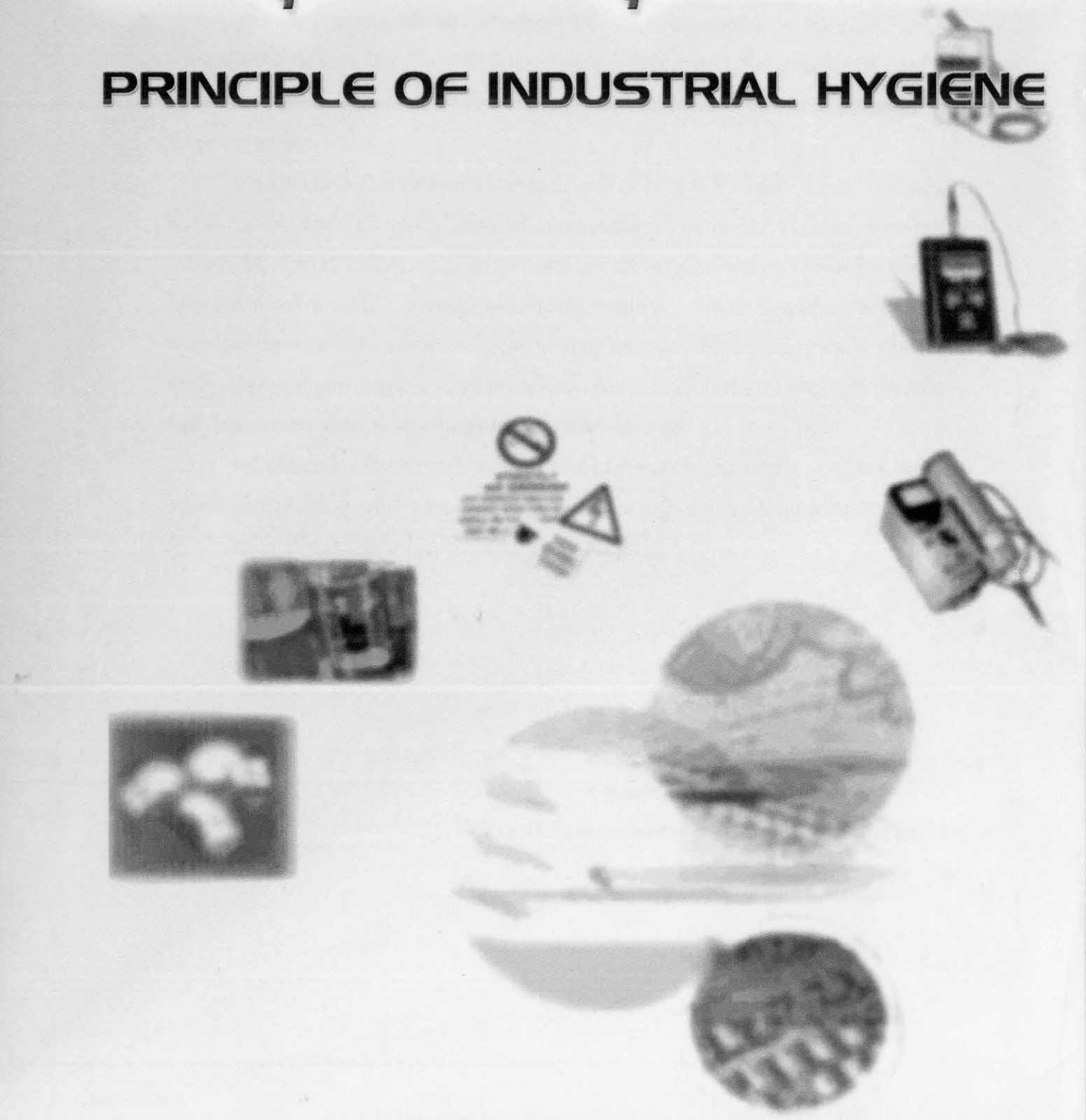
หลักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

PRINCIPLE OF INDUSTRIAL HYGIENE



สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำนำ

หลักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวกับความตระหนัก การประเมิน และการควบคุมปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ปัจจัยทางกายภาพ ปัจจัยทางเคมี ปัจจัยทางชีวภาพ และปัจจัยทางเออร์กอนอมิกส์ ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ การเจ็บป่วย และความไม่สะดวกสบายในคนทุกสาขาอาชีพ

การตระหนักถึงอันตรายของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่รวบรวมไว้ ได้แก่ ก๊าซ ไอและตัวทำละลาย อนุภาค เสียง รังสี อุณหภูมิที่ผิดปกติ เออร์กอนอมิกส์ และการสำรวจโรงงาน การประเมินอันตราย ได้แก่ การประเมินการสัมผัสทางด้านอาชีวอนามัย การเก็บตัวอย่างอากาศ เครื่องมืออ่านค่าโดยตรงสำหรับก๊าซและไอ การควบคุมอันตรายประกอบด้วย วิธีการควบคุมอันตรายทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม การระบายอากาศในอุตสาหกรรม และอุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจ เพื่อให้งานทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมบรรลุเป้าหมายในการคุ้มครองคนที่ประกอบอาชีพต่างๆ ควรมีการจัดทำโปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมในสถานที่ทำงาน

หนังสือเล่มนี้ เป็นการรวบรวมความรู้ทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ซึ่งผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะมีประโยชน์แก่ท่านผู้อ่านมาก หากผู้อ่านมีข้อเสนอแนะประการใด คณะผู้จัดทำยินดีรับ เพื่อนำมาปรับปรุงหนังสือเล่มนี้ในโอกาสต่อไป

ชลาลัย หาญเจนลักษณ์
สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

คำนำ

การเรียนรายวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

เนื้อหารายวิชา

บทที่ 1 หลักการทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม 1

แผนการเรียนประจำบทที่ 1 2

ตอนที่ 1.1 ความหมายและหลักจรรยาบรรณของนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม 3

ตอนที่ 1.2 คณะทำงานทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย 4

ตอนที่ 1.3 The Occupational Safety and Health Act และ หน่วยงานทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมของต่างประเทศ 7

ตอนที่ 1.4 ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Factors or Stresses) 9

ตอนที่ 1.5 หลักทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม 18

ตอนที่ 1.6 โครงการทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Industrial Hygiene Program) 24

สรุปเนื้อหาประจำบทที่ 1 25

คำถามประจำบทที่ 1 26

บทที่ 2 Threshold Limit values (TLVs) และBiological Exposure Indices (BELs) 27

แผนการเรียนประจำบทที่ 2 28

ตอนที่ 2.1 ความหมายประเภทและประวัติความเป็นมาของ Threshold Limit Values 29

ตอนที่ 2.2 การคำนวณค่า Time-Weighted Average (TWA) 33

ตอนที่ 2.3 Biological Exposure Indices (BEIs) 40

สรุปเนื้อหาประจำบทที่ 2 44

คำถามประจำบทที่ 2 45

บทที่ 3 ปัจจัยทางด้านกายภาพ (Physical Hazards) ที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ 46

แผนการเรียนประจำบทที่ 3 47

ตอนที่ 3.1 เสียงดัง (Noise) 48

ตอนที่ 3.2 ความสั่นสะเทือน (Vibration) 54

ตอนที่ 3.3 อุณหภูมิที่ผิดปกติ (Temperature extreme) 58
ตอนที่ 3.4 รังสี (Radiation) 67
ตอนที่ 3.5 แสงสว่าง (Illumination) 76
สรุปเนื้อหาประจำบทที่ 3 82
คำถามประจำบทที่ 3 84

บทที่ 4 ปัจจัยทางด้านเคมี (Chemical Hazards) 85
แผนการเรียนประจำบทที่ 4 86
ตอนที่ 4.1 การตระหนักและการประเมินอันตรายจากสารเคมี 87
ตอนที่ 4.2 อันตรายจากสารเคมี 91
ตอนที่ 4.3 แนวทางการประเมินอันตรายจากสารเคมี 109
ตอนที่ 4.4 แนวทางควบคุมอันตรายจากสารเคมี 121
สรุปเนื้อหาประจำบทที่ 4 125
คำถามประจำบทที่ 4 127

บทที่ 5 อันตรายทางด้านชีวภาพ (Biological hazards) 128
แผนการเรียนประจำบทที่ 5 129
ตอนที่ 5.1 การบ่งชี้อันตราย (Hazard Identification) 130
ตอนที่ 5.2 ข้อบ่งชี้ในการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอากาศ 133
(Indication of Biological Sampling)
ตอนที่ 5.3 สถานที่ทำงานที่มีความเสี่ยงสูง 134
ตอนที่ 5.4 การประเมินความเสี่ยง (Risk assessment) 136
ตอนที่ 5.5 การแบ่งกลุ่มอันตรายของสารชีวภาพ (Hazard classification) 137
ตอนที่ 5.6 การควบอันตราย (Hazard control) 138
ตอนที่ 5.7 วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวัดเชื้อจุลินทรีย์ 139
สรุปเนื้อหาประจำบทที่ 5 140
คำถามประจำบทที่ 5 141

บทที่ 6 เออร์กอนอมิกส์ (Ergonomics) 142
แผนการเรียนประจำบทที่ 6 143
ตอนที่ 6.1 ความหมายของเออร์กอนอมิกส์ (Ergonomics) 144
ตอนที่ 6.2 ความสามารถในการทำงาน (Human capacity for physical work) 146
ตอนที่ 6.3 ขนาดร่างกายทางวิศวกรรม (Engineering Anthropometry) 150

ตอนที่ 6.4 ชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) 151
ตอนที่ 6.5 การยกน้ำหนัก (Handling Loads) 153
ตอนที่ 6.6 อุปกรณ์ที่ใช้มือจับ (Hand tools) 156
ตอนที่ 6.7 การออกแบบสถานีงาน (Workstation design) 157
ตอนที่ 6.8 การออกแบบสถานที่ทำงาน (Workplace design) 158
ตอนที่ 6.9 สถานีงานที่ใช้คอมพิวเตอร์ (Computer workstation) 160
ตอนที่ 6.10 การออกแบบด้านเออร์กอนอมิกส์ ของสถานีงานในสำนักงาน 161
ตอนที่ 6.11 สัญญาณไฟ (Light signals) และฉลาก (Label) 162
สรุปเนื้อหาประจำบทที่ 6 163
คำถามประจำบทที่ 6 164

บทที่ 7 โปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Industrial hygiene program) 165
แผนการเรียนประจำบทที่ 7 166
ตอนที่ 7.1 องค์ประกอบของโปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม 167
ตอนที่ 7.2 ประโยชน์ของโปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม 168
ตอนที่ 7.3 การจัดทำโปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม 169
สรุปเนื้อหาประจำบทที่ 7 172
คำถามประจำบทที่ 7 173

บรรณานุกรม 174

การเรียนรายวิชา หลักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

รหัสวิชา 618 342

ชื่อวิชา (ภาษาไทย) : หลักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

(ภาษาอังกฤษ) : PRINCIPLE OF INDUSTRAIL HYGIENE

จำนวนหน่วยกิต (ภาคทฤษฎี) 3 หน่วยกิต

(ภาคปฏิบัติ) -

สำนักวิชา แพทยศาสตร์

สาขาวิชา อาชีวอนามัยและความปลอดภัย

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาลักษณะและสภาพของสิ่งแวดล้อมในการทำงานที่ไม่เหมาะสมและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานหลักการและวิธีการในการตระหนัก การประเมิน และการควบคุม ปัจจัยซึ่งเป็นสิ่งคุกคามต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน ตลอดจนถึงอันตรายจากการทำงาน เพื่อก่อให้เกิดสภาพการทำงานที่เหมาะสมและเอื้ออำนวยต่อการควบคุมและป้องกันโรคจากการทำงานและการศึกษาวิธีการส่งเสริมให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน

แนวคิด

การสรุปเนื้อหาการเรียน การสอนในรายวิชา 618 342 หลักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Principle of Industrial Hygiene) มาทำเอกสารคู่มือที่เหมาะกับการศึกษาด้วยตนเองในรูปแบบคู่มือบทเรียนรายวิชาสรุปในแต่ละตอน แบบฝึกหัดท้ายบท และในรูปของโฮมเพจรายวิชา เพื่อง่ายต่อการศึกษาของนักเรียน นักศึกษา และผู้ที่สนใจที่จะค้นคว้า ข่าวที่เกี่ยวข้อง (News) คำถามหรือข้อสงสัยผ่านเว็บบอร์ด (Web board) การดาวน์โลดเนื้อหารายวิชาและการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละบท (Download) และแหล่งข้อมูลการค้นคว้า เว็บไซต์ของสถาบันที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ (Links) โดยเนื้อหาของรายวิชาหลักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมที่บรรจุผ่านเครือข่าย หรือเว็บไซต์ เป็นรายละเอียดของ ศึกษาลักษณะและสภาพของสิ่งแวดล้อมในการทำงานที่ไม่เหมาะสมและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน หลักการและวิธีการในการตระหนัก การประเมิน และการควบคุม ปัจจัยซึ่งเป็นสิ่งคุกคามต่อสุขภาพ

ของผู้ปฏิบัติงาน ตลอดจนถึงอันตรายจากการทำงาน เพื่อก่อให้เกิดสภาพการทำงานที่เหมาะสมและเอื้ออำนวยต่อการควบคุมและป้องกันโรคจากการทำงานและการศึกษาวิธีการส่งเสริมให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ได้ต้นแบบสื่อประกอบการเรียนการสอนที่สามารถทำงานผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต (on-line) และทำงานบนแผ่นดิสก์หรือซีดีรอม (off-line)
2. เพื่อให้เกิดจุดเริ่มต้นที่ดีของการผลิตสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ทำให้สามารถขยายผลงานในรายวิชาอื่นๆ ได้
3. เพื่อให้ผู้เรียนมีทางเลือกในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง รวมถึงการทบทวนเนื้อหาวิชาที่ได้ศึกษาในชั้นเรียนแล้ว
4. เพื่อให้ผู้สอนสามารถใช้สื่อนี้เป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือประกอบการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
5. เพื่อให้ทีมงานผู้ผลิตสื่อเกิดทักษะในการเรียนรู้กระบวนการต่างๆ ในการทำงาน และเป็นแนวทางในการพัฒนาอาชีพในอนาคตสำหรับนักศึกษาที่มีประสบการณ์นี้
6. เพื่อให้ผู้ที่สนใจกลุ่มอื่นสามรถเข้าถึง และศึกษาข้อมูลนี้ได้

บทที่ 1

หลักการทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

แผนการเรียนประจำบทที่ 1

วิชา 618 342 หลักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Principle of Industrial Hygiene)

ชื่อบทเรียน หลักการทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

หัวเรื่อง ตอนที่ 1.1 ความหมายและหลักจรรยาบรรณของนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

ตอนที่ 1.2 คณะทำงานทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

ตอนที่ 1.3 The Occupational Safety and Health Act และ หน่วยงานทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมของต่างประเทศ

ตอนที่ 1.4 ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Factors or Stresses)

ตอนที่ 1.5 หลักทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

ตอนที่ 1.6 โครงการทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Industrial Hygiene Program)

แนวคิด

1. สุขศาสตร์อุตสาหกรรมเป็นศาสตร์เกี่ยวกับการคาดคะเน (Anticipation) การตระหนักถึงอันตราย (Recognition) การประเมินอันตราย (Evaluation) และการควบคุม (Control) ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมหรือความเครียดที่เกิดขึ้นจากการทำงาน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ การเจ็บป่วย
2. คณะทำงานทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คือกลุ่มคนที่ต้องทำงานร่วมกัน เพื่อที่จะให้ข้อมูลและร่วมกันทำกิจกรรมที่สนับสนุนให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการส่งเสริมสิ่งแวดล้อมการทำงานที่ปลอดภัย ต่อผู้ประกอบอาชีพ
3. หน่วยงานหลักที่ปฏิบัติงานทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ได้แก่ ACGIH OSHA และNIOSH

วัตถุประสงค์

1. อธิบายถึงความหมายของสุขศาสตร์อุตสาหกรรม หลักจรรยาบรรณและหน้าที่รับผิดชอบของนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมได้
2. อธิบายถึงหน่วยงานทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมในต่างประเทศได้
3. สามารถอธิบายถึง การตระหนักถึงอันตราย (Recognition) การประเมินอันตราย (Evaluation) และการควบคุม (Control) อันตรายจากสิ่งแวดล้อมในการทำงานได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ศึกษาคู่มือการเรียนรายวิชา บทที่ 1
2. ศึกษาต้นแบบสื่อประกอบการเรียนการสอน (โฮมเพจรายวิชา)
3. คำถาม – ตอบ ประจำบทเรียน
4. ศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งวิทยาการที่แนะนำ

ตอนที่ 1.1 ความหมายและหลักจรรยาบรรณของนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

1. ความหมายของสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Industrial Hygiene)

เป็นศาสตร์เกี่ยวกับการคาดคะเน (Anticipation) การตระหนักถึงอันตราย (Recognition) การประเมินอันตราย (Evaluation) และการควบคุม (Control) ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมหรือความเครียดที่เกิดขึ้นจากการทำงาน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ การเจ็บป่วยและความไม่สะดวกสบายในคนที่ประกอบอาชีพหรือคนที่อยู่ในชุมชน

นักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม เป็นนักอาชีวอนามัยระดับวิชาชีพซึ่งทำหน้าที่หลักในการควบคุมปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมหรืออันตรายต่อสุขภาพที่เกิดจากการทำงานหรือเป็นผลจากการทำงาน นักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมจะได้รับการอบรมในด้านต่างๆ ได้แก่ วิศวกรรม ฟิสิกส์ เคมี วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและชีววิทยา ให้มีความรู้เกี่ยวกับสารเคมี สารทางฟิสิกส์ สารชีวภาพ และเออร์กอนอมิกส์ที่มีต่อสุขภาพ

2. หลักจรรยาบรรณของนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

(Code of Ethics for the Practice of Industrial Hygiene)

1. ต้องปฏิบัติงานในสายวิชาชีพตามหลักวิชาการทางวิทยาศาสตร์โดยตระหนักว่าชีวิตสุขภาพและความกินดีอยู่ดีของคนทำงานในทุกสาขาอาชีพ อาจขึ้นอยู่กับการตัดสินใจในวิชาชีพของท่าน
2. มีหน้าที่ในการคุ้มครองสุขภาพอนามัยและความกินดีอยู่ดีของคนทำงาน นักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมควรจะมีการปรึกษาหาหรือกับผู้ที่เกี่ยวข้อง (เช่น ผู้บริหาร ลูกค้า ลูกจ้าง ผู้รับเหมาช่วง เป็นต้น) ในเรื่องเกี่ยวกับความเสี่ยงต่อสุขภาพและข้อควรระวัง เพื่อป้องกันอันตรายต่อสุขภาพของคนงาน
3. ต้องเก็บข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลทางธุรกิจที่ได้รับระหว่างการปฏิบัติงานทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมไว้เป็นความลับ อาจเปิดเผยข้อมูลได้เมื่อเป็นข้อกำหนดของกฎหมาย หรือเพื่อปกป้องอันตรายต่อสุขภาพและความปลอดภัยของคนงานละชุมชน
4. ต้องให้บริการในขอบเขตที่มีความเชี่ยวชาญ ซึ่งได้จากการศึกษา การฝึกอบรมหรือมีประสบการณ์ในงานที่เฉพาะนั้นๆ
5. ต้องมีความรับผิดชอบที่จะคงไว้ซึ่งความซื่อสัตย์ในวิชาชีพ

3. หน้าที่และความรับผิดชอบของนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

นักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมมีหน้าที่และความรับผิดชอบ ดังนี้

1. ทำหน้าที่ชี้นำในการจัดทำโครงการทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Industrial Hygiene Program) ซึ่งประกอบด้วยการตระหนักถึงอันตราย การประเมินอันตราย และการควบคุมปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมหรืออันตรายต่อสุขภาพที่เกิดจากการทำงาน

2. สำรวจอันตรายจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมในการทำงาน โดย
   ก. ศึกษากระบวนการผลิตและขั้นตอนต่างๆในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้ได้รายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะงาน สารเคมีที่ใช้ เครื่องมือที่ใช้ ผลผลิตที่ได้ ผลพลอยได้ จำนวนคนงาน และชั่วโมงการทำงาน
   ข. ทำการตรวจวัดที่เหมาะสม เพื่อหาขนาดของสารที่คนงานหรือชุมชนที่ได้รับ โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม ควรศึกษาและตรวจสอบคุณสมบัติของสารที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม
   ค. ศึกษาโดยใช้การตรวจวัดทางชีวภาพ เช่น ตรวจเลือดหรือปัสสาวะ เพื่อเป็นข้อมูลว่าคนงานได้รับสารเข้าร่างกายมากหรือน้อยเพียงใด
3. สามารถแปรผลการตรวจวัดในรูปของอันตรายต่อสุขภาพคนงาน ประสิทธิภาพของคนงานและการรบกวนหรืออันตรายต่อชุมชน และนำผลสรุปเสนอต่อผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ดูแลสุขภาพอนามัยของคนงานและตัวแทนคนงาน
4. สามารถตัดสินใจเกี่ยวกับความจำเป็นในการติดตั้งระบบควบคุมหรือประสิทธิภาพของระบบควบคุมในการควบคุมสภาพแวดล้อมการทำงานและสิ่งแวดล้อม
5. เป็นผู้เตรียมกฎ ข้อบังคับ มาตรฐาน วิธีการทำงานที่ถูกต้องและปลอดภัย และการป้องกันสิ่งรำคาญต่อชุมชน
6. สามารถให้การต่อศาล กรรมการจ่ายเงินทดแทน หน่วยงานที่ออกกฎหมายในเรื่องที่เกี่ยวกับสุขศาสตร์อุตสาหกรรมในฐานะผู้เชี่ยวชาญ
7. เตรียมข้อความสำหรับติดฉลาก (Labels) และข้อควรระวังเกี่ยวกับสารเคมีหรือผลิตภัณฑ์ให้กับคนงานหรือชุมชน
8. จัดอบรมให้คนงานและชุมชนเกี่ยวกับการป้องกันโรคจากการทำงานและเหตุรำคาญต่อชุมชน
9. ทำการศึกษาในคนงานเพื่อศึกษาการเกิดโรคจากการทำงาน และปรับปรุงค่า TLV หรือมาตรฐานเพื่อผดุงรักษาสุขภาพและประสิทธิภาพของคนงาน
10. ทำการศึกษาวิจัยเพื่อให้เกิดความรู้เกี่ยวกับผลการทำงานที่มีต่อสุขภาพอนามัย และการป้องกันโรคจากการทำงาน มลพิษต่อชุมชน เสียง สิ่งรบกวนและปัญหาอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

สรุป

สุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Industrial Hygiene) หมายถึง ศาสตร์เกี่ยวกับการคาดคะเน (Anticipation) การตระหนักถึงอันตราย (Recognition) การประเมินอันตราย (Evaluation) และการควบคุม (Control) ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพ และมีนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมเป็นผู้ที่ปฏิบัติหน้าที่ดังกล่าว โดยตระหนักว่าชีวิตสุขภาพและความกินดีอยู่ดีของคนทำงานในทุกสาขาอาชีพเป็นหลัก

ตอนที่ 1.2 คณะทำงานทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

คณะทำงานทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ประกอบด้วย นักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับวิชาชีพ (Safety profcssional) พยาบาลอาชีวอนามัย (Occupational Health nurse) แพทย์อาชีวอนามัย (Occupational physician) ลูกจ้าง ผู้บริหารระดับสูง และผู้บริหารตามสายบังคับบัญชาและผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ ขึ้นกับขนาดและลักษณะของหน่วยงานผู้ทำงานทุกคนต้องทำงานร่วมกัน เพื่อที่จะให้ข้อมูลและร่วมกันทำกิจกรรมที่สนับสนุนให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการส่งเสริมสิ่งแวดล้อมการทำงานที่ปลอดภัยและถูกสุขลักษณะ

1. เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับวิชาชีพ (Safety professional)

จะต้องมีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ สังคมศาสตร์ วิศวกรรม ฟิสิกส์ เคมี สถิติ คณิตศาสตร์ และหลักการวัดและการวิเคราะห์ ซึ่งรวมถึงการประเมินทางด้านความปลอดภัยในสถานที่ทำงาน หน้าที่โดยทั่วไปของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยมีดังนี้

1. ตรวจสอบ สืบค้น หาสภาวะที่เป็นอันตราย ฝึกประเมินความรุนแรงของอุบัติเหตุและการสูญเสีย
2. พัฒนาวิธีการควบคุมอันตราย โดยกำหนดวิธีการควบคุมและโปรแกรมการควบคุมอันตรายในกระบวนการทำงานทั้งหมด
3. แจ้งข้อมูลการควบคุมอันตรายให้กับผู้เกี่ยวข้องโดยตรง เช่น ผู้บริหาร ผู้วางแผน และกระตุ้นให้มีการพิจารณาเรื่องความปลอดภัยร่วมไปกับกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม
4. ตรวจวัดและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือควบคุมอันตราย พัฒนาและปรับปรุงระบบควบคุมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

2. พยาบาลอาชีวอนามัย (Occupational health nurse)

เป็นบุคคลสำคัญในการให้บริการทางด้านสุขภาพอนามัยของคนงาน พยาบาลอาชีวอนามัยจะมีหน้าที่ในการส่งเสริม ป้องกัน และทำให้คนงานมีสุขภาพดีโดยได้อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ดีและปลอดภัย พยาบาลอาชีวอนามัยจะเป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างสถานะทางสุขภาพของลูกจ้าง กระบวนการทำงานและความสามารถของคนงานในการทำงาน

3. แพทย์อาชีวอนามัย (Occupational physician)

แพทย์ที่ผ่านการอบรมหรือมีประสบการณ์ และความรู้อย่างกว้างขวางเกี่ยวกับสาเหตุของการเกิดโรคจากการทำงานและอันตรายของสารเคมี ฟิสิกส์ ชีวภาพ และเออร์กอนอมิกส์ ที่มีต่อคนงาน อาการ และอาการแสดงของการได้รับสารแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง สามารถรักษาโรคที่เกิดขึ้นได้ จุดมุ่งหมายของแพทย์อาชีวอนามัยก็เพื่อป้องกันโรคจากการทำงาน เมื่อเกิดโรคจากการทำงานขึ้น สามารถรักษาโรคจากการทำงานให้หายได้และช่วยให้คนงานมีสถานที่ทำงานที่ดีและปลอดภัย

มีการจัดทำโครงการเฝ้าระวังทางการแพทย์โดยจัดให้มีการทดสอบที่จำเป็นตามลักษณะงานเพื่อดูแลสุขภาพของคนงาน และสามารถตรวจพบความผิดปกติของคนงานได้ก่อนที่จะเกิดโรคจากการทำงาน

4. ลูกจ้าง (Employee)

เป็นส่วนสำคัญในโครงการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ลูกจ้างเป็นแหล่งข้อมูลของขั้นตอนการทำงาน วิธีการทำงานและอันตรายที่เกิดจากกระบวนการทำงานต่างๆในอุตสาหกรรม

คณะกรรมการอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม เป็นคณะกรรมการที่ควรจะจัดตั้งขึ้นในโรงงานที่มีคนงานตั้งแต่ 50 คนขึ้นไป เป็นสถานที่ที่มีการทำงานร่วมกันของผู้บริหารและพนักงาน โดยมีทั้งตัวแทนฝ่ายนายจ้างและฝ่ายคนงาน มีการร่วมมือกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องในโครงการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย แนะนำนโยบายทางด้านบริหาร ทำการสำรวจสถานที่ทำงานเป็นระยะ ประเมินและส่งเสริมกิจกรรมทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย การประชุมกรรมการจะทำให้มีการจัดทำโครงการทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย และการเสนอนโยบายทางด้านความปลอดภัยที่เหมาะสม เป็นต้น

สรุป

คณะทำงานทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ประกอบด้วย นักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับวิชาชีพ (Safety professional) พยาบาลอาชีวอนามัย (Occupational Health nurse) แพทย์อาชีวอนามัย (Occupational physician) ลูกจ้าง ผู้บริหารระดับสูง และผู้บริหารตามสายบังคับบัญชาและผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ ขึ้นกับขนาดและลักษณะของหน่วยงานผู้ทำงานทุกคนต้องทำงานร่วมกัน เพื่อที่จะให้ข้อมูลและร่วมกันทำกิจกรรมที่สนับสนุนให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการส่งเสริมสิ่งแวดล้อมการทำงานที่ปลอดภัยและถูกสุขลักษณะ

ตอนที่ 1.3 The Occupational Safety and Health Act และ หน่วยงานทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมของต่างประเทศ

1. The Occupational Safety and Health Act

The Occupational Safety and Health Act หรือเรียกว่า OSHAct เป็นพระราชบัญญัติที่ได้จัดทำให้ดีขึ้นโดยรัฐสภาเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม ค.ศ. 1970 โดยมีจุดประสงค์ที่จะมั่นใจได้ว่า คนงานทั้งชายและหญิงทุกคนในประเทศ ได้ทำงานในสภาพการทำงานที่ถูกสุขลักษณะและมีความปลอดภัยและเพื่อที่จะรักษาทรัพยากรมนุษย์ของประเทศ OSHAct ได้กำหนดหน้าที่ของนายจ้างไว้ 2 ประการ คือ

1) นายจ้างจะต้องจัดสถานที่ทำงานให้คนงาน ในสถานที่ทำงานนั้นจะต้องปราศจากอันตรายที่จะเป็นสาเหตุหรือทำให้เป็นสาเหตุของการตาย หรืออันตรายต่อสุขภาพอย่างรุนแรงของคนงานเหล่านั้น
2) นายจ้างจะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยที่กำหนดไว้ใน OSHAct สำหรับลูกจ้าง OSHAct ได้กำหนดไว้ว่า คนงานแต่ละคนต้องปฏิบัติตามมาตรฐานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย กฎ ข้อบังคับต่างๆที่กำหนดไว้ใน OSHAct

2. หน่วยงานทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมของต่างประเทศ

หน่วยงานทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมของต่างประเทศที่ควรทราบ ได้แก่

2.1. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) ตั้งขึ้นเมื่อ ค.ศ. 1938 โดยกลุ่มนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมที่ทำงานในภาครัฐ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ที่ประชุมเป็นตัวกลางสำหรับกิจกรรมต่างๆดังนี้

- แลกเปลี่ยนประสบการณ์และความคิดเห็นทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม
- ปรับมาตรฐานและเทคนิคในการดูแลสุขภาพของคนงานในโรงงานอุตสาหกรรม
- พัฒนาระบบบริหารจัดการเพื่อปกป้องสุขภาพอนามัยของคนงาน

ACGIH เป็นหน่วยงานที่มีประโยชน์มากต่อการปรับปรุงการให้บริการทางด้านสุขภาพอนามัยของคนงานในอุตสาหกรรม คณะกรรมการทางด้าน Industrial Ventilation และ Threshold Limit Value (TLV) ของ ACGIH มีชื่อเสียงไปทั่วโลก โดยทำหน้าที่กำหนดค่า TLV และมีการปรับค่าเหล่านี้ทุกปีเพื่อความเหมาะสม

2.2. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) ได้ก่อตั้งเมื่อวันที่ 28 เมษายน ค.ศ. 1971 เป็นหน่วยงานที่อยู่ใน U.S. Department of Labor ซึ่ง OSHA มีหน้าที่ตาม OSHAct ซึ่งกำหนดให้มีหน่วยงาน National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) อยู่ในCenters for Disease Control (CDC) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่อยู่ใน U.S Public Health Service

OSHA มีหน้าที่หลักดังต่อไปนี้

-ออกกฎหมาย มาตรฐาน ทางด้านสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยโดยได้รับข้อมูลทางด้านเทคนิคจาก NIOSH มาตรฐานของ OSHA เรียกว่า Permissible exposure limits (PELs)

-มีอำนาจที่จะเข้าทำการสำรวจสถานที่ทำงานว่าเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ สามารถสัมภาษณ์ลูกจ้างระหว่างทำการสำรวจได้

-ลูกจ้างหรือตัวแทนลูกจ้างสามารถแจ้งเกี่ยวกับการไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานทางกฎหมายได้

-มีอำนาจในการตรวจสอบ สืบค้น สอบสวนและเสนอมาตรการลงโทษ

-กำหนดให้นายจ้างต้องเก็บข้อมูลระดับสารเคมีอันตรายในสถานที่ทำงาน และแจ้งผลให้คนงานทราบ

2.3. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) OSHAct กำหนดให้ NIOSH มีหน้าที่ดังนี้

-ทำการศึกษาวิจัยทางด้านอนามัยและความปลอดภัย

-ทำหน้าที่ในการตรวจสอบอันตรายทางด้านต่างๆ และให้คำแนะนำในการออกข้อกำหนดกฎหมาย

-พัฒนามาตรการเกี่ยวกับการใช้สารพิษและระดับของสารเคมีที่ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานระดับของสารที่แนะนำโดย NIOSH เรียกว่า Recommended exposure limits (RELs)

-มีหน้าที่ในการทดสอบและออกใบรับรองอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (Respiratory Protective Equipment)

งานวิจัยของ NIOSH จะเกิดขึ้นระหว่างกิจกรรมการประเมินอันตรายต่อสุขภาพของคนงานในสถานที่ทำงาน ซึ่งอาจจะทำโดยการได้รับการร้องขอจากนายจ้าง ลูกจ้างหรือตัวแทนลูกจ้าง นอกจากการทำงานวิจัยแล้ว NIOSH ยังสนับสนุนให้ทุนกับมหาวิทยาลัย วิทยาลัย และหน่วยงานเอกชนและให้ทุนสนับสนุนในการจัดการฝึกอบรมให้กับวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยทั่วประเทศ

NIOSH เป็นหน่วยงาน Education Resource Centers (ERCs) ซึ่งจัดฝึกอบรมให้กับแพทย์อาชีวอนามัย พยาบาลอาชีวอนามัย นักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย นักเออร์โกโนมิคส์ และบุคลากรอื่นๆที่ในงานทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

สรุป

หน่วยงานทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ได้แก่ ACGIH OSHA และ NIOSH หน่วยงานเหล่านี้จะทำงานคล้ายกัน ในเรื่องการให้บริการทางด้านวิชาการเกี่ยวกับงานทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย และการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงาน แตกต่างกันตรงที่ ACGIH เป็นหน่วยงานที่มีประโยชน์มากต่อการปรับปรุงการให้บริการทางด้านสุขภาพอนามัยของคนงานในอุตสาหกรรม NIOSH จะทำการศึกษาวิจัยทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย OSHA จะมีหน้าที่ในการออกกฎหมายและและมาตรฐานทางด้านสุขภาพอนามัยและความปลอดภัย

1.4 ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Factors or Stresses)

ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ทำให้เกิดการเจ็บป่วย สุขภาพไม่ดี ความไม่สะดวก สบายในคนงานอาจแบ่งได้เป็น

1. ปัจจัยทางกายภาพ (Physical Hazard)

สารทางฟิสิกส์ ได้แก่ เสียง อุณหภูมิที่ผิดปกติ(ร้อนหรือเย็น) รังสีชนิดแตกตัวและไม่แตกตัว ความดันที่ผิดปกติ เป็นต้น

1.1 เสียง (Noise) เสียงที่คนไม่ต้องการได้ยินอาจมีผลเสียต่อสุขภาพ ดังนี้

- ผลเสียทางจิตใจ ทำให้ รำคาญ รบกวนการพักผ่อนและการทำงาน มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงาน และความปลอดภัยในการทำงาน

- ผลเสียทางร่างกายทำให้สูญเสียการได้ยิน ทำให้ปวดแก้วหูในกรณีที่ได้รับเสียงดังมาก

1.2 อุณหภูมิที่ผิดปกติ (Extreme temperature) ในอุตสาหกรรมจะมีปัญหาอุณหภูมิสูงมากกว่าอุณหภูมิต่ำ

ความเครียดจากความร้อน (Heat Stress) อุณหภูมิของร่างกายปกติ (Core temperature) เป็น 37.6 ˚C ถ้าอุณหภูมิของห้องสูงขึ้นหรือลดลง 2-3˚F จากอุณหภูมิปกติจะทำให้เกดอาการผิดปกติ ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนไป 5 ˚F จะเกิดอันตรายต่อสุขภาพ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นร่างกายจะปรับตัวโดยการเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ เส้นเลือดฝอยที่ผนังจะขยายตัวให้เลือดไปที่ผิวหนังมากขึ้น เพื่อเป็นการระบายความร้อน เหงื่อออกมากขึ้นเพื่อช่วยลดอุณหภูมิ อันตรายจากความร้อนมีหลายแบบด้วยกัน คือ

1. **Heatstroke** เกิดจากการได้รับความร้อนจากสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้นแล้วร่างกายไม่สามารถลดอุณหภูมิได้ด้วยตนเอง เหงื่อจะหยุดไหลทำให้อุณหภูมิของร่างกายเพิ่มขึ้น อย่างรวดเร็วซึ่งสภาวะที่เป็นอันตรายอาจถึงตายได้ Heatstroke จะเกิดขึ้นในกรณีที่มีการใช้กำลังมากเกินไปหรือการทำงานปานกลางในสภาวะที่ร้อนมาก

2. **Heat cramps** เป็นผลจากการสัมผัสหรืออยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงเป็นเวลานานและทำงานหนักด้วย ร่างกายมีการสูญเสียเกลือแร่และน้ำจากร่างกาย แม้ว่าจะมีการดื่มน้ำเข้าไปทดแทน การสูญเสียเกลือแร่จะทำให้กล้ามเนื้อเป็นตะคริว (Heat cramps)

3. **Heat exhaustion)** เกิดจากการใช้กำลังมากในที่มีความร้อน จะมีอาการ ดังนี้ ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นเล็กน้อย ชีด ชีพจรอ่อน มึนงง เหงื่อออกมากและผิวหนังชื้นเย็น

ความเครียดจากความเย็น (Cold stress) กรณีที่ได้รับความเย็นหรืออยู่ในที่เย็นเป็นเวลานาน ร่างกายจะสูญเสียความร้อน เส้นเลือดจะหดตัวเพื่อรักษาความร้อนเอาไว้ ร่างกายจะสั่นเพื่อเพิ่มอุณหภูมิในร่างกาย การออกกำลังกายจะทำให้เมตาโบลิซึมเพิ่มขึ้น เสื้อผ้าที่สวมใส่จะเป็นตัวห่อหุ้มเพื่อลดการสูญเสียความร้อน ทำให้ร่างกายสามารถรักษาอุณหภูมิในร่างกายไว้ได้

Frosbite เกิดขึ้นในกรณีที่เนื้อเยื่อได้รับความเย็นจนแข็ง ผิวหนังมีจุดเยือกแข็งที่อุณหภูมิประมาณ -1 C เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น การสูญเสียความร้อนมากขึ้น จะเกิด Frosbite เร็วขึ้น เมื่อเนื้อเยื่อได้รับความเย็นมากจนเริ่มแข็ง การแข็งตัวเนื่องจากความเย็นจะมีการขยายบริเวณอย่างรวดเร็ว เช่น เมื่อความเร็วลม 20 ไมล์ต่อชั่วโมง และอุณหภูมิ -10 C เนื้อเยื่อจะสามารถแข็งใน 1 นาที เมื่อผิวหนังสัมผัสกับสิ่งของที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง จะเกิด Frosbite ที่จุดสัมผัส แม้ว่าอุณหภูมิในสิ่งแวดล้อมจะไม่เย็นมากก็ตาม

1.3 รังสีชนิดแตกตัว (Ionizing radiation)

ร่างกายประกอบด้วยอะตอมและโมเลกุล แต่ละอะตอมมีนิวเคลียสซึ่งมีอิเล็คตรอนอยู่รอบนอก เมื่อเกิด Ionization มากขึ้นทำให้เกิดการทำลายเซลของร่างกายมากขึ้น สารรังสีสามารถปล่อยพลังงานที่ทำลายเนื้อเยื่อที่มีชีวิตได้ รังสีชนิดแตกตัว มีหลายชนิดได้แก่ รังสีแอลฟ่า รังสีเบต้า รังสีเอกซ์ รังสีแกมม่า และนิวตรอน

- รังสีแอลฟ่า ทะลุทะลวงได้น้อย แผ่นกั้นบางๆ เช่น กระดาษ เซลโลเฟน ผิวหนังจะกั้นรังสีได้

- รังสีเบต้า มีความสามารถทะลุทะลวงได้มากกว่ารังสีอัลฟ่า แผ่นอะลูมิเนียมหนา 1 นิ้วจะกั้นรังสีเบต้าได้

- รังสีเอกซ์ สามารถทะลุทะลวงได้ดีต้องใช้คอนกรีตหรือตะกั่วจึงจะกั้นรังสีเอกซ์ได้

- รังสีแกมม่า คล้ายรังสีเอกซ์ ทะลุทะลวงได้ดี

- นิวตรอน ทะลุทะลวงได้สูง ต้องใช้แผ่นกั้นที่มีอะตอมของไฮโดรเจนสูงจึงจะหยุดนิวตรอนได้

อันตรายของรังสี มี 2 แบบ คือ

External hazard รังสีจะเป็นอันตรายเมื่ออยู่ภายนอกร่างกาย ได้แก่ รังสีเอกซ์ รังสีแกมม่าและนิวตรอน รังสีชนิดนี้สามารถทะลุทะลวงได้ไกล รังสีจะทำให้เกิดการ Ionization ขณะผ่านเข้าไปในร่างกาย การป้องกันอาจทำได้โดยจำกัดเวลาที่ได้รับรังสี ทำงานในระยะที่ปลอดภัยหรือมีแผ่นกั้นรังสี

Internal hazard รังสีจะเป็นอันตรายเมื่ออยู่ในร่างกาย เช่น รังสีแอลฟ่า รังสีแอลฟ่า จะทำให้เกิด Ionization ของเนื้อเยื่อใยปอด ท้อง เป็นต้น แผลเปิดที่ไม่มีผนังกั้นเมื่อได้รับรังสีจะทำให้เนื้อเยื่อถูกทำลายรังสีเบต้า เป็นได้ทั้ง External และInternal hazard เพราะเมื่อรังสีเบต้าอยู่นอกร่างกายจะทำให้ผิวไหม้ได้เมื่อสัมผัสผิวหนัง

1.4 รังสีชนิดไม่แตกตัว (No ionizing radiation) เป็นรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีผลต่อร่างกายแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความยาวคลื่น (λ) ของรังสี รังสีไม่แตกตัวมีหลายชนิด ได้แก่

1.5 รังสีที่มีความถี่ต่ำ (Low frequency) จะเป็นรังสีที่มีความยาวคลื่นยาว ได้แก่ ความถี่ที่ใช้ในจุดเชื่อมต่อกำลังไฟฟ้า สถานีวิทยุ และวิทยุคลื่นสั้น สามารถให้ความร้อนกับร่างกายได้ อันตรายต่อสุขภาพต่ำ

- ไมโครเวฟ (Microwaves) มีความยาวคลื่น 3 m- 3 mm (100-100,000 MHz) พบในเรดาร์ การสื่อสาร ใช้ในการรักษาโรคด้วยความร้อน ไมโครเวฟสามารถให้ความร้อนกับเนื้อเยื่อได้ อันตรายของ

ไมโครเวฟขึ้นกับ ความยาวคลื่น ความเข้ม และระยะเวลาที่ได้รับ ไมโครเวฟที่มีความยาวคลื่นยาวจะทะลุทะลวงมากกว่าและทำให้อุณหภูมิในเนื้อเยื่อขึ้นสูงกว่าไมโครเวฟความยาวคลื่นสั้น

- **รังสีใต้แดง (Infrared radiation)** จะให้ความร้อนกับผิวหนังและเนื้อเยื่อที่อยู่ถัดเข้าไปอาจมีการผิวหนังไหม้จากความร้อนได้ อันตรายของรังสีใต้แดง ที่ระดับต่ำๆ มีน้อยมาก

- **รังสีในช่วงที่มองเห็นได้ (Visible radiation)** แสงในช่วงคลื่นที่มองเห็นได้คือแสงสว่าง แสงสว่างที่เพียงพอจะทำให้งานมีคุณภาพ ปัญหาของแสงสว่าง คือ แสงจ้า (Glare) ได้แก่ แสงที่มากเกินไปจะทำให้เกิดความไม่สบายตาหรือรบกวนการมองเห็น เพื่อป้องกันแสงมากเกินไปควรให้จุดกำเนิดแสงอยู่เหนือเส้นการมองเห็น

- **รังสีเหนือม่วง (Ultraviolet radiation)** ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งของ UV ในธรรมชาติElectric welding arc จะเป็นแหล่งของ UV ในอุตสาหกรรม หลอดฟลูออเรสเซนต์ จะให้ UV ในหลอด แต่จะถูกดูดซึมโดยหลอดและสารที่ฉาบอยู่ภายในหลอด สำหรับ UV จากแสงอาทิตย์ถ้าได้รับมากเกินไปจะเกิดผิวไหม้จากแสงอาทิตย์

1.6 ความดันที่ผิดปกติ (Extreme pressure)

Hyperbaric เป็นสภาวะที่มีความดันสูงกว่าปกติ เช่น การดำน้ำลงไปในที่ที่มีความลึกมากๆ ถ้าเกิดความไม่สมดุลของความดันในร่างกาย อาจมีเนื้อเยื่อบางส่วนถูกทำลาย (Barotrauma) จากการขยายหรือหดตัวของช่องว่างที่มีอากาศในร่างกาย ซึ่งจะเกิดขึ้นได้จากการเปลี่ยนความดันอย่างรวดเร็ว ช่องว่างที่มีอากาศที่อยู่ในร่างกาย ได้แก่ รากฟัน ช่องจมูก ปอด หู

Decompression sickness เมื่อร่างกายได้รับความดันสูง ในระหว่างที่ถูกกดด้วยความดันที่สูงจะทำให้มีฟองก๊าซไนโตรเจนเข้าไปในระบบหมุนเวียนของเลือดและเนื้อเยื่อ ถ้าฟองก๊าซข้าไปในเนื้อเยื่อหรือข้อต่อจะทำให้เกิดตะคริวอย่างรุนแรง ซึ่งจะแก้ไขได้โดยลดความดันลงทีละน้อยช้าๆ ไนโตรเจนจะถูกปล่อยออกช้าๆ ไม่เกิดฟองอากาศ

1.7 การสั่นสะเทือน (Vibration) คนงานที่ทำงานใช้เครื่องขุดเจาะหิน จะเป็นโรค Dead fingers หรือ White fingers (Raynaud's phenomenon) ซึ่งจะเกิดขึ้นที่นิ้วมือที่ใช้จับเครื่องมือ ทำให้การไหลเวียนของเลือดไม่เป็นไปตามปกติ เมื่อสัมผัสความเย็นมือจะขาวซีดไม่มีความรู้สึก บางคนมือใช้งานตามปกติไม่ได้

2. ปัจจัยทางเคมี (Chemical Hazards)

อาจทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยจากการหายใจเอาสารเคมีในรูปฝุ่น ฟูม ละออง ไอ ก๊าซเข้าไปหรือโดยการสัมผัสทางผิวหนัง อัตราความเสี่ยงต่อการได้รับสารเหล่านี้อาจขึ้นอยู่กับขนาดของสารและระยะเวลาที่ได้รับสาร ปัจจัยทางเคมีอาจแบ่งตามรูปร่างลักษณะของสารเคมีได้ดังนี้

ฝุ่น (Dust) เป็นอนุภาคของแข็งที่ฟุ้งกระจายในอากาศ ฝุ่นเกิดจากการ บด ตี ทุบ กระแทก หรือการทำให้แตกด้วยความร้อนของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เช่น หิน แร่ โลหะ ถ่านหิน ไม้ และพืช เป็นต้น ฝุ่นเป็นอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ 0.1-100 ไมครอน โดยที่ 1 ไมครอน เท่ากับ 1/ 10,000 เซนติเมตร

ฟูม (Fumes) เป็นอนุภาคของแข็งที่เกิดเมื่อสารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งที่หลอมเหลวกลายเป็นไอ เมื่อไอที่ร้อนลอยตัวขึ้นพบกับอากาศที่เย็นกว่า จะเกิดการควบแน่นเป็นของแข็งอีกครั้งหนึ่ง ฟูมมีขนาดเล็กมากเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 1 ไมครอน ตัวอย่างของฟูม เช่น ฟูมของโลหะออกไซด์เกิดจากการหลอมโลหะ โลหะจะกลายเป็นไอแล้วรวมกับออกซิเจนได้เป็นโลหะออกไซด์ เช่น ตะกั่วออกไซด์ เป็นต้น

ควัน (Smoke) ประกอบด้วยอนุภาคคาร์บอนหรือเขม่าที่มีขนาดน้อยกว่า 0.1 ไมครอน ควันเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของสารประกอบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เช่น ถ่านหินหรือน้ำมัน ตัวอย่างของควันได้แก่ ควันบุหรี่ ควันท่อไอเสียรถยนต์ เป็นต้น

ละออง (Mists) เป็นอนุภาคของเหลวที่ไม่เกิน 10 ไมครอน ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ โดยทั่วไปละอองเกิดจากการควบแน่นของก๊าซไปเป็นของเหลว หรือการแตกตัวของของเหลวไปเป็นภาวะที่ฟุ้งกระจายได้ เช่นละอองกรดจากการชุบโลหะ ละอองของสีจากการพ่นสี เป็นต้น

ก๊าซ (Gases) เป็นสารที่ไม่มีรูปร่าง สามารถกระจายเต็มภาชนะบรรจุ ก๊าซเป็นสถานะที่โมเลกุลไม่ติดกัน เป็นสารที่อยู่ในสถานะก๊าซที่อุณหภูมิและความดันปกติ เช่น อากาศ แอมโมเนีย เป็นต้น

ไอ (Vapors) เป็นสภาวะของสารที่เป็นของแข็งหรือของเหลวที่อุณหภูมิปกติ เช่น ทินเนอร์เป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติแล้วกลายเป็นไอ ของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำจะระเหยกลายเป็นไอได้ง่ายอุณหภูมิสูง

ตัวทำละลาย (Solvent) เป็นสารที่ใช้ละลายตัวถูกละลาย (Solute) หรือตัวทำละลายชนิดอื่นๆ ตัวทำละลายมีมากมายหลายชนิด มักมีความสามารถในการกลายเป็นไอได้ ตัวอย่างของตัวทำละลาย ได้แก่ อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์ คีโตน แอลดีไฮล์ อีเทอร์ เป็นต้น

การจัดประเภทของวัตถุอันตรายและสารเคมี

วัตถุอันตราย คือสารเคมีที่สามารถทำอันตรายต่อคนหรือทรัพย์สินเพราะความไวต่อปฏิกิริยา ความไม่เสถียร การสลายตัวของสารตามธรรมชาติ การติดไฟหรือการระเหยของสารนั้น วัตถุอันตรายแบ่งออกเป็น 9 ประเภท

1. **วัตถุระเบิด (Explosives)** ได้แก่ สารเคมีที่ก่อให้เกิดอันตรายโดยการระเบิด มีตั้งแต่การระเบิดที่ไม่รุนแรง การระเบิดที่รุนแรง อันตรายจากไฟไหม้ อันตรายจากการกระจายของสะเก็ดระเบิด ตัวอย่างของสารกลุ่มนี้ ได้แก่ ไนโตรกลีเซอรีน ไดนาไมท์ ไตรโนไตรโทลูอีน และกรดพิคริค เป็นต้น

2. **ก๊าซ (Gases)** แบ่งได้เป็น 4 ชนิด

2.1 ก๊าซไวไฟ จะลุกติดไฟได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อน ประกายไฟหรือเปลวไฟ ก๊าซไวไฟเมื่อผสมกับอากาศอาจเกิดส่วนผสมที่ระเบิดได้ การได้รับก๊าซไวไฟที่ความเข้มข้นสูงอาจทำให้เกิดการระคายเคือง หรือเป็นพิษ หรือทำให้สลบ ตัวอย่างของสารกลุ่มนี้ ได้แก่ ก๊าซไฮโดรเจน มีเทน แอลพีจี

2.2 ก๊าซไม่ไวไฟ ไม่เป็นพิษ และไม่กัดกร่อน ได้แก่ ก๊าซไนโตรเจนก๊าซฮีเลียม การได้รับก๊าซกลุ่มนี้ที่ความเข้มข้นสูงอาจทำให้หมดสติเนื่องจากขาดออกซิเจน ถ้าสัมผัสกับก๊าซเหลวอาจทำให้เกิดแผลไหม้ บาดเจ็บ เนื้อตาย เนื่องจากความเย็นจัด

2.3 ก๊าซพิษและก๊าซกัดกร่อน ได้แก่ ฟอสจีน ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ คาร์บอนมอนนอกไซด์ และไซยาโนเจน ก๊าซกลุ่มนี้มีพิษสูง สามารถทำให้เกิดการระคายเคืองและทำอันตรายต่ออวัยวะต่างๆในร่างกายได้

3. **ของเหลวไวไฟ (Flammable liquids)** เป็นของเหลวที่มีจุดวาบไฟตั้งแต่ -18 °C ถึง 61 °C ของเหลวไวไฟจะลุกติดไฟเมื่อได้รับความร้อน ประกายไฟ หรือเปลวไฟ ไอระเหยของสารกลุ่มนี้บางชนิด เมื่อผสมกับอากาศจะเกิดส่วนผสมที่ระเบิดได้ ภาชนะบรรจุของเหลวไวไฟอาจระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อน ตัวอย่างของสารกลุ่มนี้ ได้แก่ แก๊สโซลีน โทลูอีน ไซลีน เบนซีน อีเทอร์ เมทานอล 1,1 – ไดคลอโรอีเทนไซโคลเฮกเซน เป็นต้น

4. **ของแข็งไวไฟ (Flammable Solids)** เป็นของแข็งที่อาจติดไฟหรือลุกติดไฟได้เองในภาวะปกติหรือกอเกิดการติดไฟจากการเสียดสี สารกลุ่มนี้เมื่อสัมผัสกับน้ำอาจเกิดก๊าซไวไฟซึ่งลุกไหม้ได้เอง ภาชนะบรรุสารกลุ่มนี้อาจระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อน ตัวอย่างของสารกลุ่มนี้ได้แก่ ถ่าน ไม้ขีดไฟ ฟอสฟอรัส กำมะถัน หญ้าแห้งที่เปื้อนน้ำมัน เป็นต้น

5. **สารออกซิไดซ์และสารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ (Oxidizing substances and organic peroxides)** ได้แก่สารประกอบที่มีโครงสร้าง "-O-O- " ที่เรียก peroxide เป็นสารออกซิไดซ์ที่รุนแรง สามารถระเบิด สลายตัว หรือไวต่อความร้อน สารกลุ่มนี้สามารถทำให้สารอื่นติดไฟได้โดยการให้ออกซิเจน เมื่อเกิดเพลงไหม้สารกลุ่มนี้จะเร่งให้เพลิงไหม้เกิดรุนแรงขึ้น ภาชนะบรรจุของสารกลุ่มนี้อาจระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อน ตัวอย่างของสารกลุ่มนี้ได้แก่ ไฮโปรคลอไรด์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ กรดเปอร์คลอริค สารออกซิไดซ์และสารเปอร์ออกไซด์

6. **สารพิษและสารติดเชื้อโรค (Poisonous substances and infectious substances) สารเป็นพิษ** ได้แก่ ของแข็งหรือของเหลวที่เป็นพิษสูง การหายใจหรือการสัมผัสสารนี้ อาจทำให้ เสียชีวิต ตัวอย่างของสารกลุ่มนี้ ได้แก่ ดีดีที พาราไธออน

สารติดเชื้อโรค ได้แก่ จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคแก่มนุษย์และสัตว์

7. **สารกัมมันตรังสี (Radioactive material)** ได้แก่ สารกัมมันตภาพรังสีที่ให้รังสีสูงกว่า 74 KBq/Kg ระดับอันตรายจากการแผ่รังสีมีตั้งแต่น้อยจนถึงมากขึ้นกับชนิดและปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสี การได้รับรังสีอาจเกิดอันตรายได้ ตัวอย่างของสารกลุ่มนี้ ได้แก่ ยูเรเนียม พลูโตเนียม เป็นต้น

8. **สารกัดกร่อน (Corrosive substances)** เป็นสารที่สามารถกัดกร่อนผิวหนัง หรือกัดกร่อนเหล็กหรืออลูมิเนียมที่ไม่ได้มีการเคลือบผิว เช่นกรดเกลือ กรดกำมะถัน กรดกัดทอง โซเดียมไฮดรอกไซด์ โปตัสเซียมไซยาไนด์ ฟอสฟอรัสเพนตะคลอไรด์ เป็นต้น

9. **สารหรือวัตถุอื่นที่อาจเป็นอันตรายได้ (Miscellaneous products or substances)** ได้แก่ สารอันตรายอื่นที่ไม่อยู่ใน 8 ประเภท ดังกล่าวข้างต้น ได้แก่ สารที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสภาวะแวดล้อม และของเสียอันตราย เช่น แอสเบสตอส ของเสียต่างๆ เป็นต้น

3. ปัจจัยทางชีวภาพ (Biological Hazard)

สารทางชีวภาพมีประมาณ 200 ชนิด ได้แก่ จุลินทรีย์ สารที่ทำให้เกิดการแพ้ การติดเชื้อ การเป็นพิษ และสารพิษ (Toxin) ทำให้เกิดการแพ้การติดเชื้อ การเป็นพิษ และทำให้เกิดมะเร็งในคนงาน สารทางชีวภาพที่เกิดในคนงาน สารทางชีวภาพที่พบในคนงานโดยทั่วไป ได้แก่

Microorganism สารจุลินทรีย์ ได้แก่ ไวรัส แบคทีเรีย รา ทำให้การติดเชื้อ หรือการแพ้แบคทีเรียบางชนิดทำให้เกิดโรค เช่น Clostridium botulinum, Staphylococcus บางชนิดไม่ทำให้เกิดโรค เช่น Escherichia coli เป็นต้น

Arthropod ได้แก่ สัตว์พวกกุ้ง ปูและแมลง เมื่อกัด ต่อย จะทำให้ผิวหนังบวม อักเสบ การเป็นพิษต่ออวัยวะ และอาจเป็นสารส่งผ่านเชื้อโรคเข้าไปในร่างกายหรือเป็นพาหะของการเกิดโรคหรือทำให้เกิดการแพ้

Allergen และ Toxin สารที่ทำให้เกิดการแพ้หรือเป็นพิษจากพืชชั้นสูงชนิดต่างๆ ทำให้เกิดผิวหนังอักเสบ เยื่อเมือกในช่องจมูกอักเสบ (Rhinitis) หรือโรคหืด (Asthma)

Protein Allergen เป็นโปรตีนที่ทำให้เกิดการแพ้จากสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง ได้แก่ ปัสสาวะ อุจจาระ ผม น้ำลาย ของสัตว์

สารทางชีวภาพกลุ่มอื่นๆ ที่คนได้รับ ได้แก่ พืชชั้นต่ำ นอกจากพืชตระกูลเห็ดและรา (Fungi) ได้แก่ Lichen ซึ่งเป็นพืชตระกูล Algae และ Fungi เฟิร์น (Fern) และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่นอกเหนือจากกลุ่ม Arthropods ได้แก่ พาราสิต เช่น โปรโตซัว และพยาธิตัวกลม (Roundworm) กลุ่มคนงานที่เสี่ยงต่อการได้รับสารทางชีวภาพจากการทำงานทางการเกษตร การแพทย์ และห้องปฏิบัติการ เป็นต้น

ตัวอย่างอาชีพและปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการทำงาน

อาชีพหรืออุตสาหกรรม	ปัจจัยที่ก่อให้เกิดอันตราย
เกษตรกร	ยาฆ่าแมลง พืช หรือดอกไม้บางชนิด ไนโตรเจนไดออกไซด์ (ในไซโล) สารประกอบที่มีคลอรีน โรคติดเชื้อ (Zoonosis) เสียง
คนงานผลิตเครื่องบิน	พลาสติก ตัวทำละลาย ฝุ่นมากการเชื่อม เสียง

อาชีพหรืออุตสาหกรรม	ปัจจัยที่ก่อให้เกิดอันตราย
คนงานถลุงอลูมิเนียม	ฟลูออไรด์ โพลีอะโรเมติกไฮโดรคาร์บอน (PAH) ยางมะตอย (Pitch dust) คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ความร้อน และเสียง
คนงานประกอบรถยนต์	ตัวทำละลาย ตะกั่ว ฟูมจากการเชื่อม พลาสติกรวมทั้งสารประกอบไอโซไซยาเนต ความสั่นสะเทือนและเสียง
คนงานทำอาหาร	ผลิตภัณฑ์จากพืชและสัตว์ เครื่องปรุงรส และเครื่องเทศ น้ำยาทำความสะอาด
คนงานผลิตแบตเตอร์รี่	ตะกั่ว ปรอท กรด แคดเมี่ยม และลิเที่ยม
ช่างไม้	ฝุ่นไม้ กาว พลาสติก ตัวทำละลาย เสียง
คนงานก่อสร้าง	แคลเซี่ยมออกไซด์ ซีเมนท์ พลาสติกรวมทั้งสารประกอบไอโอไซยาเนต ตัวทำละลาย คาร์บอนมอนนอกไซด์ พิษจากไม้บางชนิด ใยแก้ว และเสียง
คนงานซักแห้ง	ตัวทำละลายและความร้อน
คนงานชุบโลหะ	กรด ด่าง สารประกอบอนินทรีย์ โครเมี่ยม แคดเมี่ยม และนิเกิล
คนงานหลอมโลหะ	ซิลิกา คาร์บอนมอนนอกไซด์ ตะกั่ว พลาสติก รวมทั้งสารประกอบไอโอไซยา ความร้อน เสียง วัตถุที่ใช้เชื่อม
คนงานซ่อมรถ	คาร์บอนมอนนอกไซด์ ตัวทำละลาย น้ำมัน กรีส แอสเบสตอส เสียง
คนงานหลอมแก้ว	ซิลิกา สารหนู ตะกั่ว ความร้อน เสียง
พยาบาล	สารกัมมันตรังสี น้ำยาทำความสะอาด ยา ยาฆ่าเชื้อ การติดเชื้อ
คนงานไซโลเก็บเมล็ดพืช	ฝุ่น ยาอบฆ่าเชื้อ เสียง
คนงานหลอมเหล็ก	คาร์บอนมอนนอกไซด์ โคลทาพิชโวลาไทด์ (Coal tar pitch volatile) โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAH) เสียง ความร้อน
ช่างสี	ตัวทำละลาย สารอินทรีย์ ตะกั่ว พิกเมนท์ของสี
คนงานเหมือง	ซิลิกา ความสั่นสะเทือน ฟูม เสียง
คนงานปิโตรเคมี	สารอินทรีย์ ตัวทำละลาย เตทตระเอทิลและเตตะเมทิลเลตวานาเดี่ยม
ช่างเครื่องกล	น้ำยาที่ใช้หล่อลื่นและน้ำยาที่ใช้สำหรับตัด ตัวทำละลาย เสียง
คนงานย้อมสี	กรด ด่าง สารหนู โครเมียมและเกลือของโลหะบางชนิด สารประกอบอะนิลีน
การงานทำกระดาษและเยื่อ	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คลอรีน คลอรีนได-ออกไซด์ ด่าง ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ปรอท เมอร์แคบแทน เสียง ความร้อน
คนงานเฟอร์นิเจอร์ไม้	ตัวทำละลาย สี วานิช ฝุ่น เสียง

4. ปัจจัยทางเออร์กอนอมิกส์ (Ergonomics)

Ergonomics หมายถึง การประยุกต์ทางวิทยาศาสตร์ของคนกับวิทยาศาสตร์ทางวิศวกรรม เพื่อให้ได้ความเหมาะสมของคนและการทำงานของเขา ซึ่งจะวัดได้จากประสิทธิภาพการทำงานและการมีสุขภาพดี เออร์กอนอมิกส์ รวมถึงความต้องการของร่างกายและร่างกายของคนที่มีต่องานที่สัมพันธ์กับผลผลิต สุขภาพและความปลอดภัยในการทำงาน

การออกแบบงานเพื่อลดความเครียดทางร่างกายของคนงานจะมีประโยชน์หลายอย่าง ได้แก่ การทำงานที่มีประสิทธิภาพ อุบัติเหตุน้อยลง การลงทุนต่ำ ใช้เวลาในการฝึกอบรมน้อยแต่ทำงานได้ดี คนเราจะอยู่ในท่าทางที่ไม่สบายและความเครียดหรือจะสามารถทำงานในท่าทางที่ผิดปกติได้ในช่วงเวลาที่จำกัด เพื่อจะให้ได้งานที่มีประสิทธิภาพ ระบบของงานไม่ควรเกินความสามารถและข้อจำกัดของคน ความเครียดทางเออร์กอนอมิกส์ สามารถทำอันตรายต่อสุขภาพและประสิทธิภาพของงานได้เท่ากับความเครียดจากสิ่งแวดล้อม

5. การได้รับสารเข้าร่างกาย

สารอันตรายจะได้รับเข้าร่างกายได้ 3 ทาง คือ การหายใจ การดูดซึมทางผิวหนัง และทางปาก

1. การหายใจ (Inhalation)

การได้รับสารจากการหายใจ สารจะปนกับอากาศเข้าสู่ปอด เมื่อมีการแลกเปลี่ยนก๊าซที่ปอด สารจะละลายเข้าสู่กระแสเลือดแล้วไปสู่สมอง การหายจัดเป็นทางหลักในการได้รับสารอันตรายจากการทำงานเข้าสู่ร่างกาย สารที่สามารถเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ ได้แก่ ก๊าซ ไอ อนุภาค ซึ่งจะเข้าร่างกายในรูปของ ฝุ่น ฟูม ควัน ละออง และแอโรซอล(Aerosol) ในอากาศ

2. ผิวหนัง (Skin)

การดูดซึมทางผิวหนังจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อผิวหนังมีบาดแผลจากการตัด ในกรณีที่ผิวหนังปกติ ผิวหนังจะสามารถป้องกันสารเคมีได้ดี แต่ยังมีสารเคมีหลายชนิดที่ดูดซึมผ่านผิวหนัง ปกติได้ สารบางชนิดสามารถผ่านเข้าทางรูขุมขน สารบางชนิดละลายในไขมันและน้ำมันของผิวหนัง เช่น สารประกอบตะกั่วอินทรีย์ สารประกอบไนโตรหลายชนิด สารฆ่าแมลงกลุ่มอินทรีย์ฟอสเฟต สารบางชนิดเป็นตัวทำละลายไขมันที่ดี เช่น โทลูอีน ไซลีน สารบางชนิดสามารถดูดซึมผ่านผิวหนังปกติ ได้แก่ สารอินทรีย์บางชนิดเช่น ไตรไนโตรโทลูอีน ไซยาไนด์ (Cyanide) และอะโรเมติกเอมีน (Aromatic amine) ส่วนมาก นอกจากนี้ เอมาย (Amide) และฟีนอล สามารถทำให้เกิดอันตรายต่ออวัยวะต่างๆ ได้จากการสัมผัสสารดังกล่าวที่ผิวหนัง

3. การกิน (Ingestion)

ในสถานที่ทำงาน คนทั่วไปจะมีการรับประทานหรือดื่มสารเคมีอันตรายโดยไม่รู้ตัวได้ สารพิษสามารถดูดซึมผ่านทางเดินอาหารเข้าสู่กระแสเลือด ตะกั่วออกไซด์สามารถได้รับเข้าสู่ร่างกายจากการกินอาหารหรือสูบบุหรี่ในที่ทำงาน ดังนั้น เมื่อเลิกงานต้องล้างมือและร่างกายให้สะอาดก่อนรับประทาน

หลักสูตรการสร้างเสริม
ภาควิชา

อาหาร ในกรณีฝุ่นที่มีพิษเข้าร่างกายไปพร้อมกับอาหาร เมื่อฝุ่นไม่ละลายในน้ำย่อย ฝุ่นพวกนี้จะถูกกำจัดออกโดยตรงทางลำไส้ ส่วนสารที่ละลายได้ง่ายในของเหลวในระบบย่อยอาหาร สารเหล่านี้จะถูกดูดซึมเข้ากระแสเลือดจากระบบย่อยอาหารได้

สรุป

อันตรายจากสภาพแวดล้อมการทำงาน (Potential Hazards Identification) แบ่งออกได้เป็น

- ด้านกายภาพ (Physical Agents) ได้แก่ แสงสว่าง เสียงดัง ความร้อน ความสั่นสะเทือน รังสี
- ด้านเคมี (Chemical Agents) ได้แก่ ฝุ่น ก๊าซ ไอระเหย ฟูม มิสต์
- ด้านชีวภาพ (Biological Agents) ได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส เชื้อรา
- ด้านเออร์กอนอมิกส์ (Ergonomics) ได้แก่ รูปแบบ/ท่าทางการทำงาน การเคลื่อนไหวของร่างกาย ฯลฯ

ซึ่งผู้ประกอบอาชีพได้รับสัมผัสผ่านทางผิวหนัง การหายใจ หรือการรับประทานแล้วอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

ตอนที่ 1.5 หลักทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

1. การตระหนักถึงอันตรายจากสิ่งแวดล้อมในการทำงาน (Recognition of Hazards)

การตระหนักในทางอุตสาหกรรม หมายถึง การมีความรู้ ความเข้าใจและความสำนึกเกี่ยวกับองค์ประกอบในสิ่งแวดล้อมการทำงานและปัจจัยอันเป็นเหตุให้ร่างกายและจิตใจเกิดความตึงเครียด และอาจเป็นเหตุให้เกิดความไม่สบายในการทำงาน ความเจ็บป่วยและความเมื่อยล้าได้ ประเภทของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นผลจากการทำงานและกระบวนการผลิตที่นักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมสนใจ และต้องการศึกษา คือ ปัจจัยทางเคมี ทางกายภาพ ทางชีวภาพ และเออร์กอนอมิกส์

การตระหนักถึงปัญหาสิ่งคุกคามสุขภาพอนามัยในสถานประการนั้น นับว่าเป็นความรู้เบื้องต้นที่จะนำไปสู่การประเมินผลอันตรายว่าเป็นอย่างไร และระดับของอันตรายนั้นมีแค่ไหน และในที่สุดก็จะทำให้หาวิธีการและมาตรการในการควบคุมปัญหาดังกล่าวให้หมดไป

การที่นักอาชีวสุขศาสตร์จะตระหนักปัญหาสิ่งคุกคามสุขภาพอนามัยได้ จะต้องมีความรู้ความเข้าใจต่อปัญหาดังกล่าว ซึ่งอาจกล่าวได้ว่ามาจากแหล่งต่างๆ ดังนี้

1. ความรู้จากตำราหนังสือที่เกี่ยวข้องกับอาชีวสุขศาสตร์ หรือสุขศาสตร์อุสาหกรรม เช่น ความรู้เกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้ในสถานประกอบการ ความรู้ด้านเสียง ความร้อน ความรู้ในด้านกระบวนการทำงานในสถานประกอบการ ฯลฯ หนังสือและตำราดังกล่าวควรเป็นที่เชื่อถือและยอมรับด้วย

2. ความรู้จากการเข้าไปสังเกตในสถานประกอบการนั้น ๆ ด้วยตนเอง เช่น เข้าไปสังเกตดูกระบวนการผลิตเครื่องมือเครื่องใช้ในสถานประกอบการ ท่าทางการทำงานของคนงาน จำนวนคนงานที่สัมผัสกับอันตรายในสถานประกอบการ มาตรการการควบคุมและป้องกันอันตรายคนงานที่สถานประกอบการใช้อยู่

3. ความรู้ทั่วไปที่ได้จากการสอบถาม ซึ่งอาจจะเป็นแบบฟอร์ม การตรวจสถานประกอบการแบบสอบถามหรือจากการเข้าไปปรึกษาหารือกับผู้บริหารโรงงาน หัวหน้าคนงาน คนงาน รวมทั้งเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับคนงาน เช่น แพทย์ พยาบาล เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย

อย่างไรก็ตามความรู้ต่างๆ ที่ได้มานั้น สิ่งสำคัญก็คือ ได้จากการศึกษาและการสำรวจเบื้องต้น (preliminary survey) ความรู้และผลการสำรวจเบื้องต้นที่เราได้ตระหนักไว้นั้นจะนำไปสู่แนวทางการประเมินผลสิ่งแวดล้อมในสถานประกอบการ โดยการสำรวจสภาพสิ่งแวดล้อมในการทำงาน (environmental survey) ซึ่งส่วนใหญ่ใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการดำเนินงาน

วิธีการตระหนักถึงอันตรายขั้นพื้นฐาน (Basic hazard-Recognition Procedures)

การตระหนักและการประเมินเบื้องต้นของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมการทำงานที่มีอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งได้แก่ การเตรียมข้อมูลเพื่อตอบคำถาม ดังต่อไปนี้

- ❖ โรงงานผลิตอะไร
- ❖ ใช้วัตถุดิบอะไร
- ❖ มีการเติมสารใดบ้างเข้าไปในกระบวนการผลิต
- ❖ เครื่องมือที่ใช้มีอะไรบ้าง
- ❖ จำนวนรอบของการผลิตเป็นอย่างไร
- ❖ มีขั้นตอนการทำงานเขียนไว้สำหรับการใช้สารอย่างปลอดภัยและการเก็บสารอย่างปลอดภัยหรือไม่
- ❖ มีการควบคุมฝุ่น การแก้ปัญหาเมื่อมีสารเคมีรั่วไหล และการทิ้งกากของเสียอย่างไร
- ❖ มีระบบระบายอากาศเพียงพอไหม
- ❖ การออกแบบโรงงานช่วยลดอันตรายจากการได้รับสารต่างๆ หรือไม่
- ❖ โรงงานมีอุปกรณ์ทางด้านความปลอดภัย เช่น ที่อาบน้ำ หน้ากาก อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจ และที่ล้างตาฉุกเฉินหรือไม่
- ❖ ได้มีการจัดทำขั้นตอนการทำงานที่ปลอดภัยและให้ทุกคนปฏิบัติหรือไม่
- ❖ การเคมีแต่ละชนิดที่ใช้ในกระบวนการผลิต ควรมีข้อมูลระดับสารที่ปลอดภัยสำหรับคนงาน

ดังนั้นนักอาชีวสุขศาสตร์จะตระหนักถึงปัญหาสิ่งคุกคามอนามัยในสถานประกอบการได้จะต้องศึกษาและสำรวจสถานประกอบการเป็นเบื้องต้นในเรื่องต่อไปนี้

1. พิษของวัตถุดิบ สารเคมีที่ใช้และผลิตผลของสถานประกอบการ
2. แหล่งรวมมลพิษทางอากาศ สิ่งคุกคามทางกายภาพและชีวภาพ
3. ชนิดของสิ่งคุกคามทางกายภาพที่พบในสถานประกอบการ
4. วิธีการปฏิบัติงานและกระบวนการผลิตของสถานประกอบการ
5. มาตรการควบคุมสิ่งแวดล้อมที่ใช้อยู่ในสถานประกอบการ

2. การประเมินอันตรายจากสิ่งแวดล้อมในการทำงาน (Evaluation of Hazards)

การประเมินทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม หมายถึง ขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อให้ทราบถึงปริมาณและระดับของปัจจัยในสิ่งแวดล้อมการทำงาน เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับระดับมาตรฐานและประเมินว่าสภาพแวดล้อมของการทำงานนั้นเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานหรือไม่ นอกจากนี้ยังเป็นการหาค่าปริมาณของปัจจัยทางเคมีและกายภาพซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิต เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ควบคุมมลพิษซึ่งติดตั้งไว้เพื่อลดระดับการเกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมการทำงานด้วย

การประเมินอันตรายจากสิ่งแวดล้อมการทำงาน เป็นกระบวนการในการตัดสินใจ (Decision-making process) ซึ่งเกิดขึ้นจากข้อคิดเห็นถึงอันตรายจากสิ่งแวดล้อมการทำงานที่มีผลต่อสุขภาพของสารเคมี สารทางฟิสิกส์ สารทางชีวภาพ หรือเออร์กอนอมิกส์ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการในทางอุตสาหกรรม

การประเมินผลรวมถึง การตัดสินใจถึงขนาดของปัจจัยทางเคมี ซึ่งได้จากการสังเกตหรือการสัมภาษณ์ การตรวจวัดระดับของพลังงานหรือระดับของสารเคมีในอากาศที่เกิดจากกระบวนการในอุตสาหกรรม และประสิทธิภาพของมาตรการควบคุมในสถานที่ทำงาน นักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมจะเปรียบเทียบผลการตรวจวัดสารในสิ่งแวดล้อมเทียบกับ Hygienic guide ได้แก่ TLVs PELs RELs หรือรายงานจากการศึกษาอื่นๆ

Threshold Limit Values (TLVs) เป็นข้อเสนอแนะระดับของสารเคมีหลายชนิดในอากาศ

TLVs เป็นความเข้มข้นของสารในอากาศ ซึ่งเชื่อว่าคนงานเกือบทั้งหมดเมื่อได้รับสารหลายๆครั้งเป็นเวลาต่อเนื่องกันหลายวันโดยไม่ได้รับอันตราย การควบคุมสิ่งแวดล้อมการทำงานอยู่บนสมมุติฐานที่ว่าสารแต่ละสารจะมีระดับที่ปลอดภัยหรือระดับที่คนจะทนได้ ซึ่งระดับที่ต่ำกว่านี้จะไม่มีผลต่อร่างกาย ระดับที่ทนได้ (Tolerable levels) เรียกว่า Threshold Limit Values คนแต่ละคนจะมีความไวชนิดต่างๆ ต่างกัน มีคนงานจำนวนน้อยที่อาจจะได้รับอันตรายจากสารเคมีที่ระดับต่ำกว่า TLV และจะมีคนงานจำนวนน้อยที่อาจจะได้รับผลอย่างมากจากสารที่ระดับนี้ ทำให้สภาวะที่เป็นอยู่แย่ลงหรือเกิดโรคจากการทำงานได้ คนที่มีความไวต่อสารจากอุตสาหกรรมอาจเกิดจากปัจจัยทางพันธุกรรม อายุ นิสัยส่วนบุคคล (การสูบบุหรี่ และการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ หรือการรับประทานยาบางชนิด) สำหรับคนที่มีความไวต่อสารบางชนิด ระดับ TLV ไม่สามารถคุ้มครองอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้

TLV เป็นค่าที่จัดพิมพ์โดย ACGIH ค่า TLV จะได้รับการทบทวนและปรับปรุงทุกปี ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ทันสมัยมากที่สุดที่มีอยู่เกี่ยวกับผลของสารแต่ละชนิดที่มีการกำหนดค่า TLV

ข้อมูลสำหรับกำหนดค่า TLV มากการศึกษาในสัตว์ทดลอง การศึกษาในคน และประสบการณ์ในอุตสาหกรรม และข้อกำหนดนี้อาจได้รับเลือกมาจากเหตุผลหลายอย่างเช่น TLV กำหนดมาจากคุณสมบัติในการระคายเคืองของสารหรือการทำให้เกิดการขาดออกซิเจน การแพ้ หรือมะเร็ง ค่า TLV นอกจากจะกำหนดสำหรับสารเคมีแล้วค่า TLV มีกำหนดสำหรับสารทางฟิสิกส์ เช่น เสียง รังสีไมโครเวฟ รังสีคลื่นวิทยุ การสั่นสะเทือน เลเซอร์ แสง รังสีใต้แดง รังสีเหนือม่วง ความร้อน ความเย็น และมีการกำหนดความเข้มข้นของสารเคมีในของเหลวจากร่างกายที่เรียกว่า Biological exposure index (BEI) ด้วย

ควรมีการประเมินระดับของสารที่ได้รับทั้งสารทางเคมีและสารทางฟิสิกส์ โดยใช้การเก็บตัวอย่าง การคำนวณระดับสารที่คนงานได้รับ ขนาดสูงสุดที่คนงานได้รับ และช่วงเวลาที่คนงานได้รับสาร

เปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้กับค่ามาตรฐานจากหน่วยงานต่างๆ เช่นมาตรฐานกระทรวงมหาดไทย มาตรฐานของ OSHA, ACGIH, NIOSH และค่าที่มีการเสนอไว้ทางด้านพิษวิทยาจากหน่วยงานอื่น

การเก็บตัวอย่างอากาศต้องคำนึงถึง สถานที่ที่จะเก็บตัวอย่าง เวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างที่เก็บ เพื่อให้ได้ค่าที่เป็นปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่อาจเป็นอันตรายต่อคนงาน จะต้องมีความรู้

เกี่ยวกับอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง และข้อจำกัดของอุปกรณ์นั้น จะเก็บตัวอย่างที่ไหน เมื่อไร และปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเก็บตัวอย่าง เช่น อุณหภูมิ สารเจือปนอื่นๆ การเก็บตัวอย่างอากาศควรเก็บบริเวณที่หายใจ (Breathing zone) ของคนงาน ปริมาณอากาศที่เก็บควรเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารได้ การเก็บตัวอย่างอากาศควรเก็บในช่วงเวลาที่นานเพียงพอที่จะหาค่าเฉลี่ยตลอดช่วงเวลาทำงานของคนงานได้ ฉะนั้นความสำคัญของการประเมินทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม อาจสรุปได้ดังนี้

1. ทำให้ทราบแหล่งที่ก่อให้เกิดมลพิษและปริมาณของมลพิษในสิ่งแวดล้อมการทำงาน
2. นำผลการประเมินไปใช้ในการออกแบบ การควบคุมสภาพแวดล้อม
3. การเก็บข้อมูลและการรายงานสภาพการทำงานเป็นไปอย่างมีระบบ
4. เป็นข้อมูลในการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเจ็บป่วยหรือการบาดเจ็บจากการทำงานในสภาพแวดล้อมนั้นๆ
5. ใช้ในการตรวจสอบและประเมินระบบการควบคุมมลพิษซึ่งตั้งใหม่
6. ใช้เป็นหลักฐานแสดงการการปฏิบัติตามกฎหมายของผู้ประกอบการ

3. การควบคุมอันตราย (Control of Hazards)

การควบคุมทางด้านสุขศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้ทางวิศวกรรม การบริหาร และเทคโนโลยีในการออกแบบประดิษฐ์อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลต่างๆ(Personal protective equipments) เพื่อลดปริมาณความเค้นในสิ่งแวดล้อมหรือลดโอกาสที่ผู้ปฏิบัติงานจะสัมผัสกับความเค้น และผลจากการปฏิบัตินี้ควรทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานในสิ่งแวดล้อมนั้นได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายและเป็นอันตรายต่อทั้งผลผลิตและสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน

นักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม จะต้องจัดให้มีวิธีการควบคุมทั้งในอุตสาหกรรมและสถานที่ทำงานอื่น เช่น ห้องปฏิบัติการ สำนักงาน โรงพยาบาล และอันตรายอาจเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ดังนั้น การควบคุมอันตรายควรจะมีการทบทวนและปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ วิธีการควบคุมอันตรายต่อสุขภาพจากสิ่งแวดล้อมการทำงาน อาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท

การควบคุมทางวิศวกรรม (Engineering controls) เป็นการควบคุมอันตรายโดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบหรือโดยการประยุกต์ใช้วิธีการควบคุม การใช้สารอื่นทดแทนสารที่เป็นพิษ การออกแบบระบบปิดหรือระบบระบายอากาศ การควบคุมทางวิศวกรรมเป็นวิธีแรกที่ควรจะพิจารณานำไปใช้

การควบคุมทางด้านการบริหารจัดการ (Administrative control) เป็นวิธีการควบคุมอันตรายที่จะลดการได้รับสัมผัสสารอันตราย โดยการจัดเวลาการทำงานในบริเวณที่มีสารอันตรายให้น้อยลง เช่น จัดให้ทำงานกับความร้อนในช่วงเช้าหรือเย็น การฝึกอบรมคนงานเพื่อช่วยให้คนงานลดการได้รับสารอันตรายหรือสารเคมีจากการทำงาน

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal protective equipment) ที่คนงานสวมใส่เพื่อป้องกันอันตรายจากสิ่งแวดล้อมการทำงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล อาจใช้ส่วนร่วมกับการป้องกันทางวิศวกรรมและการป้องกันทางการบริหารจัดการ

3.1 การควบคุมทางวิศวกรรม (Engineering controls)

1. การแทนที่สารที่เป็นอันตรายว่าด้วยสารที่มีอันตรายน้อยกว่า เป็นวิธีที่เป็นไปได้ในการลดอันตรายต่อสุขภาพ เช่นการใช้ตัวทำละลายที่มีอันตรายน้อยกว่าหรือมีความสามารถในการติดไฟน้อยกว่าไปแทนที่สารที่เป็นอันตรายมากกว่า การใช้ตัวทำละลายที่มีพิษน้อยมาแทนตัวทำละลายที่มีพิษมากควรจะทดลองทำในปริมาณน้อยๆก่อน แล้วจึงเพิ่มปริมาณและนำไปใช้ในกระบวนการผลิต

2. การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต เป็นวิธีที่จะมีโอกาสปรับปรุงสภาวะการทำงาน คุณภาพผลิตภัณฑ์และการผลิต ในบางกรณีการปรับปรุงจะลดอันตรายได้ด้วย เช่นใช้การทาสีด้วยแปรงหรือการจุ่มด้วยสี(Dipping) แทนการพ่นสี จะลดความเข้มข้นของเม็ดสีที่เป็นพิษในอากาศ

3. การปิดคลุมกระบวนการผลิตหรืออุปกรณ์ เป็นวิธีที่ดีในการควบคุม เช่น ในอุตสาหกรรมเคมีการแยกกระบวนการที่เป็นอันตรายโดยทำเป็นระบบปิด เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย

4. การลดปัญหาเรื่องฝุ่นหรืออันตรายจากฝุ่น อาจทำได้โดยการพ่นน้ำไปที่แหล่งกำเนิดของฝุ่น จัดเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกในการควบคุมฝุ่น

5. การระบายอากาศ

การระบายอากาศเฉพาะที่ (Local exhaust ventilation) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถดักจับสารเจือปนในอากาศที่จุดที่ใกล้กับแหล่งกำเนิด ระบบระบายอากาศเฉพาะที่จะใช้เมื่อการกำจัดสารปนเปื้อนในอากาศไม่สามารถควบคุมโดยการใช้สารอื่นทดแทน การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต การแยกกระบวนการผลิตที่อันตรายออก หรือการปิดคลุมกระบวนการผลิต แม้ว่าจะใช้การแยกกระบวนการผลิตที่อันตรายให้ห่างจากคนงาน อาจจะต้องใช้ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ร่วมด้วย

การระบายอากาศทั่วไป (General ventilation) หรือการระบายอากาศแบบเจือจาง (Dilution ventilation) เป็นการนำเอาอากาศหรือเพิ่มอากาศเข้าไปเจือจางความเข้มข้นของสารให้มีระดับต่ำกว่าระดับที่จะเป็นอันตรายได้ ใช้การระบายอากาศแบบธรรมชาติโดยการเปิดประตู หน้าต่าง หรือการระบายอากาศที่หลังคา และปล่อง หรือใช้การดูดอากาศเข้ามาก็ได้ การระบายอากาศแบบเจือจาง จะเป็นไปได้เมื่อปริมาณของสารในอากาศมีปริมาณไม่มากและจะได้ผลเมื่อสารที่ถูกปล่อยออกมามีระยะห่างจากบริเวณที่คนงานหายใจ การระบายอากาศแบบทั่วไปไม่ควรใช้เมื่อมีแหล่งกำเนิดของสารที่เป็นฝุ่นหรือฟูมที่มีพิษมาก ควรใช้การระบายอากาศเฉพาะที่จะมีประสิทธิภาพมากกว่า

3.2 การควบคุมทางด้านการบริหารจัดการ (Administrative control)

เมื่อการได้รับสัมผัสสารไม่สามารถลดระดับลงไปที่ระดับที่ปลอดภัยได้ โดยใช้การควบคุมทางด้านวิศวกรรม กรณีสารเจือปนในอากาศหรือเสียง ควรใช้การกำจัดการได้รับสารด้วยการ

ควบคุมทางด้านการบริหารจัดการ เช่น

- ***จัดช่วงเวลาการทำงาน*** เพื่อลดการได้รับสารที่มีอันตรายต่อสุขภาพ

- ***เปลี่ยนงานให้กับคนงานที่ได้รับสารจนใกล้กับระดับที่ยอมให้มีได้*** ไปทำงานอื่นในสิ่งแวดล้อมการทำงานที่ไม่ได้รับสารเหล่านี้อีกต่อไป

- ***การควบคุมทางด้านการบริหารจัดการ*** ต้องทำโดยผู้ที่มีความรู้ทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยและใช้อย่างระมัดระวัง วิธีนี้ไม่สามารถควบคุมระดับอันตรายได้ดีเท่ากับการควบคุมทางด้านวิศวกรรม และได้รับการวิพากษ์วิจารณ์ว่าจะเป็นการกระจายการได้รับสารไปสู่คนอื่น แทนที่จะเป็นการลดหรือกำจัดสารอันตรายให้หมดไป

- ***การทำความสะอาดสถานที่ทำงาน (Good housekeeping)*** มีบทบาทสำคัญในการป้องกันอันตรายจากการทำงาน การจัดเก็บที่ดีจะป้องกันการกระจายของสารอันตรายและทำให้สภาวะการทำงานมีสุขภาพอนามัยที่ดีและปลอดภัย

- ***โครงการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในสถานที่ทำงาน*** โครงการนี้ไม่สามารถสำเร็จได้ ถ้าไม่มีการดูและรักษาและการทำความสะอาดที่ดี คนงานควรได้รับการแนะนำให้ทำ 5ส การฝึกอบรมและการให้ความรู้เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ การใช้มาตรการในการควบคุมประสพผลสำเร็จ

3.3 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal protective equipment)

ในกรณีที่ไมสามารถทำให้สิ่งแวดล้อมในการทำงานมีความปลอดภัยต่อคนงานอบย่างสมบูรณ์ อาจจะต้องคุ้มครองคนงานจากสิ่งแวดล้อมการทำงาน โดยการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล จัดเป็นวิธีการควบคุมที่ใช้รองลงมาจากการควบคุมทางวิศวกรรม และการควบคุมทางการบริหารจัดการ

ในสถานที่ที่ไม่สามารถปิดคลุมหรือแยกกระบวนการผลิตออก ควรมีการจัดระบบระบายอากาศหรือมาตรการควบคุมวิธีอื่น หรือที่ซึ่งมีการได้รับสารเจือปนในช่วงสั้น และที่ซึ่งหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะมีการปนเปื้อน การกระเด็นของสาร ควรมีการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลมีข้อจำกัดที่สำคัญคือ ไม่สามารถหรือกำจัดอันตราย อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เป็นสิ่งที่กั้นระหว่างคนงานและอันตราย ถ้าสิ่งที่กั้นไม่ได้ผลการสัมผัสสารจะเกิดขึ้นทันที

สรุป

สุขศาสตร์อุตสาหกรรมครอบคลุม 3 ขั้นตอนคือ การตระหนัก (Recognition) เป็นการค้นหา บ่งชี้สภาพปัญหาโดยสำรวจ สอบถามผู้ปฏิบัติงาน ฯลฯ การประเมิน (Evaluation) โดยทำการตรวจวัดเพื่อให้ทราบระดับความรุนแรงของปัญหา การควบคุม (Control) เพื่อปรับปรุง แก้ไขสภาพแวดล้อมการทำงานให้เกิดความปลอดภัย โดยวิธีการควบคุมอาจทำได้ 3 แบบคือ การควบคุมทางด้านวิศวกรรม การควบคุมทางด้านการบริหารจัดการ และการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

ตอนที่ 1.6 โครงการทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Industrial Hygiene Program)

โครงการทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Industrial Hygiene Program) ประกอบด้วย

1. **การตระหนักถึงอันตรายต่อสุขภาพ (Health Hazard Recognition)**
   - ❖ สำรวจโรงงาน
   - ❖ ตรวจสอบสารเคมีที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์และผงพลอยได้
   - ❖ ศึกษากระบวนการผลิตและเครื่องมือที่ใช้ และอันตรายที่อาจเกิดขึ้น
   - ❖ มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตอย่างไรหรือไม่
2. **การประเมินอันตรายต่อสุขภาพ (Health Hazard Evaluation)**
   - ❖ ทำการตรวจวัดอันตรายสิ่งแวดในสถานที่ทำงานและที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน
   - ❖ ศึกษาทางด้าน Biological monitoring เช่น วัดปริมาณตะกั่วในเลือด
   - ❖ วิเคราะห์ผลที่ได้โดยใช้สถิติ
   - ❖ รวบรวมข้อมูลเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่มีเช่น TLV, BEI, PEL, REL
3. **การควบคุมปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม (Health Hazard Control)**

   โดยทั่วไปอาจทำได้ดังนี้
   - ❖ ใช้สารที่มีพิษน้อยกว่าแทนสารที่ใช้อยู่เดิม
   - ❖ แยกหรือปิดคลุมกระบวนการผลิตเพื่อลดจำนวนคนงานที่จะได้รับสารอันตราย
   - ❖ ในกรณีที่มีฝุ่นมากให้ใช้น้ำ
   - ❖ ใช้เครื่องดูดอากาศเฉพาะที่เมื่อมีการฟุ้งกระจายของสาร
   - ❖ ใช้ระบบระบายอากาศด้วยอากาศบริสุทธิ์จากด้านนอกเพื่อทำให้บรรยากาศดีขึ้น
   - ❖ ใช้เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคลเช่น แว่นตา หมวกนิรภัย หน้ากาก
   - ❖ ดูแลทำความสะอาดสถานที่ทำงานอยู่เสมอและกำจัดกากของเสียให้ถูกวิธี
   - ❖ การตรวจสุขภาพคนงาน
   - ❖ การฝึกอบรมคนงาน
   - ❖

สรุป

โครงการทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Industrial Hygiene Program) ประกอบด้วยการตระหนักถึงอันตรายต่อสุขภาพ (Health Hazard Recognition) การประเมินอันตรายต่อสุขภาพ (Health Hazard Evaluation) และการควบคุมปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม (Health Hazard Control)

สุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Industrial Hygiene) หมายถึง ศาสตร์เกี่ยวกับการคาดคะเน (Anticipation) การตระหนักถึงอันตราย (Recognition) การประเมินอันตราย (Evaluation) และการควบคุม (Control) ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพ และมีนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมเป็นผู้ที่ปฏิบัติหน้าที่ดังกล่าว โดยตระหนักว่าชีวิตสุขภาพและความถนัดอยู่ดีของคนทำงานในทุกสาขาอาชีพเป็นหลัก

คณะทำงานทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยประกอบด้วย นักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับวิชาชีพ (Safety professional) พยาบาลอาชีวอนามัย (Occupational Health nurse) แพทย์อาชีวอนามัย (Occupational physician) ลูกจ้าง ผู้บริหารระดับสูง และผู้บริหารตามสายบังคับบัญชาและผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ ขึ้นกับขนาดและลักษณะของหน่วยงานผู้ทำงานทุกคนต้องทำงานร่วมกันเพื่อที่จะให้ข้อมูลและร่วมกันทำกิจกรรมที่สนับสนุนให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการส่งเสริมสิ่งแวดล้อมการทำงานที่ปลอดภัยและถูกสุขลักษณะ

หน่วยงานทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ได้แก่ ACGIH OSHA และ NIOSH หน่วยงานเหล่านี้จะทำงานคล้ายกัน ในเรื่องการให้บริการทางด้านวิชาการเกี่ยวกับงานทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยและการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงาน แตกต่างกันตรงที่ ACGIH เป็นหน่วยงานที่มีประโยชน์มากต่อการปรับปรุงการให้บริการทางด้านสุขภาพอนามัยของคนงานในอุตสาหกรรม NIOSH จะทำการศึกษาวิจัยทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย OSHA จะมีหน้าที่ในการออกกฎหมายและและมาตรฐานทางด้านสุขภาพอนามัยและความปลอดภัย

อันตรายจากสภาพแวดล้อมการทำงาน (Potential Hazards Identification) แบ่งออกได้เป็น

- ด้านกายภาพ (Physical Agents) ได้แก่ แสงสว่าง เสียงดัง ความร้อน ความสั่นสะเทือน รังสี
- ด้านเคมี (Chemical Agents) ได้แก่ ฝุ่น ก๊าซ ไอระเหย ฟูม มิสต์
- ด้านชีวภาพ (Biological Agents) ได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส เชื้อรา
- ด้านจิตวิทยาสังคม (Ergonomics) ได้แก่ รูปแบบ/ท่าทางการทำงาน การเคลื่อนไหวของร่างกาย

ซึ่งผู้ประกอบอาชีพได้รับสัมผัสผ่านทางผิวหนัง การหายใจ หรือการรับประทาน ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

สุขศาสตร์อุตสาหกรรมครอบคลุม 3 ขั้นตอนคือ การตระหนัก (Recognition) เป็นการค้นหา บ่งชี้สภาพปัญหาโดยสำรวจ สอบถามผู้ปฏิบัติงาน ฯลฯ การประเมิน (Evaluation) โดยทำการตรวจวัดเพื่อให้ทราบระดับความรุนแรงของปัญหา การควบคุม (Control) เพื่อปรับปรุง แก้ไขสภาพแวดล้อมการทำงานให้เกิดความปลอดภัย โดยวิธีการควบคุมอาจทำได้ 3 แบบคือ การควบคุมทางด้านวิศวกรรม การควบคุมทางด้านการบริหารจัดการ และการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

โครงการทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Industrial Hygiene Program) ประกอบด้วยการตระหนักถึงอันตรายต่อสุขภาพ (Health Hazard Recognition) การประเมินอันตรายต่อสุขภาพ (Health Hazard Evaluation) และการควบคุมปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม (Health Hazard Control)

คำถามประจำบทที่ 1

แนวคำตอบประจำบทที่ 1

1. **ตอบ** สุขศาสตร์อุตสาหกรรม หมายถึง การควบคุมทั้งระบบซึ่งเป็นศาสตร์เกี่ยวกับการคาดคะเน (Anticipation) การตระหนักถึงอันตราย (Recognition) การประเมินอันตราย (Evaluation) และการควบคุม (Control) ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมหรือความเครียดที่เกิดขึ้นจากการทำงาน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ การเจ็บป่วยและความไม่สะดวกสบายในคนที่ประกอบอาชีพหรือคนที่อยู่ในชุมชน

2. **ตอบ** 1. ต้องปฏิบัติงานโดยตระหนักว่าชีวิตสุขภาพและความกินดีอยู่ดีของคนงานในทุกสาขาอาชีพ อาจขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของท่าน

2. มีหน้าที่ในการคุ้มครองสุขภาพของคนงาน

3. ต้องเก็บข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลทางไว้เป็นความลับ

4.ต้องให้บริการในขอบเขตที่มีความเชี่ยวชาญ

5. ต้องมีความรับผิดชอบที่จะคงไว้ซึ่งความซื่อสัตย์ในวิชาชีพ

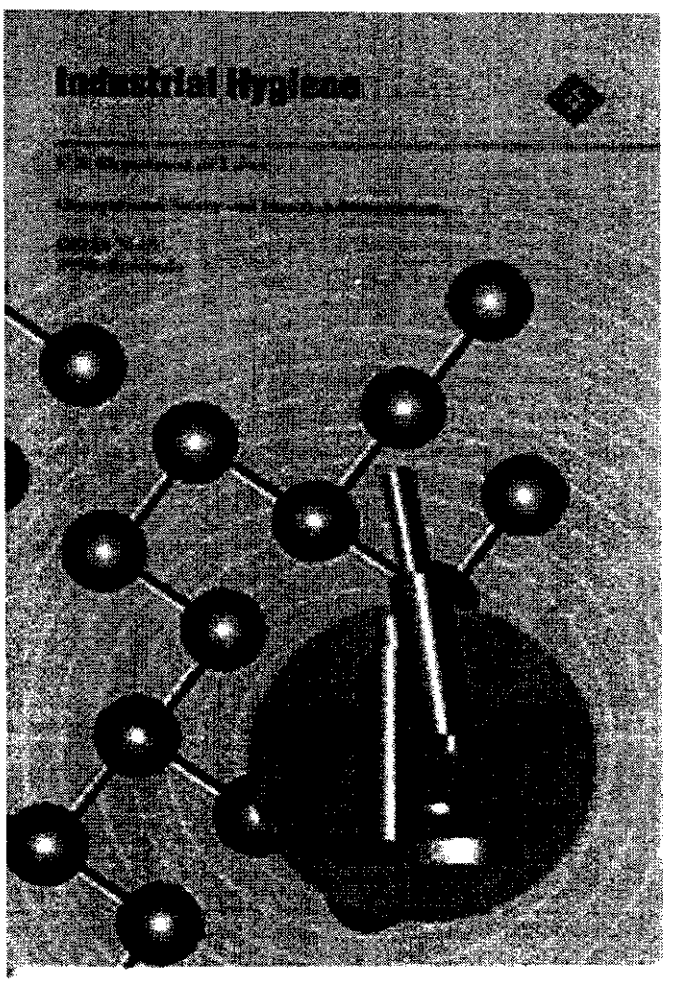
3. **ตอบ**

- ปัจจัยทางกายภาพ (Physical Hazards) เช่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รังสีที่แตกตัวและไม่แตกตัว เสียง การสั่นสะเทือน อุณหภูมิและความดันที่สูงเกินไป
- ปัจจัยทางเคมี (Chemical Hazards) เช่น ฝุ่น ฟูม หมอกก๊าซ ของเหลว ของแข็ง
- ปัจจัยทางชีวภาพ (Biological Hazards) ได้แก่ อันตรายจากแมลง เชื้อโรคชนิดต่างๆ เช่น รา แบคทีเรีย เป็นต้น คนงานโดยทั่วไปอาจได้รับสัมผัสจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมหลายชนิดพร้อมๆกันได้ในสถานที่ทำงาน
- ปัจจัยทางเออร์กอนอมิกส์ (Ergonomics) ได้แก่ การออกแบบเครื่องมือ สถานที่ทำงาน หรือวิธีการทำงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน ท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม การทำงานซ้ำซากอาจนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุหรือการเจ็บป่วยจากการทำงาน

บทที่ 2

Threshold Limit Values (TLVs) และ

Biological Exposure Indices (BELs)



แผนการเรียนประจำบทที่ 2

วิชา 618 342 หลักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Principle of Industrial Hygiene)

ชื่อบทเรียน Threshold Limit Values (TLVs) และ Biological Exposure Indices (BELs)

หัวเรื่อง ตอนที่ 2.1 ประวัติความเป็นมา ความหมายและประเภทของ Threshold Limit Values (TLVs)

ตอนที่ 2.2 การคำนวณค่า Time-Weighted Average (TWA)

ตอนที่ 2.3 Biological Exposure Indices (BEIs)

แนวคิด

Threshold Limit Values (TLVs) เป็นความเข้มข้นของสารในเมื่อคนงานเกือบทั้งหมดสัมผัสสารหลายๆวันต่อเนื่องกันโดยไม่เกิดผลเสียหรืออันตรายต่อสุขภาพแต่เนื่องจากคนเราแตกต่างกันอาจมีคนงานจำนวนน้อยที่ได้รับแล้วเกิดอันตรายต่อสุขภาพเมื่อได้รับสารที่ระดับกว่าหรือเท่ากับค่า TLV

Biological Exposure Indices (BEIs) ดัชนีชี้สภาพร่างกายโดยความเข้มข้นของของเหลวในร่างกาย เป็นระดับของสารที่ได้จากตัวอย่างที่เก็บจากคนงานปกติที่ได้รับสารเคมีในระดับเดียวกับคนงานที่หายใจเอาสารที่ระดับ TLV – TWAเข้าร่างกาย

วัตถุประสงค์

1. สามารถอธิบายถึง Threshold Limit Values (TLVs) ได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถอธิบายถึง Biological Exposure Indices (BEIs) ได้อย่างถูกต้อง

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ศึกษาคู่มือการเรียนรายวิชา บทที่ 2
2. ศึกษาต้นแบบสื่อประกอบการเรียนการสอน (โฮมเพจรายวิชา)
3. คำถาม – ตอบ ประจำบทเรียน
4. ศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งวิทยาการที่แนะนำ

ตอนที่ 2.1 ประวัติความเป็นมา ความหมายและประเภทของ Threshold Limit Values (TLVs)

1. ประวัติความเป็นมาของ Threshold Limit Values

ACGIH (The American Conference of Governmental Industrial Hygienists) ได้ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1938 โดยกลุ่มของนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมที่ทำงานในภาครัฐบาลโดยมีจุดมุ่งหมายหลักคือเพื่อส่งเสริมกิจกรรมของนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม แลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อช่วยให้บรรลุเป้าหมายในการคุ้มครองดูแลสุขภาพของคนงานจึงได้มีการก่อตั้งคณะทำงานเกี่ยงกับ Threshold Limits ในปี ค.ศ. 1941 อยู่ในคณะทำงานของ Technical Standards การพัฒนาจัดทำข้อมูลเกี่ยวกับ TLVs และ BEIs มีดังนี้

ค.ศ. 1944 มีการจัดตั้ง TLV Committee

ค.ศ. 1946 กำหนด MACs (Maximum allowable concentrations) ความเข้มข้นสูงสุดของสารที่ยอมในสัมผัสได้ 150 สารจัดพิมพ์ใน Transactions

ค.ศ. 1948 เปลี่ยนชื่อเรียก MACs เป็น Threshold Limit Values (TLVs)

ค.ศ. 1950 มีการเตรียมข้อมูลสำหรับการกำหนดค่า TLV และได้กำหนดค่า TLV ของสารจำนวน 207 สาร ในปี ค.ศ. 1958

ค.ศ. 1961 เริ่มมีการกำหนดวิธีการได้รับสารเข้าร่างกายทางผิวหนังลงในค่า TLV เพื่อเตือนให้นักอาชีวอนามัยให้ความสำคัญกับวิธีการได้รับสาร

ค.ศ. 1962 ได้มีการจัดพิมพ์เอกสาร TLVs จำนวน 293 สาร เป็นฉบับแรกและมีการเพิ่มจำนวนสารขึ้นค้นในปีต่อ ๆ มาจนได้ 600 สารในปี ค.ศ. 1986

ค.ศ. 1976 มีการเติม Short-Term Exposure Limits (STELs) ลงในเอกสาร TLVs

2. ความหมายและประเภทของ Threshold Limit Values (TLVs)

TLVs เป็นความเข้มข้นของสารเมื่อคนงานเกือบทั้งหมดสัมผัสหลาย ๆ วันต่อเนื่องกันโดยไม่เกิดผลเสียหรืออันตรายต่อสุขภาพ แต่เนื่องจากคนเรามีความแตกต่างกัน อาจมีคนงานส่วนน้อยที่ได้รับอันตรายหรือเกิดความไม่สบายหรือเกิดโรคจากการทำงาน จากการได้รับสารในระดับเท่ากับหรือน้อยกว่าค่า TLV Threshold Limit Values (TLVs) แบ่งได้เป็น 3 แบบ ดังนี้

1.) Threshold Limit Value-Time-Weighted Average (TLV-TWA) เป็นค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสารสำหรับการทำงานปกติ 8 ชั่วโมงต่อวันและ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์โดยที่คนงานเกือบทุกคนสัมผัสสารซ้ำ ๆ หลายวันต่อเนื่องกันโดยไม่เกิดอันตรายต่อร่างกาย

2.) Threshold Limit Value-Short-Term Exposure Limit (TLV-STEL) ความเข้มข้นของสารที่คนงานสัมผัสในช่วงเวลา 15 นาทีต่อเนื่องกันโดยไม่เกิดอันตรายจากการระคายเคืองอันตรายเรื้อรังต่อเนื้อเยื่อ หมดสติ ซึ่งอาจทำให้เมการเกิดอุบัติเหตุ ประสิทธิภาพการทำงานลดลงและความเข้มข้นของสารแต่ละวันในสถานที่ทำงานต้องไม่เกินค่า TLV-TWA ถ้าความเข้มข้นของสารสูงขึ้นมาถึงระดับ STEL ก็ไม่ควรเกิน 15 นาทีต่อเนื่องกันและไม่ควรมากกว่า 4 ครั้งต่อวัน แต่ละครั้งควรห่างกันอย่างน้อย 60 นาที

3.) Threshold Limit Value-Ceiling (TLV-C) เป็นค่าความเข้มข้นของสารไม่ควรจะให้สูงกว่านี้ตลอดช่วงเวลาทำงาน

Excursion Limits ใช้สำหรับสารเคมีที่มีการกำหนดค่า TLV-TWA แต่ไม่มีการกำหนดค่า STEL อาจใช้ในกรณีที่ระดับของสารเคมีที่คนงานสัมผัสอาจสูงเกิน 3 เท่าของ TLV-TWA ได้ไม่เกิน 30 นาที ระหว่างทำงาน 1 วันและไม่ควรเกิน 5 เท่าของ TLV-TWA โดยที่ระดับความเข้มข้นของสารเคมีเฉลี่ยไม่เกิน TLV-TWA

3. การนำค่า TLV ไปใช้

เมื่อนำค่า TLV ไปใช้มีข้อแนะนำดังนี้

- ❖ ใช้เป็นแนวทางหรือข้อเสนอแนะในการควบคุมไม่ให้ระดับของมลพิษเป็นสาเหตุให้เกิดอันรายต่อสุขภาพ
- ❖ ไม่ควรนำไปใช้ในการประเมินผลหรือควบคุมปริมาณสารพิษในอากาศของชุมชนเนื่องจากคนที่อาศัยอยู่ในชุมชนประกอบด้วยคนทั้งในวัยทำงาน คนชรา และเด็ก
- ❖ ไม่ใช้ในการประเมินความเป็นพิษของคนงานที่ทำงานต่อเนื่องตลอดโดยไม่หยุดหรือมีช่วงเวลาทำงานที่ยาวผิดปกติ
- ❖ ไม่ใช้เป็นข้อพิสูจน์ว่าเป็นโรคหรือไม่เป็นโรคจากสารนั้น การรายงานการเกิดโรคจากการทำงานต้องให้แพทย์ทำการตรวจวินิจฉัยการเกิดโรค
- ❖ ไม่ควรนำไปใช้ในประเทศที่มีสภาวะการทำงานและวัฒนธรรมที่แตกต่างจากประเทศสหรัฐอเมริกา ค่า TLV เป็นค่าที่พัฒนาขึ้นมาใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา
- ❖ ไม่ใช้สำหรับเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของมลพิษที่ได้จากการเก็บตัวอย่างครั้งเดียวและเก็บตัวอย่างโดยใช้เวลาช่วงสั้น ต้องใช้เปรียบเทียบกับวิธีการเก็บตัวอย่างที่เหมาะสม
- ❖ TLV ไม่ใช้เป็นเส้นแบ่งระหว่างความเข้มข้นที่ปลอดภัยและความเข้มข้นที่เกิดอันตราย
- ❖ TLV ไม่ใช่ข้อบ่งชี้ถึงความเป็นพิษ (Relative index of toxicity)
- ❖ ใช้ได้เฉพาะคนที่ได้รับการฝึกทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม มีความรู้เกี่ยวกับข้อจำกัดของค่า TLV และผลต่อสุขภาพเท่านั้น
- ❖ ใช้ในการพิจารณาว่าควรมีการเฝ้าระวังทางการแพทย์ เมื่อระดับมลพิษมีค่าใกล้กับค่า TLV หรือมีค่าสูงกว่า TLV
- ❖ ใช้ในการพิจารณาว่าระบบควบคุมมีประสิทธิภาพเพียงพอหรือไม่
- ❖ ใช้เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการเก็บตัวอย่างที่เหมาะสม

4. ตัวอย่างการกำหนดค่า TLV

ตัวอย่างการกำหนดค่า TLV แสดงไว้ในตารางที่ 2 – 1

ADOPTED VALUES					
Substance [CAS No.]	TWA (ppm/mg/m³)	STEL/C (ppm/mg/m³)	Notations	MOL Wgt	TLVBasis-Critical Effect (s)
Acetaldehyde[75-07-0]	-	C25ppm	A3	44.05	Irritation
Acetic acid[64-19-7]	10ppm	15ppm	-	60.00	Irritation
Acetone[67-64-1]	500ppm	750ppm	A4;BEI	58.05	Irritation
Acetonitrile [75-05-8]	40ppm	60ppm	A4	41.05	Lung;Anoxia
Acrylamide[79-06-1]	0.03mg/m³	-	Skin;A3	71.08	CNS;dermatitis
Aldrin[309-00-2]	0.25mg/m³	-	Skin:A3	364.93	Liver
Aluminium[7429-09-5]					
Metal dust	10mg/m³	-	-	26.98	Irritation
Pyro powders, as Al	5mg/m³	-	-		Lung
Welding fumes, as Al	5mg/m³	-	B4		Irritation
Soluble salts, as Al	2mg/m³	-		-	Irritation
Alkyls(NOC) , as Al	2mg/m³	-	-		Irritation

5. การเปลี่ยนหน่วยของ TLV

TLV สำหรับก๊าซหรือไอจะใช้หน่วยเป็น ppm. ของสารในอากาศ ((V/V) สมการที่ใช้ในการเปลี่ยนหน่วยให้เป็น mg/m³ ได้แก่

$$\text{TLV (mg/m}^3\text{)} = \frac{\text{TLV(ppm) x Molecular weight}}{24.45}$$

24.45 คือ ปริมาตรสารเคมีมีหน่วยเป็นลิตร ของก๊าซ 1 กรัมโมเลกุลที่อุณหภูมิ 25 °C และความดัน 760 mm Hg

6. ความหมายของศัพท์ที่ใช้

"Skin notation" แสดงว่าสารเคมีสามารถซึมผ่านทางผิวหนังได้รวมทั้งผ่านเยื่อเมมเบลนตา ซึ่งอาจทำให้เกิด การระคายเคือง ผิวหนังอักเสบ และการแพ้ นอกจากนี้ยังแสดงว่าการเก็บตัวอย่างของสารนั้นในอากาศอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะประเมินการได้รับสารและควรจะป้องกันการได้รับสารทางผิวหนังด้วย

"Sensitizer notation" แสดงว่าคนงานอาจถูกกระตุ้นด้วยสารนี้ซึ่งเป็นผลจากการได้รับสารทางผิวหนังหรือทางการหายใจ แล้วทำให้คนงานเกิดการแพ้ต่อสารเหล่านั้น การที่ไม่ได้ระบุว่าเป็น Sensitizer แสดงว่าสารเหล่านั้นอาจเป็นสาร Sensitizer หรือไม่ก็ได้ แต่ยังไม่มีข้อมูล

"Unlisted substances" สารที่ไม่มีในรายการ หรือไม่ได้กำหนดค่า TLV เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการกำหนดค่า TLV

สรุป

TLVs เป็นความเข้มข้นของสารเมื่อคนงานเกือบทั้งหมดสัมผัสหลาย ๆ วันต่อเนื่องกันโดยไม่เกิดผลเสียหรืออันตรายต่อสุขภาพ แต่เนื่องจากคนเรามีความแตกต่างกัน อาจมีคนงานส่วนน้อยที่ได้รับอันตรายหรือเกิดความไม่สบายหรือเกิดโรคจากการทำงาน TLVs แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ (1) Threshold Limit Value-Time-Weighted Average (TLV-TWA) (2) Threshold Limit Value-Short-Term Exposure Limit (TLV-STEL) (3) Threshold Limit Value-Ceiling (TLV-C) ซึ่งในการนำ TLV ไปใช้จะต้องศึกษาข้อมูลเป็นอย่างดีเนื่องจากมีข้อจำกัดของการใช้ TLV หลายประการ

ตอนที่ 2.2 การคำนวณค่า Time-Weighted Average (TWA)

1. การคำนวณค่า Time-Weighted Average (TWA)

การคำนวณค่า Time-Weighted Average (TWA) เพื่อนำไปใช้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน TLV-TWA เป็นค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสารเคมีในช่วงเวลา 8 ชม.การทำงานสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$TLV = \frac{C1T1 + C2T2 + \ldots + CnTn}{8}$$

C1 = ความเข้มข้นของสารเคมีชนิดที่ 1

T2 = เวลาที่ได้รับสารเคมีชนิดที่ 1

Cn = ความเข้มข้นของสารเคมีชนิดที่ n

Tn = เวลาที่ได้รับสารเคมีชนิดที่ n

ตัวอย่างที่ 1 คนงานทำงานต้องสัมผัสสารเคมีที่ได้ความเข้มข้นดังต่อไปนี้

เวลาที่สัมผัสสาร (ชม.)	ความเข้มข้นเฉลี่ย (ppm)
1	250
2	300
1 (พักกลางวัน)	0
4	90

ให้หาค่า TWA สำหรับการทำงาน 8 ชม.

$$TWA = \frac{C1T1 + C2T2 + \ldots + CnTn}{8}$$

$$TWA = \frac{(1)(250) + (2)(300) + (1)(0) + (4)(90)}{8}$$

$$TWA = 151.25 \text{ ppm}$$

ตัวอย่างที่ 2 ใช้ Charcoal tube เก็บตัวอย่างอากาศที่มีคลอโรฟอร์มโดยใช้เวลา 1 ชม. เก็บตัวอย่างโดยการเปลี่ยนหลอด Charcoal ทั้งหมด 6 หลอด รวมเก็บตัวอย่างทั้งหมด เป็นเวลา 6 ชม. ได้ผลดังนี้ ให้คำนวณหาค่า TWA

ตัวอย่างที่	ความเข้มข้นคลอโรฟอร์ม (ppm)
1	55
2	65
3	55
4	60
5	45
6	60

$$\text{TWA 6 ชม.} = \frac{C_1T_1 + C_2T_2 + \ldots + C_nT_n}{6}$$

$$\text{TWA} = \frac{(60)(55) + (60)(65) + (60)(55) + (60)(60) + (60)(45) + (60)(60)}{60 + 60 + 60 + 60 + 60 + 60}$$

TWA 6 ชม. = 57 ppm.

ในกรณีที่ระดับความเข้มข้นของคลอโรฟอร์มในอากาศมีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาและคนงานทำงานอยู่ในบริเวณนี้ตลอดช่วงเวลาทำงาน 8 ชม. อาจจะอนุโลมให้ใช้เป็นค่า TWA 8 ชม. ได้ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของคลอโรฟอร์มอยู่เสมอ ควรทำการเก็บตัวอย่างตลอดช่วงการทำงาน 8 ชั่วโมง

ตัวอย่างที่ 3 คนงานทำงานในบรรยากาศที่มีคาร์บอนมอนนอกไซด์ ความเข้มข้นคงที่ 50 ppm เป็นเวลา 4 ชม. และอีก 4 ชม. ทำงานอยู่ในบริเวณอื่นที่ไม่มีการตรวจวัดคาร์บอนมอนนอกไซด์ในอากาศให้หาค่า TWA 8 ชม.ของคนงาน

$$\text{TWA} = \frac{C_1T_1 + C_2T_2 + \ldots + C_nT_n}{8}$$

$$\text{TWA 8 ชม.} = \frac{(4\text{ hr})(50\text{ ppm}) + (4\text{ hr})(0\text{ ppm})}{8\text{ hr}}$$

$$= \frac{200\text{ ppm.hr}}{8\text{ hr}}$$

$$= 25\text{ ppm}$$

ตัวอย่างที่ 4 คนงานทำงานที่ต้องอยู่ในบรรยากาศที่มีไซลีนเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 10 นาทีในทุกชั่วโมงการทำงาน และเวลาที่เหลืออีก 50 นาทีในแต่ละชั่วโมงไม่ได้รับไซลีน ให้คำนวณ TWA สำหรับไซลีนที่คนงานได้รับ

$$TWA = \frac{C1T1 + C2T2 + \ldots + CnTn}{8}$$

$$TWA\ 8\ \text{ชม.} = \frac{(4\ hr)(50\ ppm) + (4\ hr)(0\ ppm)}{480\ min}$$

$$= 17\ ppm$$

2. การคำนวณค่า TLV สำหรับการได้รับสารเคมีหลายชนิดพร้อมกัน

การคำนวณค่า TLV สำหรับการได้รับสารเคมีหลายชนิดพร้อมกันอาจแบ่งได้เป็น

1. Additive effect

เมื่อสาร 2 สารออกฤทธิ์ที่อวัยวะเดียวกันจะนำผลมารวมกัน ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลของสารก็ให้นำมารวมกันแบบ Additive ซึ่งจะคำนวณได้ดังนี้

$$\text{TLV ของ mixture} = \frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \ldots + \frac{Cn}{Tn} = 1$$

C1 เป็นความเข้มข้นของสารที่ 1 และ T1 เป็นค่า TLV ของสารที่ 1

C2 เป็นความเข้มข้นของสารที่ 2 และ T2 เป็นค่า TLV ของสารที่ 2

Cn เป็นความเข้มข้นของสารที่ n และ Tn เป็นค่า TLV ของสารที่ n

ถ้าผลรวมมีค่า >1 แสดงว่า สูงกว่าค่า TLV

ถ้าผลรวมมีค่า =1 แสดงว่า เท่ากับค่า TLV

ถ้าผลรวมมีค่า <1 แสดงว่า ต่ำกว่าค่า TLV

ตัวอย่างที่ 5 อากาศมีการปนเปื้อนด้วยสารเคมีหลายชนิดได้แก่ Acetone 400 ppm (TLV= 500 ppm) sec-butylacetate 150 ppm (TLV = 200 ppm) และ MEK 100 ppm (TLV = 200 ppm) ให้หา TLV ของ mixture

$$\text{TLV ของ mixture} = \frac{400}{500} + \frac{150}{200} + \frac{100}{200}$$

$$= 0.80 + 0.75 + 0.5$$

$$= 2.05$$

ดังนั้น TLV ของ mixture สูงกว่าค่า TLV

2. Independent effects

TLV สำหรับการได้รับสารเคมีหลายชนิดพร้อมกัน ในกรณีที่สารออกฤทธิ์ที่อวัยวะเป้าหมายต่างกัน เมื่อคำนวณเป็นผลของสารแต่ละชนิดจะคำนวณได้ดังนี้

$$\frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{Cn}{Tn} < 1$$

C1 เป็นความเข้มข้นของสารที่ 1 และ T1 เป็นค่า TLV ของสารที่ 1

C2 เป็นความเข้มข้นของสารที่ 2 และ T2 เป็นค่า TLV ของสารที่ 2

Cn เป็นความเข้มข้นของสารที่ n และ Tn เป็นค่า TLV ของสารที่ n

การแปรผลสำหรับสารแต่ละชนิด

ถ้า $\frac{C}{T}$ มีค่า >1 แสดงว่า สูงกว่าค่า TLV

ถ้า $\frac{C}{T}$ มีค่า =1 แสดงว่า สูงกว่าค่า TLV

ถ้า $\frac{C}{T}$ มีค่า <1 แสดงว่า สูงกว่าค่า TLV

ตัวอย่างที่ 6 ในอากาศมี Pb ความเข้มข้น 0.05mg/m³ (TLV = 0.05) H_2SO_4 ความเข้มข้น 0.7 mg/m³ (TLV = 1)

$$Pb = \frac{0.05}{0.05} = 1$$

$$H_2SO_4 = \frac{0.7}{1} = 0.7$$

สรุปว่าไม่เกินค่า TLV

3. TLV สำหรับการทำงานในช่วงเวลาที่ยาวกว่าปกติ (Unusual Work Schedules)

มีโมเดลที่เสนอให้มีการปรับค่า TLV เพื่อเป็นการดูแลสุขภาพอนามัยของคนงานจากการทำงานล่วงเวลา ได้แก่

1.) **Brief c]t Scala model** เป็นการดูแลสุขภาพอนามัยของคนงานจากการทำงานล่วงเวลา โดยใช้หลักการคิดจำนวนชั่วโมงการทำงานที่เพิ่มขึ้นจากการทำงานล่วงเวลาและเวลาพักผ่อนที่ลดลง

$$\textbf{TLV Reduction factor} = \frac{8(24-h)}{16h}$$

h = คือจำนวนชั่วโมงที่ทำงานต่อวัน

ค่า TLV – TWA ใหม่ = RF x TLV

RF = TLV Reduction factor

เมื่อเป็นการทำงานปกติ 8 ชั่วโมง นำค่าไปแทนค่าในสูตรจะได้ว่า

$$\text{TLV Reduction factor} = \frac{8(24-8)}{16x\ 8} = 1$$

จะเห็นได้ว่าเมื่อเป็นการทำงานปกติ 8 ชม. จะไม่ต้องมีการปรับค่า TLV

ตัวอย่างที่ 7 คนงานทำงานในโรงซ่อมรถได้รับ Trichloroethylene ขณะทำงานอยู่ที่เครื่องล้างกรีส (Grease) หรือ ล้างคราบน้ำมันเขาได้รับสารไตรคลอโรเอทิลีนดังนี้

เวลา	เวลา (นาที)	ความเข้มข้นเป็น ppm
08:00 – 10:30	150	42
10:31 – 12:00	89	31
12:01 – 12:30	29	Lunch break
12:31 – 14:58	147	23
14:59 – 17:12	133	28
17:13 – 17:47	34	Dinner break
17:48 – 20:00	132	57

ให้คำนวณหา TWA ของกาได้รับไตรคลอโรเอทิลีนในวันนั้น คนงานได้รับสารเกินกว่าค่า TLV หรือไม่ กำหนดให้ TLV – TWA ของไตรคลอโรเอทิลีนเป็น 50 ppm

$$\text{TWA} = \frac{C1T1 + C2T2 + \ldots + CnTn}{T1 + T2 + \ldots + Tn}$$

$$\text{TWA} = \frac{(150)(42) + (89)(31) + (29)(0) + (147)(23) + (133)(28) + (34)(0) + (132)(57)}{150 + 89 + 29 + 147 + 138 + 34 + 132}$$

$$= \frac{6300 + 2759 + 0 + 3381 + 3724 + 0 + 7524}{719}$$

= 32.95 ppm

ดังนั้น TWA ของการได้รับไตรคลอดรเอทิลีนในวันนั้น = 32.95 ppm

Brief และ Scala model

$$\text{TLV Reduction factor} = \frac{8(24-h)}{16h}$$

$$= \frac{8(24-12)}{16x\,12}$$

$$= 0.5$$

ค่า TLV – TWA ใหม่ = RF x TLV

= 0.5 x 50

= 25 ppm

สรุปว่า เมื่อใช้ Brief และ Scala model คนงานได้รับสารไตรคลอโรเอทิลีนสูงกว่าค่า TLV

2.) Hickey และ Reist Model

ใช้สำหรับปรับค่า TLV-TWA สำหรับ unusual work schedule โดยใช้จำนวนชั่วโมงที่ทำงานต่อวันและค่าครึ่งชีวิตของสารซึ่งจะรวมถึงการดูดซึมและการขับถ่าย สำหรับสารที่มีครึ่งชีวิตสั้นไม่จำเป็นต้องลดหรือปรับค่า TLV

$$Fp = \frac{1-e^{-kn}}{1-e^{-ke}}$$

Fp = TLV และ PEL Reduction factor

K = อัตราการดูดซึมและการขับถ่ายของสารในร่างกาย

$K = \frac{In\,2}{T_{1/2}}$

$T_{1/2}$ = ครึ่งชีวิตของสาร

Te = จำนวนชั่วโมงที่ทำงาน

tn = จำนวนชั่วโมงทำงานปกติ (8 ชม.)

ค่า TLV – TWA ใหม่ = RF x TLV

ตัวอย่างที่ 7 (ต่อ) เมื่อใช้สมการของ Hickey และ Reist Model

กำหนดให้ $T_{1/2}$ ของไตรคลอโรเอทิลีน = 9 ชม.

$$K = \frac{In2}{9}$$

Te = 12 hr.

tn = 8 hr

$$\mathbf{Fp} = \frac{1 - e^{-0.077 \times 8}}{1 - e^{-0.077 \times 12}}$$

$$= \frac{1 - 0.54}{1 - 0.40} = 0.77$$

ค่า TLV – TWA ใหม่ = Fp x TLV

= 0.77 x 50 = 38.5

เมื่อใช้สมการของ Hickey และ Reist Model ปรากฏว่าคนงานได้รับสารไตรคลอโรเอทิลีนต่ำกว่าค่า TLV

สรุป

1. การคำนวณค่า Time-Weighted Average (TWA)

$$TLV = \frac{C1T1 + C2T2 + \ldots + CnTn}{8}$$

2. การคำนวณหาค่า TLV สำหรับการได้รับสารเคมีหลายชนิดพร้อมกัน

1. Additive effect

$$\text{TLV ของ mixture} = \frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \ldots + \frac{Cn}{Tn} = 1$$

2. Independent effects

$$\frac{C1}{T1} = 1 \qquad \frac{C2}{T2} = 1 \qquad \frac{Cn}{Tn} = 1$$

3. TLV สำหรับการทำงานในช่วงเวลาที่ยาวกว่าปกติ (Unusual Work Schedules)

1. Brief & Scala model

$$\text{TLV Reduction factor} = \frac{8(24 - h)}{16h}$$

2. Hickey และ Reist Model

$$\mathbf{Fp} = \frac{1 - e^{-kn}}{1 - e^{-kn}}$$

ตอนที่ 2.3 Biological Exposure Indices (BEIs)

1. ความหมายของ Biological Exposure Indices (BEIs)

BEIใช้ในการประเมินการสัมผัสสารทั้งหมดที่มีอยู่ในที่ทำงานโดยการเลือกหาตัวชี้วัดที่เหมาะสมและเก็บตัวอย่างจากคนงานในช่วงเวลาที่กำหนด การวัด BEI อาจวัดตัวสารหรือวัดเมตาโบไลท์ของสาร อาจทำโดยการวัดปริมาณสารในลมหายใจออก ปัสสาวะ เลือด หรือของเหลวจากร่างกายชนิดอื่นที่เก็บจากคนงาน

2. ข้อจำกัดของ Biological Exposure Indices (BEIs)

BEI เป็นระดับของสารที่ได้จากตัวอย่างที่เก็บจากคนงานปกติที่ได้รับสารเคมีในระดับเดียวกับคนงานที่หายใจเอาสารที่ระดับ TLV-TWA เข้าร่างกาย ข้อจำกัดในการนำค่า BEI ไปใช้มีดังนี้

- ❖ BEI ไม่สารถแยกความแตกต่างระหว่างกรสัมผัสสารที่อันตรายหรือไม่อันตราย
- ❖ BEI ไม่สามารถใช้ในการวินิจฉัยโรคจากการทำงาน
- ❖ BEI กำหนดขึ้นจากข้อมูลเกี่ยวกับการดูดซึม การเปลี่ยนรูป การขับถ่าย และความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสารและการตอบสนองของร่างกายต่อสารนั้น
- ❖ BEIได้จากความสัมพันธ์ระหว่างระดับของสารในร่างกายและผลต่อสุขภาพของสารนั้น ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลจากการศึกษาในคน ใช้กับการสัมผัสสารในช่วงเวลา 8 ชม.ต่อวันและ 5 วันต่อสัปดาห์

3. การนำ BEI ไปใช้

- ❖ ใช้สนับสนุนข้อมูลจากการวิเคราะห์ปริมาณสารในอากาศ
- ❖ ใช้ทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ในกรณีที่คนงานใส่หน้ากากป้องกันสารเคมีทำให้คนงานได้รับสารเคมีจากการหายใจน้อยลง เพื่อให้แน่ใจควรมีการตรวจวัดปริมาณสารในร่างกายคนงานด้วย ถ้าระดับสารในร่างกายจะเป็นผลรวมของการได้รับสารจากการทำงานและไม่ใช่จากการทำงาน
- ❖ ทดสอบการดูดซึมทางผิวหนังและการได้รับสารทางหลอดทางเดินอาหารหรือการได้รับสารที่ไม่ใช่จากการทำงาน
- ❖ การมีค่า BEI ไม่ได้แสดงว่าต้องทำการตรวจทาง Biological monitoring ควรจะตรวจวัดเมื่อมีความจำเป็นเท่านั้น

4. การแปรผลการวิเคราะห์สารตัวอย่างทางชีวภาพ

ปัญหาที่ทำให้การวิเคราะห์ปริมาณมลพิษจากอากาศหรือจากสิ่งแวดล้อม (Environmental monitoring) และการตรวจวัดจากสารทางชีวภาพ (Biological monitoring) มีความแตกต่างกันขึ้นกับปัจจัยต่อไปนี้

- ❖ สถานะทางสุขภาพคนงาน เช่น การรับประทานอาหาร น้ำ และไขมัน อายุ เป็นต้น
- ❖ แหล่งของมลพิษที่ได้รับจากการทำงาน ได้แก่ ลักษณะงานที่ทำและความเข้มข้นที่ได้รับการได้รับทางผิวหนัง และการได้รับสารอื่นร่วมด้วย
- ❖ แหล่งของมลพิษจากสิ่งแวดล้อม ในชุมชน ในที่อยู่อาศัย
- ❖ วิถีการดำเนินชีวิตเช่นกิจกรรมหลังเลิกงาน การทำความสะอาดร่างกาย การรับประทานอาหาร การดื่มเหล้าและการรับประทานยา การได้รับสารอื่นจากงานอดิเรก
- ❖ ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างต้องเก็บตามช่วงเวลาที่กำหนดเนื่องจากเมื่อได้รับสารเข้าร่างการสารจะกระจายตัว เมตาบอลิซึมหรือการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และการขับถ่ายสารเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องไป การนำค่า BEI ไปใช้ จะต้องเก็บตัวอย่างตามเวลาที่กำหนดและมีการควบคุมคุณภาพของผลการทดลอง จึงจะแปลผลการวิเคราะห์สารตัวอย่างทางชีวภาพได้

5. สารตัวอย่างทางชีวภาพ

ตัวอย่างทางชีวภาพได้แก่ ปัสสาวะ สมหายใจออก และตัวอย่างเลือด ตัวอย่างชนิดอื่นเช่น ผม เล็บ ยังไม่ได้นำไปใช้ในขณะนี้ ตัวอย่างค่า Biological Exposure Indices ดังแสดงในตาราง

ตารางแสดงค่า Biological Exposure Determinants

Chemical [Cas#] **Determinant**	**Sampling time**	**BEI**	**Notation**
Acetone[67-43-1](1994) Acetone in urine	End of shift	100 mg/L	B,Ns
Aniline[62-53-3](1991) Tatal p-aminophenol in urine Methemoglobin in blood	End of shift Duting or end of shift	50 mg/g creatinine 1.5% of hemoglobin	Ns B,Ns,Sq
Arsenic and Soluble compounds Including Arsine[7784-42-1](1993) Inorganic arsenic metabolites in urine	End of workweek	50 ug/g creatinine	B

End of shift – meaning the last two hours of exposure

End of workweek – meaning after four or five consecutive working days with exposure

ตาราง BEI ประกอบด้วย ชนิดสารเคมี ตัวชี้วัดที่เหมาะสม ตัวอย่างที่เก็บ และเวลาที่เก็บตัวอย่าง และค่า BEI ข้อมูลเพิ่มเติมจะแสดงไว้ที่ Notation

การวิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะ ปริมาตรของปัสสาวะจะทำให้ผลการวิเคราะห์เปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นจึงมีการปรับค่าขึ้นกับปริมาณปัสสาวะที่ขับถ่ายออกมาทำให้การรายงานความเข้มข้นมีหน่วยเป็น กรัมต่อกรัมของครีอะตินีนปัสสาวะที่เจือจางมากที่มีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่า 1.010 หรือ มิลครีอะตีนีน น้อยกว่า 0.5 กรัมต่อลิตร หรือปัสสาวะที่เข้มข้นมากมีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 10030 หรือ มีครีอะ ตินีนมากกว่า 3 กรัมต่อลิตร จะไม่เหมาะในการนำไปใช้ ทำให้ได้ค่าที่ไม่ถูกต้องควรจะเก็บตัวอย่าง ปัสสาวะใหม่อีกครั้งหนึ่ง

การวิเคราะห์ตัวอย่างจากลมหายใจออก ลมหายใจออกมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นอย่าง รวดเร็วเมื่อเวลาเปลี่ยนไป ดังนั้นการเก็บตัวอย่างลมหายใจออก ควรจะได้ตัวอย่างอากาศที่เป็นตัวแทน ของอากาศในถุงลมปอด ตัวอย่างลมหายใจออกของคนที่มีการทำงานของปอดผิดปกติ จะไม่เหมาะสมใน การนำไปใช้เป็นตัวชี้วัดการได้รับสารเคมี

การวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด จะใช้ตัวอย่างเลือด (Whole blood) พลาสมา ซีรัมหรือเม็ดเลือดแดง การเก็บตัวอย่างเลือดที่นำมาใช้เปรียบเทียบกับค่า BEI ควรจะเป็นตัวอย่างเลือดทีเก็บจากหลอดเลือดดำ

6. เวลาที่เก็บตัวอย่าง

เวลาที่เก็บตัวอย่างจะกำหนดโดยคำนึงถึงความแตกต่างของการได้รับสารเคมี เมตาบอลิซึมที่ เกิดขึ้น และการขับถ่ายสาร

"prior to shift" หมายถึง เวลาเก็บตัวอย่างหลังจากการได้รับสารเป็นเวลา 16 ชม.

"during shift" หรือ "end of shift" หมายถึง การเก็บตัวอย่างในช่วง 2 ชม. ก่อนเลิกงานใช้กับสาร ที่มีครึ่งชีวิตสั้นคือน้อยกว่า 5 ชม. สารเหล่านี้จะไม่สะสมในร่างกาย

"beginning of workweek" หมายความว่า เก็บตัวอย่างหลังจากไม่ได้รับสารเป็นเวลา 2 วัน หรือ "end of workweek" หมายความว่า เก็บตัวอย่างหลังจากทำงาน 4-5 วันติดต่อกัน การเก็บตัวอย่าง แบบนี้ใช้กับสารที่มีครึ่งชีวิตยาวกว่า 5 ชม. สารอาจมีการสะสมในระหว่างสัปดาห์ที่ทำงานไปแล้ว 2 สัปดาห์และจะเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาใดก็ได้

ความหมายของสัญญาลักษณ์ที่ใช้ใน Notation

"Sc" หมายถึง มีกลุ่มคนบางกลุ่มที่มีความไวต่อสารเคมีสูง ทำให้คนเล่านี้ไม่รับการคุ้มครองจาก ค่า BEI ที่กำหนดไว้

"B" แสดงค่าที่มีอยู่ในคนปกติซึ่งได้นำมารวมไว้แล้วในค่า BEI

"Nq" ไม่มีการกำหนดค่า BEI เนื่องจากมีข้อมูลไม่เพียงพอ

"Ns" หมายความว่า สารที่นำมาเป็นตัวชี้วัดไม่มีความจำเพาะกับสารที่คนงานได้รับ ดังนั้นควรมีการยืนยันผลโดยใช้การทดสอบที่เฉพาะกับสารนั้น

"Sq" ตัวชี้วัดการได้รับสารเคมีไม่สามารถหาปริมาณได้ จะเป็นการวิเคราะห์แบบกึ่งปริมาณใช้เป็นการทดสอบเบื้องต้นได้

การเปรียบเทียบข้อดีของการตรวจวิเคราะห์สารในอากาศและสารทางชีวภาพการวิเคราะห์สารในอากาศ (Environmental Monitoring) มีประโยชน์ดังนี้

- ❖ สามารถใช้หาแหล่งกำเนิดของสารพิษ และศึกษารูปแบบการกระจายของสารพิษ
- ❖ ใช้หาประสิทธิภาพของระบบควบคุมสารพิษ (Control measures)
- ❖ ผลที่ได้สามารถใช้เปรียบเทียบกับ TLV และ STEL
- ❖ มีวิธีการเก็บ การวิเคราะห์ตัวอย่างที่เหมาะสมสามารถศึกษาได้จาก NIOSH Manual of Analytical Methods หรือหนังสืออื่นๆ

การวิเคราะห์สารจากชีวภาพ (Biological Monitoring) มีประโยชน์ดังนี้

- ผลที่ได้เป็นการวัดการได้รับสารเข้าร่างกายจากทุกทางที่เป็นไปได้ เช่นทางอากาศ ปาก และการหายใจ

- ความแตกต่างของบุคคลในเรื่องของการดูดซึม การกระจายตัว การเปลี่ยนรูปและการขับถ่ายได้นำมาพิจารณาด้วย

สรุป

Biological Exposure Indices (BEIs) เป็นระดับของสารที่ได้จากตัวอย่างที่เก็บจากคนงานปกติที่ได้รับสารเคมีในระดับเดียวกับคนงานที่หายใจเอาสารที่ระดับ TLV-TWA เข้าร่างกาย การใช้ BEI นั้นต้องคำนึงมีข้อจำกัดหลายประการ และขึ้นลักษณะการนำไปใช้งานด้วย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาข้อมูลก่อนที่จะเลือกนำค่า BEI ไปใช้เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดอันอาจจะเกิดขึ้นได้

TLVs เป็นความเข้มข้นของสารเมื่อคนงานเกือบทั้งหมดสัมผัสหลาย ๆ วันต่อเนื่องกันโดยไม่เกิดผลเสียหรืออันตรายต่อสุขภาพ แต่เนื่องจากคนเรามีความแตกต่างกัน อาจมีคนงานส่วนน้อยที่ได้รับอันตรายหรือเกิดความไม่สบายหรือเกิดโรคจากการทำงาน TLVs แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ (1) Threshold Limit Value-Time-Weighted Average (TLV-TWA) (2) Threshold Limit Value-Short-Term Exposure Limit (TLV-STEL) (3) Threshold Limit Value-Ceiling (TLV-C) ซึ่งในการนำ TLV ไปใช้จะต้องศึกษาข้อมูลเป็นอย่างดีเนื่องจากมีข้อจำกัดของการใช้ TLV หลายประการ

1. การคำนวณค่า Time-Weighted Average (TWA)

$$\text{TLV} = \frac{C1T1 + C2T2 + \ldots + CnTn}{8}$$

2. การคำนวณค่า TLV สำหรับการได้รับสารเคมีหลายชนิดพร้อมกัน

1. Additive effect

$$\text{TLV ของ mixture} = \frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \ldots + \frac{Cn}{Tn} = 1$$

2. Independent effects

$$\frac{C1}{T1} = 1 \qquad \frac{C2}{T2} = 1 \qquad \frac{Cn}{Tn} = 1$$

3. TLV สำหรับการทำงานในช่วงเวลาที่ยาวกว่าปกติ (Unusual Work Schedules)

1. Brief Scala model

$$\text{TLV Reduction factor} = \frac{8(24 - h)}{16h}$$

2. Hickey และ Reist Model

$$Fp = \frac{1 - e^{-kln}}{1 - e^{-ke}}$$

Biological Exposure Indices (BEIs) เป็นระดับของสารที่ได้จากตัวอย่างที่เก็บจากคนงานปกติที่ได้รับสารเคมีในระดับเดียวกับคนงานที่หายใจเอาสารที่ระดับ TLV-TWA เข้าร่างกาย การใช้ BEI นั้นต้องคำนึงมีข้อจำกัดหลายประการ และขึ้นลักษณะการนำไปใช้งานด้วย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาข้อมูลก่อนที่จะเลือกนำค่า BEI ไปใช้เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดอันอาจจะเกิดขึ้นได้

คำถามประจำบทที่ 2

1. จงอธิบายความหมายของ Threshold Lmit values (TLVs) และ Biological Exposure Indices (BELs)
2. คำถามจงอธิบายข้อจำกัดของการนำ Threshold Limit values (TLVs) ไปใช้
3. คำถามจงอธิบายความหมายของ "during shift" หรือ "end of shift"

แนวคำตอบประจำบทที่ 2

1. **ตอบ** Threshold Limit values (TLVs) เป็นความเข้มข้นของสารในเมื่อคนงานเกือบทั้งหมดสัมผัสสารหลายๆวันต่อเนื่องกันโดยไม่เกิดผลเสียหรืออันตรายต่อสุขภาพแต่เนื่องจากคนเราแตกต่างกันอาจมีคนงานจำนวนน้อยที่ได้รับแล้วเกิดอันตรายต่อสุขภาพเมื่อได้รับสารที่ระดับกว่าหรือเท่ากับค่า TLV

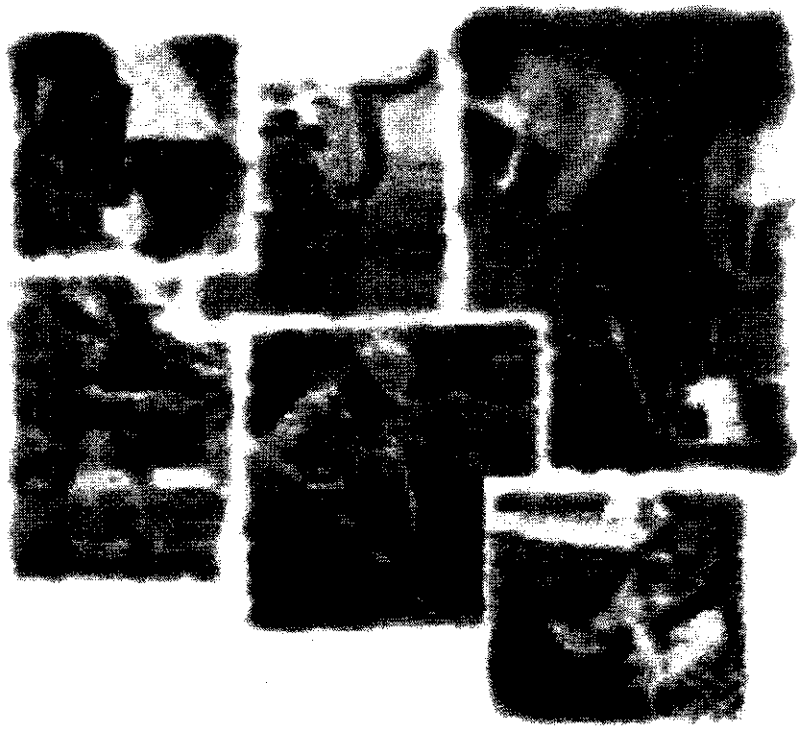
Biological Exposure Indices (BELs) ดัชนีชี้สภาพร่างกายโดยความเข้มข้นของของเหลวในร่างกาย เป็นระดับของสารที่ได้จากตัวอย่างที่เก็บจากคนงานปกติที่ได้รับสารเคมีในระดับเดียวกับคนงานที่หายใจเอาสารที่ระดับ TLV – TWAเข้าร่างกาย

2. **ตอบ** - ไม่ใช้ในการประเมินผลหรือควบคุมปริมาณสารพิษในอากาศของชุมชน
- ไม่ใช้ในการประเมินความเป็นพิษของคนงานที่ทำงานในช่วงเวลาทำงานที่ยาวผิดปกติ
- ไม่ใช้เป็นข้อพิสูจน์ว่าเป็นโรค ไม่ใช้ในประเทศที่มีสภาวะการทำงานและวัฒนธรรมที่แตกต่างจากประเทศสหรัฐอเมริกา
- ไม่ใช้สำหรับเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของมลพิษที่ได้จากการเก็บตัวอย่างครั้งเดียว
- ไม่ใช้เป็นเส้นแบ่งระหว่างความเข้มข้นที่ปลอดภัยและความเข้มข้นที่เกิดอันตราย
- ไม่ใช่ข้อบ่งชี้ถึงความเป็นพิษ

3. **ตอบ** "during shift" หรือ "end of shift" หมายถึง การเก็บตัวอย่างในช่วง 2 ชม. ก่อนเลิกงานใช้กับสารที่มีครึ่ง ชีวิตสั้นคือน้อยกว่า 5 ชม. สารเหล่านี้จะไม่สะสมในร่างกาย

บทที่ 3

ปัจจัยทางด้านกายภาพ (Physical Hazards)



แผนการเรียนประจำบทที่ 3

วิชา	618 342 หลักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Principle of Industrial Hygiene)
ชื่อบทเรียน	ปัจจัยทางด้านกายภาพ (Physical Hazards) ที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ
หัวเรื่อง	ตอนที่ 3.1 เสียงดัง (Noise)
	ตอนที่ 3.2 ความสั่นสะเทือน (Vibration)
	ตอนที่ 3.3 อุณหภูมิที่ผิดปกติ (Temperature extreme)
	ตอนที่ 3.4 รังสี (Radiation)
	ตอนที่ 3.5 แสงสว่าง (Illumination)

แนวคิด

1. ปัจจัยทางด้านกายภาพที่อาจทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและลดประสิทธิภาพการทำงานของคนทำงานในทุกสาขาอาชีพมีได้แก่ (1) เสียงดัง (Noise) (2) ความสั่นสะเทือน (Vibration)(3) อุณหภูมิที่ผิดปกติ (Temperature extreme)(4) รังสี (Radiation)(5) แสงสว่าง (Illumination)
2. การประเมินอันตรายทางด้านกายภาพเหล่านี้สามารถทำได้โดย การตรวจวัดและเปรียบเทียบกับมาตรฐานตามกฎหมาย
3. การควบคุมอันตราย แบ่งออกเป็น 3 ทาง คือ (1) การควบคุมทางด้านวิศวกรรม (2) การควบคุมทางด้านการบริหารและการจัดการ (3) การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

วัตถุประสงค์

1. สามารถอธิบายถึงอันตราย แนวทางการปะเมินและการควบคุมอันตรายที่อาจจะเกิดจากเสียงดัง (Noise) ได้
2. สามารถอธิบายถึงอันตราย แนวทางการปะเมินและการควบคุมอันตรายที่อาจจะเกิดจาก ความสั่นสะเทือน (Vibration) ได้
3. สามารถอธิบายถึงอันตราย แนวทางการปะเมินและการควบคุมอันตรายที่อาจจะเกิดจากอุณหภูมิที่ผิดปกติ (Temperature extreme) ได้
4. สามารถอธิบายถึงอันตราย แนวทางการปะเมินและการควบคุมอันตรายที่อาจจะเกิดจากรังสี (Radiation) ได้
5. สามารถอธิบายถึงอันตราย แนวทางการปะเมินและการควบคุมอันตรายที่อาจจะเกิดจากแสงสว่าง (Illumination) ได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ศึกษาคู่มือการเรียนรายวิชา บทที่ 3
2. ศึกษาต้นแบบสื่อประกอบการเรียนการสอน (โฮมเพจรายวิชา)
3. คำถาม – ตอบ ประจำบทเรียน
4. ศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งวิทยาการที่แนะนำ

ตอนที่ 3.1 เสียง (Noise)

1. ความหมาย

เสียงเป็นพลังงานรูปหนึ่งของการสั่นสะเทือนที่ผ่านตัวกลาง ซึ่งอาจเป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ

แหล่งกำเนิดเสียงที่สำคัญ	
ระดับเสียง (เดซิเบลเอ)*	**แหล่งกำเนิดเสียง**
30	เสียงกระซิบ
50	เสียงพิมพ์ดีด
60	เสียงสนทนาทั่วไป
70	-
80	เสียงการจราจรตามปกติ
90	-
100	เสียงขุดเจาะถนน
120	เสียงค้อนเครื่องปั๊มโลหะ
140	เสียงเครื่องบินขึ้น

เดซิเบลเอ dB(A) คือ สเกลของเครื่องวัดเสียงที่สร้างเลียนแบบลักษณะการทำงานของหูมนุษย์ โดยจะกรองเอาความถี่ต่ำ และความถี่สูงของเสียงที่เกินกว่ามนุษย์จะได้ยินออกไป

เสียงดัง (Noise) หมายถึง เสียงที่ไม่ต้องการได้ยิน เสียงรบกวนการรับรู้ และเสียงที่เป็นอันตรายต่อการได้ยิน

สียงรบกวน หมายถึง ระดับเสียงที่ผู้ฟังไม่ต้องการจะได้ยินเพราะสามารถกระทบต่ออารมณ์ ความรู้สึกได้แม้จะไม่เกินเกณฑ์ ที่เป็นอันตราย

2. ประเภทของเสียง

1. เสียงที่มีระดับคงที่ (Continuous Noise) เป็นเสียงที่มีแถบเสียงกว้างมีระดับเสียงและความถี่ค่อนข้างคงที่ มีการเปลี่ยนของระดับเสียงน้อยกว่า 1 วินาที
2. เสียงดังเป็นครั้งคราว (Intermittent Noise) เป็นการได้ยินเสียงดังหลายๆครั้งในการทำงาน
3. เสียงกระทบ (Impact-type noise) เป็นเสียงที่มีลักษณะแหลมและดัง เช่น เสียงจากค้อนและการระเบิด ระยะเวลาที่เกิดเสียง Impact noise ควรน้อยกว่า 0.5 วินาทีต่อครั้ง

3. ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยิน (Risk factors)

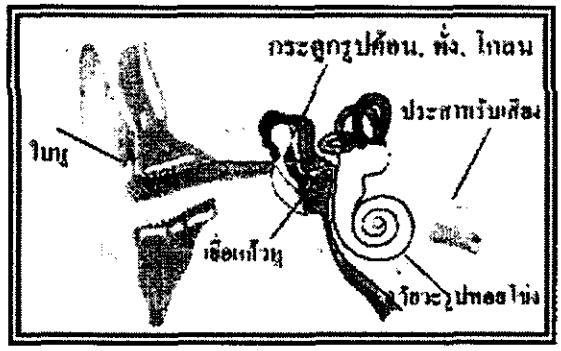
ถ้าหูได้ยินเสียงที่ดังมากเกินไป จะทำให้เกิด การสูญเสียการได้ยินจะเกิดขึ้นบางส่วนซึ่ง มีปัจจัยหลายชนิดที่ทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินได้แก่

1. ความเข้มของเสียงหรือความดังของเสียง
2. ความถี่ของเสียง
3. ระยะเวลาในการได้รับเสียงในแต่ละวัน
4. จำนวนปีที่ทำงาน
5. อายุของคนงาน
6. การสูญเสียการได้ยินและโรคเกี่ยวกับหู
7. ลักษณะสิ่งแวดล้อมที่เกิดเสียง
8. ระยะทางจากแหล่งกำเนิด

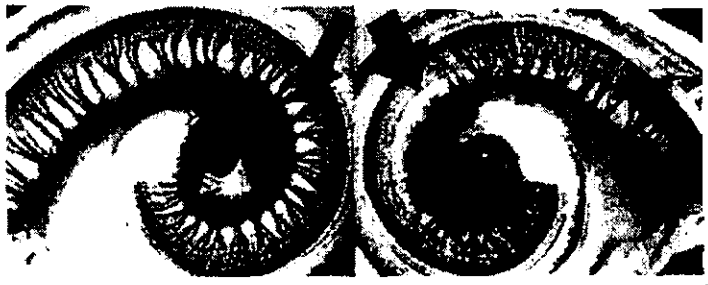
4. อันตรายจากเสียง

อันตรายของเสียงที่มีผลต่อมนุษย์แบ่งออกได้เป็น 3 ประการดังนี้

1. อันตรายต่อการได้ยินของมนุษย์



รูปภาพ แสดงส่วนประกอบต่างๆของหู



รูป ก. ภาพแสดงเซลล์ขน **รูป ข. ภาพแสดงเซลล์ขนถูกทำลาย**

การทำงานในที่มีเสียงดังมาก ๆ จะส่งผลให้เซลล์ขนซึ่งอยู่ในอวัยวะรูปหอยโข่งในหูชั้นใน ถูกทำลายและตายไปทีละน้อย มีผลให้หูอื้อ หูตึง เมื่อเซลล์ขนตายหมด จะไม่สามารถรักษาหรือซ่อมแซมให้กลับสู่สภาพเดิมได้

1.1. อันตรายต่อสุขภาพทั่วไปของมนุษย์

1.1.1. ทำให้การทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อทำงานผิดปกติ

1.1.2. ทำให้สมดุลของร่างกายเปลี่ยนแปลงโดยทำให้ความดันโลหิตสูงกว่าปกติ การเต้นของหัวใจผิดปกติ และการหดตัวของเส้นเลือดผิดปกติ

1.2. อันตรายต่อความปลอดภัยในการทำงาน

1.2.1. เสียงดังที่พบทำให้พฤติกรรมส่วนบุคคล(Individual behavior effects) เปลี่ยนแปลง เช่น เกิดความเชื่องช้า และเกิดความว่าวุ่นในการทำงาน

1.2.2. เสียงดังจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง

1.2.3. เสียงดังรบกวนการนอนหลับ

1.2.4. เสียงดังรบกวนการสื่อสาร

5. การตรวจวัดเสียง (Sound surveys)

ประเภทของการตรวจวัดเสียง

การตรวจวัดเสียงสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ

1) การตรวจวัดเสียงที่แหล่งกำเนิด (Source measurement) เป็นการหาลักษณะของเสียงที่มาจากแหล่งกำเนิด

2) การตรวจวัดเสียงในบรรยากาศ (Ambient – noise measurement) เป็นการวัดระดับเสียงที่ไม่แหล่งกำเนิดเสียงที่แน่นอน

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดเสียง

1) เครื่องวัดเสียง (Sound level meter) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความแตกต่างของความดันเสียงในอากาศ มีส่วนประกอบอยู่ 5 อย่าง

- ไมโครโฟน(Omnidirectional microphone)
- เครื่องขยายเสียง(Attenuators)
- Frequency response networks
- สเกล

2) เครื่องมือวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dose meter) เป็นเครื่องมือที่จะนำมาตรวจวัดปริมาณเสียง (Noise dose) ที่ผู้ปฏิบัติงานต้องสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงาน การวัดเสียงในตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในสิ่งแวดล้อมอาจไม่เพียงพอที่จะประเมินระดับเสียงที่คนงานได้รับได้ เพราะคนงานอาจมีการย้าย

ที่ทำงานไปในตำแหน่งที่มีระดับเสียงแตกต่างกัน การใช้เครื่องมือวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dose meter) ซึ่งติดตัวคนงานจะสามารถรับเสียงที่คนงานสัมผัสได้ดีกว่า (Noise dose meter เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตรวจวัดเทียบกับมาตรฐาน OSHA)

3) เครื่องวัดเสียงแบบวิเคราะห์ความถี่ (Sound level meter – octave Analyzer) เนื่องจากเสียงที่เกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างๆ นั้นจะมีระดับเสียงดังในแต่ละความถี่ที่แตกต่างกัน โอกาศที่จะพบเสียงที่มีความถี่เดียวนั้นมีน้อยจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีเครื่องตรวจวัดเสียงแบบวิเคราะห์ความถี่

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดเสียง

1) อุปกรณ์ปรับความถูกต้อง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ปรับความถูกต้องของเครื่องตรวจวัดเสียงก่อนและหลังใช้งาน
2) ฟองน้ำกันลม (Wind screen) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันลมและฝุ่นละอองที่จะสัมผัสกับไมโครโฟน เพื่อป้องกันไม่ให้ไมโครโฟนเสียหาย และป้องกันค่าที่ได้จากการตรวจวัดคลาดเคลื่อน
3) ขาตั้ง(Tripod) ใช้ในกรณีที่ต้องทำการตรวจวัด ณ จุดใดจุดหนึ่งเป็นเวลานานๆ

6. การประเมินอันตรายจากเสียง

1) การวัดเสียงในสถานที่ทำงาน (Area measurement) มีลักษณะดังต่อไปนี้
   - ทำการตรวจวัดเสียงในพื้นที่ทำงานที่ไม่ใหญ่กว่า 1,000ฟุต โดยใช้ Sound level meter ที่ตั้งสเกลแบบช้า (Slow mode)
   - ทำการวัดที่จุดตรงกลางของสถานที่ทำงานแล้วบันทึกระดับเสียงสูงสุดและต่ำสุดไว้
   - ถ้าระดับเสียงสูงสุดในที่ทำงานไม่เกิน 80dBA แสดงว่าคนงานได้รับเสียงในระดับที่ยอมรับได้
   - ถ้าระดับเสียงที่จุดศูนย์กลางบริเวณทำงานอยู่ระหว่าง 80 และ 92 dBA ไม่สามารถสรุปผลได้ ต้องหาข้อมูลเพิ่มเติม
2) การตรวจวัดในตำแหน่งที่คนทำงาน(Workstation measurements) ถ้าระดับเสียงที่จุดศูนย์กลางบริเวณทำงานอยู่ระหว่าง 80 และ 92 dBA ควรทำการวัดระดับเสียงที่ตำแหน่งที่คนงานแต่ละคนทำงาน โดยใช้เครื่องมือวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dose meter)
3) ระยะเวลาที่ได้รับเสียง (Exposure duration) ในกรณีที่ระดับเสียงในการทำงานสูงหรือกว่า 85 dBA ควรทำการศึกษาต่อไปว่าคนงานได้รับสัมผัสเสียงเป็นระยะเวลาที่ยาวนานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายได้หรือไม่

7. การควบคุมเสียง (Noise control Programs)

1) ควบคุมที่แหล่งกำเนิด

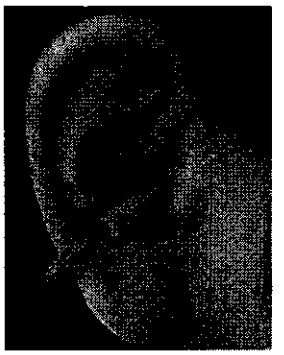
- การออกแบบอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรให้มีการทำงานที่เงียบ

- การเลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ ควรเลือกประเภทที่มีเสียงดังน้อยกว่าเช่น การใช้เครื่องปั๊มโลหะที่เป็นระบบไฮดรอลิก แทนเครื่องที่ใช้ระบบกล
- การเปลี่ยนกระบวนการผลิตที่ไม่ทำให้เกิดเสียงดัง
- การจัดหาที่ปิดล้อมเครื่องจักร โดยนำวัสดุดูดซับเสียงมาบุลงในโครงสร้าง ที่จะใช้ครอบหรือปิดล้อมเครื่องจักร
- การติดตั้งเครื่องจักรให้วางอยู่ในตำแหน่งที่มั่นคง เนื่องจากเสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร และการใช้อุปกรณ์กันสะเทือนจะช่วยลดเสียงได้
- การบำรุงรักษาอุป่กรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรอยู่เสมอ เช่น การทำความสะอาดเป็นประจำ การหยอดน้ำมันหล่อลื่นกันการเสียดสี ของเครื่องจักร

2) การควบคุมที่ทางผ่านของเสียง

- เพิ่มระยะห่างระหว่างเครื่องจักร และผู้รับเสียง ทำให้มีผลต่อระดับเสียง โดยระดับเสียงจะลดลง 6 เดซิเบลเอ ทุก ๆระยะทางที่เพิ่มขึ้น เป็นสองเท่า
- การทำห้อง หรือกำแพงกั้นทางเดินของเสียง โดยออกแบบวัสดุเก็บเสียง หรือดูดซับเสียงที่สัมพันธ์กับความถี่ของเสียง
- การป่ลูกต้นไม้ยืนต้นที่มีใบดกบริเวณริมรั้ว ช่วยในการลดเสียงได้

4) การควบคุมการรับเสียงที่ผู้ฟัง



<u>รูปภาพแสดงอุปกรณ์ป้องกันต่อหูแบบปลั๊กอุดหู</u>

- การใช้อุปกรณ์ป้องกันต่อหู เพื่อลดความดังของเสียงมี 2 แบบคือ 1) ที่ครอบหู จะปิดหูและกระดูกรอบ ๆ ใบหูไว้ทั้งหมด สามารถลดระดับความดังของเสียงได้ 20-40 เดซิเบลเอ 2) ปลั๊กอุดหู ทำด้วยยาง หรือพลาสติก ใช้สอดเข้าไปในช่องหูสามารถลดระดับความดังของเสียงได้ 10-20 เดซิเบลเอ
- การลดระยะเวลาในการรับเสียงของผู้ที่อยู่ในบริเวณที่มีเสียงดังเกินมาตรฐาน โดยจำกัดให้น้อยลง

สรุป

เสียงเป็นพลังงานรูปหนึ่งของการสั่นสะเทือนที่ผ่านตัวกลาง ซึ่งอาจเป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ แบ่งออกเป็น 3 ประเภทของเสียง คือ

1)เสียงที่มีระดับคงที่ (Continuous Noise)

2) เสียงดังเป็นครั้งคราว (Intermittent Noise)

3) เสียงกระทบ (Impact-type noise)

อันตรายจากเสียง แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1)อันตรายต่อการได้ยินของมนุษย์ ได้แก่ การสูญเสียการได้ยิน

2)อันตรายต่อสุขภาพทั่วไปของมนุษย์ ได้แก่ การทำให้สมดุลของร่างกายเปลี่ยนแปลง พฤติกรรม เปลี่ยนแปลง เชื่องช้า กระวนกระวาย

การวัดเสียง (Sound surveys) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ

1) การตรวจวัดเสียงที่แหล่งกำเนิด (Source measurement)

2) การตรวจวัดเสียงในบรรยากาศ (Ambient – noise measurement)

การควบคุมอันตรายที่เกิดจากเสียงสามารถทำได้โดย

1) การควบคุมที่แหล่งกำเนิด ได้แก่ การจัดหาที่ปิดล้อมเครื่องจักร และการติดตั้งเครื่องจักรให้วางอยู่ในตำแหน่งที่มั่นคง เป็นต้น

2) การควบคุมที่ทางผ่านของเสียง ได้แก่ การเพิ่มระยะห่างระหว่างเครื่องจักรและผู้รับเสียง การทำห้อง หรือ กำแพงกั้น

3) การควบคุมการรับเสียงที่ผู้ฟัง ได้แก่ การใช้อุปกรณ์ป้องกันต่อหู และการลดระยะเวลาในการรับเสียง

ตอนที่ 3.2 ความสั่นสะเทือน (Vibration)

1. ความหมาย

ความสั่นสะเทือนเกิดจากพลังงานกล ทำให้วัตถุเคลื่อนไหวโดยเคลื่อนไหวจากแกนกลาง ในลักษณะแนวนอนหรือแนวดิ่ง

2. ประเภทของความสั่นสะเทือน

1) ความสั่นสะเทือนที่มีลักษณะสม่ำเสมอ ความสั่นสะเทือนที่มีลักษณะสม่ำเสมอจะเกิดขึ้นได้จากของวัตถุในลักษณะที่เป็นคลื่นรอบๆ จุดสมดุลซ้ำแล้วซ้ำอีกในตำแหน่งเดิมในช่วงเวลาหนึ่งๆ
2) ความสั่นสะเทือนที่มีลักษณะไม่สม่ำเสมอ ตามปกติแล้วความสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปจะเป็นความสั่นสะเทือนที่มีลักษณะไม่สม่ำเสมอซึ่งเกิดจากการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อน และการเคลื่อนไหวที่ไม่ได้เคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำจุดเดิม

3. อันตรายจากความสั่นสะเทือน

1) อันตรายจากความสั่นสะเทือนในช่วงความถี่ของคลื่นความสั่นสะเทือนต่ำมาก (น้อยกว่า 1 เฮิรตซ์) อาการที่เกิดขึ้นตั้งแต่ความรู้สึกไม่สบายเล็กน้อย เกิดอาการวิงเวียน ซีด ตัวเย็นและมีเหงื่อออก
2) อันตรายจากความสั่นสะเทือนในช่วงความถี่ของคลื่นความสั่นสะเทือนต่ำ (2-20 เฮิรตซ์) กระทบกระเทือนต่ออวัยวะภายใน ผลที่เกิดจากความสั่นสะเทือนนี้อาจก่อให้เกิดการสะสม ทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนของร่างกายถูกจำกัด เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อบริเวณข้อต่อซึ่งจะส่งผลต่อการเคลื่อนไหว อาจเกิดผลต่อสมอง การสูญเสียการมองเห็น เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและทำงานผิดพลาดมากขึ้น
3) อันตรายจากความสั่นสะเทือนในช่วงความถี่ของคลื่นความสั่นสะเทือนต่ำ (20- 1,000 เฮิรตซ์) อันตรายที่เกิดขึ้นนี้อาจแบ่งตามช่วงความถี่และช่วงกว้าง(Amplitudes) ของคลื่นความสั่นสะเทือนได้ดังต่อไปนี้

   - ที่คลื่นความถี่ระหว่าง 40 เฮิรตซ์ อาจก่อให้เกิดการฟกช้ำของบริเวณกระดูกข้อต่อต่างๆ
   - ที่คลื่นความถี่ระหว่าง 40 – 300 เฮิรตซ์ อาจทำให้เกิดอาการที่เรียกว่า Raynaud's syndrome หรือที่เรียกว่านิ้วตาย (dead fingers) หรือ นิ้วซีด (white fingers)
   - ที่คลื่นความถี่สูงกว่า 300 เฮิรตซ์ อาจทำให้การทำงานของมือ แขน และไหล่สูญเสียไปอย่างถาวร

4. การตรวจวัดความสั่นสะเทือน

เครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดความสั่นสะเทือน

1) ปีกอัพ เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้วัดความสั้นสะเทือนได้ทั้งในรูปของการแทนที่ด้วย ความเร็ว และความเร่ง แต่ที่นิยมใช้วัดมากที่สุดคือ เครื่องวัดความเร่ง(Accelerometers) ทั้งนี้เพราะว่าเป็นเครื่องที่มีขนาดเล็กและสามารถวัดได้ในช่วงความถี่ของคลื่นความสั่นสะเทือนที่กว้าง

2) เครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้า มีหน้าที่ 2 ประการด้วยกันคือ ทำหน้าในการขยายสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งมาจากปีกอัพหรือเครื่องวัดความเร่งซึ่งเป็นสัญญาณที่อ่อนให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น และทำหน้าเปลี่ยนแรงต้านไฟฟ้า (Impedance) ที่สูงจากปีกอัพหรือเครื่องวัดความเร่งให้ต่ำลงจนอยู่ในระดับค่าที่ยอมรับได้ เครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้ามี 2 ชนิดคือ

   - เครื่องขยายแรงคลื่นไฟฟ้า (Voltage amplifier) ซึ่งเป็นชนิดที่แรงคลื่นไฟฟ้าที่ส่งออกมาจากเครื่องสัมพันธ์โดยตรงกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เข้าไปในเครื่อง
   - เครื่องขยายประจุไฟฟ้า (Charge amplifier) เป็นชนิดที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ส่งออกมาจากเครื่องเป็นสัดส่วนกับประจุไฟฟ้าที่เข้าไปในเครื่อง

3) เครื่องวิเคราะห์ความสั่นสะเทือน เมื่อได้รับสัญญาณไฟฟ้าจากเครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้าแล้ว เครื่องวิเคราะห์ความสั่นสะเทือนก็จะตรวจวัดค่าต่างๆตามความต้องการของผู้ใช้ ค่าที่สามารถวัดได้ เช่น ค่าสูงสุดเฉลี่ย และ ค่า Root mean square :RMS ของการแทนที่ ความเร็ว และความเร่งของการสั่นสะเทือนเครื่องวิเคราะห์ความสั่นสะเทือนมี 2 ชนิดคือ

   - คอนสแตนท์ แบนวิด (Constant banwidth)
   - คอนสแตนท์เปอร์เซ็นต์เตท แบนวิด (Constant percentage banwidth)

4) เครื่องบันทึกความสั่นสะเทือน มีหน้าที่ในการแสดงผลลัพท์ที่ได้จากการตรวจวัดของเครื่องวิเคราะห์ความสั่นสะเทือน แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

   - พิมพ์ผลการตรวจวัดในแถบกระดาษออกมาเป็นตัวเลข
   - แสดงผลการตรวจวัดโดยใช้มิเตอร์บอกที่หน้าปัด
   - แสดงผลการตรวจวัดออกมาเป็นคลื่นความสั่นสะเทือนออกมาที่จอภาพ

ขั้นตอนในการตรวจวัดความสั่นสะเทือน

1) สำรวจบริเวณที่จะติดตั้งปีกอัพ โดยพิจารณาถึงความเหมาะสม
2) ประมาณค่าและลักษณะการสั่นสะเทือนที่เกิดบนพื้นผิวบริเวณที่ติดตั้งเครื่องมือ
3) เลือกชนิดของปีกอัพโดยพิจารณาถึงน้ำหนักของปีกอัพ ลักษณะของความสั่นสะเทือน สนามไฟฟ้า และสิ่งอื่นๆที่เกี่ยวข้องในบริเวณนั้น
4) เลือกเครื่องมือส่วนอื่นๆให้เหมาะสมกับประเภทของการตรวจวัดและผลที่ต้องการนำไปใช้
5) ใช้เครื่องมือปรับความถูกต้องปรับความถูกต้องของเครื่องมือทั้งระบบ

6) วาดภาพร่างของเครื่องมือทั้งระบบ โดยระบุชนิด และหมายเลขเครื่อง (Serial number)

7) เลือกตัวยึดและวิธีการติดตั้งที่เหมาะสม

8) ติดตั้งปีกอัพและเครื่องมือส่วนอื่นๆ

9) บันทึกการเซทปุ่มทุกปุ่มของเครื่องมือว่าเซ็ทไว้ที่ค่าใดบ้าง

10) ทำการตรวจวัด

5. การประเมินความสั่นสะเทือน

เกณฑ์การสัมผัสความสั่นสะเทือน(Vibration exposure criteria) ซึ่งกำหนดขึ้นโดยองค์การมาตรฐานนานาชาติ (International Standards Organization: ISO) เกณฑ์ดังกล่าวนี้ใช้กับสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับความสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย ทั้งในลักษณะที่นั่งหรือยืนและความสั่นสะเทือนทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน

การประเมินอันตรายจากความสั่นสะเทือนสามารถทำได้โดยทำการตรวจวัดความสั่นสะเทือนและเปรียบเทียบกับมาตรฐานดังกล่าวข้างต้น

ข้อจำกัด มาตรฐานที่กำหนดขึ้นมานั้น ส่วนใหญ่เป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้นมาใช้เฉพาะกรณีจึงไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผู้ที่ปฏิบัติงานโดยทั่วไปได้ ดังนั้นในปัจจุบันจึงยังคงไม่มีมาตรฐานความสั่นสะเทือนที่ได้รับการยอมรับกันโดยทั่วไป

6. การควบคุมความสั่นสะเทือน

1) การควบคุมทางด้านวิศวกรรม

- การลดความสั่นสะเทือนของเครื่องจักร (Reduction of mechanical disturbance) โดยการซ่อมแซมและตรวจสอบเครื่องจักร
- การลดความสั่นสะเทือนของพื้นที่ผิว(Reduction of surface response) โดยใช้แผ่นแหนบหรือ ชื่อกแอบซอบเบอรส์ (Shock - absorbers)
- การแยกแหล่งความสั่นสะเทือน (Vibration isolation) เป็นการลดความสั่นสะเทือนโดยใช้วัสดุที่ยืดหยุ่นได้ เช่น การใช้สปริงเชื่อมต่อระหว่างเครื่องจักร และแหล่งกำเนิดความสั่นสะเทือนเพื่อลดการส่งผ่านความสั่นสะเทือนลง

2) การควบคุมด้านการบริหารและการจัดการ

- การตรวจสุขภาพผู้ปฏิบัติงาน (Health inspection)
- การลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน(Reduction of working hours)
- การฝึกอบรมพนักงานก่อนเข้าทำงาน

3) การใช้อุกรณป้องกันอันตรายส่วนบุคคล(Personal protective devices)

- ถุงมือป้องกันความสั่นสะเทือน
- การสวมรองเท้าชนิดพิเศษ

สรุป

ความสั่นสะเทือนเกิดจากพลังงานกล ทำให้ วัตถุเคลื่อนไหวโดยเคลื่อนไหวจากแกนกลาง ในลักษณะแนวนอนหรือแนวดิ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ 1)ความสั่นสะเทือนที่สม่ำเสมอ 2) ความสั่นสะเทือนที่ไม่สม่ำเสมอ

อันตรายจากความสั่นสะเทือนต่อสุขภาพอนามัยแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ

1) กรณีทั่วร่างกาย (Whole body)

2) กรณีเฉพาะบริเวณ (Hand-Arm)

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดความสั่นสะเทือนประกอบด้วย

1) ปีกอัพ

2) เครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้า

3) เครื่องวิเคราะห์ความสั่นสะเทือน

4) เครื่องบันทึกความสั่นสะเทือน

การประเมินอันตรายจากความสั่นสะเทือนทำได้โดยทำการตรวจวัดและเปรียบเทียบกับมาตรฐานเกณฑ์การสัมผัสความสั่นสะเทือน(Vibration exposure criteria) ซึ่งกำหนดขึ้นโดยองค์การมาตรฐานนานาชาติ (International Standards Organization: ISO) แต่การใช้มาตรฐานนี้ก็มีข้อจำกัดมาก

การควบคุมอันตรายความสั่นสะเทือนทำได้โดย 1)การควบคุมทางด้านวิศวกรรมได้แก่ การซ่อมแซมและตรวจสอบเครื่องจักร ใช้แผ่นแหนบหรือ ช็อกแอบซอบเบอร์ส์ (Shock - absorbers) และการใช้สปริงเชื่อม 2) การควบคุมด้านการบริหารและการจัดการ ได้แก่ การตรวจสุขภาพผู้ปฏิบัติงานและการลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน 3) การใช้อุกรณป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ได้แก่ ถุงมือและการสวมรองเท้าชนิดพิเศษ

ตอนที่ 3.3 อุณหภูมิที่ผิดปกติ (Temperature extreme)

1. ความหมาย

การนำความร้อน (Conduction) เป็นการส่งผ่านความร้อนจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งในร่างกาย

การพาความร้อน (Convection) การส่งผ่านความร้อนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยอาศัยตัวพา

การแผ่รังสี (Radiation) เป็นพลังงานรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นช่วงรังสีที่มองเห็นได้และรังสีใต้แดง

ความร้อน (Heat) เป็นพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการสั่นและการชนกันของโมเลกุลและอะตอมของสสาร พลังงานความร้อนจะอยู่ในรูปของพลังงานจลน์ ความร้อนเป็นพลังงานที่อาจเปลี่ยนแปลงมาจากพลังงานรูปอื่นได้ เช่น จากพลังเคมี พลังงานไฟฟ้า พลังงานแสงและพลังงานกล

การระเหยของความร้อน เป็นการแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งเกิดขึ้นจากของเหลวที่กลายเป็นไอและแพร่กระจายออกจากพื้นผิว พร้อมทั้งดึงเอาความร้อนแฝงจากของเหลวออกไปด้วย

หน่วยของความร้อน คือ องศาเซลเซียส องศาฟาเรนไฮต์ องศาสมบูรณ์แรงกิน และองศาสมบูรณ์เคลวิน

2. ชนิดและแหล่งของความร้อน

ชนิดและแหล่งของความร้อนที่มีอิทธิพลต่อร่างกายของคนประกอบด้วย

1) ความร้อนจากกระบวนการเผาผลาญสารอาหาร หรือกระบวนการเมตาโบลิซึม (Metabolism) ค่าความร้อนที่ถูกผลิตขึ้นมาสามารถวัดได้จากปริมาณออกซิเจนที่หายใจเข้าไปในคนขณะพักผ่อนตามสบาย

2) ความร้อนจากการทำงาน เมื่อคนเราออกกำลังกาย ทำกิจกรรมหรือทำงาน ก็จะทำให้ร่างกายต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้นด้วย ขณะกำลังทำงานในลักษณะต่าง ๆ รวมทั้งค่าพลังงานความร้อนที่ผลิตขึ้นและค่าออกซิเจนที่ต้องการเป็นร้อยละของอัตราสูงสุดของการใช้ออกซิเจน ที่ความต้องการออกซิเจนตั้งแต่ร้อยละ 50 ของอัตราสูงสุดของการใช้ออกซิเจน

3) ความร้อนจากสิ่งแวดล้อม แหล่งกำเนิดความร้อนในสิ่งแวดล้อมที่สำคัญแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- ❖ ความร้อนจากดวงอาทิตย์ กลุ่มบุคคลที่ต้องสัมผัสกับความร้อนจากดวงอาทิตย์เป็นประจำก็คือ กลุ่มคนที่ต้องทำงานหนักกลางแจ้ง เช่น กรรมกร ชาวนา ชาวไร่ รวมทั้งทหาร นักกีฬากลางแจ้งทุกประเภท
- ❖ ความร้อนจากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น เครื่องจักรที่ให้ความร้อน เตาเผา เตาหลอม หรือหม้อไอน้ำ โรงงานหลอมหล่อโลหะ โรงงานรีดโลหะ

3. อันตรายจากอุณหภูมิที่ผิดปกติ (Temperature extreme)

แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) อันตรายจากสิ่งแวดล้อมที่เย็น (Cold environment)

2) อันตรายจากสิ่งแวดล้อมที่ร้อน (Hot environment)

3.1 อันตรายจากสิ่งแวดล้อมที่เย็น (Cold environment)

แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1) อันตรายทั่วไป ได้แก่ ไฮโปเทอเมีย (Hypothermia)

2) อันตรายเฉพาะที่ ได้แก่ ฟรอสไบท์ (Frostbite) ชิลเบลน (Chilblains) และ ฟรอสนิป (Frosnip)

1) อันตรายทั่วไป

ไฮโปเทอเมีย (Hypothermia) ไฮโปเทอเมียจะเกิดเมื่ออุณหภูมิของอากาศอยู่ระหว่าง 2 - 10 ^{o}C แต่เมื่อพิจารณาความเร็วลม (Wind chill) ด้วย อุณหภูมิที่แท้จริงจะต่ำอย่างมาก อาการของ ไฮโปเทอเมีย (Hypothermia) ได้แก่ รู้สึกเย็นมีอาการสั่นแบบควบคุมไม่ได้ ปวดตามแขนและขาส่วนปลาย เมื่ออุณหภูมิของร่างกาย (Core temperature) ลดต่ำเหลือ 29 ^{o}C จะเกิดอันตรายมากขึ้น ได้แก่ หัวใจเต้นช้าลง ชีพจรอ่อน ความดันเลือดต่ำ สูญเสียความทรงจำ ผิวเย็น เหนื่อยล้าอย่างมาก อาจหมดความรู้สึก หรือตายได้

คนที่ออกกำลังกายนานๆแล้วเกิดความเมื่อยล้า จะทำให้สูญเสียความร้อนได้ง่าย เมื่อเกิดการอ่อนล้า ความสามารถของร่างกายที่จะทำให้เส้นเลือดหดตัวลดลง เลือดที่หมุนเวียนใกล้กับผิวหนังจะสูญเสียความร้อนอย่างรวดเร็วและร่างกายจะเริ่มเย็น

ยาแก้ปวดและแอลกอฮอล์ จะเพิ่มอัตราการเกิดไฮโปเทอเมีย โดยยาแก้ปวดจะรบกวนการส่งสัญญาณของสมอง ส่วนแอลกอฮอล์จะทำให้เส้นเลือดบริเวณผิวหนังขยายตัวทำให้เพิ่มการสูญเสียความร้อน และทำให้อุณหภูมิของร่างกายลดต่ำลง

2) อันตรายเฉพาะที่

ความผิดปกติของเส้นเลือด

ความผิดปกติของเส้นเลือดทำให้เพิ่มความไวในการรับรู้ความรู้สึกเย็น ซึ่งพบในคนคนที่เป็นโรค Raynaud 'sphenomenon และ Acrocyanosis

Raynaud 's phenomenon เป็นสภาวะการหมดความรู้สึกเฉพาะแห่งการขาวซีดของนิ้วมือ จะมีอาการคั่นและชาเมื่อถูกความเย็น Raynaud 's phenomenon จะเกิดพร้อมกับโรคอื่นเช่น Systemic scleroderma มีอาการบวมของใบหน้าและอวัยวะ และ Multiple sclerosis ได้แก่ เกิดการแข็งของสมองไขสันหลัง ทำให้เกิดอัมพาต สั่น กระตุก ตากระตุก พูดไม่ชัด Raynaud disease เกิดกับคนที่ใช้เครื่องมือที่มีการสั่นสะเทือน ซึ่งอาจเรียกว่า White finger disease ทำให้เกิดความไวต่อความเย็น เมื่อถูกความเย็นจะทำให้เกิดการอักเสบของแขนขา อาจต้องมีการตัดทิ้งในรายที่เป็นมาก

Acrocyanosis เป็นสภาวะที่มือหรือเท้าเป็นสีน้ำเงินจางๆ ม่วงหรือเทาจางๆ เนื่องจากการสัมผัสความเย็นจนทำให้ฮีโมโกลบินในเลือดลดลง

คนงานที่มีปัญหาเส้นเลือดผิดปกติ ควรระมัดระวังหลีกเลี่ยงจากความเย็น บางคนมีอาการแพ้เมื่อสัมผัสกับความเย็น คนแก่และเด็กบางคนสูญเสียความรู้สึกรับรู้ต่อความเย็น ทำให้มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิช้า ทำให้ไม่สามารถป้องกันตัวเองจากความเย็นได้

ฟรอสไบส์ (Frostbite) สามารถเกิดขึ้นได้โดยไม่เป็นไฮโปเทอเมีย เนื่องจากที่แขนขาส่วนปลายของร่างกายไม่ได้รับความร้อนที่เพียงพอจากส่วนกลาง ซึ่งอาจเกิดจากการไหลเวียนของเลือดไม่ดี หรือการปกคลุมของร่ากายไม่ดี ฟรอสไบส์ จะเกิดเมื่อได้รับความเย็นจัดทำให้เกิดการแข็งของของเหลวที่อยู่รอบเซลล์ ทำให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อ จะเกิดได้ง่ายที่จมูก แก้ม หู นิ้วมือ และนิ้วเท้า อันตรายของฟรอสไบส์จะมีผลเฉพาะเนื้อเยื่อชั้นนอกของผิวหนังหรืออาจรวมเนื้อเยื่อที่อยู่ใต้ผิวหนังลงไปอีก อาจเกิดอันตรายจากการเป็นแผล เนื้อเยื่อตาย โดยปกติผิวหนังจะแข็งตัวที่อุณหภูมิประมาณ -1 ^{o}C เมื่อความเร็วลมเพิ่มมากขึ้นการสูญเสียความร้อนจะเพิ่มมากขึ้น ฟรอสไบส์จะเกิดเร็วขึ้นถ้าผิวหนังสัมผัสกับวัตถุที่เย็นกว่าจุดเยือกแข็ง ฟรอสไบส์ จะเกิดที่จุดสัมผัสแม้ว่าจะอยู่ในสิ่งแวดล้อมอบอุ่นก็ตาม

ฟรอสไบส์ มี 3 ระดับคือ

ขั้นแรก จะเกิดการแข็งตัวของผิวหนังโดยไม่มีอาการผิวหนังพุพองหรือผิวหนังเปิดออก

ขั้นที่สอง เกิดการแข็งตัวของผิวหนังมีเม็ดพุพองและผิวหนังถลอก

ขั้นที่สาม เกิดการแข็งตัวของผิวหนัง เนื้อเยื่อที่ผิวหนังตายและเนื้อเยื่อที่อยู่ลึกลงไปได้รับอันตราย

อาการของฟรอสไบส์ ได้แก่ ผิวหนังเปลี่ยนสีไปเป็นสีขาวหรือสีเทาเหลืองแล้วเปลี่ยนเป็นแดงม่วง และเป็นดำเมื่อเนื้อเยื่อตาย อาจมีอาการปวดและเกิดเม็ดพุพอง ผิวหนังส่วนที่ได้รับอันตรายจะหมดความรู้สึกเฉพาะที่ อาจมีอาการชา ตึง ปวด หรือเป็นตระคิว

4. Trench foot สภาวะที่เท้าแช่อยู่ในที่เย็นเป็นเวลานานโดยไม่แข็ง มีความชื้นอยู่ตลอดเวลา เช่น เอาเท้าแช่น้ำ จะเกิดการบวม ชา คัน และปวด อาจเกิดเป็นเม็ดพุพอง เกิดการอักเสบ เนื้อเยื่อผิวตาย เมื่อเกิดอาการเช่นนี้กับส่วนอื่นของร่างกายเรียกว่า) ชิลเบลน (Chilblains)

5. ฟรอสนิป (Frosnip) เกิดขึ้นที่หน้าหรือปลายแขนขาที่สัมผัสกับความเย็น ทำให้ผิวเปลี่ยนเป็นสีขาวซีด

3.2 อันตรายจากสิ่งแวดล้อมที่ร้อน (Hot environment)

ความผิดปกติของความร้อนอาจแบ่งเป็น

1) การควบคุมอุณหภูมิผิดปกติ

เป็นความผิดปกติเนื่องจากไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้

การเป็นลมเนื่องจากความร้อน (Heatstroke) จะมีอาการผิวหนังร้อนและแห้ง ผิวจะเป็นสีแดงหรือสีเงินอุณหภูมิที่วัดที่ทวารหนักเป็น 40.5 $^{\circ}$C หรือมากว่า มีการสับสน ไม่รู้สึกตัว ชัก อุณหภูมิที่ทวารหนักยังคงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ถ้าไม่รักษาทันท่วงทีอาจเสียชีวิตได้

2) การอุดตันของเส้นเลือด (Circulatory hypostasis) โรคที่พบได้แก่ Heat syncope มีอาการเป็นลมขณะที่ยืนในที่ร้อน มีเลือดไปรวมกันบริเวณที่มีเส้นเลือดขยายตัวและเลือดไปอยู่ที่ส่วนล่างของร่างกาย

3) การขาดน้ำ/เกลือแร่

การอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน (Heat exhaustion) มีอาการอ่อนล้า คลื่นไส้ ปวดหัว เวียนศีรษะ ผิวหนังชื้น ซีด หรืออาจเป็นสีแดง อาจสลบทั้งยืน ชีพจรอ่อน และความดันเลือดต่ำ อุณหภูมิที่วัดในปากปกติหรือต่ำแต่อุณหภูมิที่วัดที่ทวารหนักจะสูงขึ้น (37.5 – 38.5 $^{\circ}$C)มีลักษณะการขาดน้ำ ปัสสาวะน้อยและข้น ขาดเกลือแร่ การสูญเสียน้ำทำให้ร่างกายขาดน้ำ ปริมาณเลือดไหลเวียนไม่เพียงพอ การไหลเวียนไม่ดีเพราะความต้องการเลือดไปเลี้ยงผิวหนังและกล้ามเนื้อที่กำลังทำงานในขณะเดียวกัน

การเป็นตระคิวเนื่องจากความร้อน (Heat cramps) มีอาการกระตุกของกล้ามเนื้อทำให้เจ็บปวดอย่างมากระหว่างทำงาน (กล้ามเนื้อ แขน ขา และท้อง) อาการจะเริ่มระหว่างทำงานหรือหลังเลิกงาน ร่างกายมีการสูญเสียเกลือแร่ไปเป็นจำนวนมาก เมื่อมีการดื่มน้ำเข้าไปน้ำจะเข้าไปที่กล้ามเนื้อ ทำให้เกิดการปวดตามกล้ามเนื้อ

4) อาการผิดปกติที่ผิวหนัง (Skin eruptions)

ผื่นเนื่องจากความร้อน (Heat rash) จะเกิดตุ่มเล็กแดงในบริเวณที่ได้รับอันตรายจากความร้อน จะมีความรู้สึกคล้ายกับถูกของทิ่มแทงเมื่อโดนความร้อน ต่อมเหงื่ออุดตันด้วยเหงื่อทำให้เกิดการอักเสบ

ผื่นเนื่องจากการกักขังของเหงื่อ (Anchoretic heat exhaustion) ผิวหนังบริเวณกว้างที่ไม่มีเหงื่อเมื่อได้รับความร้อนแต่มีอาการขนลุก ซึ่งอาการจะลดลงเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เย็น เป็นแผลตามร่างกาย (ผดผื่น ผิวไหม้) ทำให้เหงื่อค้างอยู่ใต้ผิวหนัง ลดการระเหยของเหงื่อ ทำให้ไม่ทนต่อความร้อน

5) พฤติกรรมที่ผิดปกติ (Behavioral disorders)

เหนื่อยล้าชั่วคราว (Transient heat fatigue) อาการเหนื่อยล้าจะทำให้การทำงานของกลไกการรับรู้ต่อความร้อนเสียไป สภาพจิตใจหรือการเฝ้าระวังทางความร้อนของร่างกายเสียไป ไม่สบายและมีความเครียด

เหนื่อยล้าถาวร (Chronic heat fatigue) อาการเหนื่อยล้าถาวร ทำให้ความสามารถในการทำงานลดลง ลดการควบคุมตัวเองในสังคม (ดื่มเหล้ามากขึ้น ตามใจตัวเองมากขึ้น ไม่สามารถตั้งใจทำสิ่งใดได้) เกิดอาการเครียดทางจิตใจ ซึ่งเท่ากับมีความเครียดจากความร้อน

4. การตรวจวัดความร้อน

1) องค์ประกอบหรือปัจจัยที่สำคัญของความร้อนที่มีผลต่อการปฏิบัติงานประกอบด้วย

1. ความชื้นของอากาศ
2. ความเร็วลม

ความรู้สึกต่ออัตราความเร็วลมเป็นดังนี้

0.05 – 0.25	เมตร/วินาที	จะไม่รู้สึกหรือสังเกตไม่ได้
0.25 – 0.50	เมตร/วินาที	รู้สึกสบาย
0.50 – 1.00	เมตร/วินาที	รู้สึกสบายจนรับรู้ได้ว่ามีการเคลื่อนไหวของอากาศ
1.00 – 1.50	เมตร/วินาที	รู้สึกว่ามีลมพัดเล็กน้อยจนถึงรู้สึกรบกวน
> 1.50	เมตร/วินาที	รู้สึกรบกวน

3. การแผ่รังสีความร้อน
4. ที่ตัวคนงาน ได้แก่ ชนิดของเสื้อผ้า รูปร่าง เพศ อายุ โรคประจำตัว การปรับตัวของคนงานให้เข้ากับความร้อนถึงสภาพการทำงาน

2) ดัชนีที่ใช้ในการตรวจวัดดัชนีชี้วัดความร้อนมีหลายแบบได้แก่

1. Dry – Bulb temperature

ใช้สำหรับประมาณค่าความสบายสำหรับคนที่ใส่เสื้อผ้าตามปกติ นั่งทำงานในอาคาร มีความเร็วลม และความชื้น 20 – 60 % อุณหภูมิ 22 – 25.5 °C เป็นช่วงที่สบายสำหรับคนส่วนมาก ถ้าทำงานที่เป็นงานปานกลางหรืองานหนัก อุณหภูมิของอากาศที่สบายจะลดลงประมาณ 1.7 °Cในแต่ละ 25 kcal (100Btu หรือ 29 W) ที่เพิ่มในแต่ละชั่วโมงของการเกิดความร้อน

2. Wet Bulb temperature

Psychosomatic wet bulb temperature อาจเป็นตัวบ่งชี้ที่เหมาะสมของปริมาณความเครียดจากความร้อน ในกรณีที่อุณหภูมิเป็นเรเดียนและความเร็วลมเล็กน้อยสำหรับการใส่เสื้อผ้าตามปกติที่ความเร็วลมต่ำๆ ค่า Wet Bulb temperature ที่ประมาณ 30 °C ซึ่งจัดเป็นค่าที่สูงสำหรับการทำงานที่อยู่นิ่งโดยไม่ถูกรบกวนและที่ 28 °C จัดเป็นค่าที่สูงสำหรับงานปานกลาง

3. Effective Temperature ET

Effective Temperature เป็นค่าที่บ่งชี้ความรู้สึกของความสบายของคนงาน ที่สวมเสื้อผ้าบางทำงานเบา ซึ่งได้สัมผัสกับอุณหภูมิ ความชื้นและความเร็วลม กราฟในรูปที่ 1 แสดงการหาค่า ET(Effective Temperature)

ET ไม่ได้ใช้ความร้อนจากการเมตาบอลิซึ่มและความร้อนเรเดียนไปคำนวณด้วย ค่าที่ใช้สำหรับประเมินความรู้สึกสบายหรือไม่สบาย ไม่ใช้เป็นข้อบ่งชี้ความเครียดจากความร้อนในการทำงาน

4. Wet Bulb globe temperature: WBGT

WBGT Index ใช้งายเป็นดัชนีที่ใช้มาตรฐานสำหรับความเครียดจากความร้อนของ ACGIH และ NIOSH ค่าWBGT ได้ใช้มานานหลายปีแล้ว

การหาค่า WBGT ต้องทราบค่าของตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

- Wet bulb temperature
- Glope bulb temperature
- Dry bulb temperature

3) เครื่องมือที่ใช้สำหรับประเมินความร้อนด้วยดัชนีความร้อน WBGT ประกอบด้วย

1. เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก (WET BULB THERMOMETER)
2. เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง (DRY BULB THERMOMETER)
3. เทอร์โมมิเตอร์ชนิดโกลบ (GLOBE THERMOMETER)
4. ขาตั้ง พร้อมตัวจับยึด

รูปที่ 1 Heat Stress Monitor

รูปที่ 2 เครื่องมือวัดความเร็วลม (Anemometer)

4) การตรวจวัดค่าความร้อน

1. การวัดอุณหภูมิ เครื่องมือวัดอุณหภูมิที่นิยมใช้กันมากที่สุดก็คือ เทอร์โมมิเตอร์ ชนิดที่บรรจุด้วยปรอทหรือแอลกอฮอล์ และผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้เท่านั้น ควรเลือกใช้เทอร์โมมิเตอร์ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน สามารถวัดได้ละเอียดเพียงพอและสามารถอ่านค่าได้อย่างชัดเจน และก่อนใช้งานทุกครั้งต้องตรวจสอบดูว่าของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์แยกจากกันหรือไม่ ถ้าแยกจากกันจะต้องสะบัดหรือจุ่มในน้ำร้อนให้ของเหลวเชื่อมติดกันก่อนการตรวจวัดทุกครั้ง

2. การตรวจวัดปริมาณความร้อน โดยใช้ Heat Stress Monitor (WBGT) ควรทำการตรวจวัด ณ ด้านหน้าจุดปฏิบัติงานของคนงานที่ได้รับความร้อนและวัดระยะเวลาปฏิบัติงานของคนงานที่ได้รับความร้อนตลอดจนลักษณะท่าทางของการทำงานของคนงาน การประเมินความร้อนต้องตั้งทิ้งไว้ประมาณ 25 นาที ณ จุดที่ทำการตรวจวัด เพื่อให้ระดับของปรอทอยู่ในสภาวะคงที่แล้วจึงอ่านค่า

3. การวัดความเร็วลม การวัดการเคลื่อนไหวของอากาศ ทำได้โดยวิธีการดังต่อไปนี้

- ❖ การใช้เครื่องมือวัดความเร็วลม เช่น ฮอทไวร์ แอนนีโมมิเตอร์ (hot wire anemometer) เครื่องมือชนิดนี้สามารถตอบสนองการวัดได้อย่างรวดเร็ว ใช้วัดได้ค่าที่ละเอียดมากและใช้ได้แม้กระทั่งกับกระแสลมที่มีอัตราการเคลื่อนที่ช้ามาก
- ❖ การคาดประมาณความเร็วลมโดยใช้ความรู้สึกสัมผัส จะคาดประมาณความเร็วลมโดยหยาบ ๆ ได้จากการใช้ความรู้สึกสัมผัส

4. การวัดความชื้นของอากาศ ความชื้นก็คือปริมาณไอน้ำในอากาศนั่นเอง ถ้าบริเวณใดมีปริมาณไอน้ำในอากาศมากบริเวณนั้นก็มีความชื้นสูง ที่อุณหภูมิเดียวกันค่าสัดส่วนระหว่างปริมาณความชื้นในอากาศในบริเวณใด ๆ กับปริมาณความชื้นอิ่มตัวในบริเวณนั้น ๆ คือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์

5. การวัดการแผ่รังสีความร้อน เครื่องมือที่นิยมใช้ในการวัดการแผ่รังสีความร้อน คือ เวอร์นอโกลบหรือแบลคโกลบ (Vernon globe or black globe) โดยทั่วไปจะใช้เวลาในการวัดครั้งละประมาณ 15-20-นาที เพื่อให้การถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการพาและการแผ่รังสีอยู่ในสภาพที่สมดุลเสียก่อน

5. การประเมินอันตรายจากความร้อน

จะทำการตรวจวัดบริเวณด้านหน้าจุดปฏิบัติงานของคนงานที่จะได้รับความร้อนรวมถึงระยะเวลาที่ปฏิบัติงานตลอดจนถึงลักษณะท่าทางการทำงานของคนงาน ซึ่งเราจะประเมินสภาพอุณหภูมิในการทำงานโดยใช้ชุดเครื่องมือ WBGT ซึ่งทำการวัดค่าในแต่จุดที่ตรวจวัด จุดละประมาณ 5 นาที แล้วจึงทำการบันทึกค่าแล้วนำค่าที่ได้จากการตรวจวัดไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งจะจำแนกงานแต่ละประเภทตามลักษณะของงานได้ดังนี้

งานเบา หมายถึง งานที่ต้องใช้พลังงานไม่เกิน 200 Kcal / hr หรือ 800 BTU / hr เช่น นั่งหรือยืนควบคุมเครื่องจักร ทำงานเบาด้วยมือหรือแขน

งานปานกลาง หมายถึง งานที่ต้องใช้พลังงาน 200 - 350 Kcal / hr หรือ 800 - 1400 BTU / hr เช่น เดินและยกของน้ำหนักปานกลาง

งานหนัก หมายถึง งานที่ต้องใช้พลังงาน 350 - 500 Kcal / hr หรือ 1400 - 2000 BTU / hr เช่น การขุด การตัก เป็นต้น

6. การควบคุมและป้องกันอันตรายจากอุณหภูมิที่ผิดปกติ

1. การควบคุมและป้องกันที่แหล่งกำเนิด

การควบคุมและป้องกันอันตรายจากความร้อน

- ❖ การหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน เพื่อป้องกันการแผ่รังสีความร้อน
- ❖ การแยกหน่วยการผลิตที่ก่อให้เกิดความร้อน ออกไปจากหน่วยการผลิตอื่น ๆ ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง

โดยอาจจะแยกออกไปอยู่ภายนอกอาคารแล้วสร้างหลังคากำบังเอาไว้ต่างหากก็ได้

- ❖ การใช้ฉากกำบังความร้อนที่แหล่งความร้อน เป็นเพียงการป้องกันไม่ให้คนงานสัมผัสความร้อนโดยตรง อาจมีการนำอะลูมิเนียมฟอย (aluminium foil) มาติดกับแผ่นฉนวนความร้อน หรืออาจใช้แผ่นอะลูมิเนียมแทนก็ได้ สามารถที่จะสะท้อนความร้อนได้
- ❖ การใช้ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ ช่วยระบายความร้อนและยังช่วยในการดูดก๊าซหรือฝุ่นควันอันไม่พึงประสงค์จากเตาเผาหรือเตาหลอมออกไปด้วย แต่วิธีนี้สามารถควบคุมและป้องกันความร้อนที่เกิดจากการพาเท่านั้น ดังนั้น นอกจากการติดตั้งระบบดูดอากาศแล้ว ยังคงต้องใช้ฉากกำบังเพื่อลดการแผ่รังสีความร้อนที่เกิดจากแหล่งความร้อนนั้นด้วย

การควบคุมและป้องกันอันตรายจากความเย็น

- ❖ กาแยกกระบวนการผลิตที่ไม่เกี่ยวข้องจากบริเวณกระบวนการผลิตที่ก่อให้เกิดความเย็น
- ❖ การใช้ฉากกำบัง
- ❖ เลือกใช้เครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตอื่นทดแทน

1. การควบคุมและป้องกันที่สิ่งแวดล้อม

- ❖ การออกแบบและสร้างอาคารให้มีระบบระบายอากาศที่ดี
- ❖ การออกแบบและสร้างโรงงานให้มีรูปแบบที่อากาศสามารถถ่ายเทระหว่างภายในและภายนอกอาคารได้ดี
- ❖ จัดให้มีช่องที่อากาศเย็นด้านนอกอาคารไหลเข้าอยู่ในระดับต่ำติดพื้นอาคาร และให้อากาศเย็นนั้นพัดเข้าสู่ตัวคนงานก่อนที่จะพัดไปผ่านแหล่งกำเนิดความร้อนต่อไป
- ❖ เปิดช่องว่างบนหลังคาให้เพียงพอ เพื่อให้อากาศร้อนลอยตัวผ่านออกไปได้โดยสะดวก ซึ่งจะทำให้อากาศภายในอาคารเย็นอยู่ตลอดเวลา
- ❖ การเป่าอากาศเย็นที่จุดทำงาน สามารถแก่ปัญหาเกี่ยวกับความร้อนที่จุดใดจุดหนึ่งมากเกินไปโดยการเป่าอากาศเย็นเข้าไปครอบคลุมตัวคนงานให้เพียงพอ ปัญหาหลักของการออกแบบระบบนี้ก็คือ การเกิดการผสมกันระหว่างอากาศที่เป่าเข้าไปกับอากาศร้อนในบริเวณนั้น จึงจำเป็นต้องทำให้อากาศที่เป่าเข้าไปผสมกับอากาศร้อนในอาคารน้อยที่สุด ถ้าหากว่าบริเวณใดมีความร้อนสูงเกินไป ก็ควรที่จะสร้างฉากกำบังโดยรอบ หรือกั้นเป็นห้องกันความร้อนเพื่อให้คนงานเข้าพักเป็นระยะ ๆ สลับกับการออกไปทำงาน ณ จุดนั้น ๆ

2. การควบคุมและป้องกันที่ตัวบุคคล

- ❖ การให้ความรู้และตรวจตราดูแลคนงาน
- ❖ มีการกำหนดระยะเวลาและช่วงเวลาพักของการทำงาน โดยจะต้องจัดช่วงพักให้แก่คนงานให้เหมาะสม

  โดยต้องไม่ให้คนงานมีอุณหภูมิร่างกายเกินกว่า 38 องศาเซลเซียส
- ❖ ก่อนที่จะรับคนเข้าทำงานภายใต้ความร้อนสูงจะต้องทำการคัดเลือกคนงานที่มีร่างกายสมบูรณ์เหมาะสม

- ❖ คอยควบคุมดูแลสุขภาพคนงาน จัดให้มีน้ำและเกลือเพื่อกินทดแทนอย่างเพียงพอ
- ❖ จัดให้มีการตรวจสอบสุขภาพเป็นระยะ ๆ โดยเฉพาะด้านระบบการหมุนเวียนของเลือด เพื่อคัดแยกคนที่ร่างกายไม่สมบูรณ์ออกมา
- ❖ การสร้างความเคยชินกับความร้อน จัดให้คนงานใหม่ทำงานในสภาพความร้อนประมาณ 2 ชั่วโมงต่อวัน ติดต่อกัน 1-2 สัปดาห์ โดยรักษาสภาพแวดล้อมให้คงเดิมแต่ค่อย ๆ เพิ่มงานให้หนักขึ้น ข้อควรระวังประการหนึ่งก็คือ ในช่วงของการสร้างความเคยชินกับความร้อนนั้นจะต้องไม่ให้คนงานขาดน้ำหรือเกลือ ทั้งนี้เพราะการขาดน้ำหรือเหลือจะทำให้ความเคยชินกับความร้อนเกิดขึ้นช้าลง
- ❖ การใช้เครื่องป้องกันส่วนบุคคล ควรใช้เสื้อผ้าหลวม ๆ ในบริเวณร้อนชื้น ถ้าบริเวณใดมีรังสีความร้อนก็ควรใช้เสื้อผ้าที่สะท้อนความร้อนได้ ถ้าบริเวณใดมีการแผ่รังสี และการนำความร้อนสูงมากก็อาจต้องใช้เสื้อผ้าที่เป็นฉนวน หรือชุดที่มีเครื่องทำความเย็นด้วย

สรุป

อุณหภูมิที่ผิดปกติไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิที่เย็นผิดปกติหรือร้อนผิดปกติล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนงานทั้งสิ้น อันตรายที่เกิดจากอุณหภูมิที่เย็นผิดปกติมีดังต่อไปนี้ 1) อันตรายทั่วไปได้แก่ ไฮโปเทอเมีย (Hypothermia) 2) อันตรายเฉพาะที่ ได้แก่ ฟรอสไบท์ (Frostbite) ชิลเบลน (Chilblains) และ ฟรอสนิป (Frosnip) อันตรายที่เกิดจากความร้อน (Heat Stress) ได้แก่ 1) อุณหภูมิภายในร่างกายสูงขึ้น 2) สูญเสียน้ำ เกลือแร่ เกิดอาการอ่อนเพลีย หมดสติ 3) เป็นตะคริว ลมชักเนื่องจากความร้อน 4) เป็นผด ผื่นเนื่องจากความร้อน 5) ประสิทธิภาพการทำงานลดลง

การตรวจวัดปริมาณความร้อนและการประเมินอันตรายจากความร้อนจะใช้ Heat Stress Monitor (WBGT) ทำการตรวจวัดและเปรียบเทียบกับมาตรฐาน

การควบคุมและป้องกันอันตรายจากความร้อนทำได้โดย 1) การควบคุมและป้องกันที่แหล่งกำเนิด ได้แก่ การหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน การใช้ฉากกำบังความร้อน และการใช้ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ 2) การควบคุมและป้องกันที่สิ่งแวดล้อม ได้แก่ การออกแบบและสร้างอาคารให้มีระบบระบายอากาศที่ดี และการเป่าอากาศเย็นที่จุดทำงาน 3) การควบคุมและป้องกันที่ตัวบุคคล ได้แก่ การตรวจสุขภาพคนงาน การคัดเลือกคนก่อนเข้าทำงาน และการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

ตอนที่ 3.4 รังสี (Radiation)

1. ความหมาย

รังสี (Radiation) คือ พลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรืออนุภาคที่มีพลังงานสะสมอยู่ ทั้งที่มีประจุและไม่มีประจุ ซึ่งปลดปล่อยออกมาจากวัสดุต้นกำเนิด ผ่านในอากาศหรือตัวกลางใดๆ โดยมีการถ่ายเทพลังงานส่วนหนึ่งให้กับตัวกลางนั้น

สารกัมมันตภาพรังสี (Radioactive Material) สารที่มีองค์ประกอบโครงสร้างปรมณูที่นิวเคลียสอยู่ในสภาวะที่ไม่เสถียร จึงมีการสลายตัวตลอดเวลาเพื่อปรับตัวเองให้ไปสู่สภาวะที่เสถียรกว่า ขณะเดียวกันก็มีการปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของรังสีชนิดใดชนิดหนึ่ง

กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) คือ ปรากฏการณ์หรือกระบวนการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่ง ๆ

หน่วยวัดรังสี

1) คูรี่ (Curie,Ci) เป็นหน่วยวัดที่ใช้กันทั่วๆ ไป โดยตั้งชื่อขึ้น หลังจากมาดามแมรี่ คูรี่ และสามี ปีแอร์ คูรี่ ได้ค้นพบธาตุเรเดียม คูรี่ เป็นหน่วยวัดความแรงของรังสี โดยกำหนดว่า สารกัมมันตรังสี ที่สลายตัวในอัตรา 3.7x1010 ครั้งต่อ 1 วินาที จะมีความแรงเท่ากับ 1 คูรี่ ตัวอย่างเช่น EPA (Environmental Protection Agency ใน USA

2) แร้ด (Radiation absorbed dose,Rad) คือ ปริมาณรังสี ที่ถูกดูดกลืน โดยสิ่งมีชีวิต ในรูปของพลังงานที่สะสมในช่วงเวลาหนึ่ง

3) เร็ม (Radiation equivalent man,Rem) หน่วยวัด 'เร็ม' ถูกนำมาใช้ เนื่องจาก ความแตกต่างของรังสี แต่ละชนิด โดยรังสี ขนาด 1 แร้ดเท่ากัน แต่เป็นรังสี คนละชนิดกัน จะมีผลต่อเนื้อเยื่อ ของสิ่งมีชีวิต ต่างกัน ดังนั้น 'เร็ม' จึงเป็นหน่วยวัดที่ ถูกตั้งขึ้นเพื่อให้ สามารถอธิบาย ผลกระทบด้านชีววิทยา จากการดูดกลืนรังสี ชนิดต่าง ๆ ให้อยู่บนฐานเดียวกัน

4) เรนท์เก้น (Roentgens, R) เป็นชื่อที่ได้มาจาก Wilheim Roentgen ซึ่งเป็นผู้ที่ค้นพบรังสีเอ็กซ์ R เป็นหน่วยวัดปริมาณ รังสีสัมผัส (Exposed Radiation) ที่ใช้วัดรังสีเอ็กซ์ และรังสีแกมมา โดยวัดเป็นปริมาณพลังงานที่ทำให้อากาศ 1 ลูกบาศก์ เซนติเมตร แตกตัวเป็นไอออน

นอกจากหน่วยวัดดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ปัจจุบันมีการใช้หน่วยวัดรังสีอื่นๆ ที่แตกต่างกันไป เช่น

Gray : 1 Gray = 100 Rad

Sievet : 1 SV = 100 Rem

Becquerel : 1 Ci = 3.7x1010

2. ประเภทของรังสี (Type of Radiation)

รังสีสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1) รังสีแตกตัว (Ionizing Radiation) เป็นพลังงานในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรืออนุภาครังสีใดๆ ที่สามารถก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนได้ทั้งทางตรงและทางอ้อมในตัวกลางที่ผ่านไป ซึ่งได้แก่ รังสีแอลฟา (α), รังสีเบต้า (β), รังสีแกมมา (γ), รังสีเอ็กซ์ (x-rays) , อนุภาคนิวตรอน, อิเล็กตรอนความเร็วสูง และโปรตรอนความเร็วสูง อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า รังสีปรมณู (Atomic Radiation)

2) รังสีไม่แตกตัว (No ionizing Radiation) ซึ่งได้แก่รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีระดับพลังงานที่ไม่เพียงพอที่ก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนภายในโครงสร้างอะตอมของตัวกลางที่ที่ผ่านไป เช่น ความร้อน แสง เสียง คลื่นวิทยุ อุลตราไวโอเลต และไมโครเวฟ

3. อันตรายจากรังสี

สิ่งมีชีวิตได้รับรังสีเข้าสู่ร่างกาย 2 ลักษณะคือ

1) การได้รับรังสีจากต้นกำเนิดที่อยู่ภายนอกร่างกาย (External Radiation)
2) การได้รับรังสีจากต้นกำเนิดที่อยู่ภายนอกร่างกาย (Internal Radiation)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอันตรายของรังสี

1) ชนิดของรังสี
2) ปริมาณการดูดกลืนรังสีในเนื้อเยื่อ(Dose Rate)
3) ระดับพลังงานที่ดูดกลืนต่อหนึ่งหน่วยของเนื้อเยื่อ
4) บริเวณที่ร่างกายได้รับรังสี การได้รับเป็นบางส่วนของร่างกายจะเกิดอันตรายน้อยกว่าการได้รับทั่วร่างกาย
5) ระยะเวลา ความถี่ของการสัมผัสรังสี
6) อายุ ความไวในการตอบสนองของรังสี และปัจจัยส่วนบุคคลอื่นๆ เช่น มีโรคประจำตัว การสูบบุหรี่ เป็นต้น

พลังงานรังสีที่ถ่ายเทสู่เซลล์สิ่งมีชีวิต ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาจแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

1) การเกิดความผิดปกติของเซลล์และอันตรายต่อระบบอวัยวะต่างๆ
2) การเกิดความผิดปกติในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
3) การเกิดความเสี่ยงในการเป็นโรคมะเร็งที่สูงขึ้น

1) การเกิดความผิดปกติของเซลล์และอันตรายต่อระบบอวัยวะต่างๆ(Somatic Effects)

การเกิดผลกระทบต่อร่างกายจากการได้รับรังสี จะเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะคือ การเกิดผลเฉียบ

พลัน ซึ่งเกิดรวดเร็วภายหลังการได้รับรังสี และการเกิดผลแบบเรื้อรัง ซึ่งจะอาศัยระยะเวลาหนึ่งๆ ก่อนปรากฏอาการ สำหรับผลกระทบเฉียบพลัน (Acute Somatic Effects) จะขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ได้รับ ดังแสดงในตาราง

ผลของรังสีต่อคนชนิดเฉียบพลัน

ขนาดของรังสี (rad)	อาการที่พบ
0 – 25	ไม่มีอาการ
25 – 50	มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเกิดขึ้นในเลือด
50 – 150	อาจมีการคลื่นไส้อาเจียน จำนวนเม็ดเลือดขาวลดลง
150 – 300	มีอาการดังกล่าวมากขึ้นและท้องเสีย มีไข้ และเบื่ออาหาร
300 – 500	มีอาการดังกล่าวมากขึ้น มีเลือดออกในร่างกาย และผมร่วง ถ้าไม่ได้รับการรักษาจะตายเมื่อได้รับที่ 450 – 500 rad
500	มีอาการดังกล่าวมากขึ้นและรุนแรงมากขึ้น โอกาสน้อยเมื่อได้รับรังสีมากขึ้น

การผลกระทบทั้งสองลักษณะดังกล่าวสามารถจำแนกตามระบบอวัยวะต่างๆ ได้ดังนี้

1) ระบบเซลล์และเนื้อเยื่อ โดยทั่วไปรังสีจะมีผลอย่างมากต่อเซลล์ตัวอ่อนที่กำลังแบ่งตัว โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์อาจเปลี่ยนแปลงหรือถูกทำลายจากการได้รับรังสี
2) ระบบเลือดและการไหลเวียนโลหิต อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อร่างกายดังต่อไปนี้
   - ❖ ปริมาณเม็ดเลือดแดงลดลง ทำให้ซีดเกิดภาวะโลหิตจาก (Anemia) นอกจากนี้ยังทำให้อ่อนเพลีย เนื่องจากเซลล์ต่างๆ ของร่างกายขาดออกซิเจน (Hypoxia)
   - ❖ ปริมาณเม็ดเลือดขาวลดลง ซึ่งจะเห็นผลชัดเจนในช่วง 2 สัปดาห์ หลังได้รับรังสี ทำให้ร่างกายติดเชื้อได้ง่ายเนื่องจากร่างกายขาดภูมคุ้มกัน
   - ❖ ปริมาณเกล็ดเลือดลดลง ซึ่งทำให้เลือดแข็งตัวช้า และเกิดอาการเลือดไหลไม่หยุด
   - ❖ หลอดเปราะและแตกง่าย โดยเฉพาะหลอดเลือดฝอย ทำให้มีเลือดตกในเนื้อเยื่อเกิดอาการผิวหนังมีเลือดออกเป็นจ้ำ (Bruises) และหลอดเลือดที่แตกอาจเกิดการอุดตันเนื่องจากเซลล์ถูกทำลาย
   - ❖ ทำให้เกิดการอักเสบของหัวใจและเยื่อหุ้มหัวใจ
   - ❖ เกิดความผิดปกติของระบบน้ำเหลือง
3) ระบบผิวหนัง อาการเฉียบพลันที่เกิดขึ้นกับผิวหนังหลังได้รับรังสี ได้แก่ ผิวแดง ลอก อักเสบ การเรื้อรัง ได้แก่ ผิวบาง เป็นพังพืด เป็นแผลหายยาก สีผิวเข้มหรือเจือจาง ในส่วนบริเวณรากผม

หรือขน เมื่อได้รับรังสีปริมาณปานกลาง จะทำให้ผมหรือขนร่วงชั่วคราวแต่ถ้าได้รับปริมาณรังสีมาก จะทำให้ผมร่วงแบบถาวร

4) ระบบทางเดินอาหาร รังสีจะทำให้เกิดการอักเสบของเยื่อบุปากและหลอดอาหาร ถ้าได้รับรังสีปริมาณปานกลางจะสามารถกลับคืนสู่ภาวะปกติได้ ในขณะที่ปริมาณรังสีสูงจะทำให้เป็นแผลหรือพังผืด หลอดอาหารอุดตันและมีอาการเรื้อรัง โดยระบบทางเดินอาหาร ลำไส้เล็กเป็นส่วนที่ไวต่อรังสีมากที่สุด อาจทำให้เกิดมะเร็ง และ การเป็นแผลเลือดออก พังผืด และถึงกับเสียชีวิตได้

5) ระบบสืบพันธุ์เซลล์เพศชาย จะไวต่อรังสีที่ปริมาณต่ำมากกว่าเพศหญิง การได้รับรังสีอาจทำให้เป็นหมันชั่วคราว และเกิดความผิดปกติหรือกลายพันธุ์ขึ้นได้หากได้รับรังสีในปริมาณที่สูงอาจทำให้เป็นหมันถาวรได้ทั้งเพศชายและเพศหญิง

6) ระบบประสาทส่วนกลางและสมอง(CNS) และสมอง การได้รับรังสีที่ปริมาณ 1,000 ถึง 3,000 จะทำให้เกิดผลกระทบต่อกระบวนการสร้างเซลล์ และการตอบสนองของระบบประสาทส่วนกลาง โดยมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน มีอาการตื่น หรือเฉื่อยชา ควบคุมอารมณ์ไม่ได้ สับสน ซึมเศร้า ระบบประสาทเสียสมดุล

7) ระบบทางเดินหายใจ รังสีทำให้ปอดเกิดการอักเสบ (Pneumonitis) และหากได้รับปริมาณรังสีสูงจะทำให้เกิดพังผืดในปอด (Chronic Fibrosis) ซึ่งทำให้เสียชีวิตได้

8) ตา ทำให้เป็นต่อกระจกซึ่งจะเกิดหลังจากได้รับรังสีไปแล้ว 1 ถึง 30 ปี

9) ตับ รังสีมีผลทำให้เซลล์ถูกทำลาย ทำให้ตับอักเสบ หรือตับแข็ง ซึ่งอาจทำให้เกิดภาวะตับวายอย่างเฉียบพลันและเสียชีวิตได้

10) กระดูกและกระดูกอ่อน อาจทำให้เกิดการเจริญเติบโตของเซลล์กระดูกผิดปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็ก ซึ่งส่งผลให้รูปร่างและกระดูกเสียไป หรืองอบิดเบี้ยว

2) การเกิดความผิดปกติในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม(Genetic Effects)

รังสีมีผลทำให้เกิดการผ่าเหล่า (Mutation) และมีผลต่อความผิดปกติของทารกในครรภ์ ทำให้เกิดลูกวิรูป (Teratoganic effects)

3) ผลกระทบต่อรังสีทำให้เกิดมะเร็ง (Carcinogenic Effects)

ความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งจากการได้รับรังสี จะมีมากกว่าความเสี่ยงในการเกิดความผิดปกติทางพันธุกรรมถึง 10 – 100 เท่าโดยไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ได้รับสัมผัส เนื่องจากรังสีมีผลกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งไม่ว่าจะได้รับในปริมาณที่มากหรือน้อยก็ตาม

รังสี ยูวี (Ultraviolet radiation)

ผลต่อสุขภาพ (Health effects)

พิษแบบเฉียบพลันของการได้รับแสงยูวีขึ้นกับขนาดที่ได้รับและการซึมผ่านของแสงยูวีเข้าไปในเนื้อเยื่อ โดยทั่วไปจะเกิดที่ผิวหนังและตา

ผิวหนัง จะเกิดเปลี่ยนสีเป็นสีดำขึ้น เกิดผิวไหม้ จะมีการผลิตและการย้ายตำแหน่งของเมลานิน(Melanin) ทำให้เกิด Suntan และมีการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของเซลล์ที่ผิวหนังชั้นนอก (Epidermis) สารที่ทำให้เกิดที่ผิวหนัง คือเมลานิน จะได้รับอันตรายจากแสงยูวีใน ช่วง 360 – 400 nm

ผิวหนังร้อนแดง (Erythema) จะเกิดเมื่อได้รับแสงยูวี ทำให้หลอดเลือดขยายและมีการไหลเวียนของเลือด ความรุนแรงของอาการที่ผิวหนังร้อนแดงเนื่องจากเลือดคั่ง จะขึ้นกับคุณลักษณะของผิวหนังและความยาวคลื่นของแสงยูวีที่ได้รับ

Suntan จะเกิดขึ้นโดยใช้เวลานานกว่าการเกิดผิวหนังร้อนแดงแต่เกิดในลักษณะเดียวกัน การเพิ่มสารที่ทำให้เกิดสีผิว (Pigment) ซึ่งจะเกิดจากการเพิ่มการผลิตเม็ดสี และมีการกระจายของเม็ดสีอย่างสม่ำเสมอทั่วผิวเซลล์ของผิวหนังชั้นนอก ผลระยะสั้นที่เกิดกับผิวหนังคือการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของ Epidermal cells หลังจากมีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ แล้วจะเกิดการเพิ่มจำนวนเซลล์ (Hyperplasia) ในชั้นEpidermis แล้วทำให้เกิดผิวแตก ถ้ายังได้รับแสงยูวีต่อไปอีกจะทำให้ผิวหนังลดการยืดหยุ่นแล้วจะเกิดรอยย่นที่ผิวหนังก่อนวัยอันควร สิ่งที่น่าสนใจคือการได้รับแสงยูวีจะอัตราเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งผิวหนังซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของยูวีและระยะเวลาที่ได้รับ

ดวงตา แม้ว่าแสงยูวีเพียงเล็กน้อย จะไม่ทำอันตรายอย่างถาวรกับดวงตา แต่ต้องระมัดระวังเพราะว่าอันตรายต่อตาอย่างรุนแรงจะเกิดโดยไม่มีอาการระหว่างที่ได้รับแสง เช่น เลเซอร์ เป็นแหล่งของยูวีที่แรงมาก ซึ่งทำให้เกิดอันตรายอย่างถาวรต่อตาได้ หลังจากได้รับแสงยูวี ประมาณ 4 – 6 ชั่วโมง จะเกิดเยื่อบุตาอักเสบแดง ซึ่งอันตรายเหล่านี้จะเกิดจากแสงยูวีในช่วง UV B และ UV C หรือ อาจเกิดต้อ

รังสีใต้แดง (Infrared Radiation)

รังสีใต้แดง (IR) ทำให้ผิวอุ่น การเพิ่มอุณหภูมิของเนื้อเยื่อจากการได้รับรังสีใต้แดงขึ้นอยู่กับความยาวคลื่น พลังงานที่ปล่อยให้กับเนื้อเยื่อ และช่วงเวลาที่ได้รับรังสีใต้แดง รังสีใต้แดงในช่วง Far wavelength (5000 nm – 0.3 cm.) จะถูกดูดซึมเข้าผิวหนังได้ทั้งหมด ส่วนรังสีใต้แดงในช่วงความยาวคลื่น 750 – 1500 nm สามารถทำให้เกิดผิวไหม้เฉียบพลันและเพิ่มการเกิดสีผิวหนังได้ สำหรับรังสีใต้แดงมีความยาวคลื่นสั้น ทำให้เกิดอันตรายต่อแก้วตา ม่านตา และเลนส์

การได้รังสีในช่วงที่มองเห็นได้และรังสีใต้แดงจากเตาเผาและวัตถุที่ร้อน จะทำให้เกิด Glass blower' s cataract คือการเกิดการขุ่นของเลนส์ในลูกตา

ไมโครเวฟและคลื่นวิทยุ (Microwaves and Radio waves)

ผลต่อสุขภาพ (Health effects)

ไมโครเวฟสามารถส่งผ่าน สะท้อน หรือดูดซึม เมื่อเกิดกับเป้าหมายซึ่งเกิดขึ้นได้เช่นเดียวกับรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดอื่นๆ เมื่อทำปฏิกิริยากับสิ่งมีชีวิต สนามความถี่ของคลื่นวิทยุและไมโครเวฟจะทำให้เกิดไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กในสิ่งมีชีวิตนั้น พลังงานจะถูกส่งผ่านจากสนามไปที่ตัวกลางซึ่งมีผลทำให้ลดความเข้มของสนาม และให้ความร้อนกับตัวกลางหรือเนื้อเยื่อ หรืออาจจะไม่มีผลในการให้ความร้อนก็ได้

Dose rate สามารถใช้กับ Specific absorption ratio (SAR) แสดงถึงถึงอัตราของพลังงานของความถี่ของวิทยุที่ให้กับเนื้อเยื่อ การกระจายพลังงาน ไปให้เนื้อเยื่อขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความเข้มความถี่ ขนาดของร่างกาย รูปร่าง และคุณสมบัติของไฟฟ้า Polarization และการเพิ่มพื้นที่ผิวสะท้อน ยิ่งกว่านั้น การได้รับพลังงานอาจรายงานเป็น Local SAR หรือ Whole – body SAR

ผลต่อร่างกายประการแรก เมื่อได้รับพลังงานจากไมโครเวฟ คือ ความร้อน โดยทั่วไปแล้วเมื่อความถี่สูงอันตรายจะต่ำ ไมโครเวฟที่ความถี่ < 3,000 MHz จะถูกดูดซึมได้ง่ายที่ผิวหนังแล้วจะอยู่ที่ผิวหนัง ไมโครเวฟที่ความถี่ < 3,000 MHz จะสามารถทะลุผ่านผิวหนังชั้นนอก และถูกดูดซึมที่เนื้อเยื่อข้างใต้ลงไป เมื่อเนื้อเยื่อที่อยู่ข้างใต้ผิวหนังซึ่งมีความไวต่อความร้อนน้อย ได้รับ ไมโครเวฟที่ความถี่ ≤ 3,000 MHz จะมีอันตรายมาก

เลเซอร์ (Laser)

ผลต่อสุขภาพ (Health effects)

เนื่องจากเลเซอร์มี Power density สูงส่วนของร่างกายที่จะได้รับอันตราย ได้แก่ ตาและผิวหนัง อันตรายต่อตาขึ้นกับชนิดของเลเซอร์ ไดแก่ ความยาวคลื่น การกระจายของลำแสงและความถี่ อันตรายต่อตาเกิดจากเลนส์ตาทำหน้าที่เพิ่ม Power density ของเลเซอร์ให้สูงขึ้น

โดยทั่วไป เลเซอร์ให้ความร้อน จะทำให้เกิดความร้อนที่เรตินาและคอร์เนีย ขึ้นกับความยาวคลื่นของเลเซอร์ เลเซอร์ในช่วงคลื่นที่มองเห็นได้มีผลต่อเรตินาและสีของเรตินาแต่เลเซอร์ ในช่วงคลื่นที่มองเห็นได้จะกระตุ้นทำให้เกิดปฏิกิริยาตอบสนองที่ตา ซึ่งป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับดวงตา ถ้าเป็นเลเซอร์ในช่วงรังสีใต้แดงและรังสียูวี ตาไม่ไวต่อแสงในช่วงนี้ จะทำให้ได้รับอันตรายมากกว่า โดยอาจเกิดไหม้ที่เรตินาได้ ถ้า Power density มากกว่า 1 mW/ cm_2

4. แนวทางการตรวจประเมินรังสี

1.) การสำรวจเบื้องต้น และการตรวจวัดรังสี

โดยทั่วไปการตรวจวัดและประเมินรังสีนั้นอาจแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ

1. การตรวจวัดรังสีที่ก่อไอออนในบริเวณการทำงาน(Radioactivity Measurement) เพื่อประเมินรังสีและยังเป็นการตรวจสอบการรั่วไหลหรือความบกพร่องที่เกิดขึ้นกับต้นกำเนิดรังสี ผลที่ได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการป้องกัน ควบคุมและแก้ไขต่อไป

2. การตรวจวัดปริมาณรังสีที่ถูกดูดกลืนเข้าสู่ร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน (Radiation Dosimetry) ส่วนใหญ่เป็นเครื่องบันทึกรังสีประจำตัวบุคคล สำหรับชี้วัดปริมาณรังสีสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับตลอดช่วงเวลาหนึ่งๆเพื่อเป็นการติดตามเฝ้าระวังทางด้านสุขภาพว่ามีค่าเกินกว่ามาตรฐานความปลอดภัยหรือไม่

2.) การตรวจวัดระดับรังสีในสิ่งแวดล้อม

จะใช้เครื่องวัดการแผ่รังสีชนิดสำรวจ(Survey Meter) ซึ่งเป็นเครื่องวัดรังสีชนิดหิ้วไปมาได้ ประกอบด้วยหัววัดรังสีและส่วนรับสัญญาณและแสดงผล อาศัยพลังงานจากแบตเตอรี่ ใช้วัดระดับ

รังสีในบริเวณที่จะเข้าไปทำงานหรือต้องการทราบระดับรังสี เพื่อประเมินว่าผู้ปฏิบัติงานจะได้รับ รังสีเท่าไร และระเวลาที่ใช้ในการทำงานนั้นๆไม่ควรเกินเท่าใด

5.) เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดรังสี

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดระดับรังสีในสิ่งแวดล้อม

1. **Ion Chamber Survey Meter** เครื่องมือชนิดนี้เหมาะสมกับการสำรวจ รังสีเอกซ์หรือ แกรมมา แต่ส่วนใหญ่จะใช้เป็นเครื่องตรวจวัดรังสีประจำตัวบุคคล
2. **G-M Survey Meter** ส่วนใหญ่ใช้วัดรังสีเอกซ์ และรังสีแกรมมาแต่เนื่องจากมีความไวสูง บางเครื่องอาจออกแบบให้สามารถตรวจวัดรังสี แอลฟา และเบตาได้ด้วย
3. **Gas-Filled Proportional Counter** เป็นเครื่องสำรวจที่ใช้ก๊าซเป็นหัววัดรังสี ซึ่งใช้ตรวจวัดรังสีที่ก่อให้เกิดไอออนที่เป็นอนุภาคนิวตรอนและรังสีแกรมมาพลังงานสูง
4. **Scintillation Survey Meter** เครื่องมือชนิดนี้ประกอบไปด้วยสารกลุ่มฟอสฟอรัสหรือสารเรืองแสง แสงที่เกิดขึ้นจะถูกส่งผ่านวงจรอิเลกทรอนิกส์ และสามารถถูกตรวจวัดและแปลผลเป็นระดับรังสีได้
5. **Semiconductor Detector** เป็นหัววัดแบบสารกึ่งตัวนำซึ่งให้ความละเอียดในการวัดดีมาก

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณรังสีที่ถูกดูดกลืนเข้าสู่ร่างกาย

1. Photographic Film Dosimeter ที่เรียกสั้นๆ ว่าฟิล์มแบดจ์ เป็นกลักสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ภายในบรรจุฟิล์มซึ่งไวต่อรังสี ความดำ-ขาวของฟิล์มภายหลังจากนำไปล้างมาแล้ว จะบอกให้ทราบถึงปริมาณรังสีที่ได้รับว่ามีมากน้อยเท่าใด เครื่องวัดชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้วัดปริมาณรังสีเป็นระยะเวลานาน เช่น 1-3 เดือน จึงนำฟิล์มมาล้างตรวจดูครั้งหนึ่ง

2. Pocket Dosimeter อาศัยหลักการของ Electroscope ซึ่งทำหน้าที่ตรวจจับรังสีที่ก่อไอออน มีสเกลแปลผลในตัว ทำให้สามารถอ่านค่าปริมาณรังสีได้ทันที่ นำกลับมาใช้งานใหม่ได้ แต่มีราคาแพงและต้องมีการดูแลรักษาอย่างดี

3. Thermo luminescent Dosimeter (TLD) มีคุณสมบัติในการสะสมพลังงานรังสี เมื่อนำมาผ่านความร้อนจะคายแสงออกมาเป็นสัดส่วนกับปริมาณรังสีที่สะสมไว้ จึงนำมาใช้วัดรังสีได้ ส่วนใหญ่ใช้ติดตัวบุคคล และสามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้

4. Solid State Dosimeter เป็นอีกชนิดหนึ่ง ที่มีการใช้อย่างกว้างขวางและมีค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก

5. การควบคุมอันตรายจากรังสี

1) หลักการป้องกันอันตรายจากรังสี
   - ❖ เวลา (Time) เนื่องจากปริมาณที่ร่างกายได้รับรังสีขึ้นกับเวลาที่ได้รับรังสีโดยตรง ดังนั้นในการทำงานสัมผัสกับรังสีจึงจำเป็นที่จะต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้นโดยเร็วเพื่อให้ได้รับรังสีน้อยที่สุด

- ❖ ระยะทาง(Distance) เราสามารถการได้รับปริมาณรังสีลงได้โดยให้ผู้ที่ปฏิบัติงานอยู่ห่างจากรังสีมากที่สุด
- ❖ การกำบังรังสี(Shielding) จะต้องพิจารณาส่วนประกอบ 2 ประการ คือ ชนิด และพลังงานของรังสี กับวัสดุที่นำมาใช้กำบังหรือป้องกันซึ่งวัสดุที่มีความหนาแน่นสูงจะสามารถป้องกันรังสีได้มากกว่าวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำ

2) การจัดบริเวณและสภาพแวดล้อมการทำงานที่เกี่ยวข้องกับรังสี
   - ❖ บริเวณหวงห้าม (Restricted Area) ซึ่งบริเวณนี้จะมีรังสีสูง กล่าวคือ สูงกว่า 25 mR/hr โดยการเข้าออกต้องมีการควบคุมอย่างเข้มงวด และอนุญาตเฉพาะผู้ที่ต้องเกี่ยวข้องโดยตรงเท่านั้น
   - ❖ บริเวณรังสีที่ต้องควบคุม(Controlled Area) เป็นบริเวณที่มีวัสดุกัมมันตรังสี หรือ เครื่องกำเนิดรังสี การเข้าออกต้องขออนุญาตผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยบุคคลอื่นต้องได้รับความเห็นชอบจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเสียก่อน
   - ❖ บริเวณที่ไม่ต้องควบคุม(Uncontrolled Area) ปกติเป็นบริเวณที่ไม่เป็นอันตรายยกเว้นในกรณีที่มีรังสีเกิน 1 mR/hr จึงจะต้องมีการควบคุม โดยเป็นบริเวณที่ไม่เข้มงวดสำหรับเจ้าหน้าที่ แต่สำหรับบุคคลภายนอกต้องได้รับอนุญาตเสียก่อน
3) การวางแนวทางปฏิบัติเพื่อป้องกันอันตรายจากรังสี
   - ❖ กำหนดนโยบายอำนาจหน้าที่ ความรับผิดชอบขององค์กร ในการดำเนินงานป้องกันอันตรายจากรังสี
   - ❖ การบริหารการจัดการตามหลักป้องกันอันตรายจากรังสี เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ที่ปฏิบัติงาน ประชาชนและสิ่งแวดล้อม
   - ❖ กำหนดขอบเขตการดำเนินงานที่มีความชัดเจน

หลักพิจารณาในการดำเนินการป้องกันรังสีมี 3 ประการ คือ

1. การพิจารณาเบื้องต้นในการใช้รังสี ประโยชน์ที่ได้รับ และความปลอดภัย (Justification) โดยหลีกเลี่ยงการทำงานที่ไม่มีมาตรการป้องกันอันตราย
2. การประเมินเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด (Optimization) โยพิจารณาจากปัจจัยต่างเช่น เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และความปลอดภัย
3. การกำหนดระดับรังสีที่ยอมรับได้

สรุป

รังสี (Radiation) คือ พลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรืออนุภาคที่มีพลังงานสะสมอยู่

อันตรายจากรังสีสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1)การเกิดความผิดปกติของเซลล์และอันตรายต่อระบบอวัยวะต่างๆ 2) การเกิดความผิดปกติในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 3) การเกิดความเสี่ยงในการเป็นโรคมะเร็งที่สูงขึ้น

แนวทางการตรวจประเมินรังสี สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีคือ 1) การตรวจวัดรังสีการตรวจวัดรังสีที่ก่อไอออนในบริเวณการทำงาน(Radioactivity Measurement) 2) การตรวจวัดปริมาณรังสีที่ถูกดูดกลืนเข้าสู่ร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน (Radiation)

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดรังสีแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดระดับรังสีในสิ่งแวดล้อม 2)เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณรังสีที่ถูกดูดกลืนเข้าสู่ร่างกาย

การควบคุมอันตรายจากรังสีทำได้โดย 1) การคำนึงถึงหลักการป้องกันอันตรายจากรังสี ซึ่งได้แก่ เวลา ระยะทาง และการกำบังรังสี 2) การจัดบริเวณและสภาพแวดล้อมการทำงานที่เกี่ยวข้องกับรังสี ได้แก่ การกำหนดเขตควบคุมรังสี 3) การวางแนวทางปฏิบัติเพื่อป้องกันอันตรายจากรังสี

ตอนที่ 3.5 แสงสว่าง (Illumination)

1. ความหมาย

แสงสว่าง (Illumination) เป็นพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นประมาณ 380- 780 นาโนเมตร (1 นาโนมิเตอร์ = 10^{-9} เมตร) ซึ่งเป็นระยะความยาวคลื่นที่มองเห็นได้ การเปลี่ยนแปลงของความยาวคลื่นของแสงสว่าง จะทำให้ตารู้สึกเห็นเป็นสีต่างๆ ตามความยาวคลื่นนั้น

ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)	สีที่มองเห็น
< 450	ม่วง
450 – 500	น้ำเงิน
500 – 570	เขียว
570 – 590	เหลือง
> 610	แดง

ความเข้มของแสงสว่างหรือปริมาณการส่องสว่าง (I luminance) หมายถึงปริมารแสงที่ตกกรทบบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่กำหนด

แหล่งกำเนิดแสง

แหล่งกำเนิดแสงแบ่งออกเป็น 2 แหล่งคือ

1) แสงสว่างจากธรรมชาติ(Natural Lighting) แหล่งกำเนิดของแสงสว่างธรรมชาติที่สำคัญคือ ดวงอาทิตย์ การใช้ประโยชน์จากดวงอาทิตย์อย่างเหมาะสม จะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายอย่างมาก
2) แสงสว่างจากการประดิษฐ์(Artificial Lighting) เป็นแหล่งกำเนิดแสงสว่างที่มนุษย์ได้ประดิษฐ์คิดค้นโยอาศัยธรรมชาติและเทคโนโลยี ได้แก่หลอดไฟชนิดต่างๆ เช่น หลอดไฟฟ้าชนิดไส้หลอด, หลอดฟลูออเรสเซนต์, หลอดเมอคิวรี, หลอดโซเดียม เป็นต้น

คุณสมบัติของแสง

1) การสะท้อน(Reflection) เป็นพฤติกรรมที่แสงตกกระทบตัวกลางแล้วสะท้อนตัวออกถ้าตัวกลางแผ่นตัวกลางเป็นพื้นผิวเรียบขัดมัน การสะท้อนของแสงจะทำให้มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนของวัตถุหรือกำแพงสีอ่อนจะสะท้อนแสงได้ดีกว่าวัตถุหรือกำแพงสีทึบหรือเข้ม

2) การหักเห(Reflection) เป็นปรากฏการณ์ที่ลำแสงหักเหออกจากแนวทางเดินของมันเมื่อพุ่งผ่านวัตถุโปร่งแสง

3) การกระจาย(Diffusion) คือแสงที่กระจายตัวออกเมื่อกระทบถูกผิวของตัวกลาง เช่นแผ่นพลาสติกใสหรือแผ่นผิวหยาบขัดมัน เราใช้ประโยชน์จากการกระจายตัวของลาแสงเมื่อตกระทบตัวกลางนี้เช่น ใช้พลาสติกในการปิดดวงโคมเพื่อลดความจ้าของหลอดไฟ

4) การดูดกลืน (Absorption) เป็นปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลาง เช่นการฉายแสงสีขาวลงไปบนกำแพงสีเขียว แสงสีอื่นๆจะถูกดูดกลืนหายเข้าไปในกำแพงยกเว้นสีเขียวที่สะท้อนออกมาสู่สายตาเรา

5) การทะลุผ่าน (Transmission) คือการที่แสงพุ่งเข้าชนตัวกลางและทะลุผ่านเข้าไปอีกด้านหนึ่ง

ปัจจัยในการมองเห็น

1) ขนาดของชิ้นงาน โดยธรรมชาติแล้วตาของคนเราจะสามารถมองเห็นวัตถุที่ใหญ่ได้ดีกว่าวัตถุที่เล็กและมีแนวโน้มที่จะเห็นวัตถุชิ้นเดียวกันเล็กลงในเวลากลางคืน เมื่อเทียบกับเวลากลางวัน การเพิ่มปริมาณแสงที่พอเหมาะก็คือ การทำให้ตาของคนเรามีความรู้สึกเห็นวัตถุชิ้นเดียวกันใหญ่ขึ้นมาเท่ากับขนาดที่เรามองเห็นมันในเวลากลางวัน วัตถุยิ่งเล็กๆ รายละเอียดมากปริมาณแสงที่ต้องการก็จะมีมากตามไปด้วย

2) เวลา ในที่นี้หมายถึง ช่วงเวลาที่ตาได้มีโอกาสสัมผัสวัตถุที่ต้องการจะเห็น ตามิได้เห็นวัตถุนั้นทันที ตาของคนเราต้องการเวลาช่วงหนึ่งในการปรับกล้ามเนื้อตาให้ขยายหรือหดตัว ปริมาณแสงน้อยการมองเห็นก็ยิ่งต้องการเวลามากขึ้น

3) คอนทราสต์ คือความแตกต่าง ของความดำ – ขาว ระหว่างวัตถุกับสิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัววัตถุนั้น เช่นตัวหนังสือสีดำบนพื้นกระดาษสีขาวสีขาวย่อมเห็นได้ง่ายกว่าตัวอักษรสีดำบนพื้นสีเทา ความแตกต่างของความดำขาวยิ่งน้อยยิ่งต้องใช้แสงสว่างมาก

4) ความจ้าและการส่องสว่าง เมื่อปริมาณแสงตกกระทบวัตถุเรียกว่า การส่องสว่าง มีหน่วยวัดเป็น ฟุตแคนเดิล แต่สิ่งที่เรามองเห็นเป็นความจ้าอันเกิดจากการสะท้อนของแสงจากวัตถุเข้าสู่ตา เมื่อเพิ่มปริมาณแสงสว่างมากขึ้นความจ้าจะมากขึ้นตามไปด้วย

2. อันตรายที่เกิดจากแสงสว่าง

อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะดังนี้

1) แสงสว่างน้อยเกินไป จะมีผลต่อสุขภาพของตาทำให้กล้ามเนื้อตาต้องทำงานมากขึ้น ต้องบังคับม่านตาให้เปิดกว้าง เพราะมองเห็นงานในสภาพแวดล้อมไม่ชัดเจน เกิดความเมื่อยล้าสายตาเพราะต้องเพ่งมาก ปวดตา ปวดศีรษะ ประสิทธิภาพการทำงานลดลง

2) แสงสว่างมาเกินไป ทำให้ผู้ทำงานเกิดความไม่สบาย เมื่อยล้าปวดตามึนศีรษะ กล้ามเนื้อตากระตุก วิงเวียน นอนไม่หลับ การมองเห็นเลวลง

3. แนวทางการประเมินอันตรายจากแสงสว่าง

1) การตรวจวัด

การตรวจวัดแสงสว่างแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การประเมินเชิงคุณภาพ โดยการสังเกตว่ามีแสงจ้า (Glare) เกิดขึ้นหรือไม่ ทั้งแสงที่เป็นประเภทส่องเข้าตาโดยตรง (Direct Glare) หรือแสงตกกระทบพื้นสะท้อนเข้าตา (Indirect Glare) การเกิดเงา (Shadow) ความสมบูรณ์พร้อมที่จะใช้งานของดวงไฟ เช่นไฟกระพริบเป็นต้น

2. การประเมินเชิงปริมาณ มี 2 แบบคือ

2.1 วัดที่จุดของงาน (Work location และ Spot method) การวัดแบบนี้เป็นการวัดที่บริเวณของชิ้นงานหรือบริเวณที่มีการทำงานเท่านั้นไม่ว่าตำแหน่งของการทำงานจะเป็นอย่างไรก็ให้ทำการวัดในตำแหน่งจริงๆนั้น ซึ่งการวัดแบบนี้นิยมทำกันมากที่สุด

2.2 วัดแบบหาค่าเฉลี่ยของพื้นที่นั้นๆ ทั้งหมด เป็นการตรวจวัดความเข้มของแสงสว่างในบริเวณโดยรอบของห้องนั้น จะไม่คำนึงถึงเฉพาะบริเวณที่มีการทำงาน

ในกรณีที่พื้นที่ในการตรวจวัดกว้างมาก สามารถทำการวัดโดยยึดเอาหลักการจัดวางดวงไฟดังนี้

1. ลักษณะห้องใหญ่มีไฟดวงกลม จำนวนแถวมากกว่า 1 แถว แต่ละแถวมีดวงไฟมากกว่า 1 ดวง

$$Al = \frac{R(N-1)(M-1)+Q(N-1)+T(M-1)+P}{NM}$$

Al คือ ค่าเฉลี่ยของปริมาณแสงสว่าง (Average Illumination)

N คือ จำนวนดวงไฟต่อแถว (Number of Illumination per row)

M คือ จำนวนแถว (Number of row)

P คือ ค่าเฉลี่ยของปริมาณแสงที่มุมห้อง ซ้ายบน ล่างขวา

Q คือ ค่าเฉลี่ยของปริมาณแสงผนังห้อง ซ้ายขวา

R คือ ปริมาณแสงที่วัดได้จาการสุ่มภายในห้อง

2. ดวงไฟกลมอยู่ตรงกลางห้อง

$$Al = \frac{P_1+P_2+P_3+P_4}{4}$$

3. ดวงไฟกลมวางเรียงกันเป็นแถวเดียว

$$Al = \frac{Q(N-1)+P}{N}$$

4. ดวงไฟไม่กลมวางเรียงหลายแถวแต่ละแถวมีดวงไฟมากกว่า 1 ดวง

$$Al = \frac{Q(N)+T(M-1)+P+RN(M-1)}{M(N+1)}$$

5. โคมไฟแถวเดียววางชิดติดกัน

$$Al = \frac{QN + P}{N+1}$$

6. ดวงไฟกระจายไปตามจุดต่างๆไม่เป็นระบบและห้องกว่าง ต้องวัดตามความกว้าง(W) และความยาว (L)

$$Al = \frac{R(L-8)(W-8)+8Q(L-8)+8T(W-8)+64P}{WL}$$

2) การประเมินอันตรายจากแสงสว่าง

ทำได้โดยทำการตรวจวัดปริมาณความเข้มของแสงสว่างแล้วเปรียบเทียบกับมาตรฐานแสงสว่างตามประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม หมวด 2 แสงสว่าง

ลักษณะงาน / บริเวณการปฏิบัติงาน	ความเข้มของแสงสว่าง (ไม่น้อยกว่า .... ลักซ์)	
	มาตรฐาน 1*	มาตรฐาน 2*
1. ถนนและทางเดินนอกอาคารในสถานที่ประกอบการ	20	20
2. โกดังหรือห้องเก็บวัสดุ ทางเดิน เฉลียง ห้องพักผ่อน และบันได ในสถานที่ประกอบการ	50	50
3.งานที่ไม่ต้องการความละเอียด ได้แก่ การขนย้าย การบรรจุ การบด ป้อมยาม ลิฟท์ ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า และห้องน้ำ ห้องส้วม	50	100
4. งานที่ต้องการความละเอียดน้อยมาก ได้แก่ งานหยาบที่ทำที่โต๊ะหรือเครื่องจักร การตรวจงานหยาบด้วยสายตา การนับ ชิ้นงานมีขนาดใหญ่กว่า 750 ไมโครเมตร	-	200
5. งานที่ต้องการความละเอียดเล็กน้อย ได้แก่ - การผลิตหรือประกอบชิ้นส่วนอย่างหยาบๆ การสีข้าว - งานรับจ่ายเสื้อผ้า งานบรรจุ งานเจาะรู ทากาว หรือเย็บเล่ม - ชิ้นงานมีขนาดใหญ่ตั้งแต่ 125 ไมโครเมตรได้แก่ งานพิมพ์ดีด เขียนและอ่าน งานประกอบรถยนต์ งานไม้ละเอียด	 100 - -	 - 300 400
6. งานที่ต้องการความละเอียดปานกลาง ได้แก่ - การเย็บผ้า การเย็บหนัง ประกอบภาชนะ - งานเขียนแบบ งานระบายสี พ่นสีและตกแต่งสีอย่างละเอียด งานพิสูจน์อักษร งานตรวจสอบขั้นสุดท้ายในโรงงานผลิตรถยนต์	 200 -	 - 600

7. งานที่ต้องการความละเอียดสูง ได้แก่ - การกลึงแต่งโลหะ การซ่อมแซมเครื่องจักร การทดสอบหรือตรวจผลิตภัณฑ์ - ชิ้นงานมีขนาดใหญ่ตั้งแต่ 25 ไมโครเมตร ได้แก่ การตรวจสอบงานละเอียด เช่น การปรับเทียบ การระบายสี พ่นสี ตกแต่ชิ้นงาน งานย้อมสี - การตัดเย็บเสื้อผ้าด้วยมือ ตกแต่งสินค้าสิ่งทอ การเทียบสีในงานย้อมผ้า	300 - -	- 800 1200
8. งานที่ต้องการความละเอียดมากเป็นพิเศษ ได้แก่ เจียระไนเพชรพลอย การประกอบชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็ก การเย็บผ้าสีมืดทึบ	1000	-
9. งานที่ต้องการความละเอียดสูงมาก ได้แก่ งานละเอียดที่ต้องทำบนโต๊ะหรือเครื่องจักร งานตรวจสอบตรวจวัดชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็ก งานซ่อมแซมสินค้า สิ่งทอ สิ่งถักที่มีสีอ่อน	-	1600
10. งานที่ต้องการความละเอียดสูงมากเป็นพิเศษ ได้แก่ งานเกี่ยวกับการตรวจสอบชิ้นงานที่มีขนาดเล็กมาก การเจียระไนเพชร การทำนาฬิกาข้อมือ การถัก ซ่อมแซมเสื้อผ้า ถุงเท้าที่มีสีเข้ม	-	2400

หมายเหตุ

มาตรฐานที่ 1 หมายถึง ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม หมวด 2 แสงสว่าง*

มาตรฐานที่ 2 หมายถึง ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546*

4. การควบคุมอันตรายที่อาจจะเกิดจากแสงสว่าง

1) การจัดแสงสว่างโดยใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ

1) สถานที่ทำงานควรมีการจัดสภาพแวดล้อมในการมองเห็นเพื่อให้เกิดความรู้สึกสบายโดยต้องพิจารณาการจัดตกแต่งห้อง สี เพดาน ผนังและพื้นห้อง ต้องเป็นโทนสีที่เพิ่มความสว่าง
2) การออกแบบอาคารควรออกแบบให้แสงผ่านเข้ามาได้ และอาจมีการติดฟิล์มกรองแสงเพื่อป้องกันแสงจากภายนอกผ่านเข้ามามากเกินไป

2) การจัดแสงสว่างโดยใช้หลอดไฟ

การเลือกระบบแสงสว่าง ไม่ว่าจะเป็น แสงสว่างจากหลอดไฟ โคมไฟชนิดต่างๆต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งาน พื้นที่การทำงาน ปริมาณการส่องสว่าง คุณสมบัติของหลอดไฟ

สรุป

แสงสว่าง (Illumination) เป็นพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นประมาณ 380- 780 นาโนเมตร

อันตรายที่เกิดจากแสงสว่างแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ 1)แสงสว่างน้อยเกินไป 2)แสงสว่างมาเกินไป ซึ่งทั้ง 2 ลักษณะมีผลต่อสุขภาพ คือ ทำให้กล้ามเนื้อตาต้องทำงานมากขึ้น เกิดความเมื่อยล้าสายตา ปวดตา ปวดศีรษะ ประสิทธิภาพการทำงานลดลง

การตรวจวัดปริมาณความเข้มของแสงสว่างแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) การประเมินเชิงคุณภาพ 2) การประเมินเชิงปริมาณ

การประเมินอันตรายจากแสงสว่างทำได้โดยทำการตรวจวัดปริมาณความเข้มของแสงสว่างแล้วเปรียบเทียบกับมาตรฐานแสงสว่างตามประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม หมวด 2 แสงสว่าง

การควบคุมอันตรายที่อาจจะเกิดจากแสงสว่างทำได้ 2วิธีคือ1) การจัดแสงสว่างโดยใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ 2) การจัดแสงสว่างโดยใช้หลอดไฟ

เสียง

แบ่งออกเป็น 3 ประเภทของเสียง คือ

1)เสียงที่มีระดับคงที่ (Continuous Noise) 2) เสียงดังเป็นครั้งคราว (Intermittent Noise)

3) เสียงกระทบ (Impact-type noise)

การวัดเสียง (Sound surveys) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ

1) การตรวจวัดเสียงที่แหล่งกำเนิด (Source measurement)

2) การตรวจวัดเสียงในบรรยากาศ (Ambient – noise measurement)

การควบคุมอันตรายที่เกิดจากเสียงสามารถทำได้โดย

ความสั่นสะเทือนต่อสุขภาพอาชีวมีแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ

1) กรณีทั่วร่างกาย (Whole body) 2) กรณีเฉพาะบริเวณ (Hand-Arm)

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดความสั่นสะเทือนประกอบด้วย

1) ปีกอัพ 2) เครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้า 3) เครื่องวิเคราะห์ความสั่นสะเทือน 4) เครื่องบันทึกความสั่นสะเทือน

การควบคุมอันตรายความสั่นสะเทือนทำได้โดย 1)การควบคุมทางด้านวิศวกรรม ได้แก่ การซ่อมแซมและตรวจสอบเครื่องจักร ใช้แผ่นแหนบหรือ ชือกแอบซอบเบอร์ส์ (Shock - absorbers) และการใช้สปริงเชื่อม 2) การควบคุมด้านการบริหารและการจัดการ ได้แก่ การตรวจสุขภาพผู้ปฏิบัติงาน และการลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน 3) การใช้อุกรณป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ได้แก่ ถุงมือและการสวมรองเท้าชนิดพิเศษ

อุณหภูมิที่ผิดปกติ

การตรวจวัดปริมาณความร้อน และการประเมินอันตรายจากความร้อนจะใช้ Heat Stress Monitor (WBGT) ทำการตรวจวัดและเปรียบเทียบกับมาตรฐาน

การควบคุมและป้องกันอันตรายจากความร้อน ทำได้โดย 1) การควบคุมและป้องกันที่แหล่งกำเนิด ได้แก่ การหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน การใช้ฉากกำบังความร้อน และการใช้ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ 2) การควบคุมและป้องกันที่สิ่งแวดล้อม ได้แก่ การออกแบบและสร้างอาคารให้มีระบบระบายอากาศที่ดี และการเป่าอากาศเย็นที่จุดทำงาน 3) การควบคุมและป้องกันที่ตัวบุคคล

รังสี (Radiation)

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดรังสีแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดระดับรังสีในสิ่งแวดล้อม 2)เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณรังสีที่ถูกดูดกลืนเข้าสู่ร่างกาย

การควบคุมอันตรายจากรังสี ทำได้โดย 1) การคำนึงถึงหลักการป้องกันอันตรายจากรังสี ซึ่งได้แก่ เวลา ระยะทาง และการกำบังรังสี 2) การจัดบริเวณและสภาพแวดล้อมการทำงานที่เกี่ยวข้องกับรังสี ได้แก่ การกำหนดเขตควบคุมรังสี 3) การวางแนวทางปฏิบัติเพื่อป้องกันอันตรายจากรังสี

แสงสว่าง (Illumination)

การตรวจวัดปริมาณความเข้มของแสงสว่าง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) การประเมินเชิงคุณภาพ 2) การประเมินเชิงปริมาณ

การควบคุมอันตรายที่อาจจะเกิดจากแสงสว่าง ทำได้ 2วิธีคือ1) การจัดแสงสว่างโดยใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ 2) การจัดแสงสว่างโดยใช้หลอดไฟ

1. จงบอกปัจจัยทางด้านกายภาพที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน ในทุกสาขาอาชีพ
2. จงระบุปัจจัยทางกายภาพที่อาจก่อให้เกิดอันตรายจากงานก่อสร้าง
3. จงอธิบายแนวทางการควบคุมอันตรายทางด้านกายภาพพร้อมยกตัวอย่าง

แนวคำตอบประจำบทที่ 3

1. **ตอบ** 1. เสียงดัง (Noise)
2. ความสั่นสะเทือน (Vibration)
3. อุณหภูมิที่ผิดปกติ (Temperature extreme)
4. รังสี (Radiation)
5. แสงสว่าง (Illumination)
6. ความกดดันบรรยากาศที่ผิดปกติ

2. **ตอบ** 1. เสียงดัง (Noise) จาก ปืนจั๊ม การตอกเสาเข็ม เสียงเครื่องมือต่างๆ เช่น ค้อน

2. ความสั่นสะเทือน (Vibration) จากการขุดเจาะต่างๆ

3. อุณหภูมิที่ผิดปกติ (Temperature extreme) ได้แก่ ความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่คนงานก่อสร้างได้รับขณะทำงานกลางแจ้ง

4. แสงสว่าง (Illumination) จากการเชื่อมหรือคนงานอาจต้องทำงานในที่มืดเช่น การก่อสร้างอุโมงค์ใต้ดิน

5. ความกดดันบรรยากาศที่ผิดปกติ กรณีทำงานสร้างตึกสูงๆ

3. **ตอบ** การควบคุมอันตรายทางด้านกายภาพ แบ่งออกเป็น 3 ทาง คือ

1. การควบคุมทางด้านวิศวกรรม เช่น การใช้วัสดุดูดซับเสียงปิดคลุมเครื่องจักรเพื่อป้องกันเสียงดัง

2. การควบคุมทางด้านการบริหารและการจัดการ เช่น การจัดให้มีการสับเปลี่ยนหมุนเวียนกันทำงาน

3. การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น ถุงมือ ร้องเท้าหัวเหล็ก ที่อุดหู เป็นต้น

บทที่ 4

ปัจจัยทางด้านเคมี *(Chemical Hazards)*

แผนการเรียนประจำบทที่ 4

วิชา 618 342 หลักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Principle of Industrial Hygiene)
ชื่อบทเรียน ปัจจัยทางด้านเคมี (Chemical Hazards)
หัวเรื่อง ตอนที่ 4.1 การตระหนักและการประเมินอันตรายจากสารเคมี
ตอนที่ 4.2 อันตรายจากสารเคมี
ตอนที่ 4.3 แนวทางการประเมินอันตรายจากสารเคมี
ตอนที่ 4.4 แนวทางควบคุมอันตรายจากสารเคมี

แนวคิด

1. ปัจจุบันมีการใช้สารเคมีในด้านอุตสาหกรรมกว่า 50,000 ชนิด รวมถึงสารเคมีอันตราย (Hazardous chemicals) ได้แก่ สารพิษ (Toxic substances), สารไวไฟ (Flammable materials), สารที่ระเบิดได้ (Explosive materials), สารกัดกร่อน (Corrosive materials) และ สารกัมมันตรังสี (Radioactive materials) โดยสารเคมีข้างต้น ถือว่ามีศักยภาพในการก่อให้เกิดอันตรายหรือผลกระทบที่รุนแรงได้
2. การตรวจประเมินระดับความเข้มข้นของสารเคมีโดยทั่วไป อาจอยู่ในรูปของอนุภาค ฟูม มิสต์ ก๊าซ ไอระเหย และทำการประเมินผลเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัย เพื่อให้ทราบระดับความเสี่ยงต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงาน และยังเป็นการประเมินระบบควบคุมที่มีอยู่ด้วยทั้งนี้ วิธีการตรวจวัดหรือเก็บตัวอย่างทางเคมี จะขึ้นอยู่กับชนิด ประเภทของสารเคมี รวมถึงองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น รูปแบบการฟุ้งกระจาย สภาพการทำงาน ฯลฯ สำหรับการประเมินผลจะอ้างอิงมาตรฐานตามประกาศกระทรวงมหาดไทย หรือมาตรฐานอื่น ๆ เช่น มาตรฐาน ACGIH, OSHA, NIOSH เป็นต้น
3. การควบคุมอันตรายจากสารเคมี ทำได้โดย 3 หลักการคือ 1) การควบคุมที่แหล่งกำเนิด 2) การควบคุมที่ทางผ่าน 3) การควบคุมที่ตัวบุคคล

วัตถุประสงค์

1. สามารถอธิบายถึง การตระหนักและการประเมินอันตรายจากสารเคมีได้
2. สามารถอธิบายถึง อันตรายที่อาจจะเกิดจากสารเคมีได้
3. สามารถอธิบายถึง แนวทางการประเมินอันตรายจากสารเคมีได้
4. สามารถอธิบายถึง หลักการควบคุมอันตรายอันตรายจากสารเคมีได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ศึกษาคู่มือการเรียนรายวิชา บทที่ 1
2. ศึกษาต้นแบบสื่อประกอบการเรียนการสอน (โฮมเพจรายวิชา)
3. คำถาม – ตอบ ประจำบทเรียน
4. ศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งวิทยาการที่แนะนำ

ตอนที่ 4.1 การตระหนักและการประเมินอันตรายจากสารเคมี

1. การตระหนักถึงอันตรายของสารเคมี

เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนประเมินและควบคุมอันตรายจากสารเคมี ซึ่งขอบเขตที่ผู้ดำเนินการควบคุมอันตรายที่เกิดจากสารเคมีควรทราบ แบ่งได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ดังนี้

1) ตัวสารเคมี ในส่วนนี้มีส่วนที่ต้องคำนึงถึงอยู่หลายประการดังนี้

ชื่อสารเคมี สารเคมีในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะมีชื่อทางการค้า

สมบัติทางเคมี ความเป็นกรดเป็นด่าง เกลือ

สมบัติทางกายภาพ

- ❖ สมบัติการละลายของสารเคมี สารเคมีที่ละลายในไขมันได้ดีมักจะทำอันตรายต่อร่างกายของคนเราได้มากกว่าสารเคมีที่ละลายในไขมันได้น้อย
- ❖ จุดวาบไฟ จุดหลอมเหลว จุดเดือด อุณหภูมิที่จุดติดไฟได้เอง และความหนาแน่นของไอ
- ❖ ขนาดของสารเคมี สำหรับสารเคมีจำพวก ไฟเบอร์ ฝุ่น ฟูม

2) ผู้ปฏิบัติงาน มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้คือ

ทางเข้าสู่ร่างกาย มี 3 วิธีคือ การหายใจ การรับประทาน การซึมผ่านผิวหนัง

การเกิดพิษต่อร่างกาย ซึ่งสารพิษแต่ละชนิดมีความเป็นพิษแตกต่างกันไป

ลักษณะของการทำงาน ถ้าลักษณะงานเป็นงานที่ต้องหยิบจับหรือสัมผัสสารเคมีบ่อยครั้ง มีส่วนสัมพันธ์กับปริมาณสารเคมีที่ร่างกายได้รับ

ลักษณะการสัมผัสของผู้ปฏิบัติงาน ในบางกระบวนการผลิตผู้ปฏิบัติงานจะต้องทำงานในที่เดียวกันตลอดเวลาการทำงาน การสัมผัสกับสารเคมีจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ความเสี่ยงที่ได้รับอันตรายจากสารพิษย่อมมีมากกว่า ผู้ปฏิบัติงานที่สัมผัสสารเคมีในระยะเวลาอันสั้น

3) กระบวนการผลิต

แหล่งกำเนิดสารเคมี ในโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปผู้ปฏิบัติงานอาจได้รับสารพิษจาก 3 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นวัตถุดิบ ส่วนที่อยู่ในกระบวนการผลิต และส่วนที่เป็นผลผลิตและผลพลอยได้

ลักษณะการแพร่กระจายของสารเคมี กระบานการผลิตทางอุตสาหกรรมจะมีส่วนสัมพันธ์กับลักษณะการแพร่ของสารเคมี ซึ่งมีผลต่อผู้ปฏิบัติงาน

2. การประเมินอันตรายจากสารเคมี

ขั้นตอนการประเมินอันตรายจากสารเคมีสามารถแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

1) การประเมินอันตรายเบื้องต้น (Preliminary survey)

เป็นขั้นตอนการสำรวจเพื่อต้องการทราบว่าจุดหรือบริเวณใด ของสถานประกอบการที่มีอันตราย วิธีการสำรวจส่วนใหญ่จะเป็นการเดินสำรวจโดยไม่ได้อาศัยเครื่องมือที่ซับซ้อน

2) การสำรวจโดยละเอียด (Secondary survey)

ขั้นตอนนี้เป็นการสำรวจเพื่อต้องการทราบว่า สารเคมี ณ จุดหรือบริเวณต่างๆของสถานประกอบการที่เสี่ยงต่อสุขภาพ อนามัยผู้ปฏิบัติงานที่ได้กำหนดไว้ในเบื้องต้น มีความเข้มข้นเท่าใด เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่และมีมาตรการควบคุมและป้องกันที่มีประสิทธิภาพเพียงพอหรือไม่

3. การจัดลำดับความสำคัญของอันตรายจากสารเคมี

ในกระบวนการผลิตอาจมีสารเคมีหลายชนิดที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงาน การจัดลำดับความสำคัญของอันตรายจากสารเคมีจึงเป็นวิธีการเลือกที่จะทำการป้องกันและควบคุมอันตรายที่อาจจะเกิดจากสารเคมีนั้นก่อนหรือหลัง

การจัดลำดับความสำคัญของอันตรายจากสารเคมีต้องพิจารณาปัจจัย 2 ประการคือ

1) ความรุนแรงของอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น อาจพิจารณาได้จากตารางดังต่อไปนี้

ตารางแสดง ระดับความรุนแรงของอันตราย

ระดับ	ความรุนแรงของอันตราย
1	เป็นอันตรายที่อาจจะก่อความหายนะอย่างใหญ่หลวง(Catastrophic hazard) เป็นอันตรายที่ใกล้จะเกิดขึ้น และสามารถเกิดขึ้นกับหลายคน ความเจ็บป่วยแพร่กระจายไปอย่างกว้างขวาง ทำให้เกิดการสูญเสียทรัพย์สินอย่างมาก
2	เป็นอันตรายขั้นวิกฤต(Critical hazard) อันตรายนั้นหากเกิดขึ้นจะก่อให้เกิดการบาดเจ็บอย่างรุนแรงหรือการเจ็บป่วยอย่างสาหัส ทรัพย์สินอุปกรณ์เสียหาย
3	เป็นอันตรายขั้นธรรมดา(Marginal hazard) อันตรายนั้นหากเกิดขึ้นแล้วสามารถทำให้เกิดการเจ็บป่วย และการเสียหายของอุปกรณ์แต่ไม่ถึงขั้นรุนแรง
4	เป็นอันตรายขั้นเล็กน้อย (Negligible hazard) อันตรายนั้นหาเกิดขึ้นจะไม่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือการเจ็บป่วยที่รุนแรง ทรัพย์สินเสียหายเพียงเล็กน้อยหรือไม่เสียหายเลย

2) ความเป็นไปได้หรือโอกาสที่อาจจะเกิดอันตรายนั้น พิจารณาได้จากตาราง

ตารางแสดง ระดับความเป็นไปได้หรือโอกาสของการเกิดอันตราย

ระดับ	ความเป็นไปได้หรือโอกาสที่อาจจะเกิดอันตรายนั้น
A	มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดอันตรายขึ้น มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นทันทีทันใด และเกิดภายในระยะเวลาอันสั้น
B	มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดอันตรายขึ้น และเป็นไปได้ว่าจะเกิดขึ้นในระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง
C	มีความเป็นไปน้อยได้ที่จะเกิดอันตรายขึ้น โดยอาจเกิดขึ้นในระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง
D	มีความเป็นไปน้อยมากได้ที่จะเกิดอันตรายขึ้น ไม่ค่อยเกิดขึ้น

4. การควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมี

1) หลักการควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมี โดยทั่วไปมี 3 ประการคือ

1.1 การควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมีที่แหล่งกำเนิด

1.2 การควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมีที่ทางผ่าน

1.3 การควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมีที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน

2) วิธีการควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมีอาจแบ่งได้เป็น 3 วิธีคือ

2.1 การควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมีทางด้านวิศวกรรม

2.2 การควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมีทางด้านการบริหารและการจัดการ

2.3 การควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมีโดยทางการแพทย์

ตารางแสดงตัวอย่างแนวทาง การควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมี

วิธีควบคุม / หลักการควบคุม	วิศวกรรม	การบริหารและการจัดการ	การแพทย์
แหล่งกำเนิด	- ใช้สาเคมีที่มีพิษน้อยกว่าทดแทนสารที่มีพิษมาก - เปลี่ยนระบบควบคุมการผลิต - กามแซมเครื่องจักร		
ทางผ่าน	- ปิดคลุมกระบวนการผลิต - การติดตั้งระบบระบายอากาศเฉพาะที่ - การติดตั้งระบบระบายอากาศทั่วไป - การแยกผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากบริเวณที่มีสารเคมี	- การจัดทำกิจกรรม 5 ส ในบริเวณที่มีสารเคมี - การฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้สารเคมี - การเลือกคนให้เหมาะสมกับงาน	
ผู้ที่ปฏิบัติงาน	- การสวมหน้ากากป้องกันสารเคมี - การปฏิบัติตามหลักความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้สารเคมี	- จัดให้มีการตรวจสุขภาพก่อนเข้าทำงาน - การตรวจสุขภาพประจำปี	- การเฝ้าระวังโรคที่เกิดจากสารเคมี - การเสริมสร้างภูมิคุ้มกันโรค - การส่งเสริมภาวะโภชนาการ

สรุป

การตระหนักถึงอันตรายของสารเคมี เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนประเมินและควบคุมอันตรายจากสารเคมี ซึ่งขอบเขตที่ผู้ดำเนินการควบคุมอันตรายที่เกิดจากสารเคมีควรทราบ แบ่งได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ดังนี้ 1) ตัวสารเคมี 2) ผู้ปฏิบัติงาน 3) กระบวนการผลิต

การประเมินอันตรายจากสารเคมีมี 2 ขั้นตอนคือ 1) การประเมินอันตรายเบื้องต้น (Preliminary survey) 2) การสำรวจโดยละเอียด (Secondary survey)

การจัดลำดับความสำคัญของอันตรายจากสารเคมีมีปัจจัยที่ควรพิจารณาอยู่ 2 ปัจจัยคือ 1) ความรุนแรงของอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น อาจพิจารณาได้จากตาราง 2) ความเป็นไปได้หรือโอกาสที่อาจจะเกิดอันตรายนั้น

การควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมี ทำได้โดย 1) หลักการควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมี โดยทั่วจะทำการควบคุมที่ แหล่งกำเนิด ทางผ่านและผู้ปฏิบัติงาน 2) วิธีการควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมีอาจแบ่งได้เป็น 3 วิธีคือ การควบคุมทางด้านวิศวกรรม การบริหารและการจัดการและการควบคุทางการแพทย์

ตอนที่ 4.2 อันตรายจากสารเคมี

1.ก๊าซ และไอ (Gases, Vapors)

1) ความหมาย

ก๊าซ (Gases) หมายถึง ของไหลที่ไม่มีรูปร่างขยายตัวเติมภาชนะบรรจุและมีความดันเท่ากันทุกทิศทาง มีสถานเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันปกติ (25 °C และความดัน 760 mmHg)

ไอ (Vapors) หมายถึง สารละลายต่างที่ระเหยกลายกลายเป็นก๊าซ เมื่อมีอุณหภูมิถึงขีดที่ทำให้เกิดการระเหยสารเคมีจำพวกนี้ส่วนใหญ่จะมีจุดเอดต่ำ

2) ประเภทของก๊าซ และไอ (Gases, Vapors)

ถ้าแบ่งตามลักษณะการเกิดอันตรายจะแบ่งก๊าซได้เป็น 2 ชนิด

1. Simple asphyxiates ได้แก่ He, Ne, N_2, H_2, CH_4
2. Chemical asphyxiates ได้แก่ CO, HCN, H_2S

ถ้าแบ่งตามชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. ก๊าซอินทรีย์ ได้แก่ Methane, Ethane, Propane, Hydrogen
2. ก๊าซอนินทรีย์ ใช้ในการทำปฏิกิริยาในโรงงานอุตสาหกรรมและใช้ในกระบวนการผลิต เช่น Ammonia, Boron halide, Phosphine, Arsine, Silane

3) อันตรายของก๊าซ และไอ (Gases, Vapors)

อันตรายของก๊าซและไอสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. Simple asphyxiates

ได้แก่ ก๊าซเฉื่อย จะมีอันตรายโดยเจือจางออกซิเจนหรือแทนที่ออกซิเจน ทำให้ขาดอากาศหายใจ ได้แก่

ไนโตรเจน(N_2) ไนโตรเจนทำให้เกิด Nitrogen narcosis ในสภาวะที่ความดันสูงกว่า 1.5 atm ไนโตรเจนจะละลายในเซลล์สมองที่มีไขมันทำให้เกิดอาการคล้ายสลบ ก๊าซชนิดอื่นๆ เช่น ไนตรัสออกไซด์ และซีนอน ซึ่งละลายในไขมันได้ดีจะทำให้เกิดปัญหาเช่นเดียวกัน คนที่ดำน้ำจะป้องกัน Nitrogen narcosis โดยใช้อากาศสำหรับหายใจที่มีความเข้มข้นของออกซิเจนสูงหรือใช้ก๊าซผสมที่มีไนโตรเจน ออกซิเจนและฮีเลียม

มีเทน (CH_4) เป็นก๊าซที่ติดไฟได้ เกิดขึ้นตามธรรมชาติในเหมืองถ่านหิน เมื่อถ่านหินถูกนำขึ้นมาก๊าซมีเทนจะฟุ้งกระจาย อาจทำให้คนงานเสียชีวิตจากการขาดออกซิเจนหรือจากการระเบิดของมีเทน

คาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มที่มีฟองเช่น โซดา ใช้บรรจุในถังดับเพลิง อาจพบความเข้มข้นสูงในถังหมัก โรงทำเบียร์ โรงทำน้ำแร่ เตาอบถ่านหิน ไซโลเก็บเมล็ดพืช คาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นมากกว่า 3% ทำให้หายใจลำบาก ถ้าความเข้มข้นสูงกว่า 10% จะสูญเสียความรู้สึก

2. Chemical asphyxiates

เมื่อก๊าซ CO, HCN,H_2S ผ่านไปที่ Alveolar membrane ก๊าซเหล่านี้จะละลายในเนื้อเยื่อและเลือด และรวมกับ Iron proteins สำหรับ CO จะทำปฏิกิริยากับ hemoglobin ได้เป็น Carboxyhemoglobin ซึ่งจะเสถียรกว่า Oxyferrohemoglobin จะป้องกันมิให้เลือดนำออกซิเจนเข้าเซลล์ ก๊าซเหล่านี้จะจับกับเหล็กในโตรโครมทำให้ระบบการหายใจในเซลล์หยุดถ้าไม่ได้รับสารเหล่านี้ปฏิกิริยาจะเป็น Reversible reaction เลือดสามารถนำออกซิเจนเข้าเซลล์ได้

คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ที่ไม่สมบูรณ์ของสารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เช่นท่อไอเสียรถยนต์ คาร์บอนมอนนอกไซด์เป็นสารไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เมื่อได้รับจะมีอาการ

มึนงง ปวดศีรษะ ขาไม่มีแรงและหมดความ รู้สึก คาร์บอนมอนนอกไซด์จับกับฮีโมโกลบินได้ดีกว่าออกซิเจนถ้าเลือดในร่างกาย 60-80 %อิ่มตัวด้วยคาร์บอกซีฮีโมโกลบินจะทำให้ตายได้

ไฮโดรไซยาไนด์(HCN) เกลืออินทรีย์ไซยาไนด์สามารถปล่อยไซยาไนด์ออกมาได้ โซเดียมไซยาไนด์อาจเดจากการเผาไหม้ของ Polyurethane foam ไซยาไนด์จะยับยั้งการทำงานของไซโตโครมออกซิเดส

ไฮโดรเจนซัลไฟด์(H_2S) พบในที่ที่มีสารประกอบซัลเฟอร์ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์มีกลิ่นคล้ายไข่เน่า ระดับความเข้มข้นที่ได้กลิ่นคือ 0.3 ppm สารนี้จะยับยั้งเอนไซม์ไซโตโครมออกซิเดส โดยจับกับ Ferric Iron ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จะจับกับฮีโมโกลบินได้เป็น Sulphmethemoglobin การได้รับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ความเข้มข้นต่ำๆทำให้น้ำตาไหล ระคายเคืองในเยื่อโพรงจมูก และคอหอย การมองเห็นไม่ชัดเจน (ตาพร่ามัว) ถ้าได้รับที่ความเข้มข้นสูงจะตายทันทีเนื่องจากสารไปกดการหายใจ

นอกจากนี้ก๊าซเมื่อแบ่งตามชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของก๊าซได้ 2 ชนิด คือ

ก๊าซอินทรีย์ โดยทั่วๆไป เช่น Methane, ethane, propane, hydrogen

ก๊าซอนินทรีย์ ใช้ในการทำปฏิกิริยาในอุตสาหกรรม และใช้ในกระบวนการผลิต เช่น Ammonia, Boron halide, Phosphine, Arsine, Silane

ปฏิกิริยาของก๊าซมีความสำคัญมาก ก๊าซที่อยู่ในรูปออกไซด์อาจทำปฏิกิริยากับความชื้นที่ Mucous membrane เกิดเป็นกรด เช่น แอมโมเนีย และ alkaline gas ทำให้เกิดการระคายเคือง สำหรับ Boron หรือ Metal halide จะทำปฏิกิริยากับความชื้นในอากาศได้เป็น Hydrogen halide ตัวอย่างอันตรายของก๊าซอนินทรีย์บางชนิดได้แก่

Phosphine จะติดไฟได้เองในอากาศฟอสฟีนมีกลิ่นคล้ายปลาเน่าจะได้กลิ่นที่ความเข้มข้น 0.2 ppm ที่ความเข้มข้น 20 ppm อาจทำให้ตายได้

Arsine ใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิค เกิดจากปฏิกิริยาของไฮโดรเจนและสารประกอบอาร์เซนิค ก๊าซอาร์ซีนทำให้เม็ดเลือดแดงแตก มีอาการตัวเหลือง ตับและไตได้รับอันตราย อาจตายเนื่องจากกล้ามเนื้อหัวใจล้มเหลว

2. ตัวทำละลาย (Solvents)

1) ความหมาย

สารตัวทำละลาย (Solvents) เป็นสารเคมีที่อยู่สถานะของเหลวที่มีคุณสมบัติละลายสารอื่นหรือทำให้สารอื่นเจือจางได้ เช่น ละลายไขมัน น้ำมัน หมึก สี พลาสติก ยาง เป็นต้น โดยทั่วไป สารตัวทำละลายจะมีคุณสมบัติในการระเหยได้ง่าย มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว และไวไฟ ตัวอย่างของสารตัวทำละลายที่เป็นที่รู้จักและมีการใช้อย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรม ได้แก่ เบนซีน โทลูอีน ไซลีน สไตรีน ไตรคลอโรเอทธิลีน และอื่น ๆ โดยมักเป็นสารตัวทำละลายอินทรีย์ (Organic Solvents) ในกลุ่ม Aromatic hydrocarbons, Aromatic amines, Aliphatic chlorinated hydrocarbons

2) ประเภทของตัวทำละลาย

ตัวทำละลายสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. ตัวทำละลายอินทรีย์ได้แก่ Aliphatic, Cyclic, Aromatic, Halogenated hydrocarbon, Ketones, Esters, Alcohols, และ Ether

2. ตัวทำละลายอนินทรีย์ ตัวทำละลายอินทรีย์ที่กล่าวถึงคือกรดอินทรีย์ (Inorganic acid)

กรดอนินทรีย์ ได้แก่ Hydrogen halide (HF, HCl, HI, HBr) กรดที่มีออกซิเจน (Oxygen acid) ได้แก่ Nitric acid (HNO_3), Phosphoric (H_3PO_4), Sulfuric acid (H_2SO_4)

3) อันตรายที่อาจจะเกิดจากตัวทำละลาย (Solvents)

3.1 อันตรายจากตัวทำละลายอินทรีย์ (Organic Solvent)

1. Aliphatic hydrocarbon ได้แก่ Alkane, Alkenes, Cycloalkane, Cycloalkene, Alkynes (Acetylene) และ Arenas (Aliphatic Groupติดกับ Benzene ring) Aliphatic hydrocarbon สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังต่อไปนี้

1.1 Saturated Aliphatic hydrocarbon (C_nH_{2n+2}) คือ Alkane เช่น Isobutene, 2- methyl pentane มีความไวในการทำปฏิกิริยาน้อยที่สุด ส่วนใหญ่ออกฤทธิ์กดระบบประสาทส่วนกลาง TLV ของสารกลุ่มนี้ค่อนข้างสูงประมาณ 100 ppm หรือสูงกว่า มีสารในกลุ่มนี้ที่เป็นอันตรายคือ n-Hexane (TLV=50 ppm) ถ้าได้รับในปริมาณสูงจะทำให้เกิด Peripheral neuritis สำหรับ Isomer อื่นไม่พบว่ามีอันตรายในแบบเดียวกัน

1.2 Unsaturated Aliphatic hydrocarbon คือ Alkenes หรือ Olefins (C_nH_n) เมื่อมี Double bond ในโมเลกุล และ Alkynes (C_nH_{2n+2}) เมื่อมี Triple bond ในโมเลกุลสารกลุ่มนี้มีความไวต่อการเกิดปฏิกิริยามากกว่า Saturated hydrocarbon อันตรายของสารในกลุ่มนี้ได้แก่ ผิวหนังอักเสบ

1.3 Cyclic hydrocarbon คล้ายกับ Aliphatic สารพวกนี้เมื่อถูกเมตาบอไลท์แล้วได้สารที่เป็นพิษน้อย สารกลุ่ม Cycloalkanes ที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อยเช่น Cyclopropane และ Cyclobutane เคยใช้เป็นยาสลบ สาร Cycloalkanes โดยทั่วไปเป็นสารที่มีฤทธิ์กดประสาทส่วนกลาง Unsaturated Cyclic hydrocarbon จะทำให้เกิดการระคายเคืองสูงกว่า Saturated From ซึ่งเกิดจาก Carbon-carbon double bond

เช่น Cycloalkanes ทำให้ผิวหนังแห้งและแดง Cyclopropane ทำอันตรายต่อผิวหนังและดวงตาในระดับปานกลางถึงรุนแรง

2. Aromatic hydrocarbon สารในกลุ่มนี้จะทำให้เกิดการระคายเคืองเฉพาะที่ ขยายหลอดเลือด ทำอันตรายต่อปอดและเส้นเลือด กดประสาทส่วนกลางและทำให้ผิวหนังอักเสบ ตัวอย่างสารที่อาจก่อเกิดอันตรายได้แก่

เบนซิน (Benzene) เป็นสารที่เป็นอันตรายต่อระบบการสร้างเม็ดเลือดของไขกระดูก ทำให้เกิด Leukemia เบนซินสามารถเข้าสู่ร่างกายจากการหายใจและการสัมผัสทางผิวหนังเบนซินเป็นสารก่อมะเร็ง การได้รับสารนี้ควรให้ได้รับต่ำสุด TLV สำหรับเบนซินเท่ากับ 0.3 ppm ซึ่งจัดเป็นสารในกลุ่ม A1 (มีพิษร้ายแรง)

3. Halogenated hydrocarbon ได้แก่ Fluorine, Chlorine, Bromine, Iodine, และ Astatine สารเหล่านี้มีคุณสมบัติคล้ายกัน อันตรายของสารเหล่านี้ขึ้นอยู่ Halogen กับจำนวนในโมเลกุล

Carbon tetrachloride (CCl_4) เป็นสารที่มีพิษสูง พิษเฉียบพลันได้แก่ทำอันตรายต่อตับ ไต ระบบประสาทส่วนกลาง ระบบทางเดินอาหาร ค่า TLV เป็น 0.5 ppm จัดเป็นกลุ่ม A3 พิษแบบเรื้อรังได้แก่ ทำอันตรายต่อตับ ไต อาจทำให้เกิดมะเร็งตับ การใช้ Carbon tetrachloride วครใช้อย่างระมัดระวัง ไม่ควรใช้ในการทำความสะอาดและควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสทางผิวหนัง เมื่อแทนที่ Chlorine 1 ตำแหน่งใน Carbon tetrachloride ด้วย Fluorine จะได้ Trichlorofluoromethane

Trichlorofluoromethane (Freon TF) เป็นสารที่มีพิษน้อย (TLV-C =1000 ppm) เมื่อความเข้มข้นสูงกว่า TLV จะออกฤทธิ์กดประสาทส่วนกลาง และทำอันตรายต่อหัวใจ Trichlorofluoromethane ไม่ติดไฟ มิพิษน้อยใช้แทนสาร Chlorinated solvent ที่มีพิษมากได้ แต่เนื่องจากสาร Freon TF ทำลายชั้นโอโซนในบรรยากาศ ทำให้มีการนำมาใช้น้อยลง

Trichloroethylene เป็นสารที่มีพิษปานกลาง กดระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้ผิวหนังอักเสบ(Dermatitis) และทำอันตรายต่อตับ จะมีพิษมากขึ้นเมื่อมีแอลกอฮอล์ร่วมด้วยอาจมีอาการหน้าแดงพฤติกรรมเปลี่ยน

Perchloroethylene (Tetrachloroethylent) ใช้ใน Dry cleaning, Textile processing สารนี้สงสัยว่าจะเป็นสารก่อมะเร็ง

สารทำความเย็น(Freon, Chlofluorocarbons หรือ CFC) และ Hydrochlorofluorocarbons หรือ HCFCs เป็นสารที่มีพิษน้อยและมีค่า TLV ค่อนข้างสูงเช่น Trichlorofluroethane (R-11) และ Chlorodifluoromethane (R-12) มีค่า TLV เป็น 1,000 ppm เป็นสารที่ทำลายชั้นโอโซน ในปัจจุบันได้มีการใช้สารทำความเย็นชนิดใหม่ซึ่งไม่ทำลายชั้นโอโซน

4. Nitrohyrdocarbon เป็นสารที่มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับจำนวนคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบว่าเป็น Alkane หรือ Aromatic hydrocarbon สำหรับ Nitroalkane ทำให้เกิดการระคายเคือง คลื่นไส้ กดระบบประสาทส่วนกลาง และมีอันตรายต่อตับ 2-Nitropropane-เป็นสารที่สงสัยว่าจะเป็นสารก่อมะเร็ง

Nitroaromatics เช่น Nitrobenzene เป็นสารที่มีอันตรายแบบเฉียบพลัน ทำให้เกิด Methemoglobin และทำอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลาง ตับและอวัยวะอื่นๆ

5. Oxygen containing functional group ได้แก่ Alcohol (OH), Aldehyde(-CHO), Ketone (-CO-), Carboxylic acid (-COOH), Ester(-COOR), Anhydrides(-COOCO-), Ether(-O-)

แอลกอฮอล์ (Alcohol) นิยมใช้เป็นตัวทำละลาย เกิดจากการแทนที่อะตอมของไฮโดรเจนด้วย 1 หรือ 2 Hydroxyl group ถ้ามี 1 OH group เรียกเป็น Alcohol, 2 OH เรียกเป็น Glycols, 3 OH group Glycerols หรือPolyols แอลกอฮอล์ เป็นสารที่กดประสาทส่วนกลาง ในทางการแพทย์ แอลกอฮอล์จะลดการทำงานของสมองและไขสันหลัง การได้รับแอลกอฮอล์ในปริมาณสูงจะทำให้สมองหยุดทำงานได้ ลดการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ เช่น การหยุดหายใจ อาจทำให้ตายได้ แอลกอฮอล์อาจเพิ่มฤทธิ์ของตัวทำละลายเมื่อได้รับร่วมกัน

เมทานอล(Methanol) เกิดจาก Catalytic hydrogenation ของ Carbonmonxide เมทานอล มีอันตรายต่อการมองเห็นและประสาทตา เมทานอลมีอันตรายมากกว่าเอทานอล

เอทานอล (Ethanal) เกิดจากการหมักแป้งหรือคาร์โบไฮเดรต เอทานอล เมื่อได้รับเข้าสู่ร่างกายจะถูกเมตาโบไลท์อย่างรวดเร็วได้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์เอทานอลเป็น แอลกอฮอล์ที่มีพิษน้อยที่สุด

แอลดีไฮล์(Aldehyde) เป็นสารที่ให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังและเยื่อบุออกฤทธิ์ที่ระบบประสาทส่วนกลาง นอกจากนี้ แอลดีไฮล์ทำให้เกิดผิวหนังอักเสบและเกิดการแพ้

คีโตน(Ketone) เป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับ Cellulose ester, Ether, Resin ชนิดต่างๆ ละลายได้ดีกับตัวทำละลายส่วนใหญ่ของแลกเกอร์ คีโตนทำให้เกิดการระคายเคืองตา จมูก ลำคอ มีฤทธิ์เป็น Narcotic-type acton Methyl ethyl ketone เมื่อใช้ร่วมกับไซลีนและโทลูอีน จะทำให้เกิดอาการมึนงง คลื่นไส้ Methyl n-butyl ketone ทำให้เกิด Peripheral neuritis

อีเทอร์(Ether) เกิดจากไฮโดรคาร์บอน 2 ชนิด ต่อกันด้วยอะตอมออกซิเจนซึ่งเกิดจากการรวมตัวของแอลกอฮอล์ 2 ชนิด อีเทอร์ระเหยกลายเป็นไอได้ง่าย ละลายน้ำได้น้อย แต่ละลายได้ในน้ำมันกรีส (Grease) และไขมันได้ดี ใช้เป็นตัวทำละลายในการสกัดสารอื่น อันตรายของอีเทอร์ได้แก่ ออกฤทธิ์เป็นยาสลบ ทำให้เกิดการระคายเคืองของเยื่อบุเมมเบรน อันตรายในอุตสาหกรรมได้แก่ การเกิด Peroxide ซึ่งอาจเกิดการระเบิดได้

Epoxide (Cyclic ether) เป็นสารที่มีความไวต่อปฏิกิริยาสูง จะทำปฏิกิริยากับอะตอมของไฮโดรเจนที่ไม่เสถียรของน้ำ แอลกอฮอล์ เอมีน (Amine) ทำให้เกิดสารประกอบที่สำคัญที่ใช้อุตสาหกรรมหลายชนิด

Ethyl ether และ Divinyl ether ทำให้สลบและระคายเคืองเยื่อเมมเบรน สารกลุ่มนี้อาจเกิดเป็น Peroxide เมื่อเปิดขวด Ether ควรจะใช้ให้หมดภายในระยะเวลาไม่นาน

Glycol ether มีผลต่อระบบสมอง ระบบเลือด ระบบสืบพันธ์ และไต สารในกลุ่มนี้ เช่น

2 Methoxyethanol (Ethylene glycol monomethyl ether), 2 – Ethoxyethanol (Ethylene gly monomethyl ether) และสารประกอบอะซิเตตของสารเหล่านี้จะมีพิษมาก จะถูกดูดซึมอย่างรวดเร็วผ่ ผิวหนังและทำให้เกิดอาการทางประสาท และมีพฤติกรรมเปลี่ยนไป (Personality change) มีผลต่อระบ สืบพันธ์ทั้งเพศชายและเพศหญิง สำหรับ Glycol monobutyl ether มีพิษน้อยกว่ากลุ่มนี้มาก

เอสเตอร์ (Ester) เกิดจากปฏิกิริยาของกรดและแอลกอฮอล์ เอสเตอร์เป็นสารที่มีกลิ่นหอ เอสเตอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อยๆ ใช้เป็นสารแต่งกลิ่นรสผลไม้ หรือใช้เป็นส่วนประกอบของน้ำหอม สเตอร์ เป็นตัวทำละลายที่ใช้สำหรับการเคลือบผิว อันตรายของเอสเตอร์ทำให้เกิดการระคายเคืองผิวหน บริเวณที่สัมผัส ระบบทางเดินหายใจและเป็นยาสลบอย่างแรง

3.2 อันตรายจากตัวทำละลายอนินทรีย์ (Inorganic Solvent)

อันตรายที่เกิดจากกรดจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเข้มข้น กรดทำให้เกิดการระคายเคือ เมื่อสัมผัสต่อเยื่อเมมเบรน ระบบทางเดินหายใจ กรดเข้มข้นอาจทำให้เกิดผิวไหม้ กรดที่ทำให้เกิดกา ออกซิเดชั่นคือ กรดไนตริก กรดที่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำคือกรดกำมะถัน สำหรับสาร H_2S, HCN จะ อันตรายมากโดยอาจเกิดเป็นสารเชิงซ้อนกับเอนไซม์ที่มีโลหะ เช่นไซโตโครม ป้องกันการเกิด Oxyge metabolism ที่ระดับเซลล์กรดกัดแก้ว HF ที่เข้มข้นจะกัดเนื้อเยื่อที่กระดูก

อันตรายจากสารละลาย

1. Aqueous system สารละลายที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบมีความดันไอต่ำ อันตรายจากการหายใจมี น้อย อันตรายที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับสาร ได้แก่การระคายเคือง ผิวหนังอักเสบจากการสัมผัสสาร (Concaq dermatitis) ถ้ามีละอองของสารอยู่ในบรรยากาศ เช่นไอกรดจะทำให้เกิดการระคายเคืองในคอและ หลอดลมอักเสบ

2. Organic solvent เป็นสารที่มีความดันไอสูง ทำให้ระเหยอยู่ในบรรยากาศได้มาก อันตรายจาก การหายใจพบมาก สารในกลุ่มนี้ทุชนิดจะออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลางโดยการกดระบบ ประสาทส่วนกลาง ทำให้สลบ อันตรายของสารกลุ่มนี้มีตั้งแต่มึนงงเล็กน้อยไม่รู้สึกตัว จนถึงเสียชีวิตจาก การหยุดหายใจ

อันตรายของตัวทำละลาย ขึ้นกับความเข้มข้นของสารแต่ละชนิด ความดันไอของสาร การ ระบายอากาศในขณะนั้น ลักษณะการใช้สาร จุดติดไฟ จุดวาบไฟของสารนั้น ปัจจัยอื่นที่ทำให้สารนั้น เกิดการติดไฟหรือเกิดการระเบิด

3. มลพิษทางอากาศ (Air pollution)

สารละลายที่มีตัวทำละลายจะเป็นอันตรายต่อคนทั่วไปเมื่อในรูปมลพิษของอากาศแล้วปล่อย ออกสู่บรรยากาศ ไฮโดรคาร์บอนเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดหมอกสารเคมี (Photochemical smog) เมื่อมี แสงแดดไฮโดรคาร์บอนจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนและโอโซนได้เป็นแอลดีไฮด์ กรดไนโตรเจน ออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซพิษ และสารที่ทำให้เกิดการระคายเคืองอย่างอื่นด้วย

ไฮโดรคาร์บอนที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ เกิดจากรถยนต์ ตัวทำละลายจากอุตสาหกรรมทำความสะอาดและขบวนการเคลือบผิว

NO เกิดปฏิกิริยาของ N และ O2 ที่มีการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูง เช่นการเผาไหม้ในรถยนต์ และการเผาไหม้เชื้อเพลิงในโรงงานไฟฟ้า NO ที่เกิดขึ้นจะออกซิเดชั่นกับแสงได้เป็น NO2 ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนและทำให้เกิดการระคายเคือง ซึ่ง NO_2 จะทำปฏิกิริยากับ แสงอาทิตย์เกิดเป็น NO และ Atomic Oxygen ดังสมการ

$$NO_2 + hv \longrightarrow NO + O$$

Atomic Oxygen จะมีความไวต่อปฏิกิริยาสูงจะรวมกับ O2 จะได้เป็น O3 และทำให้เกิด Secondary Photochemical reaction NO ที่เกิดขึ้นจะเกิดจะทำปฏิกิริยาเกิดเป็น NO2 มากขึ้นทำให้ปฏิกิริยาเกิดต่อเนื่องไป จะเกิดหมอกสีน้ำตาลอยู่เหนือเมืองใหญ่หลายๆหลายแห่ง ผลของปฏิกิริยาเหล่านี้ทำให้เกิด O3 ในชั้นบรรยากาศที่สูงน้อยกว่า 10 Km (Troposphere) ทำให้คุณภาพของอากาศเสียไป

4. อนุภาค (Particulate)

1) ความหมาย

แอลโรซอล (Aerosol) คือ สารที่เป็นทั้งของแข็งและของเหลวที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งอาจแบ่งได้เป็นอนุภาคชนิดต่างๆดังนี้

ฝุ่น (Dust) เป็นอนุภาคของแข็งฟุ้งกระจายในอากาศ ฝุ่นเกิดจากการบดทุบตี กระแทก หรือการทำให้แตกตัวด้วยความร้อนของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เช่น ถ่าน หิน แร่ โลหะ และเมล็ดพืช เป็นต้น ฝุ่นมีขนาดตั้งแต่ 0.1 – 100 โดย 1 ไมครอน = 1/10,000

ฟูม (Fumes) เกิดเมื่อสารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งที่หลอมเหลวกลายเป็นไอ แล้วควบแน่นเป็นของแข็งอีกครั้งหนึ่ง ฟูมมีขนาดเล็กมากเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 1 ไมครอน

ควัน (Smoke) ประกอบด้วยอนุภาคคาร์บอนที่มีขนาดน้อยกว่า 0.1 ไมครอน

ละออง(Mists) เป็นอนุภาคของเหลวที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ

เส้นใย (Fiber) วัสดุที่มีขนาดเล็กแต่มีความยาวมากลักษณะเป็นใย

2) ชนิดของอนุภาค(Type of particulates)

อนุภาคแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. อนุภาคอินทรีย์ (Organic dust) เป็นอนุภาคที่เกิดขึ้นจาก พืช สัตว์ หรือเกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นอาจแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1.1 อนุภาคอินทรีย์ตามธรรมชาติ ได้แก่ อนุภาคที่เกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ เช่น อนุภาคที่เกิดจากฟางข้าว เมล็ดพืชชนิดต่างๆจะทำให้เกิดการแพ้ (Allergic response) หลังจากการสัมผัสหรือเมื่อได้รับอนุภาคเข้าร่างกายอาจเกิดพิษเฉียบพลันหรือเรื้อรัง

1.2 อนุภาคอินทรีย์ที่สังเคราะห์ขึ้น ได้แก่ Toluene Diisocyanate และ Parquet เป็นต้น จะทำให้เกิดการระคายเคือง การแพ้และผิวหนังอักเสบ (Dermatitis) หรือเกิดอันตรายกับอวัยวะ (Systemic effect) เช่น ตับได้รับอันตราย การได้รับอันตรายกับอวัยวะขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมี

2. อนุภาคอนินทรีย์ (Inorganic dust) อาจแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ

2.1 อนุภาคอนินทรีย์ของโลหะ(Inorganic Metallic particulates) อนุภาคอนินทรีย์ของโลหะทำให้ผิวหนังอักเสบ (Dermatitis) และทำให้เกิดการแพ้ เช่น นิเกิลทำให้เกิดการแพ้ คันตามผิวหนัง และอาการเป็นพิษที่ไต ระบบเลือดและระบบประสาทส่วนกลาง เป็นต้น

2.2 อนุภาคอนินทรีย์ที่มีซิลิกาเจือปน (Inorganic silica-bearing dust) เป็นอันตรายต่อผิวหนังหรืออวัยวะในร่างกายน้อย แต่ผลึกซิลิกาที่ไม่อยู่ในรูปผลึกสามารถทำให้เกิดโรคปอดจากอนุภาค (Pneumoconiosis) จากการได้รับอนุภาคเป็นระยะเวลานานได้

3) ปัจจัยที่อนุภาคทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

การจับของอนุภาคที่ผนังของปอดจะแบ่งได้เป็น 4 แบบดังนี้

1. Interception เกิดขึ้นเมื่อมีการหายใจเอาเส้นใยเอสเบสตอสที่มีเส้นยาวเข้ามาในปอดเส้นใยเอสเบสตอสจะเกาะที่ผนังปอดเนื่องจากความยาวของเส้นใย

2. Impaction เกิดเมื่ออนุภาค (5- 30 μm) ที่แขวนลอยอยู่ในอากาศเคลื่อนที่ไปตามหลอดลม บางแห่งที่หลอดลมมีการเคลื่อนที่เป็น 2 ทาง อากาศมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางทำอนุภาคชนผนังหลอดลมและเกาะติดที่หลอดลม (Nasopharyngeal region)

3. Sedimentation ได้แก่ การเกาะติดของอนุภาค (1- 5μm) ที่ผนังหลอดลมขนาดเล็ก (Bronchiolar region) และเกิดที่ความเร็วของอนุภาคค่อนข้างต่ำ ขณะที่อนุภาคเคลื่อนที่ผ่านอากาศอนุภาคจะมีแรงลอยตัว แรงต้านของอากาศ และแรงโน้มถ่วงของอนุภาค ในที่สุดจะเกิดความสมดุลของแรงทั้งสาม ทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่และหยุดลงในที่สุด

4. Diffusion จะเกิดขึ้นกับอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 μm เป็นการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่ไม่มีทิศทางแน่นอน จะเกิดขึ้นในหลอดลมขนาดเล็กๆและในถุงลมปอด (Alveolar region)

4) อันตรายจากอนุภาค

1. อันตรายของอนุภาคอนินทรีย์ของโลหะ(Inorganic Metallic particulates)

ตัวอย่างอนุภาคอนินทรีย์ของโลหะแสดงไว้ตามตาราง

ตารางแสดง อันตรายของฝุ่นและฟูมของอนุภาคอนินทรีย์ของโลหะ

อนุภาค	ลักษณะทั่วไปและอันตราย	TLV (mg/m^3)
Antimony	พบผสมกับตะกั่วและสารหนู อาจได้รับเข้าร่างกายได้ทางการหายใจและทางปาก เกลือของสารนี้ที่ละลายได้ทำให้เกิดผิวหนังอักเสบ Antimony trioxide อาจทำให้เกิดมะเร็งปอด	0.5

อนุภาค	ลักษณะทั่วไปและอันตราย	TLV (mg/m^3)
Arsenic	เป็นโลหะที่มีผลึกสีเงิน อาจได้รับเข้าร่างกายได้ทางการหายใจและทางปาก ปกติอยู่ในรูปของ Arsenic Trioxide พบว่าเป็นสารก่อมะเร็งในคนงานที่ผลิตสารนี้	0.01, A1
Asbestos	ลักษณะเป็นเส้นใย การได้รับจากการหายใจทำให้เกิดโรคปอดและมะเร็ง ทำให้เกิด Mesothelioma มะเร็งที่เยื่อหุ้มปอดและลำไส้	0.2 fiber/cc, A1; OSHA 0.1 fiber/cc
Barium	สาร Barium chloride และ sulfide ที่ละลายได้จะเป็นพิษเมื่อได้รับเข้าทางปาก	0.5
Beryllium	เป็นโลหะสีเทา น้ำหนักเบา อาจอยู่ในรูปเกลือที่ละลายได้ ออกไซด์ และเมื่อผสมกับโลหะอื่น เป็นพิษจากการหายใจ และจัดเป็น Suspected carcinogen	0.002, fiber/cc
Cadmium oxide fume	ใช้ในการบัดกรีเงินบางชนิด และการเคลือบโลหะ การได้รับฟูมของสารในปริมารสูงอาจทำให้ตายได้	0.01, A2 (Total dust)
Chromic acid	ผลึกสีแดง น้ำตาล หรือดำ มีการกัดกร่อนเนื้อเยื่อเมมเบลนและผิวหนัง เป็นสารก่อมะเร็ง	0.05, A1
Cyanide (As CN)	เป็นสารที่ระเหยไม่ได้ อาจได้รับทางปากและยับยั้งการออกซิเดชั่นของเนื้อเยื่อทำให้ตายได้	5.0 (Skin**) Ceiling
Dinitrobenzene	ผลึกสีเหลือง มีอันตรายจากการดูดซึมทางผิวหนังการหายใจและการรับประทาน	1.0 (Skin**)
Fluoride	ฟลูออไรด์อนินทรีย์เป็นสารที่ระคายเคืองอย่างแรงและเป็นพิษ	2.5
Hydroquinone	ผลึกรูปหกเหลี่ยมไม่มีสี สัมผัสผิวหนังทำให้เกิดการแพ้และระคายเคือง การได้รับฝุ่นในปริมาณมากทำให้เกิดอันตรายต่อแก้วตา	2.0
Iron oxide fume	เกิดจากการตัดและการเชื่อม	5.0

ตารางแสดง อันตรายของฝุ่นและฟูมของอนุภาคอนินทรีย์ของโลหะ

อนุภาค	ลักษณะทั่วไปและอันตราย	TLV (mg/m^3)
Lead	สารประกอบและฟูมตะกั่วทำให้เกิดพิษเมื่อได้รับเป็นเวลานานส่วนใหญ่เป็นการได้รับทางการหายใจการได้รับทางผิวหนังเกิดจากตะกั่วอินทรีย์เช่น Tetraethyl lead	0.15 (Intended:0.05,A3)

อนุภาค	ลักษณะทั่วไปและอันตราย	TLV (mg/m^3)
Lead arsenate	ผลึกสีขาว เป็นพิษสูง	0.15
Magnesium oxide fume	ผงสีขาว การได้รับฟูมที่เกิดขึ้นใหม่ๆ จะทำให้เป็นโรค Metal fume fever	10.0
Manganese	โลหะสีเทาเงิน เป็นอันตรายจากการหายใจเอาฝุ่นหรือฟูมของแมงกานีส	5.0 (dust) (Intended:0.2)
Pentachlorophenol	เกล็ดสีดำเป็นฝุ่นอันตราย เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดฟูมที่เป็นพิษ	0.5 (Skin**)
Phosphorus (Yellow)	เป็นอันตรายจากการหายใจ สัมผัสผิวหนังทำให้เกิดการไหม้อย่างรุนแรง	0.1
Picric acid	ผลึกหรือของเหลวสีเหลือง เกลือของโลหะเป็นวัตถุระเบิด เมื่อสลายตัวได้ฟูมที่เป็นพิษ	0.1
Selenium Compounds	การเป็นพิษขึ้นกับการละลายของสารประกอบ แต่ละชนิด ส่วนมากจะเกิดผิวหนังอักเสบจากการสัมผัส	0.2
Sodium hydroxide	ก้อนสีขาวสามารถดูดน้ำได้ดี สัมผัสผิวหนังหรือเนื้อเยื่อจะมีการกัดกร่อนอย่างรุนแรง	2.0 Ceiling
Trinitrotoluene	ผลึกสีเหลืองจนถึงไม่มีสี เมื่อทำให้ร้อนจนสลายตัวจะให้ฟูมที่เป็นพิษ เป็นวัตถุระเบิดที่มีพิษสูง	0.5(Skin**)
Uranium	เป็นสูงต่อไต เป็นสารรังสีที่เป็นอันตราย	0.2, 0.6 Ceiling
Vanadium Pent oxide	ฝุ่นหรือฟูมมีขนาดเล็กเป็นผลึกสีเหลืองจนถึงแดงเป็นสารระคายเคืองตาและระบบทางเดินหายใจ	0.05
Zinc oxide fume	ผงสีเหลืองหรือสีขาวไม่เป็นผลึก การละลายต่ำ เมื่อเป็นฟูมที่เกิดขึ้นใหม่ๆทำให้เกิด Metal fume fever	5.0, 10.0 Ceiling

2. อันตรายของอนุภาคต่ออวัยวะ (Systemic reaction)

เมื่อได้รับอนุภาคอนินทรีย์ เช่น Pb, Mn, Cd, Hg เป็นต้น เข้าร่างกายและถูกซึมเข้ากระแสเลือด อนุภาคเหล่านี้จะไปที่อวัยวะเป้าหมายแล้วทำให้เกิดอันตรายต่างๆ ขึ้นกับชนิดของอนุภาคนั้น

ไข้จากโลหะ (Metal fume fever) เกิดจากการได้รับฟูมของโลหะ เช่น Zn, Mg, Cu และไอออกไซด์ชนิดอื่นๆ การได้รับ Al, At, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Se, Ag และ Sn เกิดไข้จากโลหะเช่นเดียวกัน

การแพ้ (Allergic และ Sensitization) เกิดจากการสัมผัสอนุภาคอินทรีย์จากแป้ง เมล็ดแฝ ผลิตภัณฑ์จากไม้ และอนุภาคจากสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์อื่นๆ

การติดเชื้อแบคทีเรียและรา (Bacterial and fungus infections) การได้รับอนุภาคที่มี active organism เช่น วูล หรือ fur ที่มี anthrax spores หรือเปลือกไม้ที่มีเมล็ดที่มีเชื้อรา ทำให้เกิดการติดเชื้อโรค

การระคายเคืองจมูกและคอ (Irritation of nose and throat) การได้รับกรด ด่าง ฝุ่น หรือละอองที่ทำให้เกิดการระคายเคืองเช่น ฝุ่นของโครเมทที่ละลายได้ ทำให้เกิดผลตามโพรงจมูก หรือทางเดินหายใจและมะเร็งปอด

3. โรคปอดจากการได้รับอนุภาค (Pneumoconiosis)

เป็นกลุ่มอาการโรคปอดอักเสบที่เกิดจากการหายใจเอาฝุ่นเล็กมากๆ ชนิดต่างๆ ที่ปะปน อยู่ในบรรยากาศ โดยเฉพาะในบริเวณทำงานเข้าไปสะสมในส่วนถุงลมปอด พังผืดหุ้มล้อมฝุ่น นั้น มีผลให้เนื้อปอดถูกทำลาย และสมรรถภาพการทำงานของปอดเสื่อมลงเรื่อยๆ จนเกิด อาการต่างๆ ของระบบทางเดินหายใจขึ้น ซึ่งเรามักเรียกชื่อโรคแตกต่างกันตามชนิดของฝุ่นที่ เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรค

ตารางแสดงชนิดของฝุ่นและโรคที่เกิดจากฝุ่น

ชนิดของฝุ่น	ทำให้เกิดโรคปอด
ควอซ์ท ซิลิกา (ฝุ่นทราย)	โรคซิลิโคซีส
หินปูน หินอ่อน ยิบซั่ม ใยแก้ว	โรคหลอดลมอักเสบและถุงลมโป่งพอง
แอสเบสตอส หรือแร่ใยหิน	โรคแอสเบสโตซีส มะเร็งเยื่อหุ้มปอด และหลอดลม
กราไฟท์ ตะกั่ว แมงกานีส	โรคนิวโมโคนิโอซีส วัณโรค
เหล็ก (ฝุ่น/ฟูมออกไซด์ของเหล็ก)	โรคซิเดอโรซีส (Siderosis)
เบอริเรียม (Beryllium)	โรคเบอริลีโอซีส (Berylliosis)
อลูมิเนียม	โรคอลูมิโนซีส (Aluminosis)
ฝุ่นฝ้าย ป่าน ปอ	โรคปอดฝุ่นฝ้าย (Byssionosis) หอบหืด
ฝุ่นแป้ง	โรคปอดฝุ่นแป้ง (Talcosis) หอบหืด
ดิน หญ้า ฟางแห้ง เมล็ดข้าวที่มีเชื้อรา	โรคปอดชาวนา (Famer's Lung disease)
ชานอ้อย	โรคปอดชานอ้อย (Bagassosis)
ฝุ่นข้าว เมล็ดพืชที่มีเชื้อราและไร	โรคหอบหืด โรคภูมิแพ้
ฝุ่นไม้	โรคหอบหืด หลอดลมอักเสบเรื้อรัง
	โรคปอดอักเสบจากภูมิแพ้ภายนอก

โรคซิลิโคซีส หรือโรคปอดฝุ่นทราย (Silicosis)

เป็นโรคปอดอักเสบจากการหายใจนำฝุ่นทราย (ซิลิก้า หรือซิลิกอนไดออกไซด์) เข้าไปสะสมใ ปอดจนเกิดการอักเสบหรือมีพังผืดขึ้นในปอด ซึ่งมักใช้เวลาไม่น้อยกว่า 3-5 ปี บางคนแม้หลังจากเล เกี่ยวข้องกับฝุ่นซิลิก้ามาหลายปีแล้วก็อาจมีอาการป่วยขึ้นได้

ลักษณะงาน ที่เกิดฝุ่นซิลิก้า เช่น การโม่ บด ย่อย หิน/แร่ ต่างๆ งานก่อสร้างหรืองาน ที่เกี่ยวข้อ กับ หิน ทราย ซิเมนต์ งานทำแก้ว เซรามิค ครก อิฐ ภาชนะดินเผา กระเบื้อง การ หล่อโลหะ การยิงทร เพื่อผิวโลหะ การเจียรนัย เพชร พลอย ฯลฯ

อาการ หายใจสั้นๆ ไอแห้งๆ ไอเรื้อรัง หอบเหนื่อยง่าย เจ็บแน่นหน้าอก หลอดลมอักเสบ เรื้อรั เมื่อโรครุนแรงจะพบเยื่อหุ้มปอดหนา หัวใจโต การหายใจล้มเหลว

โรคนี้เกิดได้ทั้งแบบเฉียบพลันภายใน 5 ปี หรือแบบเรื้อรังค่อยเป็นค่อยไป 20-40 ปี มักเป็นวั โรคปอดได้ง่าย มีอาการรุนแรงและรักษาหายยากกว่าคนทั่วไป ตรวจสมรรถภาพ ปอดมีความจุปอดลดล ภาพถ่ายรังสีปอดผิดปกติพบจุดทึบเล็กๆ กระจายอยู่ทั่วไป

โรคบิสสิโนซีส หรือ โรคปอดฝุ่นฝ้าย (Byssinosis)

เป็นโรคของระบบทางเดินหายใจอักเสบเรื้อรัง เกิดจากการหายใจเอาฝุ่นใยของฝ้าย หรือป่าน ป เศษผงของพืช อาจมีเชื้อรา เชื้อแบคทีเรียปนอยู่เข้าไปในปอด และไปกระตุ้นให้ หลอดลมหดตัว หรือที่ ให้ร่างกายเกิดอาการผิดปกติ หรือแพ้ต่อสิ่งกระตุ้นภายนอกได้ง่าย และไวกว่าคนปกติ

ลักษณะงาน พบมากในผู้ทำงานเกี่ยวกับสิ่งทอต่างๆ การปั่น ทอ เส้นด้าย ป่านปอ ลินิน เพื่อผลิตเชือก กระสอบ ผ้าชนิดต่างๆ เป็นต้น

อาการ แน่นหน้าอก ไอ หายใจไม่สะดวก หายใจสั้นๆ หรือมีเสียงวี๊ดๆ มักมีอาการใน วัน แรกที่เริ่มกลับเข้าทำงาน หลังจากหยุดพักประจำสัปดาห์ และอาการจะดีขึ้นหรือหายไปใน วันต่อมา ซึ่ จะมีอาการเป็นๆ หายๆ เช่นนี้ต่อไปในวันแรกของสัปดาห์ที่กลับมาทำงานระยะแรกๆ มีอาการเจ็บป่ เล็กน้อยคล้ายแพ้อากาศ ถ้าเป็นนานๆ มากกว่า 5 ปี จะมี อาการเกิดขึ้นทุกวันจนเรื้อรังและอาการ รุนแรงมากขึ้น เหนื่อย แน่นหน้าอก หลอดลม อักเสบ เรื้อรัง เกิดโรคถุงลมโป่งพอง สมรรถภาพปอ ผิดปกติ ที่สุดอาจมีการหายใจล้มเหลว

แอสเบสตอส (Asbestos)

แอสเบสตอส อาจทำให้เกิดโรคต่างๆดังนี้

แอสเบสโตซีส (Asbestosis) เป็นโรคที่เกิดจากการหายใจเอาฝุ่นแอสเบสตอสเข้าปอด เป็ Non malignant scaring กระจายอยู่ในปอด

Bronchogenic carcinoma เกิดเป็นมะเร็งที่เยื่อหุ้มหลอดลม

Mesothelioma เป็นมะเร็งทีเยื่อหุ้มช่องอกและเยื่อหุ้มช่องท้อง (Pleural mesothelioma และ Peritoneal mesothelioma) อาจทำให้เกิดมะเร็งของกระเพาะ ลำไส้ และ rectum ความสัมพันธ์ระหว่างมะเร็งเหล่านี้กับ แอสเบสตอสยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด

Mesothelioma เป็นมะเร็งทีเยื่อหุ้มช่องอกและเยื่อหุ้มช่องท้อง จะมีการกระจายอย่างรวดเร็วเข้าสู่ช่องว่างที่มีอยู่ ยังไม่มีการรักษาโรคนี้ที่ได้ผล ไม่ว่าจะรักษาด้วยสารเคมี รังสี หรือการผ่าตัด คนไข้จะตายราวๆ 1 ปีหลังจากการวินิจฉัย พบน้อยในคนทั่วไป โรคมะเร็งปอด มะเร็งทีเยื่อหุ้มช่องอกและเยื่อหุ้มช่องท้อง จะพบในคนที่ได้รับแอสเบสตอสมาแล้วไม่น้อยกว่า 20 ปี ที่พบมากจะได้รับแอสเบสตอส มามากกว่า 30 ปี ระยะเวลาที่เกิดโรคจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้น และช่วงเวลาที่ได้รับแอสเบสตอส (ถ้าได้รับแอสเบสตอสความเข้มข้นสูงมาก ระยะเวลาที่ได้รับแอสเบสตอสจนถึงระยะเวลาเกิดโรคจะสั้น)

ในกรณีที่ได้รับแอสเบสตอสแล้วเป็นโรค การวินิจฉัยโรคใช้การฉาย X – ray การทดสอบสมรรถภาพปอดจะพบเป็น Restrictive หรือพบอาการทางคลีนิค เช่น Finger clubbing หรือ Rales (เสียงแตก แห้งในปอด) อาการที่สำคัญได้แก่ การหายใจลำบาก (Dyspnea) หรือ หายใจขัด (Shortness of breath) โรคที่เกิดจากการได้รับแอสเบสตอสยังดำเนินต่อไป แม้ว่าจะไม่ได้รับแอสเบสตอสแล้วก็ตาม เส้นใยแอสเบสตอส ติดอยู่ที่ปอด ยังคงมีอันตรายต่อร่างกาย ในรายที่เป็นมาอาจตายได้เนื่องจากร่างกายได้รับ O2 ไม่เพียงพอหรือหัวใจล้มเหลวเมื่อสูบฉีดเลือดผ่านปอดที่เป็นแผล

เบอริลเลี่ยม (Beryllium)

การเป็นพิษจากเบอริลเลี่ยม (Be) เป็นโรคที่รุนแรง เกิดจากการหายใจเอาฝุ่นหรือฟูมจากโลหะ Be และ BeO หรือสารประกอบที่ละลายได้ของ Be การเป็นพิษของ Be มี 2 แบบ

พิษแบบเฉียบพลัน ได้แก่ปอดอักเสบจากสารเคมี จะมีอาการไอ ปวด การหายใจลำบากตัวซีดและน้ำหนักลด

พิษแบบเรื้อรัง เรียก Berylliosis จะทำให้ไม่อยากอาหาร น้ำหนักตัวลด อ่อนแอ ไอ หายใจลำบาก ตัวซีด และหัวใจล้มเหลว ในสมัยก่อนมีผู้เสียชีวิตสูงจาก Berylliosis สำหรับพวกที่รอดจะได้รับอันตรายจาก pulmonary distress

โรคนี้อาจมีความแตกต่างกันในแต่ละคน ไม่พบในกรณี Beryllium intoxication ในคนที่ทำเหมืองแร่ Be หรือทำงานกับโลหะ Be หรือคนที่กิน BeO หรือ Be ผสมกับโลหะอื่นๆการเกิดโรคจะเกิดเฉพาะคนที่หายใจเอา ฝุ่นหรือฟูมที่มี Be จึงทำให้เกิดโรค การป้องกันที่ดีคือ การควบคุมให้ความเข้มข้นฝุ่นหรือฟูม ต่ำกว่าค่า TLV ของ AGCIH เมื่อผิวหนังที่มีแผลสัมผัสเกลือเบอริลเลี่ยม เช่น Beryllium fluoride จะทำให้เกิดการอักเสบอย่างรุนแรง

Chronic Beryllium Disease (Berylliosis) เป็นโรคที่เกิดขึ้นจากการได้รับ Be ประมาณ 5 – 10 ปีหลังจากการได้รับ Be ครั้งสุดท้ายจึงจะเริ่มเห็นว่าเป็นโรค บางครั้งอาจใช้เวลา 20 ปี หรือมากกว่านั้น โรคนี้จะดำเนินต่อไปและเป็นรุนแรงขึ้น แม้ว่าจะหยุดได้รับ Be แล้วก็ตาม อนุภาค Be ที่หายใจเข้าไปจะทำให้เกิดเนื้องอกเล็กๆในปอด ผิวหนังและอวัยวะอื่นๆ จะมีอาการดังนี้ ไอ แน่นหน้าอกและอ่อนล้า การทำงาน

ของปอดและระบบอื่นๆผิดปกติ หัวใจโต (นำไปสู่หัวใจล้มเหลว) ตับและม้ามโต ผิวซีดคล้ำขาดเลือด และไตเข็ง Be จัดเป็น *Suspected carcinogen ในคน*

ตะกั่ว (Lead)

การได้รับฝุ่นและฟูมตะกั่วอาจได้รับอันตรายได้ ตะกั่วเข้าร่างกายได้ทางการหายใจ ทางปาก ตะกั่วจะถูกดูดซึมและกระจายไปทั่วร่างกาย เมื่อได้รับตะกั่วในปริมาณมาก ตะกั่วจะไปสะสมในกระดูก อาการพิษแบบเรื้อรังจากการได้รับสารตะกั่วได้แก่ กังวล ปวดศรีษะ อ่อนแอ สั่น เหนื่อยง่ายและมีอาการระบบประสาทถูกทำลายโลหิตจางไตถูกทำลาย มีอันตรายต่อระบบสืบพันธุ์ทั้งชายและหญิง (เป็นหมันคลอดก่อนกำหนด และทารกเกิดมาผิดปกติ)

OSHA ได้กำหนดมาตรฐานสำหรับตะกั่วมีค่า PLV 8 ช.ม. เป็น 50 $\mu g/m^3$ และกำหนดว่าควรมีการเก็บตัวอย่างอากาศ การเฝ้าระวังทางการแพทย์ การป้องกันระบบทางเดินหายใจ การใช้เสื้อผ้าที่เหมาะสม การควบคุมทางด้านวิศวกรรม การฝึกอบรมคนงาน สถานที่ทำงานที่สะอาดถูกสุขลักษณะ คนงานมีสุขภาพอนามัยที่ดี

การได้รับตะกั่วที่มีอันตรายทั้งระยะสั้นและยาว พิษของตะกั่วแบบเรื้อรังได้แก่ ทำอันตรายต่อไขกระดูกและเม็ดเลือด ไต ระบบสืบพันธ์และระบบประสาท อันตรายต่อสมอง ทำให้เกิดความสูญเสียความจำ หงุดหงิด ชักและโคม่า ตะกั่วจัดเป็น Suspected human carcinogen

ระดับตะกั่วในเลือดที่ 40 µg/dl จะมีอัตราเสี่ยงต่อการทำลายระบบประสาทส่วนปลายสมอง ไต ระบบสืบพันธุ์ และไขกระดูก ไม่มีระดับตะกั่วในเลือดที่ปลอดภัยเพราะตะกั่วสะสมอยู่ในกระดูกและเนื้อเยื่อ ดังนั้นควรมีการได้รับตะกั่วให้ต่ำที่สุด

ฝุ่นถ่านหิน (Coal dust)

ฝุ่นถ่านหินสามารถทำให้เกิดพิษเรื้อรังจากถ่านหิน (Coal dust) ที่เรียกว่า Black lung ซึ่งจะเกิดทั้งหลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Chronic bronchitis) ซิลิโคซีส (Silicosis) และ โรคปอดจากฝุ่นถ่านหิน (Coal worker's pneumoconiosis) คนที่ทำเหมืองถ่านหินจะพบเป็นทั้ง 3 โรคพร้อมกันเลยการเกิดหลอดลมอักเสบเรื้อรังยังไม่เป็นที่ทราบกัน และฝุ่นถ่านหินจาก Anthracite coal มีซิลิกาอิสระทำให้การได้รับฝุ่นถ่านหิน เกิดโรค Silicosis ด้วย

ในสมัยก่อนคิดว่า การได้รับฝุ่นจากถ่านหินไม่เป็นอันตราย ต่อมาพบว่าฝุ่นจากถ่านหินมีซิลิกาอิสระอยู่เล็กน้อย สามารถทำให้เกิดพังผืดที่ปอดจึงตั้งชื่อว่า *โรคปอดจากฝุ่นถ่านหิน (Coal* worker's pneumoconiosis, CWP) การเกิดโรคนี้ไม่เป็นที่ทราบกัน อาการที่เกิดขึ้น ไม่สามารถแยกจากโรคปอดแบบอื่น ช่วงแรกๆ ของการเกิด CWP จะไม่พบอาการผิดปกติ จะพบหลอดลมอักเสบเรื้อรัง CWP สามารถเริ่มจากการเกิดพังผืดแบบง่ายๆไปเป็นพังผืดจำนวนมาก ซึ่งจะกลายไปเป็นปุ่มและจับตัวกันเป็นก้อน (Nodule) ทำให้ความจุในปอดลดลงอย่างมาก

Misceellaneous dusts

ฝุ่น Limestone, Marble, Lime, Gypsum, และ Portland cement จะมีอันตรายเพียงเล็กน้อย สารกลุ่มนี้มีซิลิกาอิสระเพียงเล็กน้อย หรือไม่มีเลย อาจมีสารซิลิเกท หลายชนิดการได้รับฝุ่นเข้าไปจะไม่มีการผิดปกติ อาจเกิดเนื้องอกในปอดแต่ไม่รุนแรง ซีเมนต์บางชนิดมี Diatomaceous earth ซึ่งสามารถเปลี่ยนไปเป็น Cristobalite ที่อุณหภูมิสูง ซีเมนต์บางชนิดมีแอสเบสตอส ดังนั้นจำเป็นต้องศึกษา MSDS ของฝุ่นแต่ละชนิดเพื่อทราบอันตรายที่แท้จริง ฝุ่นบางชนิด เช่น Mica และ Kaolin จัดว่าเป็นฝุ่นที่ไม่เป็นอันตราย ถ้าได้รับเข้าไปในปริมาณสูง จะทำให้เกิดการระคายเคืองที่ผนังระบบทางเดินหายใจ อาจเกิดโรคปอดจากฝุ่นได้

Mica เมื่อทำงานไปนานๆ คนที่ทำงานสัมผัสกับฝุ่นของไมกา (Mica) บางคนผลการเอ็กซเรย์ปอดผิดปกติ บางคนพบอาการผิดปกติด้วย แต่เกิดขึ้นเมื่อทำงานไปแล้วหลายปี

Kaolin Kaolin sis เป็นภาวะที่พบเมื่อหายใจเอาฝุ่นของ Kaolin (China clay) จากกระบวนการ Grinding เข้าไป จะพบ Kaolin sis ในคนงานที่ทำงานในบริเวณที่มีฝุ่น Kaolin สูงมาก

Bauxite โรคปอดจากบอกไซด์ พบในคนงานที่ได้รับฝุ่นที่มีอะลูมิเนียมออกไซด์ และมีซิลิกาปนอยู่เล็กน้อยจากการถลุงบอกไซด์ ในการผลิต (Corundum) ซึ่งมีอะลูมีเนียมออกไซด์ที่ไม่บริสุทธิ์อยู่มีอะลูมิเนียมซิลิเกทปนอยู่เล็กน้อย เมื่อดูผลเอกซเรย์จะพบก้อนแต่ไม่พบอาการผิดปกติ

Iron oxide Siderosis เกิดจากการได้รับฝุ่นของเหล็กออกไซด์ในกระบวนการเชื่อม ซึ่งทำให้ปอดมีสีดำสำหรับคนที่ทำงานเหมืองแร่เหล็กจะพบปอดมีสีแดงโดยไม่พบอาการผิดปกติ บางคนอาจมีอาการของหลอดลมอักเสบและหายใจขัด การเอกซเรย์ปอดจะพบก้อนเช่นเดียวกับโรคซิลิโคซีส เนื่องจากการแยกความแตกต่างทำได้ยาก ดังนั้น การได้รับฝุ่นและฟูมของเหล็กออกไซด์อาจทำให้เกิดปัญหาในการวินิจฉัยโรคได้

Toxic dusts and fumes ฟูมของโลหะทุกชนิดจะทำให้เกิดการระคายเคือง ตัวอย่างฝุ่นหรือฟูมโลหะที่เป็นพิษได้แก่ Arsenic,Antimony,Cadmium,Chromium,Lead,Manganese, Mercury, Selenium, Tellurium และ Uranium เป็นต้น

สารที่ทำให้เกิดการแพ้ (Allergen)

ฝุ่นบางชนิดเช่น ผลผลิตจากสัตว์ อาหาร ยา และสารเคมี Western red และ Cedar dust อาจทำให้เกิดการแพ้ได้ การแพ้เกิดที่ผิวหนัง ระบบทางเดินหายใจ ระบบทางเดินอาหาร อาจทำให้เกิดผิวหนังอักเสบ ลมพิษ ไข้แพ้ฟาง
(Hay fever) โรคหืดหอบ (Asthma) เป็นต้น

โดยปกติคนงานจะได้รับสารเหล่านั้นโดยไม่มีการแพ้ในครั้งแรก เกิดการกระตุ้น แล้วมี การได้รับสารเหล่านั้นต่อไปอีกเป็นปี ซึ่งช่วงเวลาก่อนที่เกิดการแพ้ของแต่ละคนแตกต่างกัน

ฟูมจากการเชื่อม (Welding Fumes)

องค์ประกอบและปริมาณของบฟูมจากการเชื่อมขึ้นกับโลหะผสมที่นำมาเชื่อม ขบวนการเชื่อมและอิเลคโทรดที่ใช้ ในกรณีของ Stainless steel metal fumes จะมีส่วนประกอบของ โครเมี่ยมที่เป็น

อันตราย เช่น โครเมี่ยม 6 (Hexavalent) การใช้ Total fume concentration จะใช้ได้ในกรณีที่ไม่มีสารอื่นอยู่ใน ลวดเชื่อม (Welding rod) โลหะที่นำมาเชื่อม และโลหะที่เคลือบอยู่ (Metal coating) และสภาวะที่ไม่มีก๊าซพิษเกิดขึ้น

ฝุ่นรังสี (Radioactive dust)

ฝุ่นรังสี อาจอยู่ในรูป ก๊าซ ฝุ่น ฟูม หรือ ละออง เช่น ยูเรเนียม อาจมีอันตรายจากรังสี และเป็นอันตรายต่อไตเช่นเดียวกับโลหะหนักชนิดอื่น สารรังสีเมื่อเข้าร่างกายจะเป็นแหล่งกำเนิดของ Interna radiation ชนิดของฝุ่นรังสารจะเป็นตัวกำหนดอวัยวะเป้าหมายที่จะไปจับ ร่างกายจะได้รับรังสีจนกว่ารังสีจะสลายตัวหมด

สิ่งแวดล้อมการทำงานที่มีการปนเปื้อนรังสี ควรมีการควบคุมเพื่อป้องกันการหายใจเอารังสีเข้าไปควรจำกัดเฉพาะคนที่มีความรู้ ควรมีเครื่องตรวจวัดการได้รับรังสีอุปกรณ์ป้องกันที่ใช้ควรมี HEPA filter ที่ใช้สำหรับอนุภาคที่เป็นรังสี ถ้าหากสงสัยว่ามีการปนเปื้อนควรมีการตรวจวัดว่ารังสีต่ำกว่าค่า PEL หรือไม่ การรักษาความสะอาด การมีสุขอนามัยที่ดี และวิธีปฏิบัติงานที่ถูกต้องเป็นสิ่งจำเป็นเมื่อต้องทำงานกันรังสี

5. สารเคมีอันตรายอื่นๆ

สารเคมีอันตราย วัตถุอันตราย สารอันตราย หมายถึง ธาตุ หรือสาร ประกอบ ที่มีคุณสมบัติเป็นพิษหรือเป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ พืช และทำให้ทรัพย์สินและสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม สามารถจำแนกได้ 9 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 วัตถุระเบิด

ประเภทที่ 2 ก๊าซ

ประเภทที่ 3 ของเหลวไวไฟ

ประเภทที่ 4 ของแข็งไวไฟ

ประเภทที่ 5 วัตถุออกซิไดส์และออร์แกนิกเปอร์ออกไซด์

ประเภทที่ 6 วัตถุมีพิษและวัตถุติดเชื้อ

ประเภทที่ 7 วัตถุกัมมันตรังสี

ประเภทที่ 8 วัตถุกัดกร่อน

ประเภทที่ 9 วัตถุอื่นๆ ที่เป็นอันตราย

ลักษณะสารเคมีอันตราย

วัตถุระเบิด: ระเบิดได้เมื่อถูกกระแทกเสียดสี หรือความร้อน เช่น ทีเอ็นที ดินปืน พลุไฟ ดอกไม้ไฟ

ก๊าซไวไฟ: ติดไฟง่ายเมื่อถูกประกายไฟ เช่น ก๊าซหุงต้ม ก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซมีเทน ก๊าซอะเซทีลีน

ก๊าซไม่ไวไฟ,ไม่เป็นพิษ : อาจเกิดระเบิดได้ เมื่อถูกกระแทกอย่างแรก หรือได้รับความร้อนสูงจากภายนอก เช่น ก๊าซออกซิเจน ก๊าซไนโตรเจนเหลว ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ก๊าซพิษ : อาจตายไปเมื่อสูดดม เช่น ก๊าซคลอรีน ก๊าซแอมโมเนีย ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์

ของเหลวไวไฟ : ติดไฟง่ายเมื่อถูกประกายไฟ เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง ทินเนอร์ อะซิโตน ไซลีน

ของแข็งไวไฟ : ลุกติดไฟง่าย เมื่อถูกเสียดสี หรือความร้อนสูงภายใน 45 นาที เช่น ผงกำมะถัน ฟอสฟอรัสแดง ไม้ขีดไฟ

วัตถุที่ถูกน้ำแล้วให้ก๊าซไวไฟ : เช่น แคลเซียมคาร์ไบด์ โซเดียม

วัตถุที่เกิดการลุกไหม้ได้เอง : ลุกติดไฟได้เมื่อสัมผัสกับอากาศภายใน 5 นาที เช่น ฟอสฟอรัสขาว ฟอสฟอรัสเหลือง โซเดียมซัลไฟต์

วัตถุออกซิไดส์ : ไม่ติดไฟแต่ช่วยให้สารอื่นเกิดการลุกไหม้ได้ดีขึ้น เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โปแตสเซียมคลอเรต แอมโมเนียม ไนเตรท

ออร์แกนิคเปอร์ออกไซด์ : อาจเกิดระเบิดได้เมื่อถูกความร้อนไวต่อการกระทบและเสียดสีทำปฏิกริยารุนแรงกับสารอื่น ๆ เช่น อะซิโตนเปอร์ออกไซด์

วัตถุติดเชื้อ : วัตถุที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนและทำให้เกิดโรคได้เช่น เข็มฉีดยาที่ใช้แล้ว เชื้อโรคต่าง ๆ

วัตถุมีพิษ: อาจทำให้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บอย่างรุนแรงจากการกิน การสูดดม หรือจากการสัมผัสทางผิวหนัง เช่น อาร์ซีนิค ไซนาไนด์ ปรอท สารฆ่าแมลง สารปรอทศัตรูพืช โลหะหนักเป็นพิษ

วัตถุกัมมันตรังสี : วัตถุที่สามารถให้รังสีที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น โคบอลต์ เรเดียม

วัตถุกัดกร่อน : สามารถกัดกร่อนผิวหนังและเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ เช่น กรดเกลือ กรดกำมะถัน โซเดียม ไฮดรอกไซด์ แคลเซียมไฮโปคลอไรต์

วัตถุอื่น ๆที่เป็นอันตราย : เช่น ของเสีย อันตราย แอสเบสทอสขาว เบนซัลดีไฮด์ของเสียปนเปื้อน ไดออกซิน

สรุป

ปัจจุบัน มีการใช้สารเคมีในด้านอุตสาหกรรมกว่า 50,000 ชนิด รวมถึงสารเคมีอันตราย (Hazardous chemicals) ได้แก่ สารพิษ (Toxic substances), สารไวไฟ (Flammable materials), สารที่ระเบิดได้ (Explosive materials), สารกัดกร่อน (Corrosive materials), สารกัมมันตรังสี (Radioactive materials) โดยสารเคมีข้างต้น ถือว่ามีศักยภาพในการก่อให้เกิดอันตรายหรือผลกระทบที่รุนแรงได้

นอกจากนี้ อนุภาคของแข็ง (Solid particles) ได้แก่ ฝุ่น (Dusts) ทั้งฝุ่นขนาดเล็กที่สามารถหายใจเข้าสู่ปอดได้ และฝุ่นขนาดใหญ่, เส้นใย (Fibers), ฟูม (Fumes) เกิดจากการควบแน่นของไอโลหะ, ควัน (Smoke) ของเหลว ได้แก่ ละออง (Mists) และ ก๊าซต่าง ๆ (Gases) และไอระเหย (Vapor) ก็อาจก่อให้เกิดอันตรายได้เช่นเดียวกัน

การเข้าสู่ร่างกายของสารเคมี อาจเข้าได้ 3 ทาง คือ(1) ทางการหายใจ (Inhalation) (2) ทางผิวหนัง (Skin absorption) (3) ทางการกลืนกิน (Ingestion) และจะส่งผลกระทบต่อร่างกาย คือ สารเคมีจะดูดซึมผ่านกระแสเลือด และเข้าสู่อวัยวะเป้าหมาย และก่อให้เกิดผลทั้งแบบเฉียบพลัน (Acute effects) หรือผลแบบเรื้อรัง (Chronic effects) โดยขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมี รูปแบบการสัมผัส ระยะเวลา ความถี่ และปัจจัยส่วนบุคคลอื่น ๆ

4.3 แนวทางการประเมินอันตรายจากสารเคมี

1. การเก็บตัวอย่างอากาศ

1) ปัจจัยในการคัดเลือกวิธีการเก็บตัวอย่างอากาศ

การคัดเลือกการเก็บตัวอย่างขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- วัตถุประสงค์ของการเก็บตัวอย่างอากาศ เช่นตรวจสอบว่าระดับของสารเคมีเป็นไปตามกฎหมายหรือไม่ หรือหาแหล่งกำเนิดของสารเคมี
- ลักษณะทางเคมีหรือฟิสิกส์ของสาร
- การมีสารอื่นที่อาจรบกวนการเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์
- ความถูกต้องและความแม่นยำที่ต้องการ
- ค่าใช้จ่ายและความเชื่อถือได้
- ชนิดของตัวอย่างที่ต้องการเก็บ
- ช่วงเวลาที่ต้องการเก็บ

ซึ่งวิธีวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมีชนิดต่างๆ ในตัวอย่างเก็บอากาศที่ใช้เป็นมาตรฐาน จะให้ข้อมูลวิธีการเก็บตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ทั้งหมด เช่น กำหนดการดูดซับที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างปริมาตรอากาศที่ใช้ อัตราการไหลของอากาศ และวิเคราะห์ทางเคมีวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมีในอากาศ ที่นิยมใช้มีดังนี้

1. NIOSH Manual of Analytical Methods
2. AIHA Analytical Guide Series
3. APHA Methods of Air Sampling and Analysis
4. OSHA regulations

2) ประเภทของการเก็บตัวอย่าง

1. การเก็บตัวอย่างเพียงหนึ่งตัวอย่างตลอดเวลา 8 ชั่วโมง หรือตลอดเวลาการทำงาน (Single sampling for full period) ความเข้มข้นของมลพิษที่ได้จากการเก็บตัวอย่างด้วยวิธีนี้ จะสะท้อนถึงความเข้มข้นเฉลี่ยของมลพิษนั้นที่ผู้ปฏิบัติสัมผัสหรือหายใจเข้าไปตลอดระยะเวลาการทำงาน
2. การเก็บตัวอย่างต่อเนื่องในเวลา 8 ชั่วโมง หรือตลอดเวลาการทำงาน (Consecutive sample for full period) เช่นการเก็บตัวอย่าง 2 ชั่วโมง เป็นต้น การเก็บตัวอย่างด้วยวิธีนี้ช่วยแก้ไขปัญหาการอุดตันของกระดาษกรอง หรือสารดูดซับมีปริมาณไม่มากพอที่จะดูดมลพิษที่ผ่านเข้ามาในการเก็บตัวอย่างเพียงตัวอย่างเดียว ตลอด 8 ชั่งโมงในข้อ 1 นอกจากนี้การเก็บตัวอย่างอากาศด้วยวิธีนี้ยังสามารถบอกช่วงเวลาที่ความเข้มข้นของมลพิษในอากาศสูงสุและ

ขณะเดียวกันยังคงรักษาข้อดีคือสะท้อนความเข้มข้นของมลพิษที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสหรือหายใจเข้าไปตลอดระยะเวลาการทำงานด้วย

3. การเก็บตัวอย่างต่อเนื่องมากกว่า 1 ตัวอย่างโดยระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง 8 ชั่วโมง (Consecutive sample for partial period) เช่นเก็บตัวอย่างๆตัวอย่างละ 1 ชั่วโมงแม้ว่าการเก็บตัวตัวอย่างที่ 2 จะเหมาะสมที่สุด แต่เมื่อคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ตัวอย่างและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างแล้วจะไม่เหมาะสม ฉะนั้นการสุ่มตัวอย่าง บางช่วงของการทำงานอาจใช้แทนวิธีที่ 2 ได้
4. การเก็บตัวอย่างในช่วงสั้นๆ หลายตัวอย่าง (Grab sampling) ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างอาจสั้นเพียงไม่กี่วินาทีหรือไม่กี่นาที โดยทั่วไปไม่เกิน 30 นาที การเก็บตัวอย่างด้วยวิธีนี้เป็นที่ยอมรับในกรณีที่ต้องการทราบความเข้มข้นของมลพิษในอากาศในระหว่างเวลาที่คาดว่ามีความเข้มข้นของสารพิษสูงมากๆ เช่น ขณะเปิดฝาผสมสารเคมี หลังจากหยุดผสมทันทีเป็นต้น หรือกรณีที่ความเข้มข้นในบรรยากาศค่อนข้างคงที่ และกรณีที่ต้องการส่วนประกอบของก๊าซตัวอย่างคร่าวๆ โดยก๊าซเหล่านี้ต้องมีความเข้มข้นสูงกว่าในบรรยากาศปกติ อย่างไรก็ตามในการใช้อุปกรณ์เหล่านี้ต้องตระหนักไว้เสมอว่าก๊าซที่สนใจนั้น อาจทำปฏิกิริยาหรือ adsorb อยู่บนผิวหนังภาชนะบรรจุนั้นได้ในกรณีที่ไม่ควรใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างแบบ Grab sampling คือ
    1. เมื่อความเข้มข้นของก๊าซ/ไอในอากาศไม่คงที่แปรเปลี่ยนตลอดเวลา
    2. ความเข้มข้นของก๊าซ/ไอค่อนข้างต่ำ
    3. เมื่อต้องการเปรียบเทียบผล TLV-TWA

3) ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง (Sampling duration)

ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างและปริมาตรอากาศที่ผ่านอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของมลพิษแต่ละชนิดอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

1. **ความไว (Sensitivity)** ของวิธีการวิเคราะห์ของเครื่องมืออ่านค่าโดยตรงสามารถตรวจพบและบอกปริมาณที่น้อยที่สุดของมลพิษที่วิเคราะห์หรือเครื่องมืออ่านค่าโดยตรงสามารถตรวจพบและบอกปริมาณได้ เครื่องมือที่มีความไวสูงจะสามารถตรวจหา มลพิษที่มีปริมาณน้อยได้ดีกว่าเครื่องมือที่มีความไวต่ำ ฉะนั้น เมื่อใช้วิธีวิเคราะห์หรือเครื่องมือที่มีความไวสูงตรวจปริมาณของมลพิษชนิดใดชนิดหนึ่ง ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างจะสั้นกว่าเมื่อใช้เครื่องมือที่มีความไวต่ำในการวิเคราะห์
2. **ความเข้มข้นโดยประมาณของสารมลพิษ** ถ้าความเข้มข้นของสารมลพิษสูงการเก็บตัวอย่างเพื่อให้ได้ปริมาณมลพิษที่มากพอที่เครื่องมือวิเคราะห์สามารถตรวจพบและบอกปริมาณได้ก็จะใช้เวลาสั้นกว่า เมื่อความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศต่ำ

3. **ค่ามาตรฐาน หรือ TLV ของมลพิษนั้น** ถ้าประสงค์ของการเก็บตัวอย่างคือเพื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของสารเคมีในอากาศกับค่ามาตรฐานสำหรับการสัมผัสในช่วงสั้นๆหรือ Grab sampling จะเป็นสิ่งที่เหมาะสมในการหาความเข้มข้นสูงสุดของมลพิษนั้นคือ ถ้ามาตรฐานเป็นแบบเพดานสูงสุด ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างจะน้อย ฉะนั้น ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างแปรผันได้ อย่างไรก็ตามระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างนี้ ควรสะท้อนระยะเวลาการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน

4) จำนวนตัวอย่าง

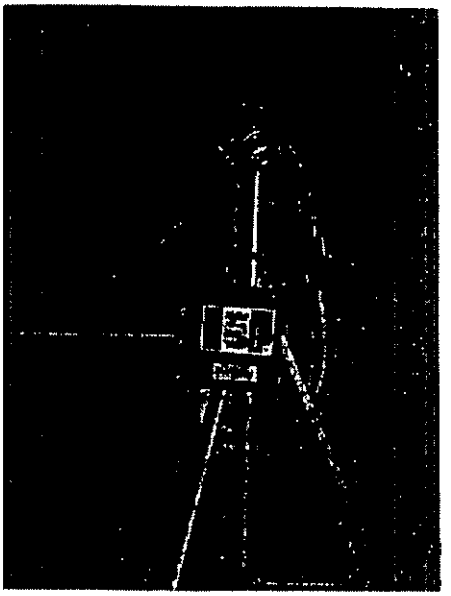
ในการกำหนดจำนวนตัวอย่างอากาศไม่มีหลักเกณฑ์ที่ตายตัว ว่าจะต้องเป็นเทาใดการตัดสินใจส่วนใหญ่จึงขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้เก็บตัวอย่างอากาศเอง อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปแล้ววัตถุประสงค์ของการเก็บตัวอย่างจะเป็นปัจจัยหลักในการกำหนดตัวอย่าง เช่น ถ้าวัตถุประสงค์ของการเก็บตัวอย่างอากาศ คือ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกำจัดหรือควบคุมการปล่อยมลพิษจากกระบวนการผลิตซึ่งติดตั้งใหม่ จำนวนตัวอย่าง 2 ตัวอย่างก็เพียงพอที่จะสนองวัตถุประสงค์นั้น คือ 1 ตัวอย่างเก็บเมื่อไม่ได้เปิดเครื่องควบคุม และอีก 1 ตัวอย่างเก็บเมื่อเปิดเครื่องควบคุม ในขณะที่จำนวนตัวอย่างมากกว่า 10 ตัวอย่างอาจจำเป็นสำหรับการประเมินปริมาณสารมลพิษที่ผู้ปฏิบัติงานคน 1 ซึ่งทำงานหลายหน้าที่ในหนึ่งวันสัมผัสหรือหายใจเข้าไปในแต่ละงานก็จะเก็บอย่างน้อยหนึ่งตัวอย่าง หรืออาจจะมากกว่าซึ่งขึ้นกับความเข้มข้นของมลพิษในที่นั้นๆ ถ้าความเข้มข้นของอากาศสูงดังอย่างเพียง 1 ตัวอย่างอาจเพียงพอแต่ความเข้มข้นของมลพิษในอากาศอยู่มนระดับใกล้เคียงกับ TLVC1 แล้ว โดยทั่วไป 3-5 ตัวจะเพียงพอสำหรับแต่ล่ะงาน

5) การเก็บตัวอย่างอากาศที่เป็นฝุ่นทุกขนาด แบ่งเป็น 2 แบบ

1. การเก็บตัวอย่างแบบพื้นที่ (area ample)
2. เก็บตัวอย่างที่ตัวผู้ปฏิบัติงานในระดับกาจรหายใจ (Breathing zone personal sample)

กรณีเก็บตัวอย่างแบบพื้นที่ (area ample)

1. สำรวจจุดที่เหมาะสมที่จะเป็นจุดที่จะเป็นจุดที่วางของเครื่องมือ ซึ่งอาจได้แก่
2. เมื่อกำหนดจุดได้แล้ว ติดตั้งขาตั้งให้มั่นคงให้ความสูงประมาณ 1.5 เมตร
3. ติดตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศ



รูปที่ 1 การเก็บตัวอย่างอากาศฝุ่นทุกชนิดแบบเก็บตัวอย่างแบบพื้นที่ (area sampling)

: กรณีเก็บตัวอย่างที่ตัวผู้ปฏิบัติงานในระดับการหายใจ (Breathing zone personal sample)

1. สำรวจดูว่าในแผนกหรือพื้นที่ที่ต้องการเก็บตัวอย่างนี้ผู้ปฏิบัติงานคนใดมีความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากฝุ่นมากที่สุดให้เลือกคนคนนั้นเป็นจุดติดตั้งเครื่องมือ แนวทางพิจารณาผู้ปฏิบัติงานคนไหนมีความเสี่ยงมากที่สุดนี้อาจพิจารณาได้จากสิ่งต่อไปนี้
2. ชี้แจงให้ผู้ปฏิบัติงานนั้นเข้าใจว่าเครื่องมือนี้ คืออะไร ใช้ทำอะไร ต้องระวังอะไรบ้าง (ในแง่ไม่ให้เกิดความผิดพลาดต่อการตรวจวัด) เป็นต้น
3. ติดตั้งชุดเครื่องมือ ขณะนี้เครื่องมือพร้อมใช้งานได้แล้ว

2. การตรวจวัดและการประเมินอันตรายจาก ก๊าซ ไอ และสารละลาย

1) เครื่องมือในการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ ไอ

เครื่องมือในการตรวจวัดมลพิษทางอากาศในสภาพแวดล้อมการทำงาน แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. เครื่องมือตรวจวัดที่สามารถอ่านค่าได้โดยตรง(Direct Reading Instrument)

2. เครื่องมือและอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นสารเคมีที่เราต้องการทราบในห้องปฏิบัติการ(Indirect Reading Instrument)

1.1 เครื่องมือตรวจวัดที่สามารถอ่านค่าได้โดยตรง(Direct Reading Instrument)

1. เครื่องมือตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีชนิดที่เป็นก๊าซหรือไอในบรรยากาศการทำงาน (Ambient Air Analyzer) โดยหลักการทำงาน คือ จะดูดอากาศในบริเวณที่ต้องการตรวจวัดเข้าสู่ส่วนวิเคราะห์ภายในเครื่อง (Chamber) และทำการวิเคราะห์โดยใช้แสงอินฟาเรดในการตรวจวัดและแปลผลปรมาณความเข้มข้นของก๊าซและไอโดยแสดงค่าเป็นตัวเลข มีหน่วยเป็นส่วนในล้านส่วน (ppm) เป็นต้น

2. เครื่องมือตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีชนิดที่เป็นก๊าซหรือไอในบรรยากาศการทำงานแบบ Hand Pump แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ กระบอกสูบ (Piston Pump) และบีบ (Bellow Pump) หลักการทำงานผู้ใช้จะต้องออกแรงบีบหรือดึงกระบอกสูบเพื่อให้อากาศไหลเข้าสู่ตัวเครื่องโดยทั่วไปความจุอากาศภายในเครื่องมีทั้ง 2 ชนิดเท่ากับ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3. เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนและก๊าซพิษ ใช้ในการตรวจวัดก๊าซหลายชนิด เช่น ออกซิเจน คาร์บอนมอนนอกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไฮโดรเจนไซยาไนด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และคลอรีน ประกอบด้วย

- ❖ แผ่นกรองอนุภาคชนิดหยาบ (Coares particulate filter)
- ❖ Semi – permeable membrane ของ Teflon หรือ Polyethylene
- ❖ อิเลคโทรไลท์ (Electrolytes) อาจเป็นของเหลว เจล หรือสารดูดซับลงบน Matrix ให้เป็น Semi – solid หรือ Paste
- ❖ อิเลคโทรด (Electrolytes)

4. Detecter tube เป็นเครื่องมือสำหรับการตรวจวัดการปนเปื้อนของสารมลพิษในอากาศ จะมีลักษณะเป็นหลอดแก้วที่ปิดหัวท้ายบรรจุด้วยสารที่เฉื่อยซึ่งไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่น ซึ่งจะเปลี่ยนสีเมื่อได้ทำปฏิกิริยากับสารมลพิษในอากาศที่เฉพาะกับสารนั้น

วิธีการใช้ Detecter tube: อากาศจะถูกดูดผ่านหลอดโดยใช้ปั๊ม ตัวอย่างอากาศจะถูกดูดผ่านหลอดแก้วเข้ามา 100 ml แล้วออกไปที่ Exhaust ports ปั๊มจะมีวาล์วสำหรับป้องกันอากาศไหลย้อนกลับเข้าไป ตัวอย่างอากาศจะถูกดึงผ่านหลอดและเข้าไปที่ปั๊มจนได้ปริมาตร 100 ml แล้วเกิดการเปลี่ยนสีซึ่งการเปลี่ยนสีแสดงถึงการมีสารปนเปื้อนและขณะเดียวกันก็แสดงถึงความเข้มข้นโดยประมาณที่มีอยู่

ชนิดของปั๊มที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างอากาศ ได้แก่

Piston pump เป็นปั๊มรูปร่างคล้ายกระบอกตวงมีก้านเลื่อนขึ้นลงได้เพื่อกำหนดปริมาตรอากาศที่ดูดเข้ามา โดยทั่วไปแล้ว Piston pump จะใช้ดึงอากาศปริมาตร 50 หรือ 100 ml ได้

Bellow pump หรือ Bulb pump ทำงานโดยการกดไล่อากาศออกจากปั๊มและทิ้งให้ Bellow พองขึ้นเพื่อให้อากาศถูกดูดเข้าไปผ่านหลอกด Detector tube

ชนิดของ Detector tube มี 4 แบบ คือ

1) หลอดตรวจวัดโดยตรงที่มีสเกลความเข้มข้น
2) หลอดตรวจวัดที่มีตารางการแปลงค่าความเข้มข้นหรือสเกล
3) หลอดตรวจวัดที่มีแผนภูมิความเข้มของสี
4) หลอดตรวจวัดที่ใช้การเทียบสี

1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นสารเคมีที่เราต้องการทราบในห้องปฏิบัติการ(Indirect Reading Instrument)

การเก็บตัวอย่างอากาศ

1. การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอโดยวิธีการแทนที่การเก็บตัวอย่างประเภทนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1.1. การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอโดยวิธีการแทนสูญญากาศ วิธีการนี้จะใช้ Evacuated flask ซึ่งการเก็บตัวอย่างทำได้โดยการหัก Evacuated flask อากาศภายนอกจะไหลผ่านเข้าไปและเก็บไว้ในหลอดแก้ว ข้อจำกัดคือสามารถเก็บอากาศได้ในปริมาณน้อย

1.2. การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอโดยวิธีการแทนก๊าซหรือของเหลว เป็นการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซหรือไอแทนที่ในก๊าซชนิดต่างๆเช่น ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศโดยวิธีการแทนที่ของเหลว เช่น น้ำ แต่จะต้องเป็นก๊าซที่ไม่ละลายในของเหลวนั้น

2. การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอโดยวิธีการดูดกลืน

หลักการคือ มลพิษที่เป็นก๊าซและไอจะถูกแยกตัวออกจากตัวอย่างอากาศโดยการดูดกลืนไว้ด้วยของเหลวหรือสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางสำหรับดูดกลืน ตัวกลางสำหรับดูดกลืนจะจำเพาะเจาะจงเฉพาะสารบางชนิดเท่านั้น เช่น ตัวกลางที่ใช้ในการดูดกลืนเช่น สารไดเอ็ทธิลามีนคอปเปอร์อะซีเตท ใช้ดูดกลืน คาร์บอนไดซัลไฟด์ เป็นต้น

3. การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอโดยวิธีการดูดซับ

วิธีการดูดซับอาศัยหลักการที่ว่า มลพิษที่เป็นก๊าซและไอจะถูกแยกตัวออกจากตัวอย่างอากาศโดยการดูดซับไว้ด้วยตัวกลางที่มีคุณสมบัติในการดูดซับ และไม่ทำปฏิกิริยากับมลพิษ ตัวอย่างตัวดูดซับ เช่น ซิลิกาเจล และแอคทิเวเทดชาโคล

4. การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอโดยวิธีการควบแน่น

มีหลักการคือ การที่ทำให้มลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอ อยู่ในสภาพที่เป็นของเหลวหรือของแข็ง เช่นการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอโดยวิธีการดูดอากาศผ่านตัวดักจับซึ่งจุ่มอยู่ในตัวกลางที่เย็น คือน้ำแข็งแห้ง และ อะซิโตน ก๊าซหรือไอ จะควบแน่นเป็นของเหลวหรือของแข็ง

5. การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอโดยวิธีการใช้ถุงเก็บตัวอย่าง

มีหลักการคือการดูดอากาศของเครื่องดูดอากาศเพื่อดูดมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอเข้าไปไว้ในถุงเก็บตัวอย่าง เป็นวิธีที่เก็บตัวอย่างอากาศที่เป็นก๊าซและไอของสารอินทรีย์ หรือสาร อนินทรีย์ที่เจือปนในอากาศมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรในอากาศ

วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอ

1. การวิเคราะห์ตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอโดย tritrametric method

การวิเคราะห์โดยวิธีการนี้เป็นการวิเคราะห์โดยปริมาตร อาศัยหลักการในการทำปฏิกิริยาทางเคมีกับสารมาตรฐาน ตัวอย่างเช่น การไตเตรทโดยใช้ปฏิกิริยาสเทินของกรดกับด่าง เช่น การไตเตรทหาปริมาณก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์

2. การวิเคราะห์ตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอโดยวิธีการทำเห็นการเปลี่ยนแปลงของสี

การวิเคราะห์โดยวิธีกานี้อาศัยหลักการในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีโดยใช้คุณสมบัติทางเคมีมลพิษที่มีอยู่ในอากาศทำปฏิกิริยากับตัวที่ทำให้เกิดสี เมื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีก็จะทำให้ทราบชนิดและความเข้มข้นของก๊าซและไอที่ทำการวิเคราะห์นั้น สามารถแบ่งได้ 3 ลักษณะตามชนิดของตัวที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง คือ สารที่เป็นของเหลว กระดาษอาบสารเคมี และหลอดตรวจวัด

3. การวิเคราะห์ตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่มีสภาพเป็นก๊าซและไอโดย spectrophometric method

การวิเคราะห์โดยวิธีการนี้อาศัยหลักการในการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นต่างกันของ มลพิษทางอากาศที่มีสภาพเป็นก๊าซและไอ โดยปริมาณแสงที่ถูกดูดกลืนจะเป็นอัตราส่วนกับความเข้มข้นของมลพิษที่ทำการวิเคราะห์นั้น

4. การวิเคราะห์ตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่สภาพเป็นก๊าซและไอโดยวิธี Gas chromatographic

เป็นการวิเคราะห์มลพิษด้วยวิธีการโครมาโตกราฟีกโดยอาศัยหลังการการแยกสารผสม โดยการเปรียบเทียบอัตราการเคลื่อนที่ของสารแต่ละตัวซึ่งสามารถบอกชนิดของสารต่างๆในสารตัวอย่างจากเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

5. การวิเคราะห์ตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่สภาพเป็นก๊าซและไอโดยวิธี Atomic absorption spectrophotometry

การวิเคราะห์โดยวิธีการนี้อาศัยหลักการคล้ายกับวิธี spectrophotometry คืออาศัยคุณสมบัติของสารในการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นฉพาะช่างใดช่วงหนึ่งของสารที่ต้องการวิเคราะห์ ปริมาณแสงที่ถูกดูดกลืนจะเป็นอัตราส่วนกับความเข้มข้นของมลพิษ แต่วิธี atomic absorption spectrophotometry จะทำให้สารแตกตัวจากความร้อนจาก เปลวไฟก่อนแล้วจึงนำไปใช้วิธีการของ spectrophotometry อะตอมที่แตกตัวออกมาจะทำให้การวิเคราะห์มีความไวสูงขึ้น

การแปลผลการวิเคราะห์ตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอ

การแปลผลการวิเคราะห์ตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบว่ามลพิษทางอากาศที่มีสภาพเป็นก๊าซและไอที่มีอยู่ในสิงแวดล้อมที่ทำงานนั้น อยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยในการทำงานหรือไม่ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการแปลผลการวิเคราะห์ตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นก๊าซและไอ จะทำการนำค่าที่วิเคราะห์ได้นั้นมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนอไว้ ถ้าค่าที่วิเคราะห์ไว้สูงกว่าค่ามาตรฐานแสดงว่าบริเวณที่เก็บตัวอย่างอากาศนั้นมี

ปริมาณมลพิษทางอากาศที่มีสภาพเป็นก๊าซและไอสูง อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยในการทำงานต่อผู้ปฏิบัติงานในบริเวณนั้นได้

2) การประเมินอันตรายจาก ก๊าซ ไอ และสารละลาย

โดยทั่วไป จะใช้รูปแบบการตรวจวัดที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน ไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องมือตรวจวัดแบบอ่านค่าได้ทันที (Direct Reading) หรือติดตั้งชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน (Personal Sampling) ก่อนทำการส่งห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของมลพิษในอากาศ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของอนุภาค ฟูม มิสต์ ก๊าซ ไอระเหย จะทำการประเมินผลเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัย เพื่อให้ทราบระดับความเสี่ยงต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงาน และยังเป็นการประเมินระบบควบคุมที่มีอยู่ด้วย ทั้งนี้วิธีการตรวจวัดหรือเก็บตัวอย่างทางเคมี จะขึ้นอยู่กับชนิด ประเภทของสารเคมี รวมถึงองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น รูปแบบการฟุ้งกระจาย สภาพการทำงาน ฯลฯ โดยการประเมินผล จะอ้างอิงมาตรฐานตามประกาศกระทรวงมหาดไทย หรือมาตรฐานอื่น ๆ เช่น มาตรฐาน ACGIH, OSHA, NIOSH เป็นต้น

3. การตรวจวัดและการประเมินอันตรายจาก อนุภาค

การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคมี 2 ประเภท ประการแรก คือการเก็บตัวอย่างอากาศที่เป็นฝุ่นทุกขนาดและฟูม (Total Dust and Fume Sampling) ซึ่งได้แก่การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นฝุ่นทุกขนาด ฟูม และมิสต์ และประเภทที่ สอง คือ การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นฝุ่นทุกขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอน

1) เครื่องมือในการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคในบรรยากาศการทำงาน

เครื่องมือในการตรวจวัดมลพิษทางอากาศในสภาพแวดล้อมการทำงาน แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1.1 เครื่องมือตรวจวัดที่สามารถอ่านค่าได้โดยตรง(Direct Reading Instrument)

เครื่องมือตรวจวัดปริมาณฝุ่นและอนุภาคของแข็งชนิดอ่านค่าได้โดยตรง หลักการทำงาน เครื่องจะดูดอากาศในบริเวณที่ต้องการตรวจวัดเข้าสู่ส่วนวิเคราะห์ภายในเครื่อง(Chamber) และทำการวิเคราะห์โดยใช้หลักการหักเหของแสงหรือใช้ลำแสงเลเซอร์ในการวิเคราะห์ปริมาณอนุภาค แล้วแปลผลแล้วแปลผลปริมาณความเข้มข้นฝุ่นโดยแสดงค่าเป็นตัวเลข มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นสารเคมีที่เราต้องการทราบในห้องปฏิบัติการ(Indirect Reading Instrument)

1. เครื่องมือเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคด้วยกระดาษกรอง ชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างประกอบด้วย 5 ชนิดด้วยกัน

- ❖ ปั๊มดูดอากาศ
- ❖ อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศ
- ❖ อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง
- ❖ ทางเข้าของอากาศ
- ❖ วาล์วควบคุมการไหลของอากาศ

อากาศจะถูกดูดเข้าไปในอุปกรณ์ตัวอย่างโดยผ่านทางรูเล็กๆ และสารมลพิษจะถูกจับอยู่บนตัวกลางที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างอากาศ เช่น กระดาษกรอง วาล์วควบคุมอัตราการไหลของอากาศที่สามารถตรวจสอบความเร็วของอากาศได้ติดอยู่ ปั๊มดูดอากาศเป็นอุปกรณ์ที่ดูดอากาศผ่านเข้าไปที่อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศ

ปั๊มดูดตัวอย่างอากาศ

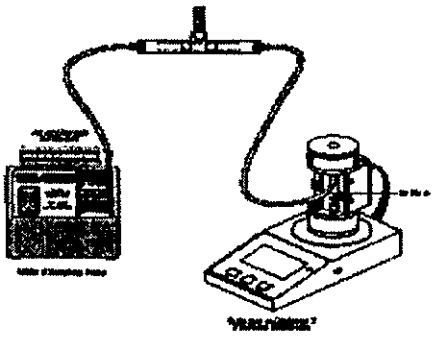
เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมากในการเก็บตัวอย่างอากาศ ทำหน้าที่ในการดูดอากาศผ่านเข้าไปที่อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง ควรจะเลือกปั๊มให้เหมาะสม และมีการสอบเทียบก่อนนำไปใช้งาน

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาคอากาศ

ตลับกรองที่ปิดฝา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร ที่มีแผ่นรองรับกระดาษกรองที่ทำด้วยเซลลูโลส เวลาเก็บตัวอย่างจะต้องใส่กระดาษกรองแล้วประกอบกันเป็นตลับกรองที่ปิดฝา จะเปิดเฉพาะช่องทางเข้าของอากาศด้านบน ส่วนด้านล่างจะต่อกับสายยางเพื่อเต่อข้ากับปั๊มดูดอากาศ

กระดาษกรอง

เป็นตัวกลางที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างอนุภาค การเลือกกระดาษกรองขึ้นกับความสามารถในการเก็บอนุภาคและความเหมาะสมในการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ



: รูปแสดงการติดตั้งเครื่องมือสำหรับ Calibrate

ส่วนประกอบของชุดเครื่องมือเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค

ส่วนประกอบสำคัญของชุดเครื่องมือเก็บตัวอย่างมลพิษอากาศที่เป็นอนุภาค มีดังนี้

ส่วนที่ 1 รูเปิดให้อากาศไหลเข้า (Air inlet) เป็นส่วนประกอบแรกที่มีความสำคัญต่อการไหลของอากาศที่จะทำให้อากาศไหลผ่านด้วยความเร็วที่สม่ำเสมอ โดยทั่วไปแล้วจะต้องใช้ส่วนนี้อยู่ใกล้กับอุปกรณ์สะสมอนุภาคมากที่สุดเพื่อป้องกันการตกค้างของอนาคในบริเวณเส้นทางระหว่างรูเปิดนี้กับอุปกรณ์สะสมอนุภาค

ส่วนที่ 2 อุปกรณ์สะสมอนุภาค (Collection devices or particulate collectors) เป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญมากที่สุด เพราะเป็นส่วนที่อนุภาคจะถูกเก็บสะสมสำหรับนำมาวิเคราะห์ต่อไป อุปกรณ์นี้จะเป็นอะไรขึ้นอยู่กับว่าจะใช้หลักการและเครื่องมืออะไรในการเก็บตัวอย่างมลพิษอากาศที่เป็นอนุภาค

ในกรณีที่ใช้กระดาษกรองเป็นอุปกรณ์สะสมอนุภาคก็จะมีตลับยึดกระดาษกรองเป็นส่วนประกอบด้วย

ส่วนที่ 3 ส่วนเชื่อมต่อ (Connector) ระหว่างอุปกรณ์สะสมอนุภาคกับเครื่องปั๊มดูดอากาศ ใช้เป็นทางผ่านของอากาศที่ไหลผ่านอุปกรณ์สะสมอนุภาคไปแล้ว เครื่องมือบางชนิดอาจไม่มีส่วนนี้ก็ได้

ส่วนที่ 4 มิเตอร์วัดอัตราการไหลของอากาศและลิ้นควบคุมอัตราการไหลของอากาศ (Air flow meter and flow control valve) เป็นส่วนที่ต้องมี เพื่อสามารถทราบว่าปริมาตรอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างนั้นมีเท่าไร ทั้งนี้อัตราการไหลของอากาศจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ และลิ้นควบคุมการไหลของอากาศจะใช้เป็นตัวปรับให้อัตราการไหลเป็นไปตามที่ต้องการ โดยทั่วไปแล้วที่ใช้กันมากจะเป็น Air-Rota meter ก๊าซมิเตอร์ และออริฟิสมิเตอร์ ส่วนลิ้นที่ใช้ควบคุมอาจเป็นลิ้น นิดเดิ้ล วาล์ว หรือ พินวาล์ว เมื่อใช้งานจะต้องทำการปรับเทียบความถูกต้องของมิเตอร์ดูอัตราการไหลโดยวิธีการมาตรฐาน

ส่วนที่ 5 เป็นส่วนประกอบสุดท้ายที่มีความสำคัญมาก เพราะจะเป็นตัวดูดให้อากาศไหลผ่านเข้ามาในอุปกรณ์สะสมอนุภาค เครื่องดูดอากาศนี้อาจเป็นแบบที่สามารถดูดอากาศได้ปริมาตรสูงต่อนาที (high flow pump) หรือเป็นที่ใช้ดูดอากาศในปริมาตรต่ำต่อนาที (gravimetric air sampler pump)

2. เครื่องมือเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคโดยแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravimetric Dust Sampler) หลักการทำงานของเครื่องคือ ทำการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศโดยใช้แรงโน้มถ่วงของโลก หลักการไม่ยุ่งยากซับซ้อนเพียงแต่ปล่อยให้อนุภาคเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกอนุภาคที่มีขนาดใหญ่จะตกลงมากอนด้วยความเร็วคงที่

3. เครื่องเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคโดยแรงสู่ศูนย์กลาง การทำให้อนุภาคแขวนลอยอยู่ไหลด้วยความเร็วสูงหมุนเป็นวงแบบก้นหอยจะปรากฏว่ามีแรงกระทำต่อศูนย์กลางกระทำต่ออนุภาคต่างๆเหล่านั้นทำให้อนุภาคตกลงมา ตัวอย่างเครื่องมือประเภทนี้เช่น คอนนิฟิว (Conifuge) คอนนิไซเคิล (Connicycle) และ ไซโคลน (Cyclone)

วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค

ทำการวิเคราะห์โดยการชั่งน้ำหนักมลพิษทางอากาศที่ติดอยู่ในกระดาษกรองจากเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เก็บตัวอย่างการแปลผลการวิเคราะห์ตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค นำผลการวิเคราะห์โดยการชั่งน้ำหนักมาคำนวณหาค่า ความเข้มข้นของอนุภาคได้โดยใช้สูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

สูตรการคำนวณ

1. คำนวณปริมาตรทั้งหมดที่ดูดอากาศเข้ามาในระบบเก็บตัวอย่างอากาศ

ปริมาตรทั้งหมด = อัตราการไหลของอากาศ x จำนวนเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างอากาศ

$$V = Q \times T$$

เมื่อ V = ปริมาตรอากาศ (Lite)

Q = อัตราการไหลของอากาศ (L/min)

T = เวลาที่ใช้ในการเก็บ (min)

2. คำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นทุกขนาด ได้ดังนี้

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \times 10^3$$

เมื่อ C = ความเข้มข้นของอนุภาครวม (mg/m^3)

W_2 = น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (mg)

W_1 = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (mg)

B_2 = น้ำหนักแบล๊งหลังเก็บตัวอย่าง (mg)

B_1 = น้ำหนักแบล๊งก่อนเก็บตัวอย่าง (mg)

การคำนวณค่า Time – Weighted (TWA)

ในการคำนวณค่า TWA เพื่อนำไปคำนวณค่ามาตรฐาน TLV-TWA เป็นค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นในช่วงเวลา 8 ชั่วโมงการทำงาน สามารถคำนวณได้ดังนี้

จากสูตร

$$TWA = \frac{C_1T_1 + C_2T_2 + \ldots + C_nT_n}{T_1 + T_2 + \ldots + T_n}$$

เมื่อ TWA = ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นตลอดระยะเวลา 8 ชั่วโมงการทำงาน

C_1 = ความเข้มข้นของฝุ่นตัวอย่างที่ 1 (mg/m^3)

C_2 = ความเข้มข้นของฝุ่นตัวอย่างที่ 2 (mg/m^3)

C_n = ความเข้มข้นของฝุ่นตัวอย่างที่ n (mg/m^3)

T_1 = เวลาในการเก็บตัวอย่างที่ 1 (ชั่วโมง)

T_2 = เวลาในการเก็บตัวอย่างที่ 2 (ชั่วโมง)

T_n = เวลาในการเก็บตัวอย่างที่ n (ชั่วโมง)

นำค่าที่ได้จากการการแปลผลการวิเคราะห์ตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงาน

สรุป

การประเมินอันตรายจากสารเคมี เป็นวิธีการที่จะทำให้ทราบว่าในสถานประกอบการมีปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน และหามาตรการควบคุมและป้องกันได้อย่างทันท่วงที ซึ่งการการประเมินอันตรายจากสารเคมีนี้ทำได้โดยการใช้ เครื่องมือตรวจวัดที่สามารถอ่านค่าได้โดยตรง(Direct Reading Instrument) และการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นสารเคมีที่เราต้องการทราบในห้องปฏิบัติการ(Indirect Reading Instrument) สำหรับการเลือกใช้เครื่องมือในการทำการประเมินนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น วัตถุประสงค์ของการเก็บตัวอย่าง ความไวของเครื่องมือ ชนิดของมลพิษทางอากาศที่ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อมาวิเคราะห์ เป็นต้น

ตอนที่ 4.4 แนวทางควบคุมอันตรายจากสารเคมี

หลักทั่วไปในการควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมีในสิ่งแวดล้อมในการทำงาน

การควบคุมและป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น มีวิธีการดำเนินงานแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของโรงงาน ประเภทของงานที่ต้องปฏิบัติ และลักษณะของสารเคมี รวมทั้งตัวผู้ปฏิบัติงานด้วย อย่างไรก็ตาม หลักทั่วไปในการควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมีมีดังต่อไปนี้

1. การควบคุมป้องกันสิ่งแวดล้อม

1.1 จัดหาวัตถุ หรือสารเคมีที่ไม่เป็นพิษ หรือมีพิษน้อยเข้ามาใช้ในกิจการ

1.2 จัดการเปลี่ยนแปลงขบวนการวิธีปฏิบัติงาน เพื่อที่จะได้สัมผัสกับสารเป็นพิษเสี่ยงต่ออันตรายน้อยลง

1.3 แยกงานที่อาจเป็นอันตรายออกไป เพื่อลดจำนวนของคนงานที่เสี่ยงต่ออันตรายน้อยลง

1.4 ในการเจาะหิน บดหิน บดแร่ หรืออื่น ๆ ที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองฟุ้งในอากาศ ควรจะใช้วิธีพ่นน้ำหรือไอน้ำ เพื่อให้ฝุ่นละอองเหล่านี้เหล่านี้ลดน้อยลง

1.5 ในบริเวณที่มีฝุ่นละออง ไอระเหย เขม่าควัน ฯลฯ ควรมีการติดตั้งเครื่องดูดอากาศหรือระบบระบายอากาศเฉพาะที่ (Local Exhaust Ventilation)

1.6 จัดให้มีการถ่ายเทอากาศทั่ว ๆ ไป โดยดูดอากาศดีจากภายนอกเข้ามาแทนที่อากาศเสียในโรงงาน เพื่อจะได้มีอากาศบริสุทธิ์หายใจ

1.7 ทำการเก็บสิ่งของโรงงานให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ตลอดจนดูแลความสะอาดทั่ว ๆ ไป การสุขาภิบาล เช่น ห้องอาบน้ำ ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า ห้องส้วม ห้องอาหาร น้ำดื่ม ฯลฯ

1.8 การควบคุมป้องกันเฉพาะโรคที่มีอันตรายมาก เช่น ลดเวลาการปฏิบัติงานในที่เสี่ยงอันตรายให้น้อยลง ติดตั้งสัญญาณป้องกันอันตราย การติดแผ่นฟิล์มสำหรับคนงานเอกซ์เรย์

1.9 ทำการตรวจสอบสภาพสิ่งแวดล้อมที่อาจเป็นอันตรายต่อคนงาน เช่น เขม่าควัน ไอระเหย ก๊าซพิษ และอื่น ๆ เป็นระยะ ๆ โดยสม่ำเสมอ เมื่อพบว่ามีสิ่งผิดปกติต้องรีบดำเนินการแก้ไขปรับปรุงจนเป็นที่ปลอดภัย

2. การควบคุมป้องกันโดยการบริหารหรือการจัดการ

1. จัดให้มีการบริการทางด้านสวัสดิการต่าง ๆ เช่น การประกันความเจ็บป่วยจากการประกอบอาชีพ จัดสถานที่พักผ่อน จัดให้มีการรื่นเริงเป็นบางครั้ง หรือจัดหาสิ่งจูงใจอื่น ๆ ให้คนงานได้ปฏิบัติงานด้วยความสบายใจและมั่นใจในความปลอดภัย ทั้งในด้านสุขภาพอนามัยและด้าน อื่น ๆ เพื่อที่จะได้ปฏิบัติงานให้กับนายจ้างอย่างเต็มประสิทธิภาพ
2. รายงานโรคหรืออุบัติเหตุต่อผู้รับผิดชอบและเก็บรวบรวมรายงาน การขาด การลา ความเจ็บป่วย อุบัติเหตุ และอื่น ๆ เพื่อนำมาศึกษาวิจัยหาข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ในการควบคุมป้องกันต่อไป

3. ให้ความร่วมมือและประสานงานอย่างใกล้ชิดกับหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกโรงงาน ในการควบคุมป้องกันโรคอันเนื่องจากการทำงานกับสารเคมี และที่สำคัญที่สุดคือ ความร่วมมือระหว่างนายจ้าง และรัฐบาล โดยที่รัฐบาลจะเป็นผู้ช่วยเหลือแนะนำทางด้านวิชาการ ตรวจสอบสภาพสิ่งแวดล้อมสารเคมีในการทำงาน กำหนดมาตรฐาน และหลักเกณฑ์ในการปฏิบัติที่เหมาะสม ฯลฯ นายจ้างจะต้องให้ความร่วมมือจัดการสิ่งต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกโรงงานให้เป็นไปตามกฎหมายข้อเสนอแนะของฝ่ายรัฐบาลจนเป็นที่ปลอดภัยแก่ลูกจ้าง ตลอดจนหาทางส่งเสริมสุขภาพอนามัยลูกจ้างได้ดีขึ้น ส่วนลูกจ้างนั้นจำเป็นจะต้องปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ระเบียบข้อบังคับของโรงงานโดยเคร่งครัดเพื่อความปลอดภัยของตนเองและส่วนรวม

3. การควบคุมป้องกันด้านตัวบุคคล

2.1 ให้สุขศึกษาแก่คนงาน หัวหน้าคนงาน และผู้ที่เกี่ยวข้องให้ทราบถึงอันตรายของสารเคมีต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น ตลอดจนวิธีการควบคุมป้องกัน โดยเฉพาะผู้เข้าทำงานใหม่ ต้องชี้แจงให้เข้าใจถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และให้ปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ข้อบังคับโดยเคร่งครัดสำหรับผู้ทำงานอยู่ก่อนจะต้องมีการประชุมชี้แจงเป็นระยะ ๆ อาจจัดตั้งกรรมการความปลอดภัยและอาชีวอนามัยในโรงงานขึ้น

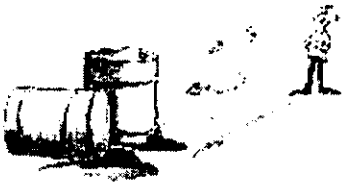
2.2 จัดหาเครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคลให้ผู้ปฏิบัติงานได้สวมใส่ เช่น เสื้อผ้า ถุงมือ แว่นตา หน้ากาก เครื่องกรองอากาศ เป็นต้น

2.3 จัดให้มีการตรวจสุขภาพคนงานเป็นระยะ ๆ โดยสม่ำเสมอ เพื่อเฝ้าระวังการเกิดโรคหรือความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้น

2.4 แนวทางการป้องกันตนเองจากสารเคมีอันตราย ปฏิบัติได้ดังต่อไปนี้

ไม่สัมผัสภาชนะบรรจุที่ชำรุดหรือสารที่รั่วไหล

อย่าเข้าใกล้แนวกั้นเขตอันตราย สังเกตจากแถบเหลือง-ดำ หรือแถบขาว-แดง



อยู่เหนือลม หรือที่สูง หรือออกจากบริเวณที่เกิดเหตุทันที หากเห็นว่าไม่ปลอดภัย

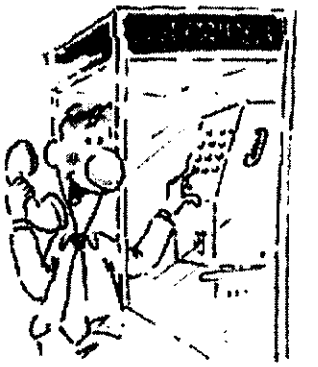
เมื่อพบเห็นอุบัติภัยสารเคมี

1.พยายามจำแนกว่าสารเคมีดังกล่าวเป็นสารเคมีชนิดไหน โดยดูจากฉลากหรือแผ่นป้ายที่ติดอยู่บนภาชนะบรรจุหรือข้างรถ

2.อย่าพยายามกระทำในสิ่งที่ไม่รู้จริง เพราะอาจก่อให้เกิดผลเสียหายอย่างรุนแรงโดยมิได้คาดคิด เช่น การล้างภาชนะบรรจุหรือบริเวณที่มีกรดหกรดอาจทำให้เกิดปฏิกิริยารุนแรงได้

3. โทรศัพท์ขอความช่วยเหลือจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ

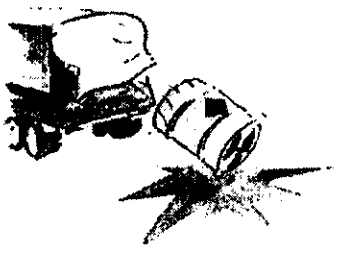
- เกิดเหตุในกรุงเทพมหานคร โทร. 199 หรือศูนย์กรุงเทพมหานคร โทร. 1555 หรือกรมควบคุมมลพิษ โทร. 1650
- เกิดเหตุในต่างจังหวัด โทร. 1999 หรือกรมควบคุมมลพิษ โทร. 1650
- เกิดเหตุบนทางหลวง โทร. 1193
- เกิดเหตุบนทางด่วน โทร. 1543
- เกิดเหตุบนท้องถนน แจ้งศูนย์ปลอดภัยคมนาคม โทร. 0 2280 8000
- เกิดเหตุเกี่ยวกับวัตถุกัมมันตรังสี แจ้งสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติในเวลาราชการ โทร. 0 2579 5230-4 ต่อ 552, 553, 139 นอกเวลาราชการ โทร. 0 2579 5230 -4 หรือ 0 2562 0123
- แจ้งศูนย์รับแจ้งเหตุและประสานงานด้านการบรรเทาสาธารณภัย โทร. 0 2241 7450-9
- ศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย โทร. 1784
- ศูนย์นเรนทร โทร. 1669



4. ข้อมูลที่ท่านควรแจ้ง เมื่อพบเห็นเหตุการณ์

สถานที่เกิดเหตุ

ลักษณะเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น



ชนิด/ประเภทของสารเคมี(ถ้าทราบ)

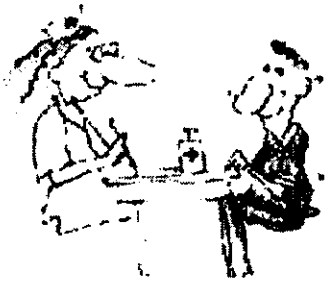
จำนวน/ปริมาณของสารเคมีที่หกหรือรั่วไหล (ถ้าทราบ)

มีแหล่งน้ำหรือชุมชนอยู่ใกล้เคียงบริเวณที่เกิดเหตุหรือไม่

การช่วยเหลือผู้ประสบอันตรายสารเคมีรั่วไหล

เคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปอยู่ในที่อากาศบริสุทธิ์

ถอดเสื้อที่เปื้อนสารเคมีออก และแยกใส่ถุงหรือภาชนะต่างหาก หากสัมผัสสารให้ล้างด้วยน้ำมากๆ อย่างน้อย 15 นาที



ไปพบแพทย์

สรุป

การควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารสามารถแบ่งออกเป็น 3 หลักการคือ

1) การควบคุมป้องกันสิ่งแวดล้อม ได้แก่ จัดการเปลี่ยนแปลงขบวนการวิธีปฏิบัติงาน จัดหาวัตถุหรือสารเคมีที่ไม่เป็นพิษ หรือมีพิษน้อยเข้ามาใช้ในกิจการ แยกงานที่อาจเป็นอันตรายออกไป เป็นต้น

2) การควบคุมป้องกันโดยการบริหารหรือการจัดการ การฝึกอบรมก่อนเข้าทำงาน การสับเปลี่ยนหมุนเวียนกันทำงาน เป็นต้น3) การควบคุมป้องกันด้านตัวบุคคล การใช้หน้ากากป้องกันสารเคมี การสวมถุงมือ การปฏิบัติตามหลักความปลอดภัยในการใช้สารเคมีเป็นต้น

การตระหนักถึงอันตรายของสารเคมี เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนประเมินและควบคุมอันตรายจากสารเคมี ซึ่งขอบเขตที่ผู้ดำเนินการควบคุมอันตรายที่เกิดจากสารเคมีควรทราบ แบ่งได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ดังนี้1) ตัวสารเคมี 2) ผู้ปฏิบัติงาน 3) กระบวนการผลิต

การประเมินอันตรายจากสารเคมีมี 2 ขั้นตอนคือ 1) การประเมินอันตรายเบื้องต้น (Preliminary survey) 2) การสำรวจโดยละเอียด (Secondary survey)

การจัดลำดับความสำคัญของอันตรายจากสารเคมีมีปัจจัยที่ควรพิจารณาอยู่ 2 ปัจจัยคือ 1) ความรุนแรงของอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น อาจพิจารณาได้จากตาราง 2) ความเป็นไปได้หรือโอกาสที่อาจจะเกิดอันตรายนั้น

การควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมี ทำได้โดย 1) หลักการควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมี โดยทั่วจะทำการควบคุมที่แหล่งกำเนิด ทางผ่านและผู้ปฏิบัติงาน 2) วิธีการควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมีอาจแบ่งได้เป็น 3 วิธีคือ การควบคุมทางด้านวิศวกรรม การบริหารและการจัดการและการควบคุทางการแพทย์

ปัจจุบัน มีการใช้สารเคมีในด้านอุตสาหกรรมกว่า 50,000 ชนิด รวมถึงสารเคมีอันตราย (Hazardous chemicals) ได้แก่ สารพิษ (Toxic substances), สารไวไฟ (Flammable materials), สารที่ระเบิดได้ (Explosive materials), สารกัดกร่อน (Corrosive materials), สารกัมมันตรังสี (Radioactive materials) โดยสารเคมีข้างต้น ถือว่ามีศักยภาพในการก่อให้เกิดอันตรายหรือผลกระทบที่รุนแรงได้

นอกจากนี้ อนุภาคของแข็ง (Solid particles) ได้แก่ ฝุ่น (Dusts) ทั้งฝุ่นขนาดเล็กที่สามารถหายใจเข้าสู่ปอดได้ และฝุ่นขนาดใหญ่, เส้นใย (Fibers), ฟูม (Fumes) เกิดจากการควบแน่นของไอโลหะ, ควัน (Smoke) ของเหลว ได้แก่ ละออง (Mists) และ ก๊าซต่าง ๆ (Gases) และไอระเหย (Vapor) ก็อาจก่อให้เกิดอันตรายได้เช่นเดียวกัน

การเข้าสู่ร่างกายของสารเคมี อาจเข้าได้ 3 ทาง คือ(1) ทางการหายใจ (Inhalation) (2) ทางผิวหนัง (Skin absorption) (3) ทางการกลืนกิน (Ingestion) และจะส่งผลกระทบต่อร่างกาย คือ สารเคมีจะดูดซึมผ่านกระแสเลือด และเข้าสู่อวัยวะเป้าหมาย และก่อให้เกิดผลทั้งแบบเฉียบพลัน (Acute effects) หรือผลแบบเรื้อรัง (Chronic effects) โดยขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมี รูปแบบการสัมผัส ระยะเวลา ความถี่ และปัจจัยส่วนบุคคลอื่น ๆ

การประเมินอันตรายจากสารเคมี เป็นวิธีการที่จะทำให้ทราบว่าในสถานประกอบการมีปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน และหามาตรการควบคุมและป้องกันได้อย่างทันท่วงที ซึ่งการการประเมินอันตรายจากสารเคมีนี้ทำได้โดยการใช้ เครื่องมือตรวจวัดที่สามารถอ่านค่าได้โดยตรง(Direct Reading

และการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นสารเคมีที่เราต้องการทราบในห้องปฏิบัติการ (Indirect Reading Instrument)

สำหรับการเลือกใช้เครื่องมือในการทำการประเมินนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น วัตถุประสงค์ของการเก็บตัวอย่าง ความไวของเครื่องมือ ชนิดของมลพิษทางอากาศที่ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อมาวิเคราะห์ เป็นต้น

การควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารสามารถแบ่งออกเป็น 3 หลักการคือ

1) การควบคุมป้องกันสิ่งแวดล้อม ได้แก่ จัดการเปลี่ยนแปลงขบวนการวิธีปฏิบัติงาน จัดหาวัตถุ หรือสารเคมีที่ไม่เป็นพิษ หรือมีพิษน้อยเข้ามาใช้ในกิจการ แยกงานที่อาจเป็นอันตรายออกไป เป็นต้น

2) การควบคุมป้องกันโดยการบริหารหรือการจัดการ การฝึกอบรมก่อนเข้าทำงาน การสับเปลี่ยนหมุนเวียนกันทำงาน เป็นต้น3) การควบคุมป้องกันด้านตัวบุคคล การใช้หน้ากากป้องกันสารเคมี การสวมถุงมือ การปฏิบัติตามหลักความปลอดภัยในการใช้สารเคมีเป็นต้น

1. จงยกตัวอย่างสารเคมีที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน
2. จงอธิบายขั้นตอนการประเมินอันตรายจากสารเคมี
3. จงบอกอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการได้รับ อนุภาค (Particulate) เป็นเวลานาน
4. จงบอกอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากการได้รับสัมผัสสารประเภท Simple asphyxiates
5. จงระบุประเภทของงานที่ผู้ปฏิบัติงานต้องทำงานเกี่ยวข้องกับสารเคมี

แนวคำตอบประจำบทที่ 4

1. <u>ตอบ</u> มีการใช้สารเคมีในด้านอุตสาหกรรมกว่า 50,000 ชนิด รวมถึงสารเคมีอันตราย (Hazardous chemicals) ได้แก่ สารพิษ (Toxic substances), สารไวไฟ (Flammable materials), สารที่ระเบิดได้ (Explosive materials), สารกัดกร่อน (Corrosive materials) และ สารกัมมันตรังสี (Radioactive materials) โดยสารเคมีข้างต้น ถือว่ามีศักยภาพในการก่อให้เกิดอันตรายหรือผลกระทบที่รุนแรงได้

2. <u>ตอบ</u> ขั้นตอนการประเมินอันตรายจากสารเคมีสามารถแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

1) การประเมินอันตรายเบื้องต้น (Preliminary survey) เป็นขั้นตอนการสำรวจเพื่อต้องการทราบว่าจุดหรือบริเวณใด ของสถานประกอบการที่มีอันตราย วิธีการสำรวจส่วนใหญ่จะเป็นการเดินสำรวจโดยไม่ได้อาศัยเครื่องมือที่ซับซ้อน

2) การสำรวจโดยละเอียด (Secondary survey) ขั้นตอนนี้เป็นการสำรวจเพื่อต้องการทราบว่าสารเคมี ณ จุดหรือบริเวณต่างๆของสถานประกอบการที่เสี่ยงต่อสุขภาพ อนามัยผู้ปฏิบัติงานที่ได้กำหนดไว้ในเบื้องต้น มีความเข้มข้นเท่าใด เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่และมีมาตรการควบคุมและป้องกันที่มีประสิทธิภาพเพียงพอหรือไม่

3. <u>ตอบ</u> เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ และโรคปอดที่เกิดจาก อนุภาค (Particulate)

4. <u>ตอบ</u> Simple asphyxiates ได้แก่ ก๊าซเฉื่อย จะมีอันตรายโดยเจือจางออกซิเจนหรือแทนที่ออกซิเจนทำให้ขาดอากาศหายใจ

5. <u>ตอบ</u> อุตสาหกรรมปิโตรเคมี , อุตสาหกรรมผลิตปุ๋ย ยาฆ่าแมลง สารกำจัดศัตรูพืช, โรงงานฟอกหนัง, อุตสาหกรรมแบตเตอรี่ เป็นต้น

บทที่ 5

อันตรายทางด้านชีวภาพ (Biological Hazards)

แผนการเรียนประจำบทที่ 5

วิชา 618 342 หลักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยกิต 3(3-0-6)
(*Principle of Industrial Hygiene*)

ชื่อบทเรียน อันตรายทางด้านชีวภาพ (Biological hazards)

หัวเรื่อง
ตอนที่ 5.1 การบ่งชี้อันตราย (Hazard Identification)
ตอนที่ 5.2 ข้อบ่งชี้ในการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอากาศ (Indication of Biological Sampling)
ตอนที่ 5.3 สถานที่ทำงานที่มีความเสี่ยงสูง
ตอนที่ 5.4 การประเมินความเสี่ยง (Risk assessment)
ตอนที่ 5.5 การแบ่งกลุ่มอันตรายของสารชีวภาพ (Hazard classification)
ตอนที่ 5.6 การควบอันตราย (Hazard control)
ตอนที่ 5.7 วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวัดเชื้อจุลินทรีย์

แนวคิด

การสัมผัสสารชีวภาพในสถานที่ทำงานอาจทำให้เกิดโรคจากการทำงานได้ การเจ็บป่วยจากการทำงานอาจมีสาเหตุมาจากสารชีวภาพ ได้แก่ การติดเชื้อจุลินทรีย์ การแพ้ และการได้รับสารต่างๆ

วัตถุประสงค์

1. สามารถอธิบายถึงการบ่งชี้อันตรายจากสารชีวภาพได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถอธิบายถึงการประเมินความเสี่ยงของอันตรายจากชีวภาพได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถอธิบายถึงการแบ่งกลุ่มอันตรายจากสารทางชีวภาพได้อย่างถูกต้อง
4. สามารถอธิบายถึงการควบคุมอันตรายจากสารชีวภาพได้อย่างถูกต้อง
5. สามารถอธิบายถึงวิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวัดเชื้อจุลินทรีย์

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ศึกษาคู่มือการเรียนรายวิชา บทที่ 1
2. ศึกษาต้นแบบสื่อประกอบการเรียนการสอน (โฮมเพจรายวิชา)
3. คำถาม – ตอบ ประจำบทเรียน
4. ศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งวิทยาการที่แนะนำ

ตอนที่ 5.1 การบ่งชี้อันตราย (Hazard Identification)

การสัมผัสสารชีวภาพในสถานที่ทำงานอาจทำให้เกิดโรคจากการทำงานได้ การเจ็บป่วยจากการทำงานอาจมีสาเหตุมาจากสารชีวภาพ ได้แก่ การติดเชื้อจุลินทรีย์ การแพ้ และการได้รับสารต่างๆ **อันตรายจากสภาวะแวดล้อมทางกายภาพ** หมายถึง พืช สัตว์หรือผลิตภัณฑ์จากพืชหรือสัตว์ที่มีอันตรายต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ของมนุษย์หรือสัตว์ อาจทำให้เกิดอันตรายโดยตรง ได้แก่ การเจ็บป่วย หรืออันตรายโดยทางอ้อม ได้แก่ การทำลายสภาพแวดล้อม

สารชีวภาพที่พบโดยทั่วไปได้แก่

- จุลินทรีย์และพิษของจุลินทรีย์ ไวรัส แบคทีเรีย รา และสิ่งที่เกิดจากสารเหล่านี้ ทำให้เกิดการติดเชื้อหรือภูมิแพ้
- สัตว์เลื้อยคลานและแมลง การกัดต่อยทำให้เกิดการอักเสบที่ผิวหนังเป็นพิษต่ออวัยวะร่างกาย สัตว์เลื้อยคลานและแมลงยังทำหน้าที่ส่งผ่านสารติดเชื้อได้ด้วย
- สารที่ทำให้เกิดการแพ้และพิษจากสัตว์ชั้นสูง ทำให้เกดจากการอักเสบจากการสัมผัสและเกิดจากการหายใจเอาสารเหล่านี้เข้าไป
- โปรตีนจากสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังที่ทำให้เกิดการแพ้
- สารชนิดอื่นๆ ได้แก่ พืชชั้นต่ำ

เชื้อจุลินทรีย์มีหลายกลุ่ม ได้แก่ แบคทีเรีย รา สาหร่าย โปรโตซัว และไวรัส เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคเป็นส่วนน้อยของจุลินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งจะมีอันตรายต่อคนพืช และสัตว์ เชื้อจุลินทรีย์นอกจากจะทำให้เกิดโรคจากการติดเชื้อแล้ว เชื้อรายังมีสปอร์ที่ทำให้เกิดการแพ้ของคนงาน

จุลินทรีย์จัดเป็นโปรคาริโอต ได้แก่

จุลินทรีย์ (Microorganism)

จุลินทรีย์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ Prokaryote และ Eukaryote

Prokaryote ไม่มี Organelles ไม่มีนิวเคลียส มี DNA และ Ribosome อยู่อิสระในไซโตพาสซึม

Eukaryote มี Organelles ซึ่งมีเมมเบลนล้อมรอบได้แก่ Mitochondria, Lysosome, Golgi body และ Endoplasmic reticulum

3.1 Prokaryote จุลินทรีย์ที่เป็น Prokaryote ได้แก่ แบคทีเรีย, Ricketsiae, Chlamydiae, Mycoplasmas และ Cyanobacteria

แบคทีเรีย

แบคทีเรียจัดเป็น Prokaryotes ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีมากที่สุดในโลก ส่วนใหญ่มีบทบาทในการช่วยย่อยสลายในธรรมชาติ เช่น การย่อยน้ำเสีย จับไนโตรเจนจากอากาศให้พืชเปลี่ยนเป็นกรดอะมิโนและโปรตีน เป็นต้น แบคทีเรียบางชนิดเป็นอันตรายโดยมีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนในร่างกายมนุษย์และทำ

ให้เกิดโรค แบคทีเรียสามารถปรับตัวในสภาวะต่างๆ เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในอากาศ ดิน และน้ำ และอยู่บนผิวของพืชและสัตว์หลายชนิด แบคทีเรียบางชนิดทนกรด บางชนิดสามารถอยู่ในที่ไม่มีออกซิเจนได้

แบคทีเรียที่อยู่ในอากาศทำให้เกิดโรคต่างๆ ได้แก่

- ❖ โรคคอตีบ จาก Corynebacterium diphtheriae
- ❖ โรควัณโรคจาก Mycobacterium tuberculosis
- ❖ โรค Legionnaires จาก Legionella pneumophila

แบคทีเรียที่อยู่ในอาหารและน้ำที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ ได้แก่

- ❖ โรคอาหารเป็นพิษ จาก Clostridium botulinum และ Staphylococcus aureus
- ❖ โรคไทฟอยด์ จาก Salmonella typhi
- ❖ โรคหวัดจาก Vibrio cholerae
- ❖ โรค Brucellosis จาก Brucella abortus

แบคทีเรียที่อยู่ในดินที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ ได้แก่

- ❖ โรค Anthrax จาก Bacillus anthracis
- ❖ โรค Tetanus จาก Clostridium tetani

Ricketsiae เป็นกลุ่มของจุลินทรีย์ที่มีรูปร่างกลมเป็นแท่งมีลักษณะคล้ายแบคทีเรียแต่มีขนาดเล็กกว่า จัดเป็นปรสิตที่จะเจริญเติบโตและแบ่งตัวเมื่ออาศัยอยู่ใน โฮสต์ (Host) ไม่สามารถอยู่ตามลำพังได้ Ricketsiae จะมีชีวิตอยู่ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเท่านั้นและสามารถติดต่อไปยังคนอื่นโดยอาศัย Arthropods เช่นหมัดและเห็บ ทำให้เกิดโรคได้หลายชนิด ได้แก่ Rocky mountain spotted fever และ Typhus ferver

Chlamydiae มีขนาดเล็กประมาณครึ่งหนึ่งของ Ricketsiae เป็นปรสิตที่ต้องอาศัยอยู่กับสิ่งมีชีวิตอื่น จำเป็นต้องอยู่ในเซล์เพื่อที่จะมีชีวิตอยู่ แต่ขั้นตอนการเพิ่มจำนวนที่ซับซ้อนแตกต่าง จาก Ricketsiae Chlamydiae จะสามารถติดต่อไปสู่คนได้ทางอากาศ และเข้าสู่ร่างกายได้ทางการหายใจ มีบางชนิดที่ทำให้เกิดโรคคล้ายกับโรคหนองใน เรียกว่า Chlamydia

Mycobecteria ขนาดเล็กกว่า Chlamydiae เป็นแบคทีเรียที่ขนาดเล็กที่สุด สามารถเติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อในห้องปฏิบัติการ แม้ว่าจะจัดเป็น Prokaryotes แต่ไม่มีผนังเซลล์ เหมือนแบคทีเรียชนิดอื่น ทำให้เกิดโรค Pneumonia

Cyanobacteria หรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue – green algae) จัดเป็นแบคทีเรียมากกว่าการเป็นสาหร่าย เพราะโครงสร้างและคุณสมบัติทางชีวเคมี **Cyanobacteria** จัดเป็น Prokaryotes มีพิกเมนตท์ที่รับแสงในการสังเคราะห์แสง พิกเมนท์สีต่างๆได้แก่ น้ำเงิน ดำ เหลือง เขียวหรือแดง **Cyanobacteria** อาศัยอยู่ในน้ำสะอาดและทะเล เมื่อสระน้ำมีอาหารสมบูรณ์ **Cyanobacteria** จะเจริญงอกงามเปลี่ยนน้ำให้เป็นสีเขียวและมีกลิ่นเหม็น

3.2 Eukaryote

จุลินทรีย์ที่จัดเป็น Eukaryote ได้เป็น Protozoa , Fungi (Mold และ Yeast) และสาหร่าย(Algae)

โปรโตซัว (Protozoa) เป็น Eukaryote ที่มีเซลล์เดียวมีประมาณ 3,000 ชนิด สำหรับชนิดที่ทำให้เกิดโรคมีประมาณ 24 ชนิด เช่น มาลาเรีย และ Sleeping sickness โปรโตซัวมีรูปร่างหลายแบบมีขนาดและโครงสร้างต่างๆกัน มี 2 – 3 ชนิดที่มีพิกเมนท์สำหรับการสังเคราะห์แสงและสร้างอาหารเองได้ โปรโตซัวส่วนมากจะได้รับอาหารจากสารอินทรีย์ ตัวอย่างโปรโตซัวที่ทำให้เกิดโรคได้แก่โรค Toxoplasmosis จากเชื้อ Toxoplasma gondii และโรคมาลาเรียจากเชื้อ Plasmodium หลายชนิดด้วยกัน

เชื้อรา (Fungi) จัดเป็น Eukaryote ที่มี 2 กลุ่มได้แก่ Yeasts และ Molds

Yeasts เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวขนาดเท่ากับแบคทีเรียมีบทบาทสำคัญในการหมักไวท์และเบียร์และการใช้ในการทำขนมปัง

Molds เป็นเซลล์ที่มีลักษณะเป็นโซ่ยาวเห็นได้ชัดเจนจากพิกเมนท์ที่มีสีอยู่ในสปอร์

เชื้อราไม่มีพิกเมนท์สำหรับสังเคราะห์แสงต้องได้รับอาหารจากสิ่งแวดล้อม หรือทำให้เกิดบางชนิดได้แก่ Athlete' s foot , tinea capitis เป็นต้น

สาหร่าย (Algae) เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่คล้ายพืช มีการสังเคราะห์แสง มี 2 ชนิด คือ Diatoms และ Dinoflagellates

Diatoms เป็นจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในทะเล ในการสังเคราะห์แสง Diatoms จะรับพลังงานจากดวงอาทิตย์และสร้างคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตในทะเล ผนังเซลล์ของ Diatoms จะมี Silicon dioxide เป็นสรดล้ายแก้ว เมื่อ Diatoms ตายลงจะเหลือสารที่สะสมอยู่ที่ชายฝั่งทะเลเป็น Diatomaceous earth

Diafilagellates เป็นสารกลุ่ม Eukaryote ที่สังเคราะห์แสงได้มีความสำคัญในห่วงโซ่อาหารของโลก ทำให้กระแสน้ำในทะเลเป็นสีแดงบางช่วง

สิ่งมีชีวิตที่ไม่เป็นทั้ง Prokaryote และ Eukaryote

สิ่งมีชีวิตที่ไม่เป็นทั้ง Prokaryote และ Eukaryote ได้แก่ ไวรัส

ไวรัส (Virus)

ไวรัส ไม่จัดเป็น Prokaryote หรือ Eukaryote ไวรัส ไม่มี เซลล์สามารถแบ่งและเพิ่มจำนวนได้ในสิ่งมีชีวิต ไวรัสมีกรดนิวคลีอิคเป็น DNA หรือ RNA ที่ล้อมรอบด้วยโปรตีน ซึ่งไวรัสทำให้เกิดโรคได้หลายชนิด ได้แก่โรคหวัด โรคอีสุกอีใส เริม (Herpes simplex) หัด หัดเยอรมัน ฝีดาษ ไข้เหลือง และไวรัสตับอักเสบชนิดเอ บีและ ซี (Hepatitis Aหรือ Bหรือ C)

ตอนที่ 5.2 ข้อบ่งชี้ในการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอากาศ (Indication of Biological Sampling)

1. มีหลักฐานสงสัยว่าปัญหาเกิดจากจุลินทรีย์ในอากาศ เช่น การเจ็บป่วยของคนในอาคารหรือบริเวณนั้น
2. ต้องการสืบสวนหาแหล่งแพร่กระจายของเชื้อในอากาศ
3. ต้องการศึกษา วิจัย หรือหาข้อมูลเพื่อประโยชน์ทางกฎหมาย
4. เพื่อใช้เป็นข้อมูลเสริมในการศึกษาหาสาเหตุ โดยตรงของปัญหาร่วมกับข้อมูลทางการแพทย์ สิ่งแวดล้อมและระบาดวิทยา
5. ใช้เป็นการวัดว่ามาตรการในการแก้ไขปัญหามลภาวะภายในอาคารเปรียบเทียบก่อนและหลังการแก้ปัญหาว่าเหมาะสมหรือไม่

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะที่แตกต่างกันของจุลชีพในอากาศภายนอกอาคารและภายในอาคารสถานที่

ลักษณะ	จุลชีพในอากาศภายนอกอาคาร	จุลชีพในอากาศในอาคารสถานที่
ที่มาของจุลชีพ	จากธรรมชาติ พืช สัตว์ คน	จากจุลชีพประจำถิ่นของคนเป็นส่วนมาก
ปริมาณของจุลชีพ	มีประมาณ 3 เท่าของอากาศในอาคาร	โดยทั่วไปน้อยกว่าอากาศภายนอกอาคาร และขึ้นอยู่กับกิจกรรมของคนในสถานที่นั้น
ชนิดของจุลชีพ	หลากหลาย	น้อยชนิด
อิทธิพลของสิ่งแวดล้อม (UV, Humidity, Pollution, etc.)	มีผลกระทบมาก	มีผลกระทบน้อย
การกระจายตัว	ไม่สม่ำเสมอขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย	ค่อนข้างสม่ำเสมอ อากาศมักนิ่งหรือมี Velocity ต่ำ

ตอนที่ 5.3 สถานที่ทำงานที่มีความเสี่ยงสูง

1. **ห้องปฏิบัติการทางด้านจุลชีววิทยา สาธารณสุขและชีวโมเลกุล**

การติดเชื้อจากการทำงานเป็นที่ทราบกันมานานแล้วสำหรับนักจุลชีววิทยา อย่างไรก็ตามการได้รับสัมผัสเชื้อที่เกิดขึ้นในระยะหลัง มีจำนวนของคนที่ไม่ใช่นักจุลชีววิทยาที่เข้ามาทำงานทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) สำหรับห้องปฏิบัติการที่ทำงานเกี่ยวกับโรค immunodeficiency virus,Mycobacterium tuberculosis และ Mycobacterium spp. อื่นๆ และโรคติดเชื้ออื่นๆ ได้แก่ Coccidodomycosis, Cryptoridiosis, hantavirus pulmonary syndrome และ Antibiotic resistant bacterial disease.

2. **โรงพยาบาลและหน่วยงานทางสาธารณสุข**

การติดเชื้อในโรงพยาบาลสามารถบ่งได้เป็นการติดเชื้อจากคนไข้หรือพนักงานของโรงพยาบาล การติดเชื้อที่เกิดจากการทำงาน และการติดเชื้อที่เกิดขึ้นในโรงพยาบาล ส่วนมากนักระบาดวิทยาของโรงพยาบาลโดยทั่วไปเป็นแพทย์ที่เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโรคติดต่อ ผู้ที่ทำหน้าที่ควบคุมโรคติดเชื้อซึ่งโดยมากเป็นพยาบาล หรือนักจุลชีววิทยาจะจัดทำกิจกรรมในการควบคุมโรคติดเชื้อ ความชุกของโรคติดเชื้อในโรงพยาบาล ทำให้มีความจำเป็นในการกำหนดวิธีการควบคุมการติดเชื้อ การฆ่าเชื้อ การล้างทำความสะอาดและการจัดการของเสีย

บทบาทของนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมในการควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาล ได้แก่การคัดเลือกและการทดสอบอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล การตรวจสอบสิ่งแวดล้อมในกรณีมีการระบาดของโรค การออกแบบระบบควบคุมทางวิศวกรรม เช่น การระบายอากาศ ระบบการป้องกันการติดเชื้อและการกักกันเชื้อโรค

3. **สถานที่ทำงานางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ**

เมื่อเทคโนโลยีทางด้านชีวภาพมีความก้าวหน้าเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีโอกาสในการพัฒนาทางด้านการแพทย์ อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมไปสู่การตลาดในการผลิตยาและและผลิตภัณฑ์ต่างๆ การเพิ่มปริมาณการผลิตหรือความเข้มข้นจะต้องมีระบบการป้องกันที่เพียงพอและเหมาะสมเพื่อคุ้มครองผลิตภัณฑ์ บุคลากรและชุมชน เชื้อจุลินทรีย์ที่มีการกักกันเชื้อ ได้แก่ แบคทีเรีย E.coli,K12 รา ยีสต์ เซลพืชและเซลสัตว์ กระบวนการผลิตโดยปกติจะใช้ระบบปิด และต้องมีการฆ่าเชื้อที่ถูกต้อง เช่น มีการกำจัดของเสียและผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นได้ นอกจากการสัมผัสโดยตรงแล้ว คนงานอาจเกิดการแพ้ต่อโปรตีน ผลิตภัณฑ์จากวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์จากการหมักหรือเอนไซม์หรือสารเคมีอื่น และโปรตีนในปัสสาวะจากสัตว์ เป็นต้น

4. สถานที่ดูแลและรักษาสัตว์

งานอุตสาหกรรมที่ต้องใช้สัตว์ทดลอง พนักงานจะได้รับเชื้อจากสัตว์ซึ่งทำให้เกิดการแพ้ต่อสา ติดเชื้อหรือพิษของสารเหล่านั้น ปัจจัยที่ควรพิจารณาเมื่อต้องจับสัตว์ ได้แก่ ธรรมชาติของสัตว์ (การกั การข่วน) ปาราสัตของสัตว์ โรคจากสัตว์ และสัตว์ที่ทำให้เกิดการแพ้

5. เกษตรกรรม

คนงานที่ทำงานทางด้านเกษตรกรรมและผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตผลทางการเกษตรจะ ได้รับสัมผัสกับอันตรายทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ คนงานต้องสัมผัสกับจุลินทรีย์ ที่ทำให้เกิดการติ เชื้อ สปอร์ และพิษของสารเหล่านั้นจากการหายใจ สารทางชีวภาพในอากาศ การกิน การสัมผัสทา ผิวหนังและเนื้อเยื่อเมมแบลน และการติลดเชื้อจากการบาดเจ็บซึ่งปัจจัยต่างๆที่ทำให้เกิดโรคขึ้นกับความ ไวของผู้รับเชื้อ ความรุนแรงของเชื้อและขนาดของเชื้อที่ได้รับ

6. สถานที่ทำงานอื่นๆ

คนที่ดูแลความสะอาดระบบน้ำในเครื่องปรับอากาศจะสัมผัสกับ Legionella pneumophila และ Naegleria spp.

คนงานที่ทำงานกับนก เช่น นกแก้ว นกแขกเต้า และนกพิราบ ในร้านขายสัตว์เลี้ยงและสวนสัตว์ จะสัมผัสกับ Chlamydia psittaci

คนงานที่ทำงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ จะสัมผัสกับ Endotoxin เชื้อราที่เจริญเติบโตในไม้สัก และ เชื้อราที่ทำให้เกิดโรคได้

คนงานเหมืองมีโอกาสสัมผัสกับ Zoonotic bacteria,Mycobacteria เชื้อราที่ผิวหนัง เชื้อราที่ทำให้ เกิดโรคเชื้อรา และเชื้อราที่ทำให้เกิดโรค Mycotoxin

คนงานที่ทำงานเกี่ยวกับน้ำเสียและปุ๋ยหมักจะสัมผัสกับ Enteric bacteria,Hepatitis A virus การ ติดเชื้อแบคทีเรีย ปาราสิต โปรโตซัว เชื้อรา

คนงานที่ทำงานเกี่ยวกับการดูและปรับปรุงหนังสือ อาคาร ภาพเขียนและเจ้าหน้าที่ห้องสมุด จะ สัมผัสกับ Endotoxin ของแบคทีเรียแกรมลบ เชื้อราบนพื้นผิวของวัสดุเก่าๆ จะทำให้เกิดการแพ้และเป็น พิษได้

คนงานผลิตเสื้อผ้าที่ทำจากเส้นใยพืช เช่น คอตตอน ปอของต้นแฟลกซ์(Flax) ป่าน ปอ และ กัญชา จะสัมผัสกับ Endotoxin ของแบคทีเรียแกรมลบ

คนงานในอุตสาหกรรมทำปลา จะสัมผัสกับ Zoonotic bacteria เช่น Leptospira interrogans, Mycobacterium และ Parasitic flukes เช่น Schistosoma

คนงานป่าไม้ จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรค Zoonotic disease เช่น rabies,Lyme disease และ Tularema หรือสัมผัสกับสารต่างๆ เช่น ไวรัส แบคทีเรีย และรา

คนงานทำขนและหนังสัตว์ มีโอกาสเกิดโรค Zoonotic disease เช่น Q fever,Anthrax,Tularemia และราที่ผิวหนัง

คนงานที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์จากพืช จะสัมผัสกับ Endotoxin และสารที่ทำให้เกิดการแพ้ของแบคทีเรียแกรมลบ Actinomycete ทีทำให้แพ้ และสารพิษจากพืช เชื้อราและหนูจากการเก็บผลิตภัณฑ์

ตอนที่ 5.4 การประเมินความเสี่ยง (Risk assessment)

การทำงานกับสารติดเชื้อไม่ว่าจะเป็นการทำงานกับคน สัตว์ หรือสารปนเปื้อนด้วยการติดเชื้อ คนสามารถหลีกเลี่ยงการได้รับสารติดเชื้อหรือการเจ็บป่วยได้ เนื่องจากการติดเชื้อไม่ได้เกิดขึ้นง่ายๆ เพียงแค่ทำงานกับคนที่ได้รับเชื้อหรือสารติดเชื้อ ยังมีปัจจัยอื่นที่จำเป็นสำหรับการสัมผัสที่นำสู่การติดเชื้อหรือการเจ็บป่วย ซึ่งการประเมินความเสี่ยงของการได้รับสัมผัสอย่างเป็นระบบจะนำไปสู่การตัดสินใจว่าจะทำอย่างไรเพื่อที่จะลดการสัมผัส หลีกเลี่ยงการสัมผัสหรือจะจัดการอย่างไร

5.4.1 ปัจจัยเกี่ยวกับการติดเชื้อและการได้รับสัมผัส

1. **ทางเข้าสู่ร่างกาย**

   การได้รับจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการติดเชื้อจากการทำงาน การรับประทาน การซึมผ่านผิวหนังและการสัมผัสกับเยื่อเมมเบลนของตา จมูกและปาก การใช้เทคนิคบางชนิด (เช่นการบีบอัดของเหลวด้วยความดัน การบดเนื้อเยื่อ) การหกของสารในสถานที่ทำงาน จะทำให้เชื้อจุลินทรีย์มีการปนเปื้อนในอากาศที่คนทำงานสามารถหายใจเข้าไปในร่างกายได้

2. **การมีชีวิตและความรุนแรงของเชื้อ (Viability and virulence of the agent)**

   การมีชีวิตและความรุนแรงของเชื้อ เป็นสิ่งที่กำหนดว่าคนจะติดเชื้อหรือไม่ ถ้าจุลินทรีย์ไม่มีชีวิตและมาสามรถเพิ่มจำนวนได้ ผู้รับเชื้อไม่มีโอกาสติดเชื้อ สิ่งแวดล้อมจะมีความสำคัญในการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น หรือสารเคมีอื่นๆ

   ความรุนแรงหรือความสามารถในการก่อให้เกิดโรคจะแตกต่างกันมากขึ้นกับชิดหรือสายพันธ์

3. **ความไวของผู้รับ (Host susceptibility)**

   ความไวของผู้รับ เช่น คนงานที่ตั้งครรภ์จะมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อของตัวอ่อนซึ่งอาจเกิดจาก Cytomegalovirus (CMV),Rubella,Hapatitis B virus(HBV) และ Toxoplasmosis.

4. **การแพ้โปรตีนบางชนิด**

   การแพ้โปรตีนบางชนิด เช่น ผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพจากวัตถุดิบที่มาจากพืชหรือสัตว์ ผลิตภัณฑ์จากการหมัก เอ็นไซม์ สารเคมี หรือสารจากผิวสัตว์(Dander) หรือโปรตีนในปัสสาวะ

สัตว์ ถ้ามาสามารถให้ คนงานฉีดวัคซีนเพื่อสร้างภูมิคุ้มกัน การสร้างสภาวะการทำงานที่ปลอดภัยน่าจะเป็นวิธีที่ดี

5. **ปัจจัยอื่นๆ**

ปัจจัยอื่นๆในการประเมินความเสี่ยงของงานทางชีวภาพ ได้แก่ ความสามารถที่จะทนต่อการรักษาและป้องกัน ความรู้เกี่ยวกับผู้รับเชื้อจุลินทรีย์ และความรู้เกี่ยวกับจุลินทรีย์ว่าจะแพร่เข้าไปในชุมชนได้อย่างไร

ตอนที่ 5.5 การแบ่งกลุ่มอันตรายของสารชีวภาพ (Hazard classification)

การแบ่งกลุ่มอันตรายของสารทางชีวภาพ ซึ่งต้องใช้หลักการประเมินความเสี่ยงในการจัดลำดับความปลอดภัยทางชีวภาพเป็น 4 ระดับ ได้แก่

1. **ความปลอดภัยทางชีวภาพระดับที่ 1 (Biosafety level 1)** ใช้สำหรับสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่สามารถบ่งบอกเชื้อได้อย่างชัดเจนและไม่มีอันตรายต่อบุคลากรในห้องปฏิบัติการหรือสิ่งแวดล้อม ได้แก่ Bacillus subtilis, Naegleria gruberi และ Canine hepatitis virus เป็นต้น
2. **ความปลอดภัยทางชีวภาพระดับที่ 2 (Biosafety level 2)** ใช้กับงานที่มีความเสี่ยงปานกลางที่มีอยู่ในชุมชนเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคในคนที่ระดับความรุนแรงต่างกัน จะมีอันตรายระดับปานกลางต่อบุคลากรและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ Hapatitis B virus, Samonella spp. และ Toxoplasma spp.
3. **ความปลอดภัยทางชีวภาพระดับที่ 3 (Biosafety level 3)** ใช้สำหรับการทำงานกับสารที่มีอยู่ในท้องถิ่นหรือจากที่อื่น ซึ่งมีศักยภาพที่ทำให้เกิดการติดเชื้อโดยผ่านทางอากาศและโรคที่เกิดรุนแรงหรือมีผลให้เสียชีวิตได้ ได้แก่ Mycobacterium tuberculosis, Brucella spp., St.Louis encephalitis virus, Borna virus
4. **ความปลอดภัยทางชีวภาพระดับที่ 4 (Biosafety level 4)** ใช้กับงานที่มีอันตรายและเชื้อที่มีความเสี่ยงสูงและการเกิดโรคที่เป็นอันตรายถึงชีวิต เชื้อขนาดนี้แม้ใช้เชื้อที่มีขนาดต่ำก็สามารถมีการติดเชื้อได้ และมีอันตรายจากการติดต่อจากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่ง ได้แก่ Virus hemorrhagic fevers, Filoviruses และ Arboviruses

ตอนที่ 5.6 การควบอันตราย (Hazard control)

1. การกักกัน (Containment)

กิจกรรมในสถานที่ทำงานที่เกี่ยวกับสารติดเชื้อหรือสารทางชีวภาพ ต้องมีการกักกันควบคุม เพื่อให้คนงาน สิ่งแวดล้อมในการทำงาน และชุมชนนอกสถานที่ทำงานได้รับการคุ้มครอง หรือป้องกันจากการได้รับสัมผัสสารติดเชื้อ การออกแบบสถานที่ทำงาน อุปกรณ์ความปลอดภัยและการปฏิบัติงานเป็นหลักการของการกักกันเชื้อ

2. การออกแบบสถานที่ทำงาน

ห้องปฏิบัติการต้องมีการออกแบบให้มีการปิดกั้นที่จำเป็นในการปกป้องชุมชนและสถานที่ทำงานที่อยู่ใกล้เคียงจากการได้รับสัมผัสสารอันตราย

3. อุปกรณ์ความปลอดภัย

Biological safety cabinet (BSCs)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้บ่อยมากในห้องปฏิบัติการซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันข้างต้น (Primary prevention) ของสารติดเชื้อในรูปแอโรซอลในอากาศ ในสถานที่ทำงาน เมื่อมีการใช้ Biological safety cabinet และมีการดูแลอย่างเหมาะสมจะช่วยในการปกป้องคนงาน ผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมได้ตามกลุ่มและชนิดของ Biological safety cabinet ที่นำมาใช้

4. การปฏิบัติงานที่ดี (Good work practice)

วิธีการปฏิบัติงานที่ดีมีความสำคัญในการป้องกันสารจากการทำงาน วิธีการป้องกันด้านชีวภาพ ได้แก่

- ❖ จัดการของเหลวติดเชื้ออย่างระมัดระวังเพื่อหลีกเลี่ยงการหก หรือทำให้เกิดหยด หรือแอโรซอลในอากาศ
- ❖ ใช้เข็มและหลอดฉีดยาหรือของมีคมอื่นๆอย่างระมัดระวัง เพื่อป้องกันการได้รับเชื้อเข้าไปและต้องทิ้งของเหล่านั้นในภาชนะที่ทนต่อการรั่วและการทิ่มแทง
- ❖ ใช้เสื้อคลุมและถุงมือในห้องปฏิบัติการ
- ❖ ล้างมือทุกครั้งหลังจากถอดถุงมือเมื่อทำงานในห้องปฏิบัติการ และล้างมือทันทีเมื่อสัมผัสกับสารติดเชื้อ
- ❖ ทำความสะอาดโต๊ะทำงานก่อนและหลังการใช้ หรือทำความสะอาดทันทีเมื่อมีสารหก
- ❖ ห้ามรับประทาน ดื่ม เก็บอาหาร ใช้เครื่องสำอาง หรือสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการ

5. การลดการปนเปื้อน (Decontamination)

การลดการปนเปื้อนโดยการลดจำนวนสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ เช่นการใช้สารเคมีในการฆ่าเชื้อโรคทำให้เชื้อจุลินทรีย์ถูกทำลายไป เพื่อเป็นการปกป้องคนงานและสิ่งแวดล้อมจากการสัมผัสสารติดเชื้อและป้องกันการปนเปื้อนต่อสารที่ใช้ในการทดลอง

6. การบริหารจัดการโปรแกรมความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety Program Management)

โปรแกรมความปลอดภัยทางชีวภาพในการทำงานจัดทำขึ้นเพื่อให้แน่ใจว่าคนงาน ผู้ร่วมงานและชุมชน รวมทั้งประชาชนทั่วไปและสิ่งแวดล้อมจะไม่ได้รับอันตรายจากจุลินทรีย์และพิษของจุลินทรีย์ โปรแกรมนี้ประกอบด้วย หน่วยสนับสนุนโปรแกรม (Program support) เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety officer o specialist) คณะกรรมการความปลอดภัยของสถานที่ทำงาน (Institutional biosafety committee) คู่มือความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety manual) โปรแกรมอาชีวอนามัยและการฝึกอบรมคนงาน โปรแกรมความปลอดภัยทางชีวภาพจะขึ้นกับขนาดของสถานที่ทำงาน และกิจกรรม เช่น การศึกษา การพัฒนางานวิจัย และอุตสาหกรรม การผลิต การดูแลผู้ป่วย หรือการให้บริการอาหาร เป็นต้น

ตอนที่ 5.7 วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวัดเชื้อจุลินทรีย์

1. การตก (setting) ลงบน Petri dish

วิธีการนี้ประกอบด้วยการเก็บตัวอย่างของเชื้อจุลินทรีย์โดยการตกลงบน agar ตามธรรมชาติไม่สามารถพิจารณาเป็นวิธีการที่เหมาะสมได้สำหรับการศึกษาทางเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ

2. การกรองผ่านแผ่นกรอง (Filtration on membrane)

ภายหลังการกรองอากาศผ่านตัวรองโดยการใช้เครื่องมือที่ทำให้เป็นสุญญากาศ ตัวกรองจะวางลงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็นของเหลวโดยวิธีการที่ปลอดเชื้อ จากนั้นจะทำการคำนวณจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ภายหลังการบ่มเชื้อแล้ว การใช้วิธีการนี้มีความยุ่งยากในการจัดการ ผู้ใช้ควรต้องมีคุณวุฒทางด้านชีววิทยา นอกจากนี้แล้วในขณะที่ทำการย้ายตัวกรองลงบน Petri dish นั้นการเพิ่มจำนวนเชื้อลดน้อยลง

3. การนับจำนวนอนุภาค (Particle numeration)

เครื่องมือต่างๆเหล่านี้มีความไวในการนับจำนวนอนุภาคมากไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างอนุภาคที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตได้

4. การอัดเชื้อ (Impaction)

เก็บรวบรวมเชื้อจุลินทรีย์โดยการใช้เครื่องสุญญากาศ (Air aspiration) ดูดอากาศผ่านตระแกรงที่วางอยู่เหนือ Petri dish 2-3 มิลลิเมตร เชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตในอากาศจุถูกอัดเข้าไปบน agar ตาม Flow rate ที่ทราบ ทำให้ง่ายต่อการคาดการณ์จำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศโดยการนับเป็นหน่วยเป็น CFU (Colony Forming Unit) ใน Petri dish

วิธีการอัดเชื้อเป็นวิธีการที่นิยมใช้ที่สุดเนื่องจากว่า เชื่อถือได้ ง่ายต่อการปฏิบัติ (มีการจัดการแค่ครั้งเดียว) ประหยัด (ใช้ Petri dish มาตรฐาน) และปลอดภัย (การฆ่าเชื้อ sampling head สามารถทำได้โดยการใช้ยาฆ่าเชื้อและ/หรืออบความร้อนสูงด้วยไอน้ำ (autoclave)

สรุป

การสัมผัสสารชีวภาพในสถานที่ทำงานอาจทำให้เกิดโรคจากการทำงานได้ การเจ็บป่วยจากการทำงานอาจมีสาเหตุมาจากสารชีวภาพ ได้แก่ การติดเชื้อจุลินทรีย์ การแพ้ และการได้รับสารต่างๆ เชื้อจุลินทรีย์มีหลายกลุ่ม ได้แก่ แบคทีเรีย รา สาหร่าย โปรโตซัว และไวรัส เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคเป็นส่วนน้อยของจุลินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งจะมีอันตรายต่อคนพืช และสัตว์ เชื้อจุลินทรีย์นอกจากจะทำให้เกิดโรคจากการติดเชื้อแล้ว เชื้อราบางชนิดสปอร์ที่ทำให้เกิดการแพ้ของคนงาน การทำงานกับสารติดเชื้อไม่ว่าจะเป็นการทำงานกับคน สัตว์ หรือสารปนเปื้อนด้วยการติดเชื้อ คนสามารถหลีกเลี่ยงการได้รับสารติดเชื้อหรือการเจ็บป่วยได้ เนื่องจากการติดเชื้อไม่ได้เกิดขึ้นง่ายๆ เพียงแค่ทำงานกับคนที่ได้รับเชื้อหรือสารติดเชื้อ ยังมีปัจจัยอื่นที่จำเป็นสำหรับการสัมผัสที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อหรือการเจ็บป่วย ซึ่งการประเมินความเสี่ยงของการได้รับสัมผัสอย่างเป็นระบบจะนำไปสู่การตัดสินใจว่าจะทำอย่างไรเพื่อที่จะลดการสัมผัส หลีกเลี่ยงการสัมผัสหรือจะจัดการอย่างไร กิจกรรมในสถานที่ทำงานที่เกี่ยวกับสารติดเชื้อหรือสารทางชีวภาพ ต้องมีการกักกันควบคุมเชื้อให้คนงาน สิ่งแวดล้อมในการทำงาน และชุมชนนอกสถานที่ทำงานได้รับการคุ้มครอง หรือป้องกันจากการได้รับสัมผัสสารติดเชื้อ การออกแบบสถานที่ทำงาน อุปกรณ์ความปลอดภัยและการปฏิบัติงานเป็นหลักการของการกักกันเชื้อ ห้องปฏิบัติการต้องมีการออกแบบให้มีการปิดกั้นที่จำเป็นในการปกป้องชุมชนและสถานที่ทำงานที่อยู่ใกล้เคียงจากการได้รับสัมผัสสารอันตราย อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันข้างต้น (Primary prevention) ของสารติดเชื้อในรูปแอโรซอลในอากาศ ในสถานที่ทำงานที่มีการใช้ Biological safety cabinet และมีการดูแลอย่างเหมาะสมจะช่วยในการปกป้องคนงาน ผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมได้ตามกลุ่มและชนิดของ Biological safety cabinet ที่นำมาใช้วิธีการปฏิบัติงานที่ดีมีความสำคัญในการป้องกันสารจากการทำงาน วิธีการป้องกันด้านชีวภาพ

1. จงยกตัวอย่างอันตรายที่อาจจะเกิดทางชีวภาพ
2. จงบอกสถานที่ทำงานที่มีความเสี่ยงสูงต่ออันตรายทางด้านชีวภาพ
3. จงบอกวิธีป้องกันอันตรายทางด้านชีวภาพ

แนวคำตอบประจำบทที่ 5

1. **ตอบ**

- การเกิดโรคจากเชื้อไวรัส เช่น โรคไวรัสตับอักเสบ A,B
- การเกิดโรคจากเชื้อแบคทีเรีย เช่น โรคอหิวาตกโรค
- การเกิดโรคจากเชื้อรา เช่น เชื้อในเสมหะ เป็นต้น

2. **ตอบ**

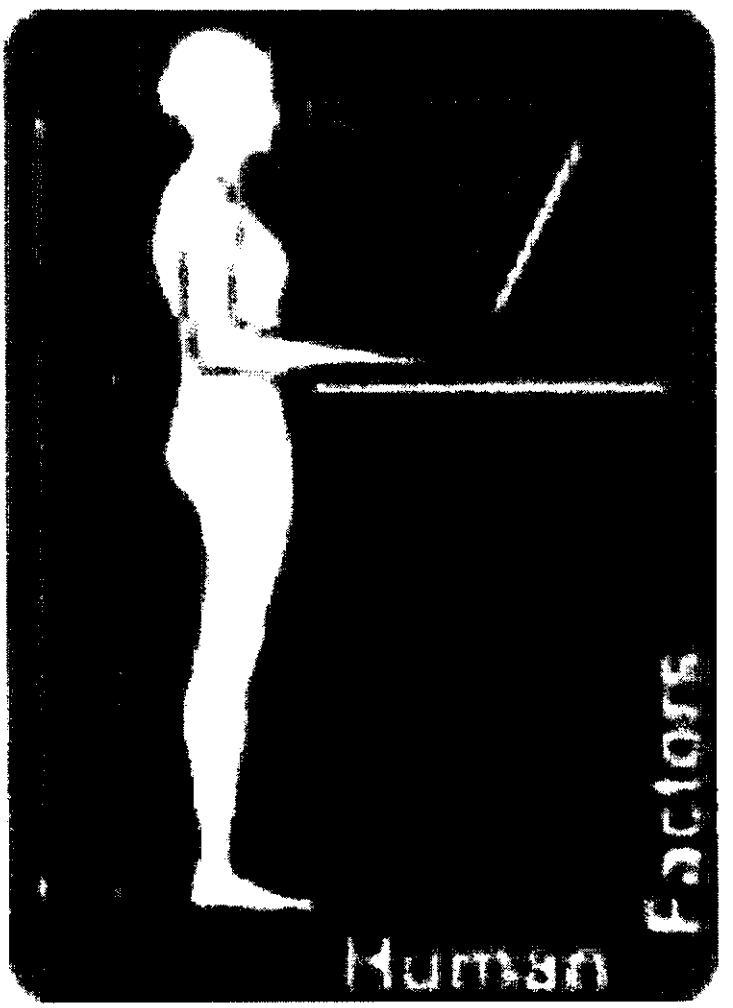
- ห้องปฏิบัติงานทางด้านจุลชีววิทยา สาธารณสุข และชีวโมเลกุล
- โรงพยาบาลและหน่วยงานสาธารณสุข
- สถานที่ทำงานทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ
- สถานที่ดูแลรักษาสัตว์
- เกษตรกรรม
- สถานที่ทำงานอื่น

3. **ตอบ**

- การกักกัน(Containment)
- การออกแบบสถานที่ทำงาน
- อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

บทที่ 6

เออร์กอนอมิกส์ (Ergonomics)



แผนการเรียนประจำบทที่ 6

วิชา 618 342 หลักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Principle of Industrial Hygiene)

ชื่อบทเรียน เออร์กอนอมิกส์ (Ergonomics)

หัวเรื่อง

ตอนที่ 6.1 ความหมายของ เออร์กอนอมิกส์ (Ergonomics)

ตอนที่ 6.2 ความสามารถในการทำงาน (Human capacity for physical work)

ตอนที่ 6.3 ขนาดร่างกายทางวิศวกรรม (Engineering Anthropometry)

ตอนที่ 6.4 ชีวกลศาสตร์ (Biomechanics)

ตอนที่ 6.5 การยกน้ำหนัก Handling Loads)

ตอนที่ 6.6 อุปกรณ์ที่ใช้มือจับ (Hand tools)

ตอนที่ 6.7 การออกแบบสถานีงาน (Workstation design)

ตอนที่ 6.8 การออกแบบสถานที่ทำงาน (Workplace design)

ตอนที่ 6.9 สถานีงานที่ใช้คอมพิวเตอร์ (Computer workstation)

ตอนที่ 6.10 การออกแบบด้านเออร์กอนอมิกส์ของสถานีงานในสำนักงาน

ตอนที่ 6.11 สัญญาณไฟ (Light signals) , ฉลาก (Label)

แนวคิด

การสัมผัสสารชีวภาพในสถานที่ทำงานอาจทำให้เกิดโรคจากการทำงานได้ การเจ็บป่วยจากการทำงานอาจมีสาเหตุมาจากสารชีวภาพ ได้แก่ การติดเชื้อจุลินทรีย์ การแพ้ และการได้รับสารต่างๆ

วัตถุประสงค์

1. สามารถอธิบายถึงการบ่งชี้อันตรายจากสารชีวภาพได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถอธิบายถึงการประเมินความเสี่ยงของอันตรายจากชีวภาพได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถอธิบายถึงการแบ่งกลุ่มอันตรายจากสารทางชีวภาพได้อย่างถูกต้อง
4. สามารถอธิบายถึงการควบคุมอันตรายจากสารชีวภาพได้อย่างถูกต้อง
5. สามารถอธิบายถึงวิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวัดเชื้อจุลินทรีย์

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ศึกษาคู่มือการเรียนรายวิชา บทที่ 1
2. ศึกษาต้นแบบสื่อประกอบการเรียนการสอน (โฮมเพจรายวิชา)
3. คำถาม – ตอบ ประจำบทเรียน
4. ศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งวิทยาการที่แนะนำ

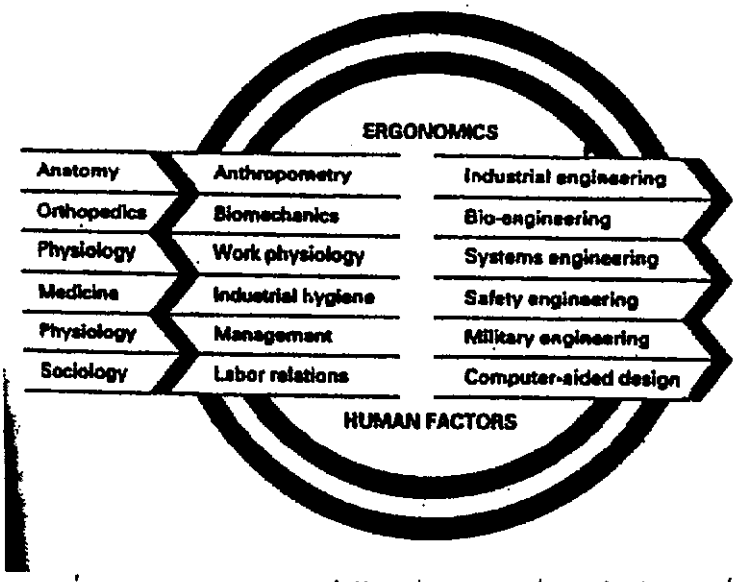
ตอนที่ 6.1 ความหมายของเออร์กอนอมิกส์ (Ergonomics)

เออร์กอนอมิกส์(Ergonomics)

คำว่า เออร์กอนอมิกส์มีรากศัพท์มาจาก "Ergon" หมายถึง งานหรือความแข็งแรง และคำว่า "Nomos" หมายถึง กฎหมายและระเบียบ

เออร์กอนอมิกส์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของมนุษย์เพื่อออกแบบความเป็นอยู่และสิ่งแวดล้อมการทำงานให้เหมาะสม

วัตถุประสงค์ของเออร์กอนอมิกส์และปัจจัยมนุษย์ เพื่อให้ทำงานได้อย่างปลอดภัยและมีความสุข เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดี รูปที่ 5.1 แสดงการประยุกต์ใช้เออร์กอนอมิกส์และปัจจัยมนุษย์



รูปที่ 5.1 แสดงการประยุกต์ใช้เออร์กอนอมิกส์และปัจจัยมนุษย์

ความรู้ด้านเออร์กอนอมิกส์ที่สามารถนำมาใช้ได้มี 3 ระดับ คือ

- ❖ สภาวะที่ทนได้ (Tolerable conditions) เป็นสภาวะที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและชีวิต
- ❖ สภาวะที่ยอมรับได้ (Acceptable conditions) เป็นสภาวะที่คนยอมรับสภาพที่ตัวเองอยู่ได้ (ตามความรู้ สังคม เทคโนโลยีและการบริหารในขณะนั้น)
- ❖ สภาวะที่เหมาะสม (Optimal conditions) เป็นสภาวะที่ปรับให้เข้ากับลักษณะของมนุษย์ ความสามารถและความพอใจทั้งด้านร่างกาย จิตใจและความเป็นอยู่ทางสังคม เออร์กอนอมิกส์ช่วยให้ทำงานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ

ความสัมพันธ์ระหว่างคนและงานที่ทำ (Mental workload)

ในแต่ละวัน คนเราต้องทำงานหลายอย่างที่แตกต่างกันไป ซึ่งงานที่ทำนั้นจะต้องเหมาะสมกับความสามารถของคนเราเพื่อหลีกเลี่ยงงานเบาเกินไป ทำให้ใช้ความสามารถไม่เต็มที่หรืองานหนักเกินไป อาจทำให้คนงานทำงานไม่ได้ ได้รับความเจ็บป่วยและอาจเกิดอันตรายต่อสุขภาพอย่างถาวรได้

ภาระงานด้านจิตใจ (Mental workload)

ภาระงาน หมายถึง สัดส่วนของความสามารถที่มีอยู่ (เช่นความสามารถสูงสุดที่มี) ซึ่งใช้ในการทำงาน ที่ได้รับมอบหมาย

การประเมินภาระงานสามารถประเมินได้ 4 วิธีด้วยกัน คือ

- ❖ ใช้เครื่องมือในการวัดการทำงานหลัก (Objective measure of primary task performance)
- ❖ ใช้เครื่องมือวัดการทำงานรอง (Objective measure of secondary task performance)
- ❖ ใช้เครื่องมือวัดทางด้านสรีรวิทยา (Objective measure of physiological events)
- ❖ ประเมินความรู้สึกของคนงาน (Subjective assessment)

ในการประเมินความรู้สึก (Subjective assessment) และการทำงาน (task performance) จะต้องมีความรู้ทั้งการมีความสามารถเป็นศูนย์ (Zero capacity) และการมีความสามารถเต็มที่ (Full capacity) การวัดความสามารถในการทำงานรองที่เกิดขึ้นพร้อมกับการทำงานหลัก เพื่อประมาณความสามารถที่เหลือหลังจากใช้ความสามารถที่มีอยู่ไปในการทำงานหลักแล้ว ถ้ามีการแบ่งความสามารถที่มีอยู่บางส่วนสำหรับทำงานหลักมาทำงานรอง จะเห็นว่างานรองจะเป็นงานที่ไปรบกวนในการทำงานหลัก

สรุป

เออร์โกโนมิคส์ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของมนุษย์เพื่อออกแบบความเป็นอยู่และสิ่งแวดล้อมการทำงานให้เหมาะสม

ตอนที่ 6.2 ความสามารถในการทำงาน (Human capacity for physical work)

ความทนทานของร่างกายของแต่ละคนหาได้จากความสามารถของระบบทางเดินหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตที่นำส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อที่กำลังทำงานและความสามารถของระบบเมตาบอลิซึมที่จะใช้พลังงานที่สะสมอยู่ ทำให้กล้ามเนื้อทำงานได้

6.2.1 พลังงานในการทำงาน (Energy Cost of work)

สำหรับคนงานในโรงงานอุตสาหกรรม ปริมาณออกซิเจนสูงสุดที่ได้รับเข้าไปสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานได้สูงสุดประมาณ 1000 kcal/hr โดยครึ่งหนึ่งใช้ในการทำงานของระบบต่างๆในร่างกายและอีกครึ่งที่ใช้สำหรับการทำงาน ซึ่งงานในโรงงานอุตสาหกรรมไม่ค่อยใช้พลังงานสูงอย่างต่อเนื่องตลอดวันทำงาน การหยุดพักเป็นระยะๆ การใช้เครื่องมือช่วยในการทำงานและการได้รับคำแนะนำที่ถูกต้องจะลดการใช้พลังงานลงอย่างมาก ตาราง 5-1 แสดงกิจกรรมต่างๆ ค่าเมตาบอลิคโดยเฉลี่ย ซึ่งรวมช่วงเวลาพักอยู่ด้วย ค่าจะปรับไปตามน้ำหนักของแต่ละคน ซึ่งตารางนี้เป็นค่าสำหรับผู้ชายน้ำหนัก 154 ปอนด์ (70 กิโลกรัม)

ตาราง 6-1 แสดงค่าเมตาบอลิคในการทำกิจกรรมต่างๆ

Activity	Kcal/hr	BTU/hr
Resting,prone	80-90	320-360
Resting,seated	95-100	375-397
Standing,at ease	100-110	397-440
Drafting	105	415
Light assembly (Bench work)	105	415
Medium assembly	160	635
Driving automobile	170	375
Walking, casual	175-225	695-900
Sheet metal work	180	715
Machining	185	730
Rock Drilling	225-550	900-2,170
Mixing cement	275	1070
Walking on job	290-400	1,150-1,570
Pushing wheelbarrow	300-400	1,170-1,570
Shoveling	235-525	930-2,070
Chopping with axe	400-1,400	1,570-5,550
Climbing stairs	450-775	1,770-3,070
Slag removal	630-750	2,500-2,970

งานปานกลาง อัตราการเต้นของหัวใจ 100 ครั้งต่อนาที ปริมาณออกซิเจนยังคงเพียงพอให้กล้ามเนื้อทำงานได้และกรดแลคติกเกิดขึ้นในช่วงเริ่มแรกในช่วงเริ่มงานและจะเปลี่ยนกลับไปเป็นไกลโคเจนในระหว่างการทำงาน

งานหนัก อัตราการเต้นของหัวใจ 120 ครั้งต่อนาที ปริมาณออกซิเจนยังเพียงพอให้กล้ามเนื้อที่กำลังทำงาน ถ้าร่างกายนั้นสามารถทำงานได้และได้รับการฝึกอบรมมาเป็นพิเศษสำหรับการทำงานนั้น

ตาราง 5-3 การแบ่งประเภทของงานตามการใช้พลังงานและอัตราการเต้นของหัวใจ

ประเภทของงาน	การใช้พลังงานทั้งหมด (Kcal/min)	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)
Light work	2.5	90 หรือน้อยกว่า
Medium work	5	100
Heavy work	7.5	120
Very heavy work	10	140
Extremely heavy work	15	160 หรือมากกว่า

6.2.3 Work/Rest cycles

ถ้าความต้องการในการทำงาน (Task demand) มากกว่าที่คนงานจะรับได้จะต้องมีการหยุดพัก หลักการทั่วไปของการกำหนด Work/Rest cycles ก็เพื่อลดช่วงเวลาของการทำงานที่หนักเกินไปให้สั้นลงจนสามารถทำได้ การหยุดพักช่วงสั้นๆ แต่บ่อยๆจะลดความเมื่อยล้าสะสมได้ดีกว่าการหยุดพักช่วงยาวแต่ไม่บ่อย วิธีการที่แย่ที่สุดคือการให้คนงานกลับบ้านเร็วแต่คนงานเหนื่อยล้า

สูตรในการคำนวณเพื่อประมาณเปอร์เซ็นต์ของเวลาที่จะหยุดพักมีดังนี้

$$T_{rest}(\%) = \frac{M_{max} - M}{M_{rest} - M} \times 100$$

T_{rest} เป็นเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาพัก

M_{max} เป็น upper limit ของค่าเมตาบอลิซึม สำหรับงานนั้น

M เป็นค่าเมตาบอลิคของงานนั้น

M_{rest} เป็นค่าเมตาบอลิซึมขณะพัก (นั่ง)

<u>ตัวอย่าง</u> สมมุตว่า M_{max} = 350 Kcal/hr และค่าเฉลี่ยสำหรับ M_{rest} = 100 Kcal ดังนั้น ค่าพลังงานที่ใช้ในการทำงานนั้น 525 Kcal/hr ให้หาเปอร์เซ็นต์หยุดพัก

$$T_{rest} = \frac{350-525}{100-525} \times 100 = -175/-745 \times 100 = 41\%$$

ดังนั้นเปอร์เซ็นต์การหยุดพักควรจะเป็น 41 % (24 min) ต่อชั่วโมง

วิธีการในการหยุดพักอีกวิธีหนึ่ง คือ การทำงานเบาสลับกับงานหนัก ซึ่งในการคำนวณสัดส่วนของการคำนวณเวลาในการทำงานสองงาน เมื่องานหนักต้องใช้พลังงาน 500 Kcal/hr สลับด้วยงานเบาใช้พลังงาน 250 Kcal/hr ซึ่ง M_{max} = 350 Kcal/hr ดังนั้นงานหนักควรเป็น 40 % ของเวลา และงานเบาควรเป็น 60% ซึ่งงานเบานี้เป็นช่วงพักจากงานหนัก(งานหลัก) เช่น เดินไปหยิบเครื่องมือ หรือทำความสะอาดจัดสถานที่ทำงานเป็นการหยุดพักจากงานหนัก เป็นต้น

6.2.4 ความเมื่อยล้า (Fatique)

ความเมื่อยล้า เป็นปรากฏการที่ออกแรงมากเกินไปส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายลดลงชั่วคราว ความรู้สึกเมื่อยล้าของคนเราเป็นความรู้สึกที่เหนื่อยอ่อน เมื่อรู้สึกเหนื่อยความสามารถและความต้องการทั้งทางร่างกายและจิตใจลดลง ความเมื่อยล้าเกิดขึ้นได้จากการทำงานซ้ำๆ เป็นความรู้สึกที่ขาดสิ่งกระตุ้น ประสิทธิภาพการทำงานลดลง แต่ความเมื่อยล้าสามารถหายกลับเป็นปกติได้ถ้าได้พักผ่อนเพียงพอ

ปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า คือ ลักษณะงานทั้งงานประเภทอยู่กับที่และเคลื่อนที่ (Static และ Dynamic work) ความเจ็บป่วย อาการเจ็บป่วย การพักผ่อนไม่เพียงพอ และปัจจัยทางด้านจิตใจ เช่น วิตกกังวล สับสนและการกระทำซ้ำซาก ดังนั้น ความเมื่อยล้าสามารถเกิดขึ้นจากหลายๆ ปัจจัยรวมกัน

สรุป

ความสามารถในการทำงาน (Human capacity for physical work) เป็นความทนทานของร่างกายของแต่ละคนในการทำงานโดยใช้พลังงานที่สะสมอยู่ ทำให้กล้ามเนื้อทำงานได้ ซึ่งพลังงานที่ใช้ไปนั้นสามารถนำมาจัดแบ่งประเภทของงานได้ว่าเป็นงานเบา งานปานกลาง หรืองานหนัก ถ้าความต้องการในการทำงาน (Task demand) มากกว่าที่คนงานจะรับได้จะต้องมีการหยุดพัก เพื่อลดช่วงเวลาของการทำงานที่หนักเกินไปให้สั้นลงจนสามารถทำได้

ตอนที่ 6.3 ขนาดร่างกายทางวิศวกรรม (Engineering Anthropometry)

ขนาดร่างกายทางวิศวกรรมเป็นการวัดขนาดร่างกายมนุษย์ ได้แก่ ความสูง ความลึก ความยาว และเป็นเส้นตรงจุดต่อจุดระหว่างจุดอ้างอิงบนร่างกาย รวมไปถึงส่วนโค้งและส่วนรอบของร่างกาย ซึ่งจะวัดในรูปของน้ำหนักด้วย

การวัดขนาดของร่างกาย ปกติจะต้องจัดให้ร่างกายอยู่ในท่าใดท่าหนึ่งที่ทำมุม 180 องศา หรือ 90 องศากับส่วนหนึ่งของร่างกาย ท่ามาตรฐานท่าหนึ่งเป็นท่ายืนตรง เท้า สะโพกและไหล่ตั้งตรง ด้านหลังของศีรษะติดกับผนัง แขนปล่อยลง นิ้วตรง ซึ่งเรียกว่า Anatomical position ท่ามาตรฐานท่าหนึ่งเป็นการวัดขณะนั่ง ต้นขาขนานราบกับพื้นเก้าอี้ ขาส่วนล่างตั้งตรงและวางเท้าราบบนพื้น ไม่สวมรองเท้า

ข้อมูลด้านขนาดร่างกาย ที่เก็บรวบรวมในขณะที่ร่างกายอยู่ในท่ามาตรฐานหรือท่าเฉพาะจะแตกต่างจากตำแหน่งของร่างกายขณะทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อคนงานกำลังเคลื่อนที่ไปซึ่งข้อมูลนี้จะต้องนำมาแปลผลโดยนักออกแบบทางเออร์กอนอมิกส์เพื่อประยุกต์ใช้ต่อไป

ในสหรัฐอเมริกา ข้อมูลด้านขนาดร่างกายของคนงานได้ประยุกต์มาจากการวัดขนาดร่างกายของทหาร ซึ่งเป็นวัยหนุ่มสาวและแข็งแรง ขนาดของศีรษะ เท้าและมือของทหารและประชาชนทั่วไปมีขนาดเท่ากัน แต่น้ำหนักตัวแตกต่างกันอย่างชัดเจน คนทั่วไปมีน้ำหนักมากกว่า วิธีที่ดีที่สุดด้านเออร์กอนอมิกส์เพื่อในการออกแบบอุปกรณ์ พื้นที่ในการทำงาน (Work space) และอุปกรณ์ที่ใช้ได้ตั้งแต่คนที่มีร่างกายขนาดเล็ก (ปกติเป็นผู้หญิงที่ 5 เปอร์เซ็นต์ไตล์) จนถึงคนที่มีร่างกายขนาดใหญ่ (ปกติเป็นผู้ชายที่ 95 เปอร์เซ็นต์ไตล์) ซึ่งที่ 5 และ 95 เปอร์เซ็นต์ไตล์จะเป็นค่าเฉลี่ย -- 1.65 SD นั่นเอง

เปอร์เซ็นต์ไตล์เป็นวิธีที่สะดวกมากในการหาเปอร์เซ็นต์ไตล์ของกลุ่มคนที่เหมาะสมที่จะนำไปออกแบบคือ เลือกขนาดของร่างกายที่เหมาะสมแล้วออกแบบที่เหมาะสมกับขนาดของร่างกายนั้น เช่นใช้ 5 และ 95 เปอร์เซ็นต์ไตล์จะทำให้ออกแบบได้เหมาะสม

ตอนที่ 6.4 ชีวกลศาสตร์ (Biomechanics)

6.4.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength)

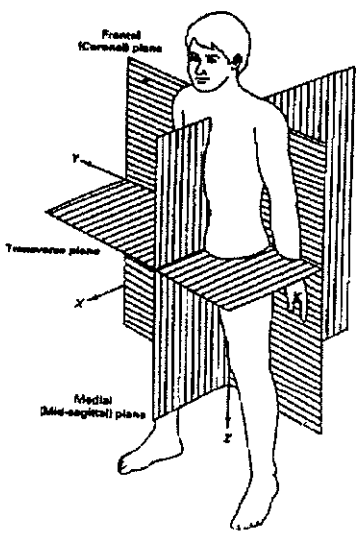
การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เป็นกระบวนการทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) โดยใช้กฎข้อ 2 และ 3 ของนิวตันที่ว่าแรงเป็นสัดส่วนของมวลคูณด้วยอัตราเร่ง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อคนเราไม่สามารถวัดได้ที่ตัวคนและเหตุการณ์จำลอง ความแข็งแรงของคนเราวัดในรูปของแรงหรือกำลังบิด (Torque) ที่ให้กับอุปกรณ์ ทิศทางของแรงของกล้ามเนื้อภายในร่างกายจะเป็นโมเมนต์รอบๆข้อต่อที่เชื่อมกล้ามเนื้อ กำลังบิด(Torque) เป็นผลของแรงและแขนที่กางออกจากข้อต่อของร่างกาย

6.4.2 การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นการเคลื่อนไหวส่วนของร่างกายและทำให้เกิดพลังงานเพื่อนำไปใช้ในการทำงาน กล้ามเนื้อลาย (Skeletal muscle) ในร่างกายมีมากกว่า 200 มัด ซึ่งประกอบด้วยมัดของกล้ามเนื้อ แต่ละมัดเชื่อมติดกันด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue) ที่มีเส้นเลือดและเส้นประสาทอยู่ด้วยกัน ที่ส่วนปลายของกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อจะรวมกันเป็นเอ็นซึ่งเอ็นจะเชื่อมกล้ามเนื้อและกระดูก

เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำต่อกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อจะมีการยืดและหดตัว การหดตัวนี้จะเกิดขึ้นที่โครงสร้างละเอียดของกล้ามเนื้อที่เรียกว่า Filament ระบบกล้ามเนื้อประสาท (Neuromuscular system) จะมรเส้นประสาทที่ควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยนำสัญญาณประสาทจากสมองมายังกล้ามเนื้อและมีปฏิกิริยาย้อนกลับไป ซึ่งจะสามารถวัดได้โดยการวัดค่าคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ Electromyography (EMG)

รูปที่ 5-3 Measuring planes and terms and used in anthropometry.



6.4.3 เทคนิคการวัด (Measuring technique)

ตามกฎข้อ 2 ของนิวตันที่ว่าแรงเท่ากับมวลคูณอัตราเร่ง ดังนั้นการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะทำในสภาวะที่อยู่กับที่ (Static condition) ซึ่งเป็นการวัดแบบตรงไปตรงมา และการใช้เครื่องมือง่ายๆ

ถ้าความเร็วไม่เป็นศูนย์แต่ความเร็วคงที่ เรียกสภาวะนี้เป็น Isokinematic หมายถึง การเคลื่อนที่คงที่ อุปกรณ์ที่ใช้วัดที่มีความเร็วเชิงมุมคงที่รอบๆร่างกาย ในระหว่างความเร็วคงที่ (ไม่ใช่ช่วงความเร็วเริ่มต้นและช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนที่) เครื่องมือนี้จะบันทึกการใช้แรงของกล้ามเนื้อ มีเพียงความเร็วเชิงมุมที่ถูกควบคุม สำหรับกำลังใช้งานที่โมเมนต์ใดๆ จะอยู่ในการควบคุมของผู้ถูกวัด

ถ้ามีความเร่ง หมายถึง ความเร็วมีการเปลี่ยนแปลง กำลังที่ใช้ไปภายใต้ภาวะที่คงที่ (Dynamic condition) จะถูกกำหนดหรือควบคุมแล้วแต่ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ เช่นเดียวกับการควบคุมการทดลองที่สามารถทำได้ในห้องปฏิบัติการ แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถทำได้ สำหรับสภาวะที่เคลื่อนที่ เช่นในการแข่งขันกีฬา การควบคุมกำลังจะทำได้ยาก เพราะการใช้กำลังจะขึ้นกับสถานการณ์และตัวบุคคลมาก

อีกเทคนิคหนึ่งที่ใช้กันโดยทั่วไป ในการควบคุมสภาวะที่เคลื่อนที่ (Dynamic condition) คือผู้ทดลองทำงานโดยมีความเฉื่อยคงที่ (Isoinertial) โดยการให้ยกน้ำหนักที่คงที่ การประเมินความสามารถในการยกน้ำหนักจะมีการเพิ่มน้ำหนักที่ให้ยกไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้น้ำหนักมากที่สุดที่ผู้ทดสอบจะยกได้

ตอนที่ 6.5 การยกน้ำหนัก (Handling Loads)

หลักการในการจัดการกับวัสดุตามหลักเออร์กอนอมิกส์

1. วางแผนข้างต้นหรือปรับปรุงหน่วยงานเพื่อให้การขนส่งวัสดุมีประสิทธิภาพและปลอดภัยในการเลือกวิธีการว่าจะให้วัสดุขนส่งไปอย่างไร และคนจะจัดการกับวัสดุอย่างไร
2. การออกแบบ วิศวกรต้องมอบหมายงานโดยใช้คนและเครื่องจักร จัดแผนผังงานการขนส่งวัสดุอย่างไร ระบบการทำงานและการพัก ถ้ามีการออกแบบที่ดีงานจะมีประสิทธิภาพและปลอดภัย
3. การคัดเลือก การใช้ และการปรับปรุงอุปกรณ์ เครื่องจักรและเครื่องมือ จะมีผลต่อการจัดส่งวัสดุ หลักการคือจะต้องมีการควบคุมการออกแบบ การมองเห็น สีและสัญลักษณ์ที่ใช้
4. ลักษณะของคนที่จัดการกับวัสดุว่ามีขนาดของร่างกาย กำลัง และพลังงานเท่าใด ถ้าไม่จำเป็นต้องใช้คนก็ใช้ระบบอัตโนมัติได้ แต่ถ้าจะต้องใช้คนระบบจะต้องออกแบบสำหรับคนเหล่านั้น

วิธีการประเมินเกี่ยวกับการยกสิ่งของอย่างเป็นระบบ ควรปฏิบัติดังนี้

- ❖ อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการในการเคลื่อนย้ายสิ่งของ ตั้งแต่ได้รับสิ่งของมาจนกระทั่งส่งไปตามจุดต่างๆ มีการแยกกระบวนการในการเคลื่อนย้ายสิ่งของตามแต่ละหน้าที่
- ❖ ในแต่ละหน้าที่ จะต้องทำแผนผังแสดงรายละเอียดกิจกรรมที่ทำ เพื่อให้ทราบรายละเอียดในการยกสิ่งของ
- ❖ กำหนดหน้าที่ให้ชัดเจนระหว่างงานที่ใช้เครื่องจักรและงานที่ใช้คนในการยกสิ่งของและข้อกำหนดของงานในกรณีที่ใช้คนงาน
- ❖ ในกระบวนการนี้ จะต้องกำหนดวิธีการทำงานละรายละเอียดเพื่อให้คนงานทำงานได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีแนวทางดังนี้
- ❖ ถ้าคนต้องเคลื่อนย้ายวัสดุ การเคลื่อนย้ายนั้นส่วนใหญ่ควรจะเป็นการเคลื่อนย้ายในแนวราบเป็นการผลักหรือดึงมากกว่าการยกหรือหิ้ว และหลีกเลี่ยงการโค้งงอส่วนของร่างกาย
- ❖ ถ้าคนจะต้องยกหรือหิ้ววัตถุ ให้ยกหรือหิ้ววัตถุช่วงความสูงระหว่างข้อที่นิ้วมือและหัวไหล่ การยกหรือการหิ้วที่สูงหรือต่ำกว่านี้จะทำให้เกิดการบาดเจ็บจากการออกแรงมากเกินไป
- ❖ ถ้าคนจะยกหรือหิ้ววัตถุต้องแน่ใจว่าการยกวัตถุนั้นต้องอยู่ใกล้หรืออยู่ด้านหน้าของร่างกาย การก้มไปข้างหน้าหรือการเอียงตัวไปข้างๆ ส่วนมากจะทำให้เกิดการบาดเจ็บจากการออกแรงมากเกินไป
- ❖ ถ้าคนต้องเคลื่อนย้ายวัตถุ จะต้องแน่ใจว่าวัตถุนั้นเบา กะทัดรัดและปลอดภัยในการหยิบจับ วัตถุเบาทำให้เกิดความเค้นต่อกระดูกสันหลังและเนื้อเยื่อน้อยกว่าวัตถุหนัก และสามารถถือให้ใกล้ชิดกับลำตัวได้มากกว่าวัตถุหนักและขนาดใหญ่

❖ ถ้าคนจะต้องถือวัตถุต้องแน่ใจว่าวัตถุนั้นไม่มีขอบแหลมคม มีมุมหรือมี Pinch point

6.5.1 ร่างกายเป็นแหล่งให้พลังงาน (The body as Energy source)

ร่างกายจะสร้างพลังงานโดยเปลี่ยนพลังงานเคมีจากอาหารให้เป็นพลังงานที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งระบบหายใจ ระบบไหลเวียนโลหิต และระบบเมตาบอลิซึมจะกำหนดขีดจำกัดหลัก (Central limitation) ของความสามารถของคนเราในการทำงานที่ต้องออกแรง นอกจากนี้ยังถูกจำกัดโดยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกาย รวมถึงความแข็งแรงและความคงตัวของกระดูกสันหลังด้วย

การทำงานโดยเฉพาะการยกวัตถุ ต้องแน่ใจว่าทำได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ วิธีการก็คือการจัดคนให้เหมาะสมกับงานที่ทำ ซึ่งมีแนวทางดังนี้

❖ ออกแบบงานที่ทำและอุปกรณ์เพื่อให้การเคลื่อนย้ายวัตถุทำได้โดยง่ายและมีประสิทธิภาพ

❖ ฝึกอบรมคนงานเกี่ยวกับวิธีการที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

❖ เลือกคนที่สามารถทำงานโดยใช้แรงงานได้

❖ จะเห็นได้ว่า การคัดเลือกคนและการฝึกอบรมจะทำตามลักษณะงาน การออกแบบงานสามารถทำได้อย่างเหมาะสมถ้าทราบความสามารถและข้อจำกัดของคนเรา ข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของร่างกายและความสามารถในการทำงานจัดเป็นข้อกำหนดพื้นฐานของเออร์กอนอมิกส์ในการจัดคนให้เหมาะสมกับงาน

6.5.2 การฝึกอบรมและการยกวัตถุให้ปลอดภัย (Training for safe lifting practices)

วิธีการยกของที่ปลอดภัยมี 2 วิธีในการฝึกอบรม วิธีการแรกประกอบด้วย การฝึกอบรมเรื่องกานตระหนัก (Awareness) และทัศนคติ (Attitude) ทางด้านฟิสิกส์ในการยกวัตถุและทางสรีระวิทยาและชีวกลศาสตร์ที่เกิดขึ้นในร่างกายของคน อีกวิธีหนึ่งคือ การปรับปรุงสภาพของร่างกาย (Fitness) ของแต่ละคนในการออกกำลังกายและเตรียมความพร้อมของร่างกาย (ซึ่งมีผลทางอ้อมต่อความตระหนักและทัศนะคติ) อย่างไนก็ตาม ข้อควรปฏิบัติและไม่ควรปฏิบัติในการยกวัตถุมี ดังนี้

❖ ออกแบบงานและสถานที่ทำงานที่มีการยกหรือหิ้ววัตถุ ถ้าคนงานยกวัตถุจะต้องวางวัตถุในช่วงความสูงของข้อของนิ้วมือถึงหัวไหล่

❖ ถ้าไม่เคยยกน้ำหนักหรือออกกำลังกายอย่างหนัก อย่าพยายามที่จะทำงานยกวัตถุที่มีน้ำหนักมาก

❖ จับที่ด้ามจับของวัตถุนั้น ทดสอบน้ำหนักของวัตถุก่อนการเคลื่อนย้าย ถ้ามีขนาดใหญ่หรือน้ำหนักมาก ให้หาอุปกรณ์หรือให้ผู้อื่นช่วย

❖ วางวัตถุนั้นใกล้กับร่างกาย วางเท้าใกล้กับวัตถุนั้นและยืนอยู่ในท่าที่มั่นคงและวางเท้าไปในทิศทางที่จะเคลื่อนย้ายวัตถุไป ยกวัตถุขึ้นโดยใช้การยืดขาให้ตรง

❖ อย่าบิดหรือโค้งลำตัวไปข้างหน้า

❖ อย่ายกหรือหิ้ววัตถุด้วนท่าที่งุ่มง่าม

- ❖ อย่าลังเลที่จะใช้เครื่องจักรหรือให้คนอื่นช่วยในการยกวัตถุ
- ❖ อย่าพยายามยกน้ำหนักนั้นต่อไปเมื่อน้ำหนักนั้นนักมาก

6.5.3 การคัดเลือกคนในการยกวัตถุ (Personnel selection for material handling)

การคัดเลือกคนเพื่อให้ทำงานเกี่ยวกับการยกวัตถุโดยไม่มีความเสี่ยงจากการบาดเจ็บจากการออกแรงมากเกินไปหรือมีน้อยที่สุด นั่นหมายถึง เลือกคนที่มีความสามารถเหมาะกับความต้องการจองงาน ซึ่งแต่ละวิธีใช้การสร้างความเครียดจากภายนอกที่แตกต่างกันเพื่อวัดความเค้น (เฉพาะที่และรวม) ในการทำหน้าที่ของร่างกาย

การประเมินความสามารถของคนในการทำงานยกวัตถุ จะใช้ข้อมูลด้านระบาดวิทยาและการตรวจทางการแพทย์ (Medical examination) ในการประเมินด้านสรีรวิทยาและวิธีการรักษาโรคเกี่ยวกับกระดูกจากการทำงาน การตรวจร่างกาย (Physiological examination) จะรวมกับการทดสอบทางการแพทย์ ซึ่งแสดงถึงข้อจำกัดรวมของแต่ละคนได้แก่ระบบไหลเวียนโลหิต ระบบหายใจและระบบเมตาบอลิค การตรวจทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanical examination) เป็นการทดสอบการทำหน้าที่ของร่างกาย ส่วนมากเป็นระบบโครงสร้างของร่างกาย (ได้แก่ ความสามารถของกระดูกสันหลังหรือความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่จะรับน้ำหนักในท่าทางหรือการเคลื่อนไหว) ส่วนการตรวจจิตสรีรวิทยา (Psychophysical examination) เป็นการทดสอบความเค้นทั้งหมดทั้งเฉพาะที่และความเค้นรวมและการตรวจสอบความเค้นจากความรู้สึกของคนงาน

1. **Static techniques** เป็นเทคนิคการวัดกำลังกล้ามเนื้อต่อเครื่องมือวัดจากภายนอกเนื่องจากความยาวของกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง จะไม่มีการเคลื่อนไหวที่ส่วนของร่างกายและไม่มีระยะเวลาในการเคลื่อนที่ด้วย ซึ่งเป็นการสร้างเหตุการณ์ด้านชีวกลศาสตร์และสรีรวิทยาแบบง่ายๆ เพื่อวัดกำลังของกล้ามเนื้อโดยตรง แต่วิธีการทดสอบความแข็งแรงแบไม่คงที่นี้มีกำลังในการทำนายค่อนข้างต่ำสำหรับงานแบบเคลื่อนที่ ($R2 < 0.5$)
2. **Dynamic techniques** วิธีการนี้มีความสัมพันธ์กับการยกวัตถุในสถานการณ์จริงมากกว่าและซับซ้อนมากกว่าวิธีการแรกเพราะมีการเคลื่อนที่และใช้เวลามาเกี่ยวข้องด้วย (ความเร็ว ความเร่ง) เทคนิคการทดสอบแบบ Dynamics นี้จะต้องมีวิธีการสร้างความเครียดในการทดสอบดังนี้
   - ❖ Isokinematic technique ผู้ถูกวัดเคลื่อนไหวแขนขาหรือลำตัวในอัตราเร็วเชิงมุมคงที่ในขณะที่มีการออกแรงสูงสุด อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถวัดแรงที่มากระทำจริงๆอย่างต่อเนื่องตลอดมุมที่เคลื่อนไป
   - ❖ Isoinertial technique ผู้ถูกวัดเคลื่อนที่วัตถุที่มีน้ำหนักคงที่ระหว่างจุดสองจุด น้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ จะเป็นการวัดความสามารถของคนๆนั้น ในขณะที่แรงที่มากระทำขึ้นอยู่กับน้ำหนักและความเร่งประโยชน์ของการวัดแบบ Dynamic คือการสร้างสถานการณ์ให้คล้ายกับการยกน้ำหนักจริง

ตอนที่ 6.6 อุปกรณ์ที่ใช้มือจับ (Hand tools)

อุปกรณ์ที่ใช้มือจับมีมากมายหลายชนิดทำให้มีการใช้ประโยชน์ของมือได้มากขึ้น เช่น คีม จะเพิ่มกำลังของมือ ทำให้มือขยายไปยังชิ้นงานได้ง่าย และมีอุปกรณ์บางอย่างที่ทำงานโดยที่มือคนไม่สามารถทำได้ เช่น อุปกรณ์สำหรับบัดกรี แต่ใช้มือจับและมือกำหนดทิศทางในการทำงานอุปกรณ์ที่ใช้มือจับนั้นถ้าใช้เป็นครั้งคราวในชีวิตประจำวันได้ แต่ถ้าใช้บ่อยๆ และใช้เป็นเวลานานๆ อย่างในโรงงานอุตสาหกรรมต้องมีการออกแบบใหม่ให้เหมาะสม เพื่อให้ผู้ใช้จับอุปกรณ์นั้นได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

การใช้อุปกรณ์ที่ใช้มือจับ มีแนวทางดังนี้

- ❖ ในการใช้อุปกรณ์ที่ใช้มือจับ ข้อมือควรวางในแนวตรงกับแขนด้านหน้า ส่วนที่ใช้งานควรจะทำมุมเอียงกับด้ามจับ
- ❖ ด้ามจับควรมีขนาดที่มือสามารถจับได้โดยรอบมีช่องว่างระหว่างปลายนิ้วมือและนิ้วหัวแม่มือไม่เกิน 0.5 นิ้ว (1.3 เซนติเมตร) หมายถึง ถ้าด้ามเป็นวงกลมจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-2.5 นิ้ว (2.5-6.5 เซนติเมตร)
- ❖ รูปร่างของด้ามจับขึ้นอยู่กับงานที่ทำ ขึ้นกับการเคลื่อนไหวรวมถึงการง้างหรือการหุบด้ามจับและขนาดของแรงที่มากระทำ ถ้ามีการหมุนควรมีรูปเป็นวงรี อย่างไรก็ตามถ้ามีรูปร่างกลมจะดีกว่า ถ้าต้องจับด้ามจับให้แน่นในการใช้งาน
- ❖ รูปร่างของด้ามควรจะเหมาะกับความยาวของมือที่จะจับ ขนาดของด้ามจับควรจะเท่ากับขนาดของมือด้านในที่จับรอบด้ามจับนั้น
- ❖ ด้ามจับที่มีผิวขรุขระอาจจะทำให้การจับไม่สะดวกสบายแต่สามารถป้องกันการลื่นหลุดของมือจากด้ามจับได้
- ❖ การมีขอบ (Flanges) ตรงปลายของด้ามจับทำให้มือจับได้แน่นไม่หลุดจากตำแหน่งที่จับ

อุปกรณ์ที่ใช้มือจับ ทำให้การออกแรงคงที่และซ้ำๆ กัน มีผลให้เกิด Cumulative trauma disorder ดังนั้น ควรปฏิบัติตามคำแนะนำดังนี้

1. หลีกเลี่ยงการออกแรงคงที่และซ้ำๆกัน หลีกเลี่ยงการใช้แรงมากๆ
2. ให้หัวไหล่อยู่ในท่าที่สบาย ข้อศอกอยู่ด้านข้างลำตัว และข้างมือตรง
3. ใช้เครื่องมือที่มีขนาดและรูปร่างของด้ามจับเหมาะสม
4. กำจัดมุมหรือขอบแหลมคมทั้งหมดที่มีบนอุปกรณ์ที่ใช้มือจับ หรือหน้างานที่คนงานอาจสัมผัสได้
5. หลีกเลี่ยงการใช้มือสัมผัสกับความเย็นที่มากเกินไป ซึ่งได้แก่ สภาพแวดล้อมที่เย็นหรือ การเคลื่อนไหวของลมที่รุนแรง หรือการสัมผัสกับด้ามจับที่ทำด้วยโลหะ

6. ต้องแน่ใจว่าถุงมือที่สวมใส่ช่วยในการทำงานจริงๆ ไม่ขัดขวางการเคลื่อนไหวหรือเกะกะในการวางตำแหน่งของมือ
7. การออกแบบอุปกรณ์โดยลดการสั่นสะเทือนของอุปกรณ์ที่ใช้มือจับ

ตอนที่ 6.7 การออกแบบสถานีงาน (Workstation design)

วัตถุประสงค์ของการออกแบบสถานีงานเพื่อให้คนงานทำงานได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ ซึ่งในการออกแบบจะต้องพิจารณาถึงสิ่งต่างๆต่อไปนี้เป็นหลัก

1. พื้นที่ (Space) ต้องสะดวกที่จะเข้าออก (รวมถึงทางออกฉุกเฉิน) ท่าทางในการทำงานสะดวก (รวมถึงกานเปลี่ยนท่าด้วย) การควบคุมเครื่องมือและอุปกรณ์ (ไม่ชนข้อศอก เข่าและศีรษะ) และหลีกเลี่ยงการออกแรงมากเกินไปหรือการชนปุ่มโดยไม่ได้ตั้งใจ
2. การใช้อุปกรณ์ (Manipulation) การใช้อุปกรณ์ ปุ่มควบคุม ชิ้นงาน (รวมถึงการปรับเก้าอี้) และในกรณีฉุกเฉิน (ปุ่มหยุด ไฟกระพริบ และอุปกรณ์ช่วยชีวิต) ด้วยมือหรือเท้า
3. การมองเห็น Seeing) ข้อมูลและขอบเขตในการมองเห็นทั้งภายใน (จอแสดงผลและปุ่มควบคุม) และภายนอก การมองเห็นผู้รวมงานและแสงสว่าง
4. การได้ยิน (Hearing) ข้อมูลเกี่ยวกับการได้ยิน เช่น การพูดคุยสื่อสารกับเพื่อนคนงาน สัญญาณ (รวมถึงสัญญาณเตือนภัย) และเสียงจากอุปกรณ์ (เครื่องจักร)

การนั่งหรือการยืนทำงาน (Standing or sitting)

ในการทำงาน คนงานควรจะยืนหรือนั่งที่สถานีงานขึ้นกับหลายปัจจัยด้วยกัน ได้แก่ การเคลื่อนไหวขณะทำงาน แรงที่ต้องใช้ขณะทำงาน ขนาดของชิ้นงานและความแม่นยำที่ต้องการ ซึ่งการยืนจะมีประโยชน์กว่าการนั่งคือ สามารถเคลื่อนไหวได้มากกว่า ร่างกายมีความแข็งแรงมากกว่าต้องการพื้นที่ของห้องมากกว่า การไม่มีที่นั่งจะทำให้มีความกว้างในการออกแบบสถานีงานมากกว่า มีความเมื่อยล้าน้อยกว่า การหยิบจับและการมองถูกต้องมากกว่า ถ้าไม่มีข้อกำหนดแน่นอนว่าควรจะยืนหรือนั่งทำงานควรจัดให้คนงานมีโอกาสเลือกว่าจะนั่งหรือยืนตามที่เขาต้องการ

ตอนที่ 6.8 การออกแบบสถานที่ทำงาน (Workplace design)

ข้อกำหนดขั้นพื้นฐานสำหรับสถานที่ทำงาน คือ ให้คนงานทำงานในสถานที่นั้นด้วยความสะดวกสบาย นั่นคือ พื้นที่ทำงานสำหรับงานที่ใช้มือควรอยู่ระหว่างสะโพกถึงหน้าอก ระดับอาจจะต่ำกว่านี้หากเป็นงานที่ต้องยกวัตถุที่หนักหรืออาจสูงกว่านี้ถ้าเป็นงานที่ใช้สายตาใกล้ชิด

จอแสดงภาพ ซึ่งรวมถึงอุปกรณ์ เคาร์เตอร์ หน้าปัดและสัญญาณไฟ ควรอยู่ข้างหน้า ลำตัว และต่ำกว่าระดับสายตา ซึ่งเส้นแสดงการมองเห็นควรต่ำกว่าระดับสายตา 10-40 องศา แนวทางด้านเออร์กอนอมิกส์สำหรับการออกแบบสถานที่ทำงานโดยสรุปมีดังนี้

1. การออกแบบอุปกรณ์ ต้องแน่ใจว่าอุปกรณ์เหมาะผู้ใช้ ควรหลีกเลี่ยงการใช้แรงที่คงที่ เช่น การจับชิ้นงาน หรือการใช้อุปกรณ์ที่ใช้มือจับ การใช้แรงงานที่คงที่จะทำให้การทำงานไม่มีประสิทธิภาพและนำไปสู่การเมื่อยล้าอย่างรวดเร็ว
2. การออกแบบงานและสถานที่ทำงานควรมีความสัมพันธ์กัน การทำงานควรออกแบบเพื่อป้องกันการใช้แรงงานที่มากเกินไป การใช้แรงสำหรับงานหรือกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวที่ควรใช้แรงให้ต่ำกว่า 30 % ของแรงสูงสุดที่กล้ามเนื้อทำได้ บางครั้งการใช้แรงถึง 50% ทำได้ในระยะสั้นประมาณ <= 5 นาที การใช้แรงที่คงที่ ภาระของกล้ามเนื้อควรให้ต่ำไว้คือ < 15% ของแรงกล้ามเนื้อ
3. วิธีที่ดีที่สุดในการออกแบบงานที่ใช้ท่าทางของแขนขาและร่างกายโดยให้มีความ สะดวกในการวางแขนเพื่อป้องกันการออกแรงที่มากเกินไปสำหรับกล้ามเนื้อที่ใช้งาน
4. อุปกรณ์ที่ใช้เท้าควบคุมต้องให้คนงานนั่งทำงาน ไม่แนะนำให้คนที่ยืนทำงานและใช้เท้าทำงานตลอดเวลาเพราะท่าทางจะไม่สมดุล ถ้าคนที่ยืนทำงานและต้องใช้เท้าทำงานจะต้องใช้เท้าใดเท้าหนึ่งและหลีกเลี่ยงพื้นที่แข็งสำหรับคนงานที่ยืนทำงาน
5. รักษาระดับความสูงของที่นั่งให้เหมาะสม ซึ่งทำโดยใช้ต้นขาอย่าในแนวราบ ขาช่วงล่างอยู่ในแนวดิ่งและเท้าวางราบกับพื้น ควรใช้เก้าอี้ปรับได้ ควรแน่ใจว่า
   ก. ข้อศอกอยู่ที่ความสูงพอเหมาะสัมพันธ์กับความสูงของหน้างาน
   ข. ที่วางเท้าปรับได้เพื่อป้องกันความดันที่ต้นขาด้านล่าง
   ค. ที่พักหลังต้องกว้างพอที่จะเอนพิงในระหว่างหยุดพัก
6. อนุญาตให้มีการเปลี่ยนท่าทางการทำงาน การทำงานที่อยู่กับที่ทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับเนื้อเยื่อถูกกด หงุดหงิด และปัญหาระบบหมุนเวียนโลหิต คนงานควรเปลี่ยนท่าทางบ่อยๆ เพื่อหลีกเลี่ยงความเมื่อยล้า ที่ดีที่สุดคนงานสามารถเลือกท่าทางยืนหรือนั่ง ดังนั้นสถานที่ทำงานควรจะจัดให้คนงานทำงานในท่านั่งหรือยืนได้ตามความต้องการ
7. การออกแบบที่ทำงาน ควรจัดที่ให้คนงานที่มีรูปร่างใหญ่ก่อนและทำการปรับเสริมสำหรับคนงานที่รูปร่างเล็กให้เหมาะสมกับสถานที่ทำงาน เช่น งานที่ยืนทำงานหน้างานควร

ออกแบบให้เหมาะสมกับคนที่สูงและใช้ที่ว่าง (Platform) เพื่อช่วยให้คนตัวเตี้ยสามารถทำงานได้แต่ต้องระวังการตกจากที่วาง สำหรับระยะเอื้อมถึงต้องจัดสำหรับคนตัวเล็กก่อน

8. ควรแนะนำและฝึกอบรมคนงานให้ใช้ท่าทางการทำงานที่ดีไม่ว่าจะเป็นท่านั่งหรือท่ายืนทำงานร่วมกับเครื่องจักรและอุปกรณ์ การยกหรือการการรับน้ำหนัก การผลักหรือการดึง

ขนาดพื้นที่ในการทำงาน (Work Space Dimensions)

ขนาดพื้นที่ในการทำงานแบ่งได้ 3 กลุ่ม

1) ขนาดพื้นที่ในการทำงานน้อยที่สุด (Minimal work space dimension) เป็นการกำหนดขนาดของพื้นที่เล็กๆ เช่น ที่วางขาใต้โต๊ะ ซึ่งจะใช้ค่า 95 เปอร์เซนต์ไทล์จากค่าตารางขนาดร่างกายในการหาขนาดร่างกายไปใช้ในการออกแบบ
2) ขนาดพื้นที่ในการทำงานมากที่สุด (Maximal work space dimension) เป็นพื้นที่ด้านนอกสำหรับคนงานที่ใช้อุปกรณ์ เช่นระยะเอื้อมถึงปุ่มควบคุมและแรงที่ใช้ในการกดปุ่มจะต้องใช้ค่า 5 เปอร์เซนต์ไทล์ในการออกแบบเพื่อว่าคนตัวเล็กสามารถเอื้อมถึงและคนที่มีแรงน้อยสามารถกดปุ่มสัญญาณได้
3) ขนาดพื้นที่ในการทำงานที่ปรับได้ (Adjustability) อนุญาตให้คนงานปรับสิ่งแวดล้อมในการทำงานและอุปกรณ์เพื่อให้เหมาะสมกับขนาดร่างกายของแต่ละคนและความชอบของแต่ละคน ขนาดของสถานที่ทำงานที่เหมาะสม

ตอนที่ 6.9 สถานีงานที่ใช้คอมพิวเตอร์ (Computer workstation)

ปัญหาหลักของพนักงานที่ใช้คอมพิวเตอร์คือท่าทางที่ไม่ถูกต้อง ปวดกระดูกสันหลังและไม่สบาย การล้าสายตา ความเมื่อยล้า เป็นปัญหาที่พบมากเป็นครึ่งหนึ่งของปัญหาสุขภาพอื่นๆ ซึ่งปัญหาเกี่ยวกับท่าทางของคนที่ทำงานจะขึ้นกับสภาวะของสถานที่ทำงาน ได้แก่ เฟอร์นิเจอร์ อุปกรณ์และสิ่งแวดล้อมซึ่งทุกอย่างต้องเหมาะกันระหว่างคนและงาน

6.9.1 ลักษณะงาน (Work task)

ความสัมพันธ์ระหว่างคนกับคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้ต้องใช้สายตาในการมองจอคอมพิวเตอร์ขณะเดียวกัน ตาจะต้องใช้ในการอ่านเอกสารที่พิมพ์ ส่วนมือใส่ข้อมูลโดยการสัมผัสคีย์บอร์ด,Mouse, Trackball,Light pen และปุ่มต่างๆ การสื่อสารระหว่างคนกับคอมพิวเตอร์จะเกิดขึ้น

6.9.2 ท่าทางทำงานที่ถูกสุขลักษณะ Healthy work postures)

การนั่งตัวตรง เมื่อมองในภาคตัดขวาง จะเห็นกระดูกสันหลังโค้งเป็นรูปตัวเอส (S-curve) มีส่วนโค้งไปข้างหน้าเล็กน้อย (Lordosis) ในช่วงลำคอและส่วนหลังช่วงล่าง และโค้งไปด้านหลังเล็กน้อย (Kyphpsis) ในช่วงหน้าอก

ตอนที่ 6.10 การออกแบบด้านเออร์กอนอมิกส์ของสถานีงานในสำนักงาน (Ergonomic design of Office workstation)

สถานีงานในสำนักงาน ประกอบด้วยส่วนจอแสดงผล ส่วนการนำข้อมูลเข้า โต๊ะ เก้าอี้ ผู้ปฏิบัติงาน และงานที่ทำ ซึ่งในการออกแบบด้านเออร์กอนอมิกส์จะต้องพิจารณาส่วนต่างๆเหล่านี้ด้วย ผู้ปฏิบัติงานถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของระบบนี้ เพราะว่าเป็นคนที่ทำให้เกิดผลงานออกมา การออกแบบสถานที่ทำงานควรจัดให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานทุกคนและจะต้องเหมาะสมกับท่าทางการทำงานของแต่ละคนด้วย

ขั้นตอนแรกในการออกแบบหรือการเลือกเฟอร์นิเจอร์ในการตกแต่งสำนักงานนั้น จะต้องกำหนดช่องทางเดินหลัก และขนาดรอบนอกของห้องนั้นๆก่อน ซึ่งขนาดของร่างกายของคนเรามีส่วนเกี่ยวข้องกับขนาดของสถานีงานดังนี้

- ❖ ความสูงของระดับสายตา (ความสูงและระยะทางที่มองเห็น) เพื่อใช้ในการกำหนดแหล่งที่วางเป้าหมายที่จะมอง โดยเฉพาะจอแสดงผล เอกสารและคีย์บอร์ด
- ❖ ความสูงของข้อศอกและความยาวของหน้าแขนจะสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหว เช่น การพิมพ์และการเขียนหรือการใช้มือควบคุมปุ่มควบคุมต่างๆ เช่น Keyboard, Mouse หรือ Tracball
- ❖ ความสูงของเข่าและความหนาของต้นขา ใช้กำหนดความสูงของพื้นที่วางขาใต้โต๊ะ
- ❖ ส่วนที่ยื่นออกไปของเข่าและเท้า (ความลึกของสะโพก-เข่า) ใช้หาความลึกของที่วางเท้าใต้อุปกรณ์
- ❖ ความกว้างของต้นขาใช้กำหนดความกว้างต่ำสุดของที่วางขาและที่รองนั่ง
- ❖ ความลึกของสะโพก-ขาช่วงล่าง ใช้กำหนดความลึกของที่รองนั่ง
- ❖ ความยาวของขาช่วงล่าง (ความสูงของขาช่วงล่าง) ใช้กำหนดความสูงของเก้าอี้

หลักในการกำหนดขนาดเฟอร์นิเจอร์ในสำนักงานมี 3 ขั้นตอน

1. กำหนดความสูงของที่นั่ง ที่วางอุปกรณ์ (พิจารณาหน้างานและ Keyboard เป็นหลัก) และความสูงของที่วางจอแสดงผลให้สามารถปรับได้
2. ให้สมมุติว่า ความสูงของที่วางไม่สามารถปรับได้ แต่ความสูงของที่นั่งและจอปรับได้
3. ให้สมมุติว่าความสูงของที่นั่งไม่สามารถปรับได้ แต่ความสูงของที่วางและจอปรับได้

ตอนที่ 6.11 สัญญาณไฟ (Light signals) และฉลาก (Label)

สัญญาณไฟ (Light signals)

ไฟสีแดง

ใช้ในการเตือนผู้ปฏิบัติงานว่า ระบบหรือส่วนหนึ่งของระบบไม่ทำงานหรือทำงานไม่ถูกต้อง ซึ่งข้อความที่ควรใช้สีแดง ได้แก่ No-go, Error, Failure และ Malfunction

ไฟสีแดงกระพริบ เป็นสัญญาณที่บอกถึงสภาวะฉุกเฉินต้องการการตอบสนองทันทีหรือย้ายคนที่ได้รับบาดเจ็บหรืออุปกรณ์ที่ได้รับความเสียหายออกไป

ไฟสีเหลือง

ควรใช้ในการแนะนำหรือบอกผู้ปฏิบัติงานว่ามีเหตุการณ์ที่แตกต่างออกไปเกิดขึ้น สีเหลืองควรใช้ในการเตือนผู้ปฏิบัติงานถึงสิ่งที่ต้องระวัง ให้ตรวจสอบใหม่อีกครั้งหนึ่งหรือมีความล่าช้าโดยไม่ได้คาดคิดไว้เกิด

ไฟสีเขียว

ควรใช้ในการบ่งบอกถึงอุปกรณ์หรือสภาพการทำงานเป็นที่น่าพอใจ และพร้อมที่จะทำงานต่อไป สีเขียวแสดงถึงข้อความ Go-ahead, In Tolulerance, Ready, Function activated และ Power on

ไฟสีขาว

ควรใช้ในการบ่งบอกถึงสภาพของระบบไม่แสดงว่าผิดหรือถูก แต่เป็นลักษณะทางเลือกเป็นช่วงสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลง

ฉลาก (Label)

ปุ่มควบคุม จอแสดงและส่วนของอุปกรณ์ต่างๆควรมีฉลากที่ชัดเจนเหมาะสม เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้รวดเร็วและเหมาะสม

ลักษณะของการติดฉลากขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ความถูกต้องที่ฉลากบ่งชี้ ระยะเวลา ระยะทางที่ต้องอ่านฉลาก ความสว่างและลักษณะสี

การจัดวาง (Orientation) ฉลากและข้อความควรจะอยู่ในแนวราบ สามารถอ่านได้ง่ายและรวดเร็วจากซ้ายไปขวา

ตำแหน่ง (Location) ฉลากควรจะวางอยู่บนหรือใกล้กับรายการที่จะแสดง เพื่อลดความสับสน

- ❖ การวางระบบการติดฉลาก (Standardization) ติดฉลากให้สอดคล้องกันตลอดทั้งอุปกรณ์และระบบ
- ❖ การทำงานของอุปกรณ์ (Equipment function) ฉลากควรแสดงหน้าที่หลักของอุปกรณ์ และลักษณะทางวิศวกรรม

คำย่อ (Abbreviation) ควรใช้คำย่อที่เป็นมาตรฐาน ถ้าต้องกำหนดคำย่อใหม่ ควรจะให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายใช้อักษรตัวใหญ่

- ❖ สั้น (Brevity) ข้อความที่ใช้ต้องกระชับและไม่ทำให้สื่อความหมายผิดหรือกำกวม
- ❖ ความคุ้นเคย (Familiarity) ควรเลือกใช้คำตามความคุ้นเคยของผู้ปฏิบัติงาน ไม่ควรรวบรัดให้สั้นเกินไปจนคนงานไม่คุ้นเคย โดยทั่วไปอาจใช้สัญลักษณ์ที่ส่อความหมายได้ เช่น %, -, + เป็นต้น

อ่านได้ง่ายและถูกต้อง (Visibility and legibility) ป้ายและแผ่นประกาศจะต้องออกแบบให้อ่านง่ายและถูกต้อง ที่ระยะการอ่าน การเคลื่อนไหวและความสั่นสะเทือนและในระดับความสว่างต่ำสุดที่กาดไว้ และปัจจัยต่อไปนี้จะต้องนำมาพิจารณาด้วย คือ สีพื้นและสีของตัวหนังสือที่ใช้ ความสูง ความกว้าง การสะท้อนของสีพื้นและปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อการอ่าน

เออร์กอนอมิกส์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของมนุษย์เพื่อออกแบบความเป็นอยู่และสิ่งแวดล้อมการทำงานให้เหมาะสม

ความสามารถในการทำงาน (Human capacity for physical work) เป็นความทนทานของร่างกายของแต่ละคนในการทำงานโดยใช้พลังงานที่สะสมอยู่ทำให้กล้ามเนื้อทำงานได้ ซึ่งพลังงานที่ใช้ไปนั้นสามารถนำมาจัดแบ่งประเภทของงานได้ว่าเป็นงานเบา งานปานกลาง หรืองานหนัก ถ้าความต้องการในการทำงาน (Task demand) มากกว่าที่คนงานจะรับได้จะต้องมีการหยุดพัก เพื่อลดช่วงเวลาของการทำงานที่หนักเกินไปให้สั้นลงจนสามารถทำได้

1. จงอธิบายความหมายของเออร์กอนอมิกส์ (Ergonomics)
2. จงบอกวิธีการประเมินภาระงาน
3. ท่านเห็นด้วยหรือไม่กับคำกล่าวที่ว่า "การปรับปรุงสภาพงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานดีกว่าการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ทันสมัย" จงอธิบาย
4. จงบอกประโยชน์ของการวัดขนาดของร่างกายมนุษย์ (Anthropometry)
5. จงยกตัวอย่างอันตรายทางด้านเออร์กอนอมิกส์ (Ergonomics)

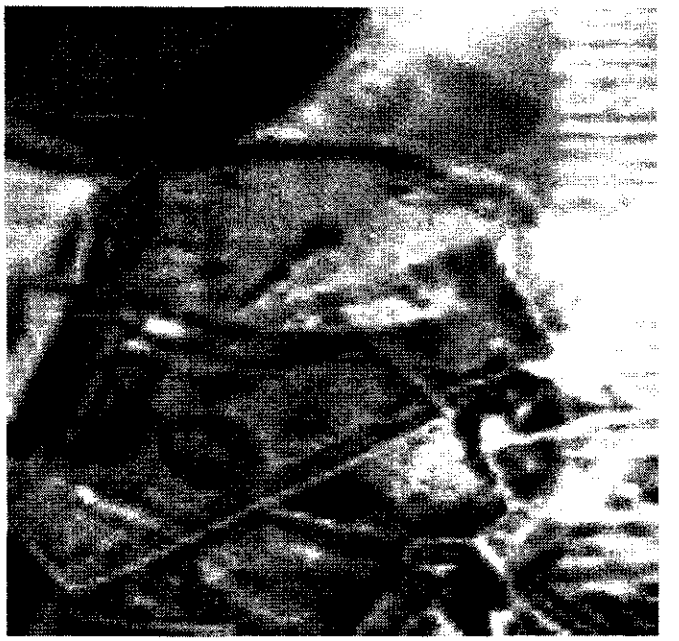
แนวคำตอบประจำบทที่ 6

1. **ตอบ** เออร์กอนอมิกส์ (Ergonomics) เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของคนกับเครื่องจักรและสภาพแวดล้อมในการทำงาน ใช้ในการจัดสภาพงานให้เหมาะสมกับคน
2. **ตอบ** การประเมินภาระงานสามารถประเมินได้ 4 วิธีด้วยกัน คือ
   - ใช้เครื่องมือในการวัดการทำงานหลัก (Objective measure of primary task performance)
   - ใช้เครื่องมือวัดการทำงานรอง (Objective measure of secondary task performance)
   - ใช้เครื่องมือวัดทางด้านสรีรวิทยา (Objective measure of physiological events)
   - ประเมินความรู้สึกของคนงาน (Subjective assessment)
3. **ตอบ**
   - ไม่มี
4. **ตอบ** ใช้ในการออกแบบเครื่องจักรให้เหมาะสมกับสรีระของผู้ปฏิบัติงาน
5. **ตอบ** อาการปวดหลังจากการยกของหนักอย่างไม่ถูกวิธี , ความเมื่อยล้าจากการทำงาน และความเครียด เป็นต้น

บทที่ 7

โปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

(Industrial Hygiene Program)



แผนการเรียนประจำบทที่ 7

วิชา 618 342 หลักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Principle of Industrial Hygiene)

ชื่อบทเรียน โปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Industrial Hygiene Program)

หัวเรื่อง
ตอนที่ 7.1 องค์ประกอบของโปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม
ตอนที่ 7.2 ประโยชน์ของโปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม
ตอนที่ 7.3 การจัดทำโปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม
ตอนที่ 7.4 ตัวอย่างโครงการทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

แนวคิด

โปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม มีจุดประสงค์ หลักที่จะป้องกันโรคและอุบัติเหตุจากการทำงานโดยการตระหนัก ประเมิน ควบคุมอันตรายจากการประกอบอาชีพเพื่อทำให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน และทำให้มีสถานที่ทำงานที่มีบรรยากาศการทำงานที่ดี ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งต่อนายจ้าง ลูกจ้าง และเป็นการเพิ่มผลผลิตด้วย

วัตถุประสงค์

1. สามารถอธิบายถึงประโยชน์ของโปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมได้
2. สามารถจัดทำโปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ศึกษาคู่มือการเรียนรายวิชา บทที่ 1
2. ศึกษาต้นแบบสื่อประกอบการเรียนการสอน (โฮมเพจรายวิชา)
3. คำถาม – ตอบ ประจำบทเรียน
4. ศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งวิทยาการที่แนะนำ

ตอนที่ 7.1 องค์ประกอบของโปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

โปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม มีเนื้อหาประกอบด้วยองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1 การตระหนักถึงอันตราย
2 การประเมินอันตราย
3 การตรวจวัดการได้รับสัมผัส
4 การควบคุมอันตราย
5 การฝึกอบรมคนงาน
6 การมีส่วนร่วมของคนงาน
7 การประเมินผลโปรแกรม
8 การเก็บบันทึก

การนำโปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้บริหารระดับสูง การที่ผู้บริหารเข้ามามีส่วนร่วมในโปรแกรม และจัดบุคคลากรที่มีอำนาจในการตัดสินใจเข้ามา เพื่อจัดการเกี่ยวกับโปรแกรมนี้จะทำให้โปรแกรมประสบผลสำเร็จได้ นอกจากนี้กิจกรรมด้านความปลอดภัยและอาชีวอนามัย ควรมีการจัดลำดับความสำคัญไว้เช่นเดียวกับกิจกรรมทางด้านการผลิต

สรุป

โปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมไม่มีรูปแบบที่แน่นอน เนื่องจากโปรแกรมของแต่ละสถานที่ทำงานจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดและขนาดขององค์กร ปรัชญาทางด้านการบริหาร อันตรายในสถานที่ทำงาน และบุคลากรที่รับผิดชอบโปรแกรม

ตอนที่ 7.2 ประโยชน์ของโปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

ประโยชน์ของโปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

1) ทำให้คนงานได้รับการคุ้มครองและปกป้องจากอันตราต่อสุขภาพทุกชนิดจากการประกอบอาชีพในสถานที่ทำงาน
2) การจ่ายค่าทดแทนจากการบาดเจ็บหรือการเจ็บป่วยลดลง ทำให้ลดค่าเบี้ยประกันที่จ่ายให้กับการประกันสุขภาพและค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการเก็บบันทึกรายการ
3) ผลผลิตโดยทั่วไปจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการปรับปรุงสถานที่ทำงานให้ดี ซึ่งสภาวะการทำงานที่ดีจะลดเวลาที่เสียไปสำหรับการเจ็บป่วย อุบัติเหตุ การขาดงาน และช่วยส่งเสริมให้คนมีศีลธรรมและมีความสัมพันธ์ดีกับเพื่อนร่วมงาน
4) ต้นทุนการผลิตลดลง โดยการคาดคะเนและการควบคุมอันตรายต่อสุขภาพจากการประกอบอาชีพในระหว่างการออกแบบของโครงการใหม่ๆ
5) สถานที่ทำงานเป็นไปตามข้อกำหนดทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
6) เป็นแหล่งข้อมูลทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยและให้การฝึกอบรมคนงาน
7) ช่วยหน่วยงานที่ดูแลทางด้านอาชีวอนามัยของคนงานในการประเมินสถานะทางสุขภาพของคนงานว่าเกี่ยวข้องกับอันตรายที่เกิดจากการทำงานหรือไม่

สรุป

โปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม มีจุดประสงค์ หลักที่จะป้องกันโรคและอุบัติเหตุจากการทำงานเพื่อทำให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน และทำให้มีสถานที่ทำงานที่มีบรรยากาศการทำงานที่ดี ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งต่อนายจ้าง ลูกจ้าง และเป็นการเพิ่มผลผลิตด้วย

มีส่วนประกอบดังนี้

1) นโยบายและการเขียนโครงการ

จุดประสงค์ของโปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมเพื่อให้ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนโยบายทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ความรับผิดชอบและการจัดโครงการ และจัดทำวิธีการทำงานตามมาตรฐาน

2) นโยบาย (Policy statement) ควรประกอบด้วย

- ผู้บริหารให้ความสำคัญต่อความปลอดภัยและสุขภาพของพนักงาน
- ผู้บริหารได้ตกลงใจที่จะให้ความสำคัญต่อความปลอดภัยและสุขภาพจากการทำงานในระดับเดียวกับผลผลิต
- บริษัทจะทำตามข้อกำหนดกฎหมายที่เกี่ยวกับสุขภาพและความปลอดภัยจากการทำงาน
- กิจกรรมทางด้านความปลอดภัยและอาชีวอนามัย จะต้องมีผู้นำที่พร้อมจะทำงานผู้บริหารมีส่วนร่วมและได้รับการสนับสนุนจากทุกคนในหน่วยงาน

3) วัตถุประสงค์และเป้าหมาย

ควรมีการกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายในระยะสั้นและยาว เพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ซึ่งการทำงานอาจทำในรูปของคณะกรรมการ เช่น คณะกรรมการความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม วัตถุประสงค์จะต้องจำเพาะ ชัดเจนและมุ่งให้ประสบความสำเร็จและสามารถวัดเป็นปริมาณได้

4) วิธีการทำงานตามมาตรฐาน

องค์ประกอบของโปรแกรมควรจะมีการกำหนดวิธีการทำงานตามมาตรฐานว่า ควรจะทำอะไร ทำอย่างไร และใครควรจะเป็นผู้ทำ มีการสื่อสารหรือถ่ายทอดโปรแกรมให้กับคนทั้งหมดในองค์กรทราบและมีการบันทึกไว้เป็นเอกสารว่า องค์กรได้จัดทำวิธีการทำงานตามมาตรฐานและบ่งชี้ปัญหาทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

5) การตระหนักและการประเมินอันตราย (Hazard recognition and evaluation)

การตระหนักถึงอันตราย คือ การบ่งชี้อันตรายต่อสุขภาพจากการทำงานในสถานที่ทำงานซึ่งได้แก่อันตรายจากสารเคมี สารทางฟิสิกส์ และชีวภาพ การบ่งชี้อันตรายขึ้นกับการตัดสินใจอย่างผู้เชี่ยวชาญของนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ซึ่งได้มาจากการรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจโรงงาน การสัมภาษณ์พนักงานและผู้บริหาร การทบทวนข้อมูลข่าวสาร การประเมินอันตรายเพื่อจะรู้ว่าอันตรายจากสิ่งแวดล้อมการทำงานนั้นยอมรับได้หรือไม่ หรือการควบคุมอันตรายทางวิศวกรรม การควบคุมทางการบริหารจัดการ หรือการฝึกปฏิบัติงานเป็นสิ่งจำเป็นหรือไม่

6) การควบคุมอันตราย

ถ้าการสัมผัสอยู่ในระดับที่ยอมรับไม่ได้ ควรมีการจัดมารการเพื่อลดหรือกำจัดการสัมผัสสาร โปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมควรมีการบันทึกเกี่ยวกับมาตรการควบคุมและควรจัดทำโปรแกรม เช่น โครงการอนุรักษ์การได้ยิน อุปกรณ์ป้องกันอันตรายของระบบหายใจ การสื่อสารเกี่ยวกับอันตรายและเออร์กอนอมิกส์

7) การฝึกอบรมคนงาน

8) การเก็บบันทึก (Record keeping)

ควรมีการเก็บบันทึกเอกสารที่เกี่ยวข้องทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ในอนาคตสำหรับการประเมินทางสุขศาสตร์และทางการแพทย์

9) การมีส่วนร่วมของพนักงาน (Employee involvement)

โปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมที่มีประสิทธิภาพ นายจ้างควรจะมีการกระตุ้นให้คนงานมีส่วนร่วมในโครงการและในการตัดสินใจที่มีผลต่อคนงานทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย พนักงานต้องเป็นสมาชิกในคณะกรรมการความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม ควรมีการส่งเสริมให้คนงานมีการรายงานผลทันทีเมื่อได้รับสารอันตรายแล้วมีอาการและอาการแสดง เพื่อว่าสภาวะทางร่างกายและสภาพของสถานที่ทำงาน จะได้รับการประเมินและแก้ไขโดยเร็ว

10) การประเมินโปรแกรมและการตรวจติดตามโปรแกรม (Program evaluation and program audit) ควรมีการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมเป็นระยะๆ การตรวจติดตามเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้องค์ประกอบของโปรแกรมมีการนำไปใช้ตามวิธีการที่กำหนดและทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและสำเร็จตามเป้าหมาย

รูปภาพ-แสดง 3 องค์ประกอบหลักในการดำเนินงานด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม

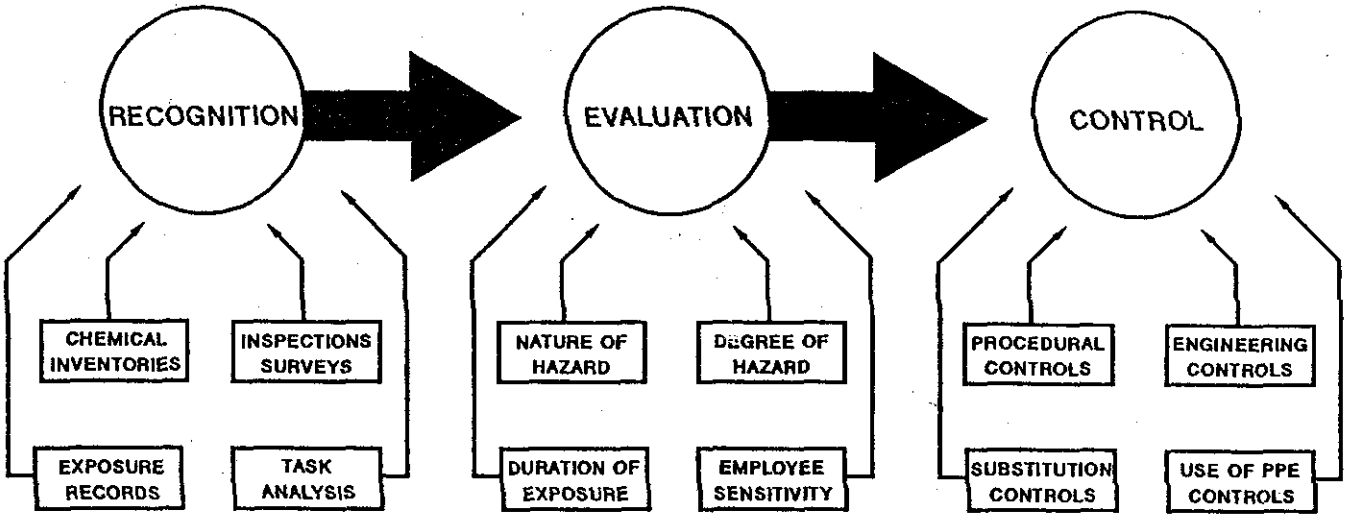
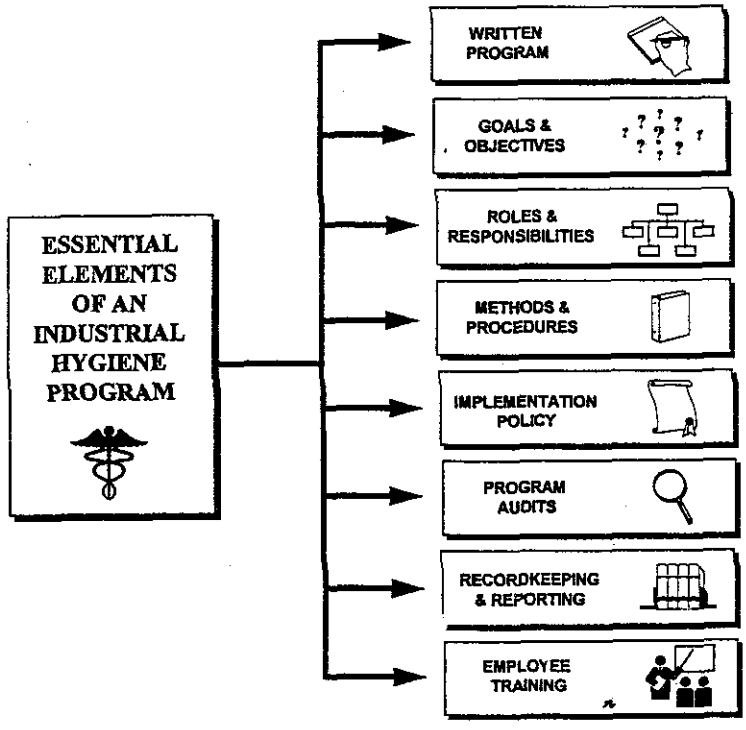


FIGURE -? The three general principles of the industrial hygiene process, and the typical actions associated with each

ดังรูปภาพ – องค์ประกอบสำคัญของโปรแกรมด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม



สรุปเนื้อหาประจำบทที่ 7

โปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมไม่มีรูปแบบที่แน่นอน เนื่องจากโปรแกรมของแต่ละสถานที่ทำงานจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดและขนาดขององค์กร ปรัชญาทางด้านการบริหาร อันตรายในสถานที่ทำงาน และบุคลากรที่รับผิดชอบโปรแกรม

โปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม มีจุดประสงค์ หลักที่จะป้องกันโรคและอุบัติเหตุจากการทำงานเพื่อทำให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน และทำให้มีสถานที่ทำงานที่มีบรรยากาศการทำงานที่ดี ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งต่อนายจ้าง ลูกจ้าง และเป็นการเพิ่มผลผลิตด้วย

ในการการจัดทำโปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมต้องประกอบด้วยส่วนประกอบดังต่อไปนี้ มีส่วนประกอบดังนี้

1) นโยบายและการเขียนโครงการ
2) นโยบาย (Policy statement)
3) วัตถุประสงค์และเป้าหมาย
4) วิธีการทำงานตามมาตรฐาน
5) การตระหนักและการประเมินอันตราย (Hazard recognition and evaluation)
6) การควบคุมอันตราย
7) การฝึกอบรมคนงาน
8) การเก็บบันทึก (Record keeping)
9) การมีส่วนร่วมของพนักงาน (Employee involvement)
10) การประเมินโปรแกรมและการตรวจติดตามโปรแกรม (Program evaluation and program audit)

คำถามประจำบทที่ 7

1. โปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม มีเนื้อหาประกอบด้วยองค์ประกอบอะไรบ้าง
2. โปรแกรมทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมมีประโยชน์ อย่างไร

แนวคำตอบประจำบทที่ 7

1. **ตอบ** มีองค์ประกอบ ดังนี้
   1 การตระหนักถึงอันตราย
   2 การประเมินอันตราย
   3 การตรวจวัดการได้รับสัมผัส
   4 การควบคุมอันตราย
   5 การฝึกอบรมคนงาน
   6 การมีส่วนร่วมของคนงาน
   7 การประเมินผลโปรแกรม
   8 การเก็บบันทึก
2. **ตอบ**
   1) ทำให้คนงานได้รับการคุ้มครองและปกป้องจากอันตราต่อสุขภาพทุกชนิดจากการประกอบอาชีพในสถานที่ทำงาน
   2) การจ่ายค่าทดแทนจากการบาดเจ็บหรือการเจ็บป่วยลดลง ทำให้ลดค่าเบี้ยประกันที่จ่ายให้กับการประกันสุขภาพและค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการเก็บบันทึกรายการ
   3) ผลผลิตโดยทั่วไปจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการปรับปรุงสถานที่ทำงานให้ดี ซึ่งสภาวะการทำงานที่ดีจะลดเวลาที่เสียไปสำหรับการเจ็บป่วย อุบัติเหตุ การขาดงาน และช่วยส่งเสริมให้คนมีศีลธรรมและมีความสัมพันธ์ดีกับเพื่อนร่วมงาน
   4) ต้นทุนการผลิตลดลง โดยการคาดคะเนและการควบคุมอันตรายต่อสุขภาพจากการประกอบอาชีพในระหว่างการออกแบบของโครงการใหม่ๆ
   5) สถานที่ทำงานเป็นไปตามข้อกำหนดทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
   6) เป็นแหล่งข้อมูลทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยและให้การฝึกอบรมคนงาน
   7) ช่วยหน่วยงานที่ดูแลทางด้านอาชีวอนามัยของคนงานในการประเมินสถานะทางสุขภาพของคนงานว่าเกี่ยวข้องกับอันตรายที่เกิดจากการทำงานหรือไม่

บรรณานุกรม

พรพิมล กองทิพย์, **สุขศาสตร์อุตสาหกรรม** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล, 2543.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ, **สุขศาสตร์อุตสาหกรรมพื้นฐาน หน่วยที่ 1-15** กรุงเทพมหานคร:มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, พิมพ์ครั้งที่ 7 , 2542.

ชำนาญ นพรัตน์เขต, **ความปลอดภัยในงานอุตสาหกรรม** กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน, 2538.

ผศ.ดร.วันทนี พันธุประสิทธิ์ **มาตรฐานสารเคมีในอากาศและดัชนีชี้วัดทางชีวภาพ** สมาคมอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงาน นำอักษรการพิมพ์ พิมพ์ครั้งที่ 1 2543

Plog BA , Niland J and Quinlan PJ. **Fundamentals of Industrial Hygiene, 5th ed.**, National Safety concil. Itasca,Illinois,2002

Robert L. Harris . **Patty's Industrial hygiene . 5th ed**. New York : Wiley,2000

Vincoil, Jeffrey W. **Basic guide to industrial hygiene** . 1995

Scott, Ronald M. **Introduction to industrial hygiene** .1995

American Industrial Hygiene Association Journal.

http://www.industrialhygiene.com

http://www.osha.gov

http://www.cdg..gov/niosh/homepage.htm

http://www.acgih.org

http://www.nice.labour