Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

الجـــزء الثاني

إجراءات التصنيف، وطـــرق الاختبـــار والمعايير المتصلة بالمواد الذاتية التفاعـــل المدرجـــة في الشعبـــة ٤-١ والأكاسيد الفوقية العضوية المدرجة في الشعبة ٥-٢

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

محتويات الجزء الثاني

ملحوظة ١: *يرد بين قوسين بعد اسم كل اختبار اسم الدولة أو المنظمة التي وضعت الاختبار.*

ملحوظة ٢: *طريقة الاختبار الموصى باستخدامها في كل اختبار مبينة بحروف* ***ثقيلة سوداء*** *ومشار إليها بالعلامة"*" (انظر الفرع ١-٦ من المقدمة العامة).*

الفرع		الصفحة
٢٠-	**مقدمة الجزء الثاني**	٢٣٥
٢٠-١	الغرض	٢٣٥
٢٠-٢	النطاق	٢٣٥
٢٠-٣	الإجراءات الأوَّلية	٢٣٧
٢٠-٣-١	وصف عام	٢٣٧
٢٠-٣-٢	أنواع الاختبارات	٢٣٧
٢٠-٣-٣	تطبيق طرق الاختبار	٢٣٧
٢٠-٤	إجراءات التصنيف	٢٤١
٢٠-٤-١	وصف عام	٢٤١
٢٠-٤-٢	تصنيف المواد الذاتية التفاعل	٢٤١
٢٠-٤-٣	تصنيف الأكاسيد الفوقية العضوية	٢٤٣
٢٠-٤-٤	أنواع الاختبارات	٢٤٤
٢٠-٤-٥	تطبيق طرق الاختبار	٢٤٥
٢٠-٥	مثال لتقرير اختبار	٢٤٥
٢١-	**مجموعة الاختبارات ألف**	٢٤٩
٢١-١	مقدمة	٢٤٩
٢١-٢	طرق الاختبار	٢٤٩
٢١-٣	ظروف الاختبار	٢٥٠
٢١-٤	وصف اختبارات المجموعة ألف	٢٥١
٢١-٤-١	الاختبار ألف - ١ اختبار الأنبوبة الفولاذية BAM ٥٠/٦٠ (ألمانيا)	٢٥١
٢١-٤-٢	الاختبار ألف - ٢ اختبار الأنبوبة الفولاذية TNO ٥٠/٧٠ (هولندا)	٢٥٥
٢١-٤-٣	الاختبار ألف - ٥ اختبار الفجوة للأمم المتحدة (الأمم المتحدة)	٢٦٠
٢١-٤-٤	**الاختبار ألف - ٦ * اختبار الانفجار للأمم المتحدة (الأمم المتحدة)**	٢٦٣
٢٢-	**مجموعة الاختبارات باء**	٢٦٧
٢٢-١	مقدمة	٢٦٧
٢٢-٢	طرق الاختبار	٢٦٧
٢٢-٣	ظروف الاختبار	٢٦٧
٢٢-٤	وصف اختبار المجموعة باء	٢٦٨
٢٢-٤-١	**الاختبار باء -١ * اختبار الانفجار في العبوة (هولندا)**	٢٦٨

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

محتويات الجزء الثاني (تابع)

الفـــرع		الصفحة
٢٣-	**مجموعة الاختبارات جيم**	٢٧١
٢٣-١	مقدمة	٢٧١
٢٣-٢	طرق الاختبار	٢٧١
٢٣-٣	ظروف الاختبار	٢٧١
٢٣-٤	وصف اختباري المجموعة جيم	٢٧٢
٢٣-٤-١	**الاختبار جيم-١ * اختبار الزمن/الضغط (المملكة المتحدة)**	٢٧٢
٢٣-٤-٢	**الاختبار جيم-٢ * اختبار الاحتراق (هولندا)**	٢٨٠
٢٤-	**مجموعة الاختبارات دال**	٢٨٥
٢٤-١	مقدمة	٢٨٥
٢٤-٢	طرق الاختبار	٢٨٥
٢٤-٣	ظروف الاختبار	٢٨٥
٢٤-٤	وصف اختبار المجموعة دال	٢٨٥
٢٤-٤-١	**الاختبار دال-١ * اختبار الاحتراق في العبوة**	٢٨٥
٢٥-	**مجموعة الاختبارات هاء**	٢٨٩
٢٥-١	مقدمة	٢٨٩
٢٥-٢	طرق الاختبار	٢٨٩
٢٥-٣	ظروف الاختبار	٢٨٩
٢٥-٤	وصف اختبارات المجموعة هاء	٢٩٠
٢٥-٤-١	**الاختبار هاء-١ * اختبار كوينن (ألمانيا)**	٢٩٠
٢٥-٤-٢	**الاختبار هاء-٢ * الاختبار الهولندي لوعاء الضغط (هولندا)**	٢٩٨
٢٥-٤-٣	الاختبار هاء-٣ الاختبار الأمريكي لوعاء الضغط (الولايات المتحدة الأمريكية)	٣٠٣
٢٦-	**مجموعة الاختبارات واو**	٣٠٧
٢٦-١	مقدمة	٣٠٧
٢٦-٢	طرق الاختبار	٣٠٧
٢٦-٣	ظروف الاختبار	٣٠٧
٢٦-٤	وصف اختبارات المجموعة واو	٣٠٨
٢٦-٤-١	الاختبار واو-١ اختبار الهاون التسياري MK.IIId (المملكة المتحدة)	٣٠٨
٢٦-٤-٢	الاختبار واو-٢ اختبار الهاون التسياري (فرنسا)	٣١٢
٢٦-٤-٣	الاختبار واو-٣ اختبار تراوزل BAM (ألمانيا)	٣٢٠
٢٦-٤-٤	**الاختبار واو-٤ * اختبار تراوزل المعدَّل (الولايات المتحدة الأمريكية)**	٣٢٥
٢٦-٤-٥	الاختبار واو-٥ اختبار وعاء الضغط العالي (هولندا)	٣٢٩

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

محتويات الجزء الثاني (تابع)

الفـــرع		الصفحة
٢٧-	**مجموعة الاختبارات زاي**	٣٣٣
٢٧-١	مقدمة	٣٣٣
٢٧-٢	طرق الاختبار	٣٣٣
٢٧-٣	ظروف الاختبار	٣٣٣
٢٧-٤	وصف اختبارات المجموعة زاي	٣٣٤
٢٧-٤-١	**الاختبار زاي-١ * اختبار الانفجار الحراري في العبوة (هولندا)**	٣٣٤
٢٧-٤-٢	الاختبار زاي-٢ اختبار التحلل المتسارع في العبوة (الولايات المتحدة الأمريكية)	٣٣٥
٢٨-	**مجموعة الاختبارات حاء**	٣٣٩
٢٨-١	مقدمة	٣٣٩
٢٨-٢	طرق الاختبار	٣٣٩
٢٨-٣	ظروف الاختبار	٣٤١
٢٨-٤	وصف اختبارات المجموعة حاء	٣٤٣
٢٨-٤-١	**الاختبار حاء-١ * الاختبار الأمريكي لدرجة حرارة التحلل المتسارع (الولايات المتحدة الأمريكية)** ...	٣٤٣
٢٨-٤-٢	**الاختبار حاء-٢ * اختبار التخزين المكظوم (هولندا)**	٣٤٨
٢٨-٤-٣	الاختبار حاء-٣ اختبار التخزين في درجة حرارة ثابتة (هولندا)	٣٥٤
٢٨-٤-٤	**الاختبار حاء-٤ * اختبار التخزين مع تراكم الحرارة (ألمانيا)**	٣٦٠

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

الفرع ٢٠

مقدمة الجزء الثاني

٢٠-١ الغرض

٢٠-١-١ يقدم الجزء الثاني من الدليل نظم الأمم المتحدة لتصنيف المواد الذاتية التفاعل المدرجة في الشعبة ٤-١ والأكاسيد الفوقية العضوية المدرجة في الشعبة ٥-٢ (انظر على الترتيب الفرعين ٢-٤-٢-٣ و٢-٥-٣ من اللائحة التنظيمية النموذجية). وهذا الجزء يتضمن وصفاً للخطوات وطرق ومعايير الاختبار التي تعتبر أكثر ملاءمة لتزويد السلطات المختصة بالمعلومات اللازمة للتوصل إلى تصنيف هذه المواد تصنيفاً صحيحاً لأغراض النقل. ويجب أن يكون استخدام هذه البيانات مقترناً بتطبيق مبادئ التصنيف الواردة في الفقرة ٢٠-٤-٢-٢ (الشعبة ٤-١) وفي الفقرة ٢٠-٤-٢ (الشعبة ٤-١) وفي الفقرة ٢٠-٤-٣ (الشعبة ٥-٢) وفي الرسومات التخطيطية لمسار الخطوات الواردة في الشكل ٢٠-١ (انظر أيضاً الفقرتين ٢-٤-٢-٣-٣ و٢-٥-٣-٣ من اللائحة التنظيمية النموذجية).

٢٠-١-٢ المواد الذاتية التفاعل والأكاسيد الفوقية العضوية تصنَّف إلى سبعة أنواع حسب نوع الخطر. ويعرض الشكل ٢٠-١ نظام تصنيف هذه المواد. وتجرى الاختبارات على مرحلتين. ***وسلامة العاملين في المختبر، تجرى في المرحلة الأولى اختبارات أولية ضيقة النطاق للتأكد من ثبات المادة وتحديد مدى حساسيتها***. أما المرحلة الثانية فتجرى فيها اختبارات التصنيف.

٢٠-٢ النطاق

٢٠-٢-١ ينبغي للمواد الجديدة القابلة للتحلل مع طرد الحرارة، والمقدمة للنقل، أن تخضع لإجراءات تصنيف المواد الذاتية التفاعل على النحو المحدد في هذا الفرع، فيما عدا أيّ من الحالات التالية:

(أ) إذا كانت المواد مواد متفجرة وفقاً لمعايير الرتبة ١؛

(ب) إذا كانت المواد مواد مؤكسدة وفقاً لإجراءات التصنيف في الشعبة ٥-١ (انظر الفرع ٣٤) ما عدا أخلاط المواد المؤكسدة التي تحتوي على ٥ في المائة أو أكثر من المواد العضوية القابلة للاحتراق، فإنها تخضع لإجراءات التصنيف المعرّفة في الملاحظة أدناه؛

ملاحظة: *تخضع لإجراءات تصنيف المواد الذاتية التفاعل أخلاط المواد المؤكسدة التي تفي بمعايير الشعبة ٥-١ والتي تحتوي على ما لا يقل عن ٥ في المائة من المواد العضوية القابلة للاحتراق، والتي لا تفي بالمعايير المشار إليها في (أ) أو (ج) أو (د) أو (هـ) أعلاه.*

وكل خليط يتصف بنفس مواصفات مادة ذاتية التفاعل من النوع باء إلى النوع واو، يصنّف على أنه مادة ذاتية التفاعل مدرجة في الشعبة ٤-١.

وكل خليط يتصف بمواصفات مادة ذاتية التفاعل من النوع زاي وفقاً للمبدأ الوارد في ٢٠-٤-٢(ز) يُنظر في تصنيفه باعتباره مادة مدرجة في الشعبة ٥-١ (انظر الفرع ٣٤).

(ج) إذا كانت المواد أكاسيد فوقية عضوية وفقاً لمعايير الشعبة ٥-٢؛

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

(د) إذا كانت حرارة تحلل المادة (انظر الفقرة ٢٠-٣-٣-٣) أقل من ٣٠٠ جول/غم؛

(هـ) إذا كانت درجة حرارة التحلل المتسارع للمادة أكبر من ٧٥°مئوية بالنسبة لعبوة وزنها ٥٠ كغم.

٢٠-٢-٢ تجرى خطوات التصنيف المحددة في هذا الفرع على الأكاسيد الفوقية العضوية الجديدة المقدمة للنقل إلا إذا كان تركيب الأكسيد الفوقي العضوي يحتوى على:

(أ) ما لا يزيد على نسبة ١,٠٪ أوكسجين متاح من الأكاسيد الفوقية العضوية عندما تكون محتوية على ما لا يزيد عن نسبة ١,٠٪ من فوق أكسيد الهيدروجين؛

(ب) ما لا يزيد على نسبة ٠,٥٪ أوكسجين متاح من الأكاسيد الفوقية العضوية عندما تكون محتوية على ما لا يزيد عن نسبة ١,٠٪ ولكن لا يزيد عن نسبة ٧,٠٪ من فوق أكسيد الهيدروجين؛

٢٠-٢-٣ في هذا السياق، تعتبر المادة الجديدة مادة تنطوي، في رأي السلطة المختصة، على أي مما يلي:

(أ) مادة جديدة ذاتية التفاعل ينطبق عليها التعريف الوارد في الفقرة ٢-٤-٢-٣-١-١ من اللائحة التنظيمية النموذجية، أو مخلوط من مواد ذاتية التفاعل مصنفة بالفعل ويعتبر مختلفاً بدرجة كبيرة عن المواد المصنفة بالفعل؛

(ب) إضافة منشط إلى مادة ذاتية التفاعل مصنفة أصلاً، أو مادة مرتبطة بها (انظر الفقرتين ٢-٤-٢-٣-٢-١ و٢-٤-٢-٣-٢-٢ من اللائحة التنظيمية النموذجية)، بحيث يقلل الثبات الحراري أو يغير الصفات التفجيرية؛

(ج) أكسيد فوقي عضوي جديد ينطبق عليه التعريف الوارد في الفقرة ٢-٥-١ من اللائحة التنظيمية النموذجية، أو مخلوط من أكاسيد فوقية عضوية مصنفة بالفعل ويعتبر مختلفاً بدرجة كبيرة عن الأكاسيد الفوقية العضوية المصنفة أصلاً.

٢٠-٢-٤ مخلوطات تركيبات الأكاسيد الفوقية العضوية المدرجة حالياً في تصنيف أصيل يمكن أن يكون تصنيفها هو نفس تصنيف نوع الأكسيد الفوقي العضوي لأكثر المكونات خطورة وأن تنقل طبقاً لشروط النقل المحددة لهذا النوع. غير أنه بالنظر إلى أنه من الممكن أن يشكل مكونان مخلوطاً أقل ثباتاً من الناحية الحرارية، فإنه يجب تحديد درجة حرارة التحلل المتسارع للمخلوط وكذلك، إذا دعت الحاجة، درجة حرارة الضبط ودرجة حرارة الطوارئ المشتقة من درجة حرارة التحلل المتسارع وفقاً لما يرد في الفقرة ٢-٥-٣-٤ من اللائحة التنظيمية النموذجية.

٢٠-٢-٥ ينبغي أن تجرى إجراءات التصنيف قبل تقديم منتج جديد للنقل.

٢٠-٢-٦ أية مادة تكون لها خواص المادة الذاتية التفاعل (فيما عدا النوع زاي) ينبغي أن تصنف على أنها مادة ذاتية التفاعل حتى إذا أعطت تلك المادة نتيجة اختبار موجبة طبقاً لطريقة اختبار المواد الذاتية التفاعل المدرجة في الشعبة ٤-٢ (انظر الفرع ٣٢-٥-٢ من هذا الدليل والفصل ٢-٤ من اللائحة التنظيمية النموذجية).

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٠-٣ الإجراءات الأوَّلية

٢٠-٣-١ *وصف عام*

من الجوهري لسلامة العاملين في المختبر، أن تجري اختبارات أولية ضيقة النطاق قبل محاولة التعامل مع كميات أكبر. وهذا يتطلب إجراء اختبارات لتحديد مدى حساسية المادة لمؤثر ميكانيكي (الصدم والاحتكاك) وللحرارة والحريق.

٢٠-٣-٢ *أنواع الاختبارات*

يمكن، بصفة عامة، استخدام أربعة أنواع من الاختبارات الضيقة النطاق لإجراء تقييم أمان أولي:

(أ) اختبار الثقل الساقط لتحديد مدى الحساسية للصدم؛

(ب) اختبار الاحتكاك أو الاحتكاك الناشئ عن صدم لتحديد مدى الحساسية للاحتكاك؛

(ج) اختبار لتقييم مدى الثبات الحراري وطاقة التحلل الطارد للحرارة؛

(د) اختبار لتقييم أثر الإشعال.

٢٠-٣-٣ *تطبيق طرق الاختبار*

٢٠-٣-٣-١ *من المعتاد لدواعي الأمان، أن تجرى في البداية الاختبارات التي تتطلب أقل كمية من المادة.*

٢٠-٣-٣-٢ يمكن تقييم درجة الحساسية للصدم والاحتكاك باستخدام اختبار من اختبارات المجموعة ٣ من إجراءات القبول في الرتبة ١ (انظر الجزء الأول).

٢٠-٣-٣-٣ يمكن تقدير الثبات الحراري وطاقة التحلل المصدِّر للحرارة باستخدام تقنية لقياس الحرارة، مثل قياس الحرارة بالمسح التفاضلي أو قياس الحرارة المكظومة. ولدى استخدام تلك التقنيات، ينبغي إيلاء عناية خاصة لتفسير النتائج في الحالات التالية:

- أخذ العينات وإجراء الاختبارات بالنسبة للمخلوطات؛
- تأثير مادة وعاء العينة على النتيجة؛
- التحلل الماص للحرارة يسبق مباشرة التحلل الطارد للحرارة؛
- تبخر المكونات سيقلل خاصية طرد الحرارة (ينبغي عادة استخدام أوعية للعينات تكون مغلقة غلقاً محكماً)؛
- وجود هواء قد يؤثر تأثيراً كبيراً على طاقة التحلل المقيسة؛
- وجود فارق كبير بين الحرارة النوعية للمواد المتفاعلة والحرارة النوعية للمنتجات؛

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

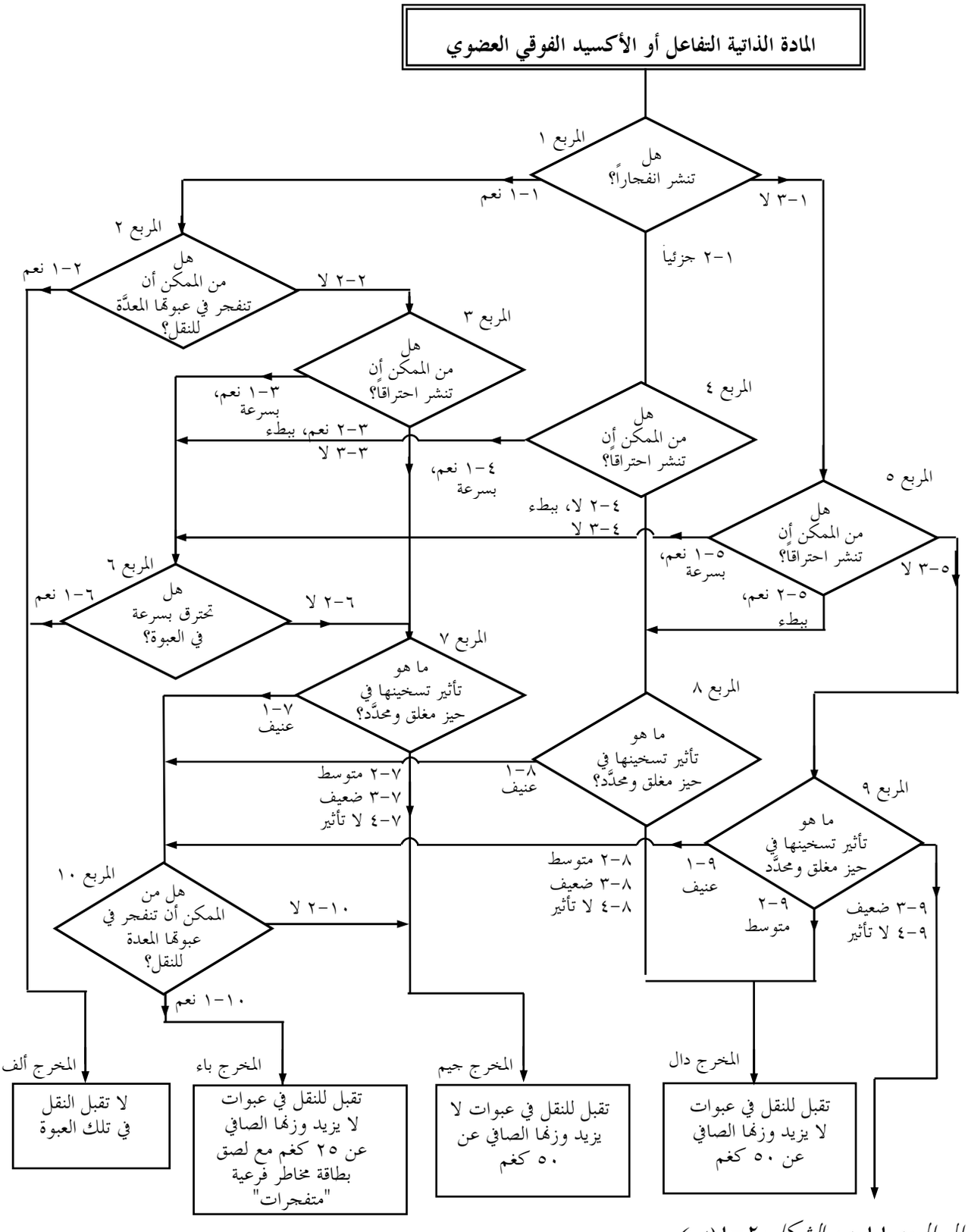
- استخدام معدلات تسخين سريعة (عند استخدام القياس اللوني للفرز التفاضلي، ينبغي أن تكون معدلات التسخين عادة في نطاق ٢ إلى ٥ كلفن/دقيقة).

وفي حالة استخدام القياس اللوني للفرز التفاضلي، تعرَّف درجة حرارة البداية المستكملة بالاستقراء بأنها نقطة تقاطع المماس الذي يرسم عند نقطة أكبر ميل على حافة الذروة المتقدمة مع خط الأساس المستقرأ.

٢٠-٣-٣-٤ يمكن استخدام أية طريقة مناسبة لتقييم أثر الإشعال شريطة أن تحدِّد الطريقة، بدرجة كافية، المواد التي تتفاعل بعنف عندما تكون موجودة في حيز غير مغلق تماماً أو في حيز غير مغلق.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

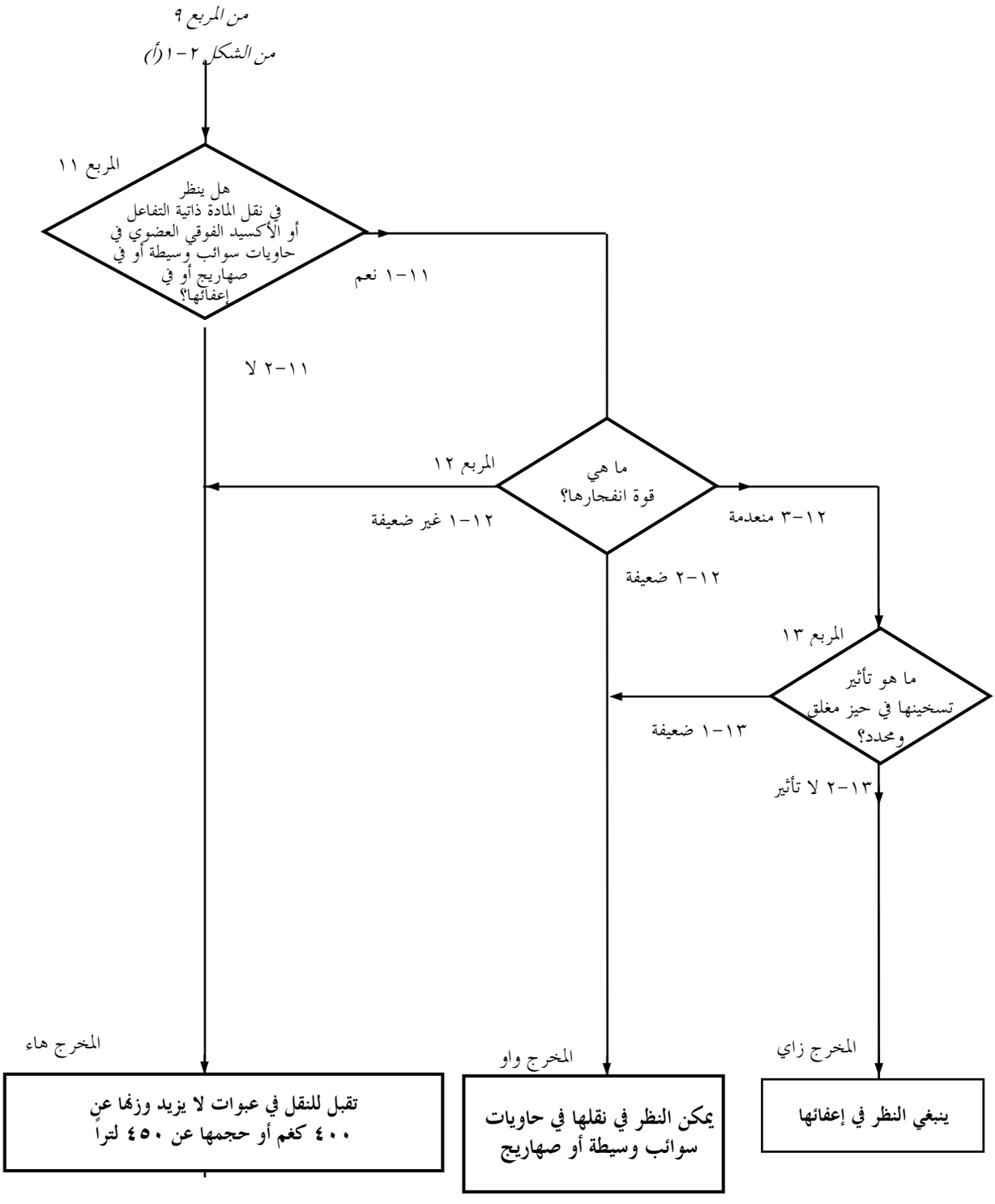
الشكل ٢٠-١(أ): رسم تخطيطي لمسار خطوات اختبارات المواد الذاتية التفاعل والأكاسيد الفوقية العضوية



إلى المربع ١١ من الشكل ٢٠-١(ب)

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

الشكل ٢٠-١(ب): رسم تخطيطي لمسار خطوات اختبارات المواد الذاتية التفاعل والأكاسيد الفوقية العضوية (تابع)



Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٠-٤ إجراءات التصنيف

٢٠-٤-١ *وصف عام*

٢٠-٤-١-١ ترد مبادئ تصنيف المواد الذاتية التفاعل والأكاسيد الفوقية العضوية في الفرعين ٢٠-٤-٢ و٢٠-٤-٣ على الترتيب (انظر أيضاً الفقرتين ٢-٤-٢-٣-٣ و٢-٥-٣-٣ من اللائحة التنظيمية النموذجية). ويبيِّن الشكل ٢٠-١ المخطط العام للتصنيف (الرسم التخطيطي لمسار الخطوات). والمواد الذاتية التفاعل والأكاسيد الفوقية العضوية تصنف إلى سبعة أنواع حسب نوع الخطر. ولتحديد نوع المادة، من الضروري تحديد الخصائص كما هو مطلوب في المربعات الواردة في الرسم التخطيطي لمسار الخطوات والمتطلبات الإضافية المحددة في مبادئ التصنيف. والأنواع تتراوح بين النوع ألف، الذي لا يقبل للنقل في العبوة التي اختبر بها، والنوع زاي، الذي يعفى من الاشتراطات المتعلقة بالمواد الذاتية التفاعل المدرجة في الشعبة ٤-١ أو بالأكاسيد الفوقية العضوية المدرجة في الشعبة ٥-٢. وتصنيف الأنواع من باء إلى واو يتصل مباشرة بأكبر كمية يسمح بنقلها في عبوة واحدة.

٢٠-٤-١-٢ يمكن اعتبار أن المادة الذاتية التفاعل، أو تركيبة الأكاسيد الفوقية العضوية، هي تلك التي تكون لها خواص تفجيرية عندما تكون التركيبة قابلة، لدى اختبارها في المختبرات، لأن تنفجر أو تحترق بسرعة أو تُظهر تأثيراً عنيفاً إذا سخِّنت في حيز مغلق.

٢٠-٤-١-٣ تعرَّف درجة حرارة التحلل المتسارع بأنها أقل درجة حرارة محيطة يمكن أن يحدث عندها تحلل متسارع لمادة في العبوة وهي بالحالة التي تستخدم بها للنقل (انظر الفرع ٢-٥-٣-٤ من اللائحة التنظيمية النموذجية). وينبغي أن تحدد درجة حرارة التحلل المتسارع من أجل تحديد أي مما يلي:

(أ) إذا كان ينبغي أن تخضع المادة لضبط درجة الحرارة أثناء نقلها؛

(ب) إذا كانت المادة تفي في الحالات الملائمة باشتراطات النوع زاي؛

(ج) إذا كانت المادة تفي في الحالات الملائمة بمعيار درجة حرارة التحلل المتسارع بالنسبة للمواد الذاتية التفاعل.

٢٠-٤-١-٤ ينبغي في الحالات الملائمةً، تحديد الشكل الفيزيائي للمادة حسبما يرد في تعريف السوائل في الفقرة ١-٢-١ من اللائحة التنظيمية النموذجية.

٢٠-٤-١-٥ تدرج المادة في التصنيف الأصيل المناسب من خلال تحديد نوعها وشكلها الفيزيائي وما إذا كان مطلوباً ضبط درجة حرارتها.

٢٠-٤-٢ *تصنيف المواد الذاتية التفاعل*

ينبغي تطبيق المبادئ التالية على تصنيف المواد الذاتية التفاعل غير المدرجة في الفقرة ٢-٤-٢-٣-٢-٣ من اللائحة التنظيمية النموذجية.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

(أ) بالنسبة لأي مادة قابلة لأن تنفجر أو تحترق بسرعة، وهي بالشكل المعبأة به لأغراض النقل، ينبغي حظر نقل تلك المادة طبقاً للاشتراطات المتعلقة بالمواد الذاتية التفاعل المدرجة في الشعبة ٤-١ والمعبأة في نفس العبوة؛

(ب) بالنسبة لأي مادة لها خواص تفجيرية ولا تنفجر أو تحترق بسرعة، وهي بالشكل المعبأة به لأغراض النقل، ولكنها قابلة لأن تنفجر انفجاراً حرارياً في تلك العبوة، ينبغي أيضاً أن تلصق على تلك المادة بطاقة مخاطر فرعية "متفجرات". ومن الممكن أن تعبأ تلك المادة بكميات تصل إلى ٢٥ كغم ما لم يتعيّن أن تكون الكمية القصوى أقل من ذلك لتفادي حدوث انفجار أو احتراق سريع في العبوة (تعرّف المادة على أنها مادة ذاتية التفاعل من النوع باء، مربع الخروج باء في الشكل ٢٠-١)؛

(ج) بالنسبة لأي مادة لها خواص تفجيرية، يمكن نقل تلك المادة دون لصق بطاقة مخاطر فرعية "متفجرات" إذا كان من غير الممكن للمادة، وهي بالشكل المعبأة به لأغراض النقل (الحد الأقصى للوزن ٥٠ كغم) أن تنفجر أو تحترق بسرعة أو تنفجر انفجاراً حرارياً (تعرَّف المادة على أنها مادة ذاتية التفاعل من النوع جيم، مربع الخروج جيم في الشكل ٢٠-١)؛

(د) بالنسبة لأية مادة يحدث لها في اختبار يجرى في المختبر أي مما يلي:

'١' تنفجر جزئياً ولا تحترق بسرعة ولا تبدي تأثيراً عنيفاً عندما تسخَّن في حيز مغلق؛

'٢' لا تنفجر إطلاقاً وتحترق ببطء ولا تبدي أي تأثير عنيف عندما تسخَّن في حيز مغلق؛

'٣' لا تنفجر أو تحترق إطلاقاً وتبدي تأثيراً متوسطاً عندما تسخَّن في حيز مغلق.

فإنه يمكن قبول تلك المادة للنقل في عبوات لا يزيد وزن كتلتها الصافية عن ٥٠ كغم (تعرَّف المادة على أنها مادة ذاتية التفاعل من النوع دال، المربع دال في الشكل ٢٠-١)؛

(هـ) بالنسبة لأية مادة لا يحدث لها إطلاقاً، في اختبار يجرى في المختبر، انفجار أو احتراق وتبدي تأثيراً ضعيفاً، أو لا تبدي أي تأثير، عندما تسخَّن في حيز مغلق، يمكن قبول تلك المادة للنقل في عبوات بحيث لا يزيد وزنها عن ٤٠٠ كغم/أو حجمها عن ٤٥٠ لتراً (تعرَّف المادة على أنها مادة ذاتية التفاعل من النوع هاء، مربع الخروج هاء في الشكل ٢٠-١)؛

(و) بالنسبة لأي مادة لا يحدث لها، عند اختبارها في المختبر، انفجار في ظروف التخلخل أو أي احتراق مطلقاً وتبدي تأثيراً ضعيفاً أو لا تبدي أي تأثير عندما تسخَّن في حيز مغلق، كما تبدي قوة انفجار منخفضة، أو لا تبدي قوة انفجار، يمكن النظر في نقل تلك المادة في حاويات السوائب الوسيطة (تعرَّف المادة على أنها مادة ذاتية التفاعل من النوع واو، مربع الخروج واو في الشكل ٢٠-١)؛ وللاطلاع على الترتيبات الإضافية، انظر الفرع ٤-١-٧-٢ من اللائحة التنظيمية النموذجية وتوجيه التعبئة IBC 520، والفرع ٤-٢-١-١٣ وتوجيه الصهاريج النقالة T23؛

(ز) بالنسبة لأي مادة لا يحدث لها، عند اختبارها في المختبر، انفجار في ظروف التخلخل أو أي احتراق مطلقاً، ولا تبدي أي تأثير عندما تسخَّن في حيز مغلق، أو أية قوة انفجار، ينبغي إعفاء تلك المادة من التصنيف باعتبارها مادة ذاتية التفاعل مدرجة في الشعبة ٤-١ شريطة أن تكون التركيبة ثابتة حرارياً (درجة حرارة التحلل المتسارع بين ٦٠°مئوية و٧٥°مئوية

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

لعبوة وزنها ٥٠ كغم) وأن يكون أي عنصر تخفيف مستوفياً للاشتراطات الواردة في الفقرة ٢-٤-٢-٣-٥ من اللائحة التنظيمية النموذجية (تعرَّف المادة على أنها مادة ذاتية التفاعل من النوع زاي، مربع الخروج زاي في الشكل ٢٠-١). أما إذا كانت التركيبة غير ثابتة حرارياً، أو استخدم عنصر تخفيف مناسب تقل درجة غليانه عن ١٥٠°مئوية لإزالة الحساسية، فإنه ينبغي تعريف التركيبة على أنها مادة صلبة/سائلة ذاتية التفاعل من النوع واو.

٢٠-٤-٣ *تصنيف الأكاسيد الفوقية العضوية*

ينبغي تطبيق المبادئ التالية على تصنيف تركيبات الأكاسيد الفوقية العضوية غير المذكورة في الجدول الوارد في الفقرة ٢-٥-٣-٢-٤ من اللائحة التنظيمية النموذجية.

(أ) بالنسبة لأي تركيبة لأكسيد فوقي عضوي يمكن أن تنفجر أو تحترق بسرعة، وهي بالشكل المعبأة به لأغراض النقل، ينبغي حظر نقل التركيبة في تلك العبوة طبقاً للاشتراطات المتعلقة بالشعبة ٥-٢ (تعرَّف التركيبة على أنها أكسيد فوقي عضوي من النوع ألف، مربع الخروج ألف في الشكل ٢٠-١)؛

(ب) بالنسبة لأي تركيبة لأكسيد فوقي عضوي لها خواص تفجيرية ولا يحدث لها، وهي بالشكل المعبأة به لأغراض النقل، انفجار أو احتراق ولكنها عرضة لانفجار حراري في تلك العبوة، ينبغي أن تلصق على العبوة بطاقة مخاطر فرعية "متفجرات". ويجب أن يعبأ ذلك الأكسيد الفوقي العضوي بكميات لا تزيد عن ٢٥ كغم ما لم يتعين أن تكون الكمية القصوى أقل من ذلك لتفادي حدوث انفجاره أو احتراقه بسرعة في العبوة (تعرَّف التركيبة على أنها أكسيد فوقي عضوي من النوع باء، مربع الخروج باء في الشكل ٢٠-١)؛

(ج) بالنسبة لأي تركيبة لأكسيد فوقي عضوي لها خواص تفجيرية، فإنه يمكن نقل التركيبة بشكلها المعبأة به (بحيث لا يزيد الوزن عن ٥٠ كغم) دون لصق بطاقة مخاطر فرعية "متفجرات" عندما يكون من غير الممكن أن تنفجر المادة أو تحترق بسرعة أو تنفجر انفجاراً حرارياً (تعرف التركيبة على أنها أكسيد فوقي عضوي من النوع جيم، مربع الخروج جيم في الشكل ٢٠-١)؛

(د) بالنسبة لأي تركيبة لأكسيد فوقي عضوي يحدث لها في اختبار يجرى في المختبر أي مما يلي:

'١' تنفجر جزئياً ولا تحترق بسرعة ولا تبدي تأثيراً عنيفاً عندما تسخَّن في حيز مغلق؛

'٢' لا تنفجر إطلاقاً وتحترق ببطء ولا تبدي أي تأثير عنيف عندما تسخَّن في حيز مغلق؛

'٣' لا تنفجر أو تحترق إطلاقاً وتبدي تأثيراً متوسطاً عندما تسخَّن في حيز مغلق.

فإنه يمكن قبول التركيبة للنقل في عبوات لا يزيد وزن كتلتها الصافية على ٥٠ كغم (تعرَّف التركيبة على أنها أكسيد فوقي عضوي من النوع دال، المربع دال في الشكل ٢٠-١)؛

(هـ) بالنسبة لأي تركيبة لأكسيد فوقي عضوي لا يحدث لها عند اختبارها في المختبر، انفجار أو أي احتراق مطلقاً، وتبدي تأثيراً ضعيفاً أو لا تبدي أي تأثير عندما تسخَّن في حيز مغلق، فإنه يمكن قبول تلك التركيبة للنقل في عبوات بحيث لا يزيد وزنها على ٤٠٠ كغم أو لا يزيد حجمها

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

عن ٤٥٠ لتراً (تعرَّف التركيبة على أنها أكسيد فوقي عضوي من النوع هاء، مربع الخروج هاء في الشكل ٢٠-١)؛

(و) بالنسبة لأية تركيبة لأكسيد فوقي عضوي لا يحدث لها عند اختبارهاً، في المختبر، انفجار في ظروف التخلخل أو احتراق مطلقاً، وتبدي تأثيراً ضعيفاً أو لا تبدي أي تأثير عندما تسخَّن في حيز مغلق، كما تبدي قوة انفجار منخفضة، أو لا تبدي قوة انفجار، يمكن النظر في نقل تلك التركيبة في حاويات السوائب الوسيطة (تعرَّف التركيبة على أنها أكسيد فوقي عضوي من النوع واو، مربع الخروج واو في الشكل ٢٠-١)؛ وللاطلاع على الترتيبات الإضافية، انظر الفرع ٤-١-٧-٢ من اللائحة التنظيمية النموذجية وتوجيه التعبئة IBC 520، والفرع ٤-٢-١-١٣ وتوجيه الصهاريج النقالة T23؛

(ز) بالنسبة لأية تركيبة لأكسيد فوقي عضوي لا يحدث لها، عند اختبارها في المختبر، انفجار في ظروف التخلخل أو احتراق مطلقاً، ولا تبدي أي تأثير عندما تسخَّن في حيز مغلق، أو أية قوة انفجار، ينبغي استبعاد التركيبة من التصنيف في الشعبة ٥-٢ شريطة أن تكون التركيبة ثابتة حرارياً (درجة حرارة التحلل المتسارع ٦٠°مئوية أو أعلى لعبوة وزنها ٥٠ كغم) وأن يكون عنصر التخفيف المستخدم بالنسبة للتركيبات السائلة من النوع ألف لإزالة الحساسية (يعرف على أنه أكسيد فوقي عضوي من النوع زاي، مربع الخروج زاي في الشكل ٢٠-١). أما إذا كانت التركيبة غير ثابتة حرارياً، أو استخدم عنصر تخفيف من نوع خلاف النوع ألف لإزالة الحساسية، فإنه ينبغي تعريف التركيبة على أنها أكسيد فوقي عضوي من النوع واو.

٢٠-٤-٤ *أنواع الاختبارات*

٢٠-٤-٤-١ الفقرتان ٢٠-٤-٢ و٢٠-٤-٣ لا تشيران إلا إلى خصائص المواد الذاتية التفاعل والأكاسيد الفوقية العضوية التي لها أهمية أساسية بالنسبة لتصنيفها. وينبغي أن يكون تحديد هذه الخصائص من خلال إجراء الاختبارات.

٢٠-٤-٤-٢ طرق الاختبار المستخدمة في تحديد نوع المادة الذاتية التفاعل أو الأكسيد الفوقي العضوي مصنفة في ثماني مجموعات تحمل الأرقام ألف إلى حاء ومصممة بحيث توفر المعلومات اللازمة للرد على الأسئلة الواردة في الرسم التخطيطي لمسار الخطوات الذي يتضمنه الشكل ٢٠-١ ولتطبيق مبادئ التصنيف.

٢٠-٤-٤-٣ مجموعة الاختبارات ألف تتضمن اختبارات تجرى في المختبرات ومعايير تتعلق بانتشار الانفجار حسبما هو مطلوب في المربع ١ من الرسم التخطيطي لمسار الخطوات.

٢٠-٤-٤-٤ مجموعة الاختبارات باء تتضمن اختباراً ومعايير تتعلق بانتشار انفجار المادة وهي بالشكل المعبأة به لأغراض النقل حسبما هو مطلوب في المربع ٢ من الرسم التخطيطي لمسار الخطوات.

٢٠-٤-٤-٥ مجموعة الاختبارات جيم تتضمن اختبارات تجرى في المختبرات ومعايير تتعلق بانتشار الاحتراق حسبما هو مطلوب في المربعات ٣ و٤ و٥ من الرسم التخطيطي لمسار الخطوات.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٠-٤-٤-٦ مجموعة الاختبارات دال تتضمن اختباراً ومعايير تتعلق بانتشار احتراق المادة احتراقاً سريعاً وهي بالشكل المعبأة به لأغراض النقل حسبما هو مطلوب في المربع ٦ من الرسم التخطيطي لمسار الخطوات.

٢٠-٤-٤-٧ مجموعة الاختبارات هاء تتضمن اختبارات تجرى في المختبرات ومعايير تتعلق بتحديد أثر التسخين في حيز مغلق ومحدَّد الظروف حسبما هو مطلوب في المربعات ٧ و٨ و٩ و١٣ من الرسم التخطيطي لمسار الخطوات.

٢٠-٤-٤-٨ مجموعة الاختبارات واو تتضمن اختبارات تجرى في المختبرات ومعايير تتعلق بالقوة التفجيرية للمواد التي ينظر في نقلها في حاويات السوائب الوسيطة أو الصهاريج أو في استبعادها (انظر المربع ١١ من الرسم التخطيطي لمسار العمليات) حسبما هو مطلوب في المربع ١٢ من الرسم التخطيطي لمسار الخطوات.

٢٠-٤-٤-٩ مجموعة الاختبارات زاي تتضمن اختبارات ومعايير تتعلق بتحديد أثر انفجار حراري للمادة وهي بالشكل المعبأة به لأغراض النقل حسبما هو مطلوب في المربع ١٠ من الرسم التخطيطي لمسار الخطوات.

٢٠-٤-٤-١٠ مجموعة الاختبارات حاء تتضمن اختبارات ومعايير تتعلق بتحديد درجة حرارة التحلل المتسارع للأكاسيد الفوقية العضوية والمواد الذاتية التفاعل أو التي يمكن أن تكون ذاتية التفاعل.

٢٠-٤-٥ *تطبيق طرق الاختبار*

٢٠-٤-٥-١ يتعلق ترتيب مجموعات الاختبارات من ألف إلى حاء بترتيب تقييم النتائج أكثر من تعلقه بترتيب إجراء الاختبارات. والترتيب الموصى به للاختبارات التي تجرى في المختبرات هو هاء وحاء وواو وجيم وبعد ذلك ألف. وقد لا يكون مطلوباً إجراء بعض الاختبارات – انظر مقدمة كل مجموعة من مجموعات الاختبارات.

٢-٤-٥-٢ اختبارات العبوة لمجموعات الاختبارات باء ودال وزاي لا تجرى إلا إذا أشارت نتائج الاختبارات المناظرة في مجموعات الاختبارات ألف وجيم وهاء إلى ضرورة ذلك.

٢٠-٥ مثال لتقرير اختبار

٢٠-٥-١ يرد في الشكلين ٢٠-٢ و٢٠-٣ مثالان لتقرير اختبار وللتصنيف على التوالي.

٢٠-٥-٢ ولأخذ أوجه عدم التأكد المتعلقة بالجوانب التحليلية في الاعتبار، فإنه يمكن أن يكون تركيز المادة المراد نقلها أعلى من تركيز عينة الاختبار بنسبة ٢٪. وإذا كانت المادة موضع الاختبار هي أكسيد فوقي عضوي، فإنه ينبغي أن يذكر المحتوى من الأكسجين المتاح في فرع التقرير المعنون "بيانات عامة". وبالمثل، فإنه إذا كانت المادة موضع الاختبار هي مادة ذاتية التفاعل، فإنه يجب ذكر نوع العامل المنشِّط والتركيز، إن كانا موجودين.

٢٠-٥-٣ إذا بيَّنت النتائج الأولية للاختبارات أن المادة هي مادة حساسة للغاية للانفجار (بواسطة الصدم أو الاحتكاك أو الشرارات، مثلاً)، فإنه ينبغي أن تسجل تلك النتائج في التقرير.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

الشكل ٢٠-٢: مثال لتقرير اختبار

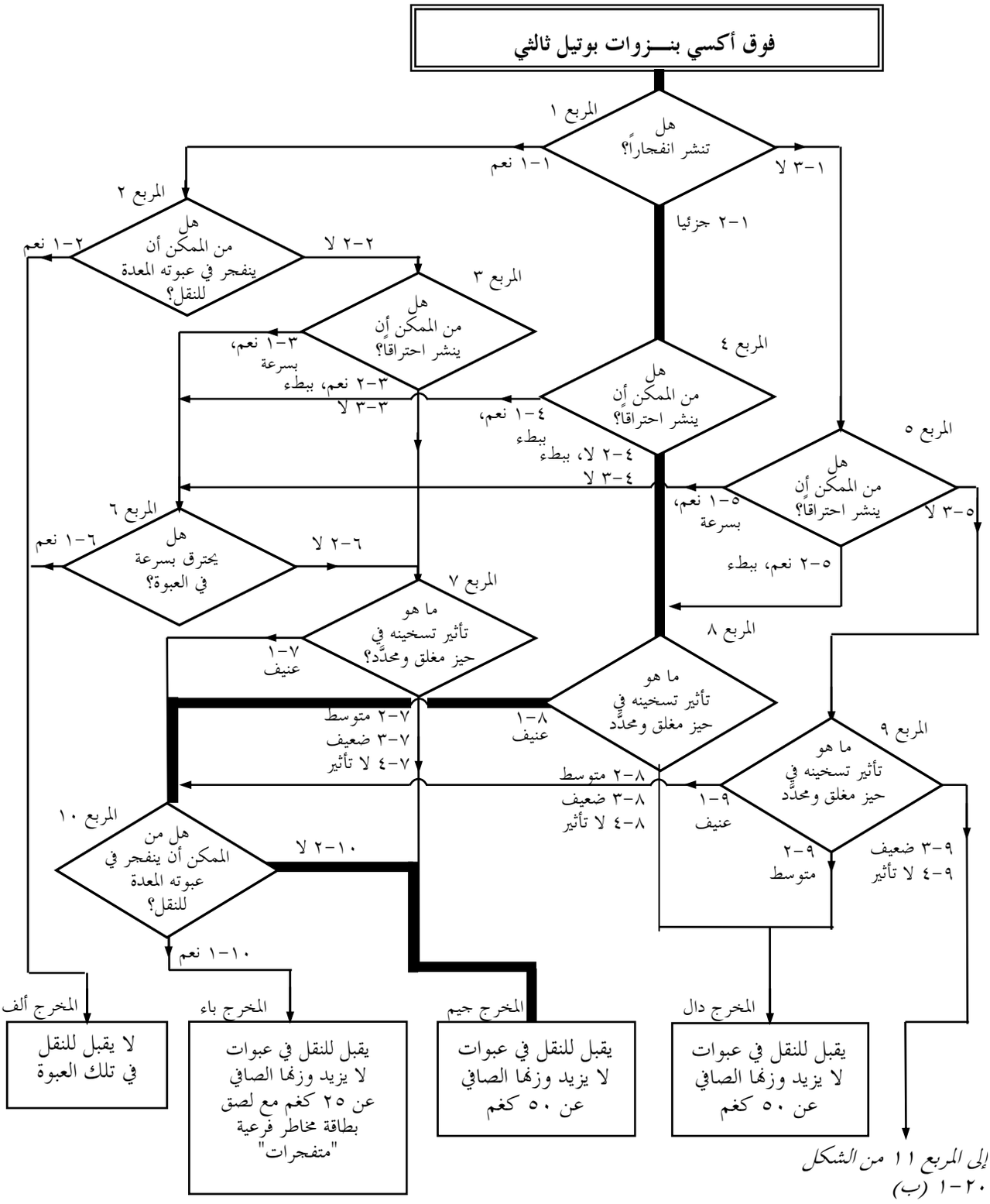
١-	اسم المادة	:	فوق أكسي بتروات بوتيل ثالثي، نقي تقنياً
٢-	بيانات عامة		
٢-١	التركيب	:	٩٨٪ فوق أكسي بتروات بوتيل ثالثي
٢-٢	الصيغة الجزيئية	:	$C_{11}H_{14}O_3$
٢-٣	المحتوى من الأكسجين المتاح	:	٨,٢٤٪
٢-٤	المحتوى من المنشِّط		لا ينطبق
٢-٥	الشكل الفيزيائي		سائل
٢-٦	اللون	:	عديم اللون
٢-٧	الكثافة الظاهرية	:	١٠٤٠ كغم/م^3
٢-٨	حجم الجسيمات	:	لا ينطبق
٣-	الانفجار (مجموعة الاختبارات ألف) المربع ١ من الرسم التخطيطي لمسار الخطوات	:	هل ينشر انفجاراً؟
٣-١	الطريقة	:	اختبار الأنبوبة الفولاذية BAM ٥٠/٦٠ (الاختبار ألف-١)
٣-٢	ظروف العينة	:	درجة حرارة الغرفة
٣-٣	المشاهدات	:	تفتت جزء من الأنبوبة طوله ٣٠ سم، تبقى مادة غير متفاعلة في الأنبوبة
٣-٤	النتيجة	:	جزئياً
٣-٥	المخرج	:	١-٢
٤-	الاحتراق (مجموعة الاختبارات جيم) المربع ٤ من الرسم التخطيطي لمسار الخطوات	:	هل من الممكن أن ينشر احتراقاً؟
٤-١	الطريقة ١	:	اختبار الزمن/الضغط (الاختبار جيم-١)
٤-٢	ظروف العينة	:	درجة حرارة الغرفة
٤-٣	المشاهدات	:	الزمن ٢,٥ ثانية
٤-٤	النتيجة	:	نعم، ببطء
٤-٥	الطريقة ٢	:	اختبار الاحتراق (الاختبار جيم-٢)
٤-٦	ظروف العينة	:	درجة الحرارة ٥٠°مئوية
٤-٧	المشاهدات	:	معدل الاحتراق ٠,٦٥ مم في الثانية
٤-٨	النتيجة	:	نعم، ببطء
٤-٩	النتيجة العامة	:	نعم، ببطء
٤-١٠	المخرج	:	٤-٢
٥-	التسخين في حيز مغلق (مجموعة الاختبارات هاء) المربع ٨ من الرسم التخطيطي لمسار الخطوات	:	ما هو تأثير تسخينه في حيز مغلق محدد؟
٥-١	الطريقة ١	:	اختبار كوينن (الاختبار هاء-١)
٥-٢	ظروف العينة	:	الكتلة ٢٦,٠ غم
٥-٣	المشاهدات	:	القطر المحدَّد ٣,٥ مم
٥-٤	النتيجة	:	(الوقت المنقضي إلى حين حدوث التفاعل ١٩ ثانية، ومدّة التفاعل ٢٢ ثانية)
٥-٥	الطريقة ٢	:	الاختبار الهولندي لوعاء الضغط (الاختبار هاء-٢)
٥-٦	ظروف العينة	:	١٠,٠ غم
٥-٧	المشاهدات	:	القطر المحدَّد ١٠,٠ مم (الوقت المنقضي إلى حين حدوث التفاعل ١١٠ ث، ومدة التفاعل ٤ ث)

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٥-٨	النتيجة	:	عنيف
٥-٩	النتيجة العامة	:	عنيف
٥-١٠	المخرج		٨-١
٦-	الانفجار في العبوة (مجموعة الاختبارات زاي) المربع ١٠ من الرسم التخطيطي لمسار الخطوات	:	هل من الممكن أن ينفجر في عبوته المعدَّة للنقل؟
٦-١	الطريقة	:	اختبار الانفجار الحراري في العبوة (الاختبار زاي-١٠)
٦-٢	ظروف العينة	:	٢٥ كغم من العينة في عبوة من النوع 6HG2 سعتها ٣٠ لتراً
٦-٣	المشاهدات	:	تصاعد أبخرة فقط، لم تتفتت العبوة
٦-٤	النتيجة	:	لم يحدث انفجار (طريقة التعبئة OP5)
٦-٥	المخرج	:	١٠-٢
٧-	الثبات الحراري (مجموعة الاختبارات حاء)		
٧-١	الطريقة	:	اختبار التحلل المتسارع، طريقة الولايات المتحدة الأمريكية (الاختبار حاء-١)
٧-٢	ظروف العينة	:	٢٠ لتراً من المادة في عبوة من النوع 6HG2 سعتها ٢٥ لتراً
٧-٣	المشاهدات	:	تحلل تلقائي التسارع عند درجة حرارة ٦٣°مئوية، عدم حدوث تحلل تلقائي التسارع عند درجة حرارة ٥٨°مئوية، درجة حرارة التحلل المتسارع ٦٣°مئوية
٧-٤	النتيجة	:	لا حاجة إلى ضبط درجة الحرارة
٨-	بيانات إضافية (انظر الفرع ٢٠-٥-٣)		
٨-١	الطريقة	:	اختبار المطرقة الساقطة BAM (الاختبار ٣(أ)'٢')
٨-٢	ظروف العينة	:	درجة حرارة الغرفة
٨-٣	المشاهدات	:	طاقة الصدم المحدَّدة ٥ جول
٨-٤	النتيجة	:	حساس للصدم
٩-	التصنيف المقترح الصحيح		
٩-١	الاسم الرسمي المستخدم في النقل	:	أكسيد فوقي عضوي من النوع جيم، سائل
٩-٢	رقم الأمم المتحدة	:	٣١٠٢
٩-٣	الشعبة	:	٥-٢
٩-٤	الاسم التقني	:	فوق أكسي بنزوات بوتيل ثالثي
٩-٥	التركيز	:	≥ ١٠٠٪
٩-٦	عنصر (عناصر) التخفيف	:	لا شيء
٩-٧	المخاطر الفرعية	:	لا شيء
٩-٨	مجموعة التعبئة	:	الثانية
٩-٩	طريقة التعبئة	:	OP5
٩-١٠	درجة حرارة الضبط	:	(غير مطلوب)
٩-١١	درجة حرارة الطوارئ	:	(غير مطلوب)

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

الشكل ٢٠-٣: تصنيف فوق أكسي بنزوات بوتيل ثالثي



إلى المربع ١١ من الشكل ٢٠-١ (ب)

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

الفرع ٢١

مجموعة الاختبارات ألف

٢١-١ مقدمة

٢١-١-١ تتضمن مجموعة الاختبارات ألف اختبارات تجرى في المختبر ومعايير تتعلق بانتشار الانفجار حسبما هو مطلوب في المربع ١ من الشكل ٢٠-١.

٢١-٢ طرق الاختبار

٢١-٢-١ تستند الإجابة على السؤال "هل تنشر انفجاراً؟" (المربع ١ من الشكل ٢٠-١) إلى نتائج اختبار طريقة واحدة من طرق الاختبارات الواردة في الجدول ٢١-١. وفي حالة النظر في نقل سائل في حاويات صهاريج أو في حاويات سوائب وسيطة تزيد سعتها على ٤٥٠ لتراً، فإنه يمكن استخدام اختبار من اختبارات المجموعة ألف مع خلخلة العينة موضع الاختبار (انظر التذييل ٣).

الجدول ٢١-١: طرق الاختبار لمجموعة الاختبارات ألف

رمز الاختبار	اسم الاختبار	الفرع
ألف -١	اختبار الأنبوبة الفولاذية BAM ٥٠/٦٠	٢١-٤-١
ألف -٢	اختبار الأنبوبة الفولاذية TNO ٥٠/٧٠	٢١-٤-١١-٢
ألف -٥	اختبار الفجوة للأمم المتحدة	٢١-٤-٣
ألف -٦	اختبار الفجوة للأمم المتحدة	٢١-٤-٤

(أ) *اختبار موصى به.*

والاختبارات جميعها تعتبر متكافئة ويتعين استخدام اختبار واحد فقط.

٢١-٢-٢ بالنسبة للأكاسيد الفوقية العضوية والمواد ذاتية التفاعل، فإنه يمكن الجمع بين اختبار لقوة الانفجار (بالنسبة للأكاسيد الفوقية، وأي اختبار من المجموعة واو فيما عدا الاختبار واو -٤ والاختبار واو - ٥ بالنسبة للمواد ذاتية التفاعل) واختبارين لتأثيرات التسخين في حيز مغلق وذلك كإجراء فرز لتقييم القدرة على نشر انفجار. وليست هناك ضرورة لإجراء اختبار من اختبارات المجموعة ألف إذا حدث ما يلي:

(أ) تكون النتيجة "منعدمة" بالنسبة لاختبار قوة الانفجار؛

(ب) تكون النتيجة "منعدمة" أو "ضعيفة" بالنسبة للاختبار هاء -٢ وأي من الاختبارين هاء -١ وهاء -٣.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

وبالنسبة للنقل في عبوات (فيما عدا حاويات السوائب الوسيطة)، فإنه إذا بيَّن إجراء الفرز أنه لا توجد حاجة إلى إجراء اختبار من اختبارات المجموعة ألف تكون الإجابة على السؤال الوارد في المربع ١ "لا". غير أنه إذا كان ينظر في نقل المادة في حاويات صهاريج أو في حاويات سوائب وسيطة، أو في الإعفاء من الاختبارات، فيكون المطلوب إجراء اختبار واحد من اختبارات المجموعة ألف، إلا إذا كانت نتيجة اختبار من اختبارات تلك المجموعة أجري على تركيبة للمادة لها كثافة أعلى ونفس الحالة الفيزيائية هي "لا".

٢١-٣ ظروف الاختبار

٢١-٣-١ نظراً إلى أن الكثافة الظاهرية للمادة لها تأثير هام على نتائج اختبارات المجموعة ألف، فإنه ينبغي تسجيلها دائماً. وينبغي أن تحدد الكثافة الظاهرية للمواد الصلبة من قياس حجم الأنبوبة وكتلة العينة.

٢١-٣-٢ إذا كان من الممكن أن ينفصل مخلوط أثناء النقل، فإنه ينبغي أن يجرى الاختبار مع وضع بادئ الانفجار بحيث يكون ملامساً للجزء الأكثر عرضة للانفجار.

٢١-٣-٣ ينبغي أن تجرى الاختبارات عند درجة حرارة الغرفة ما لم تكن المادة ستنقل في ظروف قد تتغير فيها حالتها الفيزيائية أو كثافتها. وبالنسبة للأكاسيد الفوقية العضوية والمواد الذاتية التفاعل التي تتطلب أن تكون درجة حرارتها مضبوطة، فإنه يجب اختبارها عند درجة الحرارة التي ستكون موضعاً للضبط إذا كانت أقل من درجة حرارة الغرفة.

٢١-٣-٤ ينبغي أن يطبق الإجراء الأولي قبل إجراء هذه الاختبارات (انظر الفرع ٢٠-٣).

٢١-٣-٥ عند استخدام مجموعة جديدة من الأنابيب الفولاذية، ينبغي أن تجرى اختبارات معايرة باستخدام الماء (في الاختبارات التي تجرى على السوائل) ومادة صلبة عضوية خاملة (في الاختبارات التي تجرى على المواد الصلبة) لتحديد الطول المتوسط لتشظي الأنبوبة الخالية. وينبغي أن يحدد المعياران "لا" و"جزئياً" بمقدار مرة ونصف الطول المتوسط لتشظي الأنبوبة الخالية.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢١-٤ وصف اختبارات المجموعة ألف

٢١-٤-١ *الاختبار ألف -١: اختبار الأنبوبة الفولاذية BAM ٥٠/٦٠*

٢١-٤-١-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لقياس قدرة مادة ما على نشر انفجار وذلك بتعريض المادة لشحنة متفجرة معزِّزة في حيز مغلق في أنبوبة فولاذية. ويمكن استخدام هذا الاختبار للرد على السؤال الوارد في المربع ١ من الشكل ٢٠-١.

٢١-٤-١-٢ *الجهاز والمواد*

ينبغي أن تستخدم في الاختبار أنبوبة فولاذية مسحوبة غير ملحومة طولها ٥٠٠ مم وقطرها الخارجي ٦٠ مم وسمك جدارها ٥ مم (وفقاً لمواصفات DIN 2448 مثلاً). وتكون الأنبوبة مصنوعة من صلب St. 37.0 له قوة شد تتراوح بين ٣٥٠ و٤٨٠ نيوتن/مم^2 (وفقاً لمواصفات DIN 1629 مثلاً). وتغلق الأنبوبة بواسطة غطاء ملولب مصنوع من الحديد الزهر المطاوع، أو بواسطة غطاء بلاستيكي مناسب، بحيث يوضع الغطاء على الطرف المفتوح للأنبوبة. ويتكون المعزِّز من كتلة اسطوانية زنتها ٥٠ غم من هكسوجين/شمع (٥/٩٥) مكبوسة إلى ضغط ١٥٠٠ بار وأبعادها مبينة في الشكل ٢١-٤-١-١. والجزء العلوي من المعزِّز به تجويف محوري قطره ٧ مم وعمقه ٢٠ مم كي توضع فيه مادة متفجرة ذات قوة تكفي لضمان تفجير المعزِّز. والمواد التي قد تتفاعل تفاعلاً خطيراً مع الصلب St. 37.0 تختبر في أنابيب مبطنة بالبوليثين[(١)].

٢١-٤-١-٣ *طريقة الاختبار*

٢١-٤-١-٣-١ تملأ الأنبوبة الفولاذية عادة بالمادة كما وردت، وتحدَّد كتلة العينة، وإذا كانت العينة مادة صلبة تحسب الكثافة الظاهرية باستخدام الحجم المقيس للأنبوبة الداخلية. ولكن يتم سحق الكتل وتعبئة المواد الشبيهة بالمعاجين والمواد ذات النوع الهلامي بعناية لمنع تكوّن فراغات. وفي جميع الحالات، يجب أن تكون الكثافة النهائية للمادة الموجودة في الأنبوبة أقرب ما يمكن لكثافتها أثناء النقل. ويوضع المعزِّز في مركز الجزء العلوي من الأنبوبة بحيث يكون محاطاً بالمادة. ولدى اختبار السوائل، يفصل المعزِّز عن السائل بتغليفه بورقة ألومنيوم رقيقة أو مادة بلاستيكية مناسبة. وبعد ذلك يثبت المعزِّز المغلَّف بالغطاء المصنوع من الحديد المطاوع عن طريق أسلاك رفيعة تمر في أربعة ثقوب إضافية موجودة في الغطاء. ويثبت الغطاء بعناية على الأنبوبة بواسطة اللولب وتدخل المواد المتفجرة في المعزِّز من خلال الثقب المركزي الموجود في الغطاء الملولب. وبعد ذلك يتم إشعال المفجِّر.

٢١-٤-١-٣-٢ تجرى التجربة مرتين على الأقل بجهاز قياس (بمسبار لقياس السرعة بشكل مستمر، مثلاً) ما لم يلاحظ حدوث انفجار. وقد يلزم إجراء تجربة ثالثة بجهاز قياس إذا تعذر استخلاص نتيجة من تجربتين أجريتا بدون جهاز قياس.

---

(١) *في حالات خاصة، يمكن استخدام الألومنيوم النقي أو الفولاذ من النوع 1.4571 طبقاً لمواصفات DIN 17440 كمادة للأنابيب.*

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢١-٤-١-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢١-١-٤-١-٤-١ تُقيّم نتائج الاختبار على أساس ما يلي:

(أ) نوع تشظي الأنبوبة؛

(ب) اكتمال تفاعل المادة؛

(ج) المعدل المقيس لانتشار الانفجار في المادة، إذا أتيحت الفرصة للحصول عليه.

ويستخدم للتصنيف الاختبار الذي يعطي التقييم الأكثر صرامة.

٢١-٤-١-٤-٢ معايير الاختبار هي كما يلي:

"نعم": – تشظَّت الأنبوبة تماماً؛

– أو تشظَّت الأنبوبة في طرفيها؛

– أو ظهر من قياس السرعة أن معدل انتشار الانفجار في الجزء غير المتشظي من الأنبوبة ثابت وأعلى من سرعة الصوت في المادة.

"جزئياً": – تشظَّت الأنبوبة في طرفها العلوي فقط والطول المتوسط للتشظي (متوسط اختبارين) أكبر بمرة ونصف من الطول المتوسط للتشظي مع مادة خاملة لها نفس الحالة الفيزيائية؛

– وبقيت نسبة كبيرة من المادة غير المتفاعلة، أو تبين من قياس السرعة أن معدل انتشار الانفجار في الجزء غير المتشظي من الأنبوبة أقل من سرعة الصوت في المادة.

"لا": – تشظت الأنبوبة في طرفها الذي يوجد فيه بادئ الانفجار فقط والطول المتوسط للتشظي (متوسط اختبارين) لا يزيد عن مرة ونصف الطول المتوسط للتشظي مع مادة خاملة لها نفس الحالة الفيزيائية؛

– وبقيت نسبة كبيرة من المادة غير المتفاعلة، أو تبين من قياس السرعة أن معدل انتشار الانفجار في الجزء غير المتشظي من الأنبوبة أقل من سرعة الصوت في المادة.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢١-٤-١-٥ *أمثلة للنتائج*

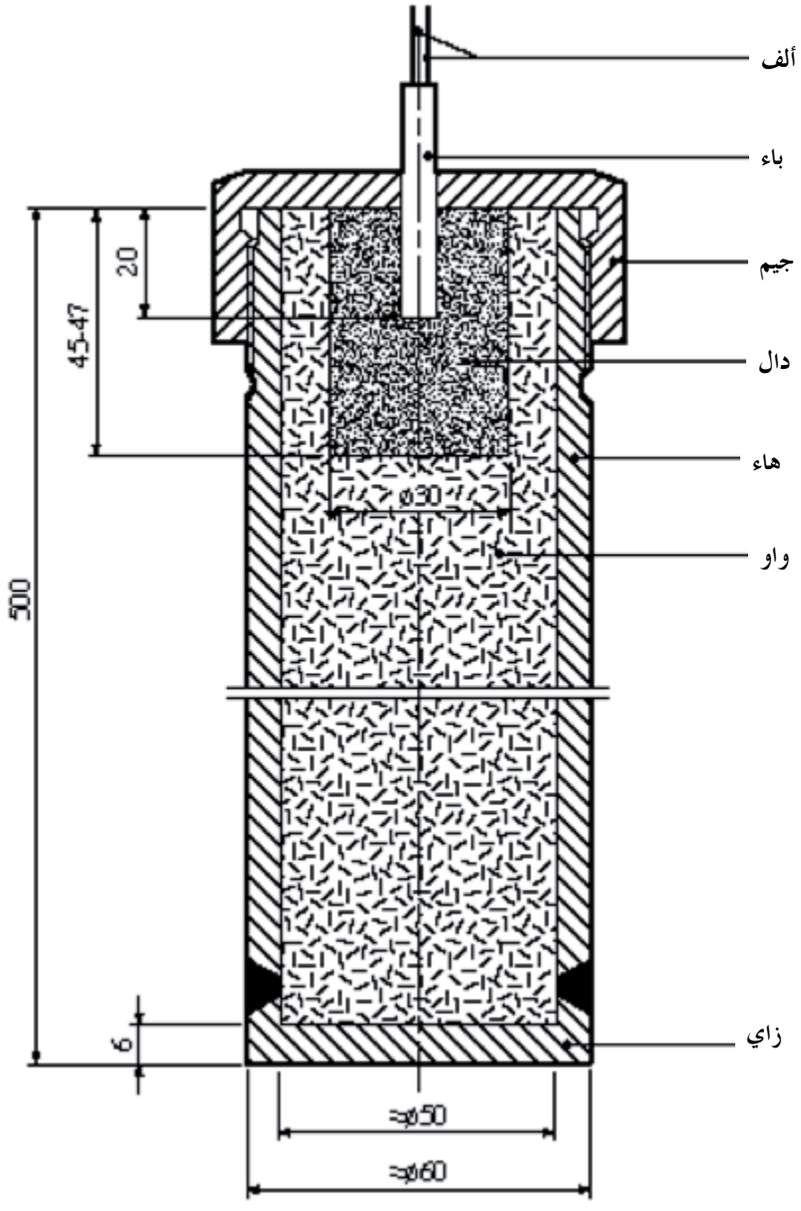
المـــادة	الكثافة الظاهرية (كغم/م^3)	طول التشظي (سم)	النتيجة
آزو ثنائي كربونااميد	٦٢٧	١٥	لا
٢،٢'- آزو ثنائي (٤،٢-ثنائي ميثيلفاليرونيتريل)	٧٩٣	١٦	لا
بنـــزين-١،٣- ثنائي هيدرازيد كبريتي	٦٤٠	٥٠	نعم
بنـــزين هيدرازيد كبريتي	٦٣٠	١٧	لا
فوق أكسي بنـــزوات بوتيل ثالثي	-	٣٠	جزئياً
فوق أكسي -٢- إثيل هكسانوات بوتيل ثالثي	-	١٨	لا
حامض ٣- كلورو فوق أكسي بنـــزويك، لا يزيد على ٨٦٪ مع حامض ٣- كلورو بنـــزويك	٦١٠	٦،٢٤[أ]	نعم
هيدرو فوق أكسيد الكوميل، ٨٤٪ في الكومين	-	١٥	لا
فوق أكسيد (أكاسيد) سيكلو هكسانون	٦٢٠	٥٠	نعم
٢-ثنائي آزو-١- نافثول -٥- كلوريد كبريتي	٦٩٠	٢٠	لا[ب]
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل	٧٣٠	١٢،٣٠[أ]	نعم
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل، ٧٥٪ مع ماء	٧٤٠	٢٠	لا
فوق أكسيد ثنائي بوتيل ثالثي	-	١٦	لا
فوق أكسيد ثنائي كربونات ثنائي ستيل	٥٩٠	١٣	لا
فوق أكسيد ثنائي كوميل	٥٢٠	١٤	لا
فوق أكسي بيكربونات ثنائي أيسو بروبيل	٧٩٠	٥٠	نعم
فوق أكسيد ثنائي لورويل	٥٨٠	٢٥	جزئياً
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي ميرستيل	٤٦٠	٢٠	لا
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي ميرستيل، ٤٢٪، انتشار ثابت في الماء	-	١٥	لا
ن، ن، ثنائي نتروسوبنتا ميثيلين ثلاثي أمين، ٩٠٪ مع زيت معدني	٥٩٠	٥٠	نعم[ج]
ن، ن، ثنائي نتروسوبنتا ميثيلين ثلاثي أمين، ٨٠٪ مع ١٧٪ مادة صلبة غير عضوية و٣٪ زيت معدني	٥٠٠	٥٠	نعم
ن، ن، ثنائي نتروسوبنتا ميثيلين ثلاثي أمين، ٧٥٪ مـــع ١٥٪ كربونـــات كالسيوم و١٠٪ زيت معدني	-	٢٦	جزئياً
مواد حاملة: هواء		٨	
فثالات ثنائي ميثيل		١٣	
سكر التثليج	٦٨٢	١٤	
رمل		١٣	
ماء		١٤	

(أ) *تشظي الطرفان.*

(ب) *تفاعلت المادة تماماً بالاحتراق.*

(ج) *سرعة الانفجار ٣٠٤٠ م/ث.*

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف) أسلاك المفجِّر

(باء) المفجِّر أُدخل إلى عمق ٢٠ مم في الشحنة المعزِّزة

(جيم) غطاء ملولب من الحديد الزهر المطاوع أو غطاء من البلاستيك

(دال) شحنة معزِّزة من الهكسوجين/شمع (٥/٩٥) قطرها ٣٠ مم وطولها حوالي ٤٦ مم

(هاء) أنبوبة فولاذية طولها ٥٠٠ مم وقطرها الداخلي ٥٠ مم وقطرها الخارجي ٦٠ مم

(واو) المادة موضع الاختبار

(زاي) قاعدة من الصلب الملحوم سمكها ٦ مم

الشكل ٢١-٤-١-١: اختبار الأنبوبة الفولاذية BAM ٥٠/٦٠

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢١-٤-٢ *الاختبار ألف -٢: اختبار الأنبوبة الفولاذية TNO ٧٠/٥٠*

٢١-٤-٢-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لقياس قدرة مادة ما على نشر الانفجار بتعريضها لشحنة معزِّزة متفجرة في حيز مغلق في أنبوبة فولاذية. ويمكن استخدام الاختبار للرد على السؤال الوارد في المربع ١ من الشكل ٢٠-١.

٢١-٤-٢-٢ *الجهاز والمواد*

٢١-٤-٢-٢-١ المواد الصلبة

يتكون الجهاز من أنبوبة فولاذية غير ملحومة (مثل المادة St. 35 وفقاً لمواصفات DIN 1629/P3) قطرها الداخلي ٥٠ مم وسمك جدارها ١٠ مم وطولها ١١٦٠ مم (نوع الأنبوبة ألف). وتغلق الأنبوبة عند أحد طرفيها (سيسمى الطرف الأسفل) بلحم صفيحة من الفولاذ سمكها ٢٠ مم بالأنبوبة (انظر الشكل ٢١-٤-٢-١). ويوضع في الأنبوبة جهاز لقياس سرعة انتشار الانفجار في المادة، مثل مسبار سلكي لقياس السرعة باستمرار. وتتألف الشحنة المعزِّزة من أربع شحنات معزِّزة من الهكسوجين/شمع (٥/٩٥) قطر الواحدة ٥٠ مم وكتلتها ٥٠ غم وطولها ١٦,٤ مم.

٢١-٤-٢-٢-٢ السوائل

تحدَّد قابلية السوائل للانفجار باستخدام أنبوبة مماثلة للأنبوبة المستخدمة للمواد الصلبة، ولكن بطول ٧٥٠ مم. ويغلق أحد طرفي الأنبوبة (المسمى الطرف الأسفل) بصفيحة معدنية سمكها ٠,٥ مم، وتوضع تحت الصفيحة الشحنات المعزِّزة الأربع (نوع الأنبوبة باء)، انظر الشكل ٢١-٤-٢-٢. وتثبت الأنبوبة في وضع رأسي بواسطة حامل أو ثلاث دعامات ملحومة بالأنبوبة. وبالنسبة للسوائل الأكَّالة والسوائل التي تتحلل عند ملامستها للفولاذ من نوع St. 35، تستخدم أنبوبة من الفولاذ الذي لا يصدأ من نوع ٣١٦ (مكبوت التأثير إن لزم الأمر) طولها ٧٥٠ مم وقطرها الداخلي ٥٠ مم وقطرها الخارجي ٦٣ مم (نوع الأنبوبة جيم).

٢١-٤-٢-٣ *طريقة الاختبار*

٢١-٤-٢-٣-١ المواد الصلبة

يجب أن تختبر المادة في درجة حرارة الغرفة أو في درجة حرارة الضبط إذا كانت أقل من درجة حرارة الغرفة. وبعد تركيب مسبار السرعة، يتم إدخال المادة الصلبة موضع الاختبار من الطرف المفتوح للأنبوبة مع طرق الأنبوبة باستمرار. وبعد ملء الأنبوبة إلى مستوى يقل بمقدار ٦٠ مم عن مستوى الحافة العليا للأنبوبة، تحدد كتلة العينة وتحسب الكثافة الظاهرية بعد قياس الحجم الداخلي للأنبوبة. ويتم وضع الشحنات المعزِّزة الأربع وتزود الشحنة المعزِّزة الأخيرة بمفجِّر ويتم تفجير الشحنة. ويجرى اختباران ما لم يلاحظ أن المادة قد انفجرت.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢١-٤-٢-٣-٢ السوائل

بالنسبة للاختبارات التي تجرى على السوائل، فإنه يجب وضع الشحنة المعزِّزة، المماثلة لتلك المستخدمة للمواد الصلبة، تحت الصفيحة المعدنية، وتملأ بعد ذلك الأنبوبة تماماً بالسائل وتحدد كتلته. وطريقة الاختبار المستخدمة بعد ذلك للسوائل هي الطريقة نفسها المستخدمة للمواد الصلبة.

٢١-٤-٢-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢١-٤-٢-٤-١ تُقيَّم نتائج الاختبار على أساس نمط تشظي الأنبوبة، وفي بعض الحالات على أساس سرعة الانتشار المقيسة. ويستخدم للتصنيف الاختبار الذي يعطي التقييم الأكثر صرامة.

٢١-٤-٢-٤-٢ معايير الاختبار هي كما يلي:

"نعم": – تشظَّت الأنبوبة تماماً؛

– أو يتبين من قياس سرعة انتشار الانفجار أن معدل الانتشار في الجزء غير المتشظي من الأنبوبة ثابت ويزيد عن سرعة الصوت في المادة.

"جزئياً": – لم تنفجر المادة في جميع الاختبارات، ولكن الطول المتوسط للتشظي (المتوسط لاختبارين) أكبر بمرة ونصف من الطول المتوسط للتشظي مع مادة خاملة لها نفس الحالة الفيزيائية.

"لا": – لم تنفجر المادة في جميع الاختبارات، والطول المتوسط للتشظي (المتوسط لاختبارين) لا يزيد عن مرة ونصف الطول المتوسط للتشظي مع مادة خاملة لها نفس الحالة الفيزيائية.

٢١-٤-٢-٥ *أمثلة للنتائج*

المـــادة	نوع الأنبوبة	الكثافة الظاهرية (كغم/م^3)	طول التشظي (سم)	النتيجة
فوق أكسي بنـــزوات بوتيل ثالثي	باء	–	٢٠	جزئياً
فوق أكسي -٢- إثيل هكسانوات بوتيل ثالثي	باء	–	١٤	لا
فوق أكسي كربونات أيسو بوتيل ثالثي	باء	–	١٧	جزئياً
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل، ٧٥٪ مع ماء	ألف	٧٧٠	٣٠	جزئياً
١،١- ثنائي فوق أكسي بوتيل ثالثي - ٣،٣،٥ - ثلاثـــي ميثيـــل سيكلو هكسان	جيم	–	٧	لا
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي سيكلو هكسيل[أ]	ألف	٦٣٠	٣٣ [ب]	نعم
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي سيكلو هكسيل، مع ١٠٪ ماء[أ]	ألف	٦٤٠	٣٣ [ج]	نعم

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

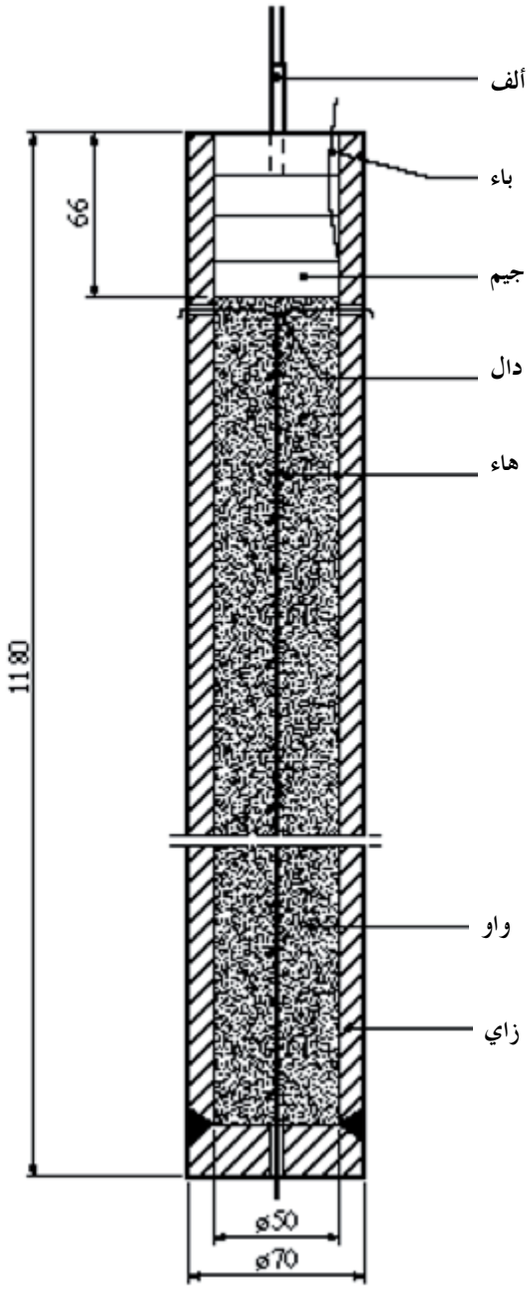
المـــــادة	نوع الأنبوبة	الكثافة الظاهرية (كغم/م^3)	طول التشظي (سم)	النتيجة
٥،٢ - ثنائي أيثوكسي -٤- مورفولينو بنـــزين - كلوريد الزنـــك ثنائي أزونيوم	ألف	-	١٧	لا
٥،٢ - ثنائي أيثوكسي -٤- (فينيل سلفونيل) - كلوريد الزنـــك بنـــزين ثنائي أزونيوم، ٦٧٪	ألف	-	٢٥	لا
فوق أكسيد ثنائي لورويل	ألف	٦١٠	٣٤	جزئياً
٣- ميثيل -٤- (بيروليدين -١- يـــل) بتريـــن - ثلاثـــي فـــورو بورات، ٩٥٪	ألف	-	١٩	لا
فوق أكسيد ثنائي - ن - أوكتانويل (سائل)	باء	-	١٠	لا

(أ) *أجري الاختبار عند درجة حرارة التحكم.*

(ب) *سرعة انتشار الانفجار، ٦٦٠ م/ث، أكبر من سرعة الصوت في المادة.*

(ج) *سرعة انتشار الانفجار، ٦٩٠ م/ث، أكبر من سرعة الصوت في المادة.*

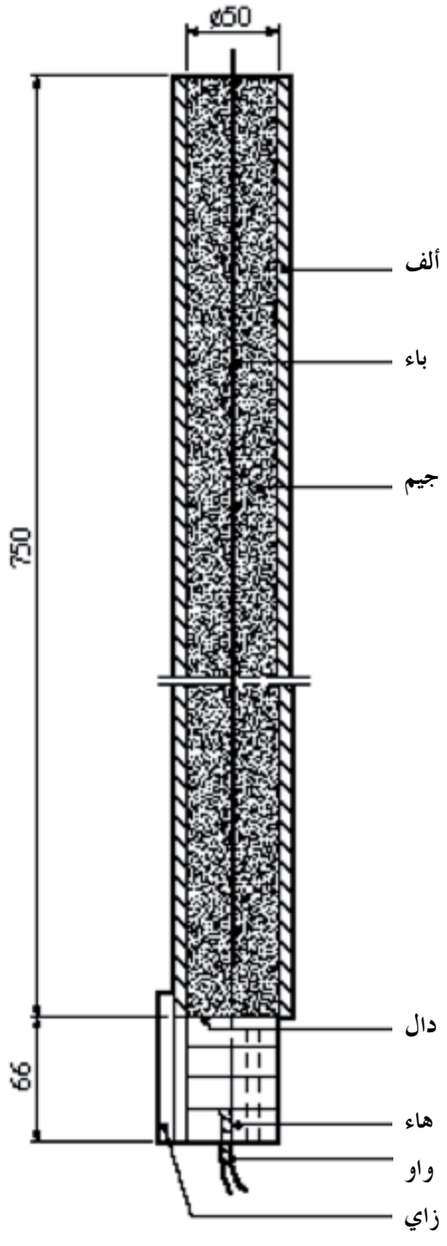
Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	مفجِّر	(باء)	مسبار تأيين
(جيم)	٤ خراطيش هكسوجين/شمع	(دال)	عروة
(هاء)	مسبار السرعة	(واو)	المادة موضع الاختبار
(زاي)	أنبوبة فولاذية		

الشكل ٢١-٤-٢-١: اختبار الأنبوبة الفولاذية TNO ٧٠/٥٠ للمواد الصلبة (نوع الأنبوبة ألف)

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	أنبوبة فولاذية قطرها الخارجي ٦٣,٥ مم (النوع جيم) أو ٧٠ مم (النوع باء)	(باء)	مسبار سرعة
(جيم)	المادة موضع الاختبار	(دال)	قرص فولاذي
(هاء)	٤ خراطيش هكسوجين/شمع	(واو)	مفجِّر
(زاي)	دعامات		

الشكل ٢١-٤-٢-٢: اختبار الأنبوبة الفولاذية TNO ٧٠/٥٠ للسوائل (نوعا الأنبوبة باء وجيم)

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢١-٤-٣ *الاختبار ألف-٥: اختبار الفجوة للأمم المتحدة*

٢١-٤-٣-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لقياس قدرة مادة ما على نشر انفجار وذلك بتعريض المادة لشحنة معزِّزة متفجرة في حيز مغلق في أنبوبة فولاذية.

٢١-٤-٣-٢ *الجهاز والمواد*

الجهاز المستخدم في هذا الاختبار مبين في الشكل ٢١-٤-٣-١. وتوضع العينة موضع الاختبار في أنبوبة من الصلب الكربوني غير ملحومة ومسحوبة على البارد قطرها الخارجي ٤٨ ± ٢ مم وسمك جدارها ٤,٠ ± ٠,١ مم وطولها ٤٠٠ ± ٥ مم. وإذا كانت المادة موضع الاختبار تتفاعل مع الصلب، فإنه يمكن تبطين السطح الداخلي للأنبوبة براتنج الفلوروكربون. ويغلق قاع الأنبوبة بطبقتين من ألواح البوليثين سمك ٠,٠٨ مم وتشد الألواح بقوة (بحيث يتغير شكلها تغيراً دائماً) فوق قاع الأنبوبة وتثبت في مكانها بشرائط من المطاط وشريط عازل. وبالنسبة للعينات التي تؤثر في البوليثين، فإنه يمكن استخدام ألواح من البوليتترافلورو إثيلين. والشحنة المعزِّزة عبارة عن كتلة وزنها ١٦٠ غم من الهكسوجين/الشمع (٥/٩٥) أو من رابع نترات خماسي اريثريتول/ثلاثي نتروطولوين (٥٠/٥٠)، قطرها ٥٠ ± ١ مم وطولها حوالي ٥٠ مم وكثافتها ١ ٦٠٠ ± ٥٠ كغم/م^3. والشحنة المكونة من الهكسوجين/الشمع يمكن ضغطها في قطعة واحدة أو أكثر، ما دامت الشحنة الكلية في حدود المواصفات؛ أما الشحنة المكونة من رابع نترات خماسي اريثريتول/ثلاثي نتروطولوين، فإنها تكون مصبوبة. وتثبت على الطرف العلوي للأنبوبة صفيحة شاهدة مربعة من الصلب الطري طول ضلعها ١٥٠ ± ١٠ مم وسمكها ٣,٢ ± ٠,٢ مم، وتكون الصفيحة مفصولة عن الأنبوبة بمباعدات سمكها ١,٦ ± ٠,٢ مم.

٢١-٤-٣-٣ *طريقة الاختبار*

٢١-٤-٣-٣-١ تملأ الأنبوبة الفولاذية بالعينة حتى طرفها العلوي، وتعبأ عينات المادة الصلبة بحيث يتم الوصول إلى الكثافة التي تتحقق بطرق الأنبوبة برقة إلى أن يتوقف هبوط العينة. وتحدَّد كتلة العينة، وإذا كانت العينة مادة صلبة، تحسب كثافتها الظاهرية باستخدام الحجم الداخلي المقيس للأنبوبة. ويجب أن تكون الكثافة أقرب ما يمكن لكثافة المادة عند الشحن.

٢١-٤-٣-٣-٢ توضع الأنبوبة في وضع رأسي وتوضع الشحنة المعزِّزة بحيث تلامس مباشرة اللوح الذي يغلق قاع الأنبوبة بإحكام، ويثبت المفجِّر في مكانه فوق الشحنة المعزِّزة وتفجر الشحنة. وينبغي إجراء اختبارين، ما لم يلاحظ أن المادة قد انفجرت.

٢١-٤-٣-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢١-٤-٣-٤-١ تُقيّم نتائج الاختبار على أساس نمط تشظي الأنبوبة. ولا تستخدم الصفيحة الشاهدة إلا للحصول على معلومات إضافية عن عنف التفاعل. ويستخدم للتصنيف الاختبار الذي يعطي التقييم الأكثر صرامة.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢١-٤-٣-٤-٢ معايير الاختبار هي كما يلي:

"نعم": – تشظَّت الأنبوبة على امتداد طولها الكامل.

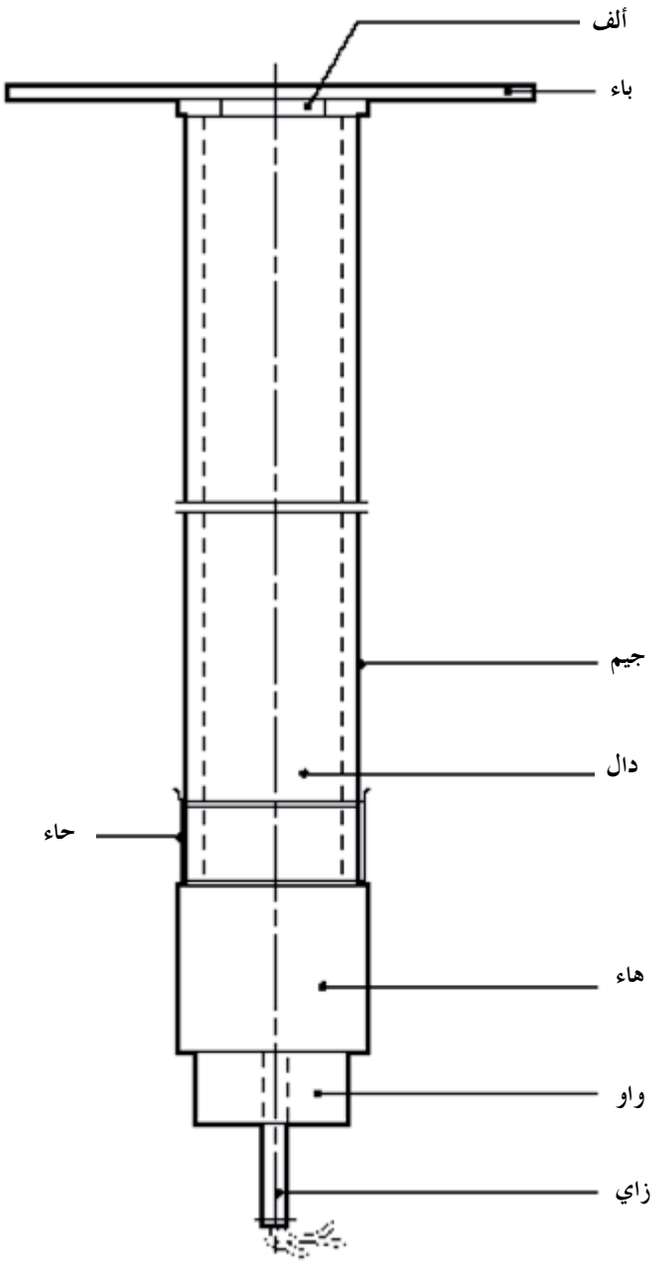
"جزئياً": – لم تتشظ الأنبوبة على امتداد طولها الكامل ولكن الطول المتوسط لتشظي الأنبوبة (المتوسط لاختبارين) أكبر بمرة ونصف من الطول المتوسط للتشظي مع مادة خاملة لها نفس الحالة الفيزيائية.

"لا": – لم تتشظ الأنبوبة على امتداد طولها الكامل ولكن الطول المتوسط لتشظي الأنبوبة (المتوسط لاختبارين) لا يزيد عن مرة ونصف الطول المتوسط للتشظي مع مادة خاملة لها نفس الحالة الفيزيائية.

٢١-٤-٣-٥ *أمثلة للنتائج*

المـــــادة	الكثافة الظاهرية (كغم/م^3)	طول التشظي (سم)	النتيجة
٢،٢ – أزو ثنائي (أيسوبوتيرونتريل)	٣٦٦	٤٠	نعم
فوق أكسي بنـــزوات بوتيل ثالثي		٢٥	جزئياً
فوق أكسي -٢- إثيل هكسانوات بوتيل ثالثي		٢٥	جزئياً
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل، ٧٥٪ مع ماء	٦٨٥	٤٠	نعم
٢،٥ – ثنائي – (فوق أكسي بوتيل ثالثي) – ٢،٥ – ثنائي ميثيل هكسين – ٣		٣٤	جزئياً
فوق أكسيد ثنائي لورويل	٥٦٤	٢٨	لا

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	مباعدات	(باء)	صفيحة شاهدة
(جيم)	أنبوبة فولاذية	(دال)	المادة موضع الاختبار
(هاء)	شحنة معزِّزة من مادة الهكسوجين/شمع أو رابع نترات خماسي اريثريتول/ثلاثي نتروطولوين	(واو)	ماسك المفجر
(زاي)	مفجر	(حاء)	لوح من البلاستيك

الشكل ٢١-٤-٣-١: اختبار الفجوة للأمم المتحدة

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢١-٤-٤ *الاختبار ألف-٦: اختبار الانفجار للأمم المتحدة*

٢١-٤-٤-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لقياس قدرة مادة ما على نشر انفجار وذلك بتعريض المادة لشحنة معزِّزة متفجرة في حيز مغلق في أنبوبة فولاذية. ويمكن استخدام الاختبار للرد على السؤال الوارد في المربع ١ من الشكل ٢٠-١.

٢١-٤-٤-٢ *الجهاز والمواد*

الجهاز المستخدم في هذا الاختبار مبين في الشكل ٢١-٤-٤-١. وتوضع العينة قيد الاختبار في أنبوبة من الصلب الكربوني غير ملحومة ومسحوبة على البارد قطرها الخارجي ٦٠ ± ١ مم وسمك جدارها ٥ ± ٠,١ مم وطولها ٥٠٠ ± ٥ مم. وإذا كانت المادة موضع الاختبار تتفاعل مع الصلب، فإنه يمكن تبطين السطح الداخلي للأنبوبة براتنج الفلوروكربون. ويغلق قاع الأنبوبة بطبقتين من ألواح البوليثين سمك ٠,٠٨ وتشد الألواح بقوة (بحيث يتغير شكلها تغيراً دائماً) فوق قاع الأنبوبة وتثبت في مكانها بشرائط من المطاط وشريط عازل. وبالنسبة للعينات التي تؤثر في البوليثين، فإنه يمكن استخدام ألواح من البوليتترافلورو إثيلين. والشحنة المعزِّزة عبارة عن كتلة وزنها ٢٠٠ غم من الهكسوجين/الشمع (٥/٩٥) أو من رابع نترات خماسي اريثريتول/ثلاثي نتروطولوين (٥٠/٥٠)، قطرها ٦٠ ± ١ مم وطولها حوالي ٤٥ مم وكثافتها ١ ٦٠٠ ± ٥٠ كغم/م^3. والشحنة المكونة من الهكسوجين/الشمع يمكن ضغطها في قطعة واحدة أو أكثر، ما دامت الشحنة الكلية في حدود المواصفات؛ أما الشحنة المكونة من رابع نترات خماسي اريثريتول/ثلاثي نتروطولوين، فإنها تكون مصبوبة. ويوضع في الأنبوبة جهاز لقياس سرعة انتشار الانفجار في المادة، مثل مسبار سلكي، لقياس السرعة باستمرار. ويمكن الحصول على معلومات إضافية عن السلوك الانفجاري لعينة الاختبار باستخدام صفيحة شاهدة كما هو مبين في الشكل ١٢-٤-٤-١. والصفيحة الشاهدة المصنوعة من الصلب الطري التي طول ضلعها ١٥٠ مم وسمكها ٣,٢ مم، تثبت على الطرف العلوي للأنبوبة وتكون الصفيحة مفصولة عن الأنبوبة بمباعدات سمكها ١,٦ مم.

٢١-٤-٤-٣ *طريقة الاختبار*

تملأ الأنبوبة الفولاذية بالعينة حتى طرفها العلوي، وتعبأ عينات المادة الصلبة بحيث يتم الوصول إلى الكثافة التي تتحقق بطرق الأنبوبة برفق إلى أن يتوقف هبوط العينة. وتحدَّد كتلة العينة، وإذا كانت العينة مادة صلبة، تحسب كثافتها الظاهرية. ويجب أن تكون الكثافة أقرب ما يمكن لكثافة المادة عند الشحن. وتوضع الأنبوبة في وضع رأسي، وتوضع الشحنة المعزِّزة بحيث تلامس مباشرة اللوح الذي يغلق قاع الأنبوبة بإحكام، ويثبت المفجِّر في مكانه فوق الشحنة المعزِّزة وتفجر الشحنة. وينبغي إجراء اختبارين، ما لم يلاحظ أن المادة قد انفجرت.

٢١-٤-٤-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢١-٤-٤-٤-١ تُقيّم نتائج الاختبار على أساس ما يلي:

(أ) نمط تشظي الأنبوبة؛

(ب) معدل انتشار الانفجار في المادة، إذا أتيحت الفرصة لقياسه.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢١-٤-٤-٢ معايير الاختبار هي كما يلي:

"نعم" : – تشظَّت الأنبوبة على امتداد طولها الكامل.

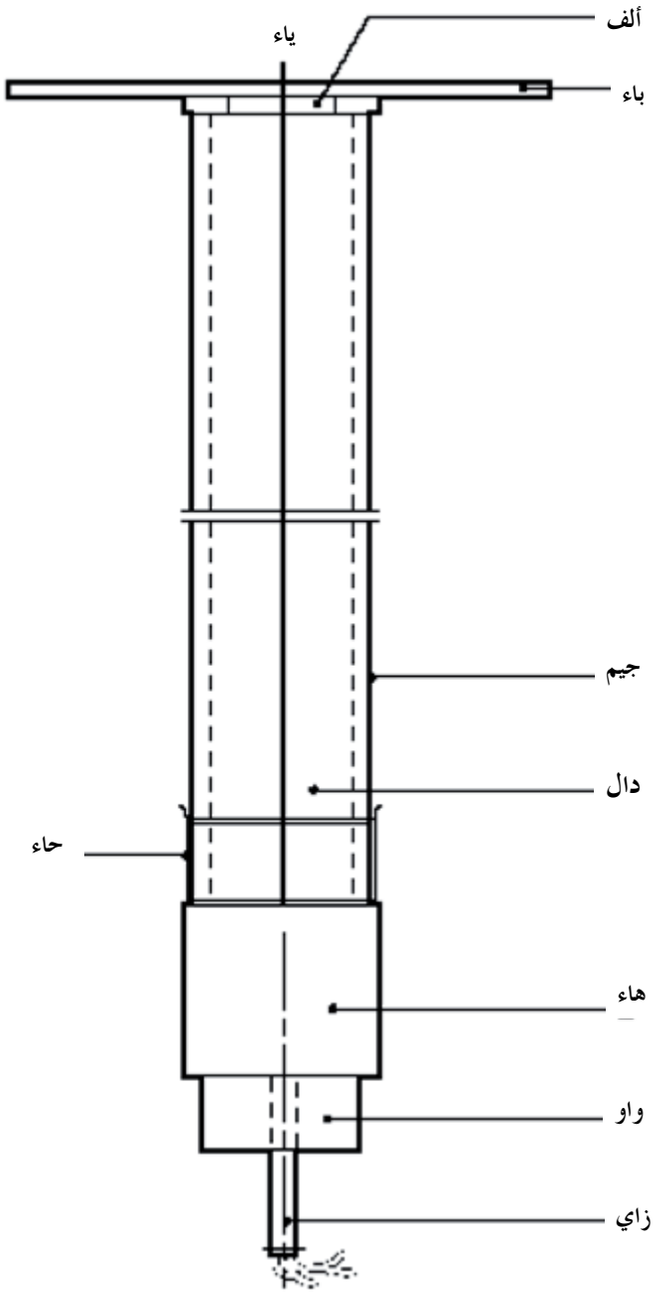
"جزئياً" : – لم تتشظ الأنبوبة على امتداد طولها الكامل ولكن الطول المتوسط لتشظي الأنبوبة (المتوسط لاختبارين) أكبر بمرة ونصف من الطول المتوسط للتشظي مع مادة خاملة لها نفس الحالة الفيزيائية.

"لا" : – لم تتشظ الأنبوبة على امتداد طولها الكامل ولكن الطول المتوسط لتشظي الأنبوبة (المتوسط لاختبارين) لا يزيد عن مرة ونصف الطول المتوسط للتشظي مع مادة خاملة لها نفس الحالة الفيزيائية.

٢١-٤-٤-٥ *أمثلة للنتائج*

المـــــادة	الكثافة الظاهرية (كغم/م^3)	طول التشظي (سم)	النتيجة
٢،٢-آزو ثنائي (أيسوبوتيرونتريل)	٣٤٦	٥٠	نعم
فوق أكسي بنـــزوات بوتيل ثالثي		٢٨	جزئياً
فوق أكسي -٢- إثيل هكسانوات بوتيل ثالثي		٢٣	لا
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل، ٧٥٪ مع ماء	٦٩٧	٢٢	لا
٥،٢ - ثنائي- (فوق أكسي بوتيل ثالثي) -٥،٢- ثنائي ميثيل هكسين -٣	٨٧٠	٣٠	جزئياً
فوق أكسيد ثنائي لورويل	٥٨٠	٣٢	جزئياً

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	مباعدات	(باء)	صفيحة شاهدة
(جيم)	أنبوبة فولاذية	(دال)	المادة موضع الاختبار
(هاء)	شحنة معزِّزة من مادة الهكسوجين/شمع أو رابع نترات خماسي اريثريتول/ثلاثي نتروطولوين	(واو)	ماسك المفجر
(زاي)	مفجر	(حاء)	صفيحة بلاستيك
		(ياء)	مسبار سرعة

الشكل ٢١-٤-٤-١: اختبار الانفجار للأمم المتحدة

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

الفرع ٢٢

مجموعة الاختبارات باء

٢٢-١ مقدمة

تشمل مجموعة الاختبارات باء اختباراً ومعايير تتعلق بانتشار انفجار مادة معبأة بالشكل الذي ستنقل به. والاختبار غير مطلوب إلا للمواد التي تنشر الانفجار (المربع ١ من الشكل ٢٠-١).

٢٢-٢ طرق الاختبار

٢٢-٢-١ تستند الإجابة على السؤال "هل من الممكن أن ينفجر الأكسيد الفوقي في عبوته المعدَّة للنقل؟" (المربع ٢ من الشكل ٢٠-١) إلى نتائج الاختبار المذكور في الجدول ٢٢-١.

الجدول ٢٢-١: طريقة الاختبار لمجموعة الاختبارات باء

رمز الاختبار	اسم الاختبار	الفـــرع
باء -١	اختبار الانفجار في العبوة (أ)	٢٢-٤-١

(أ) *اختبار موصى به.*

٢٢-٢-٢ هذا الاختبار مطلوب فقط للمواد التي يكون الرد على السؤال الوارد في المربع ١ مـــن الـــشكل ٢٠-١ بالنسبة لها هو "نعم".

٢٢-٣ ظروف الاختبار

٢٢-٣-١ ينبغي أن يجرى اختبار المجموعة باء على عبوات المواد (التي يزيد وزنها على ٥٠ كغم) بالحالة والـــشكل المقدمة بهما للنقل.

٢٢-٣-٢ ***ينبغي إجراء الخطوات الأولية (انظر الفرع ٢٠-٣) قبل إجراء هذا الاختبار.***

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٢-٤ وصف اختبار المجموعة باء

٢٢-٤-١ *الاختبار باء -١: اختبار الانفجار في العبوة*

٢٢-٤-١-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لقياس قدرة مادة ما على نشر انفجار عندما تكون المادة في عبوتها المعدة للنقل. ويتضمن الاختبار تعريض المادة وهي في العبوة لصدمة من شحنة معزِّزة مفجِّرة. ويستخدم الاختبار للرد على السؤال الوارد في المربع ٢ من الشكل ٢٠-١.

٢٢-٤-١-٢ *الجهاز والمواد*

يلزم للاختبار مفجِّر وفتيل تفجير، ومادة متفجِّرة بلاستيكية، ومادة مناسبة لتكوين حيز مغلق. وتوضع تحت العبوة صفيحة من الفولاذ الطري سمكها ١ مم تقريباً، والبعد الأدنى لها في كل اتجاه أكبر بمقدار ٠,٢ م من أبعاد الجانب السفلي للعبوة، لتكون صفيحة شاهدة.

٢٢-٤-١-٣ *طريقة الاختبار*

يجرى الاختبار على مواد معبأة بالحالة والشكل اللذين تكون عليهما عند تقديمها للنقل. وتوضع العبوة فوق الصفيحة الفولاذية الشاهدة التي تدعم حوافها قوالب طوب أو أية مادة مناسبة أخرى بحيث يُترك تحت الصفيحة الشاهدة فراغ يسمح بحدوث ثقوب فيها. وتوضع فوق المادة في العبوة شحنتان من مادة متفجرة بلاستيكية (لا يتجاوز وزن كل منهما ١٠٠ غم ولكن لا يزيد مجموع وزنهما عن ١٪ من وزن المادة الموجودة في العبوة). وبالنسبة للسوائل، قد يلزم استخدام دعامة من الأسلاك المعدنية للتأكد من تثبيت الشحنتين المتفجرتين في مكانهما الصحيح وسط كل جزء من الجزأين شبه الدائريين أو المثلثين من السطح العلوي (انظر الشكل ٢٢-٤-١-١). وتشعل كل شحنة بواسطة المفجِّر عن طريق فتيل تفجير. وينبغي أن تكون قطعتا فتيل التفجير متساويتين في الطول. وتتمثل الطريقة المفضلة لتكوين الحيز المغلق في وضع رمل سائب حول العبوة موضع الاختبار بسمك لا يقل عن ٠,٥ م في جميع الاتجاهات. ومن الطرق البديلة لتكوين الحيز المغلق استخدام صناديق أو أكياس أو براميل مملوءة بتراب أو رمل بحيث توضع حول العبوة وفوقها بسمك لا يقل عن ٠,٥ م. ويجرى الاختبار مرتين ما لم يلاحظ حدوث انفجار. وقد يكون من الضروري إجراء اختبار ثالث باستخدام أجهزة قياس إذا تعذر التوصل إلى استنتاج من الاختبارين اللذين أجريا بدون استخدام أجهزة قياس.

٢٢-٤-١-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٢-٤-١-٤-١ تُقيّم نتائج الاختبار على أساس الدلائل التي تشير إلى انفجار المادة موضع الاختبار، وهي كما يلي:

(أ) تكوُّن حفرة في موقع الاختبار؛

(ب) تلف الصفيحة الشاهدة الموجودة تحت المنتج؛

(ج) تشتت وتناثر معظم المادة المستخدمة في تكوين حيِّز مغلق؛

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

(د) قياس سرعة انتشار الانفجار في المادة، إذا كان هناك ما يدعو إلى ذلك.

٢٢-٤-١-٤-٢ معايير الاختبار هي كما يلي:

"نعم" : - إذا تكونت حفرة في موقع الاختبار أو انثقبت الصفيحة الشاهدة تحت المنتج؛ مع اقتران ذلك بتشتت وتناثر معظم المادة المستخدمة في تكوين حيز مغلق؛ أو إذا كانت سرعة انتشار الانفجار في النصف السفلي من العبوة ثابتة وتزيد على سرعة الصوت في المادة.

"لا" : - إذا لم تتكون حفرة في موقع الاختبار، ولم تنثقب الصفيحة الشاهدة تحت المنتج وتبين من قياس سرعة انتشار الانفجار (إذا قيست) أن معدل الانتشار أقل من سرعة الصوت في المادة، وإذا أمكن، بالنسبة للمواد الصلبة، استعادة مادة غير متفاعلة بعد انتهاء الاختبار.

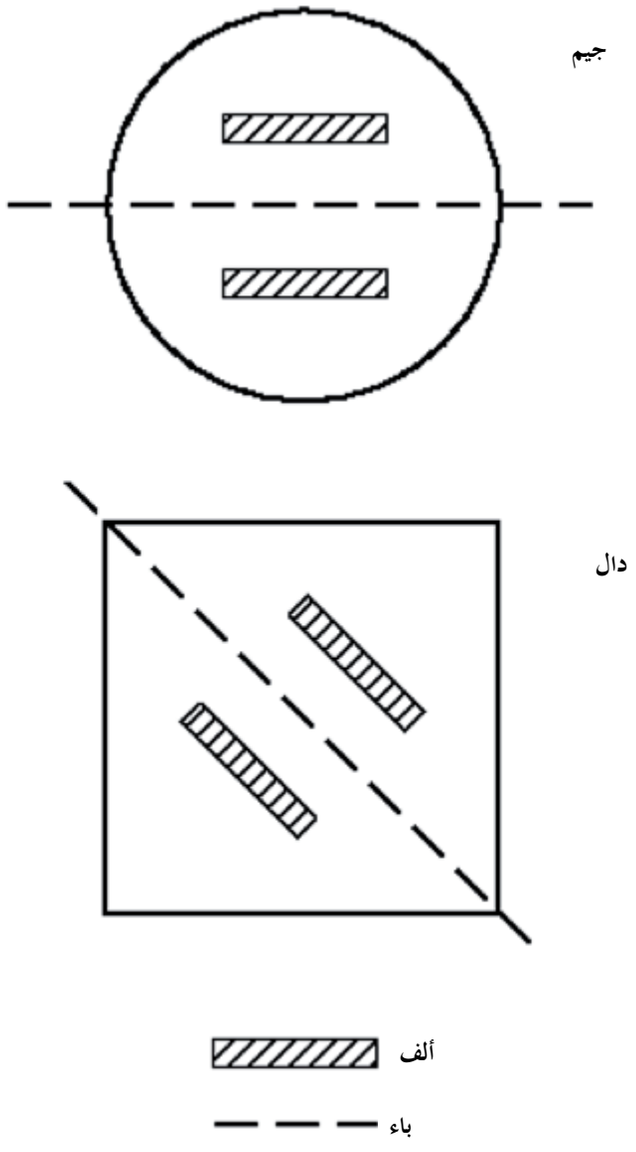
٢٢-٤-١-٥ *أمثلة للنتائج*

المـــادة	الكثافة الظاهرية (كغم/م^3)	التعبئة	النتيجة
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل	٧٣٠	1G، سعة ٢٥ كغم	نعم[أ]
فوق أكسي ثنائي كربونات ثنائي سيكلو هكسيل	٦٠٠	1G، سعة ٥ كغم	لا[ب]
فوق أكسي كربونات ثنائي سيكلو هكسيل، مع ١٠٪ ماء	٦٠٠	1G، سعة ٥ كغم	لا[ب]

(أ) *أجري الاختبار مرتين. الدليل على حدوث انفجار هو تكون حفرة.*

(ب) *أجرى الاختبار مرتين. جرى قياس سرعة انتشار الانفجار بدلاً من استخدام صفيحة شاهدة.*

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف) شحنتان متفجرتان

(باء) خط التماثل

(جيم) مسقط أفقي لعبوة اسطوانية

(دال) مسقط أفقي لعبوة مستطيلة

الشكل ٢٢-٤-١-١: اختبار الانفجار في العبوة

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

الفرع ٢٣

مجموعة الاختبارات جيم

٢٣-١ مقدمة

تشمل مجموعة الاختبارات جيم اختبارات ومعايير تتعلق بانتشار الاحتراق حسبما هو مطلوب في المربعات ٣ و٤ و٥ من الشكل ٢٠-١.

٢٣-٢ طرق الاختبار

٢٣-٢-١ تستند الإجابة على السؤال "هل من الممكن أن ينشر الأكسيد الفوقي احتراقاً؟ (المربعات ٣ و٤ و٥ من الشكل ٢٠-١) إلى نتائج الاختبارين الواردين في الجدول٢٣-٢-١ أو كلاهما إذا استلزم الأمر.

الجدول ٢٣-١: طرق الاختبار لمجموعة الاختبارات جيم

رمز الاختبار	اسم الاختبار	الفرع
جيم -١	اختبار الزمن/الضغط[أ]	٢٣-٤-١
جيم -٢	اختبار الاحتراق [أ]	٢٣-٤-٢

(أ) *اختبار موصى به.*

٢٣-٢-٢ يكون الجواب "نعم، بسرعة" إذا بيَّن ذلك أي من الاختبارين، ويكون الجواب "نعم، ببطء" إذا كانت نتيجة اختبار الاحتراق "نعم، ببطء" ولم تكن نتيجة اختبار الزمن/الضغط "نعم، بسرعة". ويكون الجواب "لا" إذا كانت نتيجة اختبار الاحتراق "لا" ولم تكن نتيجة اختبار الزمن/الضغط "نعم، بسرعة".

٢٣-٣ ظروف الاختبار

٢٣-٣-١ ينبغي إجراء الخطوات الأولية (انظر الفرع ٢٠-٣) قبل إجراء هذين الاختبارين.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٣-٤ وصف اختباري المجموعة جيم

٢٣-٤-١ *الاختبار جيم-١: اختبار الزمن/الضغط*

٢٣-٤-١-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لقياس قدرة مادة ما[(١)] موجودة في حيز مغلق على نشر احتراق. ويمكن استخدام الاختبار للرد على السؤال الوارد في المربعات ٣ و٤ و٥ من الشكل ٢٠-١.

٢٣-٤-١-٢ *الجهاز والمواد*

٢٣-٤-١-٢-١ يتكون جهاز الزمن/الضغط (الشكل ١١-٦-١-١) من وعاء ضغط فولاذي اسطواني طوله ٨٩ مم وقطره الخارجي ٦٠ مم. ويشكَّل على جانبين متقابلين من الوعاء مسطحان (فيقل قطر المقطع العرضي للوعاء إلى ٥٠ مم) وذلك لتسهيل مسك الجهاز عند وضع قابس الإشعال وسدادة التنفيس. والوعاء، الذي يبلغ قطره الداخلي ٢٠ مم، يطوى طرفاه إلى الداخل حتى عمق ١٩ مم ويشكل فيه تجويف ملولب لاستقبال مسمار ملولب قياس إنش (بوصة) واحد حسب المقاييس البريطانية للأنابيب (BSP). وتثبت وسيلة لتصريف الضغط، في شكل ذراع جانبي، في السطح المنحني لوعاء الضغط على بُعد ٣٥ مم من أحد طرفيه وبزاوية قدرها ٩٠ درجة بالنسبة للمسطحين المشكلين على جانبين متقابلين، ويجرى ذلك التثبيت عن طريق حفر تجويف عمقه ١٢ مم وتشكيل لولب فيه لقبول طرف الذراع الجانبي الملولب لمقاس نصف إنش (بوصة) حسب المقاييس البريطانية للأنابيب. وتثبت حلقة لضمان عدم تسرب الغازات. والذراع الجانبي يمتد لمسافة ٥٥ مم خارج جسم وعاء الضغط وقطر تجويفه ٦ مم. وتطوى نهاية الذراع الجانبي ويشكل فيها لولب لقبول جهاز من النوع الرقي لقياس الضغط عن طريق تحويل الطاقة. ويمكن استخدام أية وسيلة لقياس الضغط شريطة عدم تأثرها بالغازات الساخنة أو بنواتج التحلل وأن تكون قادرة على الاستجابة لارتفاع الضغط بمعدلات تتراوح بين ٦٩٠ و٢٠٧٠ كيلوباسكال في فترة لا تتجاوز ٥ ملّي ثانية.

٢٣-٤-١-٢-٢ تقفل نهاية وعاء الضغط الأبعد عن الذراع الجانبي بقابس إشعال مجهز بقطبين، أحدهما معزول عن جسم القابس والآخر مؤرض به. وتُقفل النهاية الأخرى لوعاء الضغط بقرص انفجار من الألومنيوم سُمكه ٠,٢ مم (ضغط الانفجار حوالي ٢٢٠٠ كيلوباسكال) ومثبت بسدادة تثبيت مجوفة قطر تجويفها ٢٠ مم. وتستخدم في كلتا السدادتين حلقة من الرصاص اللين لإحكام السد. ويرتكز الجهاز على حامل (الشكل ٢٣-٤-١-٢) لتثبيته في الوضع الصحيح خلال استعماله. ويتألف هذا الحامل من قاعدة مسطحة من الفولاذ اللين أبعادها ٢٣٥ مم × ١٨٤ مم × ٦ مم وقطاع مجوف مربع المقطع طوله ١٨٥ مم وأبعاد مقطعه ٧٠ × ٧٠ × ٤ مم.

٢٣-٤-١-٢-٣ يُقطع جزء من كل جانب من جانبين متقابلين عند أحد طرفي القطاع المجوف المربع المقطع بحيث يتكون من ذلك هيكل له رجلان مسطحتا الجانب يعلوهما جزء صندوقي متكامل طوله ٨٦ مم. ويُقطع طرفا هذين الجانبين المسطحين بزاوية قدرها ٦٠ درجة مع الاتجاه الأفقي ويلحم الطرفان بالقاعدة المسطحة.

---

(١) *عند اختبار سوائل، قد تكون النتائج متفاوتة لأن المادة قد تعطي ذروتي ضغط.*

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٣-٤-١-٢-٤ يشكل في جانب من الطرف العلوي لجزء القاعدة شق عرضه ٢٢ مم وعمقه ٤٦ مم بحيث يدخل فيه الذراع الجانبي عند إنزال وعاء الضغط، وفي مقدمته طرف قابس الإشعال، في الحامل المكوَّن من الجزء الصندوقي. وتُلحم حشوة فولاذية عرضها ٣٠ مم وسمكها ٦ مم في الجانب الداخلي الأسفل للجزء الصندوقي كي تعمل كمُباعد. ويثبت وعاء الضغط في موضعه بإحكام بمسمارين مجنحين مقاس ٧ مم مثبتين بلولب في الوجه المقابل. ويرتكز وعاء الضغط من أسفله على شريطين من الفولاذ عرض كل منهما ١٢ مم وسُمكه ٦ مم ملحومين في القطعتين الجانبيتين اللتين تنتهي بهما قاعدة الجزء الصندوقي.

٢٣-٤-١-٢-٥ يتألف جهاز الإشعال من رأس صمامة كهربائية من النوع الشائع الاستعمال في كبسولات المفجرات المنخفضة الجهد، مع قطعة مربعة من قماش الكامبرك المشرَّب طول ضلعها ١٣ مم. ويمكن استخدام رؤوس صمامات ذات خواص مكافئة. ويتألف قماش الكامبرك المشرَّب من قماش كتاني مطلي على الجانبين بتركيبة حارقة من نترات البوتاسيوم/مسحوق البارود اللاكبريتي[٢].

٢٣-٤-١-٢-٦ تبدأ خطوات إعداد مجموعة الإشعال بالنسبة للمواد الصلبة بفصل شريحتي التلامس النحاسيتين لرأس صمامة كهربائية عن عازلهما (انظر الشكل ٢٣-٤-١-٣)، ثم يقطع الجزء المكشوف من العزل. وبعد ذلك يثبت رأس الصمامة في طرفي قابس الإشعال بواسطة الشريحتين النحاسيتين بحيث يكون طرف رأس الصمامة أعلى من سطح قابس الإشعال بمسافة ١٣ مم. وتثقب قطعة مربعة طول ضلعها ١٣ مم من قماش الكامبرك المشرَّب عند مركزها وتوضع فوق رأس الصمامة المثبت ثم تلف حوله وتربط بخيط رفيع من القطن.

٢٣-٤-١-٢-٧ بالنسبة للعينات السائلة، يثبت طرفا التوصيل في شريحتي التلامس الموجودتين في رأس الصمامة. ويمرر طرفا التوصيل بعد ذلك لمسافة ٨ مم في أنبوبة من المطاط السليكوني قطرها الخارجي ٥ مم وقطرها الداخلي ١ مم، وتدفع الأنبوبة إلى أعلى فوق شريحتي التماس الموجودتين في رأس الصمامة كما هو مبين في الشكل ٢٣-٤-١-٤. وبعد ذلك يلف القماش المشرَّب حول رأس الصمامة وتستخدم قطعة واحدة من التغليف الرقيق من مادة كلوريد البولي فنيل، أو ما يعادلها، لتغطية القماش المشرَّب وأنبوبة المطاط السليكوني. ويثبت الغلاف في موضعه بلف سلك رفيع لفاً محكماً حوله وحول الأنبوبة المطاطية، ثم يثبت طرفا التوصيل في نهايتي قابس الإشعال بحيث يكون طرف رأس الصمامة أعلى من سطح قابس الإشعال بمقدار ١٣ مم.

٢٣-٤-١-٣ *طريقة الاختبار*

٢٣-٤-١-٣-١ يثبت الجهاز الكامل التركيب، بمقياس الضغط ولكن بدون قرص الانفجار والمصنوع من الألومنيوم، بحيث يكون الجانب الذي به قابس الإشعال إلى أسفل. ويوضع داخل الجهاز ٠,٥ غم[٣] من المادة بحيث تلامس نظام

---

(٢) *يمكن الحصول من مركز الاتصال الوطني على تفاصيل الاختبارات المستخدمة في المملكة المتحدة (انظر التذييل ٤).*

(٣) ***إذا بيَّنت الاختبارات الأولية للسلامة في المناولة (مثل التسخين في لهب) أو اختبارات الاحتراق في غير ظروف الحيز المغلق (مثل اختبار من النوع (د) من المجموعة ٣) أن من المرجح حدوث تفاعل سريع، فإنه ينبغي تقليل حجم العينة إلى ٠,٥ غم*** *إلى أن تُعرف شدة التفاعل في ظروف الحيز المغلق. وإذا لزم استخدام عينة وزنها ٠,٥ غم، فإنه ينبغي زيادة حجم العينة تدريجياً إلى أن يتم الحصول على نتيجة موجبة (+) أو يجرى الاختبار باستخدام عينة وزنها ٠,٥ غم.*

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

الإشعال. وفي العادة، لا يجري كبس المادة عند ملء الجهاز ما لم يلزم استخدام كبس خفيف لإدخال الشحنة التي تزن ٥,٠ غم في الوعاء. وحتى إذا تعذر مع الكبس الخفيف إدخال كل العينة التي تزن ٥,٠ غم في الوعاء، تُشعل الشحنة بعد ملء الوعاء حتى تمام سعته. ويجب تسجيل وزن الشحنة المستخدمة وتركب الحلقة الرصاصية وكذلك قرص الانفجار المصنوع من الألومنيوم في مكانهما، كما تثبت بإحكام سدادة التثبيت الملولبة. ويُنقل الوعاء الممتلئ إلى حامل الإشعال، مع مراعاة أن يكون قرص التفجير في الطرف الأعلى للوعاء. ويوضع الحامل في خزانة أبخرة مدرعة أو خلية إشعال. ويوصَّل مولد مفجر بالطرفين الخارجيين لقابس الإشعال وتفجَّر الشحنة. وتُسجل الإشارة التي يطلقها جهاز قياس الضغط بتحويل الطاقة على وسيلة تسمح بالتقييم والتسجيل المستمر للعلاقة بين الزمن والضغط (مثال ذلك مسجل مؤقت متصل بمسجل للرسومات البيانية).

٢٣-٤-١-٣-٢ يجرى الاختبار ثلاث مرات، ويسجل الوقت الذي يلزم كي يزيد الضغط من ٦٩٠ كيلوباسكال إلى ٢٠٧٠ كيلوباسكال فوق الضغط الجوي. وينبغي أن تستخدم للتصنيف أقصر فترة زمنية.

٢٣-٤-١-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٣-٤-١-٤-١ تفسر نتائج الاختبارات على ضوء ما إذا كان قد تم الوصول إلى ضغط قدره ٢٠٧٠ كيلوباسكال، والوقت الذي استغرقه الضغط، إذا كان الأمر كذلك، كي يزيد من ٦٩٠ كيلوباسكال إلى ٢٠٧٠ كيلوباسكال.

١٣-٤-١-٤-٢ معايير الاختبار هي كما يلي:

"نعم، بسرعة" : - يكون الوقت اللازم لارتفاع الضغط من ٦٩٠ كيلوباسكال إلى ٢٠٧٠ كيلوباسكال أقل من ٣٠ ملّي ثانية.

"نعم، ببطء" : - يكون الوقت اللازم لارتفاع الضغط من ٦٩٠ كيلوباسكال إلى ٢٠٧٠ كيلوباسكال ٣٠ ملّي ثانية أو أكثر.

"لا" : - لا يصل الضغط إلى ٢٠٧٠ كيلوباسكال فوق الضغط الجوي.

ملحوظة: *يجب، عند اللزوم، إجراء اختبار الاحتراق، الاختبار جيم -٢، للتمييز بين "نعم، ببطء" و"لا".*

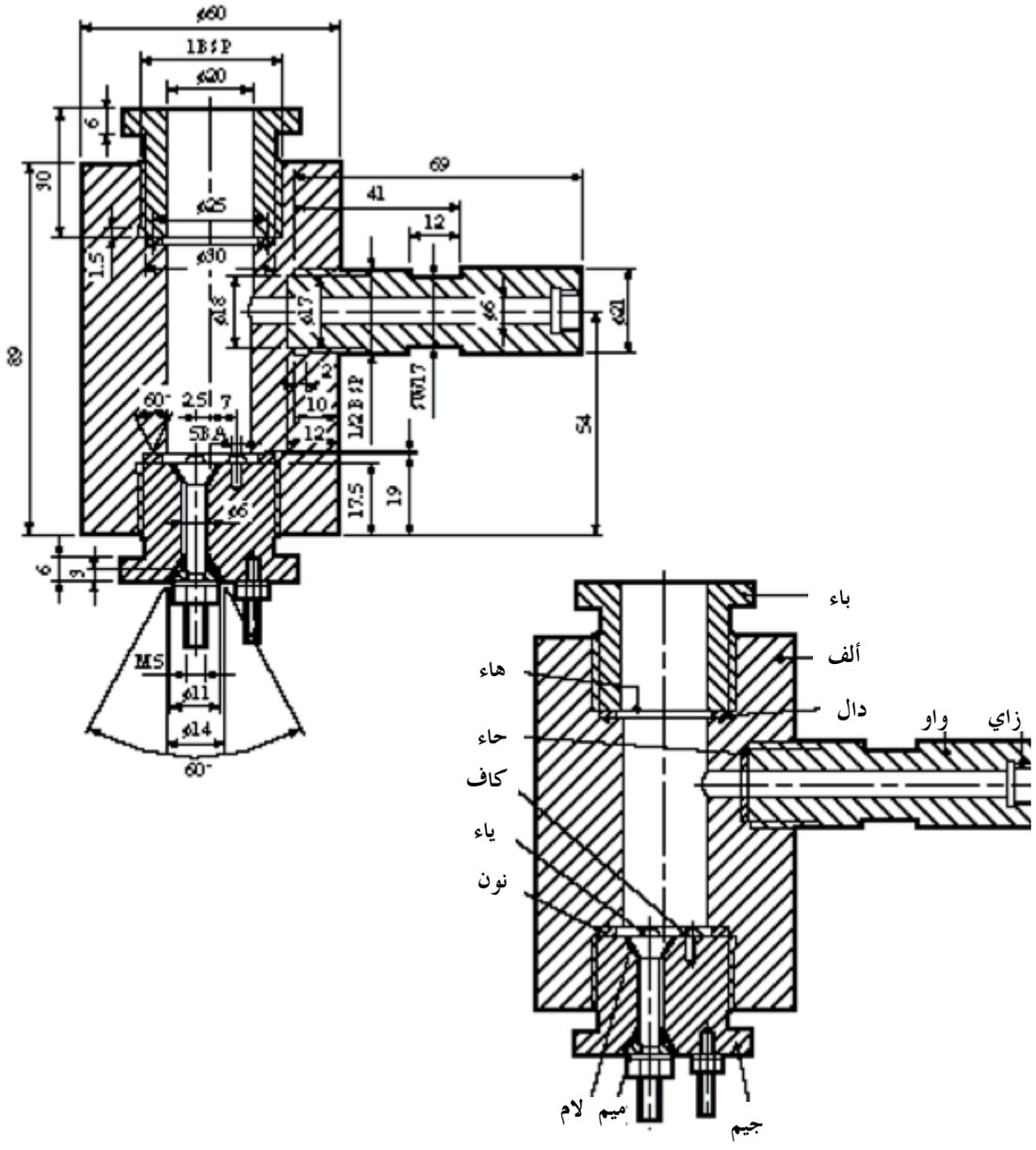
Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٣-٤-١-٥ *أمثلة للنتائج*

المـــادة	الضغط الأقصى (كيلوباسكال)	الوقت اللازم لزيادة الضغط من ٦٩٠ إلى ٢٠٧٠ كيلوباسكال (مللي ثانية)	النتيجة
آزو ثنائي كربونااميد	< ٢٠٧٠	٦٣	نعم، ببطء
آزو ثنائي كربونااميد، ٦٧٪ مع أكسيد زنك	< ٢٠٧٠	٢١	نعم، بسرعة
٢،٢'- آزو ثنائي (ايسوبوتيرونتريل)	< ٢٠٧٠	٦٨	نعم، ببطء
٢،٢'- آزو ثنائي (٢-ميثيل بوتيرونتريل)	< ٢٠٧٠	٣٨٤	نعم، ببطء
هيدرو فوق أكسيد بوتيل ثالثي، بنسبة ٧٠٪ مع ماء	١٣٨٠	-	لا
فوق أكسي بتروات بوتيل ثالثي	< ٢٠٧٠	٢٥٠٠	نعم، ببطء
فوق أكسي -٢ اثيل هكسانوات بوتيل ثالثي	< ٢٠٧٠	٤٠٠٠	نعم، ببطء
هيدرو فوق أكسيد كوميل، بنسبة ٨٠٪ مع كومين	< ٦٩٠[أ]	-	لا
٢- ثنائي آزو -١- نافثول -٥- سلفوهيدرازيد	< ٢٠٧٠	١٤	نعم، بسرعة
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل	< ٢٠٧٠	١	نعم، بسرعة
فوق أكسيد ثنائي بوتيل ثالثي	< ٢٠٧٠	١٠٠	نعم، ببطء
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي سيتيل	< ٦٩٠	-	لا
فوق أكسيد ثنائي كوميل	< ٦٩٠[أ]	-	لا
فوق أكسيد ثنائي كوميـــل، بنـــسبة ٦٠٪ مـــع مـــادة صلبة خاملة	< ٦٩٠[أ]	-	لا
٥،٢- ثنائي إيثوكسي -٤- مورفولينوبنـــزين - ثلاثـــي فلوروبورات ثنائي أزونيوم، ٩٧٪	< ٢٠٧٠	٣٠٨	نعم، ببطء
فوق أكسيد ثنائي لورويل	٩٩٠	-	لا
٥،٢- ثنائي ميثيل -٥،٢- ثنائي - (فوق أكسي بوتيـــل ثالثي)، هكسين-٣	< ٢٠٧٠	٧٠	نعم، ببطء
أحادي فوق أكسي فثالات المغنسيوم، سداسي الهيـــدرات بنسبة ٨٥٪ مع المغنسيوم	٩٠٠	-	لا
٤- نترو سوفينول	< ٢٠٧٠	٤٩٨	نعم، ببطء

(أ) *لم يحدث اشتعال.*

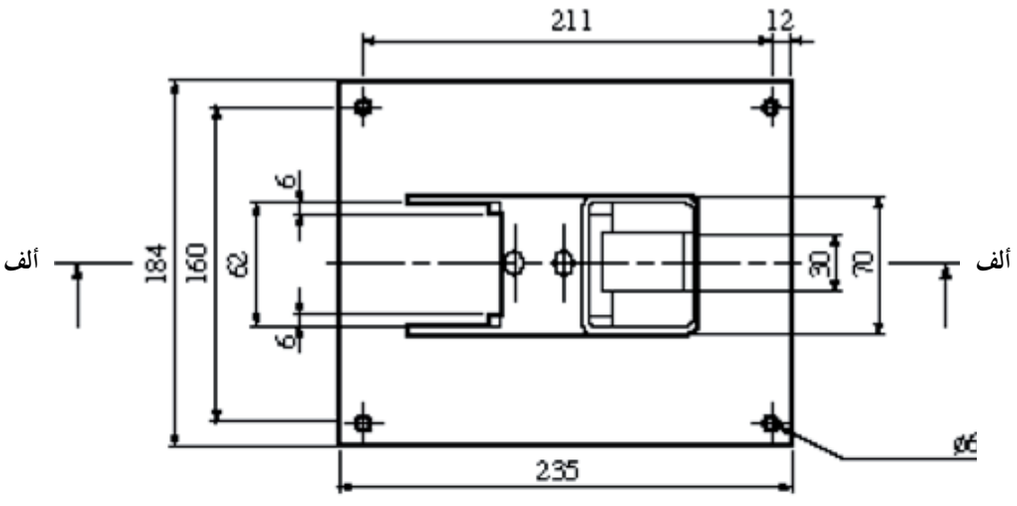
Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

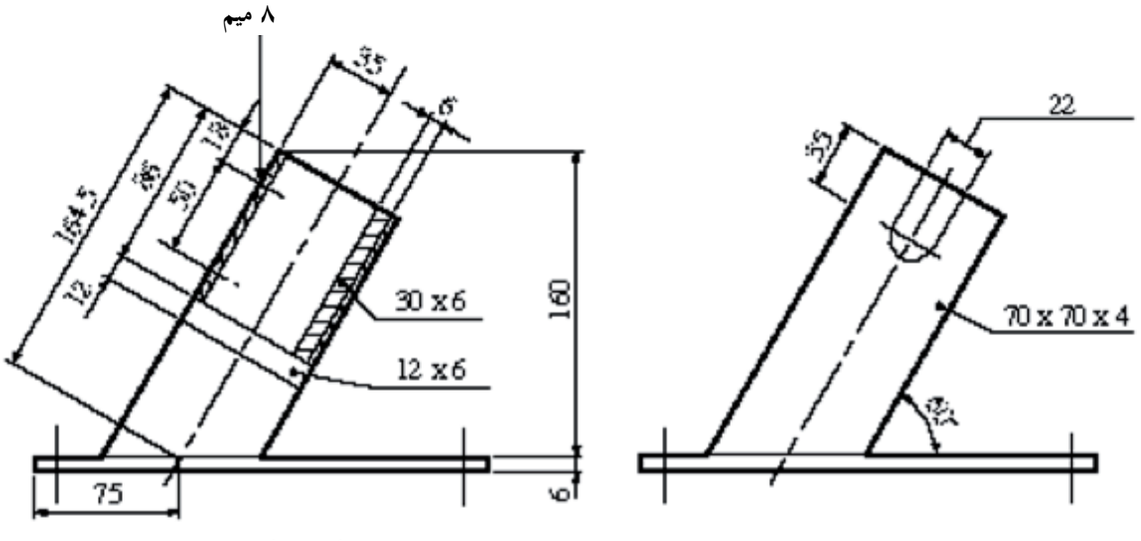


(ألف)	بدن وعاء الضغط	(باء)	سدادة تثبيت قرص الانفجار
(جيم)	قابس الإشعال	(دال)	حلقة من الرصاص اللين
(هاء)	قرص الانفجار	(واو)	ذراع جانبي
(زاي)	لولب جهاز تحويل طاقة الضغط	(حاء)	حلقة
(ياء)	قطب معزول	(كاف)	قطب مؤرض
(لام)	عزل تفنول	(ميم)	قمع فولاذي
(نون)	حز تعشيق حلقة الزنق		

الشكل ٢٣-٤-١-١: الجهاز

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

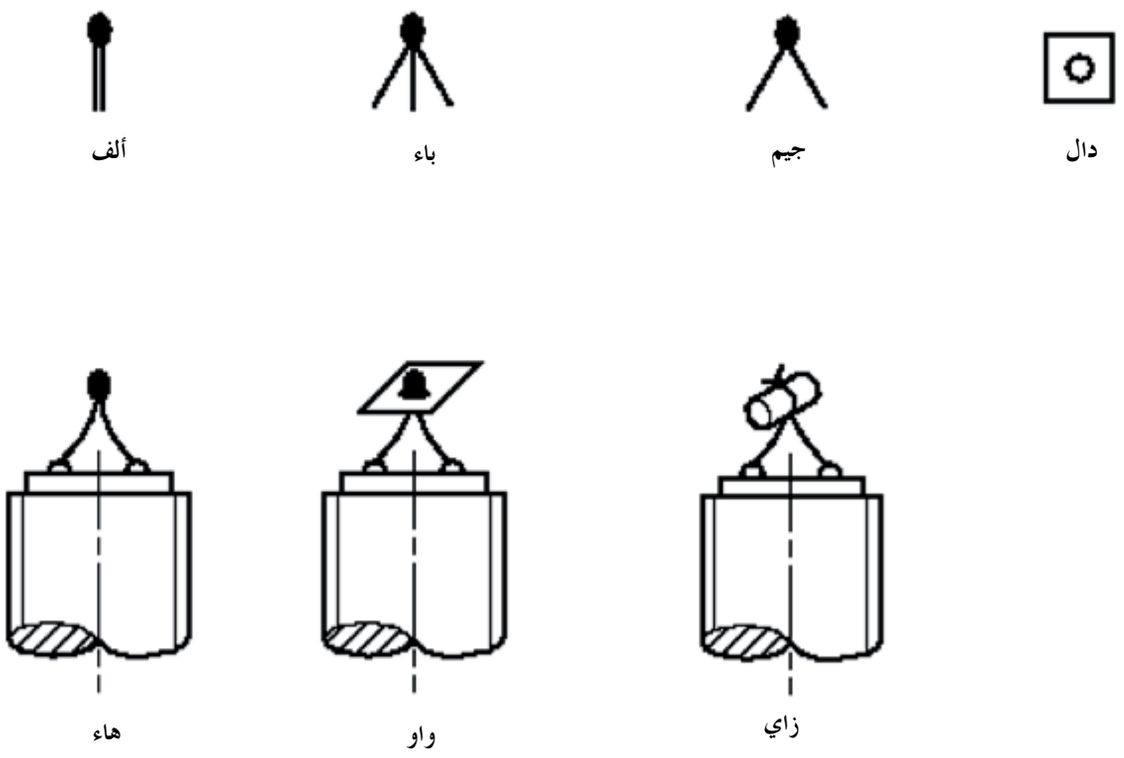




ألف – ألف

الشكل ٢٣-٤-١-٢: حامل الارتكاز

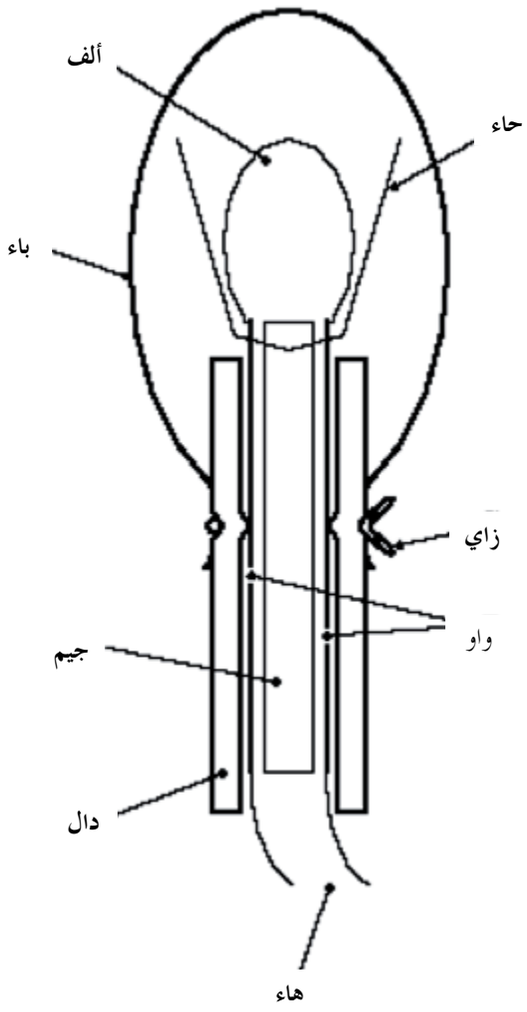
Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف) رأس صمامة كهربائية الإشعال على الهيئة التي صنع بها
(باء) شريحتا الاتصال النحاسيتان مفصولتان عن اللوح العازل
(جيم) مقطع اللوح العازل
(دال) قطعة مربعة طول ضلعها ١٣ مم من قماش الكامبرك المشرَّب SR252 مثقوبة في مركزها
(هاء) رأس الصمامة مثبت على مسامير فوق قابس الإشعال
(واو) الكامبرك مثبت على رأس الصمامة
(زاي) يُلف قماش الكامبرك ويربط بخيط

الشكل ٢٣-٤-١-٣: نظام الإشعال للمواد الصلبة

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	رأس الصمامة
(باء)	جراب من كلوريد البولي فنيل
(جيم)	لوح عازل
(دال)	أنبوبة من المطاط السليكوني
(هاء)	طرفا الإشعال
(واو)	شريحتا التلامس
(زاي)	سلك لمنع تسرب السوائل
(حاء)	قماش الكامبرك المشرَّب

الشكل ٢٣-٤-١-٤: نظام الإشعال للسوائل

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٣-٤-٢ *الاختبار جيم-٢: اختبار الاحتراق*

٢٣-٤-٢-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لقياس قدرة مادة ما على نشر احتراق. ويمكن استخدام الاختبار للإجابة على السؤال الوارد في المربعات ٣ و٤ و٥ من الشكل ٢٠-١.

٢٣-٤-٢-٢ *الجهاز والمواد*

٢٣-٤-٢-٢-١ يجرى الاختبار بوعاء ديوار (انظر الشكل ٢٣-٤-٢-١) المزود بفتحات مشاهدة رأسية على جانبين متقابلين. ويستعمل جهاز توقيت ذو دقة تبلغ ثانية واحدة لقياس معدل الاحتراق.

٢٣-٤-٢-٢-٢ تبلغ سعة وعاء ديوار ٣٠٠ سم^3 تقريباً، وقطره الداخلي ٤٨ ± ١ مم، وقطره الخارجي ٦٠ مم، ويتراوح طوله بين ١٨٠ و٢٠٠ مم. وينبغي أن تكون مدة النصف لتبريد كمية من الماء قدرها ٢٦٥ سم^3 في وعاء ديوار، المغلق بسدادة، أطول من ٥ ساعات. وترسم علامتا تدريج أفقيتان على مسافة ٥٠ مم و١٠٠ مم من قمة وعاء ديوار. والوقت الذي يستغرقه انتشار جبهة التحلل من علامة ٥٠ مم إلى علامة ١٠٠ مم هو الذي يعطي معدل الاحتراق. ويستخدم ترمومتر زجاجي ذو دقة مقدارها ٠,١°مئوية لقياس درجة حرارة مادة الاختبار قبل الإشعال. وكبديل لذلك، يمكن قياس معدل الاحتراق ودرجة حرارة العينة باستخدام مزدوجتين حراريتين مركبتين على مسافة ٥٠ مم و١٠٠ مم من قمة وعاء ديوار.

٢٣-٤-٢-٢-٣ يمكن أن يستعمل لإشعال المادة أي لهب غازي لا يقل طول شعلته عن ٢٠ مم.

٢٣-٤-٢-٢-٤ من أجل الوقاية الشخصية، يجرى الاختبار في غرفة أبخرة صامدة للانفجار أو في خزانة اختبار جيدة التهوية. وينبغي أن تكون قدرة مروحة الشفط كبيرة بما يكفي لتخفيف منتجات التحلل بالقدر الذي يجعل من غير الممكن تكوّن أي مزيج متفجر مع الهواء. ويجب أن يوضع بين المراقب ووعاء ديوار حاجز واق.

٢٣-٤-٢-٣ *طريقة الاختبار*

٢٣-٤-٢-٣-١ ***إذا أظهرت نتائج الاختبارات الأولية المتعلقة بسلامة التداول (مثل التسخين في شعلة) أو اختبار احتراق ضيق النطاق (مثل اختبار من النوع (د) من المجموعة ٣) أنه من المحتمل حدوث تفاعل سريع، فإنه ينبغي أن تجرى قبل إجراء اختبار وعاء ديوار اختبارات استكشافية في أنابيب مصنوعة من زجاج البوروسليكات، مع اتخاذ احتياطات السلامة اللازمة.*** وفي هذه الحالة، يوصى بأن يجرى الاختبار في أنبوبة قطرها ١٤ مم في البداية، ثم في أنبوبة قطرها ٢٨ مم. وإذا كان معدل الاحتراق في أي من هذين الاختبارين الاستكشافيين يتجاوز ٥ مم/ثانية، فإنه يمكن تصنيف المادة على الفور بأنها مادة سريعة الاحتراق ويمكن إلغاء الاختبار الرئيسي الذي يستخدم فيه وعاء ديوار.

٢٣-٤-٢-٣-٢ ترفع درجة حرارة وعاء ديوار والمادة إلى درجة الحرارة الحرجة كما هي محددة في اللائحة التنظيمية النموذجية. وإذا كانت المادة مستقرة بما فيه الكفاية بحيث لا تكون هناك حاجة إلى رفع درجة الحرارة إلى درجة الحرارة

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

الحرجة، تستخدم درجة حرارة اختبارية قدرها ٥٠°مئوية. ويملأ وعاء ديوار بكمية من الأكسيد الفوقي العضوي قدرها ٢٦٥ سم^{3}. وتعبأ المواد الحبيبية داخل وعاء ديوار بحيث تكون الكثافة الظاهرية للمادة قريبة من الكثافة الظاهرية في ظروف النقل ولا تكون المادة متكتلة.

٢٣-٤-٢-٣-٣ يتم إدخال المواد المعجونية القوام في وعاء ديوار بحيث لا تكون في العينة موضع الاختبار أية جيوب هوائية. وينبغي أن يكون ارتفاع الملء أدنى بمسافة ٢٠ مم من حافة وعاء ديوار. وتسجل كتلة المادة ودرجة حرارتها. ويوضع وعاء ديوار في خزانة اختبار أو في غرفة أبخرة خلف حاجز واق، ثم تسخَّن المادة من أعلى بواسطة موقد غاز. وفي اللحظة التي يشاهد فيها حدوث اشتعال، أو إذا لم يحدث اشتعال خلال خمس دقائق، يُرفع موقد الغاز ويطفأ. وتقاس بجهاز توقيت الفترة الزمنية اللازمة لكي تجتاز منطقة التفاعل المسافة بين العلامتين. وإذا توقف التفاعل قبل الوصول إلى العلامة الأدنى، يعتبر أن المادة غير قابلة للاحتراق. ويجرى الاختبار مرتين وتستخدم الفترة الزمنية الأقصر لحساب معدل الاحتراق. وكبديل لذلك، يمكن تحديد المعدل بوضع مزدوجتين حراريتين في مركز وعاء ديوار على بعد ٥٠ مم و١٠٠ مم من قمة الوعاء. وتراقب قراءات المزدوجتين الحراريتين باستمرار. ومرور جبهة التفاعل يسبب زيادة حادة في القراءات. ويعيَّن الوقت الذي يمر بين الزيادات في القراءات.

٢٣-٤-٢-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٣-٤-٢-٤-١ تفسر نتائج الاختبار على ضوء ما إذا كان التفاعل سينتشر إلى أسفل خلال المادة ومعدل ذلك الانتشار، إن حدث. ويعتبر اشتراك أكسجين الهواء في التفاعل عند سطح العينة شيئاً لا يذكر بعد انتشار منطقة التفاعل لمسافة ٣٠ مم، وبالتالي، فإن منطقة التفاعل سوف تنطفئ إذا لم تحترق المادة في ظروف الاختبار. وتعتبر سرعة انتشار منطقة التفاعل (معدل الاحتراق) مقياساً لقابلية المادة للاحتراق تحت الضغط الجوي.

٢٣-٤-٢-٤-٢ معايير الاختبار هي كما يلي:

"نعم، بسرعة" : - معدل الاحتراق أعلى من ٥,٠ مم/ثانية.

"نعم، ببطء" : - معدل الاحتراق أقل من، أو يساوي، ٥,٠ مم/ثانية وأعلى من، أو يساوي، ٠,٣٥ مم/ثانية.

"لا" : - معدل الاحتراق أقل من ٠,٣٥ مم/ثانية أو يتوقّف التفاعل قبل وصوله إلى العلامة الأدنى.

ملحوظة: *يجب إجراء اختبار الزمن/الضغط، الاختبار جيم -١، إذا لم تتحقق نتيجة "نعم، بسرعة".*

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

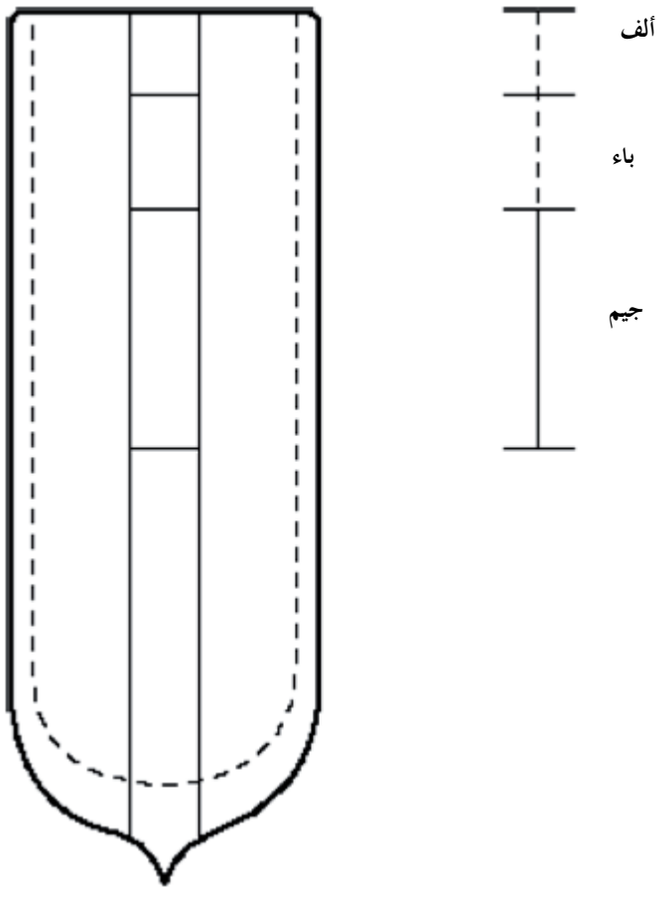
٢٣-٤-٢-٥ *أمثلة للنتائج*

المـــادة	كتلة العينة (غم)	درجة حرارة الاختبار (°مئوية)	معدل انتشار الاحتراق (مم/ثانية)	النتيجة
آزو ثنائي كربونواميد	١٧٤	٥٠	٠,٣٥	نعم، ببطء
٢،٢'- آزو ثنائي(آيسوبوتيرونتريل)	١٠١	٤٥	(أ)	لا
فوق أكسي بنزوات بوتيل ثالثي	٢٧٦	٥٠	٠,٦٥	نعم، ببطء
فوق أكسي -٢ اثيل هكسانوات بوتيل ثالثي	٢٣٧	٢٥	٠,٧٤	نعم، ببطء
٥،٥،٣ - ثلاثي ميثيل فوق أكسي هكسانوات بوتيل ثالثي، ٧٥٪ في مذيب	٢٣٨	٥٠	٠,٢٧	لا
هيدرو فوق أكسيد كوميل، بنسبة ٨٠٪ مع كومين	٢٧٣	٥٠	٠,١٢	لا
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل	١٥٨	٢٠	١٠٠(ب)	نعم، بسرعة
فوق أكسيد ثنائي بوتيل ثالثي	٢١٢	٥٠	٠,٢٧	لا
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي - (٤- بوتيل سيكلو هكسيل ثالثي)	١٢٣	٣٥	٤,٣	نعم، ببطء
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي سيتيل	١٥٩	٣٥	لم يحدث اشتعال	نعم، ببطء
فوق أكسيد ثنائي كوميل	٢٩٢	٥٠	لم يحدث اشتعال	لا
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي سيكلوهكسيل	-	٢٦	٢٦	نعم، بسرعة
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي سيكلوهكسيل، ٩٠٪ مع ماء	-	١٥	١٣	نعم، بسرعة
فوق أكسيد ثنائي لوروبل	١٣٠	٤٥	لم يحدث اشتعال	لا
فوق أكسيد ثنائي لوروبل، ٤٢٪ انتشار ثابت في الماء	٢٦٥	٤٥	لم يحدث اشتعال	لا
٥،٢- ثنائي ميثيل-٥،٢- ثنائي - (فوق أكسي بوتيل ثالثي)، هكسين -٣	٢٣٥	٥٠	٢,٩	نعم، ببطء
٥،٢- ثنائي ميثيل -٥،٢- ثنائي - (فوق أكسي بنـــزويل)، هكسان	٢٣١	٥٠	٦,٩	نعم، بسرعة
٤- نترو سوفينول	١٣٠	٣٥	٠,٩٠	نعم، ببطء

(أ) *تسليط لهب نابض أعقبه إطفاء اللهب؛ لم يحدث انتشار ثابت في ظروف الاختبار.*

(ب) *أجري اختبار استكشافي باستخدام أنبوبة زجاجية قطرها ١٤ مم عند درجة حرارة ٢٠°مئوية بدلاً من ٥٠°مئوية.*

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف) ارتفاع الملء يقل ٢٠ مم عن الحافة

(باء) منطقة مداها ٣٠ مم للتأكد من حدوث احتراق

(جيم) منطقة مداها ٥٠ مم لقياس معدل الاحتراق

الشكل ٢٣-٤-٢-١: وعاء ديوار مع فتحات المشاهدة

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

الفرع ٢٤

مجموعة الاختبارات دال

٢٤-١ مقدمة

تتضمن مجموعة الاختبارات دال اختباراً ومعايير تتعلق بانتشار احتراق سريع لمادة ما في عبوتها المعدَّة للنقل. ويلزم إجراء الاختبار بالنسبة للمواد التي تحترق بسرعة في مجموعة الاختبارات جيم.

٢٤-٢ طرق الاختبار

٢٤-٢-١ تستند الإجابة على السؤال "هل تحترق المادة بسرعة في العبوة؟" (المربع ٦ من الشكل ٢٠-١) إلى نتائج الاختبار المذكور في الجدول ٢٤-١

الجدول ٢٤-١: طريقة الاختبار لمجموعة الاختبارات دال

رمز الاختبار	اسم الاختبار	الفرع
دال -١	اختبار الاحتراق في العبوة[أ]	٢٤-٤-١

(أ) *اختبار موصى به.*

٢٤-٢-٢ هذا الاختبار مطلوب فقط لأغراض المواد التي تكون الإجابة على السؤال من مجموعة الاختبارات جيم بالنسبة لها هي "نعم، بسرعة".

٢٤-٣ ظروف الاختبار

٢٤-٣-١ ينبغي أن يطبق اختبار المجموعة دال على عبوات المواد (التي لا يزيد وزنها على ٥٠ كغم) في الحالة والهيئة المقدمة بهما للنقل.

٢٤-٣-٢ ***ينبغي أن تجرى الخطوات الأولية (انظر الفرع ٢٠-٣) قبل إجراء هذا الاختبار.***

٢٤-٤ وصف اختبار المجموعة دال

٢٤-٤-١ *الاختبار دال -١: اختبار الاحتراق في العبوة*

٢٤-٤-١-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لقياس قدرة مادة ما على أن تنشر انفجاراً بسرعة عندما تكون في عبوتها المعدة للنقل. ويمكن استخدام الاختبار للرد على السؤال الوارد في المربع ٦ من الشكل ٢٠-١.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٤-٤-١-٢ *الجهاز والمواد*

يلزم توفير مُشعل يكفي فقط لضمان إشعال المادة (مثل إصبع تفجير مكون من مركب لهوب بطيء الاحتراق لا يزيد وزنه على ٢ غرام ومغلف برقيقة من البلاستيك) ومواد مناسبة لتكوين حيز مغلق.

٢٤-٤-١-٣ *طريقة الاختبار*

يجرى الاختبار على المواد المعبأة في الحالة والهيئة اللتين تكون عليهما عند نقلها. وتوضع العبوة على الأرض ويوضع المُشعل في وسط المادة. وبالنسبة للسوائل، قد يحتاج الأمر إلى دعامة من الأسلاك المعدنية لتثبيت المشعل في المكان المطلوب. ويجب حماية المشعل من السائل ويُجرى الاختبار في حيز مغلق. وأفضل طريقة لتكوين الحيز المغلق هي إحاطة عبوة الاختبار بالرمال على أن لا يقل سمكها عن ٠,٥ متر في كل اتجاه. ومن الطرائق البديلة لتكوين الحيز المغلق استخدام صناديق أو أكياس أو اسطوانات مملوءة بالتراب أو الرمل ووضعها حول العبوة وفوقها على أن يكون لها السمك الأدنى نفسه. ويُجرى الاختبار ثلاث مرات، إلا إذا حدث انفجار. ***وإذا لوحظ أنه لم يحدث احتراق بعد الاشتعال، فإنه ينبغي عدم الاقتراب من العبوة لمدة ٣٠ دقيقة على الأقل. ويوصى بإدخال مزدوجة حرارية قرب المشعل ليتسنى مراقبة عمله وتحديد ما إذا كان من الممكن الاقتراب من العبوة.***

٢٤-٤-١-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٤-٤-١-٤-١ تُقيم نتائج الاختبار على أساس وجود ما يدل على حدوث انفجار سريع في العبوة موضع الاختبار، عن طريق ما يلي:

(أ) تشظي العبوة؛

(ب) تبعثر وتناثر معظم المواد المكونة للحيز المغلق.

٢٤-٤-١-٤-٢ معايير الاختبار هي كما يلي:

"نعم" : - تشظي العبوة الداخلية أو الخارجية إلى أكثر من ثلاثة أجزاء (باستثناء الجزأين السفلي والعلوي من العبوة) يدل على أن المادة موضع الاختبار قد انفجرت بسرعة في تلك العبوة.

"لا" : - عدم تشظي العبوة الداخلية أو الخارجية أو تشظيها إلى أقل من ثلاثة أجزاء، يدل على أن المادة موضع الاختبار لم تنفجر بسرعة في تلك العبوة.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٤-٤-١-٥ *أمثلة للنتائج*

المـــــادة	العبوة	عدد الشظايا	النتيجة
أكسيد فوقي ثنائي بنـــزويل	1A2، ٢٥ كغم	< ٤٠	نعم
أكسيد فوقي ثنائي بنـــزويل	4G، ٢٥ كغم	< ٤٠	نعم
أكسيد فوقي ثنائي بنـــزويل، ٩٤٪ مع ماء	1A2، ٢٥ كغم	< ٤٠	نعم
أكسيد فوقي ثنائي بنـــزويل، ٧٥٪ مع ماء	4G، ٢٥ كغم	لا تشظي	لا

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

الفرع ٢٥

مجموعة الاختبارات هاء

٢٥-١ مقدمة

٢٥-١-١ تتضمن مجموعة الاختبارات هاء اختبارات تجرى في المختبرات ومعايير تتعلق بتحديد التأثيرات الناتجة عن التسخين في حيز مغلق ومحدَّد حسبما هو مطلوب في المربعات ٧ و٨ و٩ و١٣ من الشكل ٢٠-١.

٢٥-٢ طرق الاختبار

٢٥-٢-١ تستند الإجابة على السؤال "ما هي تأثير تسخينها في حيز مغلق ومحدَّد؟" (المربعات ٧ و٨ و٩ و١٣ من الشكل ٢٠-١) إلى نتائج الاختبارات الواردة في الجدول ٢٥-١.

الجدول ٢٥-١: طرق الاختبار لمجموعة الاختبارات هاء

رمز الاختبار	اسم الاختبار	الفـــرع
هاء -١	اختبار كوينن[أ]	٢٥-٤-١
هاء -٢	الاختبار الهولندي لوعاء الضغط[ب]	٢٥-٤-٢
هاء -٣	الاختبار الأمريكي لوعاء الضغط	٢٥-٤-٣

(أ) *اختبار موصى به للمواد الذاتية التفاعل مع اختبار واحد من الاختبارين الآخرين.*

(ب) *اختبار موصى به للأكاسيد الفوقية العضوية مع اختبار واحد من الاختبارين الآخرين.*

٢٥-٢-٢ بالنسبة للمواد الذاتية التفاعل، ينبغي استخدام اختبار كوينن وكذلك الاختبار الهولندي لوعاء الضغط أو الاختبار الأمريكي لوعاء الضغط. وبالنسبة للأكاسيد الفوقية العضوية، ينبغي استخدام الاختبار الهولندي لوعـــاء الـــضغط وكذلك اختبار كوينن أو الاختبار الأمريكي لوعاء الضغط. وتطبق في التصنيف أعلى درجات المخاطر.

٢٥-٣ ظروف الاختبار

٢٥-٣-١ ***ينبغي أن تجرى الخطوات الأولية (انظر الفرع ٢٠-٣) قبل إجراء هذا الاختبار.***

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٥-٤ وصف اختبارات المجموعة هاء

٢٥-٤-١ *الاختبار هاء -١: اختبار كوينن*

٢٥-٤-١-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لتحديد حساسية المواد لتأثير الحرارة الشديدة في حيز مغلق بإحكام. ويمكن استخدام الاختبار، مع اختبار آخر للتسخين في حيز مغلق، للرد على السؤال الوارد في المربعات ٧ و٨ و٩ و١٣ من الشكل ٢٠-١.

٢٥-٤-١-٢ *الجهاز والمواد*

٢٥-٤-١-٢-١ يتكون الجهاز من أنبوبة فولاذية صالحة للاستخدام مرة واحدة، ومزودة بوسيلة لإغلاقها يمكن إعادة استخدامها، ومركبة في وسيلة تسخين واقية. والأنبوبة مسحوبة سحباً عميقاً من صفيحة من الفولاذ بمواصفات (DCO4 EN 10027-1)، أو مكافئ (AISI/SAE/ASTM)، أو مكافئ (SPCEN JIS G 3141). والأبعاد مبينة في الشكل ٢٥-٤-١-١. والطرف المفتوح للأنبوبة له شفة. وصفيحة الإغلاق لها فتحة تتسرب منها الغازات المنبعثة من تحلل المادة موضع الاختبار وهي مصنوعة من الفولاذ الكرومي المقاوم للحرارة ومتوفرة بثقوب أقطارها كما يلي: ١,٠ و١,٥ و٢,٠ و٢,٥ و٣,٠ و٥,٠ و٨,٠ و١٢,٠ و٢٠,٠ مم. أما أبعاد الطوق الملولب والصامولة (وسيلة الإغلاق) فمبينة في الشكل ٢٥-٤-١-١.

ومن أجل مراقبة جودة الأنابيب الفولاذية، يخضع ١ في المائة من الأنابيب من كل دفعة إنتاج، لمراقبة الجودة مع التحقق من البيانات التالية:

(أ) أن تكون كتلة الأنابيب ٢٦,٥ ± ١,٥ غم، ويجب ألاّ تختلف الأنابيب المستخدمة في سلسلة اختبار واحد في الكتلة بما يتجاوز ١ غم؛

(ب) أن يكون طول الأنابيب ٧٥ ± ٠,٥ مم؛

(ج) أن يكون سمك جدار الأنابيب المقاسة من مسافة ٢٠ مم من قاع الأنبوبة ٠,٥ ± ٠,٠٥؛

(د) أن يكون ضغط العصف جسبما هو محدّد بحمل شبه استاتي خلال سائل غير قابل للانضغاط ٣٠± ٣ ميغا باسكال.

٢٥-٤-١-٢-٢ يستخدم في التسخين غاز البوتان من اسطوانة صناعية مجهزة بمنظم للضغط عن طريق جهاز لقياس الكمية المتدفقة ويوزع على الشعلات الأربع من خلال وصلة مشتركة. ويمكن استخدام غازات وقود أخرى شريطة الحصول على معدل التسخين المحدَّد. وينظم ضغط الغاز بحيث يعطي معدل تسخين قدره ٣,٣ ± ٠,٣ كلفن/ثانية عند قياسه بإجراء المعايرة. وتستلزم المعايرة تسخين أنبوبة (مجهزة بصفيحة بها فتحة قطرها ١,٥ مم) مملوءة بما مقداره ٢٧ سم^3 من مادة الفثالات ثنائية البوتيل. ويسجل الزمن اللازم لرفع درجة حرارة السائل (التي تقاس بمزدوجة حرارية قطرها مليمتر واحد توضع في وسط الأنبوبة على بعد ٤٣ مم من حافتها) من ١٣٥°مئوية إلى ٢٨٥°مئوية ويحسب معدل التسخين.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٥-٤-١-٢-٣ نظراً لأنه من المرجح أن تتعرض الأنبوبة للتدمير في الاختبار، فإن التسخين يجرى في صندوق وقاية ملحوم. ويبين الشكل ٢٥-٤-١-٢ تركيب الصندوق وأبعاده. وتعلق الأنبوبة بين قضيبين يوضعان خلال ثقبين يحفران في جانبين متقابلين من الصندوق. ويبين الشكل ٢٥-٤-١-٢ ترتيب الشعلات. وتشعل الشعلات عن طريق لهب رائد أو وسيلة إشعال كهربائية. ***ويوضع جهاز الاختبار في منطقة واقية***. وينبغي اتخاذ تدابير لتأمين عدم تأثر لهب الشعلات بأية تيارات هوائية، كما ينبغي اتخاذ ما يلزم لاستخراج ما قد ينجم عن الاختبار من غازات أو دخان.

٢٥-٤-١-٣ *طريقة الاختبار*

٢٥-٤-١-٣-١ تختبر المواد عادة بالشكل الذي وردت به، غير أنه قد يلزم في حالات معينة اختبار المادة بعد سحقها. وفيما يتعلق بالمواد الصلبة، فإن كتلة المادة التي ستستخدم تتحدد في كل اختبار بإجراء اختبار تجريبي على مرحلتين، فتملأ أنبوبة معروفة الوزن بما مقداره ٩ سم^3 من المادة وتكبس المادة[(١)] باستخدام قوة قدرها ٨٠ نيوتن على المقطع العرضي الكلي للأنبوبة. وإذا كانت المادة قابلة للانضغاط، فإنه يمكن إضافة المزيد منها وتكبس إلى أن تمتلئ الأنبوبة إلى مسافة ٥٥ مم من أعلاها. وتحدد الكتلة الكلية للمادة المستخدمة في ملء الأنبوبة حتى مستوى ٥٥ مم وتضاف كميتان أخريان بحيث تكبس كل منهما باستخدام قوة تبلغ ٨٠ نيوتن. ويضاف بعد ذلك المزيد من المادة، مع كبسها، أو يؤخذ منها حسبما يلزم لترك الأنبوبة ممتلئة حتى مستوى ١٥ مم من أعلاها.

ويجرى بعد ذلك اختبار تجريبي ثان يبدأ بكمية مكبوسة تمثل ثلث مجموع الكتلة التي حدِّدت في الاختبار التجريبي الأول، وتضاف مرتين كميتان من المادة مع كبس كل منهما باستخدام قوة تبلغ ٨٠ نيوتن ويعدل مستوى المادة في الأنبوبة لتصل إلى مستوى ١٥ مم من أعلاها بإضافة المزيد من المادة، أو أخذ جزء من المادة، حسبما يلزم. ومقدار المادة الصلبة المحدَّد في الاختبار التجريبي الثاني يستخدم في التعبئة في كل تجربة بثلاث كميات متساوية، بحيث يضغط كل منها إلى حجم ٩ سم^3 (يمكن تسهيل ذلك باستخدام حلقات مباعدة). وتعبأ السوائل والمواد الهلامية في الأنبوبة لتصل إلى ارتفاع ٦٠ مم مع بذل عناية خاصة في حالة المواد الهلامية لمنع تكون فراغات. ويُمرر الطوق الملولب من أسفل الأنبوبة إلى أعلاها وتوضع صفيحة بها فتحة ذات قطر مناسب وتحكم الصامولة باليد بعد استخدام مادة تشحيم أساسها ثنائي كبريتيد الموليبدينوم. ومن الضروري التأكد من عدم وجود أي جزء من المادة محبوساً بين الشفة والقرص أو في أسنان اللولب.

٢٥-٤-١-٣-٢ في حالة الصفائح التي يتراوح قطر فتحتها ما بين ١,٠ مم و٨,٠ مم، ينبغي استخدام صواميل قطر فتحتها ١٠,٠ مم؛ وإذا تجاوز قطر فتحة الصفيحة ٨,٠ مم، ينبغي أن يكون قطر الصامولة ٢٠,٠ مم. وتستخدم كل أنبوبة لتجربة واحدة فقط، غير أنه يمكن استخدام الصفائح ذات الفتحات والأطواق الملولبة مرة ثانية إذا كانت لم تتعرض للتلف.

٢٥-٤-١-٣-٣ توضع الأنبوبة في حامل محكم التثبيت وتحكم الصامولة باستخدام مفتاح ربط الصواميل، ثم تعلق الأنبوبة بين القضيبين في الصندوق الواقي. وتخلى منطقة الاختبار ويفتح مصدر الغاز وتشعل الشعلات. ويمكن بحساب الوقت المنقضي حتى حدوث التفاعل ومدة التفاعل الحصول على معلومات إضافية تفيد في تفسير النتائج. وإذا لم تنكسر

---

(١) ***لأسباب تتعلق بالسلامة، لا يلزم كبس المادة إذا كانت المادة حسّاسة للاحتكاك مثلاً***. *وفي الحالات التي يمكن أن يتغير فيها الشكل الفيزيائي للعينة بفعل الضغط أو لا يكون ضغط العينة ذا صلة بظروف النقل، من ذلك مثلاً المواد الليفية، يمكن أن تستخدم في الملء خطوات أكثر تمثيلاً للواقع.*

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

الأنبوبة يستمر التسخين لمدة لا تقل عن خمس دقائق قبل انتهاء التجربة. وبعد كل تجربة ينبغي جمع قطع الأنبوبة، إن وجدت، ثم وزنها.

٢٥-٤-١-٣-٤ يُميَّز بين التأثيرات التالية:

"صفر" : لم يحدث تغير في الأنبوبة؛

"ألف" : انتفاخ قاع الأنبوبة إلى الخارج؛

"باء" : انتفاخ قاع الأنبوبة وجدارها إلى الخارج؛

"جيم" : انشقاق قاع الأنبوبة؛

"دال" : انشقاق جدار الأنبوبة؛

"هاء" : انكسار الأنبوبة إلى قطعتين[٢]؛

"واو" : انكسار الأنبوبة إلى ثلاث أو أكثر من القطع الكبيرة في معظمها والتي قد تظل في بعض الحالات متصلة معا بشريحة ضيقة؛

"زاي" : انكسار الأنبوبة إلى العديد من القطع الصغيرة أساساً، وعدم تأثر وسيلة الإغلاق؛

"حاء" : انكسار الأنبوبة إلى قطع عديدة صغيرة جداً وانتفاخ وسيلة الإغلاق أو انكسارها.

ويبين الشكل ٢٥-٤-١-٣ أمثلة لأنواع التأثيرات "دال" و"هاء" و"واو". وإذا أسفرت التجربة عن أي من التأثيرات من "صفر" إلى "هاء" تعتبر النتيجة "عدم حدوث انفجار"، أما إذا أعطت التجربة التأثير "واو" أو "زاي" أو "حاء"، فإن النتيجة تقيَّم على أنها "حدوث انفجار".

٢٥-٤-١-٣-٥ تبدأ مجموعة التجارب بتجربة واحدة تستخدم فيه صفيحة بها فتحة قطرها ٢٠,٠ مم. وإذا لوحظ في هذه التجربة أن النتيجة هي "حدوث انفجار"، يستمر إجراء مجموعة التجارب باستخدام أنابيب بدون صفائح بها فتحات أو صواميل ولكن بأطواق ملولبة (بفتحة قطرها ٢٤,٠ مم). وإذا كانت النتيجة "عدم حدوث انفجار" عندما يكون قطر الفتحة ٢٠,٠ مم يستمر أداء مجموعة التجارب بإجراء تجارب وحيدة تستخدم فيها صفائح بها فتحات أقطارها ١٢,٠ و٨,٠ و٥,٠ و٣,٠ و٢,٠ و١,٥ وأخيراً ١,٠ مم، إلى أن يتم الحصول عند أي من هذه الأقطار على النتيجة "حدوث انفجار". وبعد ذلك تجرى التجارب بأقطار متزايدة حسب التسلسل المبين في الفقرة ٢٥-٤-١-٢-١ إلى أن يتم الحصول على نتائج سلبية فقط في ثلاثة اختبارات عند نفس المستوى. والقطر المحدِّد لمادة ما هو أكبر قطر للفتحة يتم الحصول عنده على النتيجة "حدوث انفجار". وإذا لم يتم الحصول على النتيجة "حدوث انفجار" باستخدام قطر قدره ١,٠ مم، يسجل القطر المحدِّد على أنه أقل من ١,٠ مم.

---

(٢) *يحسب الجزء العلوي الذي يبقى متعلقاً بالجهاز كشظية واحدة.*

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٥-٤-١-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٥-٤-١-٤-١ معايير الاختبار هي كما يلي:

"عنيف" : - القطر المحدِّد يزيد على، أو يساوي، ٢,٠ مم.

"متوسط" : - القطر المحدِّد يساوي ١,٥ مم.

"ضعيف" : - القطر المحدِّد يساوي، أو يقل عن، ١,٠ مم والتأثير في أي اختبار مختلف عن نوع التأثير "عين".

"لا تأثير" : - القطر المحدِّد يقل عن ١,٠ مم والتأثير في جميع الاختبارات من نوع التأثير "عين".

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

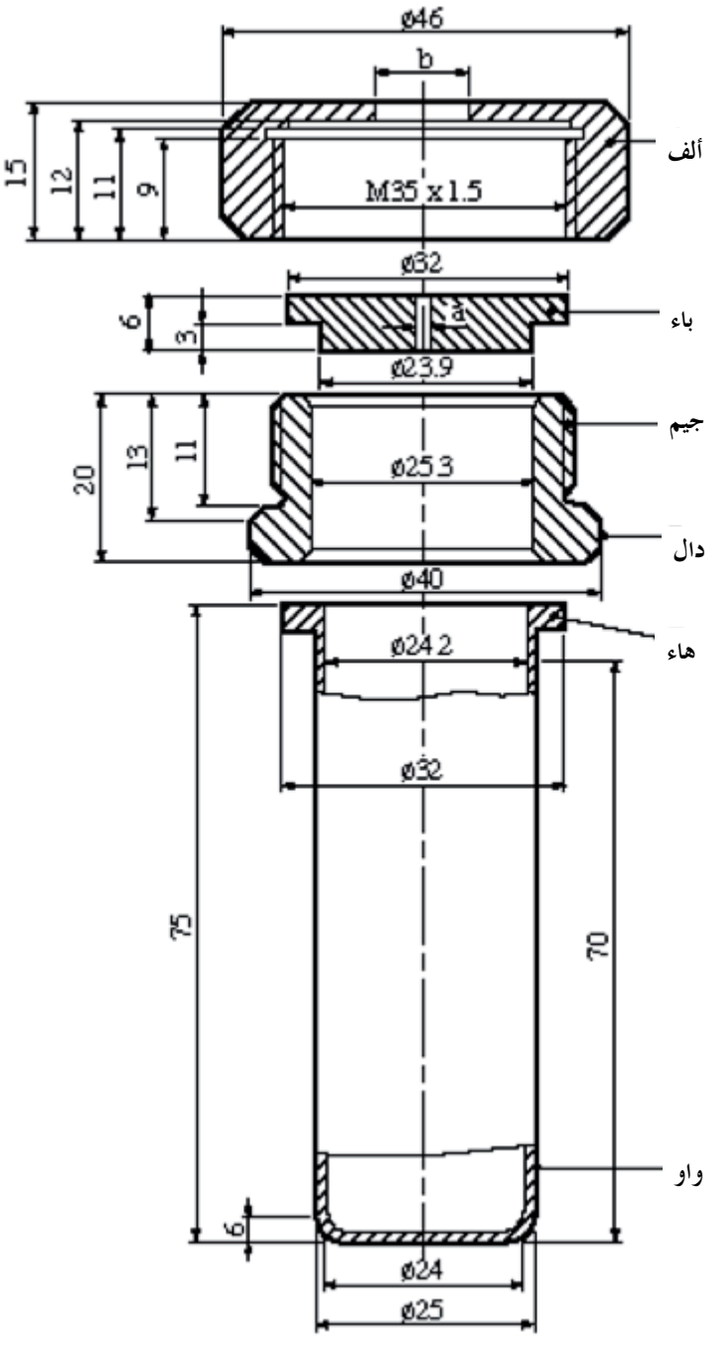
٢٥-٤-١-٥ *أمثلة للنتائج*

المـــادة	كتلة العينة (غم)	القطر المحدد (مم)	نوع التشظي[أ]	النتيجة
آزو ثنائي كربوناميد	٢٠,٠	١,٥	"واو"	متوسط
آزو ثنائي كربوناميد، ٦٧٪ مع أكسيد زنك	٢٤,٠	١,٥	"واو"	متوسط
٢،٢'- آزو ثنائي (٤,٢- ثنائي ميثيلفاليرونيتريل)	١٧,٥	< ١,٠	"عين"	لا تأثير
٢،٢'- آزو ثنائي (أيسوبوتيرونتريل)	١٥,٠	٣,٠	"واو"	عنيف
بنـــزين -٣،١- ثنائي سلفوهيدرازيد		١٢,٠	"واو"	عنيف
بنـــزين -٣،١- ثنائي سلفوهيدرازيد، ٧٠٪ مع زيت معدني		٢,٠	"واو"	عنيف
بنـــزين سلفوهيدرازيد	١٨,٥	١,٠	"واو"	ضعيف
فوق أكسي بنـــزوات بوتيل ثالثي	٢٦,٠	٣,٥	"واو"	عنيف
فوق أكسي -٢- إثيل هكسانوات بوتيل ثالثي	٢٤,٢	٢,٠	"واو"	عنيف
هيدرو فوق أكسيد كوميل، ٨٤,١٪ مع كومين	٢٧,٥	١,٠	"واو"	ضعيف
٢-ثنائي آزو-١- نافثول -٥- سلفو كلوريد	١٩,٠	٢,٥	"واو"	عنيف
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل	١٧,٥	١٠,٠	"واو"	عنيف
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل، ٧٥٪ مع ماء	٢٠,٠	٢,٥	"واو"	عنيف
فوق أكسيد ثنائي بوتيل ثالثي	٢١,٥	< ١,٠	"عين"	لا تأثير
فوق أكسيد ثنائي كربونات ثنائي ستيل	١٦,٠	< ١,٠	"عين"	لا تأثير
فوق أكسيد -٤،٢- ثنائي كلوروبنـــزويل	٢١,٠	٦,٠[ب]	"واو"	عنيف
فوق أكسيد ثنائي كوميل	١٨,٠	< ١,٠	"عين"	لا تأثير
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي أيسو بروبيل	٢١,٠	٨,٠	"واو"	عنيف
فوق أكسيد ثنائي لورويل	١٤,٠	< ١,٠	"عين"	لا تأثير
٥،٢-ثنائي ميثيل -٥،٢- ثنائي (فوق أكسي بوتيل ثالثي) - هكسان	٢٣,٠	١,٥	"واو"	متوسط
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي ميرستيل	١٦,٠	< ١,٠	"عين"	لا تأثير
ن، ن،- ثنائي نتروز - ن - ن،- ثنائي ميثيلين - تيريفثالاميـــد، ٧٠٪ مع زيت معدني	١٨,٠	٤,٠	"واو"	عنيف
حامض ثنائي فوق أكسي أيسوفثاليك	١٨,٠	٢٤,٠	"حاء"	عنيف
فوق أكسيد حامض سكسينيك ثنائي	١٨,٠	٦,٠	"واو"	عنيف
٤- نتروسوفينول	١٧,٠	< ١,٠	"ألف"	ضعيف

(أ) *عند القطر المحدِّد.*

(ب) *إذا كانت كتلة العينة ١٣ غم كان القطر المحدِّد أقل من ١,٠ مم.*

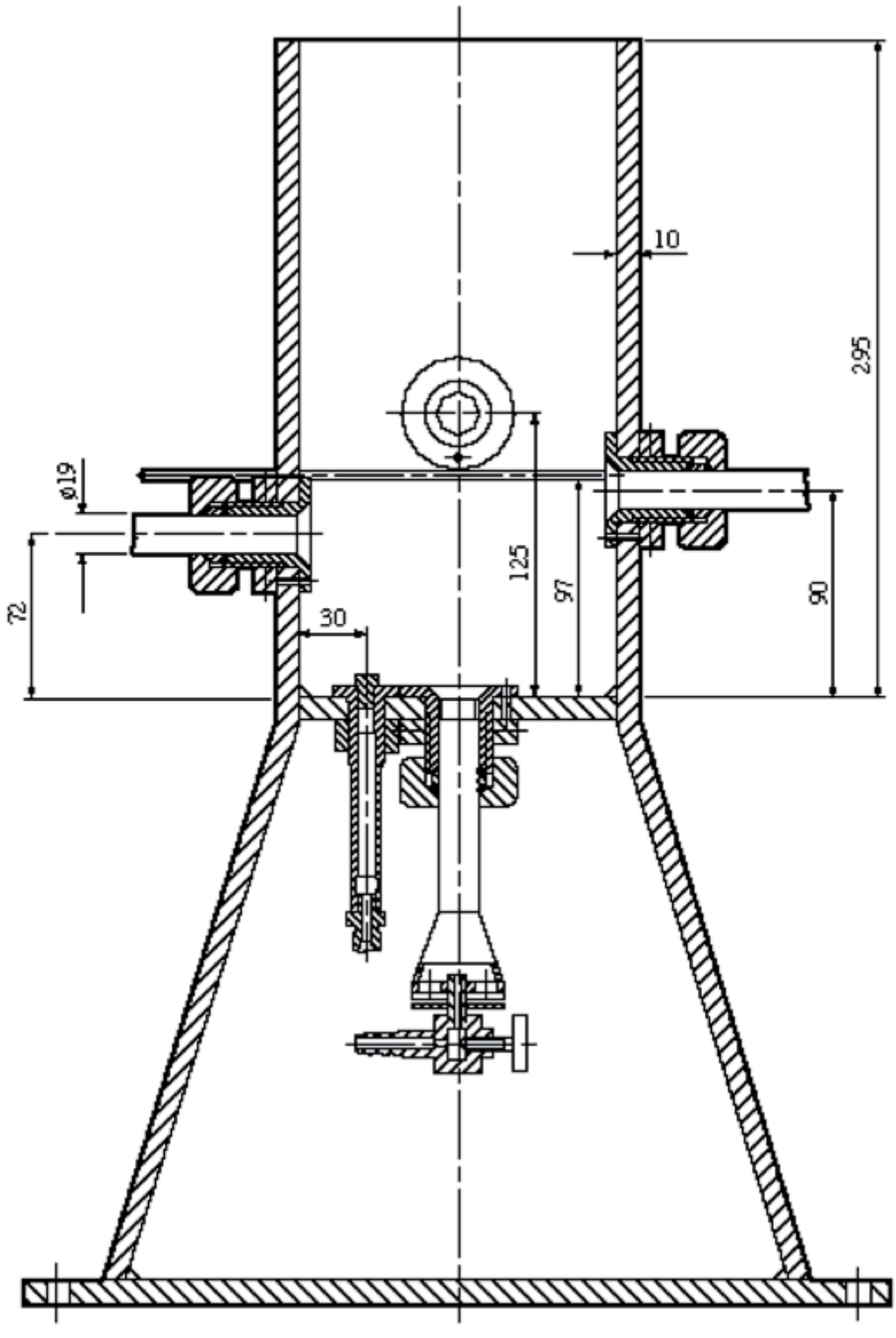
Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	صامولة (البعد "b" = ١٠,٠ مم أو ٢٠,٠ مم) بأسطح تستوعب مفتاح مقاس ٤١
(باء)	صفيحة بها فتحة (القطر "a" = ١٠,٠ ← ٢٠,٠ مم)
(جيم)	جلبة ملولبة
(دال)	أسطح مستوية تستوعب مفتاح مقاس ٣٦
(هاء)	شفة
(واو)	أنبوبة

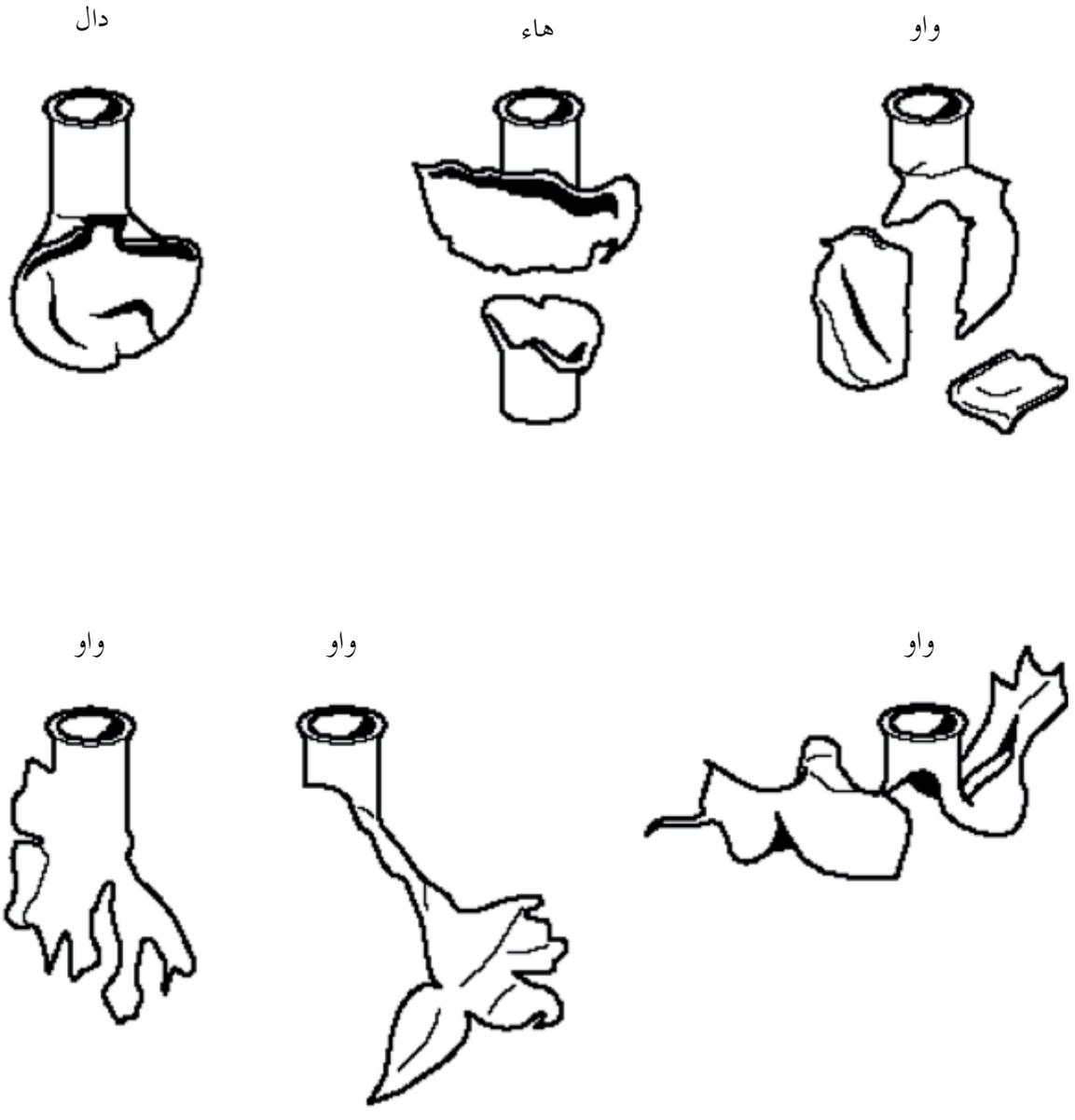
الشكل ٢٥-٤-١-١: مجموعة أنبوبة الاختبار

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



الشكل ٢٥-٤-١-٢: جهاز التسخين والوقاية

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



الشكل ٢٥-٤-١-٣: أمثلة لأنواع التأثيرات دال وهاء وواو

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٥-٤-٢ *الاختبار هاء -٢: الاختبار الهولندي لوعاء الضغط*

٢٥-٤-٢-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لتحديد حساسية المواد لتأثير الحرارة الشديدة في حيز مغلق ومحدَّد. ويمكن استخدام الاختبار، مع اختبار للتسخين في حيز مغلق، للإجابة على السؤال الوارد في المربعات ٧ و٨ و٩ و١٣ من الشكل ٢٠-١.

٢٥-٤-٢-٢ *الجهاز والمواد*

٢٥-٤-٢-٢-١ وصف وعاء الضغط

يبين الشكل ٢٥-٤-٢-١ الجهاز المستعمل. والوعاء مصنوع من الصلب المقاوم للصدأ من نوع AISI 316. وتستخدم ٨ أقراص لها فتحات أقطارها ١,٠ و٢,٠ و٣,٥ و٦,٠ و٩,٠ و١٢,٠ و١٦,٠ و٢٤,٠ مم. وسمك هذه الأقراص ٢,٠ مم ± ٠,٢ مم. وأقراص الانفجار هي أقراص من الألومنيوم قطرها ٣٨ مم وضغط الانفجار بالنسبة لها هو ٦٢٠ ± ٦٠ كيلوباسكال عند ٢٢°مئوية (انظر الشكل ٢٥-٤-٢-٢).

٢٥-٤-٢-٢-٢ وسيلة التسخين

يُسخَّن وعاء الضغط بغاز بوتان من النوع الذي يستخدم في العمليات التقنية ومعبأ في اسطوانة مزودة بمنظم ضغط. ويستخدم موقد من نوع "تيكلو" (Teclu). ويمكن استخدام أنواع أخرى من الغاز، مع موقد مناسب، شريطة أن يكون معدل التسخين هو ٣,٥ ± ٠,٣ كلفن/ث. وينبغي التأكد من معدل التسخين بتسخين ١٠ غم من فثالات ثنائي بوتيل في وعاء الضغط وقياس درجة حرارتها. ويسجل الوقت اللازم لرفع درجة حرارة فثالات ثنائي بوتيل من ٥٠°مئوية إلى ٢٠٠°مئوية ويحسب معدل التسخين.

٢٥-٤-٢-٣ *طريقة الاختبار*

٢٥-٤-٢-٣-١ في الاختبار العادي، يوضع في الوعاء ١٠,٠ غم من المادة. ويجب أن تغطي المادة قاع الوعاء بانتظام. وتستخدم في البداية الصفيحة التي يبلغ قطر فتحتها ١٦,٠ مم. وبعد ذلك يوضع كل من قرص الانفجار والصفيحة المركزية التي بها فتحة وحلقة الاحتجاز في أماكنها. ويتم تثبيت الصواميل المجنحة باليد والصامولة الصندوقية بمفتاح. ويغطى قرص الانفجار بكمية كافية من الماء لحفظه في درجة حرارة منخفضة. ويوضع وعاء الضغط على حامل ثلاثي القوائم (قطر حلقته الداخلية ٦٧ مم) وموضوع داخل اسطوانة واقية. والحلقة المحيطة بوسط الوعاء تستند على الحامل.

٢٥-٤-٢-٣-٢ يُشعل الموقد، ويُثبت تدفق الغاز عند المعدل المطلوب وينظم وفقاً له تدفق الهواء بحيث يصبح لون اللهب أزرقاً ولون المخروط الداخلي للهب أزرق فاتحاً. ويجب أن يكون ارتفاع الحامل الثلاثي القوائم بحيث يتيح للمخروط الداخلي للهب أن يمس أسفل الوعاء. وبعد ذلك يوضع الموقد تحت الوعاء من خلال فتحة في الغلاف الواقي. ***وينبغي تهوية منطقة الاختبار تهوية جيدة وحظر دخولها أثناء الاختبار***. ويُراقب الوعاء من خارج منطقة الاختبار بواسطة مرايا أو من

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

خلال فتحة في الحائط مغطاة بزجاج مدرع. ومقدار الوقت الفاصل بين بداية التسخين وبداية أي تفاعل، وكذلك مقدار الوقت الفاصل بين بداية التفاعل ونهايته، يوفران معلومات إضافية مفيدة في تفسير النتائج. وأخيراً يُبَّرد الوعاء في الماء ويُنظف.

٢٥-٤-٢-٣-٣ إذا لم يحدث تمزّق في القرص عند استخدام فتحة قطرها ١٦,٠ مم، تُجرى تجارب متسلسلة باستخدام فتحات أقطارها ٦,٠ و٢,٠ و١,٠ مم (تجربة واحدة مع كل فتحة) حتى يحدث تمزق، وإذا لم يحدث تمزق عند استخدام فتحة قطرها ١,٠ مم، يُجرى الاختبار التالي بالفتحة نفسها مع استخدام ٥٠,٠ غم من المادة بدلاً من ١٠,٠ غم. وإذا لم يحدث تمزق في هذه الحالة أيضاً تكرر التجارب إلى أن تتوالى ثلاثة اختبارات دون حدوث تمزق. وإذا حدث تمزق للقرص تعاد التجارب في المستوى الأعلى التالي (١٠ غم بدلاً من ٥٠ غم أو الفتحة ذات القطر الأكبر التالي) حتى يتم بلوغ مستوى لا يحدث عنده تمزق في ثلاث تجارب متتالية.

٢٥-٤-٢-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٥-٤-٢-٤-١ درجة الحساسية النسبية لمادة ما للتسخين في وعاء الضغط يعبَّر عنها بالقطر المحدِّد. والقطر المحدِّد هو أكبر قطر بالمليمتر للفتحة الذي ينكسر معه القرص مرة واحدة على الأقل في ثلاث اختبارات. في حين يظل سليماً خلال ثلاثة اختبارات تجرى باستخدام الفتحة ذات القطر الأكبر التالي.

٢٥-٤-٢-٤-٢ معايير الاختبار هي كما يلي:

"عنيف" : - تمزق القرص عند استخدام فتحة قطرها ٩,٠ مم أو أكثر وعينة كتلتها ١٠,٠ غم.

"متوسط" : - عدم تمزق القرص عند استخدام فتحة قطرها ٩,٠ مم ولكن يحدث تمزق عند استخدام فتحة قطرها ٣,٥ مم أو ٦,٠ مم وعينة كتلتها ١٠,٠ غم.

"ضعيف" : - عدم تمزق القرص عند استخدام فتحة قطرها ٣,٥ مم وعينة كتلتها ١٠,٠ غم ولكن يحدث تمزق عند استخدام فتحة قطرها ١,٠ مم أو ٢,٠ مم وعينة كتلتها ١٠,٠ غم أو عند استخدام فتحة قطرها ١,٠ مم وعينة كتلتها ٥٠,٠ غم.

"لا تأثير" : - عدم تمزق القرص عند استخدام فتحة قطرها ١,٠ مم وعينة كتلتها ٥٠,٠ غم.

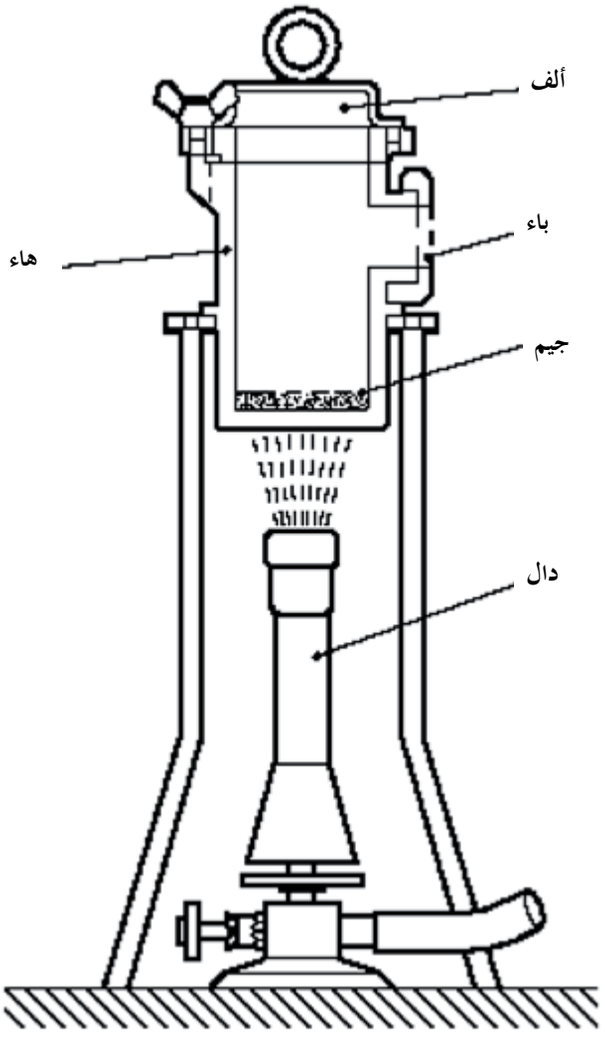
Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٥-٤-٢-٥ *أمثلة للنتائج*

المـــادة	القطر المحدِّد (مم)	النتيجة
آزو ثنائي كربوناميد	١,٥	ضعيف
٢،٢'- آزو ثنائي (٤,٢- ثنائي ميثيلفاليرونيتريل)	٦,٠	متوسط
٢،٢'- آزو ثنائي (أيسوبوتيرونتريل)	٥,٥	متوسط
٢،٢'- آزو ثنائي (٢- ميثيلبوتيرونتريل)	٦,٠	متوسط
فوق أكسي بنـــزوات بوتيل ثالثي	٩,٠	عنيف
فوق أكسي -٢- إثيل هكسانوات بوتيل ثالثي	٦,٠	متوسط
هيدرو فوق أكسيد كوميل، ٨٠٪ مع كومين	١,٠	ضعيف
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل، ٧٥٪ مع ماء	٦,٠	متوسط
فوق أكسيد ثنائي بوتيل ثالثي	٣,٥	متوسط
فوق أكسيد ثنائي كربونات ثنائي ستيل	١,٠	ضعيف
فوق أكسيد ثنائي كوميل	٣,٥	متوسط
٥،٢- ثنائي أثيكوسي -٤- مورفولينوبنـــزين ثنائي أزونيوم كلوريد الزنك، ٩٠٪	< ١,٠ [أ]	لا تأثير
٥،٢- ثنائي أثيكوسي -٤- مورفولينوبنـــزين ثنائي أزونيوم تترافوروبورات، ٩٧٪	< ١,٠	لا تأثير
٥،٢- ثنائي أثيكوسي -٤- (فينيل سلفونيل) - بنـــزين - ثنائي أزونيوم كلوريد الصوديوم، ٦٧٪	< ١,٠	لا تأثير
فوق أكسيد ثنائي لوروبل	٢,٠	ضعيف
فوق أكسيد ثنائي لوروبل، ٤٢٪، انتشار ثابت في الماء	< ١,٠ [أ]	لا تأثير
٣- ميثيل -٤- (بيروليدين -١- يل)بنـــزين - ثنائي أزونيوم كلوريد الصوديوم، ٩٥٪	< ١,٠ [أ]	لا تأثير
٤- نتروسوفينول	١,٠ [أ]	ضعيف

(أ) *أجري الاختبار بعينة وزنها ٥٠ غم.*

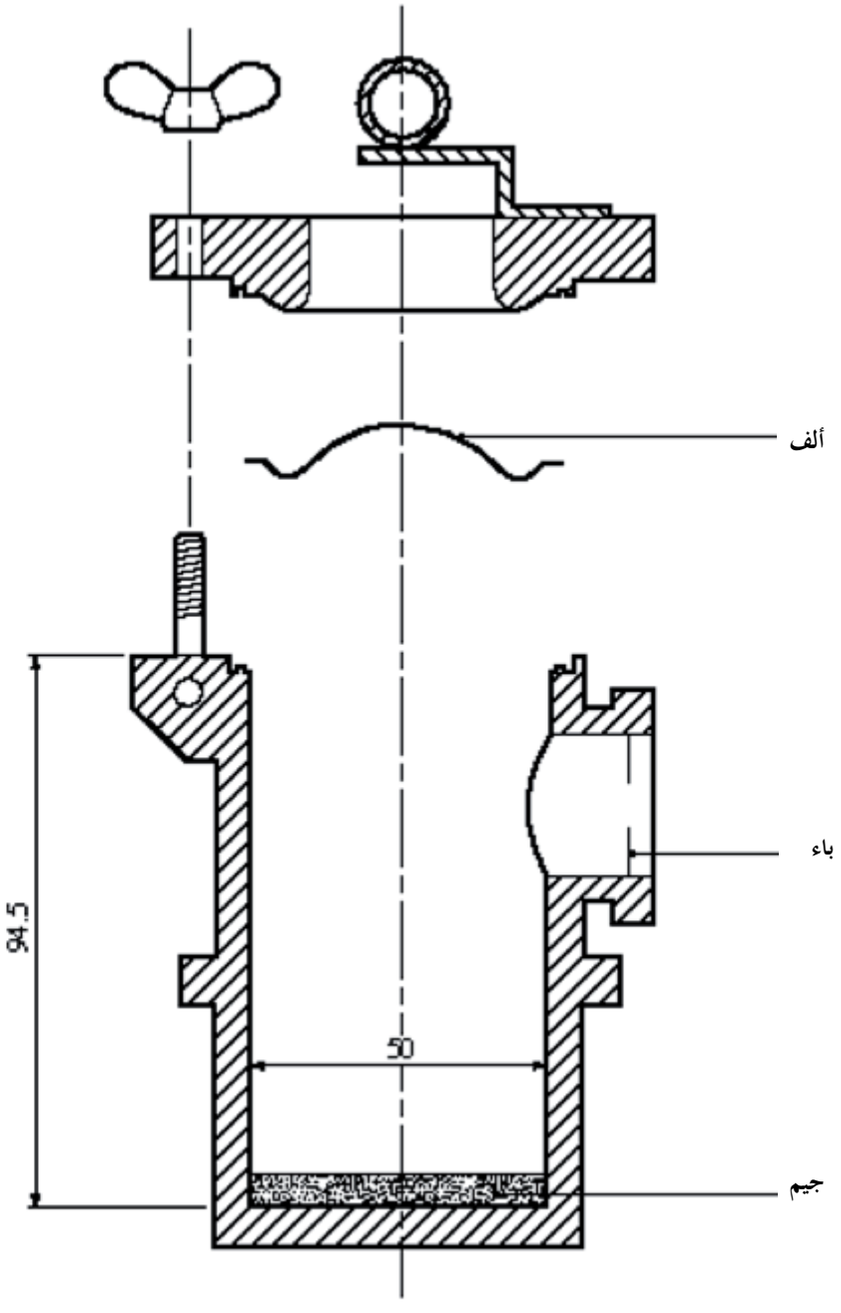
Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	قرص انفجار
(باء)	صفيحة بها فتحة
(جيم)	عينة الاختبار (١٠ غم أو ٥٠ غم)
(دال)	موقد "تيكلو"
(هاء)	وعاء ضغط قطره الداخلي ٥٠ مم وارتفاعه الداخلي ٩٤,٥ مم

الشكل ٢٥-٤-٢-١: الاختبار الهولندي لوعاء الضغط

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف) قرص الانفجار

(باء) صفيحة بها فتحة

(جيم) عينة الاختبار

الشكل ٢٥-٤-٢-٢: مجموعة قرص الانفجار

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٥-٤-٣ *الاختبار هاء -٣: الاختبار الأمريكي لوعاء الضغط*

٢٥-٤-٣-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لتحديد حساسية المواد لتأثير الحرارة الشديدة في حيز مغلق ومحدد. ويمكن استخدام الاختبار مع اختبار آخر للتسخين في حيز مغلق للإجابة على السؤال الوارد في المربعات ٧ و٨ و٩ و١٣ من الشكل ٢٠-١.

٢٥-٤-٣-٢ *الجهاز والمواد*

تستخدم في هذا الاختبار الأجهزة والمواد التالية:

(أ) وعاء الاختبار: وعاء ضغط اسطواني من الفولاذ المقاوم للصدأ من نوع ٣١٦ (انظر الشكل ٢٥-٤-٣-١)؛

(ب) حامل وعاء الضغط (انظر الشكل ٢٥-٤-٣-٢)؛

(ج) سخان كهربائي (٧٠٠ واط، مثلاً)؛

(د) حامل العينة: كوب من الألومنيوم أبعاده ٢٨ مم × ٣٠ مم؛

(هـ) أقراص التمزق: أقراص تمزق من الألومنيوم قطرها ٣٨ مم وتتحمل ضغطاً قدره ٦٢٠ ± ٥٠ كيلوباسكال عند درجة حرارة قدرها ٢٢ °مئوية؛

(و) أقراص ذات فتحات سمكها ٢ مم وأقطار فتحاتها كما يلي (مم): ١,٠ و١,٢ و٢,٠ و٣,٠ و٣,٥ و٥,٠ و٦,٠ و٨,٠ و٩,٠ و١٢,٠ و١٦,٠ و٢٤,٠.

٢٥-٤-٣-٣ *طريقة الاختبار*

٢٥-٤-٣-٣-١ يبين الشكل ٢٥-٤-٣-١ التركيب العام للجهاز. وينبغي التأكد من معدل التسخين بتسخين ٥,٠ غم من فثالات ثنائي بوتيل في كوب عينة في وعاء الضغط وقياس درجة حرارتها. ويسجل الوقت اللازم لرفع درجة حرارة فثالات ثنائي بوتيل من ٥٠ °مئوية إلى ٢٠٠ °مئوية ويحسب معدل التسخين. وينبغي أن يكون معدل التسخين ٠,٥ ± ٠,١ كلفن/ث. وتوضع في الفتحة الجانبية صفيحة بها فتحة يزيد قطرها على القطر المتوقع أن يتسبب في حدوث تمزق.

٢٥-٤-٣-٣-٢ توزن بدقة في كوب من الألومنيوم عينة وزنها ٥,٠ غم من المادة التي سيتم اختبارها. وبعد ذلك ينزل الكوب ويوضع بواسطة ملقط في وسط وعاء الضغط. ويوضع قرص التمزق في مكانه ويثبت بإحكام بمسامير الشفة. ويصب ماء على قرص التمزق كي يبقى بارداً نسبياً. ويدار مفتاح السخان على الوضع المناسب قبل بداية الاختبار بثلاثين دقيقة على الأقل. ويتم إدخال وعاء الاختبار في حامل الوعاء ويوضع على السخان. وهذا الماسك المسطح يمنع سقوط وعاء الاختبار، كما أنه يحول دون وصول الأبخرة المتسربة من الفتحة إلى لوح التسخين. ويسجل الوقت الذي ينقضي إلى أن يحدث التحلل.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٥-٤-٣-٣ إذا لم يتمزق قرص الضغط تعاد التجربة باستخدام فتحات أصغر إلى أن يحدث تمزق. وفي حال حدوث تمزق للقرص تعاد التجربة باستخدام قطر الفتحة الأكبر التالي إلى أن يتم الوصول إلى القطر الذي لا يحدث عنده تمزق في ثلاث اختبارات متتالية.

٢٥-٤-٣-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٥-٤-٣-٤-١ يُرمز إلى الفتحة ذات أصغر قطر لا يؤدي إلى انفجار قرص التمزق أثناء التحلل برقم الاختبار الأمريكي لوعاء الضغط USA-PVT. ويُستخدم هذا الرقم كمقياس للتأثيرات الناتجة عن تسخين مادة ما في حيز مغلق في ظروف محددة. وأرقام الاختبار الأمريكي لوعاء الضغط لجميع المواد تستند إلى ظروف الاختبار نفسها ومعدل التسخين نفسه.

٢٥-٤-٣-٤-٢ يُحدد تأثير تسخين المادة في حيز مغلق وفقاً للمعايير التالية:

"عنيف" : – المواد ذات أرقام الاختبار من ٩,٠ إلى ٢٤,٠.

"متوسط" : – المواد ذات أرقام الاختبار من ٣,٥ إلى ٨,٠.

"ضعيف" : – المواد ذات أرقام الاختبار من ١,٢ إلى ٣,٠.

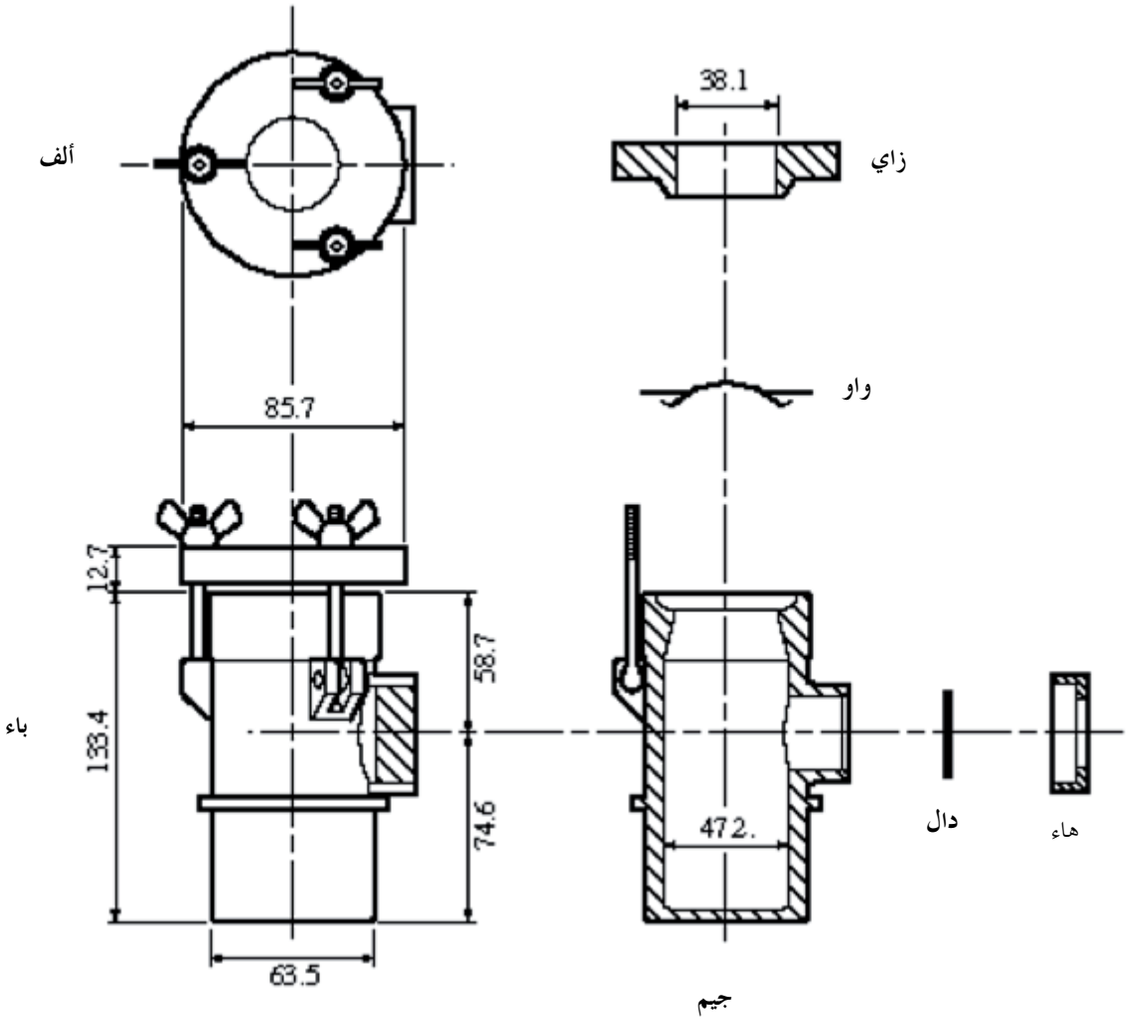
"لا تأثير" : – المواد ذات رقم الاختبار ١,٠.

٢٥-٤-٣-٥ *أمثلة للنتائج*

المادة	رقم الاختبار وعاء الضغط الأمريكي	النتيجة
هيدرو فوق أكسيد بوتيل ثالثي، ٧٠٪ مع ماء	١,٠	لا تأثير
فوق أكسي خلات بوتيل ثالثي، محلول بتركيز ٧٥٪	٨,٠	متوسط
فوق أكسي بنزوات بوتيل ثالثي	٨,٠	متوسط
كربونات أيسوبروبيل وفوق أكسي بوتيل ثالثي، محلول بتركيز ٧٥٪	٢,٠	ضعيف
فوق أكسي بيفالات بوتيل ثالثي، محلول بتركيز ٧٥٪	٤,٥[أ]	متوسط
هيدرو فوق أكسيد كوميل، ٨٥٪ مع كومين	١,٠	لا تأثير
فوق أكسيد ثنائي بنزويل	١٨,٠[أ]	عنيف
فوق أكسيد ثنائي بوتيل ثالثي	١,٠	لا تأثير
فوق أكسيد ثنائي كوميل	٢,٠	ضعيف
فوق أكسيد ثنائي كوميل، مع مادة صلبة خاملة بنسبة ٦٠٪	١,٠	لا تأثير
فوق أكسيد ثنائي لورويل	٦,٠	متوسط
٢،٥- ثنائي ميثيل -٢،٥- ثنائي - (فوق أكسي بوتيل ثالثي) هكسين -٣	٩,٠	عنيف

(أ) *أقطار وسيطة، لم تعد مستعملة.*

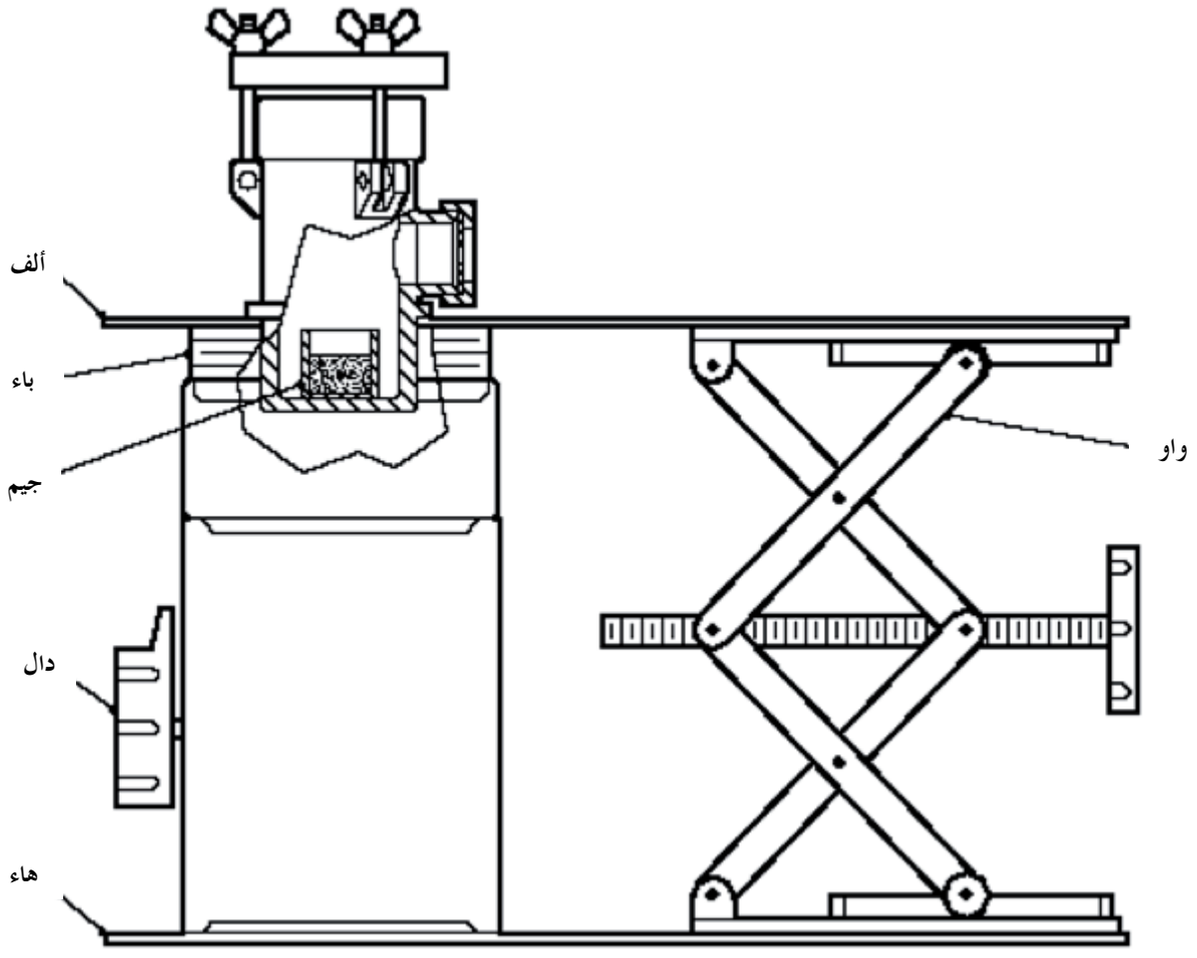
Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	مسقط أفقي للغطاء
(باء)	مسقط جانبي للمجموعة
(جيم)	بدن وعاء الضغط
(دال)	صفيحة بها فتحة
(هاء)	صامولة لتثبيت الصفيحة التي بها فتحة
(واو)	قرص الانفجار
(زاي)	غطاء

الشكل ٢٥-٤-٣-١: الاختبار الأمريكي لوعاء الضغط

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	حاجز واق
(باء)	عازل حراري
(جيم)	وعاء العينة
(دال)	سخان كهربائي
(هاء)	قاعدة
(واو)	رافعة النوع المستخدم في المختبرات

الشكل ٢٥-٤-٣-٢: جهاز الاختبار والدعامة (مسقط جانبي)

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

الفرع ٢٦

مجموعة الاختبارات واو

٢٦-١ مقدمة

٢٦-١-١ تتألف مجموعة الاختبارات واو من اختبارات تجرى في المختبرات ومعايير تتعلق بقوة انفجار المواد حسب المطلوب في المربع ١٢ من الشكل ٢٠-١. واختبارات المجموعة واو تطبق على المواد التي يُنظر في نقلها في حاويات سوائب وسيطة أو حاويات صهاريج أو في إعفائها من الاشتراطات التي تطبق على المواد الذاتية التفاعل المدرجة في الشعبة ٤-١ أو على الأكاسيد الفوقية العضوية المدرجة في الشعبة ٥-٢ (انظر المربع ١١ من الشكل ٢٠-١). أما المواد التي لا يُنظر في شحنها على هذا النحو أو في إعفائها، فيمكن إدراجها في النوع هاء دون إجراء المزيد من الاختبارات.

٢٦-١-٢ ويمكن أيضاً استخدام جميع الاختبارات، ما عدا الاختبار هاء -٥، للمواد التي يجرى اختبارها لتحديد قدرتها على نشر انفجار (انظر الفرع ٢١-٢-٢).

٢٦-٢ طرق الاختبار

تستند الإجابة على السؤال "ما هي قوة انفجارها؟" (المربع ١٢ من الشكل ٢٠-١) إلى نتائج واحد من الاختبارات الواردة في الجدول ٢٦-١.

الجدول ٢٦-١: طرق الاختبار لمجموعة الاختبارات واو

رمز الاختبار	اسم الاختبار	الفرع
واو -١	اختبار الهاون التسياري "MK. IIID"	٢٦-٤-١
واو -٢	اختبار الهاون التسياري	٢٦-٤-٢
واو -٣	اختبار تراوزل BAM	٢٦-٤-٣
واو -٤	اختبار تراوزل المعدَّل[أ]	٢٦-٤-٤
واو -٥	وعاء الضغط العالي	٢٦-٤-٥

(أ) *اختبار موصى به.*

٢٦-٣ ظروف الاختبار

٢٦-٣-١ ***ينبغي أن تجرى الخطوات الأولية (انظر الفرع ٢٠-٣) قبل إجراء هذا الاختبار.***

٢٦-٣-٢ نتائج الاختبارات واو -١ إلى واو -٤ تعتمد على حساسية المادة للصدمة التفجيرية وعلى قوة المفجِّر المستخدم. وإذا كانت النتائج أقل كثيراً من نتائج الاختبارات التي تجرى لمواد مماثلة، فإنه يمكن استخدام وسائل تفجيرية أكثر قوة مع إدخال التعديلات المناسبة (مثل الإشعال بغاز خامل) على معايير الاختبار.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٦-٣-٣ ينبغي أن تجرى الاختبارات عند درجة حرارة الغرفة. غير أنه إذا كانت درجة حرارة الضبط أقل من درجة حرارة الغرفة، ينبغي اتخاذ احتياطات السلامة الملائمة. وإذا كانت المادة تنقل مع ضبط درجة الحرارة كمادة صلبة ولكنها تتحول إلى سائل عند درجة حرارة الغرفة، فينبغي أن يجرى الاختبار عند درجة حرارة تقل قليلاً عن نقطة الانصهار.

٢٦-٤ وصف اختبارات المجموعة واو

٢٦-٤-١ *الاختبار واو-١: اختبار الهاون التسياري "MK. IIID"*

٢٦-٤-١-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لقياس قوة انفجار مادة ما. ويتم إشعال مفجِّر في المادة وهي موضوعة في حيز مغلق هو ماسورة الهاون. ويقاس ارتداد (تأرجح) الهاون وتحسب القوة، بعد أخذ تأثير المفجِّر في الاعتبار، كنسبة مئوية في مكافئ طاقة حمض البكريك، وهو المادة المتفجرة المعيارية. ويمكن استخدام الاختبار للإجابة على السؤال الوارد في المربع ١٢ من الشكل ٢٠-١.

٢٦-٤-١-٢ *الجهاز والمواد*

٢٦-٤-١-٢-١ يتكون الهاون من أنبوبة فولاذية طولها ٤٥٧ مم وقطرها الخارجي ٢٠٣ مم، وهي مسدودة عند أحد طرفيها وبها تجويف طوله ٢٢٩ مم وقطره الداخلي ٢٥ مم ومفلَّج عند أحد طرفيه. والهاون مُعلق بواسطة أربعة كابلات من الفولاذ الذي لا يصدأ مثبتة من كلا الطرفين بواسطة مسامير قارورية ملولبة ومحاور ارتكاز، بما يسمح لها بالتأرجح بحرية. ويبلغ الوزن الإجمالي ١١٣,٢ كغم تقريباً وطول التعليق ٢٠٨٠ مم. ويوجد دبوس، مثبت عند نهاية ذراع جر بمفاصل مركَّبة على الهاون، ويرسم على لوحة أفقية خطاً يتناسب طوله مع مقدار التأرجح الأفقي للهاون. وهيكل الهاون مكون من قطعتين هما غلاف خارجي من الفولاذ الطري واسطوانة داخلية من فولاذ "Vibrac V30" المعالج حرارياً بحيث تبلغ مقاومته للإجهاد ٧٧٢ ميغاباسكال. وهذه الاسطوانة مثبتة بواسطة صفيحة احتجاز حلقية (الشكل ٢٦-٤-١-١).

٢٦-٤-١-٢-٢ الرمل المستخدم من أجل السد رمل كوارتزي جاف نظيف مغربل بحيث يمر من خلال غربال قطر ثقوبه ٦٠٠ ميكرون بالمعيار البريطاني ويحجزه غربال قطر ثقوبه ٢٥٠ ميكروناً بالمعيار البريطاني. وحمض البكريك يكون في شكل بلورات نقية وجافة ومغربلة بالطريقة ذاتها. وحمض البوريك (من الرتبة المستخدمة في التحليلات) مغربل بحيث يمر من خلال غربال قطر ثقوبه ٥٠٠ ميكرون بالمعيار البريطاني. وأكياس الشحنات اسطوانية وقطرها ٢٥ مم ومصنوعة من الورق الرقيق. وكيس الشحنة الداخلي طوله ٩٠ مم، وكيس الشحنة الخارجي طوله ٢٠٠ مم.

٢٦-٤-١-٢-٣ المفجر المستخدم هو مفجر مسطح القاعدة مغلف بالألومنيوم ويحتوي على ٠,٦ غم من رابع نترات خماسي إريثريتول.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٦-٤-١-٣ *طريقة الاختبار*

٢٦-٤-١-٣-١ تجرى عادة اختبارات الصدم والاحتكاك والشرارة الكهربائية على المادة قبل اختبارها في الهاون. ويتم حشو كيس الشحنة الداخلي بكمية من المادة وزنها ١٠,٠٠ ± ٠,٠١ غم. ويوضع المفجر في تجويف في المادة عمقه ٦ مم يتم حفره في المادة بواسطة قضيب من الفوسفور والبرونز، ويتم لف عنق الكيس حول المفجر. وبعد ذلك توضع الشحنة في الكيس الخارجي وتضغط إلى أسفل بواسطة أداة خاصة. ويوضع ٥٧ غم من الرمل المغربل في الكيس الخارجي ويتم ضغطها بالطرق عليها برفق. ويلف عنق الكيس الخارجي حول أسلاك المفجر، وتوضع الشحنة بكاملها في تجويف الهاون وتكبس بواسطة الأداة الخاصة بذلك. ويتم إشعال المفجر ويقاس مجموع التأرجح الأفقي (S). ويجرى الاختبار ثلاث مرات ويحسب مقدار التأرجح المتوسط (S_m) للمادة.

٢٦-٤-١-٣-٢ تختبر السوائل باستخدام وعاء زجاجي[(١)] اسطواني سعته ١٦ مليلتراً تقريباً بدلاً من كيس العبوة الورقي. ويقلَّل قطر الطرف المفتوح من الوعاء ليصبح أنبوبة ضيقة قطرها ٨ مم وطولها ٨ مم. والمفجر المعياري المغلف في أنابيب من البوليثين ذات طول مناسب يكون بمثابة مانع للتسرب عند عنق الوعاء. وبعد ذلك يوضع الوعاء داخل كيس العبوة الخارجي كما هو الحال بالنسبة للمواد الصلبة.

٢٦-٤-١-٣-٣ القيمة المعيارية لحمض البكريك والقيمة المعيارية للمفجِّر المقدرة في حالة استخدام أكياس العبوة الورقية يمكن استخدامهما في حساب مكافئ القوة التفجيرية للسوائل التي يتم تفجيرها في أوعية زجاجية.

٢٦-٤-١-٣-٤ عند وضع اسطوانة داخلية جديدة في الغلاف الخارجي للهاون، يتم الحصول على التأرجح المتوسط (متوسط ١٠ عمليات إطلاق) الذي يعطيه حامض البوريك (B_m) وحامض البكريك (P_m).

٢٦-٤-١-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٦-٤-١-٤-١ تحسب قوة الانفجار (P) عن طريق المعادلة $P = 100 \times \frac{\left(S_m{}^2 - B_m{}^2\right)}{\left(P_m{}^2 - B_m{}^2\right)}$ نسبة مئوية (مقربة إلى أقرب عدد صحيح) من القيمة التي يعطيها حامض البكريك.

٢٦-٤-١-٤-٢ معايير الاختبار هي كما يلي:

"غير ضعيفة" : - قيم قوة الانفجار تبلغ ٧٪، أو أكثر، من القيمة التي يعطيها حمض البكريك.

"ضعيفة" : - قيم قوة الانفجار تقل عن ٧٪ من القيمة التي يعطيها حمض البكريك ولكنها تزيد على ١٪ من القيمة التي يعطيها حمض البكريك.

"منعدمة" : - قيم قوة الانفجار تبلغ ١٪، أو أقل، من القيمة التي يعطيها حمض البكريك.

---

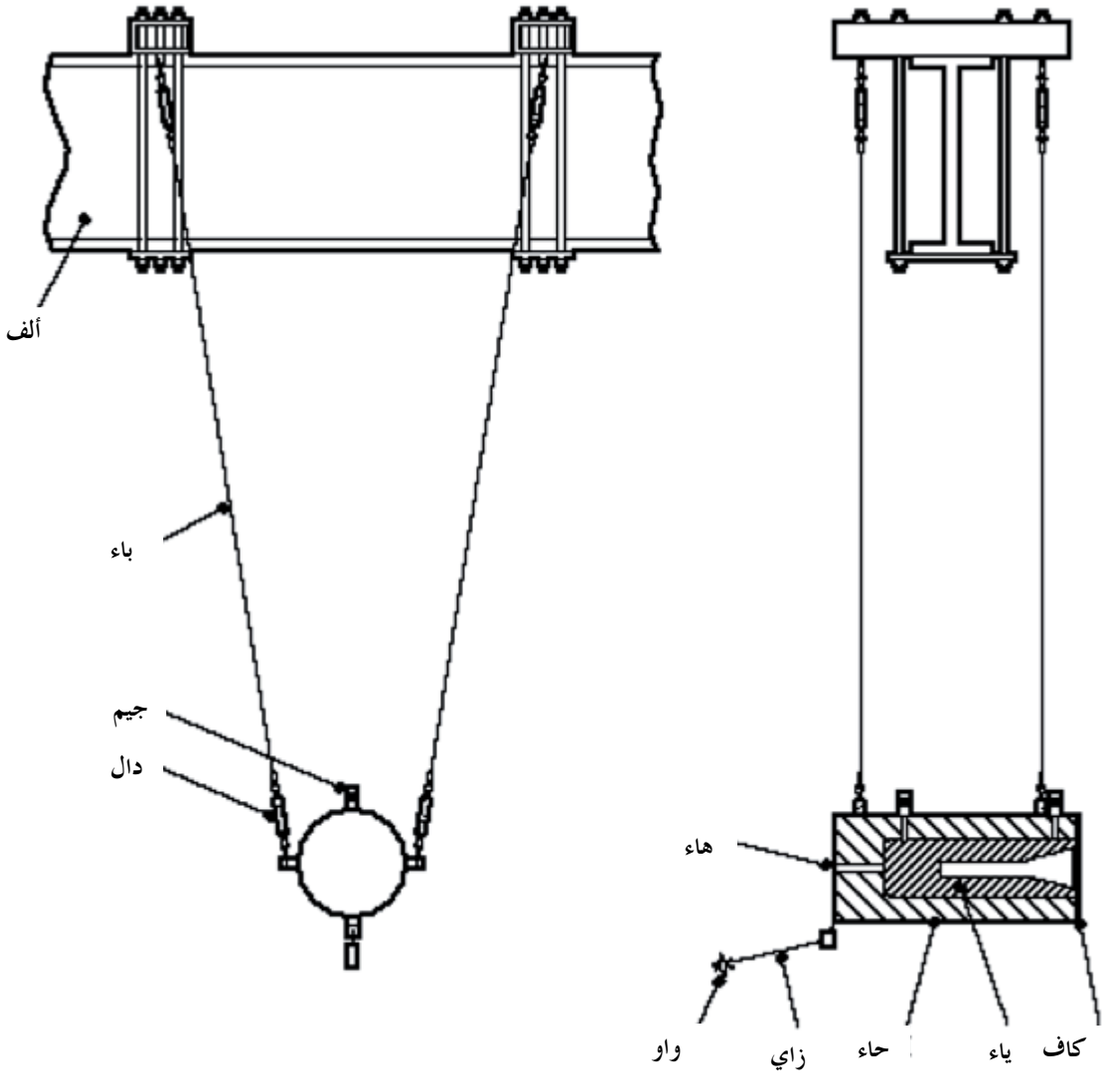
(١) *قد يؤدي استخدام أوعية زجاجية مع المتفجرات القوية إلى إلحاق أضرار ببطانة الهاون. وعمليات الإشعال الاختبارية التي أجريت بواسطة حمض البكريك في الأوعية الزجاجية أحدثت بلى شديداً ولكنها أعطت نفس نتائج إشعال حمض البكريك في أكياس عبوة ورقية.*

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٦-٤-١-٥ *أمثلة للنتائج*

المـــادة	النسبة المئوية المتوسطة لحامض البكريك	النتيجة
هيدرو فوق أكسيد بوتيل ثالثي، ٧٠٪ مع ماء	٢	ضعيفة
فوق أكسي البلدان النامية—زوات بوتيل ثالثي	١٣	غير ضعيفة
فوق أكسي -٢- إثيل هكسانوات بوتيل ثالثي	٨	غير ضعيفة
هيدرو فوق أكسيد كوميل، ٨٠٪ مع كومين	٤	ضعيفة
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل	٨	غير ضعيفة
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل، ٧٥٪ مع ماء	٦	ضعيفة
فوق أكسيد ثنائي بوتيل ثالثي	٨	غير ضعيفة
فوق أكسيد ثاني كربونات ثنائي ستيل	١	منعدمة
فوق أكسيد ثنائي كوميل، مع مادة صلبة خاملة بنسبة ٦٠٪	١	منعدمة
فوق أكسيد ثنائي لورويل	١	منعدمة
٥،٢- ثنائي ميثيل -٢،٥- ثنائي (فوق أكسي بوتيل ثالثي) - هكسين -٣	١٧	غير ضعيفة
أحادي فوق أكسي - فثالات المغنسيوم، سداسي هيـــدرات، ٨٥٪ مـــع كبريتات المغنسيوم	١	منعدمة

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	كمرة تعليق	(باء)	سلك تعليق
(جيم)	مسامير ملولبة لتثبيت البطانة	(دال)	مسامير قارورية ملولبة
(هاء)	ثقب لتسهيل إزالة البطانة	(واو)	حامل إبرة التسجيل
(زاي)	ذراع جر إبرة تسجيل ذات مفاصل	(حاء)	الغلاف الخارجي لبدن الهاون
(ياء)	بطانة داخلية	(كاف)	صفيحة احتجاز حلقية

الشكل ٢٦-٤-١-١: الهاون التسياري MK. IIID

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٦-٤-٢ *الاختبار واو -٢: اختبار الهاون التسياري*

٢٦-٤-٢-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لقياس قوة انفجار مادة ما. ويتم إشعال مفجِّر في المادة، وهي موضوعة في حيز مغلق، بواسطة مقذوف من الصلب. ويقاس ارتداد الهاون وتحسب القوة كنسبة مئوية من مكافئ حمض البكريك - وهو المادة المتفجرة المعيارية. ويمكن استخدام الاختبار للإجابة على السؤال الوارد في المربع ١٢ من الشكل ٢٠-١.

٢٦-٤-٢-٢ *الجهاز والمواد*

٢٦-٤-٢-٢-١ الهاون

يصنع الهاون من فولاذ النيكل كروم وزنه ٢٤٨,٥٠ ± ٠,٢٥ كغم. وهو اسطواني الشكل ويتكون التجويف المحوري، من مقدمته إلى مؤخرته، من حامل المقذوف وغرفة التفجير، ومنفذ لأسلاك توصيل المفجر. وأبعاد الهاون تتغير أثناء الاستعمال (تتسع غرفة التفجير بصفة خاصة)، مما يؤدي إلى تناقص الارتداد مع تفجير شحنة معينة. والشحنة المرجعية المستخدمة هي ١٠,٠٠ غم من حامض البكريك (انظر الفقرة ٢٦-٤-٢-٢-٧). ويستعاض عن الهاون المستعمل بهاون جديد عندما يصبح متوسط الطاقة المنطلقة في التفجيرات العشرة الأخيرة أقل من ٩٠ في المائة من الطاقة المتوسطة المتولدة في التفجيرات العشرة الأولى (في درجات حرارة مماثلة وباستخدام مقذوف في حالة جيدة).

٢٦-٤-٢-٢-٢ البندول التسياري

يعلَّق الهاون بواسطة أذرع فولاذية مركبة على محور أفقي مثبت على محمل دلفيني. ويصبح بندول الهاون تسيارياً بربط ثقل فولاذي تحته. والشكل ٢٦-٤-٢-١ يمثل بندولاً تسيارياً يتصف بالخصائص الرئيسية التالية:

فترة التذبذب	٣,٤٧ ثانية
وزن الكتلة المتذبذبة	٤٧٩ كغم
المسافة بين محور الدوران ومحور الهاون	٢,٩٩ م

وتستخدم لقياس الارتداد مترلقة مركبة على القطاع المدرّج وتزاح بواسطة ذراع جانبية متصلة بالهاون. والمقياس المرسوم على القطاع يتناسب مع (١ - جتا "أ")، حيث "أ" هي زاوية ارتداد البندول، أي بما يتناسب مع الشغل المبذول.

٢٦-٤-٢-٢-٣ المقذوف

المقذوف عبارة عن اسطوانة فولاذية. ويتم عملياً تعديل الأبعاد (القطر ١٢٧ مم والطول ١٦٢ مم) لاستيفاء الشروط التالية:

(أ) أن تكون الفجوة بين المقذوف، عندما يكون جديداً ومبيته في الهاون، أقل من ٠,١ مم؛

(ب) أن تكون كتلة المقذوف، عندما يكون جديداً، ١٦,٠٠ ± ٠,٠١ كغم.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

وينبغي تغيير أي مقذوف متآكل عندما تتجاوز الفجوة الموجودة بينه وبين مبيته في الهاون ٠,٢٥ مم. وعند التفجير، يطلق المقذوف عادة بسرعة تتراوح بين ١٠٠ و٢٠٠ كم في الساعة. واستخدام وعاء مبطن بمادة ماصة للصدمات يجعل من الممكن وقف المقذوف دون أن يتعرض للتلف.

٢٦-٤-٢-٢-٤ أوعية العينات

عند اختبار السوائل، تستخدم لاحتواء عينات الاختبار قوارير زجاجية صغيرة وزنها ١٦ غم ولها فتحات تعبئة وتجويف لاحتواء المفجر (انظر الشكل ٢٦-٤-٢-٣). وتوضع المواد الأخرى (الصلبة أو الحبيبية أو العجينية، أو غيرها) في أوعية عينات اسطوانية قطرها ٢٠ مم ومصنوعة من رقائق قصديرية سمكها ٠,٠٣ مم ووزنها حوالي ٢ غم. وهذا، ينطبق مثلاً، على شحنات حامض البكريك.

٢٦-٤-٢-٢-٥ الدعامات

تستخدم دعامة حلقية من الأسلاك الفولاذية لها ثلاثة أرجل، مبينة في الشكل ٢٦-٤-٢-٢، لجعل الشحنة متمركزة في منتصف غرفة التفجير (للتقليل من تآكل الهاون).

٢٦-٤-٢-٢-٦ المفجِّرات

المفجِّرات هي مفجِّرات قياسية أوروبية مشحونة بمقدار ٠,٦ غم من رابع نترات خماسي إريثريتول، على النحو المبين في التذييل ١.

٢٦-٤-٢-٢-٧ حامض البكريك (المادة المرجعية)

يكون حامض البكريك نقياً مسحوقاً ويقل قطر حبيباته عن ٠,٥ مم، كما أنه يكون مجففاً عند درجة حرارة ١٠٠ °مئوية، ويحفظ في قارورة مسدودة بإحكام.

٢٦-٤-٢-٣ *طريقة الاختبار*

٢٦-٤-٢-٣-١ إعداد الشحنة

٢٦-٤-٢-٣-١-١ تختبر المواد الصلبة المدمجة وهي في شكل كتل اسطوانية قطرها ٢٠ ± ١ مم ويوجد في أحد طرفيها تجويف محوري (قطره ٧,٣ ± ٠,٢ مم، وعمقه ١٢ مم) لاستيعاب المفجِّر. وينبغي أن يكون وزن كل كتلة ١٠,٠ ± ٠,١ غم. ولإعداد الشحنة، تغلف الكتلة برقائق قصديرية سمكها ٠,٠٣ مم وكتلتها ٢ غم تقريباً. ويوضع المفجر في مبيته ويُضغط طرف الغلاف الرقائقي حول رأس المفجِّر (انظر الشكل ٢٦-٤-٢-٣).

٢٦-٤-٢-٣-١-٢ المواد، خلاف السوائل، تتم تعبئتها بكثافة طبيعية في أغلفة من الرقائق القصديرية، ويبلغ وزن كل شحنة اختبارية ١٠,٠ ± ٠,١ غم. ويوضع المفجِّر على عمق ١٢ مم تقريباً في المادة. ويُلف طرف الغلاف حول رأس المفجِّر (انظر الشكل ٢٦-٤-٢-٣).

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٦-٤-٢-٣-١-٣ بالنسبة للسوائل، توضع شحنة وزنها ١٠,٠ ± ٠,١ غم من المادة المراد اختبارها في قارورة زجاجية صغيرة. ويوضع المفجر في مبيته. وإذا لزم الأمر يمكن استخدام أسلاك معدنية لتثبيته في مكانه (ولكن لا تُستخدم بأي حال من الأحوال مواد قابلة للاحتراق).

٢٦-٤-٢-٣-١-٤ يتم أيضاً إعداد شحنات من حامض البكريك وزنها ١٠,٠ ± ٠,١ غم، بكثافة طبيعية، في أغلفة رقائقية. ويوضع المفجِّر على عمق ١٢ مم تقريباً في حامض البكريك. ويلف طرف الغلاف حول رأس المفجِّر.

٢٦-٤-٢-٣-٢ الاختبار التجريبي

٢٦-٤-٢-٣-٢-١ تكبس الشحنة، وهي موضوعة في حامل للشحنات، في غرفة التفجير (انظر الفقرة ٢٦-٤-٢-٢-٥)، بحيث يكون رأس المفجِّر ملامساً للسطح الخلفي للغرفة (انظر الشكل ٢٦-٤-٢-٣).

٢٦-٤-٢-٣-٢-٢ يتم تشحيم المقذوف بشحم تزليق ذي نوعية ثابتة، ويوضع ويضغط في مبيته في الهاون. وتجنباً لأي تشتت في النتائج، بسبب إمكانية حدوث تغير في شكل الهاون أو المقذوف، يتم التحقق من موضع المقذوف بالنسبة لمبيت الهاون ويتم تسجيل هذا الموضع.

٢٦-٤-٢-٣-٢-٣ توضع المترلقة (انظر الشكل ٢٦-٤-٢-٢-٢) لتلامس الذراع المتحرك بحيث يمكن قياس ارتداد البندول. وبعد التفجير، يسجل انحراف البندول (D)، أي النقطة التي تبقى عندها المترلقة على القطاع المدرّج في نهاية التأرجح.

٢٦-٤-٢-٣-٢-٤ يجب بعد ذلك تنظيف المقذوف والتجويف بعناية.

٢٦-٤-٢-٤ *إجراء الاختبار*

٢٦-٤-٢-٤-١ تجرى أولاً أربعة تفجيرات باستخدام حامض البكريك. ويحسب متوسط الانحرافات الأربعة التي يتم الحصول عليها. وينبغي أن يبلغ هذا المتوسط حوالي ١٠٠، بوحدة قوة الانفجار التحكمية المعتمدة في مقياس القطاع الذي يقاس عليه ارتداد البندول. وينبغي ألا يزيد التباين في نتائج التفجيرات الأربعة عن وحدة واحدة، وفي هذه الحالة، تكون القيمة D_0 هي متوسط الانحرافات الأربعة المقيسة. وإذا زاد التباين، في إحدى النتائج، عن المتوسط بأكثر من وحدة واحدة، فإن هذه النتيجة تهمل وتكون القيمة D_0 هي متوسط النتائج الثلاث الأخرى.

٢٦-٤-٢-٤-٢ تُسجل درجة حرارة الغرفة.

٢٦-٤-٢-٤-٣ بعد ذلك تكرر خطوات الاختبار بالمادة المراد اختبارها، بحيث لا يقل عدد التفجيرات عن ثلاثة، وتكون الانحرافات التي يتم الحصول عليها هي D_1 وD_2 وD_3، وهكذا. وقوة الانفجار المقابلة، محسوبة كنسبة مئوية من النتيجة بالنسبة لحامض البكريك، تحسب بواسطة المعادلة التالية:

$$T_k = 100 \times D_k/D_0 \quad \text{حيث} \quad k = 1, 2, 3, \ldots$$

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

أو، فيما يتعلق بالسوائل التي يتم تفجيرها في قوارير زجاجية صغيرة، بواسطة المعادلة التالية:

$$T_k = 200 \times D_k/D_o \quad \text{حيث} \quad k = 1, 2, 3, \ldots$$

٢٦-٤-٢-٤-٤ بعد ذلك تحسب قيمة T_k المتوسطة. والنتيجة، مقربة إلى أقرب عدد صحيح، تسمى "قوة الانفجار في الهاون التسياري".

ملحوظة: *عندما يتعين اختبار عدة مواد على التوالي خلال نصف يوم واحد، لا يجرى سوى سلسلة واحدة من أربعة تفجيرات بحامض البكريك في نصف اليوم.*

٢٦-٤-٢-٥ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٦-٤-٢-٥-١ تعرض نتيجة الاختبار بالتفصيل بإعطاء النتائج T_1 وT_2 وT_3 ... وقيمة قوة الانفجار في الهاون التسياري ودرجة حرارة الغرفة.

٢٦-٤-٢-٥-٢ معايير الاختبار هي كما يلي:

"غير ضعيفة" : - قيم قوة الانفجار في الهاون التسياري ٧ أو أكثر؛

"ضعيفة" : - قيم قوة الانفجار في الهاون التسياري تقل عن ٧ ولكنها أكثر من ١؛

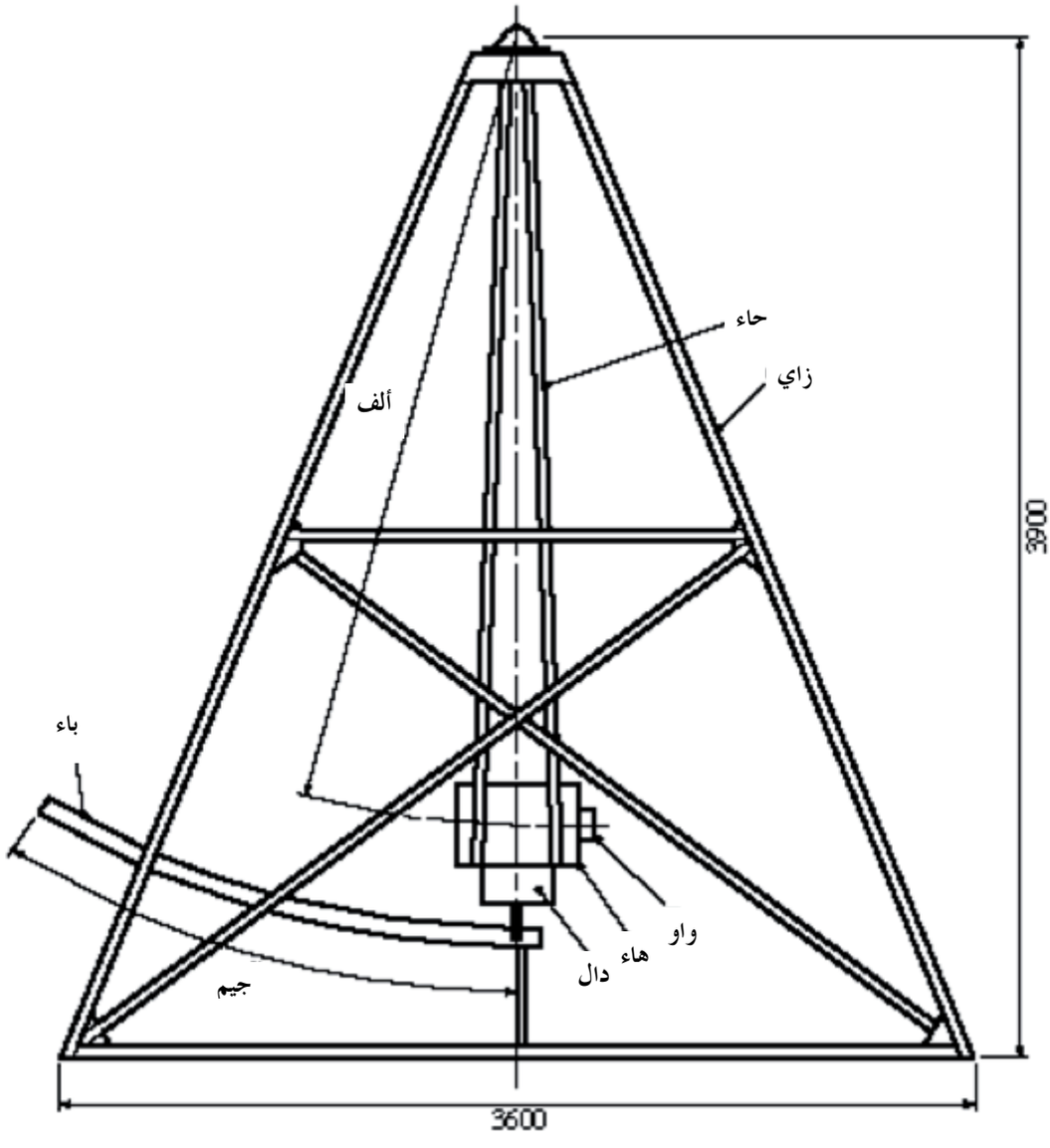
"لا" : - قيم قوة الانفجار في الهاون التسياري ١ أو أقل.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٦-٢-٤-٢٦ *أمثلة للنتائج*

المـــــادة	قيمة قوة الانفجار في الهاون التسياري	النتيجة
٢،٢'- آزو ثنائي أيسوبوتيل نتريل	١٣	غير ضعيفة
فوق أكسي بنـــزوات بوتيل ثالثي	١٦	غير ضعيفة
فوق أكسي -٢- إثيل هكسانوات بوتيل ثالثي	٧	غير ضعيفة
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل	١٦	غير ضعيفة
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل، ٧٥٪ مع ماء	٨	غير ضعيفة
فوق أكسيد ثنائي بوتيل ثالثي	٧	غير ضعيفة
فوق أكسيد ثنائي لورويل	٥	ضعيفة
هيدرو فوق أكسيد بارا - منثيل، ٥٥٪ مع بارا-منثان	٣	ضعيفة
حامض فوق أكسي خليك، ٣٦٪ في مخلوط مـــع ١٩٪ مـــاء و٣٦٪ حامض الخليك و٦٪ فوق أكسيد الهيدروجين، مع مادة للتثبيت	٢٧	غير ضعيفة
هيدرو فوق أكسيد بينانيل، ٥٤٪ في بينان	٢	ضعيفة
حامض البكريك	١٠٠	
ثلاثي نتروطولوين	٩٥	
رمـــل	١	

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف) المسافة بين المحورين ٢٩٠٥ مم

(باء) مقياس مدرَّج

(جيم) زاوية التأرجح ٣٠°

(دال) ثقل

(هاء) الهاون

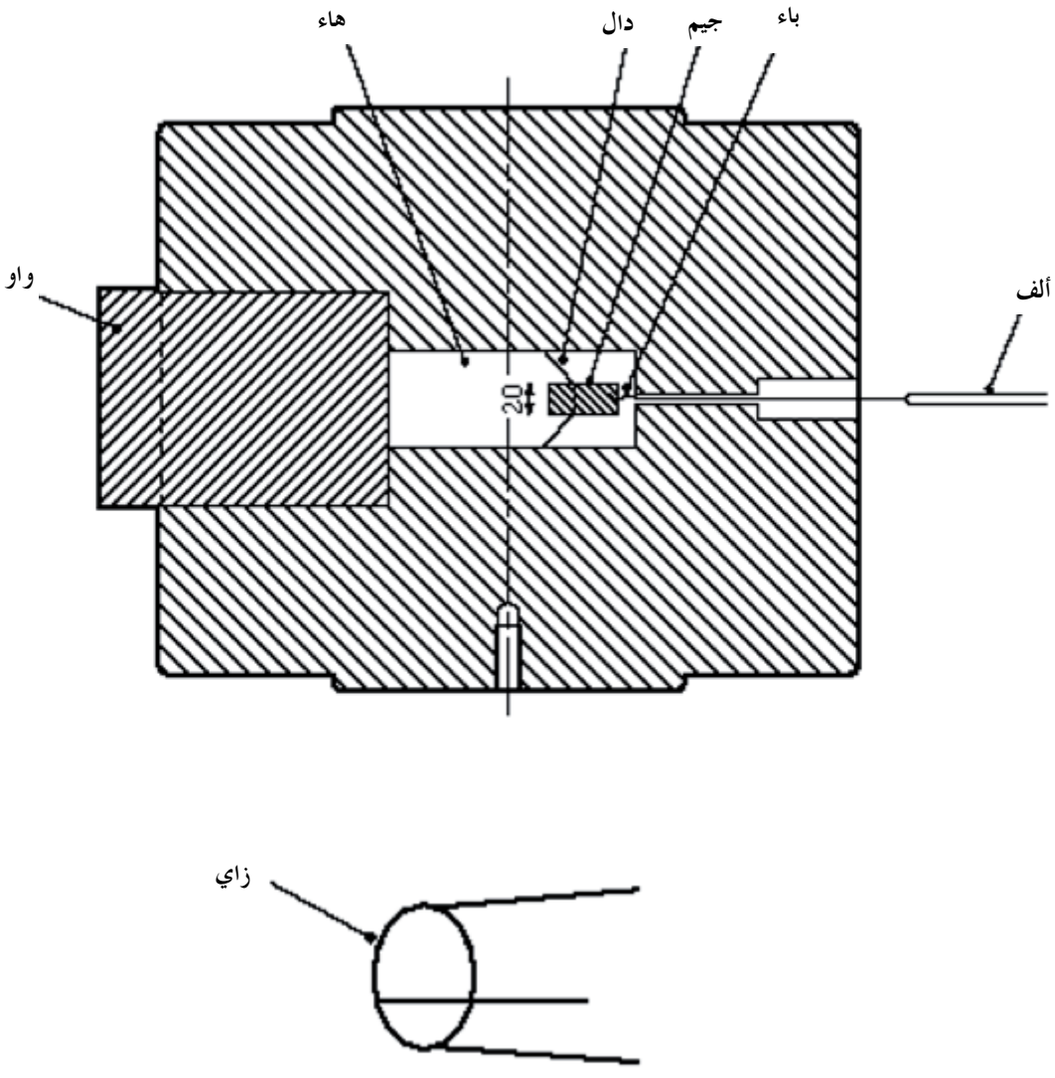
(واو) المقذوف

(زاي) هيكل

(حاء) ذراع متأرجحة

الشكل ٢٦-٤-٢-١: اختبار الهاون التسياري

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف) إلى المُشعل

(باء) المفجِّر

(جيم) شحنة قطرها ٢٠ مم

(دال) حامل الشحنة

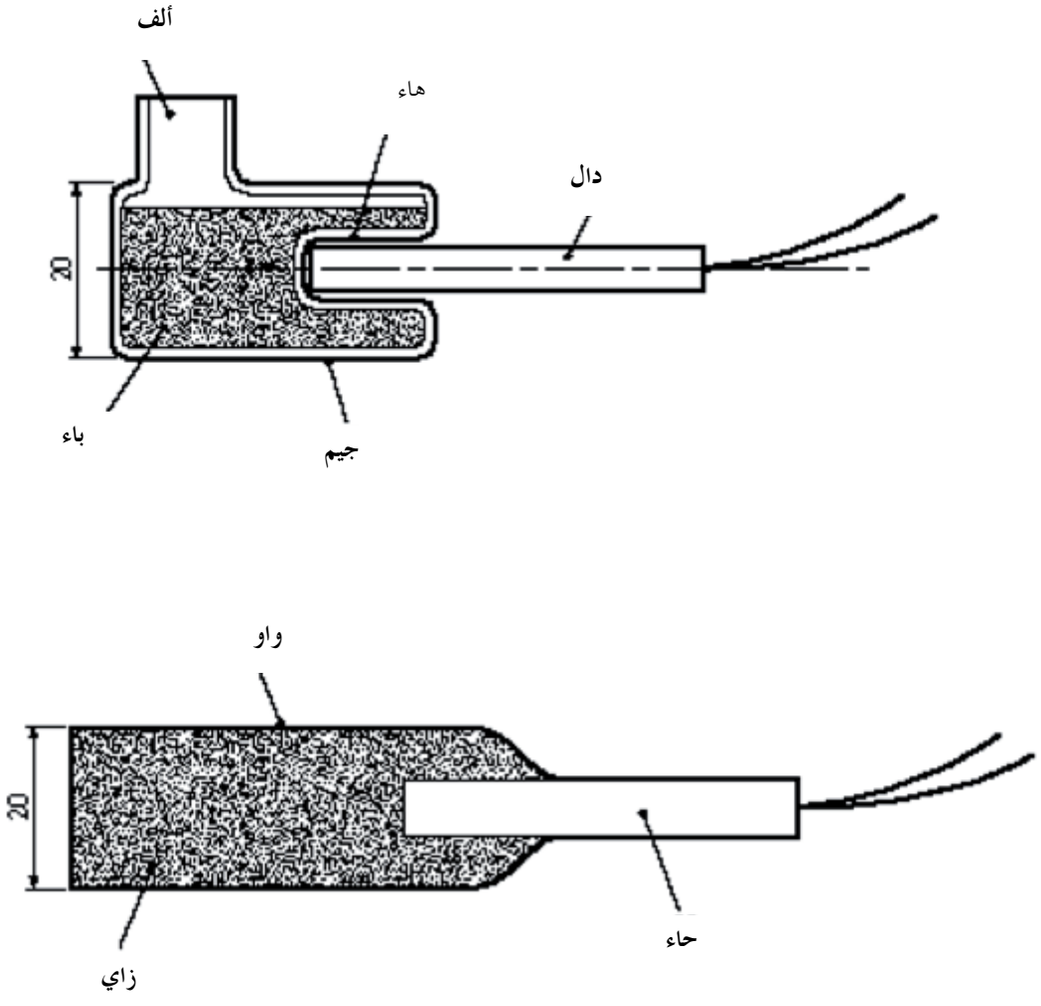
(هاء) غرفة التفجير

(واو) المقذوف

(زاي) رسم مكبَّر لحامل الشحنة

الشكل ٢٦-٤-٢-٢: الهاون (الرسم العلوي) وحامل الشحنة (الرسم السفلي)

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف) فتحة التعبئة
(باء) شحنة قطرها ٢٠ مم وتحتوي على ١٠ غم من المادة
(جيم) قارورة زجاجية صغيرة (١٦ غم)
(دال) مفجِّر مكون من ٠,٦ غم رابع نترات خماسي أريثريتول
(هاء) مبيت المفجِّر
(واو) غلاف رقائقي وزنه ٢ غم
(زاي) شحنة قطرها ٢٠ مم وتحتوي على ١٠ غم من المادة
(حاء) مفجِّر مكون من ٠,٦ غم رابع نترات خماسي أريثريتول

الشكل ٢٦-٤-٢-٣: الشحنة في حالة السوائل (الرسم العلوي) وفي حالة المـــواد الأخرى خلاف السوائل (الرسم السفلي)

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٦-٤-٣ *الاختبار واو -٣: اختبار تراوزل BAM*

٢٦-٤-٣-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لقياس قوة انفجار مادة ما. ويتم إشعال مفجِّر في المادة، وهي موضوعة في حيز مغلق عبارة عن تجويف في كتلة من الرصاص. ويُعبَّر عن قوة الانفجار بالزيادة في حجم التجويف الموجود في كتلة الرصاص لكل ١٠ غم من المادة. ويمكن استخدام الاختبار للإجابة على السؤال الوارد في المربع ١٢ من الشكل ٢٠-١.

٢٦-٤-٣-٢ *الجهاز والمواد*

٢٦-٤-٣-٢-١ يتم تفجير المادة بواسطة مفجِّر قياسي أوروبي مشحون بمقدار ٠,٦ غم من رابع نترات خماسي أريثريتول (انظر التذييل ١).

٢٦-٤-٣-٢-٢ تستخدم في الاختبار كتل من الرصاص تراوزل (Trauzl) معيارية اسطوانية الشكل ارتفاعها ٢٠٠ مم وقطرها ٢٠٠ مم. والكتل لها تجويف محوري قطره ٢٥ مم وعمقه ١٢٥ مم وحجمه ٦١ سم^3 (انظر الشكل ٢٦-٤-٣-١). وتصنَّع كتل الرصاص بصب رصاص لين نقي في قوالب عند درجة حرارة صب تتراوح بين ٣٩٠ ^{o}مئوية و٤٠٠ ^{o}مئوية. ويتم التحقق من نوعية مجموعة من كتل الرصاص المصبوبة وذلك بإجراء ثلاثة تفجيرات اختبارية بحيث يستخدم في كل منها ١٠ سم^3 من حامض البكريك المتبلور (كثافة التعبئة ١,٠ غم/سم^3). ويجب أن يبلغ متوسط صافي قيم التمدد الثلاث التي يتم الحصول عليها بين ٢٨٧ سم^3 و٣٠٠ سم^3.

٢٦-٤-٣-٣ *طريقة الاختبار*

٢٦-٤-٣-٣-١ تُشكل المواد الصلبة على هيئة شحنات اختبارية اسطوانية حجمها ١٠ سم^3 بتغليفها بقطعة موزونة من الرقائق القصديرية، وتحدد كتلة الشحنة. ويبلغ القطر الخارجي للشحنات الاختبارية ٢٤,٥ مم وارتفاعها ٢٢,٢ مم، في حين يبلغ قطر تجويفها المتحد معها في المحور ٧ مم وعمقه ١٢ مم ليتسع للمفجِّر. ويتم إعداد الشحنة الاختبارية في جهاز يتكون من كباس وقالب مؤلف من جزأين وهيكل تثبيت وقاعدة (الشكل ٢٦-٤-٣-٢) ولهذا الغرض تُلف حول الكباس قطعة من الرقائق القصديرية في شكل شبه منحرف (سمكها حوالي ٠,٠١ مم) وعرضها ٥٥ مم. وبعد ذلك يتم إدخال الكباس مع غلافه المصنوع من الرقائق القصديرية إلى القالب حتى المصد الخلفي للقاعدة. ويثبت القالب بواسطة الهيكل، ويُسحب الكباس ببطء من أنبوبة الرقائق القصديرية بعد ضغطه بقوة نحو القاعدة. ويثقب قاع أنبوبة الرقائق القصديرية بعناية في مركزه باستخدام قضيب خشبي رفيع. ومن جانب هيكل التثبيت، يوضع المفجر المعياري الذي يحتوي على ٠,٦ غم من رابع نترات خماسي أريثريتول في القاعدة كي تسحب أسلاك المفجر من خلال الفتحة الموجودة في مسمار الضبط الملولب إلى أن يلمس المفجِّر المسمار. ويُضبط المسمار الملولب على نحو يجعل المفجِّر يبرز مسافة ١٢,٠ مم عن القاعدة. وتعبأ المادة المراد اختبارها في أنبوبة الرقائق القصديرية مع ضغطها ضغطاً خفيفاً بواسطة قضيب خشبي. ويثنى الطرف الناتئ من الرقائق القصديرية إلى الداخل ويضغط الكباس إلى داخل القالب حتى الطوق. وبعد سحب الكباس، تُخرج من القالب بعناية شحنة الاختبار المعدة لذلك والموضوعة في أنبوبة الرقائق القصديرية، مع المفجر الموضوع بداخله.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٦-٤-٣-٣-٢ المواد السائلة تختبر في اسطوانات زجاجية رقيقة الجدران متشابهة الشكل وذات سعة تتيح استيعاب عينة حجمها ١٠ سم^{٣} وحجم المفجِّر، عندما يوضع عند عمق قدره ١٢ مم داخل السائل. ويكون عنق الوعاء بطول يتيح إبقاء المفجِّر في موضع مركزي. وبعد تحديد كتلة العينة، توضع بعناية الشحنة موضع الاختبار في تجويف كتلة الرصاص حتى القاع. وتحفظ كتل الرصاص في غرفة يتم ضبط درجة حرارتها بحيث تتراوح درجة الحرارة، المقيسة عند عمق التجويف قبل إدخال الشحنة مباشرة، بين ١٠ °مئوية و٢٠ °مئوية. وأثناء إجراء الاختبار، يجب أن تكون كتلة الرصاص مستندة إلى قاعدة مستوية مصمتة من الفولاذ موضوعة على الأرض. ويُسد الحيز المتبقي في التجويف برمل كوارتزي جاف يمرر من خلال غربال به ١٤٤ عيناً في السنتيمتر المربع وكثافته حسب الثقل النوعي ١,٣٥ غم/سم^{٣}. وبعد ذلك تطرق كتلة الرصاص عند جانبها ثلاث مرات بمطرقة وزنها ٢ كغم، ويزال الرمل الزائد من السطح الأعلى.

٢٦-٤-٣-٣-٣ يتم إشعال المفجِّر وتفرغ الكتلة من أية فضلات. ويقاس حجم التجويف بعد تمدده باستخدام الماء، ويحسب التمدد الذي تسببه عينة وزنها ١٠ غم من المادة وذلك كما يلي:

$$\frac{\text{حجم التجويف بعد تمدده (سم}^{٣}\text{)} - ٦١}{\text{كتلة العينة (غم)}} \times ١٠$$

٢٦-٤-٣-٣-٤ يُجرى الاختبار عادة مرتين وتستخدم في التقييم أعلى قيمة للتمدد.

٢٦-٤-٣-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٦-٤-٣-٤-١ يعبَّر عن قوة الانفجار بالزيادة في حجم التجويف الموجود في كتلة الرصاص لكل ١٠ غم من المادة. وعند قوة إشعال معينة تزيد قوة الانفجار مع الزيادة في حجم التجويف.

٢٦-٤-٣-٤-٢ معايير الاختبار هي كما يلي:

"غير ضعيفة" : - الزيادة في حجم التجويف ٢٥ سم^{٣} أو أكثر لكل ١٠ غم من وزن العينة.

"ضعيفة" : - الزيادة في حجم التجويف تقل عن ٢٥ سم^{٣}، لكنها تزيد على، أو تساوي، ١٠ سم^{٣} لكل ١٠ غم من وزن العينة.

"منعدمة" : - الزيادة في حجم التجويف تقل عن ١٠ سم^{٣} لكل ١٠ غم من وزن العينة.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

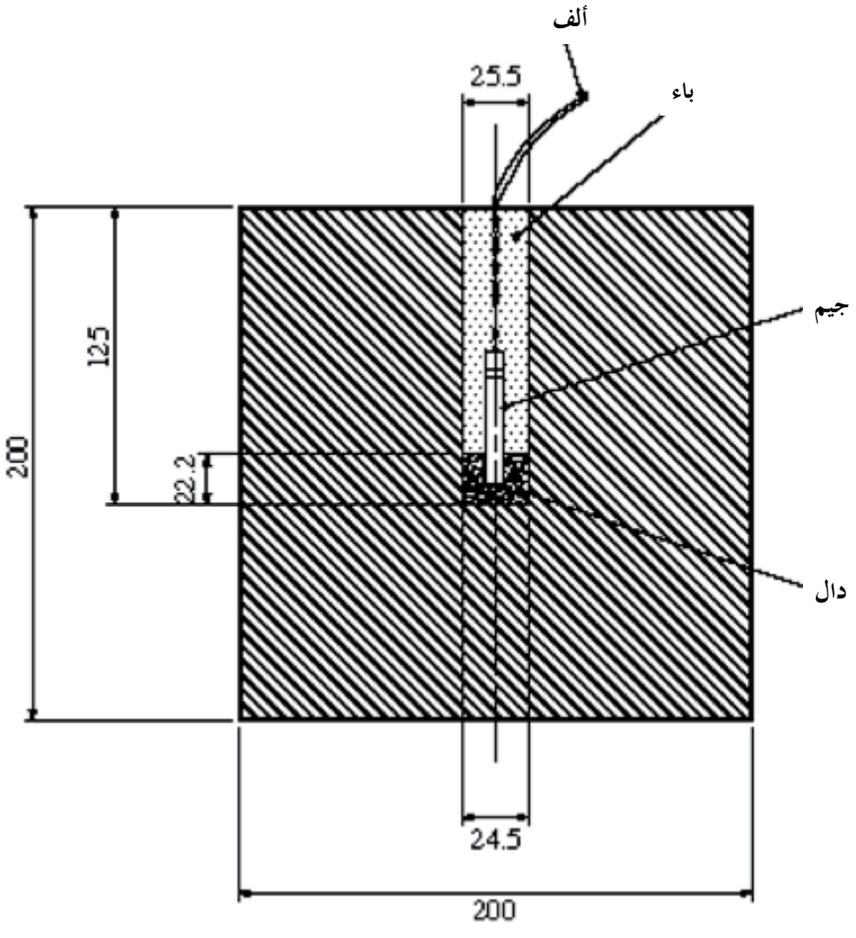
٢٦-٤-٣-٥ *أمثلة للنتائج*

المـــادة	كتلة العينة (غم)	الزيادة في حجم التجويف (سم^3/١٠غم)	النتيجة
آزو ثنائي كربوناميد		٩	منعدمة
٢،٢'- آزو ثنائي (أيسوبوتيرونتريل)		٢٦(أ)	غير ضعيفة
بنـــزين -٣،١- ثنائي سلفوهيدرازيد		٥٠(أ)	غير ضعيفة
بنـــزين -٣،١- ثنائي سلفوهيدرازيد، ٧٠٪ مع زيت معدني		١١(أ)	ضعيفة
بنـــزين سلفوهيدرازيد	٨,٤	٨	منعدمة
فوق أكسي بنـــزوات بوتيل ثالثي	٩,١	٣٢(أ)	غير ضعيفة
فوق أكسي -٢- إثيل هكسانوات بوتيل ثالثي	٧,٢	٢٨(أ)	غير ضعيفة
حامض ٣- كلورو فوق أكسي بنـــزويك، بنسبة لا تتجاوز ٨٦٪ مع حامض ٣- كلورو بنـــزويك	٧,١	٤٢(أ)	غير ضعيفة
هيدرو فوق أكسيد كوميل، ٨٤,١٪ مع كومين	٩,٣	١٠	ضعيفة
فوق أكسيد (أكسيدات) سيكلوهكسانون	٦,٤	٥٠(أ)	غير ضعيفة
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل	٨,٠	٣١(أ)	غير ضعيفة
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل، ٧٥٪ مع ماء	٨,٠	٢١(أ)	ضعيفة
فوق أكسيد ثنائي بوتيل ثالثي	٧,٢	٢٨(أ)	غير ضعيفة
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي ستيل	٧,٣	٥(أ)	منعدمة
فوق أكسيد ثنائي كوميل	٦,٩	١٢(أ)	ضعيفة
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي أيسوبروبيل	٧,٨	٧٨(أ)	غير ضعيفة
فوق أكسيد ثنائي لورويل	٨,٠	١١(أ)	ضعيفة
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي ميرستيل	٧,٤	١١	ضعيفة
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي ميريستيل، ٤٢٪، انتشار ثابـــت في الماء	٧,٨	٥(أ)	منعدمة
ن، ن،- ثنائي نتروسوبنتا ميثيلين ترامين		١٤٧(أ)	غير ضعيفة
ن، ن،- ثنائي نتروسوبنتا ميثيلين ترامين، ٨٠٪ مع ١٧٪ مـــادة صلبة غير عضوية و٣٪ زيت معدني	١٠,٢	٧(ب)	منعدمة
ثنائي فوق أكسي حامض أيسوفثاليك	٨,٧	١٤٤	غير ضعيفة
٤- نتروسوفينول	٧,٣	١١	منعدمة
حامض البوريك		صفر	
فثالات ثنائي ميثيل		٥	
ماء		٦	

(أ) *تحدد باستخدام شحنات اختبار حجمها ١١ سم^3 وكبسولة تفجير أقوى قليلاً لها أنبوبة نحاسية قطرها الخـــارجي ٦,٨٥ مـــم وطولها ٤٥ مم، ولها قاع مسطح يحتوي على ٠,٥ غم من رابع نترات خماسي أريثريتول مع ١٠٪ شمع و٠,٢ غم نتريل و٠,٥ غـــم فولمينـــات الزئبق كشحنة تفجيرية، وجميعها مضغوطة عند ضغط ٤٠٠ بار.*

(ب) *بدء الإشعال بثلاثة تفجيرات يعطي زيادة في حجم التجويف قدرها ١٢٣ سم^3/١٠ غم، ونتيجة "غير ضعيفة".*

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف) أسلاك المفجِّر

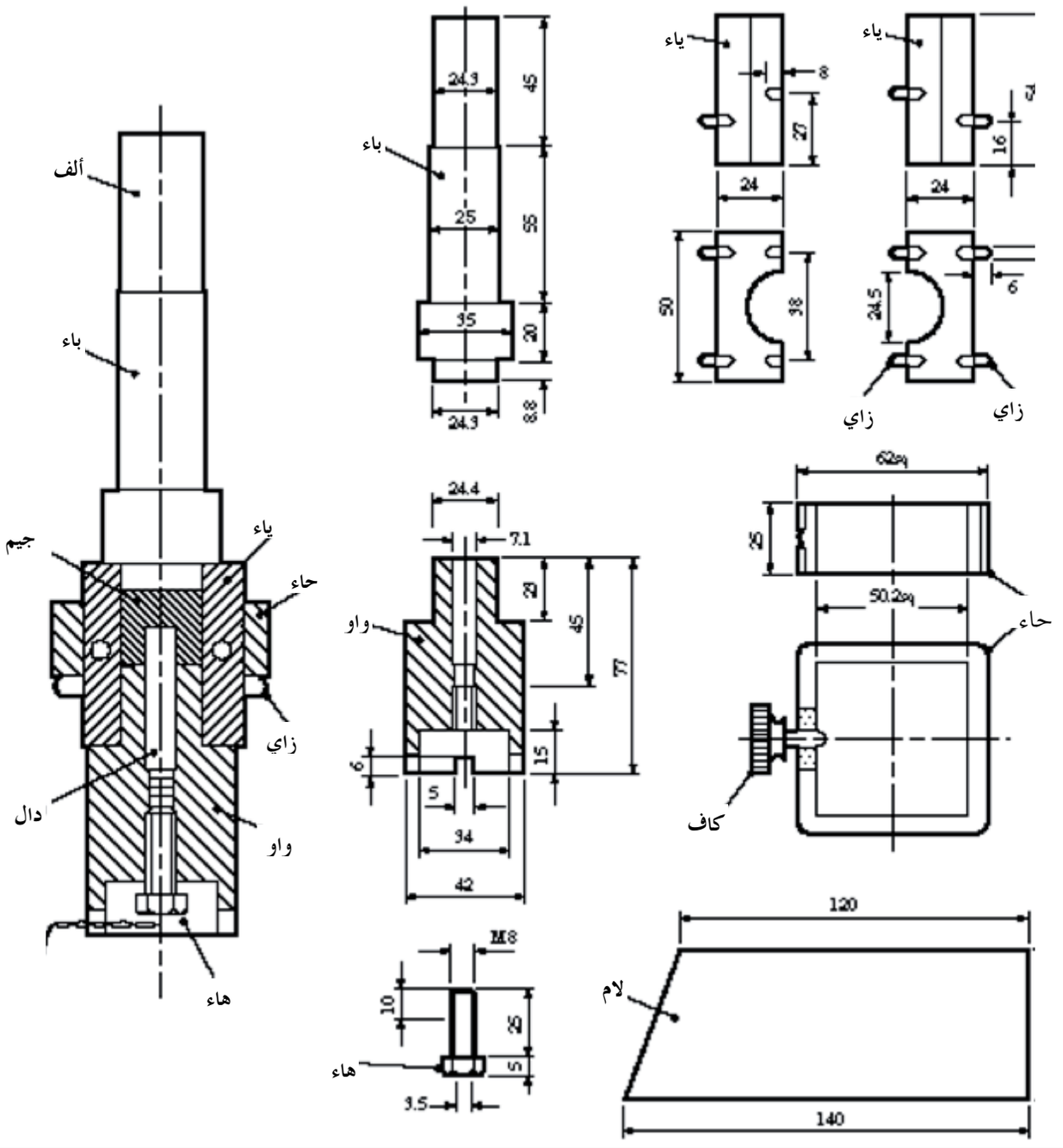
(باء) حشوة من الرمل الجاف

(جيم) مفجِّر معياري أوروبي

(دال) عينة الاختبار

الشكل ٢٦-٤-٣-١: اختبار تراوزل BAM

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	الجزء الطرفي من الكباس لإعداد أنبوبة الرقائق القصديرية	(باء)	كباس
(جيم)	عينة الاختبار	(دال)	مفجِّر
(هاء)	مسمار ملولب للضبط (ثقب محوري قطره ٣,٥ مم وشق عرضه ١ مم وطوله ١٠٠ مم)	(واو)	قاعدة
		(حاء)	إطار التثبيت
(زاي)	مسمار	(كاف)	مسمار ملولب مخشَّن
(ياء)	قالب	(لام)	رقائق قصديرية

الشكل ٢٦-٤-٣-٢: جهاز لصنع الشحنات (الحجم ١٠ سم^3، والقطر ٢٤,٦ مم، والارتفاع ٢٢,٢ مم) لاختبار تراوزل BAM

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٦-٤-٤ *الاختبار واو -٤: اختبار تراوزل المعدَّل*

٢٦-٤-٤-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لقياس قوة انفجار مادة ما. ويتم إشعال مفجِّر في المادة، وهي موضوعة في حيز مغلق عبارة عن تجويف في كتلة من الرصاص. ويُعبر عن القوة التفجيرية بالزيادة المتوسطة في حجم التجويف الموجود في كتلة الرصاص عن القيمة التي يتم الحصول عليها باستخدام مادة خاملة لها الخواص الفيزيائية نفسها. ويمكن استخدام الاختبار للرد على السؤال الوارد في المربع ١٢ من الشكل ٢٠-١.

٢٦-٤-٤-٢ *الجهاز والمواد*

تصنَّع كتلة الرصاص من قضبان مصنوعة من الرصاص بالصب أو البثق قطرها ٥٠ ± ١ مم وطولها ٧٠ مم وبها تجويف قطره ٢٥,٤ مم وطوله ٥٧,٢ مم، كما هو مبيَّن في الشكل ٢٦-٤-٤-١. ويُحفر التجويف بمثقاب له طرف مسطح لمنع انثقاب كتلة الرصاص. وكبسولة التفجير المستخدمة هي مفجِّر معياري رقم ٨ (بمعايير الولايات المتحدة) (انظر التذييل ١). والمجموعة ألف تستخدم للسوائل والمعاجين، في حين تستخدم المجموعة باء للمواد الصلبة (انظر الشكل ٢٦-٤-٤-٢). وقارورة العينة المستخدمة في المجموعة ألف هي قارورة تجارية سعتها ١٢ ملليتراً (مل) وقطرها الخارجي ٢١ مم. وقارورة العينة المستخدمة في المجموعة باء هي قارورة تجارية سعتها ١٦ مل وقطرها الخارجي ٢٤,٩ مم. والسدادات المصنوعة من البوليثيلين هي السدادات المعيارية الموردة مع القوارير. والأنبوبة الزجاجية المستخدمة لتثبيت كبسولة التفجير في المجموعتين ألف وباء هي أنبوبة استنبات مصنوعة من زجاج البوروسيليكات. والقطر الخارجي للأنبوبة ١٠ مم وطولها ٧٥ مم. والأنبوبة مثبتة بإحكام وأمان في ثقب قطره ١٠ مم مثقوب في مركز السدادة المصنوعة من البوليثيلين. وتستخدم حلقتان من المطاط على شكل الحرف "O" (قطرهما الداخلي ١٦,٥ مم وقطر مقطعهما العرضي ٢,٥ مم) لوضع القارورة في مركز التجويف في كتلة الرصاص في المجموعة ألف.

٢٦-٤-٤-٣ *طريقة الاختبار*

توضع عينة وزنها ٦ غم في قارورة العينة التي تركَّب على النحو المطلوب وتوضع في كتلة الرصاص. وتوضع كتلة الرصاص على سطح صلب في منطقة محمية، وتوضع كبسولة التفجير بكاملها داخل الجهاز، وعندما يتم إخلاء المنطقة تفجَّر الكبسولة. ويقاس حجم التجويف في كتلة الرصاص بدقة بواسطة الماء إلى أقرب ٠,٢ مل قبل الاختبار وبعده. وتجرى ثلاث اختبارات على المادة وعلى المادة المرجعية الخاملة باستخدام المجموعة نفسها.

٢٦-٤-٤-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٦-٤-٤-١ يعبَّر عن قوة الانفجار لعينة الاختبار بالزيادة المتوسطة لحجم التجويف الموجود في كتلة الرصاص عن حجم التجويف في المادة المرجعية الخاملة.

٢٦-٤-٤-٢ ومعايير الاختبار هي كما يلي:

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

"غير ضعيفة" : – الزيادة المتوسطة الصافية في حجم تجويف الكتلة تساوي، أو تزيد على، ١٢ سم^{٣}.

"ضعيفة" : – الزيادة المتوسطة الصافية في حجم تجويف الكتلة تقل عن ١٢ سم^{٣} وتزيد على ٣ سم^{٣}.

"منعدمة" : – الزيادة المتوسطة الصافية في حجم تجويف الكتلة تساوي ٣ سم^{٣} أو أقل.

٢٦-٤-٤-٥ *أمثلة للنتائج*

المـــادة	الزيادة الصافية المتوسطة في حجم التجويف (سم^{٣})	النتيجة
٢،٢'- آزو ثنائي (أيسوبوتيرونتريل)	١٨	غير ضعيفة
٢،٢'- آزو ثنائي (٢- ميثيل بوتيرونتريل)	١٤	غير ضعيفة
هيدرو فوق أكسيد بوتيل ثالثي، ٧٢٪ مع ماء	٧	ضعيفة
فوق أكسي خلات بوتيل ثالثي، ٧٥٪ في محلول	٢٥	غير ضعيفة
فوق أكسي بنـــزوات بوتيل ثالثي	١٩	غير ضعيفة
فوق أكسي -٢- إثيل هكسانوات بوتيل ثالثي	١٠	ضعيفة
هيدرو فوق أكسيد كوميل، ٨٥٪ مع كومين	٥	ضعيفة
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل	١٦	غير ضعيفة
فوق أكسيد ثنائي بوتيل ثالثي	١٢	غير ضعيفة
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي بوتيل ثانوي	٢٣[أ]	غير ضعيفة
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي أيسوبروبيل	٤٥[أ]	غير ضعيفة
٢،٥- ثنائي ميثيل -٢،٥- ثنائي (فوق أكسي بوتيل ثالثي) هكسين -٣	٣١	غير ضعيفة
٢،٥- ثنائي ميثيل -٢،٥- ثنائي (فوق أكسي بنـــزويل) هكسان	٩	ضعيفة
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي -ن- بروبيل	٣٢[أ]	غير ضعيفة

الزيادة في حجم التجويف باستخدام مواد مرجعية خاملة في المجموعة ألف

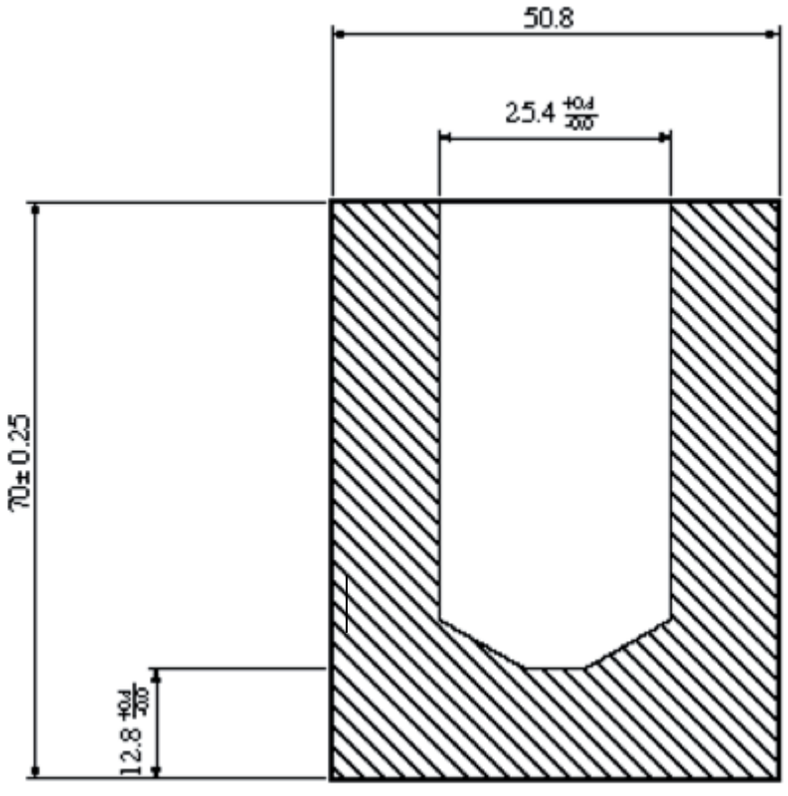
هـــواء	٦
فثلات ثنائي ميثيل	١٠
كحول معدني	١٠,٥
عجينة مكونة من ٦٠٪ كربونات كلسيوم و٤٠٪ فثلاث ثنائي ميثيل	٨
مـــاء	١٠

الزيادة في حجم التجويف باستخدام مواد مرجعية خاملة في المجموعة باء

هـــواء	٥,٥
حامض بنـــزويك	٧
كربونات كالسيوم (مسحوق)	٥
طفلة الكاولين	٦

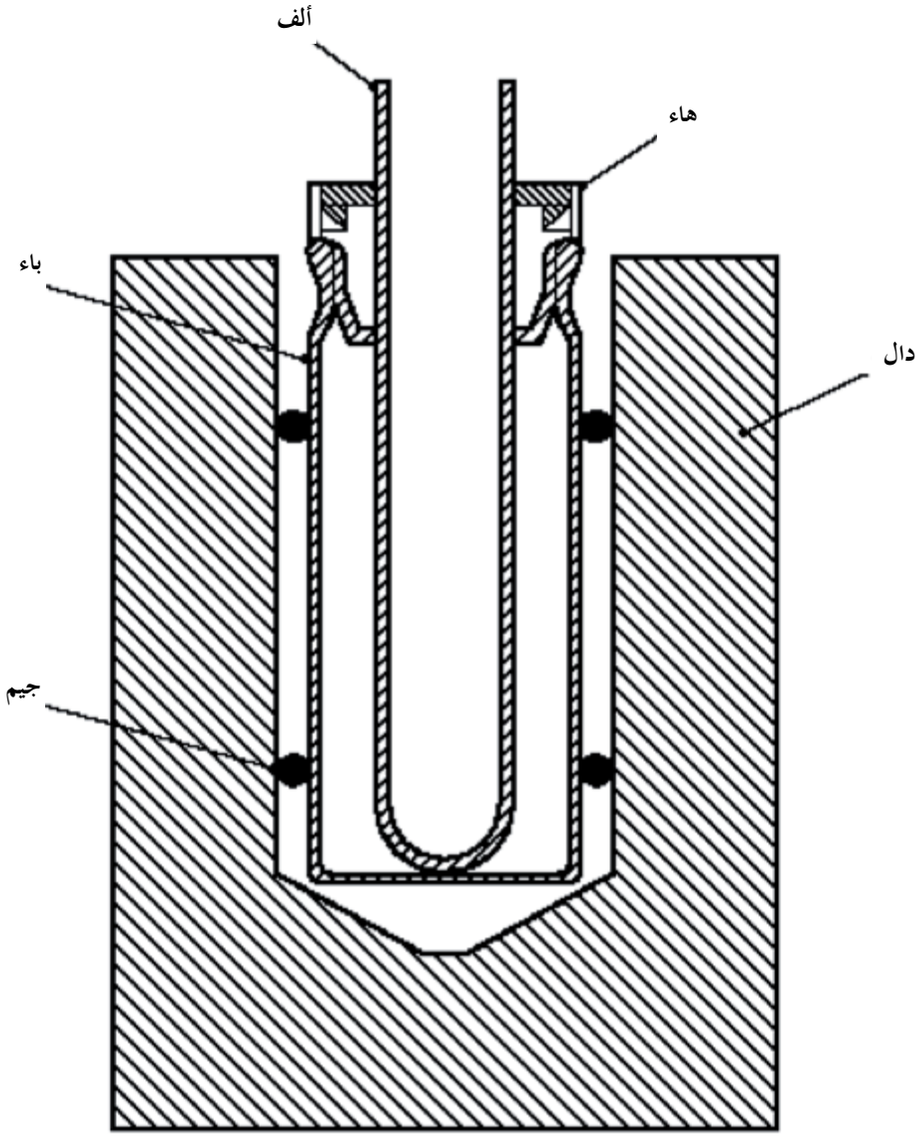
(أ) *أجريت التجربة في درجة حرارة الغرفة.*

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



الشكل ٢٦-٤-٤-١: اختبار تراوزل المعدَّل

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف) أنبوبة زجاجية

(باء) قارورة زجاجية (١٢ مل للمجموعة ألف و١٦ مل للمجموعة باء)

(جيم) حلقة على شكل حرف"O" (المجموعة ألف فقط)

(دال) كتلة مصنوعة من الرصاص

(هاء) سدادة

الشكل ٢٦-٤-٤-٢: المجموعتان ألف وباء

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٦-٤-٥ *الاختبار واو -٥: اختبار وعاء الضغط العالي*

٢٦-٤-٥-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لقياس الطاقة النوعية لمادة ما. ويجرى تسخين كميات مختلفة من المادة في وعاء محكم الغلق ويقاس أقصى ارتفاع في الضغط لكل حجم عينة. والطاقة النوعية هي دالة لأقصى ارتفاع في الضغط. ويمكن استخدام الاختبار للرد عل السؤال الوارد في المربع ١٢ من الشكل ٢٠-١.

٢٦-٤-٥-٢ *الجهاز*

وعاء الضغط العالي (الشكل ٢٦-٤-٥-١) هو وعاء اسطواني من الفولاذ الذي لا يصدأ سعته ٩٦ مل وضغط تشغيله ١٥٠ ميغاباسكال عند درجة حرارة ٤٧٣ كلفن. والوعاء مصنوع من الفولاذ الذي لا يصدأ من النوع "AISI 431"، وقطره الداخلي ٣٨ مم وارتفاعه الداخلي ٨٤ مم. ويوضع في هذا الوعاء وعاء عينة داخلي (من الفولاذ الذي لا يصدأ من النوع "AISI 316"، قطره الداخلي ٣٢ مم وارتفاعه الداخلي ٧٧ مم). ويستخدم سلك مقاومة مغطى من النيكل/كروم (مقاومته النوعية حوالي ١٠ أوم/م) وملفوف لفات متناوبة حول قطعة من أنبوبة زجاجية وذلك لتسخين العينة عن طريق الإمداد بتيار ثابت يوفر طاقة تسخين تتراوح بين ٥٠ واط و١٥٠ واط. ونظراً لاستخدام وعاء داخلي، فإن انتقال الحرارة من المادة إلى الوعاء الخارجي يكون قليلاً نسبياً مقارنة بانتقال الحرارة في حالة عدم وجود وعاء داخلي. ولذلك يحدث تسخين سريع، وهو ما يؤدي إلى تفاعل مُصدِّر للحرارة ينطوي على تسخين ذاتي وانفجار. ويحدد تطور العلاقة بين الضغط والزمن حتى حدوث الانفجار، ويسجل الضغط بواسطة محول طاقة كهربائي إجهادي.

٢٦-٤-٥-٣ *طريقة الاختبار*

يوزن المقدار المطلوب من المادة في وعاء العينات، ثم يوضع وعاء العينات في وعاء الضغط الخارجي. ويوصَّل ملف التسخين بغطاء الوعاء الخارجي الذي يغلق بعد ذلك. وتتخذ احتياطات لضمان غمر ملف التسخين بكامله في المادة. ويتم بعد ذلك توصيل نهايتي سلك التسخين بقطبي مصدر الطاقة بواسطة سلك منخفض المقاومة. وبعد ذلك تسخَّن العينة إلى أن يحدث الانفجار. وتجرى التجارب عادة باستخدام ٥ غم و١٠ غم و١٥ غم و٢٥ غم من المادة ويسجل الضغط الأقصى. غير أنه قد تكون هناك حاجة إلى تغيير هذه الكميات على حسب كثافة المادة المطلوب نقلها وقابلية المادة للانفجار.

٢٦-٤-٥-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٦-٤-٥-٤-١ تقيَّم النتائج على أساس الطاقة النوعية (F)، وهي دالة لأقصى ارتفاع في الضغط (P_m). ويلزم تحديد الكتلة الأولية للعينة (M_0) وحجم وعاء التفاعل (V) من أجل حساب الطاقة النوعية باستخدام المعادلة التالية:

$$V/M_0 = F/P_m + C$$

حيث V = الحجم الداخلي لوعاء الضغط – حجم مادة وعاء العينة الداخلي المصنوع من الصلب؛

C = ثابت في ظروف الاختبار؛

F = تحدَّد من ميل الرسم البياني للعلاقة بين V/M_0 و$1/P_m$.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

والقوة التفجيرية للمادة تعتمد على قيمة الطاقة النوعية (F) وحدها.

٢٦-٤-٥-٤-٢ معايير الاختبار هي كما يلي:

"غير ضعيفة" : - الطاقة النوعية أكبر من ١٠٠ جول/غم.

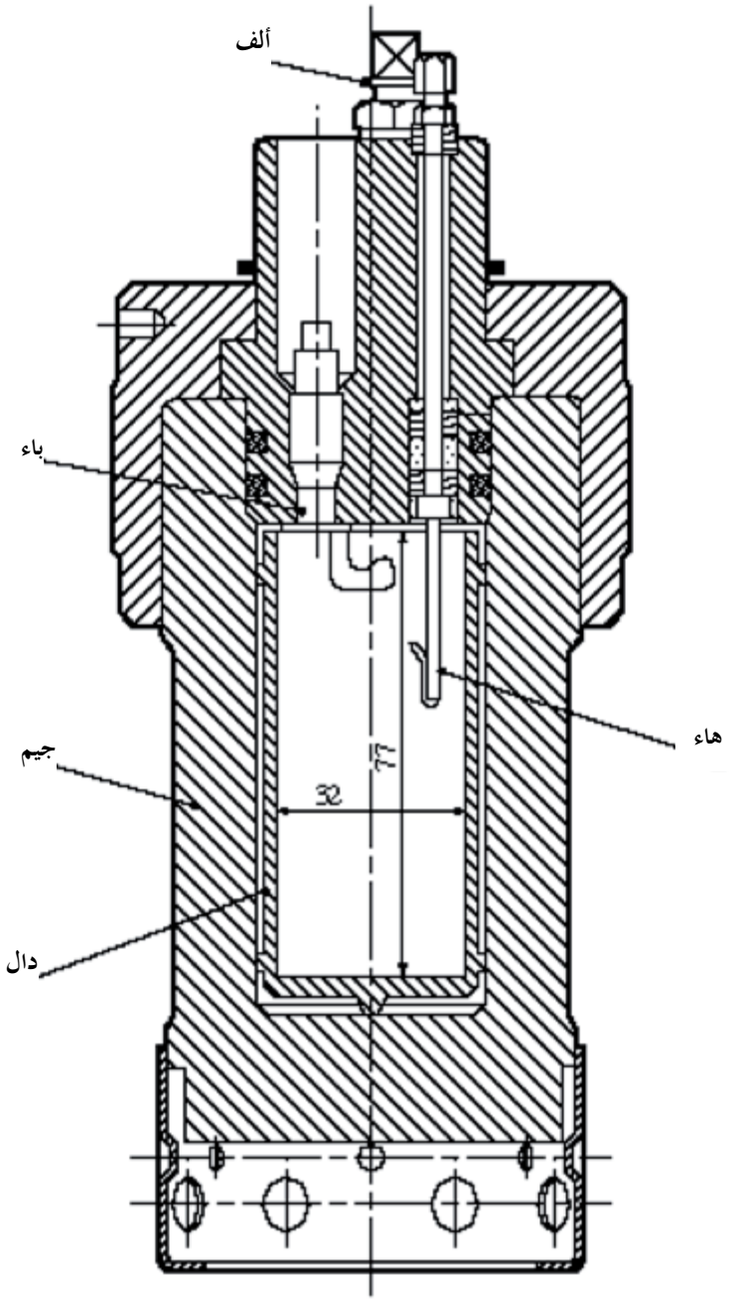
"ضعيفة" : - الطاقة النوعية تتراوح بين ٥ جول/غم و١٠٠ جول/غم.

"منعدمة" : - الطاقة النوعية أقل من ٥ جول/غم.

٢٦-٤-٥-٥ *أمثلة للنتائج*

المـــادة	قيمة (F) (جول/غم)	النتيجة
٢،٢'- آزو ثنائي (أيسوبوتيرونتريل)	١٠١	غير ضعيفة
فوق أكسي بنـــزوات بوتيل ثالثي	١١٠	غير ضعيفة
فوق أكسي -٢- اثيل هكسانوات بوتيل ثالثي	٥٦	ضعيفة
هيدرو فوق أكسيد كوميل، ٨٠٪ مع كومين	٦٠	ضعيفة
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل، ٧٥٪ مع ماء	٤١	ضعيفة
فوق أكسيد ثنائي بوتيل ثالثي	١٤٠	غير ضعيفة
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي ستيل	لا يحدث تفاعل	منعدمة
فوق أكسيد ثنائي كوميل، ٤٠٪ مع مادة صلبة خاملة	لا يحدث تفاعل	منعدمة
فوق أكسيد ثنائي لورويل	٨	ضعيفة
فوق أكسيد ثنائي لورويل، ٤٢٪، انتشار ثابت في الماء	١,٣	منعدمة

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف) صمام

(باء) محلول لطاقة الضغط

(جيم) وعاء الضغط العالي

(دال) وعاء العينة الداخلي

(هاء) قطبان

الشكل ٢٦-٤-٥-١: وعاء الضغط العالي

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

الفرع ٢٧

مجموعة الاختبارات زاي

٢٧-١ مقدمة

٢٧-١-١ تتألف مجموعة الاختبارات زاي من اختبارين ومعايير تتعلق بتحديد تأثير انفجار حراري لمادة ما في عبوتها المعدَّة للنقل حسبما هو مطلوب في المربع ١٠ من الشكل ٢٠-١. ولا توجد حاجة لإجراء الاختبار إلا بالنسبة للمواد التي يظهر لها تأثير عنيف في الاختبارات التي تنطوي على التسخين في حيز مغلق في ظروف محددة (مجموعة الاختبارات هاء).

٢٧-٢ طرق الاختبار

٢٧-٢-١ تستند الإجابة على السؤال "هل من الممكن أن تنفجر في عبوتها المعدَّة للنقل؟" (المربع ١٠ من الشكل ٢٠-١) إلى نتائج اختبار واحد من الاختبارين الواردين في الجدول ٢٧-١.

الجدول ٢٧-١: طرق الاختبار لمجموعة الاختبارات زاي

رمز الاختبار	اسم الاختبار	الفرع
زاي -١	اختبار الانفجار الحراري في العبوة[أ]	
زاي -٢	اختبار التحلل المتسارع في العبوة	

(أ) *اختبار موصى به.*

٢٧-٢-٢ يعتبر الاختباران متكافآن في حالة جميع المواد باستثناء المواد الصلبة المبللة بالماء. وفي حالة المواد الصلبة المبللة بالماء، إذا كانت نتائج الاختبارين غير متطابقة تكون لنتائج الاختبار زاي -١ أولوية على نتائج الاختبار زاي -٢.

٢٧-٣ ظروف الاختبار

٢٧-٣-١ ينبغي أن يطبق اختبار المجموعة زاي على عبوات المواد (التي لا يزيد وزنها على ٥٠ كغم) في الحالة والهيئة المقدمة بهما للنقل.

٢٧-٣-٢ ***ينبغي أن تجرى الخطوات الأولية (انظر الفرع ٢٠-٣) قبل إجراء هذين الاختبارين.***

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٧-٤ وصف اختبارات المجموعة زاي

٢٧-٤-١ *الاختبار زاي-١: اختبار الانفجار الحراري في العبوة*

٢٧-٤-١-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لتحديد إمكانات حدوث انفجار حراري في العبوة. ويمكن استخدام الاختبار للإجابة على السؤال الوارد في المربع ١٠ من الشكل ٢٠-١.

٢٧-٤-١-٢ *الجهاز والمواد*

٢٧-٤-١-٢-١ العبوة (لا تكون أكبر مما يلزم لتعبئة ٥٠ كغم من المادة)، والمادة، ووسيلة تسخين مناسبة (مثلاً، ٢ كيلو وات لكمية من المادة وزنها ٢٥ كغم)، ومعدات لقياس درجات الحرارة.

٢٧-٤-١-٣ *طريقة الاختبار*

يطبق الاختبار على المواد المعبأة في الحالة والهيئة المقدمة بهما للنقل. وطريقة إحداث الانفجار الحراري تتمثل في تسخين المادة بأكبر درجة ممكنة من التجانس بواسطة ملف تسخين كهربائي موضوع داخل العبوة. وينبغي ألا تكون درجة حرارة السطح مرتفعة بما يؤدي إلى اشتعال المادة قبل الأوان. وقد يحتاج الأمر إلى استخدام أكثر من مادة واحدة. وينبغي وضع العبوة على حامل كي تظل في وضع رأسي. ويبدأ تشغيل وسيلة التسخين وتسجل درجة حرارة المادة باستمرار، وينبغي أن يكون معدل التسخين حوالي ٦٠ °مئوية في الساعة. وينبغي أن يكون الفرق في درجة الحرارة بين المادة في أعلى العبوة وفي أسفلها أقل ما يمكن. ***ومن المستصوب أن تتخذ مقدماً تدابير احتياطية من أجل تدمير العبوة من بُعد في حالة تعطل السخان***. ويجرى الاختبار مرتين ما لم يلاحظ حدوث الانفجار.

٢٧-٤-١-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٧-٤-١-٤-١ تسجل المشاهدات التي تدل على انفجار العبوة موضع الاختبار بتشظي العبوة. والنتائج التي يتم الحصول عليها لا تنطبق إلا على العبوة موضع الاختبار.

٢٧-٤-١-٤-٢ معايير الاختبار هي كما يلي:

"نعم" : - تشظي العبوة الداخلية و/أو الخارجية إلى أكثر من ثلاث قطع (باستثناء الجزأين السفلي والعلوي من العبوة) يبين أن المادة موضع البحث يمكن أن تسبب انفجار هذه العبوة.

"لا" : - عدم التشظي، أو التشظي إلى ما لا يزيد على ثلاث قطع، يبين أن المادة موضع الاختبار لم تنفجر في العبوة.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٧-٤-١-٥ *أمثلة للنتائج*

المـــــادة	العبوات	عدد الشظايا	النتيجة
٢،٢'- آزو ثنائي - (أيسوبوتيرونتريل)	4G، ٣٠ كغم	دون شظايا	لا
فوق أكسي بنـــزوات بوتيل ثالثي	1B1، ٢٥ لتراً	٣٠ >	نعم
فوق أكسي بنـــزوات بوتيل ثالثي	6HG2، ٣٠ لتراً	دون شظايا	لا
فوق أكسي -٢- إثيل هكسانوات بوتيل ثالثي	1B1، ٢٥ لتراً	٥ >	نعم
فوق أكسي -٢- إثيل هكسانوات بوتيل ثالثي	6HG2، ٣٠ لتراً	دون شظايا	لا
كربونات أيسوبروبيل وفوق أكسي بوتيل ثالثي	1B1، ٢٥ لتراً	٨٠ >	نعم
كربونات أيسوبروبيل وفوق أكسي بوتيل ثالثي	6HG2، ٣٠ لتراً	٢٠ >	نعم
فوق أكسي بيفالات بوتيل ثالثي، ٧٥٪ في محلول	6HG2، ٣٠ لتراً	دون شظايا	لا
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل، ٧٥٪ مع ماء	4G، ٢٥ كغم	دون شظايا	لا
٢،٢- ثنائي - (فوق أكسي بوتيل ثالثي)بوتان، ٥٠٪ في محلول	3H1، ٢٥ لتراً	دون شظايا	لا
٢،٢- ثنائي - (فوق أكسي بوتيل ثالثي)بوتان، ٥٠٪ في محلول	6HG2، ٣٠ لتراً	دون شظايا	لا

٢٧-٤-٢ *الاختبار زاي -٢: اختبار التحلل المتسارع في العبوة*

٢٧-٤-٢-١ *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لتحديد إمكانات حدوث انفجار حراري في العبوة. ويمكن استخدام الاختبار للإجابة على السؤال الوارد في المربع ١٠ من الشكل ٢٠-١.

٢٧-٤-٢-٢ *الجهاز والمواد*

الجهاز المستخدم لهذا الاختبار هو خلية اختبار نموذجية لاختبار درجة حرارة التحلل المتسارع حسبما هو مبين في الشكل ٢٧-٤-٢-١ وكما هو موصوف في الاختبار حاء -١ في الفرع ٢٨.

٢٧-٤-٢-٣ *طريقة الاختبار*

يجرى الاختبار وفقاً للطريقة الموصوفة في الاختبار حاء -١ في الفرع ٢٨. ويمكن ضبط درجة حرارة خلية الاختبار بحيث تزيد بمقدار ١٠ °مئوية تقريباً عن درجة حرارة التحلل المتسارع، إن كانت معروفة. وخلية اختبار درجة حرارة التحلل المتسارع مصممة بحيث يمكن تصريف أي ضغط محسوس يتولد أثناء تحلل عينة اختبارية. وتوضع أغطية الخلية في أماكنها والجاذبية وحدها هي التي تبقيها في تلك الأماكن.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٧-٤-٢-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٧-٤-٢-٤-١ توفر حالة العينة والعبوة وخلية الاختبار والمنطقة المجاورة مباشرة لمنطقة الاختبار مقياساً لمدى عنف تفاعل التحلل والعبوة موضع الاختبار.

٢٧-٤-٢-٤-٢ تعَّرف معايير الاختبار على حساب حالة خلية الاختبار والعبوة وحدوث انفجار، وهي كما يلي:

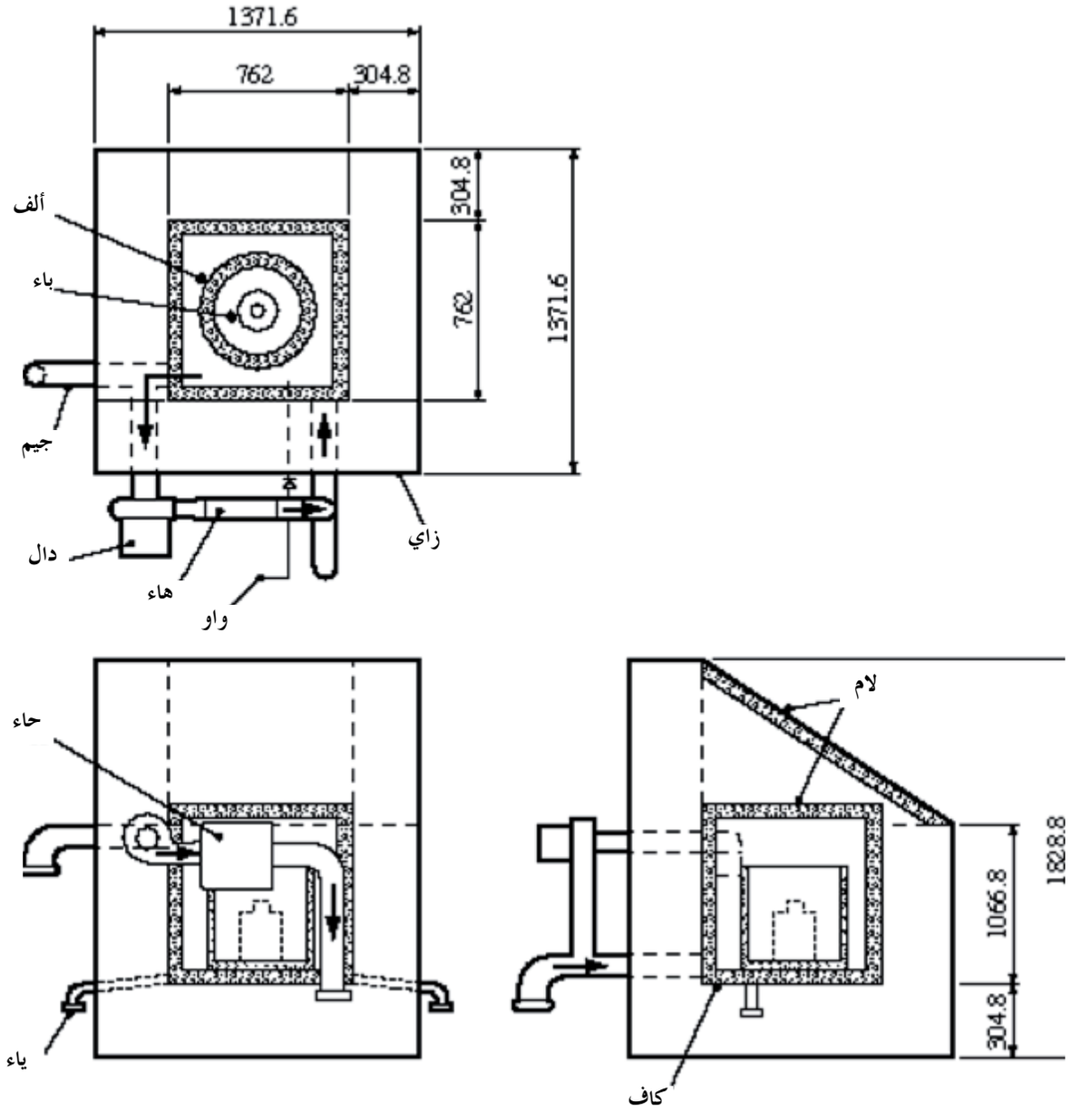
"نعم" : - يلاحظ حدوث تمزق ملموس داخل خلية الاختبار. وقد يُرفع الغطاء الخارجي ويقذف لمسافة مترين على الأقل، بما يدل على حدوث ضغط محسوس في العمود الداخلي. ويلحق تلف شديد بالعبوة المختبرة فتتجزأ إلى ثلاثة أجزاء على الأقل.

"لا" : - يحدث تمزق طفيف، أو لا يحدث أي تمزق، في خلية الاختبار. وقد يُرفع الغطاء الخارجي، لكنه لا يُقذف لمسافة تزيد على مترين من الخلية. وقد يحدث تمزق وتلف في عبوة الاختبار، كحدوث تشقق في العبوة الداخلية وتمزق في الصندوق الكرتوني.

٢٧-٤-٢-٤-٥ *أمثلة للنتائج*

المـادة	العبوة	النتيجة
فوق أكسي خلات بوتيل ثالثي، ٧٥٪ في محلول	6HG2، ٢٠ لتراً	نعم
فوق أكسي بنزوات بوتيل ثالثي	6HG2، ٢٠ لتراً	لا
فوق أكسي -٢- إثيل هكسانوات بوتيل ثالثي	6HG2، ٢٠ لتراً	لا
كربونات أيسو بروبيل وفوق أكسي بوتيل ثالثي، ٧٥٪ في محلول	6HG2، ٢٠ لتراً	لا
فوق أكسي بيفالات بوتيل ثالثي، ٧٥٪ في محلول	6HG2، ٢٠ لتراً	لا
فوق أكسيد ثنائي بنزويل	4G، ٠,٤٥٤ كغم	نعم
٢،٥- ثنائي ميثيل -٢،٥- ثنائي - (فوق أكسي بوتيل ثالثي) - هكسين -٣	6HG2، ٢٠ لتراً	نعم

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	وعاء الاختبار	(باء)	عبوة الاختبار
(جيم)	مجرى هواء	(دال)	مروحة
(هاء)	سخان	(واو)	ثاني أكسيد الكربون
(زاي)	هيكل	(حاء)	قلاب
(ياء)	أنبوبة صرف لها غطاء	(كاف)	مادة عازلة
(لام)	أغطية معزولة		

الشكل ٢٧-٤-٢-١: اختبار التحلل المتسارع في العبوة

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

الفرع ٢٨

مجموعة الاختبارات حاء

٢٨-١ مقدمة

تتضمن هذه المجموعة من الاختبارات طرق اختبار لتحديد درجة حرارة التحلل المتسارع. ودرجة حرارة التحلل المتسارع تُعرَّف على أنها أقل درجة حرارة يمكن أن يحدث عندها تحلل متسارع عندما تكون المادة في العبوة المستخدمة لنقلها. ودرجة حرارة التحلل المتسارع تعتبر مقياساً للتأثير المشترك لدرجة حرارة الغرفة وحركيات التحلل وحجم العبوة وخصائص انتقال الحرارة للمادة وعبوتها. ولتسهيل تفسير النتائج، فإنه يمكن استخدام نماذج تكون المقاومة الرئيسية لتدفق الحرارة فيها كأي مما يلي:

(أ) عند السطح الفاصل، أي العبوة (نموذج سيمينوف)؛

(ب) داخل المادة (نموذج فرانك - كامينتسكي)؛

(ج) عند السطح الفاصل وداخل المادة (نموذج توماس).

وينبغي استخدام كتاب مرجعي بالنسبة لاشتراطات ضبط درجة الحرارة الواردة في الفرع ٢-٥-٣-٤ من اللائحة التنظيمية النموذجية.

المراجع:

N.N. Semenov, Z. Physik, 48, 1928, 571.

D.A. Frank-Kamentsii, Zhur. Fiz. Khim., 13, 1939, 738

P.H. Thomas, Trans. Faraday Soc., 54, 1958, 60.

٢٨-٢ طرق الاختبار

٢٨-٢-١ تتضمن مجموعة الاختبارات حاء اختبارات ومعايير تتعلق بالثبات الحراري للمواد عند درجات الحرارة التي تنقل فيها أو بتحديد ما إذا كانت مادة ما ينطبق عليها تعريف مادة ذاتية التفاعل.

٢٨-٢-٢ كل اختبار من اختبارات هذه المجموعة ينطوي على التخزين عند درجة حرارة خارجية ثابتة وملاحظة ما إذا كان سيحدث أي رد فعل أو تخزين في ظروف قريبة من الظروف الأدياباتية وقياس معدل تولد الحرارة مع تغير درجة الحرارة. وترد في الجدول ٢٨-١ طرق الاختبار التي تشملها مجموعة الاختبارات حاء. وكل طريقة من الطرق المدرجة في الجدول تنطبق على المواد الصلبة والسائلة والمعاجين والمحاليل الغروانية.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

الجدول ٢٨-١: طرق الاختبار لمجموعة الاختبارات حاء

رمز الاختبار	اسم الاختبار	الفـــرع
حاء -١	الاختبار الأمريكي لدرجة حرارة التحلل المتسارع[أ]	٢٨-٤-١
حاء -٢	اختبار التخزين المكظوم[ب]	٢٨-٤-٢
حاء -٣	اختبار التخزين في درجة حرارة ثابتة	٢٨-٤-٣
حاء -٤	اختبار التخزين مع تراكم الحرارة[ج]	٢٨-٤-٤

(أ) *اختبار موصى به للمواد التي تنقل في عبوات.*

(ب) *اختبار موصى به للمواد التي تنقل في عبوات أو حاويات سوائب وسيطة أو صهاريج.*

(ج) *اختبار موصى به للمواد التي تنقل في عبوات أو حاويات سوائب وسيطة أو صهاريج صغيرة.*

وقائمة الاختبارات لا تشمل جميع الاختبارات، إذ يمكن استخدام اختبارات أخرى شريطة أن تعطي تلك الاختبارات درجة حرارة التحلل المتسارع الصحيحة للمادة وهي في عبوتها المهيئة للنقل.

٢٨-٢-٣ عند الضرورة (إذا كانت درجة حرارة التحلل المتسارع ≥ ٥٠ °مئوية للأكاسيد الفوقية العضوية و≥ ٥٥ مئوية للمواد ذاتية التفاعل) يمكن اشتقاق درجة حرارة الضبط ودرجة حرارة الطوارئ من درجـــة حـــرارة التحلل المتسارع باستخدام الجدول ٢٨-٢.

الجدول ٢٨-٢: اشتقاق درجة حرارة الضبط ودرجة حرارة الطوارئ

نوع الوعاء	درجة حرارة التحلل المتسارع[أ]	درجة حرارة الضبط	درجة حرارة الطوارئ
عبوات وحيدة وحاويات سوائب وسيطة	≤٢٠ °مئوية أو أقل	أقل من درجة حرارة التحلل المتسارع بمقدار ٢٠ °مئوية	أقل من درجة حرارة التحلل المتـــسارع بمقدار ١٠ °مئوية
	فوق ٢٠ °مئوية وإلى ٣٥ °مئوية	أقل من درجة حرارة التحلل المتسارع بمقدار ١٥ °مئوية	أقل من درجة حرارة التحلل المتـــسارع بمقدار ١٠ °مئوية
	فوق ٥٠ °مئوية	أقل من درجة حرارة التحلل المتسارع بمقدار ١٠ °مئوية	أقل من درجة حرارة التحلل المتـــسارع بمقدار ٥ °مئوية
صهاريج نقالة	< ٥٠ °مئوية	أقل من درجة حرارة التحلل المتسارع بمقدار ١٠ °مئوية	أقل من درجة حرارة التحلل المتـــسارع بمقدار ٥ °مئوية

(أ) *درجة حرارة التحلّل المتسارع للمادة المعبأة للنقل.*

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٨-٢-٤ إذا كان الغرض من اختبار المادة هو تحديد ما إذا كانت مادة ذاتية التفاعل من المواد المدرجة في الشعبة ٤-١، ينبغي إجراء اختبار من اختبارات المجموعة حاء، أو اختبار بديل مناسب، لتحديد ما إذا كانت درجة حرارة التحلل المتسارع للمادة أقل من، أو تساوي، ٧٥ °مئوية عند نقلها في عبوة وزنها ٥٠ كغم.

٢٨-٢-٥ النتائج التي يتم الحصول عليها بالنسبة لأكبر عبوة تجارية تنطبق على العبوات الأصغر التي لها نفس التركيب وتحتوي على نفس المادة شريطة أن لا يكون انتقال الحرارة لكل وحدة من الكتلة أقل مما هو بالنسبة للعبوات الأكبر.

٢٨-٣ ظروف الاختبار

٢٨-٣-١ قبل إجراء اختبارات درجة حرارة التحلل المتسارع، ينبغي أن تجرى الخطوات الأولية (انظر الفرع ٢٠-٣) وأن يحدد تأثير التسخين في حيز مغلق (مجموعة الاختبارات هاء). ***وينبغي اتخاذ احتياطات أمان لمواجهة احتمالات حدوث خلل خطير في وعاء الاختبار ولمواجهة المخاطر الناشئة عن اشتعال مخاليط ثانوية من الوقود والهواء وعن تصاعد نواتج تحلل سامة. وينبغي أن لا تجرى اختبارات للمواد القابلة للاشتعال إلا بعد اتخاذ احتياطات خاصة.***

٢٨-٣-٢ ينبغي أن يجرى الاختبار المختار بطريقة تمثل تمثيلاً واقعياً، من حيث الحجم والمادة، للعبوة المزمع نقلها. وبالنسبة للنقل في عبوات معدنية أو حاويات سوائب وسيطة أو صهاريج، فإن الحاجة قد تدعو إلى أن تضاف إلى العينة موضع الاختبار كمية تمثل المعدن، أي تمثل المعدن (أو المعادن) ومساحة التلامس.

٢٨-٣-٣ ***ينبغي توخي الحرص الزائد عند تداول العينات التي اختُبرت، نظراً لاحتمال حدوث تغييرات تجعل المادة أقل ثباتاً أو أكثر حساسية. وينبغي تدمير العينات التي اختُبرت في أقرب وقت ممكن بعد الاختبار.***

٢٨-٣-٤ العينات التي اختُبرت عند درجة حرارة معينة ويكون واضحاً أنها لم تتفاعل، يمكن استخدامها مرة أخرى، لأغراض الفرز فقط، شريطة توخي الحرص الزائد. وينبغي استخدام عينات جديدة للتحديد الفعلي لدرجة حرارة التحلل المتسارع.

٢٨-٣-٥ إذا لم تختبر العبوة بأكملها، فينبغي أن تكون بيانات فقدان الحرارة المستخدمة في تحديد درجة حرارة التحلل المتسارع ممثلة للعبوة أو حاوية السوائب الوسيطة أو الصهريج بأشكالها المقدمة بها للنقل. ويمكن تحديد الحرارة المفقودة لكل وحدة من كتلة العبوة أو حاوية السوائب الوسيطة أو الصهريج بعملية حسابية (على أن يؤخذ في الاعتبار كمية المادة وأبعاد العبوة وانتقال الحرارة في المادة وانتقال الحرارة خلال العبوة إلى البيئة المحيطة) أو بقياس نصف الوقت اللازم لكي تبرد العبوة، وهي مملوءة بالمادة أو بمادة أخرى لها خصائص فيزيائية مماثلة. ويمكن حساب الحرارة المفقودة لكل وحدة من الكتلة "L" (وات/كغم. كلفن) من نصف الوقت اللازم كي تبرد العبوة أي "$t_{1/2}$" (ثانية) والحرارة النوعية "C_p" (جول/كغم. كلفن) للمادة وذلك باستخدام المعادلة التالية:

$$L = \ln 2 \times C_p / t_{1/2}.$$

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٦-٣-٢٨ يمكن تحديد نصف الوقت اللازم كي تبرد العبوة بمقياس الفترة الزمنية التي ينخفض فيها الفرق بين درجة حرارة العينة ودرجة حرارة البيئة المحيطة بمعامل قدره ٢. وعلى سبيل المثال، فإنه بالنسبة للسوائل قد تكون العبوة مملوءة بفثلات ثنائي بوتيل أو فثلات ثنائي ميثيل وتسخن الفثلات إلى حوالي ٨٠ °مئوية. وينبغي ألا يستخدم الماء، إذ إن النتائج قد تكون غير منتظمة بسبب التبخر/التكثف. والانخفاض في درجة الحرارة يقاس عند مركز العبوة على مدى درجات حرارة التحلل المتسارع المتوقعة. ولوضع مقياس مدرج قد يكون من الضروري أن تراقب باستمرار درجة حرارة كل من المادة والبيئة المحيطة ثم استخدام التراجع الخطي للحصول على معاملات المعادلة التالية:

$$\ln \{T - T_a\} = c_o + cxt$$

حيث:

T = درجة حرارة المادة (°مئوية)؛

T_a = درجة حرارة الغرفة (°مئوية)؛

c_0 = اللوغاريتم الطبيعي للفرق بين درجة الحرارة الأولية للمادة ودرجة الحرارة الأولية للغرفة؛

c = L/C_p؛

t = الزمن (ثانية).

٧-٣-٢٨ وترد في الجدول ٢٨-٣ أمثلة لخصائص فقد الحرارة لبعض العبوات النمطية. والقيمة الفعلية ستعتمد على شكل العبوة وسمك جدارها والطبقة التي تغطي سطحها وغير ذلك.

الجدول ٢٨-٣: الحرارة المفقودة لكل وحدة كتلة من العبوات وحاويات السوائب الوسيطة والصهاريج

نوع الوعاء	السعة الاسمية (لتر)	المادة المعبأة	الحرارة المفقودة لكل وحدة كتلة (ملي وات/كلفن كغم)
للسوائل:			
1A1	٥٠	٤٧,٥ كغم من فثالات ثنائي ميثيل	٦٣
1H1	٥٠	٤٧,٥ كغم من فثالات ثنائي ميثيل	٩٤
1H1	٢٠٠	٢٠٠ كغم ماء	٥٦
3H1 (أسود)	٦٠	٤٧,٥ كغم من فثالات ثنائي ميثيل	١٠٥
6HG2	٣٠	٣٥,٠ كغم من فثالات ثنائي ميثيل	٦٩
IBC 31 HA1	٥٠٠	٥٠٠ كغم ماء	٥١
صهريج	٣ ٤٠٠	٣ ٤٠٠ كغم ماء	١٨[أ]
حاوية صهريجية (معزولة)	٢٠ ٠٠٠	١٤ ١٥٠ كغم خماسي ميثيل هبتان	١,٧
للمواد الصلبة:			
1G	٣٨	٢٨,٠ كغم فثلات ثنائي سيكلو هكسيل (صلب)[ب]	٣٥
1G	٥٠	٣٧,٠ كغم فثلات ثنائي سيكلو هكسيل (صلب)[ب]	٢٩
1G	١١٠	٨٥,٠ كغم فثلات ثنائي سيكلو هكسيل (صلب)[ب]	٢٢
4G	٥٠	٣٢,٠ كغم فثلات ثنائي سيكلو هكسيل (صلب)[ب]	٢٧

(أ) *محسوبة باستخدام معامل لانتقال الحرارة قيمته ٥ وات/م^2 كلفن.*

(ب) فثلات ثنائي سيكلو هكسيل *(صلب).*

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٨-٤ وصف اختبارات المجموعة حاء

٢٨-٤-١ *الاختبار حاء -١: الاختبار الأمريكي لدرجة حرارة التحلل المتسارع*

٢٨-٤-١-١ *مقدمة*

تستخدم هذه الطريقة لتعيين درجة الحرارة الثابتة الدنيا للجو المحيط التي يحدث عندها تحلل متسارع لمادة في عبوة معينة. ويمكن استخدام هذه الطريقة لاختبار عبوات يصل حجمها إلى ٢٢٠ لتراً. ويمكن أيضاً الحصول على ما يدل على وجود خطر الانفجار نتيجة لتفاعل التحلل.

٢٨-٤-١-٢ *الجهاز والمواد*

٢٨-٤-١-٢-١ ينبغي أن تكون مادة الاختبار والعبوة ممثلتين للمادة والعبوة المزمع استخدامهما تجارياً. والعبوة تمثل جزءاً أساسياً من الاختبار.

٢٨-٤-١-٢-٢ يتكون الجهاز من غرفة اختبار يمكن فيها المحافظة على درجة حرارة الجو المحيط بالعبوة موضع الاختبار ثابتة لمدة عشرة أيام على الأقل.

٢٨-٤-١-٢-٣ يراعى في إنشاء الغرفة ما يلي:

(أ) أن تكون معزولة جيداً؛

(ب) أن يتوفّر فيها التحكم بواسطة منظم حرارة (ثرموستات) في دوران الهواء بما يجعل من الممكن المحافظة على انتظام درجة حرارة الهواء في حدود ± ٢ °مئوية من درجة الحرارة المطلوبة؛

(ج) ألا تقل المسافة الفاصلة بين العبوة وجدار الغرفة عن ١٠٠ مم.

ويمكن استخدام أي نوع من الأفران شريطة أن يفي باشتراطات ضبط درجة الحرارة وألا يؤدي استخدامه إلى إشعال أية نواتج للتحلل. والشكلان ٢٨-٤-١-٢-٤ و٢٨-٤-١-٢-٥ يتضمنان مثالين لفرنين مناسبين للعبوات الصغيرة والعبوات الكبيرة، على الترتيب.

٢٨-٤-١-٢-٤ يمكن بناء فرن للعبوات الصغيرة من اسطوانة فولاذية مفتوحة من أعلاها وسعتها ٢٢٠ لتراً. وهذا الفرن يستوعب بسهولة عبوات يصل حجمها إلى ٢٥ لتراً. والشكل ٢٨-٤-١-١ يبين تفاصيل تركيب الفرن. ويمكن اختبار عبوات أكبر في هذا الفرن ما دام من الممكن ترك مسافة قدرها ١٠٠ مم بين العبوة وجدار الفرن.

٢٨-٤-١-٢-٥ يمكن بناء فرن للعبوات الكبيرة قابل للتوسيع باستعمال ألواح خشبية أبعاد مقطعها ٥٠ مم × ١٠٠ مم لتشكيل هيكل مكعب طول ضلعه ١,٢ م. ويبطن الهيكل من الداخل والخارج بخشب رقائقي غير منفذ للماء سمكه ٦ مم ويُعزل من جميع جوانبه بعازل من الألياف الزجاجية سمكه ١٠٠ مم. والشكل ٢٨-٤-١-٢ يبين تفاصيل تركيب الفرن. ويجب أن يكون لأحد الجوانب مفصلات كي يمكن تعبئة وتفريغ الاسطوانات. ويجب أن توضع على الأرضية قطع خشبية

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

أبعادها ٥٠ مم × ١٠٠ مم على حوافها بحيث تكون متباعدة بمسافة ٢٠٠ مم من المحاور لرفع أوعية الاختبار عن الأرضية والسماح بمرور الهواء حول العبوة. وتوضع عوارض عمودية على الباب كي يكون من الممكن تحريك الاسطوانات برافعة شوكية. وتركب مروحة تهوية على الجانب المقابل للباب. ويجب أن يكون اتجاه حركة الهواء من الركن العلوي للفرن إلى فتحة خروج الهواء من المروحة عند الركن السفلي الموجود في الجانب المقابل. ويركب سخان كهربائي قدرته ٢,٥ كيلووات لتسخين الهواء وتركب مزدوجات حرارية في فتحة دخول الهواء ومجاري الهواء وأعلى الفرن ومركزه وأسفله. وبالنسبة للمواد التي تقل درجة حرارة التحلل المتسارع لها عن درجة حرارة الجو المحيط، فإنه ينبغي أن يجرى الاختبار في غرفة تبريد أو أن يستخدم ثاني أكسيد كربون صلب لتبريد الفرن.

٢٨-٤-١-٢-٦ يجب أن تزود العبوة بجراب حراري توضع فيه المزدوجة الحرارية في نقطة منتصف العبوة. ومن الممكن أن يكون الجراب مصنوعاً من الزجاج أو الصلب غير القابل للصدأ أو من أية مادة مناسبة أخرى، غير أنه يجب أن يكون تركيب الجراب بطريقة لا تؤدي إلى إضعاف متانة العبوة أو إمكانات التهوية.

٢٨-٤-١-٢-٧ يلزم توفير أجهزة لقياس وتسجيل درجات الحرارة باستمرار وحماية تلك الأجهزة من مخاطر الحريق والانفجار.

٢٨-٤-١-٢-٨ ***يجب أن تجرى الاختبارات في مكان يوفر قدراً كافياً من الحماية ضد مخاطر الحريق والانفجار وضد الأبخرة السامة. ويوصى بأن يكون مكان الاختبار بعيداً عن الطرق العامة والمباني المسكونة بمسافة أمان تبلغ ٩٠ متراً مثلاً. وإذا كان هناك احتمال لوجود أبخرة سامة، قد يحتاج الأمر إلى زيادة مسافة الأمان.***

٢٨-٤-١-٣ *طريقة الاختبار*

٢٨-٤-١-٣-١ توزن العبوة. وتوضع مزدوجة حرارية في العبوة موضع الاختبار بحيث يكون من الممكن رصد درجة الحرارة في مركز العينة. وإذا كانت درجة حرارة الفرن المطلوبة أقل من درجة حرارة الجو المحيط، يشغَّل الفرن ويبرَّد من الداخل إلى درجة الحرارة المطلوبة قبل وضع العبوة فيه. وإذا كانت درجة حرارة الفرن المطلوبة تساوي درجة حرارة الجو المحيط، أو أعلى منها، توضع العبوة في الفرن عند درجة حرارة الجو المحيط ثم يشغل الفرن. ويجب أن تكون العبوة بعيدة عن جوانب الفرن بمسافة قدرها ١٠٠ مم على الأقل.

٢٨-٤-١-٣-٢ تسخَّن العينة وترصد درجة حرارة العينة وغرفة الاختبار باستمرار. ويسجل الوقت الذي تصبح فيه درجة حرارة العينة أقل من درجة حرارة غرفة الاختبار بمقدار ٢ °مئوية. ويستمر الاختبار بعد ذلك لمدة سبعة أيام أو إلى أن ترتفع درجة حرارة العينة عن درجة حرارة غرفة الاختبار بمقدار ٦ °مئوية أو أكثر، أيهما أسبق. ويسجل الوقت الذي يستغرقه ارتفاع درجة حرارة العينة من ٢ °مئوية تحت درجة حرارة غرفة الاختبار إلى درجة الحرارة القصوى.

٢٨-٤-١-٣-٣ بعد استكمال الاختبار، تبرَّد العينة وترفع من غرفة الاختبار. ويسجل تغير درجة الحرارة مع مرور الوقت. وإذا ظلت العينة سليمة، تسجل النسبة المئوية للنقص في الوزن ويحدد ما إذا كانت قد حدثت أية تغييرات في التركيب. ويجب التخلص من العينة في أقرب وقت ممكن.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٨-٤-١-٤-٣ إذا لم ترتفع درجة حرارة العيِّنة عن درجة حرارة الفرن بمقدار ٦ °مئوية أو أكثر، يعاد الاختبار بعينة جديدة بفرن تزيد درجة حرارته بمقدار ٥ °مئوية. وتعرَّف درجة حرارة التحلل المتسارع بأنها أقل درجة حرارة للفرن ترتفع عندها درجة حرارة العينة عن درجة حرارة الفرن بمقدار ٦ °مئوية أو أكثر. وإذا كان الغرض من اختبار المادة هو تحديد ما إذا كانت هناك حاجة لضبط درجة الحرارة، فإنه يجب إجراء عدد كاف من الاختبارات لتعيين درجة حرارة التحلل المتسارع إلى أقرب ٥ °مئوية أو لتحديد ما إذا كانت درجة حرارة التحلل المتسارع تساوي، أو تزيد عن ٦٠ °مئوية. وإذا كان الغرض من اختبار المادة هو تحديد ما إذا كانت المادة تحقق معيار درجة حرارة التحلل المتسارع بالنسبة لمادة ذاتية التفاعل، فإنه يجب أن يجرى عدد كاف من الاختبارات لتحديد ما إذا كانت درجة حرارة التحلل المتسارع لعبوة وزنها ٥٠ كغم هي ٧٥ °مئوية أو أقل.

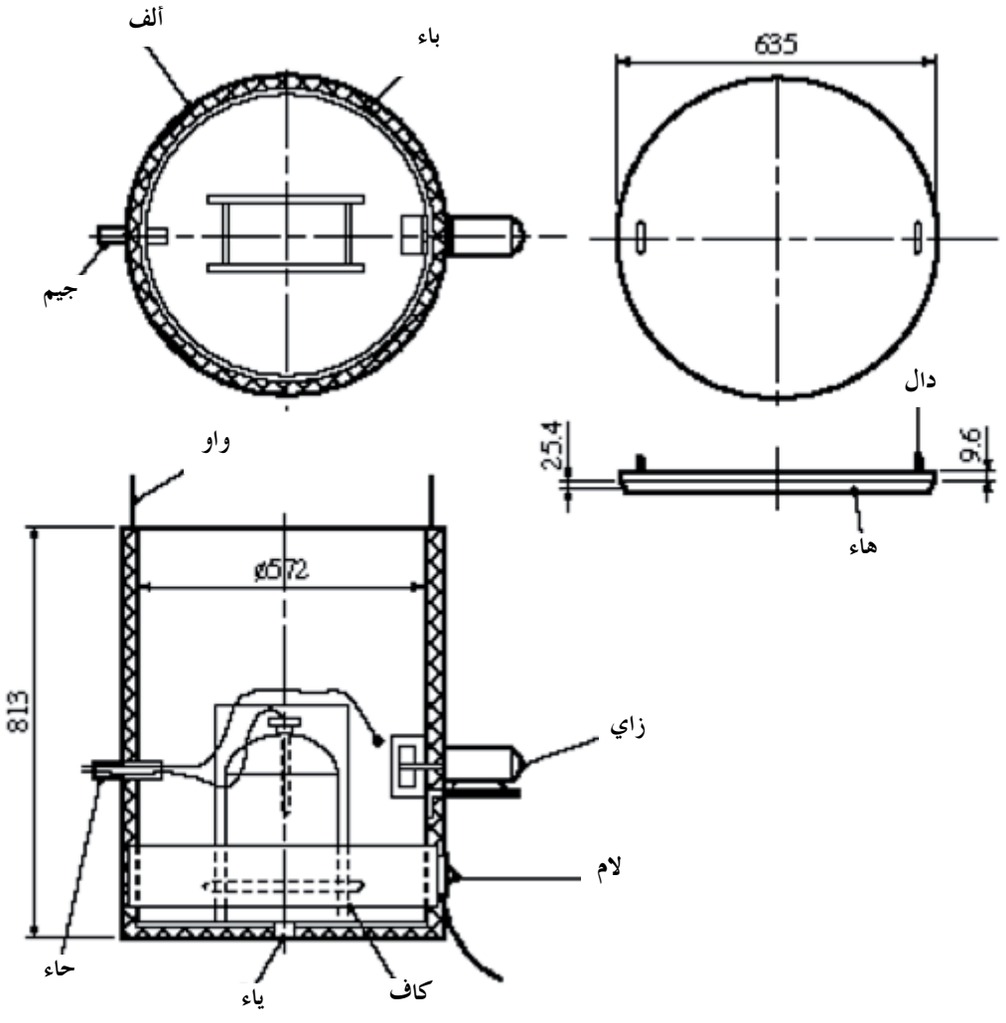
٢٨-٤-١-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٨-٤-١-٤-١ تسجل درجة حرارة التحلل المتسارع على أنها أقل درجة حرارة تزيد عندها درجة حرارة العينة عن درجة حرارة الفرن بمقدار ٦ °مئوية أو أكثر. وإذا لم تزد درجة حرارة العينة عن درجة حرارة الفرن بمقدار ٦ °مئوية أو أكثر، فإن درجة حرارة التحلل المتسارع تسجل على أنها أكبر من أعلى درجة حرارة فرن مستخدمة.

٢٨-٤-١-٤-٥ *أمثلة للنتائج*

المادة	كتلة العينة (كغم)	العبوة	درجة حرارة التحلل المتسارع (°مئوية)
فوق أكسي بنزوات أميل ثالثي	١٨,٢	6HG2، ٢٢,٨ لتراً	٦٥
فوق أكسي بنزوات بوتيل ثالثي (٦٠٪)	٧,٢	6HG2، ٢٢,٨ لتراً	٧٥
فوق أكسيد ثنائي بنزويل	٠,٤٥	1G	٧٠
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي - (٤- بوتيل سيكلو هكسيل ثالثي)	٤٣	1G	٤٠
٢،٥- ثنائي ايثوكسي -٤- مورفولينو بنزين - ثنائي أزونيوم كلوريد الزنك (٦٦٪)	٣٠	1G، ٥٠ لتراً	٥٠
٢- (ن- ايثوكسي كربونيل -ن- فينيل أمينو) -٣-ميثوكسي -٤- (ن- ميثيل -ن- سيكلو هكسيل أمينو) - بنزين - ثنائي أزونيوم كلوريد الزنك (٦٢٪)	١٠	6HG1، ٢٥ لتراً	٥٠

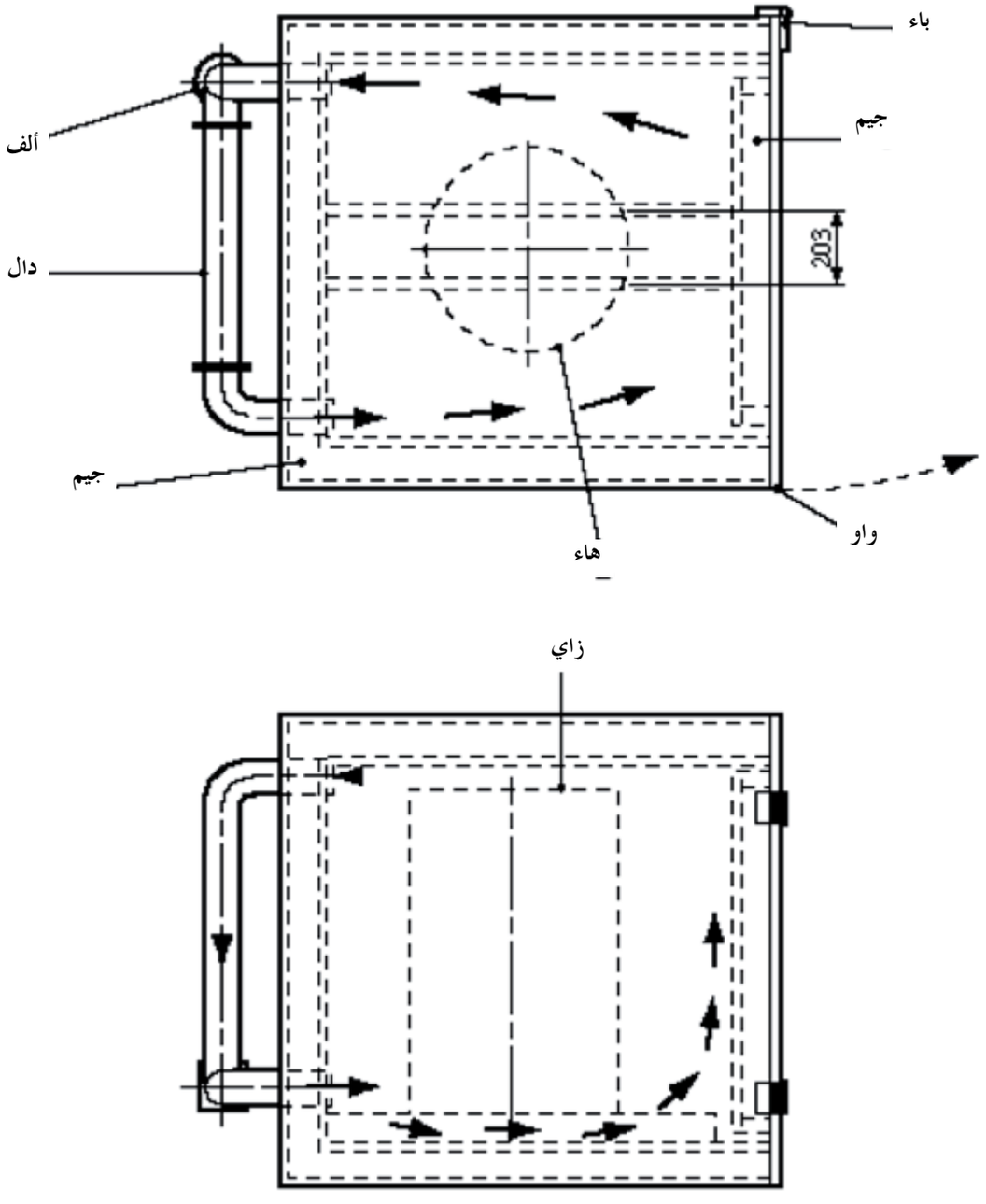
Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	طبقة عازلة بسمك ٢٥ مم	(باء)	برميل مفتوح سعة ٢٢٠ لتراً
(جيم)	أنبوبة قطر ١٩ مم	(دال)	ترباس ذو عروة مقاس ٩,٦ مم في غطاء
(هاء)	مادة عازلة على غطاء فولاذي	(واو)	فولاذي
(زاي)	مروحة	(حاء)	كابل تحكم قطر ٣ مم
(ياء)	فتحة صرف	(كاف)	مزدوجات حرارية وأجهزة تحكم
(لام)	سخان البرميل قدرة ٢ كيلووات		قاعدة زاوية مقاس ٢٥ مم

الشكل ٢٨-٤-١-١: فرن العبوات الصغيرة

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	مروحة	(باء)	مفصلتان
(جيم)	مادة عازلة	(دال)	سخان
(هاء)	برميل	(واو)	سقاطة
(زاي)	برميل (٠,٥٨ م × ٠,٨٩ م، مثلاً)		

الشكل ٢٨-٤-١-٢: فرن العبوات الكبيرة (مسقط أفقي ومسقط جانبي)

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٨-٤-٢ *الاختبار حاء -٢: اختبار التخزين المكظوم*

٢٨-٤-٢-١ *مقدمة*

٢٨-٤-٢-١-١ هذا الاختبار يعيّن المعدل الذي تولد به مادة متفاعلة الحرارة كدالة في درجة الحرارة. وبارامترات توليد الحرارة التي يتم الحصول عليها تستخدم مع بيانات الحرارة المفقودة المتعلقة بالعبوة لتعيين درجة حرارة التفاعل المتسارع لمادة ما في عبوتها. وهذا الاختبار مناسب لكل نوع من أنواع العبوات، بما في ذلك حاويات السوائب الوسيطة والصهاريج.

٢٨-٤-٢-١-٢ يمكن أخذ القياسات في مدى درجات حرارة من -٢٠ °مئوية إلى ٢٢٠ °مئوية. وأقل زيادة في درجة الحرارة، يمكن التعرف عليها، تناظر معدلاً لتوليد الحرارة قدره ١٥ ملي وات/كغم. والحد الأعلى يعتمد على قدرة نظام التبريد على تبريد المادة بأمان (حتى ٥٠٠ وات/كغم إذا استخدم الماء كمبرِّد). وعلى الرغم من أن الاختبار ليس اختباراً للحرارة المكظومة تماماً فإن الحرارة المفقودة تقل عن ١٠ ملي وات. وأكبر نسبة للخطأ هي ٣٠٪ عند ١٥ ملي وات/كغم و١٠٪ عند ما بين ١٠٠ ملي وات/كغم و١٠ وات/كغم.

٢٨-٤-٢-١-٣ إذا لم يبدأ تشغيل نظام التبريد إلا في مرحلة يزيد فيها معدل توليد الحرارة عن طاقة التبريد، فإنه من الممكن أن يحدث انفجار. لذلك، فإنه يجب اختيار موقع الاختبار بعناية وذلك كي تقل إلى الحد الأدنى الأخطار التي يمكن أن تنجم من حدوث انفجار وما قد يعقب ذلك من حدوث انفجار لغازات نواتج التحلل (انفجار ثانوي).

٢٨-٤-٢-٢ *الجهاز والمواد*

٢٨-٤-٢-٢-١ يتركب الجهاز من وعاء ديوار زجاجي (سعة ١,٠ لتر أو ١,٥ لتر) لاحتواء العينة، وفرن معزول مزود بجهاز تحكم تفاضلي للمحافظة على درجة الحرارة داخل الفرن في حدود ٠,١ °مئوية من درجة حرارة العينة، وغطاء لوعاء ديوار مصنوع من مادة خاملة. وفي حالات خاصة، قد يلزم استخدام ماسكات عينات مصنوعة من مواد أخرى. ويمر في الغطاء إلى داخل العينة ملف تسخين وأنبوبة تبريد مصنوعين من مادة خاملة. وتمرر في الغطاء المعزول أنبوبة شعرية مصنوعة من مادة "بوليتترافلوروايثين" وطولها ٢ متر وذلك لمنع تراكم الضغط داخل وعاء ديوار. وتستخدم وحدة تسخين موصلة بمصدر طاقة مستمر للتسخين الداخلي للمادة إلى درجة حرارة محدَّدة مسبقاً، أو لغرض المعايرة. ويمكن وقف أو بدء التسخين الداخلي والتبريد أوتوماتياً عند درجات حرارة محددة مسبقاً. وبالإضافة إلى نظام التبريد، فإن الجهاز مزود بوسيلة أمان ثانوية تفصل مصدر الطاقة المتصل بالفرن عند درجة حرارة محددة مسبقاً. ويبين الشكل ٢٨-٤-٢-١ رسماً تخطيطياً لجهاز اختبار التخزين المكظوم.

٢٨-٤-٢-٢-٢ تقاس درجة حرارة المادة في مركزها بواسطة مزدوجات حرارية، أو مجسات مقاومة من البلاتين، مركبة داخل أنبوبة من الصلب أو الزجاج. وتقاس درجة حرارة الهواء المحيط عند الارتفاع نفسه الذي تقاس عنده درجة حرارة العينة وذلك أيضاً باستخدام مزدوجات حرارية أو مجسات مقاومة من البلاتين. ويجب تركيب معدات لقياس وتسجيل درجات حرارة بشكل مستمر وذلك لرصد درجات حرارة المادة والهواء في الفرن. ويجب حماية المعدات من الحريق والانفجار. وبالنسبة للمواد التي تقل درجة حرارة التحلل المتسارع لها عن درجة حرارة الجو المحيط، فإنه يجب أن يجرى الاختبار في غرفة تبريد أو أن يستخدم ثاني أكسيد كربون صلب لتبريد الفرن.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٨-٤-٢-٣ *طريقة الاختبار*

٢٨-٤-٢-٣-١ خطوات المعايرة

تجرى خطوات المعايرة كما يلي:

(أ) يملأ وعاء ديوار بكلوريد الصوديوم أو فثلات ثنائي بوتيل، أو بزيت مناسب، ويوضع الوعاء في ماسك الوعاء الموجود في الفرن؛

(ب) تسخن العينة على خطوات بحيث تزيد درجة حرارتها كل مرة ٢٠ °مئوية وذلك باستخدام جهاز التسخين الداخلي عند معدل طاقة معروف، مثلاً ٠,٣٣٣ وات أو ١,٠٠٠ وات، وتعيّن الحرارة المفقودة عند درجات الحرارة ٤٠ °مئوية و٦٠ °مئوية و٨٠ °مئوية و١٠٠ °مئوية.

(ج) تستخدم البيانات لتحديد السعة الحرارية لوعاء ديوار باستخدام الطريقة المبينة في الفقرة ٢٨-٤-٢-٤.

٢٨-٤-٢-٣-٢ خطوات الاختبار

خطوات الاختبار هي كما يلي:

(أ) يملأ وعاء ديوار بالعينة الموزونة ويوضع مع العينة كمية ممثلة لمادة العبوة (إذا كانت معدنية) ويوضع الوعاء في ماسك الوعاء الموجود في الفرن؛

(ب) يبدأ رصد درجة الحرارة، ثم رفع درجة حرارة العينة باستخدام جهاز التسخين الداخلي إلى درجة حرارة محددة مسبقاً ويكون من الممكن أن يحدث عندها تسخين ذاتي محسوس. ويمكن حساب الحرارة النوعية للمادة من الزيادة في درجة الحرارة ومدة التسخين وطاقة التسخين؛

(ج) يتوقف التسخين الداخلي وترصد درجة الحرارة. وإذا لوحظ على مدى ٢٤ ساعة أن درجة الحرارة لم ترتفع نتيجة للتسخين الذاتي، تُرفَع درجة الحرارة بمقدار ٥ °مئوية وتعاد هذه الخطوة إلى أن يحدث تسخين ذاتي محسوس؛

(د) عند ملاحظة حدوث تسخين ذاتي، يُسمح للعينة بأن تسخن في ظروف مكظومة إلى درجة حرارة محددة مسبقاً بحيث يكون معدل توليد الحرارة أقل من السعة الحرارية، وعندها يبدأ تشغيل جهاز التبريد؛

(هـ) بعد أن تبرد العينة، يعين الفاقد في الكتلة، إن كان هناك فاقد، ويحدَّد التغير في التركيب (إن كان مطلوباً).

٢٨-٤-٢-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٨-٤-٢-٤-١ يحسب معدل الانخفاض في درجة الحرارة "A" (درجة مئوية/ساعة) لوعاء ديوار عند درجات الحرارة المختلفة المستخدمة في خطوات المعايرة. ويرسم منحنى لهذه القيم ليمكن تعيين معدل الانخفاض في درجة الحرارة عند أي درجة حرارة.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٨-٤-٢-٤-٢ تحسب السعة الحرارية "H" (جول/درجة مئوية) لوعاء ديوار باستخدام المعادلة التالية:

$$H = \frac{3600 \times E_1}{A + B} - (M_1 \times Cp_1)$$

حيث : E_1 = الطاقة المستخدمة في جهاز التسخين الداخلي (وات)

A = معدل الانخفاض في درجة الحرارة عند درجة الحرارة المستخدمة في الحساب (مئوية/ساعة)

B = ميل منحنى التسخين الداخلي (لمادة المعايرة) عند درجة الحرارة المستخدمة في الحساب (مئوية/ساعة)

M_1 = كتلة مادة المعايرة (كغم)

Cp_1 = الحرارة النوعية لمادة المعايرة (جول/كغم °مئوية)

٢٨-٤-٢-٤-٣ تعيَّن الحرارة المفقودة "K" (وات) باستخدام المعادلة التالية:

$$K = \frac{A \times (H + M_1 \times Cp_1)}{3600}$$

وذلك عند كل درجة حرارة مطلوبة، ويرسم منحنى للقيم الناتجة.

٢٨-٤-٢-٤-٤ تحسب الحرارة النوعية Cp_2 ـجول/كغم °مئوية) للمادة باستخدام المعادلة التالية:

$$Cp_2 = \frac{3600 \times (E_2 + K)}{C \times M_2} - \frac{H}{M_2}$$

حيث : E_2 = الطاقة المستخدمة في جهاز التسخين الداخلي (وات)

C = ميل منحنى التسخين الداخلي (للعينة) عند درجة الحرارة المستخدمة في الحساب (مئوية/ساعة)

M_2 = كتلة العينة (كغم)

٢٨-٤-٢-٤-٥ تحسب الحرارة المولدة "Q_T" (وات/كغم) للمادة كل ٥ °مئوية باستخدام المعادلة التالية لكل درجة حرارة:

$$Q_T = \frac{(M_2 \times Cp_2 + H) \times \frac{D}{3600} - K}{M_2}$$

حيث: D = ميل المنحنى أثناء التسخين الذاتي عند درجة الحرارة المستخدمة في الحساب (مئوية/ساعة)

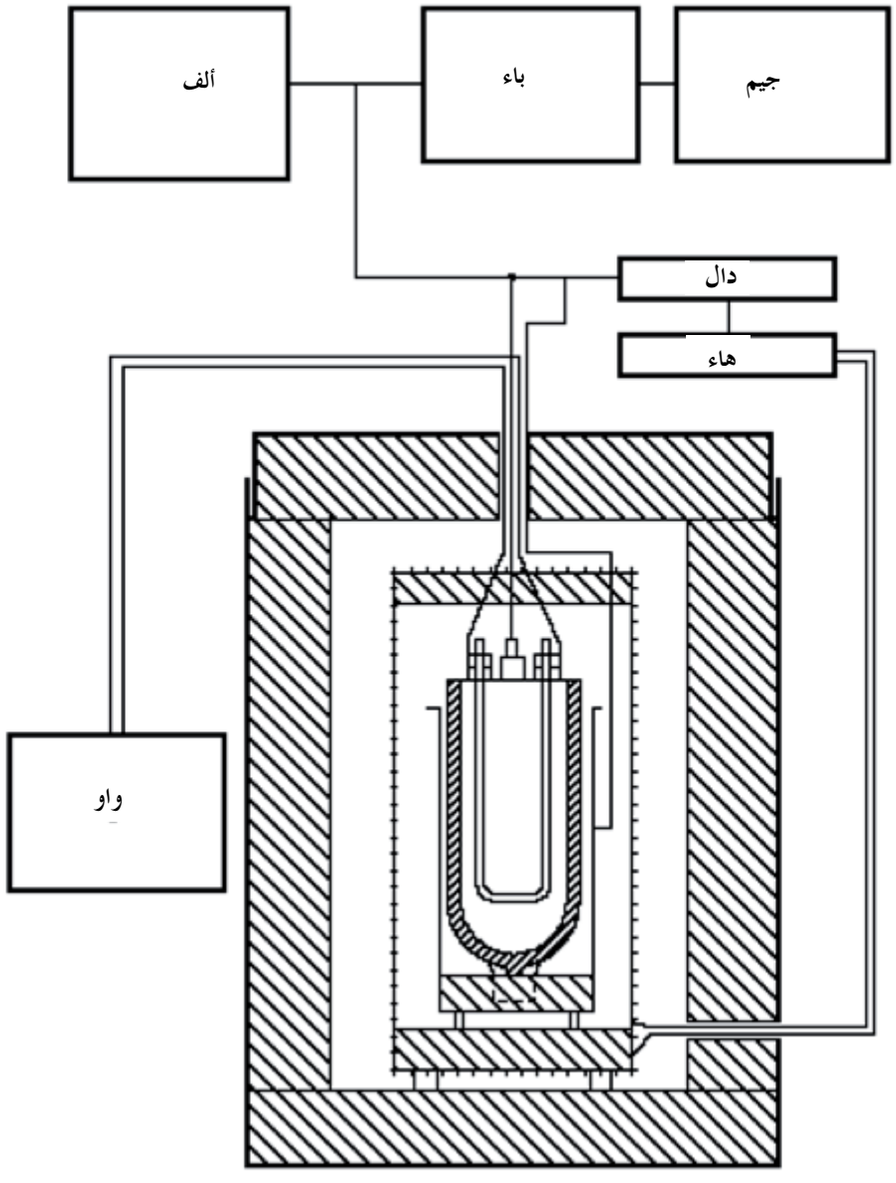
Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٨-٤-٢-٤-٦ توقَّع نقاط المعدلات المحسوبة للحرارة المولدة لكل وحدة من الكتلة كدالة في درجة الحرارة على ورق للرسم البياني الخطي ويوصل بين النقاط المحددة للحصول على أفضل منحنى. وتعين الحرارة المفقودة لكل وحدة من الكتلة "L" (وات/كغم °مئوية) للعبوة أو حاوية السوائب الوسيطة أو الصهريج (انظر الفقرة ٢٨-٣-٥). ويرسم خط مستقيم ميله "L"، بحيث يكون مماساً لمنحنى الحرارة المولدة. ونقطة تقاطع الخط المستقيم مع المحور السيني هي درجة الحرارة الحرجة للجو المحيط، أي أعلى درجة حرارة لا يحدث عندها تحلل متسارع للمادة في الشكل المعبأة به. ودرجة حرارة التحلل المتسارع هي درجة الحرارة الحرجة للجو المحيط (°مئوية) مقربة إلى مضاعف ٥ °مئوية الأقرب الأعلى. ويرد مثال لذلك في الشكل ٢٨-٤-٢-٢.

٢٨-٤-٢-٥ *أمثلة للنتائج*

المـــادة	الكتلة (كغم)	العبوة	الحرارة المفقودة لكل وحدة كتلة (ملي وات/كغم.كلفن)	درجة حرارة التحلل المتسارع (°مئوية)
آزو ثنائي كربوناميد	٣٠	1G	١٠٠	< ٧٥
فوق أكسي بنـــزوات بوتيل ثالثي	٢٥	6HG2	٧٠	٥٥
فوق أكسي -٢- إثيل هكسانوات بوتيل ثالثي	٢٥	6HG2	٧٠	٤٠
فوق أكسي بيفالات بوتيل ثالثي	٢٥	6HG2	٧٠	٢٥

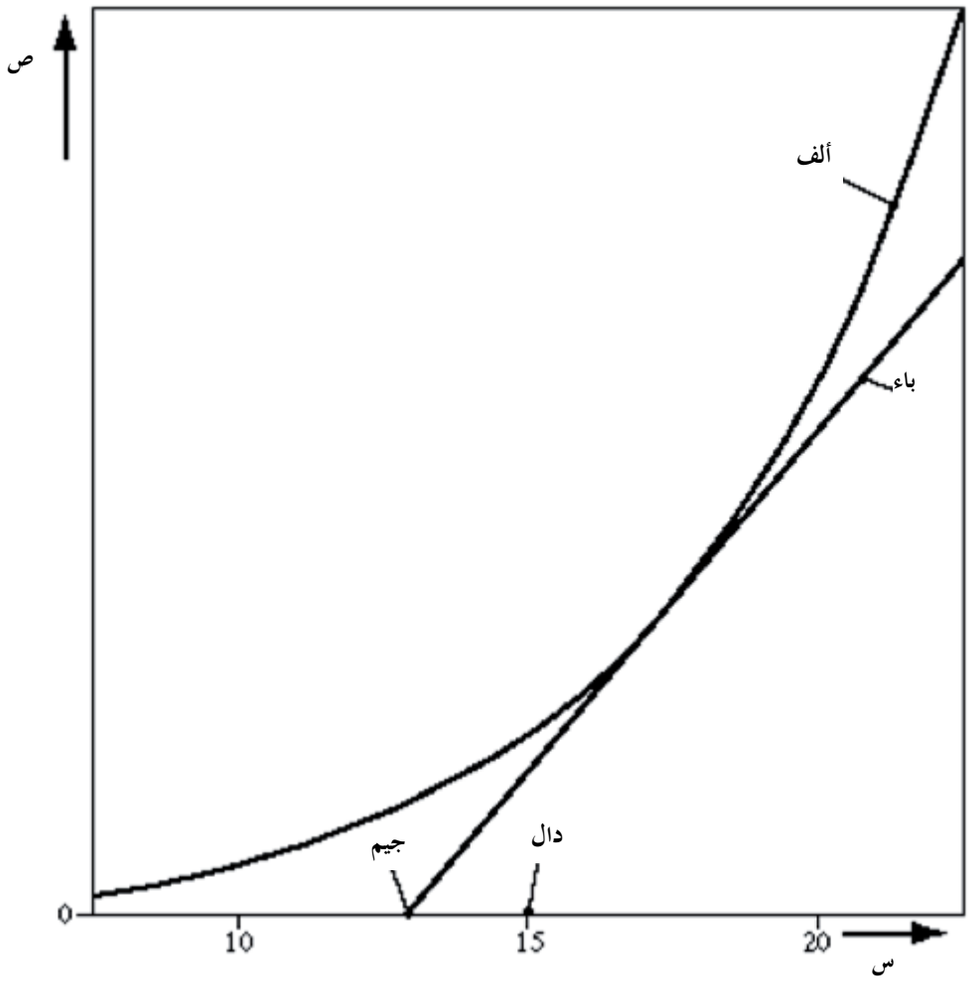
Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	مسجل ومنظم حرارة متعدد النقاط (١٠ ملي فولت)
(باء)	أداة ضبط الصفر الخارجي
(جيم)	أداة ضبط المسجل للحصول على أكبر دقة
(دال)	جهاز تحكم
(هاء)	مفتاح توصيل
(واو)	مسخِّن أولي داخلي

الشكل ٢٨-٤-٢-١: اختبار التخزين المكظوم

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	منحنى تولد الحرارة
(باء)	خط ميله يساوي معدل فقد الحرارة ومماس لمنحنى تولد الحرارة
(جيم)	درجة حرارة الجو المحيط الحرجة (تقاطع خط فقد الحرارة مع المحور السيني)
(دال)	درجة حرارة التحلل المتسارع – درجة الحرارة الحرجة للجو المحيط مقربة إلى مضاعف ٥ °مئوية الأقرب الأعلى
(س)	درجة الحرارة
(ص)	تدفق الحرارة (تولد أو فقد) لكل وحدة كتلة

الشكل ٢٨-٤-٢-٢: مثال لتحديد درجة حرارة التحلل المتسارع

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٨-٤-٣ *الاختبار حاء -٣: اختبار التخزين في درجة حرارة ثابتة*

٢٨-٤-٣-١ *مقدمة*

٢٨-٤-٣-١-١ تحدد هذه الطريقة معدل تولد الحرارة بواسطة المواد المتفاعلة أو المتحللة كدالة في الزمن عند درجة حرارة ثابتة. وبارامترات تولد الحرارة التي يتم الحصول عليها تستخدم مع بيانات الحرارة المفقودة التي لها صلة بالعبوة من أجل تحديد درجة حرارة التحلل المتسارع لمادة في عبوتها. وهذه الطريقة تناسب كل نوع من أنواع العبوة، بما في ذلك حاويات السوائب الوسيطة والصهاريج. وقد يزيد معدل تولد الحرارة لبعض المواد مع زيادة التحلل (نتيجة للحفز الذاتي أو التحلل المستحث، مثلاً). وهذه الطريقة تأخذ في الاعتبار أيضاً هذه الخاصية.

٢٨-٤-٣-١-٢ يمكن إجراء القياسات في مدى درجات حرارة من -٢٠ °مئوية إلى ٢٠٠ °مئوية. ويمكن قياس قيم تولد الحرارة من ٥ ملي وات/كغم إلى ٥ وات/كغم. والمقاومة الحرارية بين حامل العينة وكتلة الألومنيوم من خلال أجهزة قياس تدفق الحرارة هي حوالي ٠,١ وات/°مئوية. ومن الممكن أن يقيس الجهاز معدلات لتولد الحرارة تتراوح بين ١٥ ملي وات/كغم و١٥٠٠ ملي وات/كغم بنسبة خطأ قصوى قدرها ٣٠٪ عند ١٥ مللي وات/كغم و٥٪ من ١٠٠ إلى ١٥٠٠ ملي وات/كغم.

٢٨-٤-٣-١-٣ من الممكن إجراء الاختبار في مختبر عادي وذلك بالنظر إلى متانة تركيب الجهاز والصغر النسبي لحجم العينة وإلى أن ظروف إجراء الاختبار محددة تحديداً واضحاً. وتأثيرات الانفجار عند درجة حرارة ثابتة، مثل تشظي وعاء العينة وتولد ضغط، تظل داخل الجهاز.

٢٨-٤-٣-٢ *الجهاز والمواد*

٢٨-٤-٣-٢-١ يتركب الجهاز من مصرف حراري معزول (كتلة من الألومنيوم) يُحفظ عند درجة حرارة ثابتة بواسطة التسخين المحكوم. ويستخدم منظّم حرارة (ثرموستات) للحرارة المنخفضة للمحافظة على درجة الحرارة عند أقل من ٤٠ °مئوية. ويمكن بواسطة مفتاح التحكم في الحرارة تنظيم درجة الحرارة في حدود ٠,٢ °مئوية من درجة الحرارة المحددة. وتقاس درجة حرارة المصرف الحراري بواسطة مِحساس (مستشعِر) ذي مقاومة بلاتينية. والثقبان الموجودان في الكتلة بهما جهازان لقياس تدفق الحرارة (مثل عناصر بلتييه). ويبين الشكل ٢٨-٤-٣-١ رسماً تخطيطياً لجهاز اختبار التخزين عند درجة حرارة ثابتة. وبالنسبة للمواد التي تكون درجة حرارة تحللها المتسارع أقل من درجة حرارة الجو المحيط، فإنه ينبغي أن يجرى الاختبار في غرفة تبريد أو أن يستخدم ثاني أكسيد الكربون الصلب لتبريد الفرن.

٢٨-٤-٣-٢-٢ يركب وعاءان على جهازي قياس تدفق الحرارة: أحدهما يحتوي على العينة والآخر يحتوي على مادة خاملة. والوعاءان متماثلان وحجم كل منهما ٧٠ سم^3. وتكون كمية المادة الموضوعة في كل وعاء ٢٠ غم تقريباً. والوعاءان مصنوعان من الزجاج أو من الصلب غير القابل للصدأ. ويجب أن يكون نوع الصلب مناسباً لمادة الاختبار. وعند استخدام وعاء زجاجي، يزود الوعاء بأنبوبة شعرية طويلة لمنع تراكم الضغط داخل الوعاء وتبخر العينة.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٨-٤-٣-٢-٣ يسجل باستمرار اختلاف فرق الجهد الناتج عن اختلاف التدفق الحراري من وعاء العينة إلى المصرف الحراري ومن وعاء المادة الخاملة إلى المصرف الحراري وذلك كدالة في الزمن (قياس تفاضلي) بواسطة جهاز تسجيل أو حاسبة إلكترونية.

٢٨-٤-٣-٣ *طريقة الاختبار*

٢٨-٤-٣-٣-١ إجراء المعايرة

قبل البدء في أخذ القياسات يلزم تعيين الإشارة المحجوبة وحساسية جهاز قياس التدفق الحراري، وذلك بطريقة المعايرة التالية:

(أ) يضبط جهاز الاختبار عند درجة الحرارة المختارة؛

(ب) يتم إدخال ملف تسخين في وعاء العينة. ويوضع كل من العينة والمادة الخاملة (مثل كلوريد الصوديوم أو كريات زجاجية مطحونة) في الوعاء الخاص بها بما يضمن أن يكون ملف التسخين مغطى تماماً بالمادة. ويوضع الوعاءان في جهاز اختبار التخزين عند درجة حرارة ثابتة؛

(ج) تحدد الإشارة المحجوبة (الإشارة الخارجة من المسجل قبل توصيل ملف التسخين بمصدر الكهرباء)؛

(د) تعيَّن حساسية جهاز قياس التدفق الحراري باستخدام درجتين، أو ثلاث درجات، للتسخين في النطاق المتوقع لتولد الحرارة من العينة موضع الاختبار.

٢٨-٤-٣-٣-٢ خطوات الاختبار

خطوات الاختبار هي كما يلي:

(أ) يضبط جهاز الاختبار عند درجة حرارة الاختبار المختارة؛

(ب) يملأ وعاء العينة بالعينة الموزونة وبكمية مماثلة لمادة العبوة (إذا كانت العبوة من المعدن) ويوضع الوعاء في الجهاز. وينبغي أن تكون كمية العينة كافية لأن يكون معدل تولد الحرارة بين ٥ ملي وات و١٥٠٠ ملي وات لكل كيلوغرام من المادة؛

(ج) يبدأ رصد معدل تولد الحرارة. وينبغي ألا تستخدم النتائج في فترة ١٢ ساعة الأولى من الاختبار، لأن هذه الفترة لازمة لحدوث توازن في درجة الحرارة. والفترة التي يستغرقها كل اختبار تعتمد على درجة حرارة الاختبار ومعدل تولد الحرارة. وينبغي أن يستمر الاختبار لمدة ٢٤ ساعة على الأقل بعد فترة حدوث التوازن، وهي ١٢ ساعة، ولكن يمكن إنهاء الاختبار عندئذ إذا أصبح معدل تولد الحرارة أقل من المعدل الأقصى أو إذا زاد معدل تولد الحرارة عن ١,٥ وات/كغم؛

(د) في نهاية الاختبار يعين مقدار التغير في كتلة العينة؛

(هـ) يعاد الاختبار باستخدام عينات جديدة عند جميع درجات الحرارة بفارق قدره ٥ ^{o}مئوية بحيث يتم الحصول على سبع نتائج يتراوح المعدل الأقصى لتولد الحرارة بالنسبة لها بين ١٥ و١٥٠٠ ملي وات/كغم.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٨-٤-٣-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٨-٤-٣-٤-١ تحسب حساسية الجهاز "S" (ملي وات/ملي فولت) عند مقادير مختلفة للطاقة الكهربائية المستخدمة في إجراء المعايرة وذلك باستخدام المعادلة التالية:

$$S = \frac{P}{U_d - U_b}$$

حيث: P = الطاقة الكهربائية (ملي وات)

U_d = إشارة المعايرة (ملي فولت)

U_b = الإشارة المحجوبة (ملي فولت)

٢٨-٤-٣-٤-٢ تستخدم هذه القيم وبيانات الاختبار لحساب أقصى معدل لتولد الحرارة "Q" (ملي وات/كغم) عند درجات حرارة مختلفة للاختبار وذلك باستخدام المعادلة التالية:

$$Q = \frac{(U_s - U_b) \times S}{M}$$

حيث: U_s = إشارة العينة (ملي فولت)

M = الكتلة (كغم)

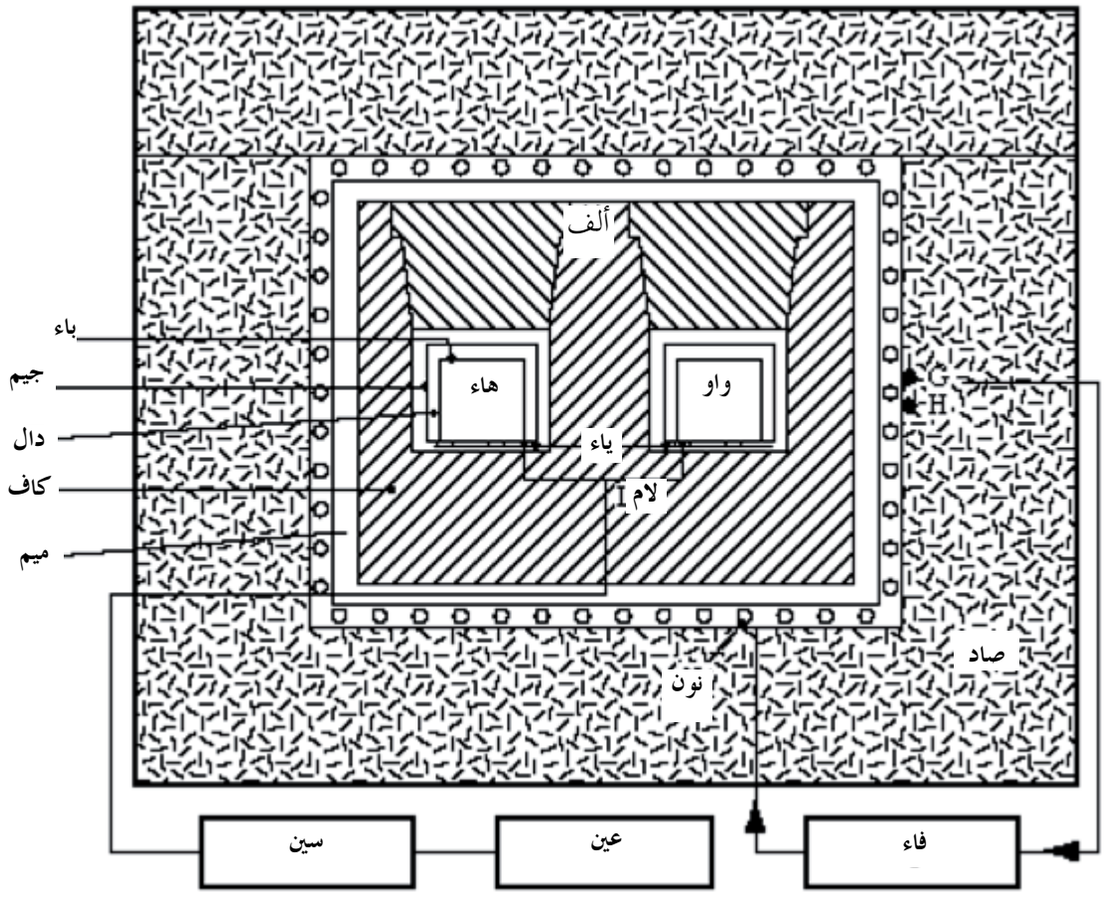
٢٨-٤-٣-٤-٣ ترسم العلاقة بين معدل تولد الحرارة الأقصى المحسوب لكل وحدة كتلة كدالة في درجة حرارة الاختبار على ورق بياني بمقياس خطي وتوصل النقط للحصول على أفضل منحنى. وتعين قيم الحرارة المفقودة لكل وحدة كتلة "L" (وات/كغم °مئوية) من العبوة أو حاوية السوائب الوسيطة أو الصهريج (انظر الفقرة ٢٨-٣-٥). ويرسم خط مستقيم ميله "L" بحيث يكون مماساً لمنحنى تولد الحرارة. ونقطة تقاطع الخط المستقيم مع المحور السيني تمثل درجة الحرارة الحرجة للجو المحيط، أي أعلى درجة حرارة لا يحدث عندها تحلل متسارع للمادة في الشكل المعبأة به. ودرجة حرارة التحلل المتسارع هي درجة الحرارة الحرجة للجو المحيط (°مئوية) مقربة إلى مضاعف ٥ °مئوية الأقرب الأعلى. ويرد مثال لذلك في الشكل ٢٨-٤-٣-٢.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٨-٤-٣-٥ *أمثلة للنتائج*

المـــادة	الكتلة (كغم)	العبوة	الحرارة المفقودة لكل وحدة كتلة (ملي وات/كغم.كلفن)	درجة حرارة التحلل المتسارع (^{O}مئوية)
آزو ثنائي كربوناميد	٣٠	1G	١٠٠	< ٧٥
فوق أكسي بنـــزوات بوتيل ثالثي	٢٥	6HG2	٧٠	٥٥
فوق أكسي -٢- إثيل هكسانوات بوتيل ثالثي	٢٥	6HG2	٧٠	٤٠
فوق أكسي بيفالات بوتيل ثالثي	٢٥	6HG2	٧٠	٢٥
٢،٥- ثنائي ايثوكسي -٤- مورفولينو بنـــزين - ثنائي أزونيوم كلوريد الزنك (٩٠٪)	٢٥	1G	١٥٠	٤٥
٢،٥- ثنائي ايثوكسي -٤- مورفولينو بنـــزين - ثنائي أزونيوم تترافلوروبورات (٩٧٪)	٢٥	1G	١٥	٥٥
٢،٥- ثنائي ايثوكسي -٤- (فينيل سلفونيل) - بنـــزين - ثنائي أزونيوم كلوريد الزنك (٦٧٪)	٢٥	1G	١٥	٥٠
٢- (ن- ايثوكسي كربونيل -ن- فينيل أمينو) - ٣- ميثوكسي -٤- (ن-مثيـــل -ن- ســـيكلو هكسيل أمينو) - بنـــــزين - ثنـــائي أزونيـــوم كلوريد الزنك (٦٢٪)	٢٥	1G	١٥	٤٥
٢- ميثيل -٤- (بيروليدين -١- يل) بنـــزين - ثنائي أزونيوم تترافلوروبورات (٩٥٪)	٢٥	1G	١٥	٥٥

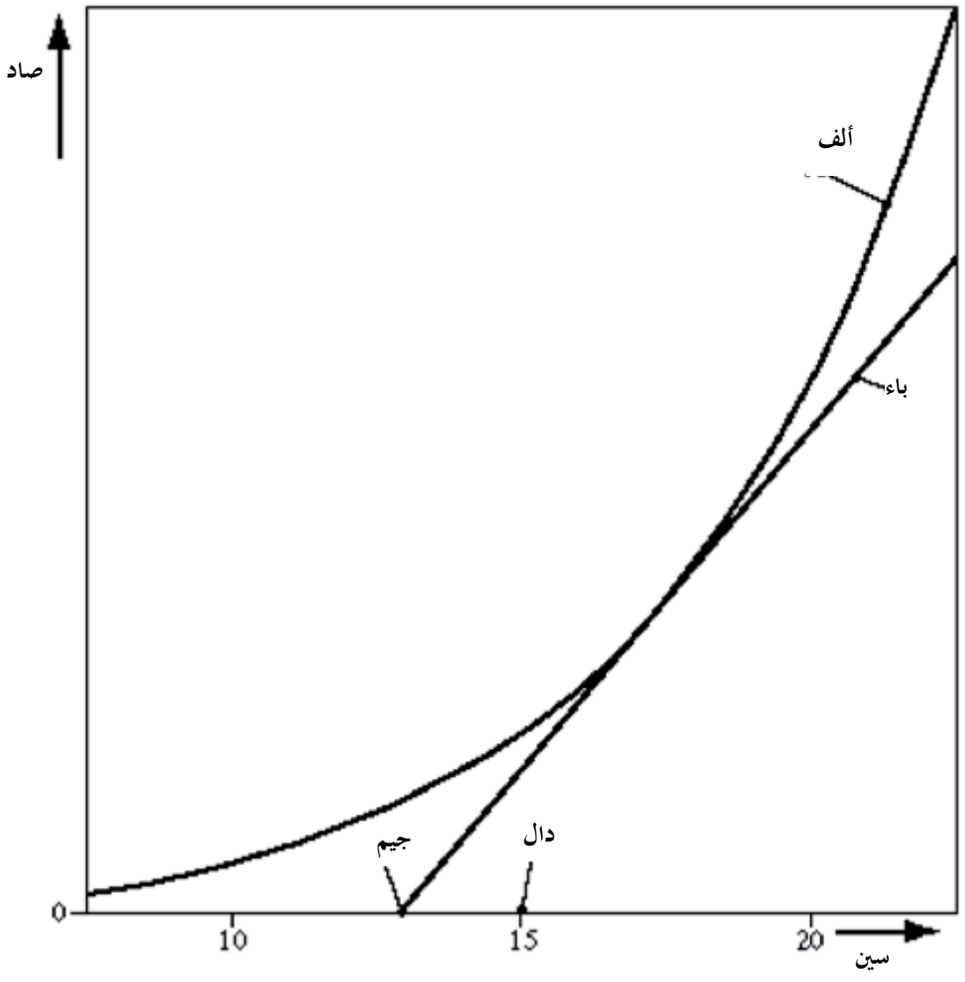
Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	مقياس حرارة (ترمومتر) به مقاومة من البلاتين	(باء)	وعاء العينة
(جيم)	وعاء اسطواني	(دال)	فراغ هواء
(هاء)	العينة	(واو)	مادة خاملة
(زاي)	جهاز إحساس (مستشعر) لضبط درجة الحرارة به مقاومة من البلاتين	(حاء)	جهاز إحساس (مستشعر) لمراقبة الأمان به
(ياء)	عناصر بلتييه	(كاف)	مقاومة من البلاتين
(لام)	دائرة كهربائية	(ميم)	كتلة من الألومنيوم
(نون)	أسلاك تسخين	(سين)	فراغ هواء
(عين)	مسجل	(فاء)	مضخم
(صاد)	صوف زجاجي		منظم درجة الحرارة

الشكل ٢٨-٤-٣-١: اختبار التخزين عند درجة حرارة ثابتة

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف) منحنى تولد الحرارة

(باء) خط ميله يساوي معدل فقد الحرارة ومماس لمنحنى تولد الحرارة

(جيم) درجة حرارة الجو المحيط الحرجة (تقاطع خط فقد الحرارة مع المحور السيني)

(دال) درجة حرارة التحلل المتسارع – درجة الحرارة الحرجة للجو المحيط مقربة إلى مضاعف ٥ °مئوية الأقرب الأعلى

(سين) درجة الحرارة

(صاد) تدفق الحرارة (تولد أو فقد) لكل وحدة كتلة

الشكل ٢٨-٤-٣-٢: مثال لتعيين درجة حرارة التحلل المتسارع

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٨-٤-٤ *الاختبار حاء -٤: اختبار التخزين مع تراكم الحرارة*

٢٨-٤-٤-١ *مقدمة*

٢٨-٤-٤-١-١ هذه الطريقة تعين أدنى درجة حرارة ثابتة للجو المحيط التي تتعرض عندها المواد غير الثابتة حرارياً لتحلل طارد للحرارة في ظروف تمثل ظروف المادة المعبأة للنقل. وهذه الطريقة تستند إلى نظرية سيمينوف للانفجار الحراري، أي أن المقاومة الرئيسية لتدفق الحرارة تكون عند جدران الوعاء. ويمكن استخدام هذه الطريقة لتعيين درجة حرارة التحلل المتسارع لمادة ما وهي في عبوتها التي تشمل حاويات السوائب الوسيطة والصهاريج الصغيرة (حتى ٢ م^3).

٢٨-٤-٤-١-٢ تعتمد فعالية الطريقة على اختيار وعاء ديوار تكون خصائص فقد الحرارة لكل وحدة كتلة بالنسبة له مماثلة لخصائص العبوة المقدمة للنقل.

٢٨-٤-٤-٢ *الجهاز والمواد*

٢٨-٤-٤-٢-١ يتألف الجهاز من غرفة اختبار مناسبة، وأوعية ديوار ملائمة لها وسائل إغلاق، ومجسات لدرجة الحرارة، وأجهزة قياس.

٢٨-٤-٤-٢-٢ ***ينبغي أن يجرى الاختبار في غرفة اختبار قادرة على تحمل الحريق وارتفاع الضغط، ويفضل أن تكون مزودة بجهاز لتخفيف الضغط، مثل جهاز التنفيس.*** ويوضع جهاز التسجيل في منطقة مراقبة منفصلة.

٢٨-٤-٤-٢-٣ بالنسبة للاختبارات التي تجرى عند درجات حرارة تصل إلى ٧٥ °مئوية، تستخدم غرفة معدنية مزدوجة الجدران (قطرها الداخلي ٢٥٠ مم، وقطرها الخارجي ٣٢٠ مم، وارتفاعها ٤٨٠ مم، ومصنوعة من ألواح صلب غير قابلة للصدأ يتراوح سمكها بين ١,٥ مم و٢,٠ مم) بحيث يمرر بين الجدارين سائل من حمام جار مضبوطة درجة حرارته عند درجة الحرارة المختارة. وتغلق غرفة الاختبار دون إحكام بواسطة غطاء معزول (مصنوع، مثلاً، من ألواح كلوريد البوليفينيل سمك ١٠مم). وينبغي أن يكون جهاز ضبط درجة الحرارة قادراً على تثبيت درجة حرارة عينة من سائل خامل موضوعة في وعاء ديوار بانحراف لا يتجاوز ± ١ °مئوية لمدة تصل إلى ١٠ أيام.

٢٨-٤-٤-٢-٤ كبديل، وخاصة بالنسبة للاختبارات التي تجرى عند درجات حرارة تزيد عن ٧٥ °مئوية، يمكن استخدام فرن تجفيف (بمساعدة مروحة إذا دعت الحاجة) يتم التحكم فيه بمنظم حرارة (ثرموستات) ويكون حجمه كافياً للسماح بمرور الهواء على جميع جوانب وعاء ديوار. وينبغي ضبط درجة حرارة هواء الفرن بحيث يمكن المحافظة على درجة الحرارة المطلوبة لعينة من سائل خامل موضوعة في وعاء ديوار بانحراف لا يتجاوز ± ١ °مئوية لمدة تصل إلى ١٠ أيام. وينبغي قياس وتسجيل درجة حرارة الفرن. ويوصى بتجهيز باب الفرن بسقاطة مغناطيسية أو استبداله بغطاء معزول فضفاض. ويمكن حماية الفرن بتبطينه بطبقة من صلب مناسب ووضع وعاء ديوار في قفص من شبكة سلك.

٢٨-٤-٤-٢-٥ بالنسبة للاختبارات التي تجرى عند درجات حرارة أقل من درجة حرارة الجو المحيط، يمكن استخدام غرفة مزدوجة الجدران (مجمِّدة، مثلاً) ذات حجم مناسب ومزودة بباب غير محكم أو غطاء (بسقاطة مغناطيسية، مثلاً). وتضبط درجة حرارة الهواء في الغرفة في حدود ± ١ °مئوية من درجة الحرارة المحددة.

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

٢٨-٤-٤-٢-٦ تستخدم أوعية ديوار، مع وسيلة إغلاقها، بحيث تكون خصائص فقد الحرارة ممثلة لأكبر حجم للعبوة المقدمة للنقل. ويجب أن تكون وسيلة إغلاق وعاء ديوار من مادة خاملة. وفي حالة المواد الصلبة بصفة خاصة، يمكن استخدام وسيلة إغلاق من الفلين أو المطاط. والشكل ٢٨-٤-٤-١ يبين وسيلة إغلاق يمكن استخدامها مع السوائل التي تكون درجة تطايرها منخفضة أو متوسطة. والعينات التي تكون درجة تطايرها مرتفعة عند درجة حرارة الاختبار تختبر في وعاء معدني محكم لا يتسرب منه الضغط ومزود بصمام لتنفيس الضغط. ويوضع وعاء الضغط في وعاء ديوار ويؤخذ في الاعتبار عند الحساب تأثير الطاقة الحرارية للوعاء المعدني.

٢٨-٤-٤-٢-٧ يجب تعيين خصائص فقد الحرارة للجهاز المستخدم، أي وعاء ديوار ووسيلة الإغلاق (انظر الفقرة ٢٨-٣-٦)، قبل إجراء الاختبار. وبالنظر إلى أن وسيلة الإغلاق لها تأثير كبير على خصائص فقد الحرارة، فإنه يمكن ضبط هذه الخصائص إلى حد ما عن طريق تغيير وسيلة الإغلاق. وللوصول إلى مستوى الحساسية المطلوب، يتعين ألا تستخدم أوعية ديوار تقل سعتها عن ٠,٥ لتر.

٢٨-٤-٤-٢-٨ أوعية ديوار التي تملأ بمقدار ٤٠٠ ملي لتر من المادة ويكون مقدار فقد الحرارة بالنسبة لها بين ٨٠ و١٠٠ ملي وات/كغم كلفن تكون مناسبة، في العادة، لتمثيل عبوة وزنها ٥٠ كغم. وبالنسبة للعبوات الأكبر أو حاويات السوائب الوسيطة أو الصهاريج الصغيرة، يجب استخدام أوعية ديوار يكون معدل فقد الحرارة بالنسبة لها أقل. وعلى سبيل المثال، فإن استخدام أوعية ديوار كروية سعتها لتر واحد ويتراوح معدل فقد الحرارة لها بين ١٦ و٣٤ ملي وات/كغم كلفن قد يكون مناسباً لحاويات السوائب الوسيطة والصهاريج الصغيرة.

٢٨-٤-٤-٣ *طريقة الاختبار*

٢٨-٤-٤-٣-١ تضبط درجة حرارة غرفة الاختبار عند درجة حرارة التخزين المختارة. ويملأ وعاء ديوار إلى نسبة ٨٠٪ من سعته بالمادة موضع الاختبار وتسجل كتلة العينة. وبالنسبة للمواد الصلبة، فإنه ينبغي كبسها بدرجة متوسطة. ويتم إدخال مسبار درجة الحرارة في مركز العينة. ويحكم إغلاق غطاء وعاء ديوار ويوضع الوعاء في غرفة الاختبار، وبعد ذلك يوصل جهاز تسجيل درجة الحرارة وتغلق غرفة الاختبار.

٢٨-٤-٤-٣-٢ تسخَّن العينة وترصد باستمرار درجة حرارة العينة وغرفة الاختبار. ويسجل الوقت الذي تصبح فيه درجة حرارة العينة أقل من درجة حرارة غرفة الاختبار بمقدار ٢ °مئوية. ويستمر الاختبار لمدة سبعة أيام أو إلى أن تصبح درجة حرارة العينة أعلى من درجة حرارة غرفة الاختبار بمقدار ٦ °مئوية أو أكثر، أيهما أسبق. ويسجل الزمن الذي ترتفع فيه درجة حرارة العينة من درجة الحرارة التي تقل بمقدار ٢ °مئوية عن درجة حرارة غرفة الاختبار إلى درجة الحرارة القصوى.

٢٨-٤-٤-٣-٣ إذا ظلت العينة سليمة، فإنها تبرَّد وتُرفع من غرفة الاختبار ويتم التخلص منها بحرص في أقرب وقت ممكن. ويمكن تعيين النسبة المئوية للكتلة المفقودة والتغير في التركيب.

٢٨-٤-٤-٣-٤ يكرر الاختبار باستخدام عينات جديدة مع تغيير درجة حرارة التخزين بفارق ٥ °مئوية كل مرة. وإذا كان الغرض من اختبار المادة هو تحديد ما إذا كانت هناك حاجة إلى ضبط درجة الحرارة، يُجرى عدد من الاختبارات يكفي

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved

لتحديد درجة حرارة التحلل المتسارع إلى أقرب ٥ °مئوية أو لتحديد ما إذا كانت درجة حرارة التحلل المتسارع أكبر من، أو تساوي، ٦٠ °مئوية. وإذا كان الغرض من اختبار المادة هو تحديد ما إذا كانت المادة تحقق معايير درجة حرارة التحلل المتسارع لمادة ذاتية التفاعل، فإنه يجرى عدد من الاختبارات يكفي لتحديد ما إذا كانت درجة حرارة التحلل المتسارع لعبوة وزنها ٥٠ كغم هي ٧٥ °مئوية أو أقل.

٢٨-٤-٤-٤ *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

٢٨-٤-٤-٤-١ تُسجل درجة حرارة التحلل المتسارع على أنها أقل درجة حرارة تكون عندها درجة حرارة العينة أكبر من درجة حرارة غرفة الاختبار بمقدار ٦ °مئوية أو أكثر. وإذا لم تزد درجة حرارة العينة على درجة حرارة غرفة الاختبار بمقدار ٦ °مئوية أو أكثر في أي اختبار، تسجل درجة حرارة التحلل المتسارع على أنها أكبر من أعلى درجة حرارة تخزين مستخدمة.

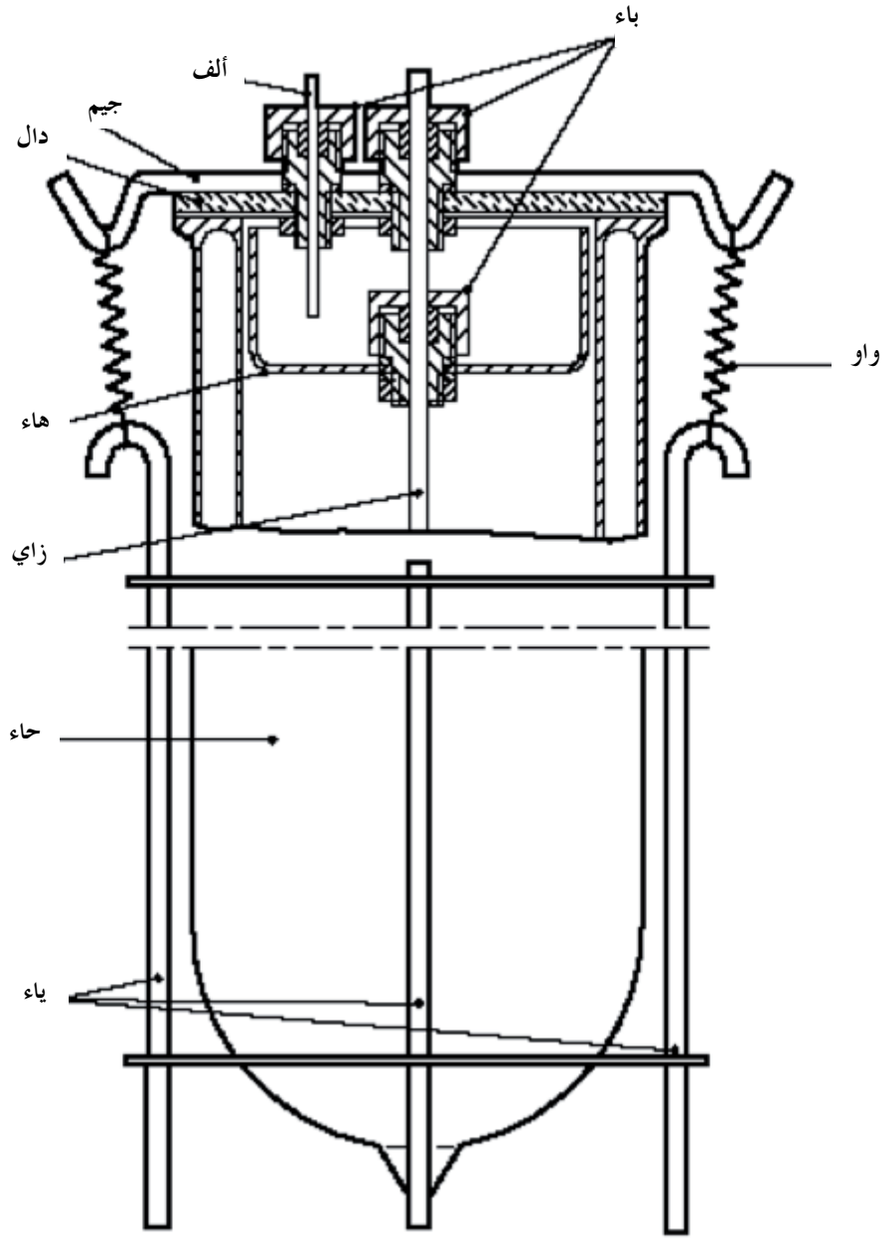
٢٨-٤-٤-٥ *أمثلة للنتائج*

المـــــادة	كتلة العينة (كغم)	فقد الحرارة في وعاء ديوار (ملي وات/كغم. كلفن)	درجة حرارة التحلل المتسارع (°مئوية)
آزو ثنائي كربوناميد	٠,٢٨	٧٤	< ٧٥
آزو ثنائي كربوناميد، ٩٠٪ مع عامل منشط بنسبة ١٠٪	٠,٢١	٧٠	٥٥
٢،٢'- آزو ثنائي(أيزوبوتيرونتريل)	٠,١٨	٦٢	٥٠
بنـــزين -١،٣- ثنائي سلفوهيدرازيد، ٥٠٪	٠,٥٢	٨١	٧٠
هيدرو فوق أكـــسيد بوتيـــل ثـــالثي، ٨٠٪ مـــع ١٢٪ فوق أكسيد ثنائي بوتيل ثالثي	٠,٣٠	٧٢	١٠٠[أ]
فوق أكسي نيودكربونات بوتيل ثالثي، ٤٠٪	٠,٤٢	٦٥	٢٥
فوق أكـــسي -٥،٥،٣- ثلاثـــي ميثيـــل هكـــسانوات بوتيل ثالثي	٠,٣٨	٧٩	٦٠
فوق أكسيد ثنائي بنـــزويل، ٥٠٪	٠,٢٥	٩١	٦٠
فوق أكسي ثـــاني كربونـــات ثنـــائي - (٤- ثلاثـــي - بوتيل سيكلوهكسيل)	٠,١٩	٧٩	٤٥
٢،٢- ثنائي - (فوق أكسي بوتيل ثالثي) بوتان، ٥٠٪	٠,٣١	٨٨	٨٠
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي - (٢- إيثيل هكسيل)	٠,٣٩	٦٤	صفر
٥،٢- ثنائي ايثوكـــسي -٤- مورفولينـــو بنـــــزين - ثنائي أزونيوم كلوريد الزنك (٦٦٪)	٠,٢٥	٥٨	٤٥
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي ايزوتريديسيل	٠,٣٨	٨٠	١٠
فوق أكسي حـــامض خليـــك، ١٥٪ مـــع ١٤٪ فـــوق أكسيد الهيدروجين (النوع واو)	١,٠٠	٣٣	< ٥٠[ب]

(أ) *في وعاء ضغط مع وعاء ديوار سعة ٢ لتر.*

(ب) *في وعاء ديوار كروي سعة ١ لتر.*

Copyright © United Nations, 2009. All rights reserved



(ألف)	أنبوبة شعرية من مادة بوليتترافلوروإثيلين	(باء)	وصلات خاصة ملولبة (من مادة بوليتترافلوروإثيلين أو ألومنيوم) وحلقة مانعة للتسرب على شكل حرف "O"
(جيم)	شريحة معدنية		
(هاء)	قاعدة كأس زجاجي	(دال)	غطاء زجاجي
(زاي)	أنبوبة زجاجية واقية	(واو)	نابض
(ياء)	وسيلة تثبيت فولاذية	(حاء)	وعاء ديوار

الشكل ٢٨-٤-٤-١: وعاء ديوار ووسيلة إغلاقه لاختبار السوائل والمواد الصلبة المبللة بالماء