลา....68.
5.16-5.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเพนนิเทรชั่นกับความเร็วในการกรอง....74.
5.19-5.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า แรงแดรกกับปริมาณฝุ่นบนผ้ากรอง....77.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.2 แสดงผลของค่าต่าง ๆ ที่ได้จากรูปแบบจำลอง.....8.
3.1 แสดงคุณสมบัติและชนิดของผ้ากรอง.....86.
4.1-4.3 แสดงแผนการทดลอง.....88.
4.4-4.6 แสดงข้อมูลที่ได้จากการทดลอง.....91.
5.1-5.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันลดกับเวลา.....44.
5.7-5.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันลดกับความเร็วในการกรอง.....50.
5.10-5.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเพนนิเทรชั่น กับ เวลา.....51.
5.16-5.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเพนนิเทรชั่นกับความเร็วในการกรอง.....54.
5.19-5.21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงแดรก กับปริมาณฝุ่นบนผ้ากรอง.....55.
5.22 แสดงค่า ประสิทธิภาพของผ้ากรองแต่ละชนิด.....58.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอักษรย่อ

a	=	พื้นที่หน้าตัดของหัวเก็บตัวอย่าง, นิ้ว
A	=	พื้นที่หน้าตัดของเครื่องกรอง, ตารางฟุต
C	=	ปัจจัยแก้ Cunningham
CF	=	ตารางฟุต
CFM	=	ตารางฟุตต่อนาที
C_i	=	ความเข้มข้นของฝุ่นขาเข้า , กรัมต่อลูกบาศก์เมตร
C_o	=	ความเข้มข้นของฝุ่นขาออก , กรัมต่อลูกบาศก์เมตร
D	=	เส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใย , นิ้ว
d_p	=	เส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคฝุ่น
d	=	เส้นผ่าศูนย์กลางของหัวเก็บตัวอย่าง, นิ้ว
F_d	=	ค่าแฟกเตอร์ของเครื่องวัดความดัน
F_s	=	ค่าตัวแปรของ pitot tube
g	=	ค่าแรงโน้มถ่วงม ฟุตต่อวินาทีกำลังสอง
G_d	=	ค่าความถ่วงจำเพาะของก๊าซ
h	=	ค่าความเร็วเทียบเท่า
Hg	=	ปรอท
K	=	permeability ของอนุภาคหรือเครื่องกรอง
K_o	=	สัมประสิทธิ์ความต้านทานของผ้ากรอง
K_1	=	สัมประสิทธิ์ความต้านทานของชั้นอนุภาค เป็นฟังก์ชั่นของรูปร่างและความชื้นของชั้นอนุภาค
K_2	=	สัมประสิทธิ์ความต้านทานจำเพาะ
L	=	ความลึกของชั้นอนุภาคหรือความหนาของเครื่องกรอง
L_d	=	มวลของฝุ่นในกระแสก๊าซต่อหน่วยปริมาตรของก๊าซ
M_c	=	อัตราค่าตัวแปรของมิเตอร์
M_m	=	ปริมาณความชื้นที่หลงเหลืออยู่ในมิเตอร์ , ลูกบาศก์ฟุต
ΔP	=	ค่าความดันที่ผ่านเครื่องกรอง, นิวตันต่อตารางเมตร
ΔP_o	=	ความดันลดทั้งหมด
ΔP_f	=	ความดันลดผ่านใยกรอง
ΔP_p	=	ความดันลดผ่านชั้นอนุภาค
P_a	=	ค่าความดันสมบูรณ์, นิ้วปรอท
Pn_S	=	ค่าคงที่ไร้มิติ
S	=	แรงลากของเครื่องกรอง
S_E	=	drag ของผ้ากรองเมื่อทำความสะอาดแล้ว

ตัวอักษรย่อ

t	=	เวลาการทำงานของเครื่องกรอง , นาที
T	=	ช่วงเวลาการทดสอบ, ชั่วโมง
T_m	=	อุณหภูมิที่มิเตอร์วัดได้
T_s	=	อุณหภูมิของกระแสก๊าซ
V	=	ค่าความเร็วที่พื้นผิว , เมตรต่อนาที
V_m	=	ปริมาตรของตัวอย่างก๊าซที่วัดได้
V.P.	=	ค่าความดันไอของน้ำ, นิ้วปรอท
V_s	=	ค่าความเร็วของกระแสก๊าซ
V_v	=	ปริมาตรของน้ำที่กลั่นตัว
W	=	เป็นมวลของชั้นอนุภาคต่อพื้นที่หน้าตัดของเครื่องกรอง
ρ_p	=	ความหนาแน่นของอนุภาคฝุ่น
μ	=	ความหนืดของก๊าซ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย