

Рекомендации по

ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

**Руководство по
испытаниям и критериям**

Четвертое пересмотренное издание

Поправка 1



ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Рекомендации по

ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

**Руководство по
испытаниям и критериям**

Четвертое пересмотренное издание

Поправка 1



ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ
Нью-Йорк и Женева, 2005 год

ПРИМЕЧАНИЕ

Употребляемые в данном издании обозначения и оформление материала не должны рассматриваться как выражение какого бы то ни было мнения со стороны Секретариата Организации Объединенных Наций относительно правового статуса той или иной страны, территории, города или района или их властей или относительно делимитации их границ.

ST/SG/AC.10/11/Rev.4/Amend.1

© Организация Объединенных Наций, 2005 год

Все права охраняются.

Никакая часть настоящего издания не может для целей продажи воспроизводиться, закладываться в поисковую систему или передаваться в какой бы то ни было форме и любыми средствами, включая электронные, электростатические, записывающие, механические, фотокопировальные или иные средства, без получения предварительного письменного разрешения от Организации Объединенных Наций.

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

В продаже под № R.05.VIII.4

ISSN

ПРЕДИСЛОВИЕ

В Руководстве по испытаниям и критериям излагаются критерии, методы испытаний и процедуры, которые должны использоваться для классификации опасных грузов в соответствии с положениями частей 2 и 3 *Типовых правил Рекомендаций по перевозке опасных грузов* Организации Объединенных Наций¹, а также химических веществ, представляющих физическую опасность в соответствии с *Согласованной на глобальном уровне системой классификации и маркировки химических веществ (СГС)*².

Как следствие, оно дополняет также национальные или международные правила, основанные на Рекомендациях по перевозке опасных грузов Организации Объединенных Наций или СГС.

Руководство, первоначально разработанное Комитетом экспертов по перевозке опасных грузов Экономического и Социального Совета, который принял его первый вариант в 1984 году, регулярно обновляется, и каждые два года в него вносятся поправки. В настоящее время обновление осуществляется под эгидой Комитета экспертов по перевозке опасных грузов и Согласованной на глобальном уровне системе классификации и маркировки химических веществ, который с 2001 года заменяет собой первоначальный комитет. В четвертом пересмотренном издании, опубликованном в 2003 году, отражены рекомендации этого нового Комитета экспертов, принятые на его первой сессии (11-12 декабря 2002 года).

Поправки, приведенные в настоящей публикации, были приняты Комитетом на его второй сессии (10 декабря 2004 года)³.

К ним относятся:

- поправки к критериям классификации смесей окисляющих веществ, содержащих горючие органические вещества;
- новая часть IV, которая распространяет сферу охвата Руководства на испытания транспортного оборудования, предусмотренные в разделе,

¹ *ST/SG/AC.10/1/Rev.14. Издание Организации Объединенных Наций, в продаже под № R.05.VIII.1.*

² *ST/SG/AC.10/30/Rev.1. Издание Организации Объединенных Наций, в продаже под № R.05.II.E.13.*

³ *ST/SG/AC.10/32/Add.2.*

посвященном испытанию переносных цистерн и многоэлементных газовых контейнеров на динамический удар в продольном направлении;

- пересмотренное приложение 5 (Пример метода испытания для определения размера аварийного выпускного отверстия).

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
ПОПРАВКИ К РАЗДЕЛУ 1	1
ПОПРАВКИ К РАЗДЕЛУ 20	1
НОВАЯ ЧАСТЬ IV: Методы испытаний транспортного оборудования.....	2
ПОПРАВКИ К ПРИЛОЖЕНИЮ 5.....	13

ПОПРАВКИ К ЧЕТВЕРТОМУ ПЕРЕСМОТРЕННОМУ ИЗДАНИЮ РУКОВОДСТВА ПО ИСПЫТАНИЯМ И КРИТЕРИЯМ

РАЗДЕЛ I

Под заголовком "ОБЩЕЕ ВВЕДЕНИЕ" включить ПРИМЕЧАНИЕ следующего содержания:

"ПРИМЕЧАНИЕ: Настоящее общее введение касается только частей I-III Руководства по испытаниям и критериям и приложений 1-6 к нему. На своей второй сессии (10 декабря 2004 года) Комитет экспертов по перевозке опасных грузов и Согласованной на глобальном уровне системе классификации и маркировки химических веществ решил включить новую часть IV, касающуюся методов испытаний транспортного оборудования".

ЧАСТЬ II

РАЗДЕЛ 20

20.2.1 b) Изменить следующим образом:

"b) они являются окисляющими веществами в соответствии с процедурой отнесения к подклассу 5.1 (см. раздел 34), за исключением того, что смеси окисляющих веществ, содержащие 5,0% или более горючих органических веществ, должны подвергаться процедуре классификации, описываемой в нижеследующем ПРИМЕЧАНИИ".

Включить новое ПРИМЕЧАНИЕ следующего содержания:

"ПРИМЕЧАНИЕ: Смеси окисляющих веществ, отвечающие критериям подкласса 5.1, которые содержат 5,0% или более горючих органических веществ и которые не отвечают критериям, указанным в подпунктах a), c), d) или e) выше, должны подвергаться процедуре классификации самореактивных веществ.

Смесь, проявляющая свойства самореактивного вещества типов B-F, должна классифицироваться как самореактивное вещество подкласса 4.1.

Смесь, проявляющая свойства самореактивного вещества типа G в соответствии с принципом, изложенным в пункте 20.4.2 g), должна рассматриваться на предмет классификации в качестве вещества подкласса 5.1 (см. раздел 34)".

ЧАСТЬ IV

Включить новую часть IV следующего содержания:

"ЧАСТЬ IV

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

РАЗДЕЛ 40

ВВЕДЕНИЕ К ЧАСТИ IV

40.1 Цель

40.1.1 В части IV Руководства по испытаниям излагаются принятые Организацией Объединенных Наций системы испытания переносных цистерн и МЭГК на динамический удар в продольном направлении (см. раздел 41 настоящего Руководства и пункты 6.7.2.19.1, 6.7.3.15.1, 6.7.4.14.1 и 6.7.5.12.1 Типовых правил).

40.2 Сфера охвата

40.2.1 Методы испытаний, изложенные в настоящей части, следует применять в тех случаях, когда это требуется Типовыми правилами.

РАЗДЕЛ 41

ИСПЫТАНИЕ ЦИСТЕРН И МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ ГАЗОВЫХ КОНТЕЙНЕРОВ (МЭГК) НА ДИНАМИЧЕСКИЙ УДАР В ПРОДОЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ

41.1 Общие положения

41.1.1 Испытание по этому методу проводится с целью подтверждения способности переносных цистерн и МЭГК выдерживать воздействие удара в продольном направлении в соответствии с требованиями пунктов 6.7.2.19.1, 6.7.3.15.1, 6.7.4.14.1 и 6.7.5.12.1 Типовых правил.

41.1.2 Репрезентативный прототип каждого типа конструкции переносных цистерн и МЭГК, отвечающих определению контейнера, приведенному в Международной конвенции по безопасным контейнерам 1972 года (КБК) с поправками, должен быть подвергнут испытанию на динамический удар в продольном направлении и должен

удовлетворять требованиям этого испытания. Испытания должны проводиться организациями, утвержденными для этой цели компетентным органом.

41.2 Допустимые изменения в характеристиках конструкции

Допускаются следующие изменения в характеристиках конструкции контейнера по сравнению с уже испытанным прототипом без необходимости проведения дополнительных испытаний:

- a) уменьшение первоначальной максимальной расчетной температуры, не влияющее на толщину стенок;
- b) увеличение первоначальной минимальной расчетной температуры, не влияющее на толщину стенок;
- c) уменьшение максимальной массы брутто;
- d) уменьшение вместимости не более чем на 10%, являющееся исключительно результатом изменений диаметра или длины;
- e) изменение места расположения или модификация насадок и смотровых отверстий при условии, что
 - i) поддерживается эквивалентный уровень защиты; и
 - ii) для целей расчетов прочности цистерн используется самая неблагоприятная конфигурация;
- f) увеличение числа перегородок и волнорезов;
- g) увеличение толщины стенок при условии, что их толщина остается в пределах, разрешенных техническими требованиями к сварочным работам;
- h) уменьшение максимально допустимого рабочего давления или максимального рабочего давления, не влияющее на толщину стенок;
- i) повышение эффективности системы изоляции в результате использования:

- i) такого же изоляционного материала большей толщины; или
 - ii) другого изоляционного материала такой же толщины, обладающего более высокими изолирующими характеристиками;
- j) изменения в сервисном оборудовании при условии, что сервисное оборудование, не прошедшее испытания:
- i) расположено в том же месте и отвечает таким же или более высоким эксплуатационным требованиям, что и испытанное оборудование; и
 - ii) имеет примерно такие же размеры и массу, что и испытанное оборудование; и
- k) использование материала того же типа, но другого качества для изготовления корпуса или рамы при условии, что:
- i) результаты расчетов конструкции для материала другого качества на основе наиболее неблагоприятных указанных значений механических свойств для материала этого качества соответствуют результатам расчетов конструкции для испытанного материала или превышают их; и
 - ii) техническими требованиями к сварочным работам допускается использование материала другого качества.

41.3 Испытательное оборудование

41.3.1 *Испытательная платформа*

В качестве испытательной платформы может использоваться любая подходящая конструкция, способная выдержать без значительного повреждения удар заданной силы, на которой прочно установлен испытуемый контейнер. Испытательная платформа должна:

- a) иметь такую конфигурацию, которая позволяла бы устанавливать испытуемый контейнер как можно ближе к торцу платформы, подвергаемому удару;

- b) быть оборудована четырьмя исправными крепежными устройствами для закрепления испытуемого контейнера в соответствии со стандартом ISO 1161:1984 (Контейнеры грузовые серии 1 - Угловые фитинги - Технические условия); и
- c) быть оборудована амортизационным устройством, обеспечивающим соответствующую длительность удара.

41.3.2 *Произведение удара*

41.3.2.1 Удар производится следующим образом:

- a) путем удара испытательной платформы по неподвижной массе; или
- b) путем удара движущейся массы по испытательной платформе.

41.3.2.2 Когда неподвижная масса состоит из двух или более сцепленных друг с другом железнодорожных транспортных средств, каждое из них должно быть оборудовано амортизационными устройствами. Должен быть устранен любой зазор между транспортными средствами, и на каждом из них должны быть включены тормоза.

41.3.3 *Система измерения и регистрации*

41.3.3.1 Если не указано иное, то система измерения и регистрации должна соответствовать стандарту ISO 6487:2002 (Дорожные транспортные средства - Методы измерений при испытаниях на удар - Приборы).

41.3.3.2 При проведении испытания должно иметься следующее оборудование:

- a) два акселерометра с минимальным диапазоном амплитуды 200 g, максимальным нижним пределом частот 1 Гц и минимальным верхним пределом частот 3 000 Гц. Каждый акселерометр должен быть прочно прикреплен к испытуемому контейнеру: наружному торцу или боковой грани двух соседних нижних угловых фитингов, расположенных ближе других к источнику удара. Акселерометры должны быть расположены так, чтобы можно было измерять ускорение в направлении продольной оси контейнера. Предпочтительным является метод, при котором каждый акселерометр прикрепляется болтами к плоскому монтажному щитку и щиток приклеивается к угловым фитингам;

- b) прибор для измерения скорости движущейся испытательной платформы или движущейся массы в момент удара;
- c) аналого-цифровая система сбора данных, способная регистрировать ударные возмущения в виде графика зависимости "ускорение - время" при минимальной частоте выборки 1 000 Гц. Система сбора данных должна включать в себя аналоговый фильтр нижних частот для подавления помех с угловой частотой среза минимум 200 Гц и максимум 20% от скорости дискретизации и минимальным спадом 40 дБ/октава; и
- d) устройство, позволяющее хранить графики зависимости "ускорение - время" в электронном формате, с тем чтобы в дальнейшем их можно было извлечь и проанализировать.

41.3.4 Процедура

41.3.4.1 Наполнение испытуемого контейнера может производиться до или после его установки на испытательную платформу следующим образом:

- a) Переносные цистерны: Цистерна наполняется водой или любым другим веществом, не находящимся под давлением, примерно до 97% объемной вместимости цистерны. Во время испытания цистерна не должна находиться под давлением. Если из-за опасности перелива нежелательно наполнять цистерну до 97% вместимости, она наполняется так, чтобы масса испытуемого контейнера (тары и продукта) была как можно ближе к ее максимальной расчетной массе (R);
- b) МЭГК: Каждый элемент наполняется одинаковым количеством воды или любого другого вещества, не находящегося под давлением. МЭГК наполняется так, чтобы его масса была как можно ближе к его максимальной расчетной массе (R), но в любом случае до не более 97% его объемной вместимости. Во время испытания МЭГК не должен находиться под давлением. МЭГК не требуется наполнять водой, если его масса тары равна 90% R или превышает это значение.

41.3.4.2 Масса контейнера, подвергаемого испытанию, измеряется и регистрируется.

41.3.4.3 Испытуемый контейнер устанавливается в таком положении, при котором условия его испытания будут максимально строгими. Контейнер устанавливается на испытательную платформу как можно ближе к ее торцу, подвергаемому удару, и

закрепляется с использованием всех его четырех угловых фитингов, с тем чтобы ограничить его перемещение в любых направлениях. Любой зазор между угловыми фитингами испытуемого контейнера и крепежными устройствами на торце испытательной платформы, подвергаемом удару, должен быть сведен к минимуму. Важно, в частности, обеспечить возможность обратного хода производящих удар масс после удара.

41.3.4.4 Удар производится (см. подраздел 41.3.2) таким образом, чтобы при одиночном ударе кривая спектра ударного отклика (СУО, см. пункт 41.3.5.1), полученная в ходе испытания для обоих угловых фитингов у подвергнувшегося удару торца, повторяла или превышала минимальную кривую СУО, показанную на рис. 1, на всех частотах в диапазоне от 3 Гц до 100 Гц. Для достижения этого результата может потребоваться произвести несколько ударов, однако результаты испытания при каждом ударе должны оцениваться индивидуально.

41.3.4.5 После удара, описанного в пункте 41.3.4.4, испытуемый контейнер осматривается и результаты регистрируются. Результаты испытания контейнера считаются удовлетворительными в том случае, если отсутствует утечка, остаточная деформация или повреждение, при которых контейнер становится непригодным для использования, и контейнер соответствует требованиям по габаритам, касающимся обработки, закрепления и перегрузки с одного перевозочного средства на другое.

41.3.5 *Обработка и анализ данных*

41.3.5.1 *Система преобразования данных*

- a) Данные о зависимости "ускорение - время", полученные по каждому каналу, преобразуются в спектр ударного отклика, при этом спектры должны быть представлены в виде графика зависимости эквивалентного статического ускорения от частоты. Максимальное абсолютное значение пикового ускорения должно регистрироваться для каждого из заданных интервалов частот. Преобразование данных должно осуществляться в соответствии со следующими критериями:
 - i) в случае необходимости скорректированные данные о зависимости "ускорение - время" должны быть масштабированы с использованием процедуры, изложенной в подразделе 41.3.5.2;
 - ii) данные о зависимости "ускорение - время" должны охватывать период, начинающийся за 0,05 секунды до начала удара и заканчивающийся через 2,0 секунды после его завершения;

- iii) анализ должен охватывать диапазон частот от 2 Гц до 100 Гц, и расчет точек кривой ударного отклика должен производиться по интервалам частот с шагом как минимум в 1/30 октавы. Каждая точка интервала представляет собой собственную частоту; и
 - iv) в рамках анализа следует использовать декремент затухания 5%;
- b) расчет точек кривой спектра ударного отклика должен производиться так, как это описано ниже. Для каждого интервала частот:
- i) рассчитывается матрица относительных перемещений с использованием всех точек данных из входного графика зависимости "ускорение - время" с помощью следующего уравнения:

$$\xi_i = -\frac{\Delta t}{\omega_d} \sum_{k=0}^i \ddot{X}_k e^{-\zeta \omega_n \Delta t (i-k)} \sin [\omega_d \Delta t (i-k)]$$

где:

Δt = временной интервал между значениями ускорения;

ω_n = собственная частота без затухания (в радианах);

ω_d = собственная частота с затуханием = $\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}$;

\ddot{X}_k = k_{oe} значение входных данных об ускорении;

ζ = декремент затухания;

i = целое число, колеблющееся от 1 до числа входных точек данных об ускорении;

k = параметр, используемый в суммировании, колеблющийся от 0 до текущего значения i .

- ii) рассчитывается матрица относительных ускорений с использованием значений перемещения, полученных на этапе i, с помощью следующего уравнения:

$$\ddot{\xi}_i = 2\zeta\omega_n \Delta t \sum_{k=0}^i \ddot{x}_k e^{-\zeta\omega_n \Delta t (i-k)} \cos [\omega_d \Delta t (i-k)] + \omega_n^2 (2\zeta^2 - 1) \xi_i$$

- iii) фиксируется максимальное абсолютное значение ускорения из матрицы, полученной на этапе ii, для рассматриваемого интервала частот. Это значение становится точкой кривой СУО для данного конкретного интервала частот. Этап i должен повторяться для каждой собственной частоты до тех пор, пока не будут оценены все интервалы собственных частот.
- iv) строится кривая спектра ударного отклика.

41.3.5.2 Метод масштабирования измеренных значений зависимости "ускорение - время" с целью введения поправки на недогрузку или перегрузку контейнеров по массе

Когда сумма массы полезной нагрузки и массы тары испытываемого контейнера меньше максимальной расчетной массы испытываемого контейнера, к измеренным значениям зависимости "ускорение - время" для испытываемого контейнера применяется коэффициент масштабирования:

Скорректированные значения зависимости "ускорение - время", $Acc(t)_{(скорректир.)}$, вычисляются, исходя из измеренных значений зависимости ускорения от времени по следующей формуле:

$$Acc(t)_{(скорректир.)} = Acc(t)_{(измерен.)} \times \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\Delta M}{M1 + M2}}}$$

где:

$Acc(t)_{(измерен.)}$ = фактическое измеренное значение;

M1 = масса испытательной платформы без испытываемого контейнера;

M2 = фактическая испытательная масса (включая тару) испытываемого контейнера;

R = максимально расчетная масса (включая тару) испытываемого контейнера;

$\Delta M = R - M_2$.

Значения СУО, являющиеся результатом испытания, рассчитываются на основе значений $A_{ss}(t)$ (скорректир.).

41.3.6 Неисправные приборы

Если сигнал, получаемый с одного акселерометра, является некачественным, результаты испытания могут быть подтверждены на основе значений СУО, полученных с помощью исправного акселерометра после трех последовательных ударов при условии, что значения СУО по этим трем ударам соответствуют значениям минимальной кривой СУО или превышают их.

41.3.7 Альтернативный метод подтверждения строгости условий испытания для переносных цистерн с рамой длиной 20 футов

41.3.7.1 Если конструкция испытываемого контейнера-цистерны значительно отличается от конструкции других контейнеров, успешно прошедших это испытание, и полученные кривые СУО имеют желаемые характеристики, но остаются ниже минимальной кривой СУО, строгость условий испытания может считаться приемлемой, если три последовательных удара произведены следующим образом:

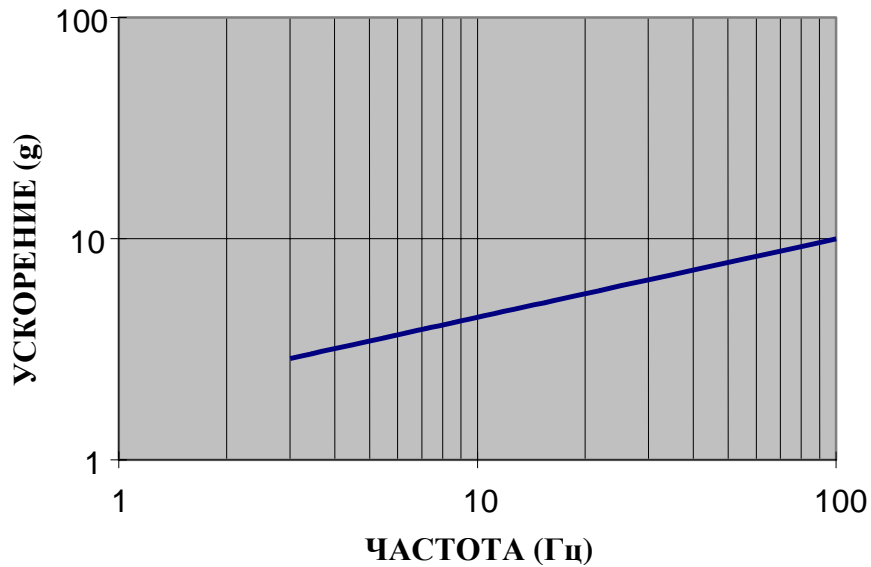
- a) первый удар - со скоростью более 90% от критической скорости, упомянутой в пункте 41.3.7.2; и
- b) второй и третий удары - со скоростью более 95% от критической скорости, упомянутой в пункте 41.3.7.2.

41.3.7.2 Альтернативный метод подтверждения, описанный в пункте 41.3.7.1, должен применяться только в том случае, если заранее определена "критическая скорость" платформы. Критическая скорость - это скорость, при которой амортизационные устройства платформы достигают максимального уровня способности к перемещению и поглощению энергии, выше которого обычно достигается или превышает минимальная кривая СУО. Критическая скорость должна быть определена на основе задокументированных результатов не менее пяти испытаний, проведенных на пяти разных контейнерах-цистернах. Каждое из этих испытаний должно быть проведено с применением одного и того же оборудования, системы измерения и процедуры.

41.3.8 *Регистрация данных*

При применении этой процедуры должны быть зарегистрированы по крайней мере следующие данные:

- a) дата, время, температура окружающей среды и место проведения испытания;
- b) масса тары контейнера, максимальная расчетная масса и масса испытательной полезной нагрузки;
- c) название изготовителя, тип, регистрационный номер (если имеется), сертифицированные правила проектирования и официальные утверждения (если имеются) контейнера;
- d) масса испытательной платформы;
- e) скорость удара;
- f) направление удара по отношению к контейнеру; и
- g) для каждого удара - график зависимости "ускорение-время" для каждого углового фитинга, оборудованного измерительной аппаратурой.

Рис. 41.1: Минимальная кривая СУО**МИНИМАЛЬНЫЙ СУО (ДЕКРЕМЕНТ ЗАТУХАНИЯ 5%)**

Уравнение для получения вышеуказанной минимальной кривой СУО: $УСКОРЕНИЕ = 1,95 ЧАСТОТЫ^{0,355}$

Таблица 41.1. Табличное представление некоторых точек данных на минимальной кривой СУО

ЧАСТОТА (Гц)	УСКОРЕНИЕ (g)
3	2,88
10	4,42
100	10,0

ПРИЛОЖЕНИЯ**ПРИЛОЖЕНИЕ 5**

Изменить следующим образом:

"ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ПРИМЕР МЕТОДА ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРА АВАРИЙНОГО ВЫПУСКНОГО ОТВЕРСТИЯ

1. Введение

Этот пример метода определения размера аварийного выпускного отверстия используется для определения пропускной способности аварийного устройства для сброса давления, которым оборудуются отдельные КСГМГ или цистерны, предназначенные для конкретного органического пероксида типа F или самореактивного вещества типа F либо их составов. Метод основан на экспериментальных данных, свидетельствующих о том, что для составов органических пероксидов или самореактивных веществ отношение минимальной площади аварийного выпускного отверстия к вместимости КСГМГ или цистерны постоянно и может быть определено с помощью цистерны уменьшенного размера вместимостью 10 литров. В ходе испытаний цистерна уменьшенного размера нагревается с интенсивностью, равной значению тепловой мощности при полном охвате цистерны огнем или, в случае изотермичеких КСГМГ или цистерн, – переносу теплоты через изоляцию, исходя из предположения, что нарушен 1% площади изоляции (см. пункты 4.2.1.13.8 и 4.2.1.13.9 Типовых правил). Могут использоваться и другие методы при условии, что они позволяют достаточно точно определить размер аварийного устройства (аварийных устройств) для сброса давления, устанавливаемого на КСГМГ или цистерне с целью удаления всех продуктов, выделившихся в ходе самоускоряющегося разложения или в течение периода не менее одного часа полного охвата огнем.

Предостережение: *Этим методом не учитывается возможность инициирования дефлаграции. Если это возможно, особенно в случае, если инициирование в паровой фазе может распространиться на жидкую фазу, должны проводиться испытания, учитывающие такую возможность.*

2. Приборы и материалы

Цистерна уменьшенного размера состоит из изготовленного из нержавеющей стали испытательного сосуда объемом брутто 10 литров. В верхней части цистерны предусмотрено либо отверстие диаметром 1 мм, имитирующее предохранительный клапан КСГМГ или цистерны, либо действительный предохранительный клапан диаметром, масштаб которого устанавливается на основе отношения площади выпускного отверстия к объему сосуда. Второе отверстие имитирует аварийное выпускное отверстие и закрыто разрывной мембраной. Диаметр этого выпускного отверстия можно варьировать, используя диафрагмы с различными отверстиями. Давление разрыва

мембраны, установленной на 10-литровый сосуд, должно равняться максимальному разрывающему давлению разрывных мембран, устанавливаемых на КСГМГ или цистерны. Это давление должно быть меньше испытательного давления испытываемой цистерны. Обычно разрывное давление устанавливается на уровне, учитывающим давления, могущие возникнуть в обычных условиях перевозки, такие, как гидростатическое давление жидкости в результате опрокидывания цистерны, перемещений жидкого содержимого внутри цистерны и т.д. 10-литровый сосуд должен быть оборудован разрывной мембраной с установленным давлением в пределах разрывного давления мембраны (мембран), установленных на цистерну или КСГМГ, которые будут использоваться при перевозке. В целях безопасности рекомендуется оборудовать испытательный сосуд дополнительной разрывной мембраной (разрывное давление которой должно составлять примерно 80% от расчетного давления 10-литрового испытательного сосуда) с большим отверстием для дополнительного аварийного выброса в случае, если выбран слишком маленький диаметр отверстия диафрагмы.

Наружная поверхность испытательного сосуда обматывается ниже уровня жидкости электрической нагревательной спиралью или снабжается патронными нагревательными элементами, подсоединенными к источнику тока. Содержимое сосуда должно нагреваться с постоянной мощностью независимо от тепла, вырабатываемого органическим пероксидом или самореактивным веществом. Сопротивление нагревательной спирали должно быть таким, чтобы при заданной мощности можно было достичь расчетной скорости нагрева (см. раздел 3). Весь сосуд изолируется минеральной шерстью, пеностеклом или керамическим волокном.

Температура внутри цистерны измеряется с помощью трех термпар, из которых две устанавливаются в жидкой фазе (у верха и у дна) и одна - в газовой фазе. Две термпары используются в жидкой фазе для проверки равномерности нагрева. Давление регистрируется с помощью датчика(ов) давления, способного(ых) регистрировать медленные и быстрые изменения давления (по меньшей мере 1 000 изм./сек). Примеры испытательных сосудов показаны на рис. А5.1. Дополнительную информацию можно получить, если установить цистерну на лоток, предназначенный для сбора любых твердых или жидких продуктов выброса.

Испытания проводятся на испытательном стенде при условии соблюдения достаточных безопасных расстояний. В качестве альтернативного варианта испытание может проводиться в бункере, оснащенный вентиляционными отверстиями достаточной пропускной способности с целью предотвращения повышения давления в бункере. В таком бункере должно использоваться взрывобезопасное электрооборудование с целью уменьшения опасности возгорания. ***Однако при проведении испытаний следует исходить из того предположения, что продукты разложения возгорятся.***

3. Расчет скорости нагрева, используемой в ходе испытания

Если КСГМГ или цистерна не изолированы, требуется тепловая нагрузка на корпус, указанная в пункте 4.2.1.13.8 Типовых правил. Для изотермических КСГМГ или цистерн Типовые правила требуют тепловую нагрузку на корпус, равную сумме переноса тепла через изоляцию и тепловой нагрузки на корпус, исходя из предположения, что нарушен 1% площади изоляции.

Для расчета скорости нагрева требуется следующая информация о КСГМГ или цистерне и органическом перексиде или самореактивном веществе:

F_r	= коэффициент непосредственно нагреваемой цистерны (1 - для неизолированной, 0,01 - для изотермической)	[-]
M_t	= общая масса органического пероксида или самореактивного вещества и разбавителя	[кг]
K	= теплопроводность слоя изоляции	[Вт.м ⁻¹ .К ⁻¹]
L	= толщина слоя изоляции	[м]
U	= K/L = коэффициент теплопередачи	[Вт.м ⁻² .К ⁻¹]
A	= увлажненная площадь КСГМГ или цистерны	[м ²]
C_p	= теплоемкость состава органического пероксида или самореактивного вещества	[Дж.кг ⁻¹ .К ⁻¹]
T_{po}	= температура состава органического пероксида или самореактивного вещества в момент сброса давления	[К]
q_i	= теплота, передаваемая не непосредственно	[Вт]
q_d	= теплота, передаваемая непосредственно	[Вт]
F	= коэффициент изоляции	[-]

Теплота на единицу массы, q_i (Вт), проводимая не через непосредственно нагреваемую поверхность (изолированная часть), рассчитывается с помощью уравнений (1) и (2):

$$q_i = 70961 \times F \times [(1 - F_r) \times A]^{0.82} \quad (1)$$

где: F = коэффициент изоляции;
 $F = 1$ - для неизолированных корпусов; или

$$F = 2 \times \frac{U(923 - T_{po})}{47032} \quad - \text{ для изотермических корпусов } \quad (2)$$

При расчете F вводится множитель 2 с целью учета 50-процентного уменьшения эффективности изоляции во время аварии.

Теплота на единицу массы, q_d (Вт), проводимая через непосредственно нагреваемую поверхность (неизолированная часть), рассчитывается с помощью уравнения (3):

$$q_d = 70961 \times F \times [F_r \times A]^{0,82} \quad (3)$$

где: F = коэффициент изоляции = 1 (неизолированный корпус)

Общая скорость нагрева dT/dt (К/мин.) в результате полного охвата цистерны пламенем рассчитывается с помощью уравнения (4):

$$\frac{dT}{dt} = \frac{(q_i + q_d)}{M_1 C_p} 60 \quad (4)$$

Пример 1: изотермическая цистерна

Для типичной изотермической цистерны вместимостью 20 м³:

F_r	= коэффициент непосредственно нагреваемой цистерны	= 0,01
M_t	= общая масса органического пероксида или самореактивного вещества и разбавителя	= 16 268 кг
K	= теплопроводность слоя изоляции	= 0,031 Вт.м ⁻¹ .К ⁻¹
L	= толщина слоя изоляции	= 0,075 м
U	= коэффициент теплопередачи	= 0,4 Вт.м ⁻² .К ⁻¹
A	= увлажненная площадь цистерны	= 40 м ²
C_p	= теплоемкость состава органического пероксида	= 2 000 Дж.кг ⁻¹ .К ⁻¹
T_{po}	= температура пероксида в момент сброса давления	= 100 °С

и

$$q_i = 70961 \times 2 \times \frac{0,4 \times (923 - 373)}{47032} \times [(1 - 0,01) \times 40]^{0,82} = 13558 \text{ Вт}$$

$$q_d = 70961 \times 1 \times [0,01 \times 40]^{0,82} = 33474 \text{ Вт}$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{(13558 + 33474)}{16268 \times 2000} \times 60 = 0,086 \text{ К} \cdot \text{мин.}^{-1}$$

Пример 2: неизолированный КСГМГ

Для типичного неизолированного КСГМГ из нержавеющей стали вместимостью 1,2 м³ (только непосредственно передаваемая теплота на единицу массы, q_d):

F_r	= коэффициент непосредственно нагреваемой цистерны	= 1
M_t	= общая масса органического пероксида и разбавителя	= 1 012 кг
A	= увлажненная площадь поверхности КСГМГ	= 5,04 м ²
C_p	= теплоемкость состава органического пероксида	= 2 190 Дж.кг ⁻¹ .К ⁻¹

и

$$q_d = 70961 \times 1 \times [1 \times 5,04]^{0,82} = 267308 \text{ Вт}$$

$$q_d = 0$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{(0 + 267308)}{1012 \times 2190} \times 60 = 7,2 \text{ К} \cdot \text{мин.}^{-1}$$

4. Процедура

Наполнить корпус испытательного сосуда органическим пероксидом или самореактивным веществом в количестве, необходимом для обеспечения той же степени наполнения (по отношению к объему корпуса), которая используется в случае цистерны (максимальная степень наполнения 90% по отношению к объему), и затем установить требуемые диафрагму⁴ и разрывную мембрану. Например, обычно на цистерну вместимостью 20 т устанавливаются четыре разрывные мембраны диаметром 250 мм. Это соответствует диаметру отверстия испытательного сосуда, равному приблизительно 11 мм.

Сосуд нагревается с нужной интенсивностью с помощью нагревательной спирали. Сначала можно применять более высокую по отношению к расчетной скорость нагрева до достижения температуры, на 5°С превышающей температуру самоускоряющегося разложения (для 50-килограммовой упаковки) органического пероксида или самореактивного вещества. По достижении этой температуры применяется расчетная скорость нагрева. В ходе всего эксперимента регистрируются температура и давление в

⁴ До проведения испытания с 10-литровым сосудом рекомендуется провести либо маломасштабные испытания (100-200 мл), либо испытания с использованием очень прочного сосуда (>100 бар) с целью получения информации о максимальном давлении испытываемого вещества и о требуемом диаметре отверстия диафрагмы для использования в первом испытании на определение размера аварийного выпускного отверстия 10-литрового сосуда.

испытательном сосуде. После разрыва разрывной мембраны нагрев продолжается в течение приблизительно 30 минут, чтобы быть уверенным в том, что измерены все опасные эффекты. ***Во время проведения испытания следует находиться на расстоянии от испытательного сосуда, а после испытания к сосуду не следует приближаться до тех пор, пока не остынет его содержимое.***

Диафрагма должна регулироваться (если необходимо) до тех пор, пока не будет установлен подходящий диаметр отверстия, при котором максимальное зарегистрированное давление не превышает давления, указанного в разделе 5 "Критерии испытания и метод оценки результатов". Используемая длина шага должна соотноситься с вариантами, предусмотренными на практике для цистерны, например с более крупными размерами отверстий или большим их количеством. При необходимости концентрация органического пероксида или самореактивного вещества может быть уменьшена. Испытания проводятся дважды на уровне, при котором общая площадь отверстий обеспечивает достаточную пропускную способность.

5. Критерии испытания и метод оценки результатов

Минимальная или подходящая (если допускается использовать больший в сравнении с минимальным размер выпускного отверстия) площадь выпускных отверстий КСГМГ или цистерны, $A_{\text{КСГМГ}}$ или $A_{\text{цистерна}}$ (м^2), может быть рассчитана на основе минимальной или подходящей площади выпускного отверстия, установленной в ходе испытания 10-литрового сосуда, при котором максимальное давление во время сброса:

- в случае цистерн - не превышает испытательного давления цистерны (в соответствии с пунктом 4.2.1.13.4 цистерна должна рассчитываться на испытательное давление не менее 0,4 МПа);
- в случае КСГМГ - не превышает манометрическое давление 200 кПа, измеренное в соответствии с пунктом 6.5.4.8.4, или превышает его с разрешения компетентного органа,

а также на основе объемов испытательного сосуда и КСГМГ или цистерны.

Минимальная общая площадь выпускных отверстий КСГМГ или цистерны рассчитывается по следующим формулам:

$$\text{Для КСГМГ: } A_{\text{КСГМГ}} = V_{\text{КСГМГ}} \times \left(\frac{A_{\text{испыт.сосуд}}}{V_{\text{испыт.сосуд}}} \right)$$

$$\text{Для цистерн: } A_{\text{цистерна}} = V_{\text{цистерна}} \times \left(\frac{A_{\text{испыт. сосуд}}}{V_{\text{испыт. сосуд}}} \right)$$

где:

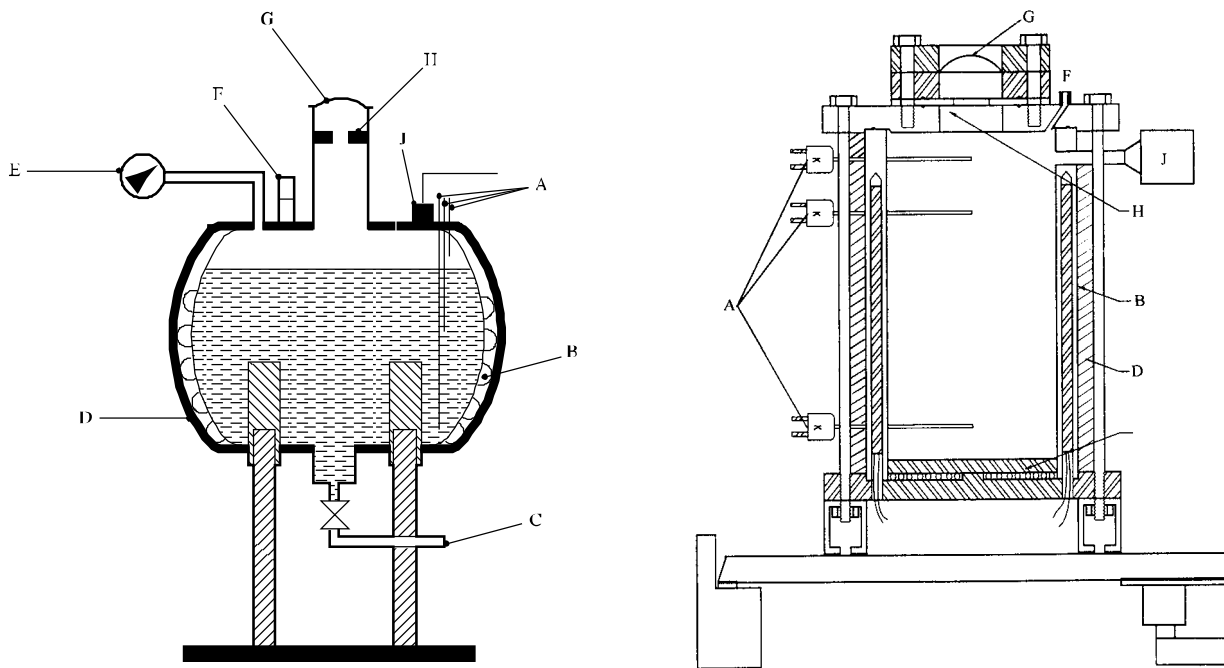
$A_{\text{испыт. сосуд}}$	=	площадь выпускных отверстий 10-литрового испытательного сосуда	=	$[м^2]$
$A_{\text{КСГМГ}}$	=	площадь выпускных отверстий КСГМГ	=	$[м^2]$
$A_{\text{цистерна}}$	=	площадь выпускных отверстий цистерны	=	$[м^2]$
$V_{\text{испыт. сосуд}}$	=	объем 10-литрового испытательного сосуда	=	$[м^3]$
$V_{\text{КСГМГ}}$	=	объем КСГМГ	=	$[м^3]$
$V_{\text{цистерна}}$	=	объем цистерны	=	$[м^3]$

Пример:

Для типичного органического пероксида в изотермической цистерне вместимостью 20 м³:

$A_{\text{испыт. сосуд}}$	=	минимальная подходящая площадь отверстий, установленная в ходе испытания	=	$9,5 \times 10^{-5} м^2$
$V_{\text{цистерна}}$	=	объем цистерны	=	20 м ³
$V_{\text{испыт. сосуд}}$	=	объем испытательного сосуда	=	0,01 м ³

$$A_{\text{цистерна}} = 20 \times \frac{9,5 \times 10^{-5}}{0,01} = 0,19 м^2$$



- (A) Термомпары (две в жидкой и одна в паровой фазах)
- (B) Нагревательная спираль/патронный нагревательный элемент
- (C) Дренажная линия (факультативно)
- (D) Изоляция
- (E) Манометр (факультативно)
- (F) Предохранительный клапан (факультативно)
- (G) Разрывная мембрана
- (H) Диафрагма
- (J) Датчик давления или предохранительный клапан и датчик на тройнике

Рис. А5.1: 10-ЛИТРОВЫЕ СОСУДЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА АВАРИЙНОГО ВЫПУСКНОГО ОТВЕРСТИЯ"
