مجلة السلامة العربية

ARABIAN SAFETY MAGAZINE | العـدد السـابع والعشـرون | أبريل 2023

ملف العدد

السلامة من الحرائق
المـواد المستخـدمـة
في إطفـاء الحرائـق
(الخصائص والاستخدامات)

الدليل التشغيلي
لمسابقـة السلامة العربية
النسخـة الثالثـة 2023

أكواد السلامة العالمية
السلامـة في ماكينـات
الصناعـة NFPA 79

تكنولوجيا السلامة
استخدام الذكاء الاصطناعي
لتحديد خطـورة الإصابات

السلامة في رمضان

السلامة في الصيام والإجراءات
الوقائية الواجب اتباعها للوقاية
من الأمراض والحوادث المهنية

السلامة الصناعية
1: تصاريح العمل ودورها في الحد
من المخاطر بالمنشآت الصناعية

السلامة من الحرائق

المواد المستخدمة في إطفاء الحرائق

(الخصائص والاستخدامات)

المواد المستخدمة لإطفاء الحرائق كثيرة ومتعددة، كلٌّ منها يستعمل لإطفاء نوعٍ من الحرائق، وبما يتناسب مع مكونات الحريق وخصائصه ومميزاته, فقد نجد بعض مواد الإطفاء مناسبةً لإطفاء عدَّة أصناف من الحرائق؛ لما تمتاز به هذه المواد من خصائص مشتركة، وكفاءة وقدرة عالية في السيطرة على الحريق، ومنع انتشاره, وعند اكتشاف سلبيات بعض المواد يتمُّ تحسينها، وإضافة بعض المكونات، أو جعلها مستخدمةً لإطفاء حرائق محدودة، وأهم عاملٍ في إيجاد تنوُّع لمواد الإطفاء هو إيجاد مواد ووسائل إطفاء آمنة، وبما يتناسب مع التطوُّر والحاجة والضرورة التي أدَّت مع مرور السنين، ومواكبة التطورات إلى تنوُّع مواد ووسائل الإطفاء, أتت تدريجيًّا وما زالت في تقدُّم وتحسين وتطور لإيجاد أفضل المواد كفاءة وفاعلية, كل مادة مُخصَّصة لإطفاء صنفٍ أو أكثر من أصناف الحرائق، وحسب التأثيرات والتفاعلات أثناء عملية إطفاء الحريق، وتغطيته بمواد الإطفاء على نوعية الاشتعال، ومدى نجاح عملية الإخماد دون تأثيرات سلبية، ومردودات عكسية مُتمثِّلة في تفاعلات جديدة، أو ترسُّبات وضرر على المواد التي كانت مشتعلةً، وتمَّ إطفاؤها، ومن ثَمَّ تلقت تأثيرات وضررًا من جرَّاء تلقِّيها مواد الإطفاء، إضافةً إلى تأثير النار عليها.

ومن هذا المنطلق تمَّ التفريق بين مواد الإطفاء وفصلها، وتحديد مواد إطفاء خاصة ومناسبة لإطفاء حريقٍ أو صنفٍ معينٍ حسَب مكوناته وملاءمة خصائصه مع مكونات وخصائص مادة الإطفاء, وكلما كان التخصيص في نطاق معين ومحدود، كانت النتائج ترتقي إلى طموح الباحثين والمختصين في علم الحريق؛ من حيث القضاء على النار في وقت قياسي، وبدون تأثيرات جانبية؛ لأنَّ بعض المواد لها تأثيرات سامَّة، ونتائج ضارَّة وسلبية على البشرية نتيجة انبعاث الغازات السامَّة والخانقة والإشعاعات الضارَّة.

ولكي يتم اختيار المادة المناسبة لإطفاء الحرائق، لابد من التعرُّف على مبدأ الإطفاء الملائم لكل حريٍ، والمتمثل في نظرية الإطفاء في معظم الحرائق، وملاءمة مواد ووسائل الإطفاء، وهذا يتمُّ بإزالة أحد العناصر المكونة للاشتعال:

1 إزالة وإبعاد الحرارة Removing The Heat :

بالتبريد، وهي عمليه امتصاص الحرارة من المادة المشتعلة.

2 إزالة الوقود Removing/Stopping The Fuel :

التجويع، ويمكن أن تطبق بعده طرق بتجزئة المادة المشتعلة إلى أجزاء، أو سحب الوقود وإبعاده عن الحريق إلى مناطق آمنة، أو إغلاق مصدر الوقود والغاز.

3 إزالة الأكسجين Removing Oxygen :

الخنق، أي: عزل الأكسجين بتغطية المادة المشتعلة، ومنع وصول الأكسجين.

4 إيقاف سلسلة التفاعل الكيميائية Stop Chemical Chain Reaction :

عن طريق كسر سلسلة التفاعلات الكيميائيَّة في المادة المشتعلة وإيقافها نتيجة حدوث تفاعل كيميائي جديد أثناء عملية إخماد الحريق بإلقاء مواد الإطفاء عليه, فمن المعروف أن جزيئات المادَّة تنقسم إلى أجزاء نشطة, يطلق عليها: الشقوق الطليقة, وهي تتفاعل بدورها مع الجزيئات غير المحترقة, فإذا أمكن مَنْع حدوث هذه التفاعلات, يتمُّ بالتالي إيقاف عملية الاحتراق, أو إبطاؤها بشكلٍ ملحوظٍ, وذلك لأنَّ أبخرة هذه السوائل تقوم بإيقاف نشاط الشقوق الطليقة التي تُسبِّب استمرار الاشتعال، ويكون هذا بالتفاعل الكيميائي معها, من خلال هذه المبادئ، والتي تُسمَّى: (نظرية الإطفاء)، وعلى ضوئها يتمُّ تحديد طريقة وكيفيَّة إخماد أنواع الحرائق، كلًّا على حدة باستخدام المادة المناسبة, ويمكن أن تُطبَّق بإزالة عنصرٍ من عناصر تكوين الاشتعال، أو أكثر من عنصرٍ في آنٍ واحدٍ, هذا ما كان يُعمَل به قبل استخدام مواد الإطفاء الحديثة والجديدة؛ حيث كان الماء هو الوسيلة الوحيدة لإطفاء أيِّ حريقٍ, ولكن رغم أن السوائل المتبخرة لم تلقَ قبولًا كوسائط إطفاء، إلا أن نوعًا من الكيماويات الهيدروكربونية الهالوجينية في صورة غازات مُسَالة قد ظهرت ولاقت نجاحًا وانتشارًا واسعًا، وتُعرَف هذه الوسائط تجاريًّا الآن باسم: (الهالون)، وبدائل الهالونات والمواد النظيفة التي اعتمدت موخرًا على مواد صديقة للبيئة؛ كالمثبطات، وخافضات التوتر السطحي، وبعض المركزات والإضافات المائية، ومواد التبليل والأيروسولات.

الصفات والخصائص التي تمتاز بها
مـواد الإطفـاء النظيفـة

1	احتمالية استنفاد طبقة الأوزون قليلة (يستحسن صفر).
2	احتمالية مخاطر الاحتباس الحراري منخفضة.
3	عديمة التوصيل للتيار الكهربائي.
4	آمنة على البيئة، وغير سامَّة.
5	سريعة التبخُّر والتغطية، ولا تترك أيَّ أثرٍ بعد المكافحة.
6	أن تكون معتمدةً من أحد المختبرات العالمية، أو المنظمات المشرعة لمواد الإطفاء؛ مثل: NFPA، أو غيرها من الجهات المُصدِّقة على مواد الإطفاء.
7	ألَّا تترك أي أثرٍ أو مخلفات بعد المكافحة.
8	كفاءة إطفاء حريق عالية، وفي وقت قياسي.
9	تفاعل كيميائي منخفض، واستقرار تخزين طويل الأجل.
10	غير مؤثرة في تآكل المعادن، وتوافق المواد العالية (معادن، بلاستيك).
11	سُميَّة منخفضة جدًّا.
12	تكلفة التصنيع المعقولة.

الماء (H_2O Water)

يُعتَبر الماء عنصرًا أساسيًّا لجميع الكائنات والمُكوِّنات، وأهم وأكثر المُركَّبات الكيميائية انتشارًا في هذا الكون الفسيح, ويدخل في تكوينات جميع الكائنات الحيَّة, ويوجد الماء نقيًّا وعذبًا ومالحًا, فالماء هو المادة الوحيدة من وسائل الإطفاء الأرخص والأسهل، والمتوفر بشكل واسع في معظم المناطق والأماكن التي من المحتمل أن تحدث فيها حرائق, ورغم التقدُّم التقني في إيجاد واستعمال وسائل جديدة في مجال مكافحة الحرائق، فلا يزال الماء الوسيلة البسيطة والرخيصة والمتيسرة دومًا لإطفاء معظم أنواع الحرائق؛ لأنَّ الماء يمتاز بقدرةٍ تبريديةٍ فائقةٍ وتأثيرٍ إيجابيٍّ بتقليل وامتصاص درجة حرارة المادة المشتعلة.

رقم تسجيل الماء H_2O الأيوباك صيغة كيميائية 7732-18-5 CAS No

تركيبة الماء – Structure Of Water: الماء مُركَّب كيميائي يتكون من عنصرين؛ هما: الهيدروجين والأكسجين, ذرة واحدة أكسجين, وذرَّتان هيدروجين (H2O)، ويحتوي جزيء الماء الواحد على هذه الثلاث ذرات مرتبطة ببعضها، وهذه الذرات المتناهية في الصِّغر هي التي تُكوِّن الجزيئات, وجزيئات الماء بدورها تكون القطرات, ويتكوَّن الماء من أجسامٍ متناهيةٍ في الصِّغر تُسمَّى: (جزيئات)، وقطرة الماء الواحدة تحتوي على الملايين من هذه الجزيئات, وكل جزيء من هذه الجزيئات يتكوَّن من أجسام أصغر تسمى: (ذرات).

ويتواجد الماء في ثلاث حالات: السائلة (ماء)، والغازية (بخار ماء)، والصُّلبة (ثلج), والماء مذيبٌ لمعظم المواد السائلة, يتمدَّد بالحرارة، وينكمش بالبرودة مثل كثيرٍ من السوائل.

الصفات والخواص الكيميائية والفيزيائية للماء Properties Of Water :

الماء مادَّة شفافة، وسائل عديم الطعم واللون والرائحة, ويكون في الحالة السائلة عند درجات الحرارة العادية, وفي الحالة الغازية عند درجة التبخُّر والغليان (100 مئوية), وفي حالة التجمُّد عند درجة صفر مئوية, ودرجة غليانه (100 مئوية), والماء له قدرةٌ عالية لامتصاص الحرارة، وبالتالي التبريد, ويزداد حجم الماء عند تجمُّده، وتنقص كثافته, وله خواص كيميائية؛ مثل: التبخر والتجمد والغليان والحرارة النوعية, وله خواص فيزيائية طبيعية؛ مثل: التوتر السطحي، وخاصية اللُّزوجة، وخاصية النفاذ, وهو جيِّد التوصيل للكهرباء؛ ولهذا يُنصَح بشدة بقطع التيار الكهربائي أولًا قبل القيام بعمليات الإطفاء, وهو مذيبٌ جيدٌ للمواد الأيونية، ويدخل في التفاعلات الكيميائية؛ حيث إنَّ له أهمية قصوى في دورة الحياة؛ كعملية البناء الضوئي, والماء يحتوي على هواء ذائب فيه، وهذه الأجزاء التي يشغلها الهواء الذائب هي ما تشغل بما يذيبه من سكر أو ملح مثلًا, والماء يتفاعل مع الفلزات والفحم.

الخصائص الفيزيائية للماء Physical Characters

1. درجة الحرارة: السَّعة الحرارية للماء تبلغ قيمة السعة الحراريَّة النوعيَّة للماء 4181.3 جول (كغ·كلفن).
2. قابلية التوصيل: موصلٌ جيدٌ نسبيًّا (كلما كان الماء نقيًّا، كان ضعيف التوصيل).
3. اللون والطعم والرائحة: عديم اللون والمذاق والرائحة، وإذا وُجِدَ مذاق ورائحة للماء، فهذا يدلُّ على شوائب مذابة.
4. الكثافة للماء: كثافة مقدارها (1000 كغ/م3 تعادل 1 غ/مل عند الدرجة 4° س).
5. درجة الغليان: 100 درجة.
6. الخاصية الشعرية: للماء قدرة سريان وتحرُّك إلى الأعلى والأسفل.
7. اللُّزوجة للماء: 0,01 (1 Mpas).
8. خاصية النفاذ: الماء يمتاز بخاصية نفاذ فعالة.
9. قابلية الذوبان: يستطيع الماء إذابة الكثير من المواد.
10. الشفافية: عديم اللون.

الحرارة النوعية: هي كمية الحرارة اللَّازمة لرفع غرام واحد من الماء النقي بمقدار درجة حرارة مئوية واحدة.
الحرارة النوعية للماء تساوي (1 كالوري/جم)، بمعنى أنه لرفع حرارة واحد جرام من الماء درجة مئوية واحدة، فإنَّنا نحتاج إلى واحد كالوري, فالحرارة النوعية للماء تساوي (1 كالوري/جم).

الموصليــة الكهربائيــة للمــاء

Electrical Conductivity

هي قدرة السائل أو المحلول - سواء كان ماءً أو غيره - على توصيل ونقل الكهرباء من المصدر إلى السوائل أو عبرها, وترتبط قدرة التوصيل للكهرباء للسوائل بمدى النَّقاوة، وبنسبة تركيز الأملاح المعدنيَّة المُذابة فيها. وهي تتراوح ما بين 1159 (ميكروسيمنس/سم)، وحتى 9065 (ميكروسيمنس/سم) بمعدل 3417,4 (ميكروسيمنس/سم).

الكثافــة:

كثافة الماء عالية، ولكن عند التجمُّد يتمدَّد الماء ويزداد حجمه، فتقل كثافته ويطفو إلى الأعلى كما هو معروفٌ في طبقات الجليد, وتُحدَّد قيمة كثافة الماء حسَب درجة الحرارة والملوحة والضغط, وتبلغ كثافة الماء النقي قيمتها العظمى عند (4 °س), وإذا أخذنا حجمًا مُعيَّنًا من الماء، وقمنا بتبريده، فإنَّ حجمه ينكمش، وبالتالي تزداد كثافته، مثله مثل أي سائل آخر، وتتوقَّف عندما تصل درجة حرارة الماء إلى (4مْ)، وإذا قُمْنا بتبريد الماء أكثر فإنَّ حجمه بدلًا من أن ينكمش، يتمدد وتقل كثافته، وهذا يُفسِّر انفجار عبوات المياه عند تبريدها وتجميدها كون أحجامها تغيَّرت.

درجة الغليان:

درجة الغليان للماء هي 100 درجة مئوية، وتعتمد على الضغط الجوي المحيط، ونسبة المواد المختلطة مع الماء وصفاتها, فعند اختلاط الماء بالمواد القابلة للانحلال والذوبان في الماء، ترتفع نقطة غليان الماء، وتنخفض نقطة تجمُّده, وحرارة تبخر الماء مرتفعة (2257 كيلوجول/كغ).

الخاصية الشعرية:

هي انجذاب سطح السائل إلى سطح مادة صلبة, وهي خاصية فيزيائية يتمُّ بواسطتها ارتفاع أو انخفاض السائل داخل الأنابيب الشعرية (دون التأثير عليه بقوة خارجية).

اللُّزوجة للماء:

اللُّزوجة هي مقياس قابلية السائل للانسياب والجريان والتدفق وحركة واحتكاك جزيئاته، فكلما زادت لُزوجة السائل، كانت قدرة جريانه قليلة؛ لأنَّ جزئيات السائل عالي اللُّزوجة تكون مرتبطةً ببعض بشكل قوي, ويُوصَف الماء بأنه من السوائل السَّلِسَة، وله لُزوجة خفيفة, وتُقَاس قيمة لُزوجة السوائل بالضغط في أنابيب اختبار (باسكال في الثانية) أو نيوتن ث/م2، فالماء في درجات الحرارة الاعتيادية له قيمة خاصة باللُّزوجة هي (1 Mpas)، أو عَبْر جهاز فيسكوميتر (Viscometer).

قوة النفاذ للماء:

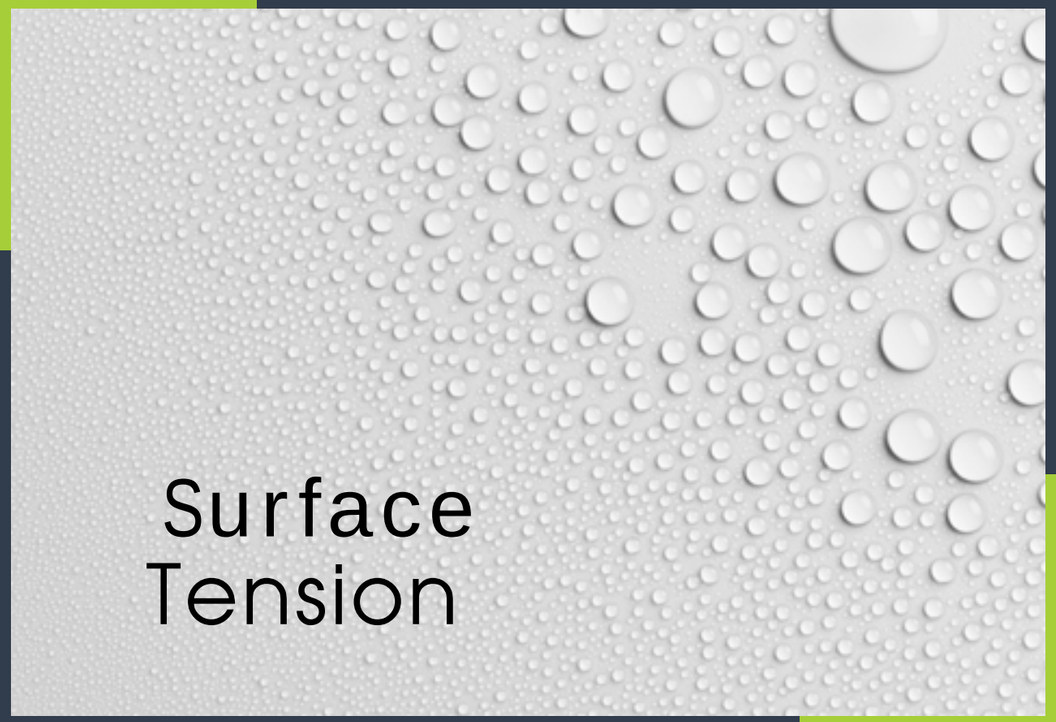
يمتاز الماء بقوة نفاذ فائقة، خاصةً لبعض المواد والأسطح غير الصُّلبة وغير المتماسكة الأجزاء.

الشفافية للماء:

الماء عديم اللون عندما يكون بكميات صغيرة، إلا أنَّه يأخذ لونًا أزرق عند ازدياد عمق الطبقات، وتلك خاصية في أصل وجوهر الماء، ويعود سببها إلى امتصاص انتقائي في المجال الأحمر من الطيف المرئي، وتبعثر للضوء الأبيض, عكس بخار الماء، فهو - أساسًا - غاز عديم اللون؛ لهذا فالشفافية للماء تعتبر عاليةً في المجال المرئي (عديم اللون), والامتصاص يتمُّ في المجال تحت الأحمر، وفوق البنفسجي، وهذه خاصية مهمة من أجل التركيب الضوئي.

قابلية الذوبان (الإذابة):

يعتبر الماء مذيبًا جيدًا لمعظم المواد والمُركَّبات، ويُطلَق عليه: (المذيب العام)، ويُعتَبر من المذيبات القطبية الجيِّدة, والمواد القابلة للانحلال والذوبان في الماء تُعتَبر مواد مُحبَّة للماء (هيدروفيليَّة)؛ مثل: الأملاح والسُّكريات والأحماض والقلويَّات وبعض الغازات؛ مثل: الأكسجين، وثنائي أكسيد الكربون، وفي المقابل فإنَّ المواد التي تكون غير قابلةٍ للامتزاج مع الماء - مثل: الدهون والزيوت والشحوم وغيرها - تعتبر كارهةً للماء (هيدروفوبيَّة)، ويمتزج الماء مع العديد من السوائل كالكحوليات، ولكن لا يمتزج الماء مع أغلبية الوقود والسوائل والزيوت العضويَّة؛ إذ تُشكِّل الأخيرة طبقةً ذات كثافة أقل تطفو على سطح الماء. والرقم الهيدروجيني PH يعتبر الماء سائلًا متعادلًا كيميائيًّا؛ إذ إنَّ درجة الحُموضة أو القاعديَّة فيه هي (7)، وهذا يعني أنَّه لا يمكن اعتبار الماء مادةً حمضيَّة أو قاعديَّة؛ لأنه مادة متعادلة كيميائيًّا.



ظاهرة التوتر السطحي في الماء (Surface Tension):

التوتر السطحي أو الشد السطحي: هو التأثير الذي يجعل الطبقة السطحية لأيِّ سائل تتصرَّف كورقة، أو غشاء مرن، أو قطعة من الجلد مشدودة ومتوترة في إطارٍ، وتقاوم اختراق الأجسام الخفيفة، وهذا هو السببُ في تسمية هذه الظاهرة باسم: (التوتر السطحي), وهذا التأثير يسمح للحشرات خفيفة الوزن بالسَّير على الماء، وكذا الأشياء المعدنية الصغيرة، أو أجزاء ورق القصدير من الطفو على الماء، وهو المُسبِّب أيضًا للخاصية الشعرية.

والتوتر السطحي هو خاصيَّة الترابط بين جزيئات المادة؛ سواءً كانت مادة واحدة، أو متجانسة, وهي أيضًا تلك القوى الَّتي تُسمَّى: قوى الجذب الجزيئية (قوى التماسك)، والتي تعمل على تماسك جزيئات هذه المادة بعضها ببعض. ويحدث التوتر السطحي بسبب التجاذب بين جزيئات السائل التي في الداخل، وتتعرَّض لقوى متساوية في جميع الاتِّجاهات، بينما الجزيئات التي على سطح السائل تتعرَّض لقوى تجذبها نحو عمق السائل إلى الأسفل، الأمر الذي يجعل جزيئات السطح تتصرَّف وكأنَّها غشاء كروي مشدود، وهذا ما يُفسِّر شكل قطرات الماء الكُروية؛ لأن الكرة هي الشكل الهندسي ذو المساحة السطحية الأقل.

وتفسير التوتر السطحي في ضوء النظرية الجزيئية من حيث الشحنات، فذرة الأكسجين أعلى من ذرة الهيدروجين، وتحمل ذرَّة الأكسجين شحنة سالبة جزيئية، في حين تحمل ذرة الهيدروجين شحنة موجبة جزيئية، وبالتالي يكون الماء جزيئًا قطبيًّا ذا عزمٍ ثنائي القطب يبلغ مقداره (1.84ديباي)، وبهذا يُشكِّل الماء روابط هيدروجينيَّة قوية بين جزيئاته، ويؤدِّي هذا النشاط إلى وجود قوة ترابط وتماسك قوية بسبب قوى ثنائية القطب والروابط الهيدروجينية ممَّا يفسر ظهور خاصية التوتر السطحي الكبيرة للماء، والتي هي (72 نيوتن/للمتر). وتحدث ظاهرة التوتر السطحي عمومًا على السطح الفاصل بين السائل والهواء، أو بين سائلين غير قابلين للامتزاج، أو سائل مع سطح صلب.

(خاصية التماسك) Cohesion:

هي الجذب بين جزيئات المادة الواحدة.

(خاصية التلاصق) Adhesion:

قوة تجاذب بين جزيئات مختلفة، ويختلف مقدارها باختلاف المواد، فمثلًا: قوة تلاصق الصمغ مع الورق أكبر من قوة تلاصق الماء مع الورق.

مميـزات الميـاه وإيجابياتهـا

Characterizes & Advantages Of water :

مميزات وفوائد وخصائص المياه كثيرة؛ منها:

1. أقل تكلفة مادية للحصول عليه مقارنةً بتكاليف مواد الإطفاء الأخرى.
2. سهولة الحصول على المياه في أيِّ مكان يتواجد فيه الإنسان؛ نظرًا لحاجته للمياه؛ سواءً للمعيشة، أو التأمين من أخطار الحرائق أو التصنيع، وغيره من الاحتياجات.
3. يمتاز بقوة تبريدية فائقة، وامتصاص الحرارة من النار، ومن محتويات الاحتراق، وبهذا يساعد على إبعاد الحرارة من المادة المشتعلة، وهذا يُسمَّى بخاصية الارتفاع العالي لمستوى السَّعة الحرارية.
4. سهولة نقل وحمل المياه إلى الأماكن المراد تأمينها، ولا يحتاج لمواد ومُركَّبات أخرى لجعله مادة مناسبة لإطفاء الحرائق.
5. عند تبخُّره فإنه يغطي مساحةً كبيرةً جدًّا حول مكان الاشتعال، وبهذا يُقلِّل من خطورة تراكمات الدخان والغازات المتصاعدة، ويُقلِّل من سخونة المكان المشتعل.
6. يمتاز بقوة نفاذ وتسرُّب إلى أعماق المواد المحترقة.
7. لا يعتبر سامًّا، ولا يُشكِّل خطورةً عند تحوُّله من حالة إلى أخرى.
8. مناسب وفعال جدًّا لإطفاء الحرائق الكربونية الصلبة؛ مثل: الأعشاب والأشجار والأنسجة والأوراق والبلاستيك، وغيرها من المواد المشابهة.

سلبيات استخدام الماء
في عملية إطفاء الحرائق

1. موصل للكهرباء؛ لذلك يُفضَّل قطع التيار الكهربائي خوفًا من التعرُّض للصدمات والصعقات الكهربائية.
2. يعمل على انتشار حرائق السوائل القابلة للاشتعال، وخصوصًا أثناء استخدام الماء على شكل عمود مائي (استقامة المجرى)؛ ممَّا يُسبِّب تبعثر ألسنة النار، وكشف الغطاء السطحي للرغوة، وظهور المواد المشتعلة وتوسعها.
3. لديه قابلية التجمُّد في المناخات الباردة جدًّا.
4. لا يناسب إلا حرائق الفئة (أ) فقط.
5. وسائل استخدامه قابلة للصدأ، وبحاجة لنوعٍ من الأصباغ من الداخل.

6. قابليَّته لنقل الملوثات أثناء التدفق، وتصاعدها فوق المياه.
7. إضافةً إلى عدم استعمال الماء على المعادن الساخنة جدًّا، أو الذائبة، والتي من المحتمل أن يَنْجُم عنها انفجار وغازات سامَّة، خصوصًا إذا كان المكان منغلقًا.
8. لا يمكن استخدام الماء في مكافحة حرائق الكهرباء والأجهزة الإلكترونية والحساسة؛ لأنه موصلٌ للتيار الكهربائي ممَّا يعرض رجال الإطفاء للصعق الكهربائي.
9. من المهم جدًّا الانتباه إلى مجرى الماء الناتج عن خراطيم الإطفاء وانحداره، فقد يحمل الماء معه في جريانه موادَّ كيماويةً حمضيةً أو قاعديةً أو أكالةً، فتصيب فريق إطفاء الحرائق.

الاستعمالات Water Applications

يتمُّ استخدام المياه في كلِّ نواحي الحياة منذ الأزل، ومنذ أنْ عرف الإنسان نفسه، وكل شيءٍ في هذا الكوكب يحتاج المياه, ويستعمل الماء في عدَّة مجالات؛ منها:

1. عمليات مكافحة الحرائق الصغيرة والكبيرة والمنتشرة، وإخماد النار والإطفاء.
2. عمليات التبريد وامتصاص الحرارة من النار؛ سواء تبريد خزانات السوائل المشتعلة، أو تبريد جسم الطائرة؛ لأنه يعمل على تقليل الحرارة، وعدم ارتفاعها على جسم الطائرة وتأثُّرها بالنار والحرارة المجاورة.
3. يستعمل أثناء عمليات الإنقاذ كحمايةٍ لركاب الطائرة أثناء الإخلاء، أو أثناء إنقاذ الساكنين في البنايات من تأثيرات نيران الحرائق المشتعلة.
4. يستعمل في عمليات التنظيف لعربات الإطفاء و المعدات والتجهيزات كافَّة الخاصة بمكافحة الحرائق بعد الانتهاء من عملية إطفاء الحرائق لإعادة جاهزيَّة معدات الإطفاء، وجعلها نظيفةً ومُرتَّبةً وجاهزةً لمواجهة أي حرائق قادمة.
5. يستعمل للتبريد أثناء القيام بعمليات القطع والنشر؛ لعدم إحداث شررٍ أو تصاعد الحرارة.

فكـرة عمل المـاء في إطفـاء الحرائــق
:Theory Of Extinguishment

فكرة عمل الماء ونظريَّة الإطفاء أثناء استخدامه لمكافحة الحرائق تأتي من قدرته على امتصاص الحرارة من النار وتقليلها, وكون الماء يتبخَّر إلى أبخرة تعمل على تقليل الأكسجين في محيط الحريق، فعند تبخُّر لتر واحد من الماء قد ينتج ما يساوي 1600 حجم منتشر على هيئة بخار ماء.

أصنـاف الحـرائق المناسبـة للإطفـاء باستخـدام المـاء

1. مناسب جدًّا لإطفاء حرائق الأعشاب وحرائق الأوراق.
2. مناسب لإطفاء حرائق المواد الصلبة؛ مثل: الأخشاب والأنسجة والمنسوجات.
3. غير مناسبٍ لإطفاء الحرائق الكهربائية.
4. مناسب لأغراض تبريد خزانات الوقود في شكل ضباب مائي.
5. مفيد لمتابعة الحرائق العميقة والشائكة.

نظام إخماد الحرائق بجزيئات الماء المتناهية في الصِّغر (الضباب المائي) Water Mist

ما يزال الماء الوسيلة المُفضَّلة لإطفاء الحرائق، ونظام رش الماء بجزئيات متناهية في الصغر تمَّ تطبيقه لسنوات عديدة, ومع التخلُّص التدريجي من Halon-1301، أثار الاهتمام المتجدد البحث في تطبيق نظام رش الماء المطبق بشكل صحيح كوسيلة فعالة واقتصادية لإطفاء الحرائق. وأنظمة رش الماء عبارة عن إصدارات مُصغَّرة بشكل أساسي من أنظمة رش المياه ذات المساحة المحدودة، أو التطبيقات المحلية التي تعتمد على خصائص إطفاء الحرائق لقطرات الماء الدقيقة (أقل من 1000 ميكرون)، وتسرد بعض الشركات المصنعة أحجام قطرات النظام المصممة مسبقًا، والتي يتمُّ إنتاجها في نطاق (100-150 ميكرون), ويوفر الحجم الصغير لقطرات الماء هذه مساحةً كبيرةً لنقل الحرارة؛ مما يسمح بتبخُّر الكثير من رذاذ الماء، وتحويله إلى بخار، وتوفير تأثير التبريد اللازم لإطفاء الحرائق, وتتميَّز أنظمة رذاذ الماء بأنها أكثر فعاليةً من أنظمة الرش التقليدية؛ مثل: الأنابيب الرطبة، والأنابيب الجافة، والحركة المسبقة، والتدفق، ونظام الغمر الكلي, وعلى عكس نظام الرش التقليدي يتم استخدام أنظمة رذاذ الماء للتطبيق المحلي (فُوَّهة موجودة في مصدر الإشعال المحتمل)، أو تطبيق المقصورة (على غرار نظام الفيضانات الكلي لـ CO2 أو العامل النظيف)، أو التطبيق المخصص (نظام ضباب مائي يحمي جزءًا من المكان المراد حمايته)، وتعتمد أنظمة الرش التقليدية على شبكة من الأنابيب لتوفير إخماد كامل أو شامل لحرائق المباني - عادةً - من رؤوس رشاشات مثبتة في السقف.

وقد تمَّ تصنيف أنظمة رذاذ الماء إما على أنها أنظمة ضغط مرتفع، أو منخفض، أو متوسط الضغط.

وتعرف أنظمة الضغط العالي بأنها تلك التي تعمل عند (500 رطل لكل بوصة مربعة)، أو أعلى.

ويتمُّ تعريف أنظمة الضغط المنخفض على أنها تلك الأنظمة التي تعمل بين (175 إلى أقل من 500 رطل لكل بوصة مربعة), وتعمل أنظمة الضباب المائي على إطفاء الحرائق وفقًا لمعيار:

NFPA 750, Standard on Water Mist Fire Protection Systems

باستخدام كميات صغيرة من المياه المنبعثة على شكل قطرات صغيرة، تحت ضغط منخفض، أو متوسط، أو مرتفع, وتشمل طرق الإطفاء: التبريد، وتخفيف الأكسجين عن طريق تمدُّد البخار، وترطيب الأسطح، وتقليل تأثيرات الحرارة, وتَستخدم هذه الأنظمة فُوَّهات مُصمَّمة خصيصًا لإنتاج قطرات أصغر كثيرًا من تلك التي تنتجها أنظمة الرش العادية، وتعتبر القطرات الصغيرة أكثر فاعليةً في إطفاء الحرائق؛ لذلك هناك حاجة إلى كميات أقل من المياه.

وهناك نوعان من أنظمة إطفاء الضباب المائي: أنظمة السوائل المفردة والمزدوجة, وقد ثبت أن كلا النظامين فعالان، بالإضافة إلى ذلك عند تثبيتها بشكل صحيح يمكنها اختراق - بفعالية - الحرائق العميقة, ونتيجةً لذلك يتم تقليل الأضرار التي تلحق بالمعدات الحساسة للمياه, وتستخدم مطفأة Water Mist الماء غير المُتأيِّن الذي يتم رشُّه كرذاذ ناعم على أماكن الاحتراق، وهو مُصمَّم كبديل للهالون في المناطق التي يجب تقليل التلوُّث إلى الحد الأدنى دون حساب بدائل الهالون, وتستخدم فُوَّهة خروج الضباب المائي نمط رش عريضًا مع قطرات دقيقة لإضفاء سلاسة وتحكُّم في التفريغ, ولقد اجتازت أنظمة الضباب المائي اختبار UL للتوصيل الكهربائي، ويجب أن يكون لعامل الماء معدل موصلية يبلغ (1 ميكروسيمين) أو أقل، كما هو مطلوب بواسطة معيار NFPA 10، والخاص بأسطوانات الإطفاء المُتنقِّلة؛ ممَّا يسمح بإدراجها في تطبيقات الفئة (C) رذاذ الماء الناعم/رذاذ الماء, وتنقسم أنظمة رش المياه الدقيقة إلى فئتين: أنظمة فردية، وأنظمة مزدوجة.

ويكون استخدام المياه المخزنة عند ضغط (40-200 بار)، وفُوَّهات الرش التي تُوفِّر أحجام قطرات في نطاق يتراوح من (10 إلى 100 ميكرون)؛ وتستخدم الأنظمة المزدوجة الهواء أو النيتروجين، أو أي غاز آخر لرذاذ الماء في الفُوَّهة في كلتا الحالتين، ويُعرَف الضباب الكثيف الناتج في بعض النواحي كغاز كثيف، ولكنه لن ينتشر في المناطق غير المحميَّة، وبالتالي يجب تصميم كل نظام ضباب مائي بشكل فردي، وقد يظلُّ هناك مطلب لتدخل فريق الاستجابة لإطفاء الحرائق الصغيرة المعوقة, ويمكن أن تصل كمية المياه المطلوبة إلى (100 مرة) أقل من تلك الموجودة في نظام الرش، والنتيجة هي أنَّ رذاذ الماء لا يوصل الكهرباء بنفس الطريقة التي توصل بها تيار صلب من الماء؛ لذلك يمكن استخدام البخاخات في المُعدَّات الكهربائية الحيَّة، ويمكن أيضًا استخدام البخاخات الدقيقة على حرائق السوائل القابلة للاشتعال، ولكن لا ينبغي استخدامها مع المواد التي تتفاعل بعنفٍ مع الماء؛ مثل: المعادن التفاعليَّة. إنَّ الصعوبات الرئيسة في أنظمة رذاذ الماء هي تلك المرتبطة بالتصميم والهندسة, وتعني: متطلبات توليد وتوزيع والحفاظ على تركيز مناسب من القطرات ذات الحجم الصحيح والفعال في جميع أنحاء المحيط المحمي, وأن حلول الحماية من الحرائق يجب أن تكون مُصمَّمة بشكل هندسي.

مـزايا أنظمـة ضباب المـاء

Advantages of water mist systems

1. تُعَدُّ القطرات الصغيرة أكثر فاعليةً في إطفاء الحرائق، ويمكن أن تخترق بفعالية الحرائق العميقة.
2. هناك حاجة إلى كميات أقل من المياه من أنظمة الرش القياسية.
3. يتم تقليل الأضرار التي ستلحق بالمُعدَّات الحسَّاسة بسبب المياه إلى أقل مستويات.
4. أنظمة عوامل إطفاء رذاذ الماء التي يمكن استخدامها لتحلَّ محل هالون 1301، وهالون 1211.
5. نظام رذاذ الماء هو نظام إطفاء حريق آلي قائم على الماء، ولا يشكل خطورةً صحيةً على العاملين.
6. رذاذ الماء عبارة عن رذاذ ناعم مع (99) النسبة المئوية لحجم الماء الموجود في قطرات الماء التي يقل قطرها عن ملليمتر واحد (1000 ميكرون).
7. رذاذ الماء يمكن تصميم الأنظمة كنظام غمر كلي، وأماكن حماية موضعية بنظام حاوية كبيرة برؤوس رشاشات، أو رؤوس رش، أو يتم وضع الفُوَّهات على فترات.
8. يحتوي هذا النوع من الأنظمة على أدوات تطبيق، أو فُوَّهات مُوجَّهة مباشرة إلى قطعة مُعيَّنة من الآلات أو المعدات المطلوب حمايتها.
9. استخدام مياه أقل من النظام الاعتيادي، والقدرة الفعالة على الوصول إلى أماكن بعيدة.
10. يتمُّ قذف مياه الضباب المائي بقواذف خاصة؛ ممَّا يسمح بتجزئتها إلى عدد كبير من الذرات من (100-150 ميكرون)، في حين يبلغ حجم قطرات المياه العادية أكثر من (5000 ميكرون).

السلبيـات

1. لا يُفضَّل استخدام النظام على المعادن التفاعلية.
2. الحجم المثالي لجزيئات الماء (100-150 ميكرون), وإن كانت أقل من (50 ميكرون)، فإنه لا يمكنها التغلغل في اللهب، وتكون غير فعالة, وإن كانت أكبر من (200 ميكرون)، فإنها تطير إلى حدٍّ بعيدٍ فوق اللهب.

كيف تعمل أنظمة رذاذ الماء (الضباب المائي) ؟

يخلق الماء المقسم إلى قطرات دقيقة جدًّا مساحة سطح أكبر من القطرات القياسية المنبعثة من رؤوس نظام الرش الاعتيادية, ويمكن أن تكون قطرات نظام رذاذ الماء أصغر بمقدار (20 مرة)، وتبلغ مساحة سطحها (400 مرة) أكبر من قطرات الماء في نظام الرش, وتسمح هذه المنطقة المحسَّنة لمزيدٍ من الماء بامتصاص الحرارة من النار، وبالتالي ستتحوَّل كمية أكبر من الماء إلى بخار، ممَّا يوفر ما يُعرَف باسم: (الحرارة الكامنة للتبخُّر) عندما يتغيَّر الماء من سائل إلى غاز، فإنَّه يمتصُّ ما يقرب من (970 وحدة حرارية بريطانية) (Btus) من الطاقة الحرارية لكل رطل, وكل جالون من الماء يزن حوالي (8.3 رطل) سوف يمتص أكثر من (9000 Btus) (الطاقة المطلوبة لرفع كل رطل من الماء إلى 212 درجة فهرنهايت بالإضافة إلى الطاقة المتصَّة لتغيير حالتها المادية)، وهذا يُقلِّل بشكلٍ كبيرٍ من مُعدَّل الاحتراق، وسيحتل البخار أيضًا حجمًا أكبر بكثيرٍ ممَّا لو كانت القطرة في صورة سائلة. وتتراوح نسبة تمدُّد الغاز إلى السائل من (1700 إلى 1)، وسيخلق البخار أيضًا جوًّا خاملًا؛ حيث يقوم بإزاحة الأكسجين من منطقة اللهب، ويحل محلَّه، وبالتالي تجويع النار من عاملٍ مؤكسدٍ، وهو عنصر حيوي آخر في مثلث النار. NFPA 750: Standard on Water Mist Fire Protection Systems.

وتتكوَّن أنظمة رذاذ الماء ذات التقنية الحالية إمَّا من سائل مفرد عالي الضغط، أو سائل مزدوج منخفض الضغط، حيث يتمُّ دفع السائل من خلال فُوَّهات مُصمَّمة خصيصًا لإنتاج أحجام القطرات المطلوبة، ويمكن أن تكون أنظمة الضغط العالي رطبةً أو جافةً، حيث تكون الأنظمة الرطبة هي تلك المضغوطة حتى الفُوَّهة, وتعمل أنظمة الضغط العالي عند ضغوط تتراوح بين (100 و200 بار)، ويتكوَّن من خزان لتخزين المياه، ومضخَّة ضغطٍ عالٍ لإجبار الماء عبر فُوَّهة وأنابيب التوزيع والصمامات والفُوَّهات ونظام التحكم, وأنظمة الضغط المنخفض تفعل ذلك، ولا تتطلَّب عمومًا مضخات خارجية لإنتاج رذاذ الماء والهواء المضغوط والماء، ويتم تغذيتها من فُوَّهة مُصمَّمة خصيصًا، ويتمُّ رش الماء عن طريق التفاعل بين الاثنين (سوائل أنظمة الضغط المنخفض جافة مع غاز الضغط)؛ وتبقى خطوط التوزيع غير مضغوطةٍ حتى تُفعَّل وتنشط, وضباب الماء له ميزةٌ كبيرةٌ عند مقارنته بالمُثبِّطات الكيميائية التقليدية, فإنَّه غير سامٍّ، ولا يتحلل إلى منتجات ثانوية سامَّة، بالإضافة إلى ذلك لا توجد مخاوف بيئية سلبية مع استخدامه، والجدير بالذِّكر أن أنظمة رذاذ الماء مناسبة لحرائق الوقود والآلات الكهربائية، ومساحات غرف المحرك، وتطبيقات الكمبيوتر والإلكترونيات، ومع ذلك فهي غير مناسبةٍ للحرائق التي تنطوي على المعادن التفاعلية؛ مثل: الصوديوم والبوتاسيوم.

وتعتمد أنظمة إخماد حرائق ضباب الماء على رذاذ قطرات الماء الناعم والصغيرة المتجزئة نسبيًّا (<200 ميكرومتر) في إخماد الحرائق، ويسمح حجم القطرة الدقيق للرش بالتحرُّك حول العوائق في طريقة مماثلة للأنظمة الغازية، وتتكوَّن آليَّات إطفاء الحريق من التبريد من تبخُّر قطرات الماء، ونفاد الأكسجين مع توسُّع البخار الناتج عن تبخُّر الماء.

مخفضات التوتر السطحي (Surfactants)

هي أملاح الحموضة الدسمة التي تحتوي على سلسلة هيدروكربونية تحمل مجموعات ذات خواص قطبية شاردية أو غير شاردية؛ حيث إنَّ السلسلة الهيدروكربونية غير مُحبَّة للماء، وتُسمَّى: (هيدروفوبيك) Hydrophobic، أما الجزيء القطبي فينحل في الماء ويسمى: (هيدروفيل) Hydrophilic محب للماء - والمواد المُنشِّطة للسطوح (Surface Active) عناصر ومكونات إضافية إلى مواد الإطفاء وتُسمَّى مُنشِّطات؛ لأنها تُقوِّي أسطح المكونات، وتقلل من قوى التوتر السطحي للسوائل لتتغلب وتخترق أسطح السوائل المشتعلة، وبالإمكان تسميتها: مُخفِّضات التوتر السطحي عندما نقصد تخفيض خاصيَّة التوتر السطحي للماء أو لأي سائلٍ، وهي عبارة عن مكونات ومواد وإضافات إذا أضيفت لمادةٍ جعلت خاصية التوتر السطحي أو الشد السطحي ضعيفةً, أما إذا اختلطت مع مواد مشتعلة، فإنَّ خاصية التوتر السطحي لها تكون أقل من مادة الإطفاء، فتعمل على اختراق جزيئاتها المتماسكة لتقليل فعالية اندفاع الأبخرة والغازات، وبالتالي تتلاشى وتنطفئ.

وتعرف المواد الفعَّالة سطحيًّا على أنها مجموعةٌ من المُركَّبات التي يمكنها الانتشار في محلول أو سائل بحيث يكون تركيزها على السطح أعلى منه في الداخل، مؤدِّية لخفض التوتر السطحي؛ مثل: المُستحلَبات Emulsifiers، وتتكوَّن مُنشِّطات السطوح من تركيب جزيئين ذي نوعين من المجاميع أصل طرفيه أنَّ أحدهما مُحبٌّ للماء (Hydrophilic)، والآخر محب للدهون (Hydrophobic)، ويكون الجزء المحب للماء ذا تركيب قطبي مثل حامض كربوكسيلي أو سلفونات أو كحولات، أمَّا الجزء الكاره للماء ومحب للدهون فإنَّه يتألَّف من سلسلة هيدروكاربونية اليفاتية طويلة أو حلقية أو متفرعة أو هيدروكاربونية اليفاتية، وهي عبارة عن أملاح الحموضة تحتوي على سلسلة هيدروكربونية تحمل مجموعات ذات خواص قطبية شاردة أو غير شاردة، وغير مُحبَّة للماء تُسمَّى: (هيدروفوبية)، أما الجزيء القطبي فينحل في الماء، ويسمى: (هيدروفيلية)، وزمرة السلفونات تقسم مخفضات التوتر السطحي بحسب انحلاليتها في الماء إلى أيونيَّة وغير أيونيَّة، وتُصنَّف ضمن أربع مجموعات، هي:

- مُخفِّضات التوتر السطحي الأيونيَّة Anionic Surfactants (منظفات صابونية).
- مُخفِّضات التوتر السطحي الكاتيونية Cationic Surfactants (ثلاثي ميثيل الأمونيوم).
- مُخفِّضات التوتر السطحي المذبذبة Amphoteric Surfactants (البوتين).
- مُخفِّضات التوتر السطحي غير المتأيِّنة Non-ionics Surfactants (الكيل بولي غليكول ايتر).

خافض توتر سطحي بولي أكريل أميدات مسلفنة أو بيتين معالج بالكربوكسيل، أو بيتين معالج بالكربوكسيل، أو خافض التوتر السطحي (البوليمر)، وبوليمر مشترك من أكريلاميد وسلفونات بوتيل أكريلاميد يمكن أن يتضمَّن خليط خافض التوتر السطحي البوليمر زانثان بوليمرات خافضة التوتر السطحي القلويَّة, العامل المُنشِّط للسطح دوداكيل بنزين سلفونات الأمونيوم (Dodecyl Benzene Ammonium Sulphonate)

تكوين المواد الفعالة سطحيًّا

بنية المواد الفعَّالة سطحيًّا: تتمتَّع المواد الفعالة سطحيًّا ببنيةٍ غير متناظرة، بحيث يمكننا تقسيم الجزيئيَّة إلى قسمين:

1. رأس قطبي شغوف بالماء Hydrophilic، وكاره للطور الزيتي.
2. ذيل أو سلسلة كربونية كارهة للماء، وشغوفة للطور الزيتي (مُحبَّة للدهون) Lipophilic

آليَّة عمل المواد الخافضة للتوتر السطحي:

تقوم آليَّة عمل المواد الخافضة للتوتر السطحي على تجمُّع جزيئاتها على شكل طبقةٍ عازلةٍ بين الطورين غير القابلين للامتزاج، أمَّا عند انتشار العامل الفعَّال سطحيًّا داخل المحلول، فإنَّنا نجد أن هناك تجاذبًا بين الأقسام الهيدروفوبية لجزيئات العامل الفعَّال سطحيًّا مع الطور الزيتي أو البقعة الزيتية، ممَّا يؤدي لخفض مساحة التَّماسّ بينها وبين الماء إلى أن تتمكَّن جزيئات العامل الفعال سطحيًّا من تشكيل طبقةٍ غرويَّةٍ معلقةٍ تلعب دور الحاجز، ويُرمَز لتركيز المادة الخافضة للتوتر السطحي للحدِّ الأدنى الحرج اللازم لتشكيل هذه الطبقة المعلقة بـ (CMC)؛ لأنَّ قوة التوتر السطحي تثبت عند تجاوز التركيز الحرج، والذي تتغيَّر عنده خواص السائل مثل التوتر السطحي، والناقلية الكهربائية، والنفوذية، والضغط، والانحلال بالماء, وتكون قيمته CMC 1.14 مول/ليتر، وتعتمد فعالية المواد الفعالة سطحيًّا على حالات غرويَّة مُعقَّدة فيها نظريات عدة. وأغلب وأهم صفة مميزة للمواد الفعالة سطحيًّا هي كون أحد طرفي الجزيء شديد القطبية أو أيوني الارتباط Hydrophylic، والباقي سلسلة كربونية دسمة لا قطبية Hydrophobic، فإننا نجد مَيْلًا للنهاية القطبية الشغوفة بالماء لجعل الجزيئية قريبة من الماء، بينما تميل السلسلة اللَّاقطبية الدسمة الشغوفة بالزيوت، أو الدفوعة للماء لتجعلها قريبةً من بالزيت، وقد بُرْهن على أنَّ قطرةً من حمض دسم تنتشر فوق سطح الماء لتُشكِّل رقاقة ثخنها ثخن جزيئة واحدة، وتصطف الجزيئات كسياجٍ بحيث يغطس الطرف القطبي في الماء، وينفر الطرف اللَّاقطبي من الماء، وهكذا تنحلُّ جزيئات المواد الفعالة سطحيًّا في الماء، وهي ذات نهايات قطبية أكثر وضوحًا من النهايات المقابلة في الحموض الدسمة الحرة، وتُشكِّل محاليل أقرب للغَرويَّة منها للحقيقة.

عقيد مهندس/ شمسان راجح المالكي

▪ مدرب ومستشار سلامة ودبلومة سلامة طيران

السلامة من الحرائق

5 - مواد إطفاء الحرائق

(مـواد الترطيب والإضافـات المائيــة)

كلٌّ من مواد الترطيب، وكذا المواد التي تضاف إلى مياه مكافحة الحرائق تعتبر إضافات تحسينيَّة لفاعلية وسائل مواد الإطفاء (سائلة، أو بودر، أو غازية) بغرض توفير خصائص أداء مفيدة للتحكُّم في الحرائق، وتخفيف البخار المتصاعد، والبعض منها يساعد في قوة اندفاع مادة الإطفاء، واختراقها أسطح المواد المشتعلة لتخفيض التوتر السطحي، وبالتالي تثبيط شدَّة الغازات، وتقليل فعالية أبخرتها المتصاعدة. وهناك اشتراطات ومعايير واختبارات لتصنيع وتطبيق واستخدام الإضافات إلى المياه، وكذا مواد التبليل، أو الترطيب, والمعيار NFPA 18 Standard on Wetting Agents خاص بمواد البلل والمعيار (NFPA 18A – Standard on Water Additives for Fire Control and خاص بالإضافات المائية للتحكم في الحرائق وتخفيف البخار المتصاعد Vapor Mitigation)

الموضوع: مواد الترطيب/تبلل Wetting Agent والإضافات المائية Water additives

مواد ترطيب/تبلل Wetting Agent

وَفقًا لما تضمَّنه تعريف منظمة الحماية من الحرائق، والمعيار رقم (18): مواد وعوامل التبليل هي مُركَّزات ومُركَّبات كيميائية تضاف إلى رغوة مكافحة الحرائق بكميات مناسبة لتقليل خاصيَّة التوتر السطحي للماء، وبالتالي تزيد من قدراته على الاختراق والانتشار في المواد المشتعلة لتخفيف الأبخرة المتصاعدة، وتقليل شدة الحرارة، وتحتوي عوامل الترطيب - عمومًا - على عنصر خافض للتوتر السطحي، أو مُكوِّن مستحلب يُمكِّن من الاختلاط مع أنواع الوقود الهيدروكربوني (الاستحلاب) المشابهة للزيوت والماء, ومن خواصه: فعل «تغليف» أو «حبس» الوقود, وتُخفف الآليَّة الأساسية للوقود الذي يزيد من نقطة الوميض، ويُقلِّل من قدرة الوقود على التبخُّر في درجات الحرارة المحيطة، أو عند تسخينه، ومع مرور الوقت سوف ينفصل عامل الوقود والبلل في النهاية، وهذا يعتمد على الإطار الزمني، والعديد من المتغيرات؛ مثل: نوع الوقود، ودرجة حرارة الوقود، بشكل عام، وتتطلَّب هذه العوامل تخفيف الوقود الهيدروكربوني بحوالي 6% من المحلول (عامل الاستحلاب)، بالإضافة إلى الماء من حيث الحجم.

مادة ترطيب Silv-ex-Plus - Wetting Agent

اسم المادة = Class A Fire Control Foam Concentrate

مُركَّز رغوة - مُكوِّنات المُركَّز الرغوي - يعتبر من المواد الجديدة صديق للبيئة

2-Propanediol (57-55-6) 1-(2-Butoxy-1-methylethoxy) propan- 2-ol (29911-28-2)

Sodium Alkene sulphonate (68439-57-6) Lauryl Alcohol (112-53-8)

الاستخدامات: لتحسين فاعلية الرغوة لمكافحة حرائق الصنف (أ) تستخدم عوامل الترطيب Silv-ex-Plus في أنظمة إخماد الحرائق الثابتة، وشبه الثابتة، والمتحركة، والمحمولة لمكافحة حرائق المواد الكربونية، وحرائق الأعشاب، وحرائق المنسوجات، وحرائق الإطارات، وحرائق الفحم والأوراق, ويُستخدم أيضًا لمكافحة حرائق السوائل الهيدروكربونية, كون المركز يُنْتج طبقةً عازلةً بين الوقود والهواء، ويعمل على تبريد مُكوِّنات الاشتعال، وله قدرة لتخفيض خاصية التوتر السطحي للماء، ويزيد من قوة اختراقه للسوائل والمواد المشتعلة.

(المواد المضافة للماء) Water Additives

هناك العديد من الإضافات المائيَّة المعمول بها في مجال مكافحة الحرائق، والتي توفر خصائص أداء مفيدة للماء للتحكُّم في الحرائق، وتخفيف البخار المتصاعد, وتعتبر الإضافات المائية ذات أهمية خاصة التي تقدم فوائد ومزايا وإمكانات فائقة لإخماد الحرائق من خلال الاستحلاب أو التغليف. وحسَب تعريف NFPA المعيار الخاص بالإضافات المائية بأنها عوامل عند إضافتها إلى الماء بِنِسَبٍ وكميات متناسبة فإنها تُثبِّط وتُبرِّد وتُخفِّف من شدة الحريق، وتقلل فاعلية أبخرته المتصاعدة, كما أنها توفر خصائص عازلة للوقود المُعرَّض للحرارة واللهب.

,NFPA 18A – Standard on Water Additives for Fire Control and Vapor Mitigation

وهناك الكثير من البحوث والتَّجارب والاختبارات الميدانيَّة والعمليَّة التي أُجريت على الإضافات المائيَّة، ومواد التَّرطيب بغرض تقييم علمي لهذه الإضافات المختلفة لمعرفة نتائجها وفوائدها وتأثيراتها الشاملة على المياه المستخدمة في مكافحة الحرائق، وتخفيف الأبخرة، بقصد توضيح فائدة الحماية من الحرائق لاستخدام المياه مع المواد المضافة لإخماد الحرائق, وبشكل عام فإنَّ جميع الإضافات المائية لها عدة فوائد، وحسَب خصائص كل مادة مضافة (الترطيب) لتخفيض التوتر السطحي للماء (التجفيف) لإنتاج غطاء من البودر حاجز بين الماء وأسطح السوائل المشتعلة (التلميع) لتعديل حركة تدفق الماء (التكثيف) لجعل الماء أكثر لُزُوجةً (الاستحلاب) لتغيير خصائص السوائل عند الامتزاج والاختلاط (التشتت) لإزاحة الأكسجين عند التبخُّر، وتقليل جاذبية وكثافة الماء.

الاستخدام

تُستخدم الإضافات المائيَّة في أنظمة إخماد الحرائق الثابتة وشبه الثابتة، والمتحركة والمحمولة لمكافحة حرائق المواد الكربونية، وحرائق السوائل الهيدروكربونية.

قائمة بأسماء الإضافات المائية والمُركَّزات ومواد الترطيب وَفقًا لمعيار NFPA 18A ومعيار NFPA 18، ومعيار الإيروسولات، ومعيار جزيئات الماء NFPA 750

م	اسم المادة – المنتج	المكونات والعناصر	مجال الاستخدام
1	Pyrocool FEF Foaming agent	سائل رغوي multiclass Foam Concentrate Organic Anionic Nonionic, & Amphoteric Surfactants	لمكافحة حرائق السوائل المشتعلة
2	Novacool UEF Foaming Agent	blend of organic surfactants being anionic, nonionic & amphoteric surfactants	لمكافحة حرائق الصنف (ب)
3	Micro-Blaza Out Wetting Agent	سائل Ammonium Lauryl Sulfate رغوي Polysaccharide Xanthum gum	لمكافحة حرائق الصنف (أ) و(ب)
4	Petromist Encapsulator	لتغليف وعزل أبخرة الوقود Gelling Agent	لمكافحة الحرائق العميقة والغابات
5	Penetro Wet Wetting agent Foaming agent	مستحلب + مواد ترطيب + مواد رغوية	لمكافحة حرائق السوائل المنسكبة

6	Phos-chek Aquagel-K Water Additives	Fire retarding agent- Hexylene sodium 15--glycol ,Alcohols, C12 salts -amphoteric hydrocarbon surfactant	لمكافحة الحرائق الكربونية
7	Pink water Encapsulator Emulsifier	Encapsulator & Emulsifier	لمكافحة حرائق البنايات، والحرائق العميقة، وحرائق المذيبات
8	Water wetter Water Additives Surfactants	Poly (oxyethylene) nonylphenol Nonylphenol, ethoxylated إضافة إلى منشطات السطوح ومواد كيميائية	لمكافحة حرائق الغابات، والقش، والأعشاب، وحرائق الأخشاب
9	PMR-RTU	Encapsulator & Emulsifier Wetting Agent	لمكافحة حرائق البنايات والحرائق العميقة وحرائق المذيبات
10	STHAMEX ultra cl , A wet Wetting agent	polyoxyethylene glycol dodecyl ether- nonionic protein-based foams	لمكافحة حرائق القطن، وحرائق الغابات، وحرائق الفحم
11	TetraKO Gel Agent Water Enhancer	Gel – Enhancer water	لمكافحة حرائق المذيبات، وحرائق الصنف (د)
12	uniMUL Emulsifier	مستحلب Emulsifier	لمكافحة حرائق البنايات، والحرائق العميقة، وحرائق المذيبات
13	KV Light Foam	Butyl Carbitol- Metal Salt-Protein Hydrolyase Poly Saccharides- Fluoro Carbon Surfactants	لمكافحة حرائق الغابات والمباني الصنف (أ)
14	HydroLock vapor Encapsulator	مستحلب هيدروكربوني	لمكافحة حرائق المذيبات والبنايات
15	Biosolve Water Additives	Encapsulator & Emulsifier	لمكافحة حرائق الصنف (د) و(ك)
16	Bioversal QF Foaming Agent	Encapsulator & Emulsifier	لمكافحة حرائق الصنف (أ) و(ب)
17	Blaze Tamer Water Additives	سائل مُركَّز	لمكافحة حرائق السوائل القابلة للاشتعال، وحرائق الصنف (ب)
18	Boldfoam Foam Agent	AFFF Synthetic fluorine-free foam concentrates	لمكافحة حرائق السوائل والأعشاب
19	Cold Fire Wetting Agent Water enhancer	water, biodegradable anionic and nonionic surfactants, organic compounds and minerals	لمكافحة حرائق الطائرات، وحرائق الإطارات، وحرائق الغابات

20	Denko Emulsifier	Emulsifier Agent	لمكافحة حرائق الصنف (أ) الصُّلبة
21	Drench	رغوة متنوعة من مواد كيميائية	لمكافحة حرائق الصنف (أ) و(ب)
22	Emulsi Flash Emulsifier Agent	مستحلب	لمكافحة حرائق الغابات والمباني
23	F-500 Water Additives Encapsulating Agent	مواد مضافة للماء صديق للبيئة، وقابل للتحلل Encapsulating Agent	لمكافحة حرائق الصنف (أ) الصلبة، وحرائق الوقود الكربوني
24	First Class Foaming Agent	سائل مُركَّز رغوي - رغوة الصنف (أ)	لمكافحة حرائق السوائل
25	Fire Blockade	مواد مخلوطة	لمكافحة حرائق الصنف (أ)
26	Fire Cap plus Emulsifier Agent	مستحلب	لمكافحة حرائق الغابات
27	Fire Out	Encapsulator & Emulsifier	لمكافحة حرائق الصنف (أ) و(ب)
28	FireAde 2000	2-methyl-2,4-pentanediol sodium octyl sulfate	لمكافحة حرائق المذيبات والأخشاب
29	FireIce جل Gelling agent	FireIce is a potassium-based polymer that mixes with water to create a gel.	لمكافحة حرائق بطاريات اللوثيوم
30	Flame Freeze	Foaming agent and Encapsulator	لمكافحة حرائق المواد الصلبة (أ)
31	Flameout	2-Ethylhexanol + Sodium 2-ethylhexyl sulfate	Class A/B Fire Suppressing Agent
32	Fomtec Foam Foam Agent	رغوة AFFF / ARC مع منشطات السطوح	لمكافحة حرائق المطارات، وهناجر الطائرات، والمخازن عبر المرشات
33	Hi Combat A Foam Agent	Synthetic Detergent Foam Contain Glycols	لمكافحة حرائق الغابات

34	Hydrex Gelling Agent	(جل) مادة ترطيب	لمكافحة حرائق المواد الصلبة (أ)
35	Chemguard Water Additives	رغوة فلور وكربون مع منشطات السطوح وخافضات التوتر السطحي AFFF	لمكافحة حرائق المطارات
36	Biofor C	Salts Of Fatty Alcohol Ether Sulfates C12-C14 – Anionic Surfactant	لمكافحة حرائق البلاستيك والإطارات، وحرائق الغابات
37	Prosintex A	Salts Of Fatty Alcohol Ether Sulfates C10-C14 – Anionic Surfactant	لمكافحة حرائق الوقود الهيدروكربوني، والمطاط، وحرائق الغابات، والمباني والأعشاب
38	Forexpan S Water Additives	Salts Of Fatty Alcohol Ether Sulfates C10-C16 - Anionic Surfactant	لمكافحة حرائق الغابات، والمطاط، وحرائق الوقود المنسكب على الأرض
39	Sthamex cl- A	Polyoxyethylene Glycol Dodecyl Ether- Nonionic	لمكافحة حرائق الأعشاب، وحرائق الفحم المسحوق، وحرائق القطن
40	Amber One	Fatty Alcohol C12-C15 Ethoxy Sodium Sulphates	لمكافحة حرائق الأخشاب، وحرائق الفحم، وحرائق القطن
41	Control A Water Additives	إضافات مائية	لمكافحة حرائق الصنف (أ) الكربونية
42	Phirex Water Additives	Water mist ضباب الجزيئات المائية	لمكافحة جميع أنواع الحرائق ما عدا المعادن المُشعَّة
43	Ecofoam Water Additives Foam Agent	Polyvalent AR fluorine-free Foam	لمكافحة حرائق الطائرات، وحرائق الصنف (أ) و(ب)
44	JJD Water Additives	مخفضات التوتر السطحي + مُركَّز رغوي ومستحلب	لمكافحة حرائق الصنف (أ) و(ب)
45	Silv-ex-Plus Wetting Agent Foaming agent	1-(2-Butoxy-1-methylethoxy)propan-2-ol Sodium Alkene sulphonate Lauryl Alcohol	رغوة لمكافحة حرائق الصنف (أ) الكربونية (الأخشاب والأوراق)
46	Micro-Blaze Out	Ammonium Lauryl Sulfate Wetting Agent	لمكافحة حرائق الصنف (أ) و (ب)
47	1st Defense Water Additives	Nitrogen + water + water Additives	لمكافحة جميع أنواع الحرائق ما عدا المعادن

48	MAG Aerosol	Potassium Carbonate Nitrogen	لمكافحة جميع أنواع الحرائق
49	Expandol Wetting Agent Foaming agent	2-Butoxyethanol Sodium Lauryl Ethoxy Sulphate 13-Alcohols, C12	رغوة عالية الكثافة لمكافحة حرائق المنشآت الصناعية وحرائق الوقود الهيدروكربوني
50	End run wetting Agent	Polyether Isopropyl alcohol	
51	Bio For Wetting & Foaming Agent	مكونات بيئية غير ضارة بالطبيعة، سائل رغوي	لمكافحة حرائق الغابات والأبنية وكافة أنواع الحرائق الصُّلبة
52	Flame Guard	Fixed Condensed Aerosol Potassium + magnesium	لمكافحة حرائق المراوح التوربينية
53	ETHAFOAM	Ethene, homopolymer	لمكافحة حرائق السوائل والصلبة
54	PyroGen Aerosol Agent	Potassium Carbonate أيروسولات Nitrogen	لمكافحة حرائق جميع الأصناف
55	Solberg Foam Foam Agent	Diethylene Glycol Monobutyl ,Ether, Inorganic Salts	لمكافحة حرائق سوائل الكحوليات
56	Syndura Foam	16-alkyldu=imethyl,-amines, C10 n-oxides-sodium octyl sulphate	لمكافحة حرائق الطائرات
57	Envirogel	Envirogel with ammonium polyphosphate additive	لمكافحة حرائق الوقود الكربوني
58	Jet Foam	Amphoteric surfactant blend	لمكافحة حرائق وقود الطيران
59	Respondol ATF Foam Agent	alkyl sulfate- propylene glycol monobutyl ether- synthetic detergent	لمكافحة حرائق الديزل والكيروسين
60	FogEx Water Mist	Nitrogen + water + اضافات	لمكافحة أغلب أصناف الحرائق
61	Hi-Fog -Water mist	Nitrogen or Air + water	لمكافحة جميع أصناف الحرائق

62	Urtra Fog Water Mist	Nitrogen or Air + water	لكافحة جميع أصناف الحرائق ما عدا المعادن
63	AR-AFFF SOLBERG	Diethylene Glycol Monobutyl Ether Hydrocarbon Surfactants	لكافحة حرائق السوائل والكحوليات
64	S.F.E. EMAA	Encapsulated Micron Aerosol Agent	لكافحة جميع أنواع الحرائق
65	Chubb Foaming Agen	سائل رغوي + إضافات مائية	لكافحة حرائق السوائل والصنف (أ)
66	Chemetron (FM-200 (HFC-227ea	1,1,1,2,3,3,3-Heptafluoropropane	لكافحة جميع أنواع الحرائق
67	Bio Foam	2-(2-Butoxyethoxy)ethanol	لكافحة حرائق الغابات والسوائل
68	(CO2) Inert Gas	Carbon dioxide (CO2)	لكافحة حرائق محركات الطائرات
69	DSPA Aerosol	Dry Sprinkler Powder Aerosol	لكافحة حرائق B,C,A
70	Tridol -Foam Agent	AFFF Foam	لكافحة حرائق السوائل المشتعلة
71	Solstice FS Liquefied gas	Trans-1,3,3,3- Tetrafluoroprop-1-ene مادة تبريد ودافعة ومشكلة رغوة	لكافحة حرائق الصنف (ب) (هـ) (أ)
72	M28 Powder Powder Agent	Sodium chloride + Silica	لكافحة حرائق المعادن
73	C7 Fluoroketone, FK-6-1-14	C7 isomers: 55 – 65% of 3-pentanone, 1,1,1,2,4,5,5,5-octafluoro-2,4-bis(trifluoromethyl)	لكافحة حرائق الإلكترونيات

74	BTP	2-bromo-3,3,3-trifluoro-1-propene (BTP)+ nitrogen	لكافحة جميع أنواع الحرائق
75	ECOPOL Foam Agent	AR Fluorine-Free Synthetic Foam مقاومة للكحوليات-خالية من الفلورين	Class A And B Fires
76	N2 Tower	Inert Gas Nitrogen	لكافحة حرائق شبكات الاتصال
77	Eco-Gel	Polysacharide (C35H49O29)n	لكافحة حرائق الصنف (أ)
78	Novacool UEF Foam	blend of organic surfactants being anionic, nonionic and amphoteric surfactants	لكافحة حرائق السوائل والغابات
79	Halocarbon Blend 55	FK-512-1- and HFO-1233zd(E)	لكافحة أغلب أصناف الحرائق
80	FC-218 – 3M CEA-308	Perfluoropropane	لكافحة حرائق الكهرباء والإلكترونيات
81	FineX	Condensed Aerosol Potassium Carbonate	لكافحة جميع أنواع الحرائق

خاتمة:

جميع مواد الترطيب/التبليل والإضافات المائيَّة تُعدُّ من بدائل الهالونات؛ سواء كانت إضافات مائية، أو مواد ترطيب، أو إيروسولات، أو مُركَّزات سوائل، أو مُحسّنات مياه الإطفاء، أو مُخفِّضات التوتر السطحي، إضافة إلى كونها مواد نظيفة، ولا تُشكِّل خطرًا على البيئة.

عقيد مهندس/ شمسان راجح المالكي

▪ مدرب ومستشار سلامة ودبلومة سلامة طيران.

السلامة من الحرائق

6 - رغوة إطفاء الحرائق

(أنواعهـا واستخـدامـاتها)

رغاوي مكافحة الحرائق متعددة ومتنوعة من حيث المُكوِّنات والاستخدامات، وما يتناسب مع مُكوِّنات أنواع الحرائق.

أنــواع الرغــاوي الميكانيكيــة

الرغوة Foam: هي عبارة عن سائل زيتي القوام، ذي فقاعات يملؤها الهواء، وهي أقل كثافةً من السوائل المشتعلة، وعند استخدامها لإطفاء الحرائق فإنَّها تُشكِّل طبقةً لَزِجةً فوق الحريق المشتعل، وتقوم بعزل الأكسجين عن سطح الحريق.
وبصفة عامة تنقسم الرغوة إلى نوعين من حيث التكوين؛ وهما:

أ
الرغوة الميكانيكية Mechanical Foam.

ب
الرغوة الكيميائية Chemical Foam.

تكوين وتركيبة الرغاوي:

لكل رغوة تركيبة ومكونات مختلفة عن الرغوة الأخرى، فقد نجد بعض العناصر والمركبات مشتركة وموجودة في العديد من تكوينات الرغاوي المتنوعة، وحسب الاستخدام, وسيتم ذِكْر مكونات كل مادة رغوية بالتفصيل عند التطرُّق لها, ولكن بشكل عام يمكن أن نقول بأنَّ تركيبة الرغوة من الناحية التكوينية والكيميائية للمواد والإضافات هي: (بروتينات وأظلاف حيوانية، ومواد عضوية + منشطات سطحية فلوركيميكال + منظفات رغوية صناعية + مواد وإضافات مضادة لتحلل البكتيريا + مواد مانعة للصدأ + مواد لَزِجَة + مُثبِّتات).

Fluorochemical Surfactant + Synthetic Foaming Agents+ Protein Foams+ Stabilizer + Hydrolysis Of Granulized Keratin Protein (Protein Hydrolysate) Such As Hoof And Horn Meal, Chicken Feathers, Etc. In Addition, Stabilizing Additives And Inhibitors Are Included To Prevent Corrosion, Resist Bacterial Decomposition And To Control Viscosity.

الرغوة الميكانيكية:

وهي تتكوَّن من خليط مواد بروتينية مُذَابة بالماء، ويضاف إليها أملاح معدنية لمنع تحلُّلها، وتُصنَع من قرون الحيوانات وأظلافها ومُخلَّفاتها, وهي عبارة عن سائل زيتي القوام، بني اللون، ويخلط السائل الرغوي مع الماء والهواء حتى تتكوَّن منه فقاعات الرغوة، وهناك عدة أسماء تطلق على هذا النوع من الرغوة؛ مثل: (الرغوة الفلور بروتينية، ورغوة الماء الخفيف).

الرغاوي الميكانيكية من حيث التصنيع:

رغوة صناعية Synthetic Foam.

رغوة طبيعية Natural Foam.

الرغوة الصناعية

(الرغوة المائية – الرغوة عالية التمدد - الرغوة المقاومة للكحوليات- الرغوة المُركَّزة):

الرغوة المائية: تتكوَّن من عناصر ووسائط رغوية فلورية كربونية صناعية، وليست طبيعية، إضافة إلى البروتينية.

الرغوة عالية التمدُّد: تُصنَع من مواد الهيدروكربونات.

الرغوة المقاومة للكحوليات: يُضَاف إليها مواد تقاوم حرائق الكحول.

الرغوة المُركَّزة: تتكوَّن من سائل رغوي مُركَّز، ومُولِّد ومُنْتج لمادة الرغوة.

- والرغاوي الصناعية هي مزيجٌ من عوامل الرغوة الصناعية والمُثبِّتات.
- ويستخدم التمدُّد المتوسط للرغاوي القائمة على المنظفات الاصطناعية لقمع الأبخرة الخطرة.
- ويكون الطلب على الرغاوي مقصورًا على المواد الكيميائية المكوِّنة لها, ويمكن استخدام رغاوي التمدُّد العالية في المنشآت الثابتة لتوفير فيضان كُلِّي للمستودعات، أو الغرف المغلقة الأخرى، وتستخدم لإطفاء حرائق الخشب، والورق، والبلاستيك، والمطاط, كما يجب توخِّي الحذر فيما يتعلَّق بأيِّ مصدر للطاقة الكهربائية في منطقة مكافحة الحريق. وتختلف طرق إطفاء الحرائق طبقًا لنوعية تمدُّد كثافة الرغوة، ونوعية محتويات الحريق بحيث تكون النتيجة خنق منطقة الحريق، وتبريد الوقود.

الرغوة الاصطناعية:

يعتمد هذا النوع من تركيز الرغوة على مزيج من المواد السطحية والمذيبات، الخالي من البوليمر الفلوري والفلورو السطحي/الفلورو الخالي من البوليمر، وهذه الأنواع من مركِّزات الرغوة قد تُشكِّل أو لا تُشكِّل أغشيةً عازلةً على سطح الوقود، وهذا يتوقَّف على تركيز الرغوة، ونوعية الوقود.

مُركِّزات الرغوة الاصطناعية:

- تنقسم إلى رغاوٍ مُكوِّنة طبقة مائية (AFFF)، وكذا مقاومة للكحول (AR-AFFF)، ورغوة AFFF هي مزيج من رغاوي البروتين الفلوري، مع إضافة عوامل الرغوة الاصطناعية, ويقوم AFFF FOAM بسرعة تجفيف محلول الرغوة من فقاعة الرغوة لتوفير غشاء ينتشر عَبْر الوقود لتوفير عملية إخماد سريعة للفصل بين النار والأكسجين، وعزل سطح الوقود عن الهواء, وتكون رغاوي AFFF أكثر فاعليةً في أنواع الوقود الهيدروكربوني ذات التوتر السطحي العالي؛ مثل: الكيروسين، ووقود الديزل، والوقود النفاث, والمقصود هو استخدام رغاوي AFFF على أنواع الوقود غير ذات المذيبات القطبية.
- ورغوة AR-AFFF مشابهة للرغوة AFFF، مع إضافة مُثبِّتات وبوليمرات تركيبيَّة مقاومة للمذيبات التي تميل إلى تحطيم غشاء الرغوة، واستخلاص الماء (المذيبات القطبية) من الرغوة يمنع إضافة البوليمرات في الشكل، ويعمل على تحطيم غشاء الرغوة الملامس للمذيب القطبي. وتعتبر رغاوي AR-AFFF مناسبةً للاستخدام في الوقود الهيدروكربوني والمذيبات القطبية.

الرغوة الطبيعية

(فلور بروتين – بروتين):

الفلور بروتيني: تصنع من عناصر ومواد بروتينية، إضافةً إلى مادة الفلور.

بروتينية: عبارة عن خليط من مُخلَّفات الحيوانات.

الرغوة الطبيعية:

- عبارة عن مواد رغوية عضوية غير صناعية، أو كيميائية.

أنواع الرغاوي الميكانيكيَّة من حيث المُكوِّنات والإضافات:

1. الرغوة البروتينية Protein Foam (PF)، أو الرغوة الاعتيادية Regular protein Foam(RP).
2. الرغوة الفلورو بروتينية Fluoroprotein(FP).
3. الرغوة الفلورو بروتينية المُكوِّنة لطبقة رقيقة Film Forming Fluoro-Protein (FFFP).
4. الرغوة المُكوِّنة لطبقة مائية رقيقة Aqueous Film Forming Foam (AFFF).
5. الرغوة المقاومة للكحوليات Alcohol Resistant (ARFFF).
6. الرغوة عالية التمدُّد High Expansion Foam.

أولًا:

الرغوة البروتينية (Protein Foam PF) أو الرغوة الاعتيادية (Regular protein Foam RP):

- تتكوَّن من نواتج بروتينية مُحَللة بالماء لبروتين الكيراتين، وبروتين البيتون، وبروتينات أخرى، ومواد عضوية (قرون الحيوانات، وحوافرها، وأظلافها، ومُخلَّفاتها), وهي عبارة عن سائل بني، زيتي القوام، يُضَاف إليها مُثبِّتات وموانع التجمُّد, ومواد مقاومة للبكتيريا والتعفُّن، ومانع الصدأ، ومواد التحكُّم في اللُّزوجة، ويُخفَّف السائل المُركَّز بالماء لتكوين محلول بنسبة تتراوح بين (3% - 6%) على شكل طبقة رغوية متجانسة وثابتة تتميَّز بمقاومة ممتازة للحرارة.
- وتتعامل هذه الرغوة مع أنواع محدودة من المساحيق الكيماويَّة الجافَّة, يطلق عليها أحيانًا اسم: (الرغوة الاعتيادية)، وهي من أوليات الرغاوي الميكانيكية التي تمَّ استخدامها قبل الأنواع الأخرى, وهي تستخدم لإطفاء حرائق الوقود الكربوني، ويجب أن تستخدم عَبْر قواذف الرغوة ذات الخالطات الهوائية، ويمكن استخدامها وخلطها بمياه عذبة أو مالحة. ورغوة البروتين العادية لها خصائص نسبية لإخماد النار, ومع ذلك فهي توفر أعلى إمكانيات تأمين الحريق من عدم الاشتعال بعد المكافحة.

- **المُكوِّنات:** يتم إنتاج رغوة مكافحة الحرائق المركَّزة والقائمة على البروتين من البروتينات المُتحلِّلة بشكل طبيعي، مع إضافات ومُثبِّتات مثل مانعات التجمُّد، ومانعات تشكيل البكتيريا والجراثيم، ومُثبِّطات التآكل والصدأ، وبروتين البيتون والكيراتين Gelatin Peptone - Protein Hydrolyase.
- **الاستخدام:** الرغاوي البروتينية المعتمدة على الخلط بالهواء فعَّالة في إخماد الحرائق الكربونية في الكثير من المجالات الصناعية؛ مثل تأمين خزانات الزيوت في المصافي والمنشآت الكيميائية، وهي مناسبة جدًّا لحرائق الصنف (أ).

الرغوة الفلورو بروتينية : (FP) Fluroprotein Foam

- تعتبر رغاوي الفلورو بروتين مشتقَّة من الرغاوي البروتينية، ومشابهة للرغوة البروتينية المُركَّزة الاعتيادية، مع تعديل بإضافات ومُكوِّنات تحسينيَّة ومركبات كيميائية صناعية فلور بروتينية نشطة ذات فاعلية سطحية تزيد من تماسك الرغوة، والبقاء على سطح السوائل المشتعلة كونها تُشكِّل طبقةً رقيقةً عازلة تمنع تصاعد الأبخرة من سطح السائل المشتعل، وتأمين مَنْع إعادة الاشتعال.
- وهي سائل بني أكثر شفافية من الرغوة الاعتيادية, ويجب أن يتم مَزْجها بشكل صحيح بتخفيف السائل المُركَّز بالماء لتكوين محلول بنسب تتراوح بين (3% - 6%)، وهي تتعامل مع أنواع محددة من المساحيق الكيماوية الجافة.
- المكونات: الرغاوي الفلورو بروتينية تحتوي على مواد فلورية كيميائية مضافة إلى مواد كيميائية سطحية تعمل على تحسين الأداء بشكل كبير من خلال التأثير السريع على المواد المشتعلة بالعزل والتغطية، ومقاومة محسنة ضد نواتج الوقود، وعدم التأثر بها, مع إضافة مواد تحسينيَّة (الفلورية الكيميائية) للتأثير على التوتر السطحي، والتي تُعزز خصائصها عن طريق زيادة سيولة الرغوة، وتحسين خصائص هذه الرغوة الفلورو بروتينية عن الرغوة البروتينية العادية يكون من خلال توفير خصائص من شأنها تأمين عملية إخماد الحريق بشكل نهائي، وفعال الأداء، وبسرعة قياسية.

Fluoro Surfactants(5%) + ButylDiGlycol Ether (Butyl Carbitol) (10%) CAS NO 1125-34-
Hydrolyzed Protein CAS NO 10008540%-30) 8-61-) Ethanol (5%) CAS NO 645-17-
+ water + Biocide CAS NO 559655%) 9-84-) + Ferrous Sulphate CAS NO 77820-63-
Polyethylene Glycol(7%) CAS NO 253223-68- + Hexylene Glycol(10%) CAS NO 1075-41-
Urea CAS NO 576-13-

- وتختلف النِّسب الخاصة بمُكوِّنات الرغوة الفلورو بروتينية من نوع إلى آخر، وحسب المُنْتجين لمثل هذه الرغوة، وليس بالشرط أن تكون محتويةً لكل المكونات أعلاه في آنٍ واحدٍ.
- **الاستخدام:** مُخصَّصة للاستخدام في إطفاء أنواع حرائق الوقود الهيدروكربوني، والوقود المؤكسد، ومناسبة لمكافحة حرائق الصنف (ب)، ويمكن استخدام رغاوي الفلورو بروتين مع الماء العذب أو مياه البحر، كما أنها تستخدم من خلال قواذف الرغوة ذات الفتحات الهوائية؛ لضمان فاعلية الخلط في تشكيل حجم فقاعات الرغوة وتماسكها.

مواد تصنيع العبوات والتخزين الحافظة للرغوة الفلورو بروتينية: (بوليثيلين – بوليبروبلين – ستينلس ستيل [فولاذ غير قابل للصدأ]).

الرغوة الفلورو بروتينية المُكوِّنة لطبقة رقيقة:
Film Forming Fluoro-Protein (FFFP)

وهي عبارة عن مزيج من المُركَّبات ذات الأسطح النشطة، والمواد الفلورو كيميائية والبروتينية لإنتاج سائل مائي يُشكِّل طبقةً رقيقةً وعازلةً تمنع تصاعد الأبخرة الهيدروكربونية من الوقود المشتعل, وهذا النوع من الرغوة مُكوَّن من أساس بروتيني زائدًا مواد صناعية، ومضافًا إليها مُثبِّتات وموانع للحماية من التجمُّد والصدأ والتعفُّن البكتيري؛ لإكسابها خاصيَّة مقاومة عودة الاشتعال, وغالبًا ما تُخفَّف هذه الرغوة بالماء لتُشكل الرغوة بنسبة تركيز (2%، أو 3%، أو 6%)، وهي متوافقة مع المسحوق الكيميائي الجاف.

وتُسمَّى: رغوة البتروسيل (Petro Seal)، أو رغوة 3FP أو رغوة (FFFP).

وهي رغوة مُركَّزة مُكوَّنة من فلورو بروتين (FFFP)، وهي ذات جودة عالية في إطفاء وتأمين حرائق السوائل الهيدروكربونية القابلة للاشتعال, وتعتمد على تركيبة فريدة من تقنية رغاوي البروتينات المتقدمة، والتي توفر المادَّة الأساسية للبروتين مع طبقة رغوية متماسكة قوية ذات مقاومة عالية للحرارة، وتمتاز بطول فترة بقائها على أسطح السوائل المشتعلة؛ لضمان عدم الاشتعال، وقمع الأبخرة المتصاعدة.

مكونات رغوة (FFFP)، أو رغوة البتروسيل:

تُشتعمل مواد الفلورو بروتينية لإنتاج سائل مائي يشكل طبقةً رقيقةً وعازلةً تمنع تصاعد الأبخرة الهيدروكربونية من الوقود المشتعل, وهذا النوع من الرغوة مُكوَّن من أساس بروتيني، زائدًا مواد صناعية، ومضافًا إليها مُثبِّتات وموانع للحماية من التجمُّد والصدأ والتعفُّن البكتيري، لإكسابها خاصية مقاومة عودة الاشتعال, إضافةً إلى مُكوِّناتها من العوامل النشطة السطحية الكيميائية الفلورية مجتمعة مع قاعدة البروتين التي تنتج بخارًا مائيًّا مانعًا للتسرب، وتُشكِّل غشاءً عازلًا لعدم نقل الحرارة، وإطفاء اللهب بسرعة قياسية، وهذا النوع من الرغاوي خالٍ من المنظفات الصناعية. ومن مُكوِّنات رغوة (FFFP)، (رغوة البتروسيل): (جلوكول الإيثيلين, وبوليمر الإكريليك، وتكسانول، وكلوريد الصوديوم، زائدًا الماء ومواد فلورية خافضة للتوتر السطحي للسوائل المشتعلة عند الاختلاط بها (منشطة التوتر السطحي لمادة الرغوة)، إضافة إلى مواد مانعة للبكتيريا، ومذيبات).

Acrylic Polymer (60%) Ethylene Glycol (5%) & Texanol (5%)

Hydrolised protein CAS NO 1000858-61- / Sodium chloride CAS NO 76475-14- / Magnesium sulphate CAS NO 100348-99- Bactericide CAS NO 559659-84- / Hexylene glycol CAS NO 1075-41- /Sodium chloride CAS NO 76475-14- / solvents & Fluorosurfactants

الحرائق التي تستخدم لإطفائها هذه الرغوة:

حرائق المطارات، وحرائق الطائرات، ووقود الطيران، والوقود الهيدروكربوني؛ كالنفط الخام، والديزل، والكيروسين، والقازولين، وحرائق المنشآت البترولية، والكيميائية، وحرائق المنشآت الصناعية، ومنصَّات تنقيب النفط والغاز البحرية, ويمكن استخدامها دون قواذف شفط الهواء، وفي معظم أنظمة الإطفاء الرغوية الثابتة والمتنقِّلة, متوافقةً مع استخدام مادة البودر أثناء مكافحة الحرائق في آنٍ واحدٍ.

نسبة الكثافة (7.1)، التمدُّد (7:1)Expansion Ratio

مدة التصريف (3 دقائق، و30 ثانية)، (25% Drainage Time (3 minutes 30 seconds

خاتمة:

يتمُّ اختيار نوعية الرغوة المستخدمة لإطفاء الحرائق حسَب نوعية هذه الحرائق، وحسب خصائص المواد المشتعلة.

عقيد مهندس/ شمسان راجح المالكي

- مدرب ومستشار سلامة ودبلومة سلامة طيران.

7 - رغوة المذيبات القطبية ورغـوة الوقـود الهيـدروكربوني وتصنيف الرغوة من حيث الكثافة

رغـوة إطفـاء الحرائـق مـن حيـث المكونـات متنوعـة, ولكـن يُضَـاف إليهـا بعـض المـواد التحسـينية والعناصـر الخاصـة؛ لجعلهـا مناسـبةً لإطفـاء أصنـاف محـددة مـن الحرائـق.

الرغوة المشكلة لطبقة مائية رقيقة (Aqueous Film – Forming Foam AFFF)

تُسمَّى أحيانًا ((A3F) (3F أو رغوة مكافحة حرائق المطارات (Air port Foam) ورغوة الماء الخفيف (Light water) مُصَادقٌ عليها من قِبَل الإيكاو, وتتكوَّن أساسًا من مواد فلوروكربونية، وغير البروتينية مضاف إليها مثبتات صناعية رغوية، ومخفضات سطحية, لها درجة لُزُوجة أقل من أنواع الرغوة الأخرى، ممَّا يجعلها تنساب سريعًا بسلاسةٍ إلى أعماق المواد المحترقة غير الظاهرة، وعلى الأسطح المشتعلة، مُكوِّنة طبقة رقيقة تشكل غطاءً محكمًا لحجب الهواء، ومنع تصاعد أبخرة السوائل المشتعلة الهيدروكربونية، وبهذا تتميَّز بمقدرة سريعة على إخماد الحرائق.

العناصر المكونة لAFFF :

Butyl Di Glycol 2-(2-butoxyethoxy)-ethanol CAS NO 112-34-5 Health Class (R36)

Metal salt (5%) CAS NO 7487-88-9 / Sodium octyl sulphate CAS NO 142-31-4

Alkyl polyglycoside + Solvent + hydrocarbon surfactant+ Fluor surfactant+ Polysaccharide gum - propylene glycol t-butyl ether(57018-52-7) magnesium sulfate(7487-88-9)

أصناف الحرائق المستخدمة لإطفائها:

تستخدم هذه الرغوة لمكافحة حرائق وقود الطائرات، ومكافحة حرائق النفط الخام ومشتقاته، ولتغطية أسطح حرائق السوائل القابلة للاشتعال ذات توتر سطحي أكبر من التوتر السطحي لمواد الرغوة المركزة البروتينية، ولأنها تمتاز بانخفاض درجة لُزوجتها، فمن الممكن استخدامها لإطفاء حرائق المواد الصلبة المسامية لإمكانية تشرُّب هذه المواد بمحلول الرغوة، وسد فراغات ومسامات المواد المحترقة بغطاء رغوي.

غير مناسبة لمكافحة حرائق المذيبات، وحرائق الكحوليات التي تمتزج مع الماء؛ مثل: الأسيتون والكيتون والكحول والدهيد.

الرغوة المقاومة للكحوليات Alcohol Resistant (AR)

العناصر المكونة لAFFF :

الرغوة المقاومة لحرائق الكحول والسوائل القابلة للانحلال في الماء؛ مثل حرائق المواد القابلة للاشتعال؛ كالمذيبات العضوية، والأسيتون، والورنيش، والميثانول، والكحول, ويُطلَق عليها اسم: المركز المقاوم للكحول ARC (Alcohol Resistant Concentrate)

أو نوعية المركز الخاص بالكحوليات ATC (Alcohol Type Concentrate)

مُكَونة من مركز رغوي صناعي، مضاف إليه مواد رغوية في حالة (AR-AFFF)، ومواد فلوروبروتينية في حالة (AR-FFFP) زائدًا مثبتات ومواد وسوائل خاصة مركزة لمقاومة السوائل الكحولية؛ مثل: مادة البوليمر (polysaccharide polymer)، وبعض المنظفات الصابونية الصناعية.

الرغوة المقاومة للكحول والمشكلة لطبقة مائية رقيقة (AR-AFFF)Alcohol Resistant Aqueous Film Forming Foam (AR-AFFF)ATC-AFFF

عبارة عن مخلوط سائل لزج يميل لونه إلى الصُّفرة، ويتكون من مزيج مخلوط من المنظفات الصناعية والكيماويات الفلورية والبوليمرات السكرية والمذيبات القطبية.

(2-Methoxymethylethoxy)Propanol Cas no 345908-94-

المكونات- Water 89.5 - 98.3% + Methoxymethylethoxy Propanol 0.5 - 2.5% + Synthetic Detergents 1.0 - 5.0% + Polysaccharide 0.1 - 1.5% + Fluoroalkyl Surfactant 0.1 - 1.5%

Combination Of Synthetic Detergents, Fluoro - Chemicals And Polysaccharide Polymer. Polar Solvents. Fluoroalkyl Surfactant, Polysaccharide, Methoxymethylethoxy,

تـمَّ تصميم هـذه الرغـوة لمكافحـة حرائـق وقـود المذيبـات Polar Solvents إضافـة إلى حرائـق الوقـود الهيدروكربـوني Hydrocarbon Fuels بتشكيل طبقة مائية رقيقة على سطح السوائل والوقود الهيدروكربوني المشتعل لعزله عن الحريق, أمَّا عند استخدامها على المذيبات القطبية (أو الوقود القابل للخلط بالماء)، فتشكل مادة (البوليمر السكاريد) طبقةً وغشاءً كحاجز قوي يفصل الرغوة عن الوقود، ويعمل على منع تمزُّق غطاء الطبقة الرغوية، وعدم تأثرها بالسوائل الكحولية, وتـمَّ إنتاج بعض المركزات الرغوية لاستخدامها بنِسَبٍ متوافقة في كلٍّ من حرائق الهيدروكربونات والمذيبات القطبية لكلا النوعين من الوقود الهيدروكربوني بنسبة (3%)، والمذيبات القطبية بنسبة (6%).

Hydrocarbon Fuels (3%) & Polar Solvents (6%)

Proprietary Mixture Consisting Of Hydrocarbon Surfactants, Complex Carbohydrates, Inorganic Salts, Solvent And Water

Diethylene Glycol Monobutyl Ether C.A.S. No.: 112-35-5

Chemical Formula: C4h9o(Ch2ch2o)2h

الرغوة المقاومة للكحوليات نوع (Universal Plus)

صُمِّمت للاستخدام لكلا نوعي الوقود الهيدروكربوني (3%)، ووقود المذيبات (6%)، وتمتاز بخصائص فعَّالة في إطفاء الحرائق، كما أنَّها متوافقة مع مادة البودر.

الرغوة المقاومة للكحول الفلوروبروتينية المشكلة لطبقة رقيقة (AR-FFFP)

Alcohol Resistant Film Forming Fluoro -Protein (AR-FFFP)

الرغوة الفلوروبروتينية المقاومة للكحول المشكلة لطبقة رقيقة مكونة من مخلوط مواد رغوية بروتينية وفلوروكيميائية، زائدًا مثبتات ومواد لتقليل التوتر السطحي، وسوائل خاصة مركزة لمقاومة السوائل الكحولية؛ مثل: مادة البوليمر، وبعض المنظفات الصابونية الصناعية.

المكونات – Combination Of Protein Foam, Fluorochemical Surfactants And Polysaccharide Polymer

Fluoroalkyl Surfactant, Synthetic Detergents, Polysaccharide, Methoxymethylethoxy,

ومن ميزات هذه الرغوة:

أنه يمكن استعمالها لكل حرائق السوائل القابلة للانحلال في الماء والسوائل الهيدروكربونية، والتي لا تذوب بالماء، وغير ذلك من وقودٍ له تأثير في تحطيم الرغوة البروتينية أو الصناعية، والرغوةُ المركزةُ المقاومة للكحول غالبًا ما تستعمل بنسب تركيز (3%)، أو (9%) للمحاليل الرغوية، معتمدة على طبيعة المكان المراد حمايته، ونوع الرغوة المركزة.

تسمى رغوة الكوسيل AlcosealC6 3-6

Alcohol Resistant Film-Forming FluoroProtein (AR-FFFP) Foam Concentrate

تصنيف الرغوة من حيث الكثافة Classification By Expansion

تقسم الرغوة حسَب نسبة تمدُّدها وكثافتها إلى ثلاثة أقسام:

(نسبة تمدُّد الرغوة = حجم الرغوة المتمددة/ حجم محلول الرغوة المركزة)

منخفضة التمدُد والانتشار- Low Expansion(LX):

منخفض التمدُّد والانتشار من (1-20 حجمًا)، ويستخدم هذا النوع من الرغوة لمكافحة حرائق السوائل القابلة للاشتعال، والمنسكبة على الأرض، ولتبريد المناطق المجاورة في أماكن الحرائق لمنع تصاعد الأبخرة والغازات القابلة للاشتعال؛ خوفًا من امتداد وانتشار الحريق.

متوسطة التمدُد والانتشار- Medium Expansion (MX):

متوسط التمدُّد والانتشار من (21-200 حجم)، ويمكن استخدام الرغوة متوسطة التمدد للحدِّ من انتشار غازات وأبخرة الكيماويات الخطرة المشتعلة، وذلك بتغطيتها، ومنعها من التصاعد بطبقة الرغوة الكثيفة لتخفيف تأثيرات الغازات والأبخرة، وبالتالي تقليل درجة حرارة المواد المشتعلة.

عالية التمدد والانتشار – High Expansion (HX):

عالي التمدُّد والانتشار من (201-1000 حجم)، وهي مخصصة لمكافحة الحرائق التي تحدث في الأماكن المحصورة والضيقة؛ مثل: حرائق الطوابق السفلية، وحرائق مناجم الفحم، وحرائق أسطح السفن العملاقة والأساطيل الحربية، ولابد من استعمال مُولِّد الرغوة عالي التمدد (High Expansion Foam Generator)، وهي مناسبة لعمليات الغمر الكلي للمسافات والمساحات والأحجام الكبيرة والمتدة لتغطية مدارج هبوط الطيران أثناء استقبال طائرات بها خللٌ في جهاز الهبوط الرئيس, والهبوط الاضطراري بالطائرة بعد أن يتمَّ غمر مسافة مَدْرج الهبوط بطبقة من الرغوة لمنع الشرر من جرَّاء الاحتكاك بأرضية المهبط.

خاتمة:

رغم أنَّ مادة الرغوة بجميع أنواعها غير ملائمة لإطفاء جميع أنواع الحرائق، إلا أنها مناسبة جدًّا أكثر من بقية مواد الإطفاء في إخماد حرائق مخصصة لا ينفع معها استخدام أي مواد أخرى، وخاصة عند إضافة بعض المواد على أنواع من الرغوة لتناسب بعض الحرائق.

عقيد مهندس / شمسان راجح المالكي

- مدرب ومستشار سلامة ودبلومة سلامة طيران.

السلامة من الحرائق

8 - فكرة عمل الرغوة لإطفاء الحرائق ومميزاتها وسلبياتها

الفرق بين الرغوة نوع (Class A & Class B)

يتمُّ اختيار نوع الرغوة لإطفاء أنواع مُعيَّنة من الحرائق من خلال تناسب مكونات رغوة الإطفاء، ونوعية مواد وقود الحريق المحتمل حدوثه.

فوائد الرغوة (الإيجابيات):

1. آزِجَة ولها قدرة على الالتصاق والتماسك.
2. تمتاز بحرية الانسياب والتمدُّد، وحجب الهواء عن المادة المشتعلة لمنع تصاعد الأبخرة.
3. خفيفة الوزن تطفو فوق السوائل المشتعلة لعزلها عن الأكسجين، فتتوقَّف النار.
4. مقاومة للحرارة.
5. تُطبِّق نظرية الإطفاء بالكامل (التبريد والخنق، وعزل الأكسجين).

المساوئ والعيوب لمادة الرغوة:

1. موصلة للتيار الكهربائي.
2. ضارَّة بالتجهيزات الالكترونية والكهربائية والأجهزة الدقيقة، وتُتْلف أجزاءها.
3. لها قابليَّة الصدأ، وتترك أثرًا بعد المكافحة على الأجهزة الَّتي استخدمت عليها.
4. قابلة للتجمُّد في المناخات الباردة جدًّا، وتحتاج لإضافة مواد مانعة للتجمُّد.

كيفيَّة عمل الرغوة لإطفاء الحرائق How Foam Works:

يتـمُّ اسـتخدام الرغـوة لمكافحـة الحرائـق نتيجـة لهـذه الثلاثـة المبـادئ أدنـاه, واعتبارهـا الخـواص والطـرق والقـدرة الفعَّالـة الـتي تمتـاز بهـا الرغـوة لكيفيَّـة إطفـاء الحرائـق:

1. خاصيَّة الفصل/العـزل – Separating تتـمُّ عـن طريـق عمـل طبقـة لَزِجَـة وحاجـزة مـا بـين الوقـود والحريـق تُعِيـقُ اسـتمرارية الحريـق بعـدم وصـول الأكسـجين إلى النـار (المـواد المشـتعلة).

2. خاصيـة التبريـد-Cooling بانخفـاض درجـة حـرارة الوقـود للمـادة المحترقـة والأسـطح المتجـاورة بمجـرَّد انتشـار ميـاه الرغـوة فـوق المـواد المشـتعلة.

3. خاصيـة الخنـق (الكَبْـت) Smothering بمنـع وكَبْـت انطـلاق غـازات وأبخـرة المـواد القابلـة للاشـتعال وخنقهـا، وبالتـالي تقليـل احتماليَّـة اسـتمرار حـدوث الاشـتعال، أو إعادتـه مـرة أخـرى.
يتبخَّر المـاء، وتزيـد درجـة حـرارة محيـط المـواد المشـتعلة عنـد مكافحـة الحرائـق بالمـاء فقـط.
ولكـن عنـد المكافحـة بالمـاء والرغـوة سـتكون هنـاك إعاقـة تبخُّـر الغـازات بسـبب طبقـة فقاعـات الرغـوة المغطيـة لوقـود الاشـتعال وغازاتـه، ومنعهـا مـن التبخُّـر، وبالتـالي تقليـل الحـرارة، وإطفـاء النـار.

الرغوة الكيميائية Chemical Foam:

تتكوَّن هـذه الرغـوة مـن تفاعـل محلولـين؛ همـا: بيكربونـات الصوديـوم (Sodium Bicarbonate)، وسُـلفات/ كبريتات الألونيوم (Aluminum Sulfate)، ونتيجة لهـذا التفاعـل تتكوَّن الرغوة (وفقاعات الهواء)، وغاز ثاني أكسيد الكربـون، والـذي يقوم بدفع الرغوة نحو الحريـق.

نظرية وفكرة إطفاء الحرائق باستخدام الرغوة Theory Of foam Extinguishment

فكرة الإطفاء ومبدأ إخماد الحرائق باستخدام مادة الرغوة بشكلٍ عامٍّ لإطفاء الحرائق بخاصية العزل والتبريد والخنق بتكوين طبقة متماسكة لَزِجَة، وغطاء رغوي على سطح السوائل المشتعلة يمنع صعود الأبخرة المتصاعدة.

أصناف الحرائق المناسبة للإطفاء باستخدام الرغوة:

تستخدم لمكافحة الحرائق المنسكبة والبلاستيك والمطاط وحرائق الغابات ومناجم الفحم، كما تستخدم لإطفاء حرائق السوائل القابلة للاشتعال ذات الكثافة الأقل من كثافة الماء.

وتُستخدم لإطفاء حرائق الأماكن المحصورة، وحرائق السفن والأساطيل، ولمكافحة حرائق السوائل المنسكبة على الأرض، والمُتَسرِّبة على الأسطح بتغطيتها بطبقةٍ من الرغوة لمنع اشتعال حرائق الطائرات المدنيَّة والعسكريَّة، وتُستخدم الرغوة في رشِّ مدارج هبوط الطائرات، وفي إطفاء الحرائق السطحيَّة للمواد ذات الخطورة العادية والعالية؛ كحرائق بعض المواد الصلبة؛ مثل: الإطارات المشتعلة وحرائق الأنسجة والبلاستيك، وحرائق الأعشاب والأخشاب.

تقسيم الرغوة من حيث الاستخدام، ومكافحة أنواع الوقود والمواد القابلة للاشتعال إلى قسمين؛ وهما:

- رغوه فئة (أ) (Class A Foam).
- رغوة فئة (ب) (Class B Foam).

والاختلاف من الناحية المهنية والتكتيكية، وما يناسب نوعية السوائل المشتعلة من رغوة ملائمة بمكونات متقاربة لجزيئات الوقود المشتعل وخصائصه لجَعْل عملية إطفاء الحريق بفاعليَّة ووقت قياسي, فالفرقُ واضحٌ وجوهريٌّ، ويكمُن في عنصر الكربون بين الرغوة المصنفة A والرغوة المصنفة B، وهو كيف تتفاعل الرغوة مع الكربون، فرغوة فئة (أ) تجذب الكربون؛ لأنَّ من مكوناتها Hydrocarbons، أمَّا رغوة فئة (ب) لا تجذب الكربون؛ لأن من مكوناتها مذيبات أحادية Polar Solvents.

رغوة فئة (أ) (Class A Foam):

تجذب الكربون؛ لأنَّ من مكوناتها مستحلب, ومواد مبللة, ومخفضات سطحية.

Hydrocarbons Wetting Agent Contain a Surfactant or Emulsifying

لهذا، تُستخدم لمكافحة الحرائق الصلبة الهيدروكربونية، وحرائق السوائل المنسكبة والبلاستيك والمطاط وحرائق المناجم والغابات, وتتسرَّب رغوة الفئة (أ) إلى مواد صلبة قابلة للاحتراق عن طريق تقليل وتحطيم التوتر السطحي للماء، والذي يساعد على اختراق سطح المواد المحترقة، وامتصاص الحرارة منها، وتبريدها بسرعة، ومنع أبخرة المواد المشتعلة من الصعود بتكوين طبقة عازلة عليها، ومنع الأكسجين، وبالتالي تنطفئ النار. وتعتبر أكثر أمانًا للبيئة, وتكون فعالةً للغاية في مكافحة حرائق الصنف (أ) عند خلطها بالمياه بمعدل استخدام يتراوح بين (0.1٪ و 1.0٪)،

وهي مناسبة جدًّا للاستخدام في أنظمة الرغوة بالهواء المضغوط

(CAFS) Compressed Air Foam Systems

Class A Foam

Components	CAS Number	% Weight
Water	7732-18-5	48-70%
Proprietary mixture of synthetic detergents	No single CAS	20-30%
1, 2 Propanediol	57-55-6	8-12%
(2-Methoxymethylethoxy) Propanol	34590-94-8	2-4%
mixture of corrosion inhibitors	No single CAS	0-6%

رغوة نوع (ب) (Class B Foam):

الرغوة فئة (ب) لا تقبل الكربون وتصده؛ لأنَّ من مكوناتها مُذيبات أحادية Polar Solvents تعمل على مَزْج الرغوة والماء بالوقود المشتعل، والقابل للذوبان مع المياه والرغوة؛ مثل: وقود سوائل الكيتونات والاستيرز والكحوليات و(Ketones, Esters, Alcohol, MTBE, Amine)، وعند اختلاط مكونات الرغوة مع عناصر ومكونات الوقود السائل المشتعل يتمُّ تقليل مفعول نواتج السوائل المشتعلة وتبريدها، وتعطيل خاصية تصاعد تبخُّرها.

مناسبة لمكافحة حرائق الوقود والسوائل والمذيبات الأحادية.

مكونات الرغوة فئة (ب): من مكوناتها: مواد فلور بروتينية وكيميائية، مهمتها تشكيل الطبقة الرقيقة العازلة للأكسجين بين النار والوقود، وبالتالي يتوقَّف الاشتعال, كما أنَّها تعمل على حماية وتأمين الحريق لكي لا يعاد الاشتعال بالبدء من جديد مرة أخرى, ومن ضمن العناصر المكونة لهذا النوع من الرغاوي: مواد تخفيض التوتر السطحي، ومُثبتات صناعية ومقاومة للكحوليات مفلورة، ومواد رغوية؛ مثل:

(Perfluorochemicals (PFOAS And PFOCS) Perfluorooctane Sulfonic (PFOS

(perfluorooctanoic acid (PFOA

Perfluoroalkyl And Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) - Fluorosurfactant - Synthetic

.Stabilizers, Foaming Agents, Fluoro Chemicals, And Alcohol Resistant

كما أنَّ هناك أنواعًا من الرغوة يمكن استخدامها لكلا نوعي الوقود، ويكون مخلوطًا بنسبٍ متوافقةٍ.

at 3% on Hydrocarbons and 6% on Polar Solvents

(4-77-Texanol(25265+ (1-21-Acrylic Polymer +Water+Ethlene Glycol(107

المكونات: بوليمر أكريلك + إيثيلين جلايكول + تكسانول

مقارنة بين رغوة نوع (أ) (Class A Foam) وبين رغوة نوع (ب) (Class B Foam)

رغوة نوع (أ) (Class A Foam)	رغوة نوع (ب) (Class B Foam)
تجذب الكربون	لا تتفاعل مع الكربون
مكوناتها: Hydrocarbons Synergetic Surfactants, Wetting Agents And Foam Stabilizers	مكوناتها: Polar Solvents
تُخلَط مع الماء، وتطفو فوق السائل المشتعل	تُخلَط مع الوقود لتقليل مفعول السائل المشتعل
تستخدم لمكافحة الحرائق الهيدروكربونية، وحرائق الغابات والأخشاب، وحرائق المباني، وحرائق الإطارات والأنسجة والبلاستيك	تستخدم لمكافحة حرائق سوائل المذيبات والكحوليات، ووقود الطيران والكيروسين
مناسبة لحرائق السوائل غير القابلة للذوبان بالماء	مناسبة لحرائق السوائل القابلة للذوبان بالماء
نسبة خلط السائل الرغوي (1,0% -1)	نسبة خلط السائل الرغوي (1%-3%-6%)
قابلة للتحلل، وغير ضارة بالبيئة	غير قابلة للتحلل وضارّة بالبيئة

- الرغوة المقاومة للكحوليات والمشكلة لطبقة رقيقة (AR-AFFF).
- (FFFP)
- (AR-FFFP)
- (FP)
- (AR-FP)
- رغوة فئة (B) لا تحتوي على (الفلور) فلورين Fluorine-Free Foam:
- الرغوة البروتينية.
- الرغوة البروتينية المقاومة للكحوليات.
- الرغوة الصناعية الخالية من الفلور.
- الرغوة الصناعية المقاومة للكحوليات، وخالية من الفلور.
- Perfluoroalkyl And Polyfluoroalkyl Substances (PFAS)

- رغوة مفلورة، ورغوة غير مفلورة, ومعظم رغاوي النوع (B) مكونة من مواد مفلورة ذات توتر سطحي خافض؛ لأنَّ من مكوناتها:

(fluorosurfactant, fluoroprotein, C6,- PFHxS (perfluorohexane sulfonate.

- وهذا ما يُميِّزها عن الرغوة البروتينية، والَّتي لا تحتوي على عناصر مفلورة خافضة للتوتر السطحي.
- ومن المستحسن ألَّا تحتوي مكونات الرغوة المفلورة على عناصر (POFS)؛ لأنَّ لها دورًا في إحداث تلوث البيئة،
- ولها نواتج سامَّة، إضافة إلى كونها مادةً مستدامةً تراكميةً بيولوجية، ومن ضمن المواد الثابتة ضد التحلُّل الحيوي، ولهذا تُعدُّ من ضمن المواد الدفيئة والمُسبِّبة للاحتباس الحراري، ومن المفيد العمل على استخدام البدائل المسموح بها؛ مثل:

Perfluoroalkyl And Polyfluoroalkyl Substances (PFAS)

All PFAS Containing Products, Both Legacy (C8) PFAS Firefighting Foam, And Modern C6 Fluorotelomer Firefighting Foam- C6 short-chain- modern C6 fluorotelomer

حيث إن معظم الرغاوي الحديثة (AFFF) مكونة من مواد؛ مثل:

pure C6-based fluorosurfactants - Telomer-based AFFF agents

خاتمة:

الغرض من تنوُّع مواد إطفاء الحرائق وتعدُّدها هو إطفاء الحريق بأقل الخسائر الممكنة، والمحافظة على ما أتلفته النار، وما تبقَّى من أجهزة أو مُعدَّات بعد عملية إطفاء الحريق، وإعادة استخدامها, ولكن معظم الحرائق - وخاصة الكبيرة منها، والتي تُستخدم الرغوة لإطفائها – تتلف هذه الأجهزة والمُعدَّات بعد عملية إطفاء الحريق نتيجة لتأثيرات الرغوة عليها، ولو على الأمد البعيد؛ لهذا يعتبر أفضل مواد إطفاء الحرائق هي المواد النظيفة التي لا تُؤثِّر على محتويات الحريق، ولا تترك آثارًا سلبيةً عليها.

عقيد مهندس / شمسان راجح المالكي

- مدرب ومستشار سلامة ودبلومة سلامة طيران.

9 - بودرة إطفاء الحرائق أنواعها واستخداماتها

إنَّ كل مادة من مواد الإطفاء يتمُّ استخدامها حسَب مبدأ محدد، وبما يتناسب مع فعاليتها في إطفاء الحرائق، وتأثيرها على المواد المشتعلة، ولأنَّ البودر يشكل سحابة كثيفة أثناء إطلاقه على المواد المحترقة، فإنه يعزل الأكسجين، وبالتالي يتضاءل الاشتعال ويتوقف.

البودر أو المسحوق الكيميائي Chemical Powder:

بشكل عام مادة الإطفاء (البودر/المسحوق الكيميائي):

هو عبارة عن ذرات دقيقة جدًّا متناهية في الصِّغر، تقاس بالميكرون Microns، يشبه ذرَّات الغبار من حيث الشكل والملمس, ويوجد بألوان مختلفة؛ منها: الأصفر، والأزرق، والأحمر، والأبيض، والأرجواني، والأخضر, ويتمُّ وَضْع البودر في أوعية خاصة تدفع نحو الحريق بضغط الغازات (غاز النيتروجين، وغاز ثاني أكسيد الكربون، وأيضًا الهواء الجاف الخالي من الرطوبة)، ومثل هذه الغازات التي لا تشتعل، ولا تساعد على الاشتعال، هي الوسيلة الدافعة لمادة المسحوق الكيميائي المخزون في وسائل الإطفاء الخاصة بنظام مكافحة الحرائق بمادة البودر، فيندفع في شكل سحابة كثيفة مغطية سطح المواد المشتعلة، وتعمل على عزل الأكسجين عنها.

المسحوق الجاف (Dry Chemical Powder DCP)

مكونات المساحيق الكيميائية الجافة وأنواعها Composition Of Dry Chemical Powder

تعتبر أكثر استخدامًا من المساحيق الرطبة، وهي أنواع مختلفة التركيبات؛ مثل: بيكربونات الصوديوم، وسلفات الأمونيوم، وبيكربونات البوتاسيوم، وكلوريد الصوديوم، ويضاف إليها بعض الأملاح المعدنية الحمضية كوسيلةٍ لمنع الرطوبة والتحجُّر.

أنواع البودر الجاف

مسحوق جاف، نوع بيكربونات البوتاسيوم (ثنائي بيكربونات البوتاسيوم)

(Potassium Bicarbonate Purple –K)

مسميات أخرى Potassium Bicarbonate, (PK(Purple-K) PKP (Potassium Hydrogen Carbonate

Synonyms: Potassium Acid Carbonate; Carbonic Acid, Monopotassium Salt,

Potassium Hydrogen Carbonate.

يُعرَف لدى الأيوباك باسم (Potassium Hydrogen Carbonate) شبيه بيكربونات الصوديوم.

جزيئات وذرات بودر متناهية في الصغر، مُهيِّج وضار عند الاستنشاق، ويسبِّب الاختناق إذا تمَّ استخدامه في أماكن محصورة؛ لذا يتمُّ ارتداء ملابس الحماية الشخصية (PPE)، وأجهزة التنفس أثناء مكافحة الحرائق باستخدام مادة البودر في أماكن مغلقة، أو ذات مساحة محصورة.

رقم تسجيل 6-14-298 الصيغة الكيميائية Chemical Formula: KHCO3

مكونات بودرة الإطفاء (بيكربونات البوتاسيوم)

بيكربونات البوتاسيوم × ميكا + كربونات الكالسيوم + ذرات الكوارتز + سيليكا

Potassium Bicarbonate 75 - 90% + Calcium Carbonate 5 - 15% + Mica 2 - 6% + Clay

1 - 5% Attapulgite Clay (1-10% Quartz) Leavening Agent In Baking Processes

Purple Pigment + Methyl Hydrogen Polysiloxane + Muscovite + Attapulgite Clay Or Fullers

Earth Magnesium Aluminum Silicate . Crystalline Silica - KDC, PK , Potassium Aluminum

Silicate (12001-26-2) Silicone Oil Methyl Hydrogen Polysiloxane (63148-57-2) Violet 23

Pigment Oxazine Dye (< 0.2)

استخدامات المسحوق الجاف نوع بيكربونات البوتاسيوم

1. يستخدم كمادة إطفاء لمكافحة الحرائق بأسطوانات مُتنقِّلة أو ثابتة فوق عربات الإطفاء العاملة في المطارات، وخاصةً لمكافحة حرائق إطارات الطائرات.
2. يستخدم في أنظمة شبكات الإطفاء المركزية التلقائية .
3. يستخدم في أنظمة ثابتة في حماية المنشآت النفطية والغازية.
4. متوافق وملائم الاستخدام مع الرغوة الميكانيكية لإطفاء حرائق السوائل المشتعلة.

أصناف الحرائق المناسبة للإطفاء باستخدام بيكربونات البوتاسيوم:

مناسب جدًّا لمكافحة حرائق الصنف (B) السوائل القابلة للاشتعال والغازات، ويعمل على إيقاف التفاعل التسلسلي للنار, وكذا مناسب لإطفاء حرائق الصنف (C)، المولدات الكهربائية ما عدا الأجهزة الالكترونية الحساسة؛ لأنه سيُسبِّب تلفًا لها؛ مثل تكوين الصدأ على الأجزاء الدقيقة - جميع وسائل الإطفاء تستخدم نوع بودر يتمُّ دفعه بغاز النيتروجين الخالي من الرطوبة إذا كانت أحجامًا كبيرة، أما الأحجام الصغيرة ذات الاستخدام الآني يتمُّ دفعه بغاز ثاني أكسيد الكربون.

ويضاف إلى هذه المواد بعض الكيماويات الأخرى لتحسين خواصها من ناحية مدة التخزين – سرعة الانتشار – مقاومة الرطوبة، ومنها ثلاثي فوسفات الكالسيوم, ولا يستخدم في إطفاء حرائق الليثيوم.

بودرة الإطفاء نوع بيكربونات الصوديوم Sodium Bicarbonate

بيكربونات الصوديوم (ثنائي كربونات الصوديوم):

مسحوق بلوري أبيض اللون, مُركَّب كيميائي له الصيغة NaHCO3 بيكربونات الصوديوم، أو كربونات الصوديوم الحامضية، ليس لها رائحة، ولها طعم ملح قلوي, والصودا تذوب في الماء، وتُشكِّل محلولًا قلويًّا، وتعتمد قاعدتها على كمية الصودا المذابة , ولكن بصعوبة تذوب في الكحوليات.

الصيغة الكيميائية Chemical Formula NaHCO3

رقم تسجيل المركب CAS No 144-55-8 (Chemical Abstracts Service)

تسميات أخرى Sodium Hydrogen Carbonate - Baking Soda - Bicarbonate Of Soda.

Sodium Acid Carbonate- , Carbonic Acid - Monosodium Salt.

تحمل بيكربونات الصوديوم الكثير من الأسماء المترادفة: بيكربونات الصودا، كربونات الصوديوم الحامضية, صودا الخبز، أحادي ملح الصوديوم, كربونات الصوديوم الهيدروجينية. اسم معرف الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (أيوباك)، بيكربونات الصوديوم (كربونات هيدروجين الصوديوم) Sodium Hydrogen Carbonate، ويكون هذا المُركَّب على شكل بودرة بيضاء بلورية، أو جزيئات صغيرة جدًّا، والجدير بالذِّكر أنَّ هذا المُركَّب قابل للانحلال بالماء، لكنه غير قابلٍ للانحلال بالكحول، كما أنه بمجرد التسخين - سواء كان تسخينًا في سائل، أو في وسط جاف - فإنَّه يتحوَّل إلى كربونات الصوديوم.

أصناف الحرائق المناسبة للإطفاء باستخدام بيكربونات البوتاسيوم:

مناسب جدًّا لمكافحة حرائق الصنف (B) السوائل القابلة للاشتعال والغازات، ويعمل على إيقاف التفاعل التسلسلي للنار, وكذا مناسب لإطفاء حرائق الصنف (C)، المولدات الكهربائية ما عدا الأجهزة الالكترونية الحساسة؛ لأنه سيُسبِّب تلفًا لها؛ مثل تكوين الصدأ على الأجزاء الدقيقة - جميع وسائل الإطفاء تستخدم نوع بودر يتمُّ دفعه بغاز النيتروجين الخالي من الرطوبة إذا كانت أحجامًا كبيرة، أما الأحجام الصغيرة ذات الاستخدام الآني يتمُّ دفعه بغاز ثاني أكسيد الكربون.

ويضاف إلى هذه المواد بعض الكيماويات الأخرى لتحسين خواصها من ناحية مدة التخزين – سرعة الانتشار – مقاومة الرطوبة، ومنها ثلاثي فوسفات الكالسيوم, ولا يستخدم في إطفاء حرائق الليثيوم.

الاستخدامات:

بيكربونات الصوديوم تستخدم بشكل واسع في الصناعات الغذائية كمضاف غذائي، وعامل تخمُّر، وتستخدم كعامل رغوي، كما تستخدم في إنضاج المخبوزات؛ حيث يتحرَّر غاز ثاني أكسيد الكربون مُكوِّنًا فقاعات، فينتفخ العجين؛ لأنَّ بيكربونات الصوديوم أساسها معدني، فبمجرد مَزْجه بأي مادة حمضية يَنْتج غاز Co2, كما يستخدم في تركيب بعض العناصر الدوائية, ويستخدم في الصناعات الكيميائية، وإنتاج الأوراق, وأيضًا يستخدم في معالجة المياه، وأعمال التنظيف، ويدخل في صناعة مواد الإطفاء؛ كالرغوة والمسحوق الكيميائي الجاف. إنَّ بيكربونات الصوديوم تتحلَّل كيميائيًّا، وتنتج غاز ثاني أكسيد الكربون وكربونات الصوديوم.

بودر أملاح البوتاسيوم أو كلوريد البوتاسيوم Potassium Chloride KCL

رقم التسجيل (CAS-NO: 7447-40-7) (EC-NO: 231-211-8) الصيغة الكيميائية (KCI)

يسمى KCL Potassium Chloride , Potassium Chloride Solution

أو بيكربونات يوريا البوتاسيوم, أو أملاح البوتاسيوم السائلة, كلوريد البوتاسيوم، ثلاثة أنواع، وجميعها مناسب لمكافحة حرائق السوائل القابلة للاشتعال Class B، وحرائق الغازات، وكذا حرائق الكهرباء. وتُعتَبر أملاح البوتاسيوم أكثر فعاليةً من أملاح الصوديوم، إلا أنها لا تُجْدي نفعًا لمكافحة حرائق الصنف (أ): الأعشاب والمنسوجات والأوراق وحرائق المواد الصلبة؛ لأنها سريعة الزوال والتفكُّك، وخاصةً في الحرائق المفتوحة, ولا تستخدم لمكافحة حرائق الدهون والطبخ المنزلي.

Salts Of Potassium,

Potassium Chloride (KCL) 7447-40-7 رقم التسجيل

Urea-Potassium-Bicarbonate (Potassium Carbonate) (KC2N2H3O3)

Potassium Bicarbonate (KHCO3)

استخدامات كلوريد البوتاسيوم:

كلوريدات البوتاسيوم تستخدم بشكلٍ واسعٍ في الكثير من المجالات الصناعية؛ كصناعة الأسمدة والمُخصِّبات الزراعية, والكثير من الاستخدامات؛ مثل عمليات استخراج النفط، وفي مُكوِّنات المياه المعدنية، وفي صناعة المستحضرات الصيدلانية، وفي تصنيع أملاح البوتاسيوم، وفي مُكوِّنات الطلاء المعدني، وفي أعمال المختبر وتحميض التصوير الفوتوغرافي, وفي صناعة البطاريات, وهي عامل معادل للمياه. وأيضًا تستخدم في معالجة المياه، وتدخل في صناعة مواد إطفاء الحرائق؛ كالرغوة والمسحوق الكيميائي الجاف (البودر)، ووسائل الإطفاء الأخرى كجزءٍ من مُكوِّناتها.

المسحوق الكيميائي الجاف متعدد الأغراض (Multipurpose Powder) (ABC)

المسحوق الكيميائي الجاف متعدِّد الأغراض عبارة عن خليط من أنواع بودرة الإطفاء على أساس أملاح الأمونيوم - سلفات الأمونيوم وفوسفات أحادي الأمونيوم, وهي بودرة ذات ألوان متعددة يمكن أن تكون بلون أبيض، أو أزرق، أو أصفر, ويستخدم لمكافحة حرائق الأصناف (أ)، و(ب)، و(هـ)، حرائق المواد الصلبة، وحرائق السوائل، وحرائق الكهرباء، ولهذا سُمِّي (ABC) بودر إطفاء متعدد الأغراض, أحادي فوسفات أمونيوم أو (Ammonium sulphate)، سلفات أمونيوم، كما أنه يستخدم في الزراعة كسمادٍ مخصبٍ لمعظم المحاصيل الزراعية، ومُكوِّن رئيس في صناعة الأسمدة الفوسفاتية، والأسمدة المركبة.

Tri-Glass. (ABC) (Multipurpose Powder)	Ammonium Dihydrogen Phosphate	(Mono-Ammonium Phosphate) (MAP) CAS No 77221-76-)	(Ammonium sulphate) (CAS NO 77832-20-)

مكونات البودر متعدد الأغراض

Monoammonium Phosphate 55-65% + Ammonium Sulfate 30-40% + Mica 1-4%

مسحوق بيكربونات الصوديوم + مغنيسيوم + ثلاثي فوسفات الكالسيوم، زائدًا إضافات وألوانًا معدنية.

Mixing Sodium Bicarbonate (90%), Magnesium Sterate (1.5%), Magnesium Carbonate (1%), And Tricalcium Phosphate (1%)

Magnesium Aluminum Silicate (Attapulgite Clay or Fuller's Earth)(9-13 %)

Methyl Hydrogen Polysiloxane(<1%)

Monoammonium phosphate monobasic CAS NO 7722-76-1

Ammonium sulphate CAS NO 7783-20-2

Amorphous silica 68611-44-9

Polymethilhidrogensiloxane 72319-10-9

Blue pigment 147-14-8

نسبة عناصر التركيب في الغالب تكون من سلفات الأمونيوم + أحادي فوسفات الأمونيوم، إضافة إلى بعض العناصر الأخرى بنِسَبٍ بسيطةٍ.

مسحوق كلوريد الصوديوم (Sodium Chloride)

رقم التسجيل 7647-14-5

مسميات أخرى Super D Dry Powder Extinguisher - Class D Powder,

يُستخدم لمكافحة حرائق المعادن القلوية، وحرائق الماغنسيوم, فعند انتشار جزيئاته على المعادن المشتعلة يُشكِّل غطاءً عازلًا فوقها، ويمنع وصول الأكسجين، ويُسبِّب تآكلًا وصدأً لبعض المعادن، ولا يستخدم لمكافحة حرائق المؤكسدات والأحماض.

Corrosive to some metals. Avoid contact with: Oxidizers. Bromine trifluoride. Acids.

مكونات مسحوق كلوريد الصوديوم

Mica- potassium aluminum & % 6-3 (7-11-Attapulgite clay (12174 & (% 90-Sodium chloride (75 % 3-1.5 (1-02-Zeolite, synthetic amorphous precipitated silica (1318 & % 5-silicate 3

مسحوق الكوبر Copper Regular Powder Copper-based Dry Powder

رقم التسجيل 7440-50-8 (بودرة النحاس الحمراء)، الصيغة الكيميائية Cu يستخدم لمكافحة حرائق المعادن القابلة للاشتعال، وخاصة الليثيوم، ويتم دَفْعه بغاز الأرقون بدلًا من النتروجين الذي يتفاعل مع الليثيوم.

بودرة التلك (Talc Powder) Magnesium silicate monohydrate (Talc)

رقم التسجيل 14807-96-6 مكونة من الكلوريت +سيليكون + أكسيد الماغنسيوم

Silicon Dioxide & Magnesium Oxide

8-59-Non Asbestos Form, (Hydrated Magnesium Silicate) Chlorite CAS NO 1318

Chemical Family) MAGNESIUM SILICATE HYDRATE)

أسماء تجارية أخرى CM-X3 FLATTENING POWDER SOAPSTONE-TALC

Other Names / Synonyms: Talc (Mg3H2(Sio3)4); NON-FIBROUS TALC; NON-ASBESTIFORM TALC; MINERAL GRAPHITE; HYDROUS MAGNESIUM SILICATE; STEATITE; SOAPSTONE; FRENCH CHALK; TALCUM; SILICA; TALC (NON-ASBESTOS FORM); TALC Powder

تستخدم بودرة التلك لمكافحة حرائق المعادن؛ مثل: الماغنسيوم والصوديوم، كما تستخدم في مستحضرات التجميل، وصناعة أحبار الطابعات والطلاء والبلاستيك, وبودرة التلك الَّتي تحتوي على الاسبستوس أو الحرير الصخري تعتبر سامَّة إذا تمَّ استنشاقها، وتُسبِّب السرطان، ولم تَعُدْ مستخدمةً في وسائل الإطفاء.

بودرة الجرافيت (Graphite Powder)أو مسمى آخر (G-1 Powder):

مسحوق الجرافيت يستخدم لكافحة المعادن القابلة للاشتعال والمُشعَّة؛ مثل: حرائق الماغنسيوم، وحرائق معادن الصوديوم، وحرائق معادن الألونيوم، وحرائق معادن البوتاسيوم, وتعمل جزيئات بودرة الجرافيت على امتصاص الحرارة من المعادن بتقليل درجة حرارتها إلى ما دون درجة الاشتعال, وبودرة الجرافيت ليست سامَّة, رقم تسجيل مسحوق الجرافيت CAS NO 7782-42-5

مسميات بودرة الجرافيت Graphite powder (plumbago,G-Plus Dry Powder)

بودرة ثلاثي الكلوريد Ternary Eutectic Chloride T.E.C powder

خليط من بودرة كلوريد الصوديوم، وكلوريد الباريوم، وكلوريد البوتاسيوم.

يستخدم لإطفاء حرائق المعادن القابلة للاشتعال كالماغنيسيوم, ويستخدم لإطفاء حرائق المعادن المُشعَّة كالبلاتينيوم، واليورانيوم المحدودة كونه يمتصُّ الرطوبة والحرارة.

بودرة ثلاثي الفلوريد T.E.F Powder Ternary Eutectic Fluoride Powder

من خصائص ثلاثي الفلوريد أنَّه سهل الانصهار، ويشكل عند اشتعاله طبقةً متماسكةً على المعادن المشتعلة، فتمتص الحرارة منها, ويستخدم لإطفاء حرائق المعادن المُشعَّة؛ كالبلاتينيوم واليورانيوم.

خليط من Lithium Fluoride Graphite -- Sodium Fluoride - Potassium Fluoride

بودرة Met, L, X Powder

MET-L-X Is Composed Of A Salt Base, A Polymer For Sealing, And Other Additives To Render It Free-Flowing And Cause Heat Caking, Or Crusting It May Be Used On Sodium, Potassium, Sodium-Potassium Alloy, And Magnesium Fires. In Addition, It Will Control And Sometimes Extinguish Small Fires On Zirconium And Titanium.

معدن طيني خليط من سيلكات الألومنيوم والماغنسيوم، وأملاح حامضية (أملاح كلوريد الصوديوم).

(Magnesium distearate, Magnesium Aluminum Silicate (Attapulgite Clay & Fuller earth

MET-L-X-Powder رقم التسجيل (5-14-7647).

أو في هيئة مسحوق ملحي مكون من كلوريد الصوديوم + إضافات من راتنج حراري وبوليمر، مُكوِّنًا طبقةً عازلةً سهلة الانصهار على سطح المعادن المشتعلة والمُشعَّة؛ كحرائق الليثيوم الصغيرة.

Ingredient Name Saran.
Chemical Formula: –(CH2CCl2)x(CH2CHCN)y –.CAS No.: 9010-76-8.EINECS Number: (a).
Concentration, Wt %: 5-8 %.
Ingredient Name: Magnesium Aluminum Silicate (Attapulgite Clay or Fuller's Earth).
Chemical Formula: MgxAly(SiO4)z. CAS No.: 8031-18-3.EINECS Number: (b).
Concentration, Wt %: 4-7 %.
Proprietary Mixture of:
Ingredient Name: Sodium Chloride.Chemical Formula: NaCl.CAS No.: 7647-14-5.
EINECS Number: 231-598-3.Concentration, Wt %: 83-88 %.
Ingredient Name: Magnesium Stearate. Chemical Formula: (C17H35CO2)2Mg.
CAS No.: 557-04-0. EINECS Number: 209-150-3.Concentration, Wt %: <3 %.

مسحوق المونكس Monnex

مسحوق المونكس عبارة عن بودرة إطفاء كيميائية جافَّة تتكوَّن من بيكربونات البوتاسيوم، وكربونات الكالسيوم، أو سلفات البوتاسيوم، أو بيكربونات الصوديوم، إضافة إلى مواد خاصة سيليكونات وإضافات تعمل على انسيابيَّة جزيئات البودر وحركته واندفاعه خارجًا بحُريَّة وبسهولة، متفاديًا أية تراكمات، ولكونها خليطًا من عدَّة مُكوِّنات غالبًا ما تستخدم لإطفاء حرائق ABC، غير سامٍّ، وغير مُسبِّبٍ للصدأ والتآكل, لا يُنْصَح بخلط أنواع من البودر في أنظمة الإطفاء، أو أسطوانات الإطفاء ما لم تكن متوافقةً, كما يجب إعادة تعبئة وسائل الإطفاء، ومكافحة الحرائق بموجب تعليمات وتوصيات الشركة المُصنِّعة لمادة البودر بما يناسبها من مواد.

Dry chemical powder MONNEX Components: Are Potassium Bicarbonate And Calcium .Carbonate With Special Silicones Additives - or Potassium Sulphate, Sodium bicarbonate

(Potassium Bicarbonate & Urea Complex (AKA Monnex

فوسفات الأمونيوم Ammonium Phosphate

مسحوق البودر فوسفات الأمونيوم، الصيغة الكيميائية (NH4H2PO4)

رقم التسجيل (7722-76-1)، مسميات أخرى:

Monobasic - Monoammonium Dihydrogen - Phosphate Monoammonium, Phosphoric Acid, Monoammonium Salt, Primary Ammonium Phosphate" Powder Based On Ammonium Salts And Mineral Additives

بودر على قاعدة أملاح الأمونيوم؛ إما أن يكون ((Mono ammonium phosphate M.A.P أو (Ammonium sulphate) أحادي فوسفات أمونيوم، أو سلفات أمونيوم، زائدًا إضافات معدنية.

استعمالات فوسفات الأمونيوم:

- تستخدم في المحاليل العازلة، وفي الكيمياء التحليلية.

- تستخدم كعامل وقاية من الحرائق للأقمشة والأخشاب والورق، وكذلك طلاء مانع للحريق، ومسحوق جاف لمطفأة الحريق ووسائل مكافحة الحرائق المتنقلة والثابتة.

سلفات الألمنيوم Aluminum Sulfate - Sulphate Of Alumina

رقم التسجيل 10043-01-3، صيغة كيميائية (A12(SO4)3

جزيئات بودر متناهية الصِّغر، ذرات دقيقة جدًّا تستخدم في صناعة الأوراق، ودباغة الجلود، ومعالجة المياه، وبودرة لإطفاء الحرائق، ومُكوِّن من عناصر رغوة الإطفاء، ومسحوق الإطفاء الجاف، ومركب في صناعة الطلاء الضوئي، ويدخل في صناعة الأسمدة للتحكُّم في درجة حموضة التربة.

ثنائي فوسفات الأمونيوم DAP Di-ammonium phosphate

أسماء أخرى Diammonum Hydrogen Ortho Phosphate

Phosphoric Acid, Ammonium Salt 1.2; Ammonium Phosphate Dibasic

رقم التسجيل 7783-28-0

يستخدم ضمن عناصر مواد إطفاء الحرائق الرغوية والبودرة، وفي مركبات الأسمدة، ويستخدم كمُثبِّط وعائق للاشتعال في الكثير من المنتجات؛ مثل: المفروشات والأثاث والملابس.

مسحوق كربونات الكالسيوم Calcium Carbonate

رقم التسجيل Cas NO 471-34-1

بودرة كربونات الكالسيوم لها استخدامات متعددة؛ مثل: مانع للتسريبات، وإطفاء الحرائق, وفي معظم تركيبات وعناصر البودرة متعددة الأغراض، ودائمًا تأتي كربونات الكالسيوم من ضمنها ABC Fire Extinguisher

فوسفات البوتاسيوم Potassium Phosphate

رقم التسجيل CAS NO 7778-77-0 مسميات أخرى:

Monobasic Potassium Phosphate / Monopotassium Dihydrogen Phosphate / Monopotassium Orthophosphate / Monopotassium Phosphate / Phosphate Monobasic / Phosphate Monobasic, Potassium / Phosphoric Acid, Monopotassium Salt / Potassium Acid Phosphate / Potassium Hydrogenphosphate / Potassium Orthophosphate / Potassium Orthophosphate, Di-Hydrogen . Primary-Potassiumphosphate / Prim-Potassium Phosphate / Sorensen's Potassium Phosphate

رماد الصودا (Soda Ash) كربونات الصوديوم (Sodium carbonate)

رقم التسجيل (497-19-8)، الصيغة الكيميائية (Na2CO3)، مُسمَّيات أخرى.

رماد الصودا يتفاعل مع الأحماض مُنْتِجًا غاز ثاني أكسيد الكربون، وتستخدم لأغراض متنوعة؛ مثل: صناعة الزجاج، والصابون، ومعالجة المياه، والتحكُّم في درجة حموضة المواد (معادل)، ومُكوِّن من مكونات عناصر بودرة إطفاء الحرائق.

Sodium Carbonate, Anhydrous SYNONYM (s): Soda Ash, Sodium Carbonate Anhydrous

GENERAL USE: Glass manufacture, detergent manufacture, sodium chemicals and carbonate chemicals manufacture, pulp and paper, brine treatment, water hardness removal, pH adjustment in water or waste water, flue gas desulfurization, coal treatment, ion exchange .resin regeneration

This chemical is certified to ANSI/NSF Standard 60, Drinking Water

.Chemicals-Health Effects. The maximum dosage level for this chemical is 150mg/L

خاتمة:

يستخدم البودر لمكافحة معظم أنواع الحرائق، رغم أن له سلبيات طفيفة مقارنةً بإيجابيَّاته، وخاصةً إذا ما قُورِنَتْ بأضرار النار على المواد المشتعلة. ومن أكثر سلبيَّات البودر أنَّه يترك أثرًا على المواد الدقيقة والالكترونيات، ويُسبِّب الصدأ والتآكل.

عقيد مهندس / شمسان راجح المالكي

▪ مدرب ومستشار سلامة.

السلامة من الحرائق

10 - نظريـــــة إطفـــاء الحرائـــــق بمـــــادة المسحوق الكيميائي الجاف متعدد الأغراض وبودر الإطفـــاء الرطب

من الأخطاء الشائعة لدى عامَّة الناس بأنَّ أي مادة إطفاء يمكن استخدامها لإطفاء أي حريقٍ مهما كان نوعه, وهذا مفهوم خاطئ؛ لأن الحرائق متعددة، وكذا مواد الإطفاء متنوعة, كلُّ حريقٍ له مواد إطفاء مناسبة؛ لهذا تصنع مواد إطفاء الحرائق بناءً على خصائص المواد المحترقة، وما تمتاز به المواد أثناء اشتعال مُكوِّناتها، وتفكُّك جزيئاتها، وما قد تنتجه من أبخرة متصاعدة تُغذِّي عملية استمرار الاشتعال.

المكونات من حيث الرموز وغرض الاستخدام:

من حيث المُكوِّنات والاستخدام بشكل عام للمسحوق الكيميائي الجاف, هناك ثلاثة أنواع رئيسة لمادة البودر الجاف, تمَّ عنونتها بالحروف الإنجليزية، وكتابة هذه الرموز (ABC,BC,D) على أسطوانات إطفاء البودر، وبحسَب أصناف الحرائق التي تستخدم لإطفائها:

1. Powder Class ABC أو Multi-Purpose powder او ABC Dry Chemical

بودر متعدِّد الأغراض يحتوي على:

Monoammonium Phosphate + Amorphous Silica Methylhydrogen او Ammonium Phosphate Polysiloxane,+ Dye+ + Ammonium Sulfate

مسحوق كيميائي جاف متعدِّد الأغراض يتكوَّن من أحادي فوسفات الأمونيوم + سلفات الأمونيوم + مواد مضافة مثل السليكون - يستخدم لمكافحة معظم أصناف الحرائق؛ مثل: المكائن، والمُولِّدات الكهربائية، والسوائل المشتعلة، وحرائق الوقود المنسكبة والمبعثرة على الأرض، ويستخدم لمكافحة حرائق المواد الكربونية الصُّلبة، وحرائق الأنسجة والبلاستيك، وحرائق الأخشاب, بل يمكن استخدامها لمكافحة حرائق الأوراق والأعشاب, ولكنها غير مُجْدية لتكلفة المادة مقابل تكلفة الحريق، ومحتويات مواده الزهيدة، وخصوصًا إذا كانت هذه الحرائق في أماكن مفتوحة وخارجيَّة وغير مهمَّة، فيُستحسن طمرها بالتراب.

0. Potassium Bicarbonate Or Sodium Bicarbonate, Monnex, Baking Soda أو Powder Class BC

مسحوق كيميائي جاف يستخدم لإطفاء معظم الحرائق بمختلف أصنافها وأنواعها، وخصوصًا حرائق السوائل القابلة للاشتعال، وحرائق الكهربائيَّات, ولا يستخدم لإطفاء حرائق المعادن القابلة للاشتعال، يُسمَّى:

Regular Dry Chemical (Fire Extinguishing Agent) BC, SDC, Sodium Bicarbonate

Potassium Sulphate -Potassium Chloride

المكونات Sodium Bicarbonate + Calcium Carbonate+ Amorphous Silica+ Mica+ Clay

0. Sodium Chloride او Graphite Powder أو D Powder Class

تسمياته Super D, Dry Powder Extinguishant, Class D Powder

كلورايد الصوديوم

Sodium Chloride + Mica + Magnesium stearate + Silica, amorphous (fumed)

مسحوق كيميائي جاف يستخدم لمكافحة حرائق الفلزات القابلة للاشتعال فقط؛ مثل: حرائق معادن الليثيوم والزرنيكيوم والألنيوم والمغنيسيوم، وحرائق المعادن القلوية.

Sodium chloride, Sodium bicarbonate: ordinary Potassium bicarbonate: Purple K Potassium chloride: Super K Monammonium phosphate: multipurpose, Tri-class

Purple K Dry Chemical (Fire Extinguishing Agent) or Potassium Bicarbonate, PK,PKP, Fullers earth magnesium aluminum silicate, Mineralite (Zeolite) Mica

Mica potassium aluminum silicate, Zeolite, synthetic amorphous precipitated silica, Silica, amorphous, fumed, Magnesium stearate octadecanoic acid, Mg salt

خواص ومميزات المسحوق الكيميائي الجاف Advantage:

1. يُشكِّل سحابة كثيفة تعزل الأكسجين على المادة المشتعلة.
2. يعمل على إيقاف التسلسل التفاعلي في الحريق.
3. مناسب لإطفاء معظم أصناف الحرائق.

مساوئ وسلبيات المسحوق الكيميائي الجاف Disadvantage:

1. يترك أثر ومُخلَّفات بعد المكافحة.
2. يُسبِّب إعاقة للرؤية الواضحة بحجبه وانتشار كثافته على مساحات واسعة.
3. غير مناسب لحرائق الإلكترونيات لصعوبة التنظيف بعد المكافحة.
4. قابل لامتصاص الرطوبة، والتأثُّر بها، ومن الممكن تحجُّره وتشكُّله إلى أجزاء متماسكة، ويحتاج إلى نشره وتجفيفه ونخله، ومن ثَم إعادة تعبئته في الأسطوانات ووسائل الإطفاء الأخرى.
5. من الممكن أن يُسبِّب التهابات وحكَّة إذا لامس الجسم.
6. ضغط تدفُّق قواذف البودر محتمل أن يُسبِّب انتشار النار، خاصةً في حرائق السوائل.
7. لا يصلح لمكافحة الحرائق ذات المساحات المفتوحة والكبيرة.
8. جميع أنواع البودر تؤثر على التنفُّس والاستنشاق والأغشية المخاطيَّة في الأماكن المغلقة.
9. يُنصَح بعدم استعمال المسحوق الكيميائي الجاف في إطفاء حرائق الغازات المتسرِّبة بسبب خطورة الانفجار الذي يحدث من إعادة اشتعال الغازات المتسرِّبة بعد إطفاء اللهب.

نظرية إطفاء الحريق باستخدام مادة البودر الجاف Extinguishment Theory for Dry Chemical Powder

يُستخدَم المسحوق الكيميائي الجاف لإطفاء حرائق المواد الصلبة؛ مثل: المطاط، والبلاستيك، وحرائق المعادن، والمكائن، والسوائل القابلة للاشتعال من خلال قدرته على تشكيل سحابة كبيرة تعزل الأكسجين عن المواد المشتعلة باندفاع جزيئات وذرات البودر صغيرة الحجم باتجاه المواد المشتعلة، وتحلل الجسيمات الصلبة للمسحوق الكيميائي الجاف لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء في محيط المواد المشتعلة وتبريدها، وبمثابة حاجز بين سطح المواد المشتعلة ودرجة حرارتها, وحاجز الجسيمات هذا يمنع الحرارة المُشعَّة من العودة إلى سطح المادة المحترقة، وبالتالي كسر سلسلة التفاعلات الكيميائية، وتعطيل الجذور الحرة (الشقوق الطليقة) من الاستمرارية في تغذية ألسنة اللهب.

المسحوق الكيميائي الرطب / المبلل Wet Chemical Powder

مكونات المساحيق الكيميائية الرطبة - Composition Of Wet Chemical Powder

نوع تجاري وُجِدَ حديثًا على شكل بودر مُذَاب في السوائل، ويستخدم لمكافحة حرائق زيوت الطبخ وحرائق الدهون النباتية، يُسمَّى: Wet Chemical Charge أو Wet Chemical Potassium Acetate Solution يتكون من أملاح عضوية وغير عضوية؛ مثل: أملاح البوتاسيوم (Potassium Acetate أو Potassium Salt) وسترات البوتاسيوم (Potassium Citrate) وكربونات البوتاسيوم (Potassium Carbonate)، يضاف إليها الماء وسوائل أخرى على شكل بعض المواد الكيميائية والأملاح الفلزية والقلوية والمنظفات الرغوية والصابونية، وبعض الإضافات الكيميائية المانعة للتجمُّد والتحجُّر, وفي بعض الأنواع تُضَاف مكوِّنات خاصة؛ مثل: Wet Chemical Agent لغرض التفاعل مع الجزيئات الصلبة لمكونات الزيوت والدهون، ولبعض أنواع الوقود، وإنتاج بخار أو سحابة صابونية لغرض التحلل، وتعطيل تكوينات الشقوق الطليقة؛ ممَّا يساعد على كسر وإيقاف استمرار سلسلة التفاعل الكيميائي.

Alkali Metal Salt + Anti-Freeze Chemicals Added + Detergent Based Additives+ wet chemical Agent

تسميات أخرى Wet Chemical Solution, AC-250, Potassium Acetate, Class K

تتكوَّن عوامل الإطفاء الكيميائية الرطبة من مزيجٍ من الأملاح العضوية وغير العضوية في المحلول. ويتمُّ تركيب خزان غاز دافع منفصل بجوار خزان البودر الرطب في حالة شبكات إطفاء البودر الرطب, وبمُجرَّد تشغيل النظام تلقائيًّا أو يدويًّا، يتمُّ تحرير المحلول الكيميائي الرطب، وخَلْطه بالغاز الدافع، ويتمُّ توزيعه من الفتحات داخل مجرى فوهة الإطفاء كما هو الحال في النظام الكيميائي الجاف التقليدي، ويتدفَّق البودر إلى أن يتمَّ إيقاف حرائق الدهون والطبخ, وتتم تغطية أنظمة إطفاء الحرائق الكيميائية الرطبة بموجب معيار NFPA 17A NFPA و96 Standard والتحكم في التهوية والحماية من الحريق لمُعدَّات المطابخ, وتكمُنُ صعوبة الحماية من الحرائق في كمية الوقود (الشحوم وزيوت الطبخ) التي يمكن أن تحملها مقالي الدهون العميقة التي يمكن أن تحتوي على كميات كبيرة من الشحوم وزيوت الطبخ. وتعمل أنظمة الإطفاء الخاصة بالدهون في البداية كنظام كيميائي رطب، ولكن فور إطفاء الحريق يتمُّ تفريغ رذاذ الماء عبر نظام الأنابيب الكيميائية الرطبة لتبريد الوقود، ومنع إعادة الإشعال.

أنواع مادة البودر الرطب:

البودر المبلل ليس له أنواع كثيرة مثل البودر الجاف؛ لأنه وُجِدَ حديثًا، وكذلك له محدودية في إطفاء بعض الحرائق فقط, وعادةً ما يستخدم مع الماء.

1. أملاح/استيت البوتاسيوم الرطبة Potassium Acetate Wet Powder K

استيت البوتاسيوم رقم التسجيل (127-98-2) wet Chemical Solution

(127-08-2-Potassium Acetate) {Acetic acid, potassium salt}

0. بودرة ستريت البوتاسيوم Potassium Citrate Class K Powder

رقم التسجيل ستريت البوتاسيوم (866-84-2)

أو مُسمَّيات أخرى: أملاح البوتاسيوم Wet Chemical Charge - Potassium Salt

0. نترات البوتاسيوم POTASSIUM NITRATE

رقم التسجيل/ 7757-79-1

والمُكوِّنات بشكل عام لبودرة الإطفاء الرطبة:

Aqueous solution of surfactants سائل مخفضات السطوح

5-34-ButylDiGlycol Ether (ButylCarbitol) CAS no 112 بوتاي ثلاثي جلوكول الإيثر

Alkyl Sulphate

Flourousurfactant مخفضات سطوح مفلورة

584) Potassium carbonate-7-08) كربونات البوتاسيوم

نترات البوتاسيوم Potassium Nitrate

5-18-Water CAS No 7732 ,6-951-EINECS No: 203/5-34-Xi; R36/CAS No: 112

نظرية إطفاء الحريق باستخدام مادة البودر الرطب Extinguishment Theory for Wet Chemical Powder

يُستخدم المسحوق الكيميائي الرطب أو المبلل لإطفاء حرائق الصنف (K),(A)، شحوم وزيوت الطبخ من خلال قدرته على تشكيل رغوة صابونية على سطح أداة الطبخ، وأعلى المواد المحترقة عند تفاعل المحلول القلوي مع الأحماض الدهنية الحرة، وتعمل هذه السحابة الصابونية على تقليل الأبخرة المتصاعدة من المواد المشتعلة، وتبريدها وعزل الأكسجين عنها, وتعمل أيضًا على تحويل حرارة المواد المحترقة إلى بخار في سطح المادة المشتعلة ليمتص الحرارة منها إلى ما دون درجة الاشتعال التلقائي.

خاتمة:

عند استخدام مواد إطفاء الحرائق تحدث تفاعلات كيميائية بين مواد الإطفاء ومكونات المواد المشتعلة قد ينتج عنها تغيرات حرارية طاردة للحرارة، أو تغيرات حرارية ماصَّة للحرارة, والتفاعلات الطاردة هي بمثابة إنتاج الحرائق، أو زيادتها, بينما التفاعلات الماصة للحرارة تتمثَّل في عملية إطفاء الحريق وفقًا لمبدأ نظرية إطفاء صنف الحريق الخنق، أو عزل الأكسجين، أو عملية التبريد) مبدأ استخدام البودر حسَب مكوناته وعناصره، والشكل الذي يمتاز به عند انطلاقه من وسائل الإطفاء نحو الحريق بشكل سحابة كثيفة لعزل الأكسجين.

عقيد مهندس / شمسان راجح المالكي

- مدرب ومستشار سلامة.

11

غاز ثاني أكسيد الكربون والسوائل المتبخرة

الخصائص والاستخدامات

غاز ثاني أكسيد الكربون والسوائل المتبخِّرة من مواد إطفاء الحرائق غير موصلة للكهرباء، ولهذا تُستخدم لإطفاء حرائق الأجهزة الكهربائية والإلكترونيات، والأجهزة الدقيقة والحسَّاسة؛ كونها لا تترك أيَّ أثرٍ بعد مكافحة الحرائق.

غاز ثاني أكسيد الكربون Carbon Dioxide (Co2)

هو مُركَّب كيميائي, وأحد مُكوِّنات الغلاف الجوي والغازات الدفيئة، ويكون غاز ثاني أكسيد الكربون، أو ثنائي أكسيد الكربون، أو غاز الفحم على شكل غاز خامل نسبيًّا في درجات الحرارة الاعتياديَّة، وغير مستقرٍّ في درجات الحرارة العالية, وغير نشطٍ كيميائيًّا، وغير قابل للاشتعال، وهو أثقل من الهواء مرة ونصف، ومن السهولة تحويله إلى سائل، وتعبئته بأسطوانات، وذلك عند ضغطٍ مُعيَّنٍ, ويُسمَّى: الغاز الفحمي، وأيضًا الغاز الجاف، أو الغاز السائل.

رقم التسجيل/ CAS No 124-38-9

تسميات أخرى

Carbon Dioxide CO2, Carbonyl Anhydride, Carbonic Acid Gas

Carbon Dioxide, Liquefied Gas, CO2, Carbonic Acid, Carbonic Anhydrite

ويعتبر غاز ثاني أكسيد الكربون من بين أشهر الغازات المُسبِّبة للاحتباس الحراري (ثاني أكسيد الكربون، والميثان، وأكسيد النتروز) بسبب الانبعاثات المتطايرة، ومخلفات هذه الغازات، واستخدامها بكميات كبيرة.

تركيبة غاز ثاني أكسيد الكربون

يوجد في الهواء بنسبة (0,03%) (ما مُتوسِّطه 0.040 % من حجم الغلاف الجوي)، ويتكوَّن من ذرة كربون مرتبطة بذرتي أكسجين، وهو من المُركَّبات العضوية، ويرمز له بالرمز (CO2) على شكل غاز في حالته الطبيعية، وعند الاستخدام وأثناء خروجه من الأسطوانات المضغوطة لا يشتعل، ولا يساعد على الاشتعال, وهو عديم اللون والرائحة، وسهل الانحلال بالماء، وله صفة حمضية.

مصادر غاز ثاني أكسيد الكربون وتحضيره

يتمُّ إنتاجه عن طريق احتراق وتحلُّل المواد العضوية، وناتج من احتراق الخشب والديزل، ومعظم الوقود الأحفوري الغني بالكربون؛ كالفحم، والنفط، والغاز الطبيعي.

خواص ومميزات غاز ثاني أكسيد الكربون Advantage Of Co2

1. يعمل على تقليل الأكسجين في محيط المواد المشتعلة.
2. مناسب جدًّا لمكافحة حرائق الإلكترونيات والأجهزة الدقيقة، ومُحرِّكات الطائرات.
3. يمتاز بقوة تبريديَّة فعَّالة، ولا يترك أي أثرٍ بعد المكافحة.
4. يمتاز بقدرة على الدخول في ثنايا المادة المحترقة كونه أثقل من الهواء مرة ونصف؛ لذا يتجمَّع في الأماكن السفلية والحفر إذا كان بكميات كبيرة.
5. لا يحتاج لوسيلة لدفعه؛ كونه غازًا دافعًا ومضغوطًا، ولا يفسد بطول فترة التخزين.
6. غير موصل للقوة الكهربائية.
7. وسيلة إطفاء فعَّالة من حيث التكلفة - سهل الاستخدام (منخفض السُّميَّة).

استخدامات غاز ثاني أكسيد الكربون Application Of Carbon Dioxide Co2

1. يستخدم في عملية التبريد، وفي صناعة المشروبات الغازية؛ لأنه يذوب في السوائل.
2. يستخدم في إنتاج بعض الصناعات النفطية والكيميائية؛ مثل: الأسمدة والبترول.
3. يستخدم بعبوات مضغوطة في نفخ قوارب النجاة، وسترات النجاة؛ لتسهيل التمدُّد السريع.
4. يستخدم في مجال إطفاء الحرائق كمادة دافعة للبودر، وأيضًا دافع لأسطوانات الماء.
5. والاستخدام الأهم في مجال مكافحة الحرائق هو كوسيلة إطفاء الحرائق باستخدام كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون تكون مضغوطة بداخل أسطوانات بأحجام مختلفة، وكلما كانت كميات كبيرة، كانت الفائدة أكبر.

مخاطر وسلبيات غاز ثاني أكسيد ال كربون Disadvantage

ضار وخانق إذا استنشق بكميات كبيرة جدًّا، وله آثار فيزيائية ضارة إذا زاد تركيزه في الجو عن (4%) في محيط مغلق, أمَّا عند تراكيز تتراوح بين (7% إلى 10%)، فيمكن حدوث إغماء واختناق.

محدود الفاعلية والاستخدام أثناء المكافحة لحرائق مفتوحة.

يتبدَّد بسرعة؛ مما يجعل إعادة الاشتعال في بعض الحرائق ممكنًا.

لا يمتاز بمدى فعَّال كبير ولمسافات أبعد أثناء خروجه من الأسطوانات المضغوطة بشكل سحابة ثلجية مخلوطة بغاز ثاني أكسيد الكربون، أي أنه يتبدَّد.

له تأثير ضار كالصقيع على الجلد إذا ما تعرَّض له مباشرًا, وتلتصق المعادن والأجزاء إذا لامست الغاز في درجات الحرارة شديدة البرودة, واحتمال تمزُّق الجلد عند محاولة إزالتها.

يمكن لأبخرة غاز ثاني أكسيد الكربون الباردة جدًّا تجميد أنسجة الإنسان، وتحويل الكثير من المواد - كالبلاستيك والمطاط - إلى مواد هشَّة وسريعة الانكسار.

لأنه ثلجيٌّ عند خروجه من أسطوانات الإطفاء، فيجب أن تكون قواذف إطفاء أسطوانات غاز ثاني أكسيد الكربون مصنوعةً من مادة POLYTHYLENE؛ لكي لا تتأثر يدُ المستخدم من شدة البرودة.

نظرية استخدام غاز ثاني أكسيد الكربون لإطفاء الحرائق Extinguishment Theory for Co2 Gas

مبدأ استعمال هذا الغاز كوسيلة إطفاء؛ لأنه يمتصُّ الحرارة من المادة المشتعلة؛ لقدرته التبريديَّة الكبيرة، وقدرته على إزاحة الأكسجين، وتقليل نسبته في منطقة الاشتعال وحولها بتحوُّله إلى غازٍ على شكل سحابة بيضاء يغطي المادة المشتعلة ويعزلها.

أصناف الحرائق المناسبة للإطفاء باستخدام مادة الـ Co2

- يستخدم غاز ثاني أكسيد الكربون لمكافحة حرائق الأجهزة الإلكترونية والدقيقة والحسَّاسة، وحرائق كابينات الطائرات، وحرائق المحركات ومُولِّدات الكهرباء، وحرائق منظومات الشبكات الكمبيوتريَّة.

- يستخدم لإطفاء حرائق هناجر الطائرات، وورش التصليح، وأماكن الإلكترونيات والحاسوب، والأجهزة الدقيقة، والكهربائيات عَبْر شبكات وأنظمة الإطفاء الثابتة، أو عن طريق ضغطه وإدخاله في أسطوانات الإطفاء اليدوية والمتنقلة، وفوق عربات الإطفاء لمكافحة حرائق الكهرباء، وحرائق الإلكترونيات، وحرائق محركات الطائرات.

السوائل المتبخِّرة والهالوجينية وبدائل الهالون (Vaporized Liquid & Halon Alternative)

السوائل المُتبخِّرة والمستخدمة في أجهزة الإطفاء ذات التأسيسات الثابتة ومطافي الحريق اليدوية المتنقلة تُعرَف بالهايدروكاربونات الهالوجينية Halogenated Hydrocarbons، وتُسمَّى أيضًا بالهالونات والسوائل المتبخِّرة؛ كونها سوائل مضغوطة تتبخَّر بمجرد اندفاعها وتعرُّضها للهواء, وتخزن في أوعية مُحْكمة وأسطوانات مضغوطة على شكل سوائل، وتُحرَّر بشتَّى الطرق (يدويًّا، إلكترونيًّا، آليًّا) عن طريق التفجير، أو الانصهار، وعَبْر أجهزة الاستشعار بحيث تتبخَّر بسرعة فائقة، وقوة تبريدية هائلة مغطية منطقة الحريق دون تَرْك أي أثرٍ بعد عملية الإخماد, وأغلب السوائل المتبخِّرة المستخدمة لأغراض الإطفاء هي من السوائل الهالوجينية المشتقَّة من الهيدروكربونات، وهذه الهالوجينات هي مشتقات الفلور, والكلور, والبروم، واليود، ويرمز لكل نوعٍ من السوائل المتبخِّرة برقم حسَب تكوينه من حيث الذرات, وتتكوَّن العناصر الهالوجينية من الفلور، والكلور، والبروم، واليود، ولأنَّ اليود مادة صلبة وسامَّة تتحول إلى أبخرة بنفسجية بالتسخين، فقد استُعِيضَ عنها بالميثان.

مكونات الهالونات والسوائل المتبخرة

الهالونات عبارة عن مُركَّبات وعناصر يتمُّ الحصول عليها من خلال استبدال ذرَّات البروم - بالإضافة إلى ذرات الهالوجينات الأخرى - بالهيدروجين في الهيدروكربون, ويُطلَق على الهالونات أيضًا أنها السوائل الهالوجينية المتبخِّرة التي يمكن استخدام أبخرتها كوسيلة إطفاء, وهي عبارة عن مواد هيدروكربونية يدخل عُنْصرا الكربون والهيدروجين في تركيبها بشكل أساسي مع استبدال ذرات من الهالوجينات (ذرات من الكلور، أو الفلور، أو البروم، أو اليود) بأحد أو كل ذرات الهيدروجين.

ومن الأمثلة على الهالونات: برومو كلورو ثنائي فلوريد الميثان

bromochlorodifluoromethane) ((BrCl2CFl)، والذي يُعرَف باسم هالون 1211، وهالون برومو ثلاثي فلوريد الميثان bromotrifluoromethane) (Br3CF))، والذي يُعرَف باسم هالون 1301, وتُعتَبر الهالونات مُركَّبات مستقرة جدًّا، وغير نشطة، وتُستخدم على نطاق واسع في مجال صناعة مواد ووسائل الإطفاء المتبخِّرة لمكافحة الحرائق، ولكن بعد أن تتفكَّك عناصر هذه الهالونات يتمُّ تحرير البروم، والذي بدوره يتفاعل مع الأوزون؛ ممَّا يتسبَّب في استنفاد طبقة الأوزون (O3) التي تتكوَّن من (3 ذرات أوكسجين).

والهالونات عبارة عن مجموعة مُركَّبات يتمُّ الحصول عليها من خلال استبدال ذرة البُروم - بالإضافة إلى ذرات الهالوجينات الأخرى - بذرات الهيدروجين في الهيدروكربون.

استعمالات السوائل المتبخِّرة Applications of Halons

تستعمل السوائل الهالوجينية المتبخِّرة في إطفاء حرائق الإلكترونيات، ومُحرِّكات الطائرات، والأجهزة الدقيقة والحسَّاسة، ويتمُّ استخدامها بكفاءة في إطفاء حرائق التجهيزات الكهربائية؛ حيث إنَّ هذه المواد غير موصلة للتيار الكهربائي، كما تُستعمل في إطفاء الحرائق التي تنشأ في الأجهزة الإلكترونية الدقيقة؛ مثل: أجهزة الكمبيوتر، والأجهزة المِلاحيَّة، وعدادات القياس، وأجهزة البيانات في كبائن الطائرات العسكرية والمدنية؛ حيث إنَّها لا تترك أيَّ أثرٍ ضارٍّ بعد عملية إطفاء الحريق, وبشكل عام تستعمل السوائل الهالوجينية المتبخِّرة بكثرة في تجهيزات الإطفاء التلقائيَّة, وأجهزة التكييف والتبريد، وإذابة الأصباغ, وقد تبيَّن في الآونة الأخيرة أن مُركَّبات الهالون ومُركَّبات الكربون المشبعة بالفلور والهالونات، ورابع كلوريد الكربون، وكلور وفلور الميثيل، والهيدرو كلور الكربون, جميعها ضارَّة بنِسَبٍ متفاوتة بطبقة الأوزون، والتي تحمي الأرض من مخاطر الأشعَّة فوق البنفسجية؛ لاحتوائها على مُركَّبات الكلور والفلور والكربون CFC.

وهذه الأنواع من مواد الإطفاء غير مستخدمة حاليًا لتأثيراتها الضارَّة على البيئة.

ويتمُّ استخدام مُركَّبات الكربون الفلورية الهيدروجينية كبدائل لمثل هذه المواد الضارَّة بالبيئة, وعليه: فقد تمَّ الإجماع من قِبَلِ معظم المؤسسات الحكومية، والمنظمات الدولية، والرسمية، والمهتمَّة بسلامة البيئة على توقيع اتفاقيات وبروتوكولات (فيينا ومونتريال)، وإقرارها، واعتماد آليَّة مزمنة بجداول زمنية للحدِّ من استخدامها، والتقليل من إنتاج المواد المستنفدة للأوزون، وإيجاد بدائل عنها، وتطوير بعض المواد المستخدمة بما يَكفُلُ سلامة أدائها، وخُلُوها من أي أضرار على البيئة والأوزون، أو نِسَب في السُّميات أثناء الاستخدام.

ومع ذلك يوجد كميات منتشرة حول العالم من هذه المُركَّبات ومُشتقَّاتها من المواد المستنفدة للأوزون؛ منها ما يُستخدَم في مجال إطفاء الحرائق, ومنها ما يُستخدَم في الصباغات، والدهانات، والطلاء، وتصنيع أدوات التزيين، ومنها ما يُستخدَم في مجال أنظمة التبريد؛ وسواء كانت هذه الأجهزة على شكل أسطوانات إطفاء كروية أو مستطيلة الشكل بعبوات مختلفة صغيرة أو كبيرة، والموجودة في مجال السلامة والإطفاء على الأساطيل، والطائرات، والمُعدَّات العسكرية، وأجهزة الحواسب، والإلكترونيات.

أبخرة السوائل العضوية جميعها تقريبًا قابلة للاشتعال والانفجار عدا الأبخرة التالية، فلها تأثيرات تبريدية مخمدة، وهي:

1. أبخرة سائل رابع كلوريد الكربون، وزنه (153.82)، درجة الانصهار (22.92 ° درجة).
   الغليان (76.72م) - الكثافة (1.5867 جم/سم 3)، لا يستعمل حاليًا.
2. أبخرة سائل كلورو بروموميثان. هالون (1011)، وأنتج عام 1973 CClBrF
3. أبخرة بروميد الميثيل هالون (CH3B 1001).
4. أبخرة بروم ثلاثي فلوروميثان، ويُسمَّى الهالون (13.1)، وقد زاد الطلب عليه CBrF 3 لكفاءته.
5. أبخرة بروموكلورو ثنائي فلوروميثان، ويُسمَّى الهالون (CBrCLF 1211).
   ويستخدم على نطاق واسع نسبيًّا في الوقت الحالي.
6. أبخرة كلوروفورم CHCl
7. أبخرة ميثيل الكلوروفورم Cl3CH
8. سائل داي بروموترافلورو إيثان هالون (C2Br2F4 24.2)، وشاع استخدامه في الدول الشرقية.

وهذه الأنواع من مواد الإطفاء تحتوي على أسطوانة تُملأ بالسائل الذي يُطرَد للخارج؛ إمَّا بواسطة مكبس يدوي، أو بضغط الهواء، أو باستخدام غاز مضغوط، فيخرج السائل بمجرَّد فتح الصمام، وعند توجيه هذه السوائل إلى الحريق، فإنها تتحوَّل إلى أبخرة ثقيلة تعمل على فصل سطح الحريق عن أكسجين الهواء الجوي، وأبخرة هذه السوائل سامَّة، وأكثرُها سُميَّة: رابع كلوريد الكربون، وقد تمَّ إيقاف استعماله حاليًا, وقد زاد الطلب على مُركَّبات الهالون بنوعيها (بروموتراي فلوروميثان ١٣٠١، أو بروموكلور داي فلور ميثان ١٢١١)، فهذه المواد ذات قدرة إطفائية عالية، وليس لها تأثيرات جانبية، خاصة تلك التي تمَّ تطويرها.

مواد الإطفاء والتبريد والمصنفة مواد مستنفدة وآكلة لطبقة الأوزون بنِسَبٍ متفاوتة (ODS)

تُعتَبر غازات الكلوروفلوروكربونات (CFCs) والهايدروكلورفلوركربونات (HCFCs) وبروميد الميثيل (Methyl Bromide (MBr والهالونات (Halons) من الغازات الضارَّة والمهدِّدة لتآكل طبقة الأوزون, والبعض منها ما زال يعمل حتى الآن، ولو بطريقة محدودة جدًّا؛ مثل: هالون 1211، وهالون 1301؛ نظرًا لكفاءتهما في إخماد حرائق مُحرِّكات الطائرات.

الفريونات (الكلوروفلوروكربونات Freons)، وتُعرَف بمُركَّبات (CFCs)، وهي غازات وسوائل كيميائية عضوية لها درجة غليان منخفضة تُستخدَم في أجهزة التبريد، وأجهزة إطفاء الحرائق، وكذلك المنظفات، ومن بينها غاز التبريد (CFC12)، ويُستخدَم في الثلاجات والمجمَّدات، وقد تمَّ التخلُّص منها، وإيقاف إنتاجها, ومن بَيْن البدائل لهذا الغاز (HFC 134a) كل مُركَّبات CFC غير سريعة الاشتعال، ولها كفاءة في إطفاء الحرائق، وخاصةً في منظومات حماية مُحرِّكات الطائرات، ولكن أكثر المُركَّبات استعمالًا لهذا الغرض هي التي تحتوي على البروم؛ مثل: CBrF3, CBrClF2 - ولقد تراجع استخدام الفريونات؛ لِمَا لها من أضرار على طبقة الأوزون، فبسبب استقرارها فهي لا تنحلُّ، ولا تتحطم كيميائيًّا بسهولة، وتنتشر ببطء نحو الأعلى، فتصل لطبقة الستراتوسفير التي تحتوي على طبقة الأوزون المكون لعنصر الأكسجين، والتي تحمي الأرض من الأشعَّة فوق البنفسجية، وهناك العديد من الفريونات سواءً المستخدمة لأغراض التبريد أو إطفاء الحرائق؛ مثل: فريون R11 ، فريون R12 ، فريون R13 ، فريون R14، فريون R22، فريون R21، فريون R134a، فريون123

الهالونات (Halons):

(Halons (Chlorofluorocarbons (CFCs) and bromofluorocarbons/bromochlorofluorocarbons

كلوروفلوروكربونات (CFCs) وبروموفلوروكربونات/بروموكلوروفلوروكربونات (الهالونات) التي تمَّ تطويرها في 1930، لها خصائص فريدة من نوعها، فهي منخفضة السُّمية، وغير قابلة للاشتعال، وغير قابلة للتآكل، ومتوافقة مع المواد الأخرى، بالإضافة إلى ذلك: لها خصائص ديناميكية حرارية ومادية تجعلها مثاليَّة لمجموعة متنوعة من الاستخدامات، وقد استخدمت مُركَّبات الكربون الكلورية فلورية كمادة دافعة للهباء الجوي، والمبردات، وعوامل نفخ للرغوات البلاستيكية، وعوامل تنظيف للمكونات المعدنية والإلكترونية، وفي تطبيقات أخرى كثيرة, واستُخْدمت مُركَّبات الهالون كعوامل إطفاء الحرائق، ومثبطات الانفجار لحماية المُعدَّات عالية القيمة, ويتمُّ استخدامها في طفايات الحريق المحمولة باليد، وأنظمة الفيضان الكلية، وأنظمة التطبيقات الموضعية.

ولأنَّ لهذه المُركَّبات عناصر ذات استقرار جوي لذراتها عند اقترانها مع البروم أو محتوى الكلور، فقد تمَّ ربطها بنضوب طبقة الأوزون الواقية للأرض، ونتيجة لذلك يتمُّ التخلص التدريجي من هذه المُركَّبات, وهناك مُركَّبات بديلة مقبولة بيئيًّا؛ مثل: HFC-227ea كبديل لبعض مُركَّبات الكربون الكلورية فلورية والهالونات؛ مثل: هالون1211 (CBrClF2)، والذي يعمل بنظام التدفُّق, وكذا هالون 1301)(CBrF3)) الذي يعمل بنظام الغمر الكلي, وما زالت تستخدم هذه الهالونات جزئيًّا في وسائل مكافحة حرائق كابينات الطائرات والمحركات كأسطوانات إطفاء يدوية متنقلة وثابتة،

وأيضًا تستخدم في شبكات وأنظمة الإطفاء المركزية التلقائية؛ كون هذه الغازات أُدرِجَتْ ضمن المواد الخاضعة للرقابة على استخدامها بطريقة محدودة؛ كونها فعالةً في إطفاء الحرائق دون أثرٍ يُذكَر بعد المكافحة، وخصوصًا إذا ما قُورِنَتْ بمُركَّبات الكربون المشبعة بالفلور، والأكثر تدميرًا للأوزون وتلوث البيئة، وقد تمَّ التخلُّص من معظم الهالونات، واستبدال مواد حديثة بتلك الهالونات، والتي لا تؤثر على طبقة الأوزون, وبرغم أنَّ معظم مُكوِّنات الهالونات ما زالت مستخدمةً بعد إضافة بعض المُركَّبات على عناصرها لإزالة درجة السُّمية، وتقليل تأثيراتها الضارَّة بتطوير بدائل؛ مثل: مُركَّبات الهالوكربون مع مواد مخلوطة وغازات خاملة.

رابع كلوريد الكربون ((CCL4: كان يُستخدَم في الماضي كمُذِيبٍ ومُنظِّفٍ صناعيٍّ، وقد تمَّ التوقُّف الكامل عن استخدامه.

الهيدروكلوروفلوروكربونات ((HCFCs: يوجد منها حاليًا أنواع تستخدم على نطاق واسع، وتعتبر أقل تأثيرًا على طبقة الأوزون، وأهمُّها: ((HCFC-22 الذي يستخدم مع أجهزة تكييف الهواء، وتُعرَف هذه المواد بالمواد الانتقالية، حيث إنَّها حلَّت محل الفريونات (CFCs) .

الخاتمة:

جميع المواد والوسائل التي تُستخدَم لإطفاء الحرائق لها سلبيات وإيجابيات, ولا يمكن أن نجد مادةً واحدةً تصلح لإطفاء جميع أنواع الحرائق، أو إنه ليس لديها أي مساوئ, وكلما كانت مادة إطفاء الحريق مناسبةً وملائمةً لمُكوِّنات المكان المراد تأمينه، كان لها فوائد كثيرة، واعتمادية كلية بكفاءة عالية لمواجهة مخاطر الحرائق, وفي مقال قادم سنتكلَّم بالتفصيل عن جميع أنواع مواد الإطفاء البديلة للهالونات والنظيفة، والتي تعتبر صديقةً للبيئة، ولا تضرُّ بطبقة الأوزون.

عقيد مهندس / شمسان راجح المالكي

▪ مدرب ومستشار سلامة.

السلامة من الحرائق

12 بدائل الهالون

HALON ALTERNATIVES

سلامة المواد المستخدمة بديلاً للهالون في الإطفاء

السلامة وحماية البيئة هي أمورٌ بالغةُ الأهمية في اختيار واستخدام مواد إطفاء الحرائق. والهالونات (مُركَّبات الهالوجين) كانت تستخدم في الماضي في بعض وسائل الإطفاء، ولكنها تعتبر ضارَّة للبيئة وللصحة العامة بسبب قدرتها على تدمير طبقة الأوزون.

وقد تمَّ إيقاف إنتاج المواد الضارَّة للبيئة والمستنفدة لطبقة الأوزون (ODS)، وحاليًا يتم استخدام مواد بديلة غير ضارَّة، وتعتبر من المواد الصديقة، والعناصر النظيفة (None ODS)، والتي ليس لها آثار سلبية بعد عملية إخماد الحرائق، وغير موصلة للكهرباء، ولا تترك أي آثار سلبية، بل وتستخدم مثل هذه المواد النظيفة كحماية لأنظمة التجهيزات، إضافة إلى عملية إطفاء الحرائق.

وهناك العديد من البدائل الآمنة، والتي تحافظ على سلامة البيئة، وقد تم استخدامها كبدائل لمواد إطفاء الحرائق التقليدية التي تحتوي على الهالونات؛ ومنها:

1 - الصيغة الكيميائية (إف أم 200) (HFC 227ea) FE227 FM-200 FM-200 (CF3-CHF-CF3).

- رقم التسجيل (431890) Heptafluoropropane الاسم الكيميائي 1,1,1,2,3,3,3-Heptafluoroprop ane
- ويطلق عليه اسم: غاز (الهيبتا فلورو بروبان), وله درجة احتمالية الإضرار بالأوزون صفر, وهو غاز سائل مضغوط عديم اللون والرائحة, ومُكوَّن من الفلور والبروبان (سباعي فلوروالبروبان) Heptafluoropropane، إضافة إلى غاز النيتروجين كمادة دافعة.
- ومن الهالوجينيات: Halogenated alkane، ومن مجموعة Fluorinated Hydrocarbon او hydrofluorocarbons هيدرو فلورو الكربون (HFC)، ويعتبر من مواد الإطفاء النظيفة، والتي تستخدم في إطفاء حرائق الأجهزة الكهربائية، وأجهزة الحاسب الآلي، وشبكات الاتصالات، ونُظُم المعلومات، والأجهزة الإلكترونية، ويتم استخدامه بنظام الغمر الكلي (Total-Flooding Systems)) عَبْر منظومة متكاملة مُكوَّنة من أسطوانات مادة الإطفاء، وصمامات مرتبطة بنظام إنذار، وشبكة إطفاء تلقائيَّة، وأجهزة قياس مستوى مادة الإطفاء، وضغط الأسطوانة, ويتم إفراغ مادة الإطفاء عَبْر أجهزة وسائل الإطفاء المركزية والثابتة في بضع ثوانٍ (10) مغطية منطقة الحريق بكاملها.

أسماء أخرى: Trade Names And Synonyms:

Heptafluoropropane; HFC-227ea; R-227; MH227 ; FM-200™; FE-227™ -HFC-227ea - 1,1,1,2,3,3,3-Heptafluoropropane, R-227ea, RT-227TM, Hydroheptafluoropropane; Propane,1,1,1,2,3,3,3- Hydrofluorocarbon (HFC) 227ea Hydrofluoroalkane (HFA) 227ea - FE-227 2-Hydroperfluoropropane

عبارة عن مُركَّب من الكربون والفلور والهيدروجين (CF3CHFCF3) عديم اللون، عديم الرائحة، وغير موصل للكهرباء, ويقضي على الحريق من خلال مجموعة من الآليَّات الكيميائية والفيزيائية بوقف سلسلة التفاعلات الكيميائية دون التأثير على الأكسجين المتاح في محيط الاشتعال؛ ممَّا يسمح برؤية جيدة أثناء المكافحة، ويمتاز FM-200 بسُميَّة مقبولة للاستخدام في الأماكن المشغولة عند استخدامها كما هو محدد في قواعد برنامج السياسة البديلة لوكالة حماية البيئة الأمريكية (EAP) EPA SNAP Program (Significant New Alternate Policy)

المميزات لغاز (FM-200):

1. يتغلغل في أعماق المادة المشتعلة، ولا يترك أي أثر بعد المكافحة؛ لأنه يتبخَّر بسرعة.
2. يعتبر غير سامٍّ، ويُعدُّ من مواد الإطفاء النظيفة.
3. ليس له أي تأثير على طبقة الأوزون، ولا أي تأثير في الإحماء الحراري.
4. غير متضمن ذرات البروم وذرات الفلور، ولهذا يمتاز بدرجة الصفر في تأثيرات الأوزون.
5. بديل مناسب للفريونات والهالونات، ومتوافق مع معايير 2001 (NFPA).
6. غير موصل للكهرباء، وليس له تأثيرات سلبية على المعادن والأجهزة الإلكترونية، ولا يسبب الصدأ.
7. مُصَادق عليه بالاستخدام في الأماكن المغلقة والمحصورة، وبتركيز لا يتجاوز (9٪) في الأماكن المشغولة عادةً.

السلبيات لغاز (FM-200):

1. تأثيرات محدودة عند التحلل من جرَّاء التعرُّض للحرارة الشديدة.
2. يستخدم بنظام الغمر الكلي، ولا يمكن استخدامه بشكل جزئي أو بنظام موضعي.
3. غير مناسب لإطفاء حرائق المواد الكيميائية والمؤكسدة، والمعادن المُشعَّة.
4. يكون التعرُّض لمادة (FM-200) أقل تأثيرًا من التعرُّض لمنتجات التحلل.
5. تجنب التعرُّض غير الضروري للمادة، أو نواتج التحلل.

يمكن تعريف تطبيق الفيضان الكلي على أنه حقن FM-200 في غرفة، أو منطقة، أو حجرة تتمتَّع بالسلامة الهيكلية للاحتفاظ بمادة الإطفاء التي تمَّ تفريغها لغرض الاستفادة من تأثيراتها على الاشتعال ومناطق الحماية من الحرائق، وهذا يتطلَّب التصميم المناسب لشبكة الإطفاء، والحماية لهذا النظام، والذي يؤمن تفريغ مادة FM-200 من الأسطوانات الخاصة به في غضون 10 ثوانٍ، وأن يتم توزيعه تمامًا في جميع أنحاء الغرفة أو المنطقة ليصل إلى مستوى تركيز أدنى يبلغ (6.25٪)، ولكن لا يتجاوز (9٪) في الأماكن المشغولة عادة.

ولضمان تشغيل نظام الإطفاء FM-200 لابدَّ من إجراء اختبار سلامة الأماكن التي سيثبت فيها (Room Integrity Test)، وفترة بقاء مادة الإطفاء في الغرفة، وعدم التسريبات.

مجال الاستخدام والحرائق المناسبة للإطفاء:

يستخدم (FM-200):

لمكافحة حرائق الإلكترونيات والأجهزة الكهربائية ذات الحساسية العالية؛ مثل: أنظمة الاتصالات، وشاشات المراقبة، وشبكات وأنظمة بيانات الحاسب الآلي.

يستخدم نظام (FM-200) لمكافحة الحرائق التي من المحتمل حدوثها في المنظومات والتَّركيبات، ومطلوب استمرارية شغلها وتنفيذها للمهام حتى في حالات الطوارئ؛ لأنه لا يتسبَّب في إتلاف الشبكات، والأجهزة الإلكترونية.

يتمُّ تخزين مادة FM-200 كسائل تحت الضغط في أسطوانات فولاذية بسعات متنوعة، ويعمل النظام بطريقة أوتوماتيكية أو يدوية.

(FE-13-R-23-Hydrofluorocarbon (HFC-23-2

رقم التسجيل (75-46-7) الاسم الكيميائي (Trifluoromethane):

- وهو غاز سائل مضغوط، ويعتبر من المواد النظيفة؛ لأنه لا يترك أي أثر بعد مكافحة الحرائق، وآمن على البيئة, ويعمل بالغمر الكلي, ونقطة غليانه منخفضة مع ارتفاعٍ في سرعة تبخُّره، ويتم دفعه خارجًا بضغط غاز النتروجين أو غاز الهالون 1301.
- يتميَّز بدرجة الصفر (ODP) في مقياس استنفاد طبقة الأوزون.
- التركيبة 1,1,1,2,2,4,5,5,5-Nonafluoro-4-(trifluoromethyl)-3-pentanone

تسميات أخرى:

Synonym • Trifluoromethane • Hydrofluorocarbon (HFC) 23 • Hydrofluoroalkane (HFA) 23 • FE-13™ fire extinguishant , Fluoroform; Arcton 1; Fluoryl; Freon F-23; Freon 23; Genetron 23; Methyl trifluoride; R 23; Trifluoromethane; CHF3; Arcton; Halocarbon 23; Carbon trifluoride;Genetron HFC23; Propellant 23; Refrigerant 23

التصميم والأنابيب، وتجهيز نظام الإطفاء، وفقًا لمتطلبات (NFPA 2001)، وشروط ومعايير كود منظمة الحماية من الحرائق.

استخدامات غاز FE-13:

- يستخدم غاز FE-13 في الكثير من أنظمة الإطفاء المركزية، والخاصة بتأمين المنشآت النفطية والغازية، ومراكز ضخ الوقود، ومحطات التجميع، ومنصَّات التحميل والتفريغ، ولحماية خطوط الإنتاج والمعالجة، ومحطات الوقود والكهرباء، ولتأمين وحماية الأجهزة التوربينية، ومعامل الفحوصات، وفي مخازن السوائل القابلة للاشتعال, وفي تأمين وحماية المناطق الصناعية والإنتاجية، وحاويات المحركات التوربينية, كما يستخدم في أنظمة الإطفاء الخاصة بتأمين قاطرات وعربات نقل الوقود، وعربات السحب والجرِّ، ولتأمين مُعدَّات التنقيب والحفر، ومُعدَّات توليد الهواء.
- مُصَادق على استخدام غاز FE-13 من قِبَلِ وكالة حماية البيئة:

FE-36-3

رقم التسجيل 690-39-1

أسماء أخرى: HFC-236fa:

- وهو من بدائل الهالونات، آمن وغير ضارٍّ، وغير موصل للكهرباء، ولا يترك أي آثار ومُخلَّفات بعد المكافحة, ويستخدم بنظام التدفق والفيضان الكلي لمكافحة حرائق شبكات الاتصالات والإلكترونيات. والاسم الكيميائي 1,1,1,3,3,3-Hexafluoropropane

4- Clean Extinguishing Agents) – 614 (CEA) تسميات أخرى: (سيا) FC-5-1-14 .
PERFLUOROHEXANE Perfluorohexane(PFH) - 3M Brand

- وهو سائل عديم اللون والرائحة، غير موصل للكهرباء، وغير سامٍّ، ولا يترك أي أثر بعد المكافحة - يستخدم بنظام الإطفاء الخاص بالتدفق، وأيضًا نظام التغطية الموضعية، أو النظام المحلي؛ نظرًا للخصائص والميزات الفيزيائية لهذه المادة، وأيضًا لارتفاع درجة غليانها, كما يمكن أن تستخدم المادة بأسطوانات إطفاء متنقلة، أو في شبكات الإطفاء بنظام Streaming Applications & Local Application. الخصائص والشروط وَفقًا لـ NFPA 2001 Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems, in the appropriate UL and FMRC documentation and EPA SNAP Rule.
- المكونات: Ingredient PERFLUORO COMPOUNDS, (PRIMARILY COMPOUNDS WITH 6 (CARBONS

5- FAN-S-III (Clean Agent):

غاز (ناف) يتكوَّن من مزيج من الهيدروكربونات المهلجنة بإضافة مادة لإزالة السُّمية, ويعمل بطريقة الغمر الكلي (بديل لغاز 1301).

مُكوِّناته: HCFC - 22 82% chlorodifluoromethane (Freon 22; CFC 22)

HCFC – 123 4.75% 2,2-dichloro-1,1,1-trifluoroethane - HCFC - 124 9.5% Chlorotetrafluoroethane

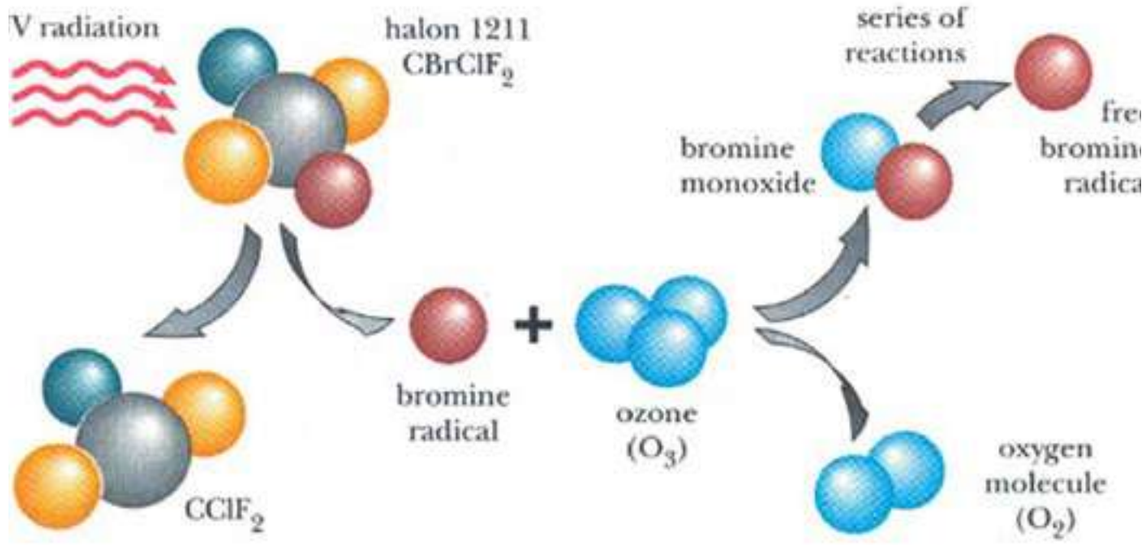
Methylcyclohexene 1-Organic 3.75% d-limonene - Isopropenyl-1

6- NORTOLAH - 1 هالوترون :

تسميات أخرى:

HCFC (HCFC-123), Halocarbon Agent - HFC Blend B - (C2HCl2F) Compressed Gases - Pressurized Liquid

عبارة عن سائل مضغوط بغاز النتروجين داخل أسطوانات الإطفاء، ووسائل مكافحة الحرائق والإطفاء، ولكنه يتبخَّر بسرعة, وعامل قاعدي لهيدروكلور فلورو الكربون المزوج بنوعين من الغازات، زائدًا الأرجون - غاز نظيف وعديم الأثر، وغير آكلٍ لطبقة الأوزون، وعديم التوصيل للكهرباء, ويستخدم بطريقة التدفق الشديد.



تسميات أخرى:

Synonym NAF-S-III عبارة عن مزيج من مُركَّبات الكربون الهيدروكلورية فلورية (HCFC)، ويضم (82٪) من مُركَّبات الكربون الهيدروكلورية فلورية 22 ، 9.5٪ HCFC123 ٪ 4.75 ، HCFC124 و3.75 ٪ من المواد العضوية، ويتم التصديق عليها من قِبَلِ:

NAF S-III is an approved gas which is listed in Australian Standard AS ISO 14520. NAF S-III also has Australian ActivFire approval listing as a fire extinguishing agent.

وهي من المواد العضوية التي توفر الاستقرار على المدى الطويل إلى المزيج من NAF-S-III الذي يُخْمد اللهب بالوسائل الكيميائية، ويُغيِّر كيمياء اللهب من خلال منتجات تحللها, وقد تمَّ تطويرها كبديل مباشر للهالون 1301 في مجموع أنظمة الفيضانات، كما هو الحال مع مُثبِّطات شبيهة بالهالونات الأخرى، وينتج NAF-S-III فلوريد الهيدروجين كأحد مكونات منتجات التحلل. NAF-S-III يحتوي على كلٍّ من المواد المستنفدة للأوزون، والمواد المُسبِّبة للاحتباس الحراري، والذي قد يَحُولُ دون استخدامه كعامل فيضان كلي، ومع ذلك فإنَّ بروتوكول مونتريال يسمح باستخدامه حتى عام 2030.

وهي بدائل لغازات الكلوروفلوروكربون (CFC) ومركبات التبريد المحتوية على مركبات الكربون الكلورية فلورية؛ مثل: CFC-12 وR- وتمَّ تطويرها باستخدام مركبات الكربون الهيدروكلورية فلورية (مركبات الكربون الهيدروكلورية فلورية)، ومركبات الكربون الهيدروفلورية (مركبات الكربون الهيدروفلورية)، بالإضافة إلى استخدام السوائل النقيَّة؛ مثل: مركبات الكربون الهيدروكلورية فلورية 1، 1، 1، 2 رباعي فلوروإيثان، والعديد من الخلطات والأزيوتروب بناءً على مركبات الكربون الهيدروفلورية، ومركبات الكربون الهيدروكلورية فلورية, ومن ضمن هذه المبردات: R-507 ، R-409A ، R-401A ، R-402A ، R- 408A، R-404A، وهي مألوفة لدى معظم الجميع في صناعة R & HVAC Heating , Ventilation, air Condition & refrigeration

ينظر إلى مركبات الكربون الهيدروكلورية فلورية على أنها بدائل مؤقتة لمركبات الكربون الكلورية فلورية، وبما أنَّ مركبات الكربون الهيدروكلورية فلورية لا تزال تحتوي على الكلور، ولها ارتباط باستنفاد الأوزون المحتملة، تمَّ التخلُّص التدريجي من مركبات الكربون الهيدروكلورية فلورية في بعض البلدان، وسيتم التخلُّص التدريجي منها في المستقبل القريب على مستوى أوسع.

الاستخدامات:

إن HCFC-123 هو بديل قابل للتطبيق لـ CFC-11 كمبرد، وكمائع نقل الحرارة؛ نظرًا لأنَّ HCFC-123 له حد التعرُّض المسموح به (AEL)، وهو 50 جزءًا في المليون، ويقتصر استخدامه على التطبيقات التي يمكن احتواؤها بشكل فعال داخل مُعدَّات التشغيل. ومركبات الكربون الهيدروكلورية فلورية – 123 يتمُّ استخدامها كعوامل نفخ لرغوات البوليمرات، أو كمواد دافعة للهباء الجوي.

مُكوِّناته: 2,2-Dichloro-1,1,1 + Trifluoroethane (HCFC-123) - 2,2-dichloro-1,1,1-trifluoroethane (contains Tetrafluoromethane, Argon) - HCFC Blend B contains approximately 94% HCFC-123, 4% argon, and 2% CF4 (contains Tetrafluoromethane, Argon) Incompatible with alkali or alkaline earth metals, and powdered metals Al, Zn, Be, etc

(1,1-dichloro- 2,2,2-trifluoroethane (HCFC-123 المكونات:

CFC-11, trichlorofluoromethane) 1-propene, 2-bromo- 3,3,3-trifluoro-; propene, bromo- R-1233B1- bromopropene - 3,3,3-trifluoro-; 2-bromo-3,3,3-trifluoropropene; ;3,3,3-trifluoroprop-1-ene

3,3,3-trifluoroprop-1-ene; 3,3,3-trifluoro-2- Suva® 123 • Hydrochlorofluorocarbon 123 - HCFC-123

HCFC-123 ؛ C2HCl2F3 ؛ 2،2- ثنائي كلورو -1،1،1-ثلاثي فلوروإيثان، 1، 1، 1- ثلاثي فلورو 2---2كلوروإيثان؛ مادة كيميائية اصطناعية سائلة واضحة عديمة اللون، وغير قابلة للاحتراق، وذات رائحة أثيري طفيفة - آخر الأسماء الشائعة أو الاختصارات هي: 123 FC و123 Fluorocarbon و123-Forane و 123 Freon وFrigen و123 G و 123 Genetron و 123-R و 123 SUVA.

غير متوافق مع المعادن القلوية ومعادن البودرة Be ، Zn ، Al... إلخ. منتجات التحلل الخطرة (فلوريد الهيدروجين - كلوريد الهيدروجين - وربما هاليد الكربونيل) يحدث التحلل الجوي لمركبات الكربون الهيدروكلورية فلورية - 123 في الغلاف الجوي أساسًا في طبقة التروبوسفير ، حيث بدأ بهجوم جذور الهيدروكسيل التي تحدث بشكل طبيعي - وستصل نسبة مئوية قليلة من انبعاثات سطح الأرض إلى الستراتوسفير، وتتحلَّل هناك عن طريق التحلل الضوئي، والتفاعل مع جذور الهيدروكسيل- وكان آخر تقدير لعمر الهيدروكلوروفلوروكربون - 123 في الغلاف الجوي هو 1.3 سنة، وهو ما يعادل نصف عمر يبلغ 0.9 عام.

وتمَّ تقديم HCFC-123 كبديل مقبول بيئيًّا، وغير قابل للاشتعال لمركبات الكربون الكلورية فلورية 11 (CFC) في تطبيقات التبريد، ونقل الحرارة، وتحتوي مركبات الكربون الكلورية فلورية التي تمَّ تطويرها منذ أكثر من (60 عامًا) على العديد من الخصائص الفريدة. ومركبات الكربون الكلورية فلورية تعتبر منخفضةً في السُّميَّة، وغير قابلة للاشتعال، وغير قابلة للتآكل، ومتوافقة مع المواد الأخرى, وبالإضافة إلى ذلك: توفر الخصائص الحرارية والفيزيائية التي تجعلها مثاليةً لمجموعة متنوعة من الاستخدامات.

أغراض الاستخدامات: تستخدم مركبات الكربون الكلورية فلورية كمُبرِّدات؛ وكعوامل نفخ في صناعة رغاوي العزل والتعبئة، وكعوامل تنظيف للمكونات المعدنية والإلكترونية، وفي العديد من التطبيقات الأخرى, ومع ذلك فإنَّ استقرار مركبات الكربون الكلورية فلورية - إلى جانب محتواها من الكلور – قد تمَّ ربطها بنضوب طبقة الأوزون الواقية للأرض.

Chemical Name 2,2-dichloro-1,1,1-trifluoroethane

خاتمة:

جميع المواد النظيفة تمَّ اختبارها وتجربتها، والتأكُّد من أنها آمنة على البيئة، وغير سامَّة، واحتمالية استنفاد طبقة الأوزون لا تذكر، واحتمالية مخاطر الاحتباس الحراري منخفضة، وأن تكون معتمدةً من إحدى المختبرات العالمية، أو المنظمات المشرعة لمواد الإطفاء؛ مثل: NFPA، أو غيرها من الجهات المخولة على المُصَادقة على مواد الإطفاء، واعتمادها من ضمن المواد النظيفة والصديقة للبيئة.

وعند اختيار وسيلة إطفاء حريق يجب مراعاة نوع الحريق، والمواد المتواجدة في مصدر الحريق، وكذلك التأثير البيئي للمادة المستخدمة. ويُستَحسن استشارة خبراء في مجال السلامة والإطفاء للحصول على التوجيه الصحيح حول استخدام وسائل الإطفاء البديلة الآمنة والفعَّالة.

ومع تطور التكنولوجيا والتقنيات الحديثة هناك استمرار في البحث والابتكار لإيجاد مواد إطفاء حرائق آمنة وفعَّالة.

عقيد مهندس / شمسان راجح المالكي

▪ مدرب ومستشار سلامة.

13

بدائل الهالون

Halon Alternatives

سلامة المواد المستخدمة بديلاً للهالون في الإطفاء

1- (3M) NOVEC 1230 FK-6-1-14 (C7 Fluoroketone) (C6-perfluoroketone)

- سائل في درجة الحرارة الاعتيادية, ويتميَّز بدرجة الصفر (ODP) في مقياس استنفاد طبقة الأوزون، وليس له تأثيرات على الإحماء الحراري, أمَّا فترة بقائه في محيط الغلاف الجوي، فلا تُذكَر مقارنةً بالمواد النظيفة الأخرى.
- ويعتبر من مجموعة الجيل الأول لبدائل الهالونات؛ حيث إنَّه من المواد المُصادَق عليها كبدائل للهالونات - يستخدم بالنظامين (الغمر والتدفق) – يستخدم وَفقًا لمعيار NFPA 2001 Standard for Clean Agent Fire Extinguishing Systems.
- رقم التسجيل/ 756-13-8
- الاسم الكيميائي/ dodecafluoro-2-methylpentan-3-one
  1,1,1,2,2,4,5,5,5-NONAFLUORO-4-(TRIFLUOROMETHYL)-3-PENTANONE العناصر
- مجالات الاستخدام: الوقاية من الحرائق في أنظمة الاتصالات ومراكز البيانات والمعلومات – في المعامل والسفن البحرية – في مراكز التحكُّم والسيطرة – في المنشآت الغازية والنفطية – في أنظمة الطيران ومنظومات الطائرات - وعلى سيارات السباق.

2- (ARGONITE) (IG-55) – غاز نظيف مخلوط غاز خامل (Inert Gas)

- أرقونايت (نتروجين 50% + أرجون 50%):
  Nitrogen - CAS NO 7727-37-9 (50-52%)
  Argon - CAS NO 7440-37-1 (48-50%)
- معظم الغازات الخاملة تعتبر غازات نظيفة، وتتكوَّن من نتروجين (N2)، وأرجون (Ar)، وغاز ثاني أكسيد الكربون (CO2) بنِسَبٍ متفاوتة، وتعمل بنظام الغمر الكلي - تعتبر من المواد صديقة البيئة، وليس لها أي تأثيرات أو مخلفات بعد المكافحة.
  -IG-01 (Argon), IG-55 (Blend Of 50 % Nitrogen And 50% Argon), IG-100 (Nitrogen), And IG Blend Of 52% Nitrogen, 40% Argon, And 8%(CO2) 541
- يستخدم في أنظمة الإطفاء، وشبكات مكافحة الحرائق الآليَّة، والمرتبطة بنظام الإنذار من الحرائق لمكافحة حرائق شبكات الحاسب الآلي، وتأمين أماكن الإلكترونيات، وشبكات الاتصال.البحرية – في مراكز التحكُّم والسيطرة – في المنشآت الغازية والنفطية – في أنظمة الطيران ومنظومات الطائرات - وعلى سيارات السباق.

3 - INERGEN (IG-541) -ANERGEN إنرجن - غاز خامل مخلوط ومزيج

مُكوَّن من (52 % نتروجين + 40% أرجون + 8 % غاز ثاني أكسيد الكربون)، وتمَّ تطوير Inergen كعامل لإخماد الحرائق, ويستخدم لإزاحة الأكسجين، وبالتالي إخماد الحريق بخفض محتوى الأكسجين إلى مستوًى لن يدعم عملية الاحتراق عادةً، حوالي (14%)، ويستخدم لمكافحة حرائق الأصناف A-B-C - ويتم تخزين خليط Inergen تحت ضغطٍ كغازٍ، وبالتالي فإنَّ متطلبات حجم الغاز يستلزم أسطوانات كبيرة مضغوطة، ومرافق تخزين كبيرة؛ لكي لا يزيد مَن محتوى ثاني أكسيد الكربون في خليط Inergen عن معدل التنفُّس البشري المسموح به للجسم بامتصاص الأكسجين عند مستويات الأكسجين المنخفضة، والتي تصل إلى (12 %) ضمن أو احتواء ثاني أكسيد الكربون إلى المُثبَّط يزيد من سلامة الموظفين في حالات تفريغ إنرجن، وهو مناسب للمناطق المشغولة، لكنه سيزيد من مستوى ثاني أكسيد الكربون المتولد من جرَّاء نواتج الحريق، وهناك أربع وسائل تستخدم لإخماد الحريق طبقًا لمادة الإطفاء ونوعيَّتها:

4 - غاز الأرجون (الأرقون) ARGON - غاز (مضغوط) أرجون (100%).

5 - تسميات أخرى: Argon Compressed Shielding Gas, Argon 40

Argon-40; Argon, isotope of mass 40; 40Ar; ARGON; Argon,Welding Quality;
ARGON,COMPRESSED, Cryogenic Liquid Argon,

رقم التسجيل/ 7440-37-1

يُطلَق عليه غاز الأرقون أو (الأرجون)، أو الغاز الواقي, وهو غاز خامل غير قابل للاشتعال، وليس له لون، أو رائحة، أو طعم, وهو عنصر كيميائي في الجدول الدوري، وعدده الذري (18), ويرمز له AR, ، والأرجون الغازي عديم اللون، عديم الرائحة، ولا يسبب تآكلًا، وغير قابل للاشتعال، وينتمي الأرجون إلى عائلة الغازات الخاملة النادرة. ويستخدم لحماية المساحات الفارغة من الدفع الشديد للضغط الجوي كونه عنصرًا غير نشط كيميائيًّا، ولا يتفاعل مع الحرارة. ويتواجد غاز الأرقون في الغلاف الجوي بنسبة 0.934% حجم (1.29% كتلة)، ومن الممكن الحصول عليه كناتج ثانوي من خلال صناعة الهواء السائل عن طريق التقطير التجزيئي للهواء وفصله.

تخفيض أو عزل الوقود (الحد من كمية الوقود) - لا يوجد مواد تستخدم لذلك.

تخفيض وامتصاص الحرارة - تستخدم المواد NovecTM ، FM-200® ، MH227 ، NAF S 227) FS 49 C2 1230 ، خماسي فلورو إيثان (ECARO-25 ، NAF S125)..

تخفيض أو عزل الأكسجين. العوامل: ProInert - Argonite / IG-55 ، وثاني أكسيد الكربون CO2 ، و IG-541 INERGEN®، و IG-100 -NN100.

تثبيط سلسلة التفاعل- Trifluoroiodomethane ، Bromotrifluoromethane ، Haloalkanes، FE-13 1،1،1،2،3،3-Heptafluoropropane and Triodide ، NAF S125 ، NAF S227 ، NAF S-III ، NAF P-IV ..

يمكن استخدام نظام مكافحة الحرائق (إنرجن)؛ إما عن طريق أنظمة الفيضان الكلي، والتي تعمل وَفقًا لحماية مساحة مغلقة من أجل تحقيق تركيز المادة الكافية لإطفاء الحريق (حجم النسبة المئوية للمادة في الهواء)، ويتم تشغيل هذه الأنواع من الأنظمة تلقائيًّا عن طريق شبكة إطفاء، أو يدويًّا عن طريق تشغيل مباشر عند الاحتياج, ويمكن تشغيل (الإنرجن) عَبْر شبكة موضعية محلية تعمل على حماية مناطق أو آلات وأجهزة محدودة بهذا النظام المُوجَّه إليها مباشرةً, والفرق الرئيس في طريقة الاستخدام بين النظام الموضعي والحماية الكلية هو حسب تصميمات أماكن الحماية، وعدم وجود حواجز مادية تحيط بالأماكن المراد تأمينها وحول الحريق - ويعمل نظام تشغيل (الإنرجن) بإحدى الطرق التالية:

ميكانيكي، أو بضغط الهواء، أو كهربائي (Pneumatic, Mechanical – Electrical)

استخدامات غاز الأرجون:

1

يستخدم في ملء مصابيح فتيل التنجستين، وأنابيب الفلورسنت (السلك المعدني المتوهج).

2

يستخدم في ملء فراغات ألواح الزجاج المزدوج لتقليل توصيل الحرارة بينهما، فغاز الأرجون أسوأ من الهواء في توصيل الحرارة.

3

يعتبر غاز الأرجون غازًا ناقلًا مثاليًّا, أي إنه مادة دافعة ليس لها ميل للتفاعل مع الغازات التي يدفعها أثناء صناعة الفولاذ بدفعه الأكسجين، ومَزْجه مع الحديد.

1

يستخدم الأرجون في عمليات اللحام كغاز عازل لمنطقة اللحام عن الجو المحيط، ومنع الأكسدة.

2

يستخدم في شبكات الإطفاء، ووسائل مكافحة الحرائق.

3

يستخدم في الغُرف والفراغات المُتأيِّنة لبعض الأجهزة الحساسة، ويستخدم لملء الوسائد الهوائية للسيارات. سلبياته: غاز الأرجون خانق إذا استنشق بكميات كبيرة، فهو يزيح غاز الأكسجين من محيط الانتشار، وخصوصًا عندما يستخدم في مناطق محصورة, كما أنَّ سائل الأرجون يُسبِّب صقيعًا وتأثيرات سلبية عند ملامسة الجلد.

مميزاته: يمتاز بقوة تبريدية هائلة – غير موصل للكهرباء - لا يترك أثرًا بعد المكافحة.

6 - PHOSTREX (PBr3) (فوستريكس):

- مُركَّب كيميائي سائل عديم اللون - رقم التسجيل/ 8-60-7789 .
- الصيغة والاسم الكيميائي: Phosphorous Tribromide, Or Pbr3 صفر في مقياس استنفاد طبقة الأوزون (ODP)، ولم يسجل أي أرقام في ظاهرة الإحماء الحراري – يعمل بنظام الغمر, يُعدُّ (ثلاثي بروميد الفوسفور) من المواد النظيفة، والتي ليس لها تأثيرات سلبية على البيئة، وليس هناك أي تأثيرات خطيرة وسامَّة على الإنسان مقارنةً بالهالونات, كما أنَّه مُصادَق عليه من قِبَلِ(FAA) و (EPA) بموجب متطلبات اتفاقية مونتريال للحدِّ من استخدام المواد المستنفدة لطبقة الأوزون، وإيجاد بدائل غير مضرَّة بالبيئة - يستخدم نظام مكافحة الحرائق (فوستريكس) في بعض الطائرات لحماية المُحرِّكات، وإطفاء الحرائق، كما أنَّ له استخدامات كثيرة في المختبرات الكيميائية لتكوين تفاعلات – معتمد من قِبَلِ Environmental Protection Agency (“EPA”) and has passed all Federal Aviation Administration (“FAA”) certification fire testing.

7 - FS 49 C2 - HFC 3-4-9 C2/(R866)

- غاز نظيف - كثيف عند اندفاعه - يتمُّ تخزينه وضغطه على شكل سائل, ويستخدم في أنظمة شبكات الإطفاء التلقائية على السفن العملاقة، وهناجر الطائرات,كما يعمل بنظام الغمر الكلي- وليس له أي تأثير على طبقة الأوزون - صفر (ODP) في مقياس استنفاد طبقة الأوزون (صديق للبيئة) – تمَّ تطويره وإحلاله كبديل لهالون (1301)، وله نفس الكفاءة، بل وأفضل.

8 - FE 25 - HFC 125 (FE-25) Hydroflourocarbon (HFC)

Pentafluoroethane in a pressurized container - HFC-125 Pentafluoroethane - FE-25 (HFC-125)

- غاز سائل مضغوط، وهو من المواد النظيفة، وليس له تأثيرات على البيئة أو طبقة الأوزون، وقدرة مادةٍ ما على إتلاف الأوزون ترجع إلى عدة عوامل، وبصفة خاصة إلى الكلوريد والبروميد المتواجدين في الهالونات، وكذا فترة البقاء (Atmospheric Lifetime (Yrs في أجواء طبقة الستراتوسفير التي تضم طبقة الأوزون؛ لذا تمَّ وَضْع قياس دلالي على استنفاد طبقة الأوزون يسمى: (ODP)، أي: القدرة على إتلاف الأوزون وتغيير المناخ.

9 - كولد فاير Cold Fire Surfactants Blend A)) FlameOut- Fire Strike

- (كولد فاير)، مادة من مواد الإطفاء من ضمن مجموعة بدائل الهالونات (الغازية، أو السائل، ومواد الترطيب/ التبليل)، ويضاف إلى الماء، وإلى الرغوة بنِسَبٍ متفاوتة حسَب نوعية الحرائق. مادة تبليل أو ترطيب مُدرَجة في قوائم UL للحرائق من الفئة A و B في كلٍّ من الولايات المتحدة وكندا, وتمَّ اختبار Cold Fire وَفقًا لـ UL 162 و UL 71 و NFPA 18.

المكونات: يتكوَّن من مواد خافضة للسطحMinerels & +wetting agent + organic plant-sap + organic compounds

الخصائص والمميزات: من بدائل الهالونات, ويُعتَبر من مواد الإطفاء النظيفة، وصديقة للبيئة، والتي ليس لها أي تأثير على طبقه الأوزون, غير سامٍّ، لا يُسبِّب صدأً، وغير قابل للتآكل، ويُوفِّر تأثير تبريد غير مسبوقٍ.

- الاستخدامات: يستخدم لتقليل شدة الحرارة في سيارات السباق والدراجات النارية, كما أنَّه يستخدم في أنظمة شبكات الإطفاء التلقائية، ووسائل الإطفاء اليدوية - ويستخدم في أنظمة مكافحة حرائق الطائرات - ويستخدم في مكافحة حرائق الإطارات - ويستخدم في مكافحة حرائق الغابات - ويستخدم بنسبة (15%-3%) في إطفاء حرائق الصنف (أ) - ويستخدم بنسبة (1,5% - 6%) في إطفاء حرائق الصنف (ب) - ويستخدم بنسبة (10%-6%) في إطفاء حرائق الصنف (د) - ويستخدم كمادة مخفّضة لدرجة حرارة السطح الساخنة - ويستخدم كمادة حماية وتبريد من جرَّاء الشرر المتطاير من عمليات اللحام.

يُعدُّ من ضمن المواد المُدرَجة في UL underwriters Laboratories وَفقًا لشروط NFPA 18 ، ومسجل في وكالة حماية البيئة الأمريكية باعتباره من ضمن مواد الإطفاء البديلة للهالونات - طريقة عمل (الكولد فاير) له القدرة على امتصاص الحرارة من النار إلى ما دون نقطة الوميض للمواد المشتعلة، وفي نفس الوقت يقوم بتغليف أبخرة حرارة الوقود، وحجبها عن مصدر الوقود، وهذا ما يُسمَّى: (Capsulate)، وبعملية التبريد والتغليف هذه يكون استخدام مبدأ الإطفاء قد أوقف انتشار سلسلة تفاعل الجذور الحرة للنار، أي: إيقاف التسلسل التفاعلي للمواد المشتعلة، وعدم استمراريَّة الحريق، ومنع إمكانيَّة إعادة الاشتعال.

مقارنة بين الماء و (Cold Fire)

كولد فاير	الماء
خاصية الاختراق فعالة	خاصية الاختراق محدودة
قوه تبريد سريعة جدًّا	قوة تبريد عادية
تغليف أبخرة الوقود Encapsulates Fuel	الخاصية غير موجودة في الماء
يمنع إعادة الاشتعال	احتمالية إعادة الاشتعال موجودة
لا يوجد ضرر على الموجودات	ضرر على الموجودات كبير
مناسب لإطفاء حرائق الصنف (د)	غير مناسب لإطفاء حرائق الصنف (د)
مناسب جدًّا لإطفاء حرائق الصنف (ب)	غير مناسب لإطفاء حرائق الصنف (ب)
استهلاك مياه أقل (6 مرات) عن الماء	استهلاك مياه بكميات كبيرة

تصنيفات بدائل الهالونات

Classes Of Halon Replacements

HCFCs	Hydrochlorofluorocarbons
(FCs(PFCs	Perfluorocarbons
HFCs	Hydrofluorocarbons
FICs	Fluoroiodocarbons

- (HFC) مُركَّبات الكربون الفلورية الهيدروجينية مُركَّبات كيميائيّة عضويَّة.
- (PFC) البيروفلوروكربونات.
- (HCFCs) مُركَّبات الهيدرو كلورو فلورو الكربون.
- (HEF) مُركَّبات الإيثرات الفلورية الهيدروجينية.
- (Fluid Flouroketone (FK مواد ومُركَّبات كيميائية.
- (IG) Inert Gas الغازات الخاملة.
- Hydrofluoroalkane (HFA).
- Greenhouse Gas (GHG).

- جميعها بدائل للمواد المستنفدة للأوزون (ODS) برغم تفاوت درجة سُميَّتها وخاصية استقرارها.

FE-227 FE-241 Firefox Firepak Firescope Fire-X-Plus FlameOut FS 0140 Halonyzer IAI Watermist -Inergen Iodoguard KD-A 96 MicroDrop - Aero-K - AquaMist -AquaSafe - Firescope 2000 - Fire-X Plus - FlameOut –-Micro-k -Mistex NN100 PyroGen Pyrozone Sem-Safe S.F.E. Soyus Pyrozone-Vortex- ATK OS-10 –-Ecolog -FS 0140 –Iodoguard-KD-A 96 -Life Mist -NN100 – Halocarbon 14 CF4- Halocarbon 41 CH3F -Halocarbon 116 C2F6-Halocarbon 32 CH2F2 - Halocarbon 125 C2HF5-Halocarbon 134a CH2FCF3-Halocarbon C1418 C5F8-Halocarbon 2316 C4F6- perfluorinated ketones. C6 F-ketone or 1,1,1,2,2,4,5,5,5 nonafluoro-4-trifluoromethyl -pentan-3-one, The physical properties of C6 F-ketone allow applications in both streaming and localized flooding .

- جميع المواد الحديثة أعلاه تستخدم بنظام التدفق والفيضان.
- المواد والصناعات المُسبِّبة لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، والتي تمَّ تحليلها في بروتوكول (مونتريال)، وبروتوكول (كيوتو)، هي المواد المستخدمة في عمليات التبريد وتكييف الهواء (بما في ذلك تكييف الهواء للسيارات)، وتصنيع الرغاوي والمُذيبات ومواد الحماية من الحرائق وإطفائها، ومواد دفع الهباء الجوي، وأجهزة الاستنشاق الطبيَّة بالجرعات المقننة.

المواد التي تمَّ مناقشتها وتطويرها، وجدولة التخلص منها تدريجيًّا، وإيجاد بدائل لها، هي:

- مُركَّبات الكربون الكلورية فلورية ومُركَّبات الكربون الهيدروكلورية فلورية.
- الهالونات والفريونات.
- كلوروفورم ميثيل، ورابع كلوريد الكربون.
- مُركَّبات الكربون الهيدروفلورية، ومُركَّبات الكربون المشبعة بالفلور.
- أكثر المواد الهيدرو كربونية الهالوجينية استخدامًا كهالونات في مكافحة الحرائق.

Halogenated Hydrocarbons Commonly Used for Fire Protection

Common Name	Chemical Name	Formula
Halon 1001	Methyl Bromide	CH_3Br
Halon 10001	Methyl Iodide	CH_3I
Halon1011	Bromochloromethane	CH_2BrCl
Halon 1202	Dibromodifluoromethane	CF_2Br_2
Halon 1211	Bromochlorodifluoromethane	CF_2BrCl
Halon 122	Dichlorodifluoromethane*	CF_2Cl_2
Halon 1301	Bromotrifluoromethane	CF_3Br
Halon 104	Carbon Tetrachloride	CCl_4
Halon 2402	Dibromotetrafluoroethane	$C_2F_4Br_2$
* A popular test gas without substantial fire extinguishing properties.		

أنظمة بدائل هالون Halon Replacements (1211)

Designation التسمية		Formula Chemical الصيغة الكيميائية	Name Trade الاسم التجاري	Manufacturer الشركة المنتجة
HFCs	227ea-HFC	CF_3CHFCF_3	200-FM	DuPont
	125-HFC	CF_3CF_2H	25-FE	--
	23-HFC	CF_3H	13-FE	--
	[a] 236fa-HFC	$CF_3CH_2CF_3$	36-FE	--
HCFCs	Blend HCFC A	(82%)CF_2HCl (4.75%) $CHCl_2CF_3$ (9.5%) CF_3CHFCl (3.75%) limonene-d	III-S-NAF	Tech-Hi Safety
	Blend HCFC B[a]	$CF_3CHCl_2CF_4Ar$	I Halotron	Pacific American
Gases Inert	541-IG	(N_2(52% (40%)Ar (CO_2(8%	Inergen	Ansul
	55-IG	(50%) Ar (N_2(50%	Argonite	Kerr-Ginge
	01-IG	Ar	Argotec	Minimax
	100-IG	N_2	100-N	Koatsu
Perfluorinated Ketones	12-1-5-FK	$CF_3)_2)CF(O)CF_3CF_2C$	1230-Novec	3M

a Streaming Applications –Halon Replacements - a المواد المعنونة بحرف (a) تعمل بنظام التدفق

جدول يبين المواد والوسائل النظيفة حسب NFPA-2001

	الصيغة الكيميائية	الاسم الكيميائي	Name Chemical	المادة
هالوكربونات	C_3F_8	بير فلورو بروبان	Perfluoropropane	10-1-3-FC
	C_4F_{10}	بير فلورو بيوتان	Perfluorobupane	10-1-3-FC
	$CHCl_2CF_3$	داي كلورو تراي فلورو إيثان	Dichlorotrifluoroethane (4.75%)123-HCFC	HCFC خليط A
	$CHClF_2$	كلورو داي فلورو ميثان	Chlorodifluoromethane (82%)22-HCFC	
	$CHClFCF_3$	كلورو تترا فلورو إيثان	Chlorotetrafluoroethane (9.5%)124-HCFC	
		أيزو بروبانيل- 1 ميثيل سايكلو هكسين75.3%	1methyl-Isopropenyl (3.75%) Cyclohexene	
	$CHClFCF_3$	كلورو تترا فلورو إيثان	Chlorotetrafluoroethane	124-HCFC
	CHF_2CF_3	بنتا فلورو ايثان	Penafluoroethane	125-HFC
	CF_3CHFCF_3	هيبتا فلورو بروبان	Henafluoropropane	227ea-HFC
	CHF_3	تراي فلورو ميثان	Trifluoromethane	23-HFC
	$CF_3CH_2CF_3$	هكسا فلورو بروبان	Hexafluoropropane	236fa-HFC
	CF_3I	تراي فلورو أيوداید	Trifluoroiodide	1311-FIC
الغازات الخاملة	Ar	أرجون	Argon	01-IG
	N_2	نتروجين	Nitrogen	100-IG
	N_2	نتروجين (52%)	(52%) Nitrogen	541-IG
	Ar	أرجون (40%)	(40%)Argon	
	CO_2	ثاني أكسيد الكربون (8%)	(8%) Dioxide Carbon	
	N_2	نتروجين (50%)	(50%) Nitrogen	55-IG
	Ar	أرجون (50%)	(50%) Argon	

جدول بمواد الاطفاء التي تستخدم بنظام الغمر الكلي

الصيغة	الاسم الكيميائي	المادة
CBrF3	Bromotrifluoromethan	1301 Halon
CHCIFCF3	Chlorotetrafluoroethan	124-HCFC
CHCI2CF3 CHCIF2 CHCIFCF3	Plus Additives Dichlorotrifluoroethane Chlorodifluoromethane Chlorotetrafluoroethane	A Blend HCFC 123-HCFC 22-HCFC 124-HCFC
CHF3	Trifluoromethane	23-HFC
CHF2CF3	Pentafluoroethane	125-HFC
CF3CHFCF3	Heptafluoropropane	227ea-HFC
CF3CH2CF3	Hexafluoropropane-1,1,1,3,3,3	236fa-HFC
CF3CF2CF3	Perfluoropropane	218-FC
CF3CF2CF2CF3	Perfluorobutane	10-1-3-FC
CF3I	Trifluoroiodomethane	1311-FIC

- مواد إطفاء بديلة بتقنية حديثة New Alternative Technology
  - 1 - الضباب المائي + إضافات ومساحيق Misting +Wetting Agent +Water Additives
  - 2 - جسيمات وجزيئات رذاذية خفيفة Particulate Aerosols
  - 3 - غازات خاملة ومكونات مخلوطة Inert Gas Blends

المواد الهيدروفلوروكربونية ((HFCs Hydrofluorocarbons

- المواد الهيدرو فلورو كربونية تعتبر من المواد غير المستنفدة لطبقة الأوزون، ولو إنها من ضمن الغازات والمواد المُسبِّبة لظاهرة الاحتباس الحراري نسبيًّا؛ لهذا ما زالت تستخدم في وسائل إطفاء الحرائق، وفي نفس الوقت تخفيض الإنتاج والاستهلاك تدريجيًّا، والتحوُّل لاستخدام بدائل صديقة للبيئة، ولا تؤثر على طبقة الأوزون .

التركيب الكيميائي	الاسم الكيميائي	الاسم/ المجموعة
	(HFCs) Hydrofluorocarbons	
CF3CH2F	Tetrafluoroethane-1,1,2,	134a-HFC
CHF2CH3	Difluoroethane-1,1	152a-HFC
CF3CHF2	Pentafluoroethane	125-HFC
CF3CH3	tnifluoroethane-1,1,1	143a-HFC
CH2F2	Difluoromethane	32-HFC
CHF3	Trifluoromethane	23-HFC
	(HFCs) blends Hyrofluorocarbons	
	134a/125/R143a	404A-R
	125/R143a	507A-R
	134a/125/R32	407A-R
	134a/125/R32	407B-R
	134a/125/R32	407C-R
	125/R32	410A-R
	116/R23	508A-R
	116/R23	508B-R

خاتمة:

عملية تقنين وجدولة بدائل الهالونات والمواد المستنفدة لطبقة الأوزون والمواد الضارة بالبيئة لم تكن بالأمر البسيط، فقد استغرقت فترة كبيرة، مشاورات ومناقشات ودراسات وبعدها عقد اتفاقيات دولية ملزمة لجميع الأعضاء بالتخلص من بعض المواد وتنفيذ التوصيات والمقترحات عبر مراحل مجدولة زمنياً وحسب خطورة المادة، فقد تم التخلص الفوري من جميع المواد السامة والضارة، وتم جدولة بعض المواد قليلة الخطر للتخلص منها وتقليل طرق استخدامها بإيجاد بدائل آمنة وطرحها للاستخدام بعد المصادقة عليها.

عقيد مهندس/ شمسان راجح المالكي

▪ مدرب ومستشار سلامة.

نظام الإطفاء بالأيروسول

الأيروسول الجزيئات الرذاذية

(تقنية الرذاذ والجزيئات والأبخرة الهوائية)

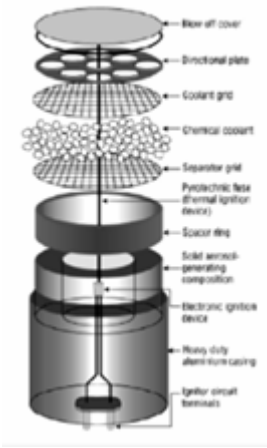
Aerosol

تعتبر تقنية الرذاذ الهوائي أو الجزيئات المتناهية في الصِّغر، والمرتبطة بالغازات الخاملة، أو الغازات الهالوكربونية- من الوسائط والمواد المستخدمة في مجال إطفاء الحرائق الحديثة, وقد أتت هذه الفكرة من الاتحاد السوفيتي على غرار الألعاب النارية، وما ينتج عنها, وتُسمَّى: جزيئات صلبة، أو الجزيئات المكثفة أو الحارة, وفكرتها عن طريق الاحتراق، أو التحلل الحراري للمؤكسدات غير العضوية، والأملاح الموجودة في وعاء الوقود الأيبوكسي, حيث تكون مغلفةً بإحكامٍ في هذا الوعاء، ويتم إنشاء الرذاذ أو الهباء عن طريق عامل كيميائي نشط هو ملح البوتاسيوم غير العضوي، والذي ينتج أيُّونات البوتاسيوم الأكثر فعالية في تثبيط عمليات الاحتراق الهيدروكربوني بعد الهالوجينيات.

وسيلة إطفاء (أيروسول) ثابتة، وسيلة إطفاء رذاذ (هباء جوي) يدوية متنقلة

يوجد نوعان من الأيروسولات، وهما:

- (الهباء الجوي المكثف)، مواد إطفاء صلبة تحتوي على جزيئات صغيرة جدًّا أقل من (10 ميكرون)، تندفع بالغاز المولد من المادة عند الاشتعال.
- و(الهباء الجوي المشتت المبعثر)، مادة إطفاء كيميائية ذات جزيئات صغيرة جدًّا أقل من (10 ميكرون)، ولكن تندفع بضغط الغاز الخامل، أو الهالوكربون الموجود في الأسطوانة.



- وهذا طبقًا لمعيار NFPA 2010 Standard on Aerosol Fire Extinguishing Systems الخاص بالهباء الجوي الأيروسولات؛ سواء كانت :- Condensed Aerosol System Agent - Dispersed Aerosol System Agent
- **المكونات:** غالبًا ما يتمُّ اختيار نترات البوتاسيوم (KNO_3) كمُكوِّن رئيس أو أحد المؤكسدات القوية؛ مثل: بيركلورات البوتاسيوم ($KClO_4$)، أو كلوريد البوتاسيوم (KCl)، أو بيكربونات البوتاسيوم ($KHCO_3$)، أو كربونات البوتاسيوم (K_2CO_3)، وثاني أكسيد الكربون والنيتروجين والماء، والهباء الجوي المسحوق، وهناك فئة من التقنيات الجديدة التي يتمُّ تطويرها وإدخالها، وهي تلك المتعلقة بالجسيمات الصلبة الدقيقة والهباء الجوي بأقطار أقل من (10 ميكرون)، تشمل الأنواع المختلفة من أنظمة الهباء الجوي المسحوق الأيروسولات المولدة بألعاب نارية، ومخاليط الهالوكربون الكيميائية الجافة.

نترات البوتاسيوم، رقم التسجيل 1-79-7757

DCDA رقم تسجيل 5-58-461

Organic Resin رقم تسجيل 4-35-9003

- تسميات تجارية لمنتجات الأيروسول StatX- PyroGen- Stat–X- FineX- Guard-Flame- ملح البوتاسيوم غير العضوي - نترات البوتاسيوم (KNO_3) بيركلورات البوتاسيوم ($KClO_4$) -كلوريد البوتاسيوم (KCl).

inorganic salt - nitrate or perchlorate of either sodium or potassium.

The fuel is an organic polymer – phenolic فينول, polyester and epoxy resin. راتنج

- **سلبيات مواد الهباء الجوي:** سام، ويسبب الصدأ, يطفو, لا يجب استخدامه في أماكن محصورة مشغولة؛ لأنه سيتسبَّب في الاختناق Aerosol—A gaseous suspension of ultramicroscopic particles of a liquid or a solid.

وسائل وأشكال الأيروسولات:

1 - أنظمة ثابتة عبارة عن منظومات متكاملة تعمل بطريقة كهربائية أو حرارية عبر أجهزة استشعارية وشبكة إنذار وإطفاء تلقائية.

2 - وسائل متنقلة لمكافحة الحرائق في مختلف الأماكن وعند الطوارئ.

كرات وبالونات إطفاء.

تستخدم لتأمين السيارات وسيارات النقل وأماكن الكهرباء والبطاريات يمكن استخدامها يدويًّا كهربائيًّا، أو بمجرد اتصالها بحرارة.

3 - قنابل يدوية، وبخاخ رش، وزجاجات مختلفة الأحجام والأنواع.

للحماية الشخصية، ولتأمين بعض الأماكن المهمة بصورة عاجلة، وأثناء المواقف الطارئة.

جهاز اطفاء يدوي ايروسول

مزايا الهباء الجوي المكثف:

1. فعالية عالية جدًّا، وغير موصلة للكهرباء.
2. ليست بحاجة لمادة دافعة.
3. مناسبة لمكافحة جميع أنواع الحرائق.
4. صديقة للبيئة، وغير سامَّة، ولا تؤثر على طبقة الأوزون.
5. ليست بحاجة لصيانة أو متابعة، وسهلة التركيب والاستخدام.
6. لا تتسبَّب في إحداث أي صدأ على الموجودات.

عيوب الهباء الجوي:

2. يطفو إلى الأعلى

3. يُسبِّب إعاقة رؤية

4. لا يستخدم لمكافحة حرائق المعادن المُشعَّة، والمواد المؤكسدة.

نظرية عمل الهباء الجوي على عملية الإطفاء:

يعمل الهباء الجوي على إطفاء الحريق من خلال آليَّة كيميائيَّة، ممَّا يتداخل مع تفاعل سلسلة الاحتراق، وإزالة الجذور الحرَّة، ويأخذ الهباء الجوي الطاقة من بيئة الاحتراق (عمل تبريد)، ويحدث هذان التفاعلان بشكلٍ رئيسٍ على سطح جزيئات الهباء الجوي الصلبة؛ لذلك كلَّما زاد عدد الجسيمات الصغيرة، كان سطح التفاعل أكبر، وزاد عَدد الجسيمات الفعال، وهو عمل الإطفاء, وهذه الذرات لديها القدرة على التقاط الجذور الحرة الأخرى التي يتمُّ إنتاجها بدورها من خلال التفاعل المتسلسل لعملية الاحتراق، ممَّا يؤدِّي إلى انقطاعها, وتجدر الإشارة إلى أنه بغضِّ النظر عن (البيكربونات)، فإنَّ البوتاسيوم ثبت أن له تأثير تثبيط قوي على التفاعل المتسلسل بفضل إمكانات التأيُّن المنخفضة التي يمتاز بها.

الاستخدامات وأماكن التأمين والحماية للأيروسولات:

تُستخدم وسائل ومواد الإطفاء (الأيروسولات) في الكثير من المجالات الصناعية والهندسية لإطفاء الحرائق في منصَّات الغاز، والنفط، وحاملات الوقود، وأماكن الكهرباء، ومخازن الوقود، ولتأمين مراوح الرياح التوربينيَّة، وعلى القطارات، وفي محطات إنتاج الكهرباء، ومُحرِّكات الطائرات، ولتأمين شبكات شاشات المراقبة والاتصالات، وأنظمة الكمبيوترات.

مجالات استخدام مواد الإطفاء (الأيروسولات):

آليَّة عمل الأيروسولات How it works

يتمُّ إنتاج رذاذات الهباء الجوي الحديث النشوء من خلال الاحتراق، أو التحلُّل الحراري للأكسدة غير العضوية، والأملاح الموجودة في حافظة وقود الإبوكسي غير العضوية أو العضوية (البوتاسيوم العامل الكيميائي الصلب والنشط)، يكون مغلفًا في وعاء محكم الإغلاق، وعند إشعاله حراريًّا أو كهربائيًّا باستخدام الدارات الكهربائية أو تلقائيًّا عَبْر أجهزة اكتشاف النار والحرارة، أو عنصر مقاوم, بمجرَّد بدء عملية التحلُّل الحراري يتفاعل مسحوق الإطفاء مع نواتج الاحتراق؛ ممَّا يؤدي إلى وضع سلسلةٍ من التفاعلات الكيميائية شديدة الحرارة التي تؤدِّي إلى انهيار مركبات البوتاسيوم، وإنتاج الأملاح المعدنيَّة القلوية, وتتشكَّل الأملاح المعدنية القلوية كسوائل تُحمَل في غازات التحلُّل إلى مصدر الوقود عندما تتوسع وتنمو بسبب الطفو فوق اللهب، وتعمل الغازات الساخنة على تشتيت الجسيمات الصلبة في جميع أنحاء منطقة الحماية والحريق أثناء امتصاص جسيمات الهباء الجوي للحرارة، وبعض التخفيف بواسطة الغازات الساخنة، بالإضافة إلى مزيدٍ من التفاعلات الكيميائية بين الجسيمات الصلبة ومناطق التفاعل في النار، وبالتالي تؤدِّي إلى إخماد النار المشتعلة، وتبريد مناطق الحماية.

وبشكل عام أملاح البوتاسيوم غير العضوي والتي تُشكِّل أيونات البوتاسيوم تكون أكثر فعاليةً في تثبيط عمليات الاحتراق الهيدروكربوني؛ لذلك غالبًا ما يتمُّ اختيار نترات البوتاسيوم (KNO_3) كمُكوِّن رئيس لمعظم الأيروسولات على الرغم من أن المؤكسدات القوية الأخرى المستخدمة اليوم تشمل بيركلورات البوتاسيوم ($KClO_4$)، وكلوريد البوتاسيوم (KCl)، ويتمُّ استخدام هذه التقنية الجديدة نسبيًّا مع الغازات الخاملة أو الهالوكربونية، وهكذا يتمُّ تضمينها مع مادة الإطفاء كمادة دافعة, ويتكوَّن الهباء الجوي والغازات الخاملة بما يشبه الألعاب النارية، ويعمل الهباء الجوي الصلب مباشرةً على اللهب عن طريق جهاز حسَّاس بمجرد اكتشاف الحرارة لحدٍّ معين يبدأ بتفعيل خطوات التشغيل من الاحتراق والتفاعل والانتشار. وتعمل الغازات كآليَّة لإيصال الهباء الجوي إلى مناطق الحماية فوق النار المشتعلة, حيث الجسيمات الصلبة لها فعالية عالية جدًّا نسبةً إلى وزنها, ومع ذلك فهذه الجسيمات قد تُتلف المُعدَّات الحساسة جدًّا، وهي ليست مناسبةً لمنع الانفجار بسبب ارتفاع درجة الحرارة التي يتمُّ إنشاؤها وسط أوعيتها وأسطواناتها.

وهناك مشاكل فسيولوجية حادَّة مرتبطة باستنشاق المواد والجزيئات المنطلقة في نطاق الحجم المطلوب والآمن لَمن هم بجوار الحريق أثناء عملية التشغيل, وتحدُّ هذه المشكلات من فائدة هذه التقنية في المناطق المأهولة، وتشمل المجالات التي يمكن أن توفر فيها أنظمة الجسيمات الصلبة الدقيقة بديلًا عمليًّا للهالونات؛ كونها تستخدم في الاتصالات السلكية واللاسلكية، وعلى السيارات، والقوارب، والمراوح الهوائية، وكبائن المولدات الكهربائية، وشبكات الحاسوب الآلي.

ويتمُّ إنشاء الهباء في حاوية غير مضغوطة من مادة صلبة كيميائيًّا عن طريق الوسائل الحرارية أو الكهربائية، ويتمُّ إنشاؤها وتوزيعها بسرعة مشتتة الغاز حول المنطقة المراد حمايتها، وإطفاء النار عن طريق تغيير كيمياء اللهب، وامتصاص الحرارة، وتخفيف الوقود والأكسجين في منطقة الاحتراق بواسطة سحابة الهباء الجوي.

الغازات الدافعة:

ثاني أكسيد الكربون، وغازات الهالوكربون، وبخار الماء, تنفصل جزيئات كربونات البوتاسيوم في منطقة اللهب، وتنتج البوتاسيوم الذي يقطع استمرارية الشقوق الطليقة، وبالتالي يتوقف الحريق.

يُطْفأ الحرائق أيضًا عن طريق امتصاص الحرارة كنتيجةٍ للتغيُّرات في مراحل تغيير انتقال الحرارة، وتغيير حالة مادة الإطفاء (صلبة إلى سائلة إلى غازية)، والتحلُّل الماص للحرارة من جزيئات كربونات البوتاسيوم.

والأيروسولات غير مناسبة للحرائق التي تحتوي على المعادن التفاعليَّة والمُشعَّة؛ مثل:

الصوديوم، والبوتاسيوم، المغنيسيوم، والتيتانيوم، والزركونيوم، واليورانيوم، والبلوتونيوم.

فاير برو (Firepro) هباء جوي مكثف:

يستخدم بطريقة الغمر الكلي على قاعدة بودرة البوتاسيوم ذرات وجزيئات صغيرة جدًّا.

يستخدم لحماية غرف البطاريات، وأماكن الإلكترونيات، والكهرباء، وكنظام حماية وإطفاء حرائق على العربات والمُعدَّات.

سات – إكس مولد الهباء الجوي المكثف Sat-X

المُكوِّنات: نترات البوتاسيوم، رقم التسجيل 7757-79-1

المكونات مخلوطة ومضغوطة في قالب (+) راتنج عضوي، رقم التسجيل 9003-35-4

يعمل هذا النظام بطريقة حرارية، ويستخدم لحماية المراوح التوربينيَّة من جرَّاء الحرائق المحتملة، كما يُستخدم لتأمين الأماكن والمُعدَّات البعيدة؛ كالهوائيات، وأبراج الاتصالات، ومحطات توليد الكهرباء، ويعتبر من ضمن SNAP كونه غير ضارٍّ بالبيئة، ومصادق عليه من قِبَلِ UL وبموجب NFPA® 2010 Standard for Fixed Aerosol Fire-Extinguishing Systems.

أيروجن أيروسول مواد وجزيئات صلبة كيميائية Hot AeroGen Aerosol

المكونات: بودر كيميائي (بيكربونات البوتاسيوم) + غاز مخلوط نيتروجين، وغاز ثاني أكسيد الكربون + ماء.

يُستخدم لمكافحة جميع أنواع الحرائق – كبائن الكهرباء والإلكترونيات – نظام مكافحة إطفاء الحرائق في السفن والقوارب والطائرات وسيارات السباق ووسائل المواصلات العامة، وهي مادة نظيفة، ولا تؤثر على البيئة أو طبقة الأوزون.

المصـــــادر

01 02

عقيد مهندس / شمسان راجح المالكي

- مدرب ومستشار سلامة.

السلامة من الحرائق

تقنية وسائل الأيروسولات (Aerosols)
والجزيئات والأبخرة الرذاذيَّة والهباء الجوي المكثف.

مواد الإطفاء (الأيروسولات) أو ما يُسمَّى بـ (الهباء الجوي) تُعتَبر من المواد النَّظيفة والحديثة، ومن بدائل الهالونات، والتي لا تُؤثِّر على استنزاف طبقة الأوزون، واحتماليَّة تأثيراتها في الاحتباس الحراري (صفر)، وصديقة للبيئة، ولا تُؤثِّر على الموجودات بعد عمليَّة إطفاء الحرائق.

وسائل وأشكال الأيروسولات:

أنظمة ثابتة:

عبارة عن منظومات متكاملة تعمل بطريقة كهربائية أو حرارية عبر أجهزة استشعاريَّة K وشبكة إنذار، وأنظمة إطفاء تلقائيَّة.

1

أنظمة متنقلة:

لمكافحة الحرائق في مختلف الأماكن، وعند الطوارئ.

2

كرات وبالونات إطفاء:

تُستخدم لتأمين السيَّارات، وسيارات النقل، وأماكن الكهرباء والبطاريات، ويمكن استخدامها يدويًّا وكهربائيًّا، أو بمجرَّد اتِّصالها بحرارة.

3

قنابل يدويَّة، وبخاخ رش، وزجاجات مختلفة الأحجام والأنواع:

للحماية الشخصيَّة، ولتأمين بعض الأماكن المهمة بصورة عاجلة، وأثناء المواقف الطارئة.

4

جهاز اطفاء يدوي ايروسول

مزايا الهباء الجويِّ المكثف:

- فعالية عالية جدًّا، وغير موصلة للكهرباء.
- ليست بحاجة لمادة دافعة.
- مناسبة لمكافحة جميع أنواع الحرائق.
- صديقة للبيئة، وغير سامَّة، ولا تُؤثِّر على طبقة الأوزون.
- ليست بحاجة لصيانة أو متابعة، وسهلة التركيب والاستخدام.
- لا تتسبَّب في إحداث أي صدأ على الموجودات.

عيوب الهباء الجوي:

- يطفو إلى الأعلى.
- يُسبِّب إعاقة رؤية.
- لا يُستخدم لمكافحة حرائق المعادن المُشعَّة والمواد المؤكسدة.

نظريَّة عمل الهباء الجوي على عملية الإطفاء:

مواد الإطفاء (Aerosols) (الهباء الجوي المكثف) (الناتجة عن تفاعلات كيميائيَّة) تتكوَّن من جزيئات صُلْبة صغيرة من أملاح الفلزات القلويَّة حوالي (40%) من وزن مولدات الهباء الجوي، والغاز حوالي (60٪) من وزن الهباء الجوي المتولد (في الغالب النيتروجين، وثاني أكسيد الكربون، وبخار الماء), ويعمل الهباء الجوي على إطفاء الحريق من خلال آليَّة كيميائيَّة؛ ممَّا يتداخل مع تفاعل سلسلة الاحتراق، وإزالة الجذور الحرَّة للَّهب، ويطفئ النَّار دون استنزاف الأكسجين، ويأخذ الهباء الجويُّ الطاقة من بيئة الاحتراق (عمل تبريد)، يحدث هذان التفاعلان بشكلٍ رئيسٍ على سطح جزيئات الهباء الجوي الصُّلبة؛ لذلك كلَّما زاد عدد الجسيمات الصغيرة، كان سطح التفاعل أكبر، وزاد عدد الجسيمات الفعَّالة، وبالتالي فعالية عمل الإطفاء؛ لأنَّ هذه الذرَّات لديها القدرة على التقاط الجذور الحرَّة الأخرى التي يتمُّ إنتاجها من خلال التفاعل المتسلسل لعمليَّة الاحتراق، ممَّا يؤدِّي إلى انقطاعها, وتجدُر الإشارة إلى أنَّه بغضِّ النظر عن (البيكربونات)، فإنَّ البوتاسيوم يُثْبت أنَّ له تأثيرَ تثبيطٍ قويٍّ على التفاعل المتسلسل بفضل إمكانات التأيُّن المنخفضة الذي يمتاز بها.

الاستخدامات وأماكن التأمين والحماية للأيروسولات:

تُستخدم وسائل ومواد الإطفاء (الأيروسولات) في الكثير من المجالات الصناعيَّة والهندسية لإطفاء الحرائق في منصَّات الغاز، والنفط، وحاملات الوقود، وأماكن الكهرباء، ومخازن الوقود، ولتأمين مراوح الرِّياح التُّوربينيَّة، وعلى القطارات، وفي محطَّات إنتاج الكهرباء، ومُحرِّكات الطائرات، ولتأمين شبكات شاشات المراقبة والاتصالات، وأنظمة الحواسيب.

مجالات استخدام مواد الإطفاء (الأيروسولات):

آليَّة عمل الأيروسولات:

يتمُّ إنتاج رذاذات الهباء الجوي الحديث النُّشوء من خلال الاحتراق أو التحلُّل الحراري للأكسدة غير العضوية، والأملاح الموجودة في حافظة وقود الإبوكسي غير العضويَّة، أو العضويَّة (البوتاسيوم العامل الكيميائي الصلب والنشط)، يكون مغلفًا في وعاءٍ مُحْكم الإغلاق، وعند إشعاله حراريًّا أو كهربائيًّا باستخدام الدَّوائر الكهربائيَّة، أو تلقائيًّا عبر أجهزة اكتشاف النار والحرارة، أو عنصر مقاوم, بمجرَّد بدء عملية التحلُّل الحراري يتفاعل مسحوق الإطفاء مع نواتج الاحتراق؛ ممَّا يؤدِّي إلى حدوث سلسلةٍ من التفاعلات الكيميائيَّة شديدة الحرارة، والَّتي تؤدِّي إلى انهيار مركبات البوتاسيوم، وإنتاج الأملاح المعدنية القلويَّة, وتتشكَّل الأملاح المعدنية القلويَّة كسوائل تُحمَل في غازات التحلُّل إلى مصدر الوقود عندما تتوسَّع وتنمو بسبب الطفو فوق اللَّهب، وتعمل الغازات السَّاخنة على تشتيت الجسيمات الصُّلبة في جميع أنحاء منطقة الحماية والحريق أثناء امتصاص جسيمات الهباء الجوي للحرارة، وبعض التخفيف بواسطة الغازات السَّاخنة، بالإضافة إلى مزيدٍ من التفاعلات الكيميائيَّة بين الجسيمات الصُّلبة، ومناطق التَّفاعل في النار، وبالتَّالي تؤدِّي إلى إخماد النَّار المشتعلة، وتبريد مناطق الحماية.

وبشكل عامٍّ، فإنَّ أملاح البوتاسيوم غير العضويّ والتي تُشكِّل أيونات البوتاسيوم تكون أكثر فعاليةً في تثبيط عمليات الاحتراق الهيدروكربوني؛ لذلك غالبًا ما يتمُّ اختيار نترات البوتاسيوم (KNO_3) كمُكوِّن رئيس لمعظم الأيروسولات، وعلى الرغم من أنَّ المؤكسدات القوية الأخرى المستخدمة اليوم تشمل بيركلورات البوتاسيوم ($KClO_4$)، وكلوريد البوتاسيوم (KCl)، يتمُّ استخدام هذه التقنية الجديدة نسبيًّا مع الغازات الخاملة، أو الهالوكربونية، وهكذا يتمُّ تضمينها مع مادة الإطفاء كمادة دافعة, ويتكوَّن الهباء الجويُّ والغازات الخاملة بما يشبه الألعاب الناريَّة.

ويعمل الهباء الجويُّ الصُّلب مباشرةً على اللَّهب عن طريق جهاز حسَّاس، وبمجرَّد اكتشاف الحرارة لحدٍّ مُعيَّنٍ يبدأ بتفعيل خطوات التشغيل من الاحتراق، والتفاعل والانتشار، وتعمل الغازات كآليَّة لإيصال الهباء الجوي إلى مناطق الحماية فوق النار المشتعلة, والجسيماتُ الصُّلبةُ لها فعالية عالية جدًّا نسبةً إلى وزنها, ومع ذلك فهذه الجسيمات قد تُتْلف المُعدَّات الحسَّاسة جدًّا، وهي ليست مناسبةً لمنع الانفجار بسبب ارتفاع درجة الحرارة التي يتمُّ إنشاؤها وسط أوعيتها وأسطواناتها.

- وهناك مشاكل فسيولوجية حادَّة مرتبطة باستنشاق المواد والجزيئات المنطلقة في نطاق الحجم المطلوب والآمن لَمن هم بجوار الحريق أثناء عملية التَّشغيل, ومن فائدة هذه التقنية أنَّها تحُدُّ هذه المشكلات في المناطق المأهولة. وتشمل المجالات التي يمكن أن تُوفِّر فيها أنظمة الجسيمات الصُّلبة الدقيقة بديلًا عمليًّا للهالونات كونها تُستخدم في الاتصالات السِّلكيَّة واللَّاسلكيَّة، وعلى السيارات، والقوارب، والمراوح الهوائيَّة، وكبائن المولدات الكهربائيَّة، وشبكات الحاسوب الآلي.

- ويتمُّ إنشاء الهباء في حاويةٍ غير مضغوطة من مادة صُلْبة عن طريق الوسائل الكيميائيَّة، أو الحرارية، أو الكهربائيَّة، ويتمُّ إنشاؤها وتوزيعها بسرعة مشتتة للغاز حول المنطقة المراد حمايتها، وإطفاء النار عن طريق تغيير كيمياء اللَّهب، وامتصاص الحرارة، وتخفيف الوقود والأكسجين في منطقة الاحتراق بواسطة سحابة الهباء الجويّ.

الغازات الدَّافعة:

- ثاني أكسيد الكربون، وغازات الهالوكربون، وبخار الماء, وتنفصل جزيئات كربونات البوتاسيوم في منطقة اللَّهب، وتنتج البوتاسيوم الذي يقطع استمراريَّة الغازات الطليقة، وبالتالي يتوقَّف الحريق, ويُطْفئ الحرائق أيضًا عن طريق امتصاص الحرارة كنتيجةٍ للتغيُّرات في مراحل تغيير انتقال الحرارة، وتغيير حالة مادة الإطفاء من (صلبة إلى سائلة إلى غاز)، والتحلُّل الماص للحرارة من جزيئات كربونات البوتاسيوم.
- الأيروسولات غير مناسبةٍ للحرائق التي تحتوي على المعادن التفاعليَّة والمُشعَّة؛ مثل: الصُّوديوم، والبوتاسيوم، والمغنيسيوم، والتيتانيوم، والزركونيوم، واليورانيوم، والبلوتونيوم.

فاير برو (Firepro) هباء جوي مكثف:

- يُستخدم بطريقة الغمر الكلِّي على قاعدة بودرة البوتاسيوم، ذرات وجزيئات صغيره جدًّا.
- يُستخدم لحماية غُرَف البطاريات، وأماكن الإلكترونيات والكهرباء، وكنظام حماية وإطفاء حرائق على السيارات والمُعدَّات.

سات – إكس (Sat-X) مولد الهباء الجوي المكثف:

- المُكوِّنات: نترات البوتاسيوم، رقم التسجيل 7757-79-1

المُكوِّنات مخلوطة ومضغوطة في قالب + راتنج عضوي، رقم التسجيل 9003-35-4

- يعمل هذا النظام بطريقة حرارية، ويستخدم لحماية المراوح التوربينيَّة من جرَّاء الحرائق المحتملة، كما يُستخدم لتأمين الأماكن والمُعدَّات البعيدة؛ كالهوائيات، وأبراج الاتصالات، ومحطات توليد الكهرباء. ويُعتَبر ضمن سياسة بديلة جديدة مهمة (Significant New Alternate Policy) SNAP كونه غير ضارٍّ بالبيئة.

مصدق عليه من قِبَلِ UL وبموجب NFPA® 2010 Standard for Fixed Aerosol Fire-Extinguishing Systems.

أيروسول مواد وجزيئات صلبة كيميائيَّة:

الهباء الجوي الساخن أيروجين - (Hot Aerosol AeroGen) أيروجين:

المُكوِّنات: بودر كيميائي (بيكربونات البوتاسيوم) + غاز مخلوط نتروجين وغاز ثاني أكسيد الكربون + ماء.

يُستخدم لمكافحة جميع أنواع الحرائق – كبائن الكهرباء والإلكترونيَّات – نظام مكافحة إطفاء الحرائق في السُّفن والقوارب والطائرات وسيارات السباق، ووسائل المواصلات العامَّة، وهو مادة نظيفة، ولا تؤثر على البيئة أو طبقة الأوزون.

غاز النتروجين Nitrogen:

غاز النيتروجين يعتبر عنصرًا ضروريًّا لجميع الكائنات؛ كونه يدخل في تركيب بنية الخلايا، ومُكوِّنًا أساسيًّا في تركيب البروتينات والأحماض, والأساس في تركيب الإنزيمات الَّتي تتحكَّم في النَّشاطات الحيويَّة داخل كلِّ خلية خاصَّة بالنمو والتكاثر, ويعتبر من أهمِّ الغازات التي توجد داخل الغلاف الجوي، ومصدره الأساسي هو الهواء الجوي؛ حيث يُشكِّل النيتروجين حوالي (78%) من حجم الهواء الجوي, ولأنه من الغازات الخاملة وغير نشطٍ يصعب تفاعله مع عناصر أخرى إلَّا في حالات خاصة، وفي درجات حرارة مرتفعة، وضغط عال مع وجود مُحفِّز وطاقة كبيرة لكسر الروابط. ويرمز له N2، وعدده الذَّري 7 - أخف قليلًا من الهواء.

أسماء تجارية لغاز النيتروجين : Trade Name

Nitrogen, Nitrogen compressed, Nitrogen N48, Nitrogen N52, Nitrogen HG, Lasal 1, Lasal 2001, Aligal 1, Alphagaz N2 1, Alphagaz N2 2, Alphagaz 1 Nitrogen, Alphagaz 2 Nitrogen, Lasal 1, Phargalis 1, Albee Cool N2 ,Azote , REFRIGERATED LIQUID, Cryogenic Liquid Nitrogen, Liquid Nitrogen,

الصيغة الكيميائية: N2 Chemical Formula، الاسم الكيميائي: Nitrogen

رقم التسجيل CAS-No. : 7727-37-9

خصائص غاز النيتروجين:

- غاز عديم اللَّون والرائحة.
- لا يشتعل، ولا يساعد على الاشتعال.
- يُشكِّل حوالي (78 %) من مُكوِّنات الهواء الجوي.
- يُعتَبر من الغازات الخاملة.
- غاز نظيف وخالٍ من الرطوبة.
- عنصر غير نشط، ولا يتفاعل بسهولة مع أي عنصر .
- شحيح الذوبان في الماء.
- يُسمَّى: آزوت (Azote).
- غاز غير سامٍّ نسبيًّا، أمَّا إذا ازدادت نسبته أكثر من (84 %) ، وقلَّت نسبة الأكسجين، فأضراره كثيرة على التنفُّس.
- يدخل في تركيب أجسام الكائنات الحية؛ مثل: المادة الوراثية والبروتينات.

التوزيع الإلكتروني (5 – 2) ., نوع العنصر: لا فلز. موقع العنصر: يقع في الدورة الثانية، والمجموعة الخامسة.
رقم التأكسد: 3- . يميل لتكوين روابط أيونيَّة وروابط تشاركيَّة.

تحضير غاز النيتروجين:

- يحضر تجاريًّا بالتقطير التجزيئي للهواء المُسَال.
- التقطير التجزيئي: عمليَّة فصل خليط مُكوِّناته الأصلية، ويتم عن طريق تسخينها وتكثيفها بالاعتماد على فرق درجات الغليان بين مُكوِّنات الخليط. ويحضر مخبريًّا من خلال تفاعل نيتريت الصوديوم وكلوريد الأمونيوم، فينتج نيتريت الأمونيوم الذي يتحلَّل إلى غاز النيتروجين والماء. المصدر الرئيس لتحضير النيتروجين: هو الهواء الجوي عن طريق إسالة الهواء بالضغط والتبريد، ثمَّ التقطير التجزيئي للهواء السائل لفصل غازي الأكسجين والنيتروجين.
- ومن أهمِّ الطرق المستخدمة صناعيًّا في تحضير النيتروجين: هي طريقة (لند)؛ حيث تتمُّ إسالة الهواء على أساس ظاهرة (جولي، وطومسون) اللَّذين وجدا أنَّه عند السماح لغاز تحت ضغط كبير بالتمدُّد خلال فتحة ضيقة بدون اكتساب طاقه خارجية، فإنَّ درجة حرارته تنخفض نتيجةً لأنَّ الغاز يبذل ضغطًا داخليًّا في التغلُّب على قوى التجاذب بين جزيئاته، وبتكرار عملية الضغط فالتَّبريد والتمدُّد بدون اكتساب طاقة يتحوَّل الهواء إلى الحالة السائلة، وبتكرار هذه العملية نحصل على نيتروجين نقي، ويتبقَّى أكسجين نقي في الحالة السائلة.

استخدامات غاز النيتروجين:

- مكافحة الحرائق العميقة في مناجم الفحم والتعدين.
- يستخدم كنظام إطفاء مركزي في الأماكن المحصورة.
- يستخدم في معظم عمليَّات التَّصنيع والغذاء.
- يستخدم في تعبئة أجهزة الهبوط الرئيسة في الطائرات لامتصاص الصَّدمات.
- يستخدم في نَفْخ مزالج النجاة والهروب في الطائرات.
- يستخدم في تعبئة إطارات سيارات السباق؛ لأنه لا يشتعل، ولا يتأثر بالاحتكاك.
- يستخدم كمادة دافعة لمواد الإطفاء؛ لأنه لا يشتعل، ولا يساعد على الاشتعال، ولا يوجد به رطوبة.
- يتمُّ استخدامه لتخزين كميات كبيرة من البترول، والعديد من المواد القابلة للاشتعال.
- يصعب إذابته بالماء، كما أنَّه لا يشتعل، ولا يمكن تفاعله مع الغازات أو العناصر الأخرى، فهو من مجموعة الغازات اللَّافلزات.

- «يتمُّ استخدامه مع الحالات التي تُعَاني من السرطان، فهو يساعد على التخلُّص من جميع الخلايا الخبيثة، وأيضًا يساعد كثيرًا في علاج الآفات الجلديَّة التي تصيب الكثير من الأشخاص, وأيضًا يتمُّ استخدامه عند التبريد العميق.
- كما يستخدم كمصدرٍ أساسيٍّ لتحفيز إنتاج النيتروجين الجاف، ويتمُّ استخدامه أيضًا في تصميم الأجهزة والأنظمة التي تُستخدم لإطفاء الحرائق, ويتمُّ استخدامه بكثرة داخل المستشفيات والمراكز الطبيَّة التي تحتاج إليه للاحتفاظ بعينات الدَّم.
- كما يستخدم أيضًا للحفاظ والحماية على معظم العيِّنات لحين القيام بالعمليات, ويستخدم داخل عمليَّة تُسمَّى: (العزل المبرد)، وهذه العملية يتمُّ من خلالها تبريد النفط لكي يتمكَّنوا من معالجته وتنقيته من جميع الشَّوائب التي تُعِيقُ استخدامه.
- ومن أهمِّ الاستخدامات أنَّه يساعد كثيرًا في الحفاظ على الخلايا بواسطة تبريدها لكي يتمكَّنوا من نُموِّها وتعايشها مرَّة أخرى، كما أنَّ غاز النيتروجين من الغازات الخاملة، والمعروف عن الغازات الخاملة أنَّها من الغازات التي لا تشتعل، ولا تُسبِّب اشتعالًا، وأيضًا يستخدم لتقليل الإشعال الذي يحدثه الكثير من الغازات الأخرى.
- وغاز النيتروجين يعتبر من أهمِّ عناصر الأحماض النوويَّة, كما أنَّ النيتروجين يمدُّ النَّباتات بما تحتاج إليه من البروتين الذي يساعد كثيرًا في بقاء النباتات خضراء؛ لذلك تُعتَبر النباتات مصدرًا جيدًا للبروتين، أي: مصدرًا جيدًا لغاز النيتروجين.

أضرار غاز النيتروجين: غاز النيتروجين له أهميةٌ بالنسبة للإنسان، فهو من الغازات اللَّازمة لاستكمال الحياة، لكن أكَّد الكثير من العلماء على أنَّ لغاز النيتروجين الكثير من الأضرار التي يُسبِّبها للإنسان، ومن أهمِّ هذه الأضرار: هي أنَّه عندما يتمُّ إطلاق غاز النيتروجين بسرعةٍ شديدةٍ، فإنَّه يتسبَّب في حدوث الاختناق؛ لأنَّه في ذلك الوقت يتسبَّب في التخلُّص التام من غاز الأكسجين الموجود بالمكان، فعندما يتمُّ استنشاق غاز النيتروجين، فإنَّه يتسبَّب في حالةٍ من التخدير للمصاب، فيتسبَّب ذلك في إصابة الشخص بحالةٍ من الإغماء الشديد, وعند استخدام الغوَّاصين الهواء لكي يتمكَّنوا من الغوص في البحار، وخاصةً إذا تمَّ الغوص لمسافات عميقة جدًّا إلى قاع البحر، وعند صعود الغوَّاص إلى السطح، فيتسبَّب غاز النيتروجين في الكثير من حالات الإصابة بانخفاض معدل الدَّم.

كما يوجد في الطبيعة على شكل غازٍ في درجات الحرارة والضغط القياسيين, ويُشكِّل النيتروجين النِّسبة الأكبر من الغلاف الجوي للأرض؛ حيث يُشكِّل النيتروجين نسبة (78%) من الهواء المحيط بنا، وهو يوجد - عادةً - على شكل جزيء مُكوَّن من ذرَّتين N2، ويُعدُّ النيتروجين أهمَّ جزءٍ في البروتينات في أجسام الكائنات الحيَّة، فهو يدخل في تركيب الأحماض الأمينيَّة. وغاز النيتروجين له العديد من الاستخدامات في الصناعة والحياة العمليَّة، وهو يُستخدم في شكليه (الغازي، والسائل)، ويدخل في إنتاج بعض المركبات الكيميائيَّة المهمَّة .

أهميَّة غاز النيتروجين:

- يُستخدم النيتروجين المُسَال في علاج الأورام الجلديَّة، وحفظ الأطعمة والتَّبريد السريع.
- يُستخدم في صناعة الأمونيا التي تستخدم في صناعة مُخصِّبات التربة.
- يُستخدم في بعض الإلكترونيات والبارود.
- يستخدم في حماية وتخزين زيت البترول، والمواد المتفجرة، والمواد شديدة الاشتعال؛ لأنَّه غاز غير نشط.

غاز النيتروجين في أنظمة الحماية، ومكافحة الحرائق Nitrogen Fire Suppression System:

- يستخدم غاز النيتروجين في أنظمة مكافحة الحرائق بإزاحة نسبة الأكسجين إلى ما دون (15%)، وعندها يتمُّ إطفاء الحريق.
- يستخدم في شبكات الإطفاء التلقائيَّة مخلوطًا مع غاز ثاني أكسيد الكربون، أو مع غاز الأرجون، وغيره من الغازات الَّتي تستخدم في مكافحة الحرائق.
- يستخدم في مكافحة حرائق المناجم والحرائق العميقة.
- يستخدم في تعبئة إطارات الطائرات.
- يستخدم في أجهزة الهبوط الرئيسة لامتصاص الصدمات؛ كونه غازًا خاملًا، ولا يتأثر بالاحتكاك.
- يستخدم أيضًا في نفخ مزالج النجاة في الطائرات.
- يستخدم في حماية خزانات وقود الطَّائرات من مخاطر الحرائق؛ كونه غازًا خاملًا.
- يستخدم في دفع سوائل ومواد الإطفاء.

خاتمة:

لُوحِظَ مؤخرًا الإقبال الشديد على استخدام أنظمة الإطفاء الحديثة؛ كونها آمنةً على البيئة، وأثناء الاستخدام لإطفاء الحرائق، ولا تؤثر على المواد التي استُخْدمت عليها بأي أضرارٍ أو تلفٍ، ولا تترك أثرًا على الموجودات، كما أنَّها ليست بحاجةٍ إلى تكاليف صيانة كثيرة مقارنة بمواد الإطفاء التقليديَّة.

عقيد مهندس / شمسان راجح المالكي

- مدرب ومستشار سلامة.

16- بطانيـــات الإطفـاء والأغطية والرمل الجاف

(المُكوِّنات- الخصائص- المميزات والسلبيات- طرق الاستخدام)

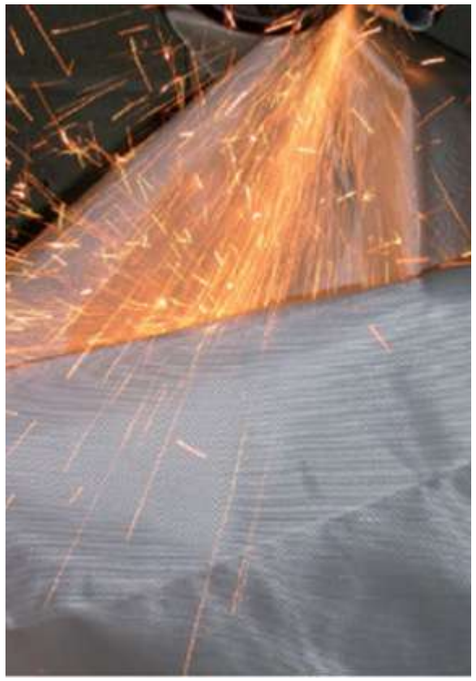
وسائل ومواد إطفاء الحرائق كثيرة ومتنوعة, وكلٌّ منها يعتمد على مبدأ في عملية إطفاء الحريق, إما عزل الأوكسجين والخنق، أو عملية تبريد مُكوِّنات مواد الاشتعال، وبالتالي كسر عملية التسلسل التفاعلي للمواد المشتعلة, ومنذ بداية سلسلة مقالات مواد ووسائل إطفاء الحرائق، تكلَّمنا عن (الماء، والرغوة، والبودر، والمواد النظيفة، والهالونات، وغاز ثاني أكسيد الكربون، والأيروسولات، وغاز النتروجين), وفي هذا المقال الأخير سنتكلَّم عن (بطانيات الإطفاء، والأغطية، والرمل الجاف).

بطانيات الإطفاء Fire Blanket:

- من الطرق المستعملة في إطفاء حرائق الأشخاص، أو الحرائق الصغيرة: طريقة استخدام الأغطية، أو الدِّثار السميك المُبلَّل بالمياه؛ إذ يتوجَّب على الشخص المكافح للحريق وَضْع المحترق أرضًا، والقيام بعملية الدحرجة بعد لفِّه بقطعة قماش، أو بطانية الإطفاء .
- كما أنَّ استعمال الأغطية وبطانيات الإطفاء مفيدٌ وفعالٌ في القضاء على اللهب المشتعل في المطابخ وأجهزة الطهي (حرائق الصنف F/ K)، ويمكن استخدام بطانيات الإطفاء كحماية أثناء الهروب من بين الحرائق الصغيرة والمبعثرة على جوانب المرَّات، ومخارج وطرقات الهروب, وكذا استخدامها لتغطية حرائق الأشخاص الصغيرة لمنع انتشار وتمدُّد الحريق إلى أجزاء أخرى، ومَنْع وصول الأكسجين إلى الجزء المشتعل، وبالتالي ينطفئ الحريق.

استخدام بطانيات الإطفاء لتغطية أجزاء الحرائق، أو للحماية أثناء الخروج من أماكن بها حرائق:

بطانيات اللحام، وأغطية الحماية من الشرر:



- المقاسات : (2م × 2م)، أو (1م × 2م).
- مُكوِّنات بطانيات وأغطية اللحام، والحماية من الشرر:
- النوعية رقم واحد: (جودة عالية)، مصنوعة من ألياف الكربون Carbon Fiber ،
- خيوط منقوشة ومعالجة بالجرافيت - كتلة مادة التصنيع = (1020 جرام/متر مربع).
- كثافة البطانية: 4,5 ملم.
- النوعية رقم اثنين: (جودة جيدة)، مصنوعة من ألياف السليكا Silicate Fiber :
- حبكة مسطحة مغطاة بخيوط السيلكا، معدنية لعزل الحرارة.
- كتلة مادة التصنيع = (600جرام/متر المربع). كثافة البطانية = (1,5 ملم).
- النوعية رقم ثلاثة: (مقبولة) مصنوعة من ألياف E-Glass
- خيوط مسطحة خزفية - كتلة مواد التصنيع = (460 جرام/ متر مربع). كثافة البطانية = (0,70 ملم).

مقاسات بطانيات الإطفاء حسب الاستخدام:

- مقاسات مختلفة ما بين (1.20- 1.60 متر) للاستخدام في حرائق الطبخ المنزلي، والحرائق الصغيرة المساحة.
- مقاسات مختلفة ما بين (1.40- 1.80 متر)؛ لمكافحة حرائق الأشخاص.
- مقاسات مختلفة ما بين (2.20- 3.60 متر)؛ لمكافحة حرائق السيارات.

طريقة التخزين:

- يتمُّ تعليق بطانية الإطفاء على الجدار، وقريبة من الأماكن التي من المحتمل حدوث الحرائق بالقرب منها،
- أو على سيارات الإطفاء في أوعيتها وأماكنها المخصصة في الخزانات الجانبية على أن تكون مُرتَّبةً ونظيفةً ومفحوصةً.

مواصفات بطانيات الإطفاء:

1. مصنوعة من خيوط الألياف الزجاجية (Fiber glass)، والمغطاة بالسليكون.
2. تتحمَّل درجة حرارة (250- 550 درجة) (بطانيات الأشخاص).
3. تتحمَّل درجة حرارة حتى (1300 درجة) بصورة متقطعة (بطانيات اللِّحام والشرر).
4. مقاومة للأحماض.
5. مقاومة للقلويات.
6. مقاسات مختلفة ما بين (1.20- 1.60) (أشخاص).
7. أقل مقاس لبطانيات الإطفاء = 1م×1م.
8. جميع بطانيات الإطفاء مُصمَّمة للاستخدام مرة واحدة، وكُلَّما استخدمت عدَّة مرات، قلَّت فعاليتها.
9. يجب أن تكون مطابقةً لمعايير 1981 European Inventory of Existing (Commercial Substances (EINECS ، أو مواصفات BS EN 1869.

10

متوافقة مع المتطلبات الأسترالية رقم (2006-AS/NZS 3504).

11

الوزن = 400 جرام (بطانيات حرائق الأشخاص).

13

شريط السحب مقاوم للحرارة.

12

متوافقة مع المعايير البريطانية رقم ((BS 6575 the British Standard mark.

الإيجابيَّات:

- سهلة الاستخدام والنشر.
- ليست بحاجة لإمكانيَّات فحص كبيرة ومُكلِّفة.
- مفيدة لإطفاء حرائق زيوت الطبخ المنزلي وحرائق الأشخاص.

السلبيَّات:

- استخدامها محدود في حالة الطوارئ، وفي حرائق المطابخ الصغيرة فقط.
- ليست كمواد الإطفاء الأخرى يُعتَمد عليها لإطفاء حرائق مُتنوِّعة.
- تُعتَبر كوسيلة حماية في حالة الطوارئ الحرجة.

طرق الاستخدام:

أثناء مكافحة حرائق الأشخاص:

- سَحْب أشرطة البطانية للخارج، وفَرْدها ثم وَضْعها على حرائق ملابس الشخص، وليس رَمْيها.
- لف البطانية بإحكام على الأجزاء المشتعلة كافَّة.
- تغطية الحرائق الصغيرة بالبطانية لغرض إيقاف النار.

عند إطفاء حرائق السيارات:

- وَضْع البطانية من قِبَلِ شخصين على/فوق السيارة المحترقة، وتغطيتها كاملةً.
- الانتظار لبعض دقائق لحين التأكُّد بأنَّ الحرارة انخفضت، والحريق انطفأ بالكامل.

أثناء الحماية من اللِّحام والشرر المتطاير:

- وَضْع عدَّة أغطية فوق بعض كتجربة حماية أكثر من الشرر المتطاير، وبعدها بالإمكان تَرْك غطاء واحد فقط أو اثنين، وحسَب الاحتياج في حالة لم يتأثَّر الغطاء من الشرر والحرارة ما لم يُوضَع المزيد من الطبقات للحدِّ الذي يوفر الحماية المطلوبة.
- يجب أن تستخدم الأغطية بزاوية مائلة (15 درجة).

أثناء مكافحة حرائق المطابخ:

- تغطية أماكن الاشتعال بالبطانية مع الأخذ في الاعتبار جهة انتشار النار، وحجم الحريق؛ حمايةً للشخص المكافح بوضع غطاء الإطفاء من أمامه كحمايةٍ له أثناء إلقاء بطانية الإطفاء على المواد المشتعلة.

بطانيات وأغطية حرائق السيارات:

- مقاس = 4×6 متر، وأيضًا = 6×8 متر.
- الوزن من (20 - 25 كيلو).
- مقاومة لدرجة حرارة حتى (فترة كبيرة 750 درجة)، ولفترة وجيزة حتى (1000 درجة).
- مصنوعة من ألياف زجاجية مغطاة بالسيليكون من الجهتين.
- تُستخدم لمكافحة حرائق السيارات والرافعات الشوكية، وحرائق الكرفانات.
- قابلة للاستخدام لعدة مرات.
- مواد التصنيع: خيوط ألياف الإكريليك مغطاة بالفيبر كلاص.

الإيجابيَّات:

- سهلة الاستخدام.
- ليست بحاجة لإمكانيَّات فحص كبيرة ومكلفة.

السلبيَّات:

- بحاجة لتدريب مستمر، وهذا غير متوفر لدى الجميع، ما عدا المختصِّين والجهات المسئولة عن مكافحة الحرائق.

الرمل الجاف Dry Sand:

يمكن استعمال الرمل الجاف والناعم (المملوء في سُطُول) (Fire Buckets) كوسيلة إطفاء لحرائق المعادن، ومكائن السيارات، والتي لا يمكن إطفاؤها بواسطة الماء, كما يمكن استخدامه في إطفاء بعض حرائق المواد المشتعلة؛ مثل: الأصباغ، والزيوت؛ لمنعها من الانتشار لمسافاتٍ بعيدةٍ, واحتجاز السوائل المشتعلة, ولكن يُمنَع استعمال الرمل في إطفاء حرائق الأجهزة الكهربائيَّة، والحسَّاسة، والدقيقة، والغالية الثمن؛ لأنَّه يُتْلفها, إلَّا في حالة عدم وجود وسائل إطفاء أخرى مناسبة يتمُّ استخدام الرمل الجاف لإطفاء أي حرائق كون الضرر والخسائر من الحريق أكثر من الضرر الذي سيأتي من جرَّاء استخدام الرمل الجاف.

يمكن أن تُثبَّت هذه السُّطُول على جدران المباني، أو تُعلَّق على ركائز حديدية بجانب محطات الوقود، وعلى أبواب وِرَش إصلاح السيارات, وبالإمكان أن تكون سُطُول الإطفاء هذه محتوية على رمل جاف، وبجانبها سُطُول مياه على أن يتمَّ المحافظة عليها وتنظيفها لتجنُّب تحجُّر وبلل الرمل بالرطوبة والمياه، ومن الضروري إعادة تعبئة هذه السُّطول بعد كل استعمال، وجَعْلها جاهزةً للاستخدام، وإطفاء الحرائق مرةً أخرى.

كما يُستخدم الرمل في حالات الانسكابات، وتبعثر ألْسنة النار كحاجزٍ؛ لعدم تمدُّد النار في حرائق المواد المنسكبة على الأرض، وحرائق البترول.

استعمال الأغطية Fire Blanket :

من الطرق المستعملة في إطفاء حرائق الأشخاص أو الحرائق الصغيرة: طريقة استخدام الأغطية أو الدِّثار السميك المُبلَّل بالمياه, أو حتى الجافَّة وغير المُبلَّلة؛ إذ يتوجب على الشخص المكافح للحريق وَضْع الشخص المحترق أرضًا، والقيام بعملية الدحرجة بعد لفِّه بقطعة قماش، أو بطانية الإطفاء المصنوعة من ألياف الحرير الصخري، أو خيوط الألنيوم العاكسة للحرارة.

كما أنَّ استعمال الأغطية وبطانيات الإطفاء مفيدٌ وفعالٌ في القضاء على اللهب المشتعل في المطابخ وأجهزة الطهي (حرائق الصنف K / F)، ويمكن استخدام بطانيات الإطفاء كحماية أثناء الهروب من بين الحرائق الصغيرة والمبعثرة على جوانب الممرَّات ومخارج وطرقات الهروب, وكذا استخدامها لتغطية حرائق الأشخاص الصغيرة لمنع انتشار وتمدُّد الحريق إلى أجزاء أخرى، ومنع وصول الأكسجين إلى الجزء المشتعل، وبالتالي ينطفئ الحريق.

استخدام بطانيات الإطفاء لتغطية أجزاء الحرائق، أو للحماية أثناء الخروج من أماكن بها حرائق؛ كونه قماشًا يقاوم الحريق. والقماش المطوَّر مصنوعٌ من البوليستر والقطن، ومُعَالج بأملاح الفوسفات، وبعض المُركَّبات العضوية؛ ممَّا يساعد على مقاومة النسيج للاشتعال، وإضافة مواد غير قابلة للاحتراق؛ كشوائب على مخلوطٍ من مواد قابلة للاحتراق، وتقلُّ إضافة الأسبست أو الألياف الزجاجية، أي: الألياف سهلة الاحتراق، والغرض من هذه العملية إنقاص معدلات الاحتراق، وتتناسب حدة الاحتراق طرديًّا مع كمية المواد غير القابلة للاحتراق.

عقيد مهندس / شمسان راجح المالكي

- مدرب ومستشار سلامة.

المراجع العربية (الكتب والمجلدات الأساسية) Arabic Reference

م	اسم الكتاب / المرجع	المؤلف / الجهة
.١	الهالونات وطرق الاستغناء عنها	برنامج الامم المتحدة للبيئة
.٢	بروتوكول مونتريال بشان المواد المستنفدة لطبقة الاوزون	برنامج الامم المتحدة للبيئة
.٣	أسس الكيمياء العضوية	وائل غالب محمد– وليد محمد السعيطي
.٤	الفصل ٧ انبعاثات البدائل الفلورية للمواد المستنفدة الأوزون الخطوط التوجيهية لهيئة IPCC لعام 2006 بشأن القوائم الوطنية لحصر غازات الاحتباس الحراري	برنامج الامم المتحدة للبيئة – عدة مؤلفون
.٥	محاضرة الماء	Training Manual on Water –Arabic (YRC)
.٦	دليل التفتيش على صناعة الأسمدة	وزاره الدولة لشئون البيئة – القاهرة
.٧	الوقاية من الحرائق ومكافحة حرائق الطائرات	عقيد / شمسان راجح المالكي
.٨	دراسة تأثير مخفضات التوتر السطحي على منحنيات النفوذية النسبية	مهندس– احمد عقل سعيد
.٩	الويكيبيديا العربية	https://ar.wikipedia.org
.١٠	الماء القلوي	د– هند احمدوه
.١١	كتب الفيزيا والكيمياء	المرحله الثانويه
.١٢	بحث نيل البكالوريوس	امل ابراهيم – خديجة على جامعة سبها

الكتب والنشرات والبحوث الانجليزية English Reference

م	اسم الكتاب /الموقع/النشرة الدورية	الكاتب – الموقع على الشبكة/ الجهة
.١	Options To The Use Of Halons For Aircraft Fire Suppression Systems.2002 Update	U.S. Department Of Transportation Federal Aviation Administration
.٢	Fire And Fire Extinguishment	By J. Craig Voelkert
.٣	Hot Aerosol Fire Extinguishing Agents & The Associated Technologies	Brazilian Journal Of Chemical Engineering
.٤	Cold-Fire-Technical-Book	Firefreeze Worldwide, Inc
.٥	Water Additives For Fighting Class A Fires	Kirsty Bosley - London
.٦	NFPA 18 Standard On Wetting Agents 1995 Edition	National Fire Protection Association
.٧	Fire Dynamics Tools	U.S. Nuclear Regulatory Commission Office Of Nuclear Reactor Regulation
.٨	Evaluation Of Water Additives For Fire Control And Vapor Mitigation	Fire Protection Research Foundation - NFPA
.٩	Montreal Protocol On Substances That Deplete The Ozone Layer	United Nations Environment Program
.١٠	Advanced Technology For Fire Suppression In Aircraft	U.S. Department Of Commerce
.١١	The Mechanism Of Fire Suppression By Condensed Aerosols	All-Russian Scientific Research Institute For Fire Protection
.١٢	Encapsulated Micron Aerosol Agents	U.S. Air Force
.١٣	Powdered Aerosols Performance In Various Fire Protection Applications	By Esther Jacobson
.١٤	Demonstration Of Biodegradable, Environmentally Safe, Non- Toxic Fire Suppression Liquids	Daniel Madrzykowski David W. Stroup, Editors
.١٥	Coldfire The Next Generation In Firefighting	Firefreeze Worldwide, Inc.
.١٦	Wettability And Extinguishing Power Of Different Wetting Composition For Wildland Firefighting	Forest Research Institute, Coimbra University
.١٧	A Comparison Of Various Foams When Used Against Large Scale Petroleum Fires	By Bp Johnson
.١٨	The Use Of PFAS & Fluorine-Free Alternatives In The Fire Fighting Foams	European Chemicals Agency - European Commission Environment
.١٩	Extinguishing Agent For Magnesium Fire	New Mexico Engineering Research Institute

By P· F. Thorne	Inhibition Of The Combustion Of Liquid And Gaseous Fuels By Finely Divided Inorganic Salts	.٢٠
United Nations	A Guide To The Globally Harmonized System Of Classification And Labeling Of Chemicals (GHS)	.٢١
University of Florida	Pyrogenic Aerosol Fire Suppressants	.٢٢
Adam Chattaway, Robert G Dunster Germany	The Evaluation Of Non-Pyrotechnically Generated Aerosols As Fire	.٢٣
By Alen Topic A Thesis - University Of Waterloo	Evaluation Of Handheld Aerosol Extinguishers With Respect To Toxicity And Corrosivity	.٢٤
By Thomas D. Sheehan	Royal Canadian Navy Evaluation of Handheld Aerosol Extinguishers	.٢٥
Us Department Of Health & Human Service - Niosh Research	Control Of unconfined vapor Clouds By Fire Department water Spray Handlines	.٢٦
Fire Fighting Handbook	Chapter 9 • Fire Suppression, Ventilation, And Overhaul	.٢٧
Institute Of Environmental Science And Research	Environmental Assessment Of Existing Fire-Fighting Foams In Use By New Zealand Fire Service	.٢٨
U.S. Environmental Protection Agency	Annex 2 to May 2017 TEAP Progress Report hydrochlorofluorocarbons (HCFCs)	.٢٩
UNEP Division Of Technology, Industry And Economics Energy And Ozonaction Unit	Handbook of Good Practices in the Halon Sector	.٣٠
Robert T. Wickham ,P.E. March 2002	Status Of Industry Efforts To Replace Halon Fire Extingushing Agents	.٣١
Master Of Science Thesis By: Payam Taheri	Gaseous Fire Suppression Systems	.٣٢
UNEP	Stockholm Convention On Persistent Organic Pollutants	.٣٣
Marco De Pedis Oskar Jonsson	Pyrotechnically Generated Aerosols Ability To Extinguish Cable Fires	.٣٤
National Fire Protection Association	NFPA 2010 Standard On Aerosol Fire-Extinguishing Systems	.٣٥
Journal Of Scientific & Industrial Research - India	Application Of Nitrogen As Preventive & Controlling Subsurface Fire	.٣٦
National Fire Protection Association	NFPA 2001, Standard On Clean Agent Fire Extinguishing Systems	.٣٧
CHEMETRON Fire System	FM-200™ SIGMA Series Engineered Systems	.٣٨

By John A. Pignato	Perfluorohexane Clean Extinguishing Agent For Streaming And Local Application Systems	٣٩.
May 2017 Progress Report (Volume 1)	Annex 2 to the Report of the Technology and Economic Assessment Panel	٤٠.
By Benjamin D. Ditch	Thermal Decomposition Products Testing With 1,1,1,2,2,4,5,5,5 nonafluoro-4-trifluoromethyl pentan-3-one (C6 F-ketone) During Fire Extinguishing	٤١.
MSDS	Clean Agent FS 49 C2 System	٤٢.
NFPA	NFPA STANDARDS	٤٣.