البـــــــاب الـــــرابـــــع

الفصـــــــــل الثـــــالـث

أنظمة مكافحة الحريق بالرغوة

1/3/4 عـــام

1/1/3/4 تعاريـف

(أ) الرغــوة

هي مجموعة من الفقاعات الصغيرة المجتمعة المملوءة بالهواء، تتشكل من محلول مائي، وتمتاز هذه الفقاعات بأنها أقل كثافة من أي سائل قابل للاحتراق أو الاشتعال، وأيضاً أقل كثافة من الماء، كما تمتاز بقدرتها على الالتصاق بسطح الوقود السائل المشتعل مما يؤدي إلى فصل الوقود عن الهواء، ومنع أبخرة الوقود من التصاعد إلى الهواء المحيط، وتبريد الوقود إلى درجة أقل من درجة حرارة الاشتعال، ومن ثم إلى إخماد الحريق.

(ب) الرغــوة المركزة

هي سائل مركز لوسيط رغوي.

(ج) التركيــز

هو نسبة سائل الرغوة المركز في محلول الرغوة، يعتمد معدل التركيز على نوعية الرغوة المركزة، مثلاً للحصول على محلول رغوة بتركيز 3% يخلط ثلاثة أجزاء من الرغوة المركزة مع 97 جزء من الماء، أو محلول رغوة بتركيز 6% يخلط ستة أجزاء من الرغوة المركزة مع 94 جزء من الماء.

(د) محلول الرغــوة

هو خليط متجانس من الماء والرغوة المركزة، بنسب خلط معينة.

(هـ) التمــدد

هو النسبة بين الحجــم النهائي للرغوة إلى الحجم الأصلي لمحلول الرغوة قبل إضافة الهواء، ويمكن تقسيم التمدد بصورة عامة إلى الفئات المذكورة في جدول (3/4ـ1).

جدول (3/4ـ1) نوع ونسبة تمدد الرغوة من الحجم الأصلي

نوع التمدد	نسبة التمدد
التمــدد المنخفــض	لغاية 20
التمــدد المتوســط	20 ≤ 200
التمــدد العالــي	200 ≤ 1000

(و) زمن التلاشي

هو زمن هبوط الماء من الرغوة بالدقيقة. وعادة يقدر بنسبة 25% من زمن التدفق عند التصميم. وهو مؤشر نوعي لدرجة بقاء الماء وانسيابية الرغوة ومقاومة الحرارة.

2/1/3/4 نظرية استعمال الرغوة في إطفاء الحريق

تعتمد نظرية استعمال الرغوة في إطفاء الحريق على الأسس التالية:

(أ) خنق الحريق ومنع اختلاط الهواء مع أبخرة السوائل القابلة للاشتعال.

(ب) منع أبخرة السوائل من التصاعد واستمرار الاشتعال.

(ج) عزل اللهب عن سطح السائل المشتعل لكونها ذات مقاومة عالية للنيران.

(د) تبريد السوائل والمواد المشتعلة بالإضافة إلى الأسطح المعدنية المجاورة نتيجة لاحتواء الرغوة على الماء.

3/1/3/4 استعمالات الرغوة

الاستعمالات الأساسية لنظام الرغوة هي:

(أ) إطفاء السوائل المشتعلة أو المحترقة ذات كثافة أقل من كثافة الماء.

(ب) الحماية من اشتعال السوائل المنتشرة أو المتسربة على الأسطح عن طريق تغطيتها بطبقة متماسكة من الرغوة.

(ج) عزل وحماية الأسطح المعرضة للحرارة المتنقلة بالإشعاع.

(د) إطفاء الحرائق السطحية للمواد القابلة للاحتراق ذات الخطورة العادية والعالية.

ولا تعتبر الرغـــوة مناســـبة للاستعمالات التالية:

(أ) حرائق الغازات.

(ب) حرائق السوائل المتدفقة أو المتسربة نتيجة للضغط.

(ج) المواد التي تتفاعل مع الماء.

(د) الأجهزة الكهربائية الحية.

ملاحظة :يجب توخي الحرص عند تطبيق الرغوة على السوائل ذات نقطة غليان أعلى من درجة غليان الماء.

2/3/4 مادة الرغوة (وسيط الإطفاء)

1/2/3/4 خواص الرغــوة

من أجل تحقيق الإطفاء الفعال للحريــق، فإن الرغوة يجب أن تتمتع بالخواص الست التالية:

(أ) التماســك

يجب أن تكون فقاعات الرغوة مرتبطة مع بعضها البعض وتشكل غطاءاً قوياً متماسكاً.

(ب) منع تصاعد الأبخرة

يجب أن تكون الرغوة قادرة على منع تصاعد الأبخرة القابلة للاشتعال وذلك للتقليل من خطورة عودة الاشتعال.

(ج) الاستقرار ومقاومة فقد المياه

يجب أن يكون للرغوة مقاومة فقد المياه وذلك للمحافظة على مفعولها وأدائها التبريدي.

(د) مقاومة الحرارة

يجب أن تكون الرغوة قــادرة على مقاومة التأثيرات الناتجة عن الحرارة المنتقلة بالإشعاع من أي حريق متبقي أو من المواد الساخنة.

(هــ) السيولة والانسيابية

يجب أن تتدفق الرغوة وتنساب بحرية حول أي عائق موجود في مكان الحريق، وهذه الخاصية مهمة في حالات حرائق التصادم والارتطام.

(و) مقاومة الوقود أو تحمله

تتمتع الرغوة الجيدة بمقاومتها للمركبات العضوية الطيارة (الوقود) وقدرتها على تقليل خلط الوقود، بحيث لا يتم تبخره واحتراقه (عودة الاشتعال).

2/2/3/4 أنواع الرغــوة المركــزة

تتمتع أنواع الرغوة المتوفرة للمصمم بالخواص المذكورة أعلاه بدرجات متفاوتة، ومن أجل ضمان الاختيار الصحيح للرغوة المركزة، فإنه من الضروري معرفة خواص كل نوع وتنقسم الرغوة المركزة إلى الأنواع التالية:

(أ) الرغوة البروتينية (P)

الرغوة البروتينية تتكون مبدئياً من منتجات البروتين الحيوانية المنحل بالماء، مضافاً إليها مثبتات وموانع للحماية من التجمد، ومانع صدأ المعدات والاسطوانات، ومواد لمقاومة التعفن البكتيري، وللتحكم باللزوجة. وهي تخفف بالماء لتشكل محاليل بنسب تركيز من 3% أو 6% حسب النوع. وهي متوافقة مع أنواع معينة من المساحيق الكيميائية الجافة، وتتميز بكونها ذات مقاومة عالية للحرارة، وقدرتها على الاستقرار، وسعرها المنخفض. ومن عيوبها الرئيسية عدم مقاومتها للمركبات العضوية الطيارة (الوقود)، وأداؤها البطيء في إخماد الحريق وترسب مكوناتها وتحتاج إلى التقليب كل فترة زمنية.

(ب) الرغـــوة الفلوروبروتينية FP

وهي مشابهة للرغوة البروتينية، ولكن يضاف إليها مركبات فلوروكربونية نشطة، تزيد من تماسك الرغوة على سطح السوائل المشتعلة، وتكسبها خاصية مقاومة الوقود العالية والأداء السريع في إخماد الحريق. وهي تخفف بالماء لتشكل محاليل بنسب تركيز 3% أو 6% حسب النوع، وهي متوافقة مع أنواع معينة من المساحيق الكيميائية الجافة.

(ج) مركب الرغوة الصناعي

تعتمد على وسائط الرغوة غير البروتينية وتشمل الآتي:

(1) رغوة مشكلة لطبقة مائية رقيقة **AFFF**

تتكون أساساً من مواد فلوروكربونية منشطة للسطح مضافاً إليها مثبتات رغوة، لها درجة لزوجة أقل من أنواع الرغوة الأخرى، مما يجعلها تنساب سريعاً على الأسطح مكونة طبقة رقيقة تشكل غطاء محكم لحجب الهواء ومنع تصاعد أبخرة السوائل، وبهذا تتميز بمقدرة سريعة جداً على إخماد النار، ويستخدم هذا النوع من الرغوة لتغطية أسطح السوائل القابلة للاشتعال ذات توتر سطحـــي أكبر من التوتر السطحي لمواد الرغوة المركزة البروتينية، كما أنه لانخفاض درجة لزوجتها فإنه يمكن استخدامها لإطفاء حرائق المواد الصلبة المسامية لإمكانية تشرب هذه المواد بمحلول الرغوة.

غالباً ما تخفف هذه الرغوة بالماء لتشكل محاليل بنسب تركيز 3% أو 6% والرغوة المنتجة من **AFFF** المركزة هي متوافقة وكذلك مناسبة للاستعمال المشترك مع المساحيق الكيميائية الجافة.

(2) الرغوة متوسطة وعالية التمدد

هذه الرغـــوة غالبـــاً ما تُشتق من هيدروكربون منشـــط للسطح، تستعمل بواسطة معدات ذات تصميم خاص لإنتـــاج الرغـــوة بنسب تمدد تتراوح بين 20 إلى 1000 من الحجم الأصلي، ووفقاً لما هو مذكور في المواصفات العالمية لنظام الرغوة متوسطة وعالية التمدد.

(3) رغوة هيدروكربونية صناعية

وهي تتكون أساساً من مواد هيدروكربونية منشطة للسطح ومسجلة كوسائط رطبة أو وسائط رغوية واستعمالها محدود بفتحات تدفق الرغوة المتنقلة.

(د) الرغوة الفلوروبروتينية المشكلة لطبقة رقيقة FFFP

تستعمل مواد فلوروكربونية لإنتاج سائل مائي يكون طبقة رقيقة لمنع تصاعد أبخرة الوقود الهيدروكربوني. ويستخدم أيضاً هذا النوع من الرغوة أساس بروتيني مضافاً إليه مثبتات وموانع للحماية من التجمد والصدأ والتعفن البكتيري، وإكسابه خاصية مقاومة عودة الاشتعال.

غالباً ما تخفف هذه الرغوة بالماء لتشكل محاليل بنسب تركيز 3% أو 6% وهي متوافقة مع المسحوق الكيميائي الجاف.

(هـ) الرغوة المقاومة للكحول ARAFFF

المحاليل القطبية والسوائل القابلة للانحلال في الماء مثل الكحولات تحطم الرغوة الهيدروكربونية لأنها تمتص المـــاء المحتوى فيها، لذلك هذه الأنواع من السوائل تحتاج إلى نوع خاص من الرغوة المركزة المقاومة للكحول. الأنواع القديمة من الرغوة المقاومة للكحول كانت تصنع من أساس بروتيني، إلا أنها تعاني من قصر زمن تخزينها عندما تخزن على شكل محلول مسبق الخلط، في الوقت الحاضر تم استبدالها بنوع آخر من الرغوة يسمى مشترك وهو مكون من مركز اصطناعي مضافاً إليه مواد رغوية وفلوروكربوينة ومثبتات ومواد خاصة أخرى، ومن ميزات هذه الرغوة أنه يمكن استعمالها لكل حرائق السوائل القابلة للانحلال في الماء والسوائل الهيدروكربونية.

الرغوة المركزة المقاومة للكحول غالباً ما تستعمل بنسب تركيز 3% أو 6% للمحاليل، معتمدة على طبيعة المكان المراد حمايته ونوع الرغوة المركزة. وعند تصميم أنظمة مكافحة الحريق للسوائل القابلة للانحلال في الماء، فإنه من المهم استشارة الجهة المصنعة للرغوة بخصوص المعدل الصحيح المطلوب للرغوة، لكل نوع من السوائل المراد حمايتها.

(و) الرغوة الكيميائيـــة

وهي تصنع بواسطة تفاعل محلول ملح قلوي (غالباً بيكربونات الصودا) مع محلول ملح حمضي (غالباً سلفات الألمونيوم) لتشكيل غاز (ثاني أكسيد الكربون) بوجود الوسيط الرغوي مما يسبب انحصار الغاز في فقاعات لتشكيل رغوة قوية مقاومة للحريق، جدول (3/4ـــ2) يبين مقارنة بين أنواع الرغوة المختلفة.

جدول (3/4ـــ2) أقصى زمن غمر للرغوة ذات التمدد العالي مقاسه من بداية تلاشي الرغوة

نوع الخطورة	زمن غمر الرغوة (د)			
	بناء خفيف من الصلب أو بناء غير محمي		بناء ثقيل أو بناء محمي مقاوم للنار	
	مع فوهة رش	بدون فوهة رش	مع فوهة رش	بدون فوهة رش
سوائل قابلة للاشتعال [نقطة الوميض أقل من 38°م] بحيث لا يزيد ضغط البخار عن 2.8 بار	3	2	5	3
سوائل قابلة للاحتراق [نقطة الوميض من 38°م وأكثر]	4	3	5	3
مواد قابلة للاحتراق ذات كثافة منخفضة (مطاط رغوي، بلاستيك رغوي، مناديل ملفوفة، أو ورق)	4	3	6	4
مواد قابلة للاحتراق ذات كثافة عالية (ورق مقوي ملفوف أو مطلي ومحزم)	7	5	8	6
مواد قابلة للاشتعال ذات كثافة عالية (ورق مقوى ملفوف أو مطلي غير محزم)	5	4	6	5
إطارات مطاطية	7	5	8	6
مواد قابلة للاشتعال في كراتين، أكياس أو براميل ليفية	7	5	8	6

3/2/3/4 فحـــص الرغـــوة

يجب أن تخضع مادة الرغوة إلى الاختبارات والفحوص التي تتم من قبل هيئات اختبار مختصة ومعروفة، ووفقاً للمواصفات المعتمدة والنماذج المعدة لذلك ويجب تقديم شهادات الاختبار إلى جهة الاختصاص. والاختبارات التي تخضع لهـــا مادة الرغـــوة هي كالآتي:

(أ) الفحص المخبري

و يبين المعايير التالية حسب مواصفات النوع المطلوب:

(1) الكثافة النوعية.

(2) نسبة التركيـــز (معامل التركيز ــ التوصيل الكهربائي).

(3) الأس الهيدروجيني **pH**.

(4) نسبة الرواسب في المحلول.

(5) التوافق مع وسائط الإطفاء الأخرى.

(6) التوافق مع استعمال الماء العذب والمالح.

(ب) الفحص الموقعي

يبين أداء وفعالية الرغوة ومحلول الرغوة في إطفاء الحريق بحيث تخضع العينة المقدمة لاختبار ميداني يبين ما يلي:

(1) نسبة التمدد.

(2) زمن التلاشي 25% من زمن التدفق.

(3) زمن إخماد الحريق.

(4) عودة الاشتعال.

وتتم عملية الفحص هذه من قبل جهة الاختصاص أو أية جهة اختبار معتمدة لديها وفقاً للإجراءات والنماذج المعدة لذلك.

(ج) الفحص الدوري للمادة المخزنه في النظام

تؤخذ عينة من النظام على فترات زمنية وفقاً لشروط الجهة المصنعة وشروط الصيانة لكل نظام وتجري عليها الاختبارات المذكورة في الفحص الموقعي.

3/3/4 مواصفات أجهــزة ومعــدات الرغوة

يجب أن تكون أجهزة ومعدات الرغوة معتمدة من هيئات اختبار معروفة مثل **UL** أو **FM** و غيرها.

1/3/3/4 خلــط الرغــوة

(أ) التعريــف

خلط الرغوة هي عملية تزويد الرغوة المركزة بالمعدل المطلوب إلى تيار الماء لتشكيل محلول الرغوة.

2/3/3/4 طــرق خلــط الرغــوة

توجد عدة طرق للخلط أهمها التالي:

(أ) مضخة مزدوجة تدار بالماء.

(ب) التحريض المباشر.

(ج) فوهة الرغوة بمحرض.

(د) الخلط بالضغط المتوازن (الخلط بنسب مقاسة).

(هـ) خزان الخلط المضغوط.

(و) الخلط حول المضخة.

(ز) طريقة التحريض الأولي والثانوي.

3/3/3/4 اختيار طريقة الخلط (التطبيق)

(أ) يعتمد اختيار طريقــة الخلط على عدد من العوامل تؤخذ جميعها بعين الاعتبار لكل حالة حسب نوعها.

(ب) أهــم عاملين همـــــا:

(1) التدفق المطلوب لحماية مكان معين.

(2) ضغط الماء المتوفر في المكان.

(ج) الاختيار ليس صعباً أو معقداً كما يبدو عند استعمـــال نظام ما مع الأخذ بعين الاعتبار الحلول البديلة.

(د) عندما يكون هناك مجال واسع من التدفقـــات والضغوط مطلوباً لحماية أماكن متنوعة (كما في حالة مصانع البتروكيمـــاويات، حقول الخزانات، محطات الطاقة...الخ) ينصح باستعمال طريقة الخلط بالضغط المتوازن.

4/3/3/4 المكونات والمواصفات والتشغيل والتحديدات

(أ) مضخة مزدوجة تدار بالماء

(1) عبارة عن مضخة حجمية كبيرة وأخرى صغيرة تدوران على محور واحد. عندما يتدفق الماء إلى المضخة الكبيرة يجعلها تدير المضخـــة الصغيرة التي بدورها تسحب الرغوة المركزة من وعائها وتدفعها إلى خط دفع الماء للمضخة الكبيرة. تندفع الكمية الصحيحة من الرغوة إلى تيار الماء عن طريق التحكم بنسب مقاسات المضختين.

(2) التحديدات

1ـــ انخفاض الضغط عبر هذا الجهاز هو 25% عند ضغط 6.5 بار وأكبر تدفق.

2ـــ حجم الماء المتدفق يتحكم في حجم الرغوة المتدفقة إلى تيار الماء.

3ـــ يصنع هذا الجهاز بمقاسين فقط، الصغير يخلط ضمن حدود مقبولة بين 220 ـــ 700 ل/د والكبير يخلط بين 750 – 4000 ل/د بتركيز بين 5.5% و 6.5% للرغوة المركزة.

(3) ليس له تحديدات بالنســـبة للضغط.

(ب) التحريض المباشر

(1) عبارة عن محرض فنتوري يوضع على خط تزويد المياه إلى صانع الرغوة، وهذا المحرض متصل بخط واحد أو بخطوط متعددة مع مصدر الرغوة المركزة، وهو معاير أو يمكن إعادة معايرته، انظر شكل (3/4ـــ1).

(2) التحديـــدات

1ـــ يجب أن يكون المحرض مصمماً وفقاً لصانع الرغوة أو وصلة الربط المطلوب استعمالها معه ويكون مصمماً لاستعماله مع أطوال معينة للخرطوم أو الأنبوب الواصل بينه وبين صانع الرغوة.

2ـــ فاقد الضغط في المحرض يساوي تقريباً ثلث الضغط عند مدخله.

3ـــ يجب أن لا تزيد المسافة بين مستوى قاع وعاء الرغوة المركزة ومستوى المحرض عن 1.8 م عندما يكون الوعاء أخفض من مستوى المحرض.

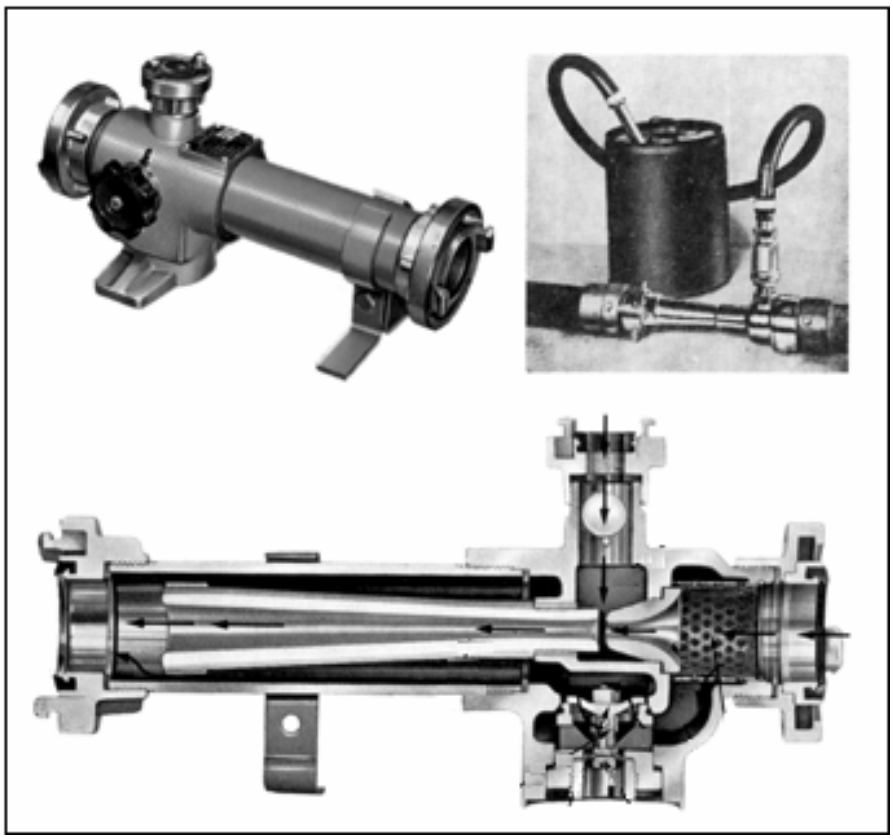
(ج) فوهة الرغوة بمحرض، شكل (3/4ـــ2)

(1) وهي عبارة عن فوهة رغوة تحتوي على أنبوب فنتوري. وأنبوب سحب (مأخذ للرغوة المركزة) مصممة بشكل مناسب بحيث تندفع الرغوة المركزة عبر أنبوب مرن قصير متصل بين الفوهة وخزان الرغوة المركزة بالتحريض، عند مرور الماء من الفوهة، وبذلك تختلط الرغوة المركزة تلقائياً مع الماء بالنسبة المطلوبة.

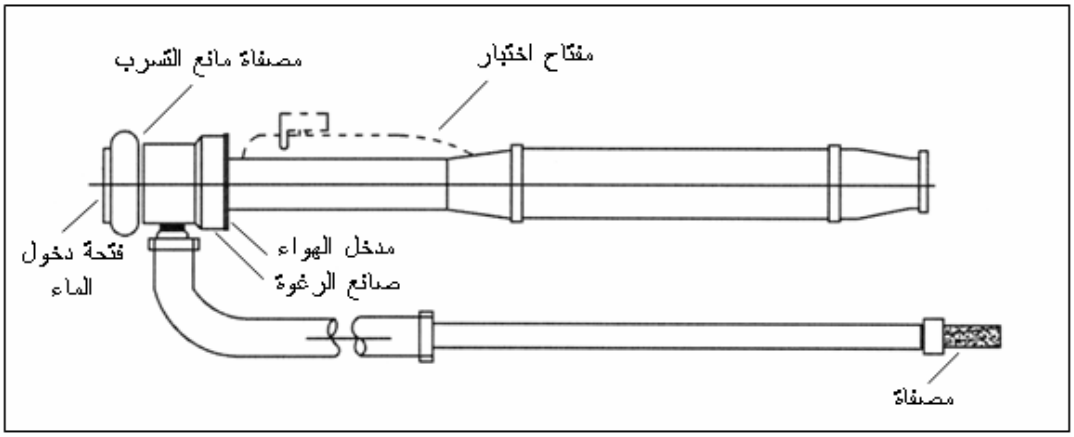
(2) التحديـــدات

1 ــ يجب أن لا تزيد المسافة بين قاع وعاء الرغوة المركزة ومستوى صانع الرغوة عن 1.8 م.

2 ــ طول وقطر الخرطوم أو الأنبوب الواصل بين وعاء الرغوة المركزة و صانع الرغوة يجب أن يكون حسب توصيات الجهة المصنعة.



شكل (3/4ــ1) محرض فنتوري على خط



شكل (3/4ــ2) فوهة الرغوة بمحرض

(د) الخلــط بالضغــط المتوازن، شكل (3/4ــ3)

(1) عبارة عن مضخة مستقلة للرغوة المركزة تستعمل لحقن الرغوة في تيار الماء، فتحات أو أنابيب فنتوري أو كلاهما تتحكم أو تقيس نسبة خلط الماء إلى الرغوة المركزة، يمكن تغيير كمية الرغوة المحقونة يدوياً أو تلقائياً عن طريق التحكم بالضغط أو التدفق.

(2) هناك طريقة أخرى للخلط تستعمل فيها مضخة أو خزان مثاني لموازنة ضغط الماء والرغوة المركزة.

(3) التشغيــل

1ــ يفتح صمام المياه الرئيسي وتؤخذ قراءة الضغط على المقياس المزدوج.

2ــ يفتح الصمام الموجود على التحويلة بين خطى السحب والدفع لمضخة الرغوة المركزة بالكامل فتبدأ المضخة بالعمل.

3ــ عن طريق إغلاق الصمام الموجود على التحويلة ببطء يزيد ضغط الدفع للرغوة المركزة حتى يتوافق المؤشر الثاني للمقياس المزدوج مع مقياس ضغط الماء.

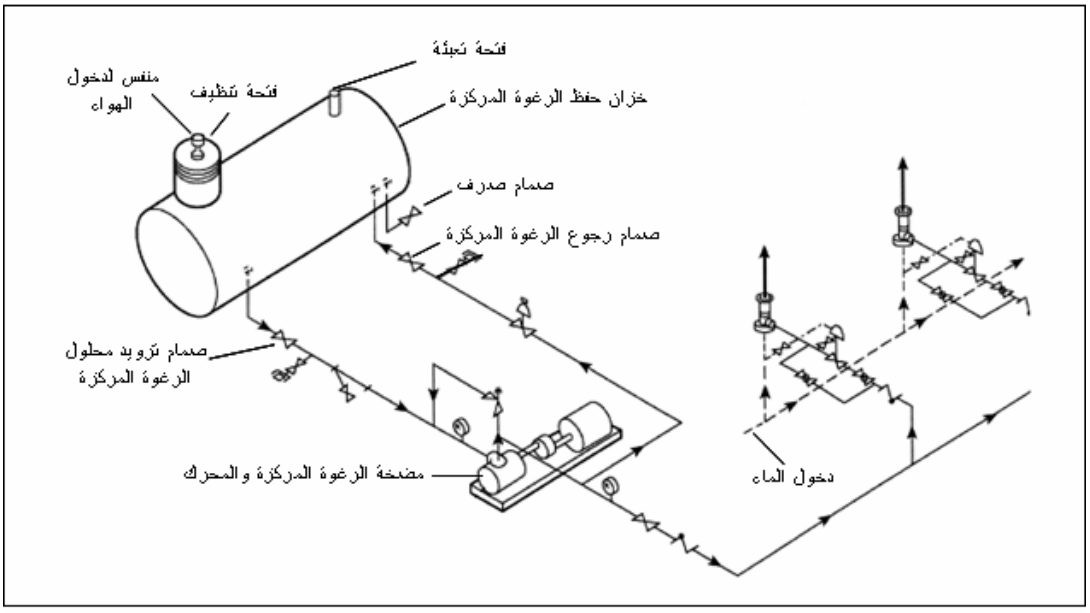
4ــ عندما يتوافق مؤشرا المقياس على نفس النقطة يتم حقن الكمية المناسبة من الرغوة المركزة إلى تيار الماء.

(4) التحديــدات

1ــ سعة جهاز الخلط يمكن أن تتراوح ما بين 50% و 200% من السعة المحددة للجهاز.

2ــ انخفاض الضغط عبر جهاز الخلط يتراوح بين 0.3 – 2 بار وذلك يعتمد على حجم الماء المار عبر المحرض ضمن حدود السعات المذكورة أعلاه.

3ــ مضخة مستقلة مطلوبة لدفع الرغوة المركزة إلى المحرض.



شكل (3/4ــ3) الخلط بالضغط المتوازن لعدة نقاط حقن

(هـ) خزان الخلط المضغوط، شكل (3/4ـ4)

(1) هذه الطريقة تعتمد على ضغط الماء كمصدر للطاقة، حيث يضغط الماء المغذي خزان الرغـوة المركزة، وبنفس الوقت يتدفق الماء من خلال أنبوب فنتوري مجاور أو فتحة فيولد فرقاً في الضغط، جهة الضغط المنخفض لأنبوب فنتوري متصل مع خزان الرغوة المركزة، وبذلك فرق الضغط بين الماء المغذي وجهة الضغط المنخفض يدفع الرغوة المركزة من خلال فتحة القياس إلى أنبوب فنتوري.

الاختلاف في الضغط عبر أنبوب فنتوري يغير نسبة التدفق أيضاً، لذلك يكفي أنبوب فنتوري واحد لخلط نسب صحيحة خلال مجال واسع التدفق.

انخفاض الضغط خلال هذه الوحدة يعتبر قليل نسبياً ويوجد طريقة فحص خاصة للسماح باستعمال أقل كمية من الرغوة المركزة عند فحص نظام الخلط المضغوط.

(2) التحديـــدات

1ـ هذا النظام يستعمل عادة مع الرغوة المكونة من البروتين والفلوروبروتين فقط، كما يمكن أن تمثل الرغوة المركزة ذات الوزن النوعي المشابه للماء مشكلة عند الخلط.

2ـ سعة جهاز الخلط يمكن أن تتراوح ما بين 50 ـ 200% من السعة المحدودة للجهاز.

3ـ انخفاض الضغط عبر جهاز الخلط يتراوح ما بين 0.3 – 2 بار، ذلك يعتمد على حجم الماء المتدفق ضمن حدود السعات المذكورة أعلاه.

4ـ عندما تُطرد الرغوة المركزة يجب أن يوقف النظام عن العمل، ويفرغ الخزان من الماء ويعاد تعبئته بالرغوة المركزة.

5ـ عندما يدخل الماء إلى الخزان وتندفع الرغوة المركزة فإنه لا يمكن إعادة تعبئة الرغوة المركزة أثناء التشغيل كما في الطرق الأخرى.

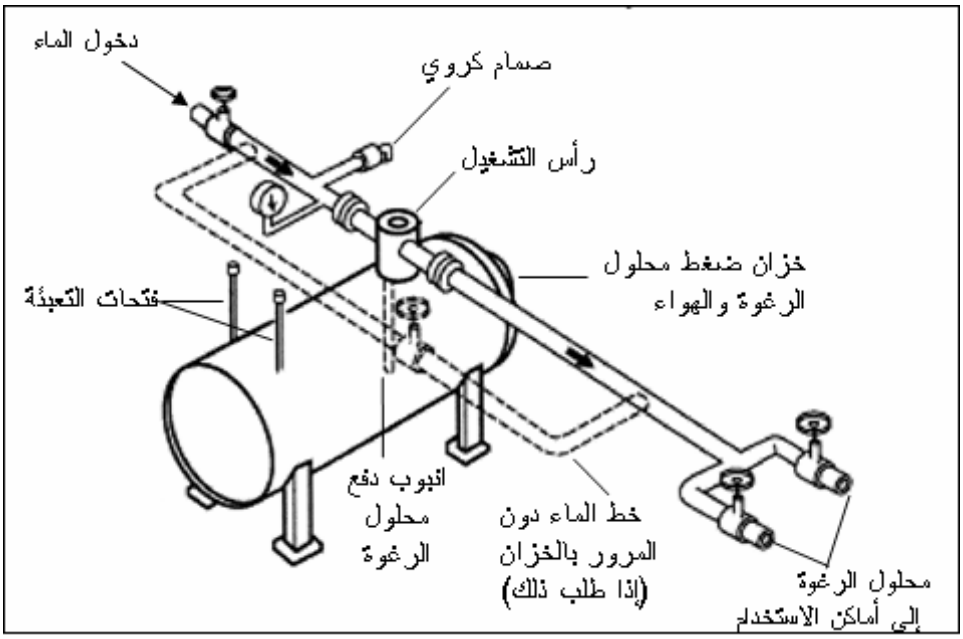
6ـ هذا النظام يخلط بنسب مخفضة مميزة عند معدلات تدفق منخفضة، ويجب ألا يستعمل عند تدفق أقل من التدفق التصميمي.

(و) خزان مثاني للخلط المضغوط

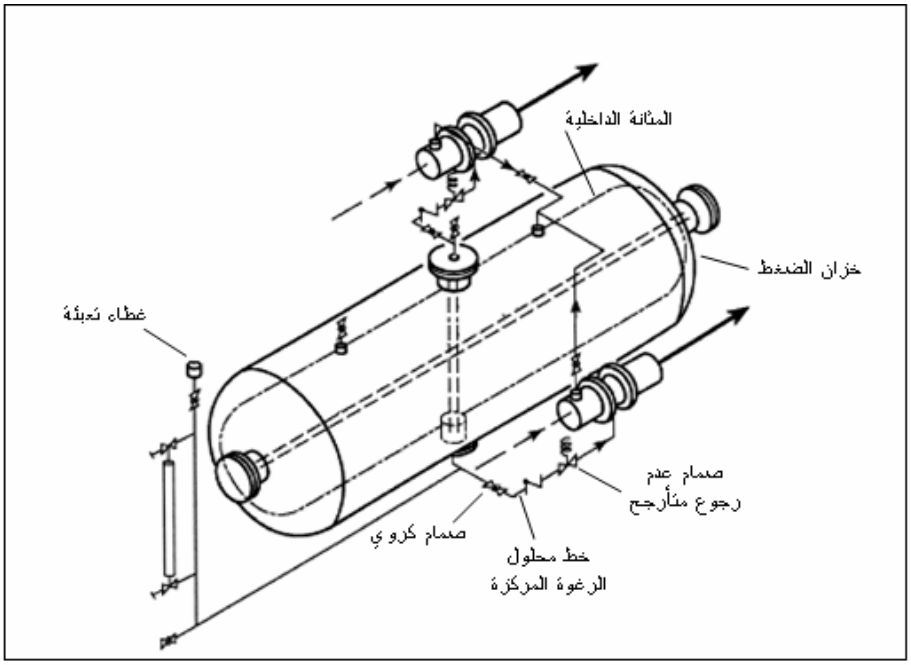
(1) هذه الطريقة تعتمد على ضغط الماء كمصدر للطاقة ولها نفس مبدأ عمل وجميع ميزات الطريقة السابقة إضافة إلى وجود مثانة منقبضة تفصل الرغوة المركزة عن الماء المغذي. وبذلك يمكن استخدام الرغوة المركزة من نوع AFFF البروتين أو فلوروبروتين. جهاز الخلط هو جهاز فنتوري معدل، متصل من جهة الضغط المنخفض مع خط إمداد الرغوة من الخزان. يمر الماء تحت ضغط معين خلال جهاز تحكم الخلط (فنتوري) وجزء من هذا الماء يحول إلى خط تغذية الماء للخزان، هذا الماء يضغط الخزان ويؤثر بقوة على المثانة المملوءة بالرغوة المركزة لتنقبض ببطء مما يجعل الرغوة المركزة تندفع إلى الخارج من خلال خط تغذية الرغوة، إلى جهة الضغط المنخفض لجهاز تحكم الخلط. تقاس الرغوة المركزة باستعمال فتحة أو صمام قياس توصل إلى جهاز الخلط جهة الماء المغذي الرئيسي، وذلك لإرسال محلول الرغوة الصحيح إلى صانع الرغوة، انظر شكل (3/4ـ5).

(2) التحديـــدات

نفس المذكور في خزان الخلـــط المضغوط (4/3/3/4(هـــ))، عدا أنه يمكن استعمال النظام لجميع أنواع الرغوة المركزة.



شكل (3/4ـــ4) الخلط المضغوط



شكل (3/4ـــ5) خزان مثاني للخلط المضغوط

(ز) الخلط حول المضخة، شكل (3/4ـــ6)

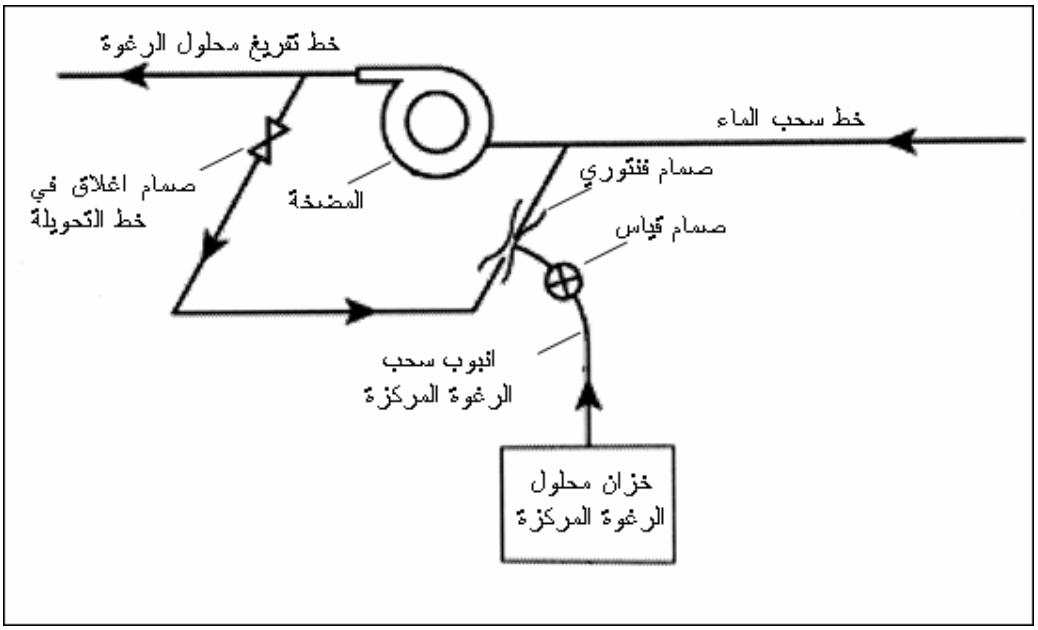
(1) يستعمل انخفاض الضغط بين جهتي الدفع والسحب لمضخة الماء للنظام لتحريض (دفع) الرغوة المركزة إلى تيار الماء، عن طريق فتحات مناسبة متغيرة أو ثابتة موصلة مع محرض فنتوري على التحويلة بين جهتي السحب والدفع للمضخة، يمكن تحقيق سعات مختلفة باستخدام صمام قياس مزدوج يدوي التحكم.

(2) التحديـــدات

1ـــ يجب أن يكون الضغط المقاس عند خط سحب المضخة للماء صفراً أو سالباً، حيث أن قليلاً من الضغط الموجب عند خط سحب المضخة قد يؤدي إلى تقليل كمية الرغوة المحرضة أو يسبب تدفق الماء عكسياً إلى وعاء الرغوة المركزة من خلال المحرض.

2ـــ يجب أن لا تزيد المسافة بين مستوى قاع وعاء الرغوة المركزة ومستوى المحرض (فنتوري) عن 1.8 م عندما يكون الوعاء أسفل من مستوى المحرض.

3ـــ إن تيار الماء المار من التحويلة إلى المحرض بتدفق يتراوح بين 35–150 ل/د يعتمد على قياس الجهاز وعلى ضغط الدفع للمضخة، ويجب أن يؤخذ هذا بعين الاعتبار عند حساب التدفق الصافي للمضخة.



شكل (3/4ـــ6) طريقة الخلط حول المضخة

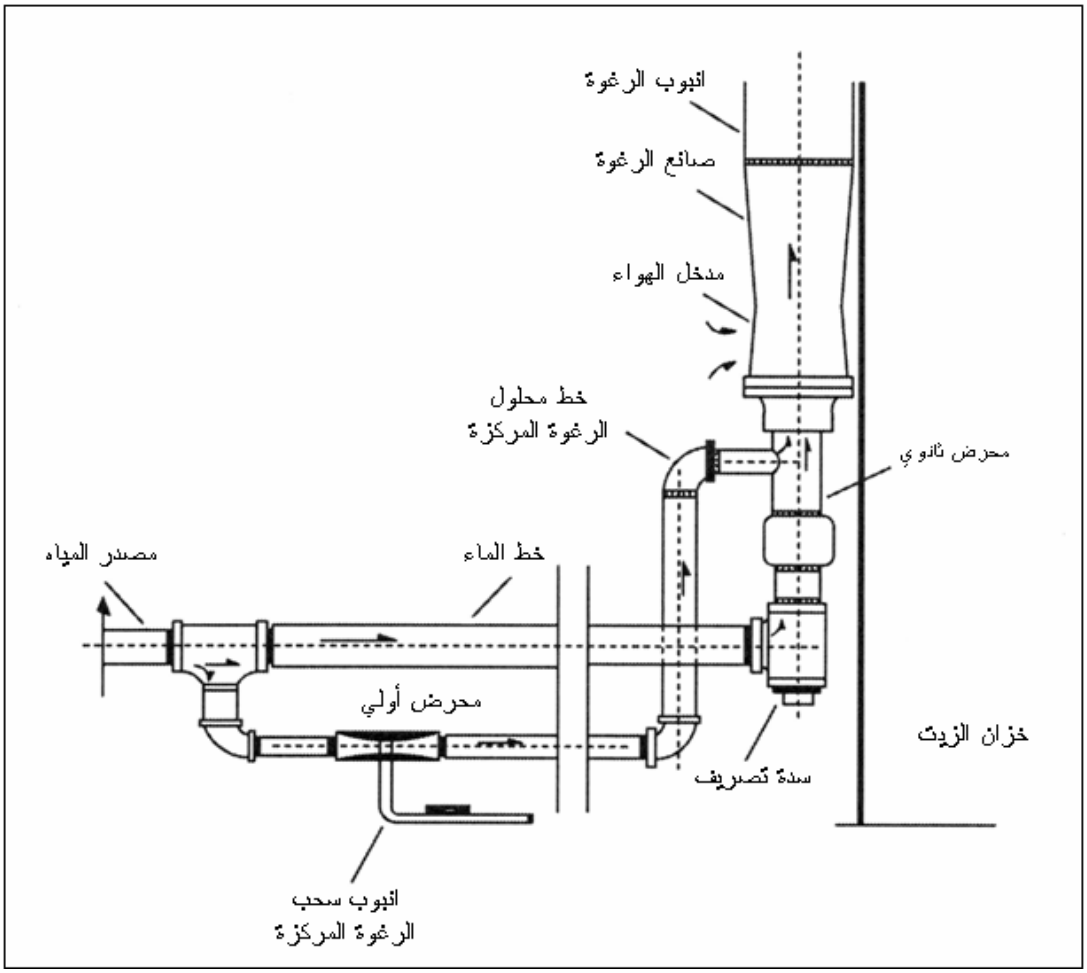
(ح) طريقة التحريض الأولي والثانوي، شكل (3/4ـ7)

(1) عبارة عن وحدة مكونة على جدار المنطقة المراد حمايتها على التحويلة الواصلة على التوازي بين خطي تزويد المياه الرئيسي وصانع الرغوة. يتدفق جزء من الماء من خلال المحرض الأولي ويسحب الرغوة المركزة من الوعاء عن طريق أنبوب لاقط، يمر خط الماء الرئيسي خلال المنفث للمحرض الثانوي الموجود عند صانع الرغوة، و يندفع خليط الماء والرغوة المركزة القادمة من المحرض الأولي إلى جهة السحب للمحرض الثانوي.

(2) التحديدات

1ـ يجب أن يركب المحرض الأولي على بعد 150 م من المحرض الثانوي. و يجب أن تكون مقاسات الأنابيب على خطوط الماء والمحلول حسب توصيات الجهة المصنعة وحسب الترخيص.

2ـ يجب أن لا تزيد المسافة بين مستوى قاع وعاء الرغوة المركزة ومستوى المحرض الأولي عن 1.8 م عندما يكون الوعاء أخفض من مستوى المحرض.



شكل (3/4ـ7) طريقة التحريض الأولي و الثانوي

5/3/3/4 أوعية حفــظ الرغــوة

(أ) يجب أن تصنع أوعية حفظ الرغوة من مواد متجانسة مع الرغوة أو تطلى بطلاء متجانس مع الرغوة.

(ب) يجب أن يكون الوعاء من مواد مقاومة للصدأ مثل الصلب المقاوم للصدأ أو البوليستر الحراري.

6/3/3/4 صانع الرغــوة

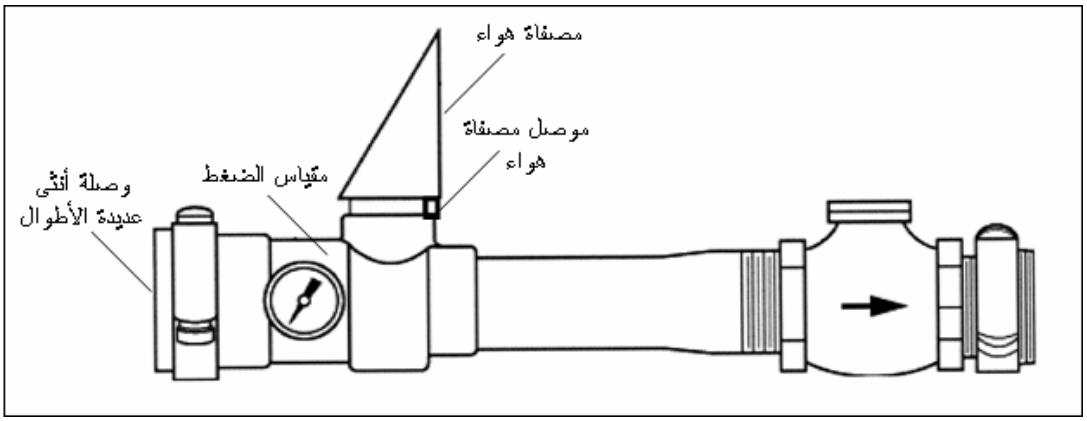
و هو الجهاز الذي يتم فيه خلط الهواء مع محلول الرغوة لتكوين الرغوة النهائية، ويوجد نوعان:

(أ) صانع الرغوة الثابت

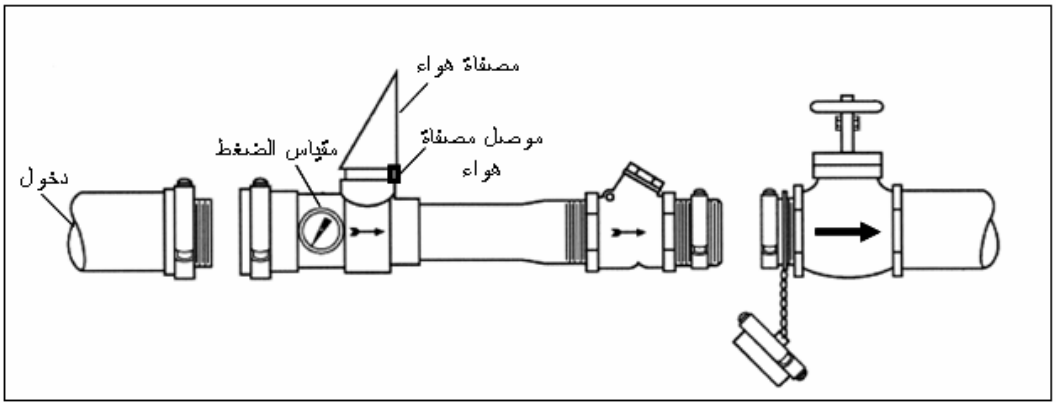
وهو مصمم خصيصاً لسحب الهواء موصل على خط إمداد محلول الرغوة، يستغل جزء من طاقة السائل لسحب الهواء إلى التيار، والتيار المضطرب المتشكل عند هذه النقطة، يُكون رغوة مستقرة يمكن توجيهها إلى المنطقة المراد حمايتها.

(ب) صانع الرغوة المضغوط

وهو يستخدم مبدأ فنتوري لسحب الهــواء إلى تيار محلول الرغوة لتشكــل الرغوة تحت الضغط. تحفظ طاقــة سرعة كافيــة في هذا الجهاز، لذلك فإن الرغوة المنتجــة يمكن أن توصل عبر الأنابيب أو الخراطيــم إلى المكان المراد حمايتــه. ويصنع صانع الرغوة من مواد مقاومة للحريق والصدأ ومتجانسة مع مادة الرغوة، مثل النحــاس الاصفر والبرونز أو السبائــك الخفيفة، وفقاً لمواصفات عالميــة معتمدة من جهة الاختصاص وقادرة على تحمل ضغط التشغيل، شــكل (3/4ـــ8) و شكل (3/4ـــ9).



شكل (3/4ـــ8) صانع الرغوة للنظام شبه الثابت وضغط ارتدادي عالي وقصير



شكل (3/4ـ9) صانع الرغوة للنظام الثابت وضغط ارتدادي عالي وثابت

7/3/3/4 مدافع الرغـــوة

(أ) مدافع الرغوة اليدوية

وهي عبارة عن خراطيم وفوهات رغـــوة يتم توجيههـــا باليد إلى مكان الحريق. ويحدد رد فعل الفوهة كمية الرغوة المتدفقة إلى 950 ل/د، ويوجد نوعان من فوهات الرغوة هما:

(1) مدفع بمحرض

حيث يتم فيها خلط الرغوة المركزة مع الماء لتشكيل محلول الرغوة كما هو مذكور في الفقرة (1/3/3/4).

(2) مدفع بدون محرض

حيث يتم خلط الرغوة على الخط الواصل بين الفوهة ومصدر المياه، كما هو مذكور في الفقرة (1/3/3/4).

وتصنع المدافع عادة من مواد مقاومة للصدأ ولا تتأثر بمحلول الرغوة مثل الصلب المقاوم للصدأ أو البرونز أو النحاس الأصفر أو السبائك الخفيفة، وفقاً لمواصفات عالمية معتمدة من جهة الاختصاص وتحتوي على صانع الرغوة ومصفاة عند فتحة الدخول، وأنبوب توجيه. والخرطوم يكون من النوع المبطن و حسب مواصفات مواد معدات الحريق (الباب الأول ــ الفصل الأول).

(ب) مدافع الرغوة ذات السعة الكبيرة

وتنقسم إلى الأنواع التالية:

(1) مدفع الرغوة الثابت

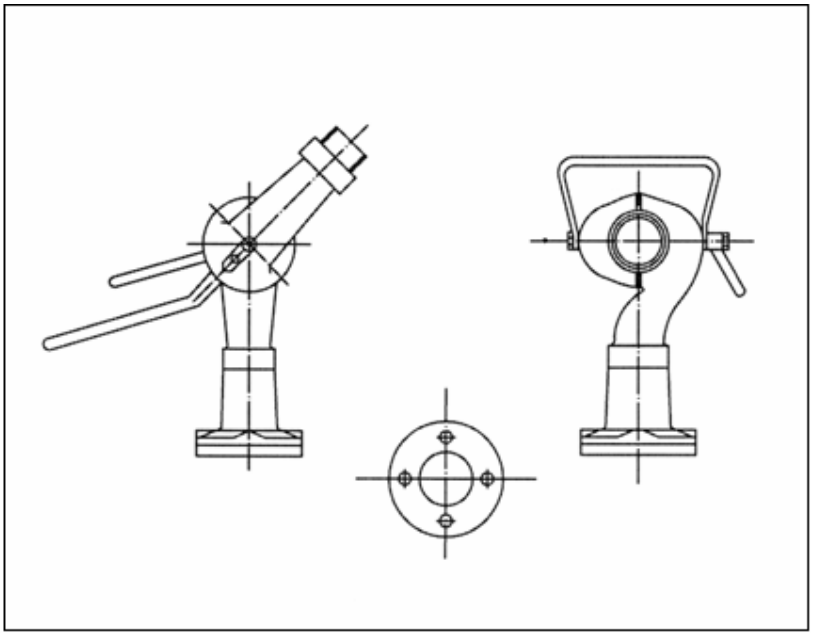
وهو جهاز لدفع كمية كبيرة من الرغوة، ويكون مثبتاً على قاعدة، يزود بمحلول الرغوة بواسطة أنابيب أو خراطيم، وتنقسم من حيث التحكم إلى نوعين:

1ــ تحكم يدوي، شكل (3/4ـ10).

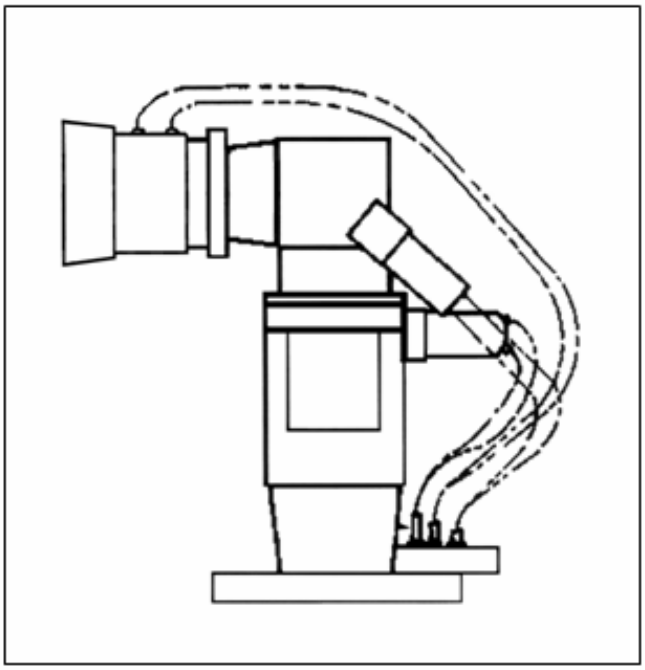
2ــ تحكم تلقائي عن بعد، ويكون المدفع مزوداً بمحركين للحركة أفقياً ورأسياً، وعلبتي سرعة أفقية ورأسية ويمكن أن يكون التحكم كهربائياً، أو هيدروليكياً أو هوائياً أو كهربائياً هوائياً، شكل (3/4ــ11).

(2) مدفع الرغــوة المتحــرك

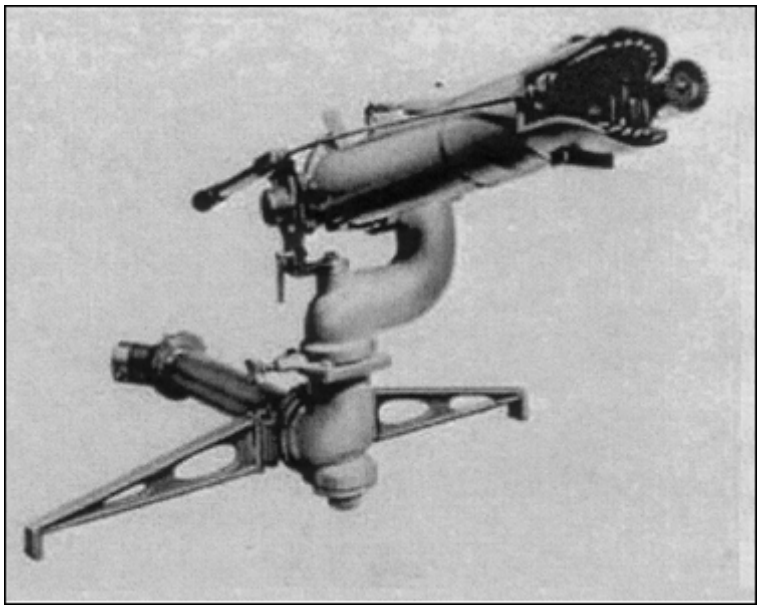
وهو جهــاز لدفع كمية كبيــرة من الرغوة ويكون مثبتاً على عربة متحركة، ويمكن نقله إلى مكان الحريق، وقد تحتوي العربة على خزان الرغوة المركزة، وجهاز الخلط، ويوصل المدفع بواسطة خراطيم إلى مصادر المياه، شكل (3/4ــ12). وتصنع المدافع من مواد مقاومة للحريق والصدأ ومتجانسة مع الرغوة مثل الصلب المقاوم للصدأ أو البرونز أو النحاس الأصفر أو السبائك الخفيفة وفقاً لمواصفات عالمية معتمدة من جهة الاختصاص.



شكل (3/4ــ10) مدفع رغوة ثابت ــ تحكم يدوي



شكل (3/4ـــ11) مدفع رغوة ثابت ــ تحكم تلقائي من بعد

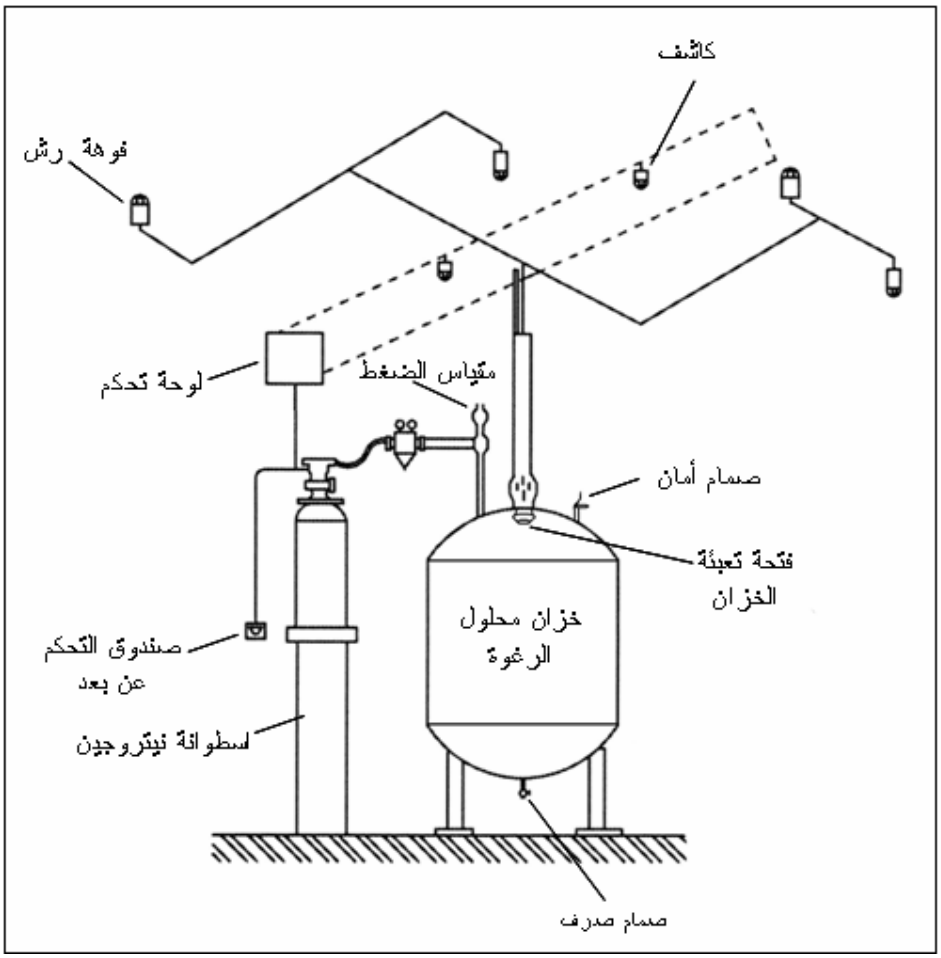


شكل (3/4ـــ12) مدفع رغوة متحرك

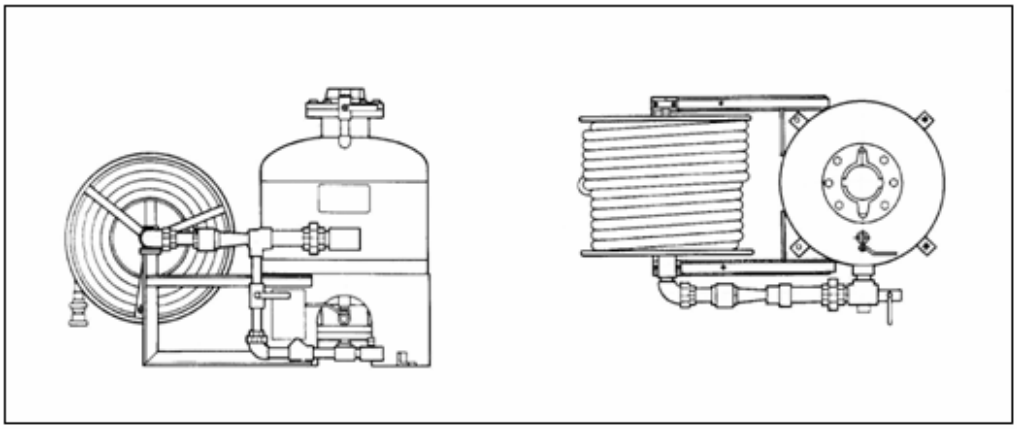
4/3/4 نظام الرغوة سابقة الخلط المضغوط

1/4/3/4 التعريـــف

يعتمد هذا النظام على تدفق محلول الرغوة سابقة الخلط من الخزان بواسطة غاز طارد ومضغوط مثل النيتروجين أو ثاني أكسيد الكربون، عبر شبكة الأنابيب إلى صانع الرغوة إلى فوهات الرش لتغمر سطح المكان المراد حمايته، يمكن أن تكون الرغوة المتدفقة على شكل رذاذ أو على شكل تيار محكم منخفض السرعة حسب متطلبات التصميم. ويمتاز هذا النظام بأنه لا يحتاج إلى مصدر للمياه ومضخات وأجهزة خلط، شكل (3/4ـــ13) و شكل (3/4ـــ14).



شكل (3/4ـــ13) نظام الرغوة سابقة الخلط المضغوط



شكل (3/4ـــ14) نظام الرغوة سابقة الخلط المضغوط مع الخراطيم

2/4/3/4 مـــادة الإطـــفاء

وهي عبارة عن محلـــول مكون من كميـــة معينـــة من الرغوة المركزة غالباً نوع **AFFF**، وكمية معينة من الماء مخزنة في وعاء خاص وتكون نسبة خلط الرغوة المركزة إلى الماء عادة 3% أو 6% حسب متطلبات التصميم. أما إذا استعملت محاليل أخرى من الرغوة المركزة، يجب استشارة جهة الاختصاص.

3/4/3/4 التطبيق (استعمالات النظام)

يعتبر هذا النظام فعّـــالاً لاستعماله في حماية الأماكن والحالات التالية:

(أ) غرف تخزين السوائل القابلة للاشتعال أو السوائل الساخنة القابلة للاحتراق.

(ب) المواد القابلة للاحتراق المعرضة لانتشار واسع للحريق.

(ج) غرف مولدات الكهرباء التي تعمل بالوقود السائل (الديزل).

(د) غرف محولات الكهرباء التي تعمل بالزيت.

(هـــ) في الأماكن التي تحتاج إلى الحماية بنظام الرغوة ولا تتوفر فيها مصادر للمياه، أو أن يكون ضغط المياه غير كاف.

ملاحظة: لا يطبق هذا النظام على الحرائق ذات ثلاثة أبعاد مثل الحرائق في أماكن تحضير السوائل القابلة للاشتعال وما شابهها. وفي مثل هذه الحالات تستعمل أنظمة فوهات رش رغوة ــ ماء المعتمدة. وأيضاً للسوائل القابلة للانحلال في الماء بعمق يزيد عن 25 مم عن طريق فوهات الرش المرذذة.

5/4/3/4 تشغيل النظام

(أ) وسائل التشغيل

(1) تشغيل تلقائي

بواسطة كاشفات الحريق أو الوصلات المنصهرة التي تقوم بفتح صمام الغاز الطارد المضغوط أو بواسطة الضغط الهوائي.

(2) تشغيل يدوي كهربائي

بواسطة مفتاح كهربائي يدوي يقوم مقام كاشفات الحريق.

(3) تشغيل يدوي ميكانيكي

بواسطة أدوات تشغيل يدوية ميكانيكية

(ب) أجهزة التشغيل

وتستعمل لإطلاق الغاز الطارد المضغوط من أسطوانته لضغط محلول الرغوة في الخزان عند تلقيها الإشارة من لوحة تحكم النظام وهي تعمل بطريقة كهربائية أو ميكانيكية أو هوائية.

5/4/3/4 مكونات النظام

يتكون نظام الرغوة سابقة الخلط المضغوط من الأجزاء الرئيسية التالية:

(أ) وعاء أو خزان يحتوي على محلول الرغوة.

(ب) اسطوانات الغاز الطارد المضغوط، وغالباً ما يكون غاز النيتروجين أو ثاني أكسيد الكربون.

(ج) شبكة الأنابيب وملحقاتها وصانع الرغوة.

(د) فوهات رش، ويمكن أن تأخذ شكل محرض الرغوة و فوهات رش، وفي هذه الحالة لا تحتاج الشبكة إلى محرض.

(هـ) أجهزة التشغيل والتحكم والمراقبة، شكل (3/4ــ13) يوضح مكونات النظام.

(و) تدوير محلول الرغوة سابقة الخلط داخل الخزان باستعمال مضخة تدوير وذلك للمحافظة على تجانس المحلول وتقليل الترسبات في قاع الخزان.

6/4/3/4 مواصفات المـــواد

(أ) محلـــول الرغـــوة

الرغوة المتدفقة على شكل رذاذ يجب أن تشكل بسرعة طبقة متماسكة تنتشر بسرعة حول العوائق. والرغوة التي تحقق هذه المتطلبات لها نسبة تمدد تتراوح ما بين 4 إلى 8 مرات وزمن تلاشي بنســبة 25% من زمن التدفق يتراوح ما بين 20 ث ــ 60 ث كما جاء في مواصفات جهة الاختصاص لمركبات الرغوة. أما الرغوة المتدفقة على شكــل تيار محكم منخفض السرعة يجب أن يكون لها خواص ضمن المجال المبين في شكل (3/4ــ2).

(ب) خزان محلول الرغوة سابقة الخلط

(1) يجب أن يكون الخزان مصنعاً بطريقة اللحام، ويصمم ويصنع ويختم عليه حسب متطلبات **ASME** للاسطوانات المضغوطة أو ما يعادلها من المواصفات، وحسب الضغط المطلوب.

(2) يجب أن يكون الخزان مصنوعاً من سبائك الفولاذ المقاومة للصدأ وأن يكون السطح الداخلي مبطناً بطبقة مناسبة لتمنع الصدأ أو التآكل الناتج عن الماء أو محلول الرغوة سابقة الخلط، وجميع الوصلات الرابطة في الخزان وصمامات القفل يجب أن تكون من نفس المواد.

(3) فتحة التعبئة وغطاؤهـــا

يجب أن يكون الخزان مزوداً بفتحة للتعبئة ذات قطر داخلي لا يقل عن 100 مم ويجب أن يكون غطاء فتحة التعبئة مزوداً بممسكين حتى يتم شد الغطاء باليد دون استعمال أدوات، وأن لا يحدث تسرب عندما يكون الخزان تحت الضغط. ويجب أن يكون الغطاء مزوداً بحاشية من المطاط، ويجب تزويد فتحة تهوية للأمان على غطاء التعبئة.

(4) صمام التنفيس

يجب أن يزود الخزان بصمـــام تنفيس للضغط معتمد من **ASME** أو ما يعادلها من الهيئات تم ضبطه بصورة سليمة عند الضغط 110% من ضغط التشغيل الأقصى المسموح به.

(5) مقيـــاس الضغـــط

يجب أن يزود خزان الرغوة سابقة الخلط بمقياس للضغط لمعرفة الضغط داخل الخزان.

(ج) اسطوانات الغاز الطارد المضغوط

(1) يجب أن تكون اسطوانات النيتروجين أو اسطوانات ثاني أكسيد الكربون معتمدة من **DOT** أو ما يعادلها من الهيئات الدولية.

(2) صمامات اسطوانات الغاز الطارد

يجب أن تكون صمامات الاسطوانات حسب مواصفات **DOT** للغازات المضغوطة أو ما يعادلهـــا من المواصفـــات، ويجب أن يكون لها تسنين حسب الشروط الدولية، ويجب أن تكون أيضاً من النوع الذي يفتح بسرعة ويجب أن تستوفي الشروط التاليـــة:

1ــ إمكانية فتحها يدوياً بالوســـائل التاليـــة:

أــ ذراع الفتح السريع أو عجلة التشغيل اليدوية لكل اسطوانة نيتروجين أو اسطوانة ثاني أكسيد الكربون.

ب ــ مشغل لفتح جميع اسطوانات النيتروجين.

2ــ أن تكون جميع طرق الفتح مستقلة ومرتبة بحيث لا تتعارض مع بعضها البعض.

3ــ إمكانية قفلها يدوياً عند رأس الاسطوانة.

4ــ أن تكون مزودة بمقياس ضغط تكاملي لقياس الضغوط المختلفة.

(3) منظم ضغط الغاز الطارد

1ــ يجب أن يكون عدد منظمات الضغط المزودة كافياً للمحافظة على التدفق المحدد لكل أجهزة التدفق.

2ــ يجب أن يكون كل منظم ضغط مصمماً لضغط دخول لا يقل عن 200 بار ويجب أن يعير ويقفل ليدفع النيتروجين عند ضغط التشغيل المطلوب.

3ــ يجب أن يكون منظم الضغط قادراً على العمل بأمان ضمن مجال درجات الحرارة – 45 ^{o}م و 70 ^{o}م.

4ــ يجب أن يجهز كل منظم أو مجمع منظمات بصمام ذي نابض لتصريف الضغط، ويجب أن يكون موصلاً مع اسطوانات النيتروجين بخرطوم مسلح بالسلك لا يقل قطره عن 9.5 مم.

(د) الأنابيب والوصلات وصانع الرغوة

حسب مواصفات جهة الاختصاص لنظام الرغوة.

(هــ) فوهات الرش

حسب مواصفات جهة الاختصاص لأنظمة الرغوة الثابتة داخل المباني.

(و) أجهزة التحكم والتشغيل والمراقبة

تشمل الأنواع التاليــة:

(1) أجهزة التحكم والتشغيل التلقائي

1ــ وهي كاشفات الحرارة أو الدخان أو اللهب، ولوحة التحكم التابعة للنظام وفقاً لمواصفات أنظمة إنذار الحريق (الباب الخامس ــ الفصل الأول).

2ــ مشغل رأس الاسطوانة وفقاً لمواصفات مواد معدات الحريق (الباب الأول ــ الفصل الأول).

3ــ ملف لولبي ومفتاح الضغط وفقاً لمواصفات مواد معدات الحريق (الباب الأول ــ الفصل الأول).

(2) أجهزة التشغيل اليدوي

وهي وحدة التشغيل اليدوية وفقاً لمواصفات أنظمة إنذار الحريق (الباب الخامس ــ الفصل الأول) و ذراع التشغيل الميكانيكي معتمد حسب المواصفات الدولية.

(3) أجهزة الإنذار التابعة للنظام

وهي الأجراس والعلامات الضوئية والصافرات وفقاً لمواصفات أنظمة إنذار الحريق (الباب الخامس ــ الفصل الأول).

7/4/3/4 التصميـــم

(أ) يجب أن يكون هناك عدد كاف من الاسطوانات لتشغيل النظام عندما يكون ضغط النيتروجين 103 بار تقريباً أو ضغط ثاني أكسيد الكربون 58 بار تقريباً لطرد كمية المحلول التصميمية كلها، وكمية احتياطية أيضاً كافية لتنظيف جميع الخطوط.

(ب) تخزين اسطوانات الغاز الطارد

يجب أن توضع الاسطوانات في مكان آمن يسهل الوصول إليه، وذلك لغرض التشغيل والصيانة وأن لا يكون معرضاً للعوامل الجوية، من درجة الحرارة وغيرها.

(ج) تصمم شبكة الأنابيب والصمامات بحيث يمكن غسيل خطوط الخراطيم (إن وجدت) بعد الاستعمال.

(د) عند حماية منطقة كاملة من الغرفة أو المبنى باستعمال فوهات رش، فإنه يجب أن توضع علامة على أعلى ارتفاع ممكن لها في المنطقة، والمباعدة بينها حسب منحنيات الأداء الخاصة بها بحيث تغطي المنطقة المحمية كلها.

(هـــ) في حالة استعمال الخراطيم ببكرة فإنه يمكن التحكم بتدفق محلول الرغوة لكل خرطوم عن طريق صمام كروي.

8/4/3/4 التجهيزات الفنية

حسب مواصفات ومتطلبات جهة الاختصاص لأنظمة الرغوة الداخلية مع مراعاة الآتي:

(أ) تثبيت خزان الرغوة سابقة الخلط واسطوانات الغاز الطارد بشكل جيد على الحوامل المخصصة لها.

(ب) يجب أن تركب الأنابيب والصمامات بحيث يمر الغاز عند التشغيل من الاسطوانة عبر منظم الضغط أو مجمع المنظمات والأنابيب للمحافظة على ضغط ثابت في خزان الرغوة سابقة الخلط أثناء التفريغ حسب التصميم.

(ج) التنسيق الكامل بين الخدمات وأجزاء المبنى، وأجزاء المكان المراد حمايته بتركيب صمام عدم رجوع، وتركيب الفوهات وأجزاء الشبكة بحيث تضمن عدم إعاقة عمل فوهات الرش.

(د) توصيل لوحة نظام التشغيل والتحكم التابعة للنظام مع لوحة تحكم الإنذار الرئيسية للمبنى في حالة وجودها.

9/4/3/4 الحســـابـــات

(أ) يؤخذ معدل التدفق التصميمي المطلوب لمحلول الرغوة حسب نوع الرغوة، إذا كان **AFFF** يؤخذ 4.2 ل/د/م^2 أو بروتين أو فلوروبروتين يؤخذ 6.5 ل/د/م^2.

(ب) يحسب معدل التدفق التصميمي الكلي (ل/د) لمحلول الرغوة للمساحة المطلوب تغطيتها.

(ج) يؤخذ أقل زمن مطلوب لتشغيل النظام 10 د على الأقل، أو حسب نوعية الرغوة، أو حسب الترخيص وظروف المشروع.

(د) تحسب كمية محلول الرغوة المطلوبة خلال زمن التشغيل باللتر.

(هـــ) تؤخذ نسبة خلط الرغوة المركزة إلى الماء عادة 3% أو 6% وعلى ضوئها تحسب كمية الرغوة المركزة، وكمية الماء المطلوبتان في خزان الرغوة سابقة الخلط.

(و) يحسب معدل التدفق التصميمي (ل/د) لكل فوهة رش حسب المســـاحة التي يغطيها، أو يحسب معـــدل متوسط التدفق لكل فوهة رش إذا كانت المساحات التي تغطيها فوهات الرش متساوية.

(ز) يؤخذ الضغط المطلوب عند فوهة الرش (P_n) لتحقيق التدفق (Q_n) من منحنيات الأداء الموجودة في الدليل المصور للجهة المصنعة. أو من المعادلة التالية:

$$Q_n = K\sqrt{P_n}$$ معادلة (1ـــ3/4)

حيث:

K ثابت فوهة الرش، تؤخذ قيمته من الدليل المصور للجهة المصنعة.

(ح) يحسب فاقد الضغط في الأنابيب والوصلات بمعرفة التدفق، وأقطار الأنابيب والوصلات من معادلة (هازن وليامز) والأطوال المكافئة للوصلات.

(ط) يؤخذ فاقد الضغط في خزان الرغوة سابقة الخلط من الدليل المصور للجهة المصنعة.

(ى) يحسب الضغط الناتج عن الاختلاف في الارتفاعات.

(ك) يحسب أقل ضغط مطلوب في خزان الرغوة سابقة الخلط من حاصل جمع (ز) و(ط) و(ي) من الفقرة (9/4/3/4).

(ل) يحسب أو يؤخذ الحجم الكلي لخزان الرغوة سابقة الخلط من الدليل المصور للجهة المصنعة.

(م) بمعرفة أقطار الأنابيب وطولها يحسب حجم الأنابيب لطرد الرغوة من الخزان والأنابيب.

(ن) تحسب كتلة الغاز المطلوبة (كجم)، حسب نوع الغاز الطارد.

(س) بمعرفة كتلة الغاز الطارد المضغوط، ودرجة الحرارة التي سيخزن فيها والضغط والكثافة، يحسب حجم اسطوانة الغاز الطارد المضغوط، مع الأخذ بعين الاعتبار أن غاز ثاني أكسيد الكربون يخزن في الحالة السائلة.

11/4/3/4 الفحص والاستلام

يراعى ما يلي عند الاستلام:

(أ) التأكد من تنفيذ النظام حسب المخططات المعتمدة والدليل المصور.

(ب) التأكد من عدم وجود عوائق تعترض عمل فوهات الرش.

(ج) التأكد من وسائل تثبيت خزان محلول الرغوة واسطوانات الغاز الطارد وشبكة الأنابيب وملحقاتها.

(د) ملاحظة مؤشرات الضغط والتأكد من أن القراءات صحيحة، وأيضاً ملاحظة حجم ووزن اسطوانات الغاز وسعة خزان محلول الرغوة.

(هـ) إجراء فحص عملي لإطلاق الغاز الطارد من الشبكة، وذلك لفحص نظام التشغيل وتلقي الإشارات عند لوحة التحكم ولوحة الإنذار وسماع الإنذار وفي بعض الحالات يتطلب الفحص إطلاق الرغوة فعلياً حسب الترخيص.

11/4/3/4 الصيانـــة

يجب إتباع تعليمات الجهة المصنعة عند إجراء الصيانة مع مراعاة ما يلي:

(أ) يجب أن يزود كل نظام بكتيب يبين تعليمات التشغيل والصيانة.

(ب) يجب توفير الوسائل المناسبة لفحص النظام بدون تفريغه.

(ج) يجب فحص الصمامات وأجهزة الإنذار شهرياً وتسجيل النتائج.

(د) يجب فحص ضغـــط ووزن اسطوانات الغاز الطارد وكمية محلول الرغوة في الخزان سنوياً.

(هـــ) أخذ عينات من محلول الرغوة سابقة الخلط من مستويات مختلفة من الخزان وفحصها للتأكد من تجانس المحلول والترسبات فيه وحسن أدائه وذلك على فترات منتظمة حسب نوعية الرغوة المركزة المستعملة.

(و) تدوير محلول الرغوة سابقة الخلط داخل الخزان باستعمال مضخة تدوير وذلك للمحافظة على تجانس المحلول وتقليل الترسبات في قاع الخزان.

(ز) عند استبدال القطع الفعالة والحساسة يجب إتباع تعليمات وتوصيات الجهة المصنعة.

(ح) يجب فحص جميع أجزاء ومكونات النظام سنوياً، للتأكد من المقاومة للصدأ أو التلف الناتج عن الأعمال الأخرى أو الحريق.

(ط) يجب فحص النظام كاملاً من قبل فنيين مختصين سنوياً وتسجيل النتائج وتسليمها إلى المالك.

(ى) يجب التأكد من أن استغلال أو استعمال المكان لم يتغير.

5/3/4 أنظمة الرغوة الثابتة لحماية السوائل القابلة للاشتعال داخل المباني

1/5/3/4 التعريـــف

يختص هذا الجزء بأنظمة مكافحـــة الحريق بالرغوة التي تعتبر كحماية أولية لأماكن خاصة موجودة داخل الغرف والمباني أو حماية عامة لمحتويات الغرف أو المباني.

2/5/3/4 التطبيق (استعمالات النظام)

تطبق هذه الأنظمـــة جزئياً على السوائل القابلة للاشتعال التي تخزن أو تعالج داخل المباني ولها نقطة وميض أقل من 60 °م والسوائل الساخنة القابلة للاحتراق، وهذه التطبيقات يمكن أن تكون في:

(أ) أماكن التخزين والأماكن المعرضة لانتشار واسع للحريق.

(ب) معدات التحضير وغرف المضخات والخزانات التي يمكن أن تتواجد في مصانع المواد الكيميائية.

(ج) مصانع سحب المذيبات ومصانع التقطير والتكرير.

(د) غرف مولدات الكهرباء التي تعمل بالديزل.

(هـــ) غرف محولات الكهرباء التي تعمل بالزيت.

ملاحظـــة: لا يطبق هذا النظام كما هو مذكور في نظـــام الرغوة سابقـــة الخلط المضغوطة، الفقـــرة (4/3/4).

3/5/3/4 أنـــواع النظـــــام

(أ) نظام رش الرغوة

هو نظام خاص عبارة عن شبكة أنابيب متصلة مع مصدر إنتاج محلول الرغوة ومجهزة بفوهات رش مرذذة لدفع الرغوة وتوزيعها فوق سطح المنطقة المراد حمايتها، وهذه الأنظمة من النوع ذي المخارج المفتوحة حيث أن الرغوة تندفع من جميع فوهات الرش في نفس الوقت.

(ب) أنظمة الرغوة على شكل تيار محكم منخفض السرعة

وهي مشابهة للنظام السابق إلا أنها مزودة بمصبات منتجة للرغوة على شكل تيار محكم منخفض السرعة.

4/5/3/4 مكونـــات النظـــام

يتكون نظام الرغوة الثابتة داخل المباني بصورة عامة من الأجزاء التالية:

(أ) أجهزة التشغيل والتحكم والمراقبة.

(ب) مصدر مياه مناسب.

(ج) مصدر الرغوة المركزة (خزان الرغوة والمواد المنتجة للرغوة).

(د) معدات المزج النسبي.

(هـــ) شبكة الأنابيب وملحقاتها.

(و) صانع الرغوة.

(ز) فوهات الرش و مصبات الرغوة، وأجهزة الخلط، وفي هذه الحالة لا تحتاج الشبكة إلى صانع الرغوة.

(ح) يجب ألا تكون المرشحات أكبر من أصغر فوهة رش في النظام، ولا أقل من 3.2 مم، وفي متناول نظام الصرف.

(ط) مكونات اختبار النظام للتأكد من صلاحيته وخلوه من الأعطال.

5/5/3/4 مواصفـــات المـــواد

(أ) مصادر الرغـــوة المركزة

وتشمـــل ما يلـــي:

(1) مادة الرغـــوة

1ـــ الرغوة المتدفقة من فوهات الرش المرذذة يجب أن تشكل طبقة متماسكة تنتشر بسرعة حول العوائق. الرغوة التي تحقق هذه المتطلبات، لها نسبة تتراوح ما بين 4 إلى 8، وزمن التلاشي بنسبة 25% من زمن التدفق ويتراوح ما بين 20 ث ـــ 60 ث، كما جاء في مواصفات أنواع الرغوة، الفقرة (2/2/3/4).

2ـــ الرغوة المتدفقة من أنظمة الرغوة على شكل تيار محكم منخفض السرعة، يجب أن يكون لها خواص كما جاء في مواصفات أنواع الرغوة، الفقرة (2/2/3/4).

3ـــ يمكن استعمال أنواع الرغوة الكحولية عندما يكون النظام مصمماً خصيصاً لهذا الغرض وحسب الترخيص.

4ــ أنواع الرغوة المستخدمة يجب أن تسمح على إمكانية استخدامها للتطبيق المراد استخدامها فيه.

(2) خزانات الرغوة المركزة كما جاء في مواصفات أوعية حفظ الرغوة المركزة فقرة (5/3/3/4). يتم إنشاء الخزان من معادن متوافقة مع المحلول الرغوي الذي سيتم تخزينه فيه. يجب أن يكون الخزان صالحاً للعمل تحت درجات الحرارة التي يمكن أن يتعرض لها.

(3) مضخات الرغوة المركزة وهي من نوعية التروس مسجلة حسب **UL** أو ما يعادلها، ولوحات التحكم التي تنظم بدء الحركة للمضخات الكهربائية و يجب أن تكون معتمـــدة من قبل مختبرات دولية معروفة متخصصة بالحريق، أو يمكن أن تكون حسب مواصفات **NFPA-20**. في حالة استخدام مضخات من الحديد الزهر أو الحديد الطروق، و يلزم أن تنظف المضخة بالماء بعد الانتهاء من الاستخدام حتى لا تؤدي الرغوة المركزة إلى تلف المضخة.

(ب) معدات خلـــط الرغوة

هي وفقاً لمواصفات طرق خلط الرغوة، الفقرة (2/3/3/4). سيتحمل المحلول الرغوي أعلى ضغوط يمكن أن يتعرض لها الماء.

(ج) الأنابيب والوصلات

وهي وفقاً لمواصفات الأنابيب والوصلات مواصفات مواد معدات الحريق (الباب الأول ــ الفصل الأول).

(د) صانع الرغـــوة

وهي وفقاً للمواصفات المذكورة في الفقرة (6/3/3/4).

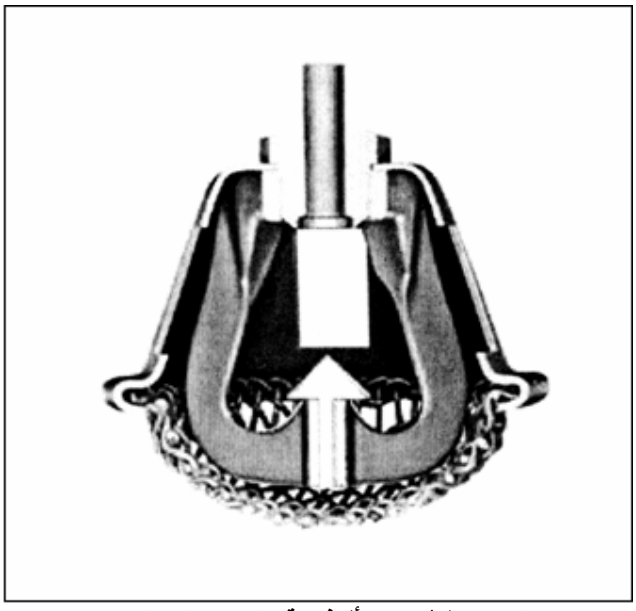
(هـــ) فوهات رش الرغوة، شكل (3/4ــ15أ) و شكل (3/4ــ15ب) و شكل (3/4ــ15ج).

(1) يجب أن تكون فوهات رش الرغوة مصنوعة من مواد مقاومة للحريق والصدأ مثل الصلب المقاوم للصدأ، البرونز، ...الخ، وأن تكون مسجلة للغرض المطلوب استعمالها فيه.

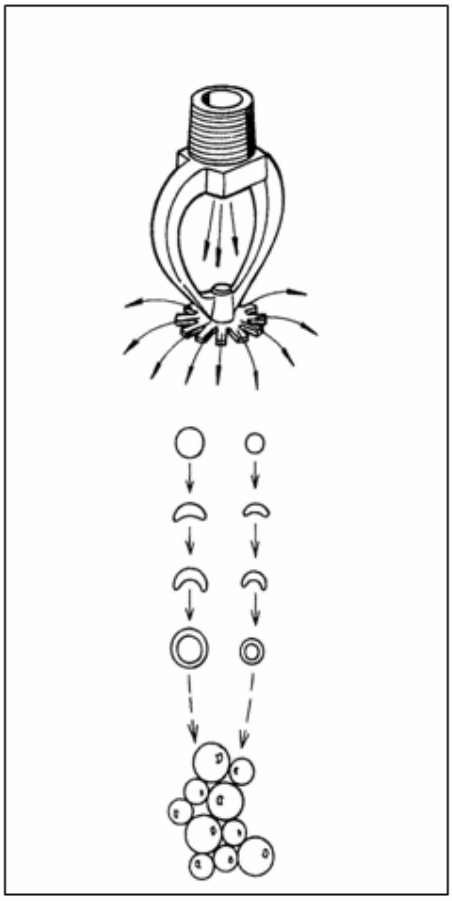
(2) فوهات الرش المنتجة للرغوة على شكل رذاذ أو مجرى متشعب، تكون مزودة بعاكس أو منخل.

(3) فوهات الرش المنتجة للرغوة على شكل تيار محكم السرعة يمكن أن تكون مزودة أو غير مزودة بعاكس أو موجه للتيار، و يمكن أن تأخذ فوهات الرش شكل وصلة أنبوب مفتوحة، فوهة تدفق مباشرة، أو صانع رغوة صغير بفتحات خروج.

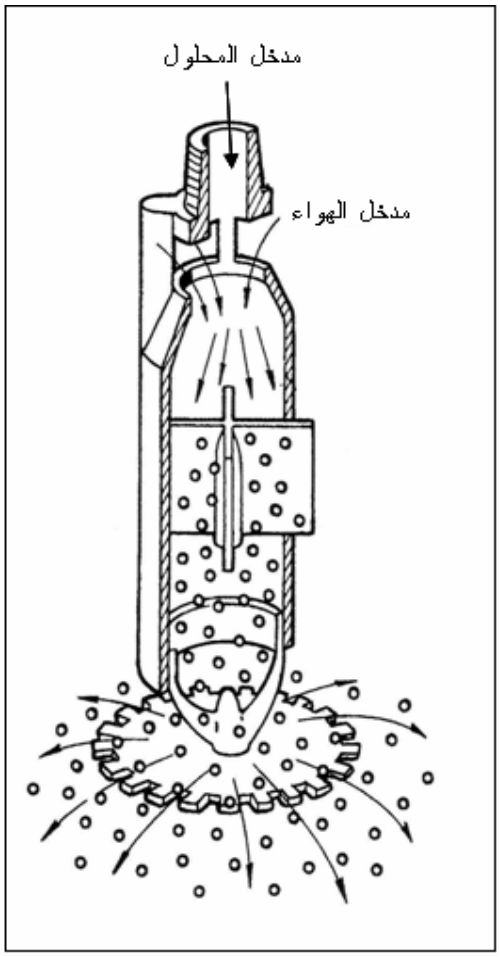
(4) يمكن أن يكون النوعان المذكوران أعلاه مزودين أو غير مزودين بصانع للرغوة كأجزاء مكملة.



شكــل (3/4ــ15أ) فوهة رش الرغــوة



شكــل (3/4ــ15ب) فوهة رش الرغــوة



شكـــل(3/4ـــ15ج) فوهة رش الرغـــوة ساحبة للهواء

6/5/3/4 التشغيـــل

يتم تشغيل نظـــام الرغوة الثابت بالوســـائل التاليـــة:

(أ) تشغيـــل تلقائـــي

بواسطة كاشفات الحريق التي تقوم بفتح صمام التحكم للمياه أو صمام الغمر أو أي أجهزة تشغيل أخرى.

(ب) تشغيـــل يـــدوي كهربائي

بواسطة مفتاح كهربائي يقوم مقام كاشفات الحريق.

(ج) تشغيـــل يدوي ميكانيكي

بواسطة أدوات تشغيل يدوية ميكانيكية مثل الصمامات.

7/5/3/4 التصمـــيم

(أ) عند حماية منطقة كاملة من الغرف أو المبنى باستعمال فوهات رش الرغوة المرذذة، فإنـــه يجب أن توضع على أعلى ارتفاع ممكن في المنطقة، والبعد بينها حسب منحنيات الأداء الخاصة بها بحيث تغطي المنطقة المحمية كلها.

(ب) عندما تستعمل فوهات الرش الأرضية، يجب أن توضع بحيث تتدفق الرغوة بأكبر سرعة ممكنة فوق سطح المنطقة.

(ج) يمكن حماية خزانات السوائل القابلة للاشتعال المفتوحة بواسطة فوهات رش الخزان الجانبية التي تدفع الرغوة بسرعة منخفضة مباشرة فوق سطح السائل أو بواسطـــة فوهات الرش المرذذة التي تركب فوق الخزان شكل (3/4ـــ16).

(د) يمكن حماية أجزاء معينة من معدة ما باستعمال فوهات رش توضع فوقها، أو بواسطة فوهات الرش الموجهة عليها حيث أن الغرض الأساسي من النظام هو إطفاء الحريق المنتشر على الأرض، بالإضافة إلى أن غمرها بالرغوة يؤدي إلى عزلها وحمايتها من التعرض للحرارة أثناء إطفاء الحريق.

(هـــ) يجب أن يكون هناك فوهة رش واحدة على الأقل لكل 9.0 م^2 من مساحة المنطقة المحمية، ما لم تكن فوهات الرش مسجلة لتغطية مساحة أكبر ويجب أن تكون فوهات الرش موزعة بشكل مناسب يضمن تغطية المنطقة المراد حمايتها، وأيضاً غمر المعدات والأجهزة الموجودة في المنطقة، ويجب أن توزع الفوهات وفقاً لاعتمادها أو تسجيلها من جهة الاختبار أو **FM**.

(و) عندما تكون أنابيب الرغوة (سائل رغوي هوائي مركز) فوق الأرض أو تحت الأرض في مسارات تزيد عن 15.0 م، فإن الرغوة داخل هذه الأنابيب يجب أن تكون مضغوطة، ويمكن المحافظة على الضغط باستعمال مضخة مساعدة أو أي وسيلة أخرى مناسبة.

(ز) يجب أن توضع معدات الرغوة مثل خزان الرغوة، أجهزة الخلط، المضخات وصمامات التحكم في مكان آمن يسهل الوصول إليه وغير معرض لخطر الحريق.

(ح) يمكن استخدام أنظمة لحماية مكان أو عدة أماكن تغذى بنفس المصدر من المياه والرغوة المركزة بواسطة صمامات التوجيه.

(ط) حجم نظام واحد يجب أن يصمم صغيراً كلما أمكن ذلك، مع الأخذ بعين الاعتبار مصادر المياه والعوامل الأخرى التي تؤثر على عمل وأداء النظام حيث أنه حسب رأي جهة الاختصاص

يمكن حماية مكانين أو أكثر معرضين للحرق معاً، باستعمال نظام مستقل لكل مكان، أو أن يكون النظام مصمماً لتغطية جميع الأماكن المعرضة للحريق معاً وفي بعض الحالات الخاصة، قد يتطلب النظام بأن يغلق تلقائياً بعد زمن تشغيل معين وفي مثل تلك الحالات يجب أخذ موافقة جهة الاختصاص.

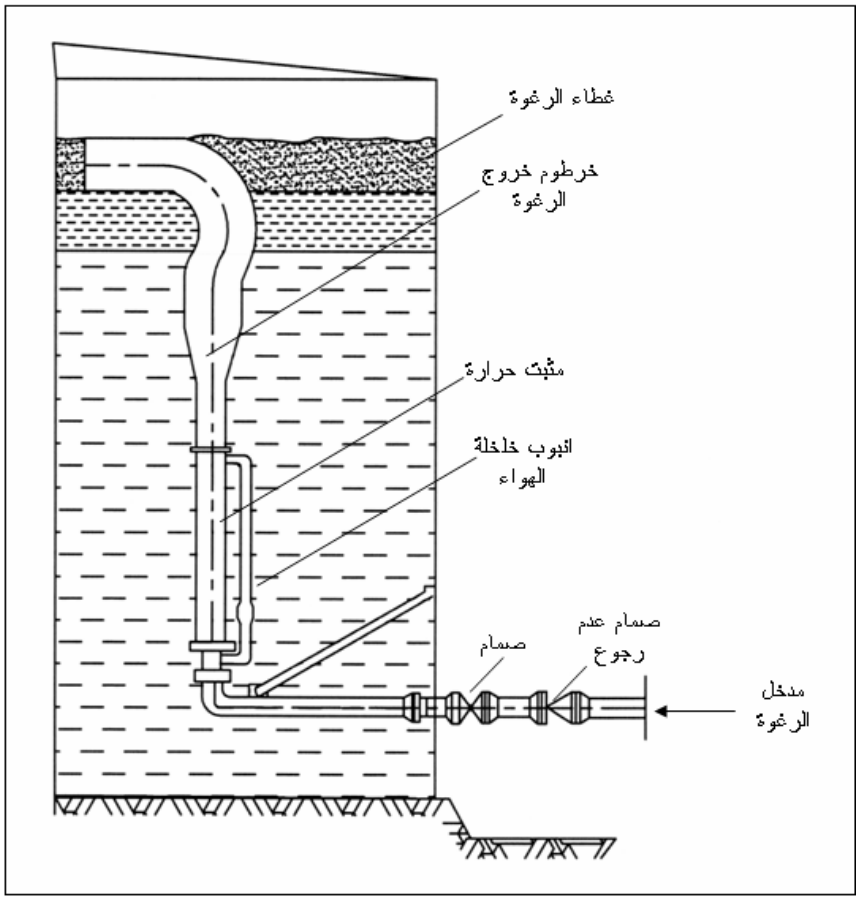
(ي) يجب أن يكون هناك كمية من مواد إنتاج الرغوة (الرغوة المركزة) كافية لإمداد النظام وفقاً لمتطلبات التصميم وكمية احتياطية كافية حتى يتم وضع النظام في موضع الخدمة بعد التشغيل، هذه الكمية يمكن أن تكون في خزانات مستقلة أو براميل أو صفائح في الموقع، أو أن تكون متوفرة لدى مورد معتمد خلال 24 س.

(ك) يجب تزويد النظام بإنذار محلي يعمل مستقلاً عن تدفق المياه، ليدل على تشغيل أجهزة الكشف التلقائي.

(ل) تطلب جهة الاختصاص تركيب أجراس مائية أو كهربائية خارجية، تدل على تدفق مياه النظام.

(م) في الحالات التي لا يمكن فيها توفير محطة مركزية أو محطة خاصة لإنذار تدفق المياه، يفضل ربط وحدات الإنذار الكهربائي بمبنى جهة الاختصاص أو أقرب مركز إطفاء أو أي مكان آخر مناسب تتوفر فيه الإسعافات الأولية.

(ن) يجب تزويد إنذار مناسب للأعطال لكل نظام للدلالة على الخطأ أو العطل في كاشفات الحريق التلقائية، أو معدات ووسائل التشغيل الأخرى للنظام.



شكـــل (3/4ـــ16) فوهات الرش الجانبية لغمر الرغوة على سطح السائل داخل الخزان

8/5/3/4 الحســـــابـــات

تجرى عمليات الحساب للنظام وفقاً للمعايير التالية:

(أ) معـــدل التدفـــق

(1) السوائل الهيدروكربونية

1ـــ لحمـــاية منطقة أو مساحـــة معينة يجب أن لا يقل معـــدل تدفق محلول الرغـــوة عن 6.5 ل/د/م^2 من المنطقة المحمية.

2ـــ عندما يكون هناك تداخل بين أسطح أفقية يمكن أن تجمع رغوة مثل الخزانات الكبيرة، السنادر، الأسطح، والميزانين .. الخ. فإنها يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار لتحقيق معدل التدفق التصميمي.

3ـــ عند حماية خزانات مفتوحة بواسطة فوهات رش موضوعة فوقها، فإن معدل التدفق يجب أن يكون 6.5 ل/د/م^2 من سطح السائل.

4ــ عند حماية خزانات مفتوحة صغيرة بواسطة فوهات الرش المرذذة، يجب الأخذ بعين الاعتبار نسبة التدفق التي تدخل الخزان فعلياً للتأكد من أن معدل التدفق المطلوب قد تحقق.

إن السوائل القابلة للاشتعال والاحتراق والقابلة للانحلال في الماء والمحاليل القطبية (المتأينة) التي تهدم الرغوة العادية تتطلب استعمال نوع الرغوة الكحولي، إن الأنظمة التي تستعمل هذه الرغوة تتطلب عناية هندسية خاصة، وهذا يمكن أن يتطلب معدلات تدفق أعلى، في جميع الحالات يجب استشارة الجهة المصنعة للرغوة المركزة ومعدات تكوين الرغوة عن التمديدات والتوصيلات المعتمدة من جهات التسجيل والفحص واختبارات الحريق النوعية.

(ب) زمــن التشغيــل

(1) لحماية منطقة معينة يجب أن يكون زمن تفريغ الرغوة 10 د على الأقل، وعندما يصمم النظام على معدل تدفق أعلى من 6.5 ل/د/م^2، يمكــن تخفيض زمن التفريغ نسبياً بحيث لا يقل عن 7 د.

(2) للخزانات ذات سطح سائل بمساحة أقل من 37.2 م^2:

1ــ لفوهات الرش المرذذة العلوية، فإن زمن تفريغ الرغوة يجب أن لا يقل عن 5 د.

2ــ للمصبات المثبتة على الخزان، فإن زمن تفريغ الرغوة يجب أن لا يقل عن 3 د.

3ــ يجب توفير الوسائل المناسبة للتدفق الفائض للمحافظة على سطح حر ثابت لا تقل سماكته عن 50 مم أو 100 مم للخزانات التي تزيد مساحة سطحها عن 2.3 م^2 .

(3) الخزانات التي تزيد مساحة سطح السائل فيها 37.2 م^2 وأكبر تطبق عليها شروط زمن التشغيل للخزانات الخارجية كما هو مذكور في الفقرة (6/3/4).

(ج) كمية الرغوة المركزة وكمية الماء

تحسب كمية الرغوة المركزة باللتر بمعرفة كل من معدل التدفق وزمن التشغيل ونسبة الخلط، التي تؤخذ عادة 3% أو 6% وأيضاً كمية الماء تحسب باللتر أو بطريقة مشابهة.

(د) يحسب معدل التدفق التصميمي والضغط المطلوب لكل فوهة رش حسب ما جاء في نظام الرغوة سابقة الخلط الفقرة (9/4/3/4ــ(و) و(ز)).

(هــ) فاقــد الضغــط

(1) يحسب فاقد الضغط في أنابيب ووصــلات المياه ومحلول الرغوة بمعرفة التدفق وأقطار الأنابيب من معادلة (هازن ووليامز) والأطوال المكافئة للوصلات.

(2) يحسب فاقد الضغط في أنابيب ووصلات إمداد الرغوة المركزة حسب المنحنيات الموجودة في منحنى (3/4ــ1أ) و منحنى (3/4ــ1ب).

(3) يحسب فاقد الضغط في أجهزة الخلط وفقاً لما جاء في طرق خلط الرغوة، الفقرة (2/3/3/4).

(4) يحسب الضغط الناتج عن الاختلاف في الارتفاعات.

(5) يحسب الضغط الكلي المطلوب للنظام عند مصدر المياه نتيجة جمع البنود من الفقرة (9/4/3/4–(و) و(ز)) و (8/5/3/4–(هـ) –(1) و(3) و(4)).

(6) التعديل في مقاسات الأنابيب لتزويد تدفق منتظم، يجب أن يكون مبنياً على أساس تغيير 15% كحد أقصى من متوسط التدفق المفترض لكل فوهة رش في النظام بحيث يكون التدفق الكلي للنظام مساوياً لمعدل التدفق التصميمي المطلوب.

(7) بصورة عامة الحسابات الهيدروليكية يجب أن تكون مطابقة لمواصفات **NFPA-16**.

9/5/3/4 المخططات والمواصفات

عند تقديم طلب الترخيص يجب أن يرفق به المخططات والبيانات التالية:

(أ) المخططات التصميمية موضحاً عليها المساقط الأفقية والرأسية بمقياس رسم مناسب تبين المكان المراد حمايته، وموقع النظام بكافة مكوناته ومخطط منظوري.

(ب) مواصفات مكونات النظام.

(ج) المخططات التنفيذية التي توضح التفاصيل غير الواردة في المخططات التصميمية بحيث تتوافق مع حسابات التصميم.

(د) البيانات والحسابات وفقاً للنماذج المعدة لذلك.

البيانات المطلوبة تتضمن الآتي:

(1) الغرض من تصميم النظام.

(2) معدل التدفق وزمن التشغيل.

(3) الحسابات الهيدروليكية.

(4) البيانات وشهادات الفحص لمصادر المياه الموجودة.

(5) مخطط تفصيلي لشبكة الأنابيب وأجهزة الكشف والتشغيل.

(6) نوع فوهات الرش المراد استعمالها.

(7) الموقع والمسافات بين فوهات الرش.

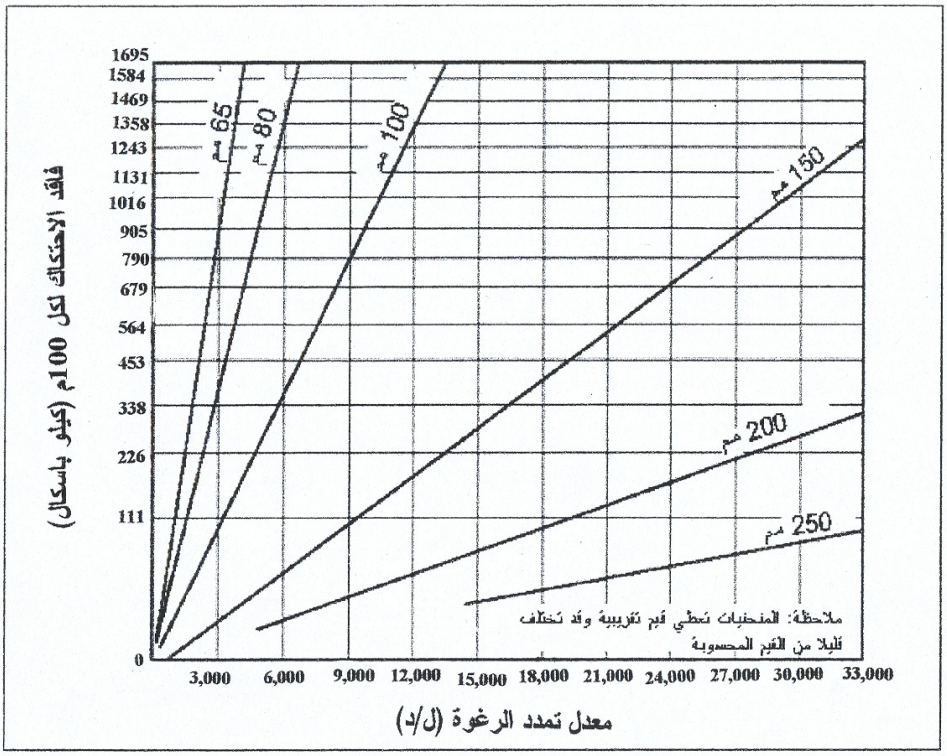
(8) تفاصيل عن علاقات و مثبتات الأنابيب.

(9) موقع ستائر السحب إن وجدت.

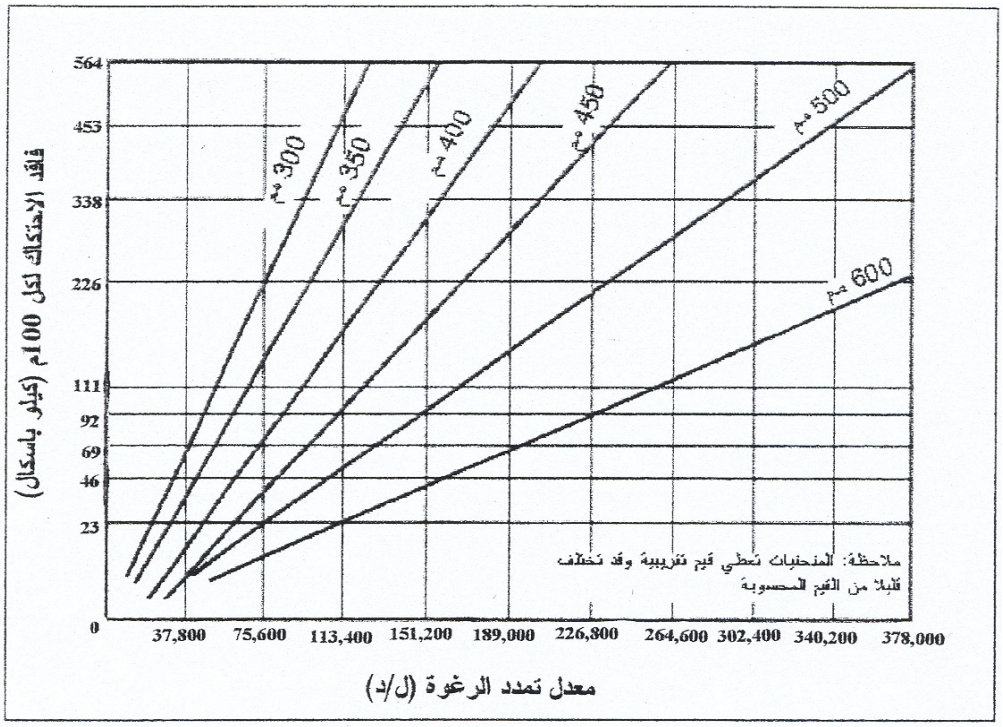
(10) كمية ونوع الرغوة المركزة المطلوب تخزينها والكمية الاحتياطية ونسبة التركيز (الخلط) التصميمية.

(11) مخططات كاملة وبيانات تفصيلية تصف المضخات، المحركات، لوحات التحكم مصادر الطاقة، الوصلات، توصيلات السحب والدفع، وحالات السحب.

(12) منحنيات الأداء للمضخات ومنحنيات المردود والقدرة الفرملية.



منحنى (3/4ـــ1أ) فاقد الضغط في أنابيب ووصلات تغذية الرغوة المركزة



منحنى (3/4ـــ1ب) فاقد الضغط في أنابيب ووصلات تغذية الرغوة المركزة

10/5/3/4 التجهيزات الفنيـــة

إضافةً إلى ما هو مذكور في مواصفات مواد معدات الحريق (الباب الأول ــ الفصل الأول) يجب القيام بالتجهيزات التالية:

(أ) يجب أن تعلق الأنابيب بطريقة آمنة، وعندما تكون الأماكن المحمية معرضة لخطر الانفجار يجب أن تعلق الأنابيب على دعائم غير مثبتة على السقف، بحيث أنه إذا تطاير السقف أو تحطم فإن الأنابيب لا تتحطم أو تتشوه.

(ب) يجب أن تزود أنابيب توزيع الرغوة بوسيلة صرف مناسبة وأن تكون ذات ميل بمقدار 12.5 مم لكل 3 م باتجاه نقاط الصرف.

(ج) يجب أن تكون جميع العلاقات من النوع المعتمد، ويجب عدم السماح عامة بالثقب والربط بعناصر الإنشاء الحاملة، يمكن أن يكون الربط بالإنشاء القائم الحديدي أو الأسمنتي والعلاقات.

(د) مواصفات التركيب لأنابيب نظام الرغوة هي كما ورد في مواصفات التركيب لنظام فوهات الرش ما عدا المذكور أدناه.

(هـــ) عملية اللحام حسب المواصفات **ANSI** للأنابيب المضغوطة مسموح بها عندما يكون تنفيذها لا يشكل خطر حريق. يجب أخذ العناية الخاصة لضمان أن الفتحات قطعت كاملة وأنه لا يوجد عوائق في مسار المياه.

(و) أنابيب التغذية لفوهات الرش الرغوة التي تحمي مكان معين يجب ألا تمر فوق مكان آخر معرض للحريق في نفس المنطقة.

(ز) يجب التنسيق الكامل بين الخدمات وأجزاء المبنى، وأجزاء المكان المراد حمايته، وكل من فوهات الرش وأجزاء الشبكة بحيث تضمن عدم إعاقة عمل فوهات الرش.

11/5/3/4 الفحـــص والاختبار

(أ) تتم أعمال الفحص والاختبار دون إطلاق الرغوة المركزة بالنظام، يجب أن تتم أعمال الفحص والاختبار عند نهاية التنفيذ وفقاً لأصول المهنة وشروط العقد على أن لا تقل عن النقاط التالية:

(1) التأكد من تنفيذ النظام حسب المخططات المعتمدة والدليل المصور المعتمد.

(2) التأكد من عدم وجود معوقات تعترض عمل فوهات الرش.

(3) التأكد من مثبتات الشبكة و فوهات الرش وجميع مكونات النظام.

(4) التأكد من ضغط وتدفق مصادر المياه والمضخات ومنحنيات الأداء.

(5) التأكد من تركيب أجهزة التحكم والتشغيل التلقائي بالشكل الصحيح.

(6) فحص أجهزة خلط الرغوة ونسبة الخلط، والتأكد من تركيبها حسب ما هو مذكور في طرق خلط الرغوة الفقرة (2/3/3/4).

(7) التأكد من مصادر الرغوة المركزة (الكمية والضغط والتدفق).
(8) التأكد من تركيب صانع الرغوة بالشكل الصحيح وفحص عملها.
(9) قياس معدل التدفق لمحلول الرغوة والتأكد من التشغيل وكمية الرغوة.
(10) إجراء فحص عملي لأجهزة التحكم والتشغيل، وتلقي الإشارات عند لوحة التحكم ولوحة الإنذار، وسماع الإنذار والتحكم بالخدمات الأخرى.

(ب) اختبارات استلام النظام

(1) شطف الأنابيب المتصلة بمصدر المياه
(2) اختبارات الضغط الهيدروستاتيكي.
يتم ضخ الأنابيب على 150% من ضغط النظام لمدة 2 س، و يلزم ألا يزيد مقدار التسرب عن 0.032 ل/د لكل وصلة بغض النظر عن أقطار الأنابيب.
(3) ضغط التدفق، والتدفق الحقيقي.
(4) اختبار أنظمة الخلط.

12/5/3/4 الصيـــانة

يجب إتباع تعليمات الجهة المصنعة لإجراء الصيانة مع مراعاة ما يلي:
(أ) يجب أن يزود كل نظام بكتيب يبين تعليمات التشغيل والصيانة.

(ب) يجب التأكد من أن استغلال أو استعمال المكان لم يتغير.

(ج) يجب فحص الصمامات وأجهزة التشغيل والإنذار شهرياً وتسجيل النتائج.

(د) يجب أخذ عينات من الرغوة المركزة وفحصها مخبرياً للتأكد من صلاحيتها وحسن أدائها، وذلك على فترات منتظمة حسب نوعية الرغوة المركزة المستعملة، الفقرة (2/2/3/4).

(هـــ) فحص مضخات الحريق شهرياً والتأكد من منحنيات الأداء، والضغوط التي تعمل عليها المضخات، وإجراء الصيانة لها كما هو مذكور في مضخات الحريق (الباب الثاني ــ الفصل الثاني).

(و) فحص أجهزة الخلط شهرياً والتأكد من حسن أدائها، ومعايرة نسب الخلط.

(ز) يجب فحص جميع أجزاء ومكونات النظام سنوياً، للتأكد من وجود المقاومة للصدأ أو التلف الناتج عن الأعمال الأخرى أو الحريق.
(ح) يجب فحص النظام كاملاً من قبل فنيين مختصين سنوياً وتسجيل النتائج وتسليمها إلى المالك.

6/3/4 أنظمة الرغوة الثابتة لحماية السوائل القابلة للاشتعال خارج المباني

1/6/3/4 التعريـــف

يختص هذا الجزء بالمتطلبات التي تطبق للأنواع المختلفة من أنظمة الرغوة المستعملة لحماية خزانات السوائل القابلة للاشتعال أو الاحتراق الموجودة خارج المباني، والمعرضة للعوامل الجويـــة، سواء ذات الأسقف الثابتة أو الخزانات بدون الأسقف أو الخزانات ذات الأسقف الطافية، وكذلك المناطق المعرضة لحرائق السوائل الناجمة عن الانسكاب أو أماكن تخزين السوائل القابلة للاشتعال في أماكن تخزين ذات رفوف متعددة الأدوار. وذلك بواسطة مصبات دفع الرغوة الثابتة وفقاً لمواصفات معينة، وهذه الأنظمة تصمم عادة لتعمل يدوياً أو تلقائياً أو يدوية/تلقائية في آن واحد.

2/6/3/4 التطبيـــق

تستعمل هذه الأنظمة لحماية خزانات التحضير والتخزين الخارجية، وتشمل حماية تلك المخاطر في المصانع وحقول البترول الكبيرة، ومصافي البترول ومصانع المواد الكيميائية، وتعتبر أفضل حماية لخزانات السوائل القابلة للاشتعال الخارجية.

3/6/3/4 أنـــواع الأنظمـــة

(أ) النظـــام الثابـــت

ويتكـــون هذا النظـــام من شبكـــة من الأنابيب الثابتة متصلة بمحطة مركزية للرغوة، وتنساب الرغوة خلال مصبات ثابتة إلى سطح السائل المطلوب حمايته وإذا تطلب الأمر تركيب مضخات فإن هذه المضخات تكون بصفة دائمة، شكـــل (3/4ـــ17).

ويتم دفع الرغوة إلى سطح السائل بالطرق التالية:

(1) من خلال مصبات مثبتة أعلى الخزان لدفع الرغوة لسطح السائل، شكـــل (3/4ـــ18أ) و شكـــل (3/4ـــ18ب).

(2) من خـــلال مصبـــات لدفع الرغـــوة قرب قاع الخـــزان، شكـــل (3/4ـــ19أ) وشكـــل (3/4ـــ19ب).

(3) من مصبات من قرب قاع الخزان ومتصلة بخرطوم شكـــل (3/4ـــ20أ) و شكـــل (3/4ـــ20ب). أو من مصبات من أعلى الخزان إلى أسفل الزيت ومتصلة بخرطوم ، شكـــل (3/4ـــ20ج) وشكـــل (3/4ـــ20د).

(4) من صانع الرغوة لدفع الرغوة قرب قاع الخزان (حقن الرغوة)، شكـــل (3/4ـــ21).

(ب) النظام شبه الثابت

يتكون من مصبات الرغوة متصلة مع شبكة أنابيب ممتدة إلى بعد كاف من فتحات تصريف الرغوة. ولا يشترط أن تحتوي شبكة الأنابيب على معدات تكوين الرغوة. وتنقل

معدات ومواد تكوين الرغوة إلى مكان الحادث بعد حدوث الحريق وتوصل بشبكة الأنابيب، شكـــل(3/4ـــ22)، وتحدد أعداد الخراطيم التي يتم تركيبها وفقا لقطر أكبر خزان كما هو موضح بجدول(3/4-3).

(ج) النظام الشبه ثابت باستخدام مدافع الرغوة

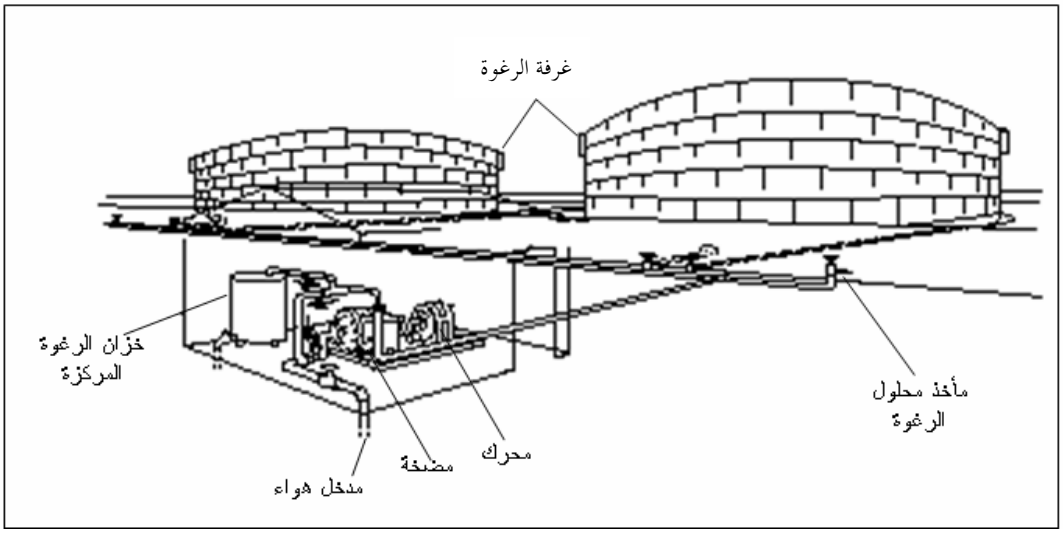
في هذا النوع تمتـــد أنابيب محلول الرغوة من محطة الرغـــوة الرئيسية إلى مكان قريب من الخزان المطلوب حمايته وتقذف الرغوة إلى سطح السائـــل المطلوب حمايته بواسطة مدافع الرغوة وأبراج قذف الرغوة والخراطيـــم، مع مراعاة أن أبـــراج قذف الرغوة لن تعد الوسيلة الرئيسية لحماية الخزانات ذات الأسقف الثابـــتة التي يزيد قطرها عن 18م، شكـــل (3/4ـــ23).

(د) نظام الرغوة المتنقل على عجلات

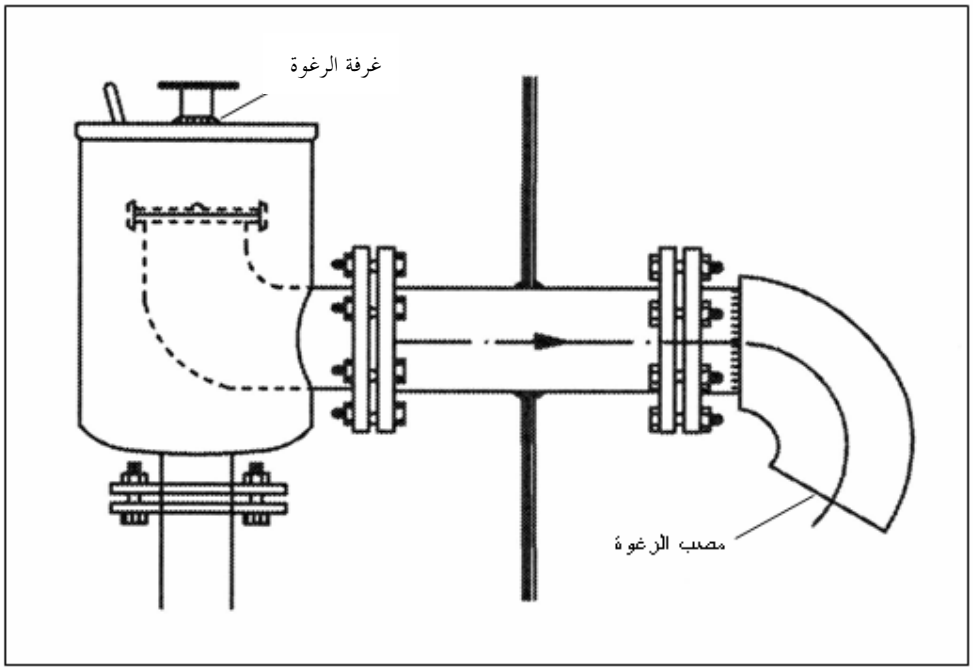
يشمل هذا النظام وحدة إنتاج الرغوة والتي تكون مثبتة على عربة بعجلات ويمكن قطرها بسيارة إلى مكان الحادث ثم تجري عملية توصيل الخراطيم المتصلة بمصدر مياه مناسب (مآخذ الحريق) بصانع الرغوة، شكـــل (3/4ـــ24).

(هـــ) النظـــام المتنقـــل

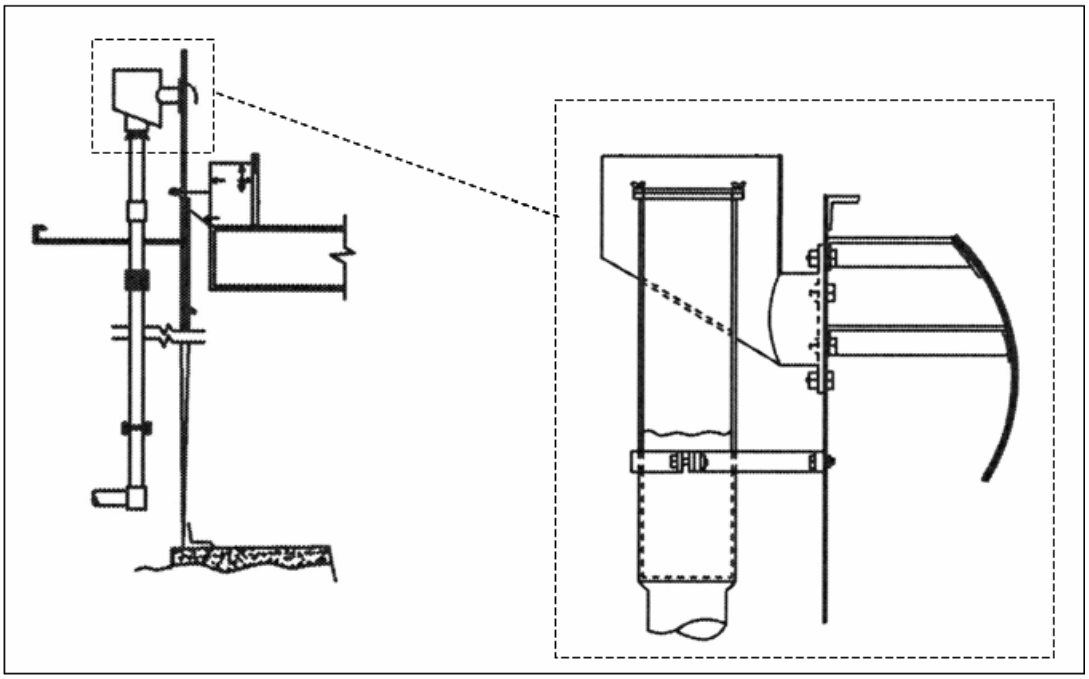
في هذا النظام تحمل معدات عمل الرغوة والخراطيم باليد إلى مكان الحادث.



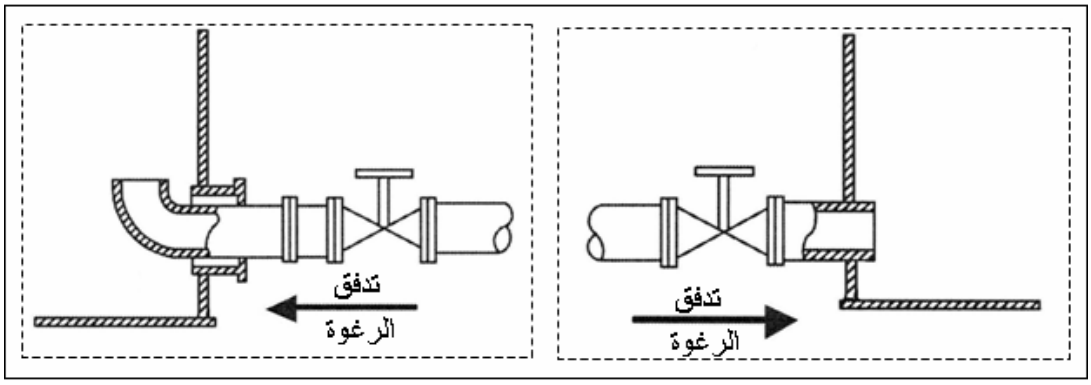
شكـــل (3/4ـــ17) النظام الثابت لحماية السوائل القابلة للاشتعال خارج المباني



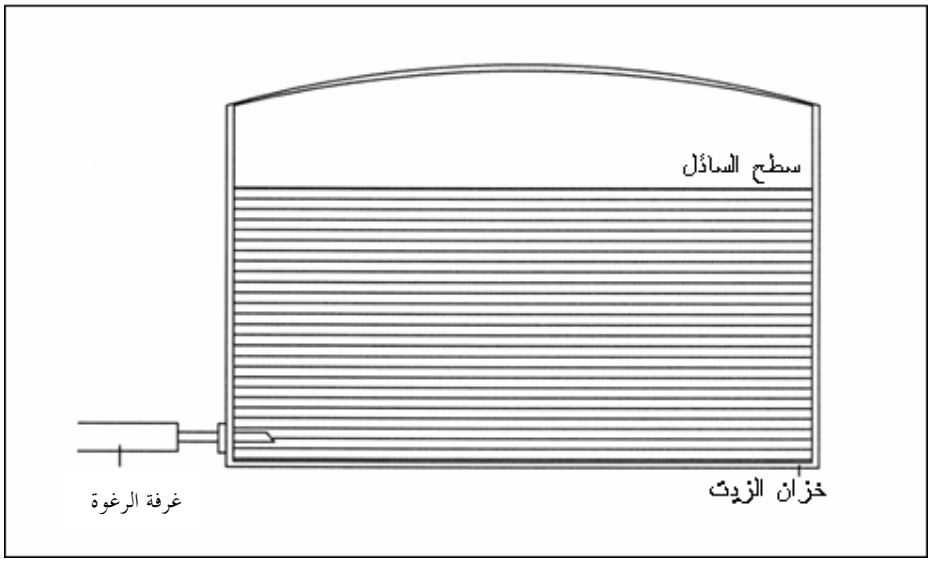
شكــل (3/4ــ18أ) مصبات الرغوة مثبتة أعلى الخزان لدفع الرغوة لسطح السائل



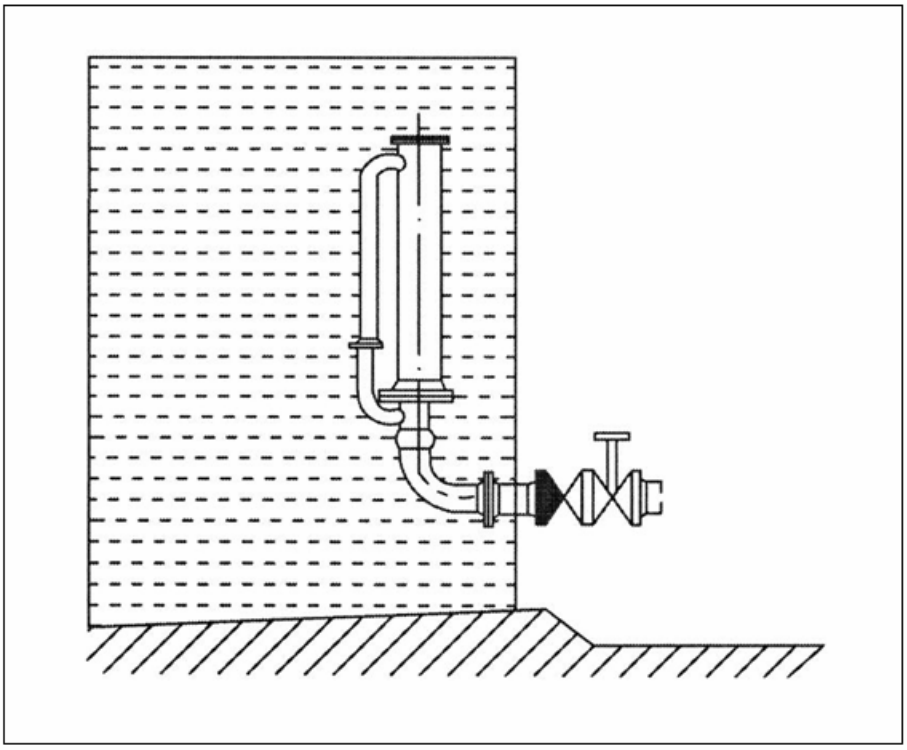
شكــل (3/4ــ18ب) مصبات الرغوة مثبتة أعلى الخزان لدفع الرغوة لسطح السائل



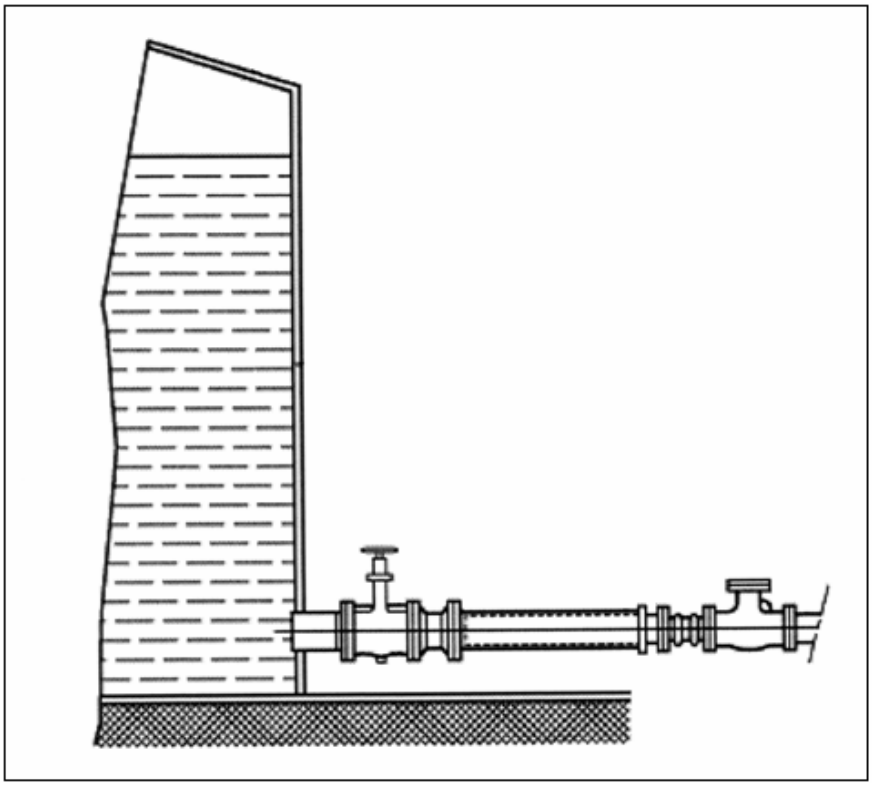
شكــل (3/4ــ19أ) مصبات لدفع الرغوة قرب قاع الخزان



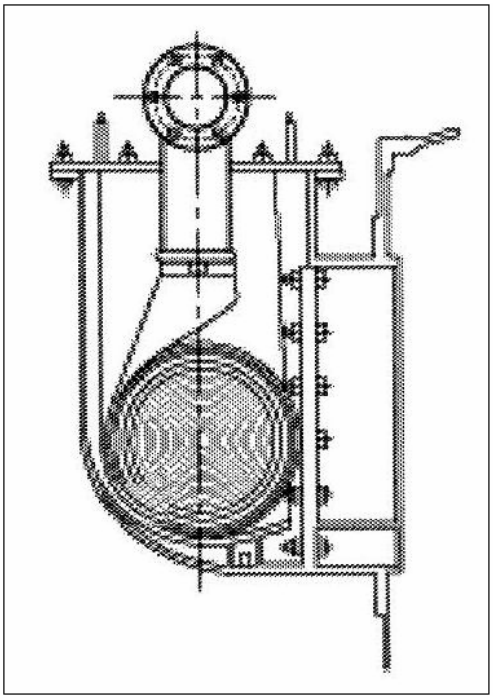
شكــل (3/4ــ19ب) مصبات لدفع الرغوة قرب قاع الخزان



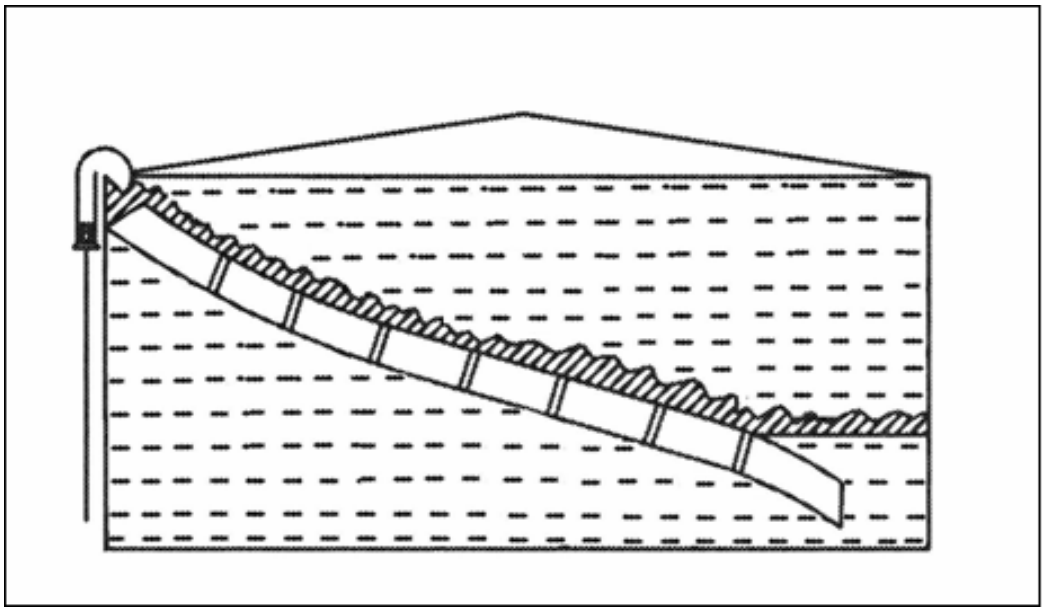
شكــل (3/4ــ20أ) مصبات الرغوة قرب قاع الخزان ومتصلة بخرطوم



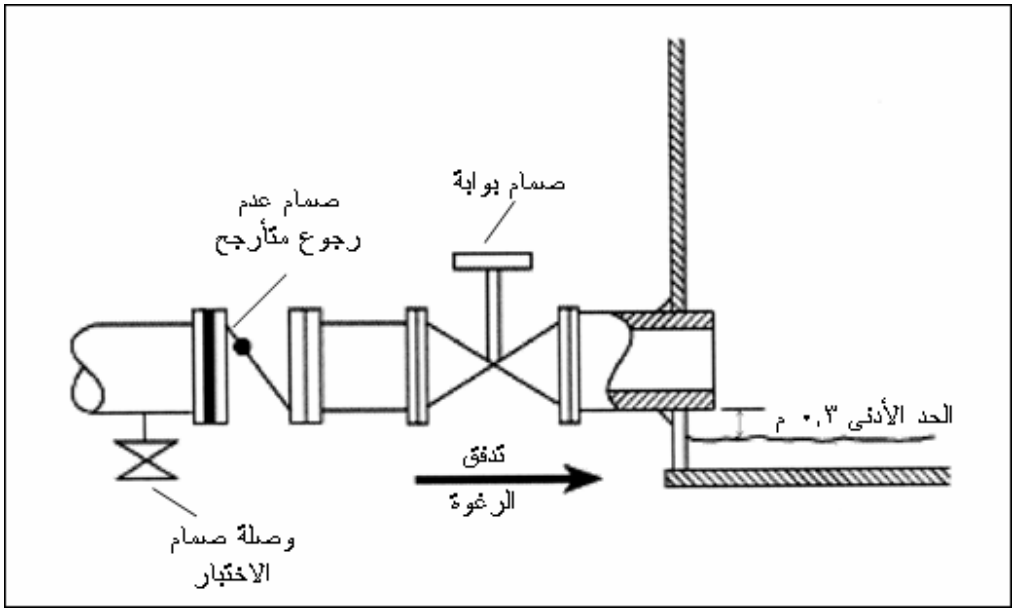
شكــل (3/4ــ20ب) مصبات الرغوة قرب قاع الخزان ومتصلة بخرطوم



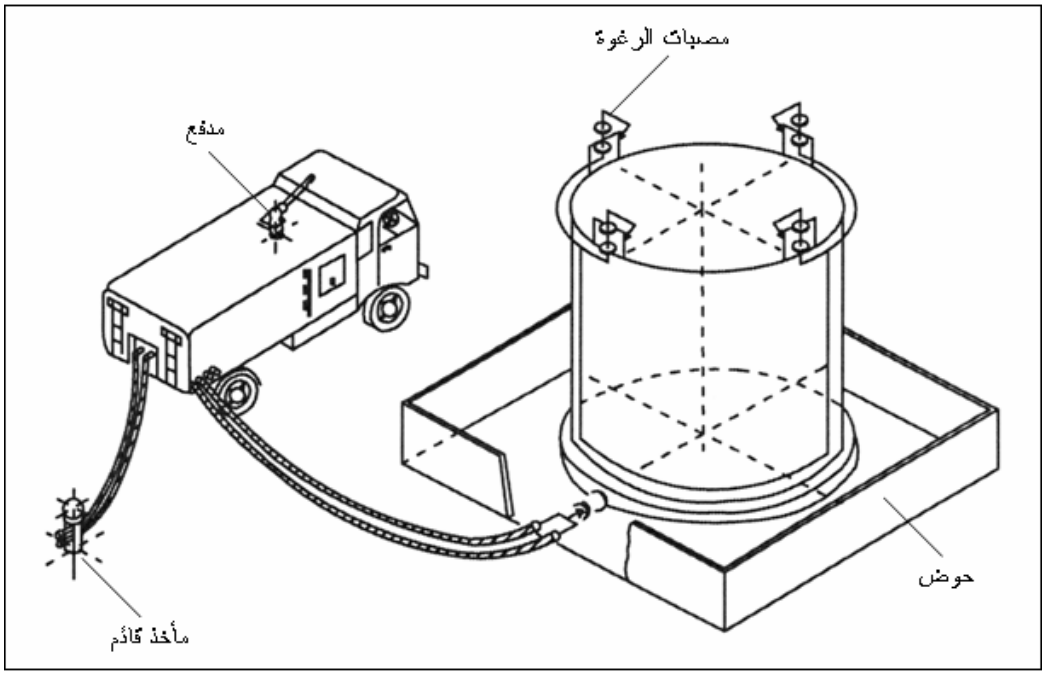
شكــل (3/4ــ20ج) مصبات الرغوة من أعلى الخزان ومتصلة بخرطوم متحرك



شكــل (3/4ــ20د) مصبات الرغوة من أعلى الخزان ومتصلة بخرطوم



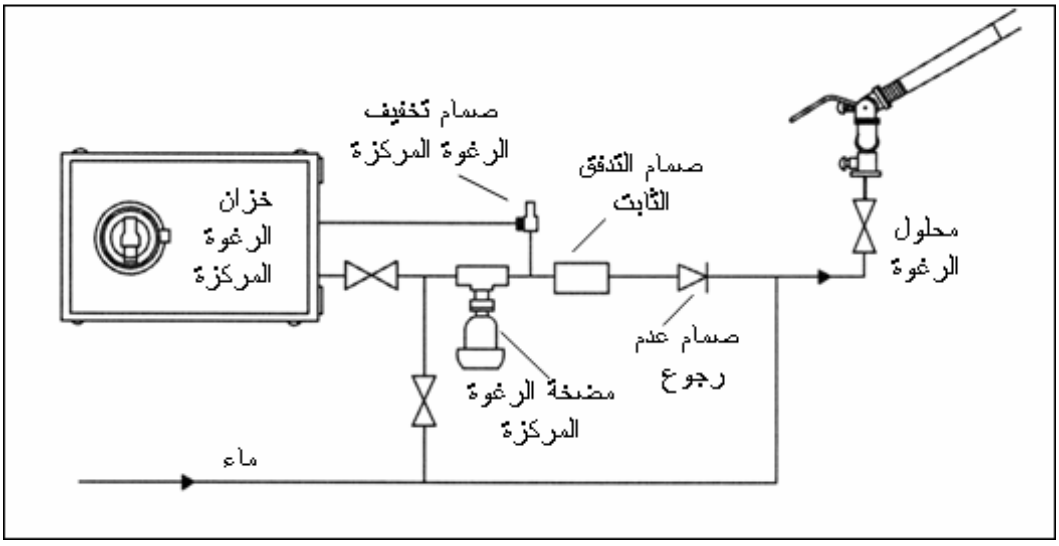
شكــل (3/4ــ21) صانع الرغوة لدفع الرغوة قرب قاع الخزان



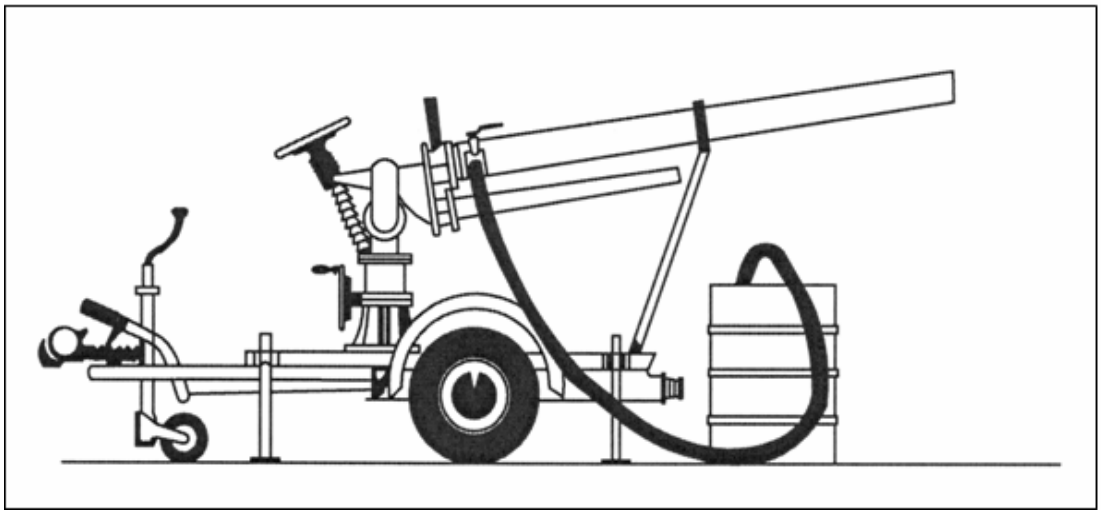
شكــل (3/4ــ22) النظام شبه الثابت لتوصيل الرغوة للخزانات

جدول (3/4-3) أعداد الخراطيم

قطر أكبر خزان (م)	الحد الأدنى لأعداد الخراطيم المطلوبة
أقل من 19.5	1
19.5، 36	2
أكبر من 36	3



شكـــل (3/4ـــ23) النظام شبه الثابت باستخدام مدافع الرغوة



شكـــل (3/4ـــ24) وحدة الرغوة المتنقلة

4/6/3/4 مكونـــات نظـــام الرغـــوة

للحصول على نظام مكافحة بواسطة الرغوة يجب أن يتوفر الآتي:

(أ) مصدر مياه مناسب ومضخات.

(ب) مصدر الرغوة المركزة.

(ج) معدات الخلط المناسبة.

(د) شبكة الأنابيب وملحقاتها.

(هـــ) صانع الرغوة (معدات تكوين الرغوة).

(و) مصبات الرغوة.

(ز) أجهزة التشغيل والتحكم والمراقبة.

5/6/3/4 مواصفـــات المـــواد

(أ) **مصدر المياه والمضخات** وهي وفقاً لمواصفات مصادر المياه (الباب الثاني ــ الفصل الأول) و مضخات الحريق (الباب الثاني ــ الفصل الثاني) مع مراعاة الآتـــي:

(1) يمكن استخدام الماء العذب أو ماء البحر.

(2) يجب أن لا يحتوي الماء على محلول مانع للصدأ أو أي مواد كيميائية تؤثر على الرغوة بدون استشارة الجهة المصنعة للرغوة.

(ب) مصدر الرغوة المركزة وتشمل الآتـــي:

(1) الرغوة المركزة وهي وفقاً لمواصفات مادة الرغوة (2/2/3/4).

(2) خزان الرغوة المركزة يجب أن يصنع خزان الرغوة المركزة من مواد لا تتأثر بالرغوة أو يطلى بطلاء لا يتأثربالرغوة.

(3) مضخات الرغوة المركزة يجب أن تكون مسجلة حسب **UL** أو ما يعادلها.

1ــ يجب أن تكون المواد المكونة لأجزاء المضخة الداخلية مناسبة لنوع الرغوة المركزة، وذلك لتقليل الصدأ وعمل الرغوة داخل المضخة.

2ــ يجب أن يكون مانع التسرب المستخدم من نوعية جيدة.

3ــ لوحـــة التحكـــم، يجب أن تكـــون لوحـــة تحكم المضخة حسب مواصفات **NFPA** أو ما يعادلها.

(ج) معدات خلط الرغوة

وهي وفقاً لمواصفات طرق خلط الرغوة (2/3/3/4).

(د) الأنابيب والوصلات

وهي وفقاً لمواصفات مواد معدات الحريق للأنابيب والوصلات لنظام الرغوة (الباب الأول ــ الفصل الأول).

(هـــ) معدات تكوين الرغوة

وهي وفقاً لمواصفات جهة الاختصاص لصانع الرغوة.

(و) مصبات الرغوة

يوجد نوعان من مصبات الرغوة

(1) مصبات معتمدة لتفريغ الرغوة بدون أن تجعلها تغوص تحت سطح السائل أو تعمل على تحريكه.

(2) مصبات معتمدة لتفريغ الرغوة وتتجاهل تأثير اندفاع الرغوة تحت سطح السائل أو تقليل حركته.

1ــ يجب أن تزود مصبات الرغوة بغطاء محكم من الداخل قابل للتمزق عند تأثره بضغط منخفض وذلك لكي يمنع دخول أبخرة السوائل إلى مصبات الرغوة والأنابيب.

2ــ يجب أن تزود مصبات الرغوة بوسيلة يمكن من خلالها فحص الفتحة، وفحص أو استبدال الغطاء المانع لدخول أبخرة السوائل.

3ــ بالنسبة لمصبات الرغوة قرب قاع الخزان يراعى عدم استخدامها في تطبيقات السوائل التي تتضمن كحول، والتي تستخدم في إخمادها أنواع من الرغوة المضاد للكحول، أما بالنسبة للأنواع التي تستخدم الرغوة الفلوروبروتينية أو **AFFF** أو**FFFP** فانه يراعى في التطبيقات الخاصة بالتفريغ قرب قاع الخزان أن يتراوح معدل التمدد من 2 إلى 4.

6/6/3/4 مبادئ التصميـــم

لا يستخدم هذا الطراز في حماية الخزانات الأفقية أو المضغوطة، وكذلك بالنسبة للسوائل الهيدروكربونية ذات درجة حرارة وميضية أعلى من 93 °م تقريبا، ويلزم ألا يقل زمن التدفق عن 35 د.

(أ) كميـــة الميـــاه

(1) يجب أن تكون كمية المياه متوفرة باستمرار لتزويد جميع معدات مكافحة الحريق في نفس الوقت.

(2) في حالة نظام الرغوة المخلوطة فلا داعي لوجود مصدر مياه مستمر.

(ب) ضغط الميـــاه

يجب أن لا يقل ضغط المياه عند مدخل الرغوة (جهاز عمل الرغوة أو جهاز خلط محلول الرغوة بالهواء) عن الضغط الذي صمم له نظام الرغوة.

(ج) حرارة الميـــاه

يجب أن لا تقل درجة حرارة المياه عن 4.0 °م وأن لا تزيد عن 38.0 °م وأي انخفاض أو ارتفاع في درجة الحرارة يقلل من كفاءة الرغوة.

(د) كمية الرغوة المركزة

يجب أن تكون كمية الرغوة المركزة كافية لإطفاء أكبر موقع مطلوب حمايته أو لإطفاء مجموعة مواقع مطلوب حمايتها في وقت واحد. مع الأخذ في الاعتبار أن يكون التصميم على أساس أكبر احتياج لمعدلات الرغوة وليس فقط حجم الموقع المراد حمايته.

(هـــ) الكمية الاحتياطية من الرغوة المركزة

(1) يجب أن تتوفر كمية احتياطية من محلول الرغوة كافية لمتطلبات التصميم.

(2) يجب أن تكون هذه الكمية مخزنة في براميل أو جالونات أو يمكن توفيرها من مصدر معتمد خلال 24 س.

(و) حفظ وتخزين الرغوة المركزة ومعداتها

(1) يجب أن تحفظ الرغوة المركزة ومعدات نظام الرغوة في مكان يسهل الوصول إليه في حالة حدوث حريق.

(2) في حالة الأنظمة الخارجية غير التلقائية يمكن تحديد مكان تخزين معدات الرغوة والرغوة المركزة، وذلك باستشارة جهة الاختصاص.

(3) يجب أن تحفظ الرغوة المركزة في مكان تكون درجة حرارته مناسبة وحسب التعليمات من الجهة المصنعة للمادة.

(ز) مضخات الرغوة المركــزة

(1) يجب أن تكون سعة المضخة مناسبة لمتطلبات التصميم العليا.

(2) للتأكــد من الحصول على حقن جيد لمحلول الرغوة المركزة في أنابيب المياه يجب أن يكون ضغط المحلول أعلى من ضغط الماء بالشبكة في المكان الذي يحقن به محلول الرغوة المركزة.

(3) يجب أن تكون من الأنواع المسجلة حسب **UL** أو ما يعادلها.

(ح) معدل كمية الرغوة المستخدمة

(1) يجب الأخذ في الاعتبار أن جميع كمية الرغوة المستخدمة تصل إلى سطح السائل المطلوب حمايته.

(2) لتحديد معدل تدفق الرغوة المطلوبة، يجب الأخذ في الاعتبار معدات الرغوة بواسطة تيار الهواء والعوامل الأخرى.

(3) يجب أخذ الحيطة عند استخدام محلول الرغوة للسوائل ذات اللزوجة العالية مثل الإسفلت والزيوت الثقيلة لأنها تسخن إلى درجة 95 ^{o}م وبالرغم من أن الماء يمكن أن يبرد السائل إلا أن هناك احتمال خروج السائل إلى الخارج.

(4) الخزانــات التي تحتوي على سوائل قابلة للاشتعال وتحتاج إلى محلول رغوة خاصة:

1ــ السوائل القابلة للاشتعال ولها خاصية الذوبان مثل الكحول يجب أن تكافح بواسطة محلول رغوة مقاوم للكحول.

2ــ يمكن أن يستخدم محلول الرغوة المقاوم للكحول بواسطة مدافع الرغوة، وخصوصاً إذا كان عمق السائل لا يتجاوز 25 مم، أما إذا زاد عمق السائل فيجب أن يستعمل مدفع الرغوة والخراطيم نوعاً خاصاً من محلول الرغوة المقاوم للكحول.

3ــ في جميع الأحوال يجب استشارة الجهة المصنعة لمحلول الرغوة لتحديد معدل التدفق لمحلول الرغوة.

(ط) الحد الأدنى لمدة تدفق الرغوة

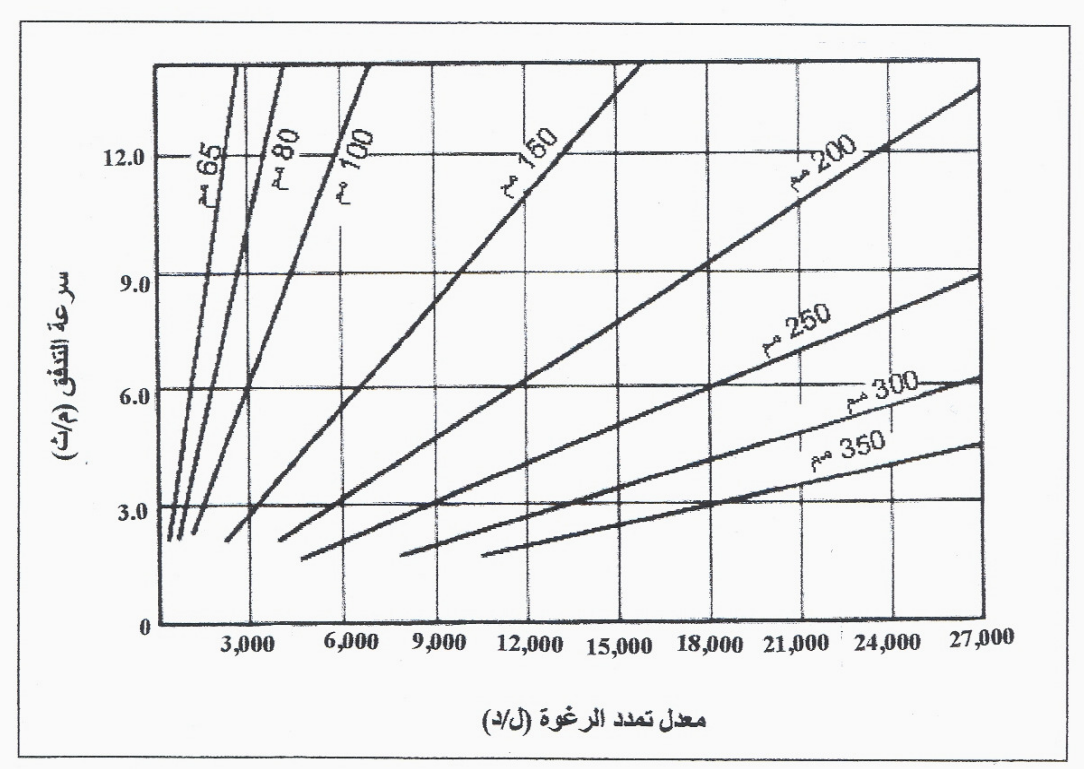
(1) يجب أن تعمل معدات مكافحة الحريق بنظام الرغوة حسب المعدل المذكور في الفقرة (6/6/3/4ـــ(ح)) ولمدة زمنية معينة.

(2) يحسب معدل الرغوة في الأنابيب باستخدام منحنى (3/4-2أ) ومنحنى (3/4-2ب) ومنحنى (3/4-2ج).

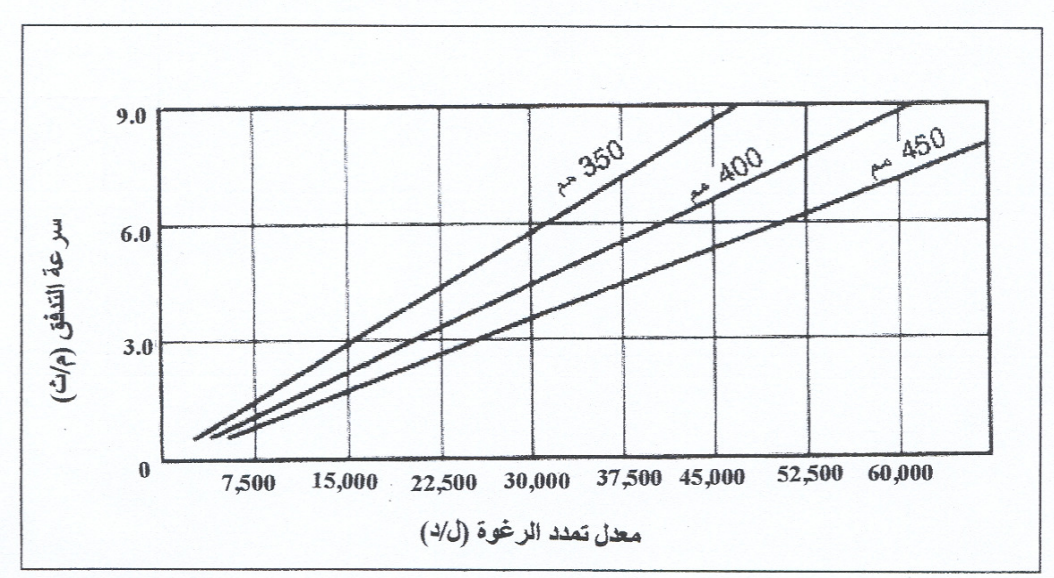
(3) عند تحديد كمية محلول الرغوة المطلوبة لحماية الخزانات فيجب الأخذ في الاعتبار أكبر كمية مطلوبة.

(4) يجب الأخذ في الاعتبار كمية محلول الرغوة المطلوبة لتغذية الأنابيب من مصدر الرغوة إلى أبعد مكان مطلوب حمايته.

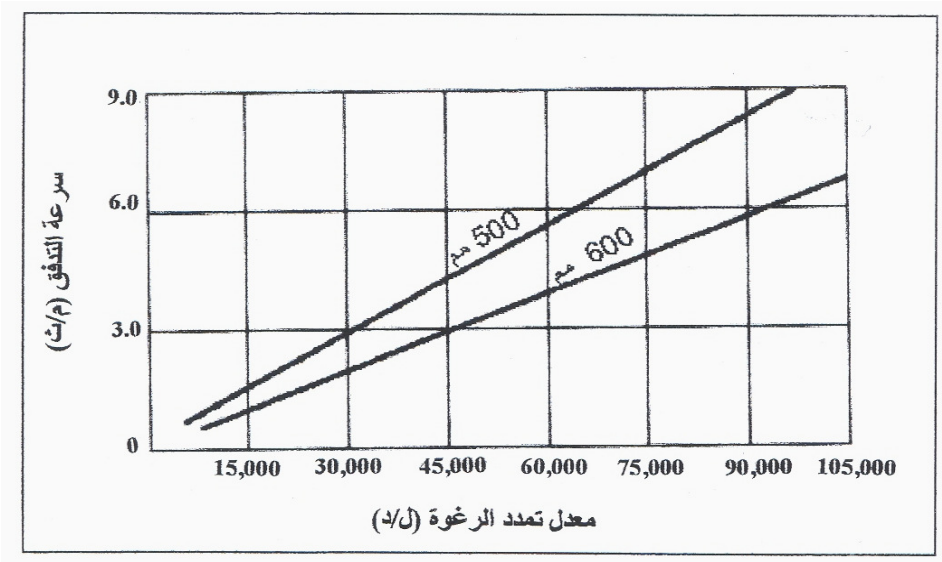
(5) يجب توفير كمية من محلول الرغوة الاحتياطي.



منحنى (3/4-2أ) معدل الرغوة بالنسبة لقطر الأنبوب (65ـــ350 مم) حسب جدول (40)



منحنى (3/4-2ب) معدل الرغوة بالنسبة لقطر الأنبوب (350ــ450 مم) حسب جدول (40)



منحنى (3/4-2ج) معدل الرغوة بالنسبة لقطر الأنبوب (500ــ600 مم) حسب جدول (40)

ملاحظـــة

الخزانات التي تحتوي على سوائل قابلة للاشتعال من الدرجة الثالثة (نقطة وميضها عند درجة حرارة 60 ^{o}م) لا يتطلب حمايتها بواسطة نظام الرغوة، ويتم حماية السوائل القابلة للاحتراق بواسطة الرغوة في الحالات غير العادية، وعندما يكون التخزين ذو قيمة عالية، أو للسوائل التي تسخن لدرجة حرارة فوق نقطة وميضها.

(ي) معدات خلط الرغوة

يجب أن تصمم معدات خلط الرغوة وفقاً لطرق خلط الرغوة ، فقرة (2/3/3/4).

(ك) شبكـــة الأنابيـــب

يجب أن تصمم شبكة الأنابيب وفقاً لشروط **NFPA**.

(ل) معدات تكوين الرغوة

يجب أن تصمم وفقاً لمواصفات صانع الرغوة، فقرة (6/3/3/4).

(م) مصبات الرغوة

(1) يجب أن يكون موقع المصبات بحيث لا يسمح لمحتويات الخزان عند امتلائه بالدخول إلى أنابيب نظام الرغوة.

(2) يجب أن تصمم مصبات الرغوة بحيث لا تتعدى حدود الضغط والتدفق المسموح به.

(ن) أجهزة كشف الحريق والدخان ولوحة التحكم

يجب أن تصمم وفقاً لمواصفات أنظمة إنذار الحريق، (الباب الخامس ــ الفصل الأول)

(س) طرق التشغيل والتحكم بنظام الرغوة

(1) يجب أن يعمل نظام الكشف عن الحريق التلقائي على تشغيل جرس الإنذار في المنطقة التي يكون بها أفراد المراقبة.

(2) يجب أن يعمل جرس الإنذار في حالة عمل النظام يدوياً (بواسطة وحدة التشغيل اليدوية) أو فتح الصمامات يدوياً.

(3) يجب أن يكون المكان والهدف من نقطة التحكم أو التشغيل معروفاً، وأن يكون من ضمن تعليمات التشغيل.

(4) يجب استخدام عدة أنواع مختلفة من أجهزة كشف الحريق المعتمدة وهذه الأجهزة تعمل على تشغيل نظام الرغوة بواسطة فتح صمام تحكم الماء أو جهاز آخر.

(5) يجب أن تكون معدات الكشف عن الحريق والتي تكون ضمن منطقة الحريق مصممة خصيصاً لهذا الغرض.

(ع) موقع نقطة التحكم بنظام الرغوة

(1) يجب أن يكون التحكم بتشغيل نظام الرغوة في مكان يسهل الوصول إليه، وبعيداً عن منطقة الخطر لكي يكون بالإمكان تشغيل النظام في حالة حدوث حريق.

(2) يجب أن يكون مكان التشغيل قريب بحيث يمكن التأكد في حالة الحريق.

7/6/3/4 الحســـابات

تجرى عمليات الحساب للنظام وفقاً للمعايير التاليـــة:

(أ) معـــدل التدفـــق

(1) يجب أن لا يقل معدل تدفق محلول الرغوة عن 6.5 ل/د/م^2 من مساحة سطح السائل المطلوب حمايته.

ملاحظـــة (1): يشمل هذا البند مكافحة السوائل التي تحتوي على نسبة من الكحول أقل من 10% بالنسبة للحجم، أما إذا زادت النســـبة عن 10% فيجب إتباع طرق المكافحة باستعمال محلول رغوة خاصة.

ملاحظـــة (2): السوائل التي لها نقطة غليان أقل من 38 ^{o}م تحتاج إلى معدل أعلى لاندفاع الرغوة، ويحدد هذا بواسطة الفحوصات التي تجرى على السائل، ويمكن أن يصل معدل اندفاع الرغوة إلى 8.1 ل/د/م^2.

(2) في حالة المحاليل القابلة للاشتعال والتي تذوب في الماءK يكون معدل التدفق المطلوب كما هو موضح بجدول (3/4ـــ4).

(3) عند استعمال محلول الرغـــوة البروتيني أو الفلوروبروتيني، فإن معدل التدفق لا يقل عن 6.5 ل/د/م^2، أما في حال استعمال محلول الرغوة نوع **AFFF**، فإن معدل التدفق لا يقل عن 4.1 ل/د/ م^2.

جدول (3/4ـــ4) معدل التدفق حسب نوع السائل

نـــوع الســـائل	معـــدل التدفـــق (ل/د/م^2)
كحول الأثيل والمثيل	6.5
الأثير	9.8
الكحول الايوبروبولي	9.8

(ب) زمـــن التدفق

(1) يجـــب أن تعمـــل معدات الرغـــوة بمعـــدل تدفـــق حســـب مـــا ورد في الفقـــرة (7/6/3/4ـــ(أ)) وفترات زمنية كالآتـــي:

1ـــ الخراطيم اليدوية ومدافع قذف الرغوة لمدة 60 د.

2ـــ الخزانـــات التي تحتوي سوائل هيدروكربونية ونقطة وميضها عند درجـــة 38 – 93 ^{o}م لمدة 50 د.

3ـــ الخزانات التي تحتوي على سائل نقطة وميضه أقل من 38 ^{o}م لمدة 65 د.

4ـــ البترول الخـــام، لمـــدة 65 د.

(2) أما بخصوص السوائل القابلة للاشتعال والتي تذوب في الماء، فيجب أن يكون معدل التدفق لمحلول الرغوة حسب ما ورد في الفقرة (7/6/3/4ـ(أ)) ولمدة 65 د إلا إذا أثبتت الجهة المصنعة بواسطة الحسابات والتجارب إمكانية تقليل زمن التدفق عن ذلك.

(3) في حالة استخدام نظام الرغوة الثابت أو شبه الثابت يتم تحديد زمن التدفق لحماية الخزانات حسب نوع مصبات الرغوة المركبة، جدول (3/4ـ5).

(ج) مصبات الرغوة

(1) يجب أن لا تزيد سرعة التدفق عند الفتحة عن 3.0 م/ث للسوائل عند درجة حرارة أقل من 38°م أو 6.0 م/ث للسوائل الأخرى عند درجة حرارة أكبر من 38°م.

(2) يجب أن يتناسب عدد مصبات الرغوة مع قطر أو مساحة الخزان وحسب نوع السائل المطلوب حمايته، جدول (3/4ـ6).

جدول (3/4ـ5) زمن التشغيل لحماية الخزانات

الخزانات المحتوية على سوائل هيدروكربونية	مصبات الرغوة من النوع الأول (د)	مصبات الرغوة من النوع الثاني (د)
نقطة الوميض بين درجة حرارة 38 ــ 93 °م	20	30
نقطة الوميض عند درجة حرارة أقل من 38 °م	30	55
النفط الخام	30	55

جدول (3/4ـ6) عدد مصبات الرغوة حسب قطر الخزان

قطـــر الخـــزان (م)	السوائل التي نقطة وميضها أقل من 38 °م	السوائل التي نقطة وميضها أعلى من 38 °م
أقل من 24	1	1
36 ــ 24	2	1
42 ــ 36	3	2
48 ــ 42	4	2
54 ــ 48	5	2
60 ــ 54	6	3
أكثر من 60	*6	**3

* بالإضافة إلى مصبة واحدة لكل 465 م^2

** بالإضافة إلى مصبة واحدة لكل 697 م^2

8/6/3/4 التجهيزات الفنيـــة

(أ) يجب تزويد مضخة سائل الرغوة المركزة بصمام تصريف الضغط الزائد على خط التصريف لمنع زيادة الضغط والحرارة.

(ب) يجب تركيب مصفاة على أنبوب الرغوة ليمنع مرور الأجسام الغريبة وأن تكون نسبة مساحة الفتحات بالمصفاة إلى مساحة الأنبوب 10:1.

(ج) يجب عمل ميل في أنابيب الشبكة بمقدار 2 مم/م.

(د) يجب أن لا تمر الأنابيب المغذية لمنطقة حريق بمنطقة حريق أخرى.

(هـــ) عندما تمر الأنابيب في منطقة خطرة يجب تجنب مصادر الخطورة لكي لا تنفجر الأنابيب.

(و) يجب أن تكون العلاقات من نوعية معتمدة وأن يتم التعليق في الأجزاء الرئيسية التي لا تتأثر بالحريق.

(ز) مصبات الرغوة

(1) يجب أن تثبت المصبات بأعلى الخزان.

(2) يجب أن تثبت المصبات بشكل جيد بحيث لا يؤثر تحريك السقف على المصبات.

(3) عند وجود أكثر من مصبة يجب أن يتم التوزيع بحيث لا تنتقل الرغوة على سطح السائل أكثر من 30 م.

(4) يجب أن تزود مصبات الرغوة بمانعات التسرب لكي لا تسمح بتسرب بخار السائل إلى الخارج.

(ح) غسيل الشبكة بعد الانتهاء من التجهيزات ويتمثل بالآتي:

(1) يجب غسيل شبكة الأنابيب سواء كانت فوق الأرض أو تحت الأرض بالمياه وبمعدل تدفق حسب أقصى ما تتحمله الشبكة وذلك قبل توصيل الأنابيب إلى نظام الرغوة من أجل إزالة جميع المواد الغريبة العالقة التي تكون قد دخلت أثناء التركيب.

(2) يجب ألا يقل معدل تدفق المياه عن المعدل الذي صممت من أجله الشبكة وأن يكون تدفق المياه لمدة زمنية كافية.

(3) يجب الأخذ بالاعتبار تصريف المياه المستخدمة في غسل الشبكة.

(4) يجب غسل الشبكة بعد الانتهاء من التركيب وذلك باستعمال المياه الخاصة بنظام الرغوة مع عدم توصيل معدات تكوين الرغوة.

(5) عندما يكون من الصعب عمل غسيل لشبكة الأنابيب فعند ذلك يجب فحص الأنابيب من الداخل أثناء التركيب.

9/6/3/4 الفحـــص والاختبار

يجب أن يتم فحص النظام بعد الانتهاء من تركيبه بواسطة أشخاص مؤهلين وذلك لأخذ الموافقة من قبل جهة الاختصاص، و الهدف من فحص النظام هو التأكد من أن نظام الرغوة يعمل حسب ما صمم من أجله.

(أ) التفتيش والفحص بالعين المجردة

(1) يجب أن يفحص نظام الرغوة بواسطة النظر للتأكد من أنه قد تم تركيب النظام بشكل جيد.

(2) يجب أن يشمل الفحص بالنظر الآتي

1 ــ مطابقة شبكة الأنابيب المنفذة بالمخططات التي تم اعتمادها.

2 ــ اتصال الأنابيب.

3 ــ التأكد من أن الصمامات في متناول اليد.

4 ــ مقاييس الضغط والتحكم.

5 ــ التأكد من تركيب مانع بخار السائل بشكل جيد.

6 ــ فحص جميع الأجهزة والتأكد من وجود تعليمات التشغيل.

(ب) فحص الأنابيب بالضغط

يجب أن تضغط الأنابـــيب لمستوى 13.4 بار أو 150% زائد 3.4 بار من ضغط التشغيل لمدة 2 س.

(ج) فحص التشغيـــل

قبل الموافقة على نظام الرغوة يجب أن تفحص جميع الأجهزة والمعدات للتأكد من أنها تعمل حسب مواصفات التشغيل.

(د) فحص التفريـــغ

(1) يجب عمل فحص لتدفق الرغوة للتأكد من أن المنطقة المطلوب حمايتها محمية حسب مواصفات التصميم.

(2) يجب ملاحظة الآتي أثناء الفحص:

1ـــ ضغط الماء الساكن.

2ـــ ضغط الماء بالشبكة أثناء التدفق عند صمام التحكم.

3ـــ ضغط الماء عند أبعد نقطة بالنظام.

4ـــ معدل التدفق الفعلي.

5ـــ معدل تدفق الرغوة المركزة.

6ـــ فحص الرغوة الناتجة للتأكد من نقاوتها.

7ـــ فحص نسبة تركيز الرغوة المركزة.

10/6/3/4 الصيانـــــة

(أ) غسيل الشبكة بعد الاستعمال

(1) يجب عمل توصيلات بالشبكة، ليصبح غسل شبكة الأنابيب بالماء النقي بعد الاستعمال ممكنا.

(2) التأكد من أن معدات الكشف عن الحريق التلقائية صالحة وليس بها أي عطل.

(3) التأكد من أن مضخات محلول الرغوة تعمل تلقائياً.

(4) التأكد من أن مضخات المياه لشبكة نظام الرغوة تعمل تلقائياً.

(5) التأكد من صلاحية محلول الرغوة المركز.

(6) التأكد من أن صمام نظام الرغوة يعمل تلقائياً.

(7) التأكد من وجود الغطاء المانع لدخول أبخرة السوائل إلى أنابيب الشبكة على مصبات الرغوة.

11/6/3/4 المخططـــات

(أ) يجب أن يعهد بتحضير المخططات إلى من لهم الخبرة والمسؤولية الكافية.

(ب) يجب أن تكون المخططات حسب مقياس رسم مناسب.

(ج) يجب أن تتضمن المخططات المعلومات التالية:

(1) الوصف الطبيعي للمنطقة المطلوب حمايتها من جهة الموقع ومكونات البناء ونوعية المادة المطلوب حمايتها.
(2) نوعية وتركيز محلول الرغوة.
(3) معدل تدفق محلول الرغوة.
(4) متطلبـــات المـــاء.
(5) الحسابات التي تبين كمية الرغوة المطلوبة.
(6) الحسابات الهيدروليكية.
(7) تحديد سعة جميع المعدات والأجهزة.
(8) تحديد مسار الأنابيب ومواقع أجهزة الكشف عن الحريق وأجهزة التشغيل ومصبات الرغوة والمعدات الإضافية.
(9) تقديم مخطط مبسط يوضح المواقع والأجهزة المستخدمة وشبكة الأنابيب.
(10) توضيح أي مظاهر خاصة للنظام.

(د) يجب أن يكون محلول الرغوة ومعدات عمل الرغوة من ضمن المعدات والمحاليل المعتمدة.

(هـــ) يجب تقديم المخططات التنفيذية من قبل مهندس المقاول لأخذ الموافقة قبل التنفيذ.

(و) يجب تقديم منحنى عمل المضخات الذي يبين الضغط ومقدار التدفق.

(ز) يجب أخذ الموافقة على أي تعديل على مخططات أو معدات نظام الرغوة من قبل الجهة المختصة.

7/3/4 أنظمـــة الرغــوة متوسطة ــ وعالية التمدد

1/7/3/4 التعريـــــف

الرغوة متوسطة وعالية التمدد هي عبارة عن مجموعات من الفقاعات المتولدة ميكانيكياً، عن طريق مرور الهواء أو الغاز خلال شبكة أو شاشة أو أي وسط نفاذ (نظيف) يبلل بواسطة محلول مائي لوسيط رغوي.تحت هذه الظروف يمكن أن تتولد رغوة مكافحة الحريق ذات تمدد من 20 إلى 1000.تعطي مثل هذه الرغوة وسيط مميز، لنقل الماء إلى الأماكن التي لا يمكن الوصول إليها، لغمرها كلياً وللإحلال الحجمي للبخار، الحرارة والدخان.

لقد أثبتت التجارب أن عند استعمال الرغوة عالية التمدد مع مرشات المياه التلقائية تحت ظروف معينة يعطي سيطرة إيجابية وفعالية إطفاء للحريق أكبر منه عند استعمال أحد النظامين منفرداً.

2/7/3/4 التطبيـــق

(أ) نظام الرغوة متوسطة التمدد

يمكن أن يستعمل لحرائق الوقود الصلب والوقود السائل عندما يكون هناك ضرورة لتغطية العمق بدرجة معينة، ومثال على ذلك هو الغمر الكلي للأماكن صغيرة الحجـــم، أو غمر جزء من الحيز وهو فعال في الأماكن الداخلية والخارجية.

(ب) نظام الرغوة عالية التمدد

(1) يمكن أن يستعمل لحرائق الوقود الصلب والوقود السائل، ولكن لتغطية عمق أكبر مما هو في نظام الرغـــوة متوسطة التمدد.

وهو بذلك مناسب أكثر لملء الأحجام التي يحدث فيها الحريق بمستويات مختلفة، كمثال على ذلك المخازن ذات الأرفف العالية.

(2) يمكن استعماله أيضاً في الأماكن التي لا يمكن إرسال أشخاص إليها، أو الأماكن التي تشكل خطورة على الأفراد مثل السراديب والأنفاق.

(3) يجب أن لا تستعمل أنظمة الرغوة متوسطة وعالية التمدد للحرائق ذات الخطورة التالية ما لم تثبت التجارب عكس ذلك.

1ــ المواد الكيميائية مثل نترات السليلوز حيث أنها تطلق الأكسجين أو المواد المؤكسدة الأخرى التي تساعد على الاحتراق.

2ــ المعدات الكهربائية الحية غير المحاطة بحيز (الخارجية).

3ــ المعادن التي تتفاعل مع الماء مثل الصوديوم، البوتاسيوم.

4ــ المواد التي تتفاعل مع الماء بخطورة، مثل ثلاثي إثيل الألمنيوم، و خامس أكسيد الفُسفور.

5ــ الغازات المسالة القابلة للاشتعال.

3/7/3/4 أنـــواع النظـــام

الأنظمة المعروفة للرغوة متوسطة وعالية التمدد هي:

(أ) نظام الغمر الكلي

وهو عبارة عن أجهزة توليد الرغوة الثابتة التي تغذي بالرغوة الحيز المحيط لمكان حدوث الحريق وتغمره ويستعمل هذا النظام عندما يكون مكان الحريق محاطاً بحيز يمكن غمره بوسيط الإطفاء، والمحافظة عليه لمدة كافيه من الزمن لضمان السيطرة على الحريق أو إخماده. والحرائق التي يتم السيطرة عليها أو إخمادها بطريقة الغمر الكلي يمكن تقسيمها إلى ثلاث فئات:

(1) الحرائق السطحية التي تتضمن السوائل القابلة للاشتعال أو الاحتراق والمواد الصلبة.

(2) الحرائق العميقة التي تتضمن المواد الصلبة المتسامية.

(3) الحرائق ذات ثلاثة أبعاد لبعض السوائل القابلة للاشتعال.

(ب) نظام الغمر الموضعي

وهو عبارة عن أجهزة توليد الرغوة الثابتة التي تغذي بالرغوة المركزة والماء، عبر شبكة من الأنابيب ترتب بحيث تدفع الرغوة مباشرة إلى الحريق أو السائل المنتشر. ويمكن استعمال النظام لإخماد أو السيطرة على الحرائق في السوائل القابلة للاشتعال أو الاحتراق، أو الغاز الطبيعي المسال أو المواد المحترقة العادية ذات الفئة " أ " عندما يكون المكان غير مغلق تماماً، وهذا النظام هو الأفضل لحماية الأسطح المنبسطة مثل تدفق السوائل، الخزانات المفتوحة، الأماكن المحاطة برصيف الحفر، مجاري الخدمات وغيرها.

(ج) أجهزة توليد الرغوة المتنقلة

وهي عبارة عن صانع للرغوة، يعمل يدوياً وسهل التنقل، يوصل عن طريق خرطوم أو أنابيب وخرطوم إلى مصدر الماء والرغوة المركزة.

وأجهزة الخلط يمكن أن تكون ضمن صانع الرغوة أو مفصولة عنه و يمكن أن تستعمل لمكافحة الحرائق في جميع الأماكن المذكورة في الفقرات السابقة، من قبل رجال الإطفاء أو أشخاص مدربين جيداً.

4/7/3/4 مكونـــات النظـــام

تتكون أنظمة الرغوة متوسطة ــ وعالية التمدد بصورة عامة من الأجزاء التالية، شكل (3/4ــ25).

(أ) أجهزة التشغيل والتحكم والمراقبة.

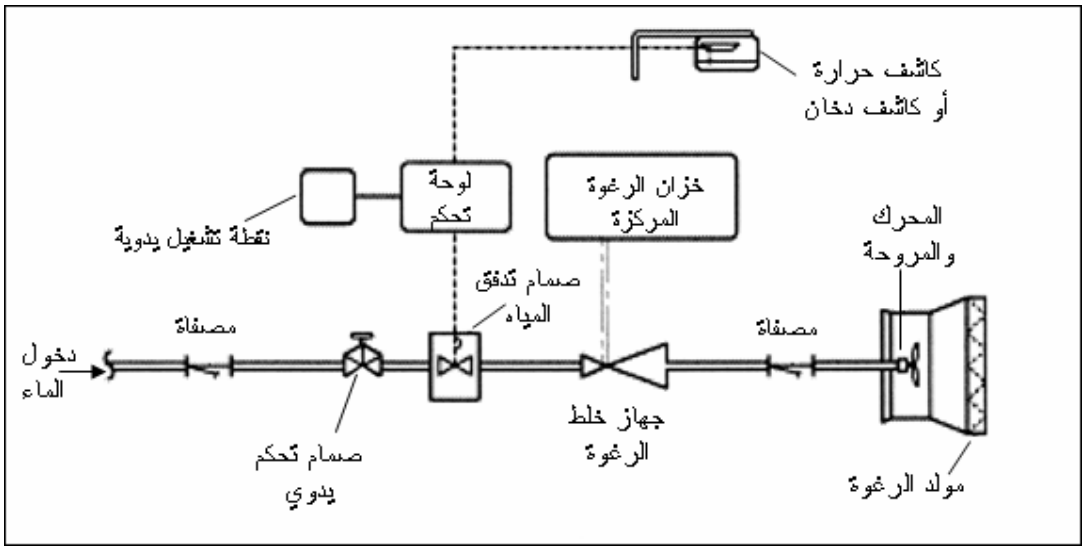
(ب) مصدر مياه مناسب ومضخات.

(ج) مصدر الرغوة المركزة.

(د) معدات الخلط المناسبة.

(هـ) شبكة الأنابيب وملحقاتها.

(و) صانع الرغوة.



شكـــل (3/4ـ25) مكونات أنظمة الرغوة متوسطة وعالية التمدد

5/7/3/4 مواصفـــات المـــواد

(أ) أجهزة التشغيل والتحكم والمراقبة

تشمل المكونات التالية:

(1) أجهزة التحكم والتشغيل التلقائـــي

1ـ كاشفات الحرارة أو الدخان أو اللهب أو الأبخرة القابلة للاحتراق ولوحات التحكم والمراقبة التابعة للنظام وفقاً لمواصفات أنظمة إنذار الحريق. (الباب الخامس ـ الفصل الأول).

2ـ صمامات التحكم أو صمامات الغمر المائي طبقاً لمواصفات صمام نظام الغمر المائي ومواصفات مواد معدات الحريق لصمامات التحكم التلقائية (الباب الأول ـ الفصل الأول).

3ــ أجهزة التشغيل وهي التي تتحكم في تشغيل صانع الرغوة، الصمامات، أجهزة الخلط، التحكم بالتدفق، ومعدات الإغلاق وهي غالباً ما تكون ميكانيكية، كهربائية، هيدروليكية أو هوائية مسجلة ومعتمدة، ويجب أن تزود بمصدر طاقة مناسب يعتمد عليه، ومصدر للطاقة الكهربائية لتشغيل أنظمة الرغوة متوسطة وعالية التمدد. يجب أن تطابق دوائر الكهرباء لمضخات الحريق مواصفات مضخات الحريق (الباب الثاني ــ الفصل الثاني).

4ــ أجهزة الغلق مثل الصمامات الخانقة البوابات، الأبواب، الخوانق يجب أن تكون من النوع سريع الفتح، وتحافظ على الغلق أثناء الحريق وأن تتحمل الحريق والحرارة، وضغط اندماج الرغوة ومرشات المياه.

(2) أجهزة التشغيل اليدوي

1ــ وحدة التشغيل اليدوية طبقاً لمواصفات أنظمة إنذار الحريق (الباب الخامس ــ الفصل الأول).

2ــ ذراع التشغيل الميكانيكي طبقاً لمواصفات نظام الغمر المائي (الباب الرابع ــ الفصل الثاني) ومواصفات مواد معدات الحريق للصمامات (الباب الأول ــ الفصل الأول).

(3) أجهزة الإنذار التابعة للنظـــام

وهي الأجراس والعلامات الضوئية والصافرات طبقاً لمواصفات أنظمة إنذار الحريق (الباب الخامس ــ الفصل الأول).

(ب) مصادر المياه والمضخات

وهي وفقاً لمواصفات مصادر المياه (الباب الثاني ــ الفصل الأول) ومضخات الحريق بالإضافة إلى أنه يجب الأخذ بعين الاعتبار نوعية الماء وقابليته لإنتاج الرغوة متوسطة وعالية التمدد، حيث أن استعمال الماء المالح أو العسر أو وجود المواد المانعة الصدأ أو المواد المانعة للتجمد أو الأعشاب والفطريات البحرية، الزيوت أو أي مواد ملوثة يمكن أن تؤدي إلى تقليل حجم الرغوة أو ثباتها. ويجب استشارة الجهة المصنعة للرغوة.

(ج) مصادر الرغوة المركزة

وتشمل ما يلـــي:

(1) مـــادة الرغـــوة

1ــ الرغوة المركزة المستعملة في النظام يجب أن تكون مسجلة للمعدات المستعملة معها أو أن تكون الرغوة المركزة من نوعية مكافئة مقبولة لدى جهة الاختصاص، حيث أن أداء النظام يعتمد على تركيب الرغوة المركزة بالإضافة إلى العوامل الأخرى.

2ــ إن نوعية الرغوة المركزة للأداء الجيد في هذه المواصفة يجب أن تفحص حسب الاختبارات المناسبة.

(2) خزان الرغوة المركـــزة

يجب أن يكون الخزان من مواد مقاومة للصدأ ومن تركيب متوافق مع الرغوة المركزة، ووفقاً لمواصفات أوعية حفظ الرغوة المركزة الفقرة (5/3/3/4) والأخذ بعين الاعتبار عند

تصميم الخزان أن يكون تبخر الرغوة المركزة قليلاً ويجب استشارة الجهة المصنعة لمعدات الرغوة.

(3) مضخـــات الرغوة المركـــزة

وهي كما هو مذكور في أنظمة الرغوة الثابتة لحماية السوائل القابلة للاشتعال، مصنعة من البرونز الفقرة (5/3/4).

(د) معـــدات الخلـــط

وهي وفقاً لمواصفات طرق خلط الرغوة، الفقرة (2/3/3/4).

(هـــ) شبكة الأنابيب وملحقاتهـــا

(1) الأنابيـــب والوصـــلات

1ـــ الأنابيب والوصلات التي تلامس الرغوة المركزة باستمرار يجب أن تكون من مواد مقاومة للصدأ ومتوافقة مع الرغوة المركزة المستعملة، الأنابيب المجلفنه يمكن أن تكون غير متوافقة مع الرغوة المركزة.

2ـــ أما باقي الأنابيب والوصلات يجب أن تكون من الوزن القياسي جدول (40) الصلب الأسود أو المجلفن للأنابيب، ومن الوزن القياسي للصلب الأسود أو المجلفن، الحديد المطاوع أو الحديد الطروق للوصلات.

3ـــ الأنابيب والوصلات يجب أن تكون وفقاً لمواصفات مواد معدات الحريق (الباب الأول ـــ الفصل الأول).

(2) الصمـــامـــات

1ـــ يجب أن تكون جميع الصمامات مناسبة للغرض المراد استعمالها فيه وتبعاً لسعة التدفق والتشغيل، ويجب أن تكون من نوع مسجل.

2ـــ يجب أن لا تكون الصمامـــات سهلة التعرض لأي تلف ميكانيكي أو كيميائي أو غيره.

3ـــ يجب أن تكون الصمامات وفقاً لمواصفات مواد معدات الحريق (الباب الأول ـــ الفصل الأول).

4ـــ يجب أن يتم تركيب الصمامات على مسافة لا تقل عن قطر الخزان المراد حمايته، وفي كل الأحوال على مسافة لا تقل عن 15 م.

(3) الخرطـــوم

الخرطوم المستعمل لربط صانع الرغوة المتنقل بمصادر الماء أو المحلول يجب أن يكون مبطناً، ويختار مقاس الخرطوم وطوله مع الأخذ بعين الاعتبار هيدروليكية النظام بأكمله.

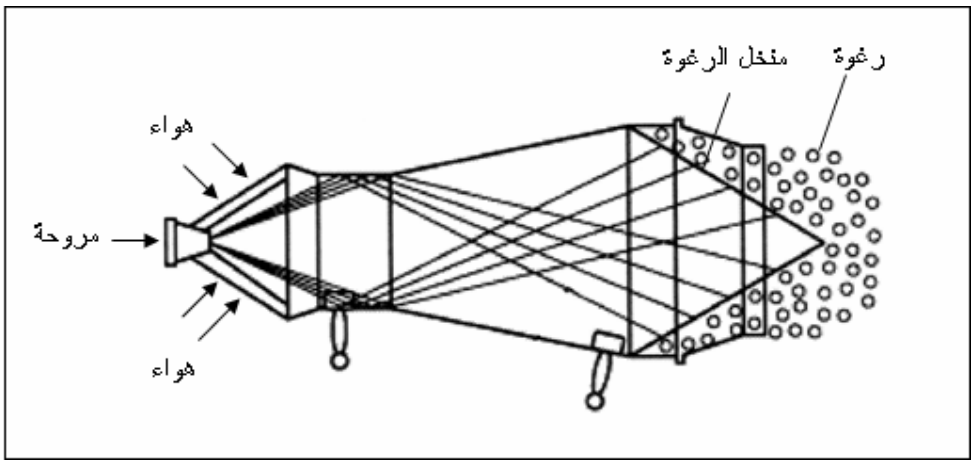
(و) صانع الرغوة

صانع الرغوة المتوسطة وعالية التمدد ينقسم إلى نوعين حسب طريقة إدخال الهواء هما:

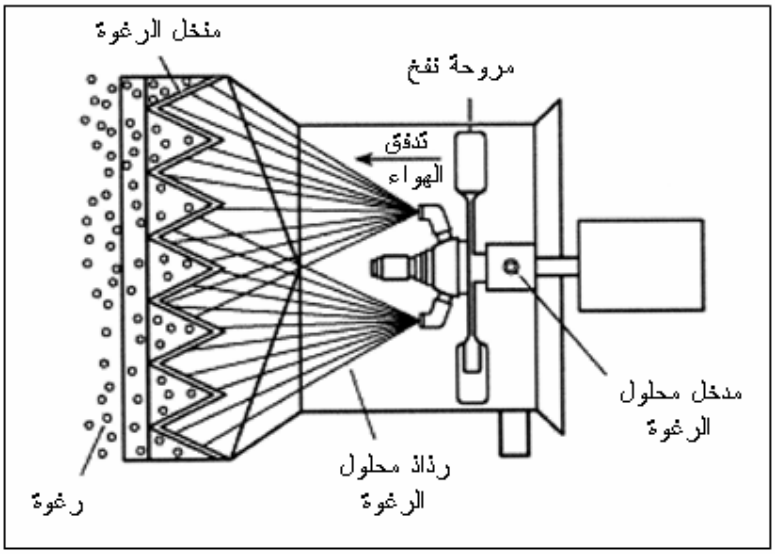
(1) صانع الرغوة ــ النوع الساحب (الماص) للهواء

وهو يمكن ان يكون ثابت أو متنقل. التيارات النفاثة لمحلول الرغوة تمتص الكميات المناسبة من الهواء ثم بعد ذلك تسقط على المنخل لإنتاج الرغوة. هذه الأنواع تنتج غالباً رغوة بنسبة تمدد لا تزيد عن 250 من الحجم الأصلي، شكل (3/4ــ26).

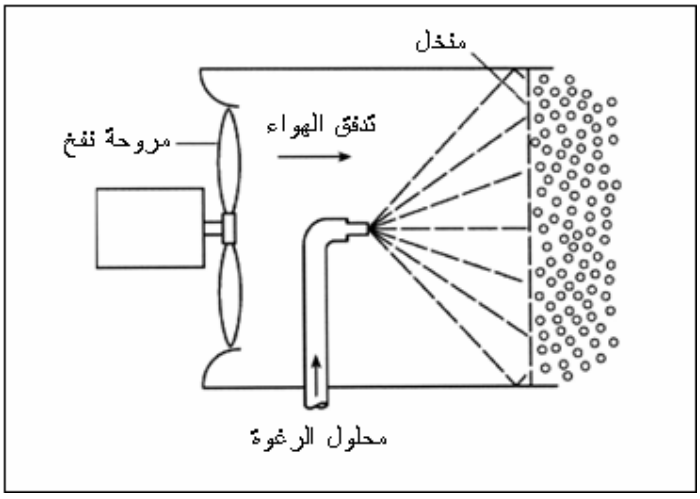
(2) صانع الرغــوة ــ نوع مروحــة النفخ وهي يمكن أن تكون ثابتــة أو متنقلة، يندفع محلول الرغوة على شكل رذاذ على الشاشــات من خلال تيار هواء مار متولــد من مروحة، المروحة يمكن أن تدار عــن طريق محرك كهربــائي، محركات الاحتــراق الداخلي، الهواء الغاز أو المحركــات الهيدروليكية أو المحركات المائية، غالباً ما تدار بواسطة محلول الرغوة، شكل (3/4ــ27أ) وشكل (3/4ــ27ب) وشكل (3/4ــ28).



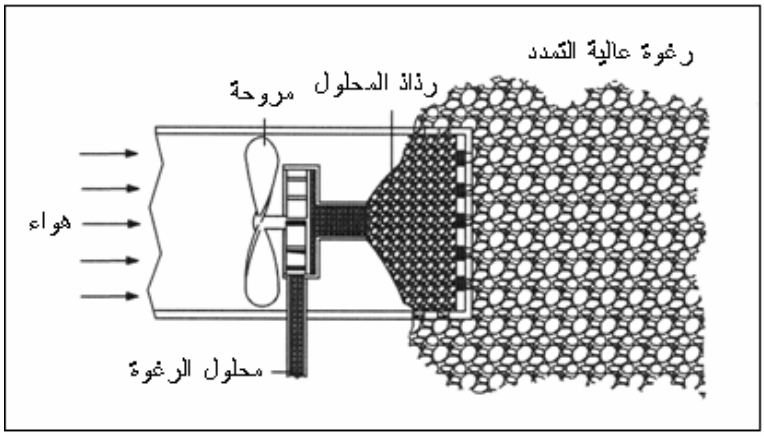
شكــل (3/4ــ26) صانع الرغوة الساحب للهواء



شكــل (3/4ــ27أ) صانع الرغوة بمروحة دفع الهواء (نفخ)



شكــل (3/4ــ27ب) صانع الرغوة بمروحة دفع الهواء (نفخ)



شكــل (3/4ــ28) صانع الرغوة باستخدام محرك مائي لمروحة الهواء

6/7/3/4 التشغيـــل

(أ) يتم تشغيل نظام الرغوة المتوسطة وعالية التمدد بالوسائل التالية

(1) تشغيل تلقائـــي بواسطة كشافات الحريق التي تقوم بفتح صمام التحكم للمياه أو صمام الغمر أو أي أجهزة تشغيل أخرى.

(2) تشغيل يدوي كهربائي بواسطة مفتاح كهربائي يقوم مقام كاشفات الحريق.

(3) تشغيل يدوي ميكانيكي بواسطة أدوات تشغيل يدوية ميكانيكية.

(ب) المحافظة على الحجم المغمور للرغوة عالية التمدد في نظام الغمر الكلي:

(1) لضمان السيطرة الكافية أو الإطفاء، يجب أن يحافظ على الحجم المغمور لمدة لا تقل عن 60 د للأماكن غير المحمية بالمرشات ولمدة 30 د للأماكن المحمية بالمرشات.

(2) عندما يكون هناك سوائل قابلة للاحتراق أو الاشتعال فقط فإنه يمكن تقليل هذه المدة.

(3) يمكن المحافظة على الحجم المغمور بواسطة التشغيل المستمر أو المتقطع لأي من أو جميع صانعات الرغوة المتوفرة.

(4) يجب أن تؤخذ الترتيبات والطرق للمحافظة على الحجم المغمور بدون ضياع الرغوة المركزة التي يمكن أن يحتاج إليها في حالة عودة الاشتعال.

7/7/3/4 التصميـــــم

(أ) يمكن استعمال الأنظمة لحماية مكان واحد أو عدة أماكن باستعمـــال نفس مصدر الرغوة المركزة والماء، ما عدا الحالات التي يمكن أن يحدث بها الحريق في موضعين أو أكثر معاً بسبب قربهما لبعض، وحسب رأي جهة الاختصاص وفي هذه الحالات يجب أن يحمى كل مكان بنظام مستقل، أو أن يكون النظام مصمماً لتغطية جميع الأماكن المتوقع حدوث الحريق فيها معا في آن واحد.

(ب) يجب توفير المياه بالكمية الكافية والضغط لتغذي العدد الأكبر من صانعات الرغوة متوسطة وعالية التمدد التي يحتمل أن تعمل معاً بالإضافة إلى احتياجات أنظمة الحريق الأخرى.

(ج) يجب أن تكون كمية الرغوة المركزة في النظام كافية على الأقل لأكبر مكان محمي أو مجموعة الأماكن المراد حمايتها معاً.

(د) يجب توفير مخزون احتياطي جاهز من المـــواد المنتجة للرغوة (الرغوة المركزة) كافية لمتطلبات التصميم، لكي يتم وضع النظام في موضع الخدمة بعد التشغيل، ويمكن أن تكون في خزانات منفصلة أو براميل أو صفائح في المكان. أو تكون متوفرة من مصدر خارجي معتمد خلال 24 س.

(هـــ) يجب تزويد مراقبة لأجهزة الكشف التلقائية والتشغيل، ويجب أن تركب بحيث يمكن ملاحظة أو اكتشاف إشارة الخطأ في الحال.

(و) يجب تركيب إنذار مسموع للدلالة على تشغيل النظام، وتنبيه الأشخاص، والدلالة على الخطأ في جهاز أو آلية مراقبة، وحسب مواصفات أنظمة إنذار الحريق (الباب الخامس ــ الفصل الأول).

(ز) يجب أن توضع أجهزة التحكم اليدوي للتشغيل والغلق في مكان آمن يسهل الوصول إليه في جميع الأوقات. محطات التشغيل اليدوي عن بعد يمكن أن تطلب عندما تكون المساحة كبيرة وصعبة الخروج أو عندما تطلب من قبل الجهة االمختصة.

(ح) يجب أن تزود جميع المعدات التي تعمل تلقائياً وتتحكم في توليد وتوزيع الرغوة بوسائل مستقلة معتمدة للتشغيل اليدوي الطارئ، سهلة الوصول وبالقرب من المعدات التي يتم التحكم فيها. ويصمم النظام بحيث يتم التشغيل الطارئ من مكان واحد إذا أمكن ذلك.

(ط) يجب تزويد الهواء من خارج الغرفة المحمية لتوليد الرغوة ما لم تكن البيانات المحاطة تبين أن الهواء من الداخل يمكن أن يكون كافياً.

(ي) يجب توفير تهوية لمنع تدوير نواتج الاحتراق في فتحات دخول الهواء لصانعات الرغوة.

(ك) يجب أن يكون صانع الرغوة في مكان سهل الوصول للتفتيش والصيانة، وبالقرب من المنطقة المراد حمايتها وبحيث تكون محمية من التعرض للحريق أو الانفجار.

(ل) يجب أن تصمم جميع الأنابيب وفقــاً للحسابات الهيدروليكية لضمان معدل التدفق المطلوب عند صانعات الرغوة.

(م) يجب تزويد مصفاة على خط الماء المتجه إلى أعلى من صمام التحكم، مناسبة للاستعمال مع أجهزة الخلط وصانعات الرغوة، ويمكن استعمال مصافي ثانوية حسب توصيات الجهة المصنعة لمعدات الرغوة.

(ن) يجب أن تصمم مجاري توزيع الرغوة ومجاري دخول الهواء بحيث تمنع السريان المضطرب المفرط، ويجب حساب معدل التدفق الفعلي للرغوة بالاختبار أو بطريقة أخرى مقبولة لجهة الاختصاص.

(س) بالنسبة لأنظمة الغمر الكلي يجب مراعاة الأمور التالية:

(1) يجب منع تسرب الرغوة من الحيز المراد حمايته بإغلاق الفتحات، نظراً لأن كفاءة النظام تعتمد على المحافظة على الكمية المناسبة للرغوة.

(2) في حالة وجود فتحات لا يمكن إغلاقها، فإن النظام يجب أن يصمم بحيث يتم تعويض الكمية المفقودة من الرغوة، ويجب أن يختبر لضمان الأداء الصحيح.

(3) عندما يستخدم الهواء الخارجي لتوليد الرغوة، يجب تزويد تهوية في مستوى عالي للهواء الذي تحل محله الرغوة. ويجب أن لا تزيد سرعة التهوية عن 50 م/ث في الهواء الحر.

(4) عندما يتطلب التصميم مراوح طرد، فإنها يجب أن تكون معتمدة للتشغيل عند درجة حرارة عالية، بحيث يراعى حماية المفاتيح والأسلاك والأجهزة الكهربائية الأخرى لضمان الأداء الذي يعتمد عليه لمراوح الطرد المكافئ لصانعات الرغوة.

(5) يجب أن توضع صانعات الرغوة متوسطة وعالية التمدد بحيث يتم بناء الرغوة النسبي من خلال المنطقة المحمية أثناء زمن التفريغ.

(6) يجب أن تطلق الرغوة عالية أو متوسطة التمدد بالمعدل الكافي بحيث تملأ الحيز إلى العمق الفعال فوق الحريق قبل تحطمها بدرجة غير مقبولة.

(ع) بالنسبة لأنظمة الغمر الموضعي يجب مراعاة الأمور التالية:

(1) يجب أن يشمل المكان المراد حمايته جميع المناطق التي يمكن أن ينتشر منها أو إليها الحريق.

(2) يمكن استعمال أنظمة الغمر الموضعي للرغوة المتوسطة والعالية التمدد ولحماية المخاطر الموجودة في داخل المبنى أو المسقوفة جزئياً، أو في الخارج ويجب الأخذ بعين الاعتبار تأثير الرياح والعوامل الجوية الأخرى.

8/7/3/4 الحســـابـــات

تجرى الحسابات للنظام وفقاً للمعايير التالية:

(أ) نظام الغمـــر الكلي

(1) عمـــق الرغـــوة

1ـــ الرغـــوة عاليـــة التمـــدد

يجب أن لا يقل عمق الرغوة عن 1.1 مرة من ارتفاع أعلى مكان خطورة ولا يقل بأي حال من الأحوال عن 0.6 م فوق هذا المكان. للسوائل القابلة للاشتعال أو الاحتراق يمكن أن يعتبر العمق المطلوب فوق المكان أكبر ويجب أن يحسب بالاختبارات.

2ـــ الرغوة متوسطة التمدد

يتغير العمق المطلوب فوق المكان وفقاً للتمدد ويجب أن يحسب بالاختبارات.

(2) الحجم المغمور للرغوة عالية التمدد

يعرف الحجم المغمور بالآتي:

1ـــ العمق المذكور أعلاه مضروباً في مساحة أرض المكان المراد حمايته.

2ـــ في حـــالة الغرف غير المحمية بالمرشات، وذات تركيب داخلي قابل للاحتراق، فإن الحجم الفعلي يتضمن الفراغات المخفية. يمكن استبعاد الحجم المشغول بالاسطوانات والمكائن أو أي معدات أخرى موجودة دائماً عند حساب الحجم المغمور.

(3) زمن الغمر للرغوة عالية التمدد

الزمن الموصى به لتحقيق الحجم المغمور لمختلف أنواع الأماكن والمخاطر وتجهيزات المباني، جدول (3/4ـــ2).

(4) معـــدل التدفـــق

1ـــ الرغـــوة متوسطة التمدد

يجب أن يحسب معدل التدفق للرغوة متوسطة التمدد بالاختبارات.

2ـــ الرغـــوة عالية التمدد

أ ـــ إن معدل تدفق الرغوة الضروري للإطفاء أو السيطرة الكاملة على الحريق تعتمد على قوة حماية المرشات، طبيعة وشكل المكان، قابلية الإنشاء والمحتويات للحريق واحتمال فقد الحياة والعقار والإنتاج.

ب ـــ يعتمد المعدل أيضاً على خواص الرغوة مثل نسبة التمدد، احتفاظ الماء، تأثير ملوثات الماء، تأثير الحرارة على احتفاظ الماء ...الخ.

ج ـــ إن أقل معدل تدفق أو سعة صانع الرغوة الكلية يجب أن تحسب من المعادلة التالية:

$$R = \left(\frac{V}{T} + R_S\right) \times C_N \times C_L$$ معادلة (3/4ـــ2)

حـــيـــــث:

R = معدل التدفق (م^3/د)

V = الحجم المغمور (م^3)

T = زمن الغمر(د)، يتم حسابه من جدول (3/4ـــ2)

R_S = معدل تكسر الرغوة بالمرشات (م^3/د)

C_N = معامل لتعويض انكماش الرغوة =1.15

C_L = معامل لتعويض التسرب= 1.2 (قيمة افتراضية)

يحسب معامل R_S لتعويض تكسر الرغوة بالمرشات إما بالاختبار أو بواسطة المعادلة التالية:

$$R_S = S \times Q$$ معادلة (3/4ـــ3)

حـــيـــــث:

S = تكسر الرغوة من تدفق المرشات = 0.075 (م^3/د) (ل/د)

Q = عدد رؤوس المرشاتx المساحة للمرش x كثافة الرغوة (ل/د)

إن المعامل C_L لتعويض فقد الرغوة بسبب التسرب حول الأبواب والنوافذ والفتحات غير المغلقة، يجب أن يحسب من قبل المهندس المصمم بعد التقييم السليم للبناء، وهذا المعامل يجب

أن لا يقل عن 1.0. يمكن أن يكون هذا المعامل مرتفعاً إلى 1.2 للمبنى ذي الفتحات المغلقة دائماً، معتمداً على نسبة تمدد الرغوة وتشغيل المرشات وعمق الرغوة.

(5) الكميـــــة

1ــ يجب أن يزود النظام بالكمية الكافية من الرغوة المركزة عالية التمدد لتسمح بالتشغيل المستمر للنظام كاملاً لمدة 25 د أو لتوليد أربع أضعاف الحجم المغمور، أيهما أقل، ولكن ليس أقل بأي حال من الأحوال من زمن 15 د للتشغيل الكامل.

2ــ يجب أن تحسب كمية الرغوة متوسطة التمدد بالاختبارات المناسبة المتطورة بواسطة مختبرات فحص مستقلة.

(ب) نظام الغمر الموضعي

(1) السوائل القابلـــة للاشتعال والاحتراق والمواد الصلبة

1ــ معدل التدفق: يجب أن تتدفق الرغوة بالمعدل المناسب لتغطية المكان لعمـــق لا يقل عن 0.6 م خلال 2 د.

2ــ الكمية: يجب تزويد الكمية الكافية من الرغوة المركزة والماء لتسمح بالتشغيل المستمر لكامل النظام لمدة 12 د على الأقل. ويجب توفير المخزون الاحتياطي من الرغوة وفقا للفقرة (7/7/3/4ــ(د)).

9/7/3/4 التجهيزات الفنيـــة

(أ) يجب أن تركب جميع أجهزة التشغيل وتحمى بشكل مناسب بحيث لا تتعرض لأي حالات ميكانيكية أو كيميائية أو مناخية أو أي حالات أخرى تجعلها غير قابلة للتشغيل.

(ب) يجب أن تعتبر جميع أجهزة غلق الأبواب والشبابيك، فتحات التهوية وأجهزة الغلق الكهربائية المطلوبة أجزاء مكملة للنظام وتعمل عند تشغيله.

(ج) يجب أن تعرف جميع أجهزة التشغيل اليدوي حسب المكان المستعملة في حمايته.

(د) يجب أن تخزن الرغوة المركزة (الرئيسية والاحتياطية) في مكان تكون درجة الحرارة فيه ما بين 2 °م و 38 °م، أو ضمن مجال درجة الحرارة المسجل عندها الرغوة.

(هـــ) يجب أن يحفظ المخزون الاحتياطي في أوعية مغلقة بإحكام في منطقة نظيفة وجافة لمنع التلوث والتلف.

(و) يجب أن تركب شبكة الأنابيب (الأنابيب والوصلات) وفقاً لمواصفات أنظمة مرشات المياه التلقائية (الباب الرابع ــ الفصل الأول).

(ز) عندما تركب صانعات الرغوة في المكان المراد حمايته فإنها يجب أن تكون مقاومة أو محمية من التعرض للحريق ويمكن أن تكون الحماية بشكل عزل أو صبغ مقاوم للحريق أو غمر مائي أو مرشات ... الخ.

(ح) يجب أن تركب وتحمى مجاري توزيع الرغوة ومجاري دخول الهواء بصورة مناسبة بحيث تكون غير معرضة للتلف الميكانيكي الكيميائي وغيره.

(ط) يجب أن تركب الفتحات الموجودة تحت العمق المراد تعبئته مثل الأبواب والشبابيك وغيرها بحيث تغلق تلقائياً قبل أو مع بدء انطلاق الرغوة، مع الأخذ بعين الاعتبار عملية إخلاء الأشخاص، وذلك في نظام الغمر الكلي.

(ي) يجب أن تكون التهوية المطلوبة من فتحات مناسبة، إما أن تكون مغلقة دائماً أو مفتوحة دائماً ومرتبة بحيث تفتح تلقائياً عند تشغيل النظام.

(ك) يجب أن تغلق أنظمة التهوية الميكانيكية تلقائياً عندما تتعارض مع بناء الرغوة الصحيح.

(ل) يجب أن ترتب مصبات الرغوة للنظام، بحيث تغطي منطقة الحريق التصميمية، ضمن الزمن الموصف وتبقى بالعمق المناسب لضمان إخماد الحريق الفعال والنهائي.

10/7/3/4 الفحص والاختبار

يجب أن تتم أعمال الفحص والاختبار عند نهاية التنفيذ وفقاً لأصول المهنة وشروط العقد بواسطة مهندسين ومفتشين مؤهلين ومدربين على أن لا تقل عن النقاط التالية:

(أ) التأكد من تنفيذ النظام حسب المخططات المعتمدة و الدليل المصور المعتمد.

(ب) التأكد من عدم وجود معوقات تعترض عمل صانعات الرغوة.

(ج) التأكد من مثبتات شبكة الأنابيب ومجاري الهواء ومجاري الرغوة وجميع مكونات النظام.

(د) التأكد من ضغط وتدفق مصادر المياه والمضخات ومنحنيات الأداء.

(هـ) التأكد من تركيب أجهزة التحكم والتشغيل التلقائي بالشكل الصحيح.

(و) فحص أجهزة خلط الرغوة ونسبة الخلط، والتأكد من تركيبها حسب ما هو مذكور في طرق خلط الرغوة فقرة (2/3/3/4).

(ز) التأكد من مصادر الرغوة المركزة (الكمية والضغط والتدفق).

(ح) التأكد من تركيب صانع الرغوة بالشكل الصحيح وفحص عملها.

(ط) قياس معدل تدفق محلول الرغوة والتأكد من التشغيل وكمية الرغوة.

(ي) إجراء فحص عملي لأجهزة التشغيل والتحكم، وتلقي الإشارات عند لوحة التحكم ولوحة الإنذار، وسماع الإنذار والتحكم بالفتحات والأبواب والخدمات الأخرى.

(ك) يجب عمل فحوصات التفريغ المناسبة عند أي كشف للدلالة على حسن الأداء.

(ل) يجب ترتيب خطوات أو طرق التشغيل الكامل لنظام الغمر الكلي بعناية لمنع فقد السيطرة المتكونة من النظام وذلك باتباع المواصفات الدولية.

11/7/3/4 الصيانـــــة

(أ) يجب فحص جميع أنظمة الرغوة المتوسطة والعالية التمدد كاملة والتأكد من التشغيل الصحيح بواسطة مهندسين أو مفتشين مؤهلين ومدربين مرة واحدة على الأقل سنوياً. وذلك يتضمن حساب أي تغييرات في الخواص الفيزيائية للرغوة المركزة التي تؤثر على النوعية.

(1) الهدف من هذا التفتيش والاختبار هو ضمان أن النظام في وضع التشغيل الكامل السليم، والدلالة على الاستمرار المحتمل لهذا الوضع حتى الفحص القادم.

(2) يجب كتابة تقارير الفحص مع التوصيات اللازمة بمعرفة المالك.

(3) يجب أن يفحص النظام بواسطة شخص مؤهل متبعاً الجدول المعتمد، وذلك بين الفحوصات والاختبارات المنتظمة في عقد الصيانة.

(ب) يجب عمل فحوصات أسبوعية مسجلة لأنظمة الرغوة المتوسطة والعالية التمدد، والبنود التي يتم التأكد منها تتضمن الآتي حسب الطلب:

(1) غرفة تحكم الرغوة وتشمل نظام إمداد الرغوة المركزة.

1ـــ مضخات الرغوة المركزة، الخزانات، والتأكد من عدم وجود التسرب والعطل من الخطوط والتأكد من مستوى الرغوة المركزة في الخزانات.

2ـــ مضخات الرغوة المركزة تعمل بصورة سليمة.

3ـــ جميع صمامات العزل التي تعمل يدوياً للنظام في الوضع الصحيح ومقفولة.

4ــ الإشارات الضوئية على اللوحة الرئيسية تعمل بشكل صحيح.
5ــ جميع مفاتيح التشغيل في لوحة التحكم في وضع التشغيل.
6ــ معدل تدفق وضغط مصدر المياه صحيح.
7ــ البطاريات مشحونة تماماً ومستوى السائل طبيعي.
8ــ أنظمة إنذار الحريق وإنذار الأعطال قد تم فحصها ومفاتيح الإغلاق في الوضع العادي.
9ــ جميع عمليات المراقبة تعمل بشكل صحيح.

(2) صانعات الرغوة الكهربائية

1 ــ جميع مفاتيح الفصل في وضع التشغيل ومقفولة.

(3) المرشات وإمداد المياه والإنذار

1ــ ضغط المياه على أنابيب المرشات الصاعدة عادي.
2ــ تم فحص نظام إنذار تدفق المياه.
3ــ جميع صمامات العزل التي تعمل يدوياً مفتوحة وعليها قفل.

(4) المنطقــة المحميــة

1ــ جميع الفتحات التي تغلق تعمل بصورة سليمة.
2ــ تفحص المصافي وتنظف بعد كل استعمال واختبار.
3ــ يصلح أي عطل أو تلف في الحال بواسطة شخص مؤهل.

12/7/3/4 سلامــة الأشخاص

تدفق كميات كبيرة من الرغوة متوسطة أو عالية التمدد يمكن أن تغمر الأشخاص وتحجب الرؤيا، وتحدث صعوبة في السمع، وتعمل على عدم الراحة في التنفس، وتسبب الإرباك المكاني، لذا يجب إتباع التعليمات التالية:

(أ) ترتب المواقع النسبية لنقاط دفع الرغوة إلى مخارج المبنى، بحيث تسهل عملية إخلاء الناس بقدر الإمكان.

(ب) عدم دخول الأشخاص إلى المبنى المليء بالرغوة لانعدام الرؤيا ووجود الحريق، وللدخول يمكن استعمال رذاذ ماء شديد لقطع طريق في الرغوة.

(ج) عدم ارتداء القناع ذو العلبة عند الدخول إلى الرغوة حيث أن المواد الكيميائية للقناع يمكن أن تتفاعل مع ماء الرغوة وتسبب الاختناق. وإذا كان الدخول الطارئ ضرورياً يجب استعمال أجهزة التنفس الذاتية مع استعمال خط المياه (دليل النجاة).

(د) فصل التيار الكهربائي عن الأجهزة الكهربائية غير المعزولة عند عمل النظام.

(هـ) المحافظة على المسافات الدنيا بين الأجزاء الكهربائية الحية وغير معزولة وجميع أجزاء النظام كما هو مذكور في جدول (3/4ـ7).

جـدول (3/4ـ7) المسافات الدنيا بين الأجزاء الكهربائية الحية و غير المعزولة و جميع أجزاء النظام للرغوة ذات التمدد المتوسط و العالي

جهد الخط (كيلو فولت)	الجهد الأرضي (كيلو فولت)	أساس مستوى العزل المصمم (كيلو فولت)	أدنى مسافة (مم)
حتى 15	حتى 9	110	178
23	13	150	254
34.5	20	200	330
46	27	250	432
69	40	350	635
115	66	550	940
138	80	650	1118
161	93	750	1321
230−196	132−114	900	1600
		1050	1930
		1175	2210
		1300	2489
380-287	220-166	1425	2769
		1550	3048
500	290	1675	3327
		1800	3607
		1925	3886
700−500	400-290	2100	4267
		2300	4674

8/3/4 نظام الرغوة لحماية مهابط الطائرات العمودية

1/8/3/4 استعمالات النظام (التطبيــق)

تختص هذه المواصفات بمهابط الطائرات العمودية (الهليكوبتر) على أسطح المباني من ناحية تعرضها للحريق والوسائل المناسبة لحمايتها عند حدوث حريق.

2/8/3/4 تعريــف

(أ) مهبط الطائرات العمودية

موقع مخصص لاستقبال وإقلاع الطائرات العمودية ويحتوي على مساحة مخصصة للهبوط وملحقات العمليات الأخرى.

(ب) المساحة المخصصة للهبوط

هي المساحة الأرضية التي تهبط عليها الطائرة العمودية ويمكن أن تكون مجهزة على أرضية السطح أو مبنية بإتقان فوق سطح البناية.

3/8/3/4 الإنشـــاءات والمباني

وفقاً لشروط نظام الوقاية من الحريق في المباني (الجزء الأول).

4/8/3/4 نظام مكافحة الحريق والإنذار

(أ) التصميــم

(1) يجب توفير نقــاط إنذار يدوية متصلة مع نظام إنذار معتمد ومع جهة الاختصاص عند مخارج مهبط الطائرة، حسب مواصفات أنظمة إنذار الحريق (الباب الخامس ــ الفصل الأول).

(2) يجب مراجعة جدول (3/4ــ8أ) و جدول (3/4ــ8ب) الذي يوضــح كمية المياه اللازمة لعمل الرغوة، كمية محلول الرغوة المركزة، وكمية المسحوق الكيميائي الجاف لنظام مكافحة الحريق لمختلف أحجام الطائرات العمودية حسب التصنيف التالي:

هــ 1 للطائرات العمودية التي يقــل ركابها عن 6 أشخاص وسعة خزان وقودها أقل من 400 ل.

هــ 2 للطائرات العمودية التي ركابها أكثر من 6 أشخاص وأقل من 12 شخص وسعة خزان وقودها أقل من 800 ل.

هــ 3 للطائرات العمودية التي ركابها 12 شخص أو أكثر وسعة خزان وقودها أكثر من 800 ل.

(3) يجب توفير خرطومين لقذف الرغوة على الأقل ومزودين من مصدر ثابت وأن لا تقل كمية التدفق عن 380 ل/د لكل خرطوم. وأن يكونا متباعدين عن بعضهما لكي يكون بالإمكان توجيه الرغوة إلى أي مكان بالطائرة وأي مكان في مهبط الطائرة. كما يحدد عدد الخراطيم حسب مساحة مهبط الطائرة.

(4) في حالة استخدام النظام الثابت يجب أن تكون كمية محلول الرغوة المتوفرة كافية لتزويد العدد المطلوب من الخراطيم باستمرار لمدة 10 د وتضاف مدة 5 د أخرى لاستخدام الخراطيم اليدوية.

(5) يجب حماية الغرف والمناطق القريبة والمتعلقة بمهبط الطائرة بنظام مرشات المياه التلقائية.

(6) يمكن أن تكون فوهات رش الرغوة مع مستوى مهبط الطائرة، انظر شكل (3/4ـ29) و شكل (3/4ـ30).

(7) يجب الأخذ بالاعتبار تأثير الريح على مدى قذف الرغوة وتوزيعها عند تصميم النظام.

(8) يجب ملاحظة أن المعدات المطلوبة بشكل (3/4ـ31) ليست بالتحديد لمهبط الطائرات العمودية على سطح المبنى فقط وإنما يمكن الأخذ بها أيضاً لمهابط الطائرات في أي مكان آخر.

(9) يجب تركيب نظام إنذار تلقائي يبين عمل نظام الرغوة.

جدول (3/4ـ8أ) طريقة تحديد مساحة الحريق الحرجة للطائرة العمودية

وأقل كمية مياه مطلوبة لخط الخرطوم لنظام (AFFF)

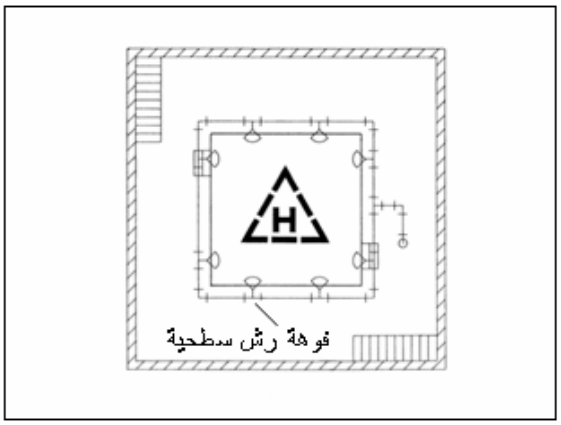
تصنيف الطائرة حسب قطر المهبط طبقاً لمواصفات NFPA/ICAO				1/2 x الطول الكلي لأكبر طائرة[1]		عرض جسم الطائرة ثلاثة أضعاف[2]		مساحة النار الحرجة العملية		كثافة الرغوة		كمية الماء للتحكم		مخزون الإطفاء		كمية الماء الكاملة للإطفاء
	(م)			(م)		(م)		($م^2$)		(($ل/د$)/ $م^2$)		(ل/د)		(%)		(ل)
هـ 1	0	<	15.2	7.6	x	4.6	=	34.8	x	4.1	=	141.9	+	100	=	283.8
هـ 2	15.2	<	24.4	12.2	x	6.4	=	78.0	x	4.1	=	317.9	+	100	=	635.8
هـ 3	24.4	<	36.3	18.3	x	7.3	=	133.8	x	4.1	=	545.0	+	100	=	1090.0

(1) الطول الكلي يقاس من رأس الدوار الرئيسي حتى طرف دوار الذيل ممدود كلياً.

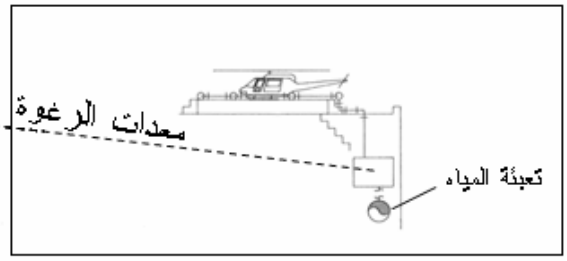
(2) عرض جسم الطائرة = العرض الفعلي لجسم الطائرة (لا تشمل ترس الإنزال) تقاس من خارج الكبينة.

جدول (3/4ـ8ب) كثافة الرغـوة

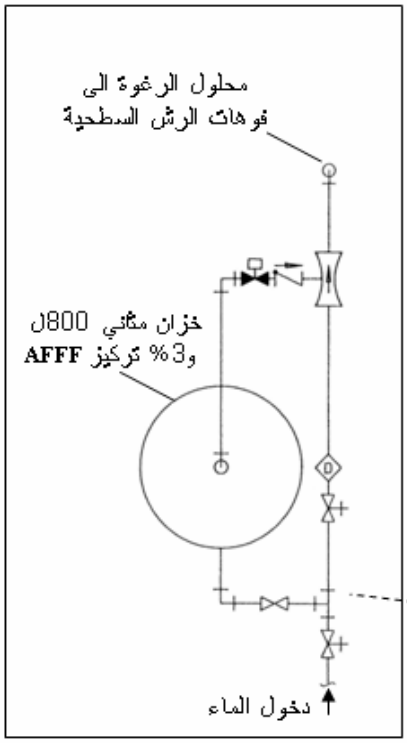
نوع الرغـــوة	كثافة الرغوة
	(($ل/د$)/ $م^2$)
AFFF	4.1
فلوروبروتين	6.5
بروتين	8.1



شكـــل(3/4–29) مهبط الطائرات العمودية



شكـــل (3/4–30) حماية مهبط الطائرات العمودية



شكـــل (3/4–31) معدات الرغوة

(ب) المواصفـــات

(1) يجب أن تكون مدافع الرغوة خفيفة الوزن وأن تكون مصممة لدفع الرغوة أو المياه فقط.

(2) يفضل أن يكون الخرطوم المستخدم من النوع ذو البكرة وإمكانية عمله بكفاءة دون سحب الخرطوم بأكمله وأن تكون فوهة الخرطوم من النوع سريع الفتح والغلق.

(ج) التجهيزات الفنيـــة

يجب أن تمتد أنابيب نظام مكافحة الحريق إلى السطح وأن يتوفر عدد كافي من الفوهات لاستخدام الخراطيم بحيث تكون موزعة على السطح بالكامل ليسهل استعمالها دون الحاجة إلى توصيل الخراطيم بوصلات أخرى حسب مواصفات مواد معدات الحريق للأنابيب والخراطيم (الباب الأول ــ الفصل الأول).

(د) التشغيـــل

(1) يجب أن يتم تشغيل نظام الرغوة الثابت من داخل غرفة التحكم والتي تكون قريبة من المخرج ويمكن عمل غرفة تحكم إضافية في مهبط الطائرة وفي هذه الحالة يجب أن يكون الأشخاص مدربين على تشغيل النظام.

(2) بعد الاستعمال يجب أن تحفظ خراطيم الحريق ومعدات مكافحة الحريق وتكون جاهزة للاستعمال قبل إعادة استقبال المهبط للطائرات.

(هـ) خدمات هندسية

(1) يجب أن تكون عملية تزويد الوقود حسب المواصفات المعتمدة.

(2) يجب أن يتوفر للمصاعد التي تخدم مهبط الطائرات مصدر كهرباء احتياطي لاستعماله في حالة الطوارئ.

(و) الصيانة

(1) يجب حماية معدات مكافحة الحريق اليدوية من تأثير العوامل الجوية بحيث تكون جاهزة للعمل في أي وقت.

(2) يجب عمل فحص دوري لنظام تخزين الوقود أو الزيت والمتجمع منها يجب إزالته بالطرق السليمة.

(ز) عام

يجب تواجد الأشخاص المدربين على استخدام أنظمة مكافحة الحريق لعدة دقائق قبل هبوط الطائرة أو إقلاعها وأن يكونوا على استعداد لاستعمال نظام المكافحة.