

การหาตำแหน่งท่อดูดที่เหมาะสมเพื่อลดผลกระทบเชิงลบต่อสุขภาพจากฝุ่นที่เกิดจากโรงงานพ่นทรายขนาดใหญ่

Searching for Installation Position of Suction to Reduce Negative Health Impact from Dust Produced from Large Sandblast Shop

อนุชา ชิมเชิด¹ ณัฐพล จันทรรณิขย์^{2*} และสุจินต์ วันชาติ³

Anucha Chimcherd¹ Nattapon Chantarapanich^{2*} and Sujin Wanchat³

¹นักศึกษานิพนธ์โท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัยและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี 20230

^{2*}อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัยและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี 20230

³อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี 20230

¹Graduate student in Master of Engineering (Safety Engineering and Environmental Management), Faculty of Engineering at Sriracha, Kasetsart University, Sri Racha, Chonburi, Thailand 20230

^{2*}Lecturer in Master of Engineering (Safety Engineering and Environmental Management), Faculty of Engineering at Sriracha, Kasetsart University, Sri Racha, Chonburi, Thailand 20230

³Lecturer in Bachelor of Engineering (Mechanical Engineering and Production System), Faculty of Engineering at SriRacha, Kasetsart University, Sri Racha, Chonburi, Thailand 20230

*Corresponding author, E mail: sfengnpc@src.ku.ac.th

บทคัดย่อ

ในการพ่นทรายเพื่อเตรียมผิวชิ้นงานในทางวิศวกรรม มักมีอนุภาคที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพหลุดออกมาจากโรงพ่นทรายเสมอ ดังนั้นการลดปริมาณอนุภาคเหล่านี้ถือเป็นเรื่องสำคัญและเป็นความรับผิดชอบต่อสังคมของผู้ประกอบการ การศึกษาการไหลของอนุภาคภายในโรงพ่นทรายจึงเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้เป็นข้อมูลใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ดูดอนุภาคได้อย่างถูกต้อง วิธีการศึกษาพฤติกรรมการไหลจะใช้วิธีจำลองการไหลในเรือนทดลองขนาดเล็กจากโรงพ่นทราย โดยการไหลของอนุภาคในช่วงแรกจะขนานชิดไปกับพื้นเรือนทดลองก่อนที่จะกระทบกับผนังเรือนทดลองด้านข้างและด้านบนของเรือนทดลองตามลำดับ แล้วจึงตกลงมาสู่พื้นเรือนทดลอง ตำแหน่งท่อดูดที่เหมาะสมจะอยู่ในบริเวณด้านบนใกล้กับผนังด้านบนที่ระดับ 200 มม. จากพื้นของเรือนทดลอง เนื่องจากทำให้มีน้ำหนักรบกวนของอนุภาคภายในเรือนทดลองมากที่สุดโดยมีประสิทธิภาพการกักตักอยู่ที่ร้อยละ

79.83 และเมื่อนำผลการทดสอบในเรือนทดลองมาปรับปรุง โรงพ่นทรายพบว่าอนุภาคที่หลุดออกไปจากโรงพ่นมีปริมาณน้อยลงอย่างชัดเจน

คำสำคัญ: การพ่นทราย การควบคุมการไหลของอนุภาค การวิเคราะห์การไหล สุขภาพอาชีวอนามัย

Abstract

In sandblast process, harmful particles always escape from sandblast tent. Therefore, reducing the escape of these particles is important and is considered to be the social responsibility of enterprises. A study of the particle flow particles in the sandblast tent is essential to determine the proper suction position. According to the study, it was found that after the particles crash to the part, the particles flow parallel to the floor prior to impact on sides of the wall and the ceiling, respectively. After that, some of the particles fell to the floor and the others were sucked out. The proper position of the suction has to be close to the ceiling of the sandblast tent which is 200 mm from its floor. The aforementioned height has 79.83 percent of residual particles.

Keywords: Sandblast, Particle Control, Flow Analysis, Occupation Health

1. บทนำ

กระบวนการพ่นทราย (Sand Blast) คือการใช้แรงดันจากปั๊มลมเพื่อนำพาอนุภาคขนาดเล็กให้เคลื่อนที่ผ่านหัวพ่น (Nozzle) ด้วยความเร็วสูงไปกระทบผิวของชิ้นงานจุดประสงค์ของการพ่นทรายนั้นมักถูกนำไปใช้ในการกำจัดสนิมบนโลหะบางประเภทหรือเตรียมผิวชิ้นงานให้มีความขรุขระเพื่อให้สียึดติดที่ผิวชิ้นงานได้ดีขึ้น

โดยอุตสาหกรรมก่อสร้างโครงสร้างเหล็กขนาดใหญ่ทั่วไปที่อยู่บนฝั่ง (Onshore) อย่างเช่น โครงสร้างเหล็กรองรับท่อ (Pipe Rack) ส่งจ่ายในระบบกระบวนการผลิตในโรงกลั่นน้ำมัน โรงผลิตไฟฟ้าหรือโครงสร้างที่ใช้งานกลางทะเล (Offshore) ประเภทแท่นขุดเจาะน้ำมันมักใช้กระบวนการพ่นทรายนี้มาเตรียมผิวโลหะเพื่อการทำสีป้องกันการเกิดออกไซด์ที่ผิวเหล็ก

อนุภาคที่นำมาใช้ในการพ่นมีหลายอย่างแต่นิยมใช้ ได้แก่ เม็ดเหล็ก (Steel Grit) อลูมินัมซิลิเกต (Aluminum Silicate) และทรายการ์เน็ต (Garnet Sand)

ซึ่งการเลือกใช้อุณหภูมิต่างๆ นั้นจะขึ้นกับวัตถุประสงค์ของชิ้นงานที่นำไปใช้ เช่น เม็ดเหล็ก (Steel Grit) เหมาะสำหรับการพ่นเหล็กรูปพรรณที่ผลิตออกมาจากโรงงานเช่นลักษณะเป็นแผ่นเรียบ ท่อกลม ส่วนใหญ่จะใช้กับเครื่องพ่นทรายอัตโนมัติ (Auto Blast) เพื่อความรวดเร็วและควบคุมคุณภาพได้ดีและสามารถนำเม็ดเหล็กกลับมาใช้ใหม่ได้ ส่วนเม็ดอลูมิเนียมซิลิเกตและการ์เน็ตหลังจากการพ่นที่ชิ้นงานแล้วนั้นจะไม่นำกลับมาใช้ใหม่

การพ่นทรายมักทำในพื้นที่ปิดเพื่อป้องกันฝุ่นที่เกิดจากการพ่นทรายรูปแบบของพื้นที่ที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิด รูปร่างลักษณะของชิ้นงานเช่น โรงพ่นที่สร้างขึ้นในลักษณะถาวรผนังปิดคลุมมิดชิด มีระบบระบายอากาศ ระบบบำบัดฝุ่น และโรงพ่นที่เป็นลักษณะติดตั้งชั่วคราวทำจากวัสดุที่สามารถย้ายตำแหน่งที่ตั้งได้ง่าย ระบบระบายอากาศที่ใช้ในโรงพ่นชนิดนี้จะมีการนำเครื่องกำจัดฝุ่นมาติดตั้งเพิ่มเพื่อการช่วยในการลดปริมาณฝุ่นที่ออกสู่ภายนอก

ในระหว่างการพันทราย อนุภาคที่แตกตัวจากการกระทบกับชิ้นงานจะฟุ้งกระจายภายในโรงงาน โดยทั่วไปนั้นอนุภาคที่แตกตัวดังกล่าวจะมีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และมีอนุภาคของโลหะผสมอยู่ด้วย ซึ่งจัดว่าเป็นอนุภาคที่เข้าสู่ร่างกายได้โดยการหายใจ (Respirable Dust) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานบริเวณรอบพื้นที่โรงพันทราย (นพภาพรพานิช, 2547) นอกจากนี้ฝุ่นที่เล็ดลอดออกจากด้านบนแนวหลังคาจะถูกลมพัดพาไปสู่บริเวณภายนอกพื้นที่ข้างเคียงดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาด้านการกระทบกับสิ่งแวดล้อม และต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานและผู้อยู่อาศัยโดยรอบโรงพันทราย โดยอนุภาคจากโรงพันทรายมักก่อให้เกิดโรคปอดอักเสบอันเกิดจากการสูดละออง (Silicosis) (Akgun et al, 2015)



รูปที่ 1 แสดงให้เห็นฝุ่นที่ออกจากช่องระหว่างรอยต่อผ้าใบ

ในปัจจุบันนี้ โรงพันทรายส่วนใหญ่ยังไม่สามารถควบคุมฝุ่นที่เกิดขึ้นให้อยู่ในพื้นที่มิให้เล็ดลอดออกจากโรงพันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปัญหาในลักษณะเช่นนี้ยังมีได้มีงานวรรณกรรมได้รายงานถึงวิธีแก้ปัญหาในลักษณะคล้ายคลึงกันนี้โดยตรงจึงได้นำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการไหลของอากาศในโรงงานมาเทียบเคียงและพบประเด็นที่น่าสนใจ กล่าวคือ การระบายอากาศออกสู่ภายนอกโดยใช้พัดลมดูดอากาศออกทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศจะไหลไปยังตำแหน่งที่มีความหนาแน่นของอากาศต่ำ (วันทิ พันธ์

ประเสริฐ, 2552) เช่น ช่องเปิด หรือท่อดูดอากาศออกสู่ภายนอกและอนุภาคที่มีขนาดเล็กจะเคลื่อนที่ได้ไกลกว่าอนุภาคที่มีขนาดใหญ่

ดังนั้น สมมติฐานของงานวิจัยนี้ คืออนุภาคที่เกิดขึ้นจากการที่การเนื้ที่ถูกลบออกไปจากหัวพันไปปะทะกับชิ้นงานและเกิดการแตกตัวเป็นอนุภาคที่มีขนาดแตกต่างกันและอนุภาคที่มีขนาดใหญ่จะตกอยู่บริเวณใกล้จุดที่ก่อกำเนิดฝุ่นจากการที่การเนื้ปะทะชิ้นงาน (Ma et al, 2014) ส่วนอนุภาคขนาดเล็กจะฟุ้งกระจายและเคลื่อนที่ได้ไกลจากการพาของมวลอากาศ ซึ่งทิศทางการไหลจะเข้าไปสู่ท่อดูดจากเครื่องระบายอากาศ

หลักการระบายอากาศที่ดีควรต้องให้อนุภาคที่มีขนาดใหญ่ตกอยู่ในพื้นที่โรงพันให้มากที่สุดและอนุภาคที่มีขนาดเล็กให้ปะปนไปกับอากาศที่ระบายออกให้น้อยที่สุด จึงตั้งสมมติฐานว่าระยะห่างของตำแหน่งที่ก่อกำเนิดฝุ่นไปยังตำแหน่งและระดับความสูงของท่อทางดูดมีผลต่อการควบคุมปริมาณฝุ่นที่ระบายออกเพื่อเข้าสู่เครื่องบำบัดอนุภาคแบบเปียก (Wet Scrubber)

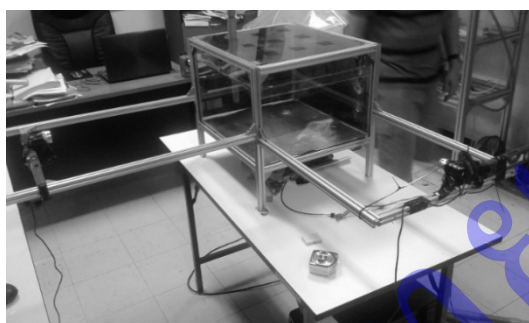
การทดสอบสมมติฐานนี้ผู้วิจัยได้จำลองลักษณะโรงพันทรายขนาดย่อส่วนและตรวจจับพฤติกรรมการไหลของอนุภาคโดยกำหนดให้มีตำแหน่งท่อดูดที่ระดับความสูงต่างๆ กัน โดยข้อมูลผลการทดลองเพื่อเป็นแนวทางในการทดลองจากสภาพการทำงานในสถานที่จริงและปรับปรุงวิธีการทำงานซึ่งจะเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายก่อนปรับปรุงสภาพการทำงาน

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาวิเคราะห์รูปแบบการไหลของอากาศภายในโรงพันทราย โดยใช้แบบอุปกรณ์จำลองการไหลของอากาศ เพื่อหาตำแหน่งท่อดูดที่เหมาะสม

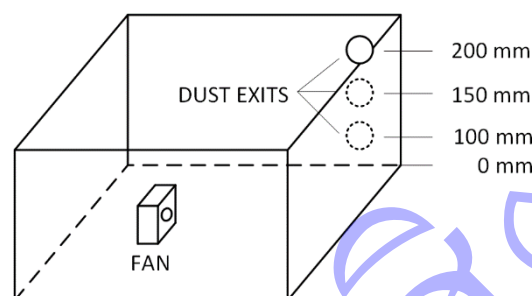
3.วิธีดำเนินการวิจัย

ในการทดลองเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยได้จำลองสภาพโรงพ่นทราย โดยสร้างเป็น เรือนทดลองย่อส่วนจากขนาดจริง โดยเรือนทดลอง ดังกล่าวมีขนาด 450 x 300 x 250 มม. ติดกระจกใสไว้ 4 ด้าน คือ ด้านหน้าด้านข้างทั้งสองและด้านบน เพื่อให้สามารถบันทึกภาพเคลื่อนไหวด้วยกล้องวีดิทัศน์ (Web-Camera) ได้ การทดลองจะทำในสภาวะแสงน้อยโดยมีแหล่งกำเนิดแสง LED สีเขียวติดตั้งอยู่ ด้านบนของเรือนทดลองจะเพื่อช่วยให้สังเกตพฤติกรรมการไหลของอนุภาคได้ชัดเจนขึ้นดังแสดง ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 เรือนทดลอง

ผนังด้านหลังของเรือนทดลองจะใช้แผ่นอลูมิเนียมสีดำที่มีรูขนาด 25.4 มม. จำนวน 3 รู ซึ่งอยู่สูงจากพื้นเรือนทดลอง 100 150 และ 200 มม. ตามลำดับ โดยรูเหล่านี้จะใช้สำหรับดูดอนุภาคออกจากเรือนทดลองด้วยเครื่องดูดฝุ่นที่มีกำลังขนาด 1,600 วัตต์ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยปากของรูดูดอนุภาคเป็นผิวตัดฉาก



รูปที่ 3 ตำแหน่งพัดลมและรูดูดอนุภาค

ด้านบนของเรือนทดลองจะประกอบด้วยรูขนาด 5 มม. เพื่อใช้ปล่อยอนุภาคจากด้านบนและมีพัดลมขนาด 12 โวลต์ 0.2 แอมแปร์ เป่าให้อนุภาคกระจายตัวเสมือนหนึ่งการพ่นทรายในโรงพ่นทราย

การทดลอง คณะผู้วิจัยปล่อยอนุภาคทรายการ์เน็ต (Garnet Sand) ซึ่งเป็นอนุภาคที่ใช้ในโรงพ่นทรายเข้าไปในเรือนทดลองผ่านรูด้านบน โดยอนุภาคทรายการ์เน็ตที่ปล่อยมีขนาดเท่ากับอนุภาคจริงที่ใช้กับโรงพ่นทราย ในการปล่อยแต่ละครั้งมีน้ำหนัก 35.2 กรัม และทำการทดลองซ้ำเป็นจำนวนทั้งสิ้น 3 ครั้งในแต่ละตำแหน่งการดูด เมื่อการปล่อยอนุภาคเสร็จสิ้นและการไหลของอนุภาคภายในเรือนทดลองสงบลง อนุภาคที่ค้างอยู่ภายในเรือนทดลองจะถูกเก็บเพื่อนำไปชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งความละเอียดทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง (TINY HX-Z1) ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยค่าน้ำหนักอนุภาคที่ชั่งได้ทั้ง 3 ครั้งจะถูกนำมาหาเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 4 การชั่งน้ำหนักอนุภาค

4. ผลการวิจัย

ภาพการไหลของอนุภาคจากตำแหน่งกระทบบนชิ้นงานจนกระทั่งถึงท่อดูดอนุภาคระดับต่างๆ แสดงในตารางที่ 2 ถึง 4 ซึ่งพฤติกรรมการไหลของอนุภาคสามารถอธิบายโดยสังเขปได้ ดังนี้ ในกรณีติดตั้งท่อดูดระดับ 100 มม. อนุภาคที่ฟุ้งกระจายโดยพัดลมจะเคลื่อนที่ในระดับพื้นของเรือนทดลองไปยังผนังเรือนทดลองด้านที่ใกล้กับท่อดูด จากนั้นจึงกลุ่มอนุภาคจะม้วนตัวลอยขึ้นด้านบนปะทะผนังด้านบนของเรือนทดลอง ภายหลังการปะทะอนุภาคบางส่วนจะตกลงพื้นด้านล่างและบางส่วนไหลเข้าสู่ท่อดูดอนุภาค

ในกรณีติดตั้งท่อดูดระดับ 150 มม. อนุภาคที่ฟุ้งกระจายโดยพัดลมจะเคลื่อนที่ในระดับพื้นของเรือนทดลองไปยังผนังเรือนทดลองด้านที่ใกล้กับท่อดูด จากนั้นจึงกลุ่มอนุภาคจะม้วนตัวลอยขึ้นด้านบนปะทะ

ผนังด้านบนของเรือนทดลองคล้ายกับในกรณีที่ติดตั้งท่อดูดระดับ 100 มม. แต่อนุภาคที่ตกลงสู่พื้นด้านล่างจะมีปริมาณน้อยกว่า

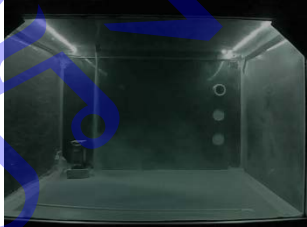
สำหรับกรณีติดตั้งท่อดูดระดับ 200 มม. การไหลของอนุภาคคล้ายกับกรณีติดตั้งท่อดูดระดับ 100 มม. แต่ปริมาณอนุภาคที่ถูกดูดจะเบาบางกว่าทั้งสองกรณีแรก

น้ำหนักเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอนุภาคที่ค้างภายในเรือนทดลองแสดงในตารางที่ 1

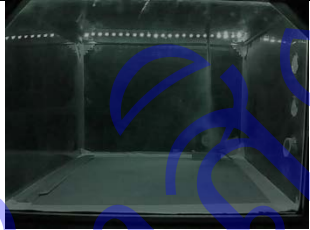
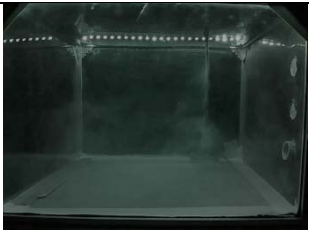
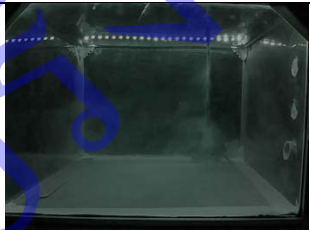
ตารางที่ 1 น้ำหนักอนุภาคที่ค้างภายในเรือนทดลองเมื่อติดตั้งท่อดูดในแต่ละความสูง (n = 3)

ความสูง (มม.)	100	150	200
น้ำหนัก (กรัม)	24.3±1.2	22.7±1.5	28.1±1.5

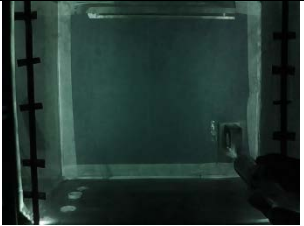
ตารางที่ 2 ภาพพฤติกรรมการไหลของอนุภาคในเรือนทดลองจากกล้องวิดีโอที่หันด้านหน้า

เวลา (วินาที)	ระดับความสูงท่อดูด 100 มม.	ระดับความสูงท่อดูด 150 มม.	ระดับความสูงท่อดูด 200 มม.
0	 (ความสูง 100 มม., เวลา 0 วินาที)	 (ความสูง 150 มม., เวลา 0 วินาที)	 (ความสูง 200 มม., เวลา 0 วินาที)
0.66	 (ความสูง 100 มม., เวลา 0.66 วินาที)	 (ความสูง 150 มม., เวลา 0.66 วินาที)	 (ความสูง 200 มม., เวลา 0.66 วินาที)
1.32	 (ความสูง 100 มม., เวลา 1.32 วินาที)	 (ความสูง 150 มม., เวลา 1.32 วินาที)	 (ความสูง 200 มม., เวลา 1.32 วินาที)
1.98	 (ความสูง 100 มม., เวลา 1.98 วินาที)	 (ความสูง 150 มม., เวลา 1.98 วินาที)	 (ความสูง 200 มม., เวลา 1.98 วินาที)

ตารางที่ 3 ภาพพฤติกรรมการไหลของอนุภาคในเรือนทดลองจากกล้องวิดีโอผ่านข้าง

เวลา (วินาที)	ระดับความสูงท่อดูด 100 มม.	ระดับความสูงท่อดูด 150 มม.	ระดับความสูงท่อดูด 200 มม.
0	 (ความสูง 100 มม., เวลา 0 วินาที)	 (ความสูง 150 มม., เวลา 0 วินาที)	 (ความสูง 200 มม., เวลา 0 วินาที)
0.66	 (ความสูง 100 มม., เวลา 0.66 วินาที)	 (ความสูง 150 มม., เวลา 0.66 วินาที)	 (ความสูง 200 มม., เวลา 0.66 วินาที)
1.32	 (ความสูง 100 มม., เวลา 1.32 วินาที)	 (ความสูง 150 มม., เวลา 1.32 วินาที)	 (ความสูง 200 มม., เวลา 1.32 วินาที)
1.98	 (ความสูง 100 มม., เวลา 1.98 วินาที)	 (ความสูง 150 มม., เวลา 1.98 วินาที)	 (ความสูง 200 มม., เวลา 1.98 วินาที)

ตารางที่ 4 ภาพพฤติกรรมการไหลของอนุภาคในเรือนทดลองจากกล้องวิดีโอผ่านบน

เวลา (วินาที)	ระดับความสูงที่ดูด 100 มม.	ระดับความสูงที่ดูด 150 มม.	ระดับความสูงที่ดูด 200 มม.
0	 (ความสูง 100 มม., เวลา 0 วินาที)	 (ความสูง 150 มม., เวลา 0 วินาที)	 (ความสูง 200 มม., เวลา 0 วินาที)
0.66	 (ความสูง 100 มม., เวลา 0.66 วินาที)	 (ความสูง 150 มม., เวลา 0.66 วินาที)	 (ความสูง 200 มม., เวลา 0.66 วินาที)
1.32	 (ความสูง 100 มม., เวลา 1.32 วินาที)	 (ความสูง 150 มม., เวลา 1.32 วินาที)	 (ความสูง 200 มม., เวลา 1.32 วินาที)
1.98	 (ความสูง 100 มม., เวลา 1.98 วินาที)	 (ความสูง 150 มม., เวลา 1.98 วินาที)	 (ความสูง 200 มม., เวลา 1.32 วินาที)

5. การอภิปรายผล

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าปริมาณอนุภาคที่คงค้างอยู่ในเรือนทดลองมีน้ำหนักร่างต่างกันไปตามตำแหน่งที่ติดตั้งท่อดูด ซึ่งหาคิดเป็นร้อยละของประสิทธิภาพการคงค้างโดยคำนวณจาก น้ำหนักอนุภาคคงค้าง/น้ำหนักอนุภาคที่ปล่อยในแต่ละครั้ง $\times 100$ จะพบว่าร้อยละประสิทธิภาพของการดักฝุ่นให้

ตก คือ 69.03 64.49 และ 79.83 ที่ตำแหน่งท่อดูด 100 150 และ 200 มม. ตามลำดับ ดังนั้นจากตัวเลขดังกล่าว ตำแหน่งท่อดูดที่ความสูง 200 มม. มีร้อยละการคงค้างมากที่สุด จึงเป็นตำแหน่งที่ดีที่สุดในการติดตั้งท่อดูด เนื่องจากสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้มีอนุภาคคงค้างภายในเรือนทดลองมากที่สุด

จากการทดลองพบว่ามีความแตกต่างอย่างชัดเจนจากผลน้ำหนักร้อนภาคกลางในเรือนทดลอง ซึ่งการติดตั้งท่อดูดในระดับล่างใกล้กับพื้นของเรือนทดลองจะมีปริมาณน้ำหนักร้อนน้อยกว่าการติดตั้งท่อดูดในระดับใกล้กับผนังด้านบนของเรือนทดลอง แสดงให้เห็นว่าการติดตั้งท่อดูดในระดับล่างใกล้กับพื้นของเรือนทดลองท่อดูดสามารถนำเอาอนุภาคของฝุ่นออกไปมาก ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่าอนุภาคที่ปะทะเข้ากับผนังและเพดานส่วนใหญ่จะสูญเสียพลังงานจลน์ ทำให้ตกลงสู่พื้นเรือนทดลอง เมื่อติดตั้งท่อดูดในระดับล่างใกล้กับพื้นของเรือนทดลองจึงมีโอกาสสูงที่อนุภาคที่สูญเสียพลังงานจลน์ถูกดูดเข้าไปในท่อดูดได้

ส่วนการติดตั้งท่อดูดในระดับกลางระหว่างพื้นกับผนังด้านบนของเรือนทดลองนั้น จะเห็นได้ว่ามีอนุภาคตกลงภายในเรือนทดลองน้อยที่สุด เนื่องจากการดูดในตำแหน่งดังกล่าวอยู่ในรูปแบบกรวยสมบูรณ์ (Complete Cone Jet) ทำให้มีปริมาตรการดูดอนุภาคได้

มากกว่ากรณีที่ติดตั้งท่อดูดใกล้กับระดับพื้นเรือนและใกล้กับระดับผนังด้านบน ซึ่งกรณีทั้งสองนี้ท่อดูดไม่สามารถสร้างการดูดรูปแบบกรวยสมบูรณ์ได้

จากการทดลองนี้ คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงโรงพ่นทรายโดยการปรับเปลี่ยนระดับความสูงของท่อดูดระบายอากาศโดยปรับให้มีความสูงจากเดิม 900 มม. เป็น 3,200 มม. ดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งภายหลังการปรับปรุงพบว่าปริมาณที่อนุภาคที่หลุดออกไปจากโรงพ่นมีปริมาณน้อยลงอย่างชัดเจนซึ่งงบประมาณที่ใช้ในการปรับปรุงมีเพียงค่าท่อดูดอากาศที่เพิ่มความสูงขึ้น 2,300 มม. มีค่าปรับปรุงประมาณ 1,500 บาทต่อชุด ซึ่งถือว่าคุ้มค่าเป็นอย่างมาก เพราะหากปล่อยให้ผู้ปฏิบัติงานมีปัญหาด้านสุขภาพย่อมเสียค่าใช้จ่ายมากกว่าค่าประมาณการปรับปรุงดังกล่าวอย่างแน่นอน การปรับปรุงดังกล่าวนี้ยังถือได้ว่าเป็นการส่งเสริมสุขภาพเชิงป้องกัน (Preventive Medicine) อีกด้วย



รูปที่ 5 (ซ้าย) ก่อนทำการปรับปรุง (ขวา) หลังทำการปรับปรุง

6. บทสรุป

อนุภาคที่หลุดออกจากโรงพ่นทรายถือว่าเป็นอันตรายต่อสุขภาพซึ่งมักทำให้เกิดอาการปอดโรคปอดอักเสบที่เกิดขึ้นจากการสูดละออง (Silicosis) ซึ่งมีโอกาสทำให้เป็นมะเร็งปอดได้ในอนาคต จึงถือเป็นปัญหาสุขภาพที่จำเป็นต้องป้องกันแก้ไขเพื่อให้อนุภาคหลุดออกจากโรงพ่นทรายน้อยที่สุด อันจะทำให้สามารถลดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้คนโดยรอบโรงพ่นทรายได้

จากการศึกษารูปแบบการไหลของอนุภาคอากาศภายในโรงพ่นทราย เมื่อจำลองภายในเรือนทดลองพบว่าเมื่ออนุภาคกระทบกับชิ้นงานแล้วจะไหลขนานไปกับพื้นของเรือนทดลองก่อนที่จะกระทบกับผนังเรือนทดลองก่อนที่จะไหลขึ้นไปกระทบผนังด้านบนของเรือนทดลองแล้วจึงตกลงมาสู่พื้นของเรือนทดลอง โดยการติดตั้งท่อดูดที่ตำแหน่งใกล้กับเพดานจะทำให้อนุภาคคงค้างในเรือนทดลองได้มากที่สุด

จากการนำผลการทดลองไปปรับปรุงโรงพ่นทรายพบว่าสามารถลดปริมาณอนุภาคที่หลุดออกจากโรงพ่นได้อย่างชัดเจน

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท เดบโปราห์เซอร์วิส (ประเทศไทย) จำกัด ที่สนับสนุนสถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย

8. เอกสารอ้างอิง

วันที พันธุ์ประเสริฐ. (2552). *การระบายอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม*, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ธรรมสาร.

นพภาพร พานิช และคณะ. (2547). *ตำราระบบบำบัดมลพิษทางอากาศ*, กรุงเทพฯ: ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Akgun M., Araz O., Ucar E.Y., Karaman A., Alper F.,

Gorguner M., Kreiss K. (2015). Silicosis Appears Inevitable Among Former Denim Sandblasters. *Chest*, 148(3), 647–654.

Ma R., Dong B. (2014), An Experimental Study on the Spray Characteristics of the Air-blast Atomizer. *Appl. Therm. Eng.*, 88(5), 149–156.