

การประเมินความเสี่ยงอันตรายของฟุ้งโลหะในกระบวนการเชื่อม
ที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานของคนงาน
RISK ASSESSMENT OF WORKER EXPOSURE TO METAL FUME PRODUCED
IN WELDING PROCESS

ภัครดา แสนสุขสม¹

จงบกล สักข์อ่วม²

บทคัดย่อ

การเชื่อมโลหะเป็นกระบวนการหลักที่สำคัญในโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภท แต่ในขณะเดียวกันนั้นก็เป็นแหล่งที่มาของการปล่อยไอฟุ้งพิษของโลหะหนัก เช่น โครเมียม ตะกั่ว นิกเกิล แคดเมียม และเบริลเลียม งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสโลหะหนักของคนงานจำนวน 7 คน โดยทำการประเมินจากสภาพแวดล้อม และพฤติกรรมของการปฏิบัติงานของคนงาน การวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักจากองค์ประกอบของฟุ้งโลหะในงานเชื่อมวิเคราะห์โดยเทคนิค Inductively coupled plasma (ICP) ตามมาตรฐาน NIOSH Method 7301 พบว่าฟุ้งไม่มีส่วนประกอบของโลหะหนักประเภท เบริลเลียม แคดเมียม ตะกั่ว แต่ตรวจพบโครเมียม และนิกเกิล ความเข้มข้น 3.125 และ 2.75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าค่ามาตรฐานของ OSHA ที่กำหนดไว้ แต่ปริมาณโลหะที่ได้รับก็ยังคงสูงกว่าที่ประชากรทั่วไปได้รับ และจากการประเมินพฤติกรรมของคนงานที่พึงปฏิบัติเพื่อเป็นการเลี่ยงต่อการรับ

สัมผัสโลหะในขณะปฏิบัติงาน พบว่าคนงานส่วนมากไม่เคยปฏิบัติหรือไม่ได้ปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นหากคนงานได้รับปริมาณโลหะเป็นระยะเวลานานสามารถส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อสุขภาพในระยะยาว งานวิจัยนี้เป็นการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ เพื่อที่จะนำไปเป็นมาตรการบริหารความเสี่ยงสำหรับคนงานเชื่อม

คำสำคัญ: ฟุ้งในงานเชื่อม โลหะหนัก การประเมินความเสี่ยง

Abstract

Welding is the principle process in many industries. Toxic fumes and gaseous are formed during welding process, such as chromium (Cr), lead (Pb), nickel (Ni), cadmium (Cd) and beryllium (Be). The objective of this research evaluated the risk of the workers in 7 people exposed to heavy metals and workers behavior in the workplace. The concentrations of total dust,

¹สาขาวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ

²สาขาวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ

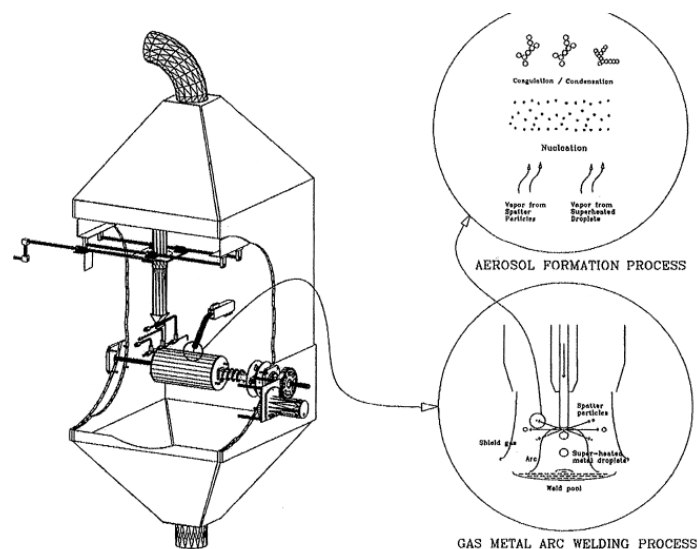
Cr, Pb, Ni, Cd and Be were measured by Inductively coupled plasma by NIOSH Method 7301. Cr and Ni mean concentrations (respectively 3.125 and 2.75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) were below OSHA standard value, but the amount of metal were still higher than observed in general population. This research evaluated the behavior of workers to avoid exposure to metal during work and found that most workers did not practice regularly or did not practice at all. Therefore, workers received a long-term amount of metal that produced by welding fumes, It could also result in long-term health effects. Our results can be used as a guideline for introducing risk management measures for workers in the welding process.

Keywords: welding fume, heavy metal, risk assessment

บทนำ

การเชื่อมโลหะเป็นกระบวนการหลักที่สำคัญในโรงงานอุตสาหกรรม กระบวนการเชื่อมแก๊ส (Gas metal arc welding, GMAW) แสดงดังรูปที่ 1 เป็นที่ได้รับความนิยมอย่างมากในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นกระบวนการเชื่อมแบบหลอมละลายที่อาศัยพลังงานความร้อนจากการอาร์คด้วยไฟฟ้าระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน โดยมีแก๊สเฉื่อย (Metal inert gas, MIG) หรือแก๊สปฏิกิริยา (Metal active gas, MAG) ปกคลุมการอาร์คเพื่อป้องกันไม่ให้ก๊าซออกซิเจน และก๊าซไนโตรเจนในอากาศเข้ารวมตัวกับโลหะที่อยู่ระหว่างการหลอมละลาย (Robert, 1996; Renaud et al., 2104)

ในปัจจุบันมีการสำรวจพบว่าทั่วโลกได้มีการเชื่อมโลหะเป็นปริมาณ 1 ล้านตันต่อปี ซึ่งโดยเฉลี่ย

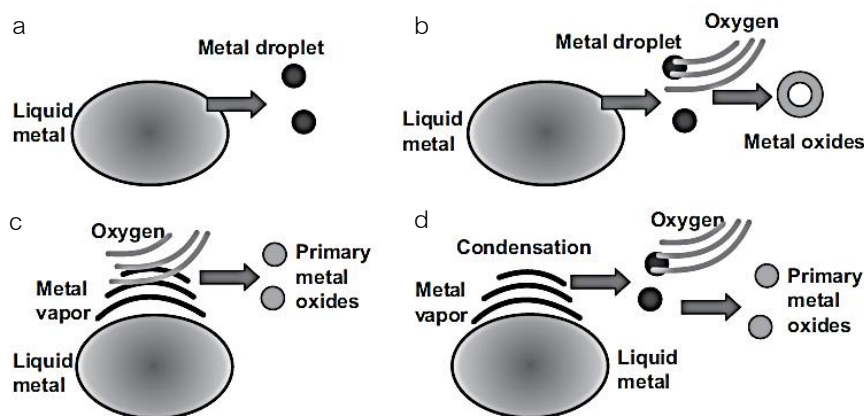


รูปที่ 1 กระบวนการเชื่อมแก๊ส (Gas metal arc welding, GMAW)

ที่มา: Anthony and Pratim, 2001

แล้วไอพุ่มที่เกิดจากการเชื่อมโลหะจะมีปริมาณร้อยละ 0.5 ของการเชื่อมโลหะในแต่ละครั้ง ดังนั้นจึงคำนวณได้ว่าการปล่อยไอพุ่มโลหะเป็นปริมาณ 5,000 ตันต่อปี พุ่มจะมี ส่วนประกอบของก๊าซประเภทต่างๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) โอโซน (O_3) และอนุภาคขนาดเล็กจำพวกออกไซด์ของโลหะหนัก เช่น อะลูมิเนียม (Al) เบริลเลียม (Be) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) คอปเปอร์ (Cu) ฟลูออไรด์ (F) ไอรอน (Fe) ตะกั่ว (Pb) แมงกานีส (Mn) โมลิบดีนัม (Mo) นิกเกิล (Ni) วาเนเดียม (V) ซิงค์ (Zn) โคบอลต์ (Co) และไทเทเนียม (Ti) พุ่มที่เกิดจากการเชื่อมจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไป โดยอนุภาคที่เกิดขึ้นจากการควบแน่นจะมีลักษณะเป็นทรงกลมขนาดเล็กกว่า 20 นาโนเมตร ขนาดของอนุภาคแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ อนุภาคขนาดละเอียดพิเศษ (ultrafine particle; $0.01 < d < 0.1$ ไมโครเมตร) อนุภาคขนาดละเอียด (fine

particle; $0.1 < d < 2.5$ ไมโครเมตร) และอนุภาคขนาดหยาบ (coarse particle; $d > 2.5$ ไมโครเมตร) มีงานวิจัยพบว่าการกระจายตัวของอนุภาคในพุ่มนั้นจะมีขนาดแตกต่างกันแต่โดยส่วนมากแล้วจะเป็นอนุภาคขนาดละเอียดพิเศษซึ่งเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าอนุภาคนาโนจะมีปริมาณคิดเป็นร้อยละ 45.5 ถึง ร้อยละ 99.4 (Kirichenko et al., 2017) การเกิดอนุภาคพุ่มเกิดจากกลไกหลายกลไก แสดงดังรูปที่ 2 ซึ่งอนุภาคเหล่านี้ถือเป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์เนื่องจากมีขนาดเล็กมากสามารถเล็ดลอดผ่านระบบป้องกันอันตรายของระบบทางเดินหายใจจนลงไปถึงปอด อาจเป็นสาเหตุของการเจ็บป่วยแบบเฉียบพลัน เช่น การติดเชื้อ การเป็นไข้ แน่นหน้าอก คลื่นไส้ อาเจียน นอกจากนี้ยังอาจเป็นสาเหตุในการเจ็บป่วยในระยะยาว เช่น เกิดความผิดปกติของปอด ระบบประสาท ก่อให้เกิดมะเร็ง และโรคพาร์กินสัน (parkinsonism) (Antonini and JM., 2003), (Olivera, Radica, Meri, Uros, & Biljana, 2014; Antonini et al., 2007)



รูปที่ 2 กลไกการเกิดควันเชื่อม (a) การขับไล่หยดโลหะผสม (b) การขับไล่และการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันหยดโลหะผสม (c) การระเหยและการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของโลหะผสม (d) การระเหย การควบแน่นและการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของโลหะผสม

ที่มา: Olivera, Radica, Meri, Uros, & Biljana, 2014

โครเมียม เมื่อเกิดการเชื่อมบนผิววัสดุที่มีโครเมียม โครเมียมบางส่วนจะระเหยออกมารอบๆ บริเวณที่เกิดการเชื่อม ไอของโลหะออกไซด์จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปควัน โครเมียมมีหลายรูปแบบ เช่น ไตรวาเลนซ์ (Cr III) และ เฮกซะวาเลนซ์ (Cr VI) โครเมียมไตรวาเลนซ์เกิดขึ้นในธรรมชาติและเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายมนุษย์เพื่อส่งเสริมการทำงานของอินซูลินในร่างกายเนื้อเยื่อโครเมียมที่เป็นโลหะบริสุทธิ์ไม่ส่งผลกระทบต่อความเป็นพิษของมนุษย์หรือสิ่งแวดล้อม การเป็นพิษแบบเฉียบพลันหรือเรื้อรังจะเกิดจากสารประกอบของโครเมียมเฮกซะวาเลนซ์ซึ่งมักพบได้จากฝุ่นในงานเชื่อม เมื่อโครเมียมเฮกซะวาเลนซ์ เข้าสู่เซลล์จะทำการเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของโครเมียมไตรวาเลนซ์ หลังจากนั้นไตรวาเลนซ์จะจับกับโปรตีน และกรดนิวคลีอิก โดยปกติโครเมียมนี้จะไม่สะสมในเนื้อเยื่อนอกจากรูปที่ไม่ละลายน้ำและได้รับจากทางการหายใจจะสามารถสะสมอยู่ในปอดได้ส่งผลให้เกิดเป็นมะเร็งปอด

นิเกิล โลหะนิเกิลและสารประกอบนิเกิลที่ละลายได้จากฝุ่นหรือฟุ้งโลหะ หากได้รับที่มีความเข้มข้นสูงทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบหายใจ และยังเป็นสาเหตุให้เกิดโรคผิวหนังอักเสบ อาจก่อให้เกิดโรคมะเร็งปอด มะเร็งโพรงจมูกและไซนัส

ตะกั่ว มีผลต่อหลายระบบของร่างกายโดยที่ตะกั่วจะเข้าไปรบกวนการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ ในร่างกาย ตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 2 ทาง คือ การหายใจและการกิน โดยส่วนใหญ่การได้รับตะกั่วทางการหายใจ มักพบได้ในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเกิดจากการหายใจเอาไอฝุ่นตะกั่วเข้าไปเนื่องจากไอฝุ่นตะกั่วมีโมเลกุลเล็กจึงดูดซึมผ่านปอดได้อย่างรวดเร็ว หากได้รับในปริมาณมากจะ

เข้าไปสะสมในกระดูกและกระแสเลือดส่งผลให้พัฒนาการเติบโตของสมองช้าในเด็ก

แคดเมียม มีงานวิจัยพบว่าการหายใจโลหะแคดเมียมเข้าไปในร่างกายจะก่อให้เกิดพิษ 60 เท่าของการกิน ไอระเหยของโลหะแคดเมียมก่อให้เกิดภาวะปอดอักเสบ (Delayed chemical pneumonitis) หากได้รับในระยะยาวในปริมาณสูงจะเป็นสารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งปอดได้

เบริลเลียม ถือเป็นโลหะที่เป็นพิษอย่างรุนแรงต่อร่างกายมนุษย์ส่งผลกระทบต่อปอด หากได้รับเบริลเลียมในปริมาณที่มีความเข้มข้นสูงส่งผลให้เกิดโรคเบริลเลียมชนิดรุนแรง (Acute beryllium disease หรือ ABD) เกิดอาการหายใจติดขัด ไอ เจ็บหน้า หวใจเต้นเร็ว ในกรณีที่ร้ายแรงที่สุดอาจส่งผลต่อชีวิตได้ สารประกอบเบริลเลียมยังได้ถูกจัดประเภทเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์โดยองค์การวิจัยมะเร็งระหว่างประเทศ (International Agency for Research on Cancer หรือ IARC) โดยมีงานวิจัยมาจากการอัตราการเป็นมะเร็งปอดที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มคนงานที่มีการผลิตเบริลเลียม (สมาคมพิษวิทยาแห่งประเทศไทย; Wittczak, Walusiak, & Palczynski, 2009)

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการเชื่อม ทั้งนี้เพื่อช่วยเสนอแนวทางการป้องกันการสัมผัสอนุภาคโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายเพื่อสุขภาพของคนงาน

วัตถุประสงค์

1. ทราบปริมาณความเข้มข้นของไอฝุ่นในงานเชื่อม

2. ทราบชนิดและปริมาณของโลหะหนักในฟุ้งโลหะ
3. ประเมินความเสี่ยงอันตรายจากโลหะหนักที่ส่งผลกระทบต่อคนงาน

ขอบเขตงานวิจัย

1. ศึกษาและเก็บตัวอย่างของฟุ้งโลหะในงานเชื่อมจากสภาพแวดล้อมบริเวณที่คนงานปฏิบัติงาน
2. ศึกษาและประเมินแบบสอบถามจากคนงานที่ปฏิบัติงานในงานเชื่อม

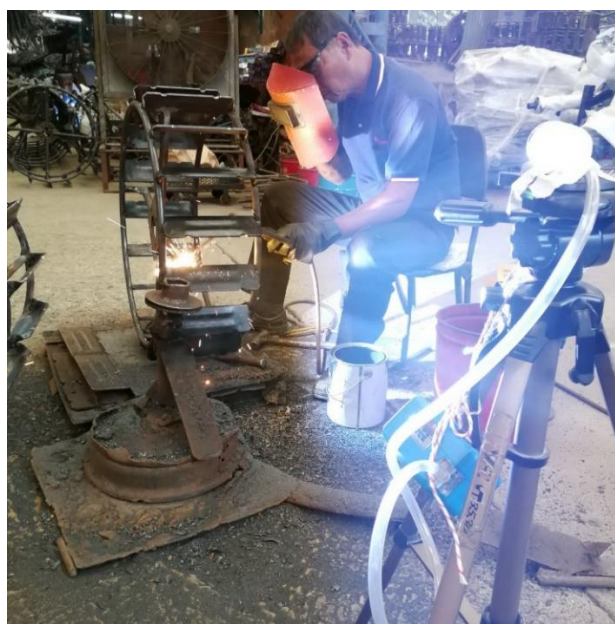
วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. สำรวจแหล่งของการเกิดฟุ้งโลหะในงานเชื่อมของโรงงานอุตสาหกรรม และรวบรวมข้อมูลสำรวจพื้นที่ของโรงงานอุตสาหกรรม ขั้นตอนการปฏิบัติงานของคนงาน ดังรูปที่ 3 และทำแบบสัมภาษณ์ประเมินความเสี่ยงที่มีผลต่อสุขภาพ โดยสอบถามข้อมูลเบื้องต้นทั่วไป และพฤติกรรมของการปฏิบัติงานของคนงาน เพื่อนำไปวิเคราะห์

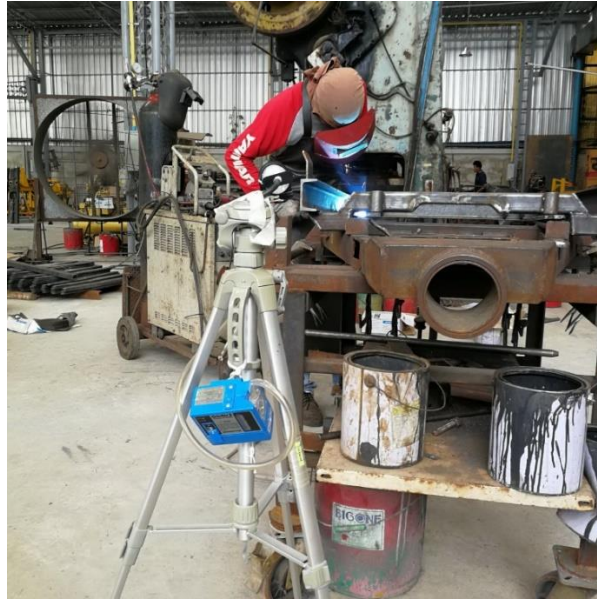
ความเสี่ยงต่อสุขภาพที่จะเกิดขึ้น

2. วิธีการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่าง

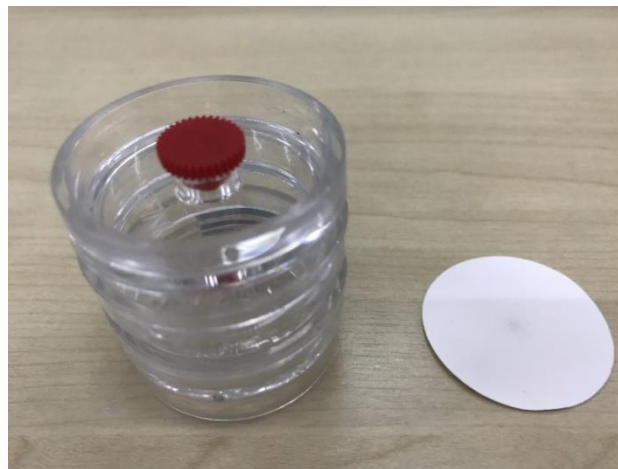
ทำการเก็บไอฟุ้งโลหะในงานเชื่อม (welding fume) เก็บตัวอย่างแบบตลอดช่วงระยะเวลาการทำงาน (single sample for full period) เก็บโดยใช้ปั๊มเก็บตัวอย่าง (Air sampling pump; GilAir Plus, SENSIDYNE) ดังรูปที่ 4 ด้วยกระดาศกรองประเภทโพไลไวนิลคลอไรด์ (ขนาด 5 ไมโครเมตร) โดยใช้อัตราการไหลของอากาศเท่ากับ 1 ลิตรต่อนาที เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นนำกระดาศกรองบรรจุลงในตลับใส่ตัวกรองขนาด 37 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 5 เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าประกอบ และปริมาณของโลหะหนักในฟุ้งด้วยเครื่อง Inductively coupled plasma (ICP) ตามมาตรฐาน NIOSH Method 7301 ในงานวิจัยชิ้นนี้จะวิเคราะห์องค์ประกอบของโลหะ 5 ชนิด คือ เบริลเลียม (Be) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ตะกั่ว (Pb) และนิกเกิล (Ni) โดยทำการทดลองจำนวน 3 ครั้งและนำมาหาค่าเฉลี่ย



รูปที่ 3 การปฏิบัติงานของคนงานและสภาพแวดล้อมบริเวณรอบๆกระบวนการเชื่อม



รูปที่ 4 ปืนเก็บอากาศบริเวณรอบๆที่เกิดจากกระบวนการเชื่อม



รูปที่ 5 ตลับใส่ตัวกรองขนาด 37 มิลลิเมตร และกระดาศกรองประเภทโพลีไวนิลคลอไรด์

3. วิเคราะห์ความเข้มข้นของควันเชื่อม

นำกระดาศกรองที่ได้จากการเก็บตัวอย่างของไอพุ่มที่ได้จากงานเชื่อมมาไล่ความชื้น จากนั้นชั่งน้ำหนักและหาน้ำหนักของพุ่มจากสมการที่ (1)

$$W = W_f - W_i \quad (1)$$

โดยที่ W คือน้ำหนักของพุ่ม W_f และ W_i คือน้ำหนักของกระดาศกรองหลังเก็บตัวอย่างและก่อนเก็บตัวอย่างตามลำดับ

หาปริมาณของฟุ้งทั้งหมดในการเก็บตัวอย่าง (V) โดยคิดค่าจากอัตราการไหลของไอฟุ้ง (Q) และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง (T) จากสมการที่ (2)

$$V = Q \cdot T \quad (2)$$

หาความเข้มข้นของไอฟุ้งรวม โดยคำนวณจากน้ำหนักของฟุ้ง (W) และปริมาณของไอฟุ้ง (V) จากสมการที่ (3)

$$\text{ความเข้มข้นของฟุ้ง} = \frac{W}{V} \quad (3)$$

ผลการวิจัย

1. ปริมาณความเข้มข้นของฟุ้งโลหะ

จากการเก็บตัวอย่างจากไอฟุ้งในงานเชื่อม พบว่ามีฟุ้งโลหะรวมอยู่ประมาณ 4.73 มิลลิกรัม คิดเป็นความเข้มข้น 9.854 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รายละเอียดเป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดการเก็บตัวอย่าง

น้ำหนักกระดาชกรองก่อนเก็บฟุ้ง	0.01307 กรัม
น้ำหนักกระดาชกรองหลังเก็บฟุ้ง	0.0178 กรัม
น้ำหนักของฟุ้ง	0.00473 กรัม
ปริมาตรของฟุ้ง	0.48 ลูกบาศก์เมตร
ระยะเวลาในการเก็บฟุ้ง	8 ชั่วโมง

2. ปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละประเภท

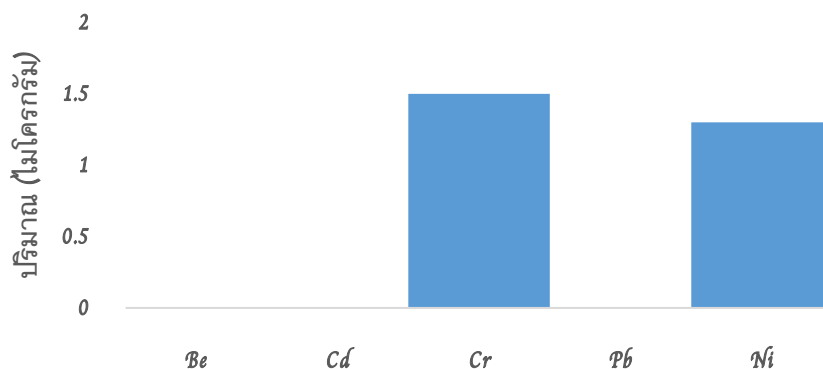
วิเคราะห์องค์ประกอบของโลหะ 5 ชนิด คือ เบริลเลียม (Be) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ตะกั่ว (Pb) และนิกเกิล (Ni) พบว่าฟุ้งโลหะไม่มีส่วนประกอบของโลหะหนักประเภท เบริลเลียม แคดเมียม ตะกั่ว แต่ตรวจพบโครเมียมปริมาณ 1.5 ไมโครกรัม คิดเป็นความเข้มข้น 3.125 ไมโครกรัม

ต่อลูกบาศก์เมตร และนิกเกิลปริมาณ 1.3 ไมโครกรัม คิดเป็นความเข้มข้น 2.75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 6 หากคิดจากองค์ประกอบทั้งหมดของฟุ้งนั้น มีองค์ประกอบของโครเมียมและนิกเกิลเป็นอัตราส่วนร้อยละ 0.0317 และ 0.0275 ตามลำดับ ซึ่งหากทำการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน OSHA จะพบว่าได้กำหนดให้โครเมียม และนิกเกิลมีปริมาณได้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบจากฟุ้งเห็นได้ว่ามีค่าน้อยกว่าค่ามาตรฐานกำหนด แต่ยังคงสูงกว่าประชากรทั่วไปได้รับสารโลหะประเภทนี้ ถ้าหากร่างกายได้รับเป็นระยะเวลานานสามารถส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อสุขภาพในระยะยาว

3. วิเคราะห์แบบสอบถาม

จากการวิเคราะห์ประชากรจำนวน 7 คน ที่ทำงานเกี่ยวกับงานเชื่อมในโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง ซึ่งมีอายุเฉลี่ย 40 ปี ระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน มีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ (ร้อยละ 42.86) พฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 57.14) แต่ไม่มีโรคประจำตัว จากข้อมูลพฤติกรรมของคนงานขณะปฏิบัติงานที่เสี่ยงต่อการรับสัมผัสฟุ้งโลหะ ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 2 พบว่าพฤติกรรมของคนงานในขณะปฏิบัติงานโดยส่วนมากแล้วจะไม่เคยปฏิบัติหรือปฏิบัติเป็นบางครั้งโดยคิดเป็นร้อยละดังนี้ ล้างมือก่อนดื่มน้ำหรืออาหาร (ร้อยละ 71.43) ใช้สารละลายทำความสะอาดร่างกาย (ร้อยละ 100) กินอาหารในสถานประกอบกิจการ (ร้อยละ 85.72) สวมถุงมือป้องกัน (ร้อยละ 100) ใส่หน้ากากป้องกันหรือผ้าปิดจมูก (ร้อยละ 85.71) ใส่แว่นตา (ร้อยละ 42.86) ใส่ผ้าปิดจมูกที่ป้องกันสารเคมีโดยเฉพาะ (ร้อยละ

71.43) เปลี่ยนชุดทำงานก่อนกลับบ้าน (ร้อยละ 100) และอาบน้ำชำระร่างกายเมื่อถึงที่พักทันที (ร้อยละ 71.43)



ประเภทโลหะหนัก

รูปที่ 6 ปริมาณของโลหะหนัก

ตารางที่ 2 จำนวนของคนงานที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมขณะปฏิบัติงาน

พฤติกรรมของคนงานขณะปฏิบัติงาน	จำนวน (ร้อยละ)		
	เป็นประจำ	บางครั้ง	ไม่เคย
ล้างมือก่อนดื่มน้ำหรือกินอาหาร	28.57	57.14	14.29
ใช้สารละลายทำความสะอาดร่างกาย	0	28.57	71.43
กินอาหารในสถานประกอบกิจการ	14.29	71.43	14.29
สวมถุงมือป้องกัน	0	100	0
ใส่หน้ากากป้องกันหรือผ้าปิดจมูก	14.29	57.14	28.57
ใส่แว่นตา	57.14	42.86	0
ใส่ผ้าปิดจมูกที่ป้องกันสารเคมีโดยเฉพาะ	28.57	42.86	28.57
เปลี่ยนชุดทำงานก่อนกลับบ้าน	0	14.29	85.71
อาบน้ำชำระร่างกายเมื่อถึงที่พักทันที	28.57	14.29	57.14

สรุปผลการวิจัย

จากการเก็บตัวอย่างของไอพุ่มในงานเชื่อมพบว่า มีพุ่มโลหะรวมอยู่ปริมาณ 4.73 มิลลิกรัม คิดเป็นความเข้มข้น 9.854 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ซึ่งตรวจพบองค์ประกอบของโลหะ 2 ประเภท คือ โครเมียม และนิกเกิล คิดเป็นความเข้มข้น 3.125 และ 2.75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ประเมินแบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมของ

คนงานที่พึงปฏิบัติเพื่อเป็นการเลี่ยงต่อการรับสัมผัสโลหะในขณะปฏิบัติงาน อันได้แก่พฤติกรรมส่วนตัว และพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลพบว่าคนงานส่วนมากไม่เคยปฏิบัติหรือไม่ได้ปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ คนงานจึงมีโอกาสเสี่ยงที่จะได้รับสัมผัสโลหะขณะปฏิบัติงาน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนงานในระยะยาว

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงคิดว่าทางโรงงานควรที่จะกำหนดมาตรการให้คนงานปฏิบัติตัวอย่างเคร่งครัดขณะปฏิบัติงาน ตัวอย่างเช่น สวมถุงมือ ใส่หน้ากาก และใส่แว่นตาป้องกัน ไม่อนุญาตให้กินอาหารในสถานประกอบการ ล้างมือก่อนดื่มน้ำหรือกินอาหาร เปลี่ยนชุดทำงานก่อนกลับบ้าน เป็นต้น

บรรณานุกรม

สมาคมพิษวิทยาแห่งประเทศไทย

Anthony T. Zimmer, Pratim Biswas, *Characterization of the aerosols resulting from arc welding processes*: Aerosol Science. 32 (2001) 993-1008

Antonini, J.M., *Health effects of welding*, Crit. Rev. Toxicol. 33 (2003) 61–103.

James M. Antonini, Sam Stone, Jenny R. Roberts, Bean Chen, Diane Schwegler-Berry, Aliakbar A. Afshari, David G. Frazer, *Effect of short-term stainless steel welding fume inhalation exposure on lung inflammation, injury, and defense responses in rats*, Toxicology and Applied Pharmacology 223 (2007) 234–245.

K. Yu. Kirichenko, V. A. Drozd, V. V. Chaika, A. V Gridasov, A. S. Kholodov, K. S. Golokhvast, *Nano- and microparticles in welding aerosol: granulometric analysis*, Physics Procedia 86 (2017) 50 – 53.

Olivera Popović, Radica Prokić-Cvetković, Meri Burzić, Uroš Lukić, Biljana Beljić, *Fume and gas emission during arc welding :Hazards and recommendation*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 37 (2014) 509-516.

Robert V. Albert, *Fume generation in gas metal arc welding*, University of New Hampshire, 1996.

Renaud Persoons, Damien Arnoux, Théodora Monssu, Olivier Culié, Gaëlle Roche, Béatrice Duffaud, Denis Chalaye, Anne Maitre, *Determinants of occupational exposure to metals by gas metal arc welding and risk management measures: A biomonitoring study*, Toxicology Letters. 231 (2014) 135-141.

T. Wittczak, J. Walusiak, C. Palczynski, *Welding-related respiratory diseases*, Med. Pr. 60 (2009) 201–208.