บทที่ 10

อันตรายจากอัคคีภัยและการป้องกัน

อัคคีภัย หรือ ภัยที่เกิดจากเพลิงไหม้ หมายถึง สาธารณภัยประเภทหนึ่ง ที่เกิดจากไฟ ไฟเป็นพลังงานอย่างหนึ่งที่ให้ความร้อน ความร้อนของไฟที่ขาดการควบคุม ดูแล จะทำให้เกิดการติดต่อลุกลามไฟตามบริเวณที่มีเชื้อเพลิง เกิดการลุกไหม้ต่อเนื่อง หากปล่อยเวลาของ การลุกไหม้ให้นานเกินไป จะทำให้เกิดการติดต่อลุกลามมากยิ่งขึ้น สภาวะของของไฟจะรุนแรงมากขึ้น ถ้าหากการลุกไหม้ มีเชื้อเพลิงหนุน หรือมีไอของเชื้อเพลิงถูกขับออกมามาก ความร้อนแรงก็จะมากยิ่งขึ้น

สิ่งที่ทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่าย หมายถึง เชื้อเพลิง สารเคมี หรือวัตถุใดๆ ทั้งที่มีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ที่อยู่ในภาวะพร้อมจะเกิดการสันดาปจาการจุดติดใดๆ หรือการสันดาป เอง

ดังนั้น การป้องกันและระงับอัคคีภัย จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการช่วยลดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินของ ประชาชน และของประเทศ ซึ่งภารกิจเกี่ยวกับการป้องกันและแก้ไขปัญหาอัคคีภัย เป็นความรับผิดชอบของทุกภาคส่วนในสังคม ที่จะต้องร่วมมือกัน ทั้งภาครัฐที่มี หน้าที่กำหนดมาตรการระเบียบ ข้อบังคับ กฎหมายเกี่ยวกับความปลอดภัยจากอัคคีภัย กำกับ ตรวจสอบ ดูแล การปฏิบัติ ภาคเอกชน ที่ให้การสนับสนุนการป้องกันและระงับอัคคีภัย และโดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคประชาชนที่ควรมีจิตสำนึก การตระหนักถึงความปลอดภัยโดยการป้องกันและลดความเสี่ยงจากอัคคีภัย ในบ้านเรือนและชุมชน ทั้งนี้เพื่อนให้ประเทศไทยเป็นเมืองปลอดภัยน่าอยู่

<u>หลักการที่สำคัญในการป้องกันอัคคีภัย</u> คือ

1. ต้องเข้าใจธรรมชาติของไฟที่สามารถเติบโตจากเพลิงขนาดเล็กเป็นขนาดใหญ่ได้ภายในไม่กี่วินาที และเพลิงขนาดเล็กดับง่าย แต่เพลิงขนาดใหญ่ดับยาก
2. จะทำอย่างไร ที่จะจำกัดขนาดของเพลิงและการแพร่ขยาย ของควันและความร้อน
3. ระบบเตือนภัย จะต้องสามารถจับการเกิดควันไฟและส่งสัญญาณได้ทั่วถึง
4. เจ้าหน้าที่ดับเพลิงจะต้องเข้าถึงจุดเกิดเหตุให้เร็วที่สุด มีพื้นที่ปฏิบัติการและมีอุปกรณ์พร้อม
5. คน จะต้องหนีออกจากจุดเกิดเหตุในเวลาเพียงไม่กี่นาที และหนีออกจากอาคารในเวลามาก ที่สุดไม่เกิน 1 ชั่วโมง ทางหนีไฟและบันไดหนีไฟจะต้องสะดวกและปลอดภัย เมื่อหนีออกจากอาคารแล้ว ควรจะเตรียมพื้นที่รองรับเพียงพอ เพื่อการพยาบาลและตรวจสอบผู้สูญหาย
6. จะควบคุมควันไฟ ซึ่งเป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้เกิดการเสียชีวิตได้อย่างไร และจะป้องกันการเกิดควันพิษได้อย่างไร
7. การดับเพลิงในอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่จะต้องดับภายในอาคาร เรื่องการติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติหรือระบบสปริงเกลอร์ ซึ่งสามารถช่วยจำกัดการขยายตัวของเพลิงในระยะเริ่มต้นได้

10.1 องค์ประกอบของไฟ Fire Triangle

การที่จะเกิดไฟขึ้นได้จะต้องมีองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ

ภาพที่ 10.1 สามเหลี่ยมของไฟ

1. เชื้อเพลิง(Fuel)วัตถุใดๆ ก็ตามที่สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้อย่างรวดเร็วในการเผาไหม้ เช่น ก๊าซ ไม้ กระดาษ น้ำมัน โลหะ พลาสติก เป็นต้น เชื้อเพลิงที่อยู่ในสถานะก๊าซ จะสามารถลุกไหม้ไฟได้ แต่เชื้อเพลิงที่อยู่ในสถานะของแข็งและของเหลวจะไม่สามารถลุกไหม้ไฟได้ ถ้าโมเลกุลที่ผิวของเชื้อเพลิงไม่อยู่ในสภาพที่เป็นก๊าซ การที่โมเลกุลของของแข็งหรือของเหลวนั้น จะสามารถแปรสภาพกลายเป็นก๊าซได้นั้น จะต้องอาศัยความร้อนที่แตกต่างกันตามชนิดของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ความแตกต่างของลักษณะการติดไฟของเชื้อเพลิงดังกล่าวขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ 4 ประการ ดังนี้

1.1 *ความสามารถในการติดไฟของสาร (Flamablility Limitts)* เป็นปริมาณไอของสาร ที่เป็นเชื้อเพลิงในอากาศที่มีคุณสมบัติซึ่งพร้อมจะติดไฟได้ในการเผาไหม้นั้น ปริมาณไอเชื้อเพลิงที่ผสมกับอากาศนั้นจะต้องมีปริมาณพอเหมาะจึงจะติดไฟได้ โดยปริมาณต่ำสุดของไอเชื้อเพลิงที่เป็น % ในอากาศ ซึ่งสามารถจุดติดไฟได้ เรียกว่า "ค่าต่ำสุดของไอเชื้อเพลิง (Lower Flammable Limit)" และปริมาณสูงสุด ของไอเชื้อเพลิงที่เป็น % ในอากาศซึ่งสามารถจุดติดไฟได้ เรียกว่า "ค่าสูงสุดของไอเชื้อเพลิง (Upper Flammable Limit)" ซึ่งสารเชื้อเพลิงแต่ละชนิด จะมีค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของไอเชื้อเพลิงแตกต่างกันไป

1.2 จุดวาบไฟ (Flash Point) เป็นค่าอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดที่ของเหลวจะระเหยเป็นไอในปริมาณที่เพียงพอ ที่จะผสมกับอากาศแล้วสามารถติดไฟได้เอง ไฟที่เกิดขึ้นนี้จะแค่วูบเดียวแค่นั้น เพราะว่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากไฟ จะยังไม่มากพอที่จะทำให้ของเหลวระเหยด้วยอัตราความเร็วเพียงพอ ที่จะผสมกับอากาศภายนอกแล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาเผาไหม้ดำเนินต่อเนื่องต่อไป

1.3 จุดติดไฟ (Fire Point) คืออุณหภูมิของสารที่เป็น เชื้อเพลิงได้รับความร้อน จนถึงจุดที่จะติดไฟได้แต่การติดไฟนั้นจะต้องต่อเนื่องกันไป โดยปกติความร้อนของ Fire Point จะสูงกว่า Flash Point ประมาณ 7 องศาเซลเซียส

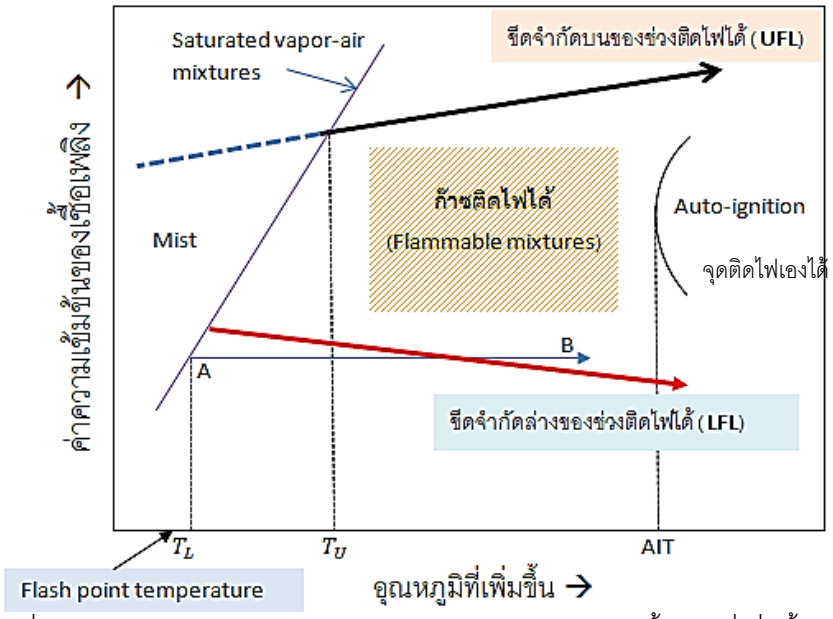
1.4 ความหนาแน่นไอ (Vapor Density) คืออัตรา ส่วนของน้ำหนักของสารเคมีในสถานะก๊าซต่อน้ำหนักของอากาศเมื่อมีปริมาณเท่ากัน ความหนาแน่นไอ ใช้เป็น สิ่งบ่งบอกให้ทราบว่าก๊าซนั้นจะหนักหรือเบากว่าอากาศ ซึ่งใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมอัคคีภัย

2. ความร้อน(Heat) เป็นสิ่งที่ทำให้อุณหภูมิของเชื้อเพลิงสูงขึ้น ถึง จุดติดไฟทำให้องค์ประกอบของการเกิดไฟหรือเรียกว่า ปฏิกิริยาการสันดาป เกิดขึ้นอย่างเหมาะสม ซึ่งเชื้อเพลิงแต่ละชนิดย่อมจะมีจุดติดไฟไม่เหมือนกัน

3. **ออกซิเจน**(AIR) บรรยากาศทั่ว ๆ ไปมีไนโตรเจน 79.04 % ออกซิเจน 20.93 % และคาร์บอนไดออกไซด์ 0.03 % โดยออกซิเจนจะเป็นตัวทำให้เกิดการเผาไหม้ การเผาไหม้แต่ละครั้งต้องการออกซิเจนประมาณ 16 % เท่านั้น ถ้าออกซิเจนต่ำกว่า 16 % ก็จะไม่ช่วยให้เกิดการเผาไหม้ต่อไป ไฟจึงจะมอดดับลงได้

ดังนั้น จะเห็นว่าเชื้อเพลิงทุกชนิดถูกล้อมรอบไปด้วยออกซิเจนอย่างเพียงพอสำหรับการเผาไหม้ ยิ่งมีออกซิเจนมากเชื้อเพลิงก็ยิ่งติดไฟได้ดีขึ้น และเชื้อเพลิงบางประเภทมีออกซิเจนในตัวเองอย่างเพียงพอที่จะทำให้ตัวเองลุกไหม้ได้ โดยไม่ต้องอาศัยออกซิเจนที่อยู่โดยรอบ เมื่อมีองค์ประกอบทั้ง 3 ไฟก็จะเกิดลุกไหม้ขึ้น ฉะนั้น การที่จะดับไฟก็ทำได้ ก็โดย เอาองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งออกเสียไฟก็จะดับ

10.2 Flammability Limits



ภาพที่ 10.2 แสดงความสัมพันธ์การเผาไหม้ ระหว่างอุณหภูมิและเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้น [16]

ค่าความเข้มข้นของเชื้อเพลิงต่ำสุดในก๊าซผสม ที่สามารถจุดติดไฟได้ เรียกว่า ขีดจำกัดล่างของช่วงติดไฟได้ (Lower Flammable Limit, **LFL**) ในขณะที่ค่าความเข้มข้นของเชื้อเพลิงสูงสุดในก๊าซผสม ที่สามารถจุดติดไฟได้จะเรียกว่า ขีดจำกัดบนของช่วงติดไฟได้ (Upper flammable limit,**UFL**) ถ้าก๊าซผสมมีความเข้มข้นของเชื้อเพลิงอยู่ระหว่าง LFL และ UFL เราจะเรียกก๊าซผสมนี้ว่า ก๊าซผสมติดไฟได้ (Flammable mixtures) เมื่อก๊าซผสมมีความเข้มข้นของเชื้อเพลิงอยู่ในช่วงติดไฟได้ ถ้าเพิ่มพลังงานเพียงเล็กน้อยให้กับก๊าซผสม เช่น ประกายไฟจากไม้ขีดไฟ การจุดติดไฟ ก็สามารถก็สามารถเกิดขึ้นได้ การจุดติดไฟของก๊าซผสมในลักษณะนี้ เรียกว่า การจุดติดไฟแบบ **"ไพล็อต"**(Piloted ignition)

ในทางกลับกัน ถ้าเพิ่มอุณหภูมิของก๊าซผสมติดไฟได้ จนกระทั่งก๊าซผสมจุดติดไฟด้วยตัวเอง โดยไม่อาศัยประกายไฟ (พลังงาน) จากภายนอก เราจะเรียกการจุดติดไฟในลักษณะนี้ว่า"การจุดติดไฟได้ด้วยตัวเอง" (Autoignition)

อุณหภูมิต่ำสุดที่ก๊าซผสมสามารถจุดติดไฟได้ด้วยตัวเองจะเรียกว่า อุณหภูมิจุดติดไฟได้เอง (Autoignition temperature, AIT)

จากภาพที่ 10.2 จะพบว่าถ้าอุณหภูมิของก๊าซผสมเพิ่มขึ้น ค่า LFL จะมีค่าลดลงในขณะที่ค่า UFL จะมีค่าเพิ่มขึ้น พฤติกรรมเช่นนี้ ทำให้ช่วงการติดไฟได้ขยายเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ถ้าเราลดอุณหภูมิของก๊าซผสมลง เชื้อเพลิงซึ่งอยู่ในสถานะก๊าซ ก็อาจควบแน่นกลายเป็นละอองของเชื้อเพลิง (Mist) ซึ่งอยู่ในสถานะของเหลวได้ ค่าอุณหภูมิต่ำที่สุดก่อนที่ไอของเชื้อเพลิงจะควบแน่นเป็นละอองของเหลวที่ความเข้มข้นของเชื้อเพลิงในก๊าซผสมเท่ากับ LFL จะเรียกว่า **จุดวาบไฟ** (Flash Point) หรืออุณหภูมิวาบไฟ (Flash point temperature, TL) จุดวาบไฟเป็นดัชนีสำคัญตัวหนึ่งในการชี้ว่าเชื้อเพลิงแต่ละชนิดสามารถจุดได้ไฟได้ง่ายหรืออยาก เชื้อเพลิงที่มีจุดวาบไฟต่ำจะสามารถจุดติดไฟได้ง่ายในขณะที่มีจุดวาบไฟสูงจะสามารถจุดติดไฟได้ยาก

ตารางที่ 10.1 ลักษณะเฉพาะความสามารถในการติดไฟของของเหลวและก๊าซ

สารประกอบ	จุดวาบไฟ(°F)	LFL(% in air)	ULF(% in air)	อุณหภูมิติดไฟเอง (°F)
Acetone	0.0*	2.5	13	1,000
Acetylene	Gas	2.5	100	
Acrylonitrile	32	3.0	17	
Aniline	158	1.3	11	
Benzene	12.0**	1.3	7.9	1,o44
Butane	-76	1.6	8.4	761
Carbon monoxide	Gas	12.5	74	
Chlorobenzene	85**	1.3	9.6	1,180
Cyclohexane	-1**	1.3	8	473
Dioxane	53.6	2.0	22	
Ethane	-211	3.0	12.5	956
Ethyl alcohol	55	3.3	19	793
Ethylene	Gas	2.7	36.0	914
Ethylene oxide	-20*	3.0	100	800
สารประกอบ	**จุดวาบไฟ(°F)**	**LFL(% in air)**	**ULF(% in air)**	**อุณหภูมิติดไฟเอง (°F)**
Ethyl ether	-49.0**	1.9	36.0	914
Gasoline	-45.4	1.4	7.6	
Heptane	24.8	1.1	6.7	
Hexane	-15	1.1	7.5	500
Hydrogen	Gas	4.0	75	1,075
Isopropyl alcohol	53*	2.0	12	850
Isopropyl ether	0	1.4	7.9	830

Methane	-306	5	15	1,000
Methyl Alcohol	54*	6	36	867
Methyl acetate	15	3.1	16	935
Methyl chloride	32	8.1	17.4	1,170
Methyl ethyl ketone	24*	1.4	11.4	960
Methyl isobutyl ketone	73	1.2	8.0	860
Methyl methacrylate	50*	1.7	8.2	790
Methyl propyl ketone	45	1.5	8.2	941
Octane	55.4	1.0	6.5	
Pentane	-40	1.51	7.8	588
Propane	Gas	2.1	9.5	
Propylene	-162	2.0	11.1	927
Propylene dichloride	61	3.4	14.5	1.035
Propylene oxide	-35	2.3	3.6	869
Styrene	87**	1.1	7.0	914
Toluene	40	1.2	7.1	997

หมายเหตุ * Open cup flash point ** Closed cup flash point

ความร้อนและรังสีที่เกิดจากไฟไหม้ การลุกไหม้ของวัตถุต่างชนิดกัน และความเร็วของการเผาไหม้ที่ต่างกัน ย่อมทำให้เกิดความร้อนไม่เท่ากัน ความร้อนที่เกิดขึ้นหากไม่มีการถ่ายเท จะทำให้อุณหภูมิในบริเวณการลุกไหม้สูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งทำให้เกิดการระเหยของเชื้อเพลิงมากขึ้น เชื้อเพลิงระเหยนี้ จะวิ่งหาอากาศและออกซิเจน เพื่อให้เกิดการเผาไหม้มากขึ้นเสมอ ฉะนั้นเวลาเกิดไฟไหม้รุนแรงภายในตึกที่ปิดมิดชิดพอควร หากเกิดการถ่ายเทอากาศได้ดีขึ้นทันทีทันใด เช่น หน้าต่างแตกหรือประตูเปิด จะเกิดเปลวไฟวาบขึ้นแรงมาก เพราะเกิดการเผาไหม้ที่อัตราเพิ่มขึ้นและเพิ่มความร้อนซึ่งช่วยเร่งการเผาไหม้และเกิดอันตรายได้มากขึ้น

10.3 การถ่ายเทความร้อน

การถ่ายเทความร้อนมีกลไกที่จำแนกได้เป็น 3 อย่าง คือ

1. ***การนำพาความร้อนไปด้วยการผสมกันกับอากาศหรือของเหลว*** เช่น อากาศร้อนจะขึ้นสูง และอากาศที่เย็นกว่าจะลงมาแทนที่ ทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศ ความร้อนจึงหมุนเวียนและผสมไปกับอากาศที่นำพามันไป ของเหลวก็เช่นกันจะหมุนเวียนไปได้

2. ***การนำความร้อนไปด้วยของแข็ง*** เช่น การนำความร้อนจากห้องหนึ่ง โดยนำผ่านท่อเหล็กไปยังอีกห้องหนึ่ง หรือความร้อนภายในห้องที่เกิดไฟไหม้ถูกนำผ่านลูกบิดประตูออกมาข้างนอกห้อง

3. ***การแผ่รังสี*** ตัวอย่างเช่น การที่ความร้อนจากหลอดไฟแผ่มายังมือที่วางอยู่ใต้หลอดไฟ ความร้อนนี้มิได้เกิดจากการนำพาโดยอากาศ เพราะว่าอากาศที่ร้อนจะลอยขึ้น และไม่ลอยลงมาที่มือ หรือในกรณีความร้อนจากการผิงไฟ คือ

รังสีความร้อนเป็นตัวหลักที่ทำให้เราร้อน เพราะว่าหากเอากระจกมากั้นระหว่างกองไฟกับ ตัวเราอย่างรวดเร็ว ตัวเราจะรู้สึกเย็นลงทันที ทั้ง ๆ ที่บริเวณที่เรายืนอยู่ยังไม่เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากนัก

ฉะนั้น ในกรณีไฟไหม้ ควรระวังความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ และอุณหภูมิที่เป็นผลตามมา เราต้องรู้ว่าเชื้อเพลิงที่กลายเป็นก๊าซที่ติดไฟง่ายในห้องปิดที่มีอุณหภูมิ สูง จะวิ่งหาอากาศเมื่อห้องเปิด และความร้อนจากการแผ่รังสีจะเป็นอันตรายต่อผู้ที่เปิดประตูห้องทันที ขณะเดียวกัน ความรู้เรื่องกลไกถ่ายเทความร้อน จะทำให้เราระวังก่อนจะจับต้องสิ่งของในบริเวณไฟไหม้ และระวังว่าต้องอยู่ห่างจากที่เกิดเหตุพอสมควรเพราะเป็นการแผ่รังสีความร้อน นอกจากสาเหตุที่สารเชื้อเพลิงในปริมาณที่มากเกินจุด LFL อยู่ในอากาศแล้ว ต้องมีการเกิดประกายไฟขึ้นเพื่อจุดให้เกิดการลุกไหม้ขึ้นอย่างรวดเร็ว และหากอุณหภูมิสูงเพียงพอก็อาจทำให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ต่อไป ทำให้เกิดเป็นเพลิงไหม้ขึ้น

ดังนั้นการเกิดประกายไฟขึ้นในอุตสาหกรรม จึงเป็นสิ่งที่ควรศึกษา ดังรายละเอียดในหัวข้อ 10.4 ต่อไปนี้

10.4 ประกายไฟในโรงงาน

จุดหรือแหล่งกำเนิดประกายไฟในโรงงาน ประกอบด้วย

1. **ประกายไฟจากระบบไฟฟ้า** เป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งของเพลิงไหม้ ได้แก่ประกายไฟจากสิ่งต่อไปนี้

- มอเตอร์ เจนเนอร์เรเตอร์ หรือเครื่องจักรไฟฟ้าอื่นๆ ที่หมุนส่งกำลัง
- ประกายไฟระหว่างขั้วไฟฟ้าที่สวิทช์หรือรีเลย์(relay) ต่างๆ
- การกระโดดของประจุไฟฟ้าสถิตจากระบบต่างๆ
- การปล่อยกระแสออกจากขั้วของคาปาซิเตอร์
- ประกายไฟจากบริเวณรอยต่อและขั้วไฟฟ้าต่างๆ
- ประกายไฟจากเปลวเชื่อมไฟฟ้า

2. **ประกายไฟจากผิวร้อน** ผิวร้อนเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้โมเลกุลของสารเชื้อเพลิงที่มีขนาดใหญ่ได้แตกตัวออกเป็นโมเลกุลขนาดเล็กลง และมีจุดวาบไฟต่ำกว่าอุณหภูมิในขณะนั้น จึงเป็นผลให้เกิดการลุกไหม้ขึ้นได้ แหล่งผิวร้อนได้แก่

- เตาไฟฟ้า
- ท่อไอเสียของเครื่องยนต์ เครื่องต้นกำลัง
- เตาเผา หม้อไอน้ำ ท่อลมร้อน ปล่องไฟ
- อุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ได้รับการเสียดสี เกิดความร้อน
- แผ่นโลหะที่ร้อนเนื่องจากการถูกตัดหรือเชื่อมไฟฟ้า
- อุปกรณ์หม้อต้มหรือระบบท่อน้ำร้อนต่างๆ

3. **ประกายไฟจากงานกลทั่วไป** ในงานใช้เครื่องมือต่างๆ มีโอกาสจะเกิดประกายไฟขึ้นในลักษณะดังต่อไปนี้

- การหล่นของ ค้อน คีม สกัด ฯลฯ ไปกระทบพื้นผิวโลหะที่มีความแข็ง หรือกระทบกับหินของซีเมนต์
- การเจียระไนชิ้นงาน เช่น เหล็ก

- ท่อไอเสียที่มีส่วนท่อเปลือยยาวและหลวมคลอน
- การทุบตอกด้วยค้อนเหล็กที่หัวสกัด ฯลฯ
- ประกายไฟเนื่องจากการเผาไหม้ของโลหะบางชนิด เช่น cerium ซึ่งส่วนผสมทำเป็นแท่งสำหรับทำถ่านไฟแช็ค และเนื่องจากวัสดุที่มีค่าความร้อนจำเพาะต่ำๆ อาทิ เบอรีเลียม(Beryllium)และไตตาเนียม(Titanium) มีค่าความร้อนจำเพาะต่ำมาก เมื่อได้รับความร้อนไม่มาก ก็จะมีอุณหภูมิสูงมากขึ้น

4. **ประกายไฟจากปฏิกิริยาเคมี** สารเคมีหลายชนิดจะเกิดปฏิกิริยาเคมีกับอากาศหรือสิ่งแวดล้อมตลอดเวลา ทำให้เกิดอุณหภูมิสูงขึ้นๆ จนอาจถึงจุดเกิดประกายไฟลุกไหม้ขึ้นได้ นอกจากนี้โลหะบางชนิดเมื่อกระทบกันก็จะก่ออันตรายได้ อาทิ อะลูมิเนียมกับเหล็กออกไซด์ ดังสมการ

$$2Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe + \text{ความร้อน}$$

ซึ่งจะก่อความร้อนให้แก่ผิวสัมผัสมากกว่าความร้อนจากการเสียดสีโดยตรง

10.5 การแบ่งประเภทของไฟ

มาตรฐาน NFPA-10 PORTABLE FIRE EXTINGUISHER ได้แบ่งประเภทของไฟ ออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. ***ไฟประเภท A***

สัญญลักษณ์ ตัวอักษร A อยู่ในรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า พื้นสีเขียว ตัวอักษร สีดำ สัญญลักษณ์ที่เป็นรูปภาพ จะเป็นรูปถังขยะ และท่อนไม้ที่ติดไฟ (ตามรูปที่แนบ) เป็นไฟที่ เกิดจากเชื้อเพลิง ไม้ กระดาษ ผ้า ยาง และพลาสติก เครื่องดับเพลิงที่เหมาะสำหรับใช้ในการดับไฟ คือ เครื่องดับเพลิงชนิดน้ำสะสมแรงดัน เครื่องดับเพลิงชนิดโฟมสะสมแรงดัน, เครื่องดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง ABC
เครื่องดับเพลิงชนิดก๊าซเหลวระเหย ที่ไม่ทำลายมลภาวะ

2. ***ไฟประเภท B***

สัญญลักษณ์ ตัวอักษร B อยู่ในรูปสี่เหลี่ยมด้านเท่า พื้นสีแดง ตัวอักษรสีดำ สัญญลักษณ์ที่เป็นรูปภาพ จะเป็นรูป ถังใส่น้ำมัน ที่ติดไฟ (ตามรูปที่แนบ) เป็นไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงเหลวติดไฟ น้ำมันเบนซิน, น้ำมันดีเซล, สี , สารละลาย เครื่องดับเพลิงที่เหมาะสำหรับใช้ดับไฟคือ เครื่องดับเพลิงชนิดโฟมสะสมแรงดัน, เครื่องดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง ABC, เครื่องดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์, เครื่องดับเพลิงชนิดก๊าซเหลวระเหย ที่ไม่ทำลายมลภาวะ

3. ***ไฟประเภท C***

สัญญลักษณ์ ตัวอักษร C อยู่ในรูปวงกลม พื้นสีฟ้า ตัวอักษรสีดำ สัญญ- ลักษณ์ ที่เป็นรูปภาพ จะเป็นรูปปลั๊กไฟที่ลุกติดไฟ เป็นไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงที่มีกระแสไฟฟ้า เครื่องดับเพลิงที่เหมาะสำหรับดับไฟ คือ เครื่องดับเพลิง

ชนิดผงเคมีแห้ง ABC, เครื่องดับเพลิงชนิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, เครื่องดับเพลิงชนิดก๊าซเหลวระเหย ที่ไม่ทำลายมลภาวะ

4. ***ไฟประเภท D***

สัญญลักษณ์ ตัวอักษร D อยู่ในรูปดาวห้าแฉก พื้นสีเหลือง ตัวอักษรสีดำ สัญญลักษณ์ที่เป็นรูปภาพ จะเป็นรูป เฟืองโลหะติดไฟ เป็นไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงที่เป็น โลหะลุกติดไฟ เครื่องดับเพลิงที่เหมาะสำหรับดับไฟ คือ เครื่องดับเพลิงชนิดผงเคมี โซเดียม ครอไรด์

5. ***ไฟประเภท K***

สัญญลักษณ์ ตัวอักษร K อยู่ในรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า พื้นสีดำ ตัวอักษรสีขาว สัญญลักษณ์ที่เป็นรูปภาพ จะเป็นรูป กะทะทำอาหารที่ลุกติดไฟ เป็นไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงน้ำมันทำอาหาร น้ำมันพืช, น้ำมันจากสัตว์ และไขมัน เครื่องดับเพลิงที่เหมาะสำหรับดับไฟ คือ เครื่องดับ เพลิงชนิดน้ำผสมสารโปตัสเซี่ยมอะซิเตท

10.6 อันตรายจากเพลิงไหม้

สมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งสหรัฐอเมริกา ได้จัดทำสถิติเกี่ยวกับคนที่เสียชีวิตและบาดเจ็บจากเพลิงไหม้ พบตัวเลขที่น่าสนใจดังนี้

ตารางที่ 10.2 สาเหตุของอันตรายหรือการเสียชีวิตจากเพลิงไหม้[ ]

สาเหตุของอันตรายหรือการเสียชีวิต	เสียชีวิต		บาดเจ็บ	
	จำนวน	%	จำนวน	%
หมดสติเพราะสำลักควันไฟ	98	64	30	43
ผิวหนังถูกเผาไหม้จากเปลวไฟ	42	27	36	46
สาเหตุอื่นๆ	14	9	16	11

จากตารางที่ 10.2 พบว่า สถิติผู้เสียชีวิตจากเพลิงไหม้ มาจากการสำลักควันไฟ(สูงถึง 64%) มิใช่จากเปลวไฟหรือความร้อนจากไฟดังกล่าวที่เข้าใจ ดังนั้นในการผจญเพลิง สิ่งที่ต้องพิจารณาเป็นพิเศษ คือ แก๊สและควันไฟ เพราะนอกจากจะมีอันตรายต่อคนแล้ว ยังมีลักษณะเคลื่อนตัวและแผ่ขยายออกไปได้อย่ารวดเร็วมากอีกด้วย

10.7 สารที่อาจเกิดขึ้นในการเกิดอัคคีภัย

สารพิษต่างๆที่อยู่ในควันไฟที่อาจเกิดขึ้นในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ ที่สำคัญ เช่น

1. **คาร์บอนมอนนอกไซด์** (Cabon Monoxide ,CO) เป็นแก๊สพิษที่มีอันตรายอย่างสูงต่อคนและเกิดขึ้นได้มากเสมอในการเผาไหม้ในบริเวณจำกัด อันตรายต่อคน คือ ถ้าผสมอยู่ในอากาศ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

- ถ้าเกิน 0.05% มีอันตราย
- ถ้ามีอยู่ 0.16% ทำให้หมดสติ ใน 2 ชั่วโมง
- ถ้ามีอยู่ 1.26% จะหมดสติภายใน 1 ถึง 3 นาที ของการหายใจและอาจถึงชีวิตได้

นอกจากความเป็นพิษแล้ว แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ยังเป็นแก๊สเชื้อเพลิงอีกด้วย เมื่อมีความเข้มข้นในอากาศสูง ๆ สามารถลุกไหม้และเกิดการระเบิดได้อย่างรุนแรง เพลิงไหม้ในบริเวณที่โล่งแจ้งจะมีอันตรายจากแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยลงไป

2. **แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์** (Cabon Dioxide, CO_2) เกิดจากการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์แบบไม่เป็นเชื้อเพลิง และไม่ก่ออันตรายแก่ร่างกายโดยตรง แต่จะไม่ทำให้ร่างกายขาดออกซิเจน ถ้าแก๊สนี้มีความเข้มข้นในอากาศ เกินกว่า 5.0% โดยปริมาตร จะมีอันตรายและทำให้ผู้สูดดมหมดสติได้

3. **แก๊สไฮโดรเจนไซยาไนด์** (Hydrogen Cyanide, HCN) เป็นแก๊สพิษที่มีความรุนแรงมากกว่าแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์มาก ส่วนผสมในอากาศ 100 ppm. มีผลให้ผู้สูดดมหมดสติและเสียชีวิตได้ในเวลา 30-60 นาที แก๊สนี้เกิดจากการเผาไหม้สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ที่มีองค์ประกอบของคลอรีน เช่น พวกพลาสติก ยาง เส้นใย ขน สัตว์ หนังสัตว์ ไม้ หรือผ้า ไหม เป็นแก๊สที่เบากว่าอากาศ จึงมีอันตรายมากในการเผาไหม้ในอาคารหรือบริเวณจำกัดต่าง ๆ

4. **แก๊สฟอสจีน** (Phosgene, $COLI_2$) เกิดจากการเผาไหม้สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ที่มีส่วนประกอบของคลอรีน เช่นคาร์บอนเตตระคลอไรด์ ฟรีออน (น้ำยาทำความเย็น) หรือเอธิลีนไดคลอไรด์ เป็นแก๊สที่เป็นพิษสูงมาก ได้รับเพียง 25 ppm.ในอากาศ ในเวลา 30-60 นาที ก็อาจเสียชีวิตได้

5. **แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์** (Hydrogen Chloride, HCL) เป็นแก๊สพิษที่เกิดจากการเผาไหม้สารที่มีองค์ประกอบของคลอรีน มีสภาพเป็นกรดและทำอันตรายได้เช่นกัน แม้จะไม่รุนแรงเท่ากับแก๊สฟอสจีนหรือแก๊สไฮโดรเจนไซยาไนด์ ก็ตาม

6. **แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์** (Hydrogen Sulfide, H_2S) เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของวัสดุพวก ยาง พรม ไม้ ขนสัตว์ หรือวัสดุอื่นใดที่สมีกำมะถันผสมอยู่ เป็นแก๊สที่มีอันตรายมาก เพียง 400-700 ppm. ในอากาศได้รับนาน 30-60นาที ทำให้เสียชีวิต นอกจากนั้นยังเป็นแก๊สเชื้อเพลิงซึ่งลุกติดไฟได้อีกด้วย แต่ไม่ถึงขั้นเกิดระเบิด มีกลิ่นคล้ายไข่เน่า มักจะเรียกว่า “***แก๊สไข่เน่า***” มีฤทธิ์ทำลายเนื้อเยื่อต่าง ๆ ได้มาก

7. **แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์** (Sulfur Dioxide, SO_2) เกิดจากการเผาไหม้สมบูรณ์ของกำมะถันในอากาศ เป็นแก๊สพิษความเข้มข้นเพียง 150 ppm. ในอากาศใช้สังหารคนได้ในเวลา 30-60 นาที เมื่อผสมกับน้ำหรือความชื้นที่ผิวหนัง จะเกิดกรดกำมะถัน ซึ่งมีฤทธิ์กัดอย่างรุนแรงผู้ได้รับแก๊สนี้ จึงมีอาการสำลักและหายใจไม่ออกอย่างฉับพลัน

8. **แก๊สแอมโมเนีย** (Ammonia, NH_3) เกิดจากการเผาไหม้ไม้ ขนสัตว์ ผ้าไหม น้ำยาทำความเย็น หรือสารอื่นที่มีสารประกอบของไนโตรเจนและไฮโดรเจน มีกลิ่นฉุนรุนแรง ทำให้เกิดความรำคาญ และทำลายเนื้อเยื่อ แต่ไม่มีตัวเลขส่วนผสมที่ทำให้เสียชีวิต

9. **ออกไซด์ของแก๊สไนโตรเจน** (Oxide of Nitrogen,) ได้แก่ แก๊สไนตริกออกไซด์ ไนตรัสออกไซด์ และไนโตรเจนเตตระออกไซด์ เกิดจากกากรเผาไหม้พวกไม้ ขี้เลื่อย พลาสติก ยางที่มีไนโตรเจนผสมสีและแลคเกอร์บางชนิด ปริมาณ 100 ppm. ในอากาศทำให้เสียชีวิตได้ใน 30 นาที

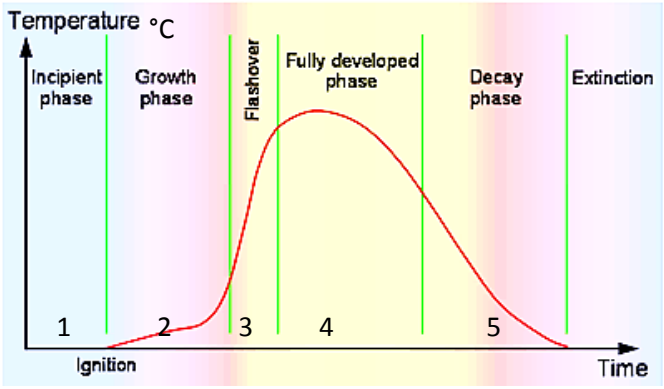
10. **แก๊สอะโครลีน** (Acrolein) เป็นแก๊สเกิดจากการเผาไหม้สารที่เป็นไขมันที่อุณหภูมิ 600° F และ อาจเกิด

จากเผาไหม้สี และไม้บางชนิด เป็นแก๊สที่มีอันตรายสูง ประมาณ 150-240 ppm. ในอากาศ ทำให้ผู้สูดหายใจเสียชีวิตได้ภายใน 30 นาที เมื่อได้รับจะทำให้คนเจ็บสูญเสียอวัยวะสัมผัส เช่น ตา และหายใจไม่ออก ซึ่งทำให้ไม่สามารถจะหลบหนีออกจากบริเวณอันตรายได้ทัน

11. **ไอโลหะ** (Metal Fumes) คือ ไอของโลหะหนักต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อโลหะนั้นได้รับความร้อนสูง เช่น ไอปรอท ไอตะกั่ว ไอสังกะสี ไอดีบุก ส่วนใหญ่เพลิงไหม้โรงผลิตหรือโรงเก็บอุปกรณ์ทางอิเลคทรอนิกส์ จะเกิดไอโลหะได้มาก และไอเหล่านี้มีอันตราย

12. **เขม่าและควันไฟ** (SOOT AND SMOKE) เขม่า คือ ก้อนหรือเศษของวัสดุที่ยังเผาไหม้ไม่หมด จะมีลักษณะเป็นผงหรือละออง ส่วนควันไฟ เป็นสารผสมระหว่างเขม่า ขี้เถ้า และวัสดุต่าง ๆ ที่เกิดมาจากกองเพลิง รวมทั้งพวกแก๊สและไอต่าง ๆ ด้วย ผลของเขม่าและควันไฟ คือ ทำให้ผู้ป่วยสำลักและอาจถูกเผาที่ผิวหน้าหรือตามตัว รวมทั้งปิดบังทางออกต่าง ๆ ทำให้หนีออกจากบริเวณอันตรายไม่ได้

10.8 การพัฒนาของไฟ (Fire Development)



ภาพที่ 10.3 กราฟแสดงการพัฒนาของไฟ [20]

การพัฒนาของไฟ (Fire Development) หมายถึง การเริ่มขยายตัวของไฟไปจนถึงการมอดของไฟเป็นปฏิกิริยาทางเคมีและฟิสิกส์ ในการศึกษาเรื่องไฟจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาให้เข้าใจ เพราะไฟเป็นสิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาหรือมีพลวัต (Dynamic)อยู่ตลอดเวลา เมื่อทำการศึกษา เราพบว่าไฟมีพฤติกรรมการเกิดไปจนถึงดับว่าเป็นอย่างไร และมีอะไรบ้าง ทั้งนี้เพื่อที่จะนำไปหาวิธีป้องกันและคุ้มครองอันตรายจากอัคคีภัยต่อไป

ในด้านการพัฒนาของไฟ จะเป็นการศึกษาในแต่ละขั้นตอนของการเกิดการขยายตัว และการมอดของไฟ ซึ่งเป็นไฟที่อยู่ในห้องหรือพื้นที่ที่มีการปกคลุมอยู่ โดยสังเกตุจากช่วงเริ่มต้นของไฟ แล้วพัฒนาจนเป็นไฟที่ลุกลามเต็มที่แล้วหลับลงหรือพัฒนาได้ไม่มากแล้วดับลง เป็นต้น

การพัฒนาของไฟแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. **ไฟระยะเริ่มเติบโต** (Growth Period)

เป็นระยะแรกเริ่มของไฟที่ลุกติดวัสดุเชื้อเพลิง อยู่ในช่วง 1 – 2 นาที ความร้อน (Heat) จะทำให้วัสดุ

ใกล้เคียงเริ่มคายอนุภาคเล็กๆ เนื่องจากผลของความร้อน โดยถ้าสังเกตจะเห็นเป็นควันสีเทาลอยขึ้นมา จากนั้นจะเกิดเป็นเปลวไฟ อุณหภูมิประมาณ 38°c

2. **ช่วงลุกไหม้อย่างต่อเนื่องและเริ่มพัฒนาเป็นไฟใหญ่**

หลังจากลุกไหม้ผ่านมาในช่วง 4 – 5 นาที ความร้อนจากการลุกไหม้ของวัสดุในห้องจะลอยขึ้นสู่เพดาน เมื่อกระทบเพดานจะไม่มีอ๊อกซิเจน ส่วนบริเวณตอนล่างที่สัมผัสกับอากาศ ก็จะเกิดการสันดาปลุกเป็นเปลวไฟม้วนเคลื่อนไปตามฝ้าเพดาน ในขณะเดียวกันก็แผ่รังสีความร้อนไปยังวัสดุอื่นๆในห้องจนเกิดออกมาเรื่อยๆ โดยมีอุณหภูมิประมาณ 700°c

3. **ช่วงลุกไหม้อย่างฉับพลันไปทั่วของควัน/ไอเชื้อเพลิง** (FLASH OVER)

เป็นช่วงที่ผ่านการลุกไหม้มาแล้วประมาณ 7 – 8 นาที วัสดุเชื้อเพลิงต่างๆในห้องได้คายไอออกมาเป็นปริมาณมากเหมาะสมกับสัดส่วนของออกซิเจน และความร้อนที่มีอยู่แล้วในห้อง ทำให้เกิดการลุกไหม้อย่างฉับพลัน โดยมีอุณหภูมิประมาณ 1000°c และแผ่รังสีความร้อนออกมาประมาณ 25 KW/ m^2 โดยวัสดุเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นควันและไอในห้องจะถูกเผาไหว้เกือบหมด

4. **ช่วงลุกไหม้เต็มที่**

จะมีอุณหภูมิประมาณ 1300°c โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ปริมาณเชื้อเพลิง ความหนาแน่นของเชื้อเพลิง รูปร่างและตำแหน่งที่ตั้งของเชื้อเพลิง ปริมาณอากาศ ลักษณะทางเลขาคณิตของห้อง และคุณสมบัติของสิ่งต่างๆรอบบริเวณนั้น

5. **ช่วงไฟเริ่มมอด**

เมื่อพัฒนาถึงขั้นเต็มที่แล้ว และไม่มีเชื้อเพลิงหรือขาดออกซิเจน ไฟจะค่อยๆดับลง

10.9 ไฟที่คุไหม้

ไฟที่คุไหม้ แบ่งได้ 2 ระยะ คือ

1. **ระยะเริ่มคุไหม้**

หลังจากไฟเริ่มลุกติดเชื้อเพลิงในช่วงแรก ถ้าไฟขาดออกซิเจนหรือเชื้อเพลิงไฟนั้นจะค่อยๆมอดดับลง แต่ถ้ายังมีเชื้อเพลิงและออกซิเจนอยู่ ไฟนั้นจะคงลุกไหม้แบบคุ แต่ยังคงปล่อยความร้อนออกมาเรื่อยๆ เนื่องจากออกซิเจนเริ่มน้อยลงทำให้อุณหภูมิภายในห้องสูงขึ้นและไอจากสารเชื้อเพลิงจะมีมากขึ้น อุณหภูมิจะอยู่ที่ประมาณ 700°c

2. **การลุกไหม้แบบระเบิดหวนกลับเนื่องจากอากาศวิ่งเข้ามาทำให้ไฟและควันไฟลุกไหม้รุนแรง** (BACK DRAFT)

เมื่ออุณหภูมิภายในห้องสูงขึ้นและไอจากสารเชื้อเพลิงมีจำนวนมาก แต่ยังขาดออกซิเจนซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการลุกไหม้ ดังนั้นเมื่อมีการเปิดประตูหรือเจาะผนัง ทำให้ออกซิเจนกลับเข้าไปภายในได้ และจะเกิดการลุกไหม้อย่างรวดเร็วในระยะเวลาสั้นมาก ซึ่งก็เป็นเสมือนการระเบิดนั่นเอง ซึ่งกรณีที่อากาศหวนกลับไปในห้องทำให้เชื้อเพลิงติดไฟอย่างรวดเร็วอีกครั้ง (back draft) นักผจญเพลิงต้องเห็นความร้ายกาจและต้องระมัดระวังเป็นอย่างมาก

10.10 ระบบป้องกันอัคคีภัย

1.1 เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ

เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ หรือ ถังดับเพลิง ปัจจุบันถูกผลิตขึ้นมาหลากหลายประเภทมากยิ่งขึ้น ซึ่งในแต่ละประเภทก็มีหน้าที่ในการนำไปใช้งานที่แตกต่างกันออกไป ได้แก่

1.1.1 ***ถังดับเพลิงสีแดง*** เป็นถังดับเพลงที่พบกันบ่อยที่สุดในปัจจุบัน ถังดับเพลิงสีแดง เป็นถังดับเพลิงที่บรรจุแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Co_2) ไว้ภายใน ใช้ในการดับเพลิงที่เกิดขึ้นภายในตัวอาคาร น้ำยาดับเพลิง เป็นน้ำแข็งแห้ง ที่บรรจุไว้ในถัง ที่ทนแรงดันสูง ประมาณ 1800 PSI ที่ปลายสายฉีด จะมีลักษณะเป็นกระบอกหรือกรวย เวลาฉีด ลักษณะน้ำยาที่ออกมาจะเป็นหมอกหิมะ ที่ไล่ความร้อน และออกซิเจน เหมาะสำหรับ ใช้ภายในอาคาร คือไฟที่เกิดจากแก๊ส น้ำมัน และไฟฟ้า เครื่องดับเพลิงชนิด Co2 มีหลายขนาดให้เลือกใช้ ได้ตามความต้องการ ตั้งแต่ 5 ปอนด์ 10 ปอนด์ และ 15 ปอนด์

1.1.2 ***ถังดับเพลิงสีเหลือง*** มีลักษณะเป็นถังดับเพลิงชนิดน้ำยาเหลวระเหย BCF Halon 1211 ใช้ดับเพลิงได้ดี โดย คุณสมบัติของสารเคมีคือ มีความเย็นจัด และมีประสิทธิภาพ ทำลายออกซิเจนที่ทำให้ติดไฟ เครื่องดับเพลิง ชนิดฮาลอน เหมาะสำหรับใช้กับสถานที่ ที่ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์สื่อสาร ในอุตสาหกรรมอิเลคโทรนิกส์ เรือ เครื่องบิน และรถถัง น้ำยาชนิดนี้ ไม่ทิ้งคราบสกปรก หลังการดับเพลิงและสามารถใช้ได้หลายครั้ง ข้อเสียของน้ำยาดับเพลิงชนิดนี้คือ มีสาร CFC ที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม เครื่องดับเพลิงฮาล่อน 1211 มีหลายขนาดให้เลือกใช้ได้ตามความต้องการ ตั้งแต่ 5 ปอนด์ 10 ปอนด์ และ 15 ปอนด์

1.1.3 ***ถังดับเพลิงสีเขียว*** เป็นถังดับเพลิงชนิด BF 2000 บรรจุถังสีเขียว น้ำยาเป็นสารเหลวระเหยชนิด BF 2000 (FE 36) สำหรับเครื่องดับเพลิงชนิดหูหิ้ว น้ำยาดับเพลิงชนิดทดแทนถังดับเพลิงสีแดง ได้รับการยอมรับว่าไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สามารถใช้ได้กับไฟชนิด A B และC, BF 2000 (FE 36) ไม่แสดงปฏิกิริยากับวัสดุก่อสร้างโดยทั่วไป เช่น อลูมินั่มสตีล ทองแดง ในระดับอุณหภูมิปกติ เครื่องดับเพลิงชนิด BF 2000 มีหลายขนาด ให้เลือกใช้ได ้ตามความต้องการ ตั้งแต่ 5 ปอนด์ 10 ปอนด์ และ 15 ปอนด์

1.1.4 ***ถังดับเพลิงสีฟ้า*** คือ ภายในมีน้ำยาดับเพลิงสำหรับใช้ทดแทนกลุ่มสาร CFCs สามารถดับเพลิงได้ทุกประเภท (CLASS A,B,C) และรักษาสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าถังแดง มิใช้ดับเพลิงได้เฉพาะยาง จึงสามารถติดตั้งในโรงอาหารได้ดีกว่าถังสีแดง

แนะนำให้มีถังดับเพลิงทุกประเภท

1. ถังสีแดง (หรือ ถังสีเขียว ที่สามารถใช้ในการทดแทนได้) ให้จัดอยู่ส่วนภายในอาคาร คือ บริเวณทางเดินภายใน และตามห้องทำกิจกรรมต่างๆ
2. ถังสีเหลือง ให้จัดอยู่ในส่วนที่มีคอมพิวเตอร์ ได้แก่ ห้องควบคุมระบบ

ห้องที่มีการให้บริการอินเตอร์เน็ตแก่เด็กๆ

3. ถังสีฟ้า ให้จัดอยู่ในส่วนของโรงอาหาร หรือ สถานที่ที่มีการจัดให้บริการในการรับประทานอาหาร

1.2 ระบบควบคุมควันไฟ และ การสกัดควันไฟ

การเกิดเหตุไฟไหม้ เป็นสาเหตุหลักของการเสียชีวิตอาคาร จึงต้องมีระบบที่จะทำให้มีการชะลอการแพร่ของควันไฟ โดยมากจะใช้การอัดอากาศลงไปในจุดที่เป็นทางหนีไฟ, โถงบันได โดยไม่ให้ควันไฟลามเข้าไปในส่วนดังกล่าว เพิ่มระยะเวลาการหนีออกจากอาคาร และมีการดูดควันออกจากตัวอาคารด้วย

1.3 ป้ายแสดงสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ

ได้แก่ ป้ายบอกตำแหน่งอุปกรณ์ดับเพลิง, ป้ายบอกตำแหน่งชั้น และ ทางหนีไฟพร้อมไฟฉุกเฉินตั้งติดตั้งทุกชั้นของอาคาร โดยเฉพาะอาคารสาธารณะที่มีความสูงตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป หรืออาคารที่มีพื้นที่รวมมากกว่า 2000 ตารางเมตร

10.10.1 ข้อกำหนดของหลักการของทางหนีไฟสำหรับการจัดวางผังอาคาร (เกชา ทีระโกเมน. 2542, สถาปัตยกรรมกับการป้องกันอัคคีภัย)

1. ตำแหน่งของบันได ทุกระยะ 60.00 เมตร ต้องมีบันไดหนีไฟอย่างน้อย 2 บันได และอย่างน้อย ½ จะต้องออกสู่ภายนอกอาคารได้โดยตรง
2. ทางหนีไฟ จะต้องถูกปิดล้อมต่อเนื่องจากบนลงล่าง
3. ขนาดของบันได จะต้องเพียงพอสาหรับการอพยพภายใน 1 ชั่วโมง
4. ทางหนีไฟ ต้องมีต่อเนื่องจากชั้นดาดฟ้าจนถึงทางออกชั้นล่างของอาคาร
5. สามารถป้องกันควันไฟได้และต้องไม่มีสิ่งของวางกีดขวางทางเดิน
6. มีป้ายสัญลักษณ์บอกชั้น มีทิศทางการหนีไฟและมีแสงสว่างเพียงพอ
7. ทางหนีไฟต้องมีอย่างน้อย 2 ทาง และ 3 ทางเมื่อมีคนใช้อาคารเกิน 500 คน และ 4 ทางเมื่อมีคนใช้อาคารเกิน 1000 คน
8. ทางเดินภายในอาคารที่ใช้เป็นทางหนีไฟ ต้องปิดล้อมด้วยวัสดุทนไฟอย่างน้อย 1 ชั่วโมง
9. ระยะทางตัน ตามข้อบัญญัติของกรุงเทมหานคร คือ 10 เมตร วัดตามแนวทางเดิน ดังนั้นหากพบว่ามีระยะเกินกว่านี้ จะต้องแบ่งพื้นที่ป้องกันเพื่อให้ระยะทางตันได้ตามกำหนด

10.10.2 เทคนิคการตรวจสอบระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย

ในอดีตที่ผ่านมาเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้และมีคนเสียชีวิต ส่วนใหญ่พบว่าเสียชีวิตจากการออกจากอาคารไม่ได้ เพราะประตูหนีไฟถูกล็อค ทางหนีไฟถูกีดขวาง ทางหนีไฟมีไม่เพียงพอ สับสนในทิศทางการอพยพ ทำให้การหนีไฟทำได้ไม่ทัน จนกระทั่งเกิดการสำลักควันไฟ ขาดอากาศหายใจ จนเป็นเหตุให้เสียชีวิตในที่สุด ประกอบกับอาคารไม่

มีระบบควบคุมควันไฟ ทำให้ควันไฟแพร่กระจายไปยังพื้นที่ข้างเคียง หรือข้ามชั้นไปอย่างรวดเร็ว โดยไปตามแนวดิ่งที่ไม่ปิดกั้นด้วยวัสดุกันไฟลาม ไม่ว่าจะเป็นบันไดหนีไฟหรือช่องท่องานระบบ

ดังนั้น ทางหนีไฟถือว่าของอาคารเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ จำเป็นต้องมีการออกแบบให้เพียงพอเหมาะสมต่อสภาพการใช้อาคาร ลักษณะของผู้ใช้อาคาร เจ้าของอาคารต้องมีการดูแลรักษาอาคารและบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบความปลอดภัยให้มีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา

10.10.3 การตรวจสอบส่วนประกอบของเส้นทางหนีไฟ

1. **ประตูหนีไฟ** การตรวจสอบประตูหนีไฟ ต้องตรวจสอบถึงคุณสมบัติต่างๆของประตู ขนาดความกว้างของประตู ทิศทางการผลักประตู การดึงปิดประตู อุปสรรคสิ่งกีดขวางการเข้าถึงประตู ระดับพื้นหน้าประตู โดยต้องมีรายละเอียดดังนี้

1.1) ประตูต้องมีคุณสมบัติในการทนไฟโดยไม่มีการสูญเสียรูปทรงและไม่ ส่งความร้อนสูงเกินไป และต้องผ่านการทดสอบให้ได้มาตรฐาน จากหน่วยงานหรือสถาบันที่เป็นที่ยอมรับและเชื่อถือได้

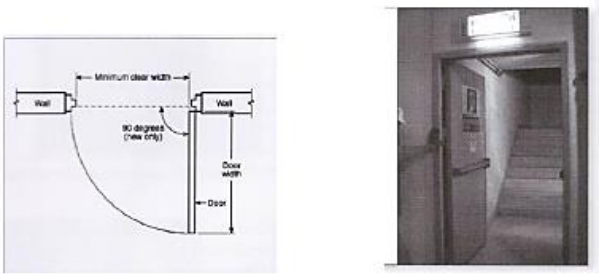
1.2) ต้องมีคุณลักษณะที่สามารถใช้งานได้โดยสะดวก ไม่ติดขัด ไม่มีการปิด ล็อคและพร้อมใช้งานได้ตลอดเวลาจากผู้ใช้อาคารที่อยู่ภายในห้องในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน เพื่ออพยพไปสู่พื้นที่ปลอดภัยได้โดยเร็วที่สุด ประตูต้องมีลักษณะหรือมีเครื่องหมายแสดงลักษณะให้แตกต่างจากส่วนของผนังอย่างชัดเจน

1.3) ประตูหนีไฟ ต้องมีอุปกรณ์ช่วยบังคับให้ประตูปิดสนิทตลอดเวลา (door closer) เพื่อป้องกันควันไฟและความร้อนลามเข้ามาในพื้นที่ที่ป้องกัน

1.4) ประตูต้องผลักไปในทิศทางการหนีไฟและเปิดกว้างได้ไม่น้อยกว่า 90 องศา และไม่กีดขวางเส้นทางอพยพ

1.5) ประตูหนีไฟของอาคารสูง ต้องสามารถเปิดย้อนกลับในทิศทางเดิมได้ (Re entry) หากมีการล็อคประตูจากด้านในหรือกำหนดให้ย้อนกลับได้ ในบางชั้นจะต้องระบุวิธีการเปิดที่สามารถทำได้ทันทีเมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินขึ้น และระบุตำแหน่งชั้นที่สามารถเปิดย้อนกลับได้ให้เห็นอย่างชัดเจนอย่างน้อยทุกๆ 5 ชั้น

1.6) ประตูที่อยู่ในเส้นทางหนีไฟต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 800 มิลลิเมตร และพื้นทั้งสองด้านของบานประตูจะต้องมีระดับเท่ากัน



ภาพที่ 10.4 **ประตูทางหนีไฟต้องสามารถผลักเปิดออกได้กว้างไม่น้อยกว่า 90 องศา**

ที่มา จากคู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคารเพื่อความปลอดภัย (หน้า 178) โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2551

2. **บันไดหนีไฟ** บันไดถือว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการอพยพหนีไฟ บันไดหนีไฟต้องเป็นจุดที่ปลอดภัยจากควันไฟและความร้อน มีสมรรถนะที่ดี สามารถลำเลียงคนออกจากอาคารได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ไม่ลดขนาดลงจนกระทั่งถึงจุดปล่อยออกที่ปลอดภัย บันไดหนีไฟมี 2 ประเภท คือ บันไดหนีไฟภายในอาคารและบันไดหนีไฟภายนอกอาคาร บันไดหนีไฟต้องมีคุณสมบัติดังนี้

2.1) บันไดหนีไฟต้องมีอย่างน้อย 2 ทาง อยู่ห่างกันเกิน 60 เมตร เมื่อวัดระยะตามทางเดิน บันไดในอาคารสูงต้องมีการป้องกันควันไฟในบันไดหนีไฟด้วย

2.2) บันไดหนีไฟในอาคารสูงต้องพิจารณาตามจานวนผู้ใช้อาคาร ขนาดเส้นทางหนีไฟต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร ขนาดความสูงในเส้นทางหนีไฟต้องไม่น้อยกว่า 2.30 เมตร หากระดับฝ้าต่ำหรือมีอุปกรณ์ใดๆ ที่ยื่นต่ำลงมา ต้องไม่ต่ำกว่า 2.00 เมตร และเมื่อรวมระยะความยาวของส่วนที่ยื่นต่ำลงมาตามแนวเส้นทางหนีไฟแล้วต้องไม่เกิน 1 ใน 3 ของพื้นที่ เพดานเส้นทางหนีไฟนั้นๆ

2.3) บันไดหนีไฟในอาคารสูงต้องปิดล้อมป้องกันภัยจากควันและความร้อนด้วยผนังทนไฟ โดยผนังและประตูหนีไฟต้องมีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง สำหรับอาคารตั้งแต่ 4 ชั้นขึ้นไป (กฎกระทรวงฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535) ส่วนอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น ให้ผนังและประตูหนีไฟมีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง (กฎกระทรวงฉบับที่ 50 พ.ศ. 2540)

2.4) ชานพักของบันได ต้องมีขนาดความกว้างในแนวทิศทางการหนีไฟไม่น้อยกว่าขนาดความกว้างของบันได

2.5) บันไดหนีไฟต้องมีราวจับไม่น้อยกว่า 1 ด้านและมีราวกันตกเพิ่มเติม สำหรับด้านที่ไม่ติดผนังโดยมีความสูงจากระดับพื้นดินมากกว่า 750 มิลลิเมตร

2.6) บันไดหนีไฟต้องไม่มีสิ่งของวางกีดขวางทางเดินหนีไฟ

10.10.4 การตรวจสอบป้ายหรือเครื่องหมายแสดงทางหนีไฟ

ป้ายและเครื่องหมายแสดงทางหนีไฟ เป็นส่วนประกอบสำคัญในเส้นทางหนีไฟ ถือว่าเป็นระบบความปลอดภัยขั้นพื้นฐานที่ทุกอาคารพึงต้องมี ซึ่งกฎหมายควบคุมอาคารที่เกี่ยวกับการป้องกันอัคคีภัย ได้กำหนดให้อาคารหรือสิ่งก่อสร้างที่มีผู้ใช้อาคาร จะต้องแสดงป้ายทางหนีไฟและป้ายต้องมีแสงสว่างสารองฉุกเฉินส่องสว่างให้เห็นป้ายเพื่อนาไปสู่ทางออกได้ตลอดเวลา

ดังนั้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจในแนวทางเดียวกัน ในการจัดทำป้ายเครื่องหมายแสดงทางหนีไฟที่ได้มาตรฐานและเหมาะสม จึงได้มีข้อกำหนดเกี่ยวกับป้ายและเครื่องหมายแสดงทางหนีไฟไว้ ดังนี้

1.) ตลอดเส้นทางหนีไฟ ต้องมีเครื่องหมายโดยใช้ป้ายสัญลักษณ์ที่สามารถมองเห็นได้โดยง่าย ชัดเจน ติดแสดงทิศทางของทางเข้าทางหนีไฟ

2.) ป้ายต้องมีรูปแบบอักษร สัญลักษณ์ ขนาดและสี ที่ได้มาตรฐาน

3.) ป้ายต้องมีไฟแสงสว่างส่องตลอดเวลาทั้งในสภาวะปกติและสภาวะฉุกเฉิน

4.) ป้ายในบันไดหนีไฟต้องบอกชื่อบันได หมายเลขชั้น และจุดปล่อยออกที่ชั้นล่างเป็นอย่างน้อย ตัวอักษรต้องมีขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 10 ซม.

5.) ทดสอบสมรรถนะการทางานของไฟสำรองฉุกเฉินที่ส่องสว่างให้ป้ายต้องไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโม

6.) แผนผังทางหนีไฟและอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย ต้องติดแสดงบริเวณโถงใน อาคารให้เห็นอย่างชัดเจน แผนผังต้องแสดงทางออกอย่างชัดเจนตรงกับหน้างานจริง

7.) มีการบำรุงรักษาป้าย เครื่องหมายแสดงทางหนีไฟเป็นประจำ และอุปกรณ์ สามารถใช้งานได้

8.) รูปแบบป้าย ต้องมีรูปแบบที่ได้มาตรฐาน ดังนี้

8.1 ขนาดตัวอักษร หรือ สัญลักษณ์ ต้องไม่เล็กกว่า 100 มิลลิเมตร ห่างจากขอบ 25 มิลลิเมตร โดยใช้คำว่า **เช่น** FIRE EXIT หรือทางหนีไฟ

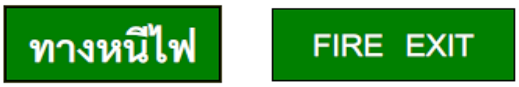
8.2 ตัวอักษรต้องห่างกันอย่างน้อย 10 มิลลิเมตร ความหนาตัวอักษรไม่ น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร ความกว้างตัวอักษรทั่วไป 50 – 60 มิลลิเมตร

8.3 สีของป้ายให้ใช้ตัวอักษรหรือสัญลักษณ์สีขาวบนพื้นสีเขียว พื้นที่สี เขียวต้องมีอย่าง น้อย 50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ป้าย

ใช้แสดงตำแหน่งทางหนีไฟ เช่น ประตูหนีไฟ

ใช้แสดงทิศทางการหนีไฟ ใช้ประกอบควบคู่กับสัญลักษณ์

ใช้แสดงว่าไม่ใช่ประตูทางหนีไฟ



ป้ายบอกทางหนีไฟ

ภาพที่ 10.5 มาตรฐานของการแสดงเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์และขนาดตัวอักษร

ที่มา จากคู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคารเพื่อความปลอดภัย (หน้า 199)
โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2551

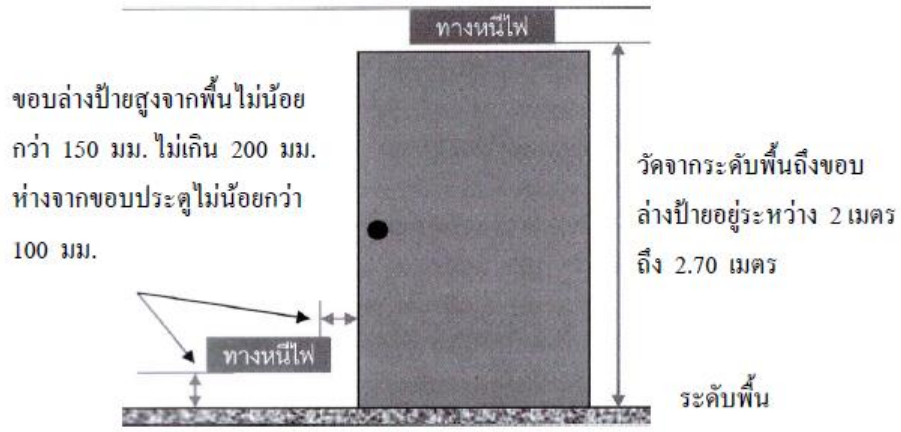
9.) ตำแหน่งการติดตั้งป้าย

9.1 ต้องติดตั้งเหนือประตูทางออกจากห้องที่มีคนเกิน 50 คน

9.2 ต้องติดตั้งเหนือประตูที่อยู่บนทางเดินไปสู่ทางหนีไฟทุกบาน

9.3 ป้ายทางออกบน สูงจากพื้นระหว่าง 2.0 - 2.7 เมตร

9.4 ป้ายทางออกล่าง ขอบล่างสูง 15 เซนติเมตร ไม่เกิน 20 เซนติเมตร ขอบป้ายห่างจากขอบประตูไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร



ภาพที่ 10.6 แสดงตำแหน่งการติดตั้งป้ายทางหนีไฟ

ที่มา จากคู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคารเพื่อความปลอดภัย (หน้า 200)
โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2551

10.) ป้ายแผนผังของอาคาร

10.1 ต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ชัดเจน เข้าถึงได้ง่ายบนพื้นที่ส่วนกลาง และมี รายละเอียดอย่างน้อย คือ แสดงแปลนห้องต่างๆ ในชั้นนั้นๆ บันไดทุกแห่ง ตำแหน่ง อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ ตำแหน่งอุปกรณ์ ดับเพลิง และแสดงเส้นทางอพยพในชั้นนั้นๆ

10.2 แผนผังต้องสามารถอ่านได้ในระยะประมาณ 1 เมตร ต้องมี ขนาดไม่เล็กกว่า 250 x 250 มิลลิเมตร สีพื้นของแผนผังต้องแตกต่างจากสีของผนังบริเวณที่ติดตั้ง และต่างจากสีรายละเอียดที่แสดงในแผนผัง ติดตั้งสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางป้ายอย่างน้อย 1.2 เมตร ไม่เกิน 1.6 เมตร

10.10.5 การตรวจสอบระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

การเกิดเพลิงไหม้ในอาคารอาจนำมาซึ่งความสูญเสียมากมายทั้งชีวิตและทรัพย์สินส่วนใหญ่ความสูญเสียที่มีขึ้นเกิดจากผู้ใช้อาคารอพยพออกจากอาคารไม่ทัน เนื่องจากไม่ทราบว่ามีเหตุเพลิงไหม้หรือทราบแล้วแต่ก็สายเกินไป ดังนั้นการมีระบบสัญญาณแจ้งเหตุที่ถูกต้องสมบูรณ์จะช่วยเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้ใช้อาคารได้เป็นอย่างดี

ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้จะทำหน้าที่ในการรับสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ต่างๆ ที่ติดตั้งภายในอาคาร เช่น อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน อุปกรณ์การตรวจจับการไหลของน้ำในเส้นท่อ (จะมีใช้กับอาคารที่ติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง) และอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ โดยแผงควบคุมระบบจะประมวลผลและสั่งการให้สัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงานพร้อมทั้งสั่งระบบความปลอดภัยอื่นๆ ทางานด้วย

หน้าที่ของอุปกรณ์แจ้งเหตุชนิดต่าง ๆ

1.) อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ (smoke detector) เป็นอุปกรณ์ในการตรวจจับอนุภาคควันไฟที่เกิดจากการเผาไหม้ของวัตถุ ปกติระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ มักจะติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟเป็นหลัก เพื่อป้องกันชีวิต เนื่องจากสามารถตรวจจับเพลิงไหม้ได้รวดเร็ว กว่าการตรวจจับความร้อน ประเภทของอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟมี ดังนี้

1.1 อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดจุด จะติดตั้งในระดับความสูงไม่เกิน 10.5 เมตร ส่วนใหญ่จะติดตั้งบนฝ้าเพดาน ซึ่งมีระยะห่างจากฝ้าเพดานอยู่ระหว่าง 2.5 ถึง 2.7 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ไม่เกิน 9 เมตร และมีระยะห่างระหว่าง อุปกรณ์ตรวจจับ ถึงผนังห้องต้องไม่เกิน 4.5 เมตร เพื่อให้รัศมีการตรวจจับครอบคลุม

1.2 อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดลำแสง จะติดตั้งในระดับความสูงไม่เกิน 25 เมตร กรณีฝ้าเพดานหรือหลังคาที่มีความสูงเกิน 25 เมตร ควรติตั้งอุปกรณ์ชนิดนี้หลายระดับ ส่วนใหญ่จะติดตั้งอุปกรณ์ชนิดนี้บนฝ้าเพดานที่เป็นโถงเปิดโล่งโดยให้มีความห่างจากฝ้าเพดานหรือหลังคาระหว่าง 30 ถึง 75 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ไม่เกิน 14 เมตร

ภาพที่ 10.7 อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดต่างๆ

ที่มา จากคู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคารเพื่อความปลอดภัย (หน้า 246) โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2551

1.3 อุปกรณ์ตรวจจับควันสำหรับท่อส่งลม กรณีอาคารมีการติดตั้งระบบปรับอากาศแบบศูนย์กลาง โดยการส่งลมไปตามท่อไปยังส่วนต่างๆของอาคาร ซึ่งควันไฟมีโอกาสเข้าไปในท่อส่งลมเย็นและแพร่กระจายเข้าไปในส่วนต่างๆ ของอาคารได้ อาคารจึงควรมีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันในท่อส่งลมด้วย เพื่อให้สามารถตัดระบบการทางานของเครื่องปรับอากาศ เมื่อมีการตรวจจับพบควันไฟในท่อส่งลม

ภาพที่ 10.8 อุปกรณ์ตรวจจับควันสำหรับท่อส่งลม

ที่มา จากคู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคารเพื่อความปลอดภัย (หน้า 246) โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชปถัมภ์, 2551

2.) อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (heat detector) เป็นอุปกรณ์ในการตรวจจับความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของวัตถุ เป็นสาเหตุให้อุณหภูมิบริเวณนั้นสูงขึ้น อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสามารถตรวจจับการเกิดเพลิงไหม้ที่ให้ความร้อนสูงและมีควันน้อยได้อย่างรวดเร็วกว่าอุปกรณ์ตรวจจับควัน อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ไม่ถือว่าเป็นอุปกรณ์ตรวจจับเพื่อป้องกันชีวิต ในการติดตั้งใช้เป็นการป้องกันทรัพย์สินเท่านั้น หรือในบางครั้งใช้ติดตั้งเพิ่มเติมจากอุปกรณ์ตรวจจับควัน เพื่อเพิ่มการป้องกัน แต่ใช้แทนอุปกรณ์ตรวจจับควันไม่ได้ โดยเฉพาะห้ามติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแทนอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟในพื้นที่เส้นทางหนีไฟ เนื่องจากอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนต้องติดตั้งในที่ซึ่งสามารถตรวจจับเพลิงไหม้ได้ง่ายและรวดเร็ว เพราะว่าอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนจะทำงานต่อเมื่อมีความร้อนลอยตัวจากจุดต้นเพลิงไปถึงอุปกรณ์ตรวจจับ การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนมีลักษณะการติดตั้ง ดังนี้

2.1 ควรติดตั้งในระดับความสูงไม่เกิน 4 เมตร ส่วนใหญ่จะติดตั้งบนฝ้าเพดานซึ่งมีระยะห่างจากฝ้าเพดานอยู่ระหว่าง 1.5 ถึง 10 เซนติเมตร

2.2 ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแต่ละตัวไม่เกิน 7.2 เมตรและมีระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับถึงผนังห้องต้องไม่เกิน 3.6 เมตร เพื่อให้รัศมีการตรวจจับครอบคลุม

2.3 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนต้องติดตั้งห่างจากหัวจ่ายลมไม่น้อยกว่า 40 เซนติเมตร เนื่องจากหัวจ่ายลมจะเบี่ยงเบนทิศทางความร้อนออกจากอุปกรณ์ตรวจจับ ทำให้อุณหภูมิของอากาศที่มาถึงตัวตรวจจับลดลงจนไม่สามารถใช้งานได้

ภาพที่ 10.9 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนประเภทต่างๆ ปัจจุบันมีรูปแบบใกล้เคียงกับอุปกรณ์ตรวจจับควัน

ที่มา จากคู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคารเพื่อความปลอดภัย (หน้า 247) โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2551

3.) อุปกรณ์ตรวจจับการไหลในเส้นท่อ (flow switch) อุปกรณ์ตรวจจับการไหลในเส้นท่อ เป็นอุปกรณ์ที่อยู่ในระบบดับเพลิงด้วยน้ำ ทำหน้าที่ส่งสัญญาณมายังแผงควบคุมระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ในกรณีที่อุปกรณ์ตรวจพบว่ามีการไหลในเส้นท่ออันเกิดจากหัวกระจายน้ำดับเพลิงทำงาน หรือมีการใช้สายฉีดน้ำดับเพลิง การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการไหลในเส้นท่อ จะติดตั้งอยู่ก่อนวาล์วทดสอบระบบน้ำดับเพลิงด้วยน้ำ

4.) อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานโดยอาศัยการกระตุ้นของบุคคล มีลักษณะเป็นสวิทช์ไฟฟ้า อุปกรณ์การแจ้งเหตุด้วยมือ ควรมีเครื่องหมายแสดงให้มองเห็นและเข้าใจได้โดยง่าย ติดตั้งในตำแหน่งที่เห็นชัดเจน บริเวณเส้นทางเข้าออกอาคาร และที่ทางหนีไฟของอาคาร การติดตั้งต้องสามารถเข้าถึงได้โดยสะดวก จุดที่ติดตั้งต้องอยู่สูงจากพื้นระหว่าง 1.3 ถึง 1.5 เมตร การปรับตั้งใหม่ (reset) จะทำได้ ต่อเมื่อมีเครื่องมือประกอบ เช่น กุญแจ หรือประแจ ไม่สามารถปรับตั้งได้ด้วยมือเปล่า

ภาพที่ 10.10 **อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ด้วยมือแบบต่างๆ**

ที่มา จากคู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคารเพื่อความปลอดภัย (หน้า 248) โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2551

5.) อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยแจ้งเตือนภัยให้ผู้ใช้อาคารได้รับทราบเหตุ โดยต้องทำให้ผู้ใช้อาคารได้รับทราบอย่างทั่วถึงและรวดเร็ว เพื่อจะได้มีเวลาดับเพลิงและอพยพหนีไฟออกจากอาคารได้ทันการณ์ อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

5.1 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยเสียง เช่น กระดิ่ง หวูด ไซเรน และลำ โพง โดย สัญญาณเสียงต้องมีความดังกว่าเสียงแวดล้อม โดยเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 15 เดซิเบล และความดังของเสียง ณ จุดใดๆ ต้องไม่น้อยกว่า 65 เดซิเบลและไม่เกิน 120 เดซิเบล การติดตั้งสัญญาณเสียงควรติดที่ผนังมีความสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 2.3 เมตร และห่างจากเพดานไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร

ภาพที่ 10.11 อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ด้วยเสียงแบบต่างๆ

ที่มา จากคู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคารเพื่อความปลอดภัย (หน้า 249) โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2551

5.2 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยแสง เป็นอุปกรณ์ส่งสัญญาณเตือนด้วยแสง กระพริบ วับวาบ มีความสว่างเพียงพอที่จะกระตุ้นให้ผู้อยู่ในอาคารรับทราบเหตุ บริเวณจุดติดตั้ง คือบริเวณที่มีเสียงแวดล้อมดังมากกว่า 95 เดซิเบล สำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการ ได้ยิน การใช้แสงกระพริบควรใช้สีขาวกระพริบด้วยอัตรา 1 ถึง 2 ครั้งต่อวินาที การ ติดตั้งสัญญาณแสง ควรติดในที่มองเห็นชัดเจนครอบคลุมทุกพื้นที่ ระยะห่างของ อุปกรณ์ขึ้นอยู่กับความเข้มของแสง แต่ต้องไม่เกินระยะ 30 เมตร

ภาพที่ 10.12 อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ด้วยแสงแบบต่างๆ

ที่มา จากคู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคารเพื่อความปลอดภัย (หน้า 250) โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2551

10.10.6 การตรวจสอบระบบการติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิง

ระบบอุปกรณ์ดับเพลิงที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องเป็นระบบที่ได้มาตรฐาน มีความมั่นคงแข็งแรง ติดตั้งอยู่ในที่มองเห็นได้ชัดเจน ไม่มีสิ่งปิดบังและสิ่งกีดขวาง ควรมีป้ายสัญลักษณ์หรือป้ายบอก ระบบอุปกรณ์ดับเพลิงที่สำคัญๆ ประกอบด้วย

1. หัวรับน้ำดับเพลิง (fire department connection) ต้องมีวาล์วกันกลับ (check valve) หัวข้อต่อสาหรับรับน้ำจากสายส่งน้ำดับเพลิงเป็นชนิดข้อต่อสวมเร็ว (quick coupling) แบบตัวเมียขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้วครึ่ง มีฝาครบป้องกันพร้อมโซ่คล้อง ติดตั้งในตำแหน่งที่สามารถนาสายส่งน้ำดับเพลิงส่งน้ำเข้าได้ง่าย สะดวก ไม่มีสิ่งกีดขวาง มีป้ายติดตั้งขนาดตัวอักษรไม่เล็กกว่า 2 นิ้ว ข้อความว่า **หัวรับน้ำดับเพลิง** และเพิ่มป้ายบอกเมื่อรับน้ำแล้วส่งไปที่

ใด เช่น เข้าบ่อพักหรือถังเก็บน้ำ เข้าระบบท่อยืน (stand pipe systems) หรือระบบหัวจ่ายน้ำอัตโนมัติ (automatic sprinkler systems) เป็นต้น

2. หัวดับเพลิง (out-let department connection) ต้องมีวาล์วปิด-เปิด (valve) หัวข้อต่อสาหรับจ่ายน้ำดับเพลิงเป็นชนิดข้อต่อสวมเร็ว (quick coupling) แบบตัวเมีย (female instantaneous coupling) ขนาดส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้วครึ่ง

3. ถังดับเพลิง การติดตั้งถังดับเพลิงควรติดตั้งให้มีระยะห่างกันไม่เกิน 45 เมตร สูงจากพื้นไม่เกิน 1.40 เมตร ขนาดถังที่เหมาะต่อการหิ้วเคลื่อนย้าย ควรมีความจุที่ 10 ถึง 20 ปอนด์ มีป้ายสัญลักษณ์บอก ชนิดของถังดับเพลิงต้องมีความเหมาะสมกับวัสดุ ที่ดับในแต่ละพื้นที่

4. ตู้สายน้ำดับเพลิง (fire hose cabinet) การติดตั้งต้องมีระยะห่างระหว่างตู้ไม่ เกิน 64 เมตร มี สายน้ำดับเพลิง (fire hose) มีวาล์วการปิด –เปิดด้วยมือหรืออัตโนมัติ หัวฉีดน้ำ ที่สามารถปรับเป็นลำ เป็นฝอย และเป็นม่านได้ (jet-spray-stream) มีป้าย สัญลักษณ์ ตู้ดับเพลิงมี 2 แบบ คือ

4.1) แบบสายส่งน้ำดับเพลิงชนิดสายยางแบบล้อหมุน (fire hose rell) มี ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ความยาว 30 เมตร

ภาพที่ 10.13 อุปกรณ์ดับเพลิงชนิดสายยางแบบล้อหมุน (fire hose rell)

ที่มา จากคู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคารเพื่อความปลอดภัย (หน้า 257) โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2551

4.2) แบบสายส่งน้ำดับเพลิงชนิดสายผ้าใบแบบพับ (fire hose rack) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ความยาว 30 เมตร

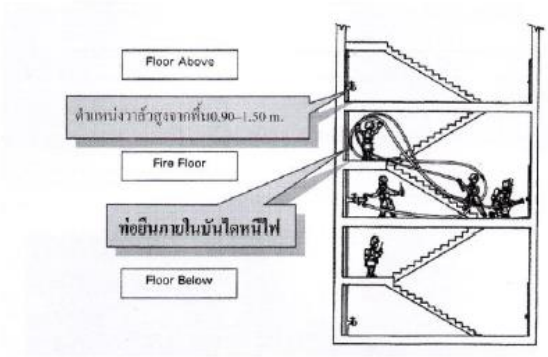
ภาพที่ 10.14 อุปกรณ์ดับเพลิงชนิดสายผ้าใบแบบพับ (fire hose rack)

ที่มา จากคู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคารเพื่อความปลอดภัย (หน้า 258) โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2551

5. ระบบท่อยืน (ท่อน้ำดับเพลิง) อาคารสูงและอาคารใหญ่พิเศษที่ก่อสร้างหลังการบังคับใช้กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ต้ องมีระบบท่อยืนแบบท่อเปียก ท่อยืนต้องเป็นโลหะผิวเรียบ ที่สามารถทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.2 Mpa. โดยท่อดังกล่าวต้องทำด้วยสีแดง ติดตั้งแต่ชั้นล่างสุดจนถึงชั้นสูงสุดของอาคาร ระบบท่อยืนทั้งหมด ต้องต่อเข้ากับท่อประทานส่งน้ำและระบบส่งน้ำจากแหล่งจ่ายน้ำของอาคาร และจากหัวรับน้ำดับเพลิงนอกอาคาร

ภาพที่ 10.15 หัวรับน้ำดับเพลิงนออกอาคาร

ที่มา จากคู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคารเพื่อความปลอดภัย (หน้า 258) โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2551



ภาพที่ 10.16 ท่อน้ำดับเพลิงชนิดท่อยืนภายในอาคาร ทางบันไดหนีไฟ

ที่มา จากคู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคารเพื่อความปลอดภัย (หน้า 260) โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2551

10.11 แผนการรณรงค์ป้องกันอัคคีภัย

แผนการรณรงค์ป้องกัน เป็นแผนที่จัดทำ ขึ้นเพื่อป้องกันการเกิดอัคคีภัยในสถาน-ประกอบการ และเป็นการสร้างความสนใจ รวมทั้งส่งเสริมในเรื่องของการป้องกันอัคคีภัยให้เกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานทุกคนทุกระดับในสถานประกอบการ

หลักการจัดทำ แผนการรณรงค์ป้องกันอัคคีภัย

1. กำหนดบุคคลผู้รับผิดชอบในการจัดการรณรงค์
2. กำหนดเรื่อง หรือหัวข้อที่จะทำ การรณรงค์ ได้แก่
   - องค์ประกอบของการเกิดเพลิงไหม้
   - การจัดเก็บวัสดุไวไฟ
   - การลดการสูบบุหรี่
   - ผลที่เกิดขึ้นจากอัคคีภัย
   - การทำ ความสะอาด
3. เลือกวิธีการหรือรูปแบบการรณรงค์ที่เหมาะสม เช่น
   - การประกวด
   - การจัดทำ โปสเตอร์ และป้ายต่าง ๆ
   - การจัดนิทรรศการ
   - การใช้สื่อต่าง ๆ
4. กำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการรณรงค์
5. กำหนดบุคคลหรือกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการรณรงค์
6. ประเมินผลจากการรณรงค์ทุกครั้ง

10.12 มาตรการการป้องกันและระงับอัคคีภัย

เพื่อให้ชีวิตและทรัพย์สินทั้งหมดในสถานประกอบการมีความปลอดภัยจากอัคคีภัยควรได้มีการกำหนดมาตรการการป้องกันและระงับอัคคีภัย ดังนี้

1. จัดให้มีระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย ทั้งด้านการจัดอุปกรณ์ดับเพลิง การเก็บรักษาวัตถุไวไฟและวัตถุระเบิด การกำ จัดของเสียที่ติดไฟง่าย การป้องกันฟ้าผ่า การติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ การจัดทำ ทางหนีไฟ รวมถึงการก่อสร้างอาคารที่มีระบบป้องกันอัคคีภัย

2. จัดให้มีแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย ทั้งในด้านการตรวจตรา การอบรม การรณรงค์ป้องกันอัคคีภัย การดับเพลิง การอพยพหนีไฟ การบรรเทาทุกข์ และการปฏิรูปฟื้นฟูเมื่อเกิดอัคคีภัยขึ้นแล้ว

3. จัดให้มีช่องทางผ่านสู่ทางออกตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

4. สำ หรับบริเวณที่มีเครื่องจักรติดตั้งอยู่ หรือมีกองวัตถุสิ่งของ หรือผนัง หรือสิ่งอื่นนั้นต้องจัดให้มีช่องทางผ่านสู่ทางออก ซึ่งมีความกว้างตามมาตรฐานกฎหมายกำหนด

5. จัดให้มีทางออกทุกส่วนงาน อย่างน้อยสองทางที่สามารถอพยพพนักงานทั้งหมดออกจากบริเวณที่ทำ งานโดยออกสู่ทางออกสุดท้ายได้ภายในเวลาไม่เกินห้านาทีอย่างปลอดภัย

6. ทางออกสุดท้าย ซึ่งเป็นทางที่ไปสู่บริเวณที่ปลอดภัย เช่น ถนน สนาม ฯลฯ

7. ประตูที่ใช้ในเส้นทางหนีไฟได้ติดตั้งในจุดที่เห็นชัดเจนโดยไม่มีสิ่งกีดขวาง

8. ประตูที่ใช้ในเส้นทางหนีไฟเป็นชนิดที่เปิดเข้า ออกได้ทั้งชนิดหนึ่งด้านและสองด้าน

9. ประตูที่ใช้ในเส้นทางหนีไฟเป็นประตูที่เปิดออกภายนอก โดยไม่มีการผูกปิดหรือล่ามโซ่ในขณะปฏิบัติงาน

10. จัดวัตถุที่เมื่อรวมกันแล้วจะเกิดการลุกไหม้ โดยแยกเก็บมิให้มีการปะปนกัน

11. จัดให้มีเส้นทางหนีไฟที่ปราศจากจุดที่พนักงานทำ งาน ในแต่ละหน่วยงานไปสู่สถานที่ที่ปลอดภัย

12. จัดให้มีอุปกรณ์ดับเพลิงแบบมือถือ และระบบน้ำดับเพลิงพร้อมอุปกรณ์ประกอบ

13. จัดเตรียมน้ำสำ รองไว้ใช้ในการดับเพลิง

14. ข้อต่อ สายส่งน้ำดับเพลิงเข้าอาคาร และภายในอาคารเป็นแบบเดียว หรือขนาดเท่ากันกับที่ใช้ในหน่วยดับเพลิงของทางราชการ

15. สายส่งน้ำดับเพลิงมีความยาว หรือต่อกันได้ความยาวที่เพียงพอจะควบคุมบริเวณที่เกิดเพลิงได้

16. ระบบการส่งน้ำ ที่เก็บกักน้ำ ปั๊มน้ำ และการติดตั้ง ได้รับการตรวจสอบและรับรองจากวิศวกรโยธาและมีการป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายเมื่อเกิดเพลิงไหม้

17. จัดให้มีเครื่องดับเพลิงแบบมือถือที่ใช้สารเคมีดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ หรือฮารอน หรือผงเคมีแห้ง หรือสารเคมีดับเพลิงที่สามารถดับเพลิงประเภท A B C และ D

18. มีการซ่อมบำรุง และตรวจตราให้มีสารเคมีที่ใช้ในการดับเพลิงตามปริมาตรที่กำหนดตามชนิดของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ

19. จัดให้มีการตรวจสอบสภาพของเครื่องดับเพลิงไม่น้อยกว่าหกเดือนต่อหนึ่งครั้ง

20. จัดให้มีการตรวจสอบการติดตั้งให้อยู่ในสภาพที่ดีอยู่เสมอ

21. จัดติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงในที่เห็นได้ชัดเจน และสามารถหยิบใช้งานได้สะดวกโดยไม่มีสิ่งกีดขวาง

22. ให้มีการดูแลรักษาอุปกรณ์ดับเพลิง และการตรวจสอบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีอย่างน้อยเดือนละหนึ่งครั้ง หรือตามระยะเวลาที่ผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นกำหนด

23. จัดให้พนักงานเข้ารับการฝึกอบรมการดับเพลิงขั้นต้นจากหน่วยงานที่ทางราชการกำ หนดหรือยอมรับ

24. จัดให้พนักงานที่ทำ หน้าที่ดับเพลิงโดยเฉพาะอยู่ตลอดเวลาที่มีการทำ งาน

25. จัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่ใช้ในการดับเพลิง และการฝึกซ้อมดับเพลิงโดยเฉพาะ เช่น เสื้อผ้า รองเท้า ถุงมือ หมวก หน้ากากป้องกันความร้อนหรือควันพิษ เป็นต้นไว้เพื่อให้พนักงานใช้ในการดับเพลิง

26. ป้องกันอัคคีภัยที่เกิดจากการแผ่รังสี การนำ หรือการพาความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนสูงไปสู่วัสดุที่ติดไฟได้ง่าย เช่น จัดทำ ฉนวนหุ้มหรือปิดกั้น

27. ป้องกันอัคคีภัยจากการทำ งานที่เกิดการเสียดสี เสียดทานของเครื่องจักร เครื่องมือ ที่เกิดประกายไฟหรือความร้อนสูงที่อาจทำ ให้เกิดการลุกไหม้ เช่น การซ่อมบำ รุง หรือหยุดพักการใช้งาน

28. มีการจัดแยกเก็บวัตถุไวไฟ หรือวัตถุระเบิดรวมตลอดถึงวัตถุที่เมื่ออยู่รวมกันแล้ว จะเกิดปฏิกิริยา หรือการหมักหมมทำ ให้กลายเป็นวัตถุไวไฟ หรือวัตถุระเบิดมิให้ปะปนกัน และเก็บในห้องที่มีผนังทนไฟ และประตูทนไฟที่ปิดได้เอง และปิดกุญแจทุกครั้งเมื่อไม่มีการปฏิบัติงานในห้องนั้นแล้ว

29. วัตถุที่ไวต่อการทำ ปฏิกิริยาแล้วเกิดการลุกได้นั้น ได้มีการจัดแยกเก็บไว้ต่างหาก โดยอยู่ห่างจากอาคารและวัตถุติดไฟในระยะที่ปลอดภัย

30. ควบคุมมิให้เกิดการรั่วไหลหรือการระเหยของวัตถุไวไฟ หรือวัตถุระเบิดที่จะเป็นสาเหตุให้เกิดการติดไฟ

31. มีการจัดทำ ป้าย “ห้ามสูบบุหรี่” บริเวณห้องเก็บวัตถุไวไฟ

32. จัดให้มีการกำ จัดของเสียโดยการเผาในเตาที่ออกแบบสำ หรับการเผาโดยเฉพาะในที่โล่งแจ้ง โดยห่างจากที่พนักงานทำ งานในระยะที่ปลอดภัย

33. จัดให้มีสายล่อฟ้า เพื่อป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า

34. จัดให้มีระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ชนิดเปล่งเสียง ให้พนักงานที่ทำ งานอยู่ภายในอาคารได้ยินทั่วถึง

35. มีการทดสอบประสิทธิภาพในการทำ งานของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้อย่างน้อยเดือนละหนึ่งครั้ง

36. จัดให้มีกลุ่มพนักงานเพื่อทำ งานที่เกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย และมีผู้อำ นวยการป้องกันและระงับอัคคีภัยเป็นผู้อำ นวยการในการดำ เนินงานทั้งระบบประจำ อยู่ตลอดเวลา

37. จัดให้ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัยเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย การใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการดับเพลิง การปฐมพยาบาล และการช่วยเหลือกรณีฉุกเฉิน

38. จัดให้มีการฝึกซ้อมอพยพพนักงานออกจากอาคารไปตามเส้นทางหนีไฟ

39. จัดให้มีการฝึกซ้อมดับเพลิง และฝึกซ้อมหนีไฟอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง

แบบฝึกหักทบทวนท้ายบทที่ 10 อันตรายจากอัคคีภัยและการป้องกัน

1. องค์ประกอบของไฟ มีอะไรบ้าง อธิบายมาพอสังเขป
2. Flammability Limits คืออะไร
3. อธิบายการแบ่งประเภทของไฟ ตามมาตรฐาน NFPA -10 มีกี่ประเภท
4. การพัฒนาของไฟ มีขั้นตอนการเกิดอย่างไร
5. สารที่เกิดจากการเกิดอัคคีภัยที่สำคัญๆมีอะไรบ้าง และมีผลอย่างไร
6. ข้อกำหนดหลักการของทางหนีไฟของผังอาคาร ประกอบด้วยอะไรบ้าง
7. มาตรการ การป้องกันและระงับอัคคีภัย ควรมีอะไรบ้าง