

การปรับปรุงระบบระบายอากาศเฉพาะที่เพื่อลดการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กสำหรับงานขัดเงาเครื่องเงิน



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

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรนิภา บริบูรณ์สุขศรี* และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ญัฐ จันท์ครบ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ กรุงเทพฯ 10160; phonniphab@sau.ac.th*

บทคัดย่อ

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

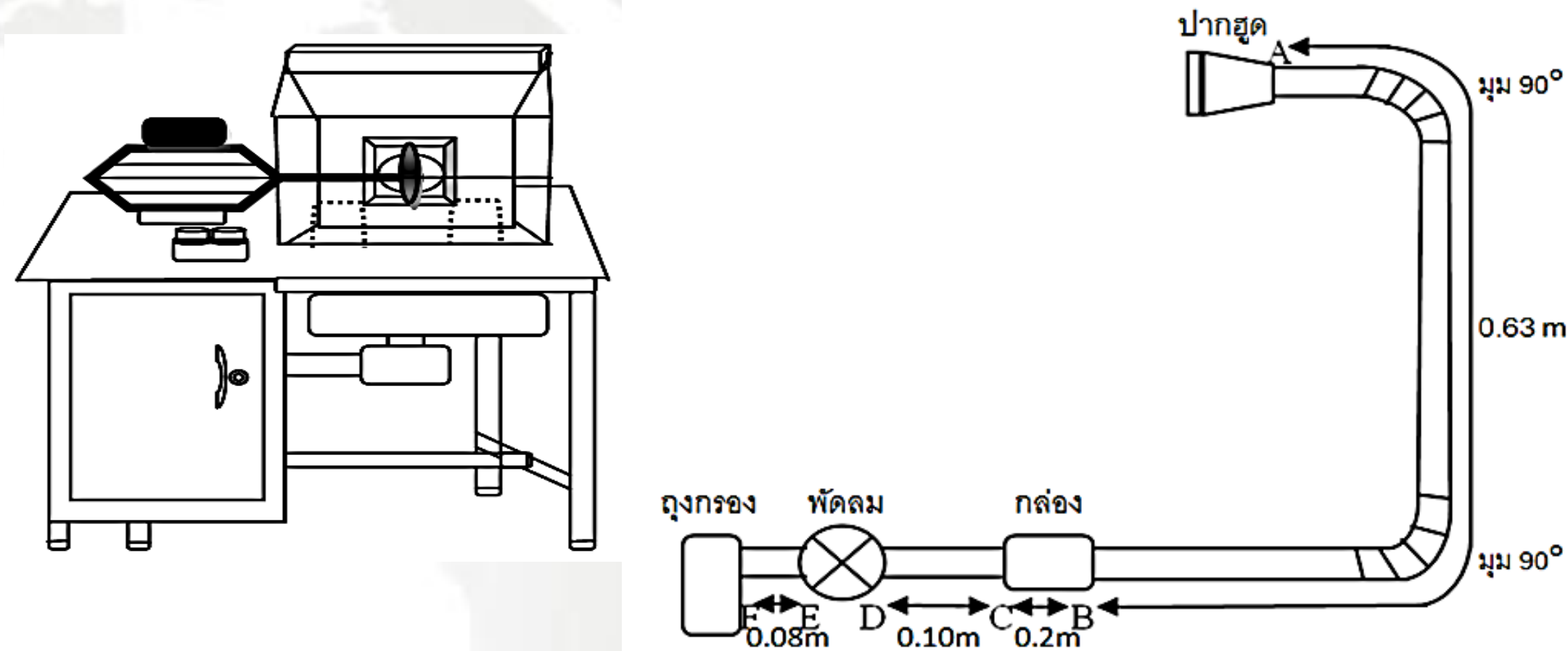
บทนำ

ประเทศไทยมีชื่อเสียงในการผลิตเครื่องประดับของโลก และเงินมักนิยมนำมาใช้เป็นตัวเรือนของเครื่องประดับ กระบวนการผลิตมีหลายขั้นตอน โดยเฉพาะกระบวนการทำให้เกิดเงาต้องใช้ตั้งแต่การขัดทำความสะอาดด้วยสารละลายที่เป็นมิตรกับธรรมชาติเช่น 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 ถูกระบุว่ามีความกระทบรุนแรงต่อสุขภาพของมนุษย์ ผลระยะสั้นที่ได้รับสารเฉียบพลันคือ เกิดการระคายเคืองต่อดวงตาผิวหนังและทางเดินหายใจปวดศีรษะและเวียนศีรษะ หากได้รับซ้ำหลายครั้งจะกลายเป็นสารก่อมะเร็ง⁽¹⁾ งานขัดนี้นอกจากเกี่ยวข้องกับสารเคมีอันตรายแล้ว กระบวนการขัดยังก่อให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กฟุ้งกระจาย ทำให้มีความเสี่ยงเกิดผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรง โดยมีอาการตั้งแต่ระดับระคายเคือง แสบจมูก และส่งผลต่อปอดและระบบทางเดินหายใจส่วนปลาย ฝุ่นละอองที่ละลายได้บางส่วนจะถูกดูดซึมและผ่านเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิต ส่งผลต่อระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต⁽²⁾ มาตรการป้องกันการได้รับสัมผัสเป็นสาระสำคัญของกฎหมายคุ้มครองแรงงาน⁽³⁾ เช่น การกำหนดให้มีการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมในทุกปี ซึ่งเป็นหน้าที่ของสถานประกอบการ⁽⁴⁾ อย่างไรก็ตามการควบคุมไม่ให้ได้สัมผัสฝุ่นละอองเป็นเรื่องยาก เพราะเครื่องมืองานขัดที่สามารถป้องกันการฟุ้งกระจายของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กได้นั้นมักจะมีราคาแพง และบางสถานประกอบการใช้วิธีการโอนย้ายงานประเภทนี้ไปเป็นงานรับทำตามบ้าน โดยให้เป็นภาระของผู้ปฏิบัติงานที่จะต้องใช้อุปกรณ์ขัดตามมีตามเกิด โดยไม่มีระบบป้องกันการรับสัมผัสฝุ่นละอองโดยเฉพาะฝุ่นขนาดเล็กที่เข้าสู่ถุงลมปอดได้ และไม่มีความปลอดภัยในการทำงาน อันเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพตามมาได้ โดยเฉพาะโรคระบบทางเดินหายใจ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบระบบระบายอากาศเฉพาะที่สำหรับงานขัดเงาเครื่องเงิน
2. เพื่อลดการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กให้กับคนงานที่ทำงานขัดเงาเครื่องเงิน

หลักการทำงาน



รูปที่ 1 โครงสร้างโต๊ะทำงานขัดเครื่องเงินและโครงสร้างระบบระบายอากาศเฉพาะที่

เลือกใช้ชุดดูดอากาศชนิดตั้งบนโต๊ะ และเลือก Capture velocity ที่เหมาะสมกับงานเจียร งานขัด⁽⁵⁾ ที่ความเร็ว 2.5-10 m/s อนุภาคฝุ่นมีขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ถุงลมปอดหรือระบบทางเดินหายใจส่วนปลายได้ จึงกำหนดให้ความเร็วลมดูดจับฝุ่นหน้าสุดที่ 2.5 m/s ตัวชุดต่อกับท่อดูดอากาศชนิดพีวีซี ซึ่งความเร็วลมต่ำสุดในท่อไว้ที่ความเร็ว 20-23 m/s เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 14 cm. ยาว 63 cm. คำนวณแรงที่ต้องใช้ดูดอากาศออกโดยใช้พัดลมดูดอากาศค่ากำลังมอเตอร์ 0.75 kW สามารถทำความเร็วลมในท่อได้ 23 m/s ดังรูปที่ 1 แล้วทำการทดสอบวัดความเร็วลมหน้าสุดยืนยันสมรรถนะในการดูดฝุ่นหน้างานขัดระบายออกไปกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการทดสอบ

ผลทดสอบสถานการณ์งานแบบดั้งเดิมและสถานการณ์งานเครื่องเงินที่ออกแบบมาใหม่ จำนวนอย่างละ 3 ซ้ำ ด้วย NIOSH Method 0600 พบว่า ระดับการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เข้าสู่ถุงลมปอดหรือระบบทางเดินหายใจส่วนปลายได้ (Respirable dust) ที่ผู้ปฏิบัติงานมีโอกาสได้รับสัมผัส ดังรูปที่ 2 ระบบใหม่นี้สามารถช่วยลดการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองลงจากเดิมที่ไม่มีการใช้ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ได้มากถึงเฉลี่ยถึง 23 เท่า



รูปที่ 2 การตรวจวัดปริมาณฝุ่นขนาดเล็กขณะปฏิบัติงานบนสถานการณ์งานขัดเงาเครื่องเงินที่ออกแบบใหม่สรุปผลและการนำไปใช้ประโยชน์

การใช้งานจริงกับงานขัดเงาเครื่องเงินในวิสาหกิจชุมชน ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ ที่ออกแบบมาใหม่นี้สามารถลดการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เข้าสู่ถุงลมปอดได้ (Respirable dust) ที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับสัมผัส จากเดิมเฉลี่ยที่ 5.317 mg/m^3 เหลือเฉลี่ยเพียง 0.233 mg/m^3 แสดงถึงความสามารถในการจัดการกับปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ฟุ้งกระจายจากงานขัดเครื่องประดับเงินได้จริง และเมื่อเปรียบเทียบกับ ACGIH ที่กำหนด 3 mg/m^3 ซึ่งส่งผลดีต่อระบบทางเดินหายใจของผู้ปฏิบัติงานโดยตรง อีกทั้งในการออกแบบผู้วิจัยได้คำนึงถึงขนาดสัดส่วนร่างกายคนไทย⁽⁶⁾ เพื่อช่วยลดความเมื่อยล้าและเพิ่มความสะดวกสบายต่อการทำงานให้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

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/9101LCQG.PDF?Dockey=9101LCQG.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) วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์. การระบายอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ธรรมสาร. 2552.
- (6) สลิธร เทพตระการพร. การยศาสตร์อาชีวอนามัย. กรุงเทพฯ. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2553.