الشركة العامة لمصفاة حمص
مديرية الجودة والسلامة المهنية والبيئة

إطفاء الحرائق الحاصلة داخل وحول الخزانات ذات الضغط الجوي والحاوية على سوائل قابلة للاحتراق أو الالتهاب

إعداد وتقديم / المهندس سمير خالد
مدير الجودة والسلامة المهنية والبيئة

أولاً – مقدمة

١- تمهيد

إن التقصيات التي أجراها معهد البترول الأمريكي بينت أن حرائق الخزانات قليلة مقارنة بالأعداد الكبيـرة من هذه الخزانات المستخدمة في كافة مراحل الصناعة البترولية وبالنظر لكون هذه الحرائق قليلة فهناك عدد قليل من الأشخاص الذين يملكون الخبرة في كيفية التعامل مع هذه الحرائق . يهدف هذا المرجع إلـى زيـادة خبرة هؤلاء الأشخاص .

٢- الهدف

يهدف هذا المرجع إلى تعريف عناصر الإطفاء بأنواع الخزانات ذات الضغط الجوي المنشأة فـوق سـطح الأرض وتعليمهم الطرق الممكن استخدامها لإخماد الحرائق الحاصلة في هذه الخزانـات والحاويـة علـى سوائل قابلة للالتهاب والاحتراق.كما يحتوي هذا المرجع على خطة للحالات الطارئة وإرشادات عملية لإخماد النار هذه الإرشادات ناتجة عن خبرة صناعية مبنية على :

- التخطيط المسبق لإخماد الحرائق التي قد تحدث في الخزانات أفقية كانت أم عمودية .
- استراتجيات إطفاء النار داخل الخزانات وحولها .
- الوسائط المفيدة في إطفاء النار.

٣- تعاريف ومصطلحات

٣-١ : فوم يشكل طبقة مائية رقيقة - AFFF : هو مركب أساسـه مـواد خافضـة للتـوتر السـطحي فلوروكربونية مضاف إليها مثبتات للرغوة يوجد عادة بتراكيز تتراوح مابين ٣% - ٦% وتعمـل الرغـوة المتشكلة كحاجز يمنع الهواء أو الأوكسجين عن السطح المحترق كذلك تتشكل طبقة مائية رقيقة على بعـض سطوح أنواع الوقود حيث تقوم هذه الطبقة بكبت انبعاث الأبخرة الناتجة عن الوقود المحترق.

٣-٢ : نوع النار : يحدد نوع النار بنوع الوقود المحترق فالنيران من النوع - أ – هي تلك التي تحدث في مواد قابلة للاحتراق كالخشب والثياب والمطاط إما النيران من النوع – ب- فهي تلك التي تحدث في السوائل القابلة للالتهاب والسوائل القابلة للاحتراق وفي الغازات .

٣-٣ : السيطرة : هو تخفيض شدة (حدة) النار إلى حوالي ٩٠ %

٣-٤ : فوم فلوروبروتيني يشكل طبقة رقيقة FFFP : هو مركب مكون من اتحاد مـادة بروتينيـة مـع خافضات للتوتر السطحي تشكل طبقة رقيقة . يشكل محلول الفوم الناتج حجاب يحجز الهواء أو الأوكسجين عن السطح المحترق ويشكل طبقة مائية رقيقة على بعض أنواع السائل تقوم بكبت انبعاث الأبخـرة الناتجـة عن الاحتراق . ويتواجد بتراكيز ٣% - ٦% .

٣-٥ : فوم فلو رو بروتيني FP : هو مركب مكون أساسا" من مادة بروتينية مضاف إليها خافض تـوتر سطحي فلوريدي صناعي . يقوم هذا الفوم بتشكيل طبقة حاجزة للهواء ومانعة للتبخر من على سطح الوقـود المحترق ويتوفر بتراكيز ٣% - ٦% .

٣ – ٦ : معدل صب الفوم : هو قياس كمية الفوم المصبوبة خلال زمن محدد (بالدقيقـة) علـى واحـدة المساحة (تقاس بالقدم المربع أو المتر المربع).

٣- ٧ : نسبة تمدد الفوم : هي نسبة حجم الفوم النهائي إلى حجم الفوم الأصلي قبل إضافة الماء إليه .

٣- ٨ : نوعية الفوم : وهي مقياس لخصائص الفوم الفيزيائية وتحدد بزمن تصفية ٢٥% من محلول الفـوم وقيمة التمدد ومقاومة إعادة الاشتعال .

٣-٩ : المعدل الاصغري لاستعمال الفوم : هو اقل معدل استعمال للفوم كافي لإحداث عملية الإطفـاء مـع الاحتفاظ بالاستقرار ومقاومة إعادة الاشتعال .

٣-١٠ : المحاول القطبي : هو سائل قابل للالتهاب والانحلال بشكل جزئي أو كلي بالماء (مثل : الكحـول – الكيتونات – الالدهيدات – الايتيرات والتي هي محاليل قطبية عضوية شائعة الاستخدام) .

٣-١١ : فوم بروتيني : هو مركب يتألف بشكل رئيسي من بقايا بروتينية يضاف إليها إضـافات للتثبيـت والتثبيط وذلك لتخفيض درجة التجمد ومنع تأكل المعدات والخزانات ومقاومة الانحلال البكتيـري والـتحكم باللزوجة ويتوفر بتراكيز ٣% - ٦% .

٣- ١٢ : الحقن تحت السطح : طريقة لإطفاء النار في خزان حاوي على مادة هيدروكربونية حيث يحقـن الفوم أسفل سطح الوقود المحترق ويرتفع من خلال السائل ليخترق السطح ويغطي كامل السطح.

٣-١٣ : تطبيق الفوم من أعلى الخزان : طريقة لصب الفوم على السطح المحترق للوقود داخل الخزان من أعلى الخزان.

٣- ١٤ : زمن تصفية ٢٥% من محلول الفوم: هو الزمن المطلوب لتصفية ٢٥% من السـائل المحتـوى بالفوم .

٣- ١٥ : فتحة صب الفوم من الصنف - I - : أداة لتوصيل وصب الفوم على السطح المحترق للسائل دون الانغمار في السائل أو إحداث حركة في سطح السائل .

٣- ١٦ : فتحة صب الفوم من الصنف – II - : : أداة لتوصيل وصب الفوم على السطح المحترق للسائل حيث تنغمر جزئيا" بالفوم وتسبب خضخضة محدودة للسطح .

٣- ١٧ : فتحة صب الفوم من الصنف – III - : أداة لتوصيل وصب الفوم على السطح المحترق للسائل بحيث انه يسقط مباشرة على السطح المحترق وبشكل يسبب تحريك عام للسطح .

ثانيا"– وسائط إخماد النار (Fire Fighting Agents)

١– تمهيد

يستعرض هذا المقطع الوسائط المستخدمة لإطفاء الحرائق التي تحدث في الخزانات والمناطق المحيطة بهذه الخزانات . وخاصة الخزانات الحاوية على مواد قابلة للالتهاب أو الاحتراق ويجب ان يتم الوسائط والمعدات المناسبة لإخماد الحرائق في مثل هذه المواد وذلك من قبل عناصر مدربة بشكل جيد ومختصة .

٢– الماء كعامل إطفاء

يعمل الماء كوسيط لإطفاء الحرائق كعامل تبريد عادي أو سريع أو يقوم بخنق النار أو بشكل مستحاب أو يمدد السائل المحترق أو يقوم بإزاحة السائل المحترق أو المنسكب . يملك الماء خصائص عظيمة لامتصاص الحرارة وهو متوفر دائما" ويستخدم بشكل عام لتبريد المعدات والإنشاءات وجدران الخزانات التي تتعرض للنار وتعمل عملية التبريد هذه على تخفيض الضرر الذي قد ينتج عن التعرض للحرارة أو ارتفاع الضغط الذي ينتج عن التسخين الزائد لمحتويات الأوعية .

يكون الماء فعال في عملية التبريد عندما يستخدم على شكل ضباب أو رذاذ وتحدث عملية الإطفاء عندما يتمكن الماء من تبريد سطح الوقود المحترق إلى مادون درجة وميضه .وعندما يستعمل الماء بشكل صحيح وعلى شكل رذاذ يكون قادر على إخماد الحرائق الصغيرة جدا" الحاصلة في السوائل الهيدروكربونية ذات درجة الوميض الأعلى من ٣٨/° م /١٠٠°/ف كما أن تطبيق رذاذ الماء ببطء على السوائل اللزجة ذات درجة الوميض الأعلى من ٩٣/°م (٢٠٠) ° ف يؤدي إلى تشكيل طبقة من الرغوة على سطح هذه السوائل تعمل مثل محلول الفوم وتقوم بإخماد النار. (مثال : يمكن إخماد النار في خزان أسفلت حار ذو قطر صغير بهذه الطريقة) . يمكن إخماد النار أحيانا" الحاصلة في السوائل القابلة للالتهاب والانحلال بالماء عن طريق التمديد في بعض الحالات (تمديد السائل بالماء) والنسبة المئوية لعملية التمديد اللازمة لإطفاء النار تختلف باختلاف المادة .

كما يستخدم الماء كعامل استبدال (إزاحة) في خطوط المواد البترولية الراشحة أو يستخدم لتعويم المركبات الهيدروكربونية إلى منطقة أعلى من منطقة الرشح في الخزان وذلك لوقف تدفق السائل الراشح . لكن لا يمكن استخدام الماء في إزالة الغاز البترولي المسال أو الغاز الطبيعي المسال من الأنابيب الراشحة وذلك لان درجة حرارة هذه المواد اقل من الصفر(درجة تجمد الماء) وبالتالي فان الماء المستخدم سوف يتجمد وبالتالي تكون هناك احتمالية لانكسار الخط وبالتالي زيادة مخاطر الحادثة الحاصلة .

يفيد الرش بالماء في نشر الغازات والأبخرة المنفلتة جزئيا"ويعتبر الماء مادة أساسية في تشكيل محلول الفوم يمكن استخدام الماء بشكل فعال في السيطرة والتحكم لكنه غير قادر على إطفاء النار الحاصلة في أنواع السوائل الهيدروكربونية ذات درجات الوميض المنخفضة .

٣- الرغاوي (أنواع الفوم) – foams

مقدمة

الرغوة هي ركام من الفقاعات المملوءة بالغاز والتي تطفو على سطح السائل المحترق وهي مكونة أساساً" من محلول مؤلف من الماء ونسبة مئوية صغيرة من مادة الفوم المركز . وتستخدم بشكل أساسي لتشكيل غطاء طافي ومتماسك على سطح الوقود المحترق إذ يقوم هذا الغطاء بخنق النار وتبريد سطح الوقود المحترق كما يعمل على منع إعادة الاشتعال عن طريق تفادي تشكيل مزائج قابلة للاشتعال من بخار المادة مع الهواء فوق سطح السائل المحترق. كذلك يعتبر الفوم مناسب لإخماد النار ذات البعدين الحاصلة في انسكابات السوائل القابلة للالتهاب حيث يشكل الفوم غطاء يمنع البخار من المادة المحترقة وبذلك يحدث الإخماد .حتى يتم الحصول على غطاء من محلول فوم عالي الجودة يجب أن تكون نوعية الماء المستخدمة لصنع هذا المحلول جيدة فقد يكون الماء المستخدم قاسي أو طري حلو أو مالح لكنه يجب أن يكون ذو نوعية جيدة ومناسبة ولا يملك تأثير عكسي على تشكيل محلول الفوم واستقراره .

يجب عدم استخدام المواد المانعة للتآكل أو المواد الكيميائية الكاسرة للاستحلاب أو أية إضافات أخرى لمادة الفوم دون استشارة مصنعين هذه المادة كما يجب عدم استخدام المياه المسترجعة من أحواض التنقية الزيتية أو الفواصل لتشكيل محلول الفوم وذلك لوجود كميات قليلة جدا" من الزيت التي تؤثر على نوعية الغطاء المتشكل . إن الحرائق الحاصلة في وقود مندفع أو متساقط يمكن إخماد المتشكل منها فوق البرك العائمة بواسطة الفوم فقط . أما الحرائق ذات الأبعاد الثلاثية فيمكن إخماد البرك المتشكلة بواسطة الفوم أما النيران الحاصلة في الوقود المتساقط فيمكن إخمادها بواسطة البودرة الكيميائية الجافة أو الهالون أو قطع التغذية عن النار .يمكن إخماد النار الثلاثية الأبعاد الحاصلة في سائل متساقط قابل للاشتعال ذو درجة وميض أعلى من ٦٠/م باستخدام رذاذ الماء أو الفوم وذلك بعد أن يتم إخماد النار في البرك المتشكلة أما لإخماد نار مشتعلة داخل خزان وبعيدة عن السطح (عميقة داخل الخزان) فيتم صب الفوم داخل الخزان بشكل مستمر وحسب المعدل الموصى به ولمدة زمنية اصغرية موصى بها أيضا" وحالما يصبح غطاء الفوم فوق السطح المحترق فيجب الحفاظ عليه بشكل متماسك ومتكامل وعدم السماح بخرقه.

عندما يصب الفوم بواسطة قواذف يدوية أو مدافع من فوق حافة الخزان فان الرياح وتيارات الحرارة الصاعدة سوف تبدد الكثير منه وتحمله بعيدا" عن السطح ولذلك وحسب ماهو محدد بـالمرجع NFPA-11 يجب زيادة معدل صب الفوم بكميات كافية لتعويض الخسارة الحاصلة .

يعتبر الفوم غير مناسب لإخماد الحرائق الحاصلة في الغازات القابلة للالتهاب والسوائل الحاوية على كميات كبيرة من الغاز البترولي المسال أو أي سائل ذو ضغط بخاري أعلى من الضغط الجوي (14.7 psi) ذلك لان الغازات سوف تغلي فوق سطح السائل وتنفخ من خلال غطاء الفوم وبالتالي سوف تستمر النار بالاشتعال على الجانب العلوي لغطاء الفوم . يتشكل غطاء الفوم باسطة المزج المضطرب للهواء الجوي داخل محلول الفوم ويمكن إحداث هذا المزج المضطرب بحقن الهواء في محلول الفوم بفعل أنبوب فنتوري .

يتوفر العديد من أنواع الفوم المركز للاستخدام بتراكيز ٣%أو ٦% حجما وتعتبر التراكيز للاسـتخدام عنـد نسبة ٣% مفضلة عادة بالمقارنة مع تلك ذات النسبة ٦% وذلك بسبب فعاليتها وتخزينها والتعامل معها .

١"–الفوم البـر وتيـنـي "p" :

أنتج هذا النوع من الفوم في عام ١٩٣٥واستخدم بشكل واسع في إخماد الانسكابات للمواد البترولية ويتـألف بشكل أساسي من بروتينات قابلة للانحلال بالماء يضاف إليها بعض الإضافات للتثبيت ومثبطـات لتخفـيض درجة التجمد ومن تآكل المعدات والأوعية ومقاومة الانحلال البكتيري والتحكم باللزوجة.

٢"–الفوم الفلوروبروتيـنـي "FP Foam" :

يشبه هذا الفوم الفوم البروتيني كثيرا" لكنه يحتوي على إضافات تعمل على تخفيض التوتر السطحي فلورية صناعية,وهو يشكل غطاء متخلل بالهواء ويضع طبقة تمنع التبخر من على سطح السائل المحترق ,تم تصنيع هذا الفوم في عام ١٩٦٥ تقريبا"وهو مناسب للعمل مع البودرة الجافة بآن واحد ومقارنة مع الفوم البروتينـي يعتبر هذا الفوم أفضل لمقاومته وتحمله الاستعمال الأقسى.

إن الفوم الفلوبروتيني مناسب للاستخدام على حرائق الخزانات الحاوية على مواد هيدروكربونية سائلة غيـر قطبية باستعمال الخراطيم والقواذف أو المدفع وصبه من فوق حافة الخزان على السطح المحترق .

إن الفوم البروتيني والفلوروبروتيني يملكان استقرارية (ثبات) ومقاومة للاحتراق أكبر مما هو عليـه الحـال لأنواع الفوم الأخرى.

٣"–الفوم الذي يشكل طبـقة مائية رقيقة "AFFFs"

يتألف هذا الفوم من خافضات توتر سطحي فلورية صناعية مع خافضـات تـوتر سـطحي هيدروكربونيـة ومحاليل وماء.يعمل هذا الفوم كساتر يمنع الهواء عن السطح المحترق كما أنه يقوم بتشكيل طبقة مائية رقيقة على سطح الوقود تعمل على إخماد الأبخرة المنبعثة منه (وبالأخص الأبخرة الهيدروكربونية)وحتى تتشـكل هذه الطبقة المائية الرقيقة يجب أن يشكل الفوم طبقة ذات سماكة واضحة وبدون وجود هذه السماكة من الفوم فإن هذه الطبقة لن تتشكل كما أن الطبقة المائية لوحدها إذا تشكلت لا يمكن الاعتماد عليها في تـأمين مانعـة تمنع انبعاث البخار من الوقود .

يمكن استخدام هذا الفوم في جميع أدوات توليد الفوم التقليدية والتي تستخدم في تشكيل الفوم البروتيني .

يجب عدم تحويل معدات توليد الفوم البروتيني للاستعمال مع الفوم AFFFبدون استشارة مصنع الفوم,إضافة لذلك يجب غسل الدارة كليا" بما فيها خزان الفوم عند القيام بهذا التحويل .

كما يمكن استخدام هذا الفوم بالتوافق مع البودرة الكيميائية بنفس الوقت .إن الفوم البروتينـي والفلـوبروتيني غير متوافقان للاستعمال مع هذا الفوم لذلك يجب عدم مزجهم بنفس دارة التناسب .واستخدام أنـواع الفـوم بشكل منفصل أفضل لعملية الإخماد .إن هذا الفوم متوفر بتراكيز من ١-٦%وهو يتصفى بشكل أسرع وأكثر سيولة من أنواع الفوم الأخرى . ويستخدم للصب من الأعلى في الخزانات باستخدام دارات ثابتة أو نصـف ثابتة أو بالطرق اليدوية .ويمكن استخدام بعض أنواع الفوم للحقن تحت سطح السائل في الخزانات الحاويـة على مواد هيدروكربونية.وهو غير مناسب للاستعمال في الخزانات الحاوية على سوائل قابلة للانحلال بالماء

٤"–الفوم المقاوم للكحول :

وهو فوم خاص يستخدم لإخماد الحرائق في السوائل التي تنحل بالماء أو التي تخرب البـروتين فـي الفـوم البروتيني أو الفلوروبروتيني .وهو يشكل حاجز لا ينحل بالماء ما بين سطح السائل المحترق والغطاء الفومي يسمى هذا النوع من الرغاوي عادة بالمحاليل القطبية وهي تختلف في تركيبها الكيميـائي وطـرق مزجهـا وحدود التراكيز المفيدة والبارامترات التشغيلية الأخرى .وهي متوفرة للاستخدام بتركيز٦%علـى المحاليـل القطبية وبتركيز ٣%على المنتجات البترولية.

يجب عدم مزج هذا النوع من الرغاوي مع الأنواع الأخرى ويمكن استخدامها فقط بطريقة الصب من الأعلى على السوائل القابلة للانحلال بالماء وهي غير مناسبة للاستعمال بطريقة الحقن تحـت سـطح السـائل فـي السوائل القابلة للانحلال .

٥"–الفوم الفلوروبروتيني الذي يشكل طبقة رقيقة "FFFP":

هو عبارة عن فوم يجمع خصائص الفوم AFFF والفومFP وهو عبارة عن مزيج من البروتين وخافضـات توتر سطحي تشكل طبقة رقيقة.ويعمل كساتر لحجب الهواء ويشكل طبقة مائية رقيقة علـى سـطح الوقـود وقادرة على خنق انبعاثات البخار من الوقود.إنه ذو مقاومة جيدة لسحب الوقود عندما يغمر بـالوقود لـذلك يستطيع تحمل الاستعمال الأقسى .يمكن استخدام هذا الفوم للحقن تحت سطح السائل أو استخدام المدافع لصبه من على حافة الخزان وهو مشابه للفوم من نوع AFFFعند استخدامه على حرائق المواد المنسكبة ومناسـب للعمل مع البودرة بنفس الوقت ومتوفر بتراكيز٣%و٦%.

٦"–الفوم الكيميائي :

يتشكل هذا الفوم بتفاعل كيميائي ما بين نوعين من البودرة التي تحتوي على أملاح قلوية وحامضـية وهـذا النوع من الفوم يعتبر متخلف مقارنة بأنواع الفوم الأخرى ويجب عدم استخدامه.

٤–البودرة الكيميائية الجافة – Dry chemicals

١"- مقدمة :

تعتبر البودرة الكيميائية الجافة ذات فعالية عالية في إخماد النيران الحاصلة في السوائل القابلة للالتهاب ويـتم الإخماد السريع عندما يتم استعمال البودرة على مناطق النار الكلية بدون توقف أو انقطاع .

تبدأ البودرة عندما ترش على الوقود المحترق على شكل جزيئات صغيرة بالتفاعل لكسر السلسلة والسـيطرة على عملية الأكسدة داخل اللهب.لا تؤمن البودرة الجافة الوقاية من إعادة الاشتعال إذا تعرض الوقود المخمّد إلى مصادر للاشتعال ثانية. تستخدم البودرة لإخماد النار إما بشكل منفرد أو بشكل مترافق مـع الفـوم فـي إخماد الحرائق الحاصلة في الخزانات ذات السطوح العائمة وذلك عندما تكون مساحة كبيرة من مانعة سـطح الخزان محترقة. كما أن استخدام البودرة فعال في إخمـاد النيـران الحاصـلة فـي الانسـكابات المندفعـة والمتساقطة(نيران صغيرة). إذا كان هناك خطر لإعادة الاشتعال بعد إخماد الحريق بالبودرة الجافـة نتيجـة وجود جمرات أو سطوح ساخنة فيجب استخدام الماء أو الفوم للسيطرة على مصادر إعادة الاشتعال هذه.

٢"- بيكربونات الصوديوم العادية (نوع من البودرة) :

يسمى هذا النوع من البودرة عادة بالبودرة الجافة النظامية وهي لا تتوافق بالعمل مع الفوم البروتيني لأنهـا حاوية على إضافات من الأستيارات (أملاح أو إسترات حامض الاسياريك)المعدنية والتي هي عوامل مثبطـة لتشكيل الرغوة وتسبب تشقق غطاء الفوم. يجب عدم استخدام هذا النوع من البودرة قبـل أو أثنـاء أو بعـد استخدام الفوم البروتيني.

٣"- بيكربونات الصوديوم المتوافقة للاستخدام مع الفوم

عولجت هذه المادة ببولمير السيليكون لجعلها مناسبة للاستخدام بآن واحد مع الفوم .يجب استخدام هذا النـوع من البودرة فقط عندما يكون هناك توقع لاستخدام الفوم بعد استخدامها.

٤" - بيكربونات البوتاسيوم (purple K) :

يمكن استخدامها بالتوافق مع الفوم بآن واحد وهي ذات قدرة على الإخماد أكبر على أنـواع الحرائـق مـن الصنف "B" مما هو عليه الحال بالنسبة لبيكربونات الصوديوم .كما يمكـن اسـتخدامها مـع أنـواع الفـوم البروتيني وذلك اعتمادا"على عملية تصنيعها.

٥" - كلوريد البوتاسيوم :

وهي مادة كيميائية جافة تتوافق مع الفوم في الاستخدام ولها نفس المقدرة على الإخمـاد كمـا هـو الحـال لبيكربونات البوتاسيوم وتتوافق في الاستخدام مع كل أنواع الفوم لكنها أكّالة للمعادن كالفولاذ والألمنيوم .

٦" - فوسفات أحادي الأمونيوم :

أو مزيج من فوسفات أحادي الأمونيوم مع ثنائي الأمونيوم. وهي مادة كيميائية جافة ذات أغراض متعـددة وهي المادة الوحيدة الفعالة على أصناف النار A وB وهي أكثر فعالية على النـار مـن الصـنف "B"مـن بيكربونات البوتاسيوم وهي متوافقة في الاستخدام مع أنواع الفوم البروتيني وذلـك اعتمـادا" علـى عمليـة تصنيعها و تركيبها .

٧"- كاربامات البوتاسيوم :

مادة كيميائية جافة تتوافق في الاستخدام مع الفوم وتتشكل من تفاعل بيكربونات البوتاسيوم مع اليوريا وهـي أكثر فعالية من بيكربونات البوتاسيوم على الحرائق في السوائل والغازات القابلة للالتهاب.

٨"- سولفات البوتاسيوم :

مادة كيميائية جافة تتوافق في الاستخدام مع الفوم متوفرة في أوروبا وغير مستخدمة في الولايـات المتحـدة وهي بنفس فعالية بيكربونات الصوديوم على حرائق السوائل والغازات القابلة للالتهاب.

ثالثا" – عمليات إخماد النار في الخزانات البترولية وحولها

١ - مقدمة :

تعتبر حرائق الخزانات حالات معقدة وإطفاؤها يتطلب التخطيط والتنظيم لاستخدام المصادر المتوفرة بشكل مناسب. إن الحرائق الحاصلة في عدة خزانات بآن واحد وحرائق الخزانات ذات القطر الكبير (أكبر من ١٥٠قدم) هي غير عادية من حيث المنطق . إذ يجب على القائد الذي أعمال السيطرة على الحادثة أن يشرف على عناصره وأعمال الرتب الأدنى وعمل الدوائر المساعدة الأخرى والمشغلين وغيرهم و قد تتطلب الحرائق الكبيرة عدة ساعات من أجل التحضير لعمليات الإخماد والسيطرة و بينت التجربة أن الإطفاء الآمن والناجح لحرائق الخزانات يتطلب التخطيط المسبق (انظر الملحق ب).إذ يجب أن توضع خطة عمل آمنة ومحكمة للسيطرة على الحريق وإذا لم تعطي هذه الخطة النتائج المرجوة فيجب تغييرها مباشرة .

٢- الخطة العامة (الاستراتيجية) <u>تتألف الاستراتيجية من العناصر التالية :</u>

أ - **الأهداف :** وتتضمن الأشياء الواجب إنجازها والنتائج المرجوة.
ب- **المصادر:** وتتضمن الأشياء المطلوبة للحصول على النتائج المرجوة.
ج - **التنظيم :** تعين شخص لتنفيذ الخطة.
د- **الخطة والمناورات** : وضع خطة للعمل والاتصالات ضمن الخطة العامة والنتائج المرجوة.
هـ - **المقارنة :** تقييم تطور الخطة وإجراء أية تعديلات مطلوبة.
وبشكل عام فإن الخطة لإطفاء النار بالخزانات يجب أن تطور بشكل دائم وأن تكون جزء من خطط العمل الطارئة.

٣- تقدير الحريق

التقدير هو جمع المعلومات المتعلقة بالحريق الحاصل إذ أن أول عمل يجب القيام به من قبل القائد بعد وصول الإنذار القيام بجمع المعلومات لتقدير الحالة ووضع خطة آمنة للتعامل مع الحريق **وفيما يلي بعض العناصر الواجب أخذها بعين الاعتبار أثناء وضع الخطة:**

١"- الحاجة إلى الإنقاذ : وجود بعض المصابين بحاجة إلى إنقاذ.

٢"- المناطق المتعرضة : وإمكانية اتساع هذه المناطق وتحديد :

أ - حالة الخزان والصمامات داخل الحرم.

ب - حالة دريناج سطح الخزان.

٣"- وجود خطر على حياة الأشخاص : تحديد الحاجة لإخلاء بعض الأشخاص أو السكان من المنطقة المجاورة لمكان الحادث.

٤"- تحديد الوضع الدائم : أنواع الخزانات المحترقة وخصائصها ويشمل ما يلي:

١- المعلومات المتعلقة بالموضوع من الخطة الموجودة.

٢- فيما إذا كانت الخزانات المحترقة ذات سطح عائم مفتوح أو عائم داخلي أو سطح مخروطي.

٣- فيما إذا كانت الخزانات ذات درزات ضعيفة على السطح.

٤- حجم الخزان وقطره.

٥- حالة ووضع صمامات درين السطح.

٦- عدد ونوع موانع السطح العائم.

٥" - نوع الحريق ,تحديد فيما إذا كان الحريق:

١- حريق بالمانعة.

٢- حريق بكامل السطح.

٣- حريق بمادة منسكبة.

٤- حريق بكامل السطح والحرم المحيط بالخزان.

٥- حريق بعدة خزانات.

٦- حريق بالنفاث.

٧- حريق بدرزة لحام.

٨- حريق بوصلة أنابيب.

٦"- خصائص وميزات محتويات الخزان وتشمل :

١- ما هو المنتج الموجود داخل الخزان .

٢- احتمالية حدوث عملية الفوران.

٣- حجم المنتج الموجود في الخزان.

٤- عمق الماء الموجود أسفل الخزان تحت السائل.

٥- درجة الغليان لمحتويات الخزان.

٦- مدى سمية المحتويات.

٧"- حالة سطح الخزان ,جدرانه,أنابيب الضخ منه وإليه,أنظمة إخماد النار الثابتة عليه.

٨"- إمكانية ضخ محتوياته إلى خزانات أخرى إذا كانت عملية الإطفاء صعبة أو غير ممكنة.

٩"- الحاجة المباشرة لتنسيق الجهود في الحالة الطارئة مع المشغلين هذه الجهود تشمل ما يلي:

١- إيقاف تدفق الوقود إلى منطقة الحريق.

٢- إيقاف خلاطات المزج (إذا وجدت)لأنها تؤثر على طبقة الفوم المطبقة.

٣- إيقاف الضخ إلى الخزان.

٤- البدء بترحيل المنتج.

١٠"- الإمكانيات المتوفرة للقيام بعملية الإخماد وتشمل :

١- عدد العناصر المدربة المتوفرة.

٢- كمية الفوم المتوفرة.

٣- كمية الماء المتوفرة وضغطها.

٤- معدات مزج الفوم المتوفرة.

٥- مداخل سيارات الإطفاء المتوفرة.

١١"-حالات الطقس.

٤- الخطط والمناورات الممكن تطبيقها على كل الحالات الطارئة الممكنة الحدوث في الخزان

١"- مقدمة :

هناك ثلاث أنواع من الخطط الممكن استخدامها للسيطرة على الحريق وكل نوع من هـذه الأنـواع يتطلـب مناورات مختلفة وأشكال مختلفة من العمل والأولويات المختلفة للحصول على سيطرة آمنة على الحادثة دون حدوث أضرار كبيرة أو فقدان للحياة . عندما تتم السيطرة على الحادثة يجب القيام بمقارنة النتائج المحصول عليها مع الخطة الموضوعة لتقييم هذه الخطة وهناك وسيلة مهمة لتنفيذ هذا الغرض هـي اسـتخدام جـدول البيانات Data sheet والمشروح بالملحق"c" . إن المناورات المستخدمة لإخماد الحريق في الخزان يجب أن تتم حسب الخطة الموضوعة بالتفصيل.والأمثلة على هذه المناورات هو الاستخدام الصحيح للقـدرة البشـرية الموجودة والمعدات والتنسـيق مـع المجموعـات الأخـرى الموجـودة (المشـغلين,المسـعفين,عناصـر المرور.....إلخ).إن قائد الحادثة مسؤول عن إنجاز الخطة الموضوعة والمناورات المسـتخدمة لتنفيـذ هـذه الخطة وأن يكون متفهما"لحقيقة الحريق وتقنيات التحكم والسـيطرة علـى النـار وتحليـل الخطـة ومنـع الخسارة.إن أنواع الخطط الممكن استخدامها هي كالتالي:

أ- خطة سلبية: تستخدم عندما يكون هناك فرصة ضئيلة لعملية الإخماد والمنطقة تحتاج إلى إخـلاء بسـبب إمكانية حدوث غليان أو لأسباب أخرى.

ب- خطة دفاعية: تستخدم عندما يكون هناك فرصة ضئيلة لعملية الإخماد ولكن المنطقة لا تحتاج إلى عملية الإخلاء. وعلى رجال الإطفاء البقاء وحصر النار ضمن الخزان وتخفيض الضرر الناتج عن التعـرض.وإذا توفرت الإمكانيات من أشخاص ومعدات فيجب أن تتغير الخطة إلى خطة هجومية حالا".

ج- خطة هجومية : تستخدم عندما الإمكانيات المتوفرة من أشخاص ومعدات وكميات الفـوم كافيـة للقيـام بعملية الإخماد بشكل ناجح.

٢"- المناورة السلبية : passive tactics

(مفتاح التفكير هوان "أصبح جزء من الحل وليس جزء من المشكلة)

يؤخذ بعين الاعتبار التكتيك السلبي عندما تكون عملية إخماد الحريق بالخزان سـتعرض حيـاة الأشـخاص للخطر . والأمثلة التالية تعبر عن حالات يستخدم فيها التكتيك السلبي:

أ - لا تتوفر الإمكانيات اللازمة لإنجاز عملية الإخماد بشكل تـام وآمـن (الإمكانيـات تشـمل الأشـخاص والمعدات والمواد).

ب - لا يمكن تطبيق معدلات استعمال الفوم والأزمنة الموصى بها .

ج - هناك خطر الفوران أو انهيار الخزان أو أخطار أخرى على الحياة يطلب مباشرة إخلاء المنطقة.

٣"- التكتيك الدفاعي : "Defensive Tactics"

ينفذ التكتيك الدفاعي عندما لا يمكن التدخل المباشر للسيطرة على الحادث و يجب اتخاذ العوامل التالية بعين الاعتبار عند استخدام التكتيك الدفاعي:

١. حالة كل الصمامات : الصمامات الموجودة في حرم الخزان وصمامات درين السطح . (في معظم الحالات يجب إغلاق هذه الصمامات للحد من تأثير الحادث).

٢. ارتطام اللهب والحمل الحراري على الخزانات القريبة أو المجاورة.هذه الحالة تتطلب القيام بعمل مباشر لمنع الاشتعال في خزانات إضافية تستخدم تيارات المياه الباردة ونقل محتويات الخزان المحترق إلى خزانات أخرى آمنة.

٣. خصائص المنتج المخزن ومستواه في الخزان ومستوى الماء الموجودة في أسفله,هذه المعلومات يجب أن تتوفر بسرعة,الأزمنة المقدرة لانهيار الخزان أو لحدوث حالات مثل الفوران أو تشقق الخزان.

٤. إمكانية نقل المنتج أو عزل الصمامات.

٥. تقديم العون عند الطلب وأن يكون المختصين من الدائرة الهندسية ومسؤولين التنظيم جاهزين لتلبية العون المطلوب.

٦. فيما إذا كان بالإمكان احتواء الحادث بالمصادر المتوفرة بدون التأثير على الحياة (تسبيب موت أحدهم) أو تأثير جديد على الملكية . وهذه هي الخطوات الممكن اتخاذها لحفظ الاحتراق مسيطر عليه بينما يتم تخفيض المناورات باستخدام عمليات التشغيل (مثال:طريقة مؤقتة مثل الحماية من التعرضات يمكن أن يتم أثناء الانتظار لوصول تعزيزات إضافية وعند وصول هذه التعزيزات يجب القيام بضربة هجومية لإخماد الحريق)

٧. فيما إذا كان الهدف من الحادثة لا يبرر بشكل مقبول الخطر المرتبط بالضربة الهجومية,يشار إلى مثل هذه الحوادث أحيانا" بحوادث محدودة الخطة. يجب أن تتركز جهود الإطفاء على منع الخسارات الجديدة وحماية الممتلكات حتى تتوفر مصادر إضافية.

٨. فيما إذا كان من المستحسن تطبيق فلسفات التحكم بالخسارة الأساسية وقبول الاحتراق المسيطر عليه,حيث أن التعرضات (المناطق المتعرضة)مجمعة والخسارات منخفضة إلى الحد الأدنى.

أمثلة على التكتيك الدفاعي تتضمن التالي:

- **حماية كامل أنظمة إخماد النار الثابتة** , المتضمنة خطوط وحجر الفوم, المرشّات المائية,وحمامات عزل النار,التبريد حتى يتم القيام بمحاولات لإخماد النار أو السيطرة عليها.

- **تبريد مناطق ارتطام اللهب وفق الأولويات التالية :**

أ- الخزانات المضغوطة المعرضة للهب : يتم تبريد المنطقة المتعرضة للهب أو الحرارة فوق مستوى سطح السائل للحفاظ على التكامل البنيوي للخزان وتخفيض الضغط الداخلي للوعاء. عند نقاط ارتطام اللهب يطبـق عامل التبريد بأقصى سرعة ممكنة لمنع انهيار الوعاء وبالتالي حدوث انفجار ناتج عن التمدد للبخار النـاتج من غليان السائل "BLEVE" (boiling-liquid expanding-vapor explosion) إن الانفجار الناتج عن البخار المتمدد الناتج من غليان السائل (BLEVE) قد حدث حوالي "١٠" مـرات وقـد وثقـت هـذه الحوادث. تبريد مناطق ارتطام اللهب المباشر على الأوعية والذي يمكن أن يكون ناتج عن لهب مـن أدوات تنفيس الضغط.

ب - الخزانات ذات الضغط الجوي المتعرضة : يتم حماية هذه الخزانات بتطبيق مياه التبريد علـى الخـزان والجدران فوق مستوى سطح السائل ومحاولة الحفاظ على الوعاء متكامل لمنع فقدان المنتج بداخله. إن حجم النار يكون متناسب مباشرة مع مساحة السطح لمحتويات الخزان. تعطى أولويته بديلة لتبريد منطقة ارتطـام اللهب فوق مستوى السائل.(يعمل السائل كناقل للحرارة نحو الأسفل):يجب أن تتضمن الخطـة التحضـيرية حساب لكميات المياه المطلوبة.

ج- صمامات وفلنجات خط المنتج : عندما تتعرض الفلنجات الحاوية على براغي ذات عزقات لارتطامات اللهب فإن البراغي سوف تتمدد وكذلك سوف تتخرّب الجوانات الموجودة وبالتالي يحدث تسرب لمزيد مـن المنتج مما يزيد من حجم المشكلة لذلك فإن تبريد هذه المناطق يجب أن يكون مترافق مـع جهـود الإطفـاء القائمة يجب حماية صمامات خط أنابيب المنتج منذ البداية لأنه قد تكون هناك حاجة لتشغيلها أثناء عمليـات الإطفاء وهذا يكون ذو أهمية خاصة إذا تطلب الأمر تفريغ الخزان من المنتج أو إذا استخدم الحقـن تحـت السطح لعملية الإطفاء .

د - خطوط أنابيب المنتج المتعرضة: إذا كانت أنابيب المنتج مسدودة فإنها سوف تنهار عنـدما تتعـرض لارتطام اللهب أو إلى أحمال حرارية عالية,يحافظ على التدفق من خلال الأنابيب إذا كان ذلك ممكنا" وذلـك لتخفيض الحرارة وتقليل خطر الانهيار .

- **استخدام المناورات المناسبة من أجل الحماية من حرارة الإشعاع :**

منع التعرضات لحرارة الإشعاع (بدون ارتطام مباشر للهب) ليست مستعجلة كما كان يعتقد عمال الإطفـاء في السابق . فحقيقة الأمر هو إيقاف تبريد المنطقة المتعرضة لحرارة إشعاع إذا لم ينتج تيار من مياه التبريد على هذه المنطقة بخار". يجب القيام بهذا الاختبار بشكل دوري للتأكد من وجود الحمل الحراري على الوعاء أو البنية أو عدم وجوده. يجب عدم استخدام جدران الماء أو ستائر الماء لأنها تضيع الماء وهي غير فعالـة

لإزالة تأثيرات الإشعاع الحراري يصب الماء مباشرة على السطح المطلوب حمايته والحماية مـن الإشـعاع الحراري ليس ذو أولوية عالية عادة .يستخدم عادة واحد أو اثنين من الخطوط اليدوية لتأمين الحماية الكافية .

٤"- التكتيك (المناورة) الهجومي : "Offensive Tactics"

تستخدم المناورة الهجومية في الحالات التالية:

أ - هناك مصابين بحاجة إلى إنقاذ وعملية الإنقاذ غير خطرة وقابلة للنجاح.

ب - عند توفر الإمكانيات اللازمة من أشخاص ومواد ومعدات للقيام بعملية الإخماد بشـكل فعـال وآمـن ويجب أن تؤخذ **بعين الاعتبار العوامل التالية عند الهجوم على حريق خزان :**

١. كميات الفوم والمعدات المتوفرة وتطبيق الفوم وفق المعدلات الموصى بها.

٢. حالات الطقس يجب أن تسمح بعملية الإخماد (الريح والمطر يحطم تغطية الفوم ويمنع من وصولها إلى تيارات النار).

٣. تطبيق تيارات مياه التبريد وبحيث أن الكمية العظمى من الماء تصب فوق أكبر مسـاحة متعرضـة ممكنة.

٤. عندما يصب الفوم على سطح ساخن محترق (على سبيل المثال حريق في نفط خام)فيجـب توقـع حدوث الانسكاب (انظر الملحق D).

٥. عندما يوجد حريق في حرم خزان مشابه للحريق الموجود في الخزان فيجب إخماد الحريق في حرم الخزان قبل محاولة إخماد الحريق بالخزان.

٦. عندما يكون هناك حريق في خزانات متعددة فيجب إعطاء الأولويـة للحرائـق السـهلة الإخمـاد (الأصفر) أو تلك التي تشكل خطورة على حياة الأشخاص أو الأملاك (خزان قابل للانفجار نتيجـة لتمدد السائل بداخله أو نتيجة الفوران).

٧. أثناء تطبيق وسائل الإطفاء فإن فعالية طريقة الهجوم يجب أن تخضع للتقييم بحيث يمكن اسـتبدالها إذا كان هناك حاجة لذلك.

٨. بعد مرور فترة معقولة من زمن تطبيق الفوم يجب القيام بفحص لمعرفة فيما إذا كانت شدة النار قد خفت أو فيما إذا تغير لون الدخان وإذا لم يحدث ذلك يغير التكتيك . عندما تطبق معـدلات تطبيـق (صب الفوم) وفق ما هو محدد بالمرجع NFPA-11 وكذلك الأزمنة المحددة .فإن تغير لون اللهب يجب أن يتغير ما بين ٢٠-٣٠ دقيقة .

٩. إذا كان الخزان المتضرر مملوء جزئيا" بمادة قابلة للتطاير يعاد ضخ الفوم بشكل دوري حتى يتم تخليص محتويات الخزان .حيث أنه يسبب سطح المعدن الساخن إتلاف غطاء الفوم بسرعة وبذلك تتعرض الأبخرة المتطايرة لمصادر إعادة الاشتعال الكامنة .وعلى قائد الحادثة (الذي يدير عملية الإخماد) أن يكون مدركا" لمصادر الاشتعال الكامنة الموجودة .والتخلص من الحريق قد يستغرق عدة أيام .

١٠-عند إخماد حرائق في مانعة سطح عائم يجب الانتباه إلى عدم تحميل السطح بحمل زائد يؤدي إلى دفعة ليغوص نحو الأسفل في السائل المخزن هذا الحمل الزائد ينتج عن وزن الماء والفوم واستخدام الخطوط اليدوية هو الطريقة المفضلة لصب الفوم على مثل هذه الحرائق .إن الحرائق التي تحدث في مناطق ذات سطوح صغيرة أكثر سهولة بالإخماد من تلك ذات السطوح الكبيرة .

تحذير :على عامل الإطفاء أن يكون منتبها" إلى الدخول إلى منطقة حاوية على وقود منسكب قابل للالتهاب فإذا انشق الفوم فإن إعادة الاشتعال للأبخرة الملتهبة قد تحدث نتيجة وجود أي مصدر للاشتعال وبالتالي يتأذى الشخص الموجود .كما أنه يجب عدم المشي في غطاء الفوم الذي يغطي الوقود المنسكب .

٥"- حماية الخزانات المجاورة

اعتمادا"على المسافة الموجودة بين الخزانات والريح فإن تبريد الخزانات المجاورة للخزان المحترق غير ضرورية عادة ما لم يكن هناك تلامس مباشر مع اللهب أو أن الحرارة الناتجة عن الإشعاع كافية لسفع (حرق) الدهان.إذا كان هناك تساؤل حول درجة حرارة جدران الخزانات الغير متعرضة مباشرة للهب فإنه يجب القيام بفحص دوري لجدران هذه الخزانات لمعرفة درجة حرارتها وذلك بتسليط تيارات رش مائية من مسافة بعيدة فإذا تولد البخار على جدران هذه الخزانات فيجب الاستمرار بعملية التبريد حتى يتوقف تولد البخار .عندما يكون هناك ضرورة لتبريد الخزانات فإنه يجب صب المياه على سطح وجدران الخزان وذلك للحصول على أفضل النتائج .وهذا يطبق على الخزانات ذات السطوح المخروطية أما الخزانات ذات السطوح العائمة فيصب الماء على الجدران فقط .وبما أن حرارة الإشعاع لا تؤذي الجدران المتلامسة مع السائل المخزن بشدة ,فهناك عاملان يجب أن يحفظا بالذهن وهما يحددان الحاجة لتبريد الخزانات المجاورة :

العامل الأول: الحرارة على جدران الخزانات الحاوية على قطفات ذات درجات وميض منخفضة حيث أن الحرارة تسبب ارتفاع الضغط داخل هذه الخزانات نتيجة تشكل البخار ,وهذا البخار قد يشتعل ويسبب انهيار الخزان .إن الخزانات المصنفة حسب ستاندرد ABI-650 تكون ذات درزات لحام لسطح الخزان مع الجدران ضعيفة وهذا يساعد في الحالات الطارئة حيث أن السقف ينهار ويحصل تنفيس للضغط داخل الخزان أما في الخزانات ذات السطح العائم فإن البخار يتسرب من المانعة الموجودة حول السقف.

العامل الثاني: الحرارة على جدران الخزانات الحاوية على قطفات من سائل قابل للاحتراق قد تسبب في جعل الفراغ البخاري الموجود فوق سطح السائل ضمن مجال الالتهاب .إن الخطأ الشائع في إطفاء حرائق الخزانات هو استخدام كميات كبيرة جدا"من مياه التبريد على المناطق المتعرضة,هذا لن يؤدي إلى هدر كمية الماء المتوفرة وضغط الماء فقط وإنما سيؤدي إلى طوفان المجارير مما يزيد من صعوبة إطفاء النار كذلك الخزانات الفارغة أو شبه الفارغة قد تعوم من على أساساتها بسبب وجود المياه .كل هذه العوامل يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار عند التخطيط المسبق لمكافحة الحريق في الخزان . كذلك يجب الانتباه أثناء الاستخدام المشترك لتيارات الماء مع تيارات الفوم حيث أن تيارات الماء تقوم بشق غطاء الفوم المتشكل وبالتالي فشل عملية الإطفاء وتبريد الفوم.

٦"- الحرائق في نفاثات الخزانات

١"- لهب برتقالي – أصفر مع دخان أسود: إذا كان اللهب عند النفاث بهذه الصفة فهذا يدل على أن مزيج بخار وقود/هواء داخل الخزان هو أعلى من الحد الأعظمي لحد الانفجار أو الالتهاب ,هذا النوع من اللهب يمكن إخماده باستخدام البودرة الجافة.

٢"- لهب عديم الدخان تقريبا" لونه أحمر إلى أزرق ومفرقع : إذا كان اللهب عند النفاث بهذه الصفة فهذا يدل على أن مزيج بخار وقود/هواء داخل الخزان هو مزيج قابل للانفجار أو الالتهاب.

إن المزيج المغذي للهب والخارج من الخزان عبر صمام تنفيس الضغط الزائد سيؤدي وبسبب السرعة العالية لتدفق هذا المزيج إلى عدم السماح بعودة اللهب إلى داخل الخزان .

إذا أدت الحرارة (الحريق)إلى تضرر صمام التنفيس فإن أية محاولة للإخماد باستخدام البودرة يجب أن تتم بسرعة لتجنب عودة اللهب إلى داخل الخزان .

إن مثل هذا النوع من الحرائق يتم التعامل معها بإحدى الطريقتين التاليتين:

أ- **تخفيض الضغط داخل الخزان باستخدام مياه التبريد** سيؤدي إلى إطفاء النار عندما يغلق صمام تنفيس الضغط.كذلك يمكن تخفيض الضغط داخل الخزان عن طريق إيقاف الضخ إليه أو سحب المنتج منه .

ب - **الحفاظ على ضغط موجب داخل الخزان بإدخال الفيول غاز**. عندما تدل الحالة على تشكل مزيج قابل للانفجار داخل الخزان من خلال لون اللهب يتم حقن الفيول غاز داخل هذا الجو بحيث يتحول المزيج من مزيج قابل للانفجار إلى مزيج مشبع وبالتالي يتغير لون اللهب وهنا يمكن إطفاء النار باستخدام البودرة الجافة.

٧"- إطفاء النار حول الخزانات (النيران الأرضية)

عندما يتم إخماد الحرائق الموجودة حول الخزانات يمكن استخدام مياه التبريد على المعادن المتعرضة.وبعد إخماد الحرائق حول الخزانات يجب أن تتم محاولة لعزل مصادر الوقود باستخدام إحدى الطرق التالية:

١"- إغلاق الصمامات المناسبة تحت غطاء من رذاذ الماء عندما تكون هناك حاجة لحماية الشخص الذي سيقوم بإغلاق هذه الصمامات .

٢"- إزاحة الوقود بالماء بحيث يتسرب الماء من مكان التشقق أو الضرب بدل عن الوقود ولتنفيذ ذلك يجب أن يكون ضغط الماء أعلى من ضغط السائل الموجود في خط الأنابيب أو الخزان ,يجـب الانتبـاه لتجنـب امتلاء الخزان بشكل زائد بحيث أن السائل في الخزان قد ينسكب من الأعلى.

إن صمامات حرم الخزان وصمام درين السقف وصمامات درين المياه الموجودة أسفل السـائل هـي أدوات مهمة في عملية العزل ويجب أن تعطى الأولوية لكسب السيطرة على هذه الصمامات.

عندما يكون خزان حاوي على منتج ذو درجة وميض عالية متعرض لنيران أرضية فهناك احتمالية لتشـكل مزيج قابل للالتهاب في الخزان هذا المزيج قد يشتعل نتيجة لتلامسه مع المعدن الساخن لجدران الخزان .

إن الحرائق الحاصلة في تسرب للفيول غاز أو LPG هناك إمكانية لإخماد البعض منها إلا أن ذلك يجـب أن لا يتم إلا بعد إغلاق مصدر التسرب حيث أنه إذا لم يكن هناك ريح لتبريد المـادة المتسـربة فـإن المـادة المتسربة تصبح خطرة إذا تم إخمادها دون قطع مصدر التسرب.

إن الحرائق الصغيرة في حرم الخزان يمكن إخمادها باستخدام أجهزة البودرة مع تجنب إعادة تعريض المادة المخمدة إلى الوميض ثانية وعدم إجبار عناصر الإطفاء بالمشي ضمن برك المادة المخمدة.

في بعض الحالات يكون من المفيد شطف المادة إلى مكان آمن تكون فيه عملية الإخماد أسهل باستخدام الماء في هذه الحالة إمكانية إعادة الاشتعال واردة إذا لم يتم إزالة مصادر الاشتعال .

تحذير : يجب عدم السماح بدخول أي شخص أبدا" إلى مناطق فيها انسكاب لسـائل قابـل للاحتـراق أو للاشتعال حيث أن الخطر على هذا الشخص كبير جدا" وقد يحتجز في المنطقة إذا اشتعلت أبخرة هذه المادة

إن الطريقة النموذجية لإخماد النيران الأرضية الكبيرة هي بصب الفوم عليها وتشكيل غطاء حاجب من الفوم فوق سطح السائل المحترق. إن المنتجات ذات درجات الوميض الأعلى من ٣٨ْ/م أو بتخصيص أكثـر ذات درجات الوميض الأعلى من درجة حرارة الماء المستعمل يمكن إخمادها باستخدام طريقة الرش بالماء .

إن حرارة الإشعاع الناتجة عن اللهب تسخن سطح هذه المنتجات مسببة تبخر جزء منها وبالتالي تغذية اللهب ببخار المادة اللازم. إن رذاذ الماء المصبوب يتحول بتأثير اللهب إلى بخار ماء الذي ينتزع الحـرارة مـن اللهب وبالتالي يؤدي إلى تخفيض حجم استخدام الماء مرة ثانية يؤدي إلى تبريد سطح المنتج الساخن إلى مـا دون درجة وميضها وعندما يتوقف تبخره تنطفئ النار .الحرائق الحاصلة في مواد راشحة من فلنجات يمكن إخمادها باستخدام البودرة أو الهالون ١٢١١ مع استخدام التبريد بالماء أو الفوم لمنع إعادة الاشتعال .

إن الطريقة المفضلة لإخماد النار في حقول عدة خزانات هو إخماد النار في حقل بعد الآخر ومن منطقة إلى أخرى داخل الحقل الواحد . يجب أن تتم السيطرة على كامل الحرائق حول الخزان أو إخمادها وذلـك قبـل القيام بمحاولة إخماد النار في الخزان.

رابعـا"– السيطرة وإخماد حريق خزان

١" – مقدمة

يوضح هذا المقطع أنواع الخزانات المستخدمة عادة في الصناعات البترولية إضافة للمعلومات المعطاة فـي هذا المقطع فإن المعلومات المعطاة في المقطع السابق ذات أهمية أيضا" كما أنه قد يصادف متغيرات موجودة في حالة ما تتطلب استخدام الحس الهندسي لاختيار العمل المناسب الواجب القيام به .

٢"- مياه التبريد : Cooling water

إن أول رغبة لعناصر الإطفاء لدى التعامل مع حريق خزان هو المباشرة بغمر وتبريد الخزانات المجاورة .
إن هذا الإجراء غير مطلوب عادة وقد يسبب تأثير سلبي عند محاولات إخماد النار .
كذلك حالات الريح قد تؤثر على الوضع وعلى أية حال إذا كان هناك شك بأن جـدارات الخزانـات الغيـر متعرضة مباشرة للهب قد ارتفعت درجة حرارتها فيمكن القيام بفحص جدران هذه الخزانات بصـب الميـاه على هذه الجدران فإذا تبخر الماء المصبوب عندئذ يجب الاستمرار بصب هذا الماء حتـى تتوقـف عمليـة التبخير .أما الخزان المتعرض مباشرة للهب فيجب صب الماء على جدرانه وعلى سـطحه مباشـرة ماعـدا الخزانات ذات السطح العائم فيصب الماء على الجدران فقط.

٣"- إخماد النار : Extinguishing The fires

إن الطرق الممكن استخدامها لمحاولة إخماد النار في كل أنواع الخزانات يجب أن تأخـذ بعـين الاعتبـار الأمور التالية :

١- إخماد كافة النيران الموجودة في الأرض بالقرب من الخزان المحترق قبل القيام بأي محاولـة لإخمـاد النار في الخزان والاحتياط لإمكانية حدوث إعادة اشتعال .

٢- تيارات المياه المستخدمة لتبريد الخزان المحترق يجب أن توجه على الجدران فوق مستوى سطح السائل المحترق وذلك للحفاظ قدر الإمكان على الجدار منتصبا"ومنعه من الالتواء نحو الداخل وهذا يساعد على بقاء غطاء الفوم متماسكا" ومحكما" بالقرب من الجدران داخل الخزان .

٣- في حال وجود عدة خزانات محترقة بنفس الوقت فيجب استخدام الفوم على تلك التي يمكن التعامل معها وفق معدلات الفوم الموصى بها والأزمنة الموصى بها .

٤- إذا كان الخزان المحترق مجهز بتوصيلات ثابتة لضخ الفوم فيجب حماية هذه التوصيلات بتيارات مـن مياه تبريد وذلك للحفاظ على هذه التوصيلات جاهزة لتطبيق الفوم .

٥- ضخ محتويات الخزان إلى الخارج أثناء التحضير لصب الفوم هذا سيساعد في إنقاذ جزء من المحتويات لكنه سيؤذي جدران الخزان بشكل أكبر .

إذا كانت فرص إخماد النار جيدة فيجب عدم ضخ محتويات الخزان إلى الخارج .

٦- في بعض الحالات يكون من غير المفيد محاولة إخماد النار في الخزان بسبب عدم كفاية الماء والفـوم المتوفرة أو عدم وجود العناصر والمعدات اللازمة لذلك يجب القبول باحتراق الخـزان والاكتفـاء بحمايـة المناطق المجاورة المتعرضة وفي مثل هذه الحالة يكون ضخ محتويات الخـزان مـن الأمـور الموصـى باستخدامها .

٤"- الخزانات : Tanks

١ - مقدمة

إن الطرق المطلوبة ووسائط الإطفاء المستخدمة لإخماد النار في الخزان تعتمد على نـوع المنـتج المخـزن (مادة هيدروكربونية أو محلول قطبي)وعلى شكل سطح الخزان.

٢- الخزانات ذات السطح المخروطي - Cone-roof tanks

إن السوائل القابلة للتطاير والاحتراق العادية(ذات درجات الوميض الأعلى من١٠٠° ف) تخزن في خزانات ذات سقف مخروطي .على أية حال هناك حالات يتم فيها تخزين السوائل ذات درجات الوميض المنخفضـة مثل النفط الخام والمحاليل القطبية والسوائل القابلة للاحتراق الملوثة في مثل هذه الخزانات.

تتميز هذه الخزانات بوجود فراغ بخاري ما بين سطح السائل والسطح الداخلي لسقف الخزان فإذا كان هـذا الفراغ ضمن مجال الالتهاب مع توفر مصدر للاشتعال بنفس الوقت فيحدث الانفجار.وإذا كان الخزان مصنع حسب ستاندرد API-650 فإن سطحه سوف ينفصل عن جدرانه على شكل قطعة واحدة أو على شكل أجزاء وقد تنتقل هذه الأجزاء لمسافات بعيدة ,قد يرتفع السطح بالهواء ويسقط عائدا" إلى داخل الخزان ,في بعـض الحالات تبقى أجزاء من السقف ملتصقة مع جدران الخزان.والحريق الناتج يشمل عادة كامل مساحة السـطح الداخلي للخزان.

عندما يكون المنتج المحترق مادة هيدروكربونية فهناك خيارين لإخماد النار :

الأول : صب الفوم من الأعلى ويستخدم لهذا الغرض أنواع الفوم التالية:البروتيني,FP,FFFP,الفوم المقـاوم للكحول, AFFF.

الثاني : حقن الفوم أسفل سطح السائل المحترق باستخدام أنواع الفوم الآنفة الذكر.

أما إذا كان الحريق في محلول قطبي فإن تقنية الإخماد محصورة بالحقن من الأعلى فقط وباسـتخدام الفـوم المقاوم للكحول .

عندما يتم استخدام صب الفوم من الأعلى على مادة هيدروكربونية محترقة داخل خزان فهناك عـدة طـرق لصب هذا الفوم .إذ يمكن استخدام أنظمة الصب الثابتة أو أبراج صب الفوم أو المـدافع ذات الاسـتطاعات العالية أو الأبراج العالية المزودة بقواذف الفوم.

لقد برهنت طريقة حقن الفوم أسفل سطح السائل المحترق على نجاحها في عدة حالات .إذ أن حقـن الفـوم يجب أن يتم فوق مستوى طبقة المياه الموجودة في أسفل الخزان وإن هذه الطبقة يجب إيجاد طـرق خاصـة لسحبها من أسفل الخزان قبل وأثناء الحقن .

تستخدم لعملية حقن الفوم تحت سطح السائل صانعات فوم ذات ضغوط راجع عالية (الحسابات الهيدروليكيـة في مثل هذه الحالات ضرورية).انظر NFPA-11 لمزيد من المعلومات.

تؤمن المنصات العالية أحيانا" نظرة إلى داخل الخزان حيث يمكن حينها تقييم عملية الإطفاء بشكل أفضل.

يخمد الحقن أسفل سطح الوقود المحترق عادة مركز الحريق في الخزان ومن ثم ينتشـر نحـو المحـيط.إن سرعة تدفق الفوم في أنابيب الحقن هي عامل هام وحرج ففي السوائل القابلة للالتهـاب يجـب ألا تتجـاوز سرعة التدفق "١٠"قدم /بالثانية.وذلك اعتمادا" على المعدل الحجمي المتمدد.

٣- الخزانات ذات السطح المخروطي الحاوية على نفط خام أو مواد أخرى ذات خطر الفوران:

هناك طرق خاصة مطلوبة لدى إخماد الحرائق في الخزانات الحاوية على النفط الخـام أو أنـواع الزيـوت الأخرى التي تسبب الفوران(انظر شكل رقم٢). يجب على قائد الحادثة أن يفهم ما هو الفوران وما هو الخطر المرتبط به.

هناك عدة عوامل ضرورية لحدوث الفوران :

- يجب أن يشمل الحريق كامل أو معظم السطح: فالحريق في مانعة سطح طاف لخـزان لـن يسـبب الفوران طالما السطح طافي على سطح السائل.
- المجال الواسع لدرجات الغليان لمكونات النفط الخام: كلما احترق النفط الخام فإن الأجـزاء الخفيفـة تتبخر وتغذي النار أما الأجزاء الثقيلة فتسخن وتغوص نحو الأسفل مسخنة الطبقة التي تغوص فيهـا وبالتالي تعمل على تبخير الأجزاء الخفيفة الموجودة في هذه الطبقة مما يؤدي إلى استمرارية تغذيـة النار بالبخار وهكذا.كلما زادت الطبقة الثقيلة المسخنة بالعمق فإن سطح التسخين يتحرك نحو الأسفل وبمعدل من ٢-٣ من معدل الاحتراق على سطح الوقود,هذا المتبقي يدعى موجة التسخين أما سـطح هذه الموجة فيسمى جبهة موجة التسخين,إن جبهة موجة التسخين تتقدم بمعدل من(١-٤)قدم/بالساعة.
- إن وجود الماء في أسفل الخزان حيث قد يوجد الماء على شكل نقي أو ملوثا"بالزيت وقد يدخل الماء من أعمال الإطفاء أو قد يكون على شكل مستحلب حيث أنه عندما تصل موجة التسخين إلى الماء أو المستحلب في أسفل الخزان فإنه سيتحول إلى بخار وعند الدرجة ٤٠٠°/ف يصل عامل التمدد للماء إلى "١٧٠٠"مرة انظر الملحق D.
- محتوى عالي من المتبقي الذي ينتج رغو(زبد): أنواع النفط الخام الخفيفة جدا" قد لا تحتـوي علـى متبقي كافي لتشكيل رغو في الخزان أما بعض أنواع النفط الخام الثقيلة والاسفلتيات والوقود الثقيلـة والتي قد لا تحتوي أجزاء خفيفة تنتج طبقة موجة تسخين قاسية.

على أية حال وجدت حالات حيث أن متبقي النفط الثقيل الحاوي على مادة خفيفة يمكن أن تغلي : أنواع النفط الخام ذات الوزن المتوسط النموذجية هي أكثر احتمالا" لحدوث الفوران الشديد.

إن الخزانات ذات السطح المخروطي الحاوية على نفط خام تحتاج إلى طرق خاصة في الإخماد واسـتعمال الفوم يعطي أفضل النتائج إذا تم خلال "٣٠"دقيقة من بدء الحريق.وصب الفوم يمكن أن يتم مـن الأعلـى أو بالحقن أسفل سطح السائل المحترق .

إذا كان ولأي سبب من غير الممكن إخماد خزان النفط ذو السطح المخروطي المحترق فـإن الاسـتراتيجية المتبعة يجب أن تتغير .إذ يجب إبعاد كل الأشخاص والمعدات الغير ضرورية من المنطقة.إن تقـدم موجـة التسخين نحو الأسفل داخل الخزان يجب أن يراقب باستمرار ,لتخمين زمن حدوث الفوران فيجب صب الماء على جدار الخزان ويحدد الموضع المتأثر بموجة التسخين بواسطة تبخر الماء المصبوب فوق جبهة موجـة التسخين.

يستدل على اقتراب الفوران عادة بازدياد ارتفاع وسطوع اللهب.

يترافق هذا أحيانا" بتغير في صوت النار كحدوث صوت فرقعة (قلي)واضح عند حدوث الفوران تتدفق كتـل كبيرة من المادة المحترقة نحو الأعلى لعدة أقدام ويمكن أن تشاهد من بعيد.

يجب السيطرة على درجة الحرارة بعد أن يتم إخماد النار حيث أن موجة التسخين المتولدة عندما كانت المادة تحترق قد تستمر بالتقدم نحو الأسفل وقد تكون ذات طاقة كافية لإحداث الفوران عندما تصل الماء الموجـود في الأسفل.إن الفوران عند هذا الوقت سيكون ذو خطر شخصي,إذا كان هناك مصدر للاشتعال فـإن خطـر الحريق يكون موجود أيضا".إذا كان هناك توقع لحدوث الفوران فيجب إخلاء المنطقة من الأشخاص مباشرة.

٤- الخزانات ذات السطح العائم

تنحصر الحرائق في الخزانات ذات السطح العائم عادة في المانعة الحلقية ما بين السطح وجدران الخـزان,إذا لم يكن الخزان مزود بنظام ثابت للإطفاء فيمكن إخماد هذه الحرائق باستخدام الأجهزة اليدويـة.كمـا يمكـن استخدام قواذف الفوم لصب الفوم على المانعة المحترقة من مكان مرتفع إما جائز أو سقف وعنـدما تكـون هناك أجزاء كبيرة من المانعة مشتملة بالحريق فمن المفضل استخدام تياري إخماد للعمل من علـى الجـائز (الممشى) وفي اتجاهات متعاكسة وعلى الشخص الذي يقوم بصـب الفـوم مـن علـى الجـائز أن يكـون مدركا"لخطر السقوط من على الجائز وأن يكون محمي من هذا الخطر المحتمل.

يجب أن يكون الجائز (الممشى)مزود بدريزونات يدوية لحماية رجال الإطفاء إذا كانت المانعة تحترق خلـف منصة طريق الدرج مباشرة وتمنع الدخول.فعندها يتم صب الفوم على المنطقة المحترقة باستخدام أبراج الفوم القابلة للحركة إذا كانت متوفرة أو باستخدام مدافع الفوم أو استخدام قواذف الفوم ومن منصات مرتفعة يمكن استخدام الخطوط اليدوية لتبريد الحرارة بينما يصب الفوم على المانعة في منطقة الاشتعال وهكـذا يسـتطيع الشخص الذي سيقوم بالإطفاء بالدخول إلى المنشأ.

يجب الانتباه لعدم وصول كميات زائدة إلى السطح حيث أن زيادة الوزن تؤدي إلى تغويص السـطح نحـو الأسفل وبالتالي غمره بالمادة المختزنة وعلى أحدهم مراقبة صب الفوم من مكان مرتفع .إذا استمر الحريـق في المانعة لفترة كبيرة فمن الضروري استخدام مياه التبريد على جدران الخزان من الخارج,والحاجـة إلـى التبريد يستدل عليها بتغير لون دهان الجدار أو تقشر الدهان.

يجب تجنب توجيه تيارات مستقيمة من الفوم أو الماء إلى داخل المنتج الموجود في الخزان من خلال منطقـة المانعة المتضررة إذ أن ذلك يؤدي إلى طرش المنتج على سطح الخزان وبالتالي زيادة حدة النار.

كذلك يجب استخدام الفوم المناسب والقواذف المناسبة وعدم استخدام قواذف الماء لتشـكيل محلـول الفـوم وخاصة إذا استخدم الفوم من نوع "AFFF" إن خزانات النفط الخام الكبيرة تكون عـادة ذات سـطح عـائم تصميما"يمكن أن يحدث حريق فيها في منطقة المانعة فقط ولا يحدث فيها الفـوران إلا إذا غطـس السـطح بالنفط الخام فهناك احتمالية لحدوث الفوران.

٥- الخزانات ذات السطح العائم المغطاة بسطح مخروطي ثابت

هي خزانات ذات سطح خارجي مخروطي ثابت وسطح داخلي عائم ,يكون وصل السـطح الخـارجي مـع الجدران ضعيف.

يمكن معرفة هذه الخزانات من الخارج بسهولة من خلال العديد من النفاثات المركبة حول جدار الخزان خاف وصل السطح تماما".

إن الفراغ البخاري ما بين السطح العائم والسطح الثابت خالي تماما"من المزائج القابلـة للاشـتعال باسـتثناء فترات البدء بتعبئة الخزان ولمدة من ١٨-٢٥ساعة بعد ذلك .وذلك اعتمادا"على تطاير المنتج المخزن .

هذا النوع من الخزانات لديه سجل أمان ضد الحريق ممتاز .

وقد حدثت عدة حرائق في مثل هذه الخزانات وهذه الحالات كانت صعبة جدا" في عملية الإخماد .

إذا لم يتم تزويد هذه الخزانات بنظام إطفاء ثابتة حسب NFPA-11 فإن الحرائق في المانعة مستحيلة الإخماد بالمعدات القابلة للحمل حيث أن الفتحات الجانبية صغيرة جدا"ولا تسمح بدخول تيارات الفوم الموجهـة مـن مستوى سطح الأرض .

في بعض الحالات يحدث انتفاخ جزئي في السطح المخروطي وهذا يحدث عندما يغوص السـطح الـداخلي بالمنتج المخزن في مثل هذه الحالات يجب معالجة الحريق كحريق في خزان ذو سطح ثابت وإخمـاد النـار بمدافع الفوم أو أي نظام آخر للإخماد (صب من الأعلى).

يجب الملاحظة بأن السطح العائم الغاطس يحد من انتشار الفوم نحو الأعلى لدى حقن الفوم من الأسفل .

٦ - الخزانات الكبيرة

تصبح عملية الإخماد أكثر صعوبة كلما زاد قطر الخزان ,أكبر حريق خزان تم إخماده كان في خزان قطـره /١٥٠/قدم.

إن مسافة /١٠٠/قدم قطر خزان كمسافة أعظمية يكون مقبولا" حيث أن الفوم يتدفق علـى السـطح (عامـل السطح)قبل أن يفقد قطرات الماء الموجودة فيه بشكل زائد وبالتالي يفقد مقدرته على الإخماد .

يتم إخماد خزان ذو سطح مخروطي ذو قطر /٢٠٠/قدم باستخدام حجر الفوم المركبة علـى جدرانـه.أمـا الخزانات ذات القطر الأكبر من /٢٠٠/قدم فهناك إمكانية لإخمادها باستخدام حجـر الفـوم المركبـة علـى الجدران مع الحقن من الأسفل بشكل متزامن.

بينت الدراسات الحديثة على إخماد حريق ناجم في خزان باستخدام مدافع الفوم ذات الاستطاعات العاليـة,أن ذلك يتم عندما تركز عدة تيارات على منطقة صغيرة واحدة في الهجوم الأول.

هذا يؤدي إلى تخفيض درجة الحرارة وتأثير الشفط الحراري نحو الأعلى ويسمح للفوم بتثبيت نفسه على السطح.

٧- السطوح ذات درزات اللحام الضعيفة أو القابلة للكسر

من الطبيعي تركيب سطوح ذات درزات لحام ضعيفة أو قابلة للكسر على الخزانات ذات السطح المخروطي وعلى السطوح الثابتة للخزانات ذات السطح العائم الداخلي.في حال حدوث انفجار داخلي أو ارتفاع للضغط فإن نقاط وصل السطح مع الجدران سوف تنهار بدلا" من انهيار نقاط وصل قاعدة الخزان مع الجدران حيث أنه لو حدث انهيار للخزان من القاعدة فإن ذلك سيؤدي إلى تسرب محتويات الخزان وانتشار النار فوق مساحات كبيرة.

٨ - الخزانات العمودية ذات السطح الثابتة المنخفضة الضغط

١"- الخزانات ذات سطح بدون درزات لحام ضعيفة :

وهي خزانات مصممة ومبنية حسب ستاندرد APT-620 تعمل بدرجات حرارة على المعدن لا تزيد عن٩٣°م وضغوط لا تتجاوز(15 Psi) الحرائق الحاصلة في مثل هذه الخزانات يمكن عزوها عادة إلى تسرّبات أو انتشار النار من مصادر أخرى.

إذا حدث انفجار داخلي (وهذا نادر الحدوث)فإن الخزان يتشقق عند أضعف نقطة موجودة فيه وهذه النقطة قد تكون عند درزة لحام جدار الخزان مع قاعدته.قد يسبب الانفجار انطلاق الخزان خارج منطقته مسببا" نارا" وامضة بشدة متبوعة بانتشار كبير للنار على الأرض (انظر الشكل رقم ٢). التخطيط المسبق للحريق يجب أن يأخذ بعين الاعتبار هذا العامل بحيث يتم تجنب أذية عناصر الإطفاء.

٢"-الخزانات ذات السطوح الغير قابلة للكسر أو ليس فيها نفاثات للحالات الطارئة:

يجب لحظ هذه الخزانات في خطة الطوارئ التحضيرية للخزانات الموجودة في الحقل .

مبادئ إطفاء النار والتدريب التمهيدي لمثل هذه الخزانات مشابه لتلك الموجودة في البنود الأخرى من هذه النشرة واعتمادا" على نوع النار .

الخزانات الحاوية على البنزين المرصوص وخزانات المزج

من أجل النيران المحيطة بالخزانات الحاوية على مركبات رابع إتيل الرصاص ,فإن مياه التبريد أساسية لمنع سطوح المعدن في الفراغ البخاري للخزانات من الوصول إلى درجات حرارة عالية لدرجة قادرة على بدء التحال السطحي لمركبات الرصاص ولحفظ درجة حرارة سوائل الرصاص في الخزانات ما دون درجة الحرارة الظاهرية الحرجة. حالما يبدأ انحلال السائل فإن انهيار الخزان يصبح وشيك.

هناك عدة متغيرات موجودة في كل حالة طارئة ويجب أن يمارس الحكم العقلي في إقرار البرنامج الواجب إتباعه للسيطرة على حريق الخزان. فيما يلي طرق وإجراءات موصى بها في حال وجود نار في المنطقة :

١- إيقاف النقل وعملية المزج .

٢- استخدام معدات الوقاية الشخصية .

٣- صب مياه التبريد على الخزانات مباشرة باستخدام الخراطيم اليدوية أو أنظمة رش الماء الثابتة أو عملية الفحص للنظام الأوتوماتيكي إذا كان موجود.

٤- إذا كانت النار تعرض تركيبات المزج للخطر ,فيتم البدء بإتباع طرق وتوصيات .

٥- إخماد نيران المواد الهيدروكربونية في المنطقة .

٦- في حال وجود نار كبيرة في المنطقة يدعم نظام التبريد بالماء باستخدام مدافع لصب تيارات ماء إضافية على الخزان.

- إذا حدث تسرب لمادة الرصاص فيجب تجنب عدم تلامسه مع الجلد أو استنشاق أبخرته.

- وقد وجد أن الماء فعال في إخماد حرائق مركبات الرصاص لأن الماء يطفو على سطح المادة ذات الكثافة العالية ويفصل بفعالية بخار المادة عن الهواء وبالتالي يمنع إعادة الاشتعال.

- وحتى يتم تأمين الفعالية القصوى لطبقة الماء فيجب أن يتم إضافة الماء بطريقة تخفض إلى الحد الأدنى الاضطراب كذلك يجب تفادي استنشاق منتجات الاحتراق.

- والأمثلة التالية تتضمن عوامل الوقت(اعتمادا" على الخبرة والتجربة)الممكن استخدامه لتقدير الزمن المتوفر لإخماد النيران قبل أن تسبب الحرارة المكتسبة بوصول المركبات إلى درجات حرارتها الظاهرية الحرجة.

أ- خزان حاوي على /٤٥٠٠/كغ من مركب مانع للطرق في المحركات(بغض النظر عن السعة الكاملة للخزان).هناك حريق في بقعة بنزين ,ونفاث الخزان مغلق ونظام التبريد بالماء للخزان مغلق.

فإن الزمن المتوفر هو حوالي (١٥)دقيقة وذلك لاستخدام قواذف الماء أو مدافع الماء لتبريد الخزان,إذا لم يتم استخدام هذه المعدات خلال هذه الفترة.فيجب الإخلاء في المنطق

ب- خزان حاوي على /١١٠٠٠/كغ من مركب مانع الخبط في المحركات.وهناك حريق بنزين في حفرة والنفاث مطلق ونظام التبريد بالماء غير شغال.فإن الزمن المتوفر هو حوالي /٢٥/دقيقة وذلك لاستخدام قواذف أو مدافع الماء لتبريد الخزان وإذا لم يتم ذلك خلال هذه الفترة فيجب إخلاء المنطقة.

ج- خزان حاوي على /٤٥٠٠٠/كغ من مركب مانع الخبط.وهناك حريق في حفرة بنزين ونفاث الخزان مغلق ونظام التبريد المائي غير شغال.فإن الزمن المتوفر للتعامل مع الحادث هو "٦٠"دقيقة وذلك لاستخدام القواذف والمدافع لتبريد الخزان وإذا لم يتم ذلك خلال هذه الفترة فيجب إخلاء المنطقة.

الملحق"A"

١-الستاندرات ,الأكواد ,التشريعات

API- SPEC 12B, RP-2001 , PUBL:2015
NFPA- 11A, 11C, 12, 325M, Fire Protection Hand boo1
OSHA- 29CFR 1910-120

الملحق "B" الخطة التحضيرية (ما قبل الحادث)

١- مقدمة : إن أهمية وضع خطة تحضيرية تكمن في تأمين المعلومات المطلوبة لأركان قيادة السيطرة على الحادث .

٢-اعتبارات خزان التخزين : سيتم إنشاء الخزان ضمن هذه الخطة كما هو الحال بالنسبة لإنشاء بناء وذلك فيما يتعلق بخدمات التعامل مع الحريق .

والمفردات المهمة لهذه الخطة تتضمن التالي :

١"-نوع الإنشاء (التركيب).

٢"- الأبعاد (القطر, مساحة سطح السائل ,الارتفاع).

٣"- السعة (مقاسه بالبارل أو الغالون).واحد بارل =٤٢غالون.

٤"-نوع وخصائص المنتجات المخزنة .

٥"-أنابيب المنتج والمعدات المرتبطة بها بما فيها أدوات الحالة الطارئة .

٦"-التعرضات (النوع, المسافة, المنتجات الأخرى).

٧"-الزمن المطلوب لضخ المنتج خارج الخزان .

٨"- الدرينات (في مناطق الحرم ,على السطح العائم المفتوح).

٩"-مساحة السطح (تتضمن مساحة الحرم لحساب كميات الفوم المطلوبة).

١٠"-أدوات الحماية من النار المرتبطة بالخزان (الثابتة).

٣- اعتبارات الحماية من النار :

٣-١:التقدير : قبل الحادث يجب أن يتم تقدير كامل لاعتبارات الحماية من النار .والعوامل الواجب اتخاذها بعين الاعتبار هي الآتي :

٣-٢:التزود بالماء و دارة التوزيع :

المفردات التالية يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار :

١"- الاستطاعة والنوع .

٢"- التدفق الكلي المتوفر غالون بالدقيقة .

٣"- طول الخرطوم .

٤"- توافق رؤوس مأخذ دارة التوزيع مع رؤوس خراطيم الإطفاء .

٥"- مصادر التزود بالماء البديلة .

٦"- (المضخات إذا كانت متوفرة ومصادر طاقتها).

بما أن الماء هو العامل الأساسي في تشكيل الفوم اللازم للإطفاء ,إذا كان التزود بالماء فيـه صـعوبة فـإن التطبيق المناسب للفوم سيكون غير ممكن .

٧"- ضغط الدارة .

٣-٣: التزود بالفوم و دارة التوزيع:

كما هو معروف فإن أنواع الفوم هي الوسائط الأساسية في إخماد حرائق السوائل القابلة للالتهاب والاحتراق وإذا لم يطبق الفوم بالمعدل الصحيح وطيلة الفترة الموصى بها فإن إخماد النار سوف لن يحدث.لهذا السـبب فإن تقدير التزويدات بالفوم ودارات استعماله والمعدات هي مسألة حرجة .

والمعلومات التالية يجب أن يتم الحصول عليها وتوثيقها قبل الحادثة:

١"-كمية ونوع الفوم المركز المتوفرة بشكل مباشر .

٢"-طريقة نقل الفوم المركز من مكان تخزينه إلى موقع الحادث.

٣"-كمية تدفق مياه الإطفاء العملي المتوفر من النظام النصف ثابت(إذا كان موجود).

٤"-الموضع والمتوافر من المصادر الأخرى للفـوم المركـز (شـركة مصـنعة لـدوائر الإطفـاء الأخرى....إلخ).

٥"-عدد ونوع وسائل الحماية من النار.الثابتة والمتحركة.إن الإدراك واتخاذ القرارات الاستراتيجية لا يمكن أن يتم ما لم يدرك قائد الحادثة وأركانه ويفهموا كيفية استخدام المعدات المركبة على الخزانات والمعنية بالتعامل مع الحادث.

٦"-المتوفر من وسائط مكافحة الحريق (مثل أجهزة الإطفاء بالبودرة الجافة وذلك لاسـتخدامها علـى الحرائق الحاصلة في المانعات على السطوح العائمة).

٤-التصفية والتصريف:

يجب الانتباه لتصريف المياه السطحية من منطقة الحادث فالتحكم بكمية التدفق واتجاه هذا التـدفق هـو مـن الاعتبارات الهامة.والمعلومات التالية يجب الحصول عليها وتوثيقها قبل الحادث :

١"-المتوفر من المعدات اللازمة لتحريك التربة والمواد الأخرى لتوجيه تدفق الماء بعيدا" عن مكان الحادث.

٢"-معرفة اتجاه التصريف الطبيعي ,بما فيها اتجاه التدفق ونقاط التجمع.

٣"-خطة للتحكم بالتدفق الناتج عن استخدام الماء في الحادثة .هذه الخطة يجب أن تتضـمن وجـود مناطق لتجميع هذه المياه ومعدات للتخلص منها.

٤"-قائمة بأسماء المسؤولين والمختصين المعنيين بإدارة الإنسكابات الغير متوقعة وتنظيفها.

٥- اعتبارات تشغيلية ومنطقية :

بعض العوامل التالية تبدو غير كافية عند مقارنتها مع حجم النار على أية حال يجب الانتبـاه إلـى الأمـور التالية التي تسهل من التعامل مع الحادث :

١"-الدخول إلى المكان سهل وممكن ليلا" أو نهارا" لكل الطواقم التي ستتعامل مع الحادث .

٢"-نقل الفوم المركز لموقع الحادثة قد يصبح مشكلة معقدة أثناء العمليات ذات المجال الطويل .هـذا سيؤدي إلى فشل جهود الإطفاء إذا لم يتم التخطيط له بشكل مسبق .

٣"-خلال العمليات التي تتطلب فترة طويلة فإن أجهزة إطفاء النار تحتاج إلى إعادة تعبئة, لذلك خطة لإعادة التعبئة في الموقع يجب أن تكون موجودة .

٤"-إذا كانت العمليات تتطلب استخدام أجهزة حماية التنفس فيجب إعداد خطة للتزود بهواء للأجهـزة كوجود اسطوانات بديلة أو حدة تزود بالهواء .

٥"-في العمليات التي تستغرق وقت طويل تحتاج إلى تبديل عناصر الإطفاء فيجب أن تكـون هنـاك مناطق لتجميع هؤلاء العناصر واستبدالهم .

٦-المصادر الأخرى:

هناك العديد من الدوائر الأخرى غير دائرة الإطفاء تقدم المساعدة الممكنة أثناء التعامل مـع الحادثـة .هـذه الدوائر يجب أن تكون ملحوظة في عملية التخطيط ,هذه الدوائر هي كالتالي:

١"-الصناعة لتزويد بكميات إضافية من الوقود.

٢"-مصفي الفوم.

٣"-البوليس.

٤"-وكالة الأنباء.

٥"-المطار والبحرية(دوائر الإطفاء).

٧-معلومات الخطر التحضيرية والحادثة والتدريب عليها :

حالما تستكمل فعاليات التخطيط يجب أن تدخل المعلومات وتحفظ في نظام ملفات بحيث يمكن الدخول إليهـا بسرعة وبسهولة .

٨-تحديد المتطلبات من الفوم المركز:

٨-١: مقدمة :إن عمليات إطفاء النار في خزانات البترول تتطلب الآلاف من غالونات الماء والفوم المركـز وخصوصا" إذا كان الحريق يشمل عدة خزانات.

تساعد المعادلات التالية دوائر إطفاء النار في تحديد حاجتها من الفوم والماء للتعامل مع حرائق الخزانات.

وطبقا" لل NFPA-11, فإن وقاية الخزانات من النار يتكون من :

أ-حماية رئيسية من خلال الدارات الثابتة .

ب-حماية إضافية من خلال استخدام المعدات المتحركة .

٨-٢:متطلبات الحماية الرئيسية:

إن المطلوب من الفوم المركز يحدد بالمعادلة التالية :

$$C=RSTF$$

حيث أن:

C-كمية الفوم المركز المطلوبة مقاسة بالغالون .

R- معدل صب الفوم مقاس بالغالون بالدقيقة لكل قدم مربع.

R= 0.10غالون بالدقيقة /قدم مربع من أجل المنتج الهيدروكربوني.

R= 0.16 - 0.20 غالون بالدقيقة /قدم مربع من أجل استعمال الصب بالأدوات القابلة للحمل .

S-مساحة سطح السائل مقاسة بالقدم المربع تحدد S بالمعادلات التالية:

S=3.14r*2 في الخزانات الدائرية

حيث r-نصف القطر/بالقدم.

S=LW في الخزانات الاسطوانية الشكل.

L:الطول بالقدم W- العرض بالقدم

T-زمن صب الفوم بالدقيقة(انظر NFPA-11).

F-تركيز الفوم %

٨-٣:متطلبات الحماية الإضافية:

من أجل الحماية إضافة لما ذكر أعلاه فإنه تستخدم المعادلة التالية :

C=NLTF

حيث أن :

C-الفوم المركز المطلوب بالغالون

N-معدل صب فوهة الفوم غالون بالدقيقة.

L-عدد الخطوط المطلوبة عند معدل صب مقداره/٥٠/غالون بالدقيقة لكل خرطوم إطفاء. (انظر NFPA-11).

T-زمن صب الفوم بالدقيقة NFPA-11

F-تركيز الفوم.

٩- أمثلة:

٩-١: مثال رقم ١

-المشكلة:خزان ذو سطح مخروطي ارتفاعه ٤٨ قدم وقطره /٦٠/قدم حاوي على الكيروسين ذو درجة وميض مقدارها /١٢٠°/ف الخزان محمي بحجرة فوم ثابتة على جداره.

حسب NFPA-11 معدل الصب يساوي 0.01 غالون بالدقيقة لكل قدم مربع ومدة صب الفوم /٣٠/دقيقة.

- **متطلبات الحماية الرئيسية:**

تحسب كالتالي:

معدل تدفق محلول الفوم = المساحة × معدل الصب

=٢٨٢٨ قدم مربع × ٠.١ =٢٨٣ غالون /د

معدل تدفق الفوم المركز = ٢٨٣ غالون/د × ٠.٠٣ = ٨.٥ غالون/د

التزود بالفوم المركز المطلوب = ٨.٥ × ٣٠ = ٢٥٥ غالون.

-الحماية الإضافية:تحسب متطلبات الحماية الإضافية كالتالي:

المطلوب تيار من خرطوم واحد يؤمن الماء بمعدل ٥٠ غالون بالدقيقة لمدة /٢٠/دقيقة

معدل تدفق الفوم المركز = ٥٠× ٠.٠٣ = ١.٥ غالون/د.

التزود المطلوب = ١.٥ × ٣٠ = ٤٥ غالون

التزود المطلوب الكلي من الفوم المركز للتعامل مع الحادث = ٢٥٥ + ٤٥ = ٣٠٠ غالون.

٩-٢:مثال رقم ٢:

المشكلة :خزان ذو سطح مخروطي ارتفاعه ٤٨ قدم وقطره ٦٠ قدم حاوي على الكيروسين ذو درجة وميض مقدارها ٤٩°م (١٢٠°ف).محمي بفوهة مدفع وحسب NFPA-11,معدل صب الفوم مساوي ل ٠.١٦ غالون/د لكل قدم مربع وفترة الصب /٥٠/دقيقة .

- متطلبات الحماية الإضافية:

لا توجد متطلبات لحماية إضافية لأن المدفع يكفي.

كمية التزود الكلية المطلوبة = ٦٨٠ غالون.

٩-٣:مثال رقم ٣:

المشكلة:خزان ذو سطح عائم ارتفاعه /٥٦/قدم وقطره/١٥٠/ قدم يحتوي على البنزين ذو درجـة الـ وميض /٤٥-°/ف وهو غير محمي بنظام ثابت.

حسب NFPA-11 فإن معدل صب الفوم مساوي ل ٠.١٦ غالون/د لكل قدم مربع ومدة الصب ٦٥ دقيقة.

-متطلبات الحماية الرئيسية :معدل تدفق محلول الفوم = المساحة × معدل الصب

=٠.١٦×١٧.٦٧١ = ٢٨٢٧ غالون/د

معدل الفوم المركز = ٢٨٢٧× ٠.٠٣ =٨٥ غالون/د.

المطلوب من الفوم المركز= ٨٥×٦٥ = ٥٥٢٥ غالون .

-متطلبات إضافية: لا توجد متطلبات إضافية.

١٠- بيانات قيادة الحادثة والخطة التحضيرية (ما قبل الحادث):

جدول بيانات قيادة الحادثة والخطة التحضيرية هي طريقة بسيطة نوعا" ما لتنظـيم البيانـات (المعلومـات) المكتسبة في المراحل البدائية من تشغيل وتشكيل الوحدات . وهي تؤمن وسائل كافية للحفاظ على مسار المهام المحددة المعطاة في وحدات معينة على النار الأرضية.

هناك عدة أنماط مختلفة من بطاقات القيادة والعديد منها قد حدّث ليغطي حاجات دوائر الإطفاء.

البطاقة البسيطة مقصود بها توضيح أنواع المعلومات التي قد يرغب قائد الحادثة الحصول عليها كلما تطورت الحادثة.

قطاعات المعلومات على البطاقة يمكن ترتيبها بأي شكل أو مدها بأي حجم ,جدول البيانات يجب أن يحتـوي على المعلومات التالية:

أ- الحادثة: المسافة عن الموقع , الوقت, التاريخ, وأي معلومات أخرى.

ب- التعرضات: المسافة عن التعرضات المدونة (النوع, ...إلخ) .

ج-المنصة:

يوضح الجدول التالي طرق استعمال (تطبيق) حجر الفوم الثابتة أو المدافع:

المنتج	الزمن (بالدقيقة)	
	حجرة من النوع	خطوط يدوية
- لا ينحل بالماء.		
درجة الوميض أعلى من (٢٠٠ْ) ف (زيوت تزليق)	٢٥	٣٥
درجة الوميض ما بين (١٠٠-٢٠٠ْ) ف (كيروسينات)	٣٠	٥٠
درجة الوميض أقل من (١٠٠ْ) ف (بنزين)	٥٥	٦٥
نفط خام.	٥٥	٦٥
- ينحل بالماء.		
محاليل قطبية.	٥٥*	٦٥*

* فوم خاص بالمحاليل القطبية

الجدول رقم (٢) . زمن تطبيق الفوم (صب)الأصغري والعدد الأصغري لتيارات الخراطيم المطلوبة لحجـم خزان معطى:

حجم الخزان /القدم/	العدد الأصغري لتيارات الخراطيم	زمن الصب الأصغري لكل تيار خرطوم (بالدقيقة)
٣٥>	١	١٠
٦٥-٣٥	١	٢٠
٩٥-٦٥	٢	٢٠
١٢٠-٩٥	٢	٣٠
١٢٠<	٣	٣٠

جدول بيانات قيادة الحادثة والخطة التحضيرية لخزان بترولي			
الحادثة: incident			
١- الموقع	٢-الزمن والتاريخ		
٣-معلومات أخرى	٤-التعرضات ١......	٢.........	٣..........
مساحة المنصة staging area			
٥-الأجهزة في منطقة المنصة............	٦- موقع هذه المنصة.................		
فرقة الإطفاء: fire brigade			
٧-المعدات	٨-المتطلبات الشخصية		
٩-ترددات الراديو	١٠-الضابط المسؤول في كل دفعة.		
خزان التخزين storage tank			
١١-النوع	١٢-القطر	١٣-مساحة سطح السائل	
١٤-المعدات المرتبطة	١٥-الدرينات	١٦-زمن ضخ المنتج إلى الخارج	
المنتج المخزن product			
١٧-الاسم	١٨-درجة الوميض	١٩-الكثافة النوعية	
٢٠-الكثافة البخارية	٢١-المستوى بالخزان/بالقدم/	٢٢-درجة حرارة التخزين.	
الوقاية من الحريق fire protection			
٢٣-النظام	٢٤-أدوات الخزان	٢٥-وسائل أخرى.	
الفوم المركز foam concentrate			
٢٦-المصدر	٢٧-التزود	٢٨-مراقبة الخدمة	٢٩-أجهزة خاصة
معلومات أخرى			
-٣٠	٣١-معدات خاصة, ٣٢-الشرطة, ٣٣-أشياء أخرى, ٣٤-ملاحظات ومخططات.		

الملحق "c" – جدول معلومات الحادثة

١-مقدمة :يؤمن جدول بيانات الحادثة المعلومات المطلوبة التي يتم تجميعها قبل وأثناء وبعد الحادثة في الخزان وفي المنطقة حول الخزان .

وهناك معلومات إضافية يجب أن تتضمن لمواقع خاصة ويجب أن تضاف إلى هذا الجدول .

هذه البيانات قبل وبعد وأثناء الحادثة مهمة لعدة أسباب ,يمكن استخدام هذه البيانات إذا كان هناك تحقيقات قانونية حول الحادث .

وهذه البيانات قد تدل على الطرق التي تقود لعملية إطفاء أكثر فعالية كذلك يمكن استخدام هذه البيانات لتقييم (تخمين) ما الذي حدث ولمنع حدوث مثل هذه الأشياء من الحدوث ثانية .

٢-تسجيلات إطفاء نار الخزان :

الجدول رقم (٢) يبين جدول بيانات الحادثة .

الملحق – D : فوران , انسكاب , رغو خزان النفط الخام .

١-الفوران :

يحدث الفوران عند احتراق منتجات معينة في خزانات ذات سقف مفتوح .بعد فترة طويلة من الاحتراق الهادئ يحدث ازدياد مفاجئ في شدة النار مرتبط بانقذاف المنتج المحترق من الخزان .

يحدث الفوران عندما تصبح المتبقيات من السطح المحترق أكثف (أثقل من)من المنتج الغير محترق وتغوص نحو الأسفل مشكلة طبقة حارة تتقدم نحو الأسفل بسرعة .عندما تصل هذه الموجة إلى طبقة الماء الحرة الموجودة في أسفل الخزان أو إلى مستحلب زيت بالماء فإن الماء سوف ترتفع درجة حرارته بسرعة ويتحول إلى بخار مما يسبب طوفان الخزان وانقذاف محتوياته .

المنتجات التي يحدث فيها الفوران تحتوي على مكونات ذات مجال واسع من درجات الغليان والتي تشمل النهايات الخفيفة والمتبقيات الثقيلة وهذه الخصائص توجد في معظم أنواع النفط الخام وقد تتواجد في المزائج الصناعية.

يختلف الفوران عن الانسكاب أو الرغو .

فالانسكاب شكل من الرغو يحدث عندما يرش الماء على سطح ساخن أو زيت محترق .

الرغو غير مرتبط بالنار لكنه ينتج عندما يكون الماء موجود أو يدخل خزان حاوي على زيت لازج حار.

عند المزج يحدث تحول مفاجئ للماء إلى بخار مما يؤدي إلى انسكاب جزء من محتويات الخزان .

حتى يحدث الفوران يجب أن تتوافر الشروط الثلاثة التالية :

١-يجب أن يحتوي الخزان على ماء حر أو مستحلب ماء بالزيت في أسفل الخزان أو على قمة السـطح الغاطس .يحدث هذا الوضع عادة في الخزانات المستخدمة لتخزين النفط الخام .

ويحدث أيضا"في الخزانات الحاوية على فيول أويل خفف بقطفة أخف وذلك لتخفيض لزوجته (المازوت).

٢-الزيت يجب أن يحتوي على مكونات ذات مجال واسع من درجات الغليان بحيث أن عنـدما تتقطـر المكونات الأخف وتحترق على السطح فإن المتبقي (عند درجة حرارة مقدارها°١٤٩مأو أكثر).يكـون أثقل من الزيت الأساسي هذا المتبقي يغوص نحو الأسفل ويشكل طبقة متدرجة العمق (موجة التسـخين) والتي تتقدم نحو الأسفل بمعدل (١-٤)قدم /ساعة .

٣-الفورانات تكون حادة وتؤثر على الحياة ,حيث أن الخزانات قد تحترق بهدوء لعدة ساعات ومـن ثـم وفجأة وبدون سابق إنذار يندفع كمية كبيرة من الزيت المحترق فوق حافة الخزان موجة قوة الاحتراق قد تنتقل فوق الأرض بعيدا"عن الخزان بسرعات تصل حتى ٢٠/ميل بالساعة انظر الشكل رقم "٢".

٢-الانسكاب Slop over

يحدث الانسكاب عندما يطبق تيار ماء على السطح الساخن للزيت المحترق حيث أن الزيت يكون لـزج ودرجة حرارته تزيد عن درجة غليان الماء. بما أن سطح الزيت يكون مشتمل فقط بتيـار المـاء فـإن الانسكاب يكون ذو حدوث معتدل نسبيا".

٣-الرغو: froth over

الرغو هو طوفان الخزان يحدث عند عدم وجود نار وذلك عندما يغلي المـاء أو أيـة هيـدروكربونات متطايرة تحت سطح الزيت اللزج الساخن مثال نموذجي على الرغو عندما يحمل الإسفلت الساخن ضمن خزان سيارة حاوي على بعض الماء.

يبرد الإسفلت مبدئيا" بالتلامس مع المعدن البارد وبداية" لا شيء يحدث , لاحقا" تبدأ درجة حرارة المـاء بالارتفاع وعندما يغلي الماء فإنه يحدث طوفان الإسفلت من خزان السيارة.

وضع مشابه قد يحدث عندما يستخدم الخزان لتخزين السلويس أو متبقي عند درجات حرارة أقـل مـن ٩٣°/م والذي يحتوي على قاعدة مائية أو يستحاب زيت بالماء (رطب) يستقبل إضـافة جوهريـة مـن متبقي ساخن عند درجة حرارة أعلى من ١٠٠°/م

بعد انقضاء وقت كافي لتأثير الزيت الساخن للوصول إلى الماء في الخزان فإن فعل الغليان الممتـد قـد يحدث والذي يؤدي إلى تشقق سطح الخزان وينشر الزبد فوق منطقة واسعة.

منظومات الحماية من الحريق باستخدام الفوم الثابتة والنصف ثابتة في الخزانات
Fixed or semi-fixed foam fire protection systems for storage tanks

١" - مقدمة :

في السنوات المبكرة لصناعة النفط كانت حرائق الخزانات شائعة الحدوث وكانت هذه الحرائق تحدث بعـد عاصفة برقية بشكل خاص . أدى هذا إلى زيادة البحث والتدقيق وإجراء التحسينات على الأكواد والمراجـع الموجودة و التي تناقش حرائق الخزانات . وبسبب إنشاء خزانات ذات حجم كبير (إذ أصبحنا نشاهد وجـود خزانات بقطر يصل حتى ١٠٠ متر) فإن الحرائق أصبحت ذات أحجام أكبر .

إن الطريقة العملية الوحيدة لحماية الخزانات التي تخزن سوائل قابلة للالتهاب مـن الحريـق هـو اسـتخدام منظومة الفوم الثابتة أو النصف ثابتة. وعندما تصمم هذه المنظومات بشكل هندسي وتركب وتصان بالشكل الصحيح فإنها تبقى بالخدمة لسنوات طويلة . يمكن استخدام منظومة الفوم لمنع الحريق أو السـيطرة علـى الحريق أو إخماد حريق حاصل في سائل قابل للاحتراق أو الالتهاب والمخزن في خـزان بشـكل مباشـر . ولاختيار منظومة الفوم الصحيحة لا بد من فهم المنظومات التالية :

أ- المنظومة الثابتة : A fixed - system

وتتألف من محطة مركزية لضخ الفوم مزودة بدارة أنابيب تصل إلى أعلى الخزانات حيث يـتم تصـريف الفوم من خلال أجهزة تصريف ثابتة على منطقة الحريق ومعدات تناسب الفوم مركبة بشكل دائم .

ب- المنظومة النصف ثابتة : A semi-fixed system

وهي منظومة تكون فيها منطقة الخطر مزودة بأدوات ثابتة لتصريف الفوم وموصـولة مـع أنابيـب ذات نهايات على مسافة آمنة من منطقة الخطر (عادة تكون نهايات خارج حرم الخزان). يضخ الفوم إلى مكـان الحريق بالطرق المناسبة بعد حدوث الحريق عبر أنابيب التصريف إلى الخزان .

٢" – تعاريف Definitions

هناك ثلاثة نماذج رئيسية للخزانات المستخدمة عادة في تخزين السوائل القابلة للاحتراق أو الالتهاب وهي :

أ- خزان ذو سطح مخروطي

ب-خزان ذو سطح عائم مفتوح من الأعلى

ج- خزان ذو سطح عائم داخلي مغطى بسطح مخروطي .

أ – الخزان ذو السطح المخروطي A cone - roof storage tank

هو خزان ذو جدار عمودي دائري مغطى بسطح ثابت على شكل مخروط ملحوم على جدار الخزان .

إن الخزانات المصممة حسب ستاندرات API تكون فيها درزة لحام السطح مع جدار ضعيفة . وذلـك

حتى ينفصل السطح عن الجدار ويقذف بعيدا" في حال حدوث انفجار داخلي . هذا النوع مـن التصـميم يساعد في أن تبقى محتويات الخزان بداخله وأي حريق سيبقى محصور على سـطح السـائل الموجـود ضمن الخزان .

ب- الخزان ذو السطح العائم المفتوح القمة : An open top floating roof storage tank

هو خزان مشابه للخزان ذو السطح المخروطي في الإنشاء لكن سطحه غير ثابـت حيـث أن السـطح المصنوع على شكل طوف يعوم على سطح السائل القابل للالتهاب مباشرة ويركب ما بين السطح العـائم وجدار الخزان مانعة على شكل إطار ميكانيكية أو أنبوبية تغطي هذه المانعة الفراغ ما بين السطح العائم وجدار الخزان .

ج- خزان ذو سطح عائم داخلي مغطى بسطح ثابت :
An internal floating roof/covered floating roof storage tank

هو خزان ذو سطح مخروطي ثابت وسطح داخلي عائم على سطح السائل المخزن ، يمكن معرفة هذا النوع من الخزانات عن طريق النفاثات المركبة تحت نقطة اتصال السطح مع الجدار مباشرة " . إذا كـان السـطح العائم الداخلي على شكل حوض مزدوج من الفولاذ أو على شكل طوف فإن منظومة الحماية مـن الحريـق يجب أن تصمم بحيث تقوم بإخماد حريق السطح بشكل كامـل (بشـكل مشـابه للخزانـات ذات السـطح المخروطي) .

- تعريف السائل القابل للالتهاب : Identify the flammable liquid

هناك تصنيفين رئيسيين للسوائل القابلة للالتهاب أو الاحتراق :

أ- سوائل هيدروكربونية (لا تنحل بالماء) .

ب- محاليل قطبية (قابلة للانحلال بالماء) .

تتألف السوائل الهيدروكربونية أساسا" من المشتقات النفطية كالبنزين والكيروسين والمازوت والفيول والهبتان والنفط الخام ... هذه المواد لا تنحل بالماء أما المحاليل القطبية فتتألف من : الإيثانول – الميثانول – الكيتون – الأسيتون ..... هذه المواد تنحل بالماء .

ملاحظة : MTBE هو الوحيد الذي ينحل بالماء ببطء .

السوائل القابلة للاحتراق والالتهاب حسب NFPA-11 : السوائل القابلة للالتهاب هي أي سـائل ذو درجـة وميض أقل من 37.8 مئوية وضغط بخاري مطلق لا يزيد عن 40 Psi (276 كيلو باسكال) عند درجة حرارة مقدارها 37.8 مئوية .

يمكن تقسيم السوائل القابلة للالتهاب إلى الفئات التالية :

الصـنف I / I : ويشـمل السـوائل ذات درجـات الـوميض الأقـل مـن ٣٧.٨° م ويقسـم هـذا إلـى :

١- الصنف IA / IA : ويمثل السوائل ذات درجات الوميض الأقل من ٢٢.٨° م ودرجات الغليان الأقـل مـن ٣٧.٨° م

٢- الصنف / IB : ويمثل السوائل ذات درجات الوميض الأقل من ٢٢.٨°م ودرجـات الغليـان الأعلـى من٣٧.٨م

٣- الصنف / IC : ويمثل السوائل ذات درجات الوميض المساوية أو الأعلى من ٢٢.٨° م والأقـل مـن ٣٧.٨° م

أما السوائل القابلة للاحتراق فهي تعني أي سائل ذو درجة وميض مساوية أو أعلى مـن ٣٧.٨° م ويمكـن تقسيم هذه السوائل إلى الأصناف التالية :

١- الصنف / II : ويمثل السوائل ذات درجات الوميض المساوية أو الأعلى من ٣٧.٨° م والأقل من ٦٠° م .

٢- الصنف / IIA : ويمثل السوائل ذات درجات الوميض المساوية أو الأعلى من ٦٠° م وأقل من ٩٣.٣° م .

٣-الصنف / IIB : ويمثل السوائل ذات درجات الوميض المساوية أو الأعلى من ٩٣.٣° م .

الحماية من الحريق في الخزانات Fire protection of storage tanks

هناك نوعين مختلفين لفتحات صب الفوم مثبتة من قبل مخابر UL وهي :

١- فتحات لصب الفوم من النموذج II : وهي عبارة عن أداة ثابتة تصب الفوم على السائل المحترق وهـي تغطس جزيئيا" بالفوم وتسبب حركة اضطرابية محدودة على السطح المحترق والأمثلة على هذا النمـوذج (حجر الفوم وصانعات الفوم) .

٢- فتحات صب الفوم من النموذج III : وهي عبارة عن أدوات ثابتة أو متنقلة تصب الفوم على شكل بحيث أنه يسقط مباشرة على سطح سائل المحترق بحيث يسبب حركة اضطرابية عامة على السـطح . والأمثلـة على هذا النوع من المخارج قواذف الفوم المركبة على الخراطيم ومدافع الفوم .

هناك **طريقتين أساسيتين** لمنظومات الحماية ضد الحريق تستخدم في الخزانات :

١- طريقة الحقن القاعدي تحت سطح السائل .(حقن الأساس)

٢- طريقة الصب من الأعلى باستخدام

- حجر الفوم أو
- صانعات الفوم أو
- مدافع الفوم المتنقلة أو
- أبراج الفوم .

وفيما يلي شرح لكلا الطريقتين :

١- طريقة الحقن القاعدي تحت سطح السائل : Sub-surface base injection

يستخدم صانع الفوم ذو ضغط عالي راجع (high back pressure foam maker) لتشكيل محلول الفـوم المطلوب للحقن القاعدي إذ يوضع صانع الفوم هذا خارج الخزان . يتم تصريف كتلة الفوم الممدد من خـلال

هذه المنظومة عبر أنابيب إلى أسفل الخزان . يمكن استخدام خط تغذية الخزان لصب الفوم أو قد يكـون هناك خط خاص بحقن الفوم . يحقن الفوم من خلال فتحة تصريف إلى داخل السائل القابل للالتهـاب هـذه الفتحة يجب أن تكون على ارتفاع فوق مستوى سطح الماء الموجود في أسفل الخزان بـقدم واحد على الأقل وذلك لأنه لو تم حقن الفوم في الطبقة المائية فإنه سوف يفقد فاعليته . لكن عندما يحقن الفوم في طبقة الوقود فإنه سوف يرتفع نحو الأعلى من خلال الوقود ويشكل غطاء كتيم للبخار على سطح السائل .

١-١: فوائد هذه الطريقة

- يسبب الفوم الصاعد عبر الوقود الموجود في الخزان بتدوير هذا الوقود مما يساعد فـي تبريـد الوقـود الموجود عند السطح .

- إذا حدث انفجار وحريق وأدى ذلك إلى تضرر سطح الخزان فليس هناك احتمالية لحـدوث ضـرر فـي المنظومة هذه.

- الفوم المحقون يتوجه نحو سطح الوقود بفعالية كبيرة دون أن تؤثر عليه الأمواج الحرارية الناتجـة عـن الحريق .

١-٢ : مساوئ هذه الطريقة

- لا يمكن استخدام هذه الطريقة في الخزانات الحاوية على وقود من نوع محاليـل قطبيـة /لأن المحاليـل القطبية تنحل بالماء /. ولا على المشتقات التي تتطلب استخدام فوم من نوع AR-AFFF لإخمـاد الحريـق فيها .

- غير موصى باستخدام هذه **الطريقة** في الخزانات ذات السطح العائم أو الخزانات ذات السطح الداخلي .
- يجب الانتباه لعدم تجاوز سرعة دخول الفوم الأعظمية .
- لا يمكن استخدامها للحماية في السوائل الهيدروكربونية من الصنف 1A .

١-٣ : صانع الفوم ذو ضغط الارتداد العالي

هو أداة تركب على خط الفوم وتستخدم لامتصاص محلول الفوم قبل تصريفه إلى أسفل الخزان . وهذه الأداة تعطي نسبة تمدد تتراوح ما بين (١- ٢) و(١- ٤). وهي قادرة على التصريف بوجود ضغط معاكس قد يصل إلى ٤٠ % من الضغط التشغيلي . يتشكل هذا الضغط المعاكس من الضغط الناتج عن ارتفاع عمـود السائل داخل الخزان وأي ضياع نتيجة الاحتكاك ما بين صانع الفوم والخزان (في أنابيب التصريف) يجب أن يتم تأمين ضغط دخول إلى صانع الفوم مقداره 100 PSI على الأقل وذلك لكي يعمل بشكل صحيح . أن سرعة الفوم عبر الأنابيب من صانع الفوم إلى الخزان هي حرجة جدا" . ففي السوائل القابلة للالتهـاب فـإن سرعة الفوم الداخل إلى الخزان يجب أن لا تتجاوز ١٠قدم /ثانية وبالنسبة للسوائل القابلة للاحتراق فإن هـذه السرعة يجب ألا تتجاوز ٢٠ قدم / ثانية . والجدول التالي يوضح أزمنة التصريف الأصغرية ومعدلات صب الفوم في منظومة الحقن أسفل الخزان .

نوع الوقود الهيدروكربوني	زمن التصريف الأصغري	معدل صب الفوم الأصغري
درجة الوميض ما بين ٩٣٠٣-٣٧٠٨ / م	٣٠ دقيقة	٠.١٠غ/د لكل قدم ٤.١ ليتر / د لكل م
سوائل ذات درجة وميض أقل من ٣٧٠٨°م لكنها مسخنة إلى أعلى من درجات وميضها .	٥٥ دقيقة	٠.١٠غ/ د لكل قدم ٤.١ ل / د لكل م
النفط الخام	٥٥ دقيقة	٠.١٠ غ / د لكل قدم ٤.١ ل / د لكل م

ملاحظة : معدل تطبيق الفوم الأعظمي هو ٠.٢٠ غ/د لكل قدم أي ٨.١ ل/د لكل متر

- حجر الفوم (أداة لصب الفوم من النوع - II) Foam chambers

تستخدم حجر الفوم عادة في الخزانات ذات السطح المخروطي إذ تربط الحجرة أو تلحم على الجدار الخارجي للخزان بالقرب من نقطة وصل السطح مع جدار الخزان , يركب داخل الخزان مقابل فتحة حجرة الفوم صفيحة عاكسة تقوم بتوجيه الفوم المصبوب إلى جدار الخزان الداخلي . إن حجر الفوم التي تركب على الخزانات ذات السطح المخروطي يجب أن تكون بوضع شاقولي ومركبة أسفل نقطة وصل السطح مع جدار الخزان تماما" أو أن يكون البعد ما بين مركز فتحة الخروج لحجرة الفوم ونقطة وصل سطح الخزان مع الجدار ما بين (٨ – ١٢) أنش . عندما تركب حجرة الفوم بالشكل الصحيح فإن المانعة الزجاجية الداخلية للحجرة ستكون تماما" أعلى بقليل من نقطة وصل السطح مع جدار الخزان . كل حجرة فوم مركبة على خزان ذو سطح مخروطي يجب أن تكون مجهزة بخط خاص عليه صمام خاص به يزود الحجرة بالفوم من خارج منطقة حرم الخزان ومن أجل أن تعمل الحجرة بشكل صحيح يجب أن يكون الضغط الأصغري الداخل إلى الحجرة مساوي إلى (40 Psi) على الأقل .

- صانعات الفوم (أداة لصب الفوم من النوع - II) Foam makers

يستخدم صانع الفوم عادة لامتصاص محلول الفوم قبل صبه داخل منطقة حقل الخزان أو عندما يستخدم في الخزانات ذات السطح العائم الخارجي لصب الفوم على منطقة المانعة الحلقية . إن أنبوب تصريف تيار الفوم من صانع الفوم مصمم بحيث يبطئ من سرعة الفوم الممدد ويقوم بعكس اتجاه الفوم ليصب على جدار حرم الخزان من الداخل أو على صفحة طرش أو على جدار الخزان من الداخل عند استخدامه في الخزانات ذات السطوح العائمة . إن لوحة طرش الفوم مركبة فوق الحافة العلوية للخزان ذو السطح العائم يجب تركيب أنبوب تصريف ذو حجم صحيح على صانع الفوم وذلك حسب التعليمات التصميمية وعندما يتم استخدام

صانع الفوم على خزان أو على حرم خزان فإنه بالإمكان تركيبه بالشكل الأفقي أو العمودي ولا يـؤثر ذلـك على أدائه . من الموصى به أن يتم تركيب أنبوب مستقيم بطول / ١٢ / أنش على سحب صانع الفوم أثنـاء التركيب . عندما استخدام صانع فوم مصنع من قبل شـركة Chemguard موديـل CRFM 1.5 فـي منظومة لحماية حرم خزان فيجب تركيب وصلة أنبوبية بقطر / ٣ / أنش وطول يتراوح ما بـين (٢٨ – ١٠٠) أنش على فتحة الخارج من صانع الفوم وإن هذا الطول لأنبوب الطرد يسمح للفوم بأن يتمدد بشـكل صحيح ويخفف من سرعة الطرد . أما الموديل CRFM 2.5 فهو ذو أنبوب بقطر / ٤ / أنش على خـط الطرد وطوله يتراوح ما بين (٢٨ – ١٢٠) أنش . إن انبون الطرد في كلا الحالتين يجب أن يوجه بحيـث يتم صب الفوم على جدار الحرم من الداخل. وفيما يلي المعلومات الواجب توفرها لتصميم منظومـة فـوم لخزان ذو سطح مخروطي :

١- تحديد نوع الوقود داخل الخزان .

٢- تحديد نوع الفوم المركز الذي سوف يستخدم .

٣- حساب مساحة سطح الوقود داخل الخزان .

٤- تحديد معدل تطبيق الفوم (صب الفوم) .

٥- تحديد نوع أداة الطرد المطلوبة وعددها (اعتمادا" على درجة الوميض للوقود وقطر الخزان) .

٦- حساب مدة صب الفوم .

٧- عدد خراطيم الإطفاء الإضافية المطلوبة ومدة التصريف .

٨- كمية الفوم المركز المطلوبة .

٩- حساب فاتورة المواد .

ملاحظة : لتحديد كمية الفوم المركز في كمية محددة من محلول الفوم تستخدم الصيغة التالية : تضرب كمية محلول الفوم بالثوابت التالية :

تضرب الكمية بـ ٠.٠١ إذا كان الفوم ذو تركيز ١ %

تضرب الكمية بـ ٠.٠٣ إذا كان الفوم ذو تركيز ٣ %

تضرب الكمية بـ ٠.٠٦ إذا كان الفوم ذو تركيز ٦ %

مثال : لدينا خزان ذو سطح مخروطي

- قطره ١٥٠ قدم
- المادة المخزنة فيه البنزين
- الفوم المركز المستخدم هو AFFF بتركيز 3 %

١"- حساب مساحة سطح الوقود : من المعادلة التالية :

$$S = \prod r^2 = 3.1417 \text{ X } (150/2)^2 = 17672$$ قدم مربعة

٢"- معدل صب محلول الفوم : من ستاندر NFPA-11 يحدد معدل الصب بـ ٠.١ لكـل قـدم مربـع ولكامل مساحة السطح

المطلوب من محلول الفوم = 17672 X 0.1 = 1767.2 غ / د

٣"- تحديد أداة صب الفوم حجرة فوم عددها ٤ مطلوبة .

٤"- تحديد مدة التصريف , تحدد بـ ٥٥ دقيقة .

1676.2 X 55 = 97196 غالون من محلول الفوم 3 %

كمية الفوم المركز المطلوبة 97196 X 0.03 = 2915.8 غالون .

٥"- تحديد عدد خراطيم الإطفاء الإضافية (حسب NFPA-11) مطلوب ثلاثة خراطيم كل منهـا يعطـي ٥٠ غ / د كحد أصغري (قطر الخزان أكبر من ١٢٠ قدم) .

٦"- مدة تطبيق الفوم عبر الخراطيم : (حسب NFPA-11) هو ٣٠ دقيقة (لخزان قطره أكبـر مـن ٩٥ قدم) . 3 X 50 = 150 X 30 = 4500 غالون من محلول الفوم

4500 X 0.03 = 135 غالون من الفوم المركز .

٧"- كمية الفوم المركز الكلية = ١٣٥ + ٢٩١٦ = ٣٠٥١ غالون .

ملاحظة : يحدد الجدول التالي عدد حجر الفوم المطلوبة لحماية خزان ذو سطح مخروطي حـاوي علـى سائل قابل للالتهاب وتحت الضغط الجوي . حيث أن حجرة الفوم مركبة على الخزان وقد يكـون مطلـوب حجرتان أو أكثر وهذه الحجر موزعة على محيط الخزان بالتساوي وهي مصممة لتصـرف الفـوم بـنفس المعدل تقريبا" .

و بالنسبة للخزانات ذات القطر الأكبر من / ٦٠ / متر فيقترح إضافة حجرة فوم واحدة علـى الأقـل لكـل ٥٠٠٠ قدم مربع (٤٦٥) م مربع من مساحة سطح السائل .

قطر الخزان بالقدم	قطر الخزان بالمتر	العدد الأصغري لحجـر الفـوم المطلوبة
حتى ٨٠ قدم	٢٤	١
٨٠ – ١٢٠	٢٤ – ٣٦	٢
١٢٠ – ١٤٠	٣٦ – ٤٢	٣
١٤٠ – ١٦٠	٤٢ – ٤٨	٤
١٦٠ – ١٨٠	٤٨ – ٥٤	٥
١٨٠ – ٢٠٠	٥٤ - ٦٠	٦

أما الجدول التالي فيبين عدد تيارات خراطيم الإطفاء الإضافية المطلوبة لخزان عمودي , كل خرطوم يجـب أن يكون قادر على تأمين تدفق بمعدل ٥٠ غرام / د من محلول الفوم .

قطر الخزان	عدد الخراطيم المطلوبة كحد أصغري
حتى ٦٥ قدم (١٩.٥ متر)	١
٦٥ – ١٢٠ قدم (١٩.٥ – ٣٦) متر	٢
أكبر من ١٢٠ قدم (٣٦) متر	٣

ويحدد الجدول التالي الزمن الأصغري المطلوب لصب الفوم ومعدل الصب من أداة تصـريف الفـوم مـن النموذج II على خزان ذو سطح مخروطي .

نوع المادة المخزنة	معدل صب الفوم	زمن الصب
سائل ذو درجة وميض مـا بـين ٣٧.٨ – ٩٣.٩° م	٠.١ غ/د لكل قدم ٤١ ليتر /د لكل متر.	٣٠ دقيقة
سائل ذو درجة وميض أقل مـن ٣٧.٨° م لكنه مسخن بلا درجـة حرارة أعلى من درجة الوميض	٠.١ غ/د لكل قدم ٤.١ ليتر /د لكل متر	٥٥ دقيقة
النفط الخام	٠.١ غ/د لكل قدم ٤.١ ليتر /د لكل متر	٥٥ دقيقة

- السوائل القابلة للالتهاب ذات درجات الغليان الأقل من ٣٧.٨° م تحتاج إلى معـدلات تطبيـق أعلى مما هو مذكور أعلاه وهذه المعدلات يجب أن تحدد بالتجربة .
- من أجل السوائل ذات اللزوجة المرتفعة والمسخنة إلى درجة حرارة أعلى مـن / ٢٠٠ /° ف فإن تخفيض المعدلات الأولية لتطبيق الفوم تكون مرغوبـة وذلـك لتخفـيض عمليـة الرغـو والانقذاف المتكرر للسائل المخزن من الخزان . يجب استخدام الحكم الجيد عند تطبيـق أنـواع الفوم المختلفة على الخزانات الحاوية على زيوت ساخنة أو أسفلت محترق أو سوائل محترقـة ذات درجات غليان أعلى من درجة غليان الماء.
- يشمل الجدول السابق البنزين الغير معالج بالرصاص الحاوي على ليس أكثر من ١٠ % حجما" إضافات مؤكسدة . عندما تزيد هذه الإضافات عن ١٠ % حجما" أو عندما يكون السائل محاول

قطبي أو منتج قابل للامتزاج بالماء فإن الحماية من النار تتم باستخدام فوم مركـز مـن نـوع AR-AFFF .

يحدد الجدول التالي زمن التشغيل الأصغري لتيارات الخراطيم الإضافية و لخزانات بأحجام مختلفة .

قطر الخزان	زمن التشغيل الأصغري بالدقيقة
حتى ١٠.٥ م	١٠
١٠.٥ – ٢٨.٥ م	٢٠
أكبر من ٢٨.٥	٣٠

إن المعدات المطلوبة للاستخدام في مجموعة منصة لضخ الفوم من اجل خزان قطره ١٥٠ قدم حاوي علـى البنزين هي كالتالي :

- خزان للفوم المركز بسعة /٣١٠٠/ غالون وذو ضغط جوي عدد واحد
- مجموعة تناسب لضخ الفوم مدارة بالكهرباء مجهزة بمأخذ لتغذية حجر الفوم (بقطر٦ أنـش) وخراطيم الإطفاء (بقطر٢.٥ أنش).
- أربع حجر فوم موديل Fc 4 او Fc 6 .
- ثلاثة قواذف فوم تستخدم مع الخراطيم باستطاعة /٥٠/ غ/د.
- ٣٠٥١ غالون من الفوم المركز بنسبة ٣% (AFFF)

يبين الشكل رقم ٩ مخطط لمنظومة ضخ الفوم من أنابيب وصمامات وأدوات صب أو أدوات تصريف .....

أما الشكل رقم ١٠ فيبين منظومة فوم نصف ثابتة مركبة على خزان ذو سطح مخروطي.

يبين المثال التالي متطلبات منظومة الفوم لحماية مانعة خزان ذو سطح عائم مفتوح من الأعلى وقطره ١٥٠ قدم .

- نوع الخزان : خزان ذو سطح عائم مفتوح من الأعلى .
- قطر الخزان : ١٥٠ قدم .
- نوع المادة المخزنة : البنزين .
- حاجز الفوم مركب على السطح : نعم مركب .ويبعد ٢ قدم عن جدار الخزان وارتفاعه ٢ قدم .
- مساحة الفراغ الحلقي حول السطح العائم : ٩٣٠ قدم مربع .
- معدل التطبيق (الصب) : ٠.٣٠ غ / د لكل قدم مربع (حسب NFEA-11) .

٠.٣٠ × ٩٣٠ = ٢٧٩ غ / د من محلول الفوم مطلوب لكامل الفراغ الحلقي .

- أدوات تصريف الفوم (صانعات الفوم)
- مدة التصريف : ٢٠ دقيقة .

٢٧٩ × ٢٠ = ٥٥٨٠ غالون من محلول الفوم

٥٥٨٠ × ٠.٠٣ = ١٦٧.٤ غالون من الفوم المركز من نوع AFFF تركيز ٣ % .

- عدد صانعات الفوم المطلوبة : ٦ حسب NFPA-11 .
- عدد خراطيم الإطفاء الإضافية المطلوبة : كما هو الحال بالنسبة لخزان ذو سطح مخروطي .

ملاحظة :

إن عدد نقاط تصريف الفوم الثابتة على خزان ذو سطح عائم مفتوح من الأعلى يحـددها محـيط الخـزان فالمسافة الأعظمية ما بين نقطتي تصريف هي ٤٠ قدم (١٢.٢) م من محيط الخزان وذلك عنـد اسـتخدام حاجز للفوم بارتفاع (١٢) أنش أي (٣٠٥) مم وكل ٨٠ قدم (٢٤.٤) م من محيط الخزان وذلك عنـد استخدام حاجز للفوم بارتفاع ٢٤ أنش أي (٦١٠) مم حسب NFPA-11 .

تصميم حاجز الفوم :

حاجز الفوم يجب أن يكون دائري ومصنع من صفائح فولاذية بسماكة لا تقل عن ٣.٤ مـم وهـو ملحـوم بإحكام على السطح العائم وهو مصمم لاحتجاز الفوم في منطقة المانعة وهو بعمق كـافي ليغطـي مسـاحة المانعة إضافة إلى أنه يسمح للفوم بالتدفق إلى نقطة التشقق في المانعة يجب أن يكون ارتفاع هذا الحاجز ١٢ أنش على الأقل وأن يمتد بمسافة ٢ أنش على الأقل فوق أي مانعة ثانوية معدنية ويجـب أن يكـون علـى مسافة لا تقل عن واحد قدم ولا تزيد عن ٢ قدم من طرف السطح العائم , إن محلول الفـوم ومـاء المطـر تصفى بواسطة شقوق موجودة في أسفل الحاجز.

منظومة حقن الفوم في أسفل الخزان / SUB - SURFACE SYSTEM

(غير موصى باستخدام هذه المنظومة في الخزان الحاوي على أنواع من الوقود ذات اللزوجة أعلـى مـن ٤٤٠ بالسنتيشتوك وعند درجة حرارة التخزين المتوقعة الأصغرية) .

مثال : **منظومة حقن الفوم في أسفل الخزان**

١- خزان ذو سطح مخروطي قطره ٨٠ قدم .
٢- الوقود المخزن هو البنزين .
٣- الفوم المستخدم AFFF بتركيز ٣% أو ٦ % .
٤- مساحة السطح ٤٠× ٤٠ × ٣.١٤ = ٥٠٢٦.٧ قدم مربع .
٥- معدل التطبيق ٠.١ غ / د لكل قدم مربع . ٠.١ × ٥٠٢٦.٧ = ٥٠٢.٦٧ غ / د من محلول الفوم .
٦- مدة التصريف ٥٥ دقيقة .
٧- كمية الفوم المركز المطلوبة ٥٠٣ × ٥٥ × ٠.٠٣ = ٨٢٩.٩ غالون من الفوم المركز .
٨- أداة التصريف : مولد فوم عدد ١ .

٩- عدد فتحات التصريف داخل الخزان : واحدة حسب NFPA-11 .

١٠ - عدد خراطيم الإطفاء الإضافية كما هو الحال بالنسبة لخزان ذو سطح مخروطي .

يبين الجدول التالي عدد فتحات التصريف المطلوبة داخل الخزان :

قطر الخزان	عدد مخارج الطرد المطلوبة	
	السائل المخزن ذو درجة وميض أقل من ٣٨° م	السائل المخزن ذو درجة مساوية ل ٣٨° م أو أعلى
حتى ٨٠ قدم (٢٤) م	١	١
أعلى من ٨٠ وحتى ١٢٠ قدم (٢٤ – ٣٦) م	٢	١
أعلى من ١٢٠ وحتى ١٤٠ قدم (٣٦ – ٤٢) م	٣	٢
أعلى من ١٤٠ وحتى ١٦٠ قدم (٤٢ – ٤٨)	٤	٢
أعلى من ١٦٠ وحتى ١٨٠ قدم (٤٨ – ٥٤) م	٥	٢
أعلى من ١٨٠ وحتى ٢٠٠ قدم (٥٤ – ٦٠) م	٦	٣
أعلى من ٢٠٠ قدم (٦٠) م	٦ + فتحة واحدة لكل ٥٠٠٠ قدم مربع إضافية من السطح	٣ + فتحة واحدة لكل ٧٥٠٠ قدم مربع إضافي من السطح

- مدافع وخراطيم الفوم :

لا تعتبر المدافع الوسائل الرئيسية لحماية الخزانات ذات السطح الثابت ذات القطر الأكبر من / ٦٠ / قدم كذلك الحال لا تعتبر الخراطيم هي الوسائل الأساسية في حماية الخزانات ذات القطر الأكبر من / ٣٠ / قـدم أو الخزانات ذات الارتفاع الأعلى من / ٢٠ / قدم .

- معدلات تطبيق الفوم باستخدام المدافع أو الخراطيم :

إن معدل تطبيق الفوم الأصغري اعتماداً على افتراض أن كل الفوم المصرف سوف يصل إلى المنطقـة المراد حمايتها . ومع الأخذ بعين الاعتبار كل متطلبات تدفق الفوم الفعلية وضياعات الفوم الكامنـة نتيجـة التيارات الحرارية الخارجة من النار وغيرها . فإن الجدول التالي يبين كثافة تطبيق الفـوم ومـدة التطبيـق باستخدام المدافع والخراطيم على الخزانات الحاوية على مواد هيدروكربونية .

نوع الهيدروكربون	معدل تطبيق الفوم الأصغري		زمن التصريف الأصغري دقيقة
	غ/د لكل قدم مكعب	ل/د لكل متر مربع	
درجة الوميض مـا بـين ٣٧.٨ – ٩٣.٣° م	٠.١٦	٦.٥	٦٠
درجة الوميض أقل مـن ٣٧.٨° م أو سوائل مسخنة لأعلى من درجة وميضها	٠.١٦	٦.٥	٦٥
النفط الخام	٠.١٦	٦.٥	٦٥

تطبق هذه المعدلات على البنزين الغير مرصوص الحاوي على ١٠% وما دون من الإضافات الأوكسـجينية حجماً.

بالنسبة للخزانات الحاوية على محاول نقي أو قابل للانحلال بالماء فإن فترة معدل التطبيق موصى بهـا أن تكون ٦٥ دقيقة . السوائل القابلة للالتهاب ذات درجة الغليان الأقل من ٣٧.٨°م والمنتجات التـي تحتـرق لفترة من الزمن تستطيع أن تشكل طبقة ساخنة والتي تتطلب معدلات تطبيق للفوم تصل من ٠.٢ – ٠.٢٥ غ / د لكل قدم مربع .

حماية الخزانات بالمدافع عالية التدفق

تقنية إخماد الحرائق في الخزانات الكبيرة :

تعتبر الحرائق في الخزانات الكبيرة حالات معقدة وإخمادها يتطلب التخطيط الفعـال واسـتخدام المصـادر المتوفرة بفعالية أيضاً . إن الأكواد المتوفرة حالياً لا تعطي إرشادات عن كيفية تطبيقـات الفـوم باسـتخدام المدافع عالية التدفق على الحرائق في الخزانات الكبيرة لكن هذه الأكواد والمراجع تقدم توصيات مفيدة مـن أجل المنظومات الثابتة للحماية من النار. إن حوادث احتراق كامل السطح في الخزانات ذات القطـر الكبيـر تحدث في كل أنحاء العالم وإخماد مثل هذه الحرائق لم يكن ناجحاً في كل الأوقات وبإدخال اسـتخدام مـدافع الفوم ذات الاستطاعات الكبيرة أدى إلى اختلافات جديدة في تراكيز الفوم و تحسينات في تقنيات صب الفوم . لذلك كان هناك بعض النجاح قد تم تحقيقه في عملية الإخماد . إن أكبر حريق في كامل الخزان تـم إخمـاده

بنجاح كان ذو قطر ١٥٠ قدم / ٤٦ متر / وعملية الإخماد أنجـزت مـن الخـارج باسـتخدام مـدافع ذات استطاعات كبيرة حيث تم صب الفوم مباشرة على السطح المحترق من الأعلى . ومن المعتقـد أن تقنيـات الإخماد الموجودة قادرة على إخماد الحرائق في خزانات يصل قطرها حتى / ٦٠ متر / وبشكل نظري يمكن استخدام هذه التقنيات لإخماد حرائق في خزانات يتجاوز قطرها ٢٠٠ قدم / ٦٠ متر / وذلك باستخدام طريقة صب الفوم من الأعلى عن طريق مدافع متنقلة ذات استطاعة كبيرة جداً مع استخدام أنواع محسنة من الفـوم المركز .

معدل التطبيق :

يوصي ستاندر NFPA-11 بأن يكون معدل تطبيق الفوم باستخدام معدات قابلة للتنقل ٠.١٦ غرام / د لكل قدم مربع من السطح (٦.٥ ل / د لكل متر مربع) يحدد هذا الكود أيضاً بأن السوائل الملتهبة ذات درجات الغليان الأقل من ٣٧.٨° م تتطلب معدلات تطبيق أعلى . إضافة إلى ذلك فإن السوائل القابلة للالتهـاب ذات مجال الغليان الواسع كالنفط الخام الذي يتطلب معدلات تطبيق ٠.٢ غ / د لكل قدم مربع (٨.١ ل / د لكـل متر مربع) إن معدل التطبيق المحدد في هذا الكود مبني على افتراض أن محلول الفوم يصل إلـى السـطح المحترق .

ملاحظة : يقصد بهذه المعدلات أنواع الوقود الهيدروكربوني السائلة أما سوائل المحاليل القطبيـة فيسـتخدم فيها الفوم المقاوم للكحول فقط .

بالنظر لما ذكر أعلاه فإن المعدلات ومن خلال نتائج التجارب العملية على حرائق لسطح كامل في خزانـات كبيرة فإن المعدل أكثر بقليل مما ذكر أعلاه أي ٠.٢٥ غ / د لكل قدم مربع (١٠.٤ ل / د لكل متر مربع) أما بالنسبة للنفط الخام المحترق فإن المعدل يصل إلى (١٢.٩ ل / د لكل متر مربع) . إن معدلات التطبيق المرتفعة تؤمن فرصة أفضل في تأكيد وصول الفوم إلى السطح المحترق وهذا يزيد من إمكانية الإخماد .

يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار عند تطبيق مثل هذه المعدلات أن يؤخذ بالحسبان الضـياعات بـالفوم بسـبب تيارات الحرارة الصاعدة وانقطاع الفوم حيث أنه يمر من خلال اللهب للوصول إلى السطح المحترق وتحطم الفوم بسبب الوقود الساخن أو أي سطح معدني ساخن .

تركيز الماء والفوم المطلوب لإخماد حرائق الخزانات الكبيرة :

إن كمية الماء ومعدل التدفق المطلوبة لإنتاج محلول فوم بتركيز ٣ % من أجل إطفاء حريق خزان كبيـر يمكن الحصول عليه من الجدول رقم ١ . أما كمية الفوم المركز اللازمة لإنتاج محلول الفوم ذو تركيز ٣ % فيمكن الحصول عليها من الجدول رقم ٢ .

تبريد للخزان المحترق وحماية الخزانات المجاورة من الحرارة الناتجة عن الإشعاع :

إن كمية الماء المطلوبة لتبريد الخزان المحترق تقدر حسب حجم الخزان وذلك حسب التالي :

قطر الخـزان	كميـة الماء

٣٠ م	٣ م^{٣} / د
٣٦ م	٤ م^{٣} / د
٤٨ م	٥ م^{٣} / د
٦٧ م	٦ م^{٣} / د

أما المياه المطلوبة لحماية كل خزان مجاور غير محجوب عن الخزان المحترق هي (٢ متر مكعـب / د) وبشكل عملي فإن الماء المطبق على جدار الخزان الكبير المحترق يكون غير فعال في منـع الخـزان مـن الالتواء والتشوه .

الجدول رقم/١/ معدل تدفق الماء لتشكيل محلول فوم بتركيز ٣% لإخماد نيران في الخزانات الكميات أصغرية

قطر الخزان /م/	معدل تدفق الماء		كمية الماء الكلية المطلوبة خلال مدة تشغيل مقدارها ٦٥ دقيقة	
	معدل تطبيق مقداره ٦.٥ ليتر/د لكل متر مربع من السطح المحترق (ليتر)	معدل تطبيق مقداره ١٠.٤ ليتر/د لكل متر مربع من السطح المحترق (ليتر)	معدل تطبيق مقداره ٦.٥ ليتر/د لكل متر مربع من السطح المحترق (م مكعب)	معدل تطبيق مقداره ١٠.٤ ليتر/د لكل متر مربع من السطح المحترق(م مكعب)
٣٠.٥	٤٥٩٨	٧٣٥٧	٢٩٩	٤٧٨
٣٣.٥	٥٥٦٣	٨٩٠٢	٣٦٢	٥٧٩
٣٦.٦	٦٦٢١	١٠٥٩٤	٤٣٠	٦٨٩
٣٩.٦	٧٧٧٠	١٢٤٣٣	٥٠٥	٨٠٨
٤٢.٧	٩٠١٢	١٤٤٢٠	٥٨٦	٩٣٧
٤٥.٧	١٠٣٤٥	١٦٥٥٣	٦٧٢	١٠٧٦
٤٨.٨	١١٧٧٠	١٨٨٣٤	٧٦٥	١٢٢٤
٥١.٨	١٣٢٨٨	٢١٢٦٢	٨٦٤	١٣٨٢
٥٤.٩	١٤٨٩٧	٢٣٨٣٧	٩٦٨	١٥٤٩
٥٧.٩	١٦٥٩٨	٢٦٥٥٨	١٠٧٩	١٧٢٦
٦١	١٨٣٩١	٢٩٤٢٥	١١٩٥	١٩١٣
٦٤	٢٠٢٧٦	٣٢٤٤٤	١٣١٨	٢١٠٩
٦٧.١	٢٢٢٥٣	٣٥٦٠٦	١٤٤٦	٢٣١٥
٧٠.١	٢٤٣٢٢	٣٨٩١٦	١٥٨١	٢٥٣٠
٧٣.٢	٢٦٤٨٣	٤٢٣٧٦	١٧٢١	٢٧٥٤
٧٦.٢	٢٨٧٣٦	٤٥٩٨١	١٨٦٨	٢٩٨٩
٧٩.٢	٣١٠٨١	٤٩٧٣٣	٢٠٢٠	٣٢٣٣
٨٢.٣	٣٣٥١٨	٥٣٦٣٢	٢١٧٩	٣٤٨٦
٨٥.٣	٣٦٠٤٧	٥٧٦٧٩	٢٣٤٣	٣٧٤٩
٨٨.٤	٣٨٦٦٧	٦١٨٧٢	٢٥١٣	٤٠٢٢

٩١.٤	٤١٣٨٠	٦٦٢١٣	٢٦٩٠	٤٣٠٤

الجدول رقم/٢/ كمية الفوم المركز بنسبة ٣% المطلوبة لتشكيل محاول فوم بتركيز ٣% لإخماد نيران في الخزانات - الكميات أصغرية

قطـــــر الخزان /م/	معدل تدفق الفوم المركز بنسبة ٣%		كمية الفـوم المركـز بنسـبة ٣% الكليـة المطلوبة خلال مدة تشـغيل مقـدارها ٦٥ دقيقة	
	معدل تطبيق مقداره ٦.٥ ليتر/د لكل متـر مربـع مـن السـطح المحترق	معدل تطبيق مقداره ١٠.٤ ليتـر/د لكـل متر مربع من السطح المحترق	معدل تطبيق مقداره ٦.٥ ليتر/د لكل متـر مربـع مـن السـطح المحترق (م مكعب)	معدل تطبيق مقداره ١٠.٤ ليتر/د لكل متـر مربـع مـن السطح المحتـرق(م مكعب)
٣٠.٥	١٤٢	٢٢٨	٩.٢٥	١٤.٧٩
٣٣.٥	١٧٢	٢٧٥	١١.١٩	١٧.٨٩
٣٦.٦	٢٠٥	٣٢٨	١٣.٣١	٢١.٣٠
٣٩.٦	٢٤٠	٣٨٥	١٥.٦٢	٢٤.٩٩
٤٢.٧	٢٧٩	٤٤٦	١٨.١٢	٢٨.٩٩
٤٥.٧	٣٢٠	٥١٢	٢٠.٨٠	٣٣.٢٧
٤٨.٨	٣٦٤	٥٨٢	٢٣.٦٧	٣٧.٨٦
٥١.٨	٤١١	٦٥٨	٢٦.٧٢	٤٢.٧٤
٥٤.٩	٤٦١	٧٣٧	٢٩.٩٥	٤٧.٩٢
٥٧.٩	٥١٣	٨٢١	٣٣.٣٨	٥٣.٣٩
٦١	٥٦٩	٩١٠	٣٦.٩٨	٥٩.١٦
٦٤	٦٢٧	١٠٠٣	٤٠.٧٧	٦٥.٢٢
٦٧.١	٦٨٨	١١٠١	٤٤.٧٥	٧١.٥٨
٧٠.١	٧٥٢	١٢٠٤	٤٨.٩١	٧٨.٢٣
٧٣.٢	٨١٩	١٣١١	٥٣.٢٥	٨٥.١٨
٧٦.٢	٨٨٩	١٤٢٢	٥٧.٧٨	٩٢.٤٣
٧٩.٢	٩٦٢	١٥٣٨	٦٢.٥٠	٩٩.٩٧

٨٢.٣	١٠٣٧	١٦٥٩	٦٧.٤٠	١٠٧.٨١
٨٥.٣	١١١٥	١٧٨٤	٧٢.٤٨	١١٥.٩٤
٨٨.٤	١١٩٦	١٩١٣	٧٧.٧٥	١٢٤.٣٧
٩١.٤	١٢٨٠	٢٠٤٨	٨٣.٢١	١٣٣.١٠

عملياً يكون تطبيق المياه على جدار خزان كبير محترق غير فعال في منع الخزان من الالتواء والتشوه وفـي المراحل اللاحقة من عملية الإطفاء سيساعد تطبيق الماء على المنطقة فوق مستوى السائل في بقاء الفوم على تماس مع جدار الخزان . يجب إيقاف تيارات مياه التبريد عندما يبدأ صب الفوم للحفاظ على الماء والتركيـز على عملية الإخماد . إن الحاجة لحماية الخزانات المجاورة من الأفضـل تحديـده وتوضـيحه بالمعلومـات والبيانات المدروسة مسبقاً والتي سيتم تنفيذها أثناء حرائق الخزانات الكبرى . إن الزمن المطلوب لخلق حالة متصاعدة في خزان مجاور يعتمد على عدة عوامل تشمل

- حجم الخزان .
- المسافة الفاصلة .
- نوع الخزان.
- درجة الغليان الأولية للسائل القابل للالتهاب الموجود بالخزانات.
- مياه التبريد .
- تصميم الخزان .
- سرعة واتجاه الريح .

مثال : النار مشتعلة في كامل السطح لخزان قطره "٥٠" م قمته مفتوحة . فإنه من المتوقع أن تشـمل النـار خزان مجاور مماثل حاوي على النفتا وذو سطح عائم بعد ١.٥ ساعة في حال توفر الشروط التالية :

- سرعة الريح ٤ م/ثا باتجاه الخزان المجاور .
- المسافة الداخلية الفاصلة ما بين الخزان تساوي نصف القطر أي ٢٥ م .
- الخزان المجاور ذو سطح عائم على شكل طوف والحماية بالرش المائي غير مناسبة .

تغير أي من الشروط السابقة يغير الوقت اللازم لاشتعال الخزان المجاور .

حالة الأساس	**١.٥ ساعة**
تغيير الشروط	
عدم وجود ريح	٢.٥ ساعة
زيادة المسافة الداخلية الفاصلة بين الخزانات إلى طول القطر (٥٠ م)	٣ ساعة
زيادة المسافة الفاصلة بين الخزانات إلى ضعف من القطر ١٠٠ م	١٧ ساعة

تطبيق ماء على الجانب المتعرض للإشعاع	٢.٨ ساعة
سطح ذو حوض مزدوج على الخزان المتعرض	١.٥ ساعة
تطبيق الماء على الجانب المتعرض + سطح ذو حوض مزدوج	٢٤ ساعة
خزانات بأقطار مساوية لـ ٣٠ م فقط ومسافة الفصل بها نصف القطر	٠.٥ ساعة
خزان مجاور يحتوي على الكيروسين	٢٢ ساعة

بعض الاستنتاجات المستحصلة من النتائج السابقة هي :

١- تصاعد حالة الخزان محتمل الحدوث في الخزانات الغير محمية والحاوية على مادة قابلة للتطاير مع وجود مسافة فصل عادية مالم يتم إخماد الحريق الأصلي بسرعة .
٢- حالات هدوء (الريح) تعيق خطر التصاعد فقط .
٣- مسافة الفصل الزائدة لوحدها تعيق فقط خطر التصاعد .
٤- الحماية باستخدام رش الماء أو عزل السطح لوحده لا يمنع حالة التصاعد .
٥- الرش بالماء وعزل السطح مع بعضهما فعالة .
٦- الخزانات ذات القطر الأصغر والمسافات الفاصلة عادية تكون ذات خطر أكبـر بالنسـبة للتصـاعد مقارنة بالخزانات ذات القطر الأكبر .
٧- أنواع الوقود القابلة للتطاير بشكل منخفض تؤمن زمن استجابة أكبر لعناصر إطفاء النار .

تبريد الخزانات المجاورة يتم إنجازها بالشكل الأمثل بوجود منظومات ثابتة لهذا الغرض حيث تكـون هـذه المنظومات مصممة لتأمين طبقة مائية فعالة على السطوح المعدنية المتعرضة . إن معدل مياه التبريد مقداره (2 $L/min\ /m^2$) كافي لامتصاص ٩٠ % من حرارة الإشعاع القادمة .أي زيادة في معدل مياه التبريد لن تؤدي إلى زيادة تأثير التبريد بشكل كافي . إن المعدل المطلوب من قبل NFPA-15 والمحدد بـ 10.2 L / $mi/\ m^2$ هو لحماية الأوعية المضغوطة بشكل رئيسي مثل خزانات LPG والمتعرضـة لارتطـام اللهـب المباشر .

تقنية صب الفوم من الأعلى باستخدام مدافع الفوم ذات الاستطاعة الكبيرة

في الوقت الحاضر يستخدم لإطفاء الحرائق في الخزانات الكبيرة مدافع تصب الفوم فوق السطح المحتـرق . وهذه المدافع قادرة على إنتاج الفوم بنسبة تمدد تتراوح ما بين (٣.١-٤.٥)حيث الفوم من النـوع المقـاوم للكحول . إن شركة Chemgard لديها مدافع باستطاعات كبيرة تصل حتـى (٧٥٧٠) ليتـر /د . وهـذه المعدات تعمل عند ضغط داخل يتراوح ما بين (١٠٠Psi-١٣٠)و مجال قذف يصل إلى (٦١-٩٩) متر . يجب استخدام خراطيم إطفاء ذات قطر كبير لتزويد هذه المدافع بالتدفق المطلوب أثناء استخدام الفـوم علـى النار . واستخدام خراطيم بقطر /٥/ أنش هو المفضل بسبب ضياع الضغط بالاحتكاك المـنخفض وسـهولة الاستخدام . من الضروري التذكر أنه من الصعب جداً تحريك الخرطوم في حال امتلائه بالماء . مـن أجـل

التخمين السريع : يجب تأمين خرطوم بقطر /5/ أنش لكل (3.8) م^3/د عند هذا المعدل مـن التـدفق فـإن الضياع بالاحتكاك هو (8.0 psi) لكل / 30.5 / م طول خرطوم . يعطي الجدول رقم/ 3 / معلومـات عن الضياع بالاحتكاك لبعض الخراطيم ذات القطر الكبير .

إن تقنية صب الفوم على الخزان المحترق إما باستخدام مدافع ذات استطاعات كبيرة جداً أو باسـتخدام عـدة مدافع مع بعضها . لتشكيل كتلة تيار مطرود مع الريح لتتوضع على المنطقة المختارة في الخزان وتشـكيل مانعة جيدة . إن معدل التطبيق الموضعي المرتفع جداً يعزز اختراق الفوم للنـار والتوضـع علـى منطقـة صغيرة نسبياً فوق السطح المحترق ومنه ينتشر إلى باقي السطح . واستخدام معدل تطبيق موضعي كبير يفيد أيضاً في تخفيض درجة حرارة الوقود موضعياً والضغط البخاري الفعلي المرتبط به وهذا يساعد في تخفيض شدة النار . هذه العوامل تتطلب الأخذ بعين الاعتبار أنه كلما اقتربت درجة حرارة الوقود من درجة غليـان الماء فإنه من الصعب بقاء الفوم . وكلما زادت درجة حرارة الوقود فإن درجة حرارة البخار الحقيقية ستزداد لتتجاوز فعالية غطاء الفوم .

الجدول /3/ ضياع الضغط بكل 100 قدم /30.5/ م من الخراطيم

ضياع الضغط في خط التزود بالماء محسوب بـ PSI & Kpa لكل 100 قدم /30.5/م من طول الخرطوم

التدفق		خط التزود بقطر 4 أنش		خط التزود بقطر 4.5 أنش		خط التزود بقطر 5 أنش		خط التزود بقطر 6 أنش	
غ /د	ل/د	PSI	Kpa	PSI	Kpa	PSI	kpa	PSI	Kpa
100	369	0.20	1	0.10	1	0.06	1	0.05	0.3
200	737	0.80	6	0.40	3	0.32	2	0.20	1
300	1106	1.80	12	0.90	6	0.72	3	0.45	3
400	1474	3.20	22	1.00	10	1.28	9	0.80	6
500	1843	5.00	34	2.50	17	2.00	14	1.25	9
600	2211	7.20	50	3.60	25	2.88	20	1.80	12
700	2580	9.80	68	4.90	34	3.92	27	2.45	17
800	2948	12.80	88	6.40	44	5.12	35	3.20	22
900	3317	16.20	112	8.10	56	6.48	45	4.05	28
1000	3685	20.00	138	10.00	69	8.00	55	5.00	34
1100	4054	24.20	167	12.10	83	9.68	67	6.05	42
1200	4422	28.80	199	14.40	99	11.52	79	7.20	50
1300	4791	33.80	233	16.90	117	13.52	90	8.45	58

٦٨	٩.٨٠	١٠٨	١٥.٦٨	١٣٥	١٩.٦٠	٢٧٠	٣٩.٢٠	٥١٦٠	١٤٠٠
٧٨	١١.٢٥	١٢٤	١٨.٠٠	١٥٥	٢٢.٥٠	٣١٠	٤٥.٠٠	٥٦٢٨	١٥٠٠
٨٨	١٢.٨٠	١٤١	٢٠.٤٨	١٧٧	٢٥.٦٠	٣٥٣	٥١.٢٠	٥٨٩٧	١٦٠٠
١٠٠	١٤.٤٥	١٥٦	٢٣.١٢	١٩٩	٢٨.٩٠	٣٩٩	٥٧.٨٠	٦٢٦٥	١٧٠٠
١١٢	١٦.٢٠	١٧٩	٢٥.٩٢	٢٢٣	٣٢.٤٠	٤٤٧	٦٤.٨٠	٦٦٣٤	١٨٠٠
١٢٤	١٨.٠٥	١٩٩	٢٨.٨٨	٢٤٩	٣٦.١٠	٤٩٦	٧٢.٢٠	٧٠٠٢	١٩٠٠
١٣٨	٢٠.٠٠	٢٢١	٣٢.٠٠	٢٧٦	٤٠.٠٠	٥٥٢	٨٠.٠٠	٧٣٧١	٢٠٠٠
١٥٢	٢٢.٠٥	٢٤٣	٣٥.٢٨	٣٠٤	٤٤.١٠	٦٠٨	٨٨.٢٠	٧٧٣٩	٢١٠٠
١٦٧	٢٤.٢٠	٢٦٧	٣٨.٧٢	٣٣٤	٤٨.٤٠	٦٦٧	٩٦.٨٠	٨١٠٦	٢٢٠٠
١٨٢	٢٦.٤٥	٢٩٢	٤٢.٣٢	٣٦٦	٥٢.٩٠	٧٢٩	١٠٥.٨٠	٨٤٧٦	٢٣٠٠
١٩٩	٢٨.٨٠	٣٠٨	٤٦.٠٨	٣٩٧	٥٧.٦٠	٧٩٤	١١٥.٢٠	٨٨٤٥	٢٤٠٠
٢١٥	٣١.٢٥	٣٤٥	٥٠.٠٠	٤٣١	٦٢.٥٠	٨٦٢	١٢٥.٠٠	٩٢١٤	٢٥٠٠

ملخـص لحمايـة الخزانـات

		خزانات ذات سطح ثابت (مخروطي)	خزانات ذات سطح عائم من نوع طوف أو حوض مزدوج
مخـارج الفـوم تحت الموانع في الخزانـات ذات السطح العائم أو تحـت المانعـة الثانوية المعدنية	العدد المطلوب	غير متوفر	**مانعة ميكانيكية:١-لكل ٣٩.٦م من محيط الخزان(غير مطلوب حاجز فوم) مانعة أنبوبية فوق١٥.٢ سم من قمة المانعة إلى قمة الطوف مع وجود مخارج للفوم تحت الساتر الجوي المعدني أو المانعة الثانوية. ١-لكل ١٨.٣ م من محيط الخزان (غير مطلوب حاجز فوم)المانعة الأنبوبية أقل من ١٥.٢سم من قمة المانعة إلى الطوف مع مخارج للفوم تحت الساتر الجوي المعدني أو المانعة الثانوية . ١- لكل ١٨.٣م من محيط الخزان (حاجز الفوم مطلوب بارتفاع ٣٠.٥ سم على الأقل) .**
	معدلات تطبيق الهيدروكربون	غير متوفر	**١.١٤ل/د م^{٢} من مساحة المانعة الخلفية بوجود حاجز للفوم أو عند تطبيق الفوم أسفل المانعة المعدنيـة . ١.٩ ل/د/م^{٢} للتطبيقات الأخرى.**
	أزمنة التصريف	غير متوفر	**٢٠ دقيقة بوجود حاجز للفوم**
	المحاليل القطبية	غير متوفر	**غير مغطى بـ NFPA-H**
مدافع وخـراطيم الفـوم لحمايـة الخزان	حجم الخزان	**مدافع لخزانات يصـل قطرهـا حتـى (١٨.٣)م. خراطيم لخزانات يصل قطرها إلى أقل مـن ٩.٢م وارتفاعها إلى أقل من ٦.١م**	**غير موصى باستخدام المدافع. الخراطيم مناسبة لإخماد حرائق الطوف في الخزانات ذات السطح العائم .**
	معدلات تطبيق الهيدروكربون	٠.١٦ غ/د/قدم^{٢} ٦.٥ ل/د/م^{٢}	**٦.٥ ل/د/م^{٢} من أجل حرائق الإطار في خزانات ذات سطح عائم مفتوح القمة .**
	أزمنة التصريف	درجة الوميض أقل من١٠٠° ف = ٦٥ د درجة الوميض بين ١٠٠-١٤٠° ف= ٥٠ د النفط الخام = ٦٥ د	**تستخدم نفس الأزمنة المستخدمة لحرائق الإطار. خزان ذو سطح عائم مفتوح من الأعلى .**
فتحات تصريف	العدد المطلوب	نفس ما هو مطلوب في جدول حجر الفوم .	**غير موصى به**
	معدلات تطبيق الهيدروكربون	٤.١ ل/د/م^{٢} من سطح السائل كحد أصغري ٨.٢ ل/د/م^{٢} من سطح السائل كحد أعظمي سرعة الفوم من المخرج يجب أن لا تزيـد عـن ٣م/ثا للسوائل من الصـنف IB وعـن ٦.١م/ثـا	**غير موصى به**

إعداد وتقديم / مدير الجودة والسلامة المهنية والبيئة – المهندس سمير خالد

Fighting of petroleum storage tank firs

في منظومة حقن أسفل الخزان		للسوائل الأخرى .	
	أزمنة التصريف	درجة الوميض ١٠٠-١٤٠° ف = ٣٠د درجة الوميض أقل من١٠٠° ف = ٥٥ د النفط الخام = ٥٥ د	**غير موصى به**
	المحاليل القطبية	غير موصى به	**غير موصى به**
		خزانات ذات سطح مخروطي ثابت وخزانات ذات سطح عائم من نوع حوض مسطح .	**خزانات ذات سطح عائم من نوع طوف أو حوض مزدوج (مفتوحة القمة أو مغطاة) مساحة المانعة الحلقية .**
	عـدد مخـارج الفوم المطلوبة	القطر حتى ٢٢.٤م ١حجرة القطر حتى ٢٤.٧-٣٦.٦م ٢حجرة القطر حتى ٣٦.٩-٤٢.٧م ٣حجرة القطر حتى ٤٣-٤٨.٨م ٤حجرة القطر حتى ٤٩-٥٤.٩م ٥حجرة القطر حتى ٥٥.٢-٦١م ٦حجرة القطر أكبر من٦١.٦م تضاف حجرة واحدة لكـل ٥٠٠٠ قدم مربع من السطح.	**واحدة لكل ١٢.٢ م من محيط الخزان مع وجود حاجز فوم بارتفاع ١٢ أنش .** **واحدة لكل ٢٤.٤ م من محيط الخزان مع وجود حاجز فوم بارتفاع ٢٤ أنش .**
	معدلات تطبيق الهيدروكربون	٠.٣٨ ل/د/م^٢ من سطح السائل	**١.١٤ ل/د/م^٢ من مساحة الفراغ الحلقي بين جدار الخزان وحاجز الفوم.**
	معدلات المحاول القطبي		
	أزمنة تصريف الهيدروكربون	نموذجII نموذجI درجة الوميض ٣٧.٨-٩٤.٤°م ٢٠د ٣٠د درجة الوميض أقل من°٣٧.٨م ٣٠د ٥٥د النفط الخام ٣٠د ٥٥د	**٢٠دقيقة**
	محاليل قطبية	نموذج I ٣٠ د نموذج II ٥٥ د	

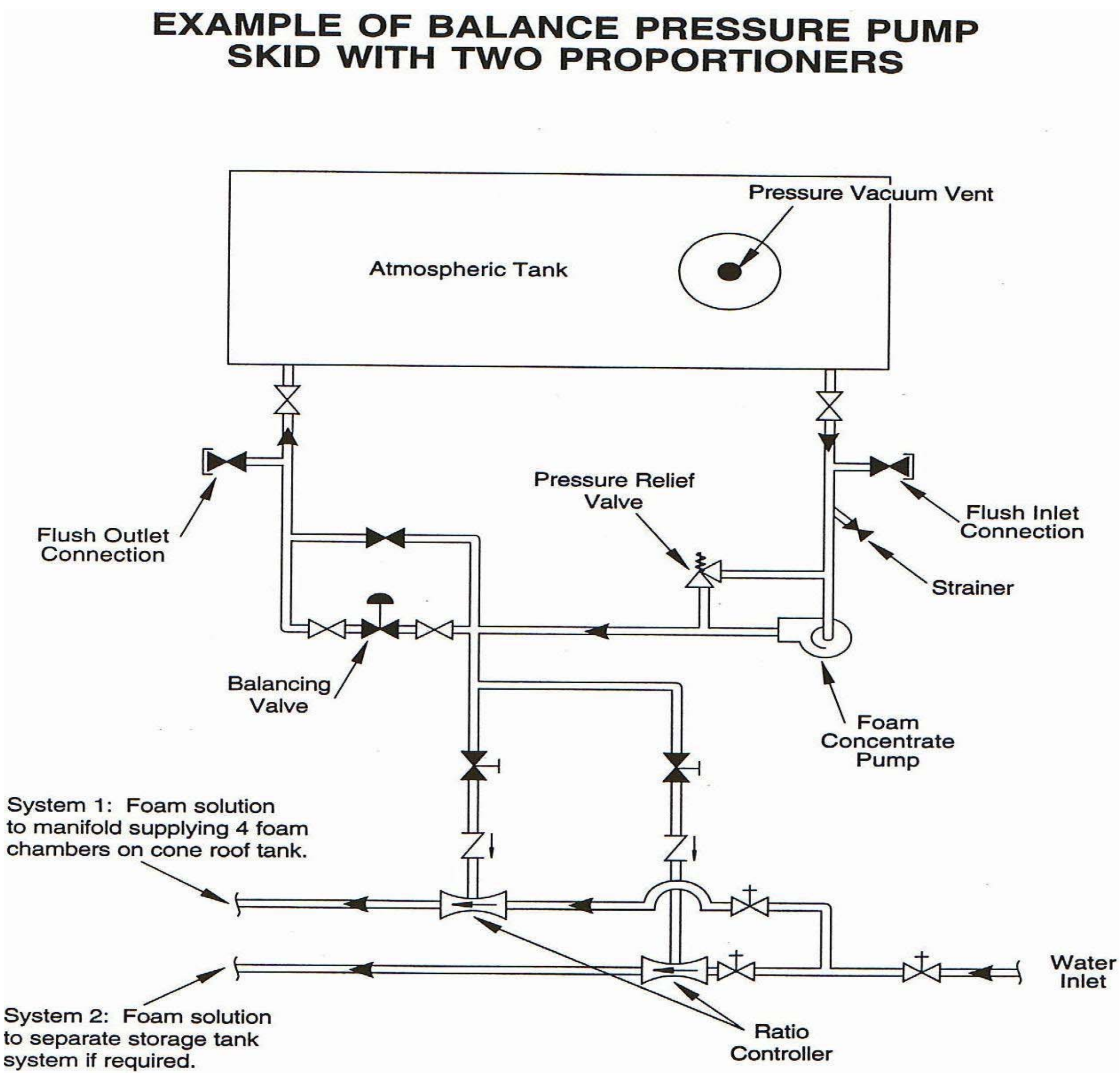
ملاحظة : U.G. Ultra guard 3% AR-AFFF 3/6 3% - 6% AR-AFFF @ 6% Proportioning

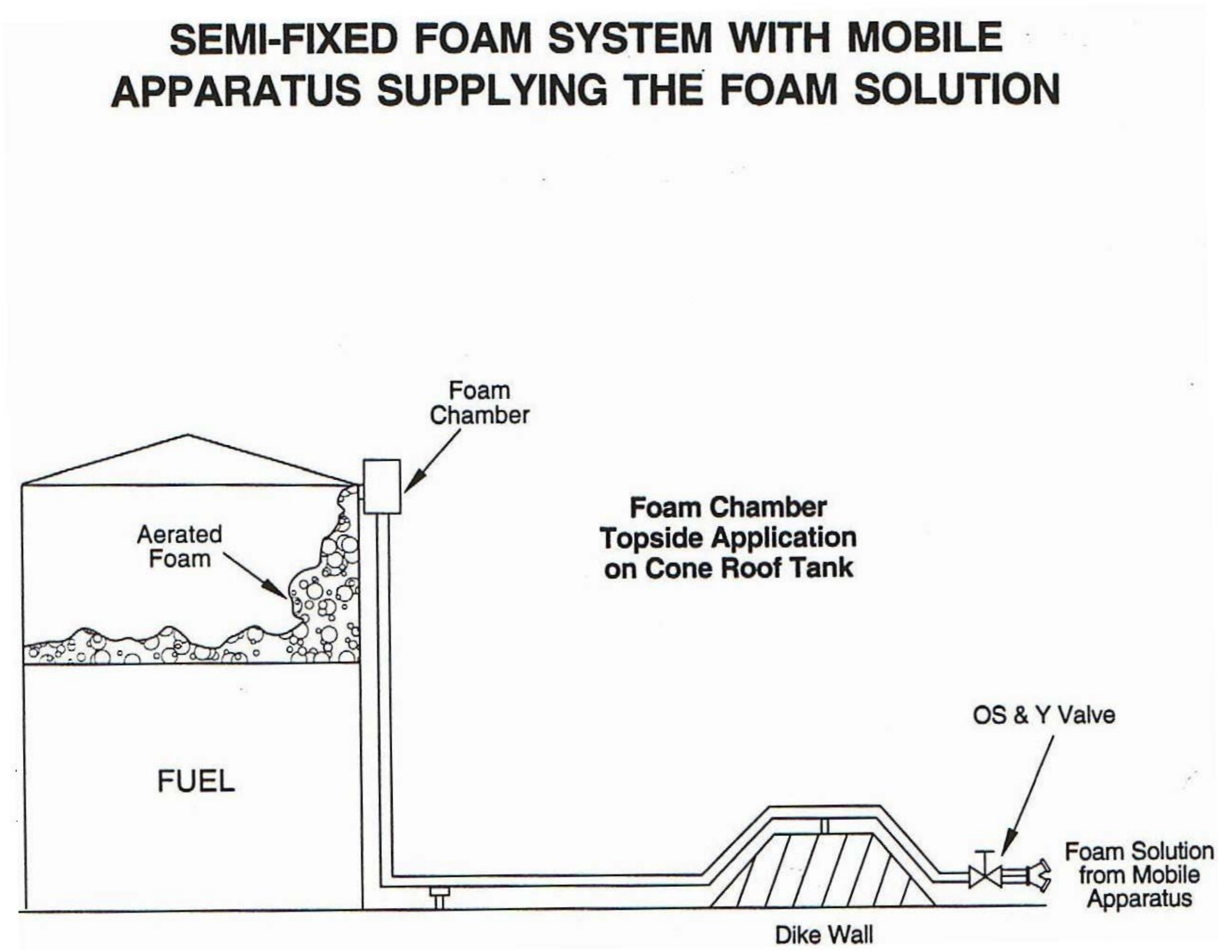
المدافع أو خطوط الخراطيم كحماية رئيسية			حجر الفوم كحماية رئيسية				
زمن التصريف	معدل التطبيق		زمن التصريف	معدل التطبيق		الفوم المركز	الوقود المحمي
	ل/د/م٢	غ/د/قدم٢		ل/د/م٢	غ/د/قدم٢		
٥٠ د	٦.٥	١٦	٣٠	٤.١	١٠	AR-AFFF	هيدروكربون درجة وميضه ما بين ٣٨-٩٣° م
٥٠ د	٦.٥	١٦	٣٠	٤.١	١٠	FP	
٥٠ د	٦.٥	١٦	٣٠	٤.١	١٠	AFFF	
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٤.١	١٠	AR-AFFF	هيدروكربون درجة وميضه أقل من ٣٨° م ومسخن إلى أعلى من درجة وميضه
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٤.١	١٠	FP	
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٤.١	١٠	AFFF	
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٤.١	١٠	AR-AFFF	النفط الخام
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٤.١	١٠	FP	
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٤.١	١٠	AFFF	
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٤.١	١٠	U.G	ميثانول الكحولات
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٤.١	١٠	٦/٣	
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٤.١	١٠	U.G	إيثانول
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٤.١	١٠	٦/٣	
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٦.١	١٥	U.G	إيزو بروبانول
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٥.٧	١٥	٦/٣	
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٤.١	١٠	U.G	كيتونات
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٤.١	١٠	٦/٣	
٦٥ د	٩.٨	٢٤	٥٥ د	٦.١	١٥	U.G	أسيتون
٦٥ د	٩.٨	٢٤	٥٥ د	٦.١	١٥	٦/٣	
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٦.٥	١٧	U.G	ألدهيدات
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٦.٥	١٧	٦/٣	
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٤.١	١٠	U.G	استرات
٦٥ د	٦.٥	١٦	٥٥ د	٤.١	١٠	٦/٣	
٦٥ د	٩.٨	٢٤	٥٥ د	٦.١	١٥	U.G	إيثيرات
٦٥ د	٩.٨	٢٤	٥٥ د	٦.١	١٥	٦/٣	

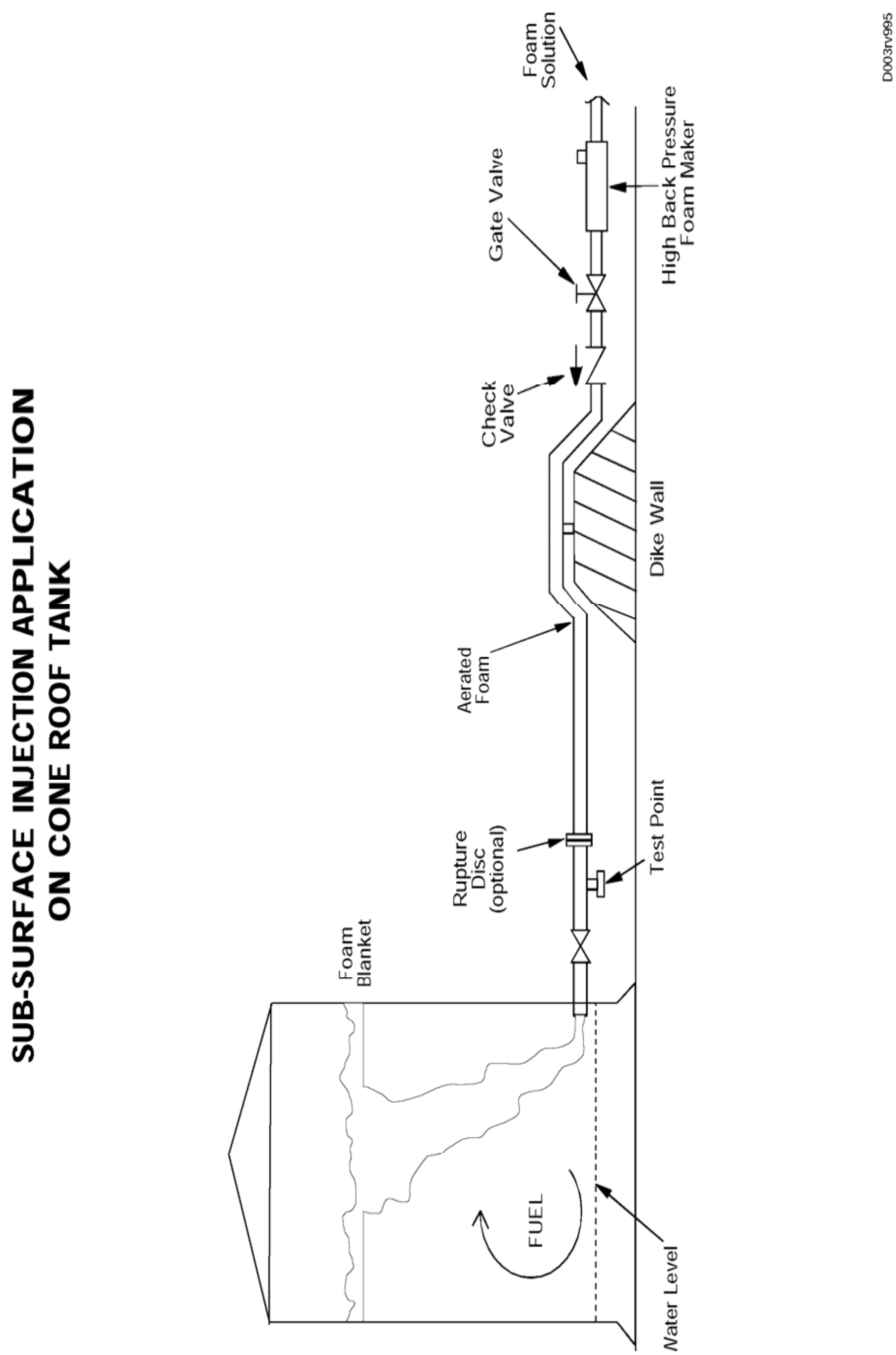
إعداد وتقديم / مدير الجودة والسلامة المهنية والبيئة

المهندس سمير خالد

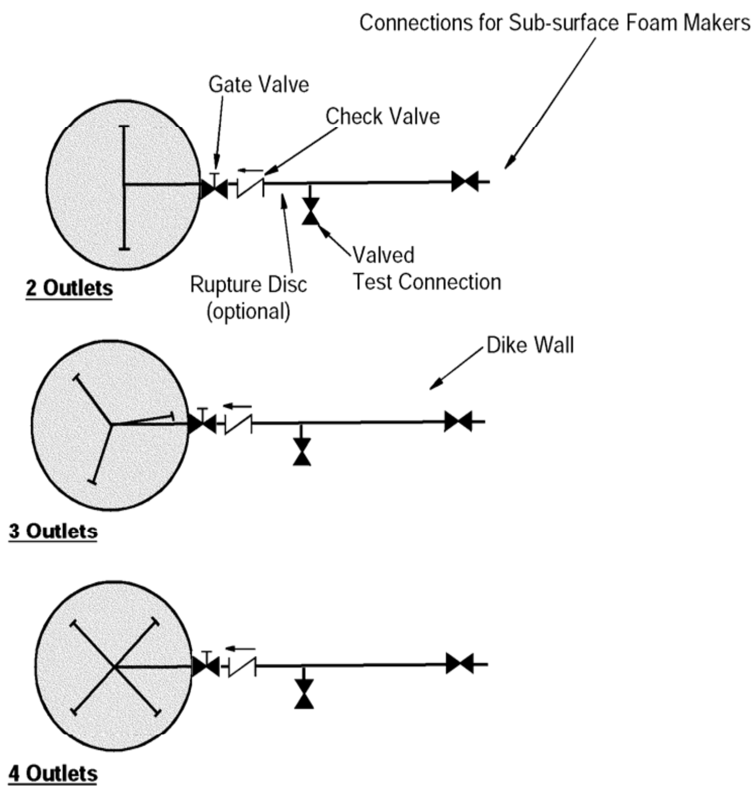
ملحق – E الأشكال

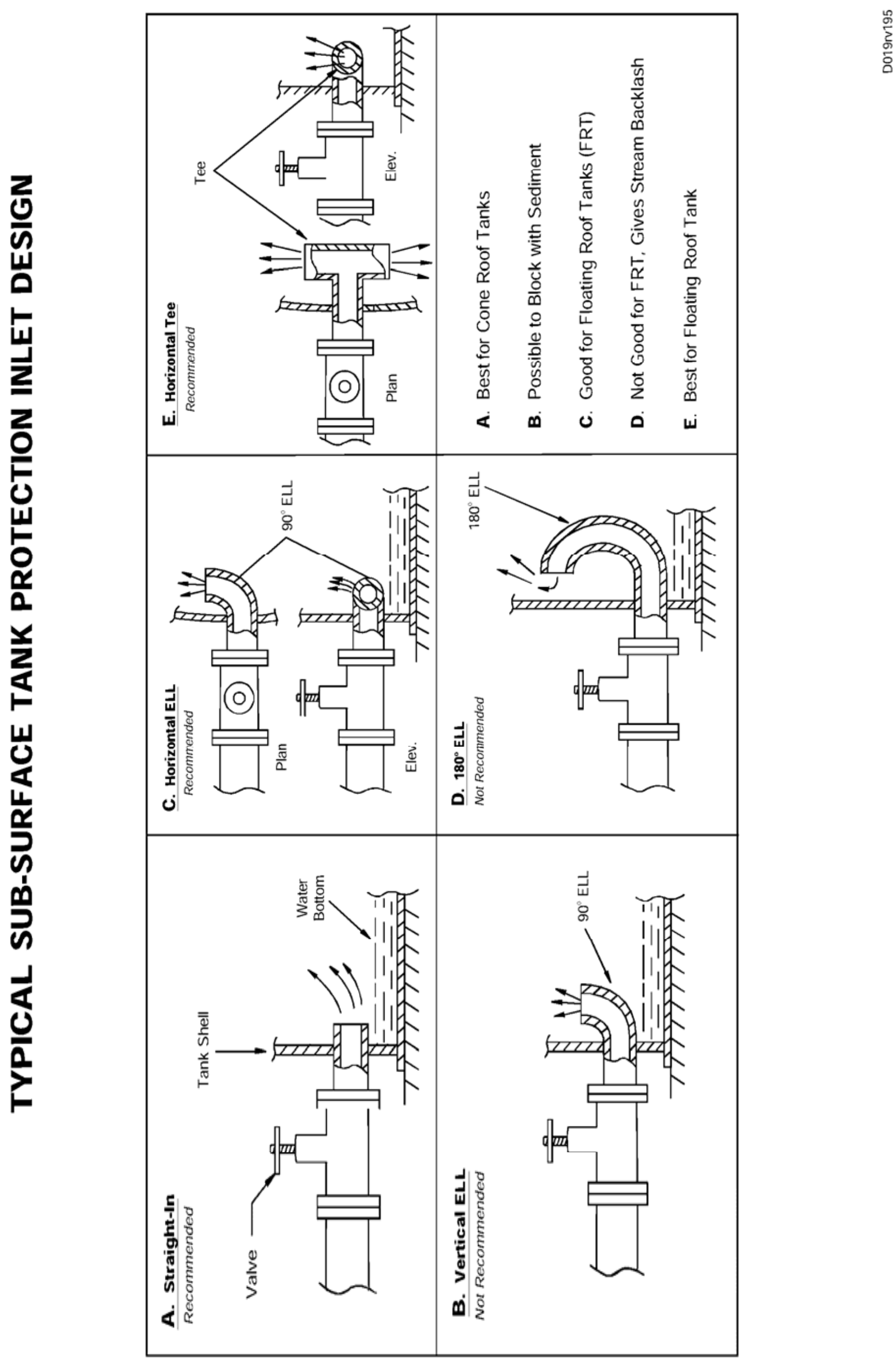


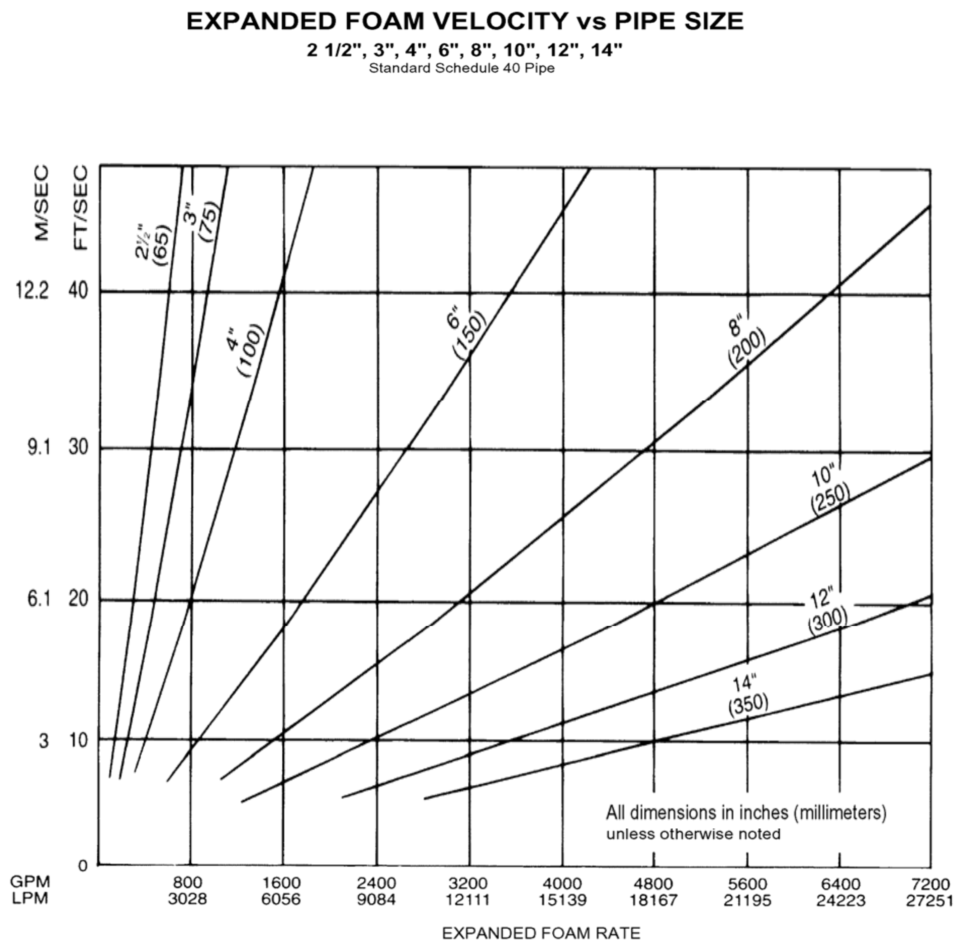

SEMI-FIXED FOAM SYSTEM WITH MOBILE
APPARATUS SUPPLYING THE FOAM SOLUTION
Foam Chamber
Aerated Foam
Foam Chamber
Topside Application
on Cone Roof Tank
FUEL
OS & Y Valve
Foam Solution
from Mobile
Apparatus
Dike Wall


SUB-SURFACE INJECTION APPLICATION
ON CONE ROOF TANK
Foam Solution
Gate Valve
High Back Pressure Foam Maker
Check Valve
Dike Wall
Aerated Foam
Rupture Disc (optional)
Test Point
Foam Blanket
FUEL
Water Level
D003rv995

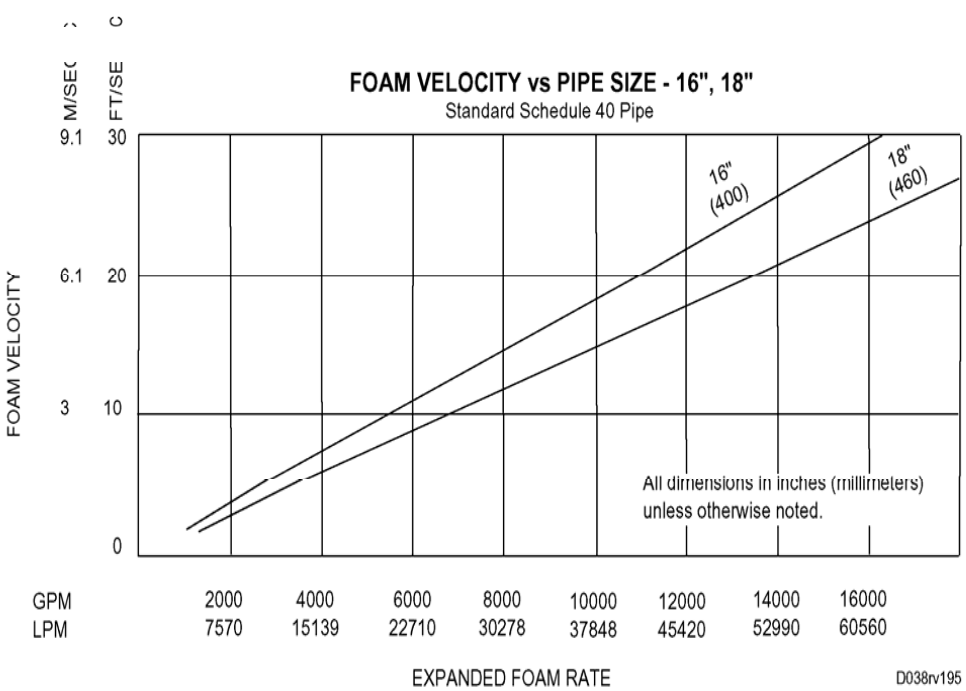
TYPICAL OUTLETS FOR SUB-SURFACE INJECTION INSIDE CONE ROOF STORAGE TANKS




TYPICAL SUB-SURFACE TANK PROTECTION INLET DESIGN
A. Straight-In
Recommended
Valve
Tank Shell
Water Bottom
B. Vertical ELL
Not Recommended
90° ELL
C. Horizontal ELL
Recommended
Plan
Elev.
90° ELL
D. 180° ELL
Not Recommended
180° ELL
E. Horizontal Tee
Recommended
Tee
Plan
Elev.
A. Best for Cone Roof Tanks
B. Possible to Block with Sediment
C. Good for Floating Roof Tanks (FRT)
D. Not Good for FRT, Gives Stream Backlash
E. Best for Floating Roof Tank
D019rv195



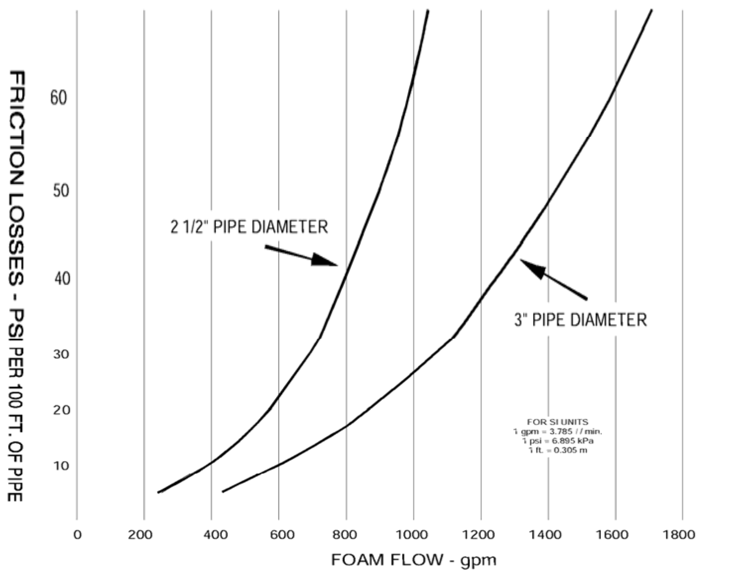
EXPANDED FOAM VELOCITY vs PIPE SIZE
2 1/2", 3", 4", 6", 8", 10", 12", 14"
Standard Schedule 40 Pipe
M/SEC
FT/SEC
12.2 40
9.1 30
6.1 20
3 10
0
2½" (65)
3" (75)
4" (100)
6" (150)
8" (200)
10" (250)
12" (300)
14" (350)
All dimensions in inches (millimeters)
unless otherwise noted
GPM 800 1600 2400 3200 4000 4800 5600 6400 7200
LPM 3028 6056 9084 12111 15139 18167 21195 24223 27251
EXPANDED FOAM RATE

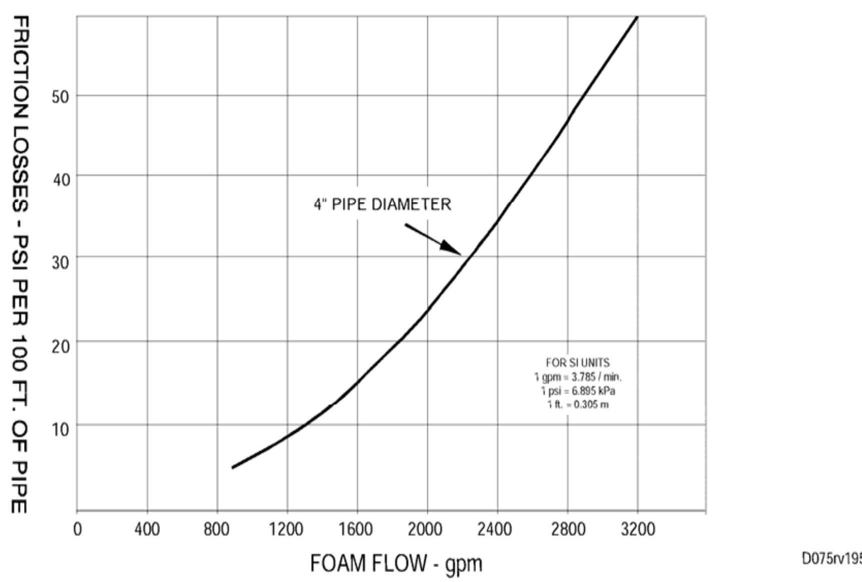


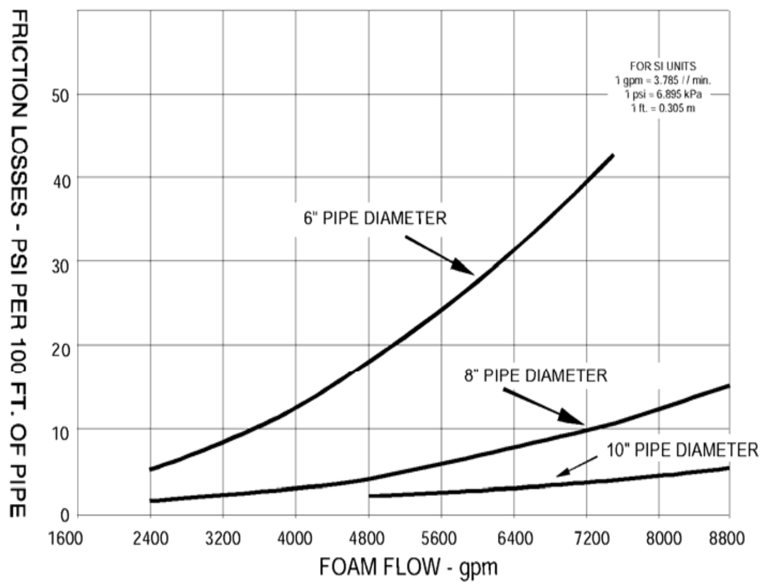
FOAM VELOCITY vs PIPE SIZE - 16", 18"
Standard Schedule 40 Pipe
M/SEC
FT/SEC
FOAM VELOCITY
9.1 30
6.1 20
3 10
0
16" (400)
18" (460)
All dimensions in inches (millimeters)
unless otherwise noted.
GPM 2000 4000 6000 8000 10000 12000 14000 16000
LPM 7570 15139 22710 30278 37848 45420 52990 60560
EXPANDED FOAM RATE
D038rv195

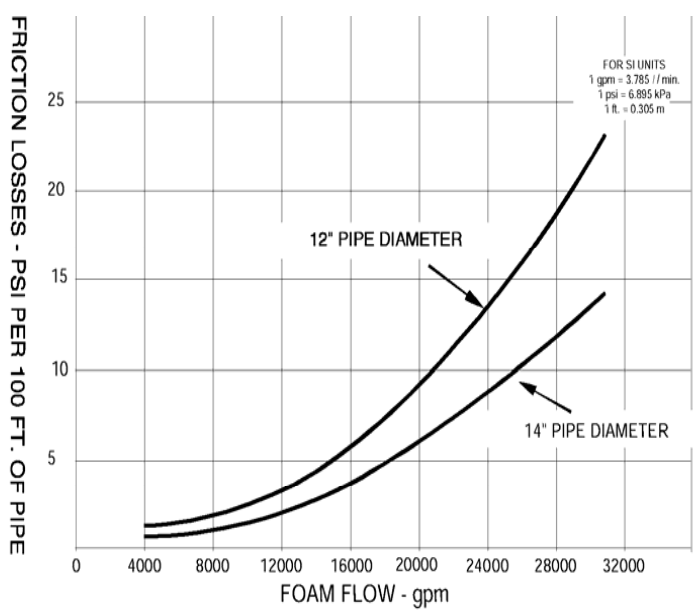
FRICTION LOSS OF EXPANDED FOAM THROUGH VARIOUS SIZE PIPES

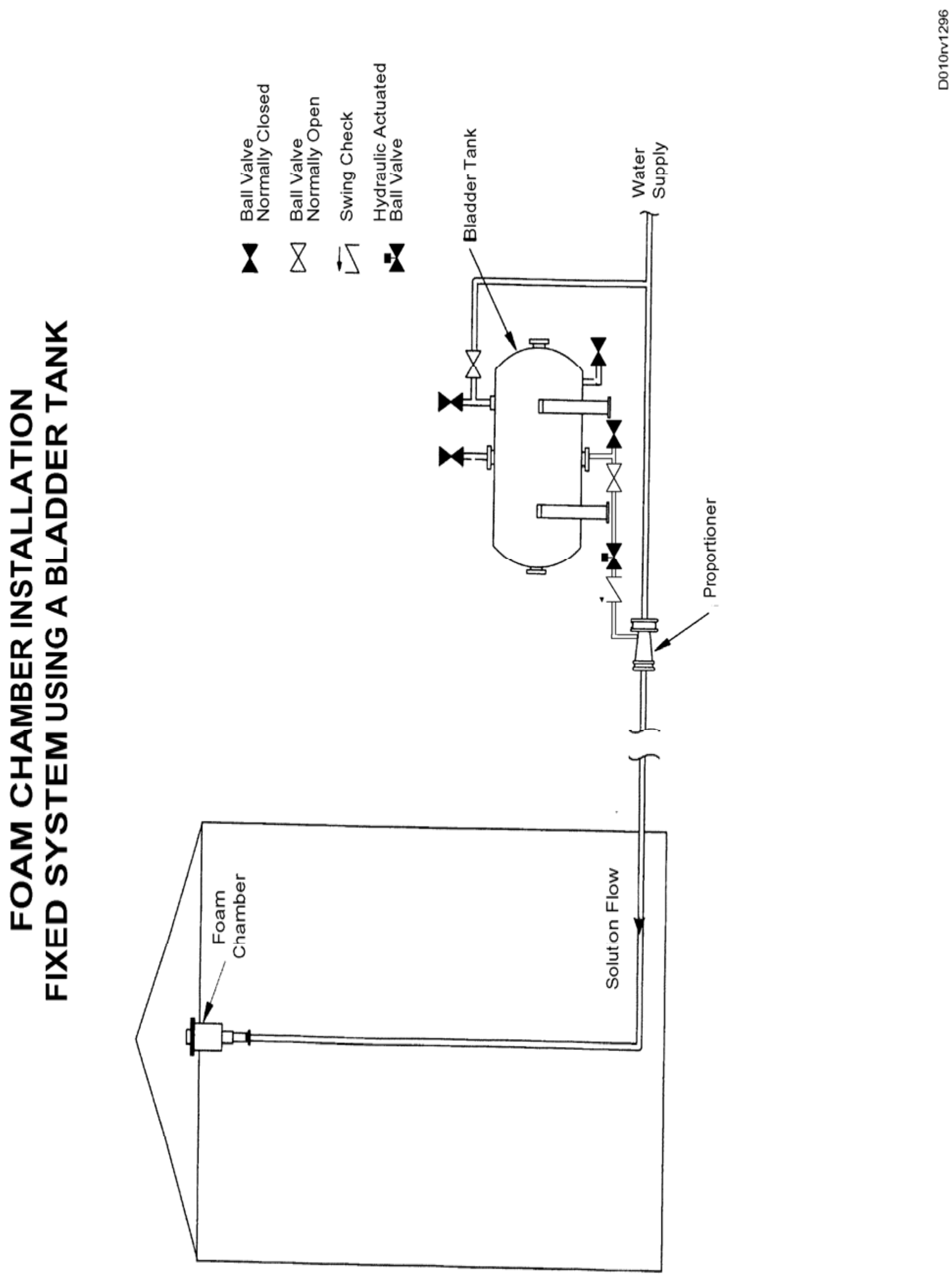
These subsurface graphs depict the friction loss characteristics of foam with an expansion of 4 to 1 and inlet velocities for various pipe sizes. The 4 to 1 ratio is the value to be used for friction loss and inlet velocity calculations.

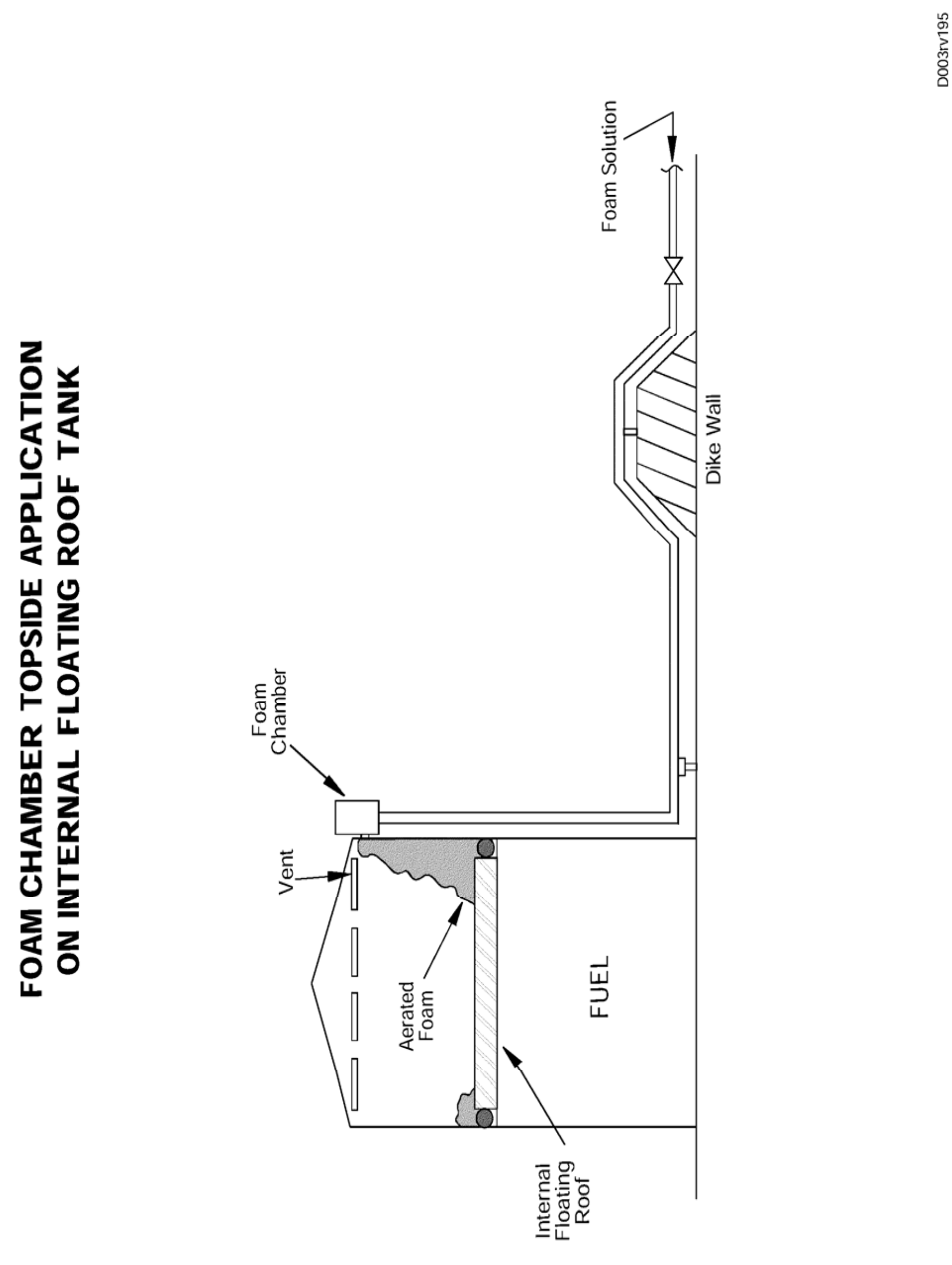




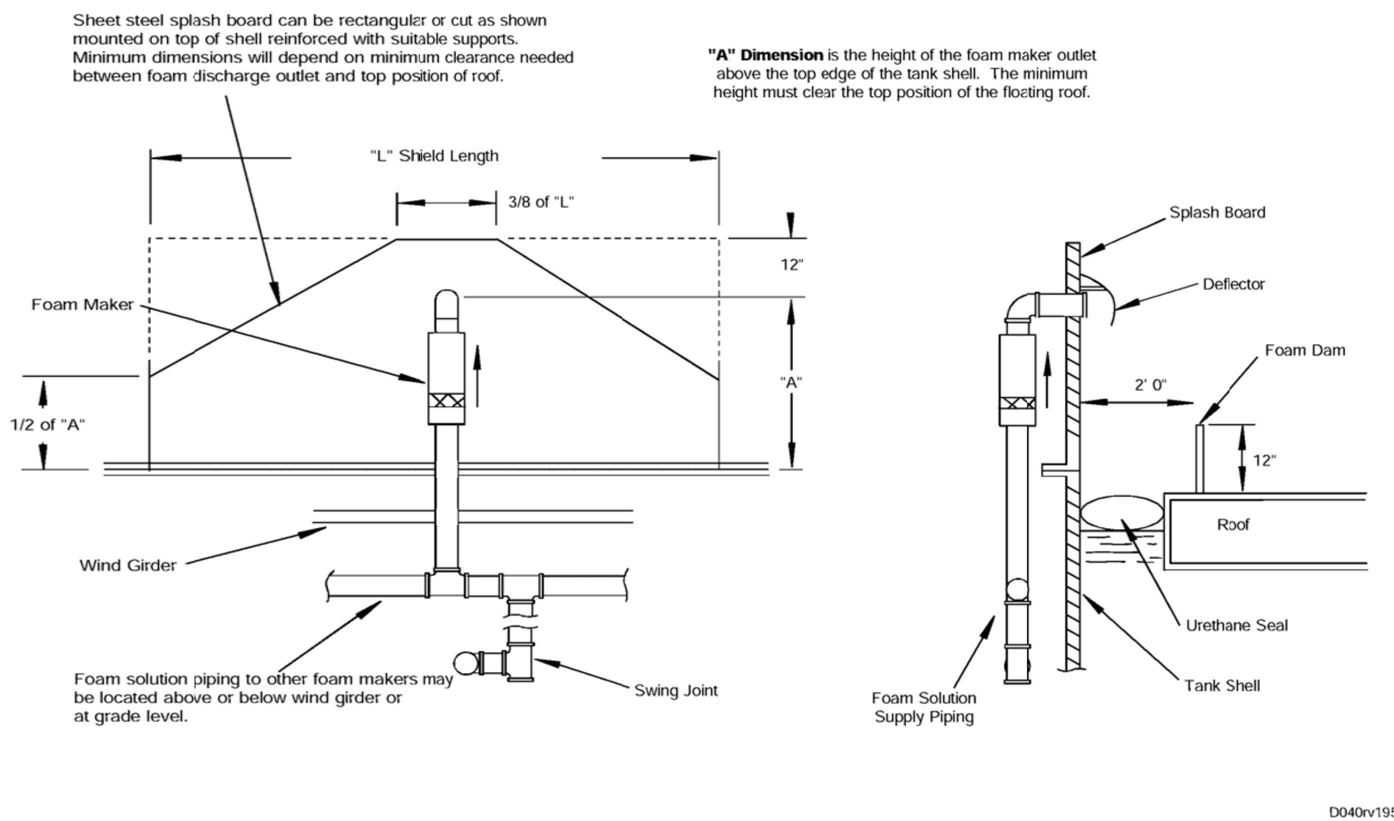

FRICTION LOSSES - PSI PER 100 FT. OF PIPE
FOAM FLOW - gpm
FOR SI UNITS
1 gpm = 3.785 l / min.
1 psi = 6.895 kPa
1 ft. = 0.305 m
6" PIPE DIAMETER
8" PIPE DIAMETER
10" PIPE DIAMETER


FRICTION LOSSES - PSI PER 100 FT. OF PIPE
FOAM FLOW - gpm
FOR SI UNITS
1 gpm = 3.785 l / min.
1 psi = 6.895 kPa
1 ft. = 0.305 m
12" PIPE DIAMETER
14" PIPE DIAMETER

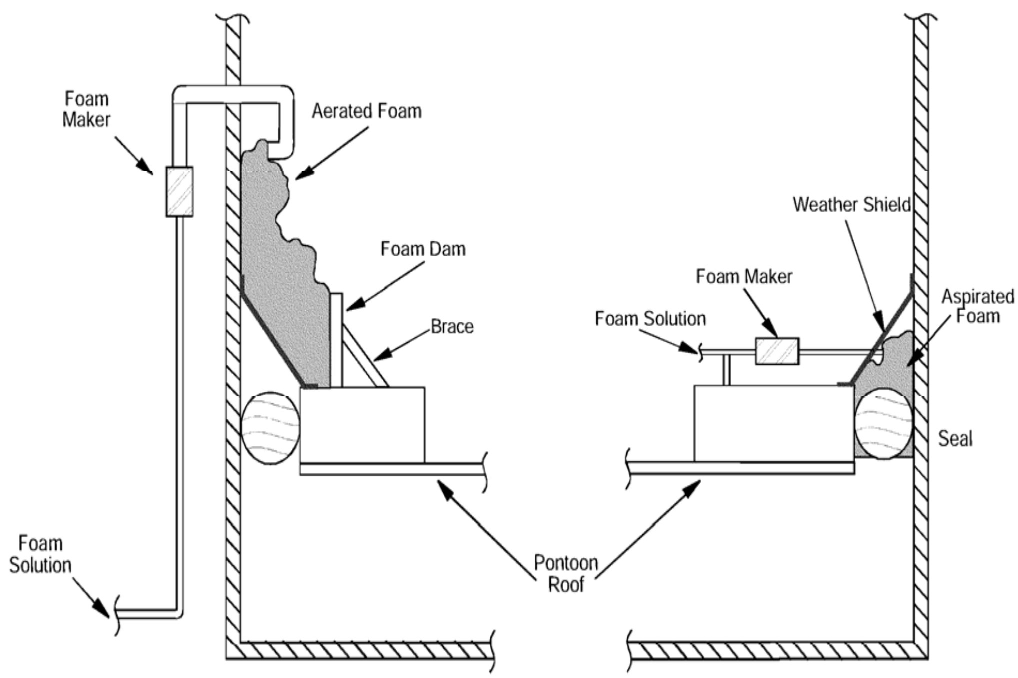

FOAM CHAMBER INSTALLATION
FIXED SYSTEM USING A BLADDER TANK
Ball Valve Normally Closed
Ball Valve Normally Open
Swing Check
Hydraulic Actuated Ball Valve
Bladder Tank
Water Supply
Proportioner
Foam Chamber
Soluton Flow
D010rv1296


FOAM CHAMBER TOPSIDE APPLICATION
ON INTERNAL FLOATING ROOF TANK
D003rv195
Foam Solution
Dike Wall
Foam Chamber
Vent
Aerated Foam
FUEL
Internal Floating Roof

INSTALLATION OF FOAM MAKER & SPLASH BOARD ON FLOATING ROOF TANKS



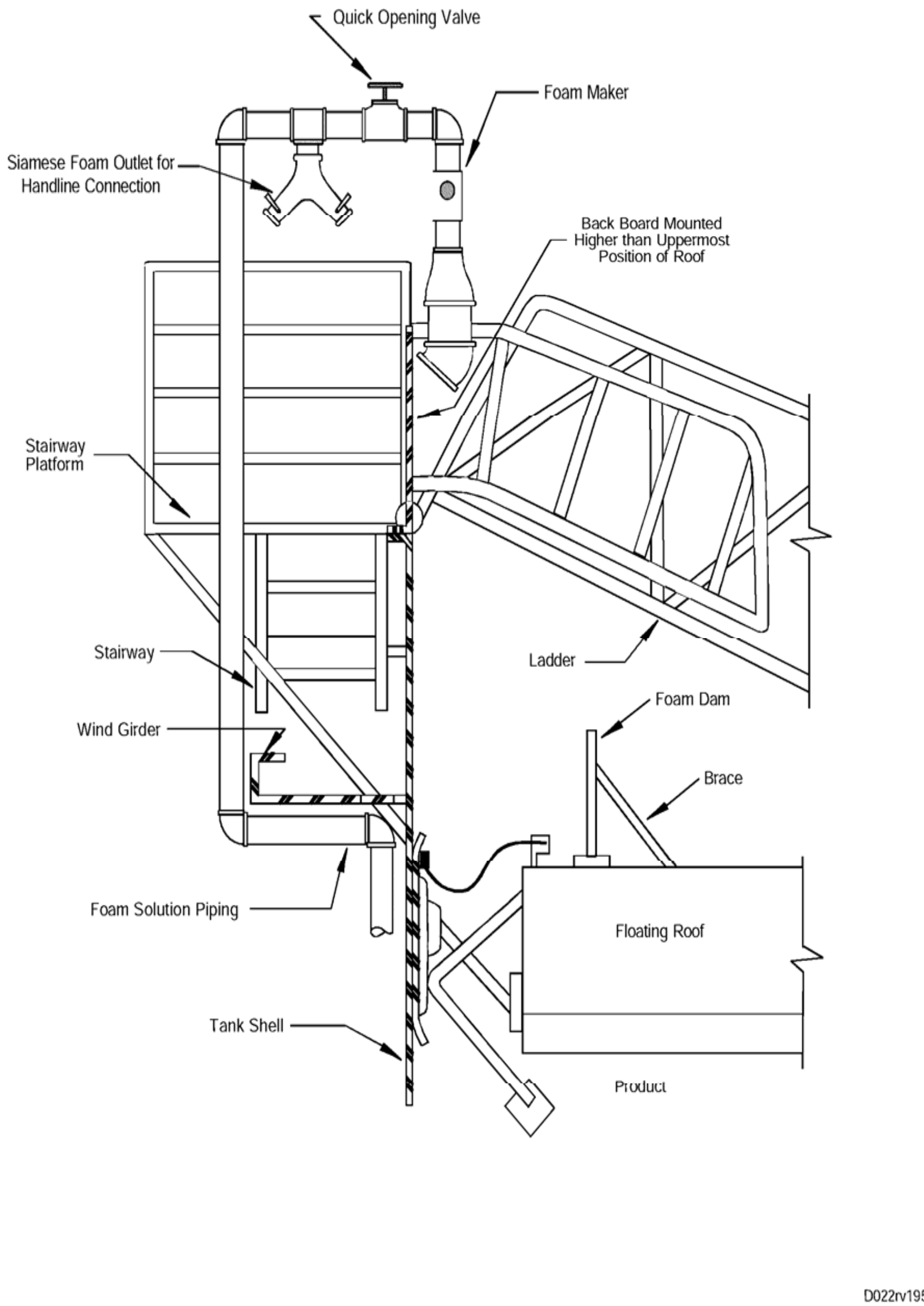
EXAMPLES OF TYPICAL TOP AND BELOW SEAL APPLICATIONS FOR FLOATING ROOF TANKS

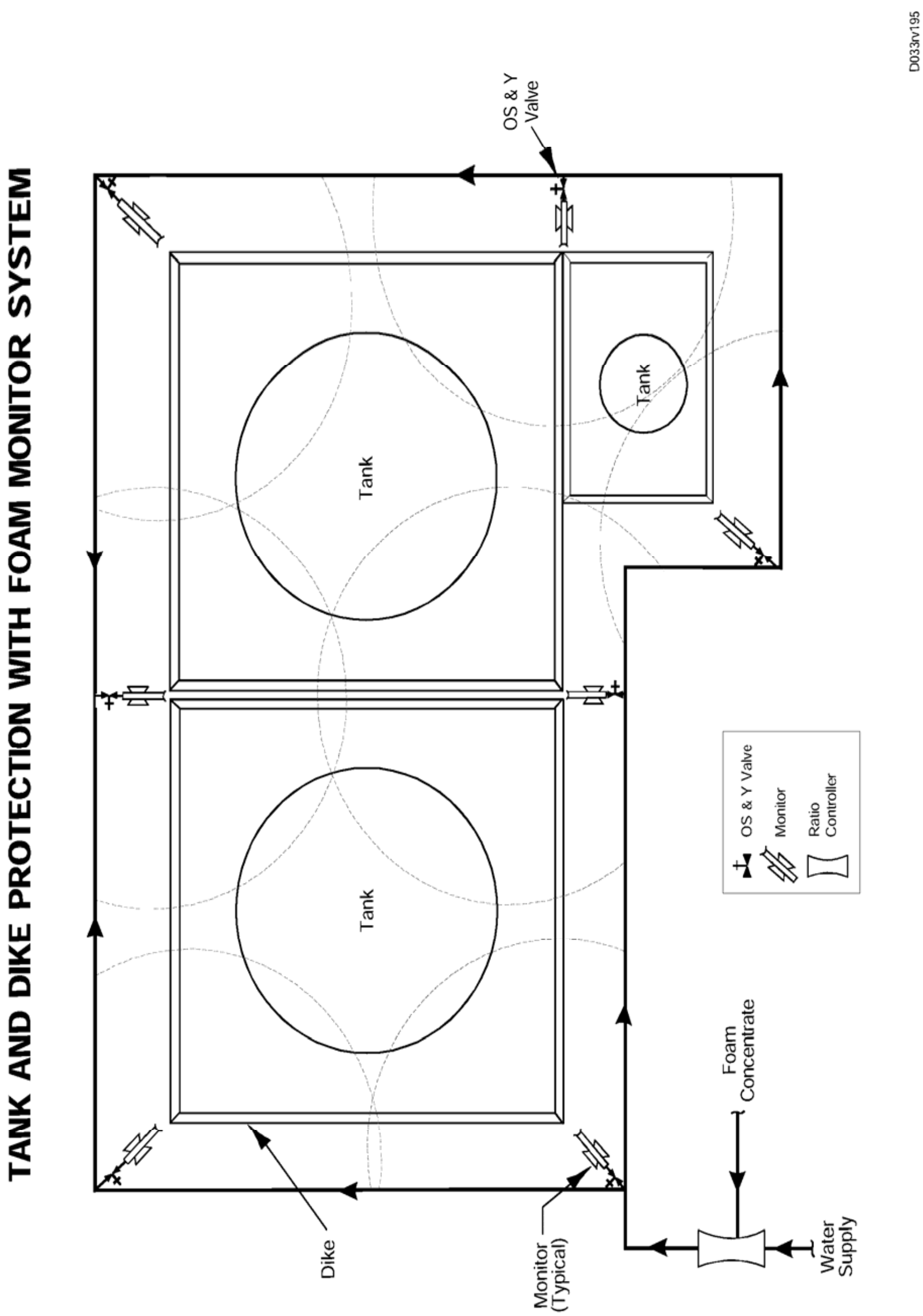


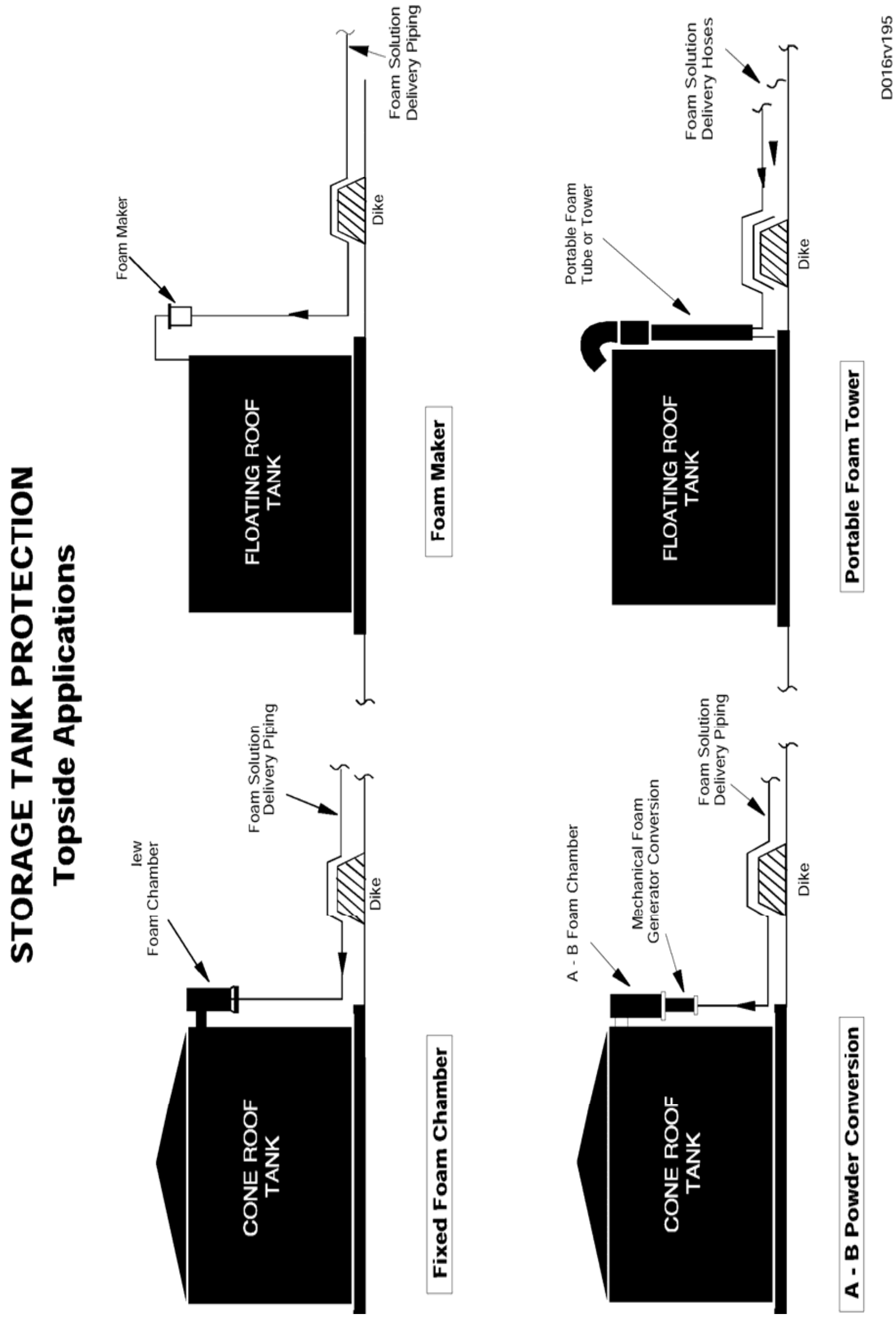
Typical Top of Seal Application

Typical Below Seal Application

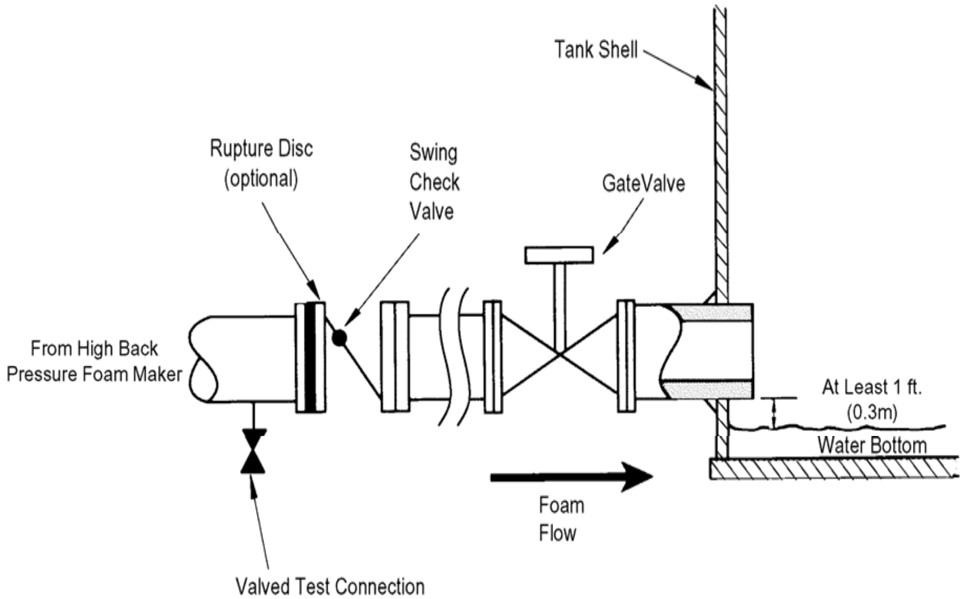
SEAL AREA PROTECTION USING A FOAM MAKER OR HANDLINE NOZZLE FROM LADDER AREA

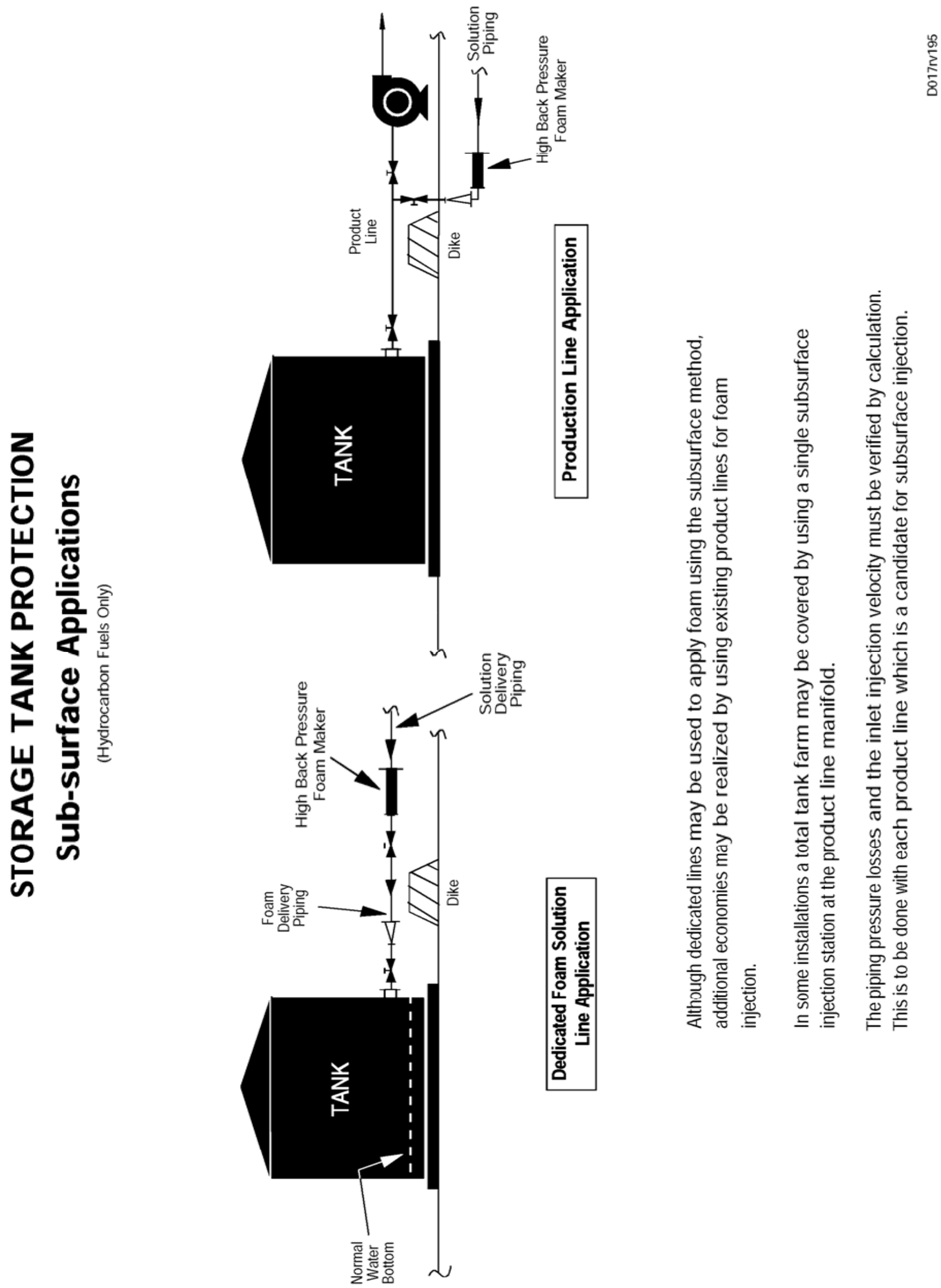



TANK AND DIKE PROTECTION WITH FOAM MONITOR SYSTEM
OS & Y Valve
Tank
Tank
Tank
Dike
Monitor (Typical)
Foam Concentrate
Water Supply
OS & Y Valve
Monitor
Ratio Controller
D033rv195


STORAGE TANK PROTECTION
Topside Applications
CONE ROOF TANK
lew
Foam Chamber
Foam Solution
Delivery Piping
Dike
Fixed Foam Chamber
FLOATING ROOF
TANK
Foam Maker
Foam Solution
Delivery Piping
Dike
Foam Maker
CONE ROOF
TANK
A - B Foam Chamber
Mechanical Foam
Generator Conversion
Foam Solution
Delivery Piping
Dike
A - B Powder Conversion
FLOATING ROOF
TANK
Portable Foam
Tube or Tower
Foam Solution
Delivery Hoses
Dike
Portable Foam Tower
D016rv195

TYPICAL ARRANGEMENT FOR SUB-SURFACE SYSTEMS INTO A CONE ROOF STORAGE TANK





إعداد وتقديم / مدير الجودة والسلامة المهنية والبيئة

المهندس سمير خالد

– المصدر NFPA – API