

**การสร้างระบบดักจับฝุ่นปูนต้นแบบเพื่อลดความสูญเสียและการปนเปื้อน
บรรจุภัณฑ์ปูนซีเมนต์ผง ขนาดบรรจุ 50 กิโลกรัม**

**The Prototype for Reduction of Scattering Cement System
on The Cement Containing Process for Product Size 50 kilograms**

พิสิษฐ์ แสง – ชูโต

Pisit Saeng - xuto

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ถ.รามคำแหง บางกะปิ กรุงเทพฯ 10240 โทร 02 – 3108577 ต่อ 212 โทรสาร 02 – 9150677

e-mail : psaengxuto@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบดักจับฝุ่นปูนต้นแบบเพื่อลดความสูญเสียและการปนเปื้อนของบรรจุภัณฑ์ปูนซีเมนต์ผงขนาดบรรจุ 50 กิโลกรัม ซึ่งอาศัยหลักการออกแบบระบบระบายอากาศที่สามารถนำฝุ่นปูนซีเมนต์ที่ได้กลับไปเป็นวัตถุดิบในการบรรจุครั้งต่อไปอีกทั้งเป็นแนวทางในการลดการปนเปื้อนของบรรจุภัณฑ์ก่อนที่จะส่งมอบให้แก่ลูกค้า ระบบดักจับฝุ่นปูนต้นแบบนี้แบ่งเป็นระบบการเป่าทำความสะอาดบรรจุภัณฑ์ และการดูดฝุ่นที่กระจายจากการเป่าทำความสะอาดกลับเข้าระบบเป็นวัตถุดิบในการบรรจุครั้งต่อไป ผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบและติดตั้งระบบได้ปริมาณฝุ่นปูนซีเมนต์กลับเข้าระบบเพื่อเป็นวัตถุดิบ 145.42 กิโลกรัมต่อวันต่อสายการผลิต คิดเป็นจำนวนเงินที่ได้จากระบบการลดการปนเปื้อน 290.83 บาทต่อวันต่อสายการผลิต ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้จากระบบการลดการปนเปื้อน 106,153.63 บาทต่อปีต่อสายการผลิต อัตราผลตอบแทนจากโครงการ (Internal Rate Return) : IRR เท่ากับ 58% ระยะเวลาการคืนทุน (Pay Back Period) : PB 1 ปี 5 เดือน คิดเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิของเงินลงทุน (Net Present Value) : NPV 88,907.50 บาท งานวิจัยสามารถนำไปขยายผลในการติดตั้งยังสายการผลิตอื่นๆได้ นอกจากจะลดการปนเปื้อนของบรรจุภัณฑ์แล้ว ยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ต้อง

สูญเสียจากการปนเปื้อนได้ 106,153.68 บาทต่อปี อีกทั้งยังลดปริมาณการฟุ้งกระจายของฝุ่นบริเวณสายการผลิตลงได้

Abstract

The purpose of this research work is to build the prototype for reduction of scattering cement system on the cement containing process for product size 50 kilograms by design the cleaning system and bring the scattering cement back to raw material bin for packing process next times. The result from design and build up system. The contaminate cement back to the raw material bin 145.42 kg/day/line to save the company's money 290.83 bath/day/line and to save from the system for reduce contaminate 106,153.63 bath/year/line. The analyzed by engineering economy internal rate of return (IRR) 58% pay back period (PB) 1 year 5 month and net present value 88,907.50 bath . The result from the cleaning systems. It be able to brings the scattering cement back to the raw material bin. The system cause cleaner packaging and reduce cost from the loss cement 106,153.68

bath/year. Last this system also help plat environmental and staff's respiration.

คำหลัก (Keyword) : การลดการปนเปื้อนของบรรจุภัณฑ์ปูนซีเมนต์ผง , การออกแบบระบบดักจับฝุ่น , ฝุ่นปูนซีเมนต์ที่ได้กลับไปเป็นวัตถุดิบในการบรรจุ

1. บทนำ

กระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ในปัจจุบันประกอบด้วยเครื่องจักรขนาดใหญ่มีกระบวนการที่สลับซับซ้อนและมีความสามารถในการผลิตสูง เครื่องจักรส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศแต่มีปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบกับการทำงานไม่ว่าจะเป็น อายุการใช้งาน สภาพภูมิอากาศ การออกแบบ การติดตั้ง หลังการใช้งานทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรลดลงดังนั้นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขกระบวนการผลิตหากจะต้องนำเข้าเครื่องจักร อุปกรณ์ย่อมจะต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูง เพื่อเป็นการประหยัดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ สามารถนำเอาของเสียเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ได้และประหยัดค่าใช้จ่ายในการนำเข้าเครื่องจักร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างระบบดักจับฝุ่นปูนต้นแบบ ดำเนินการติดตั้งและทำการทดสอบระบบ โดยลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ ขนาดบรรจุ 50 กิโลกรัม จะมีฝุ่นปูนซีเมนต์ติดที่ถุงบรรจุเป็นจำนวนมากซึ่งเกิดจากอายุการใช้งานเครื่องจักรที่ทำการบรรจุฝุ่นปูนเหล่านี้ และผงฝุ่นจะฟุ้งกระจายปะปนออกสู่บรรยากาศภายในโรงงานทำให้เกิดมลภาวะกับสิ่งแวดล้อมฝุ่นปูนซีเมนต์ที่เกิดขึ้นนี้หมายถึง ค่าใช้จ่ายของทางบริษัทที่ต้องเสียเป็นจำนวนเงินวันละ 840 บาท หรือ 25,200 บาทต่อเดือนต่อหนึ่งสายการผลิต ซึ่งทางบริษัทมีจำนวน 11 สายการผลิตทำให้สูญเสียเงินเป็นจำนวน 277,200 บาทต่อเดือนสำหรับสายการผลิตทั้งหมดเป็นค่าการสูญเสียเนื่องจากฝุ่นปูนซีเมนต์ และค่าจ้างพนักงานทำความสะอาดบริเวณทำงาน นอกจากบริษัทต้องเสียเงินไปเป็นจำนวนมากแล้ว ปัญหานี้ยัง

ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของพนักงานสะอาดบริเวณทำงาน นอกจากบริษัทต้องเสียเงินไปเป็นจำนวนมากแล้ว ปัญหานี้ยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของพนักงาน



ภาพที่ 1 ตัวอย่างของปัญหาการปนเปื้อนฝุ่นปูน

2. ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 การคำนวณอัตราการไหลของอากาศ

อัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่หัวดูดแบบช่องเปิดปากเรียบ (plain opening hood) ที่มีหน้าตัดวงกลม หรือสี่เหลี่ยมได้จาก สมการที่ (1)

$$Q = V(10X^2 + A) \quad (1)$$

โดยที่

Q = แทนอัตราการไหลของอากาศที่ไหลเข้า , cfm

V = แทนความเร็วของอากาศในแนวศูนย์กลางที่ระยะห่าง X จากด้านหน้า , fpm

X = แทนระยะห่างในแนวศูนย์กลางจากด้านหน้าหัวดูดถึงจุดที่ต้องการดักสารปนเปื้อนเข้าหัวดูด , ft

A = แทนพื้นที่หน้าตัดช่องเปิดของหัวดูด , ft²

2.2 การออกแบบการทำงานของพัดลม

โดยแสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของพัดลม ได้แก่ ขนาดของพัดลม (size) อัตราการไหลเชิงปริมาตร (Q) ความดันสถิต (SP) แรงม้าเบรก (BHP) และความเร็วรอบในการหมุน

ของพัลลม (rpm) ที่มีความสัมพันธ์กันและตัวแปรต่าง ๆ ประกอบการคำนวณตามสมการที่ (2) , (3) และ (4) ดังนี้

$$Q_2 = Q_1 \left(\frac{\text{size}_2}{\text{size}_1} \right)^3 \left(\frac{\text{rpm}_2}{\text{rpm}_1} \right) \quad (2)$$

$$SP_2 = SP_1 \left(\frac{\text{size}_2}{\text{size}_1} \right)^2 \left(\frac{\text{rpm}_2}{\text{rpm}_1} \right)^2 \quad (3)$$

$$BHP_2 = BHP_1 \left(\frac{\text{size}_2}{\text{size}_1} \right)^5 \left(\frac{\text{rpm}_2}{\text{rpm}_1} \right)^3 \quad (4)$$

จะเห็นได้ว่า สมรรถนะของพัลลมซึ่งหมายถึง อัตราการไหลเชิงปริมาตร ความดันสถิตและแรงม้าเบรก จะขึ้นอยู่กับตัวแปรที่สำคัญ 2 ตัว ได้แก่ ขนาดของพัลลม ซึ่งก็คือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อพัลลม และ ความเร็วรอบในการหมุนของพัลลมในทางปฏิบัติเรามัก นำกฎของพัลลมไปใช้ในการตัดสินใจว่าจะปรับปรุงหรือ เปลี่ยนแปลงการทำงานของพัลลมได้อย่างไร โดย สามารถทำได้ในสองลักษณะกล่าวคือ คาดคะเน สมรรถนะของพัลลมเมื่อขนาดของพัลลมเปลี่ยนแปลง และคาดคะเนสมรรถนะของพัลลมเมื่อความเร็วรอบ เปลี่ยนแปลง

2.3 การวิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์สามารถวัด ประสิทธิภาพการดำเนินงานของวิจัยได้ซึ่งมีหัวข้อที่ สำคัญดังนี้

1. การหาระยะเวลาคืนทุน (payback period : PB) คือ ระยะเวลาของกระแสเงินสดรับที่คาดว่าจะ ได้รับในอนาคตเท่ากับเงินลงทุนเริ่มแรกในโครงการ นั้นๆ (n_p) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (5) และ (6) ดังนี้

$$0 = -P + \sum_{t=1}^{t=n_p} NCF_t(P/F, i, t) \quad (5)$$

$$n_p = \frac{P}{NCF} \quad (6)$$

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value : NPV) คือ ผลต่างระหว่างค่าปัจจุบันของกระแสเงินสด รับสุทธิตลอดอายุโครงการกับเงินลงทุนเริ่มแรก ณ อัตราผลตอบแทนที่ต้องการ สำหรับการหามูลค่าปัจจุบันสุทธิสำหรับ

2.1 กรณีที่มีมูลค่ารายปีเท่ากัน ตามสมการที่ (7)

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \quad i \neq 0 \quad (7)$$

2.2 กรณีที่มีมูลค่ารายปีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็น แบบอนุกรมเลขคณิต ตามสมการที่ (8)

$$P = \frac{G}{i} \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} - \frac{n}{(1+i)^n} \right] \quad (8)$$

โดยที่

P = แทนมูลค่าปัจจุบัน

A = แทนมูลค่ารายปีที่เท่ากัน

G = แทนมูลค่าที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างต่อเนื่องรูปแบบอนุกรมเลขคณิต

i = แทนอัตราดอกเบี้ยหรืออัตราดอกเบี้ยคืนทุน

n = แทนจำนวนปีที่พิจารณา

3. อัตราผลตอบแทนจากโครงการ

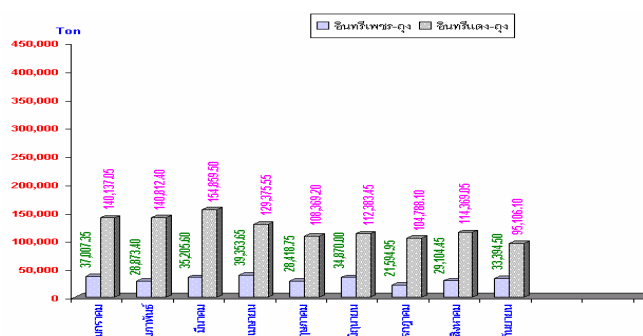
(internal rate of return : IRR) คือ อัตราที่ทำให้ค่า ปัจจุบันรวมของกระแสเงินสดรับจากการลงทุนตลอด อายุโครงการ เท่ากับ มูลค่าเงินลงทุน หาได้จากสมการ ที่ (9) และ (10)

$$PW_D = PW_R \quad (9)$$

$$0 = -PW_D + PW_R \quad (10)$$

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

กระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ (cement packing) ขนาดบรรจุ 50 กิโลกรัม จะมีฝุ่นปูนซีเมนต์ติดตามบรรจุด้านนอกทำให้ลูกค้าร้องเรียนเป็นจำนวนมากว่าบรรจุภัณฑ์สกปรก และเกิดฝุ่นฟุ้งกระจายขณะที่ทำการลำเลียงส่งให้ลูกค้าฝุ่นทางโรงงานต้องจ้างพนักงานทำความสะอาดกำจัดฝุ่นปูนซีเมนต์ทำให้เสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก (โรงงานมีจำนวนสายการผลิตทั้งหมด 11 สายการผลิต) ดังกราฟแสดงปริมาณการผลิตในปี 2550



กราฟที่ 1 ปริมาณการผลิตในปี 2550

จากกราฟจะเห็นได้ว่า บริษัทที่กำลังการผลิตที่สูงกว่า 100,000 ตัน ต่อเดือน หรือจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตได้มากกว่า 2,000,000 ถุงต่อเดือนแต่ละถุงจะมีฝุ่นปูนซีเมนต์ติดที่ผิวด้านนอกประมาณ 10-20 กรัมต่อถุง ดังนั้นจะมีฝุ่นปูนซีเมนต์ปนเปื้อน มากกว่า 20,000 กิโลกรัม ต่อเดือน หรือประมาณ 400 ถุงที่ต้องสูญเสียไป

ในการดำเนินงานจะเริ่มต้นจากเก็บข้อมูลความสูญเสียให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง นำข้อมูลประกอบการออกแบบระบบและจัดทำระบบคัดฝุ่นต้นแบบที่ได้ไปติดตั้งทดสอบการทำงาน สำหรับขั้นตอนสุดท้ายคือการคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์มาช่วยวิเคราะห์หาความคุ้มค่าทางงานวิจัย

3.1 กระบวนการบรรจุปูนซีเมนต์ ขนาดบรรจุ 50 กิโลกรัม

1. แผนกคอปูนซีเมนต์คอปูนลงถังเก็บวัตถุดิบ (stock silo) ตามชนิดของปูนให้แผนกบรรจุ

2. ลำเลียงวัตถุดิบแบบใช้ลม (start silo material) ในถังเก็บวัตถุดิบ (silo) มาพักที่ถังพักวัตถุดิบ (central bin) แล้วผ่านประตูควบคุมอัตราการไหล (flow control gate) ลงมายังรางลำเลียงวัตถุดิบ (fluxo slide)

3. ปูนซีเมนต์ไหลผ่านรางลำเลียงวัตถุดิบโดยใช้ลม (fluxo slide) ลงมายังกระป๋องลำเลียงวัตถุดิบ (bucket) เพื่อคัดฝุ่นขึ้นสู่ตะแกรงแยกสิ่งแปลกปลอม (screen vibration) ทำการแยกสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ต้องการออกจากเนื้อปูน

4. ปูนซีเมนต์ผงที่ผ่านการแยกลงมาพักที่ถังพักก่อนบรรจุ (bin roto packer) เพื่อพักปูนเตรียมการบรรจุในเครื่องบรรจุอัตโนมัติ

5. เครื่องบรรจุปูนทำการบรรจุปูนให้ได้น้ำหนักตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้เมื่อบรรจุเสร็จแล้วปล่อยลงสายพานผ่านจุดควบคุมน้ำหนัก (check weight) เพื่อทำการตรวจสอบน้ำหนักของถุงปูนแต่ละถุง

6. ถุงปูนผ่านชุด Bag Trap, Hoist Reject และ Air Cleaning Fan เพื่อกำจัดคราบฝุ่นปูนที่ติดมากับถุงปูนขณะทำการบรรจุเพื่อให้ถุงปูนสะอาด

7. ถุงปูนซีเมนต์ไหลผ่านชุด Belt Supply เพื่อแยกและจัดเรียงถุงปูนด้วยเครื่องเรียงถุงปูน



ภาพที่ 2 เครื่องบรรจุอัตโนมัติ (Packing machine)



ภาพที่ 3 สายพานลำเลียงถุงปูนที่มีการปนเปื้อนก่อนการติดตั้งระบบดักฝุ่นต้นแบบ

3.2 ขั้นตอนการเก็บฝุ่นปูนที่ติดมากับผลิตภัณฑ์

1. หยุดสายพานลำเลียง (Belt Conveyor) ขณะที่ถุงปูนออกจากเครื่องบรรจุปูน

2. ใช้แปรงขนอ่อนกวาดฝุ่นปูนที่ติดมากับผลิตภัณฑ์ลงกระดานที่รองรับ

3. นำเก็บใส่ถุงพลาสติกแล้วชั่งน้ำหนักฝุ่นปูนที่ได้จากการเก็บรวบรวมจำนวนฝุ่นปูนที่ได้ส่งห้องปฏิบัติการควบคุมคุณภาพ (Lab Q.C) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของปูนที่ติดมากับผลิตภัณฑ์ก่อนพิจารณานำกลับมารบรจุใหม่



ภาพที่ 4 การเก็บตัวอย่างของการปนเปื้อนบรรจุภัณฑ์

จากการเก็บข้อมูล 115 ตัวอย่างนำข้อมูลเข้าประมวลผลโดยใช้โปรแกรมมินิแทบได้ผลลัพธ์ดังนี้

Descriptive Statistics : Cement Contaminate

Variable	N	Mean	Median	TrMean	StDev	SE Mean
Cement	115	15.670	5.000	15.583	4.163	0.388
Variable	Minimum	Maximum	Q1	Q3		
Cement C	5.000	26.000	13.000	18.000		

ค่าเฉลี่ยของปริมาณการปนเปื้อนเท่ากับ 15.67 กรัมแต่สำหรับการออกแบบจะกำหนดปริมาณน้ำกลับไว้ที่ 20 กรัม

ดังนั้นสิ่งที่ต้องประกอบการคำนวณในการสร้างระบบดักจับฝุ่นปูนต้นแบบมี 3 ส่วนที่สำคัญดังนี้

1. พัดลมเป่าทำความสะอาดชิ้นงาน (air supply fan) และท่อลมเป่าทำความสะอาด (Supply Air Duct)
2. การออกแบบหัวดูด (exhaust air grill) และท่อลมดูด (exhaust duct) เพื่อลำเลียงฝุ่นปูนซีเมนต์ที่ปนเปื้อนไปสู่ถุงดักจับฝุ่น (bag filter)
3. การคำนวณท่อลมทำความสะอาดและท่อลมดูด (supply air duct and exhaust duct)

3.3 ข้อจำกัดในการออกแบบ

1. ท่อดูด (Exhaust Duct) มีอัตราการไหลของลมเท่ากับ 10,985 CMH (Cubic Meter per Hour) มีขนาดหน้าตัดท่อเท่ากับ 200 มิลลิเมตรโดยมีท่อเดิมติดตั้งอยู่จึงต้องออกแบบท่อใหม่ให้เชื่อมต่อกับของเดิมเพื่อให้ฝุ่นปูนที่ปนเปื้อนบนบรรจุภัณฑ์หลังจากออกจากกระบวนการบรรจุถูกดูดกลับเข้าไปในระบบถุงดักจับฝุ่น (Bag Filter)

2. ความเร็วของสายพานลำเลียง (Belt Conveyor) มีความเร็วเท่ากับ 5 เมตรต่อนาที

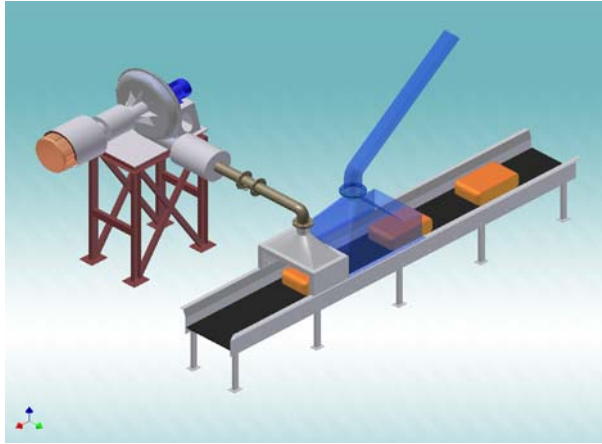
3. อัตราการบรรจุ 12 วินาทีต่อถุง

4. พื้นที่การติดตั้งระบบทำความสะอาดมีจำกัด

5. ทำการติดตั้งระบบได้เฉพาะขณะหยุดเดินสายการผลิตเท่านั้น

6. จัดตารางการผลิตใหม่รองรับสำหรับ
สายการผลิตที่มีการติดตั้งระบบ

7. พื้นที่ผิวของถุงปูนที่มีพื้นที่บางส่วนไม่
สามารถทำความสะอาดได้ เช่น พื้นที่ด้านล่างของบรรจุ
ภัณฑ์



ภาพที่ 5 แบบเบื้องต้นของระบบดักจับฝุ่นต้นแบบ

4. ผลการดำเนินงาน

จากการออกแบบและคำนวณระบบดักจับฝุ่น
ต้นแบบซึ่งสามารถกำหนดคุณสมบัติพร้อมทั้งต้นทุน
ของระบบดังนี้

รายละเอียดอุปกรณ์	คุณสมบัติเฉพาะ	ต้นทุน
พัดลม	Air flow 900 cmh static Pressure 500 Pa Motoring 3 phase 380 v 1.5 kW Pre Filter = 1 set	34,500.-
Supply Air slot หัวจ่ายลม	ขนาดกว้าง 650 x ยาว 400 x สูง 300 mm ความกว้าง SLOT 30x300mm -Plate 3mm ขนาด 1200x2400mm = 1ea -Bolt M10x40mm = 26ea @5-	1850.- 130.-
Supply Air duct ท่อจ่ายลม	Damper Ø 100 mm. = 1ea Pipe Ø 100 mm. = 3 m Flang Ø 100 mm = 2ea	1200.- 600.- 420.-
Support อุปกรณ์รองรับพัดลม	ขนาดกว้าง x ยาว x สูง 500x800x800mm. วัสดุเหล็ก C-Channel 100x50mm=10.5m. Plate 6mm.500x800mm = 1 ea Plate 10mm 150x120mm=4 ea Expansion bolt Ø 22mm 16ea	2400.- 450.- 160.- 128.-

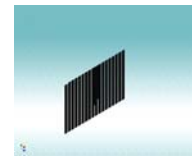
Exhaust Air Register หัวดูด



Exhaust Air duct ท่อดูด



PVC curtain ม่าน พีวีซี



ขนาดกว้าง 650 .ยาว 400 สูง 300 mm.	1850.-
-Plate 3mm ขนาด 1200x2400mm=1ea	280.-
- Flang ขนาด Ø 200mm=1ea	130.-
-Bolt M10x40mm = 26ea @5-	

-Pipe Ø 200mm. = 4 m.	800.-
-Elbow 45° =1ea	450.-
-Damper Ø 200 mm.=1ea	1850.-
-Bolt M10x40 =12ea @5-	60.-

ม่าน PVC ขนาดกว้าง 650 mm.ยาว 300 mm. = 2set	1600.-
Flang เหล็ก Flat Bar 650x50x5mm = 2ea	240.- 60.-
Bolt M10x40 = 12ea	

หลังจากออกแบบและคำนวณเพื่อกำหนดคุณสมบัติ
เรียบร้อยแล้วจึงดำเนินการจัดทำและติดตั้งระบบดักฝุ่นที่
สายการผลิต 10 โรงงานบรรจุ 2



ภาพที่ 6 ระบบต้นแบบที่ดำเนินการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว (บน) และ (ล่าง) การใช้อุปกรณ์ตรวจสอบวัดความเร็วและปริมาณลม



ภาพที่ 7 ถุงปูนที่ผ่านระบบคัดจับฝุ่นต้นแบบมีความสะอาดมากขึ้น



ตารางที่ 1 รายละเอียดของระบบคัดฝุ่นต้นแบบที่ดำเนินการติดตั้งสายการผลิตที่ 10 โรงงานบรรจุที่ 2

รายละเอียด	ปริมาณ	หน่วย
ปริมาณการลำเลียงบรรจุภัณฑ์	5	เมตร/นาทึ
ระยะห่างระหว่างถุงขณะลำเลียง	1.5	เมตร
จำนวนบรรจุภัณฑ์ที่ลำเลียง	9,960	ถุงต่อวัน
ปริมาณการปนเปื้อน	20	กรัมต่อถุง
ปริมาณการปนเปื้อนทั้งหมด	199,200	กรัมต่อวัน
ปริมาณการปนเปื้อนทั้งหมด(หน่วยกิโลกรัม)	199.2	กิโลกรัมต่อวัน
ปริมาณลมที่หัวจ่ายทำความสะอาด	855	CMH
ความเร็วลมของหัวจ่ายทำความสะอาด	10	เมตร/วินาที
แรงของลมที่ทำความสะอาด	2.5	นิวตัน
ปริมาณลมที่หัวดูดเข้าระบบ	6,141.18	CMH
ความเร็วจับยึดของหัวดูด	20	เมตร/วินาที
ความเร็วลมของท่อลำเลียงฝุ่นกลับเข้าระบบ	40	เมตร/วินาที
ปริมาณลมในท่อลำเลียงฝุ่นกลับเข้าระบบ	5,527.06	CMH
ปริมาณการนำฝุ่นที่ปนเปื้อนกลับเข้าระบบ 73% เนื่องจากข้อจำกัดของบรรจุภัณฑ์	145.42	กิโลกรัมต่อวัน

ตารางที่ 2 การกำหนดปริมาณการบรรจุและราคาขายของบรรจุภัณฑ์

ปริมาณการบรรจุภัณฑ์	50	กิโลกรัมต่อถุง
ราคาขาย	100	บาทต่อถุง
จำนวนเงินที่ได้จากการนำฝุ่นที่ปนเปื้อนกลับเข้าระบบ	290.83	บาทต่อวัน

ตารางที่ 3 ปริมาณความสูญเสียและค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ

รายละเอียด	ปริมาณ	หน่วยวัด
ปริมาณการผลิตของเครื่องจักรหมายเลข 10	9,960.00	ถุงต่อวัน
ปริมาณการปนเปื้อนฝุ่นปูนซีเมนต์ของบรรจุภัณฑ์	20.00	กรัมต่อถุง
รวมปริมาณการปนเปื้อน	199,200.00	กรัมต่อวัน
หรือคิดเป็นปริมาณการปนเปื้อน	199.20	กิโลกรัมต่อวัน
สามารถนำฝุ่นกลับเข้าระบบเพื่อเป็นวัตถุดิบ (คิดที่ 73%)	145.42	กิโลกรัมต่อวัน
จำนวนเงินที่ต้องสูญเสียก่อนการติดตั้งระบบ	398.40	บาทต่อวัน
จำนวนเงินที่ต้องสูญเสียก่อนการติดตั้งระบบ (ต่อปี)	145,416.00	บาทต่อปี
ระบบลดการสูญเสียได้ (73%)	290.83	บาทต่อวัน
ระบบสามารถลดการสูญเสียได้	106,153.68	บาทต่อปี

ต้นทุนของระบบพร้อมติดตั้งอุปกรณ์เท่ากับ 63,648.00 บาท ซึ่งเป็นเงินลงทุนโดยระบบนี้จะต้องมีการกำหนดค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อเป็นเงื่อนไขประกอบการคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ดังนี้

1. ค่าระบบกรองอากาศ 3,700.- บาท/ปี
2. ค่าบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 22,100.- บาท/ปี

3. ค่าปรับแต่งระบบและซ่อมแซมรายปี 5,000.- บาท/ปี
4. คัดอัตราค่าใช้จ่ายเพื่อดูแลระบบเพิ่มขึ้น 10% ทุกปี
5. ค่าไฟฟ้าจากการติดตั้งระบบ 32,850.- บาท/ปี
6. อายุการใช้งานของระบบ 5 ปี

5. สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการสร้างระบบดักจับฝุ่นต้นแบบเพื่อลดความสูญเสียและการปนเปื้อนของฝุ่นปูนที่ติดบริเวณถุงโดยได้ติดตั้งระบบไว้ที่สายการผลิตหมายเลข 10 โรงงานบรรจุที่ 2 เป็นต้นแบบซึ่งมีปริมาณการผลิตที่ 9,960 ถุงต่อวัน และได้มีปริมาณการปนเปื้อนฝุ่นปูน 20 กรัมต่อถุงแสดงว่าจะมีปริมาณการปนเปื้อนโดยรวม 199.20 กิโลกรัมต่อวัน เมื่อทำการติดตั้งระบบและทดสอบระบบแล้วได้ข้อสรุปดังนี้

1. ระบบสามารถลดการปนเปื้อนโดยนำฝุ่นปูนกลับเข้าระบบเพื่อเป็นวัตถุดิบในการบรรจุใหม่ได้ร้อยละ 73 หรือเท่ากับ 145.42 กิโลกรัมต่อวัน สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 290.83 บาท/วัน

2. จากการวิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์ได้อัตราผลตอบแทนโครงการ (IRR) เท่ากับ 58% มีระยะเวลาคืนทุน (PB) เท่ากับ 1 ปี 5 เดือน หรือคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิของเงินลงทุน (NPV) เท่ากับ 88,907.50 บาท ผลการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ถือว่าเป็นการดำเนินงานที่คุ้มค่ากับการลงทุน

3. การสร้างระบบดักจับฝุ่นต้นแบบสามารถนำไปขยายผลในสายการผลิตอื่นๆได้เพราะทางโรงงานบรรจุที่ 2 มีสายบรรจุทั้งสิ้น 11 สายการผลิต

4. ในการออกแบบยังมีส่วนที่การทำความสะอาดเข้าไปไม่ถึงคือบริเวณด้านล่างของบรรจุภัณฑ์ในขณะที่มีการลำเลียง และเป็นข้อจำกัดของสายพานลำเลียงจึงทำให้พื้นที่ในการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ได้เพียงร้อยละ 73

5. การติดตั้งระบบครั้งต่อไปควรออกแบบให้มีช่องสำหรับวัดความเร็วและปริมาณลม (Measuring Port) ทั้งทางเข้าและออกของระบบเพื่อความสะดวกและง่ายต่อการบันทึกค่า และการบำรุงรักษา

เอกสารอ้างอิง

1. กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2545). สถิติสำหรับงานวิศวกรรม , สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น. กรุงเทพมหานคร
2. ฉัตรชัย นิยมผล (2550) . ระบบกำจัดฝุ่นและการระบายอากาศ , สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น. กรุงเทพมหานคร
3. ทองคำ ไม้กัลด (2527) . สถิติวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์ , สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , กรุงเทพมหานคร
4. นิธิชัย ช่างสุ (2545) ความรู้และเข้าใจกราฟสมรรถนะของพัดลม , เอกสารแนะนำของบริษัทชัยมิตรเอ็นจิเนียริง อินเทอร์เน็ตชั่นแนล จำกัด. กรุงเทพมหานคร
5. วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์ (2549) , การระบายอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม หจก สำนักพิมพ์
6. สมศักดิ์ กิตติวุฒิสรรค์ (2534) , หลักการใช้งานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น.กรุงเทพมหานคร
7. Leland Blank , Anthony Tarquin , Engineering Economy Handbook , Mcgraw-hill international Edition Sixth Edition (2005)