

หนังสือเล่มนี้เรียบเรียงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

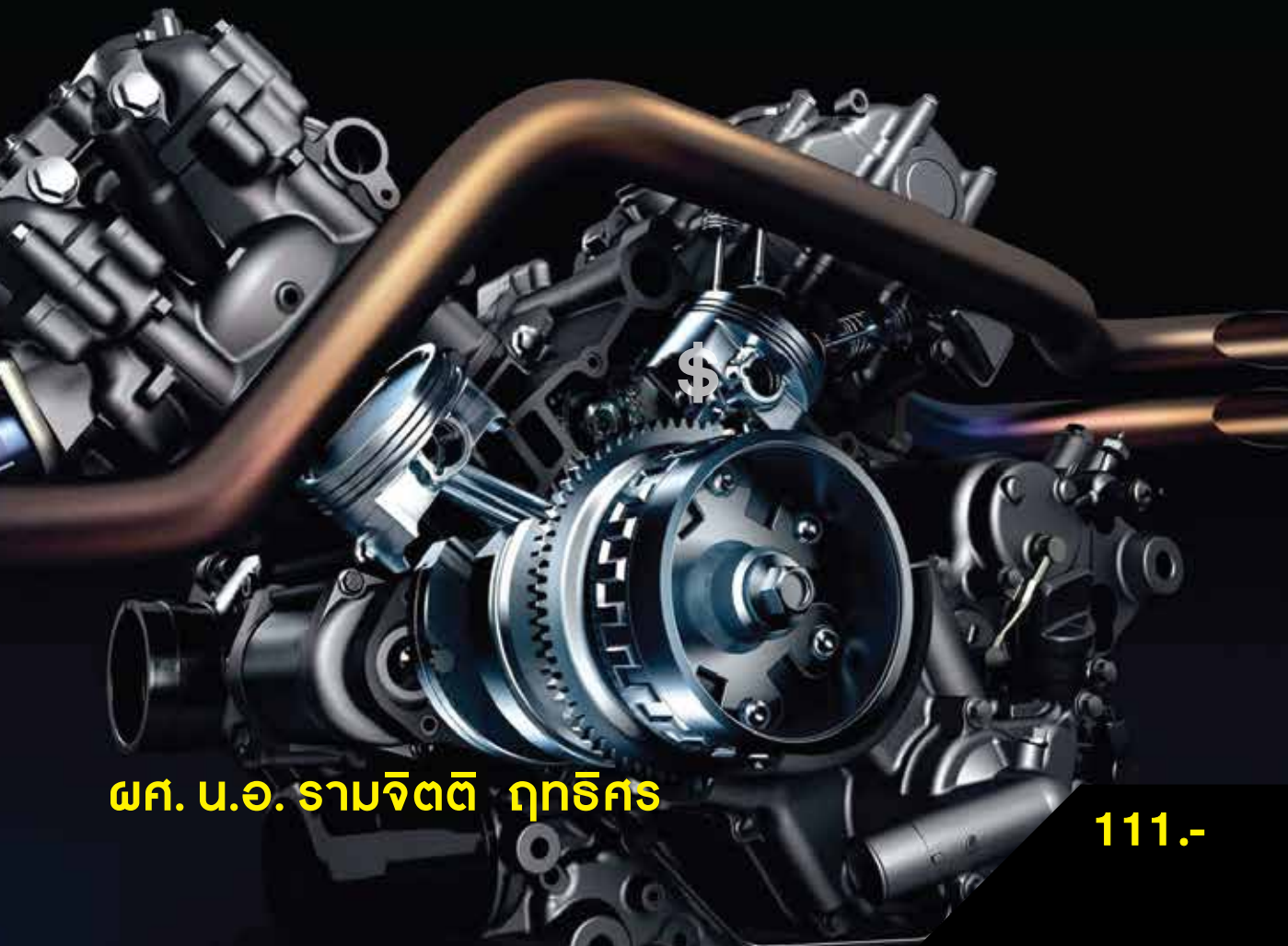


รหัสวิชา 20101-2001

(ประเภทวิชาอุตสาหกรรม)

ได้ผ่านการตรวจการประเมินคุณภาพจากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ครั้งที่ 2
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มสมรรถนะวิชาเฉพาะ ประกาศลำดับที่ 219

งานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน Gasoline Engine Job



ผศ. น.อ. รามจิตติ ฤทธิกร

111.-

งานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน (Gasoline Engine Job)

รหัสวิชา 20101-2001

หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ

เรียบเรียงโดย

ผศ. น.อ. รามจิตติ ฤทธิศร

วท.บ. (ทอ.วิศวกรรมเครื่องกล)

M.SC. (Thermal Power)



งานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน (Gasoline Engine Job)

ISBN 978-616-495-058-0

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย....

บริษัทวังอักษร จำกัด



69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

โทร. 0-2472-3293-5 โทรสาร 0-2891-0742 Mobile : 08-8585-1521

e-Mail : wangaksorn9@gmail.com Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร

<http://www.wangaksorn.com>

ID Line : @wangaksorn



พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2562

จำนวน 3,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

โดยบริษัทวังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้
ไปทำซ้ำ ดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ
นอกจากได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากทางสำนักพิมพ์เท่านั้น
ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้
เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย
โดยบริษัทวังอักษร จำกัด มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด

งานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน (Gasoline Engine Job)

รหัสวิชา 20101-2001



จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน
2. สามารถใช้เครื่องมืออุปกรณ์ช่างยนต์ได้ถูกต้องตามขั้นตอน
3. สามารถถอด ประกอบ ตรวจสอบสภาพชิ้นส่วน ปรับแต่งและบำรุงรักษาเครื่องยนต์แก๊สโซลีน
4. มีกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน รับผิดชอบ ประณีตรอบคอบ ตรงต่อเวลา สะอาดปลอดภัย

และรักษาสภาพแวดล้อม



สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน
2. ถอด ประกอบชิ้นส่วนเครื่องยนต์แก๊สโซลีนตามคู่มือ
3. ตรวจสอบสภาพชิ้นส่วนเครื่องยนต์แก๊สโซลีนตามคู่มือ
4. ปรับแต่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีนตามคู่มือ
5. บำรุงรักษาชิ้นส่วนเครื่องยนต์แก๊สโซลีนตามคู่มือ



คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ช่างยนต์ หลักการทำงาน การถอดประกอบ ตรวจสอบสภาพชิ้นส่วนระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ระบบจุดระเบิด ระบบหล่อลื่น ระบบระบายความร้อน ระบบไอดี ระบบไอเสีย การสตาร์ทเครื่องยนต์ การปรับแต่งและการบำรุงรักษาเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

ตารางวิเคราะห์สมรรถนะรายวิชา
วิชา งานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน รหัสวิชา 20101 - 2001
ท-ป-น 1-6-3 จำนวน 7 คาบ/สัปดาห์ รวม 126 คาบ

หน่วยที่ สมรรถนะรายวิชา	แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้าง และหลักการทำงานของ เครื่องยนต์แก๊สโซลีน	ถอด ประกอบชิ้นส่วนเครื่องยนต์ แก๊สโซลีนตามคู่มือ	ตรวจสอบสภาพชิ้นส่วนเครื่องยนต์ แก๊สโซลีนตามคู่มือ	ปรับแต่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ตามคู่มือ	บำรุงรักษาชิ้นส่วนเครื่องยนต์ แก๊สโซลีนตามคู่มือ
1. ความปลอดภัยในการทำงาน	✓				
2. การทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	✓	✓			
3. ระบบไอดี ไอเสีย และเชื้อเพลิง	✓	✓	✓	✓	
4. ระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง	✓	✓	✓	✓	
5. ระบบหล่อลื่นเครื่องยนต์	✓	✓	✓	✓	
6. ระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์	✓	✓	✓	✓	
7. ระบบไฟฟ้ารถยนต์	✓	✓	✓	✓	
8. ระบบติดเครื่องยนต์และระบบอัดประจุ	✓	✓	✓	✓	
9. ระบบไฟฟ้าจุดระเบิด	✓	✓	✓	✓	
10. การตรวจสอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์	✓	✓	✓	✓	
11. การปรับแต่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	✓	✓	✓	✓	
12. การบำรุงรักษาเครื่องยนต์	✓		✓		✓

คำนำ

วิชางานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน รหัสวิชา 20101-2001 จัดอยู่ในหมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) ผู้เขียนได้บริหารสาระการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 12 หน่วยการเรียนรู้ ได้จัดแผนการจัดการเรียนรู้/แผนการสอนที่มุ่งเน้นฐานสมรรถนะ (Competency Based) และการบูรณาการ (Integrated) ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชาในแต่ละบทเรียนมุ่งให้ความสำคัญส่วนที่เป็นความรู้ ทฤษฎี หลักการ กระบวนการ และส่วนที่เป็นทักษะประสบการณ์ เร่งพัฒนาบทบาทของผู้เรียนเป็นผู้จัดการแสวงหาความรู้ (Explorer) เป็นผู้สอนตนเองได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ และบทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้ มาเป็นผู้จัดการชี้แนะ (Teacher Roles) จัดสิ่งแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อความสนใจเรียนรู้ และเป็นผู้ร่วมเรียนรู้ (Co-investigator) จัดห้องเรียนเป็นสถานที่ทำงานร่วมกัน (Learning Context) จัดกลุ่มเรียนรู้ ให้อำนาจทำงานร่วมกัน (Grouping) ฝึกความใจกว้าง มุ่งสร้างสรรค์คนรุ่นใหม่ สอนความสามารถที่นำไปทำงานได้ (Competency) สอนความรัก ความเมตตา (Compassion) ความเชื่อมั่น ความซื่อสัตย์ (Trust) เป้าหมายอาชีพอันยังประโยชน์ (Productive Career) และชีวิตที่มีศักดิ์ศรี (Noble Life) เหนือสิ่งอื่นใด เป็นคนดีทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จรรยาบรรณทางธุรกิจและวิชาชีพ

ส่งเสริมสนับสนุนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคุณวุฒิวิชาชีพ (Vocational Qualification System) สอดคล้องตามมาตรฐานอาชีพ (Occupational Standard) สร้างภูมิคุ้มกัน เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ กำลังแรงงาน การพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานระดับชาติ (National Benchmarking) และการวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน (Functional Analysis) เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในภาคธุรกิจ อุตสาหกรรมทุกสาขาอาชีพ เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนเข้าสู่สนามการแข่งขันในประชาคมอาเซียน

ขอขอบคุณ ท่านอาจารย์ผู้สอน ผู้ประสาวิชาความรู้ เอกสาร หนังสือที่ใช้ประกอบในการเรียบเรียงไว้ ณ โอกาสนี้

ผศ. น.อ. รามจิตติ ฤทธิศร

สารบัญ

บทที่ 1	ความปลอดภัยในการทำงาน	1
	สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ	2
	สาเหตุของอุบัติเหตุ	3
	ทฤษฎีโดมิโนของการเกิดอุบัติเหตุ	5
	การป้องกันอุบัติเหตุ	7
	การใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมือขนาดเล็ก	12
	การใช้เครื่องมือขับเคลื่อนด้วยกำลังไฟฟ้า	13
	การใช้เครื่องจักร	14
	อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อน	15
	การใช้เครื่องเจียระไน	15
	สีและสัญลักษณ์ความปลอดภัย	16
	แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	21
บทที่ 2	การทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	23
	เครื่องยนต์สันดาปภายใน	24
	ชนิดของเครื่องยนต์ลูกสูบ	25
	ช่วงชักของลูกสูบในกระบอกสูบ	26
	การเปลี่ยนการเคลื่อนที่แบบสลับเป็นการเคลื่อนที่แบบหมุน	27
	การทำงานของเครื่องยนต์	28
	ลิ้นของเครื่องยนต์	30
	การทำงานของลิ้น	31
	เครื่องยนต์หลายสูบ	32
	ระบบสนับสนุนการทำงานของเครื่องยนต์	32
	ประเภทของเครื่องยนต์ตามลักษณะกระบอกสูบและตำแหน่งติดตั้ง	36
	ตำแหน่งในการวางเครื่องยนต์	38
	ประสิทธิภาพเชิงความร้อน เชิงกล และเชิงปริมาตร	40
	การจัดและอัตราส่วนกำลังอัดของกระบอกสูบ	41
	แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	42
	ใบงานที่ 2.1 การเคลื่อนย้ายเครื่องยนต์ออกจากตัวรถ	45
บทที่ 3	ระบบไอดี ไอดีเสีย และเชื้อเพลิง	48
	ระบบไอดี	49
	ระบบไอดีเสีย	53
	ระบบเชื้อเพลิง	55
	ระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง	56
	เครื่องแสดงในระบบเชื้อเพลิง	62
	แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	65
	ใบงานที่ 3.1 การเปลี่ยนปะเก็นฝาครอบลิ้น	68
บทที่ 4	ระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง	72
	คุณสมบัติของน้ำมันเบนซิน	74
	การเผาไหม้	74

	ค่าออกเทน	77
	ส่วนประกอบของระบบเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน	78
	ชนิดและหลักการทำงานพื้นฐานของคาร์บูเรเตอร์	84
	หลักการทำงานของหัวฉีดเชื้อเพลิง	89
	แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	97
	ใบงานที่ 4.1 การถอดลูกสูบและก้านสูบออกจากเสื้อสูบ	100
	ใบงานที่ 4.2 การถอดประกอบลิ้นจากฝาสูบ	103
บทที่ 5	ระบบหล่อลื่นเครื่องยนต์	105
	หน้าที่ของระบบหล่อลื่น	106
	น้ำมันหล่อลื่น	107
	ส่วนประกอบน้ำมันหล่อลื่น	109
	เครื่องแสดงในระบบหล่อลื่น	114
	ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบหล่อลื่น	116
	การบริการระบบหล่อลื่น	118
	แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	121
	ใบงานที่ 5.1 การใส่แฉวนลูกสูบ	124
บทที่ 6	ระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์	127
	ระบบระบายความร้อน	128
	ส่วนประกอบและการทำงานของระบบระบายความร้อน	130
	ส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบระบายความร้อน	138
	เครื่องแสดงในระบบหล่อลื่น	140
	ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบหล่อเย็น	142
	การบริการระบบระบายความร้อน	143
	แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	146
	ใบงานที่ 6.1 การเปลี่ยนน้ำมันเครื่อง	149
	ใบงานที่ 6.2 การเปลี่ยนปะเก็นอ่างน้ำมันเครื่อง	152
บทที่ 7	ระบบไฟฟ้ารถยนต์	155
	ระบบไฟฟ้ารถยนต์	156
	ส่วนประกอบและการทำงานของระบบไฟฟ้ารถยนต์	157
	ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น	164
	กฎของโอห์ม	165
	การดูแลรักษาแบตเตอรี่	165
	แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	169
	ใบงานที่ 7.1 การประกอบฝาสูบ	172
บทที่ 8	ระบบติดเครื่องยนต์และระบบอัดประจุ	175
	การทำงานของระบบติดเครื่องยนต์	176
	ส่วนประกอบของระบบติดเครื่องยนต์	178
	ระบบอัดประจุไฟฟ้า	179
	ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบอัดประจุ	186
	การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบอัดประจุ	187

	แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	188
	ใบงานที่ 8.1 การปรับระยะกระดิ่งกดลิ้น	191
บทที่ 9	ระบบไฟฟ้าจุดระเบิด	194
	หน้าที่ของระบบไฟฟ้าจุดระเบิด	195
	พื้นฐานการทำงานของระบบไฟฟ้าจุดระเบิดเบื้องต้น	196
	ระบบจุดระเบิดทางกล	197
	ระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์	203
	ระบบจุดระเบิดแบบไร้จานจ่าย	205
	ลำดับการจุดระเบิด	207
	แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	208
	ใบงานที่ 9.1 การถอดใส่หัวเทียนและการตรวจสอบ	211
บทที่ 10	การตรวจสอบชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์	214
	การตรวจสอบระบบกำลังอัด	215
	การตรวจสอบระบบระบายความร้อน	222
	การตรวจสอบระบบจุดระเบิด	229
	การตรวจสอบระบบติดเครื่องยนต์	235
	แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	239
	ใบงานที่ 10.1 การตั้งลิ้นไอดีและไอเสีย	243
	ใบงานที่ 10.2 การตรวจความโค้งของฝาสูบ	245
บทที่ 11	การปรับแต่งเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	249
	กลไกการเผาไหม้	250
	การปรับแต่งเพื่อแก้ปัญหาข้อขัดข้อง	251
	การปรับแต่งเครื่องยนต์เพื่อเพิ่มสมรรถนะของเครื่องยนต์	255
	วิธีการปรับแต่งเครื่องยนต์	257
	การปรับแต่งเครื่องยนต์ในการใช้แก๊สโซฮอลล์	263
	แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	267
	ใบงานที่ 11.1 การวัดกำลังอัดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	270
บทที่ 12	การบำรุงรักษาเครื่องยนต์	273
	รายการที่ตรวจสอบ	275
	การบำรุงรักษาเครื่องยนต์ในส่วนประกอบหลัก	279
	วงรอบในการปฏิบัติ	286
	แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	289
	ใบงานที่ 12.1 งานตรวจสภาพและบำรุงรักษาเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน	292
	คำถามเพื่อการทบทวน	294
	คำศัพท์	297
	บรรณานุกรม	307



1

ความปลอดภัยในการทำงาน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

หลังจากศึกษาจบบทเรียนนี้แล้ว นักศึกษาจะมีความสามารถดังนี้

1. บอกสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุได้
2. อธิบายทฤษฎีโดมิโนของการเกิดอุบัติเหตุได้
3. ระบุวิธีการป้องกันอุบัติเหตุได้
4. ปฏิบัติการใช้เครื่องจักรและเครื่องมือชนิดต่างๆ ในการปฏิบัติงานได้อย่างระมัดระวังและถูกวิธี
5. ปฏิบัติการบำรุงรักษาเครื่องจักรและเครื่องมือชนิดต่างๆ ได้
6. อธิบายเกี่ยวกับสีและสัญลักษณ์ความปลอดภัยได้



ความปลอดภัยในการทำงาน

ในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับเครื่องมือ เครื่องจักรต่าง ๆ ในงานอุตสาหกรรมนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเสมอ คือ ความปลอดภัย ซึ่งหากการป้องกันไม่รัดกุมเพียงพอ ก็มีความเสี่ยงสูงในการที่จะได้รับอันตรายจากการทำงาน ผลที่ตามมาก่อให้เกิดความเสียหายทั้งผู้ปฏิบัติงาน วัตถุดิบ และเครื่องจักรในการผลิต อุบัติเหตุส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากเครื่องมือเครื่องจักรนั้น โดยส่วนใหญ่เกิดจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องของเครื่องมือเครื่องใช้ และความประมาทของผู้ปฏิบัติงานเอง

ความปลอดภัยในการทำงาน คือ สภาพที่ปลอดภัยจากอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่เกิดแก่ชีวิตหรือทรัพย์สิน ในขณะที่ปฏิบัติงาน ดังนั้น ความปลอดภัยในการทำงานนั้น คือสภาวะซึ่งทำงานได้โดยปราศจาก “อุบัติเหตุ” ในการทำงาน

อุบัติเหตุ คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไม่คาดหมาย และเมื่อเกิดขึ้นแล้วจะมีผลกระทบกระเทือนต่อการทำงาน ทำให้ทรัพย์สินเสียหาย หรือบุคคลได้รับบาดเจ็บ



สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ

ก่อนที่จะได้ศึกษาถึงสาเหตุของอุบัติเหตุและการป้องกัน ต้องทราบคำจำกัดความของคำต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกัน ดังนี้

ภัย (Hazard) หมายถึง สภาพการณ์ซึ่งมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดการบาดเจ็บต่อบุคคลหรือความเสียหายต่อทรัพย์สิน หรือกระทบกระเทือนต่อขีดความสามารถในการปฏิบัติงานระดับปกติของบุคคล

อันตราย (Danger) หมายถึง ระดับความรุนแรงที่เป็นผลเนื่องมาจากภัย อันตรายจากภัยอาจจะมีระดับสูงขึ้นหรือต่ำลงก็ได้ ขึ้นอยู่กับมาตรการในการป้องกัน เช่น การทำงานบนที่สูง สภาพการณ์เช่นนี้ถือได้ว่าเป็นภัย ซึ่งอาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บถึงตายได้หากมีการพลัดตกลงมา ในกรณีนี้ถือได้ว่ามีอันตรายอยู่ระดับหนึ่ง หากแต่ระดับอันตรายจะลดน้อยลงถ้าผู้ปฏิบัติงานใช้ **สายนิรภัย (Harness)** ขณะทำงาน เพราะโอกาสของการพลัดตกและก่อให้เกิดความบาดเจ็บจะ ลดน้อยลง

ความเสียหาย (Damage) เป็นความรุนแรงของการบาดเจ็บหรือความสูญเสียทางด้านกายภาพ หรือความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อการปฏิบัติงาน หรือความเสียหายทางการเงินที่เกิดขึ้น เนื่องจากขาดการควบคุมภัย

ความปลอดภัย (Safety) โดยทั่วไปหมายถึง “การปราศจากภัย” ซึ่งในทางปฏิบัติเป็นไปได้ไม่ได้ที่จะขจัดภัยทุกชนิดให้หมดไปโดยสิ้นเชิง ความปลอดภัยจึงให้หมายรวมถึงการปราศจากอันตรายที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นด้วย

อุบัติเหตุ (Accident) หมายถึง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยมิได้วางแผนไว้ล่วงหน้า ซึ่งก่อให้เกิดความบาดเจ็บ พิการ หรือตาย และทำให้ทรัพย์สินได้รับความเสียหาย ในเชิงวิศวกรรมความปลอดภัยนั้น นอกจากความหมายข้างต้นแล้ว อุบัติเหตุยังมีความหมายว่า “เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้ว จะมีผลกระทบกระเทือนต่อกระบวนการผลิตระดับปกติ ทำให้เกิดความล่าช้า หยุด ชะงัก หรือเสียเวลา แม้จะไม่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บ พิการ ก็ตาม”



สาเหตุของอุบัติเหตุ

H.W. Heinrich เป็นบุคคลหนึ่งที่ได้ศึกษาถึงสาเหตุที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุอย่างจริงจังในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในปี ค.ศ. 1920 ผลจากการศึกษาวิจัย สรุปสาเหตุของอุบัติเหตุที่สำคัญมี 3 ประการ ได้แก่

1. **สาเหตุที่เกิดจากคน (Human Causes)** มีจำนวนสูงที่สุดถึงร้อยละ 88 ของการเกิดอุบัติเหตุทั้งปวง สาเหตุจากคนเกิดจากการทำงานที่ไม่ถูกต้อง ความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ความพลั้งเผลอ ความประมาท การมีนิสัยชอบเสี่ยงในการทำงาน เป็นต้น

2. **สาเหตุที่เกิดจากความผิดพลาดของเครื่องจักร (Mechanical Failure)** มีจำนวนเพียงร้อยละ 10 ของการเกิดอุบัติเหตุทุกครั้ง ตัวอย่างเช่น ไม่มีเครื่องป้องกันส่วนที่เป็นอันตรายของเครื่องจักร เครื่องจักร เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ชำรุดบกพร่อง รวมถึงผังโรงงานไม่เหมาะสมสภาพแวดล้อมในการทำงานไม่ปลอดภัย เป็นต้น

3. **สาเหตุที่เกิดจากดวงชะตา (Acts of God)** มีจำนวนเพียงร้อยละ 2 ที่สาเหตุเกิดขึ้นโดยธรรมชาตินอกเหนือการควบคุมได้ เช่น พายุ น้ำท่วม ไฟป่า เป็นต้น

สาเหตุของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น 3 ประการนั้น สามารถสรุปเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในโรงงานได้ 2 ประการคือ

1. **การกระทำที่ไม่ปลอดภัย (Unsafe Acts)** เป็นสาเหตุใหญ่ที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุ คิดเป็นจำนวนร้อยละ 85 ของการเกิดอุบัติเหตุทั้งหมด

2. **สภาพการณ์ที่ไม่ปลอดภัย (Unsafe Conditions)** เป็นสาเหตุรองคิดเป็นจำนวนร้อยละ 15 เท่านั้น

สาเหตุจากการกระทำที่ไม่ปลอดภัย ได้แก่

- การทำงานไม่ถูกวิธี หรือ ไม่ถูกขั้นตอน
- การมีทัศนคติที่ไม่ถูกต้องเช่น อุบัติเหตุเป็นเรื่องของเคราะห์กรรม แก้ไขป้องกันไม่ได้
- ความไม่เอาใจใส่ในการทำงาน
- ความประมาท พลังเพลอ เหม่อลอย
- การมีนิสัยชอบเสี่ยง
- การไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบของความปลอดภัยในการทำงาน
- การทำงานโดยไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment)
- แต่งกายไม่เหมาะสม
- การถอดเครื่องกำบังส่วนอันตรายของเครื่องจักรออกด้วยความรู้สึกรำคาญ ทำงานไม่สะดวก หรือถอดออกเพื่อซ่อมแซมแล้วไม่ใส่คืน
- การใช้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่เหมาะกับงานเช่น การใช้ขวดแก้วตอกตะปูแทนการใช้ค้อน
- การหยอกล้อกันระหว่างทำงาน
- การทำงานโดยที่ร่างกายและจิตใจไม่พร้อมหรือผิดปกติ เช่น ไม่สบาย เมาค้าง มีปัญหาครอบครัว เป็นต้น

สาเหตุจากสภาพการณ์ที่ไม่ปลอดภัย ได้แก่

- ส่วนที่เป็นอันตราย (ส่วนที่เคลื่อนไหว) ของเครื่องจักรไม่มีเครื่องกำบังหรืออุปกรณ์ป้องกันอันตราย
- การวางผังโรงงานที่ไม่ถูกต้อง
- ความไม่เป็นระเบียบเรียบร้อยและสกปรกในการจัดเก็บวัสดุสิ่งของ
- พื้นโรงงานขรุขระ เป็นหลุมบ่อ

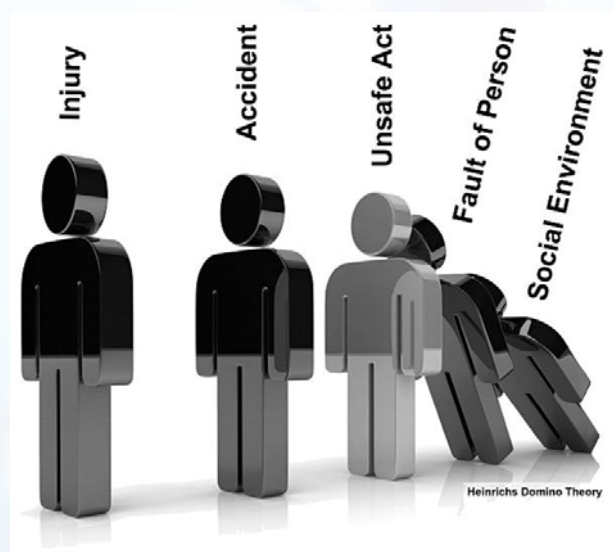
- สภาพแวดล้อมในการทำงานที่ไม่ปลอดภัยหรือไม่ถูกสุขอนามัย เช่น แสงสว่างไม่เพียงพอ เสียงดังเกินควร ความร้อนสูง ฝุ่นละออง ไอระเหยของสารเคมีที่เป็นพิษ เป็นต้น
- เครื่องจักรกล เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ชำรุดบกพร่อง ขาดการซ่อมแซมหรือบำรุงรักษาอย่างเหมาะสม
- ระบบไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุดบกพร่อง เป็นต้น



ทฤษฎีโดมิโนในของการเกิดอุบัติเหตุ

ทฤษฎีโดมิโนของการเกิดอุบัติเหตุ สามารถเชื่อมโยงได้กับปรัชญาความปลอดภัย ของ H.W. Heinrich เกี่ยวกับสาเหตุของอุบัติเหตุได้ ทฤษฎีโดมิโน กล่าวว่า การบาดเจ็บและความเสียหายต่าง ๆ เป็นผลที่สืบเนื่องโดยตรงมาจากอุบัติเหตุ และอุบัติเหตุเป็นผลมาจากการกระทำที่ไม่ปลอดภัย หรือสภาพการณ์ที่ไม่ปลอดภัย ซึ่งเปรียบได้เหมือนตัวโดมิโนที่เรียงกันอยู่ 5 ตัวใกล้กัน เมื่อตัวที่หนึ่งล้ม ย่อมมีผลทำให้ตัวโดมิโนถัดไปล้มตามกันไปด้วย ตัวโดมิโนทั้งห้าตัว ดังรูปที่ 1.1 ได้แก่

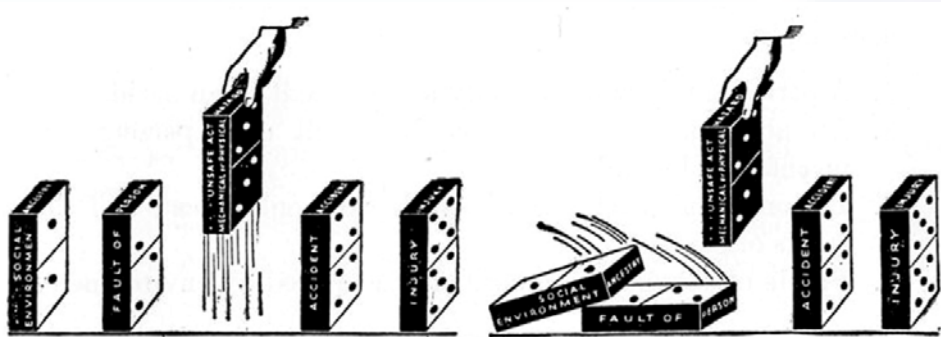
1. สภาพแวดล้อมหรือภูมิหลังของบุคคล (Social Environment or Background)
2. ความบกพร่องผิดปกติของบุคคล (Defects of Person)
3. การกระทำหรือสภาพการณ์ที่ไม่ปลอดภัย (Unsafe Acts/Unsafe Conditions)
4. อุบัติเหตุ (Accident)
5. การบาดเจ็บหรือเสียหาย (Injury/Damages)



รูปที่ 1.1 ตัวโดมิโนที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

สภาพแวดล้อมของสังคมหรือภูมิหลังของคนใดคนหนึ่ง เช่น สภาพครอบครัว ฐานะความเป็นอยู่ การศึกษาอบรม ก่อให้เกิดความบกพร่องผิดปกติของคนนั้น ทศนคติต่อความปลอดภัยที่ไม่ถูกต้อง ชอบเสี่ยง มักราย ก่อให้เกิดการกระทำที่ไม่ปลอดภัยหรือสภาพการณ์ที่ไม่ปลอดภัย ซึ่งจะทำก่อให้เกิด อุบัติเหตุและทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือความสูญเสียตามมา ทฤษฎีโดมิโนนี้ มีผู้เรียกชื่อใหม่เป็น **“ลูกโซ่ของอุบัติเหตุ (Accident Chain)”**

ตามทฤษฎีโดมิโน หรือลูกโซ่ของอุบัติเหตุ เมื่อโดมิโนตัวที่ 1 ล้ม ตัวถัดไปก็ล้มตาม ดังนั้น การป้องกันอุบัติเหตุตามทฤษฎีโดมิโนนั้น หากไม่ให้โดมิโนตัวที่ 4 ล้ม (ไม่ให้เกิดอุบัติเหตุ) ก็ต้องเอา โดมิโนตัวที่ 3 ออก (กำจัดการกระทำหรือสภาพการณ์ที่ไม่ปลอดภัย) การบาดเจ็บหรือความเสียหาย ก็จะไม่เกิดขึ้น ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ดึงตัวโดมิโนตัวที่ 3 ออกจะไม่มีผลกระทบตัวโดมิโนตัวที่ 4 และ 5

การป้องกันอุบัติเหตุตามทฤษฎีโดมิโนหรือลูกโซ่อุบัติเหตุ ก็คือ การตัดลูกโซ่อุบัติเหตุ โดยกำจัด การกระทำหรือสภาพการณ์ที่ไม่ปลอดภัยออกไปอุบัติเหตุก็ไม่เกิดขึ้น ส่วนการที่จะแก้ไขป้องกันที่โดมิโน ตัวที่ 1 (สภาพแวดล้อมของสังคมหรือภูมิหลังของบุคคล) หรือตัวที่ 2 (ความบกพร่องผิดปกติของบุคคล) เป็นเรื่องที่แก้ไขได้ยากกว่า เพราะเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นและปลูกฝังเป็นคุณสมบัติส่วนบุคคลแล้ว

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทุกครั้ง มิใช่เกิดจากโชคชะตาหรือเคราะห์กรรมที่เหนือการควบคุม แต่เกิดจาก สาเหตุที่แก้ไขและป้องกันได้ สาเหตุของอุบัติเหตุที่สำคัญ ได้แก่การกระทำที่ไม่ปลอดภัย (Unsafe Acts) และสภาพการณ์ที่ไม่ปลอดภัย (Unsafe Conditions) การป้องกันอุบัติเหตุอย่างมีประสิทธิภาพ ทำได้โดย การกำจัดการกระทำหรือสภาพการณ์ที่ไม่ปลอดภัยให้เหลือน้อยที่สุดหรือหมดไป สภาพการทำงาน ที่ปลอดภัยก็จะเกิดขึ้นในที่สุด



การป้องกันอุบัติเหตุ

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่า อุบัติเหตุในโรงงานอุตสาหกรรมย่อมบังเกิดขึ้นได้เสมอ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องหาทางป้องกันเพื่อให้มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นน้อยที่สุด ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงอุบัติเหตุที่ อาจเกิดขึ้น เนื่องจากการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมและวิธีป้องกันอุบัติเหตุต่าง ๆ เหล่านั้น ดังรายละเอียดที่จะกล่าวในหัวข้อต่อไปนี้

การสวมเสื้อผ้า

ในโรงงานทั่ว ๆ ไป ไป **ชุดหมี (Boiler Suit)** จะเหมาะสมที่สุดที่จะใช้สวมในขณะปฏิบัติงาน เนื่องจากสามารถที่จะป้องกันอุบัติเหตุเบื้องต้นที่อาจเกิดขึ้นแก่ร่างกายได้ดี การสวมชุดหมี ที่ถูกต้องนั้นต้องสวมใส่อย่างรัดกุม ไม่รุ่มร่าม รวมถึงอุปกรณ์ป้องกันภัยอื่น ๆ เช่น หมวก แวนตา ถุงมือ รองเท้านิรภัย ดังแสดงในรูปที่ 1.3 อันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการแต่งตัวไม่เหมาะสม ในการปฏิบัติงานสามารถสรุปได้ดังนี้



รูปที่ 1.3 การสวมชุดหมีที่ถูกต้อง

1. การใส่เครื่องมือแหลมคม เครื่องมือแหลมคมที่ยื่นออกมาจากกระเปาะเสื่อตรงบริเวณนี้อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานและผู้ร่วมงานได้

2. กระตุ้มเสื้อหลุดหาย เมื่อกระตุ้มเสื้อหลุดหายก็ทำให้เสื้อผ้าที่สวมใส่อยู่เกิดหลวม รุ่มร่ามออกจากตัวผู้สวมใส่ อาจจะทำให้ไปพันกับส่วนของเครื่องจักรที่กำลังหมุนอยู่ได้ ถ้าเป็นงานเชื่อมโลหะ อาจทำให้เศษโลหะที่กำลังร้อนกระเด็นเข้าไปถูกผิวหนังได้ ทางเลือกหนึ่งอาจจะใช้ชุดหมวกที่เป็นซิปยาวกลางตัวแทนชุดหมวกแบบกั๊ตกระตุ้ม

3. ข้อมือเสื้อหลวม อาจเป็นสาเหตุทำให้ข้อมือเสื้อเข้าไปพันกับส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรที่กำลังหมุนอยู่ได้

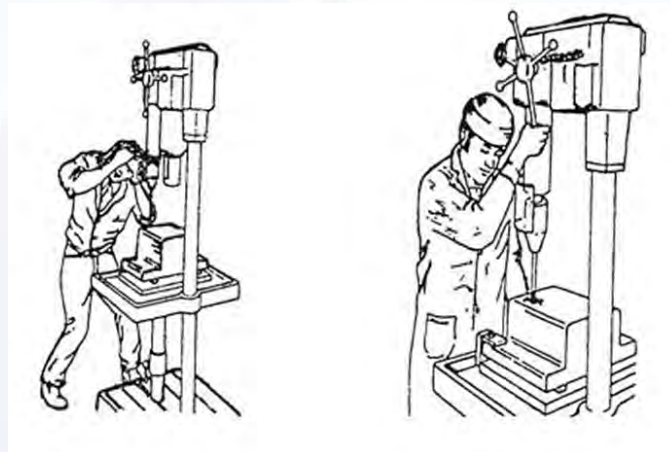
4. กระเปาะเสื้อขาด อาจทำให้เครื่องมือที่ใส่ไว้ในกระเปาะเสื้อของผู้สวมหล่นลงมาทำให้เกิดอันตรายได้

5. ชุดยาวเกินไป อาจเป็นสาเหตุทำให้หกล้มได้ง่ายเมื่อก้าวเดิน โดยเฉพาะตอนก้าวขึ้นบันไดหรือขณะยกของหนัก

เครื่องป้องกันอื่นๆ (Safety Wears)

การป้องกันส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่จำเป็นก็คือ การป้องกันส่วนหัว ตา มือ และเท้า เครื่องมือที่เหมาะสมจะกล่าวรายละเอียดดังต่อไปนี้คือ

1. การป้องกันส่วนหัว ฝมยวเป็นอันตรายอย่างมากต่อการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะถ้าผมเข้าไปพันอยู่ในชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่กำลังหมุน อาจจะเป็นอันตรายถึงสมองได้ ควรตัดผมให้เรียบร้อย แต่ถ้าต้องการไว้ผมยาว เมื่อเข้าทำงานในโรงงานท่านควรสวมหมวกคลุมผมให้เรียบร้อย ดังรูปที่ 1.4 จะเป็นการป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น และยังป้องกันเชื้อโรคได้เป็นอย่างดีอีกด้วย



(ก)

(ข)

รูปที่ 1.4 (ก) อันตรายที่เกิดจากการไว้ผมยาว (ข) การป้องกันโดยการสวมหมวกขณะปฏิบัติงาน

2. การป้องกันส่วนตา การป้องกันตาให้พ้นจากอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นนั้น เป็นเรื่องที่สำคัญในการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม การบาดเจ็บที่เกิดขึ้นกับดวงตา มีสาเหตุที่เกิดขึ้นได้ 4 อย่างคือ

ก. การบาดเจ็บและการไหม้ของผิวหนังที่บริเวณตาที่เกิดขึ้นจากเศษหินเจียรไน หรือเศษโลหะที่เกิดจากการเจียรไนกระเด็นเข้าตา

ข. อันตรายที่เกิดจากการแผ่รังสีของแสงอัลตราไวโอเล็ตและแสงที่มีความเข้มแห่งการส่องสว่าง เช่น การเชื่อมไฟฟ้า การเชื่อมแก๊ส เป็นต้น

ค. อันตรายที่เกิดจากน้ำกรดหรือน้ำยาเคมีเข้าตา

ง. การสูญเสียดวงตาเนื่องจากลูกนัยน์ตาแตก (Eyeball) หรือเส้นประสาทตาถูกทำลายโดยเศษโลหะกระเด็นเข้าตา หรือสิ่งของที่มีน้ำหนักมากกระแทกดวงตา

ดังนั้น ในการทำงานในสถานะที่เสี่ยงต่ออันตรายที่ได้กล่าวมา จึงควรสวมแว่นตานิรภัย (Goggles) เสียก่อน รูปแบบของแว่นตานิรภัยที่ใช้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 ตัวอย่างของแว่นตานิรภัยที่ใช้ในงานเจียรไน

3. การป้องกันหู ใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงซึ่งเป็นอันตรายต่อการได้ยิน สำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานในบริเวณที่มีเสียงดัง เช่น สนามบิน โรงงานทอผ้า โรงงานเหล็ก เสียงที่ดังจนเกินไปจะทำให้เสียสมาธิในการปฏิบัติงานจนเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุได้ นอกจากนี้ ถ้าปฏิบัติงานภายใต้สภาวะที่มี เสียงดังไปนาน ๆ โดยขาดการป้องกัน จะส่งผลให้ประสาทของการได้ยินเสีย ทำให้เกิดการหูตึงหรือหนวกได้ อุปกรณ์ป้องกันหู เช่น ที่ครอบหู หรือปลั๊กอุดหู ดังรูป 1.6 จะช่วยลดระดับเสียงที่ดังลงได้



รูปที่ 1.6 อุปกรณ์ป้องกันหู

4. การป้องกันมือ การปฏิบัติงานในโรงงาน มือจะถูกใช้สำหรับการทำงานที่เกิดความเสี่ยงภัย
 ขนวัตถุที่สกปรก น้ำมัน จารบี วัตถุแหลมคม วัตถุที่ร้อน วัตถุมีพิษ และวัตถุที่ใช้ในการป้องกันการเกิด
 การกัดกร่อนบนผิวงานโลหะ ดังนั้น ในการทำงานจึงจำเป็นต้องใช้ถุงมือสวมเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจ
 เกิดกับมือ ถุงมือมีหลายขนาด และหลายชนิดให้เลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพของงานที่ทำ

5. การป้องกันเท้า ไม่ควรสวมรองเท้าที่ไม่เหมาะสม เช่น รองเท้าที่ทำด้วยฟองน้ำ รองเท้าผ้าใบ รองเท้ายาง และรองเท้าที่ทำด้วยไม้เนื้ออ่อนทุกชนิดเข้ามาทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม เพราะรองเท้าพวกนี้ ไม่สามารถจะป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น เช่น การตกกระแทกของชิ้นงานโลหะ หรือการกดทะลุของตะปูได้ รองเท้าที่เหมาะสมกับการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ควรเป็นรองเท้าหัวเหล็ก และรองพื้นล่างด้วยแผ่นเหล็ก (Steel Toe-Cap) ดังแสดงในรูปที่ 1.7 ซึ่งเป็นรองเท้าที่มีความแข็งแรงตามมาตรฐานอังกฤษ BS 1870 รองเท้าหัวเหล็กนี้มีอยู่หลายแบบและหลายราคา เลือกสวมให้พอดีเท้า



รูปท 1.7 ร่องเท้านรภัย

พฤติกรรมของคนงานในโรงงาน (Worker's Behavior)

พฤติกรรมของคนงานในโรงงานเป็นตัวแปรสำคัญอย่างหนึ่งที่จะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ พฤติกรรมเลินเล่อขณะปฏิบัติงาน เช่น การหยอกล้อเล่นหัวกันในขณะปฏิบัติงาน ทำงานแบบใจลอย ไม่ตั้งใจทำงาน หรือไม่เข้าใจขั้นตอนการทำงาน เหล่านี้ก่อให้เกิดอันตรายในการปฏิบัติงานทั้งสิ้น

สิ่งแวดล้อมทางด้านพฤติกรรมที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ คือ การทำงานที่ขาดความรู้ความเข้าใจ (Foolish) การทำงานอย่างไม่กลัวอันตราย (Reckless) การหยอกล้อเล่นกันในขณะทำงาน (Boisterous) โดยบุคคลหรือกลุ่มบุคคลจะนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุได้ลักษณะทางด้านพฤติกรรมที่กล่าวมาแล้วนี้เรียกว่า **ฮอสเพลย์ (Horseplay)**

รูปแบบของอุบัติเหตุ เนื่องจากฮอสเพลย์ ขึ้นอยู่กับชนิดของงานที่ทำและโอกาสที่จะนำไปสู่อุบัติเหตุ โดยทั่วไปมักจะเกิดขึ้นในเวลาที่เครื่องจักรเกิดการหยุดชะงัก ในระหว่างการขนส่งภายในโรงงาน มีงานให้คนงานทำน้อยเกินไป รวมไปถึงการที่คนงานต้องทำงานที่เกี่ยวข้องกับงานที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย เช่น งานที่เกี่ยวกับไฟฟ้า การอัดอากาศ (Compressed Air) และสารเคมีที่มีอันตราย

แนวทางหลักในการแก้ไขพฤติกรรมดังกล่าวนี้ คือ การสร้างและปลูกฝังจิตสำนึกในเรื่องความปลอดภัยให้กับผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งจะทำให้จิตสำนึกของผู้ปฏิบัติงานคำนึงถึงความปลอดภัยของเรื่องอุบัติเหตุในการทำงานทุกครั้งที่เริ่มทำงาน จากนั้นจะเริ่มวางแผนเพื่อหาทางป้องกันและปฏิบัติตามเป็นอย่างดี อันจะส่งผลดีในการช่วยลดอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้น ตัวอย่างของการขาดความสำนึกในด้านความปลอดภัย เช่น พนักงานคนหนึ่งซึ่งจำเป็นต้องใช้หินเจียรระโนอยู่เป็นประจำ แต่ทุกครั้งเขาไม่เคยใช้แว่นตานิรภัยเพื่อป้องกันอุบัติเหตุเลย ทั้ง ๆ ที่เขาคิดว่าสักวันหนึ่งเขาจะต้องประสบปัญหาที่ดวงตาอย่างแน่นอนแสดงว่าจิตสำนึกของเขายังไม่ถูกปลูกฝังในเรื่องความปลอดภัย เป็นต้น

การยกวัตถุ

การขนย้ายวัตถุเป็นปัญหาที่ใหญ่ที่สุดอย่างหนึ่งที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นในโรงงานอุตสาหกรรม อุบัติเหตุที่เกิดจากการขนย้ายอาจมาจากสาเหตุอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- ก. ใช้เทคนิคในการยกวัตถุไม่ถูกต้อง
- ข. แบกวัตถุที่มีน้ำหนักมากเกินไป
- ค. จับวัตถุที่จะยกไม่ถูกต้อง
- ง. สวมเสื้อผ้าไม่ถูกต้อง
- จ. ความสะเพร่า ไม่ตั้งใจทำงาน