

การปรับปรุงระบบระบายอากาศเฉพาะที่เพื่อลดการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก สำหรับงานขัดเงาเครื่องเงิน

Improvement of the Exhaust Ventilation System to Reduce Respirable Dust Exposure for Abrasive Blasting of Silver Jewelry

พณิภา บริบูรณ์สุขศรี^{1*} ณัฐ จันท์ครบ²

Phonnipha Boriboonsuksri^{1*} Natth Jun-Krob²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ กรุงเทพฯ ประเทศไทย

¹Department of Safety Engineering, Faculty of Engineering, Southeast Asia University, Bangkok, Thailand

²สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ กรุงเทพฯ ประเทศไทย

²Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Southeast Asia University, Bangkok, Thailand

*Corresponding Author Email: phonniphab@sau.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงระบบระบายอากาศเฉพาะที่เพื่อลดการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กให้กับคนงานที่ทำงานขัดเงาเครื่องเงิน โครงสร้างของระบบประกอบด้วยชุดดูดอากาศที่ออกแบบให้สามารถดูดอากาศได้ครอบคลุมพื้นที่งานขัดด้วยความเร็วลมในการจับฝุ่นหน้าชุด 2.5 เมตร/วินาที ตัวชุดต่อเข้ากับท่อดูดอากาศชนิดพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 140 มิลลิเมตร ความยาว 63 เซนติเมตร ดูดอากาศออกด้วยพัดลมดูดอากาศขนาดกำลัง 0.75 กิโลวัตต์ ความเร็วลมในท่อ 23 เมตร/วินาที อนุภาคฝุ่นมลพิษที่ถูกดูดมาพร้อมอากาศจะถูกกรองและกักเก็บไว้ด้วยถุงกรองแบบผ้า จากนั้นจึงปล่อยอากาศที่กรองสะอาดแล้วไหลออกสู่บรรยากาศภายนอกต่อไป ผลการทดสอบใช้งานจริงกับงานขัดเงาเครื่องเงินในวิสาหกิจชุมชนพบว่าสามารถลดการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เข้าสู่ถุงลมปอดได้ (Respirable dust) ให้กับผู้ปฏิบัติงานจากเดิมเฉลี่ย 5.317 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เหลือเพียง 0.233 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ไม่เกินมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนดไว้

คำสำคัญ: ระบายอากาศเฉพาะที่, ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ถุงลมปอดได้, การขัดเงา

Abstract

The objective of this study was to improve the exhaust ventilation system to reduce respirable dust exposure for abrasive blasting of silver jewelry. In addition, the structure consists of a suction hood was designed to cover the work area with the capture velocity to catch the dust in front of the hood is 2.5 m/s. The hood is connected to the PVC pipe, diameter 140 mm, length 63 cm. Suction air out with a 0.75 kW exhaust fan, velocity is 23 m/s. Dust particles that are polluted with air are filtered and stored within the fabric filter bag. Then releasing clean air and then flowing into the outside atmosphere. The study results found that the exhaust ventilation system of small-size factories for abrasive blasting of silver jewelry could to reduce the respirable dust exposure for the abrasive blasting workers from 5.317 mg/m³ to 0.233 mg/m³ which not exceeding the standard as requirement.

Keyword: Exhaust ventilation, Respirable dust, Silver Abrasive Blasting

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการผลิตเครื่องประดับที่มีชื่อเสียงแห่งหนึ่งของโลก สินค้าเครื่องประดับเหล่านี้มีกระบวนการผลิตที่หลากหลายขั้นตอน โดยเฉพาะวัสดุประเภทเนื้อเงินมักนิยมนำมาใช้เป็นตัวเรือนของเครื่องประดับ การทำให้วัสดุเงินเกิดความเงามันสามารถทำได้หลายวิธี ตั้งแต่การเช็ดทำความสะอาดด้วยสารละลายที่เป็นมิตรกับธรรมชาติเช่น Baking soda หรือขัดด้วย Sodium bicarbonate (NaHCO_3) ซึ่งเป็นสารประกอบไอออนิก ด้วยความเข้มข้นเฉลี่ยในสารละลายธรรมชาติ 1 ซ่อนโต๊ะต่อน้ำหนึ่งถ้วย นอกจากนี้ยังมีการใช้สารออกฤทธิ์ใน Silvo คือ Isopropanol หรือ $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ ซึ่งเป็นพันธะโควาเลนต์ ความเข้มข้นเฉลี่ย Silvo ประมาณ 15% - 40% Silvo ถูกพบว่ามีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ผลระยะสั้นจากการได้รับสารเฉียบพลัน คือ เกิดการระคายเคืองต่อดวงตาผิวหนังและทางเดินหายใจปวดศีรษะและเวียนศีรษะ หากได้รับซ้ำหลายครั้งจะกลายเป็นสารก่อมะเร็ง⁽¹⁾ และขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการผลิตที่จำเป็นคือการขัดชิ้นงานนี้เอง งานขัดเหล่านี้นอกจากเกี่ยวข้องกับสารอันตรายเหล่านี้แล้ว กลไกของกระบวนการขัดเองก่อให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กฟุ้งกระจาย ทำให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับสัมผัสและมีผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรงได้อีกด้วย ซึ่งอาการมีตั้งแต่ระดับระคายเคือง แสบจุกจนกระทั่งส่งผลต่อปอดและระบบทางเดินหายใจส่วนปลายได้ บางส่วนของฝุ่นละอองที่ละลายได้ จะถูกดูดซึมและผ่านเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิต ส่งผลต่อระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิตตามมามากอีกด้วย⁽²⁾

การกำหนดมาตรการป้องกันการได้รับสัมผัสสภาพแวดล้อมการทำงานที่เป็นอันตรายต่อร่างกายของผู้ปฏิบัติงานเป็นสาระสำคัญของกฎหมายคุ้มครองแรงงาน⁽³⁾ เช่น การกำหนดให้มีการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมในทุกปี ซึ่งเป็นหน้าที่ของสถานประกอบการ⁽⁴⁾ อย่างไรก็ตามการควบคุมไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับสัมผัสฝุ่นละอองเป็นเรื่องยาก เพราะเครื่องมืองานขัดที่สามารถป้องกันการฟุ้งกระจายของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กได้นั้นมักจะมีราคาแพง ซึ่งบางสถานประกอบการจะใช้วิธีการโอนย้ายงานประเภทนี้ไปเป็นงานที่รับทำตามบ้าน โดยกลายเป็นภาระของผู้ปฏิบัติงานที่จะต้องใช้อุปกรณ์ขัดตามมีตามเกิด โดยไม่มีระบบป้องกันการรับสัมผัสฝุ่นละอองโดยเฉพาะฝุ่นขนาดเล็กที่เข้าสู่ถุงลมปอดได้ (Respirable dust) และไม่มีความปลอดภัยในการทำงาน อันเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพตามมาได้ โดยเฉพาะโรคระบบทางเดินหายใจ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบระบบระบายอากาศเฉพาะสำหรับงานขัดเงาเครื่องเงิน
2. เพื่อลดการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กให้กับคนงานที่ทำงานขัดเงาเครื่องเงิน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานขัดเงาเครื่องเงิน แล้วกำหนดระดับความสูงโต๊ะเครื่องขัดเงินให้เหมาะสมกับลักษณะการทำงานตามหลักกายศาสตร์⁽⁵⁾ ซึ่งสถานงานใหม่ที่เหมาะสม คือ มีขนาดความสูง 75 เซนติเมตร กว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 85 เซนติเมตร ส่วนลู่วิ่งที่ใช้ในการขัดเงา กำหนดให้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร และเส้นผ่าศูนย์กลางท่อดูด เลือกใช้ขนาด 14 เซนติเมตร โครงสร้างตามรูปที่ 2 และ รูปที่ 3
2. ออกแบบระบบระบายอากาศเฉพาะที่ใช้ดูดอากาศครอบคลุมพื้นที่งานขัด พิจารณาลักษณะงาน โดยเลือกใช้ชุดดูดอากาศชนิดตั้งบนโต๊ะหรือพื้น และเลือก Capture velocity ที่เหมาะสมกับงานเจียร งานขัด ตามข้อเสนอแนะของ วันทนี พันธ์ประสิทธิ์⁽⁶⁾ ที่ความเร็ว 2.5-10 เมตร/วินาที แต่ด้วยงานขัดเครื่องเงินอนุภาคฝุ่นที่เกิดขึ้นเป็นฝุ่นขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ถุงลมปอดหรือระบบทางเดินหายใจส่วนปลายได้ (Respirable dust) ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ไปกับอากาศได้ง่ายหรือง่ายต่อการดูด จึงกำหนดให้ความเร็วลมดูดจับฝุ่นหน้าชุดดูดอากาศอยู่ที่ 2.5 เมตร/วินาที ตัวชุดต่อกับท่อดูดอากาศชนิดพีวีซี ซึ่งความเร็วลมต่ำสุดในท่อที่ใช้ในการออกแบบกำหนดจากผลการจำลองการไหลของอากาศโดยใช้น้ำแทนอากาศ กำหนดโดยใช้พัดลมดูดอากาศได้ขนาดกำลังของมอเตอร์ 0.75 กิโลวัตต์ ซึ่งสามารถทำให้ความเร็วลมในท่อดึงได้ 23 เมตร/วินาที ดังรูปที่ 3 แล้วทำการทดสอบวัดความเร็วลมหน้าชุดยืนยันสมรรถนะในการดูดฝุ่นหน้างานขัด ระบายออกไปกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังรูปที่ 4
3. ทดสอบวัดปริมาณฝุ่นละอองที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับสัมผัสฝุ่นละออง⁽⁷⁾ โดยเลือกใช้วิธีการวัดอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ถุงลมปอดหรือระบบทางเดินหายใจส่วนปลายได้ (Respirable dust) ด้วยวิธีมาตรฐาน⁽⁸⁾ NIOSH Method 0600 ซึ่งแสดงดังรูปที่ 5 โดยทดสอบทำซ้ำ 3 ครั้งแล้วนำผลมาประเมินค่าเฉลี่ย และผลที่ได้นำมาเปรียบเทียบกับค่าการสัมผัสฝุ่นละอองที่ใช้การขัดเครื่องประดับเงินด้วยเครื่องขัดแบบดั้งเดิม

ผลการวิจัย

จากการเปรียบเทียบความถูกต้องอัตราการไหลของปั๊มดูดอากาศที่แท้จริง (Q_{cal}) สำหรับใช้เก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ถุงลมปอดได้ (Respirable dust) ด้วยวิธีมาตรฐาน⁽⁸⁾ NIOSH Method 0600 มีค่าเท่ากับ 2.497 ลิตร/นาที ในขณะที่สภาวะแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการที่ทำการเปรียบเทียบ (Ambient Conditions) มีอุณหภูมิอากาศ (Air temperature) เท่ากับ 25.5 องศาเซลเซียส ความดันบรรยากาศ (P_{cal}) เท่ากับ 762.5 มิลลิเมตรปรอท เก็บตัวอย่างอากาศที่ตัวบุคคล โดยทำการคัดกรองวัดเอาเฉพาะอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยใช้ Aluminum cyclone ขณะที่พนักงานปฏิบัติงานจริงในบริเวณเครื่องขัดเงินแบบดั้งเดิม ตั้งแต่เวลา 13.00 น.- 17.00 น. รวมเวลาทั้งสิ้น (t_{sam}) 240 นาที โดยอุณหภูมิขณะเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นเท่ากับ 30.5 องศาเซลเซียส และความดันบรรยากาศ (Pressure) อยู่ที่ 763 มิลลิเมตรปรอท จากนั้นทำการคำนวณหาปริมาตรอากาศที่เก็บตัวอย่างขณะเก็บตัวอย่าง (V_{sam}) ตามสมการที่ (1) และปริมาตรอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (V_{STP}) ตามสมการที่ 2

โดยที่สภาพแวดล้อมบริเวณเครื่องขัดเงินแบบดั้งเดิม เป็นดังนี้

$$Q_{cal} = 2.498 \text{ L/min}, t_{sam} = 240 \text{ min}, P_{cal} = 762.5 \text{ mmHg}, P_{sam} = 763 \text{ mmHg}, P_{STP} = 760 \text{ mmHg},$$

$$T_{cal} = 298.5 \text{ K}, T_{sam} = 303.5 \text{ K}, T_{STP} = 298 \text{ K}$$

และสภาพแวดล้อมบริเวณเครื่องขัดเงินที่ออกแบบใหม่ เป็นดังนี้

$$Q_{cal} = 2.498 \text{ L/min}, t_{sam} = 240 \text{ min}, P_{cal} = 762.25 \text{ mmHg}, P_{sam} = 763.5 \text{ mmHg}, P_{STP} = 760 \text{ mmHg}, \\ T_{cal} = 299 \text{ K}, T_{sam} = 303 \text{ K}, T_{STP} = 298 \text{ K}$$

แทนค่าลงในสมการที่ (1)

$$V_{sam} = (Q_{cal} \times t_{sam}) \left[\left(\frac{P_{cal}}{P_{sam}} \right) \left(\frac{T_{sam}}{T_{cal}} \right) \right] \quad L \quad (1)$$

แทนค่าลงในสมการที่ (2)

$$V_{STP} = V_{sam} \left[\left(\frac{P_{sam}}{P_{STP}} \right) \left(\frac{T_{STP}}{T_{sam}} \right) \right] \quad L \quad (2)$$

จากนั้นนำผลที่ได้จากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 มาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ถุงลมปอดได้ (Respirable dust) ที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับสัมผัสขณะทำงาน โดยใช้สมการที่ 3

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V_{STP}} \times 10^3 \quad (\text{mg/m}^3) \quad (3)$$

โดยที่

C	=	ความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นรวมทุกขนาด, mg/m ³
V _{STP}	=	ปริมาตรอากาศที่เก็บตัวอย่าง, L (@ STP Condition)
W ₁	=	น้ำหนักกระดาษกรองก่อนการเก็บตัวอย่างอากาศ, mg
W ₂	=	น้ำหนักกระดาษกรองหลังการเก็บตัวอย่างอากาศ, mg
B ₁	=	น้ำหนักแบล็ค (Blank) ก่อนการเก็บตัวอย่างอากาศ, mg
B ₂	=	น้ำหนักแบล็ค (Blank) หลังการเก็บตัวอย่างอากาศ, mg

ซึ่งทำการทดสอบทั้งสถานงานแบบดั้งเดิมและสถานงานเครื่องเงินที่ออกแบบมาใหม่ จำนวนอย่างละ 3 ชั่วโมงแล้วนำผลมาประเมินหาค่าเฉลี่ยดังแสดงผลในตารางที่ 3 จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบ

ผลการศึกษาพบว่า ระดับการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เข้าสู่ถุงลมปอดหรือระบบทางเดินหายใจส่วนปลายได้ (Respirable dust) ที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับสัมผัสในสถานงานเครื่องเงินที่ออกแบบมาใหม่นี้ สามารถช่วยลดปริมาณการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองดังกล่าวลงจากเดิมที่ไม่มีการใช้ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ได้มากเฉลี่ยประมาณ 23 เท่า

ในแง่ของการตรวจวัดเชิงคุณภาพ จากเดิมผู้ปฏิบัติงานได้ทำงานกับเครื่องขัดเงินแบบดั้งเดิมจะต้องสวมใส่หน้ากากอนามัยเพื่อป้องกันการได้รับสัมผัสฝุ่น หรือแม้กระทั่งเลิกงานแล้ว ฝุ่นก็จะติดเสื้อผ้าและฟุ้งกระจายออกมาใกล้ ๆ บริเวณที่ทำงานอยู่เป็นจำนวนมาก และมีอาการคันจมูกหลังการปฏิบัติงานอยู่เนือง ๆ จึงต้องมีการซั้วและล้างจมูกทุกครั้งหลังเลิกงาน เมื่อผู้ปฏิบัติงานทำงานกับเครื่องขัดเงินที่ออกแบบใหม่อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 3 วัน เพื่อทดสอบแล้วทำการสัมภาษณ์เปรียบเทียบผลการทำงานพบว่า ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้สึกปลอดภัยต่อสุขภาพทางเดินหายใจขณะทำงาน ไม่รู้สึกคันจมูก สามารถยกเครื่องมาทำงานขัดเครื่องเงินที่บ้านโดยไม่มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองจากการทำงาน ซึ่งเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ปฏิบัติงานอีกทางเลือกหนึ่ง และเมื่อเลิกทำงานแล้วฝุ่นก็ไม่ติดเสื้อผ้าและไม่ต้องซั้วมาเพื่อล้างจมูกอีกด้วย

สรุปและอภิปรายผล

ผลการทดสอบจากการใช้งานจริงกับลักษณะงานขัดเงาเครื่องเงินในวิสาหกิจชุมชน พบว่า ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ ที่ออกแบบมาใหม่สำหรับการทำงานขัดเงาเครื่องเงิน สามารถลดปริมาณการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เข้าสู่ถุงลมปอดได้ (Respirable dust) ที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับสัมผัส จากเดิมเฉลี่ยที่ 5.317 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ให้เหลือเฉลี่ยเพียง 0.233 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งผลที่ได้แสดงถึงความสามารถในการจัดการกับปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ฟุ้งกระจายจากงานขัดเครื่องประดับเงินได้จริง และเมื่อเปรียบเทียบผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เข้าสู่ถุงลมปอดได้ กับค่าเสนอแนะโดยหน่วยงาน American Conference of Governmental Industrial Hygienists⁽⁹⁾ (ACGIH) กำหนด ซึ่งพบว่าปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นดังกล่าวมีค่าไม่เกินมาตรฐานกำหนดไว้ที่ 3 mg/m³ ซึ่งส่งผลดีต่อระบบทางเดินหายใจของผู้ปฏิบัติงานโดยตรง อีกทั้งในการออกแบบผู้วิจัยได้คำนึงถึงขนาดสัดส่วนร่างกายคนไทย เพื่อช่วยลดความเมื่อยล้าและเพิ่มความสะดวกสบายต่อการทำงานให้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

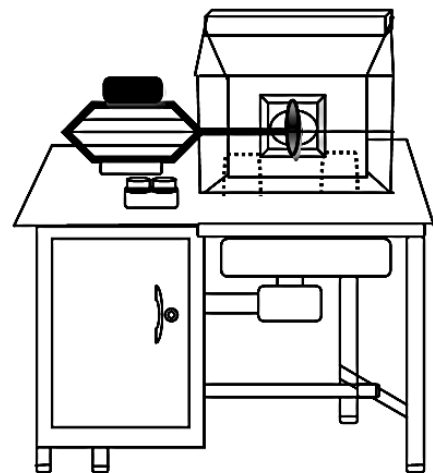
การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ ทั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่างในภาคอุตสาหกรรมวิสาหกิจชุมชน ประเพณีงานช่างเครื่องเงินอย่างยิ่งที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

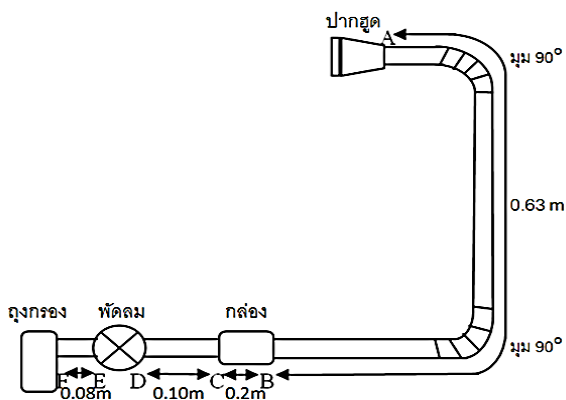
- (1) EPA. An Exposure and Risk Assessment for Silver. Report documentation page EPA-440/4-81-017. [Internet]. Washington DC, 1981. Available at <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/91011COG.PDF?Dockey=91011COG.PDF>. Accessed July 1, 2021
- (2) Quail, M. Thomas. SPECIAL REPORT: Overview of Silica-Related Clusters in the United States: Will Fracking Operations Become the Next Cluster? J of Envi Health. 2017; 79: 20–27.
- (3) กระทรวงแรงงาน. พระราชบัญญัติความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. ๒๕๕๔
- (4) ราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๑๓๐ ตอนที่ ๑๑๓ ก ๒๙ พฤศจิกายน ๒๕๕๖ กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย พ.ศ. ๒๕๕๖.
- (5) สลิธร เทพระการพร. การยศาสตร์อาชีวอนามัย. กรุงเทพฯ. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2553.
- (6) วันทนี พันธ์ประสิทธิ์. การระบายอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ธรรมสาร. 2552.
- (7) พรนิภา บริบูรณ์สุขศรี. คู่มือปฏิบัติการสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย 2. สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์. 2561.
- (8) NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM). 4th Edition (1998)., METHOD 0600, Issue 3. DHHS (NIOSH) Publication. 15 January 1998.
- (9) American Conference of Governmental Industrial Hygienist. (ACGIH). (1998). Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice. (Metric version) 23rd ed. Cincinnati.



รูปที่ 1 งานช่างเครื่องประดับเงินในชุมชน



รูปที่ 2 โครงสร้างโต๊ะทำงานช่างเครื่องเงิน



รูปที่ 3 โครงสร้างระบบระบายอากาศเฉพาะที่ ที่ติดตั้งกับเครื่องช่างเครื่องเงิน



รูปที่ 4 การทดสอบวัดความเร็วลมบริเวณหน้าชุดดูดอากาศ



รูปที่ 5 การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เข้าสู่ถุงลมปอดได้ (Respirable dust) ขณะปฏิบัติงานบนสถานีงานเครื่องขัดเงินที่ออกแบบใหม่

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เข้าสู่ถุงลมปอดได้ บริเวณเครื่องขัดเงินแบบดั้งเดิม

ครั้งที่	น้ำหนักกระตาศกรอง (mg)		น้ำหนัก Blank 1 (mg)		น้ำหนัก Blank 2 (mg)	
	ก่อนเก็บ (w_1)	หลังเก็บ (w_2)	ก่อนเก็บ(B_1)	หลังเก็บ (B_2)	ก่อนเก็บ(B_1)	หลังเก็บ (B_2)
1	14.30	17.49	14.30	14.32	14.50	14.52
2	14.29	17.50	14.31	14.32	14.52	14.54
3	14.28	17.51	14.29	14.31	14.51	14.53
ค่าเฉลี่ย	14.29	17.50	14.30	14.32	14.51	14.53

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เข้าสู่ถุงลมปอดได้ บริเวณเครื่องขัดเงินที่ออกแบบใหม่

ครั้งที่	น้ำหนักกระตาศกรอง (mg)		น้ำหนัก Blank 1 (mg)		น้ำหนัก Blank 2 (mg)	
	ก่อนเก็บ (w_1)	หลังเก็บ (w_2)	ก่อนเก็บ(B_1)	หลังเก็บ (B_2)	ก่อนเก็บ(B_1)	หลังเก็บ (B_2)
1	14.11	14.25	14.20	14.21	14.23	14.24
2	14.12	14.26	14.20	14.22	14.22	14.23
3	14.10	14.27	14.19	14.20	14.21	14.22
ค่าเฉลี่ย	14.11	14.26	14.20	14.21	14.22	14.23

ตารางที่ 3 ผลเปรียบเทียบการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เข้าสู่ถุงลมปอดได้ ที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับสัมผัส

ครั้งที่	ระดับการรับสัมผัสฝุ่นจากเครื่องขัดเงินแบบดั้งเดิม (mg/m^3)	ระดับการรับสัมผัสฝุ่นจากเครื่องขัดเงินที่ออกแบบใหม่ (mg/m^3)
1	5.314	0.233
2	5.318	0.232
3	5.320	0.234
เฉลี่ย	5.317	0.233