ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

ปริญญา

วิศวกรรมความปลอดภัย | วิศวกรรมศาสตร์

สาขา | **คณะ**

เรื่อง การลดปัญหาฝุ่นในกระบวนการรับแป้งของโรงงานผลิตอาหารประเภทติ่มซำ

Reducing Dust Problem in Flour Receiving Process of Dim Sum Food Factory

นามผู้วิจัย นางสาวธารวิมล คำโคกกรวด

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัมพิกา บันสิทธิ์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์เลิศชัย ระตะนะอาพร, M.Eng.)

ประธานสาขาวิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปานจิต ดำรงกุลกำจร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การลดปัญหาฝุ่นในกระบวนการรับแป้งของโรงงานผลิตอาหารประเภทติ่มซำ

Reducing Dust Problem in Flour Receiving Process of Dim Sum Food Factory

โดย

นางสาวธารวิมล คำโคกกรวด

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธารวิมล คำโคกกรวด 2557: การลดปัญหาฝุ่นในกระบวนการรับแป้งของโรงงานผลิตอาหารประเภทติ่มซำ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย) สาขาวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัมพิกา บันสิทธ์, Ph.D. 86 หน้า

ปัญหาหลักที่พบในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมอาหารที่มีแป้งเป็นวัตถุดิบ คือ การฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานปฏิบัติงานโดยตรง งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณฝุ่นแป้งในขั้นตอนของกระบวนการรับแป้งของโรงงานผลิตอาหารประเภทติ่มซำ

จากการศึกษาข้อมูลตั้งแต่ ปีพ.ศ.2553 – พ.ศ. 2556 และการตรวจวัดฝุ่นแป้งในพื้นที่ปฏิบัติงาน พบว่ามีปริมาณฝุ่นแป้ง Total dust อยู่ในระดับเท่ากับ 27.831 mg/m^3 (โดยเฉลี่ย) และ Respirable dust เท่ากับ 8.348 mg/m^3 (โดยเฉลี่ย) ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานประกาศกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2520 เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) กำหนดไว้ คือ Total dust ไม่เกิน 15 mg/m^3 และ Respirable dust ไม่เกิน 5 mg/m^3 และเมื่อศึกษาผลการตรวจ ความจุปอดของพนักงานปฏิบัติงาน พบว่ามีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยจึงได้ทำการแก้ไขปรับปรุงด้วยการออกแบบภาชนะรับ – ส่งแป้งให้เป็นระบบปิด ผลจากการติดตามผล พบว่าปริมาณฝุ่นแป้งในพื้นที่ดังกล่าวลดลงเหลือ Total dust เท่ากับ 1.125 mg/m^3 และ Respirable dust เท่ากับ 0.183 mg/m^3 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐานกำหนด และจากการสอบถามตรวจติดตามผลจากพนักงานปฏิบัติงานบ่งชี้ว่าทุกคนมีความพอใจและมีความเชื่อมั่นว่าจะมีความปลอดภัยด้านสุขภาพมากขึ้น

_____ _____ ___ / ___ / __

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Tranwimon Kamkokkruad 2014: Reducing Dust Problem in Flour Receiving Process of Dim Sum Food Factory. Master of Engineering (Safety Engineering), Major Field: Safety Engineering, Faculty of Engineering. Thesis Advisor: Assistant Professor Ampika Bansiddhi, Ph.D. 86 pages.

The main problem found in food processing line using flour as raw material is the dispersion of flour powder which affects directly to worker's health. This research is aimed to reduce the flour powder quantity at the step of receiving raw material flour in the Dim Sum production plant.

Studying information during year 2010 to 2013 as well as determination of flour powder quantity within the working area indicated that the average quantity of total dust and respirable dust equal to 27.831 mg/m^3 and 8.348 mg/m^3, respectively, which were higher than the standard limits for total dust and respirable dust of 15 mg/m^3 and 5 mg/m^3, respectively, as specified in the Notification by Ministry of Interior on working environment (chemicals) safety, 1977. In addition, it was also found that the lung capacity of the workers tend to gradually decreased. The improvement point of this study was to design the receiving flour containers as close system. Monitoring after improvement showed that the average total dust and respirable dust quantity reduced to 1.125 mg/m^3 and 0.183 mg/m^3, respectively, which were lower than the standard limits. Moreover, investigating from the workers indicated that all workers were satisfied and gained more confidence on safety and health.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Studen's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. อัมพิกา บันสิทธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รศ. เลิศชัย ระตะนะอาพร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาในการจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขในจุดบกพร่องต่างๆจนทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์โครงการวิศวกรรมความปลอดภัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่อบรมสั่งสอน ซึ่งถือว่าเป็นการมอบความรู้อันมีคุณค่า เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในหน้าที่การงานการดำรงชีวิต ได้เป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ประจำโครงการวิศวกรรมความปลอดภัยทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและแนะนำสิ่งต่างๆเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณภัทรกร ประทีปวรากรณ์ ที่ให้คำปรึกษาด้านการออกแบบ และประสานงานการติดตั้งอุปกรณ์ ขอบพระคุณบริษัทผู้ผลิตที่เอื้ออำนวยสถานที่และข้อมูลในการทำการวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่ครอบครัวที่เป็นกำลังใจที่ดีตลอดมาในทุกเรื่อง

ธารวิมล คำโคกกรวด

เมษายน 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	31
อุปกรณ์	31
วิธีการ	32
ผลและวิจารณ์	37
สรุปและเสนอข้อแนะ	76
สรุปผลการวิจัย	76
ข้อเสนอแนะการวิจัย	78
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	79
ภาคผนวก	81
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	86

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของฝุ่น กับ โรคที่เกิดจากฝุ่น	10
2	Capture velocity สำหรับการเคลื่อนที่ของสารปนเปื้อนจากแหล่งในลักษณะต่างๆ	20
3	ปัจจัยในการเลือกช่วงความเร็วลมของจุด X	20
4	มาตรฐานการวิเคราะห์คุณภาพอากาศของ The National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH)	28
5	มาตรฐานปริมาณฝุ่นละอองในพื้นที่	29
6	ผลการตรวจวัดฝุ่นทุกขนาด (Total dust) ระหว่างปี พ.ศ. 2553 – พ.ศ. 2556	41
7	ผลการตรวจวัดฝุ่นฝุ่นขนาดที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมปอดได้ (Respirable dust) ระหว่างปี พ.ศ. 2553 – พ.ศ. 2556	41
8	จำนวนข้อร้องเรียน ระหว่างปี พ.ศ. 2553 – พ.ศ. 2556	41
9	ผลตรวจสมรรถภาพปอดพนักงานจุดงานรับแป้ง	42
10	ขนาดของอุปกรณ์เดิมเพื่อนำไปสู่การออกแบบชุดอุปกรณ์ใหม่	45
11	รายละเอียดชุดฝาครอบส่งแป้ง กลยุทธ์ที่ 2	53
12	รายละเอียดส่วนประกอบชุดฝาครอบส่งแป้ง กลยุทธ์ที่ 2	55
13	รายละเอียดส่วนประกอบของรถเข็นรับแป้ง กลยุทธ์ที่ 2	57
14	รายละเอียดชุดฝาครอบส่งแป้ง กลยุทธ์ที่ 3	59
15	รายละเอียดส่วนประกอบชุดฝาครอบส่งแป้ง กลยุทธ์ที่ 3	63
16	ผลการตรวจวัดฝุ่นหลังการใช้งานอุปกรณ์เทียบกับผลตรวจวัดครั้งล่าสุดก่อนการใช้งานอุปกรณ์ (ครั้งที่ 2/2556)	69
17	ผลการตรวจวัดฝุ่นหลังการใช้งานอุปกรณ์เปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 – ปัจจุบัน	69
18	ความพึงพอใจของพนักงานก่อนการติดตั้งอุปกรณ์ฝาครอบชุดรับแป้ง	74
19	ความพึงพอใจของพนักงานหลังการติดตั้งอุปกรณ์ฝาครอบชุดรับแป้ง	74
20	ความพึงพอใจของพนักงานเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการใช้งานอุปกรณ์	75

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	Enclosing hood	17
2	อัตราการไหลของอากาศ และ Capture velocity ของฮูดชนิดฮูดแขวนอิสระ	22
3	อัตราการไหลของอากาศ และ Capture velocity ของฮูดชนิดฮูดขนาดใหญ่	22
4	แนวการเคลื่อนที่และทิศทางของอากาศเข้าฮูดไม่มีปีก	23
5	แนวการเคลื่อนที่และทิศทางของอากาศเข้าฮูดมีปีก	23
6	ลักษณะของฮูดชนิดต่างๆ และสูตรคำนวณอัตราการไหลของอากาศ	24
7	ฮูดชนิดต่างๆและลำดับการเลือกฮูด	25
8	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	32
9	กระบวนการผลิตติ่มซำ	38
10	กระบวนการรับแป้ง จุดงานรับแป้ง	39
11	ขั้นตอนการรับแป้งก่อนการปรับปรุง	44
12	ตู้ครอบกันแป้งฟุ้งกระจาย	44
13	รูปแบบชุดอุปกรณ์ป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้ง กลยุทธ์ที่ 1	48
14	ขนาดของส่วนประกอบอุปกรณ์ ลักษณะการมองแบบด้านบน (Top view)	49
15	ขนาดของส่วนประกอบอุปกรณ์ ลักษณะการมองแบบด้านข้าง (Side view)	50
16	ขนาดของส่วนประกอบอุปกรณ์ ลักษณะการมองแบบด้านหน้า (Front view)	50
17	ส่วนประกอบของอุปกรณ์ฝาครอบชุดรับแป้ง กลยุทธ์ที่ 2	53
18	ส่วนประกอบของจุดล็อคชุดฝาครอบส่งแป้ง กลยุทธ์ที่ 2	54
19	ลักษณะการทำงานและส่วนประกอบของชุดฝาครอบชุดส่งแป้ง กลยุทธ์ที่ 2	56
20	ลักษณะและส่วนประกอบของรถเข็นรับแป้ง กลยุทธ์ที่ 2	57
21	ส่วนประกอบของอุปกรณ์ฝาครอบชุดรับแป้ง กลยุทธ์ที่ 3	59
22	ลักษณะการทำงานของชุดฝาครอบชุดส่งแป้ง กลยุทธ์ที่ 3	61
23	รายละเอียดส่วนประกอบชุดฝาครอบส่งแป้ง กลยุทธ์ที่ 3	62
24	Exhaust hood ลักษณะการมองแบบด้านบน (Top view)	63
25	Exhaust hood ลักษณะการมองแบบด้านข้าง (Side view)	64
26	Inside hood ลักษณะการมองแบบด้านบน (Top view)	64

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
27	Inside hood ลักษณะการมองแบบด้านข้าง (Side view)	65
28	Powder dust collector unit ลักษณะการมองแบบด้านหน้า (Front view)	65
29	Powder dust collector unit ลักษณะการมองแบบหลัง	66
30	Powder dust collector unit ลักษณะการมองแบบด้านข้างขวา (Side view)	66
31	Powder dust collector unit ลักษณะการมองแบบด้านข้างซ้าย (Side view)	67
32	ผลการตรวจวัดฝุ่น Total dust บริเวณจุดงานรับแป้ง (ปี พ.ศ. 2553 – ปัจจุบัน)	70
33	ผลการตรวจวัดฝุ่น Respirable dust บริเวณจุดงานรับแป้ง (ปี พ.ศ. 2553 – ปัจจุบัน)	70

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

Q	=	อัตราการไหลของอากาศ (ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)
V	=	ความเร็วในการไหลของอากาศ (ฟุตต่อนาที)
A	=	พื้นที่หน้าตัด (ตารางฟุต)
X	=	ระยะตามแนวแกนของฮูด (เมตร)
D	=	เส้นผ่าศูนย์กลางของฮูดทรงกลม และด้านหน้าของฮูดสี่เหลี่ยม (เมตร)
FVC	=	จำนวนของอากาศที่วัดได้ เมื่อหายใจออกมาอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่จนสุด (Forced vital capacity) (เปอร์เซ็นต์)
FEV1	=	จำนวนอากาศที่สามารถหายใจออกมาใน 1 วินาที (Forced expiratory volume in one second) (เปอร์เซ็นต์)
FEV1 / FVC	=	ค่าเปอร์เซ็นต์ของอากาศที่มีอยู่ในปอดเมื่อเปรียบเทียบปริมาตรอากาศที่หายใจออกได้ใน 1 วินาที (เปอร์เซ็นต์)
ATS	=	มาตรฐานของสมาคมโรคทรวงอกแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (American thoracic society)
Respirable dust	=	ฝุ่นขนาดที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมของปอดได้ หรือ ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (ไมครอน)
Total dust	=	ฝุ่นที่ไม่สามารถสะสมในถุงลมของปอดได้ หรือ ฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมโครอน (ไมครอน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การลดปัญหาฝุ่นในกระบวนการรับแป้งของโรงงานผลิตอาหารประเภทติ่มซำ

Reducing Dust Problem in Flour Receiving Process of Dim Sum Food Factory

คำนำ

ปัจจุบันสังคมไทยมีการเปลี่ยนแปลงการดำรงชีวิตที่เป็นสังคมเมืองมากขึ้น และมีค่านิยมที่เปลี่ยนแปลงไป ความรวดเร็วและความสะดวกสบายจึงเป็นสิ่งที่ประชาชนต้องการในการดำรงชีวิต ทั้งการจราจร สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ รวมถึงสิ่งของเพื่อการอุปโภคและบริโภค ส่งผลให้อุตสาหกรรมอาหารประเภทสะดวกซื้อเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีแนวโน้มความต้องการของผู้บริโภคที่เพิ่มสูงขึ้นอาทิเช่น อาหารประเภทติ่มซำ เป็นอาหารที่รับประทานได้สะดวก รวดเร็ว และหาซื้อได้ง่าย ซึ่งได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน ทำให้อุตสาหกรรมประเภทติ่มซำมีกำลังการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นควบคู่ไปกับการเติบโตและเปลี่ยนแปลงของสังคมไทย

อุตสาหกรรมประเภทติ่มซำ มีกระบวนการในการผลิต 3 กระบวนการหลัก คือ กระบวนการรับวัตถุดิบ กระบวนการปรุงสุก กระบวนการแช่แข็งและการบรรจุ ซึ่งในกระบวนการรับวัตถุดิบประกอบไปด้วย การรับเนื้อสัตว์ การรับผัก การรับเครื่องปรุงและส่วนผสม และการรับแป้ง แป้งถือว่าเป็นวัตถุดิบหลักในกระบวนการผลิต โดยแป้งที่ใช้ในการผลิตติ่มซำ คือ แป้งสาลี ในกระบวนการผลิตนั้นแป้งสาลีจะถูกเก็บไว้ในไซโลแป้ง เมื่อต้องการใช้แป้งสาลีจะถูกส่งผ่านระบบท่อเข้าสู่พื้นที่การผลิตคือบริเวณจุดงานรับแป้ง เมื่อแป้งถูกส่งมาถึงพื้นที่จุดงานรับแป้ง พนักงานจะทำหน้าที่เจ็นหม้อรับแป้งเข้ามารับแป้ง และเข้าสู่กระบวนการอื่นต่อไป ซึ่งในกระบวนการรับแป้งนี้เป็นจุดที่เกิดปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้ง ดังนั้นยิ่งเมื่อมีความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารประเภทติ่มซำเพิ่มสูงขึ้น ยังส่งผลให้ความต้องการในการใช้แป้งสาลีของกระบวนการผลิตมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และยิ่งทำให้ปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งเพิ่มมากขึ้นด้วยตามลำดับ

ปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งที่เกิดขึ้นส่งผลให้ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นในพื้นที่การปฏิบัติงานบริเวณจุดงานรับแป้งไม่ผ่านตามค่ามาตรฐานกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2520 เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ซึ่งกำหนดไว้คือ Total dust ไม่เกิน 15 mg/m^3 และ Respirable dust ไม่เกิน 5 mg/m^3 และพบปัญหาข้อร้องเรียนเรื่องฝุ่นแป้งที่เกิดขึ้นใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พื้นที่การปฏิบัติงานของพนักงาน รวมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ต่อสุขภาพของพนักงานผู้ปฏิบัติงาน หากมองถึงต้นทุนของการผลิตพบว่า การสูญเสียแป้งซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิต จากการฟุ้งกระจายที่เกิดขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้การฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งยังส่งผลกระทบทางอ้อม เช่น ส่งผลให้พื้นที่ปฏิบัติงานสกปรก และพื้นมีความลื่นขึ้น เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุของพนักงาน ฝุ่นแป้งที่ฟุ้งกระจายยังทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้า รวมถึงอุปกรณ์ระบบระบายอากาศชำรุดบ่อยขึ้น จึงต้องเพิ่มรอบในการบำรุงรักษามากขึ้น ซึ่งถือได้ว่าเป็นการสูญเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น ปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งจึงถือเป็นปัญหาสำคัญของอุตสาหกรรมประเภทติ่มซำ ที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างถูกต้องและเหมาะสมที่สุด

ในช่วงเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 เป็นต้นมา บริษัทผู้ผลิตได้จัดให้มีการแก้ไขปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งในรูปแบบต่างๆมาโดยตลอด เช่น กำหนดให้พนักงานที่ต้องสัมผัสฝุ่นแป้งในเวลาทำงานสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ประเภทหน้ากากกรองอากาศที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการกรองฝุ่นแป้ง และมีการปรับปรุงระบบการรับ – ส่งแป้งในพื้นที่ เพื่อช่วยลดปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่าวิธีการดังกล่าวยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ บริษัทผู้ผลิตมีความต้องการพัฒนาและปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการรับ – ส่งแป้ง ให้มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งลดลง รวมถึงมีการปรับเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติงานของพนักงานให้เหมาะสมกับอุปกรณ์และเกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงานโดยลดการสัมผัสฝุ่นแป้งซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยเสี่ยงที่อาจส่งผลให้เกิดโรคจากการทำงานกับพนักงานได้ โดยมีเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งในจุดงานรับแป้งอย่างเหมาะสม เพื่อให้ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นในพื้นที่ผ่านตามค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด และเพื่อสุขภาพที่ดีของพนักงานผู้ปฏิบัติงาน รวมถึงเพื่อให้พนักงานมีความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

เพื่อปรับปรุงอุปกรณ์ในการรับ-ส่งแป้ง ที่จุดงานรับแป้งให้มีปริมาณฝุ่นแป้งที่ฟุ้งกระจายในอากาศผ่านตามมาตรฐานคือ Total dust ไม่เกิน 15 mg/m^3 และ Respirable dust ไม่เกิน 5 mg/m^3 และให้พนักงานมีความพึงพอใจเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับการทำงานภายในจุดงานรับแป้ง

ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาและออกแบบอุปกรณ์ในการรับ – ส่งแป้งที่รับมาจากท่อส่งแป้งในจุดงานรับแป้ง

2. มาตรฐานปริมาณฝุ่นที่ฟุ้งกระจายอ้างอิงจากมาตรฐาน ประกาศกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2520 เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม (สารเคมี)

3. ปริมาณฝุ่นที่ฟุ้งกระจายตรวจโดย บริษัทรับตรวจวัดที่ขึ้นทะเบียนตามกฎหมายกำหนด ในระยะเวลาทุก 6 เดือน ก่อนการปรับปรุง และระยะเวลาทุ 2 สัปดาห์ หลังการปรับปรุง

4. ความพึงพอใจของพนักงาน สำรวจจากพนักงานที่ปัจจุบันปฏิบัติงานในจุดงานรับแป้ง จำนวน 9 คน โดยการใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์

5. ปรับปรุงอุปกรณ์โดยเน้นการลดปริมาณฝุ่นแป้ง และสุขภาพของพนักงานเป็นหลัก โดยไม่คำนึงถึงค่าใช้จ่าย และต้นทุนของอุปกรณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

เอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับฝุ่นละออง

ฝุ่นละออง หมายถึง อนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่ล่องลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งเกิดจากวัตถุที่ถูกทุบ ตี บด กระแทก จนแตกออกเป็นส่วนเล็กๆ เมื่อถูกกระแสลมพัด ก็จะปลิวกระจายตัวอยู่ในอากาศและตกลงสู่พื้น ซึ่งเวลาในการตกลงสู่พื้นจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับน้ำหนักของอนุภาคฝุ่นนั้น ความเป็นพิษและคุณสมบัติของฝุ่นจะแตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิด เช่น ฝุ่นแอสเบสตอส ฝุ่นไฮโดรคาร์บอน ฝุ่นแป้ง ซึ่งหากมนุษย์หายใจเอาฝุ่นเข้าไปจะทำให้เกิดการสะสมของฝุ่นในระบบทางเดินหายใจตั้งแต่โพรงจมูกจนถึงถุงลมในปอด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่าง และความหนาแน่นของฝุ่นที่ได้รับ

1.1 สาเหตุหลักของการเกิดฝุ่น

1.1.1 จากโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะจากกระบวนการผลิตที่การทุบ ตี เป่า เช่น โรงสีข้าว โรงอาหารผลิตอาหารที่มีการใช้แป้งเป็นส่วนประกอบ หรืองานก่อสร้าง ซึ่งฝุ่นที่เกิดขึ้นจะส่งผลให้เกิดโรคจากการทำงานของพนักงานผู้สัมผัสได้ ฝุ่นละอองจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม ถือเป็นสารปนเปื้อนในอากาศ 1 ใน 6 ชนิดหลัก ได้แก่ ฝุ่นละออง ไอเสีย ละอองน้ำ ควัน ไอ และก๊าซ (ฉัตรชัย, 2556)

1.1.2 จากการคมนาคม หรือการจราจรโดยเฉพาะการจราจรทางบก ที่ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นนั้นๆ หากพื้นที่ใดที่มีการจราจรหนาแน่นก็จะทำให้ฝุ่นที่เกิดขึ้นมีความหนาแน่นขึ้นเช่นกัน

1.1.3 จากการเกษตรกรรม ส่วนใหญ่มักเกิดจากกระบวนการในการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร เช่น ชาวนาทำการเก็บเกี่ยวข้าวทำให้ได้รับฝุ่นจากฟางข้าว จึงเกิดโรคปอดจากฝุ่นฟาง หรือโรคปอดชาวนา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ขนาดของอนุภาคฝุ่นละออง แบ่งตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ดังนี้

1.2.1 ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 10 ไมครอน เมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจจะทำให้เกิดการระคายเคืองระบบทางเดินหายใจส่วนต้น และอาจทำให้วิสัยทัศน์ในการมองเห็นลดลง ทำให้เกิดสภาพที่ไม่ปลอดภัยต่อสิ่งปลูกสร้าง

1.2.2 ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ไมครอน เมื่อหายใจเข้าไปฝุ่นขนาดเล็กนี้จะสามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง และถุงลมปอด ซึ่งถ้าได้รับในปริมาณมากในระยะเวลาติดต่อกัน จะทำให้เกิดการสะสมของฝุ่นในเนื้อเยื่อปอด ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ การติดเชื้อของปอด หลอดลมอักเสบ หอบหืด ถุงลมโป่งพอง

1.3 ผลกระทบจากฝุ่นละอองที่ฟุ้งกระจายในอากาศ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.3.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสภาพแวดล้อมในการทำงาน

ก. ฝุ่นละอองส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในการทำงาน หรือการจราจร เมื่อพื้นที่การทำงานหรือการจราจรมีการฟุ้งกระจายของฝุ่น ส่งผลให้วิสัยทัศน์ในการมองเห็นลดน้อยลง ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการทำงานมากยิ่งขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน รวมถึงเมื่ออากาศมีปริมาณการฟุ้งกระจายของฝุ่นที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้ต้องสิ้นเปลืองพลังงานในการแก้ไขปัญหาที่เกิดมากขึ้นด้วยเช่น ต้องเพิ่มระบบการให้แสงสว่างเพื่อให้พื้นที่การทำงานมีแสงสว่างที่เหมาะสมและเพียงพอ

ข. ฝุ่นละอองส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะผลกระทบที่เกิดขึ้นกับใบของต้นไม้ เมื่อฝุ่นละอองเข้าไปเกาะที่ใบของต้นไม้จะส่งผลให้ ความร้อนภายในใบต้นไม้เพิ่มสูงขึ้น เกิดอาการใบเหลืองและทำให้ต้นไม้เหี่ยวเฉาตายในที่สุด

1.3.2 ผลกระทบต่อมนุษย์ด้านสุขภาพอนามัย อันตรายของฝุ่นละอองด้านสุขภาพอนามัยต่อมนุษย์ ขึ้นอยู่กับความสามารถในการเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของฝุ่นละออง ดังนี้

ก. ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อทางเดินหายใจส่วนต้น หรือเนื้อปอดส่วนบน ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซ โดยฝุ่นละอองที่มีผลกระทบต่อเนื้อปอดส่วนนี้จะมีขนาด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 5 ไมครอนขึ้นไป โดยแบ่งผลกระทบอออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ 1) เกิดการระคายเคือง เมื่อมีการสูดดมฝุ่นละอองเข้าไปซึ่งจะส่งผลต่อเยื่อบุทางเดินหายใจ โดยต่อมเมือกจะขยายตัวขึ้นทำให้ผลิตเมือกในหลอดลมเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้พื้นที่ของหลอดลมแคบลงส่งผลให้การทำลายเมือกลดลง จึงเกิดการอักเสบของหลอดลม และหากได้รับฝุ่นเป็นระยะเวลานานต่อเนื่องกันอาจทำให้เกิดโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังได้ 2) ภาวะภูมิแพ้หรือการสร้างภูมิคุ้มกันเกินเมื่อฝุ่นเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ สำหรับบางคนอาจมีการตอบสนองทันทีโดยเกิดจากการหดตัวของหลอดลมเกิดเป็นภาวะหอบหืด ซึ่งผู้ป่วยมักมีอาการเหนื่อยง่ายหรือหายใจมีเสียงหวีดเมื่อหายใจในอากาศที่มีการปนเปื้อนของฝุ่น 3) การเกิดมะเร็งปอด การก่อให้เกิดมะเร็งขึ้นอยู่กับฝุ่นของสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งปอด เช่น ฝุ่นแอสเบสตอส สามารถทำให้เกิดมะเร็งปอดหรือมะเร็งที่เยื้อหุ้มปอดได้ และจะพบมากในผู้ที่มีพฤติกรรมการสูบบุหรี่

ข. ผลกระทบต่อทางเดินหายใจส่วนล่าง หรือเนื้อปอดส่วนล่าง ซึ่งเป็นส่วนที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซของร่างกาย ผลกระทบที่เกิดขึ้นนี้จะเกิดจากฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 5 ไมครอนหรือฝุ่นที่มีลักษณะเป็นเส้นใย สามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1) Diffuse interstitial fibrosis มีเนื้อเยื่อพังผืดซึ่งเกิดจากการแทรกตัวของฝุ่นเข้าอยู่บริเวณช่องของเนื้อปอด และผนังถุงลมปอด การเกิดเนื้อเยื่อพังผืดจะทำให้เกิดการจำกัดพื้นที่ในการขยายตัวของปอดเมื่อมีการหายใจ จึงเกิดอาการหอบเหนื่อยจากการที่ปอดขยายตัวไม่เต็มที่ทำให้การแลกเปลี่ยนอากาศภายในปอดเกิดขึ้นน้อยลง

2) Nodular fibrosis คือ การที่เนื้อเยื่อพังผืดจับตัวกันเป็นหย่อมๆ เล็กๆ ทำให้มีอาการเหนื่อยหอบจากการที่ปอดหายใจไม่เต็มที่ และมีการอุดตันทางเดินหายใจขณะหายใจออก

3) Extrinsic allergic alveolitis คือ การอักเสบของเนื้อปอดที่เกิดจากปฏิกิริยาทางภูมิคุ้มกันที่แสดงต่อฝุ่นที่เป็นสารอินทรีย์ โดยอาการของโรคจะเกิดการอักเสบของเนื้อปอดและจะมีอาการเป็นไข้ หนาวสั่น เหนื่อย หอบ เพลีย หากเป็นเรื้อรังอาจเป็นสาเหตุของโรคถุงลมโป่งพองได้

4) Emphysema โรคถุงลมโป่งพอง มักเกิดกับคนที่ได้รับฝุ่นในปริมาณมากเป็นระยะเวลานาน ทำให้หลอดลมถูกทำลายไปอย่างช้าๆ โดยผู้ป่วยจะมีอาการเหนื่อยหอบง่ายซึ่งเกิดจากระบบทางเดินหายใจอุดตันเรื้อรัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5) Acute pulmonary edema คือ ผนังเส้นเลือดฝอยที่ผนังถุงลมปอดผิดปกติทำให้น้ำและพลาสมารั่วเข้าไปสู่ถุงลม จึงทำให้อากาศไม่สามารถเข้าสู่ถุงลมได้ ผู้ป่วยจะมีอาการเหนื่อยหอบทันทีทันใด และเสมหะมีสีชมพู เนื่องจากมีการปนเปื้อนของเลือดออกมา

นอกจากนี้ฝุ่นยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกาย ทำให้เกิดโรคจากการประกอบอาชีพซึ่งแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของฝุ่นนั้นๆ ซึ่งมีลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน โดยการเกิดโรคจากการประกอบอาชีพของผู้ปฏิบัติงานขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังนี้ 1) ปริมาณและความหนาแน่นของฝุ่นในอากาศ 2) ระยะเวลาที่รับสัมผัสของแต่ละบุคคล 3) ชนิดของฝุ่นที่ได้รับ 4) ส่วนของร่างกายที่สัมผัสกับฝุ่น เนื่องจากดวงตา ผิวหนัง และทางเดินหายใจของมนุษย์เป็นบริเวณที่มีการสัมผัสฝุ่นมากกว่าส่วนอื่น จึงเป็นส่วนของร่างกายที่พบความผิดปกติจากการได้รับฝุ่นมากที่สุด และพยาธิสภาพที่เกิดขึ้น มักแตกต่างกันไปตามชนิดของฝุ่นที่ได้รับตามการประกอบอาชีพ ดังนี้

1. โรคปอดแข็ง เกิดจากการหายใจเอาฝุ่นเข้าไปในปอด ซึ่งทำให้เนื้อปอดบริเวณนั้นเสียหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ และความสามารถในการขยายตัวของปอดลดลง การเกิดอาการปอดแข็ง โดยมีชื่อเรียกที่แตกต่างกันไปตามชื่อของฝุ่นที่ได้รับ เช่นโรคปอดฝุ่นทรายที่เกิดจากการหายใจเอาฝุ่นทรายเข้าไปในปอด

2. การแพ้ฝุ่น ส่วนใหญ่เกิดจากฝุ่นที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น ฝุ่นแป้ง ฝุ่นฝ้าย ฝุ่นชานอ้อย เมื่อเกิดภาวะแพ้ฝุ่นมักจะปรากฏอาการออกมาในรูปของการหืดหอบ

3. การระคายเคืองต่อดวงตา ผิวหนังและเยื่อบุทางเดินหายใจ อาการที่ปรากฏ เช่น การระคายเคืองดวงตา จะมีอาการน้ำตาไหล การระคายเคืองผิวหนังมักพบผื่นคัน และการระคายเคืองเยื่อบุทางเดินหายใจมักมีน้ำมูกใสๆหรือเสมหะมากกว่าปกติ การไอหรือจามจนหลอดลมอักเสบ หายใจลำบาก หอบเหนื่อยง่าย

4. การก่อมะเร็งฝุ่นของสารบางตัวก่อให้เกิดมะเร็งได้ เช่น ฝุ่นแอสเบสตอส โดยมีจุลินทรีย์และสารบางตัวที่ปนเปื้อนมากับฝุ่นด้วย

5. เป็นพิษต่อระบบของร่างกาย เช่น การปนเปื้อนหรือการสัมผัสเข้าสู่ระบบทางเดินอาหาร อาจทำให้เกิดการอักเสบ หรือฝุ่นบางชนิดอาจเกิดพิษต่อร่างกายได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ผลต่อผิวหนัง ฝุ่นที่มาจากฉนวนกันความร้อน เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการแพ้ผื่นคันของผิวหนัง

ฝุ่นที่พบในอากาศมีขนาดแตกต่างกัน การก่อพยาธิสภาพจึงแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่นละอองที่ได้รับ ขนาดอนุภาคของฝุ่นโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 0.3 – 6.0 ไมครอน ซึ่งสามารถล่องลอยในอากาศ และเข้าสู่ลมหายใจเข้าถึงปอดได้ (Respirable particulate matter) ฝุ่นที่ติดค้างในปอดได้มีขนาด 0.5 – 2.5 ไมครอน ฝุ่นที่มีขนาดเล็กว่า 0.5 ไมครอน จะล่องลอยออกจากปอดตามลมหายใจ จึงไม่เกิดการตกค้างในร่างกาย ส่วนฝุ่นขนาดใหญ่จะถูกกรองด้วยจมูกและขนาดเล็กกว่านั้นจะเข้าสู่ปอดลึกลงไปตามลำดับ จึงก่อให้เกิดอันตรายต่อจุดที่สัมผัสกับฝุ่นนั้น โดยขั้นต้นของความผิดปกติมักเกิดการระคายเคือง หากรุนแรงอาจเกิดอาการอักเสบ บุคคลที่มีสัมผัสฝุ่นเป็นประจำจะส่งผลให้ภูมิต้านทานของร่างกายลดลง ฝุ่นที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอน ขึ้นไป มักจะเข้าไปถึงได้เพียงจมูกและคอ เนื่องจากจะถูกขนของจมูกดักจับไว้ และจะมีการขับน้ำมูกออกมา เพื่อเป็นการป้องกันฝุ่นละอองที่จะเข้าสู่ร่างกาย ฝุ่นที่มีขนาดเล็กว่า 10 ไมครอน ซึ่งสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นาน จะผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ลึกกว่า ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อกล่องเสียงและหลอดลม เกิดอาการคันคอ ไอ จาม เสียงแหบลง และการอักเสบเรื้อรังและทำให้เซลล์ในบริเวณนั้นมีโอกาสกลายเป็นมะเร็งได้ นอกจากนี้ปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างคือ การใช้แรงงานหนักจนเกินไป เนื่องจากการออกแรงมากจะทำให้เพิ่มปริมาณการระบายอากาศ ซึ่งทำให้พนักงานได้รับฝุ่นในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น และเป็นสาเหตุให้เกิดอาการแพ้มากขึ้น

2. อันตรายของฝุ่นแป้งที่ใช้ในทางอุตสาหกรรมอาหาร

อันตรายของฝุ่นแป้งที่ใช้ทางอุตสาหกรรมอาหาร แบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

2.1 อันตรายของฝุ่นแป้งต่อการเกิดเหตุฉุกเฉินและอัคคีภัย ฝุ่นแป้งที่มีความเข้มข้นสูงเมื่อมีการก่อให้เกิดประกายไฟในบริเวณใกล้เคียงสามารถลุกติดไฟ และสามารถทำปฏิกิริยากับสารที่ทำให้เกิดการออกซิเดชั่นหรือเกิดการระเบิดฝุ่นได้ โดยเฉพาะระหว่างการขนส่งแป้ง ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีการอัดแรงดันเข้าไปในระบบเพื่อส่งแป้งไปตามท่อที่กำหนดไว้ หากไม่มีการควบคุมอย่างถูกต้องและเหมาะสมจะทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตขึ้น และเป็นสาเหตุของการระเบิดฝุ่นได้เช่นกัน ดังนั้นบริษัทที่มีการจัดเก็บฝุ่นแป้งในลักษณะของไซโล จึงต้องมีการติดตั้งสายดินของไซโลนั้นๆ รวมถึงกระบวนการส่งแป้งเข้าสู่ไซโลควรมีระบบป้องกันไฟฟ้าสถิตที่อาจเกิดขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 อันตรายฝุ่นแป้งต่อพื้นที่ปฏิบัติงานเมื่อฝุ่นแป้งถูกปล่อยลงมาเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต ทำให้ฝุ่นแป้งเกิดฟุ้งกระจายในพื้นที่การปฏิบัติงานหากไม่มีการควบคุมที่เหมาะสมจะทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับสถานที่ปฏิบัติงาน เนื่องจากฝุ่นแป้งจะเข้าเกาะที่อุปกรณ์ต่างๆรวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น หลอดไฟ ทำให้กำลังในการส่องสว่างลดลง ความสว่างในพื้นที่ไม่เพียงพอ และอาจเป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน

ปัจจุบันสัมผัสฝุ่นแป้ง ดังนี้ การระคายเคืองตาทำให้ตาแดง มีอาการน้ำตาไหล การระคายเคืองผิวหนังทำให้เกิดผื่นแพ้ การระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ มีอาการคันจมูก จาม น้ำมูกไหล เยื่อเมือกในช่องจมูกอักเสบเรื้อรัง ระคายคอ ไอมีเสมหะมาก หายใจไม่สะดวก ซึ่งเกิดจากฝุ่นแป้งที่สามารถเข้าไปแทรกซึมและทำปฏิกิริยากับเนื้อปอด อาการดังกล่าวเกิดจากปฏิกิริยาทางกลของอนุภาคฝุ่นที่ตกค้างในเนื้อเยื่อปอดและหลอดลม ทำให้เกิดการอักเสบ ถึงแม้มีกลไกผ่านกระบวนการสร้างภูมิคุ้มกัน หรือไม่ผ่านกระบวนการทางภูมิคุ้มกันก็ตาม ก็จะทำให้เกิดการหลั่งสารต่างๆออกมากระตุ้นเซลล์อักเสบทำให้เซลล์อักเสบเข้าไปในหลอดลมและปอด เกิดการอักเสบเซลล์บุหลอดลมถูกทำลายจนทำให้ผิวหนังหลอดลมมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ยิ่งหากเกิดขึ้นเรื้อรังจะทำให้อาการต่างๆเกิดร้ายแรงขึ้น จากการสำรวจกลไกการเกิดโรคผ่านกระบวนการทางภูมิคุ้มกัน พบว่าโรคหอบหืดจากการทำงานมีอุบัติการณ์ร้อยละ 2 - 3 ของผู้ป่วยหอบหืดทั้งหมด มีความสัมผัสโดยตรงต่อสารก่อโรค ซึ่งฝุ่นแป้งเป็นสารก่อโรคชนิดหนึ่งที่เป็นสาเหตุของโรคหอบหืดจากการทำงาน

3. โรคปอดจากการทำงาน

โรคปอดจากการทำงาน เกิดจากการหายใจเอาฝุ่น ละออง ควัน ไอระเหย สารพิษ หรือเชื้อโรค ผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจในขณะปฏิบัติงาน ทำให้เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ และมีการสะสมหรือเป็นพิษต่อระบบทางเดินหายใจ มักเกิดการแพ้ระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ และเป็นโรคปอดชนิดต่างๆได้ ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งพบได้บ่อยและมักมีความรุนแรงในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับฝุ่นละออง โรคนิวโมโคนิโอซีส (Pneumoconiosis) ที่เป็นกลุ่มอาการโรคปอดอักเสบที่เกิดจากการหายใจเอาฝุ่นชนิดต่างๆในบริเวณพื้นที่การปฏิบัติงาน และฝุ่นละอองเข้าไปสะสมในส่วนถุงลมปอด เกิดเป็นพังผืดหุ้มล้อมฝุ่นนั้น ส่งผลให้เนื้อปอดถูกทำลายและสมรรถภาพการทำงานของปอดเสื่อมลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของฝุ่น กับ โรคที่เกิดจากฝุ่น

ชนิดของฝุ่น	ทำให้เกิดโรคปอด
ควอซ์ท ซิลิกา (ฝุ่นทราย)	โรคซิลิโคซีส
หินปูน หินอ่อน ยิบซั่ม ใยแก้ว	โรคหลอดลมอักเสบและถุงลมโป่งพอง
แอสเบสตอสหรือแร่ใยหิน	โรคแอสเบสโตซีส มะเร็งเยื่อหุ้มปอด และหลอดลม
กราไฟท์ ตะกั่ว แมงกานีส	โรคนิวโมโคนิโอซีส วัณโรค
เหล็ก (ฝุ่น/ฟูมออกไซด์ของเหล็ก)	โรคซิเดอโรซีส (Siderosis)
เบอริเรียม (Beryllium)	โรคเบอริลีโอซีส (Berylliosis)
อลูมิเนียม	โรคอลูมิโนซีส (Aluminosis)
ฝุ่นฝ้าย ป่าน ปอ	โรคปอดฝุ่นฝ้าย (Byssionosis) หอบหืด
ฝุ่นแป้ง	โรคปอดฝุ่นแป้ง (Talcosis) หอบหืด
ดิน หญ้า ฟางแห้ง เมล็ดข้าวที่มีเชื้อรา	โรคปอดชาวนา (Famer's lung disease)
ชานอ้อย	โรคปอดชานอ้อย (Bagassosis)
ฝุ่นข้าว เมล็ดพืชที่มีเชื้อราและไร	โรคหอบหืด โรคภูมิแพ้
ฝุ่นไม้	โรคหอบหืด หลอดลมอักเสบเรื้อรัง โรคปอดอักเสบจากภูมิแพ้ภายนอก

ที่มา: กลุ่มงานอาชีวเวชกรรมโรงพยาบาลสมุทรปราการ (ม.ป.ป)

4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแป้งสาลี

แป้งสาลี เป็นผงที่มนุษย์ใช้เพื่อการบริโภค ทำจากการบดข้าวสาลี แป้งสาลีเป็นแป้งประกอบอาหารที่ผลิตมากที่สุด ข้าวสาลีมีหลายประเภท มีความเหนียวยืดหยุ่นที่รักษารูปทรงได้ดีเมื่ออบ แป้งสาลีจึงเหมาะสำหรับการทำขนมอบ เช่น ซาลาเปา สปันจ์เค้ก บิสกิตหรือขนมไทย

แป้งสาลี แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ แป้งขนมปัง แป้งอเนกประสงค์ และแป้งเค้ก โดยส่วนใหญ่แป้งสาลีมีองค์ประกอบ ดังนี้ แป้งสตาร์ช 70 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 11.4 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ แร่ธาตุ 0.4 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1 เปอร์เซ็นต์ และอื่นๆ 2 เปอร์เซ็นต์ คุณลักษณะของแป้งสาลีบ่องบอกได้จากสีของแป้ง และกำลังของแป้ง กล่าวคือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แป้งที่ดีควรมีสีขาว แป้งขนมปังจะมีสีขาวคล้ำกว่าแป้งอเนกประสงค์และแป้งเค้ก กำลังของแป้ง หมายถึง พลังที่แป้งสามารถอุ้มแก๊สที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักได้ดี เพื่อให้ขนมขึ้นฟู สำหรับความทนต่อสภาพต่างๆของแป้ง หมายถึง ลักษณะของแป้งที่มีความสามารถทนต่อสภาพการผสมนานๆ ทนต่อการรีด และขบวนการอื่นๆ ทำให้หมักได้นาน และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรดี

แป้งสาลีประกอบด้วยอนุภาคของฝุ่นมีทั้งขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และใหญ่กว่า 10 ไมครอน ซึ่งฝุ่นที่มีขนาดเล็กว่า 10 ไมครอน เป็นฝุ่นที่สามารถฟุ้งกระจายในบรรยากาศได้เป็นเวลานาน และสามารถเข้าสู่ถุงลมและเนื้อปอดของผู้รับสัมผัสได้ ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อส่วนของร่างกายที่ได้รับสัมผัส เช่น การระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ส่วนฝุ่นที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า 10 ไมครอน จะมีความสามารถในการฟุ้งกระจายในบรรยากาศน้อย เนื่องจากน้ำหนักของอนุภาคที่มากกว่า และไม่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนล่างได้ เนื่องจากจะถูกกรองโดยขนจมูก แต่ไม่ว่าฝุ่นแป้งจะมีอนุภาคเท่าไร หากผู้สัมผัสต้องมีการสัมผัสเป็นเวลานานสามารถก่อให้เกิดโรคจากการทำงาน หรือการระคายเคืองต่อส่วนต่างๆของร่างกายที่สัมผัส

5. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสมรรถภาพของปอด

การตรวจสมรรถภาพของปอด (Lung function test หรือ Pulmonary function test) หมายถึง การตรวจวัดปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้า และหายใจออกจากปอด ด้วยวิธีการสไปโรเมตรีย์ (Spirometry) โดยอาศัยเครื่องมือที่ใช้วัด เรียกว่า Spirometer เป็นการตรวจเพื่อประเมินการทำงานของปอด ว่ายังมีการขยายตัวและเคลื่อนที่ของลมในปอดเป็นปกติดีหรือไม่ การตรวจด้วยเครื่องสไปโรเมตรีย์เป็นเครื่องมือที่ใช้งานง่าย ปลอดภัย และราคาไม่แพง ทำให้ได้รับความนิยมเพื่อใช้ในการประเมินสมรรถภาพปอดของพนักงานตามปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคปอดในวงการอาชีวอนามัย (มูลนิธิสัมมาอาชีวะ, 2554)

5.1 การตรวจสมรรถภาพปอด สามารถบ่งชี้ถึงการเสื่อมของการทำงานของปอดก่อนที่จะมีอาการเกิดขึ้นจึงมีวัตถุประสงค์หลักด้าน

1) เพื่อการวินิจฉัยโรค เช่น ในผู้ที่มีอาการไอเรื้อรัง มีอาการหอบ หายใจมีเสียงหวีด

2) เพื่อการประเมิน ระดับความรุนแรงของโรคระบบทางเดินหายใจที่เป็นอยู่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) เพื่อการเฝ้าระวังการเกิดโรค ในผู้ที่มีปัจจัยเสี่ยง เช่น ผู้ที่สูบบุหรี่ หรือผู้ที่มีอาชีพเสี่ยงต่อการเกิดโรค เช่น ผู้ปฏิบัติงานในเหมืองแร่ ผู้ปฏิบัติงานโรงงานผลิตอาหาร

5.2 วิธีการทดสอบสมรรถภาพปอด มีการกำหนดเป็นมาตรฐานไว้โดยองค์กรวิชาการต่างๆ เช่น มาตรฐานของสมาคมโรคทรวงอกแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (American Thoracic Society หรือ ATS) สำหรับประเทศไทย มีการกำหนดมาตรฐานการตรวจไว้โดยสมาคมอุรเวชแห่งประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2545 โดยมีการกำหนดวิธีการตรวจ ชนิดของเครื่องมือที่ใช้ตรวจ ข้อห้ามในการตรวจ และวิธีการแปลผลการตรวจโดยแพทย์อาชีวเวชศาสตร์ และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของประชากรไทยที่ระบุ เพศ อายุ และความสูงที่เท่ากัน ผู้ได้รับการตรวจต้องปฏิบัติตามลำดับ ดังนี้ ยืนตัวตรงตามสบาย หนีบจมูก หายใจเข้าจนเต็มที่ อมกระบอกเครื่องเป่าและปิดปากให้แน่นบริเวณรอบกระบอกเป่า พยายามไม่ให้มีลมรั่วออกภายนอกเมื่อหายใจออก หายใจออกให้เร็วและแรงอย่างเต็มที่ซึ่งควร หายใจออกโดยมีระยะเวลาไม่น้อยกว่า 6 วินาที และไม่ควรมีลมรั่วออกขณะเป่า ประโยชน์ของการตรวจสมรรถภาพปอดด้วย วิธีการสไปโรเมตรีย์ สามารถใช้เป็นข้อมูลช่วยในการวินิจฉัยโรคปอดได้หลายชนิด ทั้งที่เกิดจากการทำงาน และไม่ได้เกิดจากการทำงาน เช่น โรคหอบหืด โรคหลอดลมอุดกั้นเรื้อรัง โรคปอดฝุ่นฝ้าย เป็นต้น และยังสามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการใช้คัดกรองโรคปอดชนิดต่างๆ และประเมินอาการของผู้ป่วยโรคปอด

5.3 การแปลผลการตรวจ

5.3.1 FVC (Forced Vital Capacity) เป็นจำนวนของอากาศที่วัดได้ เมื่อหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ ผู้ที่ปอดมีความยืดหยุ่นน้อยกว่าปกติ ก็จะวัดได้ค่าของ FVC น้อยกว่าปกติ โดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน แล้วได้ไม่ถึง 80 เปอร์เซ็นต์

5.3.2 FEV1 (Forced Expiratory Volume in One second) เป็นจำนวนอากาศที่สามารถ หายใจออกมาได้ใน 1 วินาที เมื่อหายใจอย่างเร็ว และแรงเต็มที่ ผู้ที่มีหลอดลมอุดกั้น เช่น เป็นหืด หลอดลมอักเสบเรื้อรังจะมีค่า FEV1 ต่ำกว่าปกติ เพราะไม่สามารถหายใจเอาอากาศออกมาได้เหมือนปกติทำให้ค่าที่วัดได้ไม่ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ของเกณฑ์มาตรฐาน

5.3.3 FEV1 / FVC เป็นการนำค่าที่ตรวจได้ 2 ค่าข้างต้นมาประเมินร่วมกันเพื่อเปรียบเทียบว่า ปริมาตรอากาศที่หายใจออกได้ใน 1 วินาที จะเป็นจำนวนกี่เปอร์เซ็นต์ของอากาศที่มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อยู่ในปอด ซึ่งโดยปกติควรหายใจออกมาได้ไม่น้อยกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ผู้ที่มีค่า FEV1 / FVC ต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ จะบ่งชี้ว่าหลอดลมมีการอุดกั้นมากกว่าปกติ

5.4 ความผิดปกติที่ตรวจพบจากการตรวจสมรรถภาพปอด สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

5.4.1 Obstructive หมายถึง พบอาการมีการอุดกั้นของหลอดลมจากการตรวจพบว่าค่า FEV1/ FVC ต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ แต่ค่า FVC จะปกติ ซึ่งความผิดปกติลักษณะนี้ เรียกว่า ความผิดปกติแบบอุดกั้น(Obstruction) ซึ่งมักจะเกิดจากโรคที่เกี่ยวกับทางเดินหายใจบางชนิด เช่น โรคหอบหืด (Asthma) โรคหลอดลมอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic obstructive pulmonary disease หรือCOPD) โรคหลอดลมอักเสบ (Bronchitis) โรคปอดฝุ่นฝ้าย (Byssinosis) หรือเกิดจากมีสิ่งอื่นมากดเบียดทางเดินหายใจไว้ เช่น โรคต่อมไทรอยด์โตหรือคอพอก (Goiter) ก้อนเนื้องอกที่กดเบียดหลอดลม (Tumor) ซึ่งความผิดปกติแบบอุดกั้นมักจะสัมพันธ์กับการเป็นโรคที่ต้องรักษาอย่างใดอย่างหนึ่งเสมอ จึงควรส่งพนักงานที่มีผลผิดปกติในลักษณะนี้เข้ารับการตรวจวินิจฉัยและทำการรักษาโดยอายุรแพทย์โรคทรวงอก

5.4.2 Restrictive หมายถึง ความยืดหยุ่นของปอดลดลงส่งผลให้ความจุของปอดลดลง ปริมาณลมที่เป่าลมออกมาจึงมีปริมาตรที่น้อยกว่าปกติ เมื่อเทียบกับคนทั่วไปที่มีอายุ เพศ และความสูงเท่ากัน จากผลการตรวจจะพบว่าค่า FVC เมื่อเทียบกับมาตรฐานต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์แต่ค่า FEV1 / FVC มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความผิดปกติลักษณะนี้ เรียกว่า ความผิดปกติแบบปอดจำกัดการขยายตัว (Restriction) ซึ่งสาเหตุเกิดจาก การเกิดพังผืดในเนื้อปอด (Pulmonary fibrosis) เช่น พังผืดในเนื้อปอดที่เกิดขึ้นหลังการติดเชื้อ วัณโรคปอด (Tuberculosis) พังผืดในเนื้อปอดที่เกิดขึ้นจากยา (Medications induced pulmonary fibrosis) จากสารเคมี (Chemical pneumonitis) เกิดจากการอักเสบเนื่องจากมีสิ่งแปลกปลอมสะสมในเนื้อปอด เช่น โรคปอดฝุ่นหิน (Silicosis) โรคปอดใยหิน (Asbestosis) หรือโครงสร้างของร่างกายผิดปกติ กระดูกหน้าอกบุ๋มผิดรูป (Pectus excavatum) กระดูกสันหลังคด (Scoliosis) หลังค่อม (Kyphosis) โรคกระดูกสันหลังติดยึด (Ankylosing spondilitis) สิ่งเหล่านี้สามารถทำให้เกิดผลผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัวได้ทั้งหมด อีกสาเหตุหนึ่งที่พบ คือ วิธีการในการตรวจที่ไม่ถูกต้อง ความไม่พร้อมของร่างกายผู้รับการตรวจ จึงทำให้การตรวจมีผลคลาดเคลื่อนได้ หากพบผลการตรวจสมรรถภาพปอดผิดปกติแบบปอดจำกัดการขยายตัวนั้น ให้พิจารณาว่าเกิดจากสาเหตุ และส่งตัวพนักงานไปพบอายุรแพทย์โรคทรวงอกเพื่อทำการรักษา กรณีที่เป็นโรคจากการทำงาน เช่น โรคปอดใยหิน โรคปอดฝุ่นฝ้าย โรคหอบหืด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการทำงาน ต้องดำเนินการควบคุมด้านอาชีวอนามัยภายในพื้นที่ปฏิบัติงานนั้นทันที ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน การให้ความรู้แก่พนักงาน จัดอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่เหมาะสมให้กับพนักงานที่มีความเสี่ยง เพื่อช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคปอดจากการทำงาน

5.4.3 Combine หมายถึง ผู้ที่ตรวจพบมีความผิดปกติทั้ง 2 อย่างร่วมกัน คือพบทั้งความผิดปกติแบบปอดจำกัดการขยายตัว และความผิดปกติแบบอุดกั้น เช่น โรคปอดฝุ่นหิน ที่เกิดขึ้นมาเป็นระยะเวลานานทำให้เนื้อเยื่อปอดเกิดพังผืดขึ้นมากจนไปดึงรั้งทางเดินหายใจ ทำให้เกิดเป็นความผิดปกติแบบอุดกั้นขึ้นด้วย หากพบผลการตรวจที่ผิดปกติแบบผสมนี้ ให้ดำเนินการโดยส่งพนักงานพบแพทย์อายุรกรรมโรคทรวงอก เพื่อทำการตรวจวินิจฉัยโรคและรักษา

6. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศเฉพาะที่

การระบายอากาศแบบเฉพาะที่ (local exhaust ventilation) หมายถึงการนำสารปนเปื้อนที่กำลังเคลื่อนที่จากแหล่ง (โดยทั่วไปในกระบวนการผลิต) สู่สิ่งแวดล้อมการทำงานไปกำจัดก่อนปล่อยอากาศสะอาดออกสู่บรรยากาศภายนอก โดยระบบระบายอากาศ ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อรวบรวมสารปนเปื้อนที่แหล่งหรือใกล้กับแหล่งของสารนั้น ก่อนที่สารจะฟุ้งกระจายหรือระเหยขึ้นสู่อากาศในระดับหายใจของผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้น การระบายอากาศเฉพาะที่จึงเป็นมาตรการควบคุมสารปนเปื้อนที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดที่มีประสิทธิภาพสูง และประหยัดพลังงาน เนื่องจากมีอัตราการไหลของอากาศออกสู่ภายนอกต่ำ จึงใช้พลังงานการเคลื่อนอากาศต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับการระบายอากาศแบบทั่วไป (วันทนี, 2552)

6.1 องค์ประกอบของระบบระบายอากาศเฉพาะที่

โดยทั่วไป ระบบระบายอากาศแบบเฉพาะที่ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ฮูด ระบบท่อ เครื่องทำความสะอาดอากาศ และพัดลม โดยมีรายละเอียด ดังนี้

6.1.1 ฮูด (Hood) ทำหน้าที่ รวบรวมสารปนเปื้อนที่แหล่งกำเนิด ซึ่งอาจเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิต หรือบริเวณจัดเก็บเพื่อนำสารปนเปื้อนเข้าสู่ระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.1.2 ระบบท่อ (Duct system) ทำหน้าที่ ขนส่งอากาศผ่านส่วนต่างๆของระบบนำอากาศที่มีสารปนเปื้อนเข้าสู่เครื่องทำความสะอาดอากาศ และนำอากาศสะอาดส่งผ่านไปที่พัดลม และปล่องซึ่งปล่องมีลักษณะเป็นท่อที่อยู่ต่อจากพัดลม เป็นส่วนของระบบระบายอากาศที่นำอากาศออกไปสู่บรรยากาศภายนอก ในทิศทางที่อากาศนั้นจะไม่สามารถกลับเข้ามาในระบบได้อีก

6.1.3 เครื่องทำความสะอาดอากาศ (Air cleaner) ทำหน้าที่ขจัดหรือแยกสารปนเปื้อนออกจากอากาศเพื่อทำให้อากาศที่ผ่านการทำความสะอาดเป็นอากาศที่สะอาด

6.1.4 พัดลม (Fan) ทำหน้าที่ เป็นแหล่งพลังงานทำให้อากาศเคลื่อนที่เข้าสู่ระบบ ฉะนั้นพัดลมจะต้องทำให้เกิดพลังงานมากพอที่จะเอาชนะแรงเสียดทานและความสูญเสียต่างๆในระบบ

6.2 หลักการทำงานของระบบระบายอากาศเฉพาะที่

ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ ทำหน้าที่นำสารปนเปื้อนซึ่งฟุ้งกระจายจากแหล่งกำเนิดของสารนั้นออกจากสภาพแวดล้อมการทำงาน โดยอาศัยหลักการของไหล เพราะอากาศจะเคลื่อนที่จากพื้นที่ซึ่งมีความดันสูงไปยังพื้นที่ซึ่งมีความดันต่ำเสมอ การทำงานของพัดลมทำให้เกิดความดันอากาศต่ำที่ด้านหน้าพัดลม ดังนั้นอากาศที่อยู่ด้านนอกบริเวณช่องเปิดของท่อหรือฮูด ซึ่งมีความดันสูงกว่าจึงเคลื่อนที่เข้ามาในท่อ ในขณะที่ด้านหลังพัดลมมีความดันสูงกว่าอากาศภายนอกท่อ ทำให้อากาศสามารถเคลื่อนที่ออกสู่ภายนอกได้ ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่าพลังงานที่พัดลมสร้างขึ้นอยู่ในรูปของความดัน ซึ่งความดันในระบบระบายอากาศมี 3 ชนิด คือ ความดันสถิต ความดันเคลื่อนที่ และความดันรวม

ในการคำนวณเพื่อออกแบบระบบระบายอากาศเฉพาะที่ อาศัยหลักการเบื้องต้นสองประการในเรื่องการไหลของอากาศคือ มวลไม่สูญหาย (Conservation of mass) และพลังงานไม่สูญหาย (Conservation of energy) ทำให้ความหนาแน่นของอากาศคงที่ และอัตราการไหลโดยปริมาตรของอากาศในท่อไม่เปลี่ยนแปลงด้วย ดังนั้น อัตราการไหลที่ผ่านเข้าสู่ฮูดต้องเท่ากับ อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านออกจากฮูด และหากระบบระบายอากาศเป็นระบบที่มีทางแยก ผลรวมของอัตราการไหลของทางแยกเหล่านั้นต้องเท่ากับอัตราการไหลในท่อรวม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ฮูดดูดอากาศ

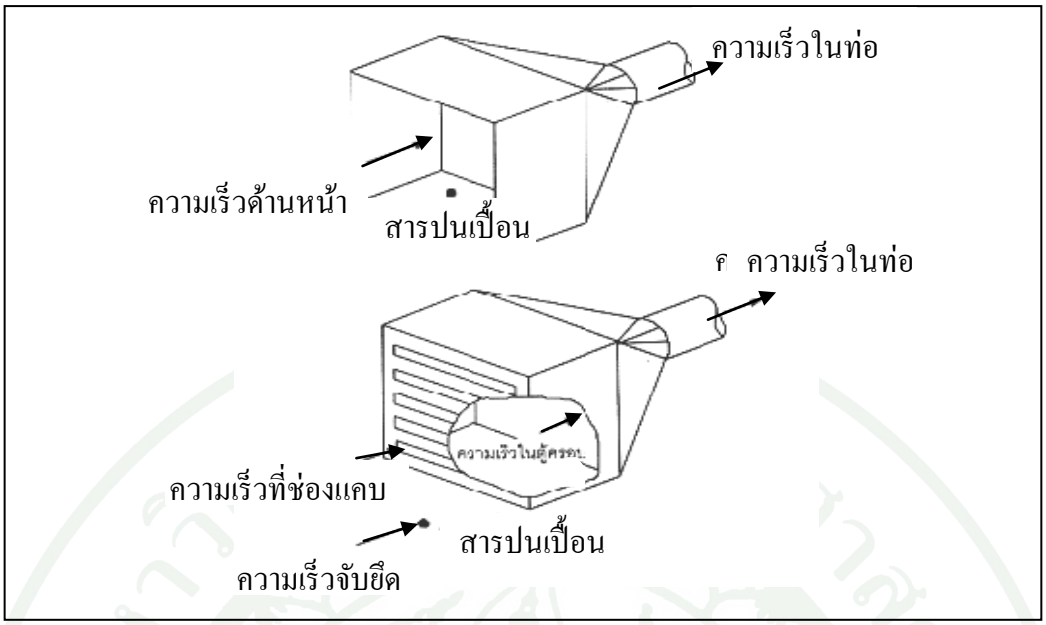
ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ถูกออกแบบมาเพื่อนำอากาศที่ปนเปื้อนจากกระบวนการผลิตไปยังอุปกรณ์ทำความสะอาดอากาศ และปล่อยออกสู่ภายนอกก่อนที่สารปนเปื้อนจะกระจายออกสู่สิ่งแวดล้อมการทำงาน โดยมีฮูดเป็นช่องทางสำหรับอากาศและสารปนเปื้อนเข้าสู่ระบบ ฮูดอาจเป็นเพียงท่อปลายเปิดธรรมดาหรืออาจมีส่วนประกอบที่ซับซ้อน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน หน้าที่พื้นฐานของฮูด คือการทำให้อากาศในบริเวณใกล้ๆเคลื่อนที่พาสารปนเปื้อนเข้าสู่ระบบในอัตราที่ต้องการ

7.1 ชนิดของฮูด

แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ Enclosing hood และ Exterior hood

7.1.1 Enclosing hood หมายถึง ฮูดที่ครอบปิดแหล่งกำเนิดของสารปนเปื้อน หรือกระบวนการที่ทำให้เกิดสารปนเปื้อนไว้ทั้งหมดหรือบางส่วนดังภาพที่ 1 ตัวอย่างของฮูดที่ปิดครอบแหล่งสารปนเปื้อนไว้ทั้งหมด ได้แก่ Laboratory glove box ส่วนฮูดที่ปิดครอบแหล่งของสารปนเปื้อนเพียงบางส่วน ได้แก่ ฮูดในห้องปฏิบัติการ ฮูดสำหรับการพ่นสี และฮูดสำหรับการขัดเจียร เป็นต้น ลักษณะของฮูดซึ่งครอบแหล่งสารปนเปื้อนไว้เช่นนี้ ทำให้สารปนเปื้อนที่เกิดขึ้นอยู่ภายในฮูด และง่ายต่อการนำเข้าสู่ระบบการระบายอากาศต่อไป เนื่องจากไม่ถูกรบกวนด้วยกระแสลมหน้าฮูด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 Enclosing hood

7.1.2 Exterior hoods หมายถึง ฮูดที่ติดตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งของสารปนเปื้อนโดยไม่ปิดคลุมแหล่งกำเนิด แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

ก. Canopy หรือ Receiving Hood การทำงานของฮูดชนิดนี้ เพื่อรองรับสารปนเปื้อนที่อยู่ในบริเวณใกล้ฮูดเข้าสู่ระบบ นิยมใช้กับการผลิตที่มีการสัมผัสหรือมีความร้อน

ข. Capturing Hood ฮูดชนิดนี้ต้องส่งแรงดูดเพื่อนำสารปนเปื้อนเข้าสู่ระบบ

ค. Push – Pull system หรือ ระบบผลัก – ดัน เป็นฮูดที่อาศัยหลักการเป่าและดูดของพัดลมโดยอากาศที่อยู่ด้านตรงข้ามฮูดจะทำการเป่าเพื่อส่งสารปนเปื้อนไปใกล้ฮูดและด้านหน้าฮูดจะมีแรงดูดที่สามารถดูดสารปนเปื้อนเข้าไป

ฉะนั้นในการเลือกติดตั้งฮูดของระบบระบายอากาศเพื่อควบคุม หรือลดปริมาณสารปนเปื้อนที่เกิดขึ้น เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน หากพื้นที่การปฏิบัติงานไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับกระบวนการผลิต หรือไม่ขัดขวางการทำงานของพนักงาน ควรพิจารณาเลือกใช้ฮูดชนิด Enclosing hood ก่อน เนื่องจากเป็นฮูดที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมสารปนเปื้อน และสามารถนำสารปนเปื้อนที่เกิดขึ้นเข้าสู่อุปกรณ์ทำความสะอาดของระบบระบายอากาศได้อย่างมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสิทธิภาพสูง แต่หากมีข้อจำกัดเกี่ยวกับกระบวนการผลิต หรือกีดขวางการทำงานของพนักงาน ทำให้ไม่สามารถใช้ฮูดชนิด Enclosing hood ได้ ควรเลือกใช้ฮูดชนิด Exterior hood ซึ่งเป็นฮูดที่ไม่ปิดคลุมแหล่งกำเนิด แต่จะเข้าใกล้แหล่งกำเนิดสารปนเปื้อนให้มากที่สุด เพื่อนำสารปนเปื้อนเข้าสู่ระบบระบายอากาศต่อไป

7.2 ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือกและติดตั้งฮูดดูดอากาศ

ในการเลือกและติดตั้งฮูดดูดอากาศมีปัจจัยที่ต้องพิจารณา ดังนี้

7.2.1 แรงเฉื่อยจากการเคลื่อนที่ของสารปนเปื้อน อนุภาคที่มีน้ำหนักมากจะได้รับผลกระทบเนื่องจากแรงเฉื่อยเมื่อเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว แต่แรงเฉื่อยไม่มีผลต่อก๊าซ ไอระเหย และฟูม รวมทั้งอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 20 ไมครอน หรืออนุภาคขนาดเล็กที่เคลื่อนที่ออกจากแหล่งโดยไม่มีความเร็วในการเคลื่อนที่หรือความเร็วต่ำ สารปนเปื้อนเหล่านี้สามารถผสมผสานเป็นเนื้อเดียวกับอากาศได้ แต่หากสารปนเปื้อนเป็นอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ซึ่งเคลื่อนที่ออกจากแหล่ง โดยมีความเร็วในการเคลื่อนที่ เช่น ฮูดสำหรับงานขัดเจียรโลหะ เป็นต้น จึงจำเป็นต้องติดตั้งฮูดในตำแหน่งที่รับสารปนเปื้อนจากแหล่งกำเนิดได้ดี

7.2.2 น้ำหนักของสารปนเปื้อน สารที่มีน้ำหนักมากมักไหลลงสู่ที่ต่ำตามแรงโน้มถ่วงของโลก ดังนั้นในการออกแบบต้องคำนึงถึงผลกระทบของแรงโน้มถ่วงที่มีต่อสารปนเปื้อนนั้นด้วย ในกรณีของกระบวนการผลิตที่มีอุณหภูมิสูงหรือต่ำมากๆ หรือสารปนเปื้อนถูกปล่อยออกมาด้วยความเข้มข้นสูงมากๆ อากาศที่มีสารปนเปื้อนเหล่านี้จึงไหลเข้าสู่ระบบระบายอากาศ ในขณะที่สารปนเปื้อนยังไม่ผสมผสานเป็นเนื้อเดียวกับอากาศ จึงอาจแยกตัวออกและเคลื่อนที่ลงสู่ด้านล่าง ไอระเหยของสารทำละลายที่ความเข้มข้นซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพนั้นมีน้ำหนักใกล้เคียงกับอากาศ ดังนั้น การติดตั้งฮูดที่ระดับพื้นที่ดูดสารปนเปื้อนออกไปจึงไม่เหมาะสมกับลักษณะของสารและอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน

7.2.3 ผลกระทบจากความผันผวนของอากาศ เมื่ออากาศเคลื่อนที่ผ่านวัตถุที่ขวางทางอยู่ หากวัตถุนั้นมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับขนาดพื้นที่หน้าตัดของลำอากาศ อากาศจะเคลื่อนที่ต่อไปในทิศทางเดิมโดยอ้อมวัตถุนั้นไป ทำให้เกิดการแยกตัวของลำอากาศ ซึ่งเรียกว่า Boundary layer separation และเมื่ออากาศกลับมาบรรจบกันอีก ทำให้เกิดการผันผวนไหลวนขึ้นที่ด้านใต้ลมของวัตถุนั้น ถ้าสิ่งที่ขวางทางอากาศในที่นี้คือ พนักงานที่ยืนทำงานอยู่กับหรือใกล้กับแหล่งสาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปนเปื้อน เมื่ออากาศเคลื่อนที่มาจากด้านหลังของพนักงานผ่านด้านข้าง และมาบรรจบที่ด้านหน้าอาจเกิดการผันผวนไหลวนของอากาศ ทำให้สารปนเปื้อนลอยขึ้นสู่ระดับหายใจของคนงานได้ ดังนั้น ในการออกแบบระบบระบายอากาศต้องคำนึงถึงการเกิดการผันผวนของอากาศรอบๆ ตัวของพนักงานด้วย และถ้าเป็นไปได้ไม่ควรให้แหล่งสารปนเปื้อนอยู่ในบริเวณที่มีอากาศไหลวนหรือผันผวนของอากาศเพื่อเป็นการลดโอกาสของการสัมผัสสารปนเปื้อน

7.2.4 อุณหภูมิของสารปนเปื้อน สารปนเปื้อนที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีอุณหภูมิสูงจะลอยตัวขึ้นในแนวดิ่ง และจะนำเอาสารปนเปื้อนลอยขึ้นไปด้วย ในกรณีนี้ควรเลือกใช้ Canopy hood ซึ่งตั้งรับอยู่เหนือแหล่งสารปนเปื้อน และเป็นจุดที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ยืนมีกิจกรรมการปฏิบัติงาน โดยที่ระดับหายใจอยู่ระหว่างแหล่งสารปนเปื้อนและฮูด

7.3 ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการออกแบบฮูด

ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ทำงานโดยใช้พัดลมซึ่งเป็นแหล่งพลังงานของระบบทำให้ความดัน ที่เกิดขึ้นในท่อต่ำกว่าความดันอากาศบริเวณรอบๆฮูด ทำให้อากาศที่เคลื่อนที่เข้าสู่ช่องเปิดของฮูด พลังงานที่ทำให้อากาศเคลื่อนที่ต้องมากพอที่จะควบคุมให้สารปนเปื้อนเคลื่อนที่ไปถึงฮูด การเคลื่อนที่ของอากาศในบริเวณใกล้เคียงอาจรบกวนการไหลของอากาศเข้าสู่ฮูด ซึ่งอาจทำให้ต้องเพิ่มแรงดูดของระบบเพื่อเอาชนะการรบกวนนั้น ดังนั้นควรมีการกำจัดแหล่งที่ทำให้อากาศในบริเวณหน้าฮูดผันผวนเพื่อให้สารปนเปื้อนสามารถเคลื่อนที่เข้าสู่ฮูดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจแบ่งสาเหตุของการรบกวนการเคลื่อนที่ของอากาศได้ดังนี้ กระแสอากาศร้อน การเคลื่อนที่ของเครื่องจักร การเคลื่อนที่ของวัตถุ การเคลื่อนที่ของคนงาน กระแสอากาศในห้อง (โดยทั่วไปประมาณ > 0.25 เมตรต่อวินาที) และการเคลื่อนที่ของอากาศอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการทำให้เครื่องจักรร้อนหรือเย็นเป็นจุดๆ

ในการออกแบบฮูดต้องคำนึงถึงรูปร่าง ขนาด จุดที่ติดตั้งฮูด และอัตราการไหลของอากาศเข้าสู่ฮูด ปัจจัยที่ต้องพิจารณา ได้แก่

7.3.1 ความเร็วลมหน้าฮูด (Capture velocity) คือ ความเร็วต่ำสุดที่อากาศ ณ จุดกำเนิดสารปนเปื้อนซึ่งอยู่ห่างฮูดที่สุด ความเร็วนี้ขึ้นกับอัตราการไหลของอากาศเข้าสู่ฮูด และรูปร่างของของฮูดดังตารางที่ 2 แสดงค่า Capture velocity ที่เสนอแนะสำหรับสารปนเปื้อนจากกระบวนการผลิตในลักษณะต่างๆ และปัจจัยในการเลือกช่วงความเร็วลมของจุด X ดังตารางที่ 3 อย่างไรก็ตาม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับฮูดขนาดใหญ่ซึ่งมีอัตราการไหลของอากาศสูงเป็นพิเศษอาจมีค่า Capture velocity ต่ำกว่าค่าเสนอแนะ

ตารางที่ 2 Capture velocity สำหรับการเคลื่อนที่ของสารปนเปื้อนจากแหล่งในลักษณะต่างๆ

ลักษณะการฟุ้งของสารปนเปื้อน	ตัวอย่าง	cap.velocity, ม./วินาที
- ไม่มีความเร็วในอากาศนิ่ง	- การระเหยจากแทงค์สารเคมี	0.25 – 0.5
- ความเร็วต่ำ ในอากาศนิ่งปานกลาง	- การเชื่อมโลหะ ชุบโลหะ บรรจุสารเคมี เชื่อมโลหะบูธพ่นสี	0.5 – 1.0
- มีความเร็วพอสมควรในอากาศที่เคลื่อนที่เร็ว	- งานบดย่อย พ่นสีในบูธที่แคบๆ เทสารเคมีลงในถัง	1.0 - 2.5
- ออกมาด้วยความเร็วสูงในบริเวณที่มีอากาศเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง	- งานเจียร ขัด	2.5 – 10.0

ตารางที่ 3 ปัจจัยในการเลือกช่วงความเร็วลมของจุด X

เลือกช่วงต่ำ เมื่อ	เลือกช่วงสูง เมื่อ
1. กระแสอากาศในห้องต่ำหรือง่ายต่อการดูด	1. กระแสอากาศในห้องรบกวนมาก
2. สารปนเปื้อนไม่มีพิษ หรือมีพิษน้อย	2. สารปนเปื้อนมีพิษสูง
3. ใช้งานเป็นช่วงๆ ผลผลิตต่ำ	3. ผลผลิตสูง ใช้งานมาก
4. ฮูดขนาดใหญ่ มวลอากาศที่เคลื่อนที่มาก	4. ฮูดขนาดเล็กควบคุมเฉพาะที่

ที่มา: วันทนี (2552)

7.3.2 อัตราการไหลของอากาศเข้าสู่ฮูด ชนิด Enclosure hood พบว่าความเร็วลมที่พื้นที่หน้าตัดของช่องเปิด คือ capture velocity ดังนั้น อัตราการไหลของอากาศคำนวณได้จากความเร็วลมที่พื้นที่หน้าตัดของช่องเปิดของฮูด (V) คูณด้วยพื้นที่หน้าตัดของช่องเปิดของฮูด (A) ดังแสดงในสมการที่ (1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สูตรคำนวณอัตราการไหลของอากาศ

$$Q = V \times A \qquad (1)$$

เมื่อ

Q = อัตราการไหลของอากาศ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)
V = ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)
A = พื้นที่หน้าตัดของฮูด (ตารางเมตร)

อัตราการไหลของอากาศเข้าสู่ฮูดทรงกลม และทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีลักษณะเป็นฮูดแขวนอิสระรวมถึงฮูดขนาดใหญ่ สามารถคำนวณได้จากสมการ ต่อไปนี้

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

เมื่อ

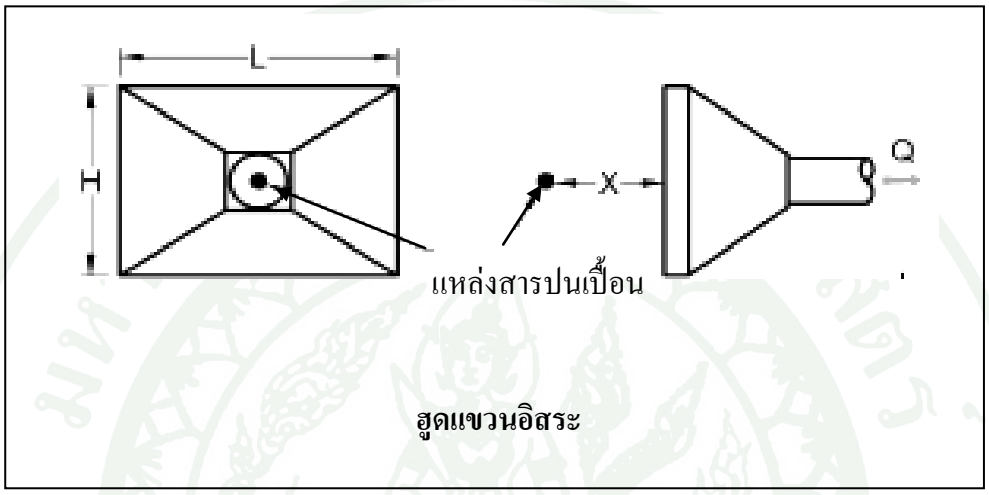
Q = อัตราการไหลของอากาศ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)
V = ความเร็วลมที่แนวกึ่งกลางของฮูด ณ จุด X (เมตรต่อวินาที)
X = ระยะตามแนวแกนของฮูด (เมตร)
A = พื้นที่หน้าตัดของฮูด (ตารางเมตร)
D = เส้นผ่านศูนย์กลางของฮูดทรงกลม และด้านของฮูดสี่เหลี่ยม (เมตร)

หมายเหตุ สมการนี้มีความถูกต้อง เมื่อ $X \leq 1.5$ D เท่านั้น

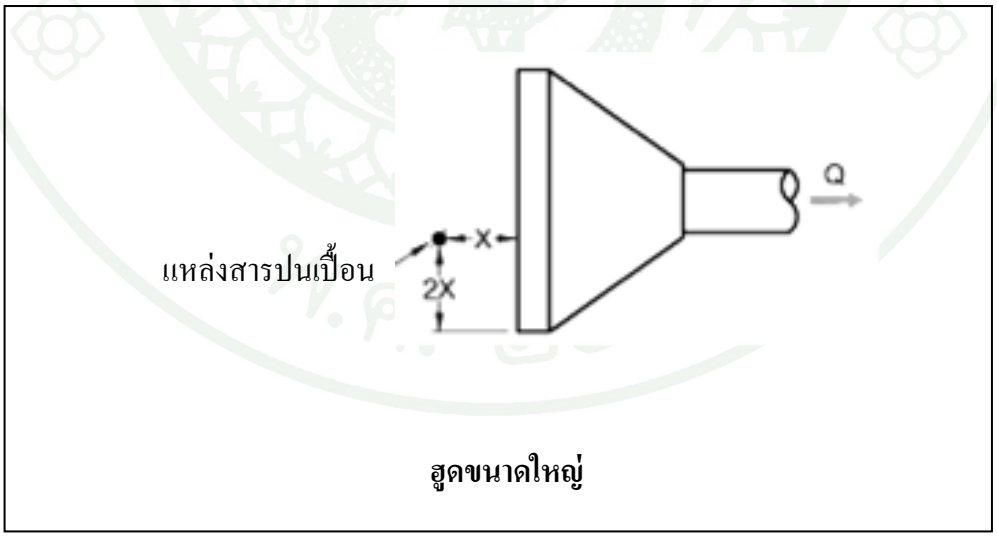
หาก X อยู่ห่างจากฮูดมากกว่า 1.5 D อัตราการไหลของอากาศจะเพิ่มขึ้นน้อยกว่าที่คำนวณได้จากสมการที่ (2) เนื่องจากระยะทางเพิ่มขึ้น ความเร็วลมลดลงโดยแปรผกผันกับระยะทางที่ห่างจากฮูดยกกำลังสอง ฉะนั้นจึงควรติดตั้งฮูดให้อยู่ใกล้แหล่งสารปนเปื้อนมากที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ Capture velocity และอัตราการไหลของอากาศ มีวิธีในการคำนวณที่แตกต่างกันตามชนิดของสูด สำหรับสูดชนิดแขวนอิสระ อธิบายดังภาพที่ 2 และสูดขนาดใหญ่ อธิบายดังภาพที่ 3สามารถใช้สูตรการคำนวณ ดังแสดงในสมการที่ (2) แต่มีข้อแตกต่างกันคือ สูดขนาดใหญ่ ระยะXสั้น (X วัดตั้งฉากกับหน้าสูดไม่น้อยกว่า 2X จากขอบสูด)



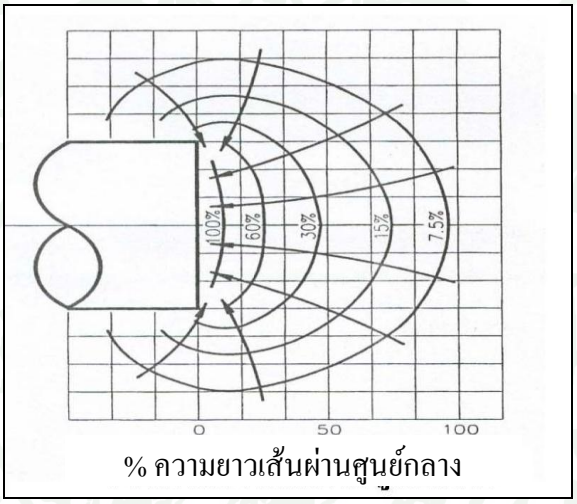
ภาพที่ 2 อัตราการไหลของอากาศ และ Capture velocity ของสูดชนิดสูดแขวนอิสระ



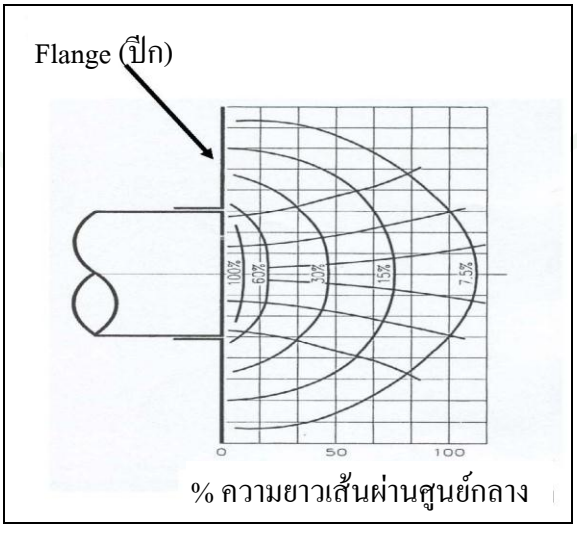
ภาพที่ 3 อัตราการไหลของอากาศ และ Capture velocity ของสูดชนิดสูดขนาดใหญ่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.3.3 ปีกและแผ่นกั้น (Flanges and buffles) คือ แผ่นวัสดุที่ติดอยู่ที่ขอบด้านหน้าฮูด ทำหน้าที่กั้นไม่ให้อากาศจากด้านหลังฮูดซึ่งไม่ถูกปนเปื้อนเคลื่อนเข้าสู่ฮูด ส่วนแผ่นกั้น คือ แผ่นวัสดุที่ทำหน้าที่กั้นไม่ให้อากาศทางด้านหน้าหรือด้านข้างฮูดที่ไม่ปนเปื้อนเคลื่อนเข้าฮูด ดังแสดงภาพที่ 4 และ 5 เปรียบเทียบฮูดที่ไม่มีปีกกั้นและฮูดที่มีปีกกั้น ตามลำดับ โดยแนวเส้นรอบฮูดแสดงให้เห็นแนวการเคลื่อนที่และทิศทางของอากาศที่เคลื่อนเข้าฮูดทรงกลม เมื่อแนวการเคลื่อนที่ของอากาศ คือ แนวเส้นที่ความเร็วลมหน้าฮูดเท่ากัน ส่วนทิศทางลม คือ เส้นที่ตั้งฉากกับแนวการเคลื่อนที่ของอากาศเส้นที่สัมผัสกับทิศทางลม ณ จุดใดๆ บ่งบอกถึงทิศทางการไหลของอากาศ ณ จุดนั้นๆ



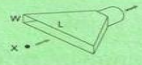
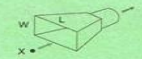
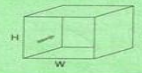
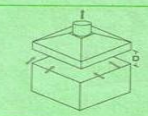
ภาพที่ 4 แนวการเคลื่อนที่และทิศทางของอากาศเข้าฮูดที่ไม่มีปีกกั้น



ภาพที่ 5 แนวการเคลื่อนที่และทิศทางของอากาศเข้าฮูดที่มีปีกกั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รูปแบบและลักษณะของฮูดชนิดต่างๆ และสูตรในการคำนวณอัตราการไหลของอากาศเข้าสู่ฮูด ดังแสดงภาพที่ 6 ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราการไหลของอากาศเข้าสู่ฮูดที่มีปีกมีค่าน้อยกว่าฮูดที่ไม่มีปีก ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์สำหรับฮูดหนึ่งๆ

ชนิดของฮูด	ลักษณะของฮูด	สัดส่วน กว้าง/ยาว	อัตราการไหล
	สล๊อต	0.2 หรือน้อยกว่า	Q = 3.7 LVX
	สล๊อตมีปีก	0.2 หรือน้อยกว่า	Q = 2.6 LVX
	ฮูดเรียบ	0.2 หรือใหญ่กว่า และฮูดกลม	$Q = V(10x^2 + A)$
	ฮูดมีปีก	0.2 หรือใหญ่กว่า และฮูดกลม	$Q = 0.75V(10x^2 + A)$
	บูธ	เหมาะสมกับชิ้นงาน	Q = VA = VWH
	Canopy	เหมาะสมกับชิ้นงาน	Q = 1.4 PVD P = เส้นรอบฮูด D = ระยะห่างจาก แหล่งสารปนเปื้อน
	สล๊อตฮูดเรียบ มีสล๊อตสองช่อง หรือมากกว่า	0.2 หรือใหญ่กว่า	$Q = V(10x^2 + A)$
	สล๊อตฮูดมีปีก มีสล๊อตสองช่อง หรือมากกว่า	0.2 หรือใหญ่กว่า	$Q = 0.75V(10x^2 + A)$

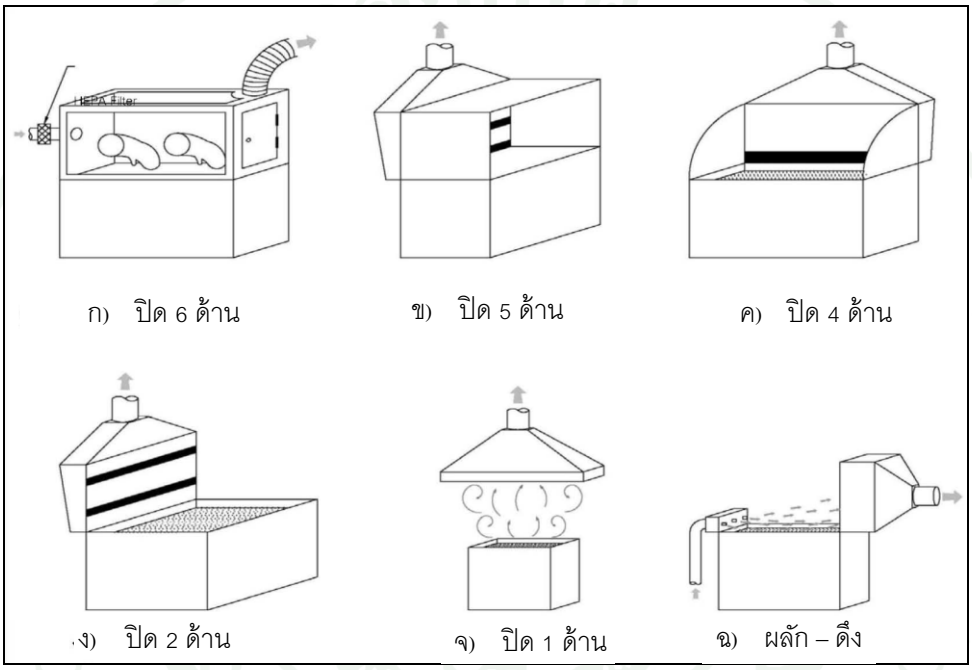
ภาพที่ 6 ลักษณะของฮูดชนิดต่างๆ และสูตรคำนวณอัตราการไหลของอากาศ

7.3.4 การกระจายตัวของอากาศ ลักษณะการเคลื่อนที่ของอากาศเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานหากการกระจายตัวดีและเคลื่อนที่เข้าสู่ฮูดอย่างเป็นระเบียบ การสูญเสียพลังงานจะเกิดขึ้นน้อยกว่า ดังนั้นการออกแบบระบบระบายอากาศต้องจัดให้มีการกระจายตัวของอากาศเข้าสู่ฮูดที่เสมอ

7.3.5 ตำแหน่งที่การปฏิบัติงานของพนักงาน วัตถุประสงค์หลักของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ คือ การควบคุมการฟุ้งกระจายของสารปนเปื้อนที่เกิดขึ้นในอากาศให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด ดังนั้น ระบบระบายอากาศจึงถูกออกแบบมาเพื่อติดตั้งในจุดที่ใกล้กับแหล่งกำเนิดของสารปนเปื้อนมากที่สุด เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงสุดการออกแบบควรคำนึงถึงความปลอดภัยของพนักงานผู้ปฏิบัติงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.3.6 การเลือกชนิดของฮูด โดยในการออกแบบควรพิจารณาฮูดที่ปิดทุกด้าน (6 ด้าน) Enclosure hood ซึ่งเป็นฮูดที่มีประสิทธิภาพสูงสุดก่อน หากมีข้อจำกัดไม่สามารถเลือกได้ จึงเลือกโดยการเปิดทีละด้าน เพื่อให้ด้านเปิดของฮูดมีน้อยที่สุด เนื่องจากหากมีช่องเปิดมากต้องมีอัตราการไหลของอากาศเข้าสู่ฮูดสูงตามไปด้วยเพื่อคงค่า Capture velocity ไว้ตามต้องการ ซึ่งหมายถึงพลังงานที่ต้องใช้เพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้น การเลือกชนิดของฮูด จึงควรเลือกฮูดโดยเริ่มที่ฮูด 6 ด้าน 5 ด้าน 4 ด้าน 2 ด้าน 1 ด้าน และฮูดชนิด ผลัก – ดึง ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ฮูดชนิดต่างๆและลำดับการเลือกฮูด ก – ฉ

7.4 พลังงานที่ใช้ในการทำให้อากาศเคลื่อนเข้าสู่ฮูด

อากาศที่จะเคลื่อนที่เข้าสู่ฮูดจำเป็นต้องใช้พลังงานในการเคลื่อนที่ พลังงานที่สูญเสียหรือใช้ไปในการนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) Acceleratioon loss และ 2) Hood entry loss ซึ่งเกิดขึ้นขณะที่อากาศผ่านเข้าสู่ท่อ บริเวณทางเข้าเกิดการผันผวนของอากาศ ซึ่งเรียกว่า “วีน่าคอนแทร็กต้า” (Vena contracta) ทำให้สูญเสียพลังงานไปเล็กน้อยในขั้นแรก

ในการออกแบบระบบที่มีสารปนเปื้อนเป็นอนุภาค ความเร็วต่ำสุดในท่อต้องสูงพอที่จะป้องกันไม่ให้อนุภาคเหล่านั้นสะสมและอุดตันภายในท่อ แต่หากมีความเร็วที่สูงเกินไปทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ และการเสียดสีของอนุภาคทำให้ท่อสึกกร่อนได้ด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเร็วต่ำสุดนี้ควรสูงกว่าค่าทางทฤษฎีและค่าที่ได้จากการทดลอง เพื่อป้องกันเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นได้ ต่อไปนี้

1. การอุดตันที่ทางแยกใดทางแยกหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งทาง ส่งผลให้อัตราการไหลของอากาศในระบบลดลง ความเร็วของระบบท่อย่อมลดลงด้วย

2. ความเสียหายต่อท่อ เช่น ท่อยุบตัว ซึ่งจะทำให้เกิดแรงต้านทานเพิ่มขึ้น รวมถึงอัตราการไหลของอากาศและความเร็วลมลดลงในส่วนที่เกิดความเสียหาย

3. การรั่วของท่อ ทำให้อัตราการไหลของอากาศและความเร็วในด้านใต้ลมของจุดที่รั่วนั้นสูงขึ้น แต่อัตราการไหลของอากาศด้านเหนือลมและส่วนอื่นๆ ลดลง

4. ใบพัดของพัดลมถูกกัดกร่อน สึกหรอ สายพานมอเตอร์พัดลมลื่นหลุด ซึ่งจะทำให้อัตราการไหลและความเร็วของอากาศลดลง

5. อนุภาคอาจตกค้างในท่อหากระบบทำงานผิดปกติหรือไม่เหมาะสม ความเร็วลมในท่อต้องเพียงพอที่จะพัดพาอนุภาคไป

นอกจากนี้ในการออกแบบระบบระบายอากาศเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของสารปนเปื้อนที่มีลักษณะแตกต่างกันไป ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่สารปนเปื้อนมีลักษณะเหนียว หรือสารปนเปื้อนที่สามารถควบแน่นเป็นของเหลวได้ หรือเป็นสารปนเปื้อนที่มีประจุไฟฟ้า เนื่องจากการเพิ่มความเร็วลมเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอที่จะป้องกันการอุดตันที่อาจเกิดขึ้นในท่อ จึงควรมีการกำหนดมาตรการอื่นที่เหมาะสมเพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้น

8. วิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง คุณภาพอากาศภายในสถานปฏิบัติงาน

8.1 ประเภทของฝุ่นละออง

ในการตรวจสอบคุณภาพอากาศในสถานที่ปฏิบัติงาน สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8.1.1 ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สามารถเข้าถึงถุงลมปอดและสะสมในถุงลมปอดได้ (Respirable dust) เป็นฝุ่นที่ทำให้เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจส่วนปลายของผู้รับสัมผัส รวมถึงพนักงานผู้ปฏิบัติงานในจุดงานที่มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นขนาดเล็กนี้ เพราะพนักงานไม่อาจทราบได้ว่าในพื้นที่มีฝุ่นลักษณะนี้ปนเปื้อนอยู่หรือไม่ เนื่องจากมีขนาดเล็กและมองไม่เห็น

8.1.2 ฝุ่นละอองทุกขนาด (Total dust) เป็นฝุ่นที่สร้างความรำคาญให้กับผู้ปฏิบัติงาน ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมการทำงาน ซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิต แต่หากเกิดขึ้นและพนักงานสัมผัสในปริมาณที่มากก็อาจทำให้เกิดอันตรายต่อพนักงานผู้ปฏิบัติงานได้

8.2 วิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นละออง และการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

การตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในสถานปฏิบัติงาน ดังแสดงในตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าการศึกษาฝุ่นละอองทั้งสองประเภทใช้วิธีการเก็บตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์ที่เหมือนกัน โดยวิธีการเก็บ คือ PVC Filter หมายถึง Membrane Filter ประเภท Polyvinyl chloride และรักษาสภาพตัวอย่างด้วยการเก็บตัวอย่างไว้ในกล่องกันการสั่นสะเทือน และมีวิธีการวิเคราะห์ คือ วิธี PARTICULATES N.O.R Gravimetric (Filter weight) นั้นทำได้โดยการชั่งน้ำหนักกระดาษกรองฝุ่นละอองทั้งก่อนและหลังการเก็บตัวอย่าง และหาความแตกต่างของน้ำหนักนั้นมาคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองในส่วนของมาตรฐานวิธีวิเคราะห์มีความแตกต่างกัน ดังนี้

8.2.1 วิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพอากาศประเภท Respirable dust ในสถานประกอบการ ใช้วิธีมาตรฐานการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพอากาศจากแหล่งกำเนิด NIOSH 0600 โดยใช้อุปกรณ์ Personal Air Sampler ดูดอากาศจากพื้นที่การทำงานผ่าน Membrane Filter ประเภท Polyvinyl chloride ซึ่งมีอัตราการดูดอากาศ 2.5 ลิตร/นาที และปริมาณอากาศที่ใช้เก็บตัวอย่างจำนวน 150 ลิตร

8.2.2 วิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพอากาศประเภท Total dust ในสถานประกอบการ โดยใช้วิธีมาตรฐานการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพอากาศจากแหล่งกำเนิด NIOSH 0500 โดยใช้อุปกรณ์ Personal Air Sampler ดูดอากาศจากพื้นที่การทำงานผ่าน Membrane Filter ประเภท Polyvinyl chloride ซึ่งมีอัตราการดูดอากาศ 2.0 ลิตร/นาที และปริมาณอากาศที่ใช้เก็บตัวอย่างจำนวน 120 ลิตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 มาตรฐานการวิเคราะห์คุณภาพอากาศของ The National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH)

พารามิเตอร์	วิธีเก็บตัวอย่าง	วิธีวิเคราะห์	มาตรฐานวิธีวิเคราะห์
Total Dust	PVC Filter	Gravimetric Analysis	NIOSH 0500
Respirable Dust	PVC Filter	Gravimetric Analysis	NIOSH 0600

ที่มา: The National Institute of Occupational Safety and Health (1997)

9. มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

ประกาศกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2520 เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ให้คำจำกัดความว่า ฝุ่น หมายความว่า อนุภาคของของแข็งที่สามารถฟุ้งกระจาย ปลิว หรือลอยอยู่ในอากาศได้ และมีการกำหนดค่ามาตรฐานปริมาณฝุ่นที่ฟุ้งกระจายในพื้นที่ปฏิบัติงาน ดังตารางที่ 5 ซึ่งฝุ่น Total dust และ Respirable dust มีค่ามาตรฐานที่แตกต่างกันดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 มาตรฐานกำหนดปริมาณฝุ่นละอองในพื้นที่

ลำดับ	ชื่อสารเคมี	ประมาณฝุ่นแร่, เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ	
		ส่วนอนุภาค ต่อปริมาตรของอากาศ 1 ลูกบาศก์ฟุต (Mppcf)	มิลลิกรัม ต่ออากาศ 1ลูกบาศก์เมตร (mg/m^3)
4	ฝุ่นที่ก่อให้เกิดความรำคาญ (Inert or Nuisance dust)		
	- ฝุ่นขนาดที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมของปอดได้(Respirable dust)	15	5 mg/m^3
	- ฝุ่นทุกขนาด (Total dust)	50	15 mg/m^3

ที่มา: ประกาศกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2520 เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) (2520)

10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบระบบระบายอากาศที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม ส่งผลให้มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต และเกิดการอุดตันของฝุ่นในท่อได้ถ้าไม่มีการดำเนินการที่เหมาะสม ฝุ่นที่ออกมาจะส่งผลกระทบระยะยาวต่อพนักงานที่ทำงานในพื้นที่นั้น โดยฝุ่นที่มีอนุภาคขนาดเล็กจะเข้าไปสะสมที่ปอด หรือตามระบบทางเดินหายใจต่างๆ โดยเฉพาะฝุ่นที่มีอนุภาคขนาดเล็กที่มีส่วนประกอบของสารเคมีประเภทกรดและด่าง อาจก่อให้เกิดความระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ และทางการสัมผัสได้

อย่างไรก็ตามปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถควบคุมแก้ไขได้ 3 แนวทาง คือ ทางวิศวกรรม ทางผ่านของสาร และการแก้ไขที่ตัวบุคคล ในงานวิจัยนี้เลือกใช้การควบคุมทางวิศวกรรมในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นและเพื่อป้องกันอันตรายจากการทำงาน คือ การระบายอากาศ เมื่อมีการออกแบบระบบระบายอากาศได้ดีหรือเหมาะสมกับงานจะสามารถทำให้ลดอันตรายที่เกิดขึ้นจากฝุ่นได้ แต่หากการออกแบบการระบายอากาศไม่เหมาะสมกับงานที่ปฏิบัติจะส่งผลให้เกิดปัญหาฝุ่นฟุ้งกระจายที่บริเวณปฏิบัติงานและส่งผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงาน (ศรีรัตนา, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฝุ่นในอุตสาหกรรมเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อพนักงานจากการปฏิบัติงาน คนงานในภาคอุตสาหกรรมเกิดโรคจากการทำงานเนื่องจากการสัมผัสฝุ่นในระหว่างการทำงาน เช่น ฝุ่นฝ้าย ฝุ่นป่าน และฝุ่นปอ ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผ้า โดยแนวทางการป้องกันปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยหลักการทางด้านวิศวกรรมควบคู่ไปกับหลักการทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องดำเนินการปรับปรุงสถานที่ทำงานเพื่อลดปริมาณการฟุ้งกระจายของฝุ่นในพื้นที่ปฏิบัติงานที่พนักงานต้องสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงานลงเพื่อเป็นการลดโอกาสการเกิดโรคจากการทำงานที่อาจเกิดขึ้น (สุนทรี, 2551)

จากการศึกษาประสิทธิภาพระบบระบายอากาศเฉพาะที่บริเวณที่มีการบัดกรีด้วยลวดตะกั่วในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้ายานยนต์ โดยการประเมินคุณภาพของอากาศและศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ (เฉพาะจุดที่พนักงานได้ร้องเรียน) โดยปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของอากาศคือ ความเร็วในการจับอนุภาคที่หน้าระบบระบายอากาศและกำลังขับของพัดลม จากการวัดและวิเคราะห์พบว่า ความเข้มข้นของตะกั่วในพื้นที่มีค่าต่ำกว่าค่าความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดระยะทำงานปกติ และยังพบว่าความเร็วในการจับอนุภาคที่หน้าระบบและขนาดกำลังขับพัดลม ณ สภาวะที่ใช้งาน มีค่า 257 fpm และ 0.4 hp ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าที่มาตรฐาน ACGIH ได้กำหนดไว้สำหรับระบบระบายอากาศเฉพาะที่ในงานบัดกรี นั่นคือระบบระบายอากาศทำงานดี และสามารถที่จะควบคุมปริมาณของตะกั่วได้ตลอดระยะการทำงาน (ปิยมาส, 2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

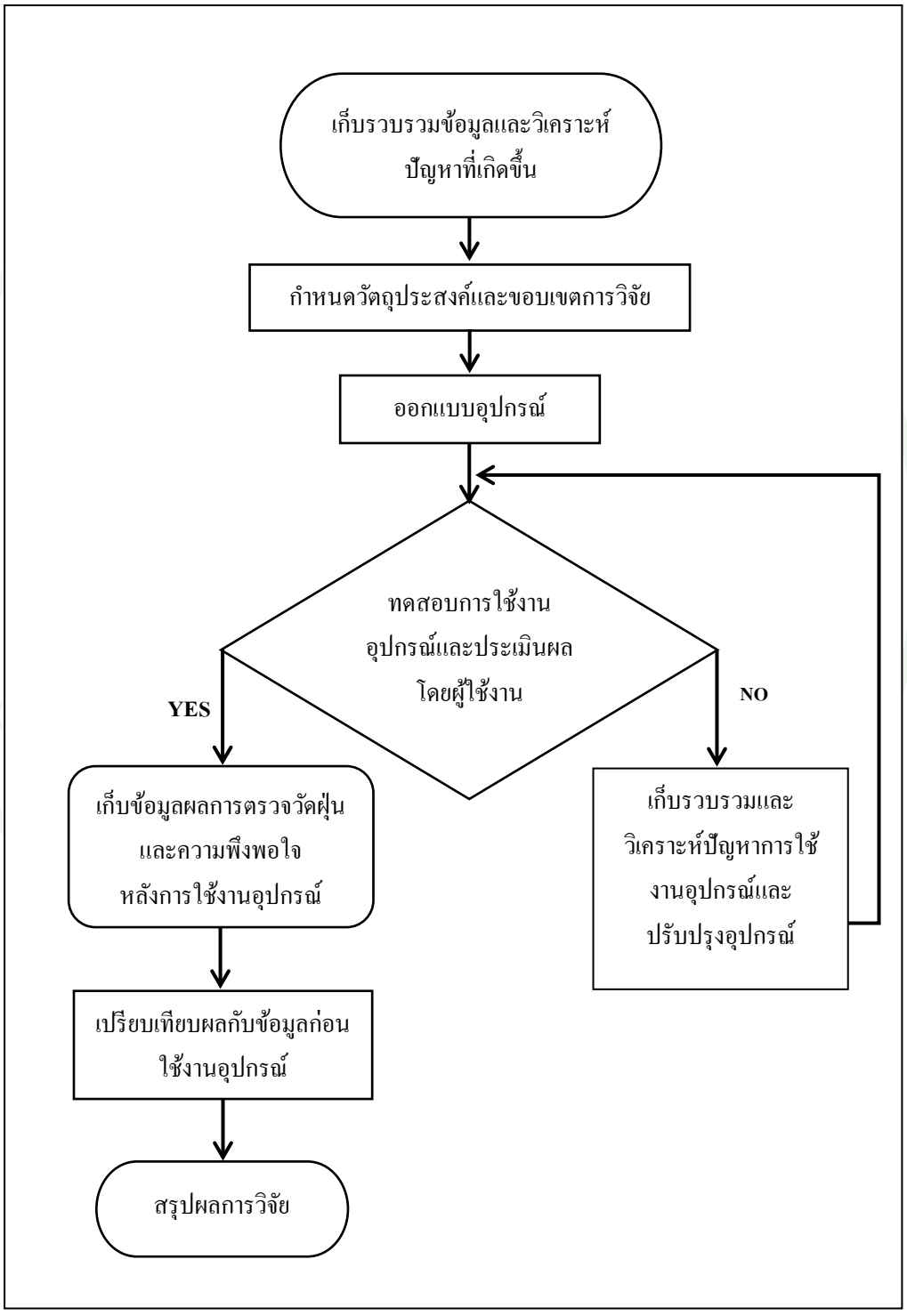
อุปกรณ์

1. เครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศชนิด Personal Air Sampler
2. ชุดกระดาษกรองฝุ่นชนิด Membrane Filter ประเภท Polyvinyl chloride
3. เครื่องมือตรวจวัดสมรรถภาพปอด (Spirometer)
4. เครื่องวัดความเร็วลม
5. เครื่องคอมพิวเตอร์
6. ตลับเมตร
7. กล้องดิจิตอล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

การวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินงานทั้งสิ้น 6 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น

เก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นของกระบวนการผลิตติ่มซำ เพื่อแสดงทิศทางและตำแหน่งของการเคลื่อนที่ของแป้งจากจุดตั้งต้นจนถึงจุดงานรับแป้ง จากนั้นวิเคราะห์ปัญหาของจุดงานรับแป้ง โดยสามารถแบ่งปัญหาออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ปัญหาปริมาณฝุ่นที่ฟุ้งกระจายในอากาศของจุดงานรับแป้งที่เกินกว่าค่ามาตรฐานกฎหมายกำหนด

ตรวจวัดปริมาณฝุ่นด้วยวิธีการ Gravimetric analysis method ด้วยเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศชนิด Personal Air Sampler โดยเก็บตัวอย่างฝุ่น 2 ประเภท คือ ฝุ่นขนาดที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมของปอดได้ (Respirable dust) เท่ากับ 5 mg/m^3 และฝุ่นทุกขนาด (Total dust) เท่ากับ 15 mg/m^3 ปริมาณ และภายในเวลาตามกำหนดของมาตรฐานวิธีการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในบทที่ 2 หน้า 27 โดย Total dust เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่ฟุ้งกระจายในพื้นที่ โดยตั้งเครื่องมือให้ห่างจากจุดรับ – ส่งแป้ง ประมาณ 1 เมตร และRespirable dust เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่พนักงานสัมผัสโดยการหายใจ การติดตั้งเครื่องมือจะทำการติดไว้กับพนักงาน 1 คนที่ปฏิบัติงานในจุดงานรับแป้งตลอดเวลาโดยติดบริเวณปกเสื้อ หรือจุดที่ใกล้กับจมูกของพนักงานมากที่สุด และจะทำการเก็บข้อมูลเป็นประจำทุก 6 เดือน ประมาณเดือน เมษายน และ เดือนตุลาคม ของทุกปี

ส่วนที่ 2 ปัญหาความไม่พึงพอใจของพนักงานผู้ปฏิบัติงานในจุดงานรับแป้ง

เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนข้อร้องเรียนของพนักงานในจุดงานรับแป้ง เฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับฝุ่นแป้งที่เกิดขึ้นในพื้นที่การปฏิบัติงาน และนำมาเปรียบเทียบกับข้อร้องเรียนอื่นในจุดงานรับแป้ง คิดคำนวณเป็นร้อยละของจำนวนข้อร้องเรียนเกี่ยวกับฝุ่นแป้ง ต่อข้อร้องเรียนทั้งหมดในจุดงานรับแป้ง

ส่วนที่ 3 ปัญหาด้านสุขภาพของพนักงาน

วิเคราะห์จากผลการตรวจสมรรถภาพปอดของพนักงานที่ปฏิบัติงานในจุดงานรับแป้ง ซึ่งถือว่าเป็นการตรวจสุขภาพตามปัจจัยเสี่ยง การตรวจสมรรถภาพปอด คือ การตรวจวัดปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้า และหายใจออกจากปอด ด้วยวิธีการสไปโรเมตรีย์ (Spirometry) เครื่องมือที่ใช้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรียกว่า Spirometer และทำการตรวจโดยแพทย์อาชีวเวชศาสตร์ เป็นประจำปีละ 1 ครั้ง โดยได้เก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 เป็นต้นมา จากผลการตรวจสมรรถภาพปอดจะแสดงค่า FEV1 ค่า FVC และค่า FEV1 / FVC ซึ่งในการวิเคราะห์จะนำค่าต่างๆเหล่านี้มาเปรียบเทียบเพื่อดูแนวโน้มสรรมถภาพปอดของพนักงาน

2. ออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์เพื่อลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งในกระบวนการรับแป้ง

2.1 ตรวจสอบอุปกรณ์เดิม

สำรวจอุปกรณ์และส่วนประกอบเดิมของอุปกรณ์เพื่อลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้ง โดยภาพถ่ายด้วยกล้องดิจิตอล ทำการวาดแบบ และวัดขนาดของอุปกรณ์ด้วยตลับเมตร ศึกษาบริเวณที่เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการฟุ้งกระจายของแป้ง ทบทวนด้านความปลอดภัยในการใช้งาน

2.2 ออกแบบอุปกรณ์

กำหนดกลยุทธ์ และวิธีการในการพัฒนาออกแบบอุปกรณ์ เพื่อให้ได้อุปกรณ์ที่สามารถลดปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งที่เกิดขึ้นให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน วาดแบบในคอมพิวเตอร์ระบุองค์ประกอบของอุปกรณ์โดยละเอียดพร้อมขนาดและกลไลการทำงาน และนำปรึกษาทีมวิศกร

2.3 ผลิตและติดตั้งอุปกรณ์

ส่งแบบอุปกรณ์ที่ออกแบบเรียบร้อยแล้วให้กับแผนกวิศวกรรม เพื่อนำส่งให้ผู้รับเหมาทำการสร้างอุปกรณ์และนำชินส่วนมาติดตั้งในจุดงานรับแป้ง ในระยะเวลาประมาณ 3 เดือน หลังการส่งแบบ

2.4 ตรวจสอบและปรับปรุงอุปกรณ์

เมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์ที่จุดงานรับแป้งแล้วจะทำการทดลองใช้อุปกรณ์เสมือนจริงโดยพนักงานในจุดงาน ร่วมกับการสังเกตโดยผู้วิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกลยุทธ์ครั้งต่อไป โดยผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวมปัญหาและข้อจำกัด รวมถึงข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งาน ที่เกิดขึ้นใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แต่ละครั้งของการพัฒนาอุปกรณ์ ทั้งในด้านการสังเกตการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้ง การสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงานกับอุปกรณ์ใหม่ และสอบถามจากพนักงานผู้ใช้งาน ทำซ้ำตามข้อ 2.2 – 2.4 ข้างต้น จนกว่าผลจะเป็นที่น่าพึงพอใจ

3. ออกแบบแบบสอบถามเพื่อใช้เก็บข้อมูลกับพนักงานที่ปฏิบัติงานในพื้นที่จุดงานรับแป้ง

แบบสอบถามสร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการประเมินผลกระทบของฝุ่นแป้งต่อสมรรถภาพปอดของพนักงาน ที่ปฏิบัติงานในจุดงานรับแป้ง โรงงานผลิตอาหารประเภทติ่มซำดังภาคผนวก โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป จำนวน 9 ข้อ ประกอบด้วย คำถามเติมคำและคำถามตัวเลือก เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป คือ เพศ สถานภาพ อายุ ข้อมูลด้านสุขภาพพื้นฐาน คือ โรคประจำตัว ข้อมูลด้านความเสี่ยงทางพฤติกรรม ได้แก่ การเดินทาง การออกกำลังกาย และสภาวะแวดล้อมของที่พักอาศัย การสูบบุหรี่ เนื่องจากหากพนักงานที่มีพฤติกรรมการสูบบุหรี่อาจส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพของปอดได้ในทางอ้อม เพราะส่วนใหญ่คนที่สูบบุหรี่จะพบปัญหาการอุดกั้นของปอดแต่เมื่อเกิดการอุดกั้นจะส่งผลให้สรรถภาพของปอดลดน้อยลงด้วย

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามข้อมูลด้านการปฏิบัติงานของพนักงาน จำนวน 6 ข้อ ประกอบด้วยคำถามเติมคำ และคำถามตัวเลือก เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้านการปฏิบัติงานและการเจ็บป่วยของพนักงาน คือ อายุงาน อายุงานประจำจุดงานรับแป้ง ประวัติการเปลี่ยนจุดงาน พฤติกรรมการสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ประวัติการเก็บป่วยจากการทำงาน ประวัติการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจ

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามความพึงพอใจของพนักงาน ก่อนการติดตั้งอุปกรณ์ จำนวน 4 ข้อ
แบบสอบถามความพึงพอใจของพนักงาน หลังการติดตั้งอุปกรณ์ จำนวน 4 ข้อ

โดยมีลักษณะเป็นการให้คะแนนความพึงพอใจจาก มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ตามลำดับ เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจก่อนและหลังการใช้งานอุปกรณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. เก็บข้อมูลผลการตรวจวัดฝุ่น และความพึงพอใจ หลังการใช้งานอุปกรณ์

ส่วนที่ 1 ตรวจวัดปริมาณการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งในอากาศบริเวณจุดงานรับแป้งทั้ง 2 ชนิด คือฝุ่น Total dust และ Respirable dust ซึ่งทำการตรวจวัดโดยผู้บริษัทรับตรวจวัดที่ได้ขึ้นทะเบียนเป็นผู้ตรวจวัดตามที่กฎหมายกำหนด และตรวจวัดและวิเคราะห์ผลตามวิธีการที่ได้กำหนดไว้ เช่นเดียวกับในส่วนที่ 1 โดยตรวจวัดหลังการใช้งานอุปกรณ์มาแล้ว 2 สัปดาห์

ส่วนที่ 2 สำรวจความพึงพอใจของพนักงานโดยใช้แบบสอบถามหลังจากการใช้งานอุปกรณ์มาแล้ว 2 สัปดาห์ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์และกรอกข้อมูลที่ได้รับจากพนักงานเฉพาะพนักงานที่เป็นชาวต่างชาติซึ่งต้องใช้ล่ามในการแปลภาษา ส่วนพนักงานที่เป็นคนไทย พนักงานจะเป็นผู้กรอกแบบสอบถามเอง จากข้อคำถามที่ระบุในแบบสอบถามจำนวน 3 ส่วน ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

5. เปรียบเทียบผลและอภิปราย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เปรียบเทียบผลการตรวจวัดปริมาณการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งในอากาศบริเวณจุดงานรับแป้งก่อนและหลังการติดตั้งอุปกรณ์

ส่วนที่ 2 เปรียบเทียบความพึงพอใจของพนักงานที่ปฏิบัติงานในจุดงานรับแป้งทุกคนก่อนและหลังการติดตั้งอุปกรณ์

6. สรุปและข้อเสนอแนะ

หลักจากการพัฒนาอุปกรณ์ และทำการติดตั้งอุปกรณ์ ในบริเวณจุดงานรับแป้งแล้ว ผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูลหลังการใช้งานอุปกรณ์มาแล้ว 2 สัปดาห์ โดยข้อมูลที่เก็บนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นในพื้นที่จุดงานรับแป้ง และผลสำรวจความพึงพอใจของพนักงานที่ปฏิบัติงานในจุดงานรับแป้ง รวมถึงเก็บรวบรวมข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาครั้งต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

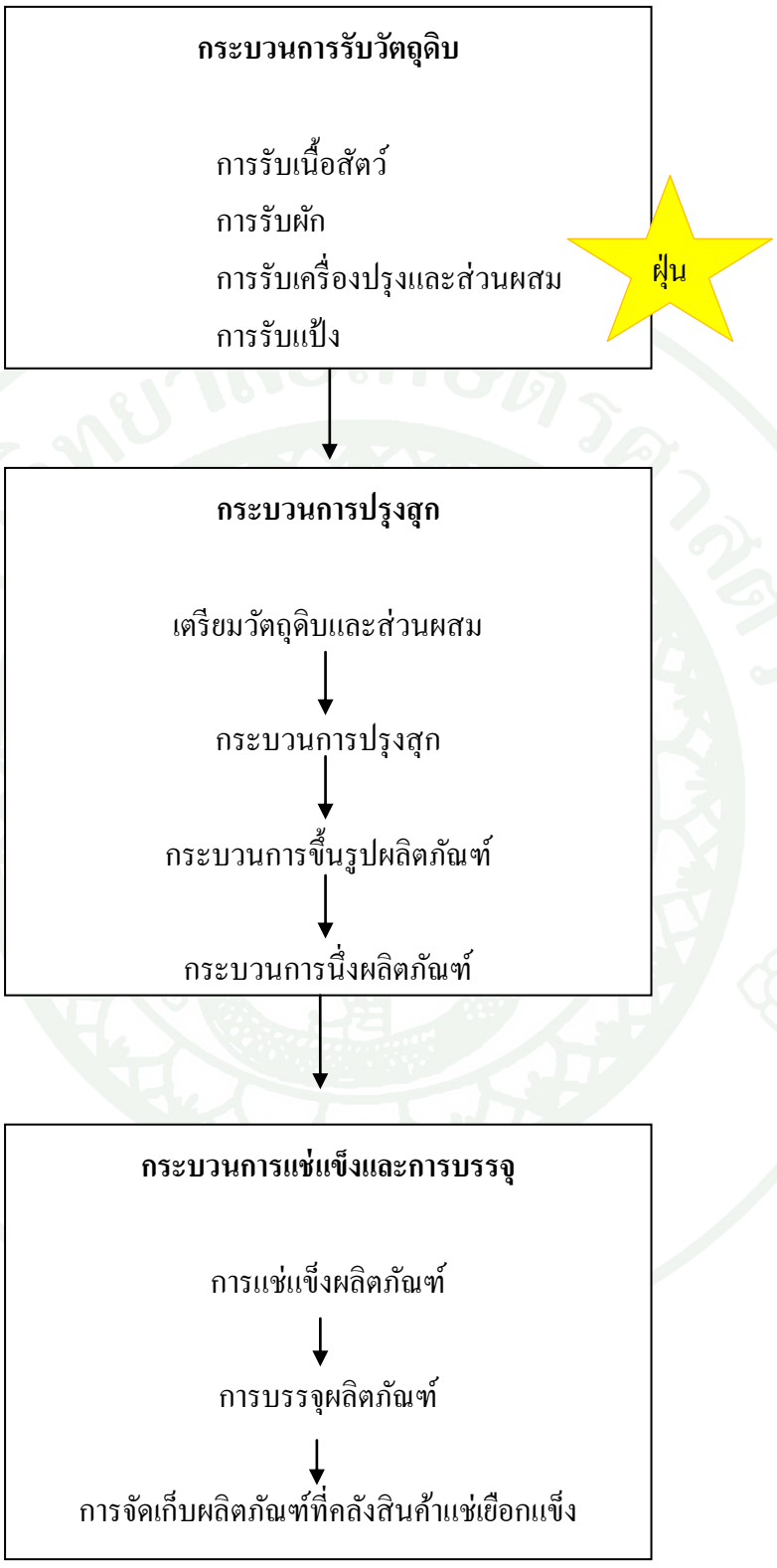
ผลและวิจารณ์

1. ข้อมูลและปัญหาที่เกิดขึ้น

1.1 ข้อมูลเบื้องต้นของกระบวนการผลิตติ่มซำ

กระบวนการผลิตติ่มซำ ประกอบด้วย 3 กระบวนการหลัก คือ กระบวนการรับวัตถุดิบ กระบวนการปรุงสุก และกระบวนการแช่แข็งและการบรรจุ ซึ่งแต่ละกระบวนการมีรายละเอียดดังภาพที่ 9 ซึ่งปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งที่พบ อยู่ในกระบวนการรับวัตถุดิบ วัตถุดิบที่รับเข้าสู่สายการผลิตประกอบด้วย เนื้อสัตว์ ผัก เครื่องปรุงและส่วนผสม และแป้งสาลีซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักของกระบวนการผลิตติ่มซำ โดยแป้งสาลีจะถูกส่งเข้ามาในพื้นที่การผลิตผ่านทางระบบท่อที่ต่อมาจากไซโลเก็บแป้งที่อยู่ภายนอกอาคาร ดังภาพที่ 10 กล่าวคือ แป้งสาลีถูกนำเข้ามาภายในบริษัทโดยผู้รับเหมาจะทำการขนส่งโดยรถบรรทุก เมื่อมาถึงจุดส่งแป้งจะทำการลำเลียงแป้งเข้าสู่ไซโลแป้งที่อยู่ภายนอกอาคารผลิต เมื่อในกระบวนการผลิตต้องการใช้แป้งจะทำการกดเรียกแป้ง แป้งสาลีจะถูกส่งผ่านระบบท่อเพื่อเข้าไปในพื้นที่อาคารผลิตไปยังห้องรับแป้ง พนักงานที่มีหน้าที่รับแป้งจะนำหม้อเข้ามารับแป้งบริเวณท่อส่งแป้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 กระบวนการผลิตติ่มซำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 10 กระบวนการรับแป้งในพื้นที่อาคารผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในจุดงานรับแป้ง

กระบวนการรับแป้งเป็นจุดก่อเกิดปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งในพื้นที่ ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลการตรวจวัดสภาพแวดล้อมการทำงานที่ไม่ผ่านตามค่ามาตราฐานกฎหมายกำหนด ข้อร้องเรียนของพนักงาน ปัญหาด้านสุขภาพของพนักงานที่ปฏิบัติงานภายในห้องรับแป้งนี้ และยังพบปัญหาทางอ้อมที่เกิดขึ้น เช่น พื้นที่การทำงานที่สกปรกและลื่นซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน ปัญหาของฝุ่นแป้งที่เข้าไปในระบบระบายอากาศทำให้อุปกรณ์ต่างๆชำรุดบ่อย จึงต้องเพิ่มรอบในการบำรุงรักษาทำให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น จึงถือว่าปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งนี้เป็นปัญหาสำคัญที่ต้องได้รับการแก้ไข ด้วยวิธีการที่ถูกต้องและเหมาะสม เพื่อความปลอดภัยของพนักงานเป็นสำคัญ โดยปัญหาที่พบ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ปัญหาปริมาณฝุ่นในอากาศของจุดงานรับแป้ง วิเคราะห์โดยการนำผลปริมาณฝุ่นแป้งที่ฟุ้งในอากาศจุดงานรับแป้ง เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) พ.ศ. 2520 กำหนดให้ ปริมาณฝุ่นเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงานปกติ โดยฝุ่นที่ก่อให้เกิดความรำคาญ (Inert nuisance dust) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ฝุ่นขนาดที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมปอดได้ (Respirable dust) และฝุ่นทุกขนาด (Total dust) ดังที่ระบุไว้ในการตรวจเอกสาร

ผลการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงานห้องรับแป้งระหว่างปี พ.ศ. 2553 – พ.ศ. 2556 พบว่าฝุ่นแป้งทั้งสองประเภท เกินกว่าค่าที่มาตรฐานกำหนด ซึ่งถือว่าไม่สอดคล้องตามข้อกำหนดกฎหมาย ดังแสดงตารางที่ 6 และตารางที่ 7 โดยพบว่าจากผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นในครั้งที่ 1/2553 ถึงการตรวจวัด ครั้งที่ 1/2554 ปริมาณฝุ่นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและไม่ผ่านตามมาตรฐานกฎหมายกำหนด และพบว่าผลการตรวจวัดครั้งที่ 2/2554 ปริมาณการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากบริษัทมีการแก้ไขปัญหา โดยการออกแบบอุปกรณ์ปิดล้อมการรับแป้งทำให้ปริมาณการฟุ้งกระจายของฝุ่นลดลง หลังจากการตรวจวัดครั้งที่ 2/2554 จนถึงปัจจุบันปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งมีแนวโน้มลดลง แต่ยังเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนดทั้ง 2 ชนิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ผลการตรวจวัดฝุ่นแป้งทุกขนาด (Total dust) ระหว่างปี พ.ศ. 2553 – พ.ศ. 2556

ครั้ง/ปี	1/2553	2/2553	1/2554	2/2554	1/2555	2/2555	1/2556	2/2556
Total Dust (mg/m^3)	30.100	32.166	31.776	26.210	26.170	25.564	25.734	24.926

ตารางที่ 7 ผลการตรวจวัดฝุ่นแป้งที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมปอดได้ (Respirable dust) ระหว่างปี พ.ศ. 2553 – พ.ศ. 2556

ครั้ง/ปี	1/2553	2/2553	1/2554	2/2554	1/2555	2/2555	1/2556	2/2556
Respirable Dust (mg/m^3)	10.300	11.984	10.490	7.530	7.370	6.183	6.912	6.012

ส่วนที่ 2 ปัญหาความไม่พึงพอใจของพนักงานผู้ปฏิบัติงานจุดงานรับแป้ง วิเคราะห์ผลสำรวจจากจำนวนข้อร้องเรียนเรื่องฝุ่นแป้งในพื้นที่ปฏิบัติงานของพนักงานที่ปฏิบัติงานในจุดงานรับแป้ง และนำจำนวนข้อร้องเรียนเรื่องฝุ่นแป้งมาเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับข้อร้องเรียนเรื่องอื่นๆได้ผลดังตารางที่ 8 มีดังนี้

ตารางที่ 8 จำนวนข้อร้องเรียน ระหว่างปี พ.ศ. 2553 – พ.ศ. 2556

ปี พ.ศ. ที่เก็บข้อมูล	จำนวนข้อร้องเรียน ใน 1 ปี (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์ข้อร้องเรียนเรื่องฝุ่นแป้งเมื่อเทียบกับข้อร้องเรียนอื่น (%)
2553	24	50.0
2554	20	38.5
2555	18	42.9
2556	21	58.3

ส่วนที่ 3 ปัญหาด้านสุขภาพของพนักงาน วิเคราะห์จากผลการตรวจสมรรถภาพปอดของพนักงานที่ปฏิบัติงาน และแนวโน้มสมรรถภาพปอดของพนักงานเมื่อเวลาการปฏิบัติงานเพิ่มมากขึ้นของพนักงานที่ปฏิบัติงานในจุดงานรับแป้ง ดังตารางที่ 9 โดยเริ่มศึกษาข้อมูลตั้งแต่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปี พ.ศ. 2553 พบว่าแนวโน้มสมรรถภาพปอดของพนักงานที่ทำงานประจำที่ตำแหน่งจุดงานรับแป้ง จำนวน 8 คน มีความจุปอดลดลงอย่างต่อเนื่อง และพบว่าในปีพ.ศ. 2554 มีพนักงานลาออก จำนวน 2 คน เมื่อพบว่ามีความผิดปกติของปอดจากผลการตรวจสุขภาพ ปี พ.ศ. 2555 มีพนักงานที่เคยทำงานตำแหน่งจุดงานรับแป้งตั่งแต่ปี พ.ศ. 2553 ลาออก อีก 1 คน จากผลการตรวจสรรถภาพปอดที่พบความผิดปกติ และพบอาการความจุปอดต่ำ จำนวน 3 คน และปอดมีการอุกกั้น จำนวน 1 คน ซึ่งต้องมีการย้ายจุดงาน ปัจจุบัน (พ.ศ. 2556) มีพนักงานประจำที่จุดงานรับแป้ง จำนวน 9 คน ซึ่งเป็นคนที่ทำการศึกษา และในจำนวนพนักงาน 9 คน มีพนักงานที่มีความจุปอดต่ำ จำนวน 2 คน

ตารางที่ 9 ผลตรวจสมรรถภาพปอดพนักงานจุดงานรับแป้ง (ปี พ.ศ. 2553 – 2556)

ปี พ.ศ. ที่เก็บข้อมูล	จำนวนพนักงาน (คน)	ผลการตรวจสมรรถภาพปอด (คน)	
		ปกติ	ผิดปกติ
2553	8	8	-
2554	8	6	2 (พบอาการความจุปอดต่ำจำนวน 2** คน)
2555	11	7	4 (พบอาการความจุปอดลดลง จำนวน 1** คน) (พบอาการความจุปอดต่ำ จำนวน 3 คน) (พบอาการปอดมีการอุดกั้น จำนวน 1 คน ย้ายจุดงาน)
2556	9	7	2 (พบอาการความจุปอดต่ำ จำนวน 2 คน)

หมายเหตุ ** หมายถึง พนักงานลาออกเมื่อตรวจพบความผิดปกติของปอด

2. การปรับปรุงอุปกรณ์ รับ – ส่งแป้ง

2.1 การแก้ปัญหาที่ผ่านและอุปกรณ์จุดงานรับแป้งเดิม

จากปัญหาทั้ง 3 ส่วนข้างต้นที่พบในจุดงานรับแป้ง ผู้ที่เกี่ยวข้องได้ร่วมหาแนวทางในการแก้ไขมาโดยตลอดแต่พบว่าการแก้ไขดังกล่าวยังไม่ได้ประสิทธิผล ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การแก้ไขครั้งที่ 1

จากปัญหาที่พบในปี พ.ศ. 2553 ได้มีการวิเคราะห์และหาแนวทางการแก้ไข โดยการซื้ออุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลประเภทหน้ากากกรองอากาศให้กับพนักงาน และกำหนดให้พนักงานที่สัมผัสความเสี่ยงต้องสวมใส่ตลอดเวลาการทำงาน เพื่อความปลอดภัยของพนักงาน แต่ปัญหาที่พบจากการกำหนดให้พนักงานการสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล คือ พบว่าพนักงานส่วนใหญ่ไม่ยอมสวมใส่ เนื่องจากแจ้งว่าจะทำให้พนักงานหายใจไม่สะดวก และโรงงานมีการกำหนดการแต่งกายที่รัดกุมและมีการสวมหน้ากากกับชุดที่ใช้เดิมอยู่แล้ว เมื่อมีการสวมใส่เข้าไปอีกชั้นจึงทำให้การหายใจค่อนข้างลำบาก และทำให้การทำงานไม่สะดวก พนักงานจึงไม่สวมใส่หน้ากากกรองอากาศที่กำหนดให้ ทำให้การปรับปรุงครั้งที่ 1 ได้รับผลดีขึ้น แต่ยังไม่ดีพอ

การแก้ไขครั้งที่ 2

เมื่อการแก้ไขในครั้งที่ 1 ไม่สำเร็จจึงได้มีการวิเคราะห์ปัญหาอีกครั้งในปี พ.ศ. 2554 เพื่อหาแนวทางการแก้ไขใหม่ รูปแบบของอุปกรณ์รับแป้งก่อนการปรับปรุงในครั้งนี้ แสดงดังภาพที่ 11 โดยการปรับปรุงครั้งนี้ได้เน้นไปที่ระบบระบายอากาศซึ่งพบว่าภายในห้องรับแป้งมีการติดตั้งระบบปรับอากาศไว้บริเวณด้านหลังท่อส่งแป้ง ทำให้เมื่อมีการรับ – ส่ง แป้ง ระบบปรับอากาศจะเป่าแป้งนั้นแล้วทำให้เกิดฟุ้งกระจายมายังพนักงานที่ปฏิบัติงาน จึงได้มีการกำหนดจุดติดตั้งระบบปรับอากาศใหม่ไว้บริเวณข้างห้อง ซึ่งไม่ผ่านแหล่งกำเนิดของฝุ่น และไม่ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในห้องรับแป้ง และจากการแก้ไขครั้งนี้ทางหน่วยงานวิศวกรรม หน่วยงานความปลอดภัยฯ และตัวแทนฝ่ายการผลิต ได้ร่วมกันเสนอแนวคิดเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งจากแหล่งกำเนิดโดยตรง คือ จุดที่มีการรับส่งแป้ง เพื่อลดโอกาสของการสัมผัสของพนักงาน จึงได้ข้อสรุป เป็นการจัดทำกิจกรรม KAIZEN ร่วมกันในการทำตู้ครอบกันแป้งฟุ้งกระจาย ดังแสดงภาพที่ 12 โดยได้เริ่มใช้ประมาณ เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2554 อุปกรณ์มีลักษณะเป็นตู้ครอบกันแป้งฟุ้งกระจาย ติดตั้งบริเวณจุดรับ – ส่งแป้ง แต่เนื่องจากท่อดูดฝุ่นที่ฟุ้งกระจายอยู่บริเวณด้านหลังของท่อส่งแป้ง ทำให้เมื่อมีการส่งแป้งลงมา แป้งที่อยู่บริเวณด้านหน้าจะไม่ถูกดูดฝุ่นขึ้นไป และตู้ครอบที่ออกแบบมายังมีช่องว่าง ทำให้ฝุ่นฟุ้งกระจายออกมาด้านข้างและด้านหน้าของอุปกรณ์ ผลจากการใช้งานอุปกรณ์ยังพบการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งในพื้นที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 11 ขั้นตอนการรับแป้งก่อนการปรับปรุง ปี พ.ศ. 2553

ภาพที่ 12 ตู้ครอบกันแป้งฟุ้งกระจาย

ภายหลังจากการปรับปรุง KAIZEN โดยการใช้ ตู้ครอบกันแป้งฟุ้งกระจาย ได้มีการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงานหลังเริ่มใช้งาน พบว่าปริมาณฝุ่นทั้ง Total dust และ Respirable dust มีค่าลดน้อยลง แต่อย่างไรก็ตามค่าที่ได้ก็ยังไม่ผ่านตามค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด และยังพบข้อร้องเรียนของพนักงานจากปัญหาฝุ่นแป้งเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและจากปัญหาทั้ง 3 ส่วนข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นควรว่าการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในจุดงานรับแป้งเป็นสิ่งที่ควรรีบทำการปรับปรุงแก้ไข จึงนำไปสู่การปรับปรุงครั้งนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์เดิมก่อนเริ่มวิจัย

เมื่อทำการสำรวจอุปกรณ์เดิมที่มี ได้แก่ ชุดดูดแป้งและชุดครอบแป้ง เพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด และอุปกรณ์ใหม่ที่สร้างขึ้นต้องสอดคล้องกับอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่ ดังแสดงในตารางที่ 10 ขนาดของอุปกรณ์ พบว่าอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ท่อส่งแป้งและท่อดูดฝุ่นแป้ง และจากการตรวจวัดความเร็วลมที่ท่อดูดขณะมีการรับ – ส่งแป้ง พบค่าความเร็วลมที่วัดได้ที่ปากของท่อดูดเท่ากับ 12 เมตรต่อวินาที จึงกำหนดให้อุปกรณ์ที่ปรับปรุงในครั้งนี้ต้องรองรับต่อขนาดของอุปกรณ์เดิมได้ และต้องสามารถกระจายแรงดูดของท่อดูดให้ไปโดยรอบฝาครอบชุดส่งแป้งได้ เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการดูดฝุ่นแป้งที่ฟุ้งกระจายให้ได้มากที่สุด

ตารางที่ 10 ขนาดของอุปกรณ์เดิมเพื่อนำไปสู่การออกแบบชุดอุปกรณ์ใหม่

ลำดับที่	รายการอุปกรณ์เดิม	ขนาดของอุปกรณ์ (มิลลิเมตร)
1	ท่อส่งแป้ง	เส้นผ่านศูนย์กลาง 170 มิลลิเมตร
2	ท่อดูดฝุ่นแป้ง	เส้นผ่านศูนย์กลาง 134 มิลลิเมตร

2.2 กลยุทธ์การปรับปรุงอุปกรณ์จุดงานรับแป้งและผลการใช้งาน

จากปัญหาฝุ่นที่เกิดขึ้นในจุดงานรับแป้งผู้วิจัยคิดว่าควรมีการปรับปรุงอุปกรณ์รับแป้งที่ช่วยลดปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งโดยอาศัยหลักการระบายอากาศเฉพาะที่เป็นแนวทางที่ใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ในครั้งนี้ โดยการออกแบบฮูด ให้ปิดล้อมกระบวนการทั้งกระบวนการเพื่อลดปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่น เพราะการออกแบบการระบายอากาศที่เหมาะสมเป็นหลักในการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรม เมื่อสามารถควบคุมปัญหาที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดของปัญหาได้อย่างเหมาะสม ผลกระทบต่างๆที่จะเกิดขึ้นจากปัญหานั้นก็จะลดน้อยลงตามไปด้วย อย่างไรก็ตามในการออกแบบอุปกรณ์ใหม่ที่เพิ่มขึ้นในกระบวนการผลิตต้องคำนึงถึงข้อกำหนดต่างๆ เช่น ความสะดวกในการใช้งานของพนักงาน ความปลอดภัยในการใช้งานอุปกรณ์และยังต้องคำนึงถึงความคุ้มค่าของการสร้างอุปกรณ์ที่สามารถลดปัญหาที่เกิดขึ้นได้

จากการออกแบบอุปกรณ์โดยอาศัยหลักการระบายอากาศเฉพาะที่ ซึ่งฮูดที่ทำการออกแบบมีลักษณะเป็นฮูดที่ปิดล้อมแหล่งกำหนดทั้งหมด หรือเรียกว่า Enclosure hood จึงสามารถคำนวนหา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัตราการไหลของอากาศเข้าสู่ฮูดได้ดังสมการ 1 ในบทที่ 2 แต่เนื่องจากไม่มีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไปจากเดิม แต่เป็นการเพิ่มเติมอุปกรณ์เข้าไปเท่านั้น เพื่อให้สามารถใช้ของเดิมที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ผู้วิจัยจึงได้ทำการตรวจวัดค่าความเร็วลม ด้วยเครื่องมือตรวจวัดความเร็วลม และตรวจวัดขณะที่มีการรับ – ส่งแป้ง จากค่าความเร็วลม เท่ากับ 12 เมตรต่อวินาที จึงสามารถคำนวณหาอัตราการไหลของอากาศเข้าสู่ฮูดได้ดังนี้

สูตรคำนวณอัตราการไหลของอากาศ

$$Q = V \times A$$

เมื่อ

Q = อัตราการไหลของอากาศ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)
V = ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)
A = พื้นที่หน้าตัดของฮูด (ตารางเมตร)

ดังนั้น

ความเร็วลมบริเวณรอบฝาที่ต่อกับท่อดูดแป้ง เท่ากับ 12 เมตรต่อวินาที
(V = 12 เมตรต่อวินาที)

เนื่องจากฝาครอบมีลักษณะเป็นฝา 2 ชั้น ดังนั้นพื้นที่หน้าตัดของฮูด คือ ผลต่างระหว่างพื้นที่หน้าตัดของฝาด้านนอก ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง เท่ากับ 600 มิลลิเมตร กับพื้นที่หน้าตัดของฝาด้านใน ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง เท่ากับ 400 มิลลิเมตร ดังแสดงในสมการที่ 4 ดังนี้

สูตรการคำนวณหาพื้นที่กลม

$$A = \P (r_{\text{ฝานอก}})^2 - \P (r_{\text{ฝาใน}})^2 \qquad (4)$$

$$A = 3.14 \times (0.3 \text{ เมตร})^2 - 3.14 \times (0.2 \text{ เมตร})^2$$

$$A = 0.157 \text{ ตารางเมตร}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพราะฉะนั้น

Q = 12 เมตรต่อวินาที × 0.157 ตารางเมตร

Q = 1.884 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

จากผลการตรวจวัดค่าความเร็วลม (Capture velocity) ของท่อดูดพบว่ามีค่าเพียงพอที่จะทำการดูดฝุ่นแป้งที่ฟุ้งกระจายขึ้น ซึ่งมีค่าสูงกว่าที่ทฤษฎีการออกแบบระบบระบายอากาศเฉพาะที่แนะนำไว้ ดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ในบทที่ 2 แต่เนื่องจากการออกแบบในครั้งนี้ไม่ได้ปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่ พบว่าอัตราการไหลของอากาศที่เข้าสู่ฮูดเท่ากับ 1.884 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ค่าที่ได้จึงเหมาะสมในการออกแบบระบบระบายอากาศเฉพาะที่ของอุปกรณ์ฝาครอบชุดส่งแป้ง ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดกลยุทธ์และวิธีการในการพัฒนาและออกแบบอุปกรณ์จำนวน 3 กลยุทธ์ โดยมีผลการพัฒนาอุปกรณ์ทั้ง 3 ครั้ง ภายหลังการทดลองใช้ ดังนี้

กลยุทธ์ที่ 1

ทำการปรับปรุงอุปกรณ์รับแป้งใหม่ โดยใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ให้มากที่สุด เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง จึงทำการปรับปรุง ดังนี้

แนวทางการปรับปรุงจากกลยุทธ์ที่ 1

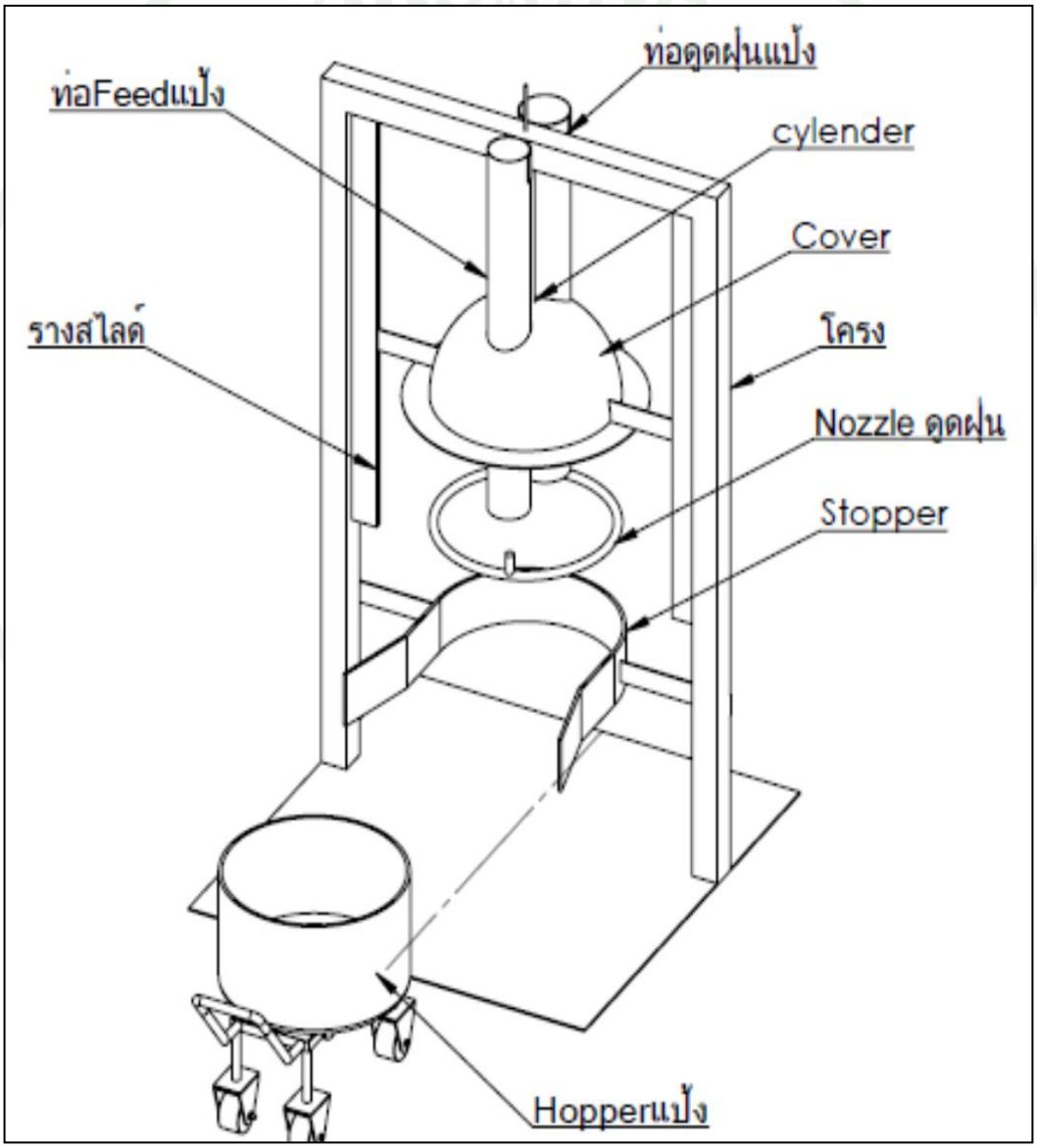
1. ทำฝาครอบชุดส่งแป้งใหม่ ให้มีขนาดเท่ากับหม้อที่นำมาใช้ในการรับแป้ง เพื่อลดช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างหม้อรับแป้งกับฝาครอบชุดส่งแป้ง เป็นการกำจัดพื้นที่ของการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งไม่ให้ฟุ้งออกด้านนอก ฝาครอบท่อส่งแป้งนี้จะปิดล้อมทั้งท่อส่ง และท่อดูดแป้ง โดยด้านข้างของฝาครอบชุดส่งแป้งจะยึดติดกับรางสไลด์ เพื่อให้พนักงานใช้งานได้สะดวก ลดแรงที่ใช้ในการยกชุดฝาครอบนี้

2. หาอุปกรณ์ช่วยดูดติดไว้รอบฝาครอบชุดส่งแป้ง ในลักษณะวงแหวนรอบฝาครอบ โดยใช้หัว Nozzle เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการดูดฝุ่นที่ฟุ้งกระจาย บริเวณด้านหน้าและด้านข้างของหม้อเมื่อมีการรับ – ส่งแป้ง

3. Stopper เพื่อทำหน้าที่ในการกำหนดตำแหน่งของหม้อให้ตรงกันตำแหน่งของฝาครอบชุดส่งแป้งที่สร้างขึ้น ลดความผิดพลาดในการวางตำแหน่งของอุปกรณ์เมื่อมีการใช้งาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยอุปกรณ์ที่ออกแบบขึ้นมาในครั้งที่ 1 มีส่วนประกอบโดยรวมดังภาพที่ 13 หน่วยของความยาวที่ใช้ในการออกแบบคือ มิลลิเมตร โดยหลักการใช้งานอุปกรณ์ดังนี้ เมื่อต้องการใช้แป้งสาลีในกระบวนการผลิต พนักงานจะนำหม้อเข้ามารับแป้งโดยเข็นหม้อบนรถเข็นเข้ามาบริเวณ Stopper แล้วทำการดึงฝาครอบลงมา จากนั้นพนักงานจึงทำการกดเรียกแป้ง เมื่อได้แป้งตามน้ำหนักที่ต้องการแล้วพนักงานจะทำการสไลด์ชุดฝาครอบขึ้นแล้วเข็นหม้อที่บรรจุแป้งออกไปเพื่อเข้าสู่กระบวนการอื่นผสมแป้งและการตีแป้งต่อไป จึงได้ทำการปรับปรุงอุปกรณ์



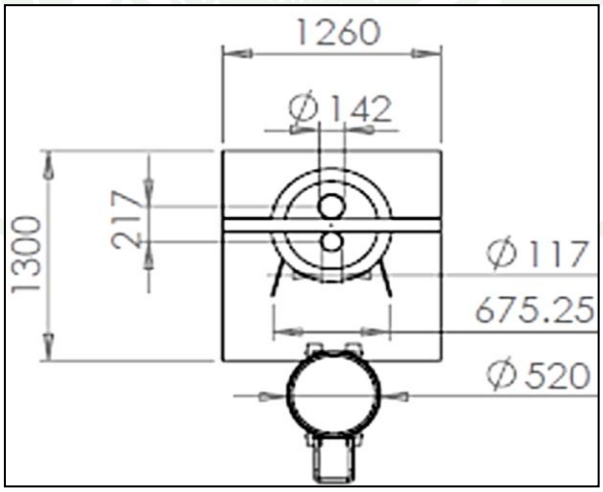
ภาพที่ 13 รูปแบบชุดอุปกรณ์ป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้ง กลยุทธ์ที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายละเอียดและขนาดของส่วนประกอบของอุปกรณ์ แสดงไว้ในภาพที่ 14 –16 โดยมีสาระสำคัญดังนี้

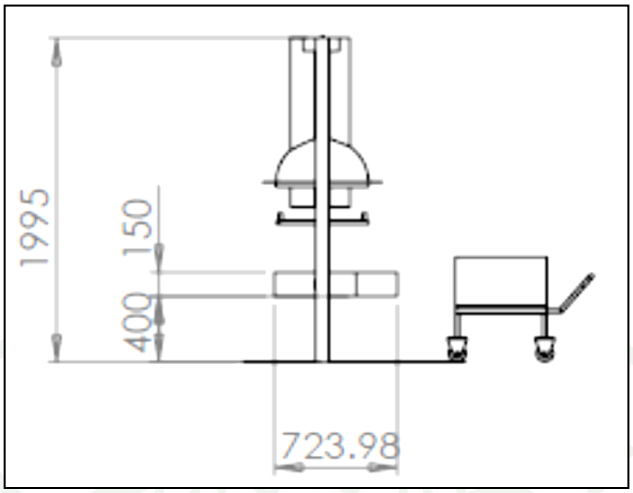
1. ท่อ Feed แป้ง ทำหน้าที่ ส่งแป้งจากไซโลลงสู่จุดงานรับแป้ง และท่อดูดฝุ่นแป้ง ซึ่งทำหน้าที่ ในการดูดฝุ่นแป้งที่ฟุ้งกระจายขณะมีการส่งแป้งลงสู่จุดงานรับแป้ง โดยท่อทั้งสองนี้เป็นท่อเดิมก่อนทำการวิจัย จะเห็นได้ว่าท่อส่งแป้งจะติดอยู่บรอเวณด้านหน้าและมีขนาดใหญ่กว่าท่อดูดฝุ่นซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณด้านหลัง ดังแสดงในภาพที่ 14 ดังนั้นอุปกรณ์ที่ออกแบบใหม่ต้องสอดคล้องกับอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่ให้มากที่สุด เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง

2. อุปกรณ์ที่ออกแบบใหม่มีประกอบและขนาดของอุปกรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 14 - 16 ดังนี้ Cover ทำหน้าที่ ป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งโดยถูกยึดไว้กับท่อ Feed แป้ง และท่อดูดฝุ่นแป้งโดยผิวด้านนอกถูกยึดรางสไลด์ และโครงของชุดอุปกรณ์ และวงรอบของฝาครอบได้มีการติดตั้ง หัว Nozzle ดูดฝุ่น เพื่อทำหน้าที่ ช่วยในการดูดฝุ่นโดยติดที่อุปกรณ์โดยรอบ จำนวน 6 หัว เพื่อกระจายแรงดูดรอบทิศทาง เพื่อให้ท่อดูดฝุ่นแป้งมีประสิทธิภาพมากขึ้นลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้ง และมีการติดตั้ง Stopper เพื่อทำหน้าที่ในการยึดหม้อที่เข้ามารับแป้ง ให้มีตำแหน่งตรงกับฝาครอบชุดส่งแป้ง ลดปัญหาการวางอุปกรณ์ไม่ตรงกับตำแหน่ง และเมื่อพนักงานต้องการใช้แป้งจะนำ Hopper แป้ง หรือหม้อรับแป้ง เข้ามารับแป้งในจุดที่กำหนดไว้ และสไลด์ฝาครอบชุดส่งแป้งลงมาก่อนทำการเรียกแป้ง เพื่อนำแป้งเข้าสู่กระบวนการผลิตอื่นต่อไป

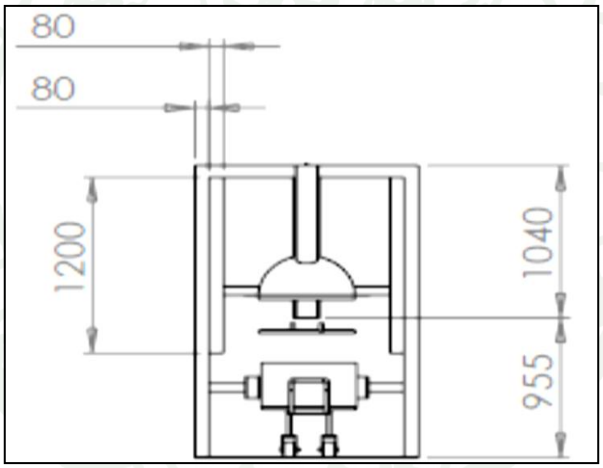


ภาพที่ 14 ขนาดของส่วนประกอบอุปกรณ์ ลักษณะการมองแบบด้านบน (Top view)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 ขนาดของส่วนประกอบอุปกรณ์ ลักษณะการมองแบบด้านข้าง (Side view)



ภาพที่ 16 ขนาดของส่วนประกอบอุปกรณ์ ลักษณะการมองแบบด้านหน้า (Front view)

ผลจากการใช้งานอุปกรณ์ที่ปรับปรุงจากกลยุทธ์ที่ 1 พบว่า

1. พบปัญหาการฟุ้งกระจายของแป้งออกระหว่างฝาครอบกับหม้อรับแป้ง ขณะมีการส่งแป้งลงหม้อรับแป้ง

2. ขนาดของหม้อรับแป้งมีหลายขนาด จึงไม่เหมาะสมกับการใช้งานร่วมกับฝาครอบชุดส่งแป้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. พนักงานใช้งานไม่สะดวก เนื่องจากฝาครอบชุดส่งแป้งมีน้ำหนักมาก และเมื่อใช้งานพนักงานต้องสไลด์ชุดฝาครอบขึ้น – ลง และทำให้เพิ่มเวลาในการทำงานมากขึ้น

จากการทดลองอุปกรณ์และปัญหาที่เกิดขึ้นข้างต้น จึงได้คิดวิธีการ และทำการออกแบบอุปกรณ์ใหม่อีกครั้ง แต่ยังอาศัยหลักการระบายอากาศเฉพาะที่เช่นเดิม ซึ่งเมื่อได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาพบว่า ปัญหาที่แก้ไขได้และสามารถช่วยลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้ง คือ ทำตัวยึดระหว่างอุปกรณ์ชุดฝาครอบ และหม้อรับแป้ง ให้แน่นขึ้น เพื่อลดช่องว่างที่เกิดขึ้น เพื่อให้ฝุ่นฟุ้งออกมาน้อยลง และพบว่าขนาดของหม้อที่นำมาใช้งานในการรับแป้งมีหลาย ทำให้เกิดข้อกำจัดในการเลือกใช้หม้อรับแป้งกับฝาครอบชุดส่งแป้งที่ปรับปรุงขึ้นในครั้งนี้ ส่งผลให้การทำงานของพนักงานช้าลง ซึ่งปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยการกำหนดขนาดของหม้อที่จะนำมาใช้กับอุปกรณ์และเป็นหม้อที่สามารถส่งแป้งเข้าสู่กระบวนการต่อไปได้ อีกทั้งยังพบปัญหาความไม่สะดวกในการใช้งานอุปกรณ์ของพนักงานที่ต้องทำการสไลด์ชุดฝาครอบขึ้น – ลง เนื่องจากอุปกรณ์มีน้ำหนักมาก ทำให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้าในการทำงาน จึงนำมาซึ่งกลยุทธ์ที่ 2

กลยุทธ์ที่ 2

กำหนดตำแหน่งของการรับแป้งให้ตรงกับท่อส่ง โดยทำฝาครอบให้เป็นระบบปิด

แนวทางการปรับปรุงจากกลยุทธ์ที่ 2

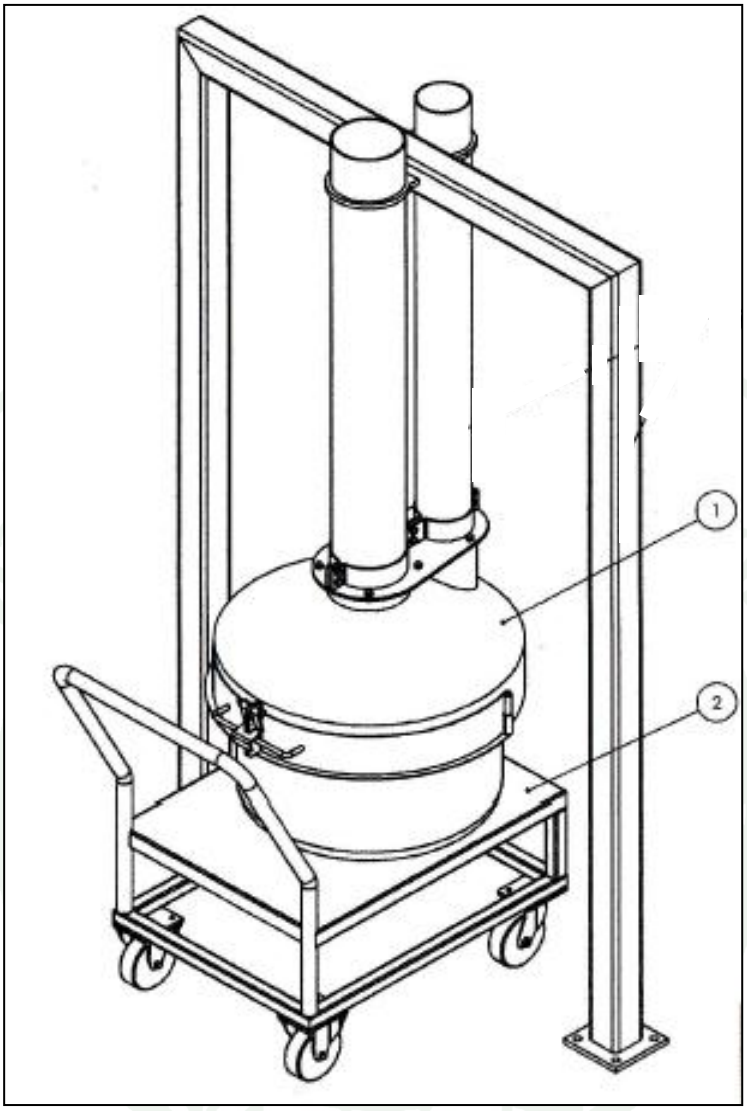
1. หาอุปกรณ์ยึดหม้อรับแป้งให้ตรงตำแหน่งท่อส่งแป้ง เพื่อลดปัญหาตำแหน่งของอุปกรณ์รับไม่ตรงกับอุปกรณ์ส่ง ซึ่งทำให้เกิดช่องว่างระหว่างชุดฝาครอบกับหม้อรับแป้ง จึงทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งออกมาด้านนอก ซึ่งการปรับปรุงตามกลยุทธ์ที่ 2 ต่างจากกลยุทธ์ที่ 1 คือ ได้มีการเปลี่ยนอุปกรณ์ยึดหม้อเปลี่ยนจากเดิมใช้ Stopper ในการกำหนดตำแหน่งของหม้อเปลี่ยนเป็นการใช้ตัวล็อคยึดหม้อให้ตรงกับตำแหน่งฝาครอบชุดส่งแป้ง โดยตัวล็อคนี้มีลักษณะเป็นแผ่นสแตนเลสที่ยึดติดกับฝาครอบชุดส่งแป้งไว้ และมีการกำหนดขนาดของหม้อที่นำมาใช้งาน คือ หม้อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร เท่านั้น เพราะเป็นหม้อที่สามารถส่งแป้งเข้าสู่เครื่องผสมแป้ง และเครื่องตีแป้งได้โดยไม่ต้องมีการขนถ่ายแป้ง ซึ่งเป็นการลดขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงาน รูปแบบของอุปกรณ์ในการปรับปรุงจากกลยุทธ์ที่ 2 ดังภาพที่ 17 – 19 และส่วนประกอบอุปกรณ์ดังตารางที่ 11 –12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ปรับปรุงฝาครอบชุดส่งแป้งให้เป็นระบบปิด การออกแบบฝาครอบชุดส่งแป้งกำหนดให้มีลักษณะเป็นฝาสองชั้น ดังแสดงในภาพที่ 18 โดยฝาชั้นในยึดติดท่อส่งแป้ง และฝาชั้นนอกยึดติดกับท่อดูดฝุ่นแป้งเพื่อดูดเฉพาะฝุ่นแป้งที่ฟุ้งกระจายเท่านั้น โดยสามารถใช้กับท่อเดิมที่มีอยู่ได้ และความกว้างของชุดฝาครอบต้องปิดคลุมหม้อรับแป้งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตรได้โดยไม่เกิดช่องว่างขึ้น เพื่อเป็นการป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งที่อาจเกิดขึ้น

3. ออกแบบรถเข็นเพื่อรองรับหม้อรับแป้ง ดังแสดงในภาพที่ 19 และส่วนประกอบอุปกรณ์ดังตารางที่ 15 เมื่อมีการกำหนดขนาดของหม้อรับแป้งแล้ว จึงได้มีการออกแบบรถเข็นเพื่อใช้รองรับหม้อรับแป้งให้มีความสูงที่เหมาะสมกับฝาครอบชุดส่งแป้ง เพื่อให้พนักงานสามารถใช้งานได้อย่างสะดวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ฝาครอบชุดส่งแป้ง กลยุทธ์ที่ 2

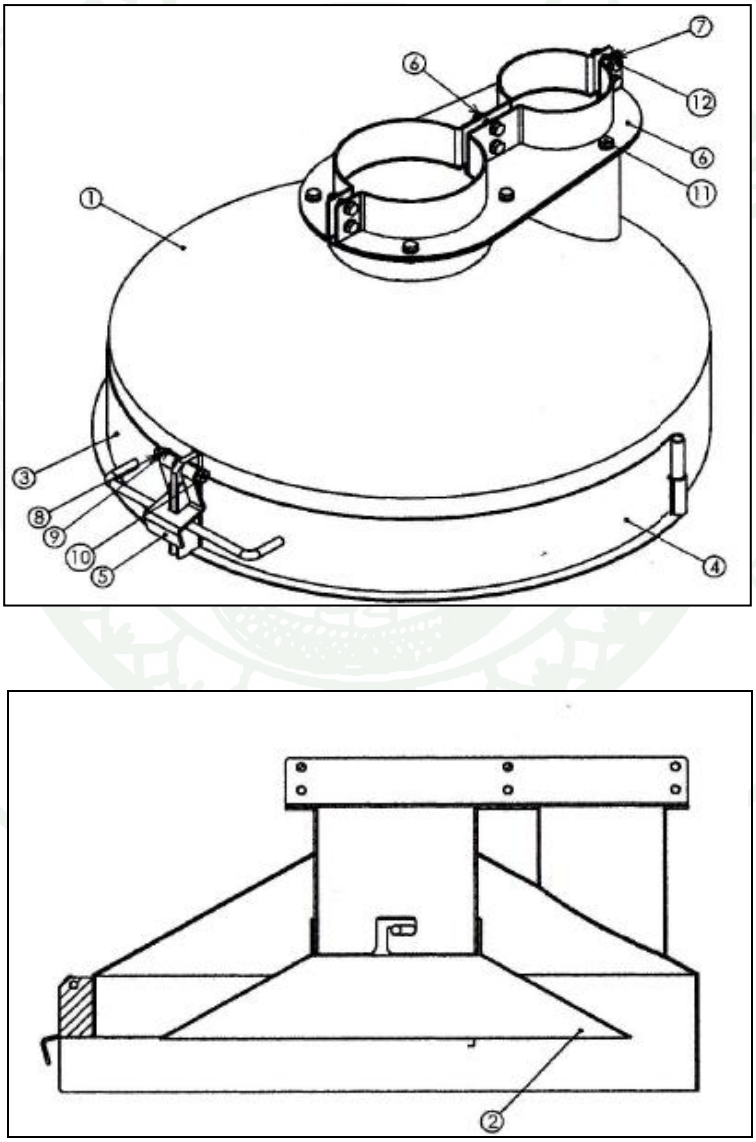
ตารางที่ 11 รายละเอียดชุดฝาครอบส่งแป้ง กลยุทธ์ที่ 2

Item No.	Part Name
1	Hood unit
2	Transfer cart unit

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ กลยุทธ์ที่ 2 มีดังนี้

1. ออกแบบจุดยึดระหว่างหม้อกับชุดฝาครอบใหม่ ดังภาพที่ 18 และส่วนประกอบต่างๆ ของอุปกรณ์ดังตารางที่ 12 โดยกำหนดให้มีตัวล็อคเพิ่มขึ้น โดยนำแผ่นสแตนเลสมายึดติดกับฝาครอบด้านนอก และสามารถเปิดออกได้ เมื่อพนักงานเข็นหม้อรับแป้งมาถึง ต้องทำการเปิดแผ่นปิดนี้ออกก่อนแล้วจึงเข็นหม้อรับแป้งเข้าไป และปิดด้วยชุดล็อคนี้อีกครั้งเพื่อยึดให้เกิดความแข็งแรง และ เพื่อลดช่องว่างที่จะเกิดขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการฟุ้งกระจาย



ภาพที่ 18 ส่วนประกอบของจุดล็อคฝาครอบชุดส่งแป้ง กลยุทธ์ที่ 2

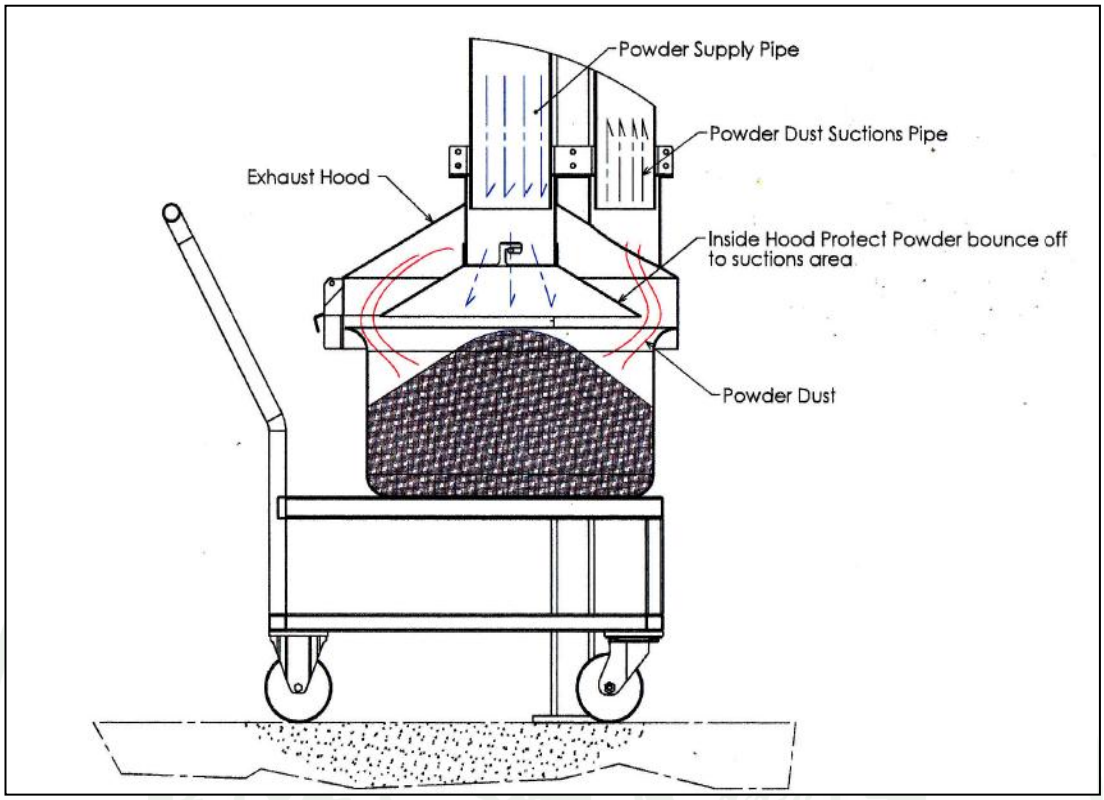
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 รายละเอียดส่วนประกอบชุดฝาครอบส่งแป้ง กลยุทธ์ที่ 2

Item No.	Part Name
1	Exhaust hood
2	Inside hood
3	Swing cover, L
4	Swing cover, R
5	Lock bracket
6	Clamper
7	Spring washer
8	U-Nut
9	Plain washer
10	Heaxgon head bolt
11	Heaxgon head bolt
12	Heaxgon head bolt

2. ออกแบบฝาครอบเป็นลักษณะฝา 2 ชั้น ฝาด้านในยึดติดกับท่อส่งแป้ง และฝาด้านนอกยึดติดกับท่อดูด เมื่อแป้งถูกปล่อยออกมาแป้งจะหล่นลงกระทบกับก้นภาชนะรองรับในที่นี้คือหม้อรับแป้ง จึงจะมีฝุ่นแป้งบางส่วนฟุ้งกระจายขึ้น ฝาที่ครอบด้านนอกซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าล้อมรอบปากหม้อไว้ ทำให้เมื่อแป้งถูกส่งออกมา แรงดูดที่อยู่ระหว่างฝาด้านใน และฝาด้านนอกซึ่งยึดติดกับท่อดูดจะทำการดูดฝุ่นแป้งที่ฟุ้งกระจายเกิดขึ้นโดยรอบหม้อในทุกทิศทาง โดยมีลักษณะการทำงานดังภาพที่ 19

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



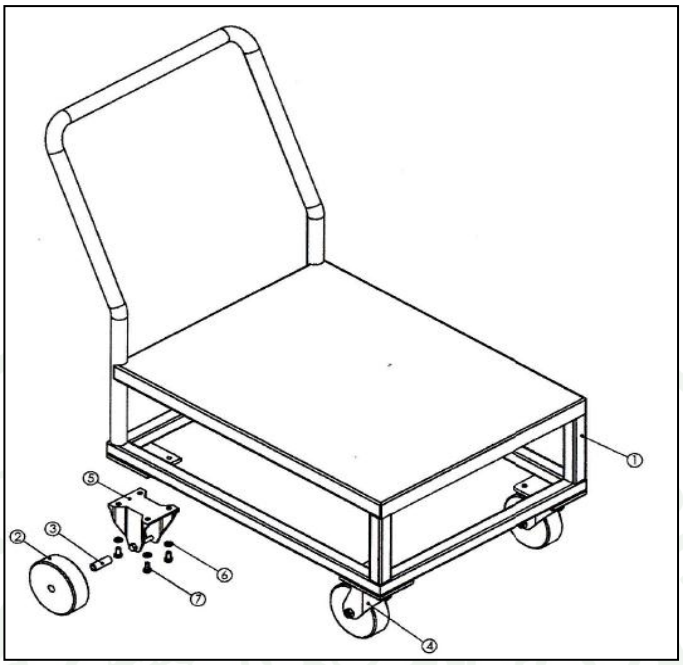
ภาพที่ 19 ลักษณะการทำงานและส่วนประกอบของชุดฝาครอบชุดส่งแป้ง กลยุทธ์ที่ 2

หลังจากติดตั้งอุปกรณ์ได้มีการทดลองการใช้งานอีกครั้ง โดยในการทดลองครั้งนี้ได้ระบุขนาดของรถเข็นและหม้อที่พนักงานใช้อย่างชัดเจน ดังนี้

1. หม้อที่ใช้เป็นหม้อรับแป้งเมื่อพนักงานรับแป้งเรียบร้อยแล้วจะสามารถนำแป้งเข้าสู่กระบวนการผลิตอื่นได้โดยไม่จำเป็นต้องมีการผลัดเปลี่ยนหม้อซึ่งหม้อที่ใช้ คือ หม้อสแตนเลสที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 600 มิลลิเมตร

2. รถเข็นรับแป้ง การปรับปรุงในกลยุทธ์ที่ 2 ผู้วิจัยได้ออกแบบรถเข็นเพื่อทำหน้าที่ในการรองรับหม้อรับแป้งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร ให้มีความสูงที่เหมาะสมกับฝาครอบชุดส่งแป้ง และสามารถใช้ในการขนส่งแป้งภายในอาคารการผลิต เพื่อให้พนักงานสามารถใช้งานได้อย่างสะดวก การออกแบบรถเข็นนี้มีส่วนประกอบ ดังภาพที่ 20 และมีรายละเอียดของอุปกรณ์ดังตารางที่ 13

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 ลักษณะและส่วนประกอบของรถเข็นรับแป้ง กลยุทธ์ที่ 2

ตารางที่ 13 รายละเอียดส่วนประกอบของรถเข็นรับแป้ง กลยุทธ์ที่ 2

Item No.	Part Name
1	Cart Structure
2	Wheel
3	Bushing
4	Stainless Steel with Nylon Wheel (WAGEN)
5	Stainless Steel with Nylon Wheel (WAGEN)
6	Spring washer (SUS)
7	Spring washer (SUS)

ผลจากการใช้งานอุปกรณ์ที่ปรับปรุงจากกลยุทธ์ที่ 2 พบว่า

1. เพิ่มความสะดวกในการใช้งานอุปกรณ์จากเดิมพนักงานต้องทำการสไลด์ฝาครอบชุดส่งแป้งที่มีน้ำหนักมากขึ้น – ลง ทุกครั้งที่มีการรับ – ส่งแป้ง ทำให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้าและไม่สะดวกในการใช้งานอุปกรณ์ แต่เมื่อปรับมาเป็นการกำหนดตำแหน่งของฝาครอบชุดส่งแป้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างชัดเจน และเพิ่มตำล็อคตำแหน่งการวางหม้อขึ้นมา ส่งผลให้การใช้งานอุปกรณ์ของพนักงานสะดวกมากยิ่งขึ้น และสามารถลดเวลาในการทำงานลง

2. จุดล็อคที่สร้างขึ้นมานั้นยังไม่แข็งแรงพอ ทำให้เมื่อมีการรับ - ส่งแป้ง พบว่ามีการรั่วของฝุ่นแป้งฟุ้งกระจายออกมาระหว่างบริเวณจุดล็อคกับหม้อรับแป้ง

3. จุดล็อคที่สร้างขึ้น พนักงานต้องทำหน้าที่เปิด - ปิดตลอดเวลาเมื่อมีการใช้งานอุปกรณ์ ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุของพนักงานจากการหนีบดึง

หลังการทดลองใช้งานอุปกรณ์ชุดฝาครอบชุดส่งแป้ง ที่มีการปรับปรุงในครั้งที่ 2 แต่ยังคงพบปัญหาที่เกิดขึ้น คือ จุดล็อคที่สร้างขึ้นมานั้นยังไม่แข็งแรงพอ ทำให้เมื่อมีการรับ - ส่งแป้ง ยังคงเกิดปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งออกมาด้านนอก ซึ่งเกิดขึ้นบริเวณระหว่างจุดล็อคกับหม้อรับแป้งจึง และพบว่าจุดล็อคที่สร้างขึ้น พนักงานต้องทำหน้าที่เปิด - ปิดตลอดเวลาเมื่อมีการใช้งานอุปกรณ์ ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุของพนักงานจากการหนีบดึง ดังนั้นเพื่อการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้วัจัยจึงได้คิดออกแบบชุดล็อคระหว่างหม้อรับแป้ง กับ ชุดฝาครอบชุดส่งแป้งขึ้น โดยจุดล็อคหม้อที่สร้างขึ้นมานี้ต้องสามารถปิดคลุมระหว่างหม้อรับแป้ง กับฝาครอบชุดส่งแป้งได้ และลดโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุของพนักงานผู้ใช้งานอุปกรณ์ได้ นำมาซึ่งกลยุทธ์ที่ 3

กลยุทธ์ที่ 3

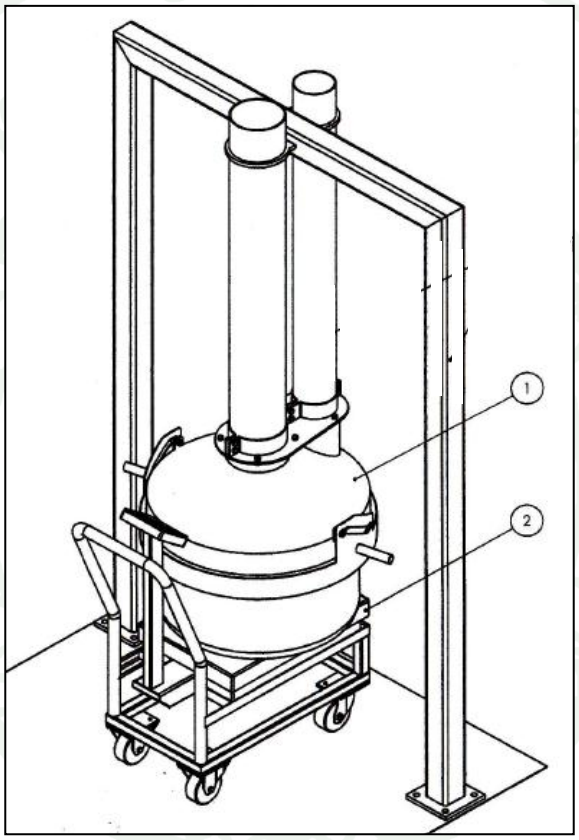
พนักงานใช้งานชุดล็อคได้สะดวกขึ้น ลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุจากการใช้งานอุปกรณ์ และลดวิธีการทำงานของพนักงานลง

แนวทางการปรับปรุงจากกลยุทธ์ที่ 3

แนวคิดในการปรับปรุงอุปกรณ์ฝาครอบชุดรับแป้ง ในจุดงานรับแป้ง กลยุทธ์ที่ 3 มีส่วนประกอบดังภาพที่ 21 และมีรายละเอียดส่วนประกอบของอุปกรณ์ ดังตารางที่ 14 และภาพถ่ายอุปกรณ์หลังการติดตั้งอุปกรณ์ในจุดงานรับแป้ง แสดงดังภาพที่ 28 –31 เพื่อแก้ไขปัญหาฝุ่นที่ฟุ้งกระจายออกมาเมื่อมีการส่งแป้ง ระหว่างชุดฝาครอบกับหม้อรับแป้ง โดยกำหนดให้ใช้หม้อสแตนเลสที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 600 มิลลิเมตร รวมถึงท่อส่งแป้ง และท่อดูดยังใช้เป็นอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่ที่ได้คำนวณในการปรับปรุงดังกลยุทธ์ 2 และเพื่อให้พนักงานปฏิบัติงานได้ง่าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขึ้น ลดความซับซ้อนในการปฏิบัติงาน รวมถึงลดปัญหาท่าทางในการทำงานที่ไม่เหมาะสม เพื่อให้พนักงานใช้งานได้สะดวก และลดแรงในการยกเปลี่ยนถ่ายเมื่อต้องนำหม้อรับแป้งเข้าเครื่องผสมแป้ง และเครื่องตีแป้งต่อไป เมื่อพนักงานทำงานได้สะดวก ท่าทางในการทำงานที่เหมาะสม และขั้นตอนการทำงานที่ไม่ซับซ้อน ทำให้ลดเวลาในขั้นตอนการรับแป้ง ทำให้เวลาในกระบวนการผลิตเร็วขึ้น การสูญเสียแป้งในการผลิตลดน้อยลง



ภาพที่ 21 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ฝาครอบชุดรับแป้ง กลยุทธ์ที่ 3

ตารางที่ 14 รายละเอียดชุดฝาครอบส่งแป้ง กลยุทธ์ที่ 3

Item No.	Part Name
1	Hood unit
2	Transfer cart unit

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การออกแบบอุปกรณ์จากกลยุทธ์ที่ 3 แตกต่างจากการออกแบบจากกลยุทธ์ที่ 2 ดังนี้

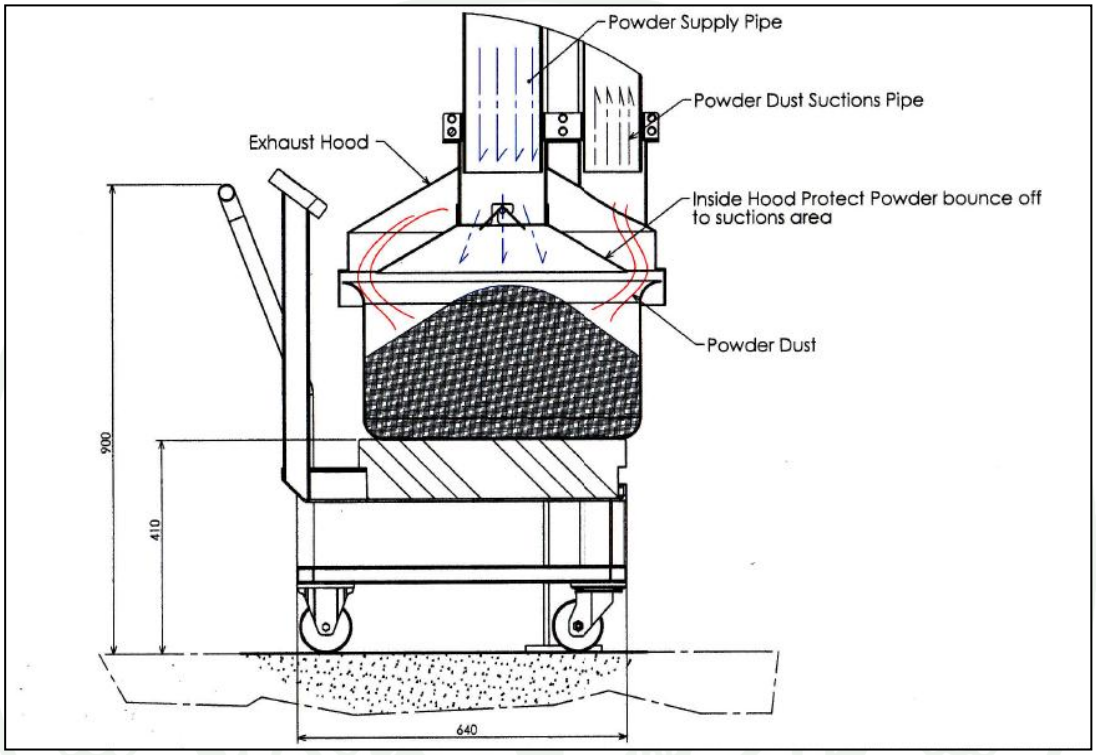
1. การออกแบบฝาครอบชุดส่งแป้ง มีหลักการทำงานในลักษณะฝาครอบ 2 ชั้น ดังแสดงในภาพที่ 22 - 23 โดยฝาชั้นนอกจะยึดติดอยู่กับท่อดูดฝุ่นแป้ง ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เท่ากับ 600 มิลลิเมตร ทำหน้าที่ดูดฝุ่นแป้งที่ฟุ้งกระจายเมื่อมีการรับ – ส่งแป้ง ดังแสดงในภาพที่ 24 - 25 และฝาชั้นในซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เท่ากับ 400 มิลลิเมตร ยึดติดกับท่อส่งแป้ง ดังแสดงในภาพที่ 26 – 27 เช่นเดียวกับการปรับปรุงในกลยุทธ์ที่ 2 ดังแสดงในภาพที่ 19 แต่แตกต่างกับการปรับปรุงในกลยุทธ์ที่ 3 คือ มีการติดตั้งส่วนของอุปกรณ์ลดแรงกระแทกในการปล่อยแป้งลงหม้อรับแป้ง โดยติดตั้งบริเวณตรงกลางของท่อส่งแป้ง ในลักษณะคล้ายปีกผีเสื้อ โดยกางออกทำมุม 90 องศา เพื่อให้แป้งที่ปล่อยลงมากระทบกับภาชนะรองรับด้วยความเร็วที่ลดลง แสดงดังภาพที่ 22 เมื่อแป้งที่ปล่อยลงมากระทบกับภาชนะรองรับดวยความเร็วลดลง ทำให้แรงในการกระทบภาชนะลดลงด้วย จึงส่งผลให้การฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งลดลงเช่นกัน

2. การออกแบบและปรับปรุงรถเข็น ซึ่งแตกต่างจากการปรับปรุงในกลยุทธ์ที่ 2 ที่มีการออกแบบรถเข็นเพื่อรองรับหม้อรับแป้งเท่านั้น ดังแสดงในภาพที่ 20 แต่การปรับปรุงในกลยุทธ์ที่ 3 นี้ได้ออกแบบให้รถเข็นสามารถวางตาชั่งลงบนรถเข็นได้ และวางหม้อรับแป้งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 600 มิลลิเมตร ลงบนตาชั่ง ดังแสดงในภาพที่ 22 เพื่อให้เกิดความสะดวกในการทำงานของพนักงานโดยพนักงานสามารถตรวจสอบน้ำหนักของแป้งที่ต้องการได้ทันทีเมื่อมีการรับแป้ง ลดการขนถ่ายแป้ง ซึ่งอาจทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้ง และรถเข็นที่ออกแบบมานี้สามารถจอดเทียบกับเครื่องผสมแป้ง และเครื่องตีแป้งได้ทันที ถือว่าเป็นการลดแรงที่พนักงานในการยกเปลี่ยนถ่ายหม้อ และลดความเมื่อยล้าจากการทำงานได้

3. การปรับปรุงจุดล็อค เพื่อกำหนดตำแหน่งของหม้อรับแป้งให้ตรงกับฝาครอบชุดส่งแป้ง และเพื่อลดโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุจากการใช้งานอุปกรณ์ของพนักงาน รวมถึงเป็นการลดช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างหม้อรับแป้ง กับฝาครอบชุดส่งแป้ง เดิมในการปรับปรุงตามกลยุทธ์ที่ 2 ได้มีการออกแบบจุดล็อคระหว่างหม้อรับแป้ง กับฝาครอบชุดส่งแป้งในลักษณะของแผ่นสแตนเลสที่ติดตั้งตัวล็อคไว้ แสดงดังภาพที่ 18 เมื่อทดลองใช้งานพบว่า พนักงานมีความเสียงในการเกิดอุบัติเหตุจากการถูกหนีบดึงซึ่งเป็นความไม่ปลอดภัยในการทำงาน แต่การปรับปรุงในกลยุทธ์ที่ 3 นี้ได้มีการเปลี่ยนรูปแบบ เป็นการใช้ตัวครอบชั้นนอก มีลักษณะคล้ายเข็มขัด ปิดล้อมฝาครอบชุดส่งแป้ง กับหม้อรับแป้งไว้ และไม่เกิดช่องว่างระหว่างอุปกรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 23 และมีรายละเอียดส่วนประกอบดังตารางที่ 15 โดยมีการยึดตัวครอบนี้ไว้กับคันโยก เมื่อพนักงานต้องการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

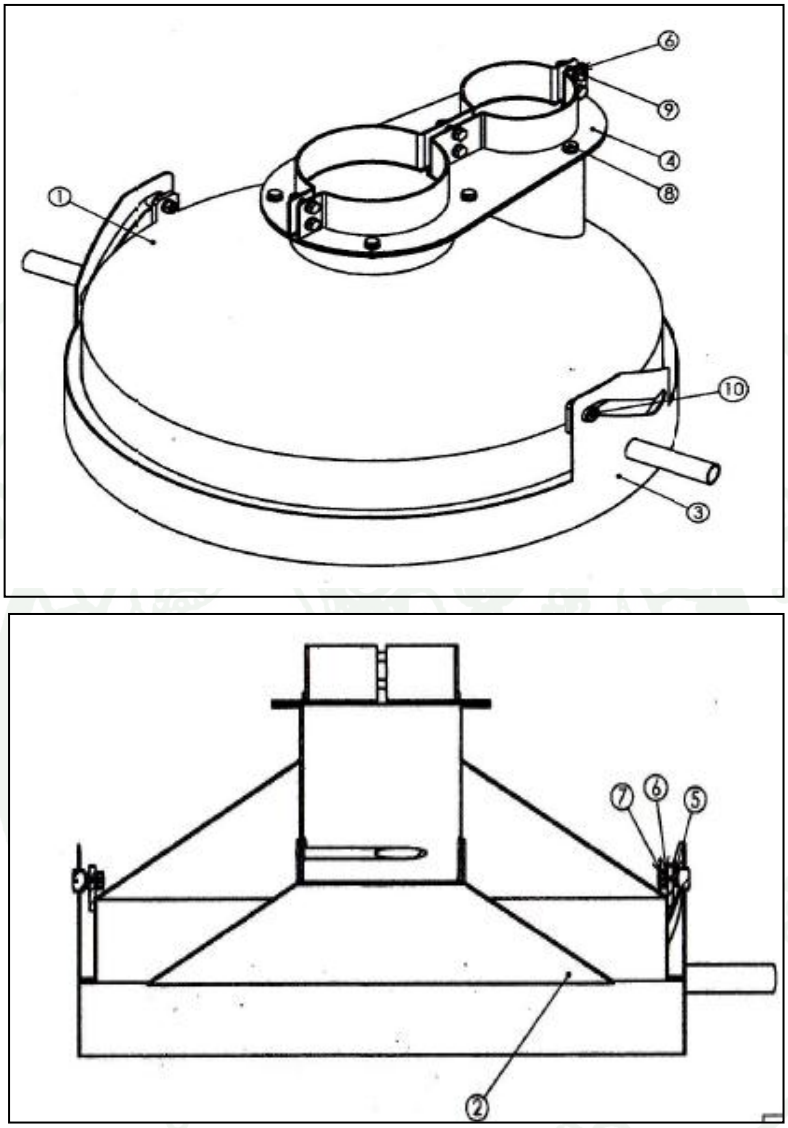
ใช้งาน พนักงานสามารถยกคันโยกขึ้น และเข็นหม้อรับแป้งเข้าไป แล้วปล่อยคันโยกลง ชุดล็อคหม้อนี้จะปิดลงมาพอดี แต่หากพนักงานวางหม้อไม่ตรงตำแหน่ง ชุดล็อคจะไม่สามารถปิดลงได้ เมื่อพนักงานรับแป้งได้ตามน้ำหนักที่ต้องการแล้ว พนักงานต้องทำการยกคันโยกขึ้น และจึงเข็นรถเข็นออก เพื่อส่งแป้งเข้าสู่ เครื่องตีแป้ง และเครื่องผสมแป้งต่อไป



ภาพที่ 22 ลักษณะการทำงานของชุดฝาครอบชุดส่งแป้ง กลยุทธ์ที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การออกแบบอุปกรณ์ฝาครอบชุดรับแป้ง กลยุทธ์ที่ 3 มีรายละเอียด ดังนี้

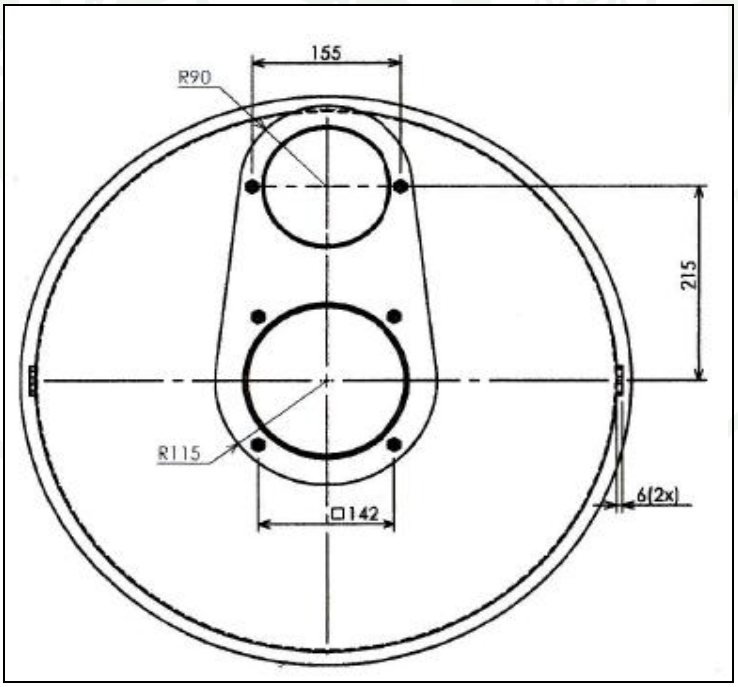


ภาพที่ 23 รายละเอียดส่วนประกอบชุดฝาครอบส่งแป้ง กลยุทธ์ที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

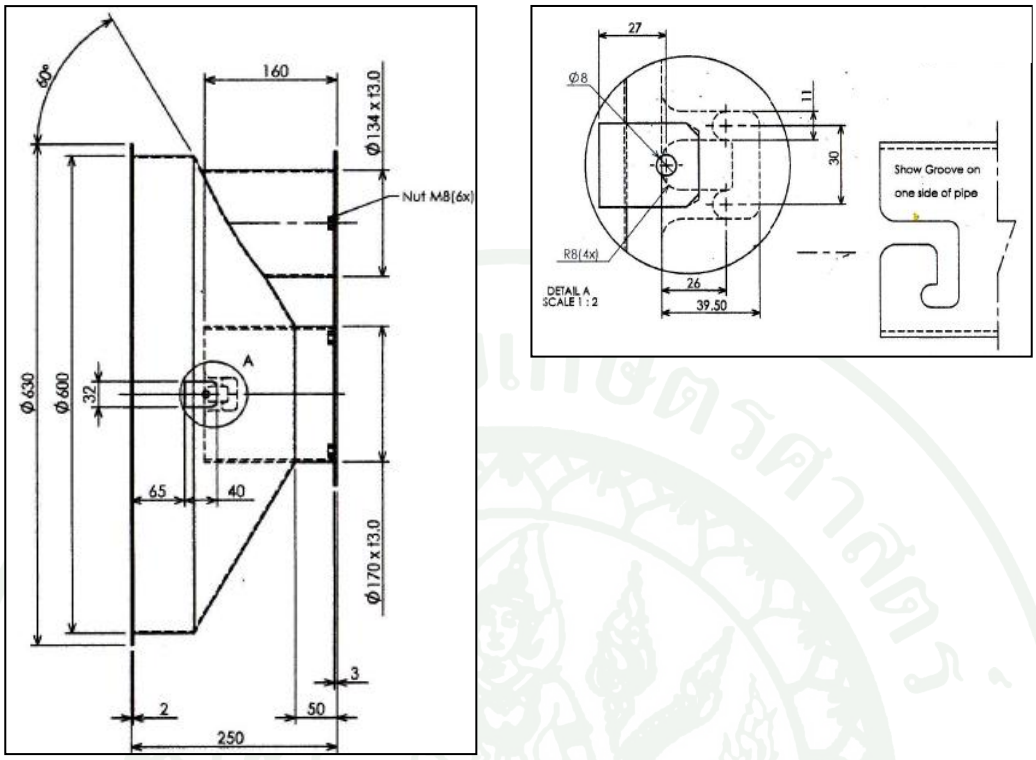
ตารางที่ 15 รายละเอียดส่วนประกอบชุดฝาครอบส่งแป้ง กลยุทธ์ที่ 3

Item No.	Part Name
1	Exhaust hood
2	Inside hood
3	Outer cover
4	Clamper
5	Spacer
6	Spring washer (SUS)
7	U-Nut
8	Heaxgon head bolt
9	Heaxgon head bolt
10	Cam Follower (MISUMI)

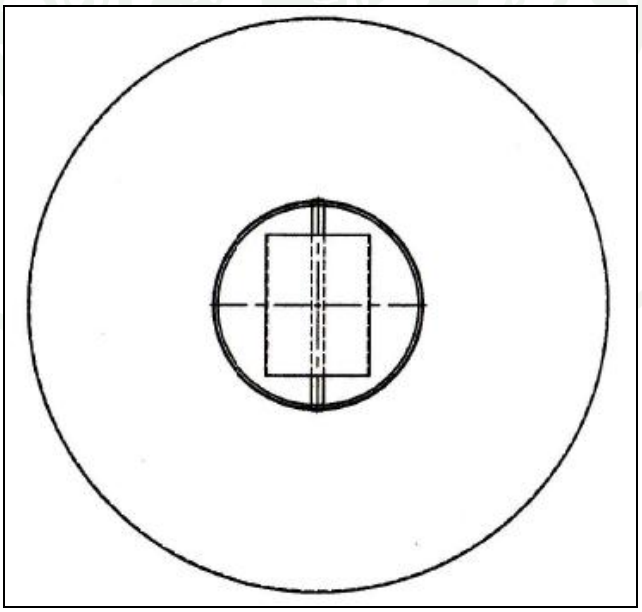


ภาพที่ 24 Exhaust hood ลักษณะการมองแบบด้านบน (Top view)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

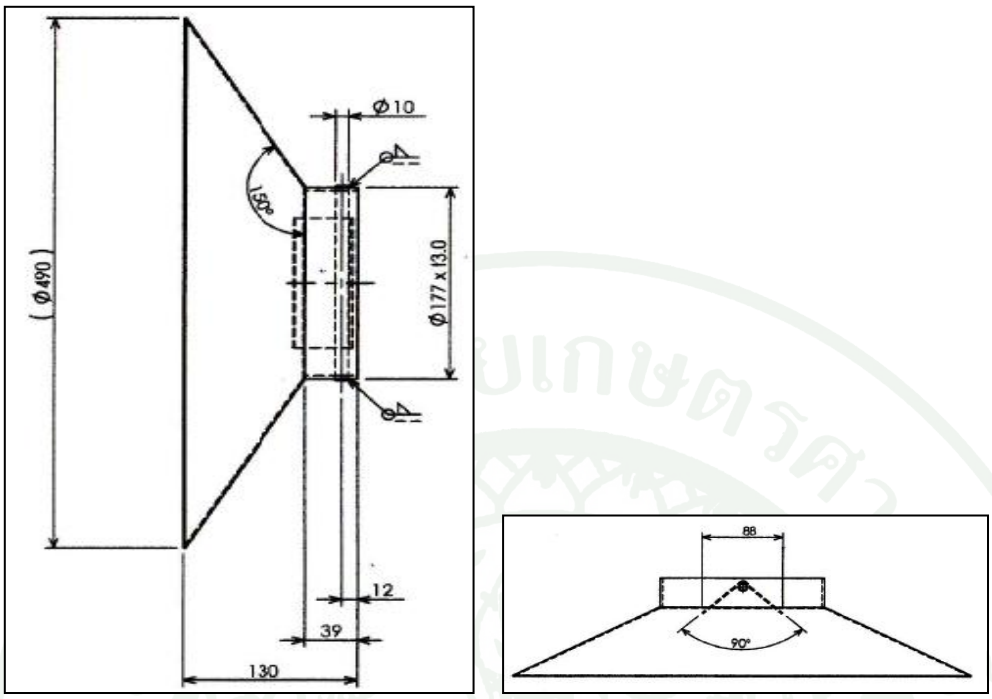


ภาพที่ 25 Exhaust hood ลักษณะการมองแบบด้านข้าง (Side view)



ภาพที่ 26 Inside hood ลักษณะการมองแบบด้านบน (Top view)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 27 Inside hood ลักษณะการมองแบบด้านข้าง (Side view)

ภาพที่ 28 Powder dust collector unit ลักษณะการมองแบบด้านหน้า (Front view)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 29 Powder dust collector unit ลักษณะการมองแบบหลัง

ภาพที่ 30 Powder dust collector unit ลักษณะการมองแบบด้านข้างขวา (Side view)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 31 Powder dust collector unit ลักษณะการมองแบบด้านข้างซ้าย (Side view)

ผลจากการใช้งานอุปกรณ์ที่ปรับปรุงจากกลยุทธ์ที่ 3 พบว่า

1. จากการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้องพบว่า เมื่อมีการเปลี่ยนอุปกรณ์สำหรับล็อคหม้อขึ้นมาใหม่ เพื่อการปิดคลุมระหว่างหม้อรับแป้งกับฝาครอบชุดส่งแป้งในขณะมีการใช้งานรับ–ส่งแป้ง ไม่พบการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งออกมาด้านนอก จึงสรุปได้ว่าอุปกรณ์ที่ออกแบบในกลยุทธ์ที่ 3 นี้ สามารถลดปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งได้

2. ผลจากการใช้งานรถเข็นที่ออกแบบขึ้นมาในกลยุทธ์ที่ 3 นี้ สามารถลดเวลาการทำงานในขั้นตอนการรับ – ส่งแป้งของพนักงานได้ เนื่องจากรถเข็นที่ออกแบบมาช่วยลดขั้นตอนในการขนถ่ายแป้งเพื่อเข้าสู่เครื่องตีแป้งและเครื่องผสมแป้งได้โดยไม่ต้องขนถ่ายแป้ง รวมถึงลดความเมื่อยล้าจากการทำงานลงพนักงาน

3. ชุดล็อคที่สร้างขึ้นมาใหม่โดยใช้คันโยกในการยกชุดล็อคนี้ขึ้น ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยทุ่นแรงในการยกของพนักงานให้ใช้แรงน้อยลง และยังเป็นการกำหนดจุดในการวางหม้อที่สะดวกและแม่นยำ ทำให้พนักงานสามารถใช้งานได้ง่าย และที่สำคัญเป็นการลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุจากการใช้งานอุปกรณ์ของพนักงานด้วย

หลักจากการทดลองใช้อุปกรณ์และมีการประเมินผลโดยผู้ใช้งาน รวมถึงการสังเกตจากผู้วิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้องพบว่า อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นจากการปรับปรุงในกลยุทธ์ที่ 3 นี้ สามารถลดปัญหา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่เกิดขึ้นได้ ได้แก่ ลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักของการผลิต ลดโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุของพนักงาน ทำให้พนักงานทำงานได้สะดวก และมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น รวมถึงลดเวลาในการทำงานลง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บข้อมูลหลังการใช้งานอุปกรณ์เป็นเวลา 2 สัปดาห์

3. ประสิทธิภาพหลังการใช้งานอุปกรณ์

ภายหลังจากการทดลองใช้งานอุปกรณ์ที่ปรับปรุง ครั้งที่ 3 ได้ทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ปริมาณการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งในอากาศบริเวณจุดงานรับแป้ง

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจของพนักงานในการปฏิบัติงานบริเวณจุดงานรับแป้ง

ส่วนที่ 1 ปริมาณการฟุ้งกระจายของฝุ่นแป้งในอากาศบริเวณจุดงานรับแป้ง

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นที่ฟุ้งกระจายหลังการใช้งานอุปกรณ์ฝาครอบชุดรับแป้ง ดังแสดงในตารางที่ 16 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของการตรวจวัดปริมาณฝุ่นก่อนการปรับปรุงอุปกรณ์ (ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2553 – พ.ศ.2556) ดังนี้ Total dust คิดเป็น 95.49 เปอร์เซ็นต์ และRespirable dust คิดเป็น 96.96 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ประกาศกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2520 เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) กำหนดไว้ พบว่าผลการตรวจวัดฝุ่นทั้งสองชนิดผ่านค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด เมื่อเปรียบเทียบกับผลตรวจวัดปริมาณฝุ่นครั้งที่ 2/2556 ดังแสดงในตารางที่ 17 ซึ่งเป็นผลล่าสุดก่อนการทำการวิจัยพบว่าปริมาณฝุ่นทั้งสองชนิดลดลง และลดลงจากผลการตรวจวัดครั้งที่ผ่านมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2556 เมื่อเปรียบเทียบแนวโน้มปริมาณแยกตามประเภทพบว่าปริมาณฝุ่น Total dust มีแนวโน้มลดลง ดังแสดงในภาพที่ 32 และ Respirable dust มีแนวโน้มลดลงซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด ดังแสดงในภาพที่ 33

อย่างไรก็ตามใช้งานอุปกรณ์จุดรับ – ส่งแป้งที่ปรับปรุง แม้พบว่าปริมาณฝุ่นที่ฟุ้งกระจายในพื้นที่ปฏิบัติงานลดลง แต่ฝุ่นที่ถูกสูดดูดอากาศดูดขึ้นไปนั้นมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น จึงต้องเพิ่มรอบการตรวจสอบอุปกรณ์ทำความสะอาดอากาศ (Dust filter) ให้อุปกรณ์ยังคงประสิทธิภาพการทำงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อกรองอากาศให้ปราศจากมลพิษ ก่อนปล่อยออกสู่ภายนอก และเพิ่มความถี่ในการทำความสะอาด เพื่อหลีกเลี่ยงการสะสมของฝุ่น บนตัวอุปกรณ์ และพื้นที่บริเวณใกล้เคียงกับอุปกรณ์

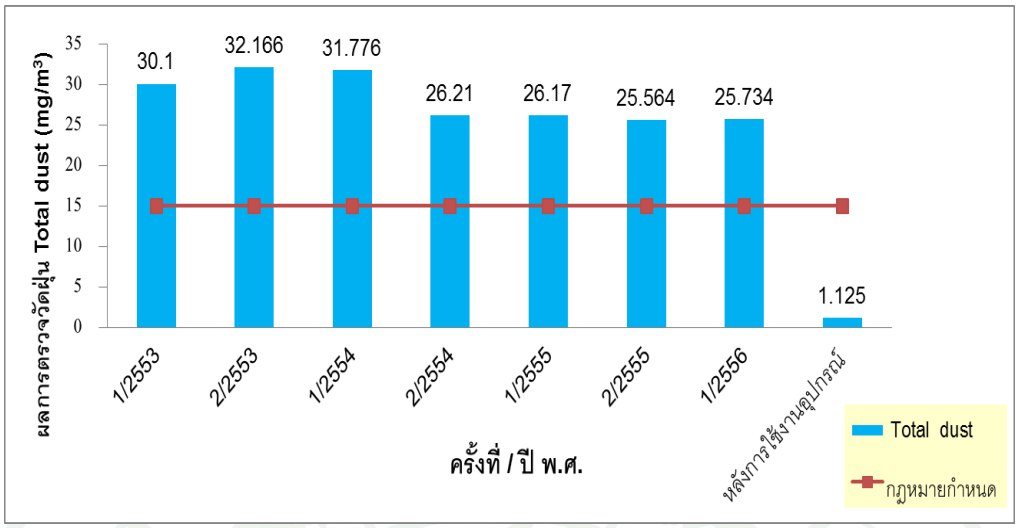
ตารางที่ 16 ผลการตรวจวัดฝุ่นหลังการใช้งานอุปกรณ์เทียบกับผลตรวจวัดครั้งล่าสุดก่อนใช้งานอุปกรณ์ (ครั้งที่ 2/2556)

รายการตรวจวัด	**ผลการตรวจวัดเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงอุปกรณ์**	**หลังการใช้งานอุปกรณ์**	**เปอร์เซ็นต์ลดลงของฝุ่นเทียบกับผลตรวจวัดครั้งที่ 2/2556**	**กฎหมาย**
Total Dust (mg/m^3)	27.831	1.125	95.49	15
Respirable Dust (mg/m^3)	8.348	0.183	96.96	5

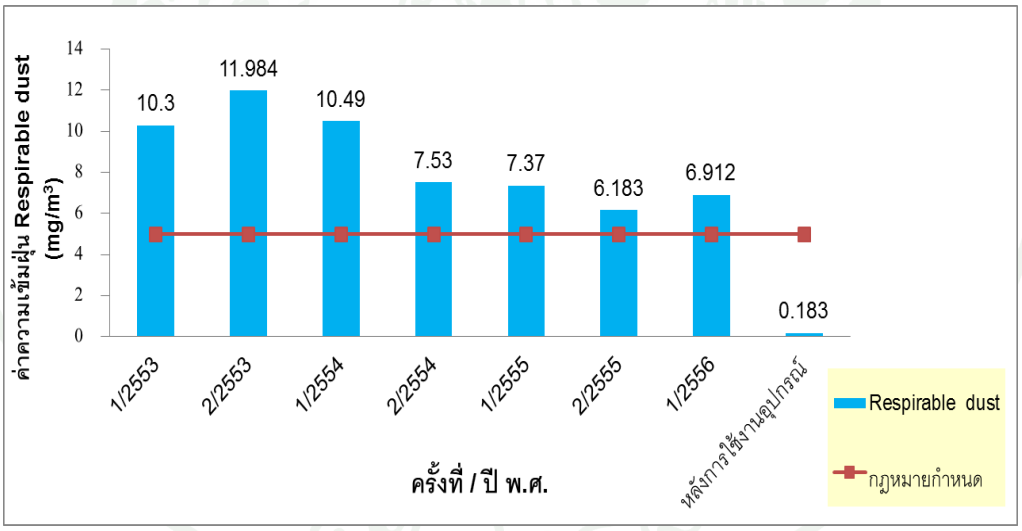
ตารางที่ 17 ผลการตรวจวัดฝุ่นหลังการใช้งานอุปกรณ์เทียบกับผลตรวจวัดตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2553 ถึง ปัจจุบัน

ครั้ง/ปี	**1/2553**	**2/2553**	**1/2554**	**2/2554**	**1/2555**	**2/2555**	**1/2556**	**2/2556**	**หลังการใช้งานอุปกรณ์**
Total Dust (mg/m^3)	30.100	32.166	31.776	26.210	26.170	25.564	25.734	24.925	1.125
Respirable Dust (mg/m^3)	10.300	11.984	10.490	7.530	7.370	6.183	6.912	6.012	0.183

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 32 ผลการตรวจวัดฝุ่น Total dust บริเวณจุดงานรับแป้ง (ปี พ.ศ.2553 – หลังการใช้งานอุปกรณ์มาแล้ว 2 สัปดาห์)



ภาพที่ 33 ผลการตรวจวัดฝุ่น Respirable dust บริเวณจุดงานรับแป้ง (ปี พ.ศ.2553 – หลังการใช้งานอุปกรณ์มาแล้ว 2 สัปดาห์)

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจของพนักงานในการปฏิบัติงานบริเวณจุดงานรับแป้ง

จากการสำรวจความพึงพอใจของพนักงานหลังการใช้งานอุปกรณ์ฝาครอบชุดรับแป้งเป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยการใช้แบบสอบถามที่ตามภาคผนวก สามารถวิเคราะห์ได้ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป จำนวน 9 ข้อ

1. ที่จุดงานรับแป้งมีพนักงานที่เป็นเพศชาย จำนวน 7 คน และเพศหญิง จำนวน 2 คน

2. พนักงานมีอายุอยู่ในช่วงระหว่าง 20 – 44 ปี ซึ่งถือว่าเป็นวัยทำงาน

3. สถานภาพ โสด จำนวน 3 คน สมรส จำนวน 5 คน และหย่าร้าง จำนวน 1 คน

4. พนักงานทั้ง 9 คน ไม่มีโรคประจำตัว

5. ท่านสูบบุหรี่หรือไม่ พนักงานทั้ง 9 คน ไม่มีพฤติกรรมการสูบบุหรี่

6. พนักงานเดินมาทำงานจำนวน 5 คน เดินทางโดยใช้รถจักรยานยนต์ จำนวน 1 คน และเดินทางโดยรถรับส่งของบริษัท จำนวน 3 คน

7. พนักงานทั้ง 9 คน ไม่ออกกำลังกาย

8. พนักงานทั้ง 9 คนไม่ได้รับงานพิเศษอื่น นอกจากงานที่บริษัท

9. ที่พักของพนักงานทั้ง 9 คน ไม่มีมลภาวะทางฝุ่น

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามข้อมูลด้านการปฏิบัติงานของพนักงาน จำนวน 6 ข้อ ดังนี้

1. อายุงานของพนักงานอยู่ในช่วง 1 – 10 ปี แต่พบว่าพนักงานที่มีอายุงานมาก ความจุดปอดของพนักงานจะลดลงเป็นลำดับ

2. อายุงานประจำห้องแป้ง อายุการทำงานประจำห้องแป้ง เท่ากับอายุงานของพนักงานทุกคน คือ 1 – 10 ปี

3. พนักงานที่ปฏิบัติงานในจุดงานรับแป้งไม่เคยย้ายจุดงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. พนักงานมีการสวมใส่ผ้าปิดจมูกชนิดทำจากผ้า จำนวน 7 คน และผ้าปิดจมูกที่บริษัทกำหนดให้สวมใส่ จำนวน 2 คน

5. พนักงานที่มีความจุปอดต่ำ จำนวน 2 คน และพนักงานที่ไม่เคยเจ็บป่วยจากการทำงาน จำนวน 7 คน

6. พนักงานจำนวน 4 คน เคยมีอาการของระบบทางเดินหายใจเมื่อได้รับฝุ่นแป้งในระหว่างการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นพนักงานที่มีความจุปอดต่ำ จำนวน 2 คน และเป็นพนักงานที่ไม่เคยเจ็บป่วย จำนวน 2 คน

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามความพึงพอใจของพนักงาน ก่อนการติดตั้งอุปกรณ์ จำนวน 4 ข้อ
แบบสอบถามความพึงพอใจของพนักงาน หลังการติดตั้งอุปกรณ์ จำนวน 4 ข้อ

ผลการสำรวจความพึงพอใจของพนักงานก่อนการติดตั้งอุปกรณ์ได้ผลดังตารางที่ 18 ซึ่งผลจากการเก็บข้อมูลเพื่อดูข้อมูลคะแนนที่สูงที่สุดของแต่ละข้อคำถามเป็นดังนี้

1. ปริมาณฝุ่นในห้องลดลง
พนักงานพอใจในระดับน้อย จำนวน 5 คน คิดเป็น 55.6 เปอร์เซ็นต์

2. พื้นที่ทำงานสะอาดขึ้น
พนักงานพอใจในระดับน้อย จำนวน 6 คน คิดเป็น 66.7 เปอร์เซ็นต์

3. พนักงานพึงพอใจกับอุปกรณ์ฝาครอบชุดรับแป้ง
พนักงานพอใจในระดับปานกลาง จำนวน 4 คน คิดเป็น 44.5 เปอร์เซ็นต์

4. พนักงานมีความสุขในการทำงานห้องรับแป้ง
พนักงานพอใจในระดับปานกลาง จำนวน 5 คน คิดเป็น 55.6 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการสำรวจความพึงพอใจของพนักงานหลังการติดตั้งอุปกรณ์ แสดงผลดังตารางที่ 19 ดังนี้

1. ปริมาณฝุ่นในห้องลดลง
   พนักงานพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน 6 คน คิดเป็น 66.7 เปอร์เซ็นต์

2. พื้นที่ทำงานสะอาดขึ้น
   พนักงานพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน 4 คน คิดเป็น 44.5 เปอร์เซ็นต์

3. พนักงานพึงพอใจกับอุปกรณ์ฝาครอบชุดรับแป้ง
   พนักงานพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน 5 คน คิดเป็น 55.6 เปอร์เซ็นต์

4. พนักงานมีความสุขในการทำงานห้องรับแป้ง
   พนักงานพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน 7 คน คิดเป็น 77.8 เปอร์เซ็นต์

รวมถึงเมื่อเปรียบเทียบผลสำรวจความพึงพอใจของพนักงานที่ปฏิบัติงานในจุดงานรับแป้งทั้งก่อนและหลังการใช้งานอุปกรณ์รับ ส่งแป้ง ดังตารางที่ 20 พบว่า พนักงานที่ปฏิบัติงานในจุดงานรับแป้งจำนวน 9 คน มีความพึงพอใจกับอุปกรณ์รับส่งแป้งใหม่ที่ได้ติดตั้งและใช้งานมาเป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่าผลการสำรวจความพึงพอใจของพนักงานมีความพึงพอใจในระดับ มากที่สุดทุกข้อ โดยไม่พบพนักงานที่ไม่พึงพอใจในอุปกรณ์ และได้รับข้อแสดงแนะเพิ่มเติมจากพนักงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 ความพึงพอใจของพนักงานก่อนการติดตั้งอุปกรณ์ฝาครอบชุดรับแป้ง

ข้อ	คำถามความพึงพอใจ	มากที่สุด		มาก		ปานกลาง		น้อย		น้อยที่สุด	
		คะแนน	%	คะแนน	%	คะแนน	%	คะแนน	%	คะแนน	%
1	ปริมาณฝุ่นในห้องลดลง	0	0	0	0	1	11.1	5	55.6	3	33.3
2	พื้นที่ทำงานสะอาดขึ้น	0	0	0	0	2	22.2	6	66.7	1	11.1
3	พนักงานพึงพอใจกับอุปกรณ์ส่งแป้งใหม่	0	0	0	0	4	44.5	3	33.3	2	22.2
4	พนักงานมีความสุขในการทำงานห้องรับแป้ง	0	0	1	11.1	5	55.6	3	33.3	0	0.0

ตารางที่ 19 ความพึงพอใจของพนักงานหลังการติดตั้งอุปกรณ์ฝาครอบชุดรับแป้ง

ข้อ	คำถามความพึงพอใจ	มากที่สุด		มาก		ปานกลาง		น้อย		น้อยที่สุด	
		คะแนน	%	คะแนน	%	คะแนน	%	คะแนน	%	คะแนน	%
1	ปริมาณฝุ่นในห้องลดลง	6	66.7	2	22.2	1	11.1	0	0	0	0
2	พื้นที่ทำงานสะอาดขึ้น	4	44.5	3	33.3	2	22.2	0	0	0	0
3	พนักงานพึงพอใจกับอุปกรณ์ส่งแป้งใหม่	5	55.6	3	33.3	1	11.1	0	0	0	0
4	พนักงานมีความสุขในการทำงานห้องรับแป้ง	7	77.8	1	11.1	1	11.1	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 ความพึงพอใจของพนักงานเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการใช้งานอุปกรณ์

ข้อ	คำถามความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ	
		ก่อนการติดตั้งอุปกรณ์	หลังการติดตั้งอุปกรณ์
1	ปริมาณฝุ่นในห้องลดลง	น้อย	มากที่สุด
2	พื้นที่ทำงานสะอาดขึ้น	น้อย	มากที่สุด
3	พนักงานพึงพอใจกับอุปกรณ์ส่งแป้งใหม่	ปานกลาง	มากที่สุด
4	พนักงานมีความสุขในการทำงานห้องรับแป้ง	ปานกลาง	มากที่สุด

หลังจากได้สำรวจความพึงพอใจของพนักงาน ได้รับข้อเสนอแนะจากพนักงานเพิ่มเติม เพื่อให้เกิดการปรับปรุงเพิ่มเติมทั้งในส่วนของพื้นที่ และวิธีการทำงานของพนักงานจุดงานรับแป้ง ให้การทำงานเป็นไปได้อย่างสะดวก และปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ดังนี้

1. อยากให้การรับแป้งสามารถส่งเข้าสู่เครื่องผสมแป้งและตีแป้งได้โดยไม่ต้องมีการขนย้าย เพื่อเป็นการลดจำนวนพนักงานในจุดงาน และเป็นการลดเวลาในกระบวนการลง

2. อยากให้บริษัทจ่ายค่าแรงชดเชยให้กับพนักงานที่ปฏิบัติงานในจุดงานรับแป้งเนื่องจากพนักงานต้องสัมผัสกับฝุ่นแป้งซึ่งถือว่ามีความเสี่ยงต่อสุขภาพในการปฏิบัติงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาอุปกรณ์รับ – ส่งแป้ง ที่จุดงานรับแป้ง เพื่อลดปริมาณฝุ่นแป้ง ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยกลยุทธ์ 3 ส่วน ในการออกแบบอุปกรณ์ คือ

กลยุทธ์ที่ 1 ทำการปรับปรุงอุปกรณ์รับแป้งใหม่ โดยใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ให้มากที่สุด เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง

กลยุทธ์ที่ 2 กำหนดตำแหน่งของการรับแป้งให้ตรงกับท่อส่ง โดยทำฝาครอบให้เป็นระบบปิด

กลยุทธ์ที่ 3 พนักงานใช้งานชุดล็อคได้สะดวกขึ้น ลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุจากการใช้งานอุปกรณ์ และลดวิธีการทำงานของพนักงานลง

ทั้งนี้กำหนดให้ขนาดของหม้อที่ใช้ในกระบวนการับแป้งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง เท่ากับ 600 มิลลิเมตร และท่อส่งแป้ง ท่อดูด เป็นท่อเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลง

อุปกรณ์รับ – ส่งแป้ง ที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะ ดังนี้ รถเข้นที่ออกแบบมาสำหรับวางตาชั่งและรองรับหม้อรับแป้ง เมื่อพนักงานต้องการใช้งาน พนักงานจะทำการเข็นรถเข็นที่มีตาชั่งและหม้อรับแป้งเข้ามาบริเวณจุดงานรับแป้ง จากนั้นจะยกคันโยกของฝาครอบชุดส่งแป้งขึ้นแล้วเข็นรถเข้าไป โดยฝาครอบชุดส่งแป้งมีลักษณะเป็นฝา 2 ชั้น โดยฝาชั้นนอกยึดติดกับท่อดูดฝุ่นแป้ง ฝาชั้นในยึดติดกับท่อส่งแป้งและภายในท่อส่งแป้งได้มีการติดตั้งแผ่นสแตนเลสเพื่อลดแรงของแป้งที่ลงมายังหม้อรับแป้ง ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของแป้งน้อยลง และฝุ่นที่ฟุ้งกระจายขึ้นจะถูกดูดขึ้นไปยังท่อดูดแป้งที่กระจายแรงดูดได้โดยรอบ เมื่อวางตำแหน่งของรถเข็นเข้าที่แล้ว พนักงานจะทำการปล่อยคันโยกลง ทำให้ชุดล็อคหม้อปิดลง จากนั้นพนักงานทำการกดเรียกแป้ง และตรวจสอบน้ำหนักของแป้งจากตาชั่ง เมื่อได้น้ำหนักตามที่ต้องการแล้วต้องกดหยุดแป้ง แล้วยกคันโยกของฝาครอบขึ้น แล้วดึงรถเข็นออกเพื่อส่งแป้งเข้าสู่เครื่องตีแป้ง และเคื่องผสมแป้งต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลจากการปรับปรุงอุปกรณ์ตามกลยุทธ์ที่กำหนดไว้ข้างต้น สามารถลดปริมาณฝุ่นจากกระบวนการรับแป้งเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงดังนี้ Total dust ลดลง 95.96 เปอร์เซ็นต์ และ Respirable dust ลดลง 97.81 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณฝุ่น Total dust เท่ากับ 1.125 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และRespirable dust เท่ากับ 0.183 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 9 ตามลำดับซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดโดย ประกาศกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2520 เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี)

ผลการสำรวจความพึงพอใจของพนักงานพบว่า พนักงานมีความพึงพอใจเพิ่มขึ้นหลังการใช้งานอุปกรณ์จากเดิมดังนี้ ปริมาณฝุ่นในห้องลดลง พื้นที่ทำงานสะอาดขึ้น พนักงานพึงพอใจกับอุปกรณ์ส่งแป้งใหม่ และพนักงานมีความสุขในการทำงานห้องรับแป้ง โดยมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดในทุกประเด็นดังกล่าว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ควรมีการประสานงานกับฝ่ายผลิตตั้งแต่เริ่มการออกแบบอุปกรณ์ เพื่อให้การออกแบบมีประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุด

2. เนื่องจากการออกแบบและปรับปรุงอุปกรณ์ใช้ระยะเวลานาน ทำให้การใช้งานจริงไม่สัมพันธ์กับระยะเวลาในการตรวจสมรรถภาพปอดของพนักงาน จึงควรมีการติดตามผลการตรวจสมรรถภาพปอดของพนักงานในปี พ.ศ. 2557 ต่อไป

3. การปรับปรุงอุปกรณ์และการออกแบบควรคำนึงถึงหลักความปลอดภัยของการใช้งานอุปกรณ์เป็นสำคัญ เพื่อลดความเสี่ยง และโอกาสการเกิดอุบัติจากการทำงานของพนักงาน

4. ในการศึกษาครั้งต่อไปควรคำนึงถึงค่าความคุ้มทุนของการปรับปรุงอุปกรณ์ เนื่องจากเมื่อมีการลงทุนสร้างอุปกรณ์ซึ่งถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ดังนั้นอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นต้องสามารถที่จะช่วยลดการสูญเสียที่เกิดขึ้น ทั้งวัตถุดิบ และเวลาที่ใช้ได้อย่างคุ้มค่า

5. การปรับปรุงอุปกรณ์ครั้งต่อไปควรมีการพิจารณาในส่วนของแป้งที่สูญเสียจากการถูกดูดทิ้งไปตามระบบระบายอากาศ เนื่องจากแป้งที่ดูดไปทั้งหมดจะถูกส่งออกไปนอกพื้นที่การผลิตและผ่านการกรองโดยอุปกรณ์ทำความสะอาดอากาศ (Dust filter) อากาศที่ผ่านการกรองแล้วจะถูกปล่อยออกสู่ภายนอก ส่วนแป้งที่ถูกกรองนั้นจะไม่สามารถนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตได้ ซึ่งถือว่าเป็นการสูญเสียวัตถุดิบในกระบวนการผลิตอีกทางหนึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กลุ่มงานอาชีวเวชกรรมโรงพยาบาลสมุทรปราการ. ม.ป.ป. **ตารางแสดงความสัมพันธ์ชนิดของฝุ่นกับ โรคที่เกิดจากฝุ่น.** โรงพยาบาลสมุทรปราการ, สมุทรปราการ. (อัดสำเนา)

กระทรวงมหาดไทย. 2520. **ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม(สารเคมี).** 30 พฤษภาคม 2520.

ฉัตรชัย นิมมล และ ชวลิต แซ่ฮ้อ. 2546. แนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบระบายอากาศเฉพาะที่ในอุตสาหกรรม**. เทคนิค – เครื่องกล – ไฟฟ้า – อุตสาหการ** 20 (227): 4

ปิยมาส สุทธิภักดี. 2550. **การศึกษาประสิทธิภาพระบบระบายอากาศเฉพาะที่บริเวณที่มีการบัดกรีด้วยลวดตะกั่วในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้ายานยนต์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิชญาฟู้ด. 2553. **แป้งสาลี.** แหล่งที่มา: http://maewfood.blogspot.com/2008/07/blog-post_13.html , 13 กรกฎาคม 2556.

พัชราวดี สุวรรณธาด. 2556. **ฝุ่นละอองในบรรยากาศ.** แหล่งที่มา: http://www.en.mahidol.ac.th/elearning/upload/Airpollution_New.pdf, 20 กรกฎาคม 2556.

วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์, 2552. **การระบายอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ธรรมสาร, กรุงเทพฯ.

วิทยา อยู่สุข. 2554. **การระบายอากาศประยุกต์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ม.ป.ท.

วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์,นพ. และ นวพรรณ ผลบุญ, พญ. 2554. **จะทำอย่างไรเมื่อผลตรวจสมรรถภาพปอดออกมาผิดปกติ.** แหล่งที่มา: http://www.summacheeva.org/index_article_pulmonary.htm, 11 กรกฎาคม 2556.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วรพงษ์ พฤกษารักษ์. 2551. **ชนิดและคุณสมบัติของวัตถุดิบ แป้งสาลี**. แหล่งที่มา: http://www.l3nr.org/posts/159905, 13 กรกฎาคม 2556.

วรพจน์ กนกกันฑพงษ์. 2551. อุปกรณ์ดักจับฝุ่นละออง, **วารสาร มฉก. วิชาการ** 11 (22): 79-86.

ศรีรัตนา วาณิชอดิศักดิ์. 2551. **การออกแบบระบบระบายอากาศในโรงงานผลิตเคมี กรณีศึกษา : การระบายอากาศในห้อง PL-Z**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุนทรี ฟักเย็น. 2551. **การออกแบบระบบระบายอากาศเพื่อกำจดฝุ่น : กรณีศึกษาการระบายอากาศสำหรับขั้นตอนการเตรียมผ้าของโรงงานฟอกย้อม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถาม

เรื่อง

การลดปัญหาฝุ่นในกระบวนการรับแป้งของโรงงานผลิตอาหารประเภทติ่มซำ

Reducing Dust Problem in Flour Receiving Process of Dim Sum Food Factory

คำชี้แจง

แบบสอบถามสร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการประเมินผลกระทบของฝุ่นแป้งต่อสมรรถภาพปอดของพนักงาน จุดงานรับแป้ง โรงงานผลิตอาหารประเภทติ่มซำ โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป	จำนวน 9 ข้อ
ส่วนที่ 2 แบบสอบถามข้อมูลด้านการปฏิบัติงานของพนักงาน	จำนวน 6 ข้อ
ส่วนที่ 3 แบบสอบถามความพึงพอใจของพนักงาน ก่อนติดตั้งอุปกรณ์	จำนวน 4 ข้อ
แบบสอบถามความพึงพอใจของพนักงาน หลังติดตั้งอุปกรณ์	จำนวน 4 ข้อ

หมายเหตุ

1. การตอบแบบสอบถามนี้ไม่มีผิดหรือถูก และจะไม่มีผลใดๆต่อการปฏิบัติงานของท่าน
2. คำตอบที่ท่านตอบถือว่าเป็นความลับ และนำไปใช้เฉพาะการศึกษาวิจัยนี้เท่านั้น
3. ในระหว่างตอบคำถามหากท่านคิดว่ายากหรือไม่ยินดีที่จะตอบ ท่านสามารถปฏิเสธการตอบแบบสอบถามได้ตามต้องการ

.....

กรุณาตอบทุกข้อ

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าตอบแบบสอบถามนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงใน □ หรือเติมข้อความลงในช่องว่างตรงตามความเป็นจริง

1. เพศ

□ ชาย □ หญิง

2. อายุ.....ปี

3. สถานภาพสมรส

1. □ โสด 2. □ สมรส 3. □ หม้าย / หย่า / แยกกันอยู่

4. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่

1. □ ไม่มี
2. □ มีโรคประจำตัว โปรดระบุ.....

5. ท่านสูบบุหรี่หรือไม่

1. □ ไม่สูบ
2. □ สูบ ระยะเวลาที่สูบตั้งแต่เริ่มสูบจนถึงปัจจุบันรวมเป็นเวลา..... ปี
   สูบเฉลี่ยวันละ .....มวน
3. □ เคยสูบแต่เลิก ระยะเวลาที่สูบตั้งแต่เริ่มสูบจนถึงปัจจุบันรวมเป็นเวลา..... ปี
   สูบเฉลี่ยวันละ .....มวน

(สำหรับผู้วิจัย จำนวนปีที่สูบ × จำนวนมวนที่สูบต่อวัน = ... ปี*มวน

การจัดกลุ่มเวลาการสูบบุหรี่

ไม่สูบ	□
สูบน้อยกว่า 2 ปี	□
สูบ 2 – 5 ปี	□
สูบ 5.1 – 10 ปี	□
สูบมากกว่า 10 ปี	□

6. ท่านเดินทางมาทำงานด้วยวิธีใด

1. □ เดิน 2. □ รถจักรยาน 3. □ รถจักรยานยนต์
4. □ รถรับส่งของบริษัท 5. อื่น ๆ .....

7. ปัจจุบันท่านออกกำลังกายหรือไม่

1. □ ไม่ออกกำลังกาย
2. □ ออกกำลังกาย โปรดระบุ.....ครั้ง/สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. นอกจากงานที่บริษัทแล้วท่านรับงานพิเศษอื่นหรือไม่

    1. ☐ ไม่ได้ประกอบอาชีพ 2. ☐ เกษตรกรรม 3. ☐ ค้าขาย

    4. ☐ รับจ้าง ..... 5. อื่น ๆ ระบุ ……

9. ที่พักของท่านมีมลภาวะทางฝุ่น หรือไม่

    1. ☐ ไม่มี

    2. ☐ มี โปรดระบุที่มาของฝุ่น ……

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านการปฏิบัติงาน และข้อมูลการเจ็บป่วย ของพนักงาน

1. อายุงาน ..... ปี ……. เดือน
2. อายุงานประจำจุดงานรับแป้ง ..... ปี ……. เดือน
3. ท่านเคยเปลี่ยนจุดงานหรือไม่

    1. ☐ ไม่เคย

    2. ☐ เคย โปรดระบุจุดงานเดิม……

4. ท่านมีการสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (PPE) ขณะปฏิบัติงานหรือไม่

    1. ☐ สวมใส่ โปรดระบุชนิด

        ☐ ผ้าปิดจมูกชนิดทำจากผ้า

        ☐ ผ้าปิดจมูกชนิดเยื่อไผ่

        ☐ ผ้าปิดจมูกที่บริษัทกำหนดให้สวมใส่

    2. ☐ ไม่สวมใส่ โปรดระบุสาเหตุ……

5. ท่านเคยเจ็บป่วยจากการปฏิบัติงานหรือไม่

    1. ☐ ไม่เคย

    2. ☐ เคย โปรดระบุอาการบาดเจ็บ……

6. ท่านเคยเป็นหรือมีอาการของระบบทางเดินหายใจ เช่น หอบหืด หายใจติดขัด หรือหายใจไม่ออกหรือไม่

    1. ☐ ไม่เคย

    2. ☐ เคย โปรดระบุอาการที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลาใด

        ☐ ในระหว่างทำงาน

        ☐ เวลาได้สัมผัสฝุ่นแป้ง

        ☐ เวลาอากาศเปลี่ยน เช่น หน้าฝน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจของพนักงาน

1. ความพึงพอใจของพนักงานก่อนการติดตั้งอุปกรณ์

ข้อ	คำถามความพึงพอใจ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	ปริมาณฝุ่นในห้องลดลง					
2	พื้นที่ทำงานสะอาดขึ้น					
3	พนักงานพึงพอใจ กับอุปกรณ์รับ - ส่งแป้งเดิม					
4	พนักงานมีความสุขในการทำงาน ห้องรับแป้ง					

2. ความพึงพอใจของพนักงานหลังการติดตั้งอุปกรณ์

ข้อ	คำถามความพึงพอใจ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	ปริมาณฝุ่นในห้องลดลง					
2	พื้นที่ทำงานสะอาดขึ้น					
3	พนักงานพึงพอใจ กับอุปกรณ์รับ - ส่งแป้งเดิม					
4	พนักงานมีความสุขในการทำงาน ห้องรับแป้ง					

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นางสาวธารวิมล คำโคกกรวด

เกิดวันที่ 31 มกราคม 2531

สถานที่เกิด อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา

ประวัติการศึกษา วท.บ. (สาธารณสุขศาสตร์) มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วย ผู้จัดการแผนก สิ่งแวดล้อมในการทำงาน

สถานที่ทำงานปัจจุบัน บริษัท ซีพีแรม จำกัด

ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ -

ทุนการศึกษาที่ได้รับ -

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์