

หน่วยที่ 2

การระบายอากาศแบบทั่วไป

รองศาสตราจารย์ ดร.สุทิน อยู่สุข

รองศาสตราจารย์ ดร.วันที พันธุ์ประสิทธิ์

อาจารย์ ดร.ชัยยุทธ ชวลิตนธิกุล

อาจารย์ ดร.ทวีสุข พันธุ์เพ็ง



ชื่อ รองศาสตราจารย์ ดร.สุทิน อยู่สุข
วุฒิ วท.บ. (สุขาภิบาล), M.S. (Industrial Hygiene)
D. Tech.Sc. (Environmental Hygiene)
ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
หน่วยที่เขียน หน่วยที่ 2



ชื่อ รองศาสตราจารย์ ดร.วันที พันธุ์ประสิทธิ์
วุฒิ วท.บ. (อาชีวอนามัย), M.S. Ph. (Industrial Hygiene)
Dr. Ph. (Industrial Hygiene)
ตำแหน่ง หัวหน้าภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล
หน่วยที่เขียน หน่วยที่ 2



ชื่อ อาจารย์ ดร.ชัยยุทธ ชวลิตนธิกุล
วุฒิ วท.บ. (อาชีวอนามัย) เกียรตินิยม
M.P.H., Ph.D. (Industrial Hygiene)
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
กรรมการและเลขานุการสมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน (ประเทศไทย)
หน่วยที่เขียน หน่วยที่ 2



ชื่อ อาจารย์ ดร.ทวีสุข พันธุ์เพ็ง
วุฒิ วท.บ. (อาชีวอนามัย), M.S. (Hygiene)
Sc.D. (Industrial Hygiene)
ตำแหน่ง นักวิชาการสาธารณสุข 10 ชช. (ด้านส่งเสริมสุขภาพ)
กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข
หน่วยที่เขียน หน่วยที่ 2

แผนการสอนหน่วยที่ 2

ชุดวิชา สุขศาสตร์อุตสาหกรรม: การควบคุม

หน่วยที่ 2 การระบายอากาศทั่วไป

ตอนที่

- 2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการระบายอากาศแบบทั่วไป
- 2.2 การระบายอากาศโดยใช้วิธีทำให้เจือจาง

แนวคิด

- การระบายอากาศเป็นวิธีการควบคุมมลพิษทางอากาศให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับอากาศบริสุทธิ์ ซึ่งจะต้องทราบลักษณะสมบัติของอากาศ และชนิดของการระบายอากาศชนิดต่างๆ
- การระบายอากาศชนิดทำให้เจือจางจะมีประโยชน์ต่อการป้องกันอันตรายจากมลพิษ การระเบิดและอัคคีภัย และสามารถลดปัญหาความร้อนในสถานประกอบการได้

วัตถุประสงค์

เมื่อศึกษาหน่วยที่ 2 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

- อธิบายความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการระบายอากาศแบบทั่วไปได้
- อธิบายรายละเอียดของการระบายอากาศแบบทำให้เจือจางได้

กิจกรรมระหว่างเรียน

- ทำแบบประเมินผลตนเองก่อนเรียนหน่วยที่ 2
- ศึกษาเอกสารการสอนตอนที่ 2.1-2.2
- ปฏิบัติกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมายในเอกสารการสอนแต่ละตอน
- ชมวีซีดีประจำชุดวิชา (ถ้ามี)
- ฟังรายการวิทยุกระจายเสียง (ถ้ามี)
- ชมรายการวิทยุโทรทัศน์ (ถ้ามี)
- เข้ารับการสอนเสริม (ถ้ามี)
- ทำแบบประเมินผลตนเองหลังเรียนหน่วยที่ 2

สื่อการสอน

1. เอกสารการสอน
2. แบบฝึกปฏิบัติ
3. วีซีดีประจำชุดวิชา (ถ้ามี)
4. รายการสอนทางวิทยุกระจายเสียง (ถ้ามี)
5. รายการสอนทางวิทยุโทรทัศน์ (ถ้ามี)
6. การสอนเสริม (ถ้ามี)

การประเมินผล

1. ประเมินผลจากแบบประเมินผลตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน
2. ประเมินผลจากกิจกรรมและแนวตอบท้ายเรื่อง
3. ประเมินผลจากการสอบไล่ประจำภาคการศึกษา

**เมื่ออ่านแผนการสอนแล้ว ขอให้ทำแบบประเมินผลตนเองก่อนเรียน
หน่วยที่ 2 ในแบบฝึกปฏิบัติ แล้วจึงศึกษาเอกสารการสอนต่อไป**

ตอนที่ 2.1

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการระบายอากาศแบบทั่วไป

โปรดอ่านหัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์ของตอนที่ 2.1 แล้วจึงศึกษารายละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง

- 2.1.1 แนวคิดเกี่ยวกับการระบายอากาศแบบทั่วไป
- 2.1.2 ความหมายของการระบายอากาศ สิ่งปนเปื้อนในอากาศ และประโยชน์ของการระบายอากาศ
- 2.1.3 คำนิยามที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศ กฎของก๊าซ อากาศ และไอน้ำ
- 2.1.4 ลักษณะสมบัติของอากาศที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศ
- 2.1.5 ชนิดของการระบายอากาศ

แนวคิด

1. การระบายอากาศเป็นวิธีการควบคุมมลพิษทางอากาศที่ได้ผลดียิ่งวิธีหนึ่ง โดยอาศัยหลักการเคลื่อนย้ายอากาศที่ปนเปื้อนด้วยมลพิษออกไปจากสถานประกอบการ โดยให้ไหลไปในทิศทางและด้วยความเร็วที่ต้องการ ทำให้สามารถกำจัดมลพิษ ความร้อน ความชื้น กลิ่นรบกวน คิว้น และมลพิษอย่างอื่นให้ออกไปจากที่ปฏิบัติงาน และให้อากาศที่บริสุทธิ์หรืออากาศที่มีสมบัติที่ต้องการไหลเข้ามาแทนที่
2. การระบายอากาศเป็นวิธีการด้านวิศวกรรม เพื่อที่จะปรับปรุงหรือสร้างไว้ซึ่งคุณภาพของอากาศในสิ่งแวดล้อมการทำงาน สิ่งปนเปื้อนในอากาศ ได้แก่ ฝุ่นละออง ไอสาร ก๊าซ คิว้น ฟูม ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต โดยอาจจะอยู่ในรูปของผลผลิต หรือของเสียที่ต้องกำจัด
3. คำนิยามที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศ ได้แก่ ความหนาแน่นของอากาศ ความถ่วงจำเพาะของก๊าซ น้ำหนักโมเลกุลของอากาศ สภาวะมาตรฐานของอากาศ ความดันบรรยากาศ อัตราการไหลของอากาศ และสภาวะมาตรฐาน กฎของก๊าซที่สำคัญคือ ความสัมพันธ์ของความดัน อุณหภูมิ และปริมาตรของก๊าซ อากาศที่มีไอน้ำมีคุณสมบัติแตกต่างจากอากาศแห้ง ซึ่งมีแผนภูมิไซโครเมตริก แสดงค่าที่เป็นคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอากาศและไอน้ำ
4. ลักษณะสมบัติของอากาศที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศคือ สมบัติอากาศบริสุทธิ์ สมบัติอากาศภายในสถานประกอบการ สมบัติอากาศเสียที่ยอมปล่อยออกจากปล่อยคิว้น มาตรฐานคุณภาพอากาศ และสมบัติทางกายภาพของอากาศที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศ
5. การระบายอากาศเมื่อแยกออกตามลักษณะการใช้แล้ว แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ การระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง และแบบเฉพาะที่ ซึ่งแต่ละชนิดจะมีทั้งข้อดีและข้อจำกัด

วัตถุประสงค์

เมื่อศึกษาตอนที่ 2.1 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการระบายอากาศแบบทั่วไปได้
2. อธิบายความหมายของการระบายอากาศ สิ่งปนเปื้อนในอากาศ และประโยชน์ของการระบายอากาศได้
3. อธิบายคำนิยามที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศ กฎของก๊าซ อากาศ และไอน้ำได้
4. อธิบายลักษณะสมบัติของอากาศที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศได้
5. อธิบายชนิดของการระบายอากาศได้

เรื่องที่ 2.1.1

แนวคิดเกี่ยวกับการระบายอากาศแบบทั่วไป

งานอุตสาหกรรมในปัจจุบันทวีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น สิ่งที่มาคือ อันตรายจากการประกอบอาชีพ ซึ่งมีศักยภาพสูงขึ้นด้วย อันตรายนี้อาจจำแนกออกเป็น 2 ประเภท ก็คือ การบาดเจ็บ ซึ่งมีสาเหตุมาจากอุบัติเหตุ และความเจ็บป่วย ซึ่งมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากมลพิษสถานประกอบการ

วัตถุประสงค์ ผลผลิต และผลพลอยได้จากการผลิตในงานอุตสาหกรรมจำนวนมากที่จัดว่าเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เมื่อถูกปล่อยออกจากกรรมวิธีการผลิตเข้าสู่สิ่งแวดล้อม ในสถานประกอบการก็จะมีสภาพเป็นมลพิษ โดยอาจอยู่ในสถานะที่เป็นฝุ่น มีสปีร์ ไอ ก๊าซ พุ่ม และอื่นๆ มลพิษเหล่านี้ส่วนใหญ่จะปะปนและล่องลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งพร้อมที่จะเข้าสู่ร่างกายและทำอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ภายในสถานที่นั้น

โดยปกติแล้วขณะที่นั่งอยู่เฉยๆ คนเราจะหายใจเอาอากาศเข้าไปด้วยอัตราประมาณ 6 ลิตร/นาที และเมื่อต้องออกแรงทำงานอัตราการหายใจจะเพิ่มมากขึ้น ซึ่งถ้าเป็นงานหนักก็อาจถึง 50 ลิตร/นาที เนื่องจากการหายใจเป็นกระบวนการของร่างกายซึ่งจะหยุดลงไม่ได้ ดังนั้น จะเห็นได้ว่าในงานอุตสาหกรรมนั้น ทางเข้าสู่ร่างกายที่สำคัญที่สุดของมลพิษได้แก่ ทางการหายใจ

เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายต่อสุขภาพให้กับผู้ปฏิบัติงาน จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศภายในสถานประกอบการขึ้น ทั้งนี้ โดยอาศัยความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยและจากประสบการณ์ที่เคยเกิดขึ้นในอดีต โดยทั่วไปแล้วมาตรฐานคุณภาพอากาศนี้จะระบุระดับความเข้มข้นเฉลี่ย หรือความเข้มข้นสูงสุดของมลพิษที่ยอมให้มีอยู่ในอากาศในสถานที่ทำงานได้ และถือเป็นมาตรฐานความปลอดภัยสำหรับการทำงานในสภาวะปกติโดยทั่วไปคือ วันละ 8 ชั่วโมง และ 5 วันต่อสัปดาห์

มาตรฐานคุณภาพอากาศในสถานประกอบการของแต่ละประเทศอาจแตกต่างกันออกไปได้ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี ฐานะทางเศรษฐกิจ และเป้าหมายของการป้องกันของประเทศนั้นๆ ประเทศไทยมีมาตรฐานคุณภาพภายในสถานประกอบการที่คล้ายคลึงกับมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งออกมาในรูปของประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ซึ่งประกาศใช้เมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2520

วิธีการที่ใช้ควบคุมมลพิษในอากาศ หรือที่เรียกว่า มลพิษทางอากาศภายในสถานประกอบการให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย มีอยู่หลายประการด้วยกัน เช่น

1. การเลือกใช้วัสดุดิบ และ/หรือกรรมวิธีการผลิตซึ่งมีอันตรายน้อยกว่า ในกรณีที่ทำได้
2. การแยกกรรมวิธีการผลิตที่มีอันตรายออกไปอยู่ต่างหาก เพื่อลดจำนวนบุคคลที่ต้องสัมผัสกับอันตราย สามารถทำการป้องกันและควบคุมได้ง่ายขึ้น และประหยัดมากขึ้น
3. การปกปิดไม่ให้มลพิษถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดเข้าสู่อากาศ ทั้งนี้ รวมทั้งการควบคุมมลพิษประเภทฝุ่นโดยการพ่นน้ำให้เปียกด้วย ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้ใช้ได้ ในกรณีที่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการผลิตเท่านั้น

4. การระบายอากาศชนิดต่างๆ สำหรับการใช้อุปกรณ์คุ้มครองอันตรายส่วนบุคคลแบบต่างๆ นั้นไม่ถูกจัดว่าเป็นวิธีการ “ควบคุม” แต่เป็นวิธีการ “ป้องกัน” ไม่ให้มลพิษเข้าสู่ร่างกายของผู้สวมใส่อุปกรณ์ฯ ทั้งนี้ เพราะภายใต้อาการที่มีการใช้งานนั้น มลพิษยังคงมีอยู่ในอากาศในระดับที่อาจทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ ดังนั้น การใช้อุปกรณ์ฯ ดังกล่าวจะทำต่อเมื่อการควบคุมใช้ไม่ได้ผล หรือระบบควบคุมเกิดความขัดข้องและอยู่ในระหว่างการแก้ไขและตรวจสอบเท่านั้น นอกจากนี้ การใช้อุปกรณ์คุ้มครองอันตรายส่วนบุคคลนั้นจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของมลพิษที่ต้องการจะป้องกัน ให้การระมัดระวังเรื่องอายุการใช้งาน การบำรุงรักษา และการเลือกขนาดที่สวมใส่ได้พอดีอีกด้วย

การระบายอากาศเป็นวิธีการควบคุมมลพิษทางอากาศที่ได้ผลดียิ่งวิธีหนึ่ง โดยอาศัยหลักการเคลื่อนย้ายอากาศที่ปนเปื้อนด้วยมลพิษออกไปจากสถานประกอบการ การระบายอากาศจึงหมายถึงการจัดการเคลื่อนย้ายอากาศด้วยปริมาณที่กำหนดให้ไหลไปในทิศทางและด้วยความเร็วที่ต้องการ ดังนั้น การระบายอากาศจึงสามารถกำจัดสิ่งอันไม่พึงประสงค์ เช่น มลพิษ ความร้อน ความชื้น กลิ่นรบกวน คิว และอื่นๆ ซึ่งปะปนอยู่ในอากาศให้ออกไปจากที่ปฏิบัติงาน และในขณะเดียวกันก็สามารถดำเนินการให้อากาศบริสุทธิ์ หรืออากาศที่มีสมบัติที่ต้องการไหลเข้ามาในสถานประกอบการนั้นได้ และด้วยความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ก็สามารถออกแบบและควบคุมการระบายอากาศให้เป็นไปตามความประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การระบายอากาศจึงเป็นวิธีการที่ใช้ได้ผลยิ่งวิธีหนึ่งในการป้องกันอันตรายต่อสุขภาพ และ/หรือลดปัญหาความเดือดร้อนรำคาญซึ่งอาจเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรม

กิจกรรม 2.1.1

การระบายอากาศหมายถึงอะไร

แนวตอบกิจกรรม 2.1.1

การระบายอากาศ หมายถึงการจัดการเคลื่อนย้ายอากาศด้วยปริมาณที่กำหนดให้ไหลไปในทิศทางและด้วยความเร็วที่ต้องการ สามารถกำจัดมลพิษ ความร้อน ความชื้น กลิ่นรบกวน คิว และอื่นๆ ให้ออกไปจากที่ปฏิบัติงาน และให้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาแทนที่

เรื่องที่ 2.1.2

ความหมายของการระบายอากาศ สิ่งปนเปื้อนในอากาศ และประโยชน์ของการระบายอากาศ

โดยทั่วไปในกิจกรรมการผลิตของสถานประกอบการต่างๆ นั้นมักจะมีการอบ การอบ การตี การปั่นวัตถุดิบต่างๆ ซึ่งทำให้มีฝุ่นละอองฟุ้งกระจาย และในสถานประกอบการบางแห่งอาจมีการใช้สารเคมีในรูปแบบต่างๆ เช่น ในรูปของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ซึ่งย่อมมีการระเหยฟุ้งกระจายในบริเวณสถานที่ผลิต นอกจากนี้ ในอุตสาหกรรมบางประเภทก็มีการใช้เชื้อเพลิงและความร้อนในการผลิต โดยที่ผลพลอยได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงและความร้อนก็จะผนวกอยู่ในสภาพแวดล้อมการทำงานของคนงานในบริเวณนั้น จะเห็นได้ว่าถ้าหากสิ่งต่างๆ ทั้งที่เป็นฝุ่นละออง ไอสาร ก๊าซ ควัน และความชื้นต่างๆ สะสมตัวอยู่ในห้องทำงานที่มีลักษณะปิดตลอดเวลา คนงานที่ทำงานอยู่ในบริเวณนั้นก็จะสัมผัสกับสิ่งเหล่านั้นได้ยาก ก็คงจะต้องรับเอาสิ่งเหล่านั้นเข้าสู่ร่างกายทั้งโดยการสูดหายใจเข้าไป การกลืนกินเข้าไปโดยไม่เจตนา หรืออาจดูดซึมผ่านเยื่อเมือกต่างๆ เข้าสู่ร่างกายได้ ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของคนงานได้ ระดับอันตรายจะสูงหรือต่ำก็ขึ้นอยู่กับชนิดและสมบัติของสิ่งที่คุณงานรับเข้าไป

1. ความหมายของการระบายอากาศ

การระบายอากาศเป็นวิธีการด้านวิศวกรรมที่มีความสำคัญมากต่อทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ในอันที่จะปรับปรุงหรือชำระไว้ซึ่งคุณภาพของอากาศในสิ่งแวดล้อมการทำงาน ดังนั้น จึงพอที่จะนิยามคำว่า “การระบายอากาศ” ได้อย่างกว้างๆ คือ “วิธีการควบคุมสิ่งแวดล้อมการทำงานโดยอาศัยหลักการไหลของอากาศ” สำหรับการระบายอากาศในอุตสาหกรรมนั้น การไหลของอากาศอาจจะนำมาใช้เพื่อ

- การทำความร้อนหรือความเย็น หมายถึงการปรับอุณหภูมิของอากาศให้ร้อนหรือเย็น
- การกำจัดสิ่งปนเปื้อนหรือสิ่งเจือปนในอากาศ
- การทำให้สิ่งปนเปื้อนในอากาศเจือจางลง
- การเพิ่มเติมอากาศสู่บริเวณงาน

หรืออีกนัยหนึ่งอาจกล่าวได้ว่า การระบายอากาศเป็นวิธีการที่จะช่วยลดระดับการได้รับหรือการคลุกคลีสิ่งปนเปื้อนในอากาศได้น้อยลง และการระบายอากาศยังสามารถช่วยป้องกันการสะสมของก๊าซ ไอรระเหย หรือฝุ่นที่ติดไฟหรือระเบิดได้อีกด้วย

นอกจากนี้ ถ้าหากพบว่ามาตรการปรับปรุงกระบวนการผลิตหรือวิธีการควบคุมอื่นๆ ไม่สามารถลดระดับของสิ่งปนเปื้อนในอากาศต่างๆ ลงจนถึงระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัยได้ปกติแล้ว การระบายอากาศจะเป็นทางเลือกหรือทางออกที่สำคัญ

2. สิ่งปนเปื้อนในอากาศ

ปกติแล้วจะเกิดจากการใช้สารเคมีชนิดต่างๆ และวัตถุดิบอื่นๆ ในการผลิต ซึ่งมีกรรมวิธีและกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันดังได้กล่าวมาแล้วว่าอาจจะมีการอบ การขัด การทุบ การตี การปั่น การระเบิด การต้ม การอบ การฉีดพ่น การรม เป็นต้น จากกรรมวิธีดังกล่าวก็อาจจะมีเกิดการเกิดฝุ่นละออง ไอสาร ก๊าซ ควัน ฝุ่น เกิดขึ้น ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของผลผลิตหรือของเสียที่ต้องกำจัด

3. ประโยชน์ของการระบายอากาศ

การระบายอากาศนับได้ว่าเป็นวิธีการที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในบรรดามาตรการป้องกันและควบคุมอันตรายจากสภาพแวดล้อมการทำงาน ทั้งนี้ เพื่อผลในด้าน การป้องกันอันตรายที่อาจเกิดต่อสุขภาพอนามัยของคณาหรือนบุคคลที่คลุกคลี หรือเกี่ยวข้องกับสิ่งปนเปื้อนในอากาศของห้องหรือบริเวณที่ทำงาน แต่อย่างไรก็ตาม ประโยชน์และความสำคัญของการระบายอากาศนั้นมิได้มีเพียงเพื่อคุ้มครองสุขภาพของคณาเท่านั้น แต่ยังรวมถึงความรู้สึกสบาย การนำวัสดุที่ฟุ้งกระจายกลับมาใช้ประโยชน์อีก ตลอดจนการคุ้มครองป้องกันสิ่งแวดล้อมของชุมชนอีกด้วย ซึ่งพอจะสรุปเป็นข้อๆ เพื่อให้นักศึกษาได้เข้าใจ ดังนี้

3.1 การระบายอากาศจะสามารถป้องกันมิให้เกิดอัคคีภัยและการระเบิดได้ ทั้งนี้ เพราะภายในอุตสาหกรรมบางประเภทมีการใช้สารตัวทำละลายในกระบวนการผลิตหรือวัตถุดิบประเภทอื่นใดก็ตาม หากมีไอสารของสารตัวทำละลายฟุ้งกระจายในอากาศในปริมาณความเข้มข้นที่สูงมากโดยไม่มีระบบการระบายอากาศที่เหมาะสม ในขณะเดียวกัน เมื่อมีความร้อนหรือประกายไฟในบริเวณนั้นด้วย ก็จะทำให้เกิดการติดไฟลุกไหม้ขึ้นได้ นอกจากนี้ ในสถานที่ทำงานบางแห่งที่อาจมีฝุ่นฟุ้งกระจายอย่างหนาแน่นในอากาศ โดยอาจเกิดจากการผลิต การบรรจุ การถ่ายเทวัสดุที่เป็นผงหรือเป็นฝุ่น เช่น ฝุ่นแป้ง เป็นต้น เมื่อมีประกายไฟเกิดขึ้นก็อาจจะมีการระเบิดอย่างรุนแรงขึ้นได้

3.2 การระบายอากาศจะสามารถควบคุมระดับสิ่งปนเปื้อนในอากาศ ห้องทำงานให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อสุขภาพของคณาได้ เพราะโดยทั่วไปแล้วในสถานประกอบการทั้งหลายที่มีการใช้สารเคมีในการผลิตก็มักจะมีสารเคมีในรูปหรือลักษณะต่างๆ เช่น ฝุ่น ละออง หมอกควัน ก๊าซ ไอสารแขวนลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งสารเคมีเหล่านี้เมื่อคณาเข้ารับเข้าสู่ร่างกายก็อาจจะมีผลกระทบตามอวัยวะต่างๆ จนถึงระดับหนึ่งก็อาจจะทำให้คณาเจ็บป่วยหรือไม่สบายขึ้นได้ ทั้งนี้ จะขึ้นอยู่กับสมบัติของสารเคมีนั้นๆ อย่างไรก็ตาม หากมีการติดตั้งหรือจัดระบบการระบายอากาศที่เหมาะสมก็จะสามารถลดระดับความเข้มข้นของสารเคมีต่างๆ ที่แขวนลอยในอากาศลงได้จนถึงระดับที่ปลอดภัยได้

3.3 การระบายอากาศยังสามารถควบคุมความร้อนและความชื้นให้อยู่ในระดับที่คณาจะรู้สึกสบายได้ ทั้งนี้ เพราะทั้งความร้อนและความชื้นนอกจากจะสามารถทำให้อุณหภูมิภายในร่างกายสูงขึ้น เกิดการสูญเสียเหงื่อมากกว่าปกติจนอาจทำให้เกิดอันตรายโดยการเป็นลมชัก เป็นตะคริว และเหนื่อยอ่อนแล้ว ยังอาจทำให้คณา รู้สึกหงุดหงิด อึดอัด และเสียสมาธิในการทำงาน ในที่สุดก็จะทำให้ผลผลิตตกต่ำ ยิ่งไปกว่านั้น ก็อาจจะเป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุได้ แต่ในทางตรงข้าม หากมีการระบายอากาศที่ถูกต้องและเหมาะสม ระดับอุณหภูมิและความชื้นของอากาศในสถานที่ทำงานไม่สูงจนเกินไป ก็จะทำให้คณา รู้สึกสบาย ผลผลิตจากการทำงานก็ย่อมจะสูงขึ้นด้วย

3.4 วิธีการระบายอากาศที่เหมาะสมจะสามารถดักเก็บวัสดุที่ฟุ้งกระจายกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก และยังสามารถลดปัญหาความสกปรก รังสีที่เกิดจากการฟุ้งของวัสดุดังกล่าวได้ด้วย ตัวอย่างเช่น ในโรงงานทำแบตเตอรี่รถยนต์ที่ต้องมีการบัดตะกั่วจนเป็นผงนั้น ปกติจะมีการฟุ้งกระจายหากไม่มีการติดตั้งระบบการระบายอากาศที่เหมาะสม ผงหรือฝุ่นตะกั่วที่ฟุ้งอยู่ในอากาศที่ทำงานนั้นก็จะมีอยู่เป็นจำนวนมาก เป็นการสิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์ แต่ตรงกันข้าม หากมีการติดตั้งระบบการระบายอากาศชนิดที่สามารถดักเอาฝุ่นละอองนั้นไว้ได้ก็จะสามารถนำเอาผงตะกั่วเหล่านั้นกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก และอีกตัวอย่างหนึ่งคือ โรงงานที่ทำเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากไม้ที่มีการเลื่อยไม้โดยวิธีการต่างๆ หากปล่อยให้ฝุ่นไม้ไปตามธรรมชาติ ฝุ่นไม้เลื่อยก็จะกระจายเกลื่อนและกองอยู่บนพื้น และเกาะอยู่ตามเครื่องจักร เครื่องมือทั้งหลาย พบว่าวิธีการจัดปัญหาที่อาจเกิดจากฝุ่นไม้เลื่อยดังกล่าวนี้ น่าจะเป็นวิธีการติดตั้งระบบการระบายอากาศโดยการดักเก็บเอาฝุ่นเหล่านั้นไว้มากกว่าการคอยกวาดฝุ่นเหล่านั้น เพราะในการกวาดฝุ่นนั้นก็จะจะมีฝุ่นฟุ้งกลับขึ้นมาอีก คณาที่กวาดนั้นก็จะสูดเอาฝุ่นไม้เหล่านั้นเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายได้

3.5 การระบายอากาศที่ดียังสามารถดักเก็บฝุ่นหรือสิ่งปนเปื้อนในอากาศอื่นๆ ไว้ ก่อนที่จะปล่อยออกสู่ภายนอกโรงงานไป ทำให้อากาศในชุมชนสงบปรก ก่อปัญหามลพิษทางอากาศขึ้น ทั้งนี้ จะเห็นว่าในชุมชนนั้นแหล่งมลพิษทางอากาศที่สำคัญคือโรงงานนั่นเอง บางครั้งการควบคุมต้นตอหรือแหล่งของสารมลพิษตั้งแต่ต้นมื่อย่อมเป็นการง่ายและประหยัดในการแก้ปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อม และยังสามารช่วยประหยัดทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดอีกด้วย โดยการนำกลับมาใช้ประโยชน์อีกดังกล่าแล้ว

กิจกรรม 2.1.2

ให้นักศึกษาใส่เครื่องหมาย ✓ ในข้อที่ถูก และเครื่องหมาย ✗ ในข้อที่ผิด

1. การระบายอากาศเป็นวิธีการทางด้านวิศวกรรมต่องานด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม
2. การระบายอากาศคือวิธีการควบคุมสิ่งแวดล้อมในการทำงานโดยอาศัยหลักการไหลของอากาศ
3. การระบายอากาศเป็นการขจัดสิ่งปนเปื้อนในอากาศให้หมดไป
4. การระบายอากาศเป็นการลดระดับสิ่งปนเปื้อนในอากาศให้น้อยลง
5. การระบายอากาศมีประโยชน์ต่อสุขภาพอนามัยของคนในบริเวณที่เกี่ยวข้องกับสิ่งปนเปื้อนในอากาศ
6. การระบายอากาศป้องกันอัคคีภัยและการระเบิดได้
7. การระบายอากาศทำให้เกิดความร้อนและความชื้นในสถานประกอบการ
8. การเก็บวัสดุที่ฟุ้งกระจายกลับมาใช้ประโยชน์อีกโดยอาศัยวิธีการระบายอากาศที่เหมาะสม
9. การระบายอากาศที่ดีสามารถลดมลพิษในชุมชนได้

แนวตอบกิจกรรม 2.1.2

ข้อผิดคือ ข้อ 3. และข้อ 7.

เรื่องที่ 2.1.3

คำนิยามที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศ กฎของก๊าซ อากาศ และไอน้ำ

คำนิยามที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศ

หลักการระบายอากาศ คือการนำอากาศที่ร้อน หรือที่สารปนเปื้อนออกจากสิ่งแวดล้อมการทำงาน และนำอากาศที่เย็นกว่าหรือสะอาดกว่าเข้ามาแทนที่ ดังนั้น การเข้าใจความหมายของคำที่เกี่ยวข้องกับอากาศและก๊าซจะช่วยให้สามารถเข้าใจเรื่องที่จะกล่าวถึงต่อไปได้ง่ายขึ้น คำนิยามดังกล่าว มีดังนี้

1. **ความหนาแน่นของอากาศ (ρ)** คือ มวล/หนึ่งหน่วยปริมาตร ในที่นี้จะใช้หน่วย Ibm/ft^3 (pound mass/ft^3) ซึ่งที่ความดันบรรยากาศปกติ (14.7 psia) อุณหภูมิห้อง (70 °F) และ

$$\text{ไอน้ำในอากาศ} = 0 \text{ แล้ว } \rho = 0.075 \text{ Ibm/ft}^3$$

จาก

$$P = \rho RT \quad \dots\dots\dots(1)$$

- เมื่อ P = ความดัน (ปอนด์/ลบ.ฟุต, psfa)
- ρ = ความหนาแน่น (Ibm/ft³)
- R = gas constant สำหรับอากาศ = 53.55 (ft - Ib/Ibm - °R)
- T = องศาสัมบูรณ์ (°R) = °F + 459.7

จะเห็นว่าความหนาแน่นของอากาศแปรผกผันกับอุณหภูมิเมื่อความดันคงที่ ฉะนั้น ในกรณีของอากาศแห้ง

$$\rho T = (\rho T)_{STD} \text{ หรือ } \rho = \frac{\rho_{STD} T_{STD}}{T} = \frac{0.075(530)}{T} \quad \dots\dots\dots(2)$$

2. ความถ่วงจำเพาะของก๊าซ (specific gravity) คือ สัดส่วนของมวลก๊าซหรือไอระเหยใดๆ ต่อมวลของอากาศที่มีปริมาตรเท่ากัน เช่น ความถ่วงจำเพาะของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) = 0.968 หมายความว่า CO มีมวลเป็น 96.8% ของอากาศ

3. น้ำหนักโมเลกุล (Molecular Weight, M.W.) น้ำหนักโมเลกุลของอากาศมีค่าประมาณ 29.0

4. สภาวะมาตรฐานของอากาศ (standard condition for air) ในที่นี้กำหนดมาตรฐานของอากาศ คือ อุณหภูมิ 75°F ความดันบรรยากาศ 29.92 นิ้วปรอท ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) = 50%

5. ความดันบรรยากาศ (air pressure) ความดัน คือแรงที่กดลงบนพื้นที่หนึ่งหน่วยที่ระดับน้ำทะเล ความดันบรรยากาศ = 14.7 ปอนด์/ตร.นิ้ว หรือ psia หมายถึงอากาศที่มีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางนิ้ว มีความสูงตั้งแต่ระดับผิวน้ำทะเลขึ้นไปจนถึงจุดสูงสุดของชั้นบรรยากาศ มีน้ำหนักเท่ากับ 14.7 ปอนด์ ซึ่งเท่ากับแท่งน้ำซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางนิ้ว สูง 407 นิ้ว และเท่ากับแท่งของปรอทสูง 29.92 นิ้ว สำหรับหน่วยในระบบ SI ความดันบรรยากาศมีค่าเท่ากับ 1.03 กก./ตร.ซม. ซึ่งเท่ากับ 760 mm.Hg และ 10.3 เมตรน้ำ

6. อัตราการไหลของอากาศโดยปริมาตร (volumetric flow rate) หรือนิยมเรียกว่า อัตราการไหลของอากาศ หมายถึงปริมาตรหรือปริมาณอากาศที่เคลื่อนที่ผ่านจุดใดจุดหนึ่งในหนึ่งหน่วยเวลา อัตราการไหลของอากาศสัมพันธ์กับความเร็วเฉลี่ยของอากาศ และพื้นที่หน้าตัดของจุดที่อากาศเคลื่อนที่ผ่าน ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถแสดงได้ด้วยสมการ ต่อไปนี้

$$Q = AV$$

- เมื่อ Q = อัตราการไหลของอากาศ (ลบ.ฟุต/นาที)
- A = พื้นที่หน้าตัดของจุดที่อากาศเคลื่อนที่ผ่าน (ตร.ฟุต)
- V = ปริมาตรอากาศ (ฟุต/นาที)

7. สภาวะมาตรฐาน (Standard Temperature and Pressure, STP) หมายถึงสภาวะที่อุณหภูมิของอากาศ (T) = 0 °C หรือ 273 °K และความดันบรรยากาศ (P) = 1 atm. หรือ 760 มม.ปรอท และสภาวะธรรมชาติ (Natural Temperature and Pressure, NTP) หมายถึงสภาวะที่อุณหภูมิของอากาศ (T) = 25 °C หรือ 273 + 25 = 298 °K และความดันบรรยากาศ (P) = 1 atm. หรือ 760 มม.ปรอท

กฎของก๊าซ

ในอากาศมีสารปนเปื้อนอาจมีสถานะเป็นก๊าซ ของแข็ง หรือของเหลวแขวนลอยอยู่ การควบคุมสารปนเปื้อนเหล่านี้ไม่ให้ฟุ้งกระจายโดยใช้การระบายอากาศจะต้องเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติของอากาศหรือก๊าซด้วย ก๊าซและไอระเหยของสารต่างๆ จัดอยู่ในสถานะก๊าซจึงมีคุณสมบัติและพฤติกรรมของก๊าซ ในเรื่องนี้จะกล่าวถึงกฎพื้นฐานที่สำคัญของก๊าซ คือ Boyle's Law, Charle's Law และ Gas's Law

Boyle's Law (ค.ศ. 1660) กล่าวถึงความสัมพันธ์ของปริมาตร (V) และความดัน (P) ของก๊าซ กล่าวคือ ปริมาตรของก๊าซแปรผกผันกับความดันของก๊าซ และผลคูณของปริมาตรและความดันของก๊าซจะมีค่าคงที่เสมอ เมื่ออุณหภูมิ (T-องศาเควิน) ของก๊าซคงที่ นั่นคือ

$$V \propto 1/P \text{ เมื่อ } T \text{ คงที่}$$

$$\text{และ } PV = k$$

ซึ่งอาจแสดงได้ในรูปของสมการต่อไปนี้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจากสถานะหนึ่งไปยังอีกสถานะหนึ่ง

$$P_i V_i = P_f V_f$$

เมื่ออักษร i และ f หมายถึง สถานะแรก และสถานะหลัง ตามลำดับ

Charle's Law (ค.ศ. 1780) กล่าวถึงความสัมพันธ์ของปริมาตรและอุณหภูมิของก๊าซ กล่าวคือ ปริมาตรของก๊าซแปรผันตรงกับอุณหภูมิของก๊าซ เมื่อความดันของก๊าซคงที่ นั่นคือ หากอุณหภูมิของก๊าซเพิ่มขึ้น ปริมาตรของก๊าซจะขยายตามไปด้วย และถ้าอุณหภูมิของก๊าซลดลง ปริมาตรของก๊าซจะลดลงด้วย ดังแสดงด้วยสมการนี้

$$V \propto T \text{ เมื่อ } P \text{ คงที่}$$

$$V = kT$$

ซึ่งอาจแสดงได้ในรูปของสมการต่อไปนี้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจากสถานะหนึ่งไปยังอีกสถานะหนึ่ง

$$V_i/T_i = V_f/T_f$$

เมื่ออักษร i และ f หมายถึง สถานะแรก และสถานะหลัง ตามลำดับ

Gay-Lussac's law กล่าวถึงความสัมพันธ์ของความดันและอุณหภูมิของก๊าซ กล่าวคือ ความดันของก๊าซแปรผันตรงกับอุณหภูมิของก๊าซ เมื่อปริมาตรของก๊าซคงที่ นั่นคือ หากอุณหภูมิของก๊าซเพิ่มขึ้น ความดันของก๊าซจะเพิ่มขึ้นด้วย และถ้าอุณหภูมิของก๊าซลดลง ความดันของก๊าซจะลดลงด้วย ดังแสดงด้วยสมการนี้

$$P \propto T \text{ เมื่อ } V \text{ คงที่}$$

$$P = kT \text{ และ}$$

$$P_i/T_i = P_f/T_f$$

จากความสัมพันธ์ทั้งสาม หรือกฎทั้งสามที่กล่าวมานี้ สามารถนำมารวมเข้าด้วยกันเป็นสมการที่เรียกว่า Gas's Law นั่นคือ

$$PV/T = k$$

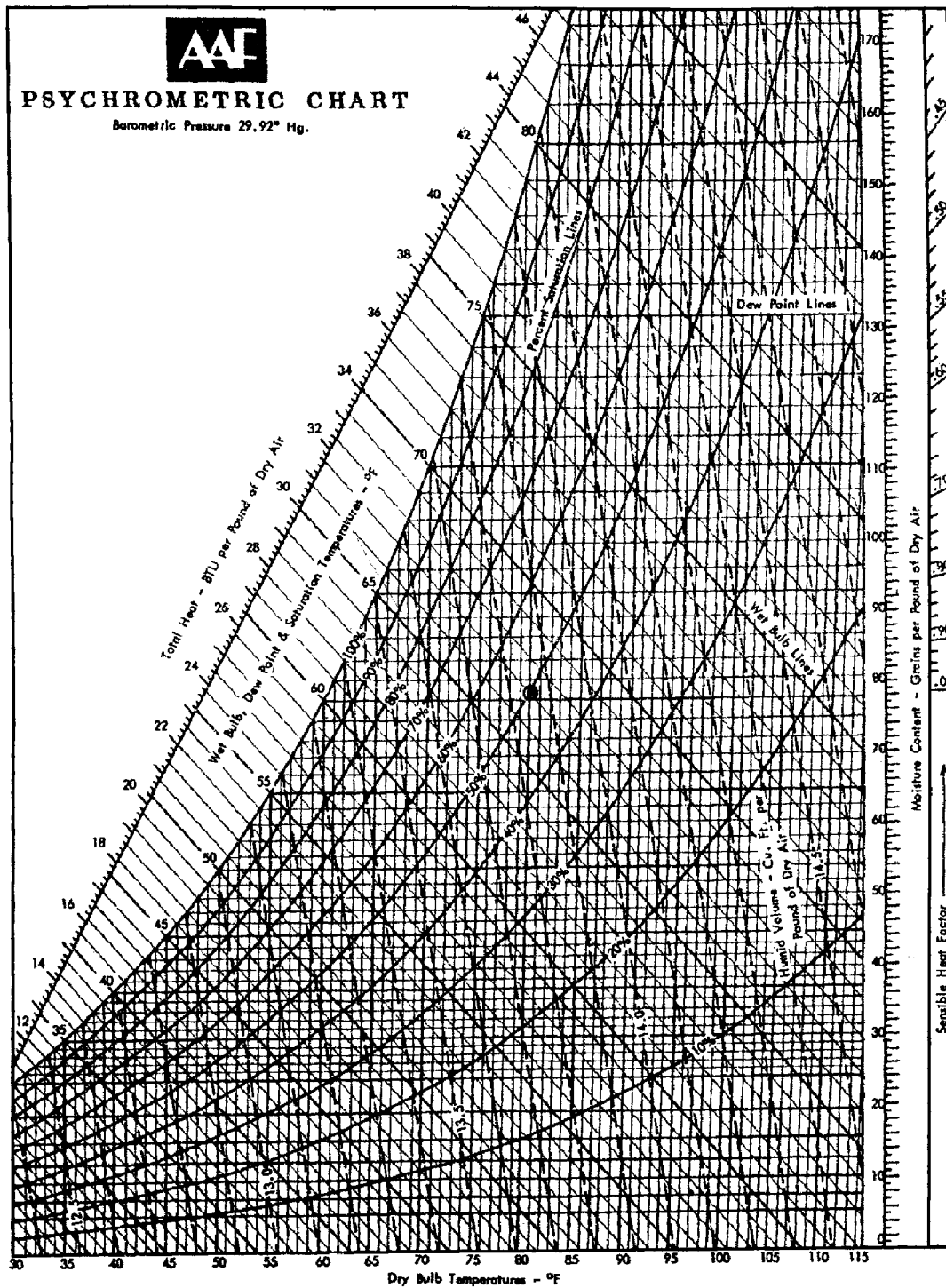
ในสถานการณ์จริงอาจมีการเปลี่ยนแปลงของทั้งอุณหภูมิ ความดัน และปริมาตร ฉะนั้น Gas's Law จึงสามารถนำมาใช้ได้สะดวก จาก

$$P_i V_i / T_i = P_f V_f / T_f$$

กฎเหล่านี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับระบบระบายอากาศได้ เนื่องจากโดยทั่วไปเมื่ออากาศผ่านเข้าสู่ระบบระบายอากาศ โดยเฉพาะการระบายอากาศแบบเฉพาะที่ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและ/หรือความดันได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้มีผลกระทบต่อปริมาตรของอากาศ จึงส่งผลกระทบต่ออัตราการไหลของอากาศด้วย ($Q = AV$) ดังนั้น ในการออกแบบระบบระบายอากาศจะต้องคำนึงถึงประเด็นการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของอากาศเสมอ

อากาศและไอน้ำ

เนื่องจากในโลกนี้มีน้ำอยู่เกือบทุกหนทุกแห่ง ฉะนั้น จึงมีไอน้ำอยู่ในอากาศเสมอในปริมาณที่มากบ้างน้อยบ้างแล้วแต่ภูมิภาค ซึ่งอากาศที่มีไอน้ำ (moist air) นั้นมีคุณสมบัติที่แตกต่างไปจากอากาศแห้ง (อากาศที่ไม่มีไอน้ำ) ซึ่งแผนภูมิไซโครเมตริก (psychrometric chart) ได้แสดงค่าต่างๆ ที่เป็นคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอากาศและไอน้ำ ซึ่งเป็นของผสม (mixture) ที่ความดันคงที่ค่าหนึ่ง แผนภูมิไซโครเมตริก แสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 psychrometric chart

ในการออกแบบระบบระบายอากาศนั้น ขั้นตอนที่สำคัญ คือ การเลือกพัดลม ซึ่งขนาดของพัดลมคำนวณได้จากอัตราการไหลของอากาศในสภาวะนั้นๆ (actual gas flow rate) และค่าความดันสถิตยของพัดลม เมื่ออากาศผ่านส่วนต่างๆ ของระบบอาจมีความหนาแน่นเปลี่ยนไป ซึ่งอาจเนื่องมาจากมีไอน้ำระเหยเข้ามาสู่อากาศ หรืออุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจากกระบวนการผลิต เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงนี้จะต้องสามารถคำนวณได้ และแผนภูมิไซโครเมตริกสามารถให้ข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของไอน้ำและอากาศที่ต้องการ เพื่อคำนวณหาค่าอัตราการไหลของอากาศเมื่อปริมาตรของอากาศเปลี่ยนไป ค่าที่สามารถอ่านได้โดยตรงจากแผนภูมิไซโครเมตริก ได้แก่

1. **อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (dry bulb temperature)** คือค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งวัดอุณหภูมิอากาศ (°F)
2. **อุณหภูมิกระเปาะเปียก (wet bulb temperature)** คืออุณหภูมิที่น้ำระเหยกลายเป็นไอจนทำให้อากาศอิ่มตัวโดยที่ไม่สูญเสียหรือได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น (adiabatically) อ่านได้ที่จุดตัดระหว่างเส้น wet bulb line กับเส้น 100% saturation curve (บางครั้งเรียกว่า saturated temperature)
3. **อุณหภูมิตัดน้ำค้าง (dew point temperature)** คืออุณหภูมิที่ส่วนผสมของอากาศและไอน้ำอิ่มตัวด้วยไอน้ำ และถ้าอุณหภูมิของ dry bulb ลดลงจะทำให้ไอน้ำควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ อ่านค่าได้จากจุดตัดระหว่าง saturation curve กับเส้น constant moisture content ซึ่งเป็นเส้นในแนวนอน
4. **เปอร์เซ็นต์ของไอน้ำอิ่มตัว (percent saturation)** เส้นกราฟที่แสดงมวลของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศในรูปของเปอร์เซ็นต์ของมวลทั้งหมดของไอน้ำที่เป็นไปได้ที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง และที่ moisture content ต่างๆ อ่านค่าได้จากเส้นโค้งบนแผนภูมิโดยตรง
5. **density factor** เป็นอัตราส่วนของความหนาแน่นของอากาศผสมกับไอน้ำ และความหนาแน่นของอากาศมาตรฐาน (standard air - ความหนาแน่น = 0.075 lb/ft³) นอกจากหาได้จากแผนภูมิแล้ว ยังสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้ โดยเฉพาะที่อุณหภูมิต่ำๆ ซึ่งค่าไม่ปรากฏในแผนภูมิ

$$\rho = (1 + W) / HV$$

- เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของอากาศ และไอน้ำ (lb/ft³)
 W = moisture content (lb น้ำ/ lb อากาศแห้ง)
 HV = Humid Volume (ft³ อากาศที่มีไอน้ำ/ lb อากาศแห้ง)

6. **ปริมาณไอน้ำในอากาศ (moisture content, W)** หรือน้ำหนักของไอน้ำ ปริมาณน้ำที่ระเหยขึ้นสู่อากาศ มีหน่วยเป็น เกรนของไอน้ำ/ปอนด์อากาศแห้ง (700 เกรน = 1 ปอนด์) หรือปอนด์ของไอน้ำ/ปอนด์ของอากาศแห้ง
7. **enthalpy (total heat)** คือผลรวมของความร้อนที่ต้องการสำหรับการทำให้อากาศ 1 ปอนด์ที่ 0 °F ร้อนถึงอุณหภูมิกระเปาะแห้ง บวกความร้อนที่ต้องการในการทำให้อุณหภูมิของน้ำในอากาศ 1 ปอนด์นั้นร้อนขึ้นจาก 32 °F ถึงอุณหภูมิตัดน้ำค้าง บวกกับความร้อนแฝงที่ใช้ในการระเหยกลายเป็นไอ บวกความร้อนที่ต้องการสำหรับ superheat ไอน้ำใน 1 ปอนด์อากาศ นั้นจากอุณหภูมิตัดน้ำค้างถึงอุณหภูมิกระเปาะแห้ง มีหน่วยเป็น BTU/lb อากาศแห้ง อ่านค่าในแผนภูมิได้จากเส้นอุณหภูมิกระเปาะเปียก
8. **Humid Volume (HV)** คือปริมาตรของอากาศและไอน้ำ/ปอนด์ อากาศแห้งมีหน่วยเป็น ft³ mixture/lb dry air ทั้งนี้ โปรดจำไว้ว่าค่า 1/HV ไม่ใช่ค่าความหนาแน่น

กิจกรรม 2.1.3

คำนิยามที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศที่สำคัญมีอะไรบ้าง

แนวตอบกิจกรรม 2.1.3

คำนิยามที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศที่สำคัญ คือ

1. ความหนาแน่นของอากาศ
 2. ความถ่วงจำเพาะของก๊าซ
 3. น้ำหนักโมเลกุล
 4. สภาวะมาตรฐานของอากาศ
 5. ความดันบรรยากาศ
 6. อัตราการไหลของอากาศโดยปริมาตร
 7. สภาวะมาตรฐาน
-

เรื่องที่ 2.1.4

ลักษณะสมบัติของอากาศที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศ

การระบายอากาศจะเกี่ยวข้องกับสมบัติของอากาศต่างๆ ที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมกับวิธีการระบายอากาศ มีดังต่อไปนี้

1. ลักษณะสมบัติของอากาศบริสุทธิ์ คำว่า “อากาศบริสุทธิ์” ที่ใช้ในเรื่องของ การระบายอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง (dilution ventilation) นั้น หมายความว่าถึงอากาศภายนอกอาคารโดยทั่วไป และแม้ว่าตามความเป็นจริงแล้วสมบัติของอากาศภายนอกอาคารนั้นจะแตกต่างกันไปบ้างตามสถานที่ เช่น ในเมือง ในย่านอุตสาหกรรม หรือนอกเมืองในชนบทต่างๆ เป็นต้น

ในชุมชนที่มีลักษณะเป็นย่านอุตสาหกรรมหรือในเมืองใหญ่ๆ อากาศภายนอกอาคารมักจะมีมลพิษทางอากาศปะปนอยู่ด้วยเสมอไม่มากก็น้อย มลพิษทางอากาศเหล่านี้ส่วนใหญ่ ได้แก่ พกที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น อนุภาค ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และพวกออกซิแดนซ์ ซึ่งเป็นมลพิษที่เกิดขึ้นภายหลังจากการทำปฏิกิริยาของไนโตรเจนออกไซด์กับสารประเภทไฮโดรคาร์บอนในอากาศโดยอาศัยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ อย่างไรก็ตาม โดยหลักการแล้วมลพิษเหล่านี้จะต้องถูกควบคุมให้มีความเข้มข้นอยู่ในระดับที่ต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายนอกอาคาร (ambient air quality standards) ที่กำหนดไว้เพื่อความปลอดภัยของประชาชนโดยทั่วไป ซึ่งหน่วยงานที่รับผิดชอบในการพิจารณากำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศนี้ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

อากาศบริสุทธิ์เกี่ยวข้องกับเรื่องการระบายอากาศในแง่ที่ว่า การระบายอากาศแบบทำให้เจือจางที่จะต้องกล่าวถึงต่อไปในรายละเอียดนั้นมีหลักในการดำเนินการที่จะต้องเอาอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้าไป ทำให้ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศภายในสถานประกอบการอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ดังนั้น ในที่นี้จะถือว่าอากาศบริสุทธิ์จะมีองค์ประกอบหลักตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 2.1 และอาจมีปริมาณมลพิษทางอากาศปะปนอยู่ด้วยในปริมาณที่ไม่เกินมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

ตารางที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบของอากาศตามธรรมชาติซึ่งถือว่าเป็นอากาศบริสุทธิ์

องค์ประกอบ	ปริมาณในอากาศ (ppm)
ไนโตรเจน	780,900
ออกซิเจน	209,400
อาร์กอน	9,300
คาร์บอนไดออกไซด์	31.5
นีออน	28
ฮีเลียม	5.2
มีเทน	1.0-1.2
คริปทอน	1.0
ไนตรัสออกไซด์	0.5
ไฮโดรเจน	0.5
เซนอน	0.08
ไนโตรเจนไดออกไซด์	0.02
โอโซน	0.01-0.04

2. ลักษณะสมบัติของอากาศภายในสถานประกอบการ อากาศในสถานประกอบการโดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ย่อมจะต้องมีมลพิษที่เกิดขึ้นและถูกปล่อยเข้าสู่อากาศจากขั้นตอนต่างๆ ของการดำเนินงาน ซึ่งเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ แต่เป็นเรื่องที่ควบคุมได้ ดังนั้น เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในสถานประกอบการ (work place air quality standards) ขึ้น เช่น ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง “ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม พ.ศ. 2520” ซึ่งถือปฏิบัติโดยกรมแรงงานฯ ได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในสถานประกอบการได้ 4 ตาราง รวมสารเคมีซึ่งอยู่ในสภาวะต่างๆ กัน 121 ชนิด ซึ่งนับว่ายังน้อยมากเมื่อเทียบกับจำนวนชนิดของสารเคมีที่ผลิตขึ้น และนำมาใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน

ลักษณะสมบัติของอากาศภายในสถานประกอบการเกี่ยวข้องกับการระบายอากาศในประเด็นที่ว่า การระบายอากาศนั้นเป็นวิธีการที่ใช้เพื่อควบคุมความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในสถานประกอบการให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ นั่นคือ จะต้องต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่กำหนดไว้ กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ มาตรฐานคุณภาพอากาศในสถานประกอบการของมลพิษที่เกี่ยวข้องเป็นเป้าหมายของการระบายอากาศนั่นเอง

3. ลักษณะสมบัติของอากาศเสียที่ยอมให้ปล่อยออกจากปล่องควันของระบบระบายอากาศ เพื่อเป็นการป้องกันมิให้คุณภาพอากาศภายนอกอาคารในชุมชนถูกปนเปื้อนด้วยมลพิษจนเกินระดับความสามารถที่จะรองรับได้ตามธรรมชาติ จึงต้องมีการควบคุมปริมาณมลพิษซึ่งถูกปล่อยออกจากปล่องของระบบระบายอากาศของโรงงานอุตสาหกรรมขึ้น โดยกำหนดเป็น “มาตรฐานคุณภาพอากาศที่ปล่อยออกนอกโรงงาน” หน่วยงานที่รับผิดชอบในเรื่องนี้ได้แก่ กระทรวงอุตสาหกรรม และกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ลักษณะสมบัติของอากาศเสียที่ยอมให้ปล่อยออกจากโรงงานเกี่ยวข้องกับการระบายอากาศในประเด็นที่ว่า เป็นข้อมูลส่วนหนึ่งสำหรับพิจารณาว่าจำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์กำจัดมลพิษติดตั้งเข้ากับระบบระบายอากาศนั้นหรือไม่ และอย่างไร

4. การใช้มาตรฐานคุณภาพอากาศ ข้อพึงระวังคือ ยายนำมาตรฐานคุณภาพอากาศที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้นมาใช้ปะปนกันโดยผิดวัตถุประสงค์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ และมาตรฐานคุณภาพอากาศในสถานประกอบการ ซึ่งค่อนข้างจะคล้ายคลึงกัน

4.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ มุ่งหวังเพื่อป้องกันอันตรายจากมลพิษทางอากาศให้กับประชาชนโดยทั่วไปในชุมชน ซึ่งมีทั้งผู้ที่สุขภาพร่างกายแข็งแรง อ่อนแอ คนเจ็บ คนชรา และเด็ก ซึ่งเป็นกลุ่มคนที่ไวต่อการเกิดอันตรายจากมลพิษทางอากาศ และระยะเวลาสัมผัสกับมลพิษ ในกรณีนี้จะเกิดขึ้นได้ตลอด 24 ชั่วโมง และอาจจะทุกๆ วัน หากมีมลพิษนั้นอยู่ในอากาศ

4.2 มาตรฐานคุณภาพอากาศในสถานประกอบการกลุ่มเป้าหมายที่จะป้องกันอันตรายให้ ได้แก่ ผู้ปฏิบัติงานซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในวัยทำงาน ร่างกายแข็งแรง โดยมีโอกาสสัมผัสกับมลพิษเฉพาะในช่วงเวลาทำงาน คือ 8 ชั่วโมงต่อวัน และ 5 วันใน 1 สัปดาห์

จากข้อแตกต่างดังกล่าวของผู้รับมลพิษและลักษณะการสัมผัสกับมลพิษ ย่อมจะทำให้มาตรฐานคุณภาพอากาศทั้ง 2 แตกต่างกัน ถึงแม้ว่าจะออกมาใช้กับมลพิษชนิดเดียวกัน โดยทั่วไปแล้วสำหรับมลพิษตัวเดียวกัน ค่าที่กำหนดไว้ในมาตรฐานคุณภาพอากาศในสถานประกอบการจะต้องใช้มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในสถานประกอบการเป็นข้อมูลอ้างอิง

ในการใช้มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในสถานประกอบการนั้นมีข้อควรระวังอยู่ 2 ประการด้วยกัน คือ มาตรฐานนี้ใช้ป้องกันอันตรายสำหรับการปฏิบัติงานไม่เกินวันละ 8 ชั่วโมง และ 5 วันต่อสัปดาห์เท่านั้น หากมีการปฏิบัติงานที่ยาวนาน หรือมีจำนวนวันต่อสัปดาห์มากกว่านี้ ความปลอดภัยย่อมลดลง และค่าที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานนั้น มีทั้งค่าที่เป็นความเข้มข้นเฉลี่ย (ในช่วงเวลา 8 ชั่วโมง) ค่าความเข้มข้นสูงสุดที่อาจยอมให้มีได้ และค่าความเข้มข้นสูงสุดในช่วงเวลาที่จำกัด ผู้ใช้จะต้องให้ความระมัดระวังในการนำไปใช้ มิฉะนั้นแล้วอาจเกิดความไม่ปลอดภัยขึ้นได้

5. ลักษณะสมบัติทางกายภาพของอากาศที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศ ที่ใช้ในการคำนวณ มีดังนี้

5.1 ถือว่าอากาศที่ไหลในท่อลมของระบบระบายอากาศเป็น non-compressible fluid

5.2 “อากาศมาตรฐาน” (standard air) คือ อากาศที่อุณหภูมิ 75 องศาฟาเรนไฮต์ ความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ความดัน 29.29 นิ้วปรอท ที่สภาวะการณดังกล่าวนี้อากาศจะมีความหนาแน่น 0.075 ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุต

5.3 ในกรณีที่อากาศจริงในระบบระบายอากาศมีอุณหภูมิระหว่าง 40 องศาฟาเรนไฮต์ ถึง 100 องศาฟาเรนไฮต์ ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลระหว่าง -1000 ถึง + 100 ฟุตแล้ว ให้ใช้ค่าความหนาแน่นของอากาศมาตรฐานคือ 0.075 ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุตได้ นอกเหนือจากนี้แล้วจะต้องคำนวณความหนาแน่นอากาศใหม่และใช้ตามความเป็นจริง

กิจกรรม 2.1.4

สมบัติของอากาศลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศได้แก่อะไรบ้าง

แนวตอบกิจกรรม 2.1.4

สมบัติของอากาศลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศ ได้แก่

1. สมบัติของอากาศบริสุทธิ์
 2. สมบัติของอากาศภายในสถานประกอบการ
 3. สมบัติของอากาศเสียที่ยอมให้ปล่อยออกจากปล่องควันของระบบระบายอากาศ
 4. การใช้มาตรฐานคุณภาพอากาศ
 5. สมบัติทางกายภาพของอากาศที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศ
-

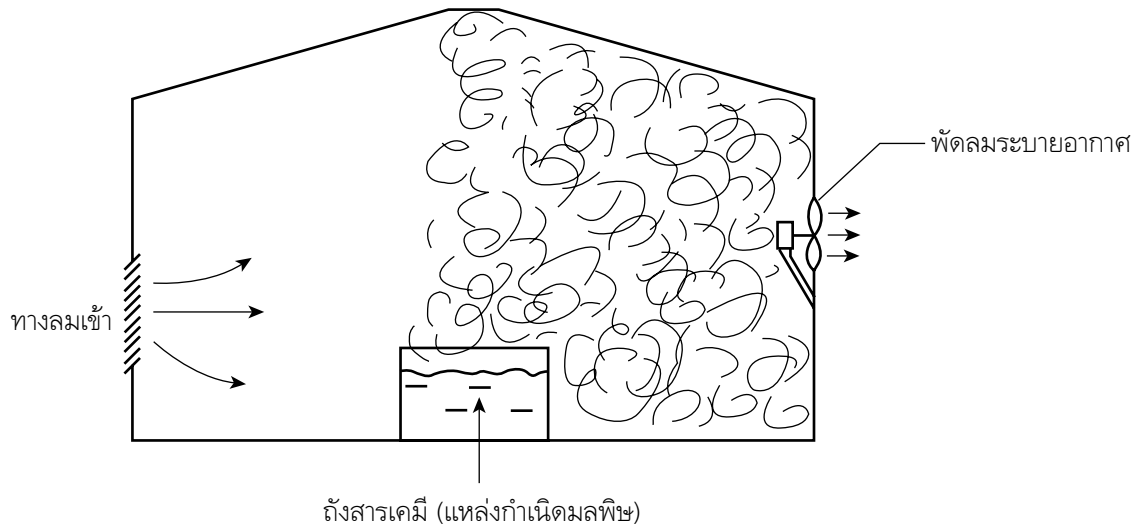
เรื่องที่ 2.1.5

ชนิดของการระบายอากาศ

การระบายอากาศที่ใช้เพื่อป้องกันอันตรายและ/หรือความเดือดร้อนรำคาญซึ่งอาจเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น จำแนกออกเป็น 2 ชนิด ทั้งนี้ โดยพิจารณาจากหลักการที่ใช้ในการดำเนินการ การระบายอากาศทั้ง 2 ชนิดดังกล่าว ได้แก่

1. การระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง (dilution ventilation) หรือแบบทั่วไป (general dilution) เป็นการระบายอากาศเพื่อลดความเข้มข้นของมลพิษซึ่งปนเปื้อนอยู่ในอากาศในสถานที่ประกอบการ โดยการทำให้เจือจางลงด้วยอากาศบริสุทธิ์จากภายนอก จนกระทั่งมลพิษดังกล่าวมีความเข้มข้นอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ หรือไม่ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ (เช่น กลิ่นอันไม่พึงประสงค์)

นอกจากอันตรายต่อสุขภาพเนื่องจากมลพิษทางอากาศแล้ว การระบายอากาศแบบนี้ยังใช้ได้ดีในการป้องกันและควบคุมปัญหาเกี่ยวกับความร้อน ความชื้น และอันตรายจากการระเบิดเนื่องจากสารเคมีบางประเภทอีกด้วย (ภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.2 การระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง

1.1 ข้อจำกัดของการระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง การระบายอากาศแบบนี้มีข้อจำกัดที่จะต้องพิจารณา ดังต่อไปนี้

1.1.1 ปริมาณมลพิษที่ถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดเข้าสู่อากาศในสถานประกอบการจะต้องมีไม่มากนัก มิฉะนั้นจะต้องใช้อากาศบริสุทธิ์ด้วยปริมาณที่มากเกินไปจนความเหมาะสม เพื่อให้มลพิษเจือจางจนมีความเข้มข้นอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

1.1.2 มลพิษที่จะควบคุมนั้นควรจะเป็นพิษต่ำหรือค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้ ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกับที่กล่าวไว้ข้างต้นในข้อ 1.1.1

1.1.3 อัตราการเกิดและเข้าปนเปื้อนกับอากาศของมลพิษควรจะคงที่หรือมีความแปรเปลี่ยนไม่มากนัก

1.1.4 ผู้ปฏิบัติงานจะต้องอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดมลพิษในระยะห่างที่เพียงพอที่จะทำให้มลพิษนั้นเจือจางลงจนถึงระดับที่รับได้ ก่อนที่จะเคลื่อนมาถึงตัวผู้ปฏิบัติงานนั้น

1.2 ข้อดีของการระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง

1.2.1 เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการระบายอากาศแบบเฉพาะที่แล้ว การระบายอากาศแบบทำให้เจือจางนี้จัดทำได้ง่ายกว่า อาศัยความรู้น้อยกว่า

1.2.2 เป็นวิธีการที่ประหยัดค่าใช้จ่ายในกรณีที่สถานการณ์เอื้ออำนวยให้สามารถใช้การระบายอากาศแบบนี้ได้

1.2.3 ใช้ได้ผลดีในการควบคุมมลพิษประเภทที่มีสถานะเป็นไอและก๊าซ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไอที่เกิดจากการระเหยของสารละลายอินทรีย์เคมี

1.2.4 ไม่ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมมลพิษ เพื่อลดระดับความเข้มข้นของมลพิษในอากาศ ก่อนที่จะถูกถ่ายเทออกจากสถานประกอบการ สู่บรรยากาศภายนอก

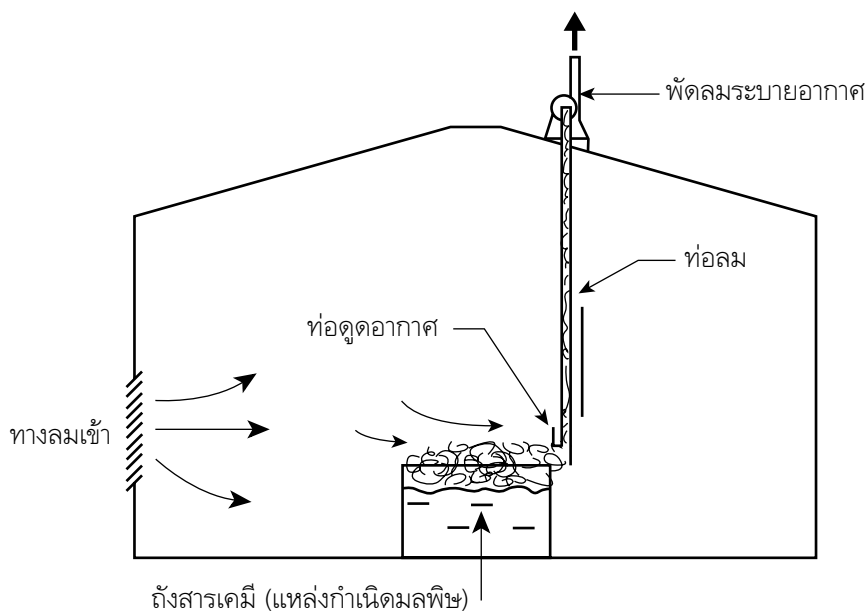
1.3 ข้อเสียของการระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง

1.3.1 การระบายอากาศแบบนี้มิได้เป็นการกำจัดมลพิษที่เกิดขึ้นทั้งหมดออกไปจากบริเวณปฏิบัติงาน หากเป็นแต่เพียงลดปริมาณความเข้มข้นของมลพิษนั้นให้อยู่ในระดับที่ไม่สูงเกินกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ ซึ่งกำหนดไว้เพื่อความปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้น ถ้าการจัดการเกี่ยวกับ (1) ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่ต้องใช้เพื่อทำให้มลพิษเจือจางลง และ (2) ทางเข้าของอากาศบริสุทธิ์จากภายนอก ทางออกของอากาศที่ปนเปื้อนด้วยมลพิษจากภายใน ตลอดจนการเคลื่อนไหวของอากาศภายในสถานประกอบการนั้นไม่ถูกต้องและเหมาะสมตามที่ควรจะเป็นแล้ว อันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานจะยังคงไม่หมดไป

1.3.2 การระบายอากาศแบบนี้มักจะใช้ไม่ค่อยได้ผลกับมลพิษประเภทฟุ้งและฝุ่น ทั้งนี้ เพราะมลพิษเหล่านี้มักมีอัตราการเกิดและเข้าปนเปื้อนกับอากาศด้วยปริมาณที่ค่อนข้างสูง และมีความแปรเปลี่ยนมากรวมทั้งเหตุที่ว่ามลพิษที่อยู่ในสถานะดังกล่าวมักมีระดับความเป็นพิษสูงด้วย

1.3.3 การระบายอากาศแบบทำให้เจือจางจะต้องเคลื่อนย้ายอากาศเข้าและออกจากอาคารสถานประกอบการ ด้วยปริมาณที่มากกว่าการระบายอากาศแบบเฉพาะแห่ง ดังนั้น ในกรณีที่ต้องมีการปรับอากาศ (อุณหภูมิและความชื้น) ในสถานที่นั้นด้วยแล้ว การระบายอากาศแบบนี้จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงกว่า

2. การระบายอากาศแบบเฉพาะที่ (local exhaust ventilation) เป็นการระบายอากาศเพื่อที่จะป้องกันอันตรายต่อสุขภาพ และควบคุมปัญหาเดือดร้อนรำคาญภายในสถานประกอบการ เช่นเดียวกันกับการระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง แต่มีหลักการและวิธีการแตกต่างออกไป กล่าวคือ การระบายอากาศแบบเฉพาะที่อาศัยหลักการดูดระบายมลพิษพร้อมทั้งอากาศที่ถูกปนเปื้อนออกจากบริเวณที่เป็นจุดกำเนิดโดยตรง ก่อนที่มลพิษนั้นจะเข้าปนเปื้อนกับอากาศส่วนใหญ่ของห้อง ทั้งนี้ ด้วยการทำงานของ “ระบบระบายอากาศ” ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ ท่อดูดอากาศ (hoods) ท่อลม (ducts) และพัดลมระบายอากาศ (exhaust fan) และนอกจากองค์ประกอบดังกล่าวข้างต้นนี้แล้ว ระบบระบายอากาศยังอาจมีอุปกรณ์ควบคุมมลพิษหรืออุปกรณ์ทำความสะอาดอากาศ (air cleaners) ติดตั้งอยู่ด้วยในกรณีที่มีจำเป็น เช่น เมื่อปริมาณความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในปล่องควันของระบบระบายอากาศมีระดับสูงกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่ปล่อยออกมานอกโรงงานซึ่งกำหนดไว้สำหรับมลพิษชนิดนั้นๆ (ภาพที่ 2.3)



ภาพที่ 2.3 การระบายอากาศแบบเฉพาะแห่ง

เมื่อพิจารณาจากหลักการและวิธีการของการระบายอากาศแบบเฉพาะที่แล้ว จะเห็นได้ว่าการระบายอากาศแบบนี้ไม่มีข้อจำกัดดังเช่นกรณีของการระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง

2.1 ข้อดีของการระบายอากาศแบบเฉพาะที่

2.1.1 เป็นวิธีการที่มุ่งกำจัดเอามลพิษที่เกิดขึ้นออกไปจากบริเวณทำงาน จึงให้ผลในด้านการควบคุมได้ดีและปลอดภัย

2.1.2 ใช้ได้ผลดีกับมลพิษในทุกสถานะไม่ว่าจะเป็นไอ ก๊าซ ฝุ่น หรือฟุ้ง และไม่ว่ามลพิษนั้นจะมีอัตราการเกิดและระดับความเป็นพิษมากน้อยประการใด

2.2 ข้อเสียของการระบายอากาศแบบเฉพาะที่

2.2.1 ต้องการพื้นฐานความรู้และประสบการณ์สูงในการออกแบบระบบการระบายอากาศแบบนี้

2.2.2 ต้องการบุคลากรที่ได้รับการศึกษาและฝึกอบรมมาดีพอสมควรในการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบระบายอากาศแบบนี้

2.2.3 โดยทั่วไปแล้วสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการจัดสร้างและดำเนินการมากกว่าการระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง

กิจกรรม 2.1.5

การระบายอากาศที่มีกี่ชนิด แต่ละชนิดมีข้อดีและข้อเสียอย่างไร

แนวตอบกิจกรรม 2.1.5

การระบายอากาศมี 2 ชนิด ซึ่งมีข้อดีและข้อเสีย ดังนี้

การระบายอากาศ	ข้อดี	ข้อเสีย
1. การระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง	1.1 จัดทำได้ง่ายกว่าแบบที่ 2 1.2 ควบคุมมลพิษได้ทุกสถานะ 1.3 ประหยัดค่าใช้จ่าย 1.4 ไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ควบคุมมลพิษ	1.1 ไม่สามารถกำจัดมลพิษได้ทั้งหมด 1.2 ใช้ไม่ได้ผลกับฟุ้งและฝุ่น 1.3 ต้องใช้ปริมาณอากาศค่อนข้างมาก
2. การระบายอากาศเฉพาะที่	2.1 ควบคุมมลพิษได้ดีและปลอดภัย 2.2 ใช้ได้กับมลพิษทุกสถานะ	2.1 ต้องใช้ผู้ออกแบบที่มีความรู้ ประสบการณ์สูง 2.2 การบำรุงรักษาต้องใช้ผู้มีความสามารถเฉพาะ 2.3 สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

ตอนที่ 2.2

ระบบการระบายอากาศโดยใช้วิธีทำให้เจือจาง

โปรดอ่านหัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์ของตอนที่ 2.2 แล้วจึงศึกษารายละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง

- 2.2.1 ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้การระบายอากาศโดยใช้วิธีทำให้เจือจาง
- 2.2.2 วัตถุประสงค์ของการระบายอากาศโดยใช้วิธีทำให้เจือจาง
- 2.2.3 การระบายอากาศเพื่อป้องกันอันตรายจากมลพิษ
- 2.2.4 การระบายอากาศเพื่อป้องกันอันตรายจากการระเบิดและอัคคีภัย
- 2.2.5 การระบายอากาศเพื่อลดปัญหาความร้อนในสถานประกอบการ

แนวคิด

1. การระบายอากาศจะต้องมีการพิจารณาว่าควรจะใช้การระบายอากาศแบบใดจึงจะเหมาะสมกับปริมาณของสิ่งปนเปื้อนในอากาศ และประเภทของความเป็นพิษ
2. การระบายอากาศโดยใช้วิธีทำให้เจือจาง มีวัตถุประสงค์เพื่อคุ้มครองสุขภาพอนามัยของคนงาน ป้องกันอัคคีภัยและการระเบิด และระบายอากาศเพื่อให้คนงานเกิดความรู้สึกสบาย
3. การระบายอากาศเพื่อป้องกันอันตรายจากมลพิษ จะต้องทราบอัตราการเกิดมลพิษ อัตราการระบายอากาศที่ต้องการ เพื่อนำมาใช้ในการจัดการควบคุมการไหลของอากาศ ซึ่งสามารถกระทำโดยการติดตั้งพัดลมได้หลายวิธี
4. การระบายอากาศเพื่อป้องกันอันตรายจากการระเบิดและอัคคีภัย จะต้องคำนึงถึงสารที่ระเบิดได้ อากาศและความร้อน แล้วนำไปจัดการควบคุมการไหลของอากาศโดยใช้หลักการเดียวกับข้อ 3.
5. การระบายอากาศเพื่อลดปัญหาความร้อนในสถานประกอบการมีหลักการคือ จัดการถ่ายเทความร้อนออกจากสถานที่ปฏิบัติงาน และให้อากาศภายนอกที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าไหลเข้าไปแทนที่

วัตถุประสงค์

เมื่อศึกษาตอนที่ 2.2 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้การระบายอากาศโดยใช้วิธีทำให้เจือจางได้
2. อธิบายวัตถุประสงค์ของการระบายอากาศโดยใช้วิธีทำให้เจือจางได้
3. อธิบายรายละเอียดของการระบายอากาศเพื่อป้องกันอันตรายจากมลพิษได้
4. อธิบายการระบายอากาศเพื่อป้องกันอันตรายจากการระเบิดและอัคคีภัยได้
5. อธิบายการระบายอากาศเพื่อลดปัญหาความร้อนในสถานประกอบการ

เรื่องที่ 2.2.1

ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้การระบายอากาศโดยวิธีทำให้เจือจาง

ในการพิจารณาว่าควรจะใช้การระบายอากาศแบบไหนดีระหว่างการระบายอากาศโดยวิธีทำให้เจือจางกับการระบายอากาศแบบเฉพาะที่นั้น ควรจะต้องระลึกไว้เสมอว่าการระบายอากาศโดยวิธีทำให้เจือจางนั้นมีข้อจำกัดอยู่ 4 ประการ คือ

1. ปริมาณของสิ่งสกปรกปนเปื้อนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตนั้นต้องไม่สูงจนเกินไป หรือปริมาณอากาศที่ต้องการเพื่อการทำเจือจางนั้นต้องไม่มากจนเกินไปได้ลำบาก
2. คนงานจะต้องอยู่ห่างจากสิ่งปนเปื้อนที่เกิดขึ้นนั้นในระยะที่ปลอดภัย หรือระดับความเข้มข้นของสิ่งปนเปื้อนนั้นจะต้องต่ำกว่าระดับมาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดไว้
3. สิ่งปนเปื้อนควรเป็นสารที่มีพิษน้อย และมีอันตรายจากการเกิดเพลิงไหม้เล็กน้อยด้วย American Conference of Government Industrial Hygienists (ACGIH) ได้เสนอเกี่ยวกับความเป็นพิษของสารที่จะใช้พิจารณาในการเลือกใช้ระบบการระบายอากาศโดยวิธีทำให้เจือจาง ดังแสดงในตารางที่ 2.2 นี้

ตารางที่ 2.2

ประเภทของความเป็นพิษ	ช่วงของ TLV, ppm
สารมีพิษน้อย	≥ 500
สารมีพิษปานกลาง	100 - 500
สารมีพิษมาก*	≤ 100

* ไม่แนะนำให้ใช้วิธีการระบายอากาศโดยวิธีทำให้เจือจาง

4. อัตราการเกิดหรือการปล่อยสิ่งปนเปื้อนออกมานั้นควรจะต้องมีอัตราที่คงที่หรือสม่ำเสมอ ทั้งนี้ เพื่อมิให้เกิดปัญหาขึ้นในกรณีที่บางขณะสิ่งปนเปื้อนนั้นถูกปล่อยออกมาในปริมาณที่สูงผิดปกติ

จากข้อจำกัดดังกล่าว การระบายอากาศโดยวิธีทำให้เจือจางจึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ควบคุมในสถานที่ทำงานที่มีฝุ่นและฝุ่น ด้วยเหตุผลที่ว่า

1. สารที่มีพิษมากนั้นจะทำให้เจือจางลงย่อมต้องใช้ปริมาณของอากาศที่มากมายมหาศาล
2. ความเร็วและอัตราการเกิดขึ้นของสิ่งปนเปื้อนปกติแล้วจะสูงมากจนทำให้ระดับความเข้มข้นของสารดังกล่าวในบริเวณที่ทำงานนั้นสูงขึ้นด้วย

กิจกรรม 2.2.1

ให้นักศึกษาตอบว่าข้อใดไม่ใช่ ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้การระบายอากาศโดยใช้วิธีทำให้เจือจาง

1. ปริมาณของสิ่งปนเปื้อนที่เกิดจากกระบวนการผลิตต้องไม่สูงเกินไป
2. ปริมาตรของสิ่งปนเปื้อนที่เกิดจากกระบวนการผลิตต้องไม่สูงเกินไป
3. ปริมาตรของอากาศที่ต้องการเพื่อการทำให้อากาศเจือจางไม่มากเกินไป
4. ระดับความเข้มข้นของสิ่งปนเปื้อนในระยะพอสสมควร
5. คนงานต้องอยู่ห่างจากสิ่งปนเปื้อนในระยะพอสสมควร
6. สิ่งปนเปื้อนควรมีสารพิษน้อย อันตรายจากเกิดเพลิงไหม้ด้วย
7. อัตราการปล่อยสิ่งปนเปื้อนออกมาควรมีอัตราคงที่

แนวตอบกิจกรรม 2.2.1

ข้อที่ไม่ใช่ คือ ข้อ 2. และข้อ 5.

เรื่องที่ 2.2.2

วัตถุประสงค์ของการระบายอากาศโดยใช้วิธีทำให้เจือจาง

วัตถุประสงค์ของการระบายอากาศโดยใช้วิธีทำให้เจือจางนั้นจะดำเนินการ เพื่อ

1. การคุ้มครองและป้องกันสุขภาพอนามัยของคนงานมิให้เสื่อมทรามลง
2. การป้องกันอัคคีภัยและการระเบิด
3. ทำให้คนงานเกิดความรู้สึกสบาย

โดยอาจแยกกล่าวพอเป็นสังเขป ดังนี้

1. การระบายอากาศโดยวิธีทำให้เจือจางเพื่อสุขภาพอนามัย โดยทั่วไปแล้วการระบายอากาศโดยวิธีทำให้เจือจางนั้นให้ผลในแง่ของการควบคุมและป้องกันสุขภาพอนามัยของคนงานได้ไม่เป็นที่พอใจเท่ากับการระบายอากาศแบบเฉพาะที่ แต่อย่างไรก็ตาม ก็มีหลายโอกาสหรือหลายสภาวะที่จำเป็นต้องใช้ระบบการระบายอากาศโดยวิธีทำให้เจือจาง ทั้งนี้ เพราะกระบวนการผลิตไม่เอื้ออำนวยให้ใช้ระบบการระบายอากาศแบบเฉพาะที่ และบางครั้งอาจจะพบว่าในบางกรณีนั้นการระบายอากาศโดยวิธีทำให้เจือจางนั้นอาจจะใช้เงินลงทุนน้อยกว่าการระบายอากาศแบบเฉพาะที่ แต่ผู้ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานนั้นจะต้องระลึกรู้ไว้เสมอว่าจะพิจารณาเพียงการลงทุนระยะต้นไม่ได้ ทั้งนี้ เพราะว่าการถ่ายเทอากาศร้อนออกจากอาคารในปริมาณที่ใหญ่มากนั้นจะทำให้ค่าดำเนินการนั้นแพงมาก และขณะเดียวกันจะต้องมีการเพิ่มเติมอากาศ (conditioned make-up air) เข้าสู่ห้องทำงานด้วย ซึ่งจะทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มสูงขึ้นอีก

การระบายอากาศโดยวิธีทำให้เจือจางเพื่อควบคุมอันตรายที่อาจจะเกิดต่อสุขภาพอนามัยของคนงานนั้นปกติจะใช้ในการควบคุมปริมาณความเข้มข้นของไอสารที่เกิดจากสารตัวทำละลายที่เป็นกลุ่มอินทรีย์สาร (organic solvents) ที่มีพิษน้อย ในการดำเนินงานนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องมีข้อมูลต่างๆ อย่างพร้อมมูล เช่น อัตราการทำให้อากาศเจือจาง

เกิดไอสาร หรืออัตราการระเหยของของเหลว เป็นต้น ซึ่งโดยปกติแล้วข้อมูลดังกล่าวจะหาได้จากโรงงานหรือสถานประกอบการนั้นๆ

2. การระบายอากาศโดยวิธีทำให้เจือจางเพื่อป้องกันอัคคีภัยและการระเบิด การระบายอากาศโดยวิธีทำให้เจือจางนอกจากจะช่วยควบคุมและป้องกันอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของคนงานจากไอสารของตัวทำละลายบางชนิดแล้ว ยังจะช่วยลดปริมาณความเข้มข้นของสารที่ติดไฟหรือระเบิดได้ให้อยู่ในระดับที่ต่ำกว่า (Lower Explosive Limit) หรือ LEL* อย่างไรก็ตาม แนวคิดนี้จะนำไปใช้ในสถานที่ที่มีคนงานทำงานคลุกคลีอยู่ด้วยไม่ได้ ในกรณีที่มิมีคนงานอยู่ในบริเวณที่ทำงานนั้นจะต้องใช้อัตราการทำให้เจือจางเพื่อควบคุมอันตรายที่จะเกิดแก่สุขภาพอนามัยของคนงานเสมอ ดังนั้น นักศึกษาจะต้องทำความเข้าใจในประเด็นนี้ให้ดี นั่นคือ ถ้าหากมีคนงานอยู่ในบริเวณที่จะควบคุมจะต้องใช้หลักหรือแนวทางด้านการควบคุมอันตรายที่จะเกิดแก่สุขภาพ และถ้าหากจะควบคุมการเกิดการระเบิดหรือติดไฟจะต้องไม่มีคนงานอยู่ในบริเวณนั้น ทั้งนี้ เพราะระดับปริมาณความเข้มข้นที่ใช้ในการควบคุมของ 2 กรณีนั้นต่างกันมาก คือระดับความเข้มข้นของสารที่จะปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยของคนงานนั้นจะต่ำมาก โดยจะต่ำกว่าระดับของ LEL ที่จะปลอดภัยจากการระเบิดนั้นหลายเท่า นั่นคือ แม้ว่าจะควบคุมให้มีความปลอดภัยจากการระเบิด แต่ระดับความเข้มข้นของสารก็ยิ่งสูงจนทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของคนงานได้คือทำให้เจ็บปวดและถึงตายได้ ดังจะเห็นได้จากตารางเปรียบเทียบของสารตัวทำละลายบางชนิดระหว่างค่าความปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัย (Threshold Limit Values = TLV) กับค่า LEL ดังแสดงในตารางที่ 2.3 นี้

ตารางที่ 2.3

สารตัวทำละลาย	มาตรฐานความปลอดภัย ส่วนต่อล้านส่วนของอากาศ	ระดับต่ำสุดของการติดไฟหรือระเบิด LEL	
		เปอร์เซ็นต์	ส่วนต่อล้านส่วนของอากาศ
Acetone	1,000	2.55	25,500
Ethanol	1,000	3.28	32,800
Isopropanol	400	2.02	20,200
Toluene	100	1.27	12,700
Xylene	100	1.00	10,000

* Lower Explosive Limit (LEL) คือระดับต่ำสุดของการติดไฟหรือระเบิดได้ของก๊าซหรือไอสารที่อุณหภูมิปกติ โดยจะมีค่าเป็นร้อยละของก๊าซหรือไอสารในอากาศต่อปริมาตร

3. การระบายอากาศโดยวิธีทำให้เจือจางเพื่อให้เกิดความรู้สึกสบาย การระบายอากาศโดยวิธีทำให้เจือจางนั้นยังช่วยในการลดความร้อนของสถานที่ทำงานลงด้วย โดยหลักการนั้นจะรวมถึงการปรับอากาศหรือการดำเนินการเพื่อควบคุมอากาศในแง่ของอุณหภูมิ ความชื้น ความสะอาด และการกระจายตัวตามลักษณะที่กำหนดส่วนใหญ่แล้วการระบายอากาศในสถานที่พักอาศัย สำนักงาน และร้านค้า นั้น เพื่อทำให้ผู้อยู่อาศัยหรือผู้ที่ทำงานภายในสถานที่ดังกล่าวรู้สึกสบาย แต่สำหรับสภาวะในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น พบว่าค่อนข้างจะลำบากในการที่จะจัดให้มีสภาพที่จะทำให้คนงานรู้สึกสบายเช่นเดียวกับสำนักงานหรือร้านค้า แต่อย่างไรก็ตาม การระบายอากาศโดยวิธีนี้ก็ช่วยป้องกันมิให้เกิดความรู้สึกไม่สบายได้บ้าง และยังคงช่วยป้องกันมิให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของบุคคลอย่างรุนแรง เช่น ผลกระทบจากความร้อนในการทำงาน เป็นต้น

บางครั้งเพื่อให้การป้องกันและควบคุมได้ผลและมีประสิทธิภาพสูง อาจจำเป็นต้องใช้การระบายอากาศแบบเฉพาะที่เข้ามาเสริมด้วย เช่น การขจัดหรือถ่ายเทความร้อนและความชื้นออกจากแหล่งกำเนิด นอกจากนี้ อาจใช้วิธีการควบคุมอื่นๆ ช่วยด้วย เป็นต้นว่า การปิดกั้นหรือแยกออก (isolation) การปิดหุ้ม (shielding) และการใช้ฉนวนความร้อน (insulation) เพื่อแยกต้นตอของความร้อนออกไป มิให้ความร้อนนั้นผ่านเข้าสู่ห้องทำงาน เป็นต้น

กิจกรรม 2.2.2

ให้นักศึกษาอธิบายวัตถุประสงค์ของการระบายอากาศโดยใช้วิธีทำให้เจือจางว่ามีอะไรบ้าง

แนวตอบกิจกรรม 2.2.2

วัตถุประสงค์ของการระบายอากาศโดยใช้วิธีทำให้เจือจาง เพื่อ

1. คุ้มครองและป้องกันสุขภาพของคนงานมิให้เสื่อมโทรม
 2. ป้องกันอัคคีภัยและการระเบิด
 3. ทำให้คนงานเกิดความรู้สึกรบาย
-

เรื่องที่ 2.2.3

การระบายอากาศเพื่อป้องกันอันตรายจากมลพิษ

1. หลักการและวิธีการระบายอากาศเพื่อป้องกันอันตรายจากมลพิษ

หลักการของการระบายอากาศเพื่อป้องกันอันตรายจากมลพิษนั้นยึดหลักว่าจะต้องสามารถควบคุมให้ความเข้มข้นของมลพิษในสถานประกอบการอยู่ในระดับที่ไม่สูงเกินกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ ซึ่งกำหนดไว้เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน ทั้งนี้ โดยการถ่ายเทอากาศซึ่งปนเปื้อนด้วยมลพิษที่ถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ให้ออกไปจากสถานประกอบการนั้น แล้วให้อากาศบริสุทธิ์จากภายนอกไหลเข้ามาแทนที่ ด้วยวิธีการดังกล่าวจะทำให้ระดับความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในสถานประกอบการนั้นลดลง จากกระบวนการซึ่งเรียกว่า “การทำให้เจือจาง” จากหลักการดังกล่าวจะเห็นได้ว่าหัวใจของการระบายอากาศแบบนี้ก็คือ จะต้องสามารถคำนวณอัตราการระบายอากาศแบบนี้ก็ต้องจะสามารถคำนวณอัตราการระบายอากาศที่ต้องการเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ ซึ่งในการนี้ต้องการข้อมูลที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1.1 อัตราการเกิดมลพิษ หรืออัตราที่มลพิษถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดสู่อากาศ ข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการเกิดมลพิษมีความสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งนี้ เพราะอัตราการระบายอากาศที่ต้องการจะแปรผันโดยตรงกับอัตราการเกิดมลพิษ ดังนั้น ผู้ออกแบบระบบการระบายอากาศแบบนี้จะต้องสามารถประเมินอัตราการเกิดมลพิษได้อย่างถูกต้องหรือใกล้เคียงที่สุด เนื่องจากมลพิษทางอากาศมีอยู่หลายสถานะด้วยกัน เช่น ก๊าซ ไอ ฝุ่น มิสต์ ฟูม และอื่นๆ ดังนั้น อัตราที่มลพิษถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดเข้าสู่อากาศในสถานประกอบการจึงอาจมีหน่วยเป็นปริมาตร หรือน้ำหนักของมลพิษต่อหนึ่งหน่วยเวลา ในทางปฏิบัตินั้นการประเมินปริมาณมลพิษซึ่งอยู่ในสถานะที่เป็นฝุ่น มิสต์ และฟูม ซึ่ง

ถูกปล่อยออกจากกรรมวิธีต่างๆ ของโรงงานอุตสาหกรรมนั้นเป็นเรื่องยากและขาดความแม่นยำ ในขณะที่การประเมินดังกล่าวสำหรับมลพิษซึ่งอยู่ในสถานะที่เป็นไอหรือก๊าซนั้นทำได้ไม่ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งไอซึ่งเกิดจากการระเหยของสารเคมีอินทรีย์ เช่น ประเภทที่นิยมใช้เป็นตัวทำละลายในงานอุตสาหกรรม

ความยุ่งยากและความไม่แน่นอนของการคำนวณหาอัตราการเกิดมลพิษที่มีสถานะเป็นฝุ่น มิสต์ และฟุ้ง ซึ่งเป็นสาเหตุให้การระบายอากาศแบบทำให้เจือจางเพื่อป้องกันอันตรายต่อสุขภาพนี้ไม่เหมาะกับมลพิษประเภทดังกล่าว สำหรับการประเมินอัตราการเกิดมลพิษที่มีสถานะเป็นไอนั้นทำได้โดยอาศัยหลักการเบื้องต้นทางด้านเคมีว่า สารเคมี 1 ปอนด์โมล เมื่อเปลี่ยนสถานะเป็นไอจะมีปริมาตรเท่ากับ 359 ลูกบาศก์ฟุตที่ 32 องศาฟาเรนไฮต์ ความดัน 1 บรรยากาศ (14.7 ปอนด์/ตารางนิ้ว) ดังนั้น หากทราบน้ำหนักของสารเคมีซึ่งหายไป (เนื่องจากการระเหยเป็นไอสู่อากาศ) ในช่วงระยะเวลาที่กำหนดก็สามารถคำนวณหาอัตราการเกิดมลพิษดังกล่าวได้ ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำหนักของสารเคมีที่หายไปดังกล่าวอาจได้จากการตรวจวัดโดยตรง ซึ่งให้ผลค่อนข้างแน่นอน หรือจากการประเมินทางอ้อมโดยอาศัยข้อมูลของหน่วยจัดซื้อ ซึ่งในลักษณะนี้จะมีความถูกต้องแม่นยำน้อยกว่าวิธีแรก

1.2 อัตราการระบายอากาศที่ต้องการ

1.2.1 เมื่อมีมลพิษที่เกี่ยวข้องเพียงชนิดเดียว อัตราการระบายอากาศที่ต้องการเพื่อเจือจางมลพิษทางอากาศให้มีความเข้มข้นอยู่ในระดับที่ไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ สามารถคำนวณได้จากสมการ ต่อไปนี้

$$Q = \frac{W \times 359 \times (460 + F) \times 106 \times k}{492 \times M.W. \times TLV} \dots\dots\dots(3)$$

- เมื่อ Q = อัตราการระบายอากาศที่ต้องการ (ลูกบาศก์ฟุต/นาที)
- W = น้ำหนักของสารเคมีที่ระเหยกลายเป็นไอสู่อากาศ (ปอนด์/นาที)
- M.W. = น้ำหนักโมเลกุลของสารเคมีนั้น (ปอนด์โมล)
- F = อุณหภูมิอากาศภายในสถานที่นั้น (องศาฟาเรนไฮต์)
- k = ค่าความปลอดภัย (safety factor) มีค่าตั้งแต่ 3 ถึง 10 ไม่มีหน่วย
- TLV = มาตรฐานคุณภาพอากาศเพื่อความปลอดภัยในการทำงาน (ppm_{air})

ข้อพึงสังเกต

ก. ตัวประกอบ $\frac{(460 + F)}{492}$ มีไว้เพื่อปรับปริมาตรของไอเมื่ออุณหภูมิของห้องไม่เท่ากับ 32 องศาฟาเรนไฮต์

ข. ตัวประกอบ 10⁶ มีไว้เพราะความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศมีหน่วยเป็น ppm_{air}

ค. การพิจารณากำหนดค่าความปลอดภัย (k) ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ต่อไปนี้

- 1) ความเป็นพิษของมลพิษที่เกี่ยวข้อง หากเป็นชนิดที่มีความเป็นพิษสูงก็ควรพิจารณาเลือกใช้ค่าความปลอดภัยให้มาก ในเรื่องของการระบายอากาศแบ่งมลพิษตามระดับความเป็นพิษออกเป็น 3 กลุ่ม คือ
 - กลุ่ม 1 พวกที่มีความเป็นพิษน้อย มีค่า TLV เท่ากับหรือมากกว่า 500 ppm_{air}
 - กลุ่ม 2 พวกที่มีความเป็นพิษปานกลาง มีค่า TLV อยู่ระหว่าง 100 ถึง 500 ppm_{air}
 - กลุ่ม 3 พวกที่มีความเป็นพิษมาก มีค่า TLV เท่ากับหรือน้อยกว่า 100 ppm_{air}
- 2) อัตราการเกิดมลพิษ ให้เลือกใช้ค่าความปลอดภัยมากในกรณีที่มีมลพิษถูกปล่อยออกสู่อากาศภายในสถานประกอบการด้วยอัตราสูง

ตัวอย่างที่ 2.1 ให้คำนวณหาอัตราการระบายอากาศที่ต้องการ เพื่อควบคุมไม่ให้ความเข้มข้นของไอของสาร Benzol ในสถานประกอบการสูงเกินกว่า 25 ppm_{air} โดยที่ Benzol มีอัตราการระเหยเป็นไอเท่ากับ 1 ปอนด์/ชั่วโมง อุณหภูมิห้องเท่ากับ 90 °F และความดันบรรยากาศปกติ

วิธีคิด

จากโจทย์: W = 1 ปอนด์/ชั่วโมง
M.W. = 78 ปอนด์/ปอนด์โมล เนื่องจาก Benzol มีสูตรเคมีเป็น C₆H₆
F = 90 °F
TLV = 25 ppm_{air}
k = 10 เพราะในกรณีนี้ Benzol เป็นสารซึ่งมีความเป็นพิษสูง (ค่า TLV น้อยกว่า 100)

จาก: Q = $\frac{W \times 359 \times (460+F) \times 10^6 \times k}{492 \times \text{M.W.} \times \text{TLV}}$
= $\frac{1 \times 359 \times (460 + 90)10^6 \times 10}{492 \times 78 \times 25}$
= 2,058,057 ลูกบาศก์ฟุต/ชั่วโมง
= 34,301 ลูกบาศก์ฟุต/นาที

จากตัวอย่างที่ 2.1 มีข้อพึงสังเกต 2 ประการ คือ

1) เมื่อคำนวณอัตราการระบายอากาศที่ต้องการได้แล้ว ผู้ออกแบบจะต้องนำข้อมูลนี้ไปเลือกพัดลมระบายอากาศที่เหมาะสม แล้วติดตั้งเข้ากับสถานประกอบการนั้น ซึ่งหากไม่มีข้อติดขัดหรือข้อบกพร่องใดแล้ว พัดลมดังกล่าวจะทำหน้าที่ให้เกิดการระบายอากาศจากสถานที่ทำงานนั้นด้วยอัตราที่คงที่ตลอดเวลา ดังนั้น หากอัตราการเกิดมลพิษในสถานที่นั้นไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม หรือมีบ้างแต่เพียงเล็กน้อย ก็เชื่อได้ว่าความเข้มข้นของมลพิษในอากาศจะอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตลอดเวลา แต่เมื่อใดที่อัตราการเกิดมลพิษเพิ่มสูงขึ้นจากเดิมมากจนเกินขอบเขตความสามารถในการดูดซับไว้ด้วยค่าความปลอดภัยที่เผื่อไว้แล้ว ความเข้มข้นของมลพิษในสถานประกอบการนั้นจะเพิ่มมากขึ้นจนเกินกว่ามาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดไว้ได้ จากข้อมูลดังกล่าวมาแล้วนี้จะเห็นได้ว่าการระบายอากาศแบบนี้ไม่เหมาะสมที่จะใช้ในกรณีนี้ที่อัตราการเกิดมลพิษที่ต้องทำการควบคุมนั้นมีความแปรเปลี่ยนมาก

2) เนื่องจากอัตราการระบายอากาศแปรผันตามอัตราการเกิดและระดับความเป็นพิษของมลพิษที่ควบคุม ดังนั้น ในกรณีที่มลพิษนั้นมีความเป็นพิษร้ายแรงและอัตราการเกิดสูงมากแล้ว อัตราการระบายอากาศที่ต้องการจะต้องสูงมากด้วย จนอาจถึงระดับที่ทำให้ไม่เหมาะสมทางด้านปฏิบัติ กล่าวคือ

- ถ้าพื้นที่ของประตูหน้าต่างหรือช่องเปิดอื่นๆ ของห้องมีจำกัด และความเร็วลมที่ไหลผ่านช่องเปิดเหล่านี้จะสูงมาก ความเร็วของกระแสลมในห้องก็จะอยู่ในลักษณะเดียวกันด้วย ซึ่งเป็นผลเสียต่อการปฏิบัติงาน สร้างความเดือดร้อนรำคาญและสภาวะการทำงานที่ไม่เหมาะสม

- ต้องใช้พัดลมขนาดใหญ่หรือใช้พัดลมเป็นจำนวนมากในการเคลื่อนย้ายอากาศด้วยอัตราที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากกว่าการดำเนินการควบคุมมลพิษด้วยการระบายอากาศวิธีอื่น หรือด้วยวิธีการอื่นๆ

1.2.2 เมื่อมีมลพิษที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งชนิด ในกรณีที่มีมลพิษถูกปล่อยเข้าสู่อากาศภายในสถานประกอบการมากกว่าหนึ่งชนิด วิธีการคิดอัตราการระบายอากาศที่ต้องการเพื่อให้มลพิษเหล่านั้นเจือจางลงจนอยู่ในระดับที่ปลอดภัย มีดังนี้

1) เมื่อทราบว่าสารเคมีหรือมลพิษเหล่านี้มีผลร้ายต่อสุขภาพในทางส่งเสริมกัน กล่าวคือ เมื่ออยู่ร่วมกันจะทำให้อันตรายต่อสุขภาพมีความรุนแรงมากขึ้นกว่าเมื่อแยกกันอยู่ หรือเมื่อไม่แน่ใจว่ามลพิษเหล่านี้จะมีผลส่งเสริมกันหรือไม่แล้ว ให้คิดอัตราการระบายอากาศ ดังนี้

$$O_T = \sum_{i=1}^n O_i \quad \dots\dots\dots 4$$

เมื่อ O_T = อัตราการระบายอากาศทั้งหมดที่ต้องการ (ลูกบาศก์ฟุต/นาที)
 O_i = อัตราการระบายอากาศที่ต้องการเพื่อเจือจางมลพิษแต่ละชนิดให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย (ลูกบาศก์ฟุต/นาที)

กล่าวคือ อัตราการระบายอากาศทั้งหมดที่ต้องการจะเท่ากับผลรวมของอัตราการระบายอากาศที่ต้องการเพื่อเจือจางมลพิษแต่ละชนิดให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย เมื่อมลพิษเหล่านั้นมีผลส่งเสริมกัน หรือไม่แน่ใจว่าจะมีผลส่งเสริมกันหรือไม่

2) เมื่อทราบแน่ชัดว่ามลพิษเหล่านั้นไม่มีความเกี่ยวข้องกัน คือไม่ทำให้ผลร้ายต่อสุขภาพของมลพิษแต่ละชนิดมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นจากปกติเมื่ออยู่ร่วมกัน อัตราการระบายอากาศที่ต้องการคำนวณได้จาก

$$O_T = \text{Max.}(O_i) \quad \dots\dots\dots 5$$

กล่าวคือ ในกรณีนี้อัตราการระบายอากาศทั้งหมดที่ต้องการจะเท่ากับอัตราการระบายอากาศที่ต้องการเพื่อเจือจางมลพิษตัวที่มีค่าสูงสุด ด้วยเหตุผลที่ว่าเมื่อมลพิษแต่ละชนิดไม่เกี่ยวข้องกันนั้น เชื่อได้ว่าอัตราการระบายอากาศตัวที่มีค่าสูงที่สุดนั้นจะทำให้มลพิษชนิดอื่นๆ ที่เหลือถูกเจือจางลงจนต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่กำหนดไว้สำหรับมลพิษนั้นๆ เองโดยอัตโนมัติ

2. การจัดการควบคุมการไหลของอากาศ

เมื่อทราบอัตราการระบายอากาศที่ต้องการเพื่อให้มลพิษเจือจางลงตามความประสงค์แล้ว สิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงประการต่อไป ได้แก่ การไหลของอากาศภายในสถานประกอบการนั้น ทั้งนี้ เพราะประสิทธิภาพของการควบคุมขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ว่า เมื่อมลพิษถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดเข้าสู่อากาศแล้วจะต้องผสมผสานกับอากาศภายในห้องได้อย่างรวดเร็ว และกระจายตัวออกจากแหล่งกำเนิดไปยังส่วนอื่นของห้องอย่างทั่วถึง ซึ่งจะทำให้ความเข้มข้นของมลพิษอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับเป้าหมายของการควบคุมโดยเท่าเทียมกันทั่วทั้งบริเวณปราศจากมุมอับซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนไหวของอากาศไม่ดีพอ ซึ่งทำให้ระดับความเข้มข้นของมลพิษในบริเวณนั้นสะสมเพิ่มมากขึ้นจนอยู่ในระดับที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานได้

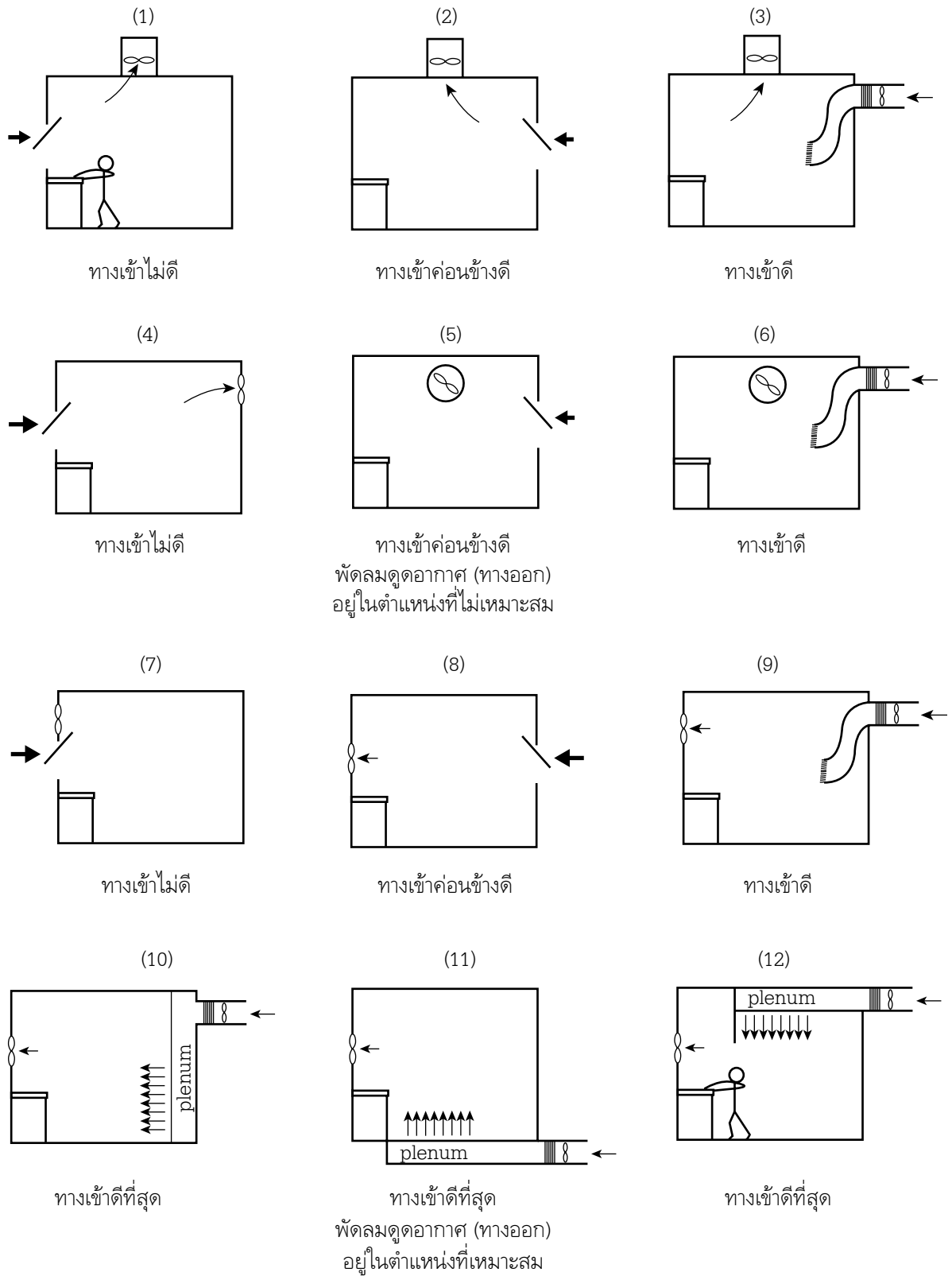
การระบายอากาศด้วยอัตราที่ต้องการจากตัวอาคารนั้นสามารถทำได้โดยวิธีการตามธรรมชาติ ซึ่งจำเป็นจะต้องจัดให้มีพื้นที่ทางเข้า-ออกของอากาศให้เพียงพอและเหมาะสม หรือโดยการใช้พัดลมระบายอากาศ ซึ่งสำหรับงานอุตสาหกรรมนั้นนิยมทำการระบายอากาศโดยการใช้พัดลม ทั้งนี้ เพราะให้ประสิทธิภาพในการควบคุมดีกว่า เนื่องจากสามารถกำหนดอัตราการระบายอากาศและทิศทางการไหลของอากาศให้เป็นไปตามความประสงค์ได้ง่าย

การจัดการเพื่อให้อากาศซึ่งปนเปื้อนด้วยมลพิษถูกถ่ายเทจากสถานประกอบการ แล้วให้อากาศบริสุทธิ์จากภายนอกไหลเข้ามาทดแทนเพื่อทำให้มลพิษเจือจางลงตามความประสงค์นั้น สามารถทำได้ใน 3 ลักษณะด้วยกัน คือ

2.1 โดยการติดตั้งพัดลมให้ทำงานดูดอากาศออกแต่เพียงชนิดเดียว เมื่อพัดลมทำงาน อากาศที่ปนเปื้อนด้วยมลพิษจะถูกดูดออกไปจากสถานที่ทำงานด้วยอัตราที่กำหนด ผลที่ตามมาก็คือ ความดันอากาศภายในห้องนั้นจะลดลง ดังนั้น อากาศบริสุทธิ์จากภายนอกซึ่งมีความดันสูงกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่ด้วยปริมาณที่เท่ากันผ่านทางช่องเปิด (ประตู หน้าต่าง และอื่นๆ) ของห้อง

2.2 โดยการติดตั้งพัดลมให้ทำงานเป่าอากาศเข้าแต่เพียงชนิดเดียว เมื่อพัดลมทำงาน อากาศบริสุทธิ์จากภายนอกจะถูกเป่าเข้าไปในสถานประกอบการ ซึ่งจะทำให้ความดันอากาศภายในห้องเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น อากาศซึ่งปนเปื้อนด้วยมลพิษจะถูกไล่ที่ออกไปตามช่องเปิดต่างๆ ของห้อง

2.3 โดยการติดตั้งพัดลมให้ทำงานดูดอากาศออกและเป่าอากาศเข้าร่วมกัน ด้วยการจัดการแบบนี้ทั้งอากาศที่ปนเปื้อนด้วยมลพิษและอากาศที่บริสุทธิ์จะถูกเคลื่อนย้ายออกและเข้า โดยการทำงานของพัดลมด้วยอัตราที่ใกล้เคียงกัน เพื่อให้การไหลของอากาศภายในสถานประกอบการเป็นไปตามความประสงค์คือ เกิดการผสมผสานของอากาศและมลพิษในห้องได้อย่างทั่วถึง อันจะมีผลให้ระดับความเข้มข้นของมลพิษเฉลี่ยเท่าเทียมกันทั่วทั้งห้อง โดยปราศจากบริเวณใดบริเวณหนึ่งซึ่งมีระดับความเข้มข้นของมลพิษสูงกว่ามาตรฐานความปลอดภัยนั้น ผู้ออกแบบจะต้องกำหนดทางเข้าและทางออกของอากาศให้ถูกต้องและเหมาะสม ตัวอย่างของการจัดทางเข้าและทางออกของอากาศในลักษณะต่างๆ แสดงไว้ในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แสดงทางเข้าและทางออกของอากาศในลักษณะต่างๆ กัน

ในภาพที่ 2.4 จะมีลักษณะการจัดทางเข้าและทางออกของอากาศไว้ 12 ภาพย่อยด้วยกัน โดยที่ 6 ภาพย่อยแรก (1-6) แสดงการจัดทางออก (พัดลมดูดอากาศ) ไว้ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม ส่วนทางเข้าของอากาศมีทั้งที่ไม่ดีค่อนข้างดี และดี 6 ภาพย่อยหลัง (7-12) แสดงการจัดทางออก (พัดลมดูดอากาศ) ไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม ส่วนทางเข้าของอากาศมีทั้งที่ไม่ดี ค่อนข้างดี ดี และดีที่สุด

การพิจารณาทางเข้าว่าเป็นอย่างไรนั้นให้ดูจากกระแสอากาศ หากทางเข้าอากาศบริสุทธิ์ต้องไหลผ่านแหล่งกำเนิดมลพิษก่อนที่จะมาถึงตัวผู้ปฏิบัติงาน ถือว่าเป็นทางเข้าที่ไม่ดี เนื่องจากอากาศถูกปนเปื้อนด้วยมลพิษมาก่อน ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานอาจได้รับอันตรายเพราะในช่วงระยะทาง (ระหว่างแหล่งกำเนิดมลพิษกับผู้ปฏิบัติงาน) อยู่ใกล้กันนั้นมลพิษยังไม่ถูกเจือจางลงถึงระดับที่กำหนดไว้ (ภาพที่ 1, 4, 7 และ 10) ทางเข้าที่ค่อนข้างดีคือ ทางเข้าที่อากาศบริสุทธิ์จะไหลผ่านมาถึงตัวผู้ปฏิบัติงานก่อนที่จะถึงแหล่งกำเนิดมลพิษ แต่เนื่องจากทางเข้าเป็นหน้าต่างหรือช่องเปิดธรรมดา ดังนั้น การกระจายตัวของอากาศที่เข้ามานั้นจึงยังไม่ค่อยดีนัก (ภาพย่อยที่ 2, 5, และ 8) ทางเข้าที่ดีคือ ทางเข้าที่อยู่ในทิศทางซึ่งการไหลของอากาศจะผ่านจากตัวผู้ปฏิบัติงานไปยังแหล่งกำเนิดมลพิษ และมีการกระจายตัวของอากาศได้ดี คือเป็นท่อลมมีหัวจ่ายลมและใบปรับทิศทางการไหลของลม (ภาพย่อยที่ 3, 6, 8 และ 9) ทางเข้าของอากาศที่ดีที่สุดจะมีข้อพิเศษตรงที่ว่า จะมีท่อลมและห้องจ่ายอากาศ (plenum) ซึ่งควบคุมให้อากาศซึ่งผ่านออกมามีความเร็วเท่ากันทั้งพื้นที่หน้าตัด ดังนั้น จะทำให้การกระจายตัวของอากาศและการผสมผสานกันของอากาศบริสุทธิ์กับมลพิษที่ถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดเป็นไปได้อย่างดีที่สุด (ภาพย่อยที่ 10, 11 และ 12)

ทางออก ตำแหน่งติดตั้งพัดลมดูดอากาศที่ดีคือ ทางออกซึ่งให้อากาศเคลื่อนที่ผ่านจากตัวผู้ปฏิบัติงานก่อนที่จะผ่านไปยังแหล่งเกิดมลพิษ แล้วจึงมาถึงทางออกนั้น

การจัดการที่ดีจะต้องทำให้ทั้งทางเข้าและทางออกอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องเหมาะสม โดยป้องกัน

- 1) การที่อากาศจะพัดพาเอามลพิษจากแหล่งกำเนิดมาหาตัวผู้ปฏิบัติงานก่อนที่จะถูกทำให้เจือจางลงถึงจุดที่ยอมรับได้
- 2) การไหลลัดวงจร กล่าวคือ อากาศที่ผ่านเข้ามาจะผ่านไปยังทางออกเลย ก่อนที่จะเคลื่อนที่ไปยังส่วนต่างๆ ของห้องอย่างทั่วถึง ในลักษณะเช่นนี้จะเกิดมุมอับ (ซึ่งได้รับการระบายอากาศน้อยกว่าที่กำหนดไว้) ขึ้นในห้อง และจะทำให้มลพิษสะสมอยู่ในบริเวณดังกล่าวมากกว่าที่ประมาณการเอาไว้ (ภาพย่อยที่ 1, 2, 5, 7 และ 8 เป็นต้น)

กิจกรรม 2.2.3

1. หลักการระบายอากาศเพื่อป้องกันอันตรายจากมลพิษใช้ข้อมูลใดบ้าง
2. การจัดการควบคุมการไหลของอากาศมีกี่วิธี อะไรบ้าง

แนวตอบกิจกรรม 2.2.3

1. ข้อมูลที่ต้องใช้ คือ
 - 1.1 อัตราการเกิดมลพิษ
 - 1.2 อัตราการระบายอากาศที่ต้องการ โดยต้องทราบชนิดของมลพิษ แล้วคำนวณตามจำนวนชนิดของมลพิษ
2. มี 3 วิธี คือ
 - 2.1 ติดตั้งพัดลมให้ทำงานดูดอากาศออก
 - 2.2 ติดตั้งพัดลมให้ทำงานเป่าอากาศเข้า
 - 2.3 ติดตั้งพัดลมให้ทำงานดูดอากาศออกและเป่าอากาศเข้า

เรื่องที่ 2.2.4

การระบายอากาศเพื่อป้องกันอันตรายจากการระเบิดและอัคคีภัย

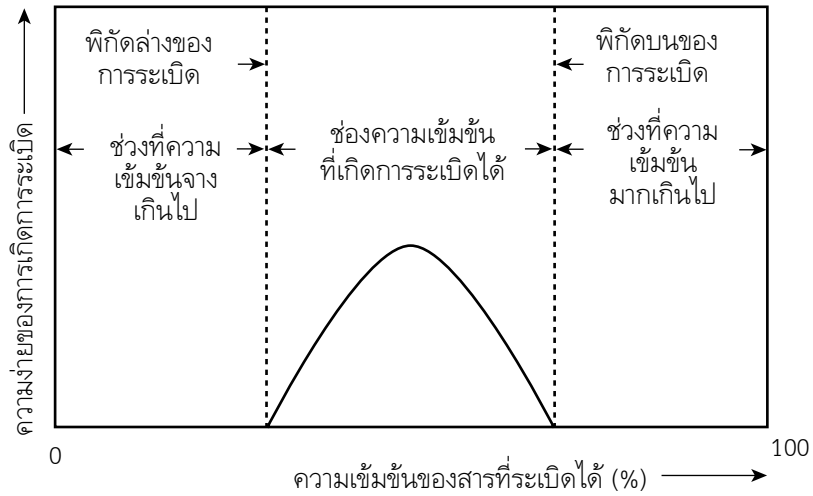
หลักการและวิธีการระบายอากาศเพื่อป้องกันอันตรายจากการระเบิดและอัคคีภัย

หลักการระบายอากาศแบบทำให้เจือจางนั้นสามารถนำมาประยุกต์เพื่อป้องกันอันตรายจากการระเบิดซึ่งมักจะม้อัคคีภัยตามมาได้ โดยทำการระบายอากาศเพื่อควบคุมความเข้มข้นของสารเคมีซึ่งระเบิดได้ให้อยู่ในระดับที่ไม่เกิดการระเบิดขึ้น

องค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการที่เกี่ยวข้องกับการระเบิด คือ สารที่ระเบิดได้ อากาศ (ออกซิเจน) และความร้อน เมื่อองค์ประกอบทั้ง 3 ประการนี้ครบถ้วนและอยู่ในสภาวะที่เหมาะสม (ซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละกรณี) แล้วการระเบิดจะเกิดขึ้น

โอกาส (ความยาก-ง่าย) ของการระเบิดของสารที่ระเบิดได้แสดงไว้ในรูปของกราฟ (ภาพที่ 2.5) จะเห็นได้ว่าหากระดับความเข้มข้นของสารที่ระเบิดได้ในอากาศอยู่ในช่วงที่เจือจางเกินไป (lean) หรือเข้มข้นเกินไป (rich) แล้วการระเบิดจะไม่เกิดขึ้นถึงแม้ว่าจะมีแหล่งความร้อนอยู่ด้วย การระเบิดจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อระดับความเข้มข้นของสารระเบิดได้อยู่ในช่วงระหว่างพิกัดล่างของการระเบิด (Lower Explosive Limit: LEL) และพิกัดบนของการระเบิด (Upper Explosive Limit: UEL) เท่านั้น โดยเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของความง่ายของการเกิดการระเบิดกับระดับความเข้มข้นของสารที่ระเบิดได้ในอากาศจะเริ่มจากศูนย์ที่ความเข้มข้นอยู่ที่พิกัดล่างลงมา แล้วจะเพิ่มมากขึ้นจนถึงจุดสูงสุด ซึ่งโดยปกติจะอยู่ตรงกลางระหว่างพิกัดล่างและพิกัดบนของการระเบิด และจากนั้นจะลดลงจนกระทั่งเป็นศูนย์อีกครั้ง เมื่อระดับความเข้มข้นของสารอยู่เหนือพิกัดบนของการระเบิด

ดังนั้น การป้องกันเพื่อมิให้เกิดการระเบิดขึ้น ในทางปฏิบัตินั้นจะต้องควบคุมความเข้มข้นของสารที่ระเบิดได้ในสถานที่นั้นให้มีระดับต่ำกว่าพิกัดล่างของการระเบิด และหากพิจารณาในหลักการแล้วจะเห็นได้ว่าค่าพิกัดล่างของการระเบิดนั้นเปรียบเสมือนมาตรฐานคุณภาพอากาศเพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพ (TLV) นั้นเอง ดังนั้น การคำนวณหาอัตราการระบายอากาศที่ต้องการจึงมีลักษณะที่ใกล้เคียงกันด้วย สำหรับค่าพิกัดล่างและบนของการระเบิดของสารระเบิดได้ชนิดต่างๆ นั้นสามารถศึกษาได้จากเอกสารหรือตำราที่เกี่ยวข้องโดยทั่วไป



ภาพที่ 2.5 แสดงโอกาสของการเกิดการระเบิดของสารที่ระเบิดได้

สมการที่ใช้คำนวณอัตราการระบายอากาศเพื่อป้องกันอันตรายจากการระเบิด มีดังนี้

$$Q = \frac{W \times (460 + F) \times 359 \times 10^2}{492 \times M.W. \times LEL \times B \times P} \dots\dots\dots 6$$

- เมื่อ Q = อัตราการระบายอากาศที่ต้องการ (ลูกบาศก์ฟุต/นาที)
- W = น้ำหนักของสารเคมีที่ระเหยกลายเป็นไอสู่อากาศ (ปอนด์/นาที)
- M.W. = น้ำหนักโมเลกุลของสารเคมีนั้น (ปอนด์/ปอนด์โมล)
- LEL = ค่าพิกัดล่างของการระเบิดของสารเคมีนั้น (เปอร์เซ็นต์)
- B = ค่าความปลอดภัย (safety factor) ที่เกี่ยวกับอุณหภูมิผิวของวัตถุในห้อง B จะเท่ากับ 1.0 ถ้าอุณหภูมิผิววัตถุในห้องต่ำกว่า 250 °F นอกเหนือจากนี้แล้ว B จะเท่ากับ 0.7
- P = ค่าความปลอดภัย (safety factor) โดยพิจารณาว่าในทางปฏิบัติแล้วสมควรให้อัตราการระบายอากาศเป็นกี่เท่าของอัตราการระบายอากาศที่ต้องการตามทฤษฎี เพื่อเจือจางสารเคมีจนมีระดับความเข้มข้นอยู่ที่พิกัดล่างของการระเบิดพอดี P มีค่าอยู่ระหว่าง 0.08-0.25 (ไม่มีหน่วย)

มีข้อพึงสังเกตคือ ตัวประกอบ 10^2 มีไว้เพราะความเข้มข้นของสารเคมีระเบิดได้นั้นมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ในกรณีที่มีสารเกิดการระเบิดได้เกินกว่าหนึ่งชนิดอยู่ในสถานประกอบการ การคำนวณอัตราการระบายอากาศรวมที่ต้องการทำโดยการใช้สมการ ดังต่อไปนี้

$$Q_T = \text{Max} (Q_i) \dots\dots\dots 7$$

เมื่อ Q_T = อัตราการระบายอากาศรวมที่ต้องการ (ลูกบาศก์ฟุต/นาที)
 Q_i = อัตราการระบายอากาศที่ต้องการเพื่อควบคุมให้มลพิษชนิด "i" ให้มีความเข้มข้นในอากาศต่ำกว่าพิสัยกลางของการระเบิดของมลพิษนั้น

กล่าวคือ อัตราการระบายอากาศรวมที่ต้องการจะเท่ากับค่าสูงสุดของอัตราการระบายอากาศที่ต้องการสำหรับสารเคมีระเบิดได้แต่ละตัว

เมื่อทราบอัตราการระบายอากาศที่ต้องการแล้ว ขั้นตอนต่อไปได้แก่ การจัดการควบคุมการไหลของอากาศซึ่งก็อาศัยวิธีการเดียวกันกับที่ได้กล่าวไว้แล้วในเรื่องการระบายอากาศเพื่อป้องกันอันตรายจากมลพิษ (เรื่องที่ 2.2.1)

กิจกรรม 2.2.4

1. หลักการที่ใช้ในการระบายอากาศเพื่อป้องกันอันตรายจากการระเบิดและอัคคีภัยคืออะไร
2. จงเขียนสมการที่ใช้คำนวณอัตราการระบายอากาศเพื่อป้องกันอันตรายจากการระเบิด

แนวตอบกิจกรรม 2.2.4

1. คือ การระบายอากาศเพื่อควบคุมความเข้มข้นของสารเคมีซึ่งระเบิดได้ ให้อยู่ในระดับที่ไม่เกิดการระเบิดขึ้น

$$2. Q = \frac{W \times (460 + F) \times 359 \times 10^2}{492 \times M.W. \times LEL \times B \times P}$$

เรื่องที่ 2.2.5

การระบายอากาศเพื่อลดปัญหาความร้อนในสถานประกอบการ

1. หลักการและวิธีการระบายอากาศเพื่อลดปัญหาความร้อน

การระบายอากาศเพื่อลดปัญหาความร้อนในสถานประกอบการสามารถทำได้ ถ้าหากว่าอากาศภายนอกอาคารสถานประกอบการนั้นมีอุณหภูมิและความชื้นต่ำกว่าอากาศภายในตัวอาคาร หลักการคือ จัดการถ่ายเทอากาศร้อนออกจากสถานที่ปฏิบัติการ และในขณะเดียวกันให้อากาศจากภายนอกอาคารซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าไหลเข้าไปแทนที่

ประสิทธิภาพของการลดปัญหาความร้อนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1.1 แหล่งกำเนิดความร้อน หากมีจำนวนมาก หรือถึงมีจำนวนน้อยแต่เป็นแหล่งที่ปล่อยความร้อนออกมาได้มากก็จะทำให้เกิดมีปริมาณความร้อนที่เป็นภาระให้ต้องทำการแก้ไข หรือที่เรียกว่า ฮีทโหลด (heat load) มาก ในการแก้ไขปัญหความร้อนด้วยการระบายอากาศ ผู้ดำเนินการจะต้องทำการประเมินฮีทโหลดนี้ได้อย่างถูกต้องหรือใกล้เคียง เพราะเป็นองค์ประกอบสำคัญในการกำหนดอัตราการระบายอากาศที่ต้องการ

1.2 ชนิดของฮีทโหลด ในการระบายอากาศเพื่อลดปัญหาความร้อนนี้จะแบ่งฮีทโหลดออกเป็น 2 ชนิด คือ ความร้อนสัมผัส (sensible heat) หรือความร้อนแห้ง และความร้อนแฝง (latent heat) หรือความร้อนที่มีความชื้นอยู่ด้วย

เนื่องจากความชื้นของอากาศเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการกำหนดการระเหยของเหงื่อ และการระเหยของเหงื่อคือกระบวนการลดความร้อนที่สำคัญของร่างกายมนุษย์ ดังนั้น จะเห็นได้ว่าในกรณีความร้อนสัมผัสนั้นความรุนแรงของปัญหาจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างกันของอุณหภูมิเป็นสำคัญ ในขณะที่ความร้อนแฝงนั้นความรุนแรงจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างกันของความชื้น

1.3 ความแตกต่างกันของอุณหภูมิและ/หรือความชื้นระหว่างภายนอกและภายในอาคาร เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งในการกำหนดอัตราการระบายอากาศที่ต้องการ โดยที่อัตราการระบายอากาศที่ต้องการจะแปรผันกลับกับความแตกต่างกันของอุณหภูมิและความชื้นระหว่างอากาศภายนอกและภายในสถานประกอบการนั้น

1.4 อัตราการระบายอากาศที่สามารถจัดทำได้ เมื่อทราบอัตราการระบายอากาศที่ต้องการเพื่อลดปัญหาความร้อนที่เกิดขึ้นในแต่ละกรณีแล้ว ก็ขึ้นอยู่กับว่าจะสามารถดำเนินการระบายอากาศออกจากสถานประกอบการนั้นได้ตามความต้องการหรือไม่ เพียงใด การระบายอากาศอาจทำได้โดยวิธีการตามธรรมชาติ ซึ่งจะให้ประสิทธิภาพน้อยกว่าและมีขอบเขตจำกัดกว่าการระบายอากาศซึ่งจัดทำโดยการใช้นำพัดลมเป็นอุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนย้าย

การระบายอากาศเพื่อลดปัญหาความร้อนนั้นควรจัดให้ทางออกของอากาศอยู่ในที่สูง เช่น บนส่วนยอดของหลังคา ทั้งนี้ ด้วยเหตุผลที่ว่าอากาศร้อนมีแรงยกตัวเองให้ลอยสู่ที่สูงอยู่แล้ว อากาศจากภายนอกซึ่งเย็นกว่าและมีความหนาแน่นมากกว่าก็จะไหลเข้าสู่ตัวอาคารเองทางช่องเปิดซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า ทำให้การระบายอากาศเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

2. การคำนวณอัตราการระบายอากาศที่ต้องการ

การคำนวณอัตราการระบายอากาศที่ต้องการมีด้วยกันหลายกรณี ดังนี้

2.1 กรณีที่ฮีทโหลดเป็นความร้อนสัมผัส อัตราการระบายอากาศที่ต้องการคำนวณได้จากสมการ ต่อไปนี้

$$Q = \frac{H_s}{60 C_p \rho \Delta T} \dots\dots\dots(8)$$

- เมื่อ Q = อัตราการระบายอากาศที่ต้องการ (ลูกบาศก์ฟุต/นาที)
- H_s = เอนทาลปีโหลดหรือปริมาณความร้อนสัมผัสทั้งหมด ซึ่งเป็นภาระที่ต้องทำการแก้ไข (บีทียู/ชั่วโมง)
- C_p = ความร้อนจำเพาะของอากาศ (บีทียู/ปอนด์ °F)
- ρ = ความหนาแน่นของอากาศ (ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุต)
- ΔT = ความแตกต่างกันของอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในสถานประกอบการที่ต้องการ (°F)

สำหรับอากาศมาตรฐาน C_p = 0.24 บีทียู/ปอนด์ °F และ ρ = 0.075 ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุต ดังนั้น สมการ (8) สามารถเขียนใหม่ได้เป็น

$$Q = \frac{H_s}{1.08 \Delta T} \dots\dots\dots(9)$$

โดยทั่วไปแล้วเมื่อยังไม่เริ่มงาน อุณหภูมิภายในห้องจะใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอก หลังจากเริ่มงานแล้ว ความร้อนจากแหล่งกำเนิดต่างๆ จะทำให้อุณหภูมิภายในค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้น จึงควรตั้งเป้าหมายไว้ว่าจะยอมให้อุณหภูมิภายในห้องสูงขึ้นไปได้เท่าใด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ จะยอมให้อุณหภูมิภายนอกและภายในแตกต่างกันเท่าใด ซึ่งก็คือค่า T ดังนั้น ข้อมูลที่สำคัญประการหนึ่งก็คือ ระดับอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร

สมมติว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารเท่ากับ 90 °F หากต้องต้องการให้อุณหภูมิภายในสูงขึ้นไม่เกิน 100°F ค่า T จะเท่ากับ 10 °F แต่ถ้าต้องการให้อุณหภูมิภายในไม่เกิน 95 °F แล้ว ค่า T จะเท่ากับ 5 °F จะเห็นได้ว่าในกรณีที่ 2 นี้ค่า Q จะเป็น 2 เท่าของกรณีแรก นั่นคือ ค่า Q แปรผกผันกลับกับ T ประเด็นนี้เป็นข้อจำกัดที่สำคัญของการระบายอากาศแบบนี้ เพราะอุณหภูมิอากาศของประเทศไทยค่อนข้างจะสูงอยู่แล้วโดยเฉพาะในฤดูร้อน ดังนั้น ค่า T ที่เหมาะสมมักจะต้องมีค่าน้อย ซึ่งจะส่งผลให้ค่า Q เพิ่มมากขึ้นจนในทางปฏิบัติแล้วไม่อาจทำได้

2.2 กรณีความร้อนแฝง อัตราการระบายอากาศคำนวณได้จากสมการ ต่อไปนี้

$$Q = \frac{H_L}{0.67 A_W} \dots\dots\dots (10)$$

- เมื่อ Q = อัตราการระบายอากาศที่ต้องการ (ลูกบาศก์ฟุต/นาที)
- H_L = เลน্থ์ฮีทโหลดหรือปริมาณความร้อนแฝงทั้งหมด ซึ่งเป็นภาระที่จะต้องแก้ไข (บีทียู/ชั่วโมง)
- ΔA_W = ความแตกต่างระหว่างปริมาณของน้ำ (ความชื้น) ในอากาศระหว่างภายนอกและภายในอาคาร (เกรน/ปอนด์)

ปริมาณน้ำในอากาศ (A_W) หาได้จาก psychrometric chart ดังแสดงในภาพที่ 2.1 ของเรื่องที่ 2.1.3 ในกรณีที่เลน্থ์ฮีทโหลดนั้นเกิดจากการระเหยของน้ำด้วยอัตราการระเหยที่ทราบแน่นอน และจากข้อมูลที่ว่าความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1000 บีทียู/ปอนด์ โดยประมาณ สมการที่ 10 เขียนใหม่ได้เป็น

$$Q = \frac{116.7W_e}{d (\Delta A_W)} \dots\dots\dots (11)$$

- เมื่อ W_e = อัตราการระเหยเป็นไอของน้ำ (ปอนด์/ชั่วโมง)
- d = ความหนาแน่นของอากาศ (ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุต)

3. การคำนวณฮีทโหลด

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะฮีทโหลดที่เป็นความร้อนสัมผัสเท่านั้น เพราะฮีทโหลดที่เป็นความร้อนแฝงนั้นคำนวณได้ไม่ยาก ดูจากสมการที่ (9) และ (10)

ฮีทโหลดในลักษณะที่เป็นความร้อนสัมผัสภายในสถานประกอบการเกิดจากการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งความร้อน เช่น ผนัง พื้น เพดาน กระจก ดวงไฟ อุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ที่สร้างความร้อนอื่นๆ ให้กับอากาศภายในสถานที่นั้น การประเมินค่าฮีทโหลดดังกล่าวโดยประมาณอาจทำได้โดยอาศัยข้อมูลในตารางที่ 2.4 เป็นแนวทาง ดังนี้

ตารางที่ 2.4 แนวทางการหาฮีทโหลดในลักษณะของความร้อนสัมผัสในสถานประกอบการ

แหล่งความร้อน	อัตราการถ่ายเทความร้อนออกสู่อากาศ
ความร้อนจากผนัง	
ผนังด้านทิศเหนือ	160 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร
ผนังด้านทิศใต้	250 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร
ผนังด้านทิศตะวันตก	250 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร
ผนังด้านทิศตะวันออก	160 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร
ผนังภายในอาคาร	54 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร
ความร้อนจากเพดาน	
เพดานที่มีฉนวนกันความร้อน หรือเพดานชั้นล่าง	190 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร
เพดานชั้นบนที่ไม่มีฉนวน	400 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร
ความร้อนจากกระจก	
กระจกด้านทิศเหนือ	810 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร
กระจกด้านทิศใต้และทิศตะวันออก	360 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร
กระจกด้านทิศตะวันตก	2,100 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร
กระจกภายในอาคาร	100 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร
ความร้อนจากตัวคนที่อยู่ในห้อง	300 บีทียู/ชั่วโมงคน
ความร้อนจากดวงไฟและอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ	3.4 บีทียู/ชั่วโมงคน
ความร้อนอื่นๆ	แตกต่างกันไปแล้วแต่กรณี ⁽¹⁾

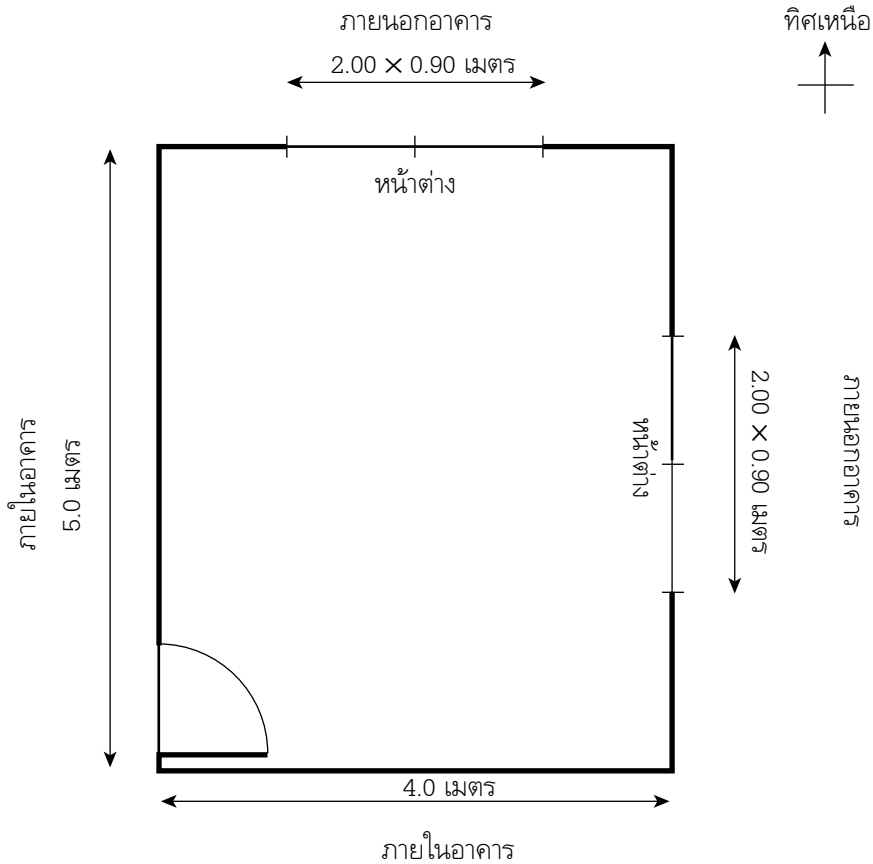
หมายเหตุ: ⁽¹⁾ การคำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อนออกสู่อากาศในแต่ละกรณีอาจทำได้โดยการใส่สมการที่ 12

$$H_t = UA\Delta t \quad \dots\dots\dots (12)$$

- เมื่อ H_t = อัตราการถ่ายเทความร้อนออกสู่อากาศ (บีทียู/ชั่วโมง)
- U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของวัตถุที่เป็นแหล่งกำเนิดความร้อน (บีทียู/ชั่วโมงตารางฟุต = °F)
- A = พื้นที่ (ของแหล่งกำเนิดความร้อน) ที่ถ่ายเทความร้อนออกสู่อากาศ (ตารางฟุต)
- Δt = ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิวพื้นของวัตถุที่เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนกับอากาศในห้อง (°F)

สำหรับค่า U นั้นได้จากการทดลองหรือบางส่วนอาจหาได้จาก ASHRAE Guide and Data Book

ตัวอย่างที่ 2.2 ให้คำนวณอัตราการระบายอากาศที่ต้องการสำหรับควบคุมอุณหภูมิในห้อง (จากตารางที่ 2.4) ให้แตกต่างจากอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารไม่เกิน 5°F



- ตัวอาคาร: ชั้นเดียว สูง 2.5 เมตร (พื้น-เพดาน)
- ผนัง: ก่ออิฐฉาบปูน
- กระจก: บานผลึก กระจกติดตายกับตัวบาน วงกบไม้
- เพดาน: มีฉนวนกันความร้อน (ไมโครไฟเบอร์)
- พื้น: คอนกรีตเสริมเหล็ก
- จำนวนคน: 2 คน
- ดวงไฟ: 40 วัตต์ 2 ดวง และ 100 วัตต์ 1 ดวง
- อุปกรณ์ไฟฟ้า: ทั้งหมด 1000 วัตต์

รายการคำนวณ

1. ความร้อนจากผนัง

- ผนังด้านทิศเหนือ = 8.2 ตารางเมตร × 160 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร = 1,312 บีทียู/ชั่วโมง
- ผนังด้านทิศใต้ = 10.0 ตารางเมตร × 54 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร = 540 บีทียู/ชั่วโมง
- ผนังด้านทิศตะวันออก = 10.7 ตารางเมตร × 160 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร = 1,712 บีทียู/ชั่วโมง
- ผนังด้านทิศตะวันตก = 12.5 ตารางเมตร × 54 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร = 675 บีทียู/ชั่วโมง

2. ความร้อนจากเพดาน = 20.0 ตารางเมตร \times 190 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร = 3,800 บีทียู/ชั่วโมง
 3. ความร้อนจากกระจก
 - กระจกด้านทิศเหนือ = 1.8 ตารางเมตร \times 810 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร = 1,458 บีทียู/ชั่วโมง
 - กระจกด้านทิศตะวันออก = 1.8 ตารางเมตร \times 360 บีทียู/ชั่วโมงตารางเมตร = 648 บีทียู/ชั่วโมง
 4. ความร้อนจากคน = 2 คน \times 300 บีทียู/ชั่วโมงคน = 600 บีทียู/ชั่วโมง
 5. ความร้อนจากหลอดไฟ = 1,180 วัตต์ \times 3.4 บีทียู/ชั่วโมงวัตต์ = 4,012 บีทียู/ชั่วโมง
และอุปกรณ์ไฟฟ้า
- รวม = 14,754 บีทียู/ชั่วโมง

จากสูตร

$$Q = \frac{H_s}{1.08\Delta T}$$

เมื่อ $H_s = 14,754$ บีทียู/ชั่วโมง
 $\Delta T = 5$ °F
 $Q = \frac{14754}{1.08 \times 5}$
 $H_s = 2732.22$ ลูกบาศก์ฟุต/นาที

ดังนั้น ต้องพิจารณาติดตั้งพัดลมระบายอากาศด้วยอัตราไม่น้อยกว่า 2732 ลูกบาศก์ฟุต/นาที

กิจกรรม 2.2.5

1. องค์กรประกอบในการลดปัญหาความร้อนได้แก่อะไร
2. ในแต่ละองค์กรประกอบมีสูตรในการคำนวณอย่างไร โปรดระบุ

แนวตอบกิจกรรม 2.2.5

1. องค์กรประกอบในการลดปัญหาความร้อน ได้แก่
 - 1.1 แหล่งกำเนิดความร้อน
 - 1.2 ชนิดของฮีทโหลด
 - 1.3 ความแตกต่างกันของอุณหภูมิและ/หรือความชื้นระหว่างภายนอกและภายในอาคาร
 - 1.4 อัตราการระบายอากาศที่สามารถจัดทำได้

2. สูตรในการคำนวณ

2.1 กรณีฮีทโหลดเป็นความสัมผัส

$$Q = \frac{H_s}{60C_p \rho \Delta T} \quad \text{หรือ} \quad Q = \frac{H_s}{1.08 T}$$

เมื่อ C_p เป็นอากาศมาตรฐาน และ $\rho = 0.075$ ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุต

2.2 กรณีความร้อนแฝง

$$Q = \frac{H_t}{0.67A_w} \quad \text{หรือ} \quad Q = \frac{116.7 W_e}{d(\Delta A_w)}$$

2.3 การคำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อนออกสู่อากาศ

$$H_t = UA\Delta t$$

บรรณานุกรม

- ชัยยุทธ ชวลิต นิธิกุลและทวีสุข พันธุ์เพ็ง “หลักการระบายอากาศในสถานประกอบการ” ใน เอกสารการสอนชุดวิชาชีวอนามัย
หน่วยที่ 11 นนทบุรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2536
- สุทิน อยู่สุข “การระบายอากาศ” ใน เอกสารการสอนชุดวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมพื้นฐาน หน่วยที่ 14 นนทบุรี สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2533
- วันหนี่ พันธุ์ประสิทธิ์ “การระบายอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม” ใน ประมวลสาระชุดวิชาการจัดการและควบคุมมลพิษทาง
อากาศจากอุตสาหกรรม หน่วยที่ 9 นนทบุรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช 2544