



รหัสวิชา 20101-2202

ได้ผ่านการตรวจการประเมินคุณภาพจากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ครั้งที่ 1
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเลือก ประกาศลำดับที่ 27

งานบำรุงรักษาเครื่องจักรกล อุตสาหกรรม

Industrial Machine maintenance Job



พศ. น.อ. รามจิตติ ฤทธิศรี

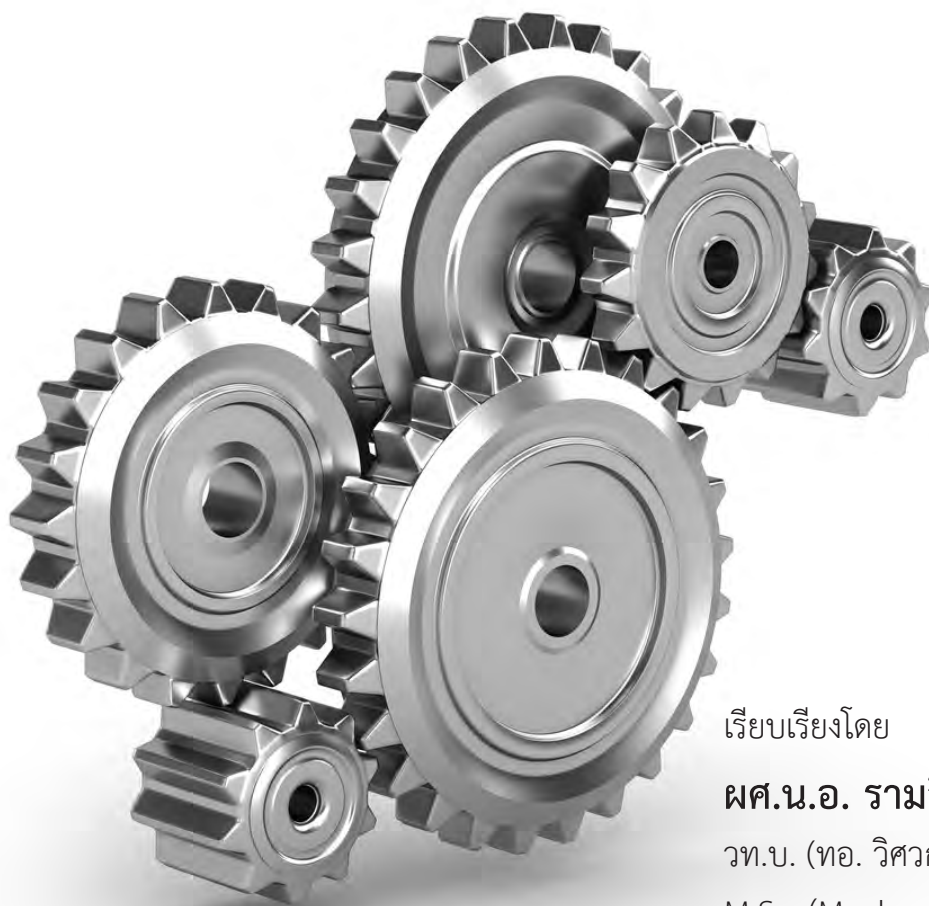
109.-



งานบำรุงรักษาเครื่องจักรกล อุตสาหกรรม

รหัสวิชา 20101 - 2202

หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเลือก สาขางานเครื่องกลอุตสาหกรรม
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ



เรียบเรียงโดย

ผศ.น.อ. รามจิตติ ฤทธิศร

วท.บ. (ทอ. วิศวกรรมเครื่องกล)

M.Sc. (Mechanical Engineering)



งานบำรุงรักษาเครื่องจักรกลอุตสาหกรรม (Industrial Machine Maintenance Job)

ISBN 978-616-495-016-0

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย...



บริษัทวังอักษร จำกัด

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

Tel. 0-2472-3293-5 Fax 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 จำนวนที่พิมพ์ 3,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

โดยบริษัทวังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ไปทำซ้ำ
ดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ นอกจากได้รับอนุญาต

เป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากทางบริษัทฯ เท่านั้น
ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้
เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย

โดยบริษัทวังอักษร จำกัด มิได้อ้างอิงความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด

งานบำรุงรักษาเครื่องจักรกลอุตสาหกรรม

1. รหัสและชื่อวิชา : 20101 - 2202 งานบำรุงรักษาเครื่องจักรกลอุตสาหกรรม
2. จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้ :
 1. เข้าใจหลักการทำงานของเครื่องจักรกลอุตสาหกรรม
 2. สามารถถอด ประกอบและตรวจสอบสภาพชิ้นส่วนเครื่องจักรกลอุตสาหกรรม
 3. สามารถตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องจักรกลอุตสาหกรรม
 4. มีกิจนิสัยในการทำงานที่ดี มีความประณีตรอบคอบ ปลอดภัยและมีจิตสำนึกในการรักษาสภาพแวดล้อม
3. สมรรถนะรายวิชา :
 1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องจักรกลอุตสาหกรรม
 2. ถอด ประกอบเครื่องจักรกลอุตสาหกรรมตามหลักการและกระบวนการ
 3. ตรวจสอบสภาพชิ้นส่วนและซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรกลอุตสาหกรรมตามคู่มือ
4. คำอธิบายรายวิชา :

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการทำงาน การถอด ประกอบ ตรวจสอบสภาพชิ้นส่วน และบำรุงรักษา เครื่องอัดอากาศ เครื่องสูบลม เครื่องกำเนิดไอน้ำ กังหันลม กังหันแก๊ส กังหันน้ำ กังหันไอน้ำ มอเตอร์ไฟฟ้า เยนเนอเรเตอร์และอุปกรณ์ควบคุมความปลอดภัย

ตารางวิเคราะห์สมรรถนะรายวิชา

วิชางานบำรุงรักษาเครื่องจักรกลอุตสาหกรรม รหัสวิชา 20101-2202

ท-ป-น 1-3-2 จำนวน 4 คาบ/สัปดาห์ รวม 72 คาบ

หน่วยที่ สมรรถนะรายวิชา	แสดงความรู้เกี่ยวกับ หลักการทำงาน เครื่องจักรกล อุตสาหกรรม	ถอด ประกอบ เครื่องจักรกล อุตสาหกรรมตามหลักการ และกระบวนการ	ตรวจสอบสภาพชิ้นส่วน และซ่อมบำรุง รักษาเครื่องจักรกล อุตสาหกรรมตามคู่มือ
1. ความปลอดภัยในงานเครื่องจักรกลอุตสาหกรรม	✓		
2. เครื่องสูบลมและเครื่องอัดอากาศ	✓	✓	✓
3. เครื่องจักรกังหัน	✓	✓	✓
4. เทอร์โมไดนามิกส์	✓	✓	✓
5. กังหันลม	✓	✓	✓
6. กังหันแก๊สแบบเพลาส่งกำลัง	✓	✓	✓
7. กังหันน้ำ	✓	✓	✓
8. กังหันไอน้ำ	✓	✓	✓
9. เครื่องกำเนิดไอน้ำ	✓	✓	✓
10. มอเตอร์ไฟฟ้าและเอนเนอเรเตอร์	✓	✓	✓
11. การบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	✓		



คำนำ

วิชางานบำรุงรักษาเครื่องจักรกลอุตสาหกรรม รหัสวิชา 20101-2202 จัดอยู่ในหมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเลือก สาขางานเครื่องกลอุตสาหกรรม ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ ผู้เขียนได้บริหารสาระการเรียนรู้แบ่งเป็น 11 บท ได้จัด **แผนการจัดการเรียนรู้/แผนการสอนที่เน้นฐานสมรรถนะ (Competency Based) และการบูรณาการ (Integrated)** ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา ในแต่ละบทเรียนมุ่งให้ความสำคัญส่วนที่เป็นความรู้ ทฤษฎี หลักการ กระบวนการ ตัวอย่าง แบบฝึกปฏิบัติ และคำถามเพื่อการทบทวน เพื่อฝึกทักษะประสบการณ์ **เร่งพัฒนาบทบาทของผู้เรียนเป็นผู้จัดการแสวงหาความรู้ (Explorer)** เป็นผู้สอนตนเองได้ สร้างองค์ความรู้ใหม่ และบทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้เป็นผู้ชี้แนะ (**Teacher Role**) จัดสิ่งแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อความสนใจเรียนรู้และเป็นผู้ร่วมเรียนรู้ (**Co-Investigator**) จัดห้องเรียนเป็นสถานที่ทำงานร่วมกัน (**Learning Context**) จัดกลุ่มเรียนรู้ให้รู้จัก **ทำงานร่วมกัน (Grouping)** ฝึกความใจกว้าง มุ่งสร้างสรรค์คนรุ่นใหม่ สอนความสามารถที่นำไปใช้งานได้ (**Competency**) สอนความรัก ความเมตตา (**Compassion**) ความเชื่อมั่น ความซื่อสัตย์ (**Trust**) เป้าหมายอาชีพอันยังเป็นประโยชน์ (**Productive Career**) และชีวิตที่มีศักดิ์ศรี (**Noble Life**) เหนือสิ่งอื่นใด เป็นคนดี ทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จรรยาบรรณทางธุรกิจและวิชาชีพ

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

ผศ. น.อ. รามจิตติ ฤทธิศร



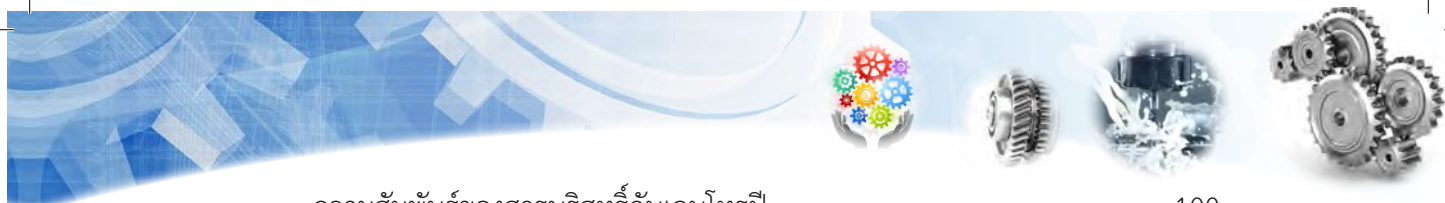
สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 ความปลอดภัยในงานเครื่องจักรกลอุตสาหกรรม	1
การป้องกันและควบคุมอันตรายจากเครื่องจักร	2
ความปลอดภัยเกี่ยวกับหม้อน้ำ (Steam Boiler)	6
การบำรุงรักษาหม้อน้ำ	15
การจดบันทึกประจำวัน	18
การตรวจสอบหม้อน้ำ	19
สาเหตุที่ทำให้หม้อน้ำระเบิด	26
การป้องกันและควบคุมอันตรายจากการเคลื่อนย้ายวัสดุ	28
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะท้ายบทที่ 1	31
 บทที่ 2 เครื่องสูบลมและเครื่องอัดอากาศ	 32
หลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องสูบลม	33
ชนิดและแบบของเครื่องสูบลม	34
นิยามของความดันหรือเฮด	35
เครื่องสูบลมชนิดแทนที่	35
เครื่องสูบลมชนิดพลวัต	37
เครื่องสูบลมชนิดเฟือง	39
การเลือกขนาดของเครื่องสูบลม	40
แรงดันหัว (Head)	40
คำจำกัดความของแรงดันหัวที่เกี่ยวข้องกับเครื่องสูบลม	43
การคำนวณเกี่ยวกับแรงดันหัวของเครื่องสูบลม	45
แรงดันหัวด้านดูดเชิงบวกสุทธิของเครื่องสูบลม	47





เครื่องอัดอากาศ	51
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะท้ายบทที่ 1	56
ใบงานที่ 2.1 การตรวจสอบสภาพเครื่องอัดอากาศ	59
ใบงานที่ 2.2 การถอดประกอบเครื่องสูบลมหรือปั๊ม	62
บทที่ 3 เครื่องจักรกังหัน	68
สมการของเครื่องจักรกังหัน	69
ชุดอัดอากาศและเครื่องสูบลมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	75
ชุดอัดอากาศ เครื่องสูบลมและพัดลมแบบไหลตามแนวแกน	78
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะท้ายบทที่ 3	85
ใบงานที่ 3.1 การบำรุงรักษากังหันน้ำ	87
บทที่ 4 เทอร์โมไดนามิกส์	90
คำนำ	91
กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์	91
งานทางกลสำหรับกระบวนการไหลแบบคงตัวไร้แรงเสียดทาน	93
สมการความต่อเนื่อง	94
ความร้อนจำเพาะ	94
น้ำหนักอะตอม	94
แก๊สสมมุติหรือแก๊สอุดมคติ	95
ประสิทธิภาพเชิงความร้อน	97
วัฏจักรคาร์โนต์	98
เอนโทรปี	99



ความสัมพันธ์ของสารบริสุทธิ์กับเอนโทรปี	100
เอนโทรปีบนคู่ลำดับ	102
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะท้ายบทที่ 4	106
ใบงานที่ 4.1 การสร้างกังหันน้ำ	107

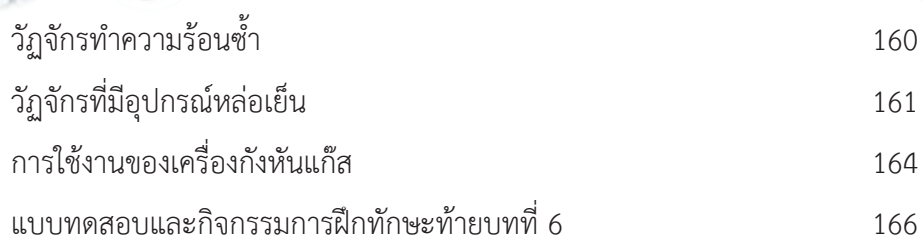
บทที่ 5 กังหันลม **113**

การเกิดและประเภทของลม	114
ประวัติการประยุกต์ใช้พลังงานจากลม	115
หลักการทำงานของกังหันลม	118
ประเภทของกังหันลม	120
ส่วนประกอบของกังหันลม	123
ศักยภาพและการใช้พลังงานลม	126
ประเทศไทยกับการใช้พลังงานลม	128
ผลกระทบจากการใช้กังหันลม	129
บทสรุป	131
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะท้ายบทที่ 5	132
ใบงานที่ 5.1 การออกแบบกังหันลม	133

บทที่ 6 กังหันแก๊สแบบเพลาส่งกำลัง **136**

หลักการทำงานของเครื่องกังหันแก๊ส	137
วัฏจักรเบรย์ตัน	138
วัฏจักรอากาศมาตรฐานเบื้องต้น	139
วัฏจักรอากาศมาตรฐานมีความเสียดทาน	146
การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องกังหันแก๊ส	153
วัฏจักรที่มีอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	155





บทที่ 7	กังหันน้ำ	167
	พลังงานน้ำ	169
	ประเภทของเครื่องกังหันน้ำ	171
	ตัวหมุน	173
	การเลือกแบบของเครื่องกังหันน้ำ	177
	หัวน้ำ	179
	เขื่อนไฟฟ้าพลังงานน้ำ	179
	ส่วนประกอบของโรงไฟฟ้า	182
	ข้อดี ข้อเสีย ของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ	185
	แนวทางการคำนวณเกี่ยวกับกังหันน้ำ	186
	แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะท้ายบทที่ 7	189
บทที่ 8	กังหันไอน้ำ	190
	ส่วนประกอบของเครื่องกังหันไอน้ำ	192
	การทำงานของเครื่องกังหันไอน้ำ	195
	แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะท้ายบทที่ 8	202
	ใบงานที่ 8.1 การหล่อลื่นกังหันไอน้ำ	205



บทที่ 9 เครื่องกำเนิดไอน้ำ

209

นิยามและพัฒนาการของเครื่องกำเนิดไอน้ำ	210
พิกัดหม้อไอน้ำ	211
โครงสร้างของหม้อไอน้ำ	213
ชนิดของหม้อไอน้ำ	214
หม้อไอน้ำท่อไฟ	215
หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ	220
ลักษณะหม้อไอน้ำที่ดี	224
ข้อดีและข้อเสียของหม้อไอน้ำแบบท่อไฟและแบบท่อน้ำ	224
อุปกรณ์และชิ้นส่วนประกอบหม้อไอน้ำ	225
ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำและการตรวจวัด	234
สาเหตุที่ทำให้หม้อไอน้ำระเบิด	235
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะท้ายบทที่ 9	236
ใบงานที่ 9.1 การตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	237

บทที่ 10 มอเตอร์ไฟฟ้าและเอนเนอเรเตอร์

240

หลักการงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้า	241
แม่เหล็กไฟฟ้าและมอเตอร์	245
อาร์เมเจอร์ คอมมิวเตเตอร์ และแปรงถ่าน	246
ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า	248
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	249
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส	252
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส	257
เอนเนอเรเตอร์หรือไดนาโม	259
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะท้ายบทที่ 9	260
ใบงานที่ 10.1 การตรวจสอบมอเตอร์และเอนเนอเรเตอร์	262





บทที่ 11 การบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	268
คุณลักษณะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	270
ระบบการเดินเครื่องอัตโนมัติ (Automatic Start)	272
Automatic Transfer Switch (ATS)	273
การบำรุงรักษาชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	274
ข้อขัดข้องของเครื่องยนต์และสาเหตุ	276
ข้อขัดข้องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สาเหตุและวิธีแก้ไข	278
ข้อควรคำนึงในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	280
ข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	281
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะท้ายบทที่ 11	283

คำถามเพื่อการทบทวน	284
---------------------------	------------

คำศัพท์	288
----------------	------------

บรรณานุกรม	298
-------------------	------------

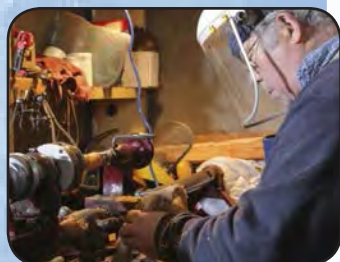


ความปลอดภัยใน

งานเครื่องจักรกล

อุตสาหกรรม

บทที่ 1



จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)
หลังจากศึกษาจบบทเรียนนี้แล้ว นักศึกษามีความสามารถดังนี้

1. อธิบายการป้องกันและควบคุมอันตรายจากเครื่องจักรได้
2. ระบุความปลอดภัยเกี่ยวกับหม้อน้ำได้
3. บอกวิธีการบำรุงรักษาหม้อน้ำได้
4. บอกวิธีการจดบันทึกประจำวันได้
5. ปฏิบัติการตรวจสอบหม้อน้ำได้
6. ยกตัวอย่างสาเหตุที่ทำให้หม้อน้ำระเบิดได้
7. บอกวิธีการป้องกันและควบคุมอันตรายจากการเคลื่อนย้ายวัสดุได้

ความปลอดภัยในงาน

บทที่

1

เครื่องจักรกลอุตสาหกรรม



การป้องกันและควบคุมอันตรายจากเครื่องจักร

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรนั้นส่วนใหญ่ค่อนข้างร้ายแรง อาจถึงขั้นสูญเสียอวัยวะ การหาสาเหตุหลัก ๆ ของการเกิดอุบัติเหตุจากเครื่องจักร และดำเนินการป้องกันที่ต้นเหตุของอันตรายควบคู่ไปกับการปฏิบัติงานที่ปลอดภัยจะต้องกันอุบัติเหตุและความสูญเสียได้

สาเหตุของอุบัติเหตุจากเครื่องจักร

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรนั้นส่วนใหญ่ค่อนข้างร้ายแรง อาจถึงขั้นสูญเสียนิ้ว มือ หรือแขน อันเป็นผลให้ผู้บาดเจ็บต้องพิการไปตลอดชีวิต สาเหตุหลักๆของการเกิดอุบัติเหตุ ได้แก่

1. **เครื่องจักรไม่มีเซฟการ์ดที่เหมาะสม** เครื่องจักรบางเครื่องมีจุดที่น่าจะเกิดอันตรายแต่นายจ้างก็ไม่ได้มีการติดตั้งเซฟการ์ดให้เหมาะสม เช่นเครื่องปั๊มโลหะ เครื่องจักรบางเครื่องได้มีการติดตั้งเซฟการ์ดเฉพาะด้านที่คิดว่าพนักงานหรือผู้เกี่ยวข้องจะไปสัมผัสหรือทำงานใกล้แต่อีกด้านหนึ่งไม่มีเซฟการ์ดทำให้ช่างซ่อมบำรุงที่เข้าไปซ่อมได้รับอันตรายอยู่เสมอ นอกจากนี้ เครื่องจักรบางเครื่องได้ติดตั้งเซฟการ์ดไว้เรียบร้อยแต่ปรากฏว่ารูตะแกรงของเซฟการ์ดนั้นโตเกินไปบ้าง ทำให้นิ้วมือลอดผ่านเข้าไปได้

2. **มีการถอดเซฟการ์ดออกเพื่อซ่อมบำรุงเมื่อเสร็จแล้วไม่ได้ใส่การ์ดกลับเข้าที่เดิม**

3. **มีการปล่อยปะละเลยให้ส่วนอันตรายของเครื่องจักรที่อยู่ในที่สูง** ไม่จำเป็นต้องมีเซฟการ์ด ซึ่งนับได้ว่าเป็นความคิดและความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง



4. พนักงานขาดทัศนคติความปลอดภัย ไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบในเรื่องที่เกี่ยวกับการทำงานกับเครื่องจักร มีการกระทำที่เสี่ยงอันตรายพนักงานขาดการฝึกอบรมการทำงานกับเครื่องจักรอย่างเหมาะสมและปลอดภัย ก่อให้เกิดการทำงานแบบลองผิดลองถูก

การป้องกันอันตรายจากเครื่องจักร

การป้องกันอันตรายจากเครื่องจักร หรือเรียกว่า **การทำเซฟการ์ดของเครื่องจักร** ก็คือ การออกแบบหรือหามาตรการป้องกันไม่ให้มีอันตรายเกิดขึ้น การออกแบบ การสร้าง การติดตั้ง และการบำรุงรักษาการ์ดที่ดีจะป้องกันจุดอันตรายของเครื่องจักรได้ แต่อย่างไรก็ตามเครื่องจักรที่ไม่มีการ์ดหรือมีแต่ไม่เหมาะสมหรือไม่เพียงพอ แม้ว่าจะมีการใช้มาเป็นเวลานานแล้วแต่ยังไม่เคยมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นเลย ก็ไม่ได้หมายความว่าเครื่องจักรนั้นจะไม่มีอันตราย เพียงแต่ผู้ปฏิบัติงานอาศัยความชำนาญหรือทำงานด้วยความระมัดระวังเท่านั้น นับว่าเป็นการกระทำที่เสี่ยงอันตรายมากเพราะแม้ว่าผู้ปฏิบัติงานมีความระมัดระวังมากเพียงใดก็ตาม บางครั้งก็อาจผิดพลาดได้ ดังนั้น จึงต้องมีการทำการการ์ดเครื่องจักรให้ถูกต้องและเหมาะสมที่สุดลักษณะของการดที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1. เป็นการป้องกันอันตรายที่ต้นเหตุ
2. เป็นการป้องกันมิให้ส่วนของร่างกายเข้าใกล้เขตอันตราย ในบางครั้งการควบคุมหรือตัดการส่งกำลังของเครื่องจักรในทันทีทันใด อาจทำไม่ได้หรืออาจก่อความเสียหายแก่ระบบการทำงานของเครื่องจักรโดยรวม ดังนั้น การต่อเติมบางส่วนเข้าไปแล้วป้องกันอันตรายได้ จึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการป้องกันอันตราย
3. ให้ความสะดวกแก่ผู้ทำงานได้เช่นเดียวกับที่ไม่ได้ใส่การ์ดป้องกัน การ์ดที่ดี ไม่ควรรบกวนต่อการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ไม่ว่าจะเป็นการมอง การจับชิ้นงาน การควบคุมการทำงาน และการตรวจสอบขนาดงาน
4. การ์ดที่ดีต้องไม่ขัดขวางการผลิต
5. การ์ดควรเหมาะสมกับงานและเครื่องจักร
6. การ์ดควรมีลักษณะติดมากับเครื่อง
7. การ์ดที่ติดตั้งแล้วควรง่ายต่อการตรวจและการซ่อมเครื่องจักร
8. การ์ดควรทนทานต่อการใช้งานปกติได้ดีและง่ายต่อการบำรุงรักษา

การจัดทำเซฟการ์ดของกลไกที่ก่อให้เกิดอันตราย

กลไกการทำงานของเครื่องจักรที่เป็นเหตุให้เกิดอันตรายและจำเป็นต้องมีเซฟการ์ดนั้นอาจแบ่งได้ดังนี้

1. กลไกประเภทที่มีการหมุน การทำงานกับเครื่องมือประเภทที่มีส่วนหมุนตั้งแต่สองส่วนขึ้นไป ไม่ว่าจะเป็นสัมผัสกันหรือห่างกัน หรือหมุนสวนทางกันก็ตามจะมีจุดอันตรายเกิดขึ้นได้จากการหนีบ ตัวอย่างที่เห็นได้ง่าย ๆ คือ เครื่องรีดโซ่และเฟืองสายพานและพูลเลย์ รอกต่าง ๆ และเฟืองขับต่าง ๆ เพลลา เป็นต้น ไม่ว่าจะอยู่ในแนวตั้งหรือแนวนอนส่วนที่โผล่ออกมาเพียงเล็กน้อยอาจพันและดึงเอาเส้นผม ผ่ากันเปื้อน แขนเสื้อ ชายเสื้อของผู้เข้าใกล้และก่อให้เกิดอันตรายได้ ดังนั้น ส่วนที่หมุนของเครื่องจักร เช่น เพลลา พูลเลย์ ล้อช่วยแรง เกียร์ สายพาน คลัตช์ หรือระบบการส่งถ่ายพลังงานแบบหนึ่งแบบใดก็ตามจึงควรจะต้องติดตั้งในที่ที่ซึ่งไม่ควรมีคนผ่านเข้าไปในบริเวณนั้นบ่อย ๆ ยกเว้นผู้ที่เข้าไบบำรุงรักษาหรือตรวจตราตามความจำเป็น และควรจะมีการติดตั้งเซฟการ์ด ดังรูปที่ 1.1 ไว้ด้วย



รูปที่ 1.1 การ์ดของส่วนที่มีการหมุน

2. กลไกประเภทที่มีการตัดหรือเฉือน เช่น เครื่องตัดแบบกบิโยติน เครื่องเลื่อย เครื่องบด เครื่องปาด เครื่องเจียรระโน ฯลฯ

2.1 เลื่อยวงกลมติดตั้งกับที่ ควรมีเซฟการ์ดแบบฝาครอบใบเลื่อยซึ่งคลุมฟันเลื่อยอยู่ตลอดเวลา และสามารถปรับระยะเปิด - ปิด ที่ช่องให้วัตถุที่ต้องการเลื่อยผ่านได้ตามความหนาบางโดยอัตโนมัติ และควรออกแบบให้สามารถป้องกันวัตถุกระเด็นย้อนมาสู่ผู้ใช้เครื่องได้ด้วย

2.2 เลื่อยวงกลมประเภทที่เปลี่ยนมุมตัดและเลื่อยขึ้น-ลงไปได้ จะต้องมีเซฟการ์ดปิดส่วนทั้งหมดของเลื่อยไว้ตลอดเวลา ส่วนฝาครอบใบเลื่อยนั้นควรปรับระยะเปิด - ปิดได้เองเช่นเดียวกัน

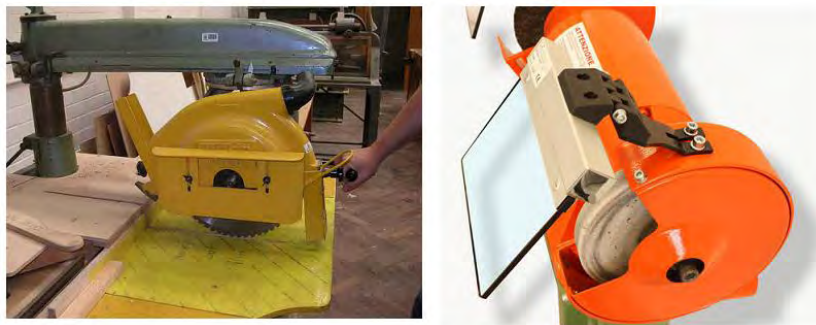
2.3 เลื่อยเส้น ควรมีเซฟการ์ดปิดด้านฟันเลื่อย และควรเป็นประเภทที่สามารถป้องกันวัตถุกระเด็นย้อนมาสู่ผู้ใช้เครื่อง

2.4 เครื่องตัด หรือ เครื่องบด หรือเครื่องเฉือนประเภทต่าง ๆ ต้องมีเซฟการ์ดประเภทที่สามารถปิดฟันหรือคมมีด ไม่ให้มีผู้ใช้เครื่องมือโอกาสเข้าใกล้ส่วนนั้นได้โดยเด็ดขาด ในขณะที่เครื่องกำลังทำงานซึ่งเครื่องป้องกันนี้จะต้องสามารถปรับระยะเปิด - ปิดได้ตามความหนาของวัตถุที่ตัดโดยอัตโนมัติ และควรจะเป็นประเภทโปร่งที่ให้ผู้ใช้อุปกรณ์มองเห็นการตัดได้ชัดเจนด้วย



2.5 เครื่องเจียรไน จะต้องมီးฟการ์ดที่แข็งแรงเพราะไม่เพียงแต่ป้องกันมือของผู้ใช้เครื่อง และป้องกันเศษวัสดุกระเด็นเท่านั้น ยังต้องสามารถป้องกันอันตรายจากส่วนของเครื่องเจียรไนบิน แตก กระเด็นได้ด้วย เนื่องจากเครื่องเจียรไนนี้เป็นเครื่องมือที่มีผู้ใช้ที่ไม่เป็นมาใช้งานเสมอ ๆ อันตรายจึงเกิดขึ้นได้บ่อยมาก การติดตั้งเครื่องเจียรไนต้องแข็งแรงแน่นหนา ฝาคครอบงานเจียรไนควรเป็นเหล็ก สามารถป้องกันการกระเด็นของเศษวัสดุได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ใช้ควรมีอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยที่เหมาะสม เช่น แว่นตานิรภัย หรือหน้ากาก หรืออุปกรณ์ป้องกันฝุ่น

2.6 เครื่องขัด จะต้องมီးฝาคครอบสำหรับดูดฝุ่นและเศษวัสดุที่ขัดออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะนอกจากเป็นการป้องกันผู้ใช้แล้ว ยังป้องกันฝุ่น หรือเศษวัสดุดังกล่าวกระจายออกสู่บรรยากาศได้ด้วย แสดงตัวอย่างการ์ดของเครื่องตัด ในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 เซฟการ์ดสำหรับเครื่องตัด

3. กลไกประเภทที่มีการบีบหรือหนีบ เซฟการ์ดสำหรับเครื่องมือประเภทนี้ ดังรูปที่ 1.3 บางชนิดอาจใช้แบบฝาคครอบป้องกันได้ แต่บางชนิดไม่อาจทำเช่นนั้นได้ เช่น เครื่องรีดต่าง ๆ ซึ่งจะมีเครื่องกั้น ป้องกันเฉพาะจุดที่สัมผัสเพื่อไม่ให้นิ้วมือของผู้ใช้เข้าไปได้ และควรมีระบบบังคับให้เครื่องหยุดทันทีโดยอัตโนมัติเมื่อมีสิ่งอื่นเข้าในจุดที่สัมผัสหรือหนีบนั่น ๆ



รูปที่ 1.3 การ์ดของจุดหนีบ

4. กลไกประเภทสกรู อันตรายของกลไกประเภทสกรู ดังรูปที่ 1.4 คล้ายคลึงกับประเภทที่มีการหนีบ ต่างกันก็เพียงแต่ประเภท สกรูนั้นมีชิ้นส่วนหมุนกับชิ้นส่วนที่ไม่หมุนหรือติดตั้งอยู่กับที่ เช่น เครื่องบดต่าง ๆ เครื่องผสมต่าง ๆ หรือเครื่องส่งวัตถุโดยใช้สกรู เป็นต้นเซฟการ์ดสำหรับเครื่องส่งวัตถุด้วยสกรูนั้นอาจออกแบบให้สามารถป้องกันส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายเข้าใกล้เครื่องจักรที่มีการเคลื่อนหรือหมุน เช่น แบบฝาครอบหรือแบบตะแกรงกัน หรือถ้าหากต้องมีช่องสำหรับป้อนวัตถุก็ควรให้สามารถปรับขนาดของช่องได้ตามลักษณะ รูปร่าง และขนาดของวัตถุที่ป้อนนั้นได้สำหรับเครื่องบดหรือเครื่องผสมโดยปกติมักจะใช้ฝาปิดหรือฝาครอบ แบบที่เมื่อเปิดฝาครอบเครื่องจะหยุดทำงานทันทีโดยอัตโนมัติและเครื่องจะไม่ทำงานจนกว่าจะปิดฝาครอบให้เรียบร้อย



รูปที่ 1.4 การ์ดของกลไกประเภทสกรู



ความปลอดภัยเกี่ยวกับหม้อน้ำ (Steam Boiler)

หม้อน้ำ ดังรูปที่ 1.5 หมายถึงเครื่องผลิตไอน้ำหรือน้ำร้อนให้มีอุณหภูมิและความดันสูงกว่าบรรยากาศปกติซึ่งอยู่ภายในภาชนะปิด สร้างด้วยโลหะที่สามารถทนความดัน ทนอุณหภูมิภายใน และภายนอกได้สูง โดยการถ่ายเทความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ทำให้น้ำร้อนกลายเป็นไอน้ำ สามารถนำไอน้ำหรือน้ำร้อน ไปใช้งานได้ตามต้องการ

ไอน้ำ มีคุณค่ามหาศาลสามารถนำไปใช้ในครัวเรือน บ้านพักอาศัย โรงงานอุตสาหกรรมการผลิตต่าง ๆ มากมาย สามารถแบ่งประโยชน์การใช้งานออกได้ 2 ลักษณะด้วยกัน คือ

1. ความร้อน ไอน้ำจะมีอุณหภูมิและความร้อนสูงกว่าอุณหภูมิของน้ำเดือดปกติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับภายในหม้อน้ำมีความดันเท่าไร ซึ่งไอน้ำจะมีอุณหภูมิสูงเมื่อความดันภายในหม้อน้ำสูง และไอน้ำจะมี



อุณหภูมิต่ำเมื่อความดันภายในต่ำ ทั้งนี้ในสภาวะไอน้ำอิ่มตัว (Saturated Steam) สามารถนำความร้อนจากไอน้ำไปทำอาหารให้สุก ฆ่าเชื้อโรค อบไม้ หรือซักผ้า กิจกรรมที่ใช้ความร้อนจากไอน้ำ ได้แก่ โรงแรม โรงพยาบาล โรงงานผลิตอาหารกระป๋อง เป็นต้น

2. ความดัน พลังงานความดันสูงที่ออกจากหม้อน้ำ จะนำไปขับเคลื่อนลูกสูบในเครื่องจักรไอน้ำ หรือนำไปเป่าปิ้งกังหันไอน้ำเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า ประเภทกิจการที่ใช้ประโยชน์ทางความดันของไอน้ำ ได้แก่ โรงสีข้าว โรงเลื่อยจักร โรงไฟฟ้า

ประเภทหม้อน้ำ

หม้อน้ำที่ใช้กันมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับขนาด วัตถุประสงค์ในการใช้งานที่แตกต่างกันการจัดประเภทหม้อน้ำสามารถแบ่งได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตหรือผู้ใช้จะเลือกวิธีใด โดยทั่วไปแบ่งตามองค์ประกอบ การวิ่งของไฟ หรือก๊าซร้อน ซึ่งการแบ่งแบบนี้ในปัจจุบันนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และค่อนข้างชัดเจน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. หม้อน้ำประเภทท่อไฟ (Fire Tube Boiler) เป็นหม้อน้ำประเภทที่มีลักษณะให้ก๊าซร้อน ซึ่งเกิดการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงไหลไปตามท่อเหล็ก ซึ่งรอบท่อเหล็กเหล่านั้นจะมีน้ำล้อมรอบอยู่ และใช้ท่อเหล็กเป็นตัวนำความร้อนไปสู่ น้ำ

2. หม้อน้ำประเภทท่อน้ำ (Water Tube Boiler) หม้อน้ำชนิดนี้มีลักษณะน้ำไหลวนเวียนอยู่ในท่อ โดยมีไฟเผาอยู่รอบนอกท่อ ความร้อนจากการเผาไหม้จะถ่ายเทให้กับท่อน้ำตามลำดับ ปกติมักออกแบบให้ทำไหลเวียนเองตามธรรมชาติคือ น้ำร้อนจะลอยตัวขึ้นบน และน้ำเย็นจะไหลลงล่าง ไอน้ำที่เกิดขึ้นจะแยกออกจากน้ำลอยขึ้นข้างบนหม้อน้ำแบบนี้สามารถออกแบบให้รับความดันได้สูง ๆ โครงสร้างภายในประกอบด้วยท่อน้ำจำนวนมาก ซึ่งต่อไปรวมกันที่อย่างน้อย 2 แห่ง บริเวณที่ท่อน้ำไปรวมกันนี้เรียกว่า **เฮดเดอร์ หรือดรัม (Header or Drums)** ถ้าหัวท่อน้ำไปต่อรวมกันที่หม้อสำหรับตกตะกอน เรียกหม้อน้ำว่า **หม้อน้ำขุ่น (Mud Drum)** ถ้าหากหัวท่อน้ำไปรวมกันที่หม้อพักไอน้ำก็เรียกว่า **หม้อไอน้ำ (Steam Drum)**

ระบบการทำงานของหม้อน้ำ

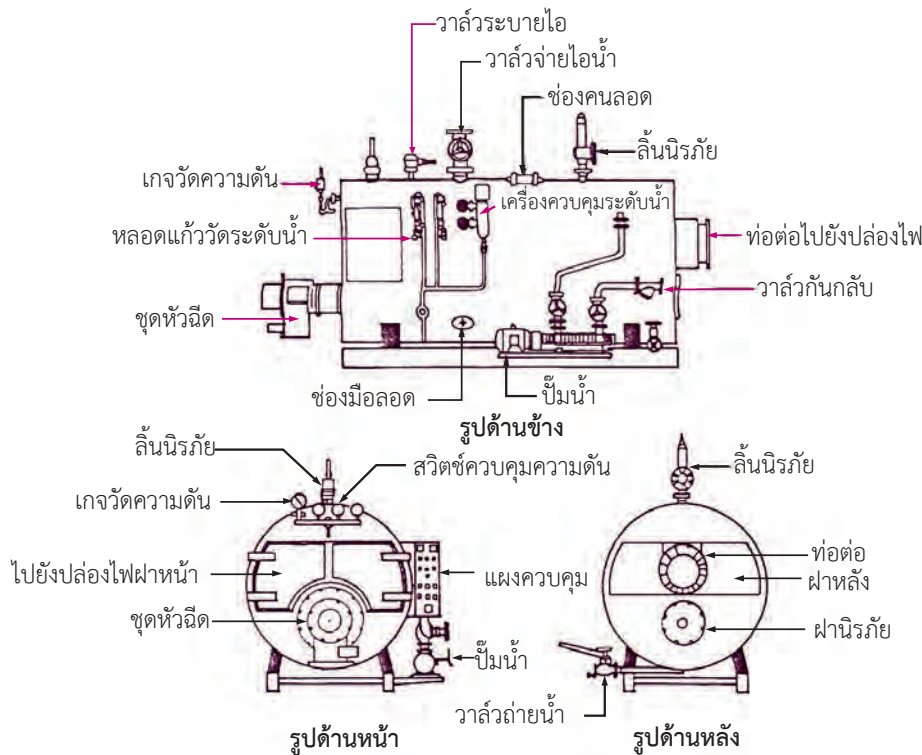
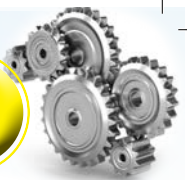
ระบบการทำงานของหม้อน้ำไม่ว่าจะเป็นหม้อน้ำชนิดใดก็ตาม มีระบบการทำงานที่สำคัญ ๆ อยู่ 3 ระบบ ดังนี้

1. ระบบเชื้อเพลิง คือ ระบบการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงให้เกิดความร้อนขึ้น สำหรับส่งผ่านไปต้มน้ำ เพื่อผลิตไอน้ำต่อไป เชื้อเพลิงจะมีองค์ประกอบที่สำคัญ ๆ คือ คาร์บอน และไฮโดรเจนอาจมีซัลเฟอร์ บ้างเล็กน้อย หลักการเผาไหม้ก็คือ ก๊าซออกซิเจนจะเป็นตัวช่วยให้เชื้อเพลิงเกิดการเผาไหม้ โดยจะเกิด

ปฏิกิริยาทางเคมีขึ้น ออกซิเจนจะรวมตัวกับคาร์บอนและไฮโดรเจนเกิดเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ โดยจะให้ความร้อนออกมาด้วย ในกรณีเกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จะเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซพิษและค่าความร้อนที่ได้จะน้อย ฉะนั้นจึงต้องพยายามปรับให้การเผาไหม้เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ โดยการปรับอัตราส่วนระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงให้พอเหมาะ ในบางกรณีถ้าเชื้อเพลิงมีกำมะถัน (ซัลเฟอร์) ผสมมาด้วยจะทำให้เกิดก๊าซ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วย ซึ่งก๊าซนี้เมื่อรวมตัวกับน้ำจะกลายเป็นกรดกำมะถัน ทำให้เกิดการผุกร่อนอาจเป็นอันตรายกับปล่องควันและหลังคาบ้านเรือนได้ ดังนั้น เชื้อเพลิงที่ใช้จะต้องมีส่วนผสมของกำมะถันให้น้อยที่สุด

2. ระบบอากาศ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อมี ก๊าซออกซิเจนเป็นตัวช่วยในการเผาไหม้ ซึ่งออกซิเจนนี้อยู่ในอากาศนั่นเอง การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ที่สมบูรณ์นั้นจะต้องมีออกซิเจน (อากาศ) จำนวนที่พอเหมาะ จึงจะได้ความร้อนสูงสุด และความร้อน ที่ได้นั้นจะมีการสูญเสียไปเนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ เชื้อเพลิงที่ใช้จะต้องทำการอุ่นน้ำมันเชื้อเพลิงให้ได้ อุณหภูมิที่เหมาะสม กรณีน้ำมันเตาจะกำหนดไว้ระหว่าง $90^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$ ซึ่งเป็นไปตามคุณภาพน้ำมัน เกรด A B หรือ C อากาศที่ถูกส่งเข้าไปเผาไหม้มีความชื้นสูงมากจะทำให้ปริมาณความร้อนต่ำกว่า มาตรฐานด้วย กรณีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์เพราะปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้น้อยหรือมากเกินไป หรือกรณีการส่งถ่ายความร้อนจากไฟไปสู่ น้ำไม่ดีพออันเนื่องจากเกิดเขม่าหรือตะกรันเกาะตามท่อและ ผังทางด้านไฟและด้านน้ำ จึงส่งผ่านความร้อนสู่น้ำได้น้อยทำให้สูญเสียความร้อนออกไปทางปล่องควัน

3. ระบบน้ำ เมื่อไอน้ำที่หม้อน้ำผลิตออกมาถูกใช้ไป จำนวนน้ำในหม้อน้ำจะลดลงจึงต้องเติมน้ำ เข้าไปแทนที่ด้วยจำนวนที่พอเพียง โดยอาศัยเครื่องสูบน้ำเป็นตัวช่วย และขณะที่น้ำกลายเป็นไอน้ำ ไปเรื่อย ๆ นั้น น้ำส่วนที่เหลือก็จะมี ความเข้มข้นของสารละลายมากขึ้นจึงต้องมีการระบายน้ำออกอย่าง สม่าเสมอเพื่อลดความเข้มข้นและควบคุมให้อยู่ในอัตราที่พอเหมาะนอกจากจะต้องควบคุมความเข้มข้น ของน้ำแล้วยังต้องควบคุมความเป็นกรดเป็นด่างด้วย โดยจะให้น้ำมีค่าเป็นด่างเล็กน้อยประมาณ พี เอช (pH) 8 - 11 ขั้นตอนของระบบน้ำ จะเริ่มจากแหล่งที่มาของน้ำแล้วนำมาผ่านเครื่องกรองหยาบ เพื่อขจัดเอาพวกตะกอนและสารแขวนลอยออก จากนั้นจะส่งเข้าเครื่องทำน้ำอ่อน เพื่อทำน้ำกระด้าง ให้เป็นน้ำอ่อน และควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย น้ำที่ได้จะเป็นน้ำอ่อนซึ่งเหมาะสมกับหม้อน้ำ น้ำที่ได้นี้จะส่งเข้าสู่ถังพักน้ำ และต่อไปยังเครื่องสูบน้ำเพื่อป้อนน้ำเข้าหม้อน้ำต่อไปเมื่อผลิตไอน้ำ ไปใช้งานแล้วนำกลับมาสู่ถังพักรวมกับน้ำที่ผ่านการทำน้ำอ่อนแล้ว จะสามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้เป็น จำนวนมาก



รูปที่ 1.5 การติดตั้งส่วนประกอบและอุปกรณ์หม้อน้ำ

อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยสำหรับหม้อน้ำ

ตามมาตรฐานโดยทั่วไปหม้อน้ำทุกเครื่องต้องมีอุปกรณ์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญเพื่อช่วยควบคุมให้หม้อน้ำทำงานด้วยความปลอดภัย มีอายุการใช้งานยาวนาน และทำให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นด้วยอุปกรณ์ประกอบที่สำคัญของหม้อน้ำได้แก่

1. ลิ้นนิรภัย (Safety Valve) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ระบายหรือลดความดันไอน้ำภายในที่สูงเกินกำหนด คือ จะลดความดันไอน้ำส่วนเกิน เพื่อป้องกันไม่ให้หม้อน้ำระเบิดเนื่องจากความดันสูง โดยลิ้นนิรภัยจะต้องติดตั้งในตำแหน่งด้านบนสุดของตัวหม้อน้ำตรงส่วนที่เป็นไอน้ำเท่านั้น มีข้อกำหนดและการทำงานดังนี้

1.1 ในกรณีใช้ความดันน้อยกว่าที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดให้ปรับตั้งลิ้นนิรภัยเปิดที่ความดันไม่เกิน 10% ของความดันใช้งานปกติ

1.2 ถ้าใช้ความดันปกติเท่ากับที่ผู้ผลิตกำหนดให้ ต้องปรับตั้งลิ้นนิรภัยเปิดที่ไม่เกิน 3% ของความดันที่ใช้งานปกติ