Copyright © United Nations, 2021. All right reserved.

ST/SG/AC.10/11/Rev.7/Amend.1

دليل الاختبارات والمعايير

الطبعة السابعة المنقحة

التعديل 1

الأمم المتحدة
نيويورك وجنيف، 2021

الرجاء إعادة الاستعمال

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

© الأمم المتحدة، 2021
جميع الحقوق محفوظة في جميع أنحاء العالم

ينبغي توجيه طلبات استنساخ مقتطفات من التقرير أو أخذ صور ضوئية من محتوياته إلى مركز تراخيص حقوق النشر (Copyright Clearance Center) في الموقع الشبكي: copyright.com.

وينبغي توجيه جميع الاستفسارات الأخرى المتعلقة بالحقوق والتراخيص، بما في ذلك الحقوق الفرعية، إلى العنوان التالي:

United Nations Publications
405 East 42nd Street, S-09FW001
New York, NY 10017
United States of America

البريد الإلكتروني: permissions@un.org
الموقع الشبكي: https://shop.un.org

وليس في التسميات المستخدمة في هذا المنشور، ولا في طريقة عرض مادته، ما يتضمن التعبير عن أي رأي كان من جانب الأمانة العامة للأمم المتحدة بشأن المركز القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو لسلطات أي منها، أو بشأن تعيين تخومها أو حدودها.

منشور من منشورات الأمم المتحدة، صادرٌ عن لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا.

ST/SG/AC.10/11/Rev.7/Amend.1

eISBN: 978-92-1-005210-8

ISSN: 1014-7209
eISSN: 2412-4729

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

مقدمة

يتضمن "دليل الاختبارات والمعايير" المعايير وأساليب الاختبار والإجراءات التي يتعيّن استعمالها لتصنيف البضائع الخطرة وفقاً لأحكام "*توصيات الأمم المتحدة بشأن نقل البضائع الخطرة، اللائحة التنظيمية النموذجية*"، وكذلك تصنيف المواد الكيميائية التي تثير أخطاراً مادية وفقاً لأحكام "*النظام المنسَّق عالمياً لتصنيف المواد الكيميائية ووسمها (النظام المنسَّق عالمياً)*". ولذا فهو يكمّل أيضاً اللوائح الوطنية أو الدولية المستمدة من اللائحة التنظيمية النموذجية أو النظام المنسَّق عالمياً.

وكانت لجنة الخبراء المعنية بنقل البضائع الخطرة التابعة للمجلس الاقتصادي والاجتماعي هي التي وضعت دليل الاختبارات والمعايير أصلاً واعتَمدت صيغته الأولى في عام 1984، وبعد ذلك خضع الدليل للتحديث والتعديل بصورة منتظمة. وحالياً، تجري عملية التحديث برعاية لجنة الخبراء المعنية بنقل البضائع الخطرة وبالنظام المنسّق عالمياً لتصنيف المواد الكيميائية ووسمها، التي حلّت محل اللجنة الأصلية في عام 2001.

واعتمدت اللجنة في دورتها العاشرة (11كانون الأول/ديسمبر 2020) مجموعة من التعديلات المدخلة على الطبعة السابعة المنقحة من الدليل والتي عُممت بوصفها الوثيقة ST/SG/AC.10/48/Add.2. ويعرض هذا المنشور تلك التعديلات. أما الفصل 28، الذي خضع لتنقيح كثير، فيرد كاملاً في هذه الوثيقة بصيغته المعدلة.

وتشمل التعديلات الجديدة التي اعتمدت في عام 2020 ما يلي:

- نقل المتفجرات، بما في ذلك المواءمة مع الفصل 2-1 المنقح من النظام المنسق عالمياً؛
- تصنيف المواد الذاتية التفاعل والمواد المسبّبة للتماثر؛
- تقييم الاستقرار الحراري للعيّنات وتقييم ضبط درجة الحرارة لغرض نقل المواد الذاتية التفاعل والأكاسيد الفوقية العضوية.

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

المحتويات

الصفحة

تعديلات الجزء الأول

القسم 10 1

القسم 13 2

القسم 14 4

تعديلات الجزء الثاني

القسم 20 4

القسم 28 10

تعديلات الجزء الثالث

القسم 33 35

القسم 34 35

القسم 37 35

القسم 38 36

تعديلات الجزء الرابع

القسم 41 36

تعديلات الجزء الخامس

القسم 51 36

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

القسم 10

10-1-2 يعدل نص الفقرة ليصبح كما يلي:

"10-1-2 تغطي رتبة خطورة المتفجرات في النظام المنسق عالمياً جميع القطاعات. وتعتبر الرتبة 1 من اللائحة التنظيمية النموذجية مجموعة فرعية من هذه الرتبة وتشمل المتفجرات بالهيئة المقدمة بها للنقل.

ويجب أن تدرج بضائع الرتبة 1 في واحدة من ست شعب، حسب نوع الخطورة الذي تمثله (انظر الفصل 2-1، الفقرة 2-1-1-4 من اللائحة التنظيمية النموذجية)، وفي واحدة من مجموعات التوافق الثلاث عشرة التي تعيّن أنواع المتفجرات التي تعتبر متوافقة. وتُستخدم الشعبة، وأحياناً مجموعة التوافق، أيضاً أساساً للتصنيف في رتب خطورة المتفجرات في النظام المنسق عالمياً (انظر الفصل 2-1، القسم 2-1-2 من النظام المنسّق عالمياً). بالإضافة إلى ذلك، تشمل رتب الخطورة في النظام المنسّق عالمياً المتفجرات التي لم تدرج في إحدى الشعب.

يحظّر نقل المتفجرات التي لم تدرج في إحدى الشعب."

ينقل النص الموجود في الفقرة 10-1-2 والذي يبدأ بعبارة "ويوضح الشكل 10-1 المخطط العام" إلى فقرة جديدة رقمها 10-1-3.

يعاد ترقيم الفقرتين 10-1-3 و10-1-4 لتصبحا 10-1-4 و10-1-5.

10-1-4 (فقرة أعيد ترقيمها) في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "بالشكل المقدمة به" بعبارة "بالهيئة المقدمة بها". وفي الجملة الأخيرة، يستعاض عن عبارة "التصنيفات المتعلقة بالنقل" بعبارة "التصنيفات بالهيئة المقدمة بها للنقل".

10-1-3-1 تعدل ليصبح نصها كما يلي:

"10-1-3-1 تطبَّق إجراءات القبول لتحديد ما إذا كانت المادة أو السلعة، كما هي مقدمة للتصنيف، مرشّحة لتصنيفها في رتبة المتفجرات. وهذا يتقرر بتحديد ما إذا كانت المادة أقل حساسية من أن تُدرج في هذه الرتبة أو مقبولة كمادة متفجرة ولكن تعتبر أكثر حساسية للمؤثرات الميكانيكية، أو للحرارة أو اللهب، من أن تعيّن لها شعبة؛ أو ما إذا كانت السلعة أو السلعة المعبأة مقبولة كمادة متفجرة ولكن تعتبر أكثر حساسية للصدم أو الحرارة لكي تعيّن لها شعبة."

الشكل 10-1 في المربع "**تصنّف باعتبارها مادة متفجرة غير مستقرة**"، تحذف عبارة "**غير مستقرة**" ويضاف سطر جديد يكون نصه "لا تدرج في شعبة".

الشكل 10-2 في المربع 13، يستعاض عن عبارة "غير مستقرة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

في المربع 16، يستعاض عن عبارة "متفجرة غير مستقرة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

يعدل المربع 17 ليصبح نصه كما يلي:

"تصنف باعتبارها مادة متفجرة
لا تدرج في شعبة"

في المربع 19، يستعاض عن عبارة "**تقبل مؤقتاً في هذه الرتبة**" بعبارة "**تصنّف مؤقتاً باعتبارها مادة متفجرة**".

10-2-3-4 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مستقرة حرارياً" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

10-2-3-5 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير مستقرة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

10-1-4-1 تعدل الجملتان الأولتان ليصبح نصهما كما يلي:

"يمكن أن تدرج المتفجرات في واحدة من ست شعب بحسب نوع الخطورة الذي تمثله، ما لم تعتبر أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة (انظر الفقرة 2-1-1-4 من اللائحة التنظيمية النموذجية والفقرة 2-1-2 من النظام المنسّق عالمياً). ويعتبر الإدراج في شعبة من الشروط الأساسية

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

لنقل المتفجرات (انظر الفقرة 10-1-2). وتصف إجراءات الإدراج (الشكلان 10-3 و10-5) كيفية تعيين شعبة المواد والسلع المتفجرة. كما يمكن الإعلان منذ البداية عن إدراج المتفجرات في الشعبة 1-1.“

في الجملة التالية، لا ينطبق التعديل على النسخة العربية.

في الجملة ما قبل الأخيرة، يستعاض عن عبارة ”2-1-1-2(ب) من النظام المنسّق عالمياً“ بعبارة ”الفقرة 2-1-1-2-1(ب) من النظام المنسّق عالمياً“.

الشكل 10-4 في المربع 6، تحذف عبارة ”غير مستقرة“ وتضاف في النهاية نقطة ثم عبارة ”لا تدرج في شعبة“.

في المربع 7، تحذف عبارة ”خارج المواد المتفجرة غير المستقرة“ ويستعاض عن الفاصلة المنقوطة بنقطة.

الشكل 10-6(أ) في الصف المتعلق بـ ”المربع 13“، يستعاض عن عبارة ”غير مستقرة“ بعبارة ”أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة“.

الشكل 10-6(ب) في المربع 13، يستعاض عن عبارة ”غير مستقرة“ بعبارة ”أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة“.

في المربع 16، يستعاض عن عبارة ”غير المستقرة“ بعبارة ”الأكثر حساسية من أن تدرج في شعبة“.

يعدل المربع 17 ليصبح نصه كما يلي:

”تصنّف باعتبارها مادة متفجرة
لا تدرج في شعبة“

في المربع 19، يستعاض عن عبارة **”تقبل مؤقتاً في هذه الرتبة“** بعبارة **”تصنّف مؤقتاً باعتبارها مادة متفجرة“**.

الشكل 10-7(أ) في الصف المتعلق بـ ”المربع 13“، يستعاض عن عبارة ”غير مستقرة“ بعبارة ”أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة“.

الشكل 10-7(ب) في المربع 13، يستعاض عن عبارة ”غير مستقرة“ بعبارة ”أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة“.

في المربع 16، يستعاض عن عبارة ”غير المستقرة“ بعبارة ”الأكثر حساسية من أن تدرج في شعبة“.

يعدل المربع 17 ليصبح نصه كما يلي:

”تصنّف باعتبارها مادة متفجرة
لا تدرج في شعبة“

في المربع 19، يستعاض عن عبارة ”تقبل مؤقتاً في هذه الرتبة“ بعبارة ”تصنّف مؤقتاً باعتبارها مادة متفجرة“.

القسم 13

13-1 يعدل النص تحت العنوان ليصبح كما يلي وتحذف الملاحظة:

”تستخدم مجموعة الاختبارات هذه للإجابة على السؤالين الواردين في المربعين 12 و13 من الشكل 10-2 بتحديد حساسية المادة بالنسبة للمؤثرات الميكانيكية (الصدم والاحتكاك)، وللحرارة واللهب. وتكون الإجابة على السؤال الوارد في المربع 12 ”لا“ إذا كانت نتيجة نوع الاختبار 3(ج) موجبة ”+“ وبالتالي تصنّف المادة على أنها أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة. وتكون الإجابة على السؤال الوارد في المربع 13 ”نعم“ إذا كانت نتيجة أي اختبار من الأنواع 3(أ) أو 3(ب) أو 3(د) موجبة ”+“. وإذا كانت نتيجة الاختبار موجبة ”+“، تعتبر المادة أكثر حساسية من أن تدرج في شُعبة بالشكل الذي اختُبرت به، غير أنه يمكن وضعها في كبسولة أو إزالة حساسيتها أو تعبئتها من أجل تقليل حساسيتها للمؤثرات الخارجية.“

13-1-4-1 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة ”مادة متفجرة غير ثابتة“ بعبارة ”أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة“.

13-4-1-4-1 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة ”مادة متفجرة غير ثابتة“ بعبارة ”أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة“.

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

2-4-1-4-13 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

1-2-4-13 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

4-2-4-13 في الفقرة التي تلي النقاط الفرعية، الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

1-3-4-13 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

1-4-3-4-13 في الفقرة التي تلي النقاط الفرعية، الجملتان الأولى والأخيرة، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

2-4-3-4-13 في الفقرة التي تلي النقاط الفرعية، الجملتان الثالثة وما قبل والأخيرة، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

1-4-4-13 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

4-4-4-13 في الفقرة التي تلي النقاط الفرعية، الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

1-5-4-13 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

2-4-5-4-13 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

3-4-5-4-13 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

1-6-4-13 يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

1-4-6-4-13 في الفقرة التي تلي النقاط الفرعية، الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

2-4-6-4-13 في الفقرة التي تلي النقاط الفرعية، الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

1-7-4-13 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

1-5-7-4-13 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

2-5-7-4-13 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

1-1-5-13 يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

4-1-5-13 في الفقرة التي تلي النقاط الفرعية، الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

1-2-5-13 يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

4-2-5-13 في الفقرة التي تلي النقاط الفرعية، الجملتان الأولى والأخيرة، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

1-3-5-13 يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

13-3-5-4 في الفقرة التي تلي النقاط الفرعية، الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

13-4-5-1 يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

13-4-5-5 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير ثابتة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

13-6-1-3-1 يستعاض عن عبارة "غير مستقرة بدرجة لا تسمح بنقلها، وينبغي تصنيفها على أنها مادة متفجرة غير مستقرة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

13-6-1-4-2 يستعاض عن عبارة "وينبغي تصنيفها على أنها مادة متفجرة غير مستقرة ولا يُسمح بنقلها" بعبارة "وأنها بالتالي أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

13-6-2-4-2 يستعاض عن عبارة "وينبغي تصنيفها على أنها مادة متفجرة غير مستقرة ولا يُسمح بنقلها" بعبارة "وأنها بالتالي أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

13-7-1-3 في الفقرة التي تلي النقاط الفرعية، الجملة الأخيرة، يستعاض عن عبارة "مادة متفجرة غير مستقرة" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

القسم 14

14-1-1 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "أخطر من أن تنقل" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

14-1-4-1 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "أخطر من أن تنقل" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

14-1-4-4 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "أخطر من أن تنقل" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

14-1-5-4 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "أخطر من أن ينقل" بعبارة "أكثر حساسية من أن يدرج في شعبة".

14-2-5-4 في الجملة الأولى، يستعاض عن عبارة "أخطر من أن تنقل" بعبارة "أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة".

القسم 20

20-3-3-3 في الجملة الأولى، بعد عبارة "قياس الحرارة بالمسح التفاضلي" تضاف عبارة "(DSC)".

تعدل الجملة الأخيرة ليصبح نصها كما يلي: "وفي حالة استخدام قياس الحرارة بالمسح التفاضلي، تعرَّف درجة حرارة البداية بأنها درجة الحرارة عند أول أثر ملحوظ مصدِرٍ للحرارة (أي عند ابتعاد إشارة توليد الحرارة عن خط الأساس)".

يدرج قسم جديد 20-3-4 يكون نصه كما يلي:

"**20-3-4** ***الاستقرار الحراري للعيّنات وتقييم ضبط درجة الحرارة لغرض النقل***

20-3-4-1 لا تطبق أحكام هذا القسم إلا على العيّنات الممتثلة للأحكام الواردة في الفقرة 2-4-2-3-2-4(ب) أو الفقرة 2-5-3-2-5-1 من اللائحة التنظيمية النموذجية في الحالات التي تكون فيها درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع غير معروفة.

20-3-4-2 إذا تبيّن أن درجة حرارة بداية التحلل في قياس الحرارة بالمسح التفاضلي وفقاً للفقرة 20-3-3-3 هي 160°س أو أعلى، يمكن الافتراض بأن درجة الحرارة المقدّرة للتحلل الذاتي التسارع أعلى من 55°س. وفي هذه الحالات، ليس من المطلوب ضبط درجة الحرارة وفقاً للفقرة 2-4-2-3-4 من اللائحة التنظيمية النموذجية. ويمكن إهمال المركّبات الصغيرة المعزولة المصدرة للحرارة التي تقل قيمة سعتها الحرارية عن 20 جول/غ وتسبق التحلل الرئيسي.

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

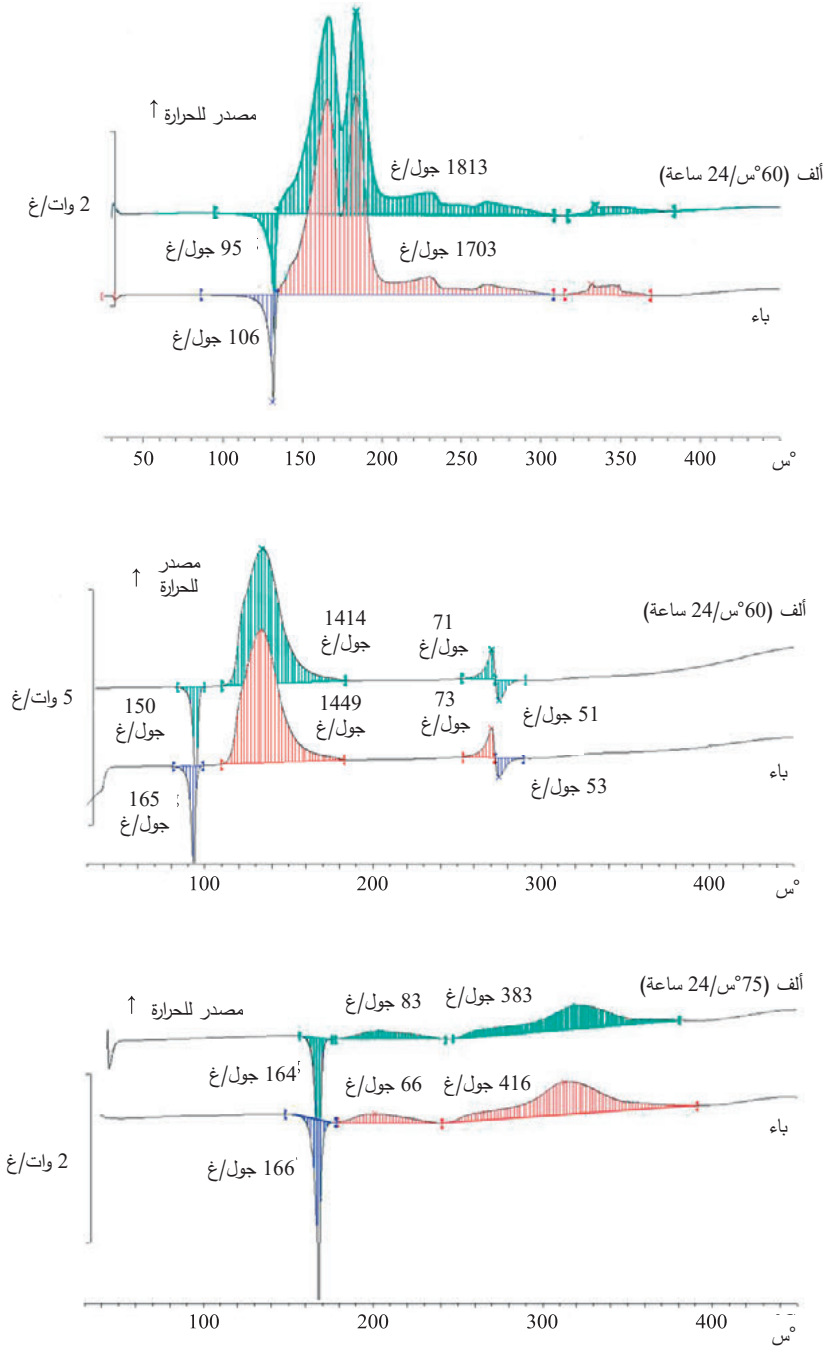
20-3-4-3 لأغراض تحديد الحاجة إلى ضبط درجة الحرارة، يمكن تطبيق اختبار للإجهاد الحراري يستند إلى قياسات الحرارة بالمسح التفاضلي، وذلك على النحو التالي: تقاس حرارة العيّنة المقدمة للنقل بالمسح التفاضلي كما هو مبين في الفقرة 20-3-3-3. ثم تؤخذ عيّنة ثانية ويطبق الإجهاد الحراري بتسقية العيّنة في البوتقة المغلقة لقياس الحرارة بالمسح التفاضلي عند درجة حرارة محددة ثابتة ولفترة زمنية معينة. في الحالات الاعتيادية، تعتبر فترة إجهاد مدتها 24 ساعة فترة كافية. بعد ذلك تبرّد العيّنة التي خضعت للإجهاد لتصل إلى درجة حرارة الغرفة قبل تعريضها لقياس الحرارة بالمسح التفاضلي على نفس معدل التسخين السابق. فإذا بقي سلوك التحلل بدون تغيير بمقارنة قياسي الحرارة بالمسح التفاضلي من حيث درجة حرارة بدء التحلل، وشكل المنحنى، والطاقة، وضمن عدم تيقن من القياس بحدود 10في المائة، تعتبر العيّنة مستقرة عند درجة حرارة الإجهاد المطبقة. وبالنسبة للذرى المسطحة التي يبلغ عندها الحد الأقصى لتوليد الحرارة 0.2 واط/غ، يسمح بانحراف قدره 25 في المائة في نطاقات درجات الحرارة التي تقل عن 250°س، و40 في المائة فوق هذا الحد. وإذا تم اجتياز اختبار الإجهاد وفقاً لهذه المعايير عند 60°س، يصبح عندئذ ضبط درجة الحرارة غير مطلوب.

20-4-4-3 إذا فشلت العيّنة في اجتياز اختبار الإجهاد عند 60°س، ينبغي تطبيق الإجراء نفسه عند درجات حرارة متناقصة على خطوات بمقدار 10 درجات كلفن إلى أن يصبح سلوك التحلل بدون تغيير. وينبغي أن تعتبر درجة الحرارة هذه درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع للعيّنة، ويمكن عندئذ أن تشتق درجة حرارة الضبط ودرجة حرارة الطوارئ وفقاً للقسم 28-2-3 والجدول 28-2.

20-5-4-3 ترد في الشكل 20-2 أمثلة لاجتياز اختبار الإجهاد الحراري. ويتضمن الشكل 20-3 أمثلة للعينات التي فشلت في اجتياز اختبار الإجهاد. ويرد في الشكل 20-4 الرسم التخطيطي للإجراء المتّبع.

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

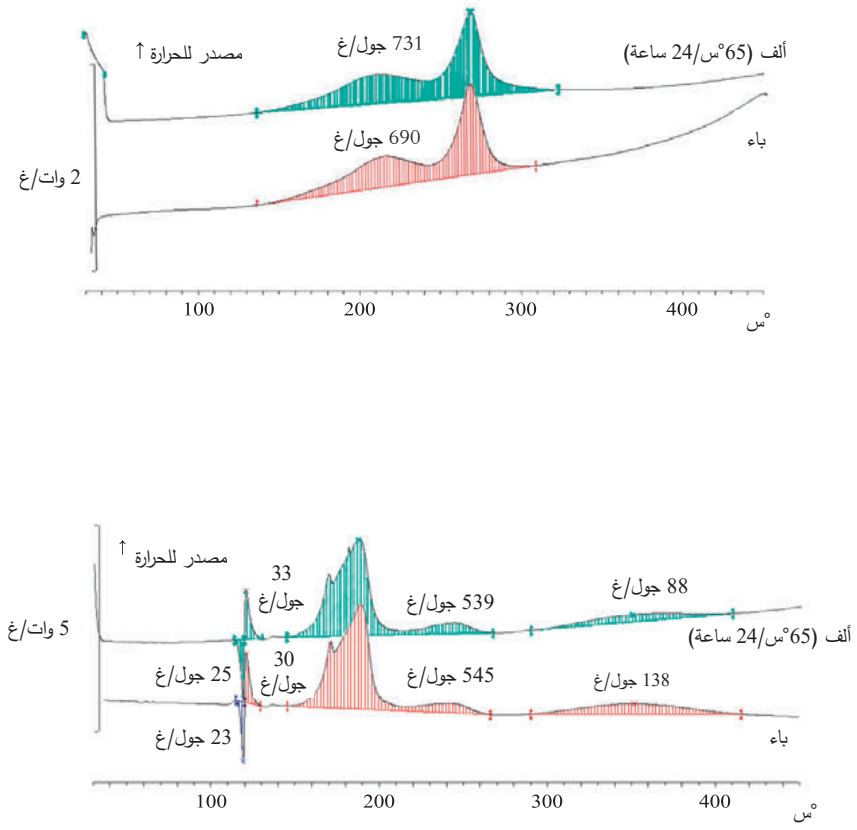
الشكل 20-2: أمثلة للعيّنات التي اجتازت اختبار الإجهاد الحراري



(ألف) العيّنة بعد الإجهاد الجراري (باء) العيّنة الأصلية

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

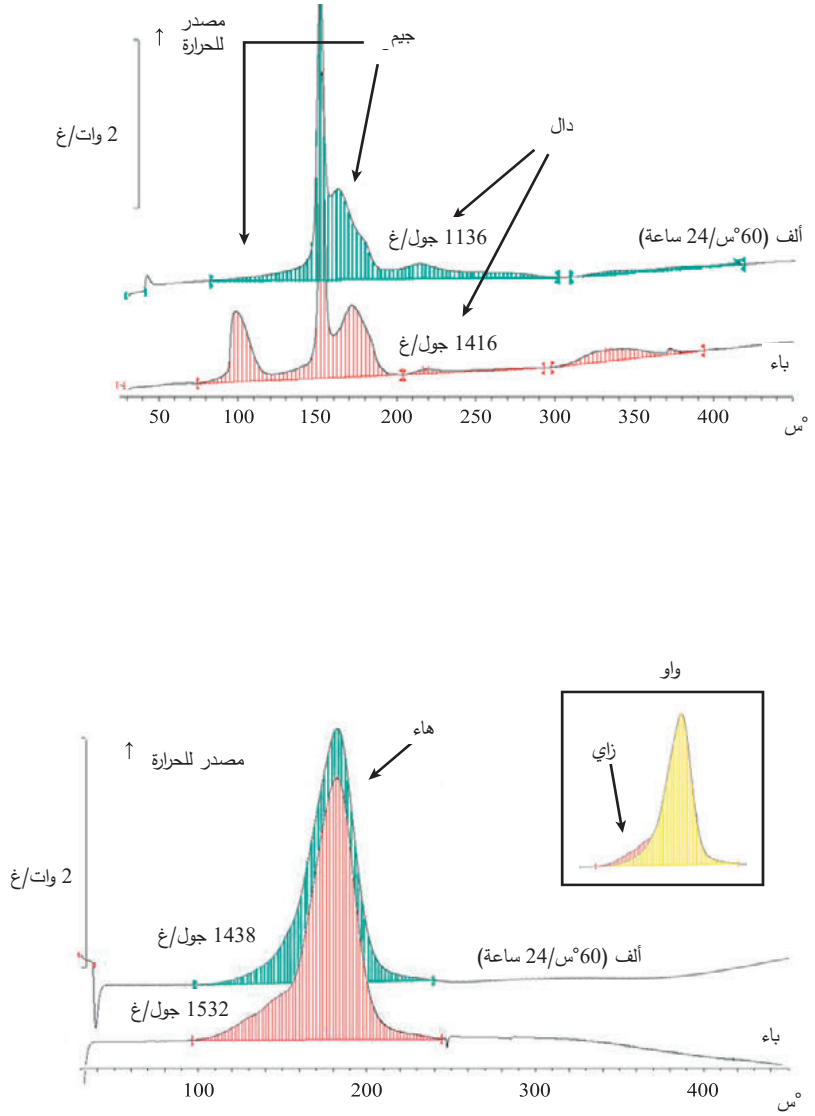
الشكل 20-2: أمثلة للعيّنات التي اجتازت اختبار الإجهاد الحراري (تابع)



(ألف) العيّنة بعد الإجهاد الجراري (باء) العيّنة الأصلية

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

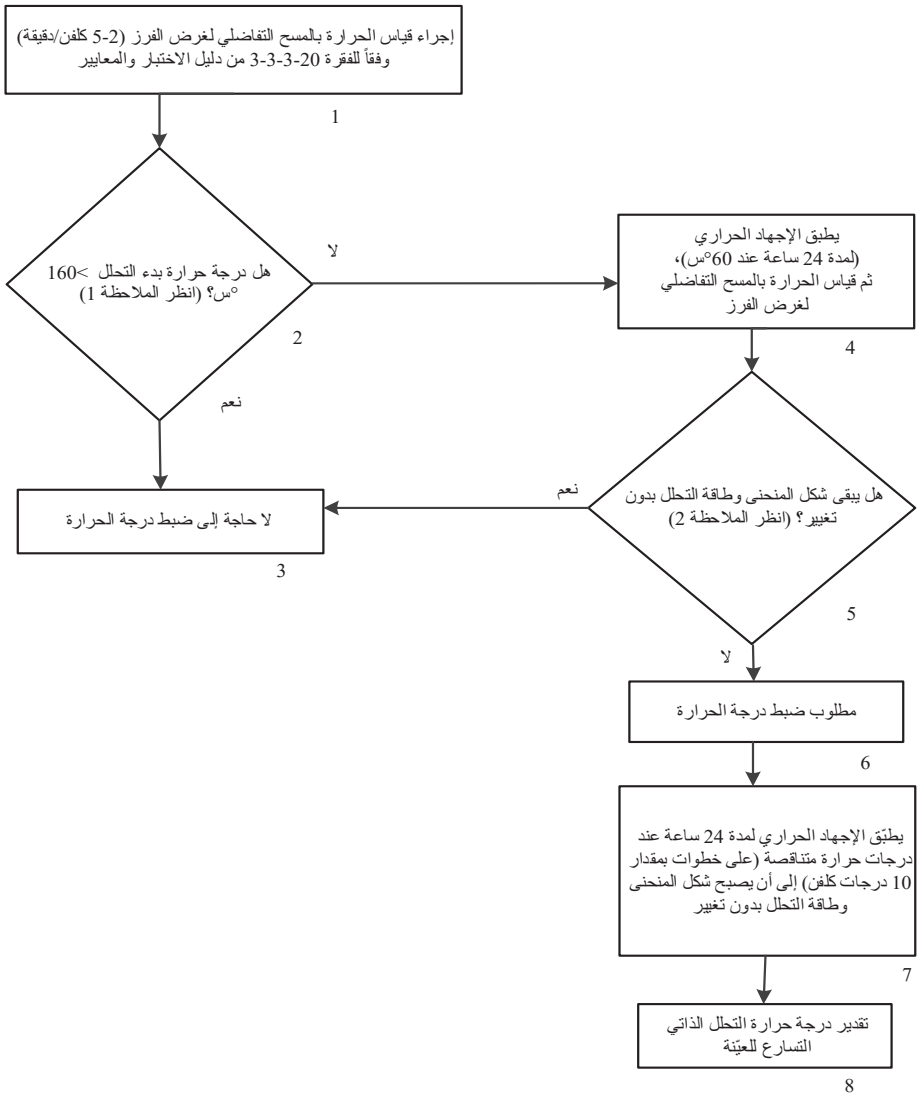
الشكل 20-3: أمثلة للعيّنات التي فشلت في اجتياز اختبار الإجهاد الحراري



(ألف)	العيّنة بعد الإجهاد الجراري	(باء)	العيّنة الأصلية
(جيم)	فشل بسبب اختلاف شكل الذروة	(دال)	فشل بسبب التحلل (فقد الطاقة > 10٪)
(هاء)	فشل بسبب اختلاف شكل الذروة بالرغم من الطاقة المحتملة	(واو)	تراكب الرسوم البيانية
(زاي)	فقدان كتف الذروة بعد الإجهاد الجراري		

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

الشكل 20-4: رسم تخطيطي لتقييم الاستقرار الحراري للعيّنات وفقاً للفقرة 20-3-4



الملاحظة 1: *يمكن إهمال المركّبات الصغيرة المعزولة المصدرة للحرارة (< 20 جول/غ) التي تسبق التحلل الرئيسي.*

الملاحظة 2: *التسامح العام في مقارنة الطاقة نتيجة لعدم التيقن من القياس: 10 في المائة. بالنسبة للذرى المسطحة التي يبلغ عندها الحد الأقصى لإنتاج الحرارة 0.2 واط/غ، يسمح بانحراف قدره 25 في المائة في نطاقات درجات الحرارة التي تقل عن 250°س، و40 في المائة فوق هذا الحد.“*

يعاد ترقيم الشكلين 20-2 و20-3 ليصبحا 20-5 و20-6 على التوالي مع تحديث الإحالات المرجعية في الفقرة 20-5-1.

القسم 28

يعدَّل القسم على النحو التالي:

”

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

القسم 28
مجموعة الاختبارات حاء

28-1 مقدمة

28-1-1 تتضـــمن هذه المجموعة من الاختبارات طرق اختبار لتحديد درجة حرارة التحلل الذاتي التســـارع ودرجة حرارة التماثر الذاتي التســارع. وتعرّف درجة حرارة التحلل الذاتي التســارع على أنها أقل درجة حرارة يمكن أن يحدث عندها تحلل متســارع عندما تكون المادة في العبوة. وتعرّف درجة حرارة التماثر الذاتي التســـارع على أنها أقل درجة حرارة يمكن أن يحدث عندها تماثر متســـارع عندما تكون المادة في العبوة. ودرجة حرارة التحلل الذاتي التسارع ودرجة حرارة التماثر الذاتي التسارع تعتبران مقياسين للتأثير المشترك لدرجة حرارة الغرفة وحركيات التفاعل وحجم العبوة وخصائص انتقال الحرارة للمادة وعبوتها. ولتسهيل تفسير النتائج، يمكن استخدام النماذج التالية[1]:

(أ) نموذج سيمينوف، وفيه تكون المقاومة الرئيسية لتدفق الحرارة عند السطح الفاصل (أي العبوة). يطبق هذا النموذج عموماً على السوائل المتجانسة ولكن يمكن أيضاً تطبيقه على المواد الصلبة الموضوعة في عبوات (باستثناء الحاويات الوسيطة للسوائب)؛

(ب) نموذج فرانك – كامينيتسكي، وفيه تكون المقاومة الرئيسية لتدفق الحرارة داخل المادة. يطبق هذا النموذج عموماً على المواد الصلبة الموضوعة في عبوات أكبر أو في حاويات وسيطة للسوائب أو في صهاريج ؛

(ج) نموذج توماس، وفيه تكون المقاومة الرئيسية لتدفق الحرارة عند السطح الفاصل وداخل المادة؛

(د) النماذج غير الثابتة، مثل الطرائق المحدودة العناصـــر (FEM)، أو ديناميكا السـوائل الحســابية (CFD) وتدمج جميعها في الطرائق الحركية الحرارية.

28-1-2 وينبغي اســتخدام كتاب مرجعي بالنســبة لاشــتراطات ضــبط درجة الحرارة الواردة في القســم 2-5-3-4 من اللائحة التنظيمية النموذجية.

28-1-3 يمكن أن يتأثر كل من درجة حرارة التحلل الذاتي التســارع ودرجة حرارة التماثر الذاتي التســارع بعوامل من قبيل تقادم العيّنة، أو وجود عوامل تثبيت أو شوائب في العيّنة (بما في ذلك مواد التعبئة التي تلامس المادة). وينبغي أن تؤخذ هذه العوامل المؤثرة الممكنة في الاعتبار عند تقييم نتائج تحديد درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع.

28-2 طرق الاختبار

28-2-1 تتضـمن مجموعة الاختبارات حاء اختبارات ومعايير تتعلق بالثبات (الاسـتقرار) الحراري للمواد أو بتحديد ما إذا كانت مادة ما ينطبق عليها تعريف مادة ذاتية التفاعل أو مادة مسببة للتماثر.

28-2-2 ينطوي كل اختبار من اختبارات هذه المجموعة على التخزين عند درجة حرارة خارجية ثابتة وملاحظة ما إذا كان ســـيحدث أي رد فعل أو تخزين في ظروف قريبة من الظروف الأدياباتية (الكظمية) وقياس معدل تولد الحرارة مع تغير درجة الحرارة. وترد في الجدول 28-1 طرق الاختبار التي تشـــملها مجموعة الاختبارات حاء. وكل طريقة من الطرق المدرجة في الجدول تنطبق على المواد الصـــلبة والسائلة والمعاجين والمحاليل الغروانية.

---

(1) المراجع: *N.N. Semenov, Z. Physik, 48, 1928, 571; D.A. Frank-Kamenetskii, Zhur. Fiz. Khim., 13, 1939, 738; P.H. Thomas, Trans. Faraday Soc., 54, 1958, 60.*

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

الجدول 28-1: طرق الاختبار لمجموعة الاختبارات حاء

رمز الاختبار	اسم الاختبار	القسم
حاء-1	الاختبار الأمريكي لدرجة حرارة التحلل الذاتي التسارع/درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع[أ]	28-4-1
حاء-2	اختبار التخزين المكظوم[ب]	28-4-2
حاء-3	اختبار التخزين في درجة حرارة ثابتة[ب]	28-4-3
حاء-4	اختبار التخزين مع تراكم الحرارة[ج]	28-4-4

(أ) اختبار موصى به للمواد التي توضع في عبوات.

(ب) اختبار موصى به للمواد التي توضع في عبوات أو حاويات وسيطة للسوائب أو صهاريج.

(ج) اختبار موصى به للمواد التي توضع في عبوات أو حاويات وسيطة للسوائب أو صهاريج صغيرة.

28-2-2 وقائمة الاختبارات لا تشمل جميع الاختبارات، إذ يمكن استخدام اختبارات أخرى شريطة أن تعطي تلك الاختبارات درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع الصحيحة للمادة وهي في عبوتها.

28-2-3 إذا كانت هناك حاجة لضبط درجة الحرارة (انظر الجدول 28-2)، ينبغي اشتقاق درجة حرارة الضبط ودرجة حرارة الطوارئ من درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع باستخدام الجدول 28-3.

الجدول 28-2: معايير ضبط درجة الحرارة

نوع المادة	معيار ضبط درجة الحرارة
مواد ذاتية التفاعل	درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع ≤ 55°س
أكاسيد فوقية عضوية من النوع باء أو جيم	درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع ≤ 50°س
أكاسيد فوقية عضوية من النوع دال تبدي تأثيراً متوسطاً عندما تسخّن في حيّز مغلق[أ]	درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع ≤ 50°س
أكاسيد فوقية عضوية من النوع دال تبدي تأثيراً ضعيفاً أو لا تبدي أي تأثير عندما تسخّن في حيّز مغلق[أ]	درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع ≤ 45°س
أكاسيد فوقية عضوية من النوع هاء أو واو	درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع ≤ 45°س
مواد مسببة للتماثر موضوعة في عبوات أو حاويات وسيطة للسوائب	درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع ≤ 50°س
مواد مسببة للتماثر موضوعة في صهاريج نقالة	درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع ≤ 45°س

(أ) على النحو الذي تحدده مجموعة الاختبارات هاء الواردة في دليل الاختبارات والمعايير هذا، الجزء الثاني.

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

الجدول 28-3: اشتقاق درجة حرارة الضبط ودرجة حرارة الطوارئ

نوع الوعاء	درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع/درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع[أ]	درجة حرارة الضبط	درجة حرارة الطوارئ
عبوات وحيدة وحاويات وسيطة للسوائب	≤ 20°س	أقل من درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع/درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع بمقدار 20°س	أقل من درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع/درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع بمقدار 10°س
	فوق 20°س وإلى 35°س	أقل من درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع/درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع بمقدار 15°س	أقل من درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع/درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع بمقدار 10°س
	فوق 50°س	أقل من درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع/درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع بمقدار 10°س	أقل من درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع/درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع بمقدار 5°س
صهاريج نقالة	≤ 45°س	أقل من درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع/درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع بمقدار 10°س	أقل من درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع/درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع بمقدار 5°س

(أ) درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع/درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع للمادة المعبأة.

28-2-4 إذا كان الغرض من اختبار المادة هو تحديد ما إذا كانت المادة ذاتية التفاعل، ينبغي إجراء اختبار من اختبارات المجموعة حاء، أو اختبار بديل مناسب، لتحديد ما إذا كانت درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع للمادة أقل من، أو تساوي، 75°س عند وضعها في عبوة وزنها 50 كغ.

28-2-5 إذا كان الغرض من اختبار المادة هو تحديد ما إذا كانت المادة مسببة للتماثر، ينبغي إجراء اختبار من اختبارات المجموعة حاء، أو اختبار بديل مناسب، لتحديد ما إذا كانت درجة حرارة تماثرها الذاتي التسارع أقل من، أو تساوي، 75°س في عبوتها أو حاويتها الوسيطة للسوائب أو صهريجها النقال.

28-2-6 النتائج التي يتم الحصول عليها بالنسبة للعبوات الأكبر 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.

28-3 ظروف الاختبار

28-3-1 بالنسبة للأكاسيد الفوقية العضوية والمواد الذاتية التفاعل، ينبغي أن تجرى الإجراءات الأولية (انظر القسم 20-3) 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.***

28-3-2 ينبغي أن يجرى الاختبار المختار بطريقة تمثل تمثيلاً واقعياً، من حيث الحجم والمادة، للعبوة. وبالنسبة للعبوات المعدنية أو الحاويات الوسيطة للسوائب أو الصهاريج، فإن الحاجة قد تدعو إلى أن تضاف إلى العينة موضع الاختبار كمية تمثل المعدن، أي تمثل المعدن (أو المعادن) ومساحة التلامس.

28-3-3 ***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.***

28-3-4 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 النهائي لدرجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو لدرجة حرارة التماثر الذاتي التسارع.

28-3-5 إذا لم تختبر العبوة بأكملها، فينبغي أن تكون بيانات فقدان الحرارة المستخدمة في تحديد درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع ممثلة للعبوة أو الحاوية الوسيطة للسوائب أو الصهريج. وبالنسبة لجميع أنواع العبوات التي يصل وزنها إلى 200 كغ للمواد الصلبة أو حجمها إلى 225 لتراً للسوائل، وللحاويات الوسيطة للسوائب التي يصل حجمها إلى 1250 لتراً للسوائل،

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

يرد في الجدول 28-4 الحرارة المفقودة المعيارية لكل وحدة كتلة. وبالنسبة للعبوات الأخرى، أو الحاويات الوسيطة للسوائب أو الصهاريج، أو إذا كان هناك حاجة لقيمة للحرارة المفقودة تنحرف عن القيمة الواردة في الجدول 28-4، يتعين تحديد القيمة الفعلية للحرارة المفقودة. وفي هذه الحالة، يمكن تحديد الحرارة المفقودة لكل وحدة من كتلة العبوة أو الحاوية الوسيطة للسوائب أو الصهريج بعملية حسابية (على أن يؤخذ في الاعتبار كمية المادة وأبعاد العبوة وانتقال الحرارة في المادة وانتقال الحرارة من الجدار الخارجي للعبوة إلى البيئة المحيطة (انظر الملاحظة)) 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/كغ. كلفن) من نصف الوقت اللازم كي تبرد العبوة أي "$t_{1/2}$" (ثانية) والحرارة النوعية "C_p" (جول/كغ. كلفن) للمادة وذلك باستخدام المعادلة التالية:

$$L = \ln 2 \times \left(C_p \Big/ t_{1/2} \right)$$

ملاحظة: *للعمليات الحسابية، يمكن استخدام معامل لانتقال الحرارة الخارجية (أي انتقال الحرارة من الجدار الخارجي للعبوة إلى البيئة المحيطة) قدره 5 وات/م2.كلفن.*

28-3-6 يمكن تحديد نصف الوقت اللازم كي تبرد العبوة بمقياس الفترة الزمنية التي ينخفض فيها الفرق بين درجة حرارة العينة ودرجة حرارة بيئتها المحيطة بمعامل قدره 2. وعلى سبيل المثال، فإنه بالنسبة للسوائل قد تكون العبوة مملوءة من زيت السيليكون بكثافة ظاهرية قدرها 0.96 ± 0.02 عند حرارة درجتُها 20°س وسعة حرارية قدرها 1.46 ± 0.02 جول/غ. عند حرارة درجتُها 25°س أو فثالات ثنائي ميثيل وتسخن الفثالات إلى حوالي 80°س. وينبغي ألا يستخدم الماء، إذ إن النتائج قد تكون غير منتظمة بسبب التبخر/التكثف. وفيما يتعلق بالمواد الصلبة، على سبيل المثال، يمكن ملء العوة برماد الصودا الثقيل (الكثافة الظاهرية أكبر من 1 غ/سم^3) وتسخينه إلى حوالي 80°س. ويقاس الانخفاض في درجة الحرارة عند مركز العبوة على مدى درجات حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجات حرارة التماثر الذاتي التسارع 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 (°س)؛

T_a = درجة حرارة الغرفة (°س)؛

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

c = L/Cp؛

t = الزمن (ثانية).

28-3-7 وترد في الجدول 28-4 خصائص الحرارة المفقودة المعيارية للعبوات والحاويات الوسيطة للسوائب والصهاريج. والقيمة الفعلية ستعتمد على شكل العبوة وسمك جدارها والطبقة التي تغطي سطحها وغير ذلك.

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

الجدول 28-4: الحرارة المفقودة لكل وحدة كتلة من العبوات وحاويات السوائب الوسيطة والصهاريج

نوع الوعاء	السعة الاسمية	الحرارة المفقودة لكل وحدة كتلة، ل (ملي وات/كلفن.كغ)[أ]
للسوائل:		
العبوات	حتى 200 كغ/225 ل	40[ب]
العبوات	أكبر من 200 كغ/225 ل	بدون قيمة معيارية[ج]
الحاويات الوسيطة للسوائب	حتى 1250 ل	30
الحاويات الوسيطة للسوائب	أكبر من 1250 ل	بدون قيمة معيارية[ج]
الصهاريج	–	بدون قيمة معيارية[ج]
للمواد الصلبة:		
العبوات	حتى 50 كغ	30[ب]
العبوات	أكبر من 50 كغ	بدون قيمة معيارية[ج]
الحاويات الوسيطة للسوائب	–	بدون قيمة معيارية[ج]
الصهاريج	–	بدون قيمة معيارية[ج]

(أ) بالنسبة لمجموعة الاختبارات حاء-4 ينبغي أن تكون الحرارة المفقودة التي يجب استخدامها في وعاء ديوار أقرب ما يمكن للقيمة الواردة في الجدول.

(ب) عند تحديد درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع لأغراض الاستبعاد أو التصنيف، حيث يكون تعريف درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع مرتبطاً بعبوة وزنها 50 كغ، ينبغي استخدام القيمة 60 ملي وات/كلفن.كغ للسوائل و30 ملي وات/كلفن.كغ للمواد الصلبة. وهذه هي الحال عند استخدام درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع لاستبعاد مادة جديدة من الشعبة 4-1 كمادة ذاتية التفاعل (انظر الفقرة 20-2-1(هـ))، أو لتصنيفها تحت النوع زاي كمادة ذاتية التفاعل (انظر الفقرة 20-4-2(ز))، أو كأكسيد فوقي عضوي (انظر الفقرة 20-4-3(ز)).

(ج) ينبغي تحديد القيمة للهيئة الفعلية.

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

4-28 وصف اختبارات المجموعة حاء

1-4-28 *الاختبار حاء-1: الاختبار الأمريكي لدرجة حرارة التحلل الذاتي التسارع/ درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع*

1-1-4-28 *مقدمة*

تستخدم هذه الطريقة لتعيين درجة الحرارة الثابتة الدنيا للجو المحيط التي يحدث عندها تحلل أو تماثر الذاتي التسارع لمادة في عبوة معينة. ويمكن استخدام هذه الطريقة لاختبار عبوات يصل حجمها إلى 225 لتراً. ويمكن أيضاً الحصول على ما يدل على وجود خطر الانفجار نتيجة التحلل.

2-1-4-28 *الجهاز والمواد*

1-2-1-4-28 ينبغي أن تكون مادة الاختبار والعبوة ممثلتين للمادة والعبوة المزمع استخدامهما تجارياً. والعبوة تمثل جزءاً أساسياً من الاختبار.

2-2-1-4-28 يتكون الجهاز من غرفة اختبار يمكن فيها المحافظة على درجة حرارة الجو المحيط بالعبوة موضع الاختبار ثابتة لمدة عشرة أيام على الأقل.

3-2-1-4-28 يراعى في إنشاء الغرفة ما يلي:

(أ) أن تكون معزولة جيداً؛

(ب) وأن يتوفّر فيها التحكم بواسطة منظم حرارة (ثرموستات) في دوران الهواء بما يجعل من الممكن المحافظة على انتظام درجة حرارة الهواء في حدود ± 2°س من درجة الحرارة المطلوبة؛

(ج) وألا تقل المسافة الفاصلة من جميع الجوانب بين العبوة وجدار الغرفة عن 100 مم.

ويمكن استخدام أي نوع من الأفران شريطة أن يفي باشتراطات ضبط درجة الحرارة وألا يؤدي استخدامه إلى إشعال أية نواتج للتحلل. وترد أدناه أمثلة لأفران مناسبة للعبوات الصغيرة والعبوات الكبيرة.

1-3-2-1-4-28 المثال 1

يمكن بناء فرن للعبوات الصغيرة من أسطوانة فولاذية مفتوحة من أعلاها وسعتها 220 لتراً. وهذا الفرن يستوعب بسهولة عبوات يصل حجمها إلى 25 لتراً. والشكل 28-4-1-1 يبين تفاصيل تركيب الفرن. ويمكن اختبار عبوات أكبر في هذا الفرن ما دام من الممكن ترك مسافة قدرها 100 مم بين العبوة وجدار الفرن.

2-3-2-1-4-28 المثال 2

يمكن بناء فرن للعبوات الكبيرة قابل للتوسيع باستعمال ألواح خشبية أبعاد مقطعها 50 مم × 100 مم لتشكيل هيكل مكعب طول ضلعه 1,2 م. ويبطن الهيكل من الداخل والخارج بخشب رقائقي غير منفذ للماء سمكه 6 مم ويُعزل من جميع جوانبه بعازل من الألياف الزجاجية سمكه 100 مم. والشكل 28-4-1-2 يبين تفاصيل تركيب الفرن. ويجب أن يكون لأحد الجوانب مفصلات كي يمكن تعبئة وتفريغ الأسطوانات. ويجب أن توضع على الأرضية قطع خشبية أبعادها 50 مم × 100 مم على حوافها بحيث تكون متباعدة بمسافة 200 مم من المحاور لرفع أوعية الاختبار عن الأرضية والسماح بمرور الهواء حول العبوة. وتوضع عوارض عمودية على الباب كي يكون من الممكن تحريك الأسطوانات 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 2,5 كيلووات لتسخين الهواء وتركب مزدوجات حرارية في فتحة دخول الهواء ومجاري الهواء وأعلى الفرن ومركزه وأسفله. وبالنسبة للمواد التي تقل درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع لها عن درجة حرارة الجو المحيط، فإنه ينبغي أن يجرى الاختبار في غرفة تبريد أو أن يستخدم ثاني أكسيد كربون صلب لتبريد الفرن.

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

28-4-1-2-3-3 المثال 3

بالنسبة للاختبارات التي تجرى عند درجات حرارة تصل إلى 75°س، يمكن استخدام غرفة معدنية مزدوجة الجدران (لا تقل المسافة الفاصلة بين العبوة وجدار الغرفة عن 100 مم) بحيث يمرر بين الجدارين سائل من حمام جار مضبوطة درجة حرارته عند درجة الحرارة المرغوب فيها. وتغلق غرفة الاختبار دون إحكام بواسطة غطاء معزول (مصنوع، مثلاً، من ألواح كلوريد البوليفينيل بسمك 10 مم). وينبغي أن يسمح ضبط درجة الحرارة بتثبيت درجة الحرارة المرغوب فيها لعينة من سائل خامل بانحراف لا يتجاوز ± 2 كلفن لمدة تصل إلى 10 أيام

28-4-1-2-4 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.

28-4-1-2-5 يلزم توفير أجهزة لقياس وتسجيل درجات الحرارة باستمرار وحماية تلك الأجهزة من مخاطر الحريق والانفجار.

28-4-1-2-6 ***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 90 متراً مثلاً. وإذا كان هناك احتمال لوجود أبخرة سامة، قد يحتاج الأمر إلى زيادة مسافة الأمان.***

28-4-1-3 *إجراء الاختبار*

28-4-1-3-1 توزن العبوة. وتوضع مزدوجة حرارية أو كاشف للمقاومة الحرارية (RTD) 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 100 مم على الأقل.

28-4-1-3-2 تسخَّن العينة وترصد درجة حرارة العينة وغرفة الاختبار باستمرار. ويسجل الوقت الذي تصبح فيه درجة حرارة العينة أقل من درجة حرارة غرفة الاختبار بمقدار 2°س. ويستمر الاختبار بعد ذلك لمدة سبعة أيام أو إلى أن ترتفع درجة حرارة العينة عن درجة حرارة غرفة الاختبار بمقدار 6°س أو أكثر، أيهما أسبق.

28-4-1-3-3 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.

28-4-1-3-4 إذا لم ترتفع درجة حرارة العيّنة عن درجة حرارة الفرن بمقدار 6°س أو أكثر، يعاد الاختبار بعينة جديدة بفرن تزيد درجة حرارته بمقدار 5°س. وتعرَّف درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع بأنها أقل درجة حرارة للفرن ترتفع عندها درجة حرارة العينة عن درجة حرارة الفرن بمقدار 6°س 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 الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع إلى أقرب 5°س أو لتحديد ما إذا كانت درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع أكبر من درجة الحرارة المعمول بها المحددة في الجدول 28-2. وإذا كان الغرض من اختبار المادة هو تحديد ما إذا كانت المادة تحقق معيار درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع بالنسبة لمادة ذاتية التفاعل، فإنه يجب أن يجرى عدد كاف من الاختبارات لتحديد ما إذا كانت درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع لعبوة وزنها 50 كغ هي 75°س أو أقل. وإذا كان الغرض من اختبار المادة هو تحديد ما إذا كانت تستوفي معيار درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع الذاتي التسارع للمادة المسببة للتماثر، فإنه يجب إجراء عدد كاف من الاختبارات لتحديد ما إذا كانت درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع الذاتي التسارع في العبوة بالشكل الذي ستستخدم به هي 20°س أو أقل.

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

28-1-4-4 *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

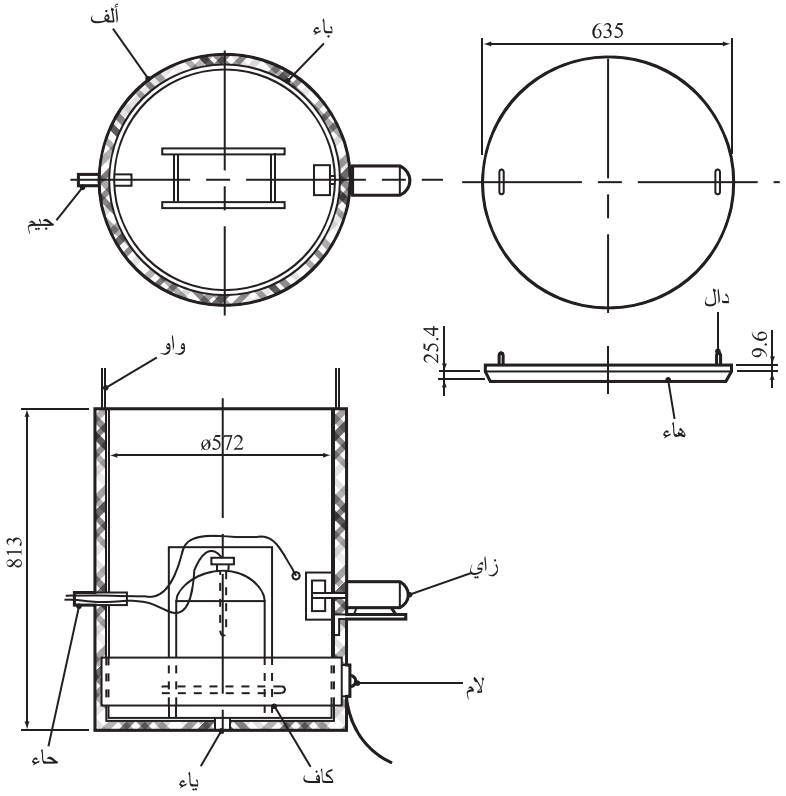
28-4-1-1 تسجل درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع على أنها أقل درجة حرارة تزيد عندها درجة حرارة العينة على درجة حرارة الفرن بمقدار 6°س أو أكثر. وإذا لم تزد درجة حرارة العينة عن درجة حرارة الفرن بمقدار 6°س أو أكثر، فإن درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع تسجل على أنها أكبر من أعلى درجة حرارة فرن مستخدمة.

28-1-4-5 *أمثلة للنتائج*

المادة	***كتلة العينة (كغ)***	***العبوة***	***درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع/درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع (°مئوية)***
فوق أكسي بنزوات أميل ثالثي	18,2	6HG2، 22,8 لتراً	65
فوق أكسي بنزوات بوتيل ثالثي (60٪)	7,2	6HG2، 22,8 لتراً	75
فوق أكسيد ثنائي بنزويل	0,45	1G	70
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي - (4- بوتيل سيكلو هكسيل ثالثي)	43	1G	40
5،2- ثنائي ايثوكسي -4- مورفولينو بنزين - ثنائي أزونيوم كلوريد الزنك (66٪)	30	1G، 50 لتراً	50
2- (ن-ايثوكسي كربونيل-ن-فينيل أمينو) -3-ميثوكسي -4- (ن-ميثي-ن-سيكلو هكسيل أمينو) - بنزين - ثنائي أزونيوم كلوريد الزنك (62٪)	10	6HG1، 25 لتراً	50
فوق أكسيد ثنائي ديكانويل، نقي تقنياً	20	1G	40
2,2'- آزو ثنائي(أيزوبوتيرونتريل)	50	1G	50

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

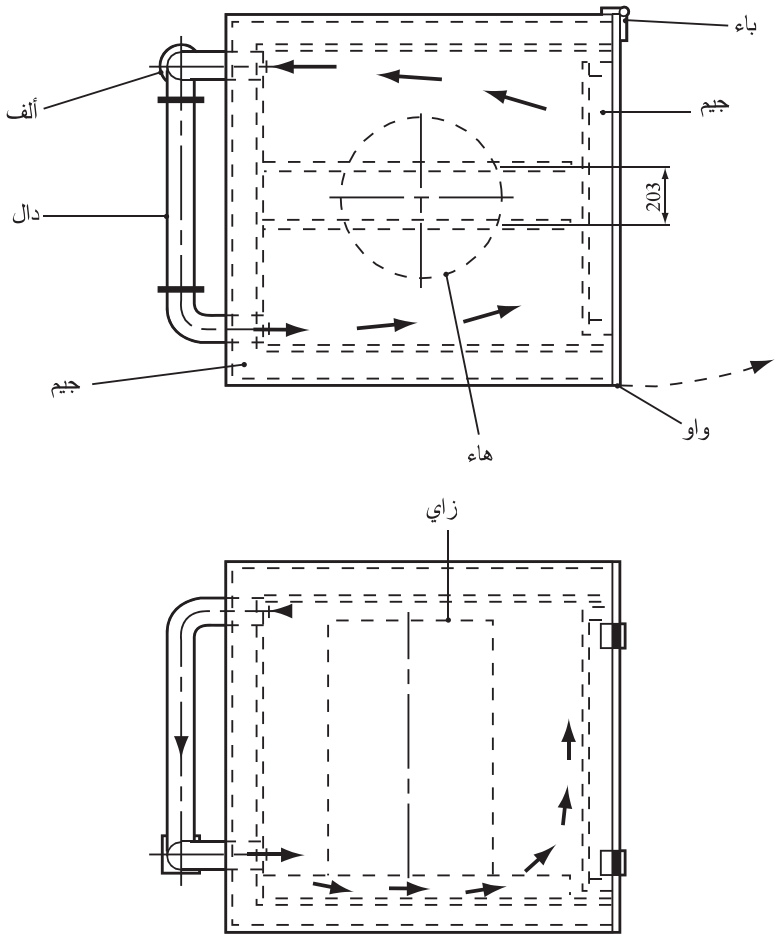
الشكل 28-4-1-1: فرن العبوات الصغيرة (المثال 1)



(ألف)	طبقة عازلة بسمك 25 مم	(باء)	برميل مفتوح سعة 220 لتراً
(جيم)	أنبوبة قطر 19 مم	(دال)	ترباس ذو عروة 9,6 مم في غطاء فولاذي
(هاء)	مادة عازلة على غطاء فولاذي	(واو)	كابل تحكم قطر 3 مم
(زاي)	مروحة	(حاء)	مزدوجات حرارية وأجهزة تحكم
(ياء)	فتحة صرف	(كاف)	قاعدة زاوية مقاس 25 مم
(لام)	سخان البرميل قدرة 2 كيلووات		

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

الشكل 28-4-1-2: فرن العبوات الكبيرة (مسقط أفقي ومسقط جانبي) (المثال 2)



(ألف)	مروحة	(باء)	مفصلتان
(جيم)	مادة عازلة	(دال)	سخان
(هاء)	برميل	(واو)	سقاطة
(زاي)	برميل (0,58 م × 0,89 م، مثلاً)		

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

28-4-2 *الاختبار حاء-2: اختبار التخزين المكظوم*

28-4-2-1 *مقدمة*

28-4-2-1-1 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 التحلل الذاتي التسارع/درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع لمادة ما في عبوتها. وهذا الاختبار مناسب لكل نوع من أنواع العبوات، بما في ذلك الحاويات الوسيطة للسوائب والصهاريج. وهناك صيغتان لاختبار التخزين المكظوم:

(أ) صيغة الاختبار المفتوح: ويستخدم فيها وعاء ديوار داخل فرن. وتَستخدم تركيبة الاختبار أنبوبة شعرية لمنع تراكم الضغط ونظام تبريد للحد من تزايد درجة الحرارة بسبب تفاعل الجموح الحراري؛

(ب) صيغة الاختبار المغلق: ويوضع فيها وعاء الاختبار (مثلاً وعاء ديوار أو وعاء رقيق الجدران) داخل بوتقة في فرن. هنا تمنع البوتقة تنفيس الضغط إلى البيئة المحيطة أثناء الاختبار.

28-4-2-1-2 تعتمد أقل زيادة في درجة الحرارة يمكن كشفها بهذه الطريقة على خواص العيّنة، ولكنها عموماً تناظر معدلاً لتوليد الحرارة قدره 15 ملي وات/كغ. ويعتمد الحد الأعلى في صيغة الاختبار المفتوح على قدرة نظام التبريد على تبريد المادة بأمان (حتى 500 وات/كغ إذا استخدم الماء كمبرِّد). ويمكن تجاهل هذا الحد في صيغة الاختبار المغلق إذا أجريت في بوتقة عالية الضغط. ويبلغ الحد الأقصى للخطأ المسموح به 30 في المائة عند 15 ملي وات/كغ و10 في المائة عند ما بين 100 ملي وات/كغ و10 وات/كغ. وينبغي أن يكون حد الكشف في الاختبار المكظوم مناسباً لتقدير الحرارة المفقودة من العبوة قيد الاعتبار (مثلاً 100 إلى 500 ملي وات/كغ إذا كانت ل = 60 ملي وات/كلفن.كغ). وإذا كان المطلوب استقراء ملحوظ لمعدلات توليد الحرارة المستمدة من بيانات الاختبار المكظوم، يوصى باعتمادها بواسطة اختبارات إضافية في درجة حرارة ثابتة.

28-4-2-1-3 من الممكن أن يحدث انفجار في صيغة الاختبار المفتوح إذا لم يبدأ تشغيل نظام التبريد إلا في مرحلة يزيد فيها معدل توليد الحرارة على طاقة تبريد الجهاز. أما بالنسبة لصيغة الاختبار المغلق فقد يؤدي الانفجار إلى تمزق الوعاء أو وصلاته. ***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).***

28-4-2-2 *الجهاز والمواد*

28-4-2-2-1 صيغة الاختبار المفتوح

يتألف الجهاز من وعاء ديوار زجاجي (سعة قصوى 3 لتر) لاحتواء العينة، وفرن معزول مزود بجهاز تحكم تفاضلي للمحافظة على درجة الحرارة داخل الفرن في حدود $0{,}1^{o}$س 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. ويمنع تراكم الضغط داخل وعاء ديوار بتمرير أنبوبة شعرية طويلة بما يكفي ومصنوعة من مادة خاملة (مثلاً بوليتترافلوروإيثين بطول 2 متر) في الغطاء المعزول. 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 أوتوماتكياً عند درجات حرارة محددة مسبقاً. وبالإضافة إلى نظام التبريد، تُستخدم في الجهاز وسيلة أمان ثانوية لفصل مصدر الطاقة المتصل بالفرن عند درجة حرارة محددة مسبقاً. ويبين الشكل 28-4-2-1 رسماً تخطيطياً لجهاز مفتوح لاختبار التخزين المكظوم.

28-4-2-2-2 صيغة الاختبار المغلق

28-4-2-2-2-1 يتألف الجهاز من وعاء خامل ملائم (مثلاً وعاء ديوار أو خلية اختبار رقيقة الجدران) لاحتواء العينة، وبوتقة عالية الضغط وفرن معزول مزود بجهاز تحكم تفاضلي في درجة الحرارة. وتتطلب خلايا الاختبار الرقيقة الجدران استخدام نظام تحكم في الضغط لموازنة الضغط الداخلي والخارجي للخلية.

28-4-2-2-2-2 وينبغي أن يكون العامل "فاي" (Phi-factor) (حاصل قسمة السعة الحرارية للتركيبة والعيّنة على السعة الحرارية للعيّنة) معروفاً وأن يؤخذ في الاعتبار لدى تقييم نتائج الاختبار. لذلك ينبغي اختيار مجموعة مناسبة من العامل "فاي"، والعازل، وكمية المادة.

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

كما ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار الحرارة المفقودة من الجهاز وحد الكشف الخاص بالنظام. ويمكن إدخال ملف تسخين خامل في العيّنة. وبالإضافة إلى البوتقة عالية الضغط، تستخدم وسيلة أمان ثانوية تفصل مصدر الطاقة المتصل بالفرن عند درجة حرارة محددة مسبقاً.

28-4-2-2-2-3 تفضل صيغة الاختبار المغلق بالنسبة للمواد التي يكون ضغط بخارها مرتفعاً عند درجة حرارة الاختبار لمنع فقد الكتلة الناجم عن التبخّر أو بالنسبة للمواد التي تتحلل عند ارتفاعات شديدة في الضغط (وهي في حالة صيغة الاختبار المفتوح قد تؤدي إلى نزع الغطاء المعزول أو قذف العيّنة من خلية الاختبار). وينبغي تحديد وزن العيّنة بعد القياس لكشف الكتلة المفقودة أثناء الاختبار. ويمكن أن يؤدي التسرّب من النظام وما ينتج عنه من تبريد بالتبخّر إلى فقدان كبير للحساسية في الاختبار وإلى هامش خطأ كبير في النتائج. ويمكن تقييم مدى ملاءمة سير الاختبار في صيغة الاختبار المفتوح بتحديد فقد الكتلة في العيّنة بعد الاختبار

28-4-2-2-3 تقاس درجة حرارة المادة في مركزها بواسطة مزدوجات حرارية، أو مجسات مقاومة من البلاتين (RTD)، مركبة داخل أنبوبة من الصلب أو الزجاج. وتقاس درجة حرارة البيئة المحيطة 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 درجة حرارة المادة وكذلك (الهواء) في الفرن. ويجب حماية المعدات من الحريق والانفجار. وبالنسبة للمواد التي تقل درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع لها عن درجة حرارة الجو المحيط، فإنه يجب أن يجرى الاختبار مع تبريد كافٍ.

28-4-2-3 *إجراء الاختبار*

28-4-2-3-1 إجراءات التحقق

(أ) يجري إجراء التحقق ألف كما يلي:

'1' يملأ وعاء ديوار بملح غير عضوي ملائم، ويفضل أن يكون له خواص فيزيائية مماثلة لمادة الاختبار (مثل كلوريد الصوديوم أو رماد الصودا الثقيل). وكبديل، يمكن استخدام زيت بسعة حرارية نوعية معروفة عند درجة الحرارة المعنية (مثلاً زيت السليكون بكثافة قدرها 0,96 ± 0,02 عند درجة حرارة 20°س وسعة حرارية قدرها 1,46 ± 0,02 جول/غ عند درجة حرارة 25°س؛

'2' يوضع وعاء ديوار في ماسك الوعاء الموجود في الفرن وتسخن مادة التحقق على خطوات بفارق 20ºس وذلك باستخدام جهاز التسخين الداخلي عند معدل طاقة معروف (مثلاً 0,333 وات أو 1,000 وات) وتعيّن الحرارة المفقودة عند درجات الحرارة 40ºس و60ºس و80ºس و100ºس؛

'3' تستخدم البيانات لتحديد السعة الحرارية لوعاء ديوار وتركيبة الاختبار باستخدام الطريقة المبينة في الفقرة 28-4-2-4.

(ب) يجري إجراء التحقق باء كما يلي:

'1' بغية القيام بإجراء التحقق باء، ينبغي أن تكون مواصفات تركيبة الاختبار محددة بشكل جيد (مثلاً بالقيام بإجراء التحقق ألف أولاً)؛

'2' يجب التحقق من تركيبة الاختبار باستخدام الطريقة الواردة في الفقرة 28-4-2-4 مع مادتين معياريتين أو مخلوطين معياريين على الأقل. ومن الخيارات الملائمة لهذه المواد المعيارية فوق أكسيد ثنائي كوميل في إيتيلين بنزين[2] (نسبة وزنية 60:40٪، ينبغي أن تكون درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع لحرارة مفقودة قدرها 60 ملي وات/كلفن.كغ بقيمة 90ºس)، أو أي من المواد المستمدة من جداول الأمثلة للنتائج الواردة في الفصل 28.

(2) المرجع: *Dürrstein S., Kappler C., Neuhaus I., Malow M., Michael-Schulz H., Gödde M., 2016, Modell-based prediction of the adiabatic induction period and SADT of dicumyl peroxide solution and comparison to large-scale experiments performed using 216.5-liter barrels in the H.1 test, Chemical Engineering Transactions, 48, 475-480.*

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

28-4-2-3-2 إجراءات الاختبار

إجراءات الاختبار هي كما يلي:

(أ) يملأ وعاء ديوار بالعينة الموزونة، بما في ذلك كمية ممثلة لمادة العبوة (عند الضرورة)، ويوضع في ماسك الوعاء الموجود في الفرن؛

(ب) يبدأ رصد درجة الحرارة، ثم ترفع درجة حرارة العينة 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، أو تحديدها أولاً بأي طريقة اختبار بقياس الحرارة؛

(ج) تسخّن العيّنة إلى درجة الحرارة المحددة، ويحافظ على درجة حرارة الفرن وترصد درجة حرارة العيّنة. وإذا لوحظ أن درجة الحرارة لم ترتفع نتيجة للتسخين الذاتي بعد حدوث توازن في درجة حرارة النظام (مثلاً على مدى 24 ساعة للنظام المفتوح)، تُرفَع درجة حرارة الفرن بمقدار 5°س. وتكرر هذه الخطوة إلى أن يحدث تسخين ذاتي محسوس؛

وبالنسبة لصيغة الاختبار المغلق، يمكن تسخين الجهاز بقدرة < 0.5 وات/كغ إلى أن يحدث تسخين ذاتي محسوس. وينبغي أن تظل قدرة التسخين لكل وحدة كتلة أدنى من حساسية كشف التسخين الذاتي لمعدات الاختبار أو الوعاء؛

(د) عند ملاحظة حدوث تسخين ذاتي، يُسمح للعيّنة بأن تسخّن في ظروف مكظومة إلى درجة حرارة محددة مسبقاً، وعندها يبدأ تشغيل جهاز التبريد أو تكون درجة حرارة الفرن قد وصلت إلى حدها؛

بالنسبة لصيغة الاختبار المفتوح، ينبغي أن تحدد درجة الحرارة هذه بحيث لا يتجاوز معدل توليد الحرارة السعة الحرارية للنظام؛

وبالنسبة لصيغة الاختبار المغلق، تكون درجة الحرارة هذه عادة درجة الحرارة القصوى المحددة مسبقاً للفرن. ويمكن أن تتجاوز العينة درجة الحرارة هذه في ظروف غير كظمية (أدياباتية).

28-4-2-4 *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

28-4-2-4-1 يحسب معدل الانخفاض في درجة الحرارة "A" (كلفن/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.

28-4-2-4-2 تحسب السعة الحرارية "H" (جول/كلفن) 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 (كلفن/ساعة)

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

M_1 = كتلة مادة التحقق (كغ)

Cp_1 = الحرارة النوعية لمادة التحقق (جول/كلفن كغ)

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

28-4-2-4-3 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.

28-4-2-4-4 تحسب الحرارة النوعية Cp2 _جول/كلفن كغم) 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 (كلفن/ساعة)

M_2 = كتلة العينة (كغ)

28-4-2-4-5 تحسب الحرارة المولدة "QT" (وات/كغ) للمادة كل 5°س 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 (كلفن/ساعة)

28-4-2-4-6 توقَّع نقاط المعدلات المحسوبة للحرارة المولدة لكل وحدة من الكتلة (QT) 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/كلفن كغ) للعبوة أو الحاوية الوسيطة للسوائب أو الصهريج (انظر الفقرة 28-3-5). 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 الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع هي درجة الحرارة الحرجة للجو المحيط (°س) مقربة إلى مضاعف 5°س الأقرب الأعلى. ويرد مثال لذلك في الشكل 28-4-2-2.

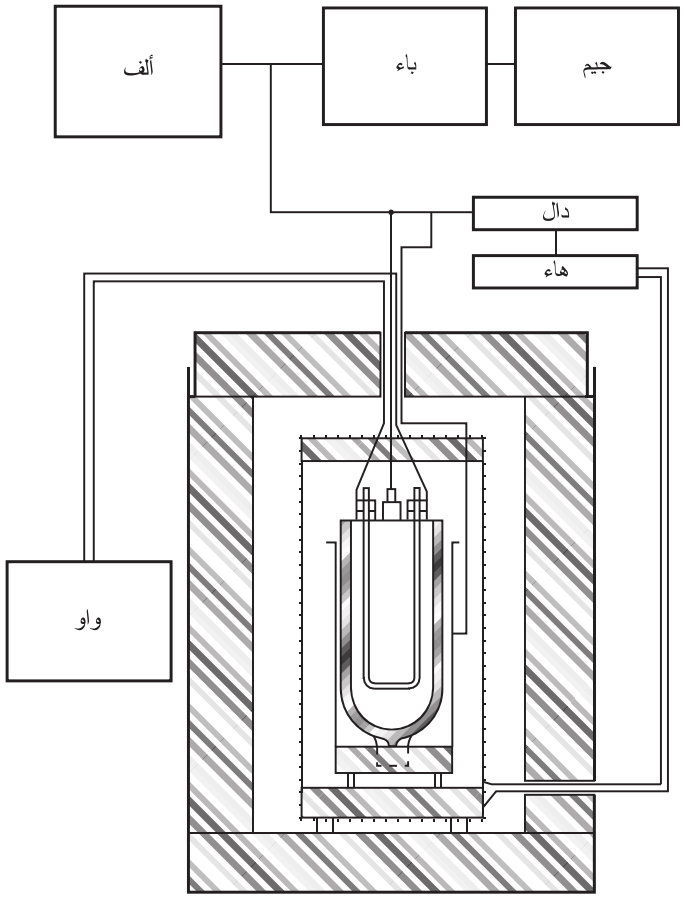
28-4-2-5 *أمثلة للنتائج*

المادة	الكتلة (كغ)	العبوة	الحرارة المفقودة لكل وحدة كتلة (ملي وات/كلفن كغ)	درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع/درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع (°س)
آزو ثنائي كربوناميد[أ]	30	1G	100	< 75
فوق أكسي بنزوات بوتيل ثالثي[أ]	25	6HG2	70	55
فوق أكسي -2- إثيل هكسانوات بوتيل ثالثي[أ]	25	6HG2	70	40
فوق أكسي بيفالات بوتيل ثالثي[أ]	25	6HG2	70	25
ن-فورماميد الفينيل	1 000	31H1	33	55

(أ) جرى تحديد هذه الأمثلة التاريخية باستخدام الحرارة المفقودة التي تتجاوز تلك الموصى بها حالياً لأغراض التصنيف (انظر الجدول 28-4).

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

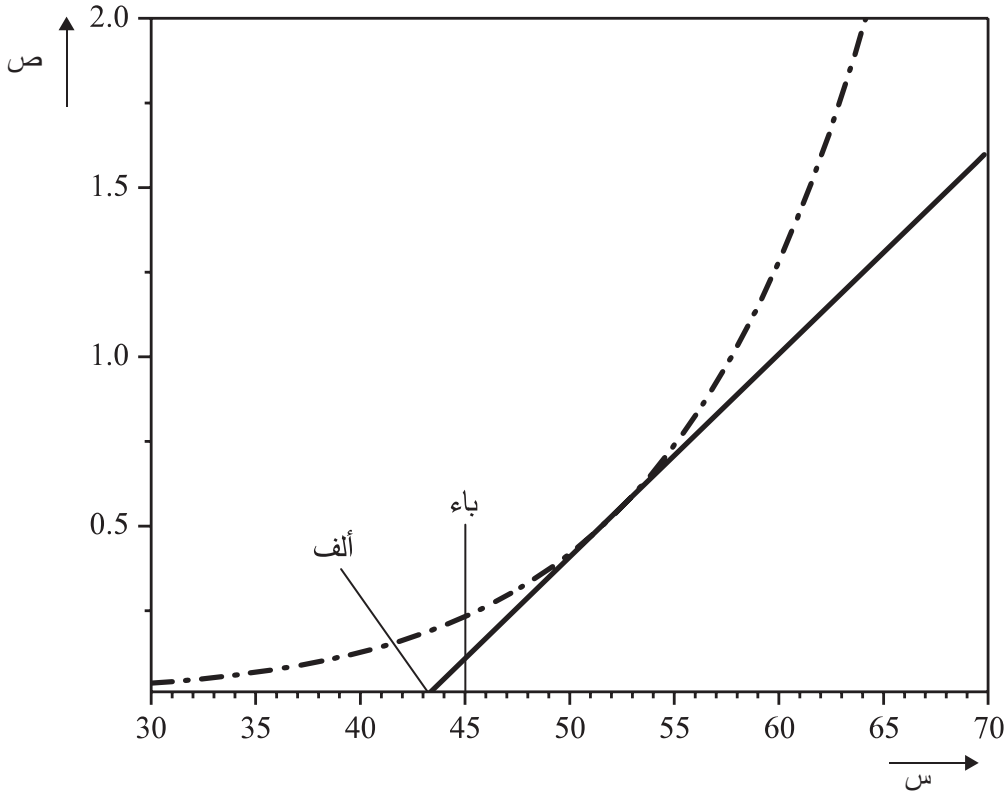
الشكل 28-4-2-1: اختبار التخزين المكظوم



(ألف)	مسجل ومنظم حرارة متعدد النقاط (10 ملي فولت)	(باء)	أداة ضبط الصفر الخارجي
(جيم)	أداة ضبط المسجل للحصول على أكبر دقة	(دال)	جهاز تحكم
(هاء)	مرحّل	(واو)	مسخِّن أولي داخلي

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

الشكل 28-4-2-2: مثال لتحديد درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع



منحنى توليد الحرارة		**منحنى فقد الحرارة L = 0,06 وات/كلفن.كغ**	
(ألف)	درجة الحرارة الحرجة للجو المحيط (تقاطع خط فقد الحرارة مع المحور السيني)	(باء)	درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع (درجة الحرارة الحرجة للجو المحيط مقربة إلى أقرب أعلى مضاعف للكمية 5°س)
(س)	درجة الحرارة (س)	(ص)	تدفق الحرارة (وات/كغ

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

28-4-3 *الاختبار حاء-3: اختبار التخزين في درجة حرارة ثابتة*

28-4-3-1 *مقدمة*

28-4-3-1-1 تحدد هذه الطريقة معدل توليد الحرارة بواسطة المواد المتفاعلة أو المتحللة كدالة في الزمن عند درجة حرارة ثابتة. وبارامترات توليد الحرارة التي يتم الحصول عليها تستخدم مع بيانات الحرارة المفقودة التي لها صلة بالعبوة من أجل تحديد درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع لمادة في عبوتها. وهذه الطريقة تناسب كل نوع من أنواع العبوة، بما في ذلك الحاويات الوسيطة للسوائب والصهاريج. وقد يزيد معدل توليد الحرارة لبعض المواد مع زيادة التحلل (نتيجة للحفز الذاتي أو التحلل المستحث، مثلاً). وهذه الطريقة تأخذ في الاعتبار أيضاً هذه الخاصية.

28-4-3-1-2 من الممكن إجراء الاختبار في مختبر عادي وذلك بالنظر إلى متانة التركيب عادة التي يكون عليها الجهاز المتوفر بسهولة 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.

28-4-3-2 *الجهاز والمواد*

28-4-3-2-1 قياس الحرارة في درجة حرارة ثابتة

يمكن استخدام مقاييس حرارة مناسبة في درجة حرارة ثابتة. وينبغي أن يكون الجهاز قادراً على قياس قيم لتوليد الحرارة تتراوح بين 1 ملي وات/كغ و500 1 ملي وات/كغ في مدى درجات حرارة من -20°س إلى 200°س. وينبغي أن يكون الحد الأقصى للخطأ في توليد الحرارة أقل من 5٪. وينبغي أن تكون المعدات قادرة على المحافظة على درجة الحرارة في حدود 0,2°س من درجة الحرارة المحددة. وينبغي أن تكون كتلة العيّنة من مادة الاختبار 200 مغ على الأقل. وينبغي استخدام ماسكات عيّنات مغلقة مقاومة للضغط وأن لا يكون لمادة ماسك العيّنة تأثير محفّز على سلوك تحلل مادة الاختبار. ويمكن تحقيق ذلك باختيار المواد المناسبة لماسكات العينات أو بواسطة طريقة تهميد مناسبة لماسكات العيّنات.

28-4-3-2-2 يوضع ماسك العيّنة على مقياس التدفق الحراري أو حوله. وتكون كمية المادة في ماسك العيّنة 200 مغ على الأقل. وينبغي أن تكون مادة ماسك العيّنة متوافقة مع العيّنة. وإذا استخدم مرجع خارجي فينبغي معالجته بطريقة مماثلة للعيّنة.

28-4-3-2-3 يسجّل باستمرار التدفق الحراري من العيّنة كدالّة في الزمن (قياس تفاضلي) بواسطة جهاز تسجيل أو حاسوب.

28-4-3-3 *إجراء الاختبار*

28-4-3-3-1 إجراء المعايرة

قبل البدء في أخذ القياسات، يلزم تعيين الإشارة المحجوبة وحساسية جهاز قياس التدفق الحراري، وذلك بإجراءات المعايرة المعمول بها في المعدات المستخدمة والتي تشمل مدى درجة حرارة القياس.

28-4-3-3-2 *إجراءات الاختبار*

إجراءات الاختبار هي كما يلي:

(أ) يُضبط الجهاز على درجة حرارة الاختبار المطلوبة. وينبغي أن تكون درجة الحرارة المختارة كافية لإعطاء معدل لتوليد الحرارة بين 5 ملي وات و000 1 ملي وات لكل كغ من المادة، أو بالنسبة للصهاريج حدّ أقصى لتوليد الحرارة بين 1 و100 ملي واط/كغ؛

(ب) يملأ ماسك العيّنة بالعيّنة الموزونة وبكمية ممثلة من مادة العبوة (إذا كانت العبوة من المعدن) ويوضع الماسك في الجهاز؛

(ج) يبدأ رصد معدل توليد الحرارة. وتعتمد مدة كل اختبار على درجة حرارة الاختبار وعلى معدل توليد الحرارة. ويرد وقت القياس في الشكل 28-4-3-1 ويمكن استخدامه كتوجيه إلا إذا أسفر عن أوقات قياس غير

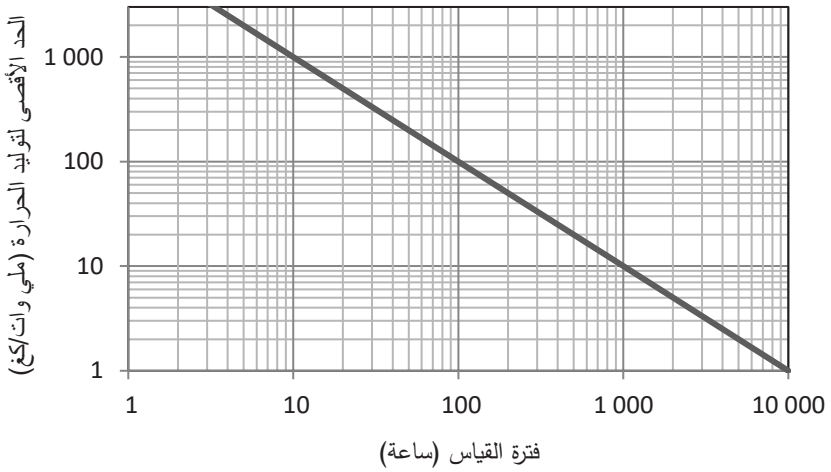
Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

واقعية (مثلاً أكبر من 000 1 ســـاعة). وتعطى أوقات القياس هذه لتحقيق درجة معينة من تحويل المادة من أجل أخذ التأثيرات غير المحفّزة في الحسبان[3]؛

(د) في نهاية الاختبار ينبغي تحديد مقدار التغير في كتلة العينة؛

(هـ) يعاد الاختبار باسـتخدام عينات جديدة عند درجات حرارة بفارق قدره 5°س بحيث يتم الحصـول على خمس نتائج على الأقل يتراوح المعدل الأقصى لتوليد الحرارة بالنسبة لها بين 5 و000 1 ملي وات/كغ، أو بالنسبة للصهاريج الحد الأقصى لمعدل توليد الحرارة بين 1 و100 ملي وات/كغ.

الشكل 28-4-3-1: فترة القياس كدالة في الحد الأقصى المقيس لتوليد الحرارة



28-4-3-4 *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

28-4-3-4-1 ترسـم العلاقة بين معدل توليد الحرارة الأقصـى المحسـوب لكل وحدة كتلة كدالة في درجة حرارة الاختبار على ورق بياني بمقياس خطي وتوصـل النقط للحصـول على أفضـل منحنى. وتعين قيم الحرارة المفقودة لكل وحدة كتلة "L" (وات/كلفن كغ) من العبوة أو الحاوية الوسـيطة للسـوائب أو الصـهريج (انظر الفقرة 28-3-5). ويرسـم خط مسـتقيم ميله "L" بحيث يكون مماسـاً لمنحنى توليد 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 الذاتي التسـارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسـارع هي درجة الحرارة الحرجة للجو المحيط (°س) مقربة إلى مضاعف 5°س الأقرب الأعلى. ويرد مثال لذلك في الشكل 28-4-3-2.

(3) *المراجع:*

1) *J. L. C. van Geel, Investigations into Self-Ignition Hazard of Nitrate Ester Propellants, Thesis, Technical University of Delft, The Netherlands, 1969.*

2) *Barendregt, R.B., Thermal Investigation of Unstable Substances, Including a Comparison of Different Thermal Analytical Techniques, Thesis, Technical University of Delft, The Netherlands, 1981.*

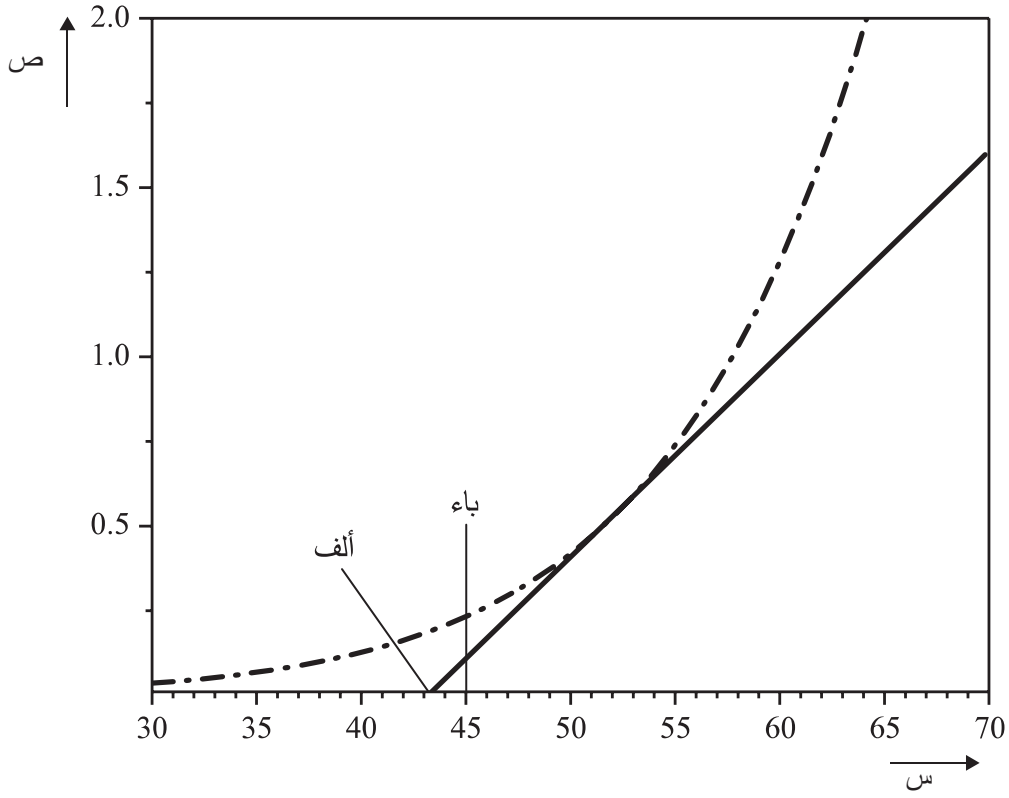
Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

المادة	الكتلة (كغ)	العبوة	الحرارة المفقودة لكل وحدة كتلة (ملي وات/ كلفن كغ.)	درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع/درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع (°س)
آزو ثنائي كربوناميد[أ]	30	1G	100	> 75
فوق أكسي بنزوات بوتيل ثالثي[أ]	25	6HG2	70	55
فوق أكسي -2- إثيل هكسانوات بوتيل ثالثي[أ]	25	6HG2	70	40
فوق أكسي بيفالات بوتيل ثالثي[أ]	25	6HG2	70	25
5،2- ثنائي ايثوكسي -4- مورفولينو بنزين - ثنائي أزونيوم كلوريد الزنك (90٪)[أ]	25	1G	150	45
5،2- ثنائي ايثوكسي -4- مورفولينو بنزين - ثنائي أزونيوم تترافلوروبورات (97٪)[أ]	25	1G	15	55
5،2- ثنائي ايثوكسي -4- (فينيل سلفونيل) - بنزين - ثنائي أزونيوم كلوريد الزنك (67٪)[أ]	25	1G	15	50
2- (ن-ايثوكسي كربونيل-ن-فينيل أمينو) - 3- ميثوكسي -4- (ن-مثيل-ن-سيكلو هكسيل أمينو) - بنزين - ثنائي أزونيوم كلوريد الزنك (62٪)[أ]	25	1G	15	45
3- ميثيل -4- (بيروليدين -1- يل) بنزين- ثنائي أزونيوم تترافلوروبورات (95٪)[أ]	25	1G	15	55
فوق أكسي نيودكربونات كوميل (75٪)	25	3H1	40	10
فوق أكسي نيودكربونات بوتيل ثالثي	25	3H1	40	15
ن-فورماميد الفينيل	1 000	31H1	33	55

(أ) جرى تحديد هذه الأمثلة التاريخية باستخدام الحرارة المفقودة التي تتجاوز تلك الموصى بها حالياً لأغراض التصنيف (انظر الجدول 28-4).

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

الشكل 28-4-3-2: مثال لتحديد درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع



— · — · —	منحنى توليد الحرارة	———	منحنى فقد الحرارة L = 0,06 وات/كلفن.كغ
(ألف)	درجة الحرارة الحرجة للجو المحيط (تقاطع خط فقد الحرارة مع المحور السيني)	(باء)	درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع (درجة الحرارة الحرجة للجو المحيط مقربة إلى أقرب أعلى مضـــاعف للكمية 5°س)

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

28-4-4 *الاختبار حاء-4: اختبار التخزين مع تراكم الحرارة*

28-4-4-1 *مقدمة*

28-4-4-1-1 هذه الطريقة تعين أدنى درجة حرارة ثابتة للجو المحيط التي تتعرض عندها المواد غير الثابتة حرارياً لتحلل طارد للحرارة أو تماثر في ظروف تمثل ظروف المادة المعبأة. 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 الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع لمادة سائلة وهي في عبوتها بما في ذلك الحاويات الوسيطة للسوائب والصهاريج الصغيرة (حتى 2 م^3) وكذلك لمادة صلبة وهي في عبوتها حتى 50 كغ.

28-4-4-1-2 تعتمد فعالية الطريقة على اختيار وعاء ديوار تكون خصائص فقد الحرارة لكل وحدة كتلة بالنسبة له مماثلة لخصائص العبوة.

28-4-4-2 *الجهاز والمواد*

28-4-4-2-1 يتألف الجهاز من غرفة اختبار مناسبة، وأوعية ديوار ملائمة لها وسائل إغلاق، ومجسات لدرجة الحرارة، وأجهزة قياس.

28-4-4-2-2 ***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.*

28-4-4-2-3 بالنسبة للاختبارات التي تجرى عند درجات حرارة تصل إلى 75°س، يمكن استخدام غرفة معدنية مزدوجة الجدران (قطرها الداخلي 250 مم، وقطرها الخارجي 320 مم، وارتفاعها 480 مم، ومصنوعة من ألواح صلب غير قابلة للصدأ يتراوح سمكها بين 1,5 مم و2,0 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 بسمك 10 مم).وينبغي ضبط درجة حرارة الهواء في الغرفة المعدنية الرقيقة الجدران بحيث يمكن المحافظة على درجة الحرارة المطلوبة لعيّنة من سائل خامل موضوعة في وعاء ديوار بانحراف لا يتجاوز ± 1°س لمدة تصل إلى 10 أيام. وينبغي قياس وتسجيل درجة حرارة الهواء في الغرفة المعدنية الرقيقة الجدران ودرجة حرارة العيّنة في وعاء ديوار.

28-4-4-2-4 كبديل، وخاصة بالنسبة للاختبارات التي تجرى عند درجات حرارة تزيد على 75°س، 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 الهواء في الفرن بحيث يمكن المحافظة على درجة الحرارة المطلوبة لعينة من سائل خامل موضوعة في وعاء ديوار بانحراف لا يتجاوز ± 1°س لمدة تصل إلى 10 أيام. وينبغي قياس وتسجيل درجة حرارة الهواء في الفرن ودرجة حرارة العيّنة في وعاء ديوار. 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.

28-4-4-2-5 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 ± 1°س من درجة الحرارة المحددة. وينبغي قياس وتسجيل درجة حرارة الهواء في الغرفة ودرجة حرارة العيّنة في وعاء ديوار.

28-4-4-2-6 تستخدم أوعية ديوار، مع وسيلة إغلاقها، بحيث تكون خصائص فقد الحرارة ممثلة لأكبر حجم للعبوة قيد الدراسة (انظر أيضاً الجدول 28-4). ويجب أن تكون وسيلة إغلاق وعاء ديوار من مادة خاملة. وفي حالة المواد الصلبة بصفة خاصة، يمكن استخدام وسيلة إغلاق من الفلّين أو المطاط. ويبين الشكل 28-4-4-1 مثالاً لوسيلة إغلاق يمكن استخدامها مع السوائل التي تكون درجة تطايرها منخفضة أو متوسطة ومع المواد الصلبة المبللة. والعينات التي تكون درجة تطايرها مرتفعة عند درجة حرارة الاختبار تختبر في وعاء محكم لا يتسرب منه الضغط ومصنوع من مادة متوافقة مع العيّنة ومزود بصمام لتنفيس الضغط. ويوضع وعاء الضغط في وعاء ديوار ويؤخذ في الاعتبار عند الحساب تأثير الطاقة الحرارية للوعاء المعدني.

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

28-4-4-2-7 يجب تعيين خصائص فقد الحرارة للجهاز المستخدم، أي وعاء ديوار ووسيلة الإغلاق (انظر الفقرة 28-3-6)، قبل إجراء الاختبار. ويمكن إجراء تعديلات ضئيلة على خصائص فقد الحرارة في وعاء ديوار عن طريق تغيير وسيلة الإغلاق. وللوصول إلى مستوى الحساسية المطلوب، يتعين ألا تستخدم أوعية ديوار تقل سعتها عن 0,3 لتر.

28-4-4-2-8 وينبغي استخدام أوعية ديوار التي يبلغ حجمها 300-500 ملي لتر، وتملأ بنسبة 80٪ من مادة سائلة، ويكون مقدار فقد الحرارة فيها كما هو مبين في الجدول 28-4. وبالنسبة للعبوات الأكبر أو الحاويات الوسيطة للسوائب أو الصهاريج الصغيرة، يجب استخدام أوعية ديوار أكبر يكون معدل فقد الحرارة بالنسبة لها أقل (انظر الجدول 28-4).

28-4-4-3 *إجراء الاختبار*

28-4-4-3-1 تضبط درجة حرارة غرفة الاختبار عند درجة حرارة التخزين المختارة. ويملأ وعاء ديوار إلى نسبة 80 في المائة من سعته بالمادة المراد اختبارها وتسجل كتلة العينة. وبالنسبة للمواد الصلبة، فإنه ينبغي كبسها بدرجة متوسطة. وفي حالة وعاء ديوار، يُدخل المسبار الحراري حتى ثلث الارتفاع الداخلي لوعاء ديوار من قاعه. ويحكم إغلاق غطاء وعاء ديوار ويوضع الوعاء في غرفة الاختبار، وبعد ذلك يوصل جهاز تسجيل درجة الحرارة وتغلق غرفة الاختبار.

28-4-4-3-2 تسخَّن العينة وترصد باستمرار درجة حرارة العينة وغرفة الاختبار. ويسجل الوقت الذي تصبح فيه درجة حرارة العينة أقل من درجة حرارة غرفة الاختبار بمقدار 2ºس. ويستمر الاختبار لمدة سبعة أيام أو إلى أن تصبح درجة حرارة العينة أعلى من درجة حرارة غرفة الاختبار بمقدار 6ºس أو أكثر، أيهما أسبق.

28-4-4-3-3 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.

28-4-4-3-4 وإذا كان الغرض من اختبار المادة هو تحديد ما إذا كانت هناك حاجة إلى ضبط درجة الحرارة، يُجرى عدد كاف من الاختبارات على خطوات بفارق 5ºس كل مرة وباستخدام عينات جديدة لتحديد درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع إلى أقرب 5ºس أو لتحديد ما إذا كانت درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع تساوي درجة الحرارة المعمول بها الواردة في الجدول 28-2 أو تقل عنها. وإذا كان الغرض من اختبار المادة هو تحديد ما إذا كانت المادة تحقق معايير درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع لمادة ذاتية التفاعل، فإنه يجرى عدد من الاختبارات يكفي لتحديد ما إذا كانت درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع لعبوة وزنها 50 كغ هي 75ºس أو أقل. وإذا كان الغرض من اختبار المادة هو تحديد ما إذا كانت تستوفي معيار درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع للمادة المسببة للتماثر، فإنه يجب إجراء عدد كاف من الاختبارات لتحديد ما إذا كانت درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع في العبوة بالشكل الذي ستستخدم به هي 75°س أو أقل.

28-4-4-4 *معايير الاختبار وطريقة تقييم النتائج*

28-4-4-4-1 تسجل درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع على أنها أقل درجة حرارة لغرفة الاختبار تكون عندها درجة حرارة العينة أكبر من درجة حرارة الغرفة بمقدار 6ºس أو أكثر خلال الإطار الزمني للاختبار المحدد بسبعة أيام (انظر الفقرة 28-4-4-3-2). وإذا لم تزد درجة حرارة العينة على درجة حرارة الغرفة بمقدار 6ºس أو أكثر في أي اختبار، تسجل درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع أو درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع على أنها أكبر من أعلى درجة حرارة تخزين مستخدمة.

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

المادة	كتلة العينة (كغ)	فقد الحرارة في وعاء ديوار (ملي وات/ كلفن كغ.)	درجة حرارة التحلل الذاتي التسارع/درجة حرارة التماثر الذاتي التسارع (°س)
آزو ثنائي كربوناميد[ج]	0,28	74	< 75
آزو ثنائي كربوناميد، 90٪ مع عامل منشط بنسبة 10٪[ج]	0,21	70	55
2،2'- آزو ثنائي(أيزوبوتيرونتريل)	0,28	27	50
بنزين -1،3- ثنائي سلفوهيدرازيد، 50٪[ج]	0,52	81	70
هيدرو فوق أكسيد بوتيل ثالثي، 80٪ مع 12٪ فوق أكسيد ثنائي بوتيل ثالثي[ج]	0,30	72	100[أ]
فوق أكسي نيودكربونات بوتيل ثالثي، 40٪[ج]	0,42	65	25
فوق أكسي -3،5،5- ثلاثي ميثيل هكسانوات بوتيل ثالثي[ج]	0,38	79	60
فوق أكسيد ثنائي بنزويل، 50٪[ج]	0,25	91	60
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي - (4- ثلاثي - بوتيل سيكلوهكسيل)[ج]	0,19	79	45
2،2- ثنائي - (فوق أكسي بوتيل ثالثي) بوتان، 50٪[ج]	0,31	88	80
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي - (2- إيثيل هكسيل)[ج]	0,39	64	صفر
2،5- ثنائي ايثوكسي -4- مورفولينو بنزين - ثنائي أزونيوم كلوريد الزنك (66٪)[ج]	0,25	58	45
فوق أكسي ثاني كربونات ثنائي ايزوتريديسيل[ج]	0,38	80	10
فوق أكسي حمض الخليك، 15٪ مع 14٪ فوق أكسيد الهيدروجين (النوع واو)[ج]	1,00	33	< 50[ب]
فوق أكسيد ثنائي لوروبل، نقي تقنياً	0,16	26	50
فوق أكسيد ثنائي ديكانويل، نقي تقنياً	0,20	28	40
ن-فورماميد الفينيل	0,40	33	55

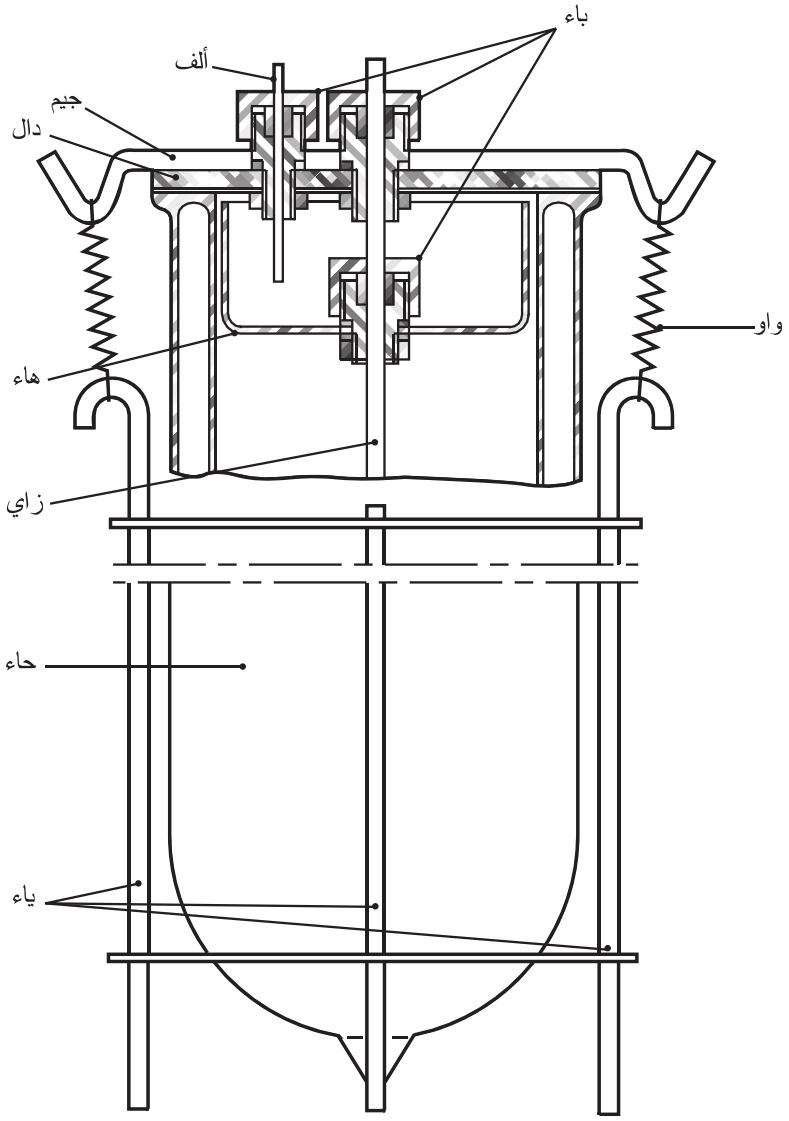
(أ) في وعاء ضغط مع وعاء ديوار سعة 2 لتر.

(ب) في وعاء ديوار كروي سعة 1 لتر.

(ج) جرى تحديد هذه الأمثلة التاريخية باستخدام الحرارة المفقودة التي تتجاوز تلك الموصى بها حالياً لأغراض التصنيف (انظر الجدول 28-4).

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

الشكل 28-4-4-1: وعاء ديوار ووسيلة إغلاقه لاختبار السوائل والمواد الصلبة المبللة بالماء



(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

"

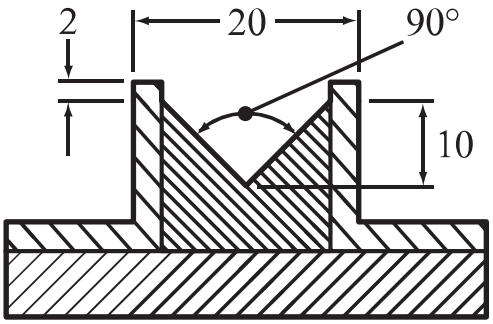
Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

القسم 33

2-4-2-33 في الجملة الأولى، تدرج كلمة "الداخلي" بعد كلمة "عرضه".

الشكل 1-4-2-33 يستعاض عن الشكل ألف بالشكل التالي:



ألف

القسم 34

34-4-1-2-6 و34-4-3-2-3 في نهاية الفقرة، تدرج ملاحظة جديدة يكون نصها كما يلي:

"***ملاحظة:*** *في الحالة التي تكون فيها المادة مطلية للحد من خواصها المؤكسِدة أو كبحها بمحتوى كبير (> 10٪ من الكتلة) من الجسيمات الدقيقة التي يقل قطرها عن 500 ميكرومتر، ينبغي إجراء مجموعتين من الاختبارات: اختبارات تجرى على المادة بالهيئة المقدمة بها واختبارات تجرى على جسيمات دقيقة يقل قطرها عن 500 ميكرومتر وتم الحصول عليها بغربلة المادة بالهيئة المقدمة بها. وينبغي ألا تطحن المادة قبل غربلتها أو اختبارها. وينبغي أن يستند التصنيف النهائي إلى نتائج الاختبارات ذات التصنيف الأشد صرامة.*"

القسم 37

1-4-37 تحذف.

1-1-4-37 *(فقرة سابقة)* يعاد ترقيمها لتصبح 1-4-37.

1-1-4-37 تدرج الفقرة الجديدة التالية 1-1-4-37:

"1-1-4-37 *مقدمة*

يستخدم هذا الاختبار لتحديد خواص التآكل في السوائل وفي المواد الصلبة التي يمكن أن تصبح سائلة وتمثل مادة أكّالة للفلزات، مجموعة التعبئة '3'/الفئة 1."

يعاد ترقيم الفقرات 37-4-2 و37-4-3 و37-4-4 و37-4-4-1 و37-4-4-2 لتصبح 37-4-1-2 و37-4-1-3 و37-4-1-4 و37-4-1-1-1 و37-4-1-4-2. ويعاد ترقيم الأشكال 37-4-2-1 و37-4-2-2 لتصبح 37-4-1-1 و37-4-1-2 على التوالي مع تحديث الإحالات المرجعية في القسم 37-4 وفقاً لذلك. ويعاد ترقيم الجدولين 37-4-4-1 و37-4-4-2 ليصبحا 37-4-1-1 و37-4-1-2 على التوالي.

Copyright (c) United Nations, 2021. All right reserved.

37-4-2 (فقرة أعيد ترقيمها 37-4-1-2) (ب) تعدل ليصبح نصها كما يلي:

"(ب) والفولاذ من النوع S235JR+CR (1.0037، على التوالي ST 37-2)، أو النوع S275J2G3+CR (1.0144، على التوالي St 44-3)، أو النوع ISO 3574، نظام الترقيم الموحَّد G10200 (UNS)، أو النوع SAE 1020."

القسم 38

38-3-3(د) في الفقرة الأخيرة، تدرج كلمة "مركبة" بعد كلمة "لبطارية".

38-3-3(ز) في النهاية، تضاف الفقرات الجديدة التالية:

"بالنسبة لتجميعة البطاريات غير المزودة بحماية من الشحن الزائد والمصمّمة للاستخدام فقط في الخلايا المكونة لبطارية أخرى، أو في معدات، أو في مركبة تتيح هذه الحماية:

- يجب التحقق من الحماية من الشحن الزائد على مستوى البطارية أو المعدات أو المركبة، حسب الاقتضاء؛
- ويجب منع استخدام أنظمة الشحن من دون حماية من الشحن الزائد عبر نظام فيزيائي أو أجهزة تحكم في العملية."

38-3-5 تعدل الفقرة الفرعية (ي) في موجز الاختبار ليصبح نصها كما يلي:

"(ي) ذكر اسم الشخص المسؤول وصفته كدليل على صحة المعلومات المقدمة."

القسم 41

41-1-3 تضاف فقرة جديدة 41-1-3 يكون نصها كما يلي:

"41-1-3 يجب أن يكون الصهريج النقال أو حاوية الغاز المتعددة العناصر التي تخضع لاختبار الصدم الدينامي الطولي جافة قبل اختبار الصدم. وإذا كانت قدرة المنشأة أو وكالة المراقبة على تحديد مصادر التسرّب المحتملة تتأثر سلباً بالأحوال الجوية كالثلج أو المطر الذي ينشأ خلال الاختبار، يجب إنهاء اختبار الصدم. ولا يُستأنف اختبار الصدم إلا عندما يكون الصهريج النقال أو حاوية الغاز المتعددة العناصر جافة، وحين يتوقف الثلج أو المطر."

القسم 51

51-2-1 في الحاشية 1، تعدل الجملة الأولى ليصبح نصها كما يلي: "المتفجرات الواردة في الفصل 2-1 من النظام المنسّق عالمياً والتي تعتبر أكثر حساسية من أن تدرج في شعبة يمكن جعلها مستقرة من خلال نزع الحساسية وبالتالي يمكن تصنيفها كمتفجرات منزوعة الحساسية، شريطة استيفاء جميع المعايير الواردة في الفصل 2-17 من النظام المنسّق عالمياً.