

กัณฑ์วิรัชญ์ พลุประชญ์
อาจารย์

วัชร ปันนาค
สง่า น้าบัณฑิตย์
อัศวิน ยาคะธรรม
นิสิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อมครักษ์ จ.นครนายก 26120

ระบบระบายควันในห้องเชื่อม

The Smoke Ventilation in the Welding Room

บทความฉบับนี้เป็นการออกแบบสร้างระบบระบายควันในห้องเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งจะใช้ Hood ติดตั้งไว้ด้านหน้า ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ควันเชื่อมลอยขึ้นด้านบนสัมผัสกับใบหน้าของผู้เชื่อม ในการออกแบบจะมีห้องเชื่อมอยู่ 5 ห้อง และใช้พัดลมระบายอากาศเพียงตัวเดียวที่ทางออกของท่อเมน ในลักษณะนี้จึงต้องมีตัวปรับปริมาณการไหลของอากาศ (Damper) ในท่อแยก เพื่อที่จะให้ความเร็วของการระบายอากาศในห้องเชื่อมในแต่ละห้องมีค่าเท่ากัน การออกแบบติดตั้งและทดสอบระบบระบายควันในห้องเชื่อมไฟฟ้าประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ คือ 1. Hood ซึ่งเป็นระบบช่องขนาด 52 x 1000 มิลลิเมตร จำนวน 5 ช่อง 2. ระบบท่อเป็นท่อทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 450 มิลลิเมตร, 380 มิลลิเมตร และ 260 มิลลิเมตร 3. พัดลมแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแบบ Backward ที่ 1440 รอบต่อนาที ใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้าเป็นต้นกำลัง จากการติดตั้งและทดสอบปรากฏว่า ในระยะของจุดเชื่อมที่ไม่เกิน 400 มิลลิเมตร ระบบสามารถระบายควันเชื่อมภายในขอบเขตโต๊ะเชื่อมซึ่งมีขนาด 1200 X 1100 มิลลิเมตร และ โต๊ะสูงจากพื้น 800 มิลลิเมตร พบว่าไม่มีการฟุ้งกระจายของควันเชื่อมออกนอกขอบเขต

This paper represents designing and creating ventilating system of welding room. The hood is put in the front of the worker for hazardous smoke protection. The operation room consist of five hoods with only one centrifugal fan at the end of the duct. Damper is connected at a branch to control the speed of ventilation. Designing and testing of ventilating system is consist of 1. 52 X 1000 mm. five slots hood 2. 450 mm., 380 mm. and 260 mm. diameter circular duct 3. 2 Hp motor, Backward 1440 rpm. centrifugal fan From the experiment, it is founded that this system can operated effectively when the welding center is not more than 400 mm. far from the hood with the 1200 X 1100 mm. working area.

1. บทนำ

กระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทอาจจะมีการปล่อยแก๊สที่เป็นพิษ ฝุ่น หรือความร้อนออกมา ซึ่งมีอิทธิพลต่อส่วนประกอบและสภาวะอากาศ ก่อให้เกิดสภาพการทำงานที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของพนักงาน ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของคนงานลดต่ำลงด้วย การระบายอากาศเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างมากในการควบคุมสิ่งสกปรกและเป็นพิษในอากาศภายในโรงงาน เพื่อให้คนงานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีสุขภาพดี และปลอดภัย นอกจากนี้ในกรณีที่แก๊ส ไอ หรือฝุ่น ซึ่งปล่อยออกมาจากกระบวนการผลิตสามารถติดไฟหรือระเบิดได้ การระบายอากาศก็สามารถใช้ในการป้องกันการสะสมของสารเหล่านี้ภายในโรงงานเพื่อลดอันตรายหรือการระเบิดได้อีกด้วย

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ชนิดของ Hood

Hood สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. Hood แบบมีการปิดล้อมเป็น Hood ซึ่งจะปิดคลุมแหล่งกำเนิดของสิ่งสกปรกไว้ภายใน ดังแสดงในรูป 1a ปริมาณอากาศที่ต้องใช้ในการควบคุมสิ่งสกปรกสามารถหาได้จาก

$$Q = AV \quad (1)$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลของอากาศ, m^3/s

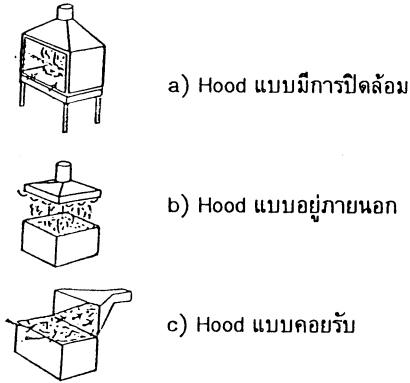
A = พื้นที่เปิดของ Hood, m^2

V = ความเร็ว, m/s

ซึ่งค่าความเร็ว ในสมการ (1) สามารถหาได้จากตาราง ที่ 1 โดยทั่วไปภายใน Hood แบบมีการปิดล้อมนี้จะต้องไม่มีคนงานเข้าไปทำงานในระหว่างที่ระบบการระบายอากาศนี้กำลังทำงานอยู่ หรือถ้าคนงานจำเป็นต้องเข้าไปภายในหลังจากระบบหยุดการทำงานแล้ว การไหลและการกระจายของอากาศภายในที่มีการปิดล้อมจะต้องเพียงพอที่จะลดปริมาณของสิ่งสกปรกลงสู่ระดับที่มนุษย์สามารถยอมรับได้อย่างรวดเร็ว ยกเว้นในกรณีที่คนงานมีการใช้อุปกรณ์ป้องกันการหายใจ

2. Hood แบบอยู่ภายนอก แหล่งกำเนิดของสิ่งสกปรกจะอยู่ภายนอก Hood ดังแสดงในรูปที่ 1b ชนิดนี้มีการใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสามารถติดตั้งได้ในทุกด้านของแหล่งกำเนิดสิ่งสกปรก ทำให้เกิดขวางการทำงานน้อยกว่า Hood ชนิดอื่น แต่ก็มีข้อเสียคือ ปริมาณของอากาศที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมสิ่งสกปรกจะสูงกว่า Hood ชนิดอื่น และยังมีขีดจำกัดการใช้งานอยู่ คือ ไม่ควรที่จะติดตั้งห่างจากแหล่งกำเนิดสิ่งสกปรกเกินกว่า 0.6 เมตร

3. Hood แบบคอยรับ เป็น Hood ซึ่งติดตั้งอยู่ในทิศทางการเคลื่อนที่ของสิ่งสกปรกดังแสดงในรูป 1c ด้วยลักษณะพิเศษอันนี้จึงทำให้ปริมาณของอากาศในการควบคุมสิ่งสกปรกต่ำกว่า Hood แบบอยู่ภายนอก ถึงแม้ว่าจะมีแหล่งกำเนิดของสิ่งสกปรกอยู่ภายนอกตัว Hood เหมือนกันก็ตาม



รูปที่ 1 แสดงชนิดของ Hood

การออกแบบ Hood ระบายควันในห้องเชื่อมไฟฟ้า

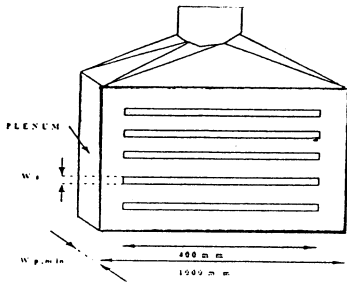
อัตราการไหลที่ใช้ในการควบคุมการแพร่กระจายของควันเชื่อมเราสามารถหาได้จากรูปที่ 2 ซึ่งจะมีค่าต่อความยาวของ Hood และเราสามารถหาอัตราการไหลที่ใช้ในการควบคุมการแพร่กระจายของควันเชื่อมได้จากสมการ

$$Q = q \times l \quad (2)$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลที่ใช้ในการควบคุมการแพร่กระจายของควันเชื่อม, m^3/s

q = อัตราการไหลที่ใช้ในการควบคุมการแพร่กระจายของควันเชื่อม, m^3/s ต่อความยาว Hood

l = ความยาว Hood, m



รูปที่ 2 แสดงลักษณะของ Hood ระบายควันเชื่อม

เนื่องจากการออกแบบ Hood เพื่อให้สามารถดูดควันเชื่อมได้ทุกตำแหน่งจึงควรออกแบบให้มีจำนวนช่องให้ครอบคลุมการฟุ้งกระจายของควันเชื่อมจาก Hood 1 ตัว เราสามารถหาอัตราการไหลต่อ 1 ช่องได้จากสมการ

$$Q_s = \frac{Q}{\text{Slot}} \quad (3)$$

เมื่อ Q_s = อัตราการไหลแต่ละช่อง, m^3/s

Slot = จำนวนช่อง

ความเร็วของอากาศที่ผ่านช่อง เราสามารถหาได้จากรูปที่ 2 ดังนั้น พื้นที่ของช่องแต่ละช่องสามารถหาได้จากสมการ

$$A = \frac{Q_s}{V_s} \quad (4)$$

เมื่อ A = พื้นที่ของช่องแต่ละช่อง, m^2

V_s = ความเร็วของช่องแต่ละช่อง, m/s

เราสามารถออกแบบช่องให้มีความยาวพอที่จะสามารถควบคุมการแพร่กระจายของควันเชื่อมได้ ดังนั้น เราสามารถหาความกว้างของช่องได้จากสมการ

$$W_s = \frac{A}{l_s} \quad (5)$$

เมื่อ W_s = ความกว้างของช่อง, m

l_s = ความยาวของช่อง, m

จากรูปที่ 2 เราสามารถหาความเร็วที่ด้านข้างของ Hood ได้ซึ่งจะมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของความเร็วที่ผ่านช่องและสามารถหาความกว้างของ Hood ได้จากสูตร

$$W_p = \frac{Q}{V_w \times l} \quad (6)$$

เมื่อ W_p = ความกว้างของ Hood, m

V_w = ความเร็วที่ด้านข้างของ Hood, m/s

เนื่องจากการที่จะติดตั้งจะต้องรู้ว่าจะทำ Hood จำนวนกี่ตัว เราก็สามารถหาค่าอัตราการไหลรวมได้จากสมการ

$$Q_T = Q \times n \quad (7)$$

เมื่อ Q_T = อัตราการไหลรวม, m^3/s

n = จำนวน Hood

การหาขนาดท่อลม

การหาขนาดท่อลมที่นิยมใช้มี 2 วิธี

1. วิธีการลดความเร็ว

เริ่มจากการสมมติค่าความเร็วสูงสุดของท่อลมหลัก และลดขนาดลงเล็กน้อยสำหรับท่อแยกและความเร็วต่ำสุดสำหรับส่วนสุดท้าย สมมติว่าเรารู้ค่าปริมาตรไหล ดังนั้น สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$A = \frac{Q}{V} \quad (8)$$

เมื่อ A = พื้นที่หน้าตัดของท่อลม, m^2

Q = อัตราการไหล, m^3/s

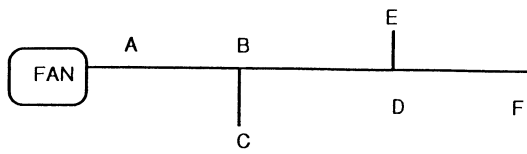
V = ความเร็วของอากาศ, m/s

สำหรับท่อลมหน้าตัดกลม เราสามารถหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อลมหาได้จากสมการ

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \quad (9)$$

เมื่อ D = เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อลม, m

ความดันสูญเสียของท่อ 1 ช่วงท่อ สามารถหาได้จากการคำนวณความดันสูญเสียในแต่ละส่วน จากรูปที่ 3 ถ้าความดันสูญเสียสูงสุดคือช่วง ABDE ดังนั้น การออกแบบท่อลมจะถือเอาค่าความดันสูญเสียสูงสุดช่วงนี้เท่านั้น



รูปที่ 3 แสดงความดันสูญเสียแต่ละช่วง

2. วิธีให้ค่าการสูญเสียเท่ากันตลอด

ในการหาขนาดของท่อลมด้วยวิธีนี้ มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกความเร็วที่ท่อลมหลัก
2. กำหนดอัตราการไหลในท่อลมหลัก
3. นำค่าอัตราการไหลและความเร็วไปหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง
4. จะได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทรงกระบอกและค่าการสูญเสีย เนื่องจากแรงเสียดทาน (Friction loss)

5. สำหรับท่อลมช่วงอื่นๆ เรายังคงใช้ค่าการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทาน (Friction loss) ต่อความยาวเมตรต่อค่าเดิม วิธีนี้มีข้อดี คือ วิเคราะห์ง่ายและเชื่อถือได้พอสมควร

การหาขนาดมอเตอร์

$$\text{จากสมการ } P_w = \frac{H \rho g Q}{\eta_{motor}} \quad (10)$$

เมื่อ P_w = กำลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อน, W

ρ = ความหนาแน่นของน้ำ, kg/m^3

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, m/s^2

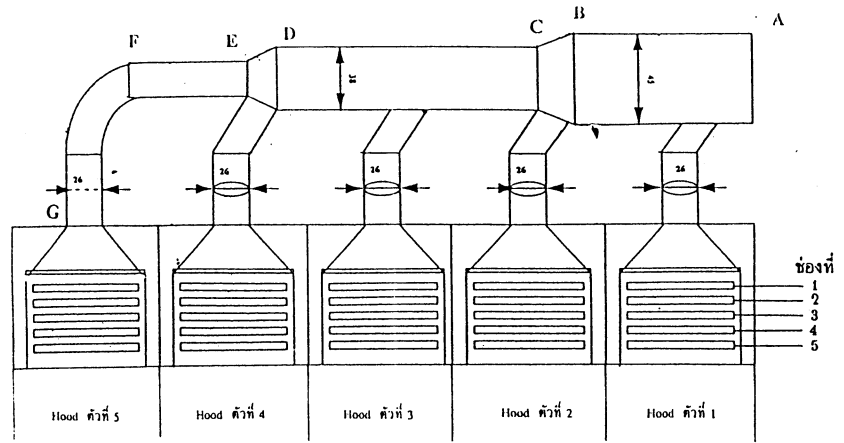
H = ค่าการสูญเสียรวมทั้งระบบ, mH_2O

η_{motor} = ประสิทธิภาพของมอเตอร์

ตารางที่ 1 แสดงค่าความเร็วภายในท่อ

ลักษณะของกลุ่มควันและฝุ่นละออง	ตัวอย่าง	ความเร็วต่ำสุด เมตร/วินาที	เร็วที่สุด ฟุต/วินาที
ไอ แก๊ส ควัน ควันไอเสีย	ไอทั้งหมด แก๊สต่างๆ และควันต่างๆ ควันไอเสียที่มีส่วนผสม ของอลูมิเนียมและสังกะสีออกไซด์	7 ถึง 10	1400 ถึง 2000
ฝุ่นละอองที่เบามาก ฝุ่นละอองที่แห้งและฝุ่นแป้ง	ฝุ่นจากฝ้าย ผลไม้ ฝุ่นของยางละเอียดฝุ่นของวัสดุพลาสติกที่ใช้ทำแม่พิมพ์ ละอองซีลี้อย	10 ถึง 13 13 ถึง 18	2000 ถึง 2500 2500 ถึง 3500
อุตสาหกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่น	ฝุ่นจากการเลื่อยโลหะหนักและเปียกฝุ่นเกิดจากการเจียรใน ฝุ่นที่เกิดจากหนังวัวแห้ง ฝุ่นจากขนแกะ ฝุ่นจากเมล็ดกาแฟ ฝุ่นหินฝุ่นทราย ฝุ่นของ อิฐที่ถูกตัดฝุ่นดิน ฝุ่นจากโรงงานระเบิดหินฝุ่นของอุตสาหกรรม กรรมสิ่งทอ	18 ถึง 20	3500 ถึง 4000
อุตสาหกรรมหนักที่ทำให้เกิดฝุ่น ซึ่งมีน้ำหนักมาก	ละอองฝุ่นจากโลหะที่นำกลับมาใช้ใหม่ ฝุ่นที่เกิดจากโรงหล่อ ฝุ่นที่เกิดจากการเป่าทราย ฝุ่นทองเหลือง ฝุ่นเหล็ก ฝุ่นตะกั่ว	20 ถึง 23	4000 ถึง 4500
อุตสาหกรรมหนักที่ทำให้เกิดฝุ่น ซึ่งมีน้ำหนักมากและมีความชื้น	ฝุ่นเล็กๆ ที่เกิดจากเศษของตะกั่ว ผงปูนที่มีความชื้น เศษ โลหะที่เกิดจากการตัดชิ้นส่วนของโลหะ	23 ขึ้นไป	4500 ขึ้นไป

3. การออกแบบที่ได้รับและผลการทดสอบ



รูปที่ 4 แสดงตำแหน่งที่ทำการทดสอบ

ผลจากการทดสอบ

ตารางที่ 2 แสดงค่าความเร็วที่ผ่านช่องจากการทดสอบ

Slot ช่องที่	Hood ตัวที่ 1 ความเร็ว (m/s)	Hood ตัวที่ 2 ความเร็ว (m/s)	Hood ตัวที่ 3 ความเร็ว (m/s)	Hood ตัวที่ 4 ความเร็ว (m/s)	Hood ตัวที่ 5 ความเร็ว (m/s)
1	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2
3	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8
4	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7
5	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7

ตารางที่ 3 แสดงระยะห่างของชิ้นงานจากการทดสอบ

ระยะห่างของชิ้นงาน, x (cm)	สิ่งที่สังเกตเห็น
200	ไม่มีการฟุ้งกระจายของควัน
300	ไม่มีการฟุ้งกระจายของควัน
400	มีการฟุ้งกระจายของควัน
500	มีการฟุ้งกระจายของควัน

ตารางที่ 4 แสดงค่าการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานจากการทดสอบ

ช่วง	ค่าการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทาน, mmH ₂ O
A-B	0.5
B-C	2
C-D	0.5
D-E	1
E-F	0.5
F-G	3
G-Hood	2.5
รวม	10

ตารางที่ 5 แสดงค่าความเร็วที่ผ่านช่องจากการทดสอบ

Slot ช่องที่	Hood ตัวที่ 1 ความเร็ว (m/s)	Hood ตัวที่ 2 ความเร็ว (m/s)	Hood ตัวที่ 3 ความเร็ว (m/s)	Hood ตัวที่ 4 ความเร็ว (m/s)	Hood ตัวที่ 5 ความเร็ว (m/s)
1	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
2	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
3	0.040	0.040	0.040	0.038	0.038
4	0.040	0.038	0.038	0.038	0.036
5	0.038	0.038	0.036	0.036	0.036
รวม	0.202	0.20	0.198	0.196	0.194

4. บทสรุป

การทดสอบระบบระบายควันในห้องเชื่อมไฟฟ้า ผลปรากฏว่าสามารถดูดควันที่ได้จากการเชื่อมไฟฟ้าได้หมดไม่มีการฟุ้งกระจายของควันเชื่อมในระยะทดสอบ 300 มิลลิเมตร และในระยะทดสอบ 400 มิลลิเมตร จะสังเกตเห็นว่ามีควันเหลืออยู่เล็กน้อย และในระยะทดสอบ 500 มิลลิเมตร จากการสังเกตจะเห็นว่ามีการฟุ้งกระจายของควันมาก จึงไม่เหมาะที่จะเชื่อมในระยะ 500 มิลลิเมตร จากผลการทดสอบสรุปได้ว่าควรจะวางชิ้นงานที่จะทำการเชื่อมไฟฟ้าให้ห่างจากปล่องดูดควันในระยะห่างไม่ควรเกิน 400 มิลลิเมตร เพื่อที่จะสามารถดูดควันได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพื่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน

5. เอกสารอ้างอิง

1. เตชา วีระโกเมน, เครื่องปรับอากาศ กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ทั้งรัฐวิชน, 2525
2. พยุงศักดิ์ ลิ้มปานนท์ อุปกรณ์ดูดฝุ่นและควันภายในโรงงาน กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2533
3. สุรพล พฤษาพานิช, การปรับอากาศหลักการและระบบ กรุงเทพมหานคร : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2529
4. Wilert F. Stoecker and Jerald W. Jones, Refrigeration and Airconditioning 2nd ED., Singapore McGraw-Hill Book Company, 1982.