



Periodic Inspection and Non-Destructive Testing of Seamless Steel Transportable Gas Cylinders Intended for Compressed and Liquefied Gases under Pressure using Ultrasonic Testing

Georgi KOLEV

Key Diffusion Ltd. 2, eng. Georgi Belov Str., 1712 Sofia, Bulgaria,
e-mail: g.kolev@keydtest.com

Abstract

Steel seamless cylinders are high-hazard equipment used for repeated filling and transportation of liquefied, compressed or dissolved gases. Their volume can be from 0.5 liters to 150 liters.

This report presents part of a periodic inspection of seamless steel cylinders for the transportation of compressed natural gas, including an ultrasonic method to control the thickness of the wall, bottom and neck of the controlled cylinder.

The purpose of the periodic inspection is to establish the integrity of such cylinders to be returned to service for an additional period of time. To ensure their continued safe operation, gas cylinders are inspected and tested in accordance with the requirements specified in EN1968:2002, ADR and RID.

Keywords: Non-destructive testing, Ultrasonic Testing, Transportable gas cylinders /Seamless steel gas cylinders, Periodic inspection and testing, ADR, RID, substances of class 2.

Периодичен преглед и безразрушителен контрол на стоманени безшевни транспортируеми газови бутилки, предназначени за сгъстени и втечнени газове под налягане с помощта на ултразвуков метод за контрол

Георги КОЛЕВ

1. Въведение

Целта на настоящия доклад е да опише част от процедурата по периодичен преглед на стоманени безшевни бутилки за транспортиране на втечнени, сгъстени или разтворени газове.

2. Приложими методи

При периодичен преглед и изпитвания на стоманени безшевни бутилки за транспортиране на втечнени, сгъстени или разтворени газове, съгласно процедурата е приложим методът „Ултразвуков метод за контрол на дебелината на стена“.

2.1. Процедура за контрол при периодичен преглед и изпитвания на стоманени безшевни бутилки за транспортиране на втечнени, сгъстени или разтворени газове – приложими методи.

Процедурата за периодичен преглед и изпитвания на стоманени безшевни бутилки за превоз на втечнени, сгъстени или разтворени газове, определя методите за

контрол, чрез прилагането на които се гарантира, че транспортируемото оборудване под налягане съответства на разпоредбите на „Наредбата за съществените изисквания и оценяване съответствието на транспортируемо оборудване под налягане“, приета с ПМС № 271 от 29.09.2011 г. обн. ДВ. бр. 78 от 7 Октомври 2011г., ADR/RID и приложимите стандарти. За да се гарантира продължителната и безопасна експлоатация, газовите бутилки трябва периодично да бъдат подлагани на инспекции и тестове в съответствие с Анекс В на EN 1968:2002.

Съгласно съществените изисквания на ADR/RID и EN 1968:2002, периодичният преглед и изпитвания на стоманени безшевни бутилки включва:

- идентификация на бутилката и подготовка за инспекция и тестване;
- външна визуална инспекция;
- вътрешна визуална инспекция;
- допълнителни проверки – ултразвуков метод за контрол;
- инспекция на гърловината на бутилката;
- хидравличен тест под налягане или ултразвуков контрол;
- инспекция на вентила;
- финални процедури;
- бракуване или обявяване на бутилката за негодна.

Процедурата завършва с издаване на сертификат, показващ резултатите от контрола, дори в случай на отрицателни резултати.

2.2. Изпълнение на процедурата за контрол при периодичен преглед и изпитвания на стоманени безшевни бутилки за транспортиране на втечнени, сгъстени или разтворени газове – приложени методи.

Когато проведения визуален контрол на стоманената безшевна бутилка за транспортиране на компресиран природен газ установи, че има съмнения относно дебелината на стена, дъно или гърловина на контролирания обект, се прибегва до ултразвуков метод за контрол на дебелините на стените, дъното и гърловината на контролирания обект с цел разсейване на съмненията за участъци с намалена дебелина под минимално допустимата дебелина от производителя.

Обектът на контрол са стоманени безшевни бутилки, произведени в периода 1996 – 2000 година, от Tenaris Dalmine, Italy, от състава на Многоелементен газов контейнер подложен на периодичен преглед.

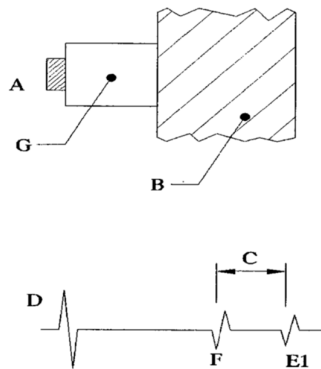
Поради специфичния начин на подреждане на бутилките върху съоръжението, контактът между бутилките се намалява чрез полагане на гумени ленти, които предотвратяват триене на метал в метал и компенсират температурните разширения между тях. При запълване на МЕГК, повърхността на бутилките се загрява, а при изпразване на транспортирания газ се охлажда и се получава конденз. Влиянието на замърсяванията и обработката на пътната инфраструктура през зимата допринасят за химично замърсяване на повърхностите и съответно това води до корозия. Това най-интензивно се наблюдава във вътрешността на бутилковия пакет, по-интензивно в долната му част и особено в контактната зона между гумените ленти и повърхностите на бутилките /Фиг. 4)/.

При необходимост от потвърждаване на минимално допустимата дебелина на стената на контролираните съдове в зони на съмнение от визуалният контрол използваме ехо-импулсен ултразвуков метод за контрол.

2.3. Ехо-импулсен ултразвуков метод за контрол.

Методът се основава на измерване времето за преминаване на УЗ вълна от един начален възбуден от системата осезател-апарат импулс до първото отразено от

срещуположната стена ехо, коригирано с времената необходими на вълната да премине през акустичните елементи на осезателя и през акустичния контактен слой (нулева корекция) – ехоимпулсен метод с еднократно ехо



Легенда :

- A – Излъчващ / приемащ осезател
- D – Индикация на началния импулс
- E1 – Отражено ехо
- F – Интерфейсно (предавателно) ехо
- B – Контролиран обект
- C – Време за преминаване на УЗ вълна

Фиг. 1. Схема на ехо-импулсен ултразвуков метод за контрол

Контролът бе извършен на добре почистени повърхности от покритие, ръжда и всякакви чужди вещества, които биха могли да попречат на вкарването и разпространението на ултразвуковите вълни в контролирания обект.

Контролираната повърхност отговаряше на изискването междината между осезателя и повърхността да не бъде по-голяма от 0,5 mm. За осигуряване на постоянен акустичен контакт бе използван подходящ контактен гел.

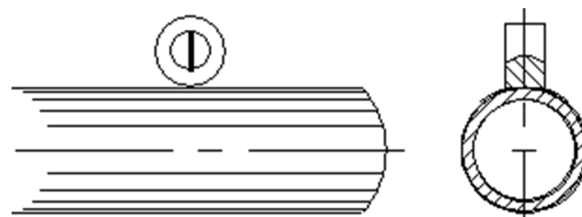
Температурата на контролираната повърхност бе 24°C.

Процедурата за извършване на ултразвуково измерване на дебелини е съгласно изискванията на основния стандарт за измерване на дебелина на стена с ултразвук – БДС EN ISO 16809:2019 и ръководството за експлоатация на ултразвуковия дебеоломер.

Зоните, в които се измери дебелината на стената, бе определена от предварително проведения визуален контрол и оглед, като бе направена мрежа за заснемане на контролираната повърхнина.

Настройка на УЗ дебеоломер се извърши чрез използване на стъпаловиден контролен блок РКБ, притежаващ поне две калибрани степени на дебелината – едната близка до максималните дебелини които се очаква да бъдат измерени и втора – близка до минималните очаквани дебелини.

Във всяка точка се извършиха три измервания, като най-ниската стойност бе записана в доклада от контрол, като акустичния екран, разделящ излъчващата и приемащата част на осезателя бе перпендикулярен на образуващата на цилиндъра, а осезателят – вертикален на оста му.

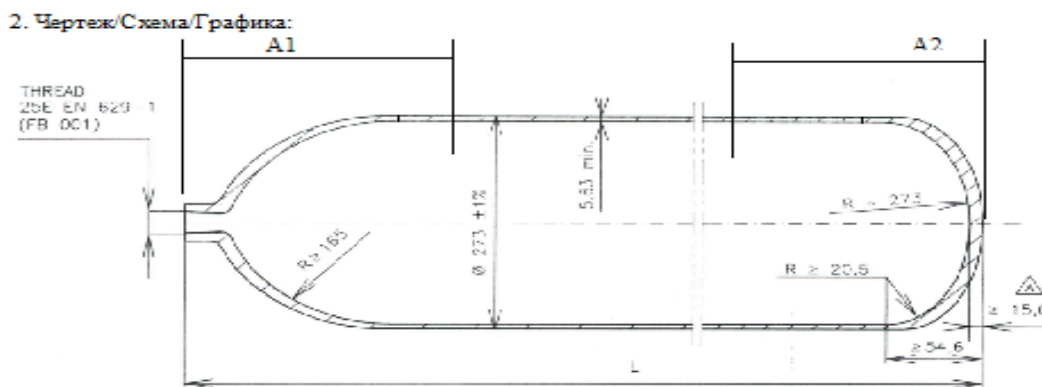


Фиг. 2. Схема на точките на измервания

Оценката на точността зависи от различни параметри, като най-важните параметри са показани в С.1. от БДС EN ISO 16809:2019.

Резултати от контрола на дебелината на стената

ЗОНА	Сечение	Точки						
		1	2	3	4	5	6	7
ДЪНА	Д1							
	Д2							
КОРПУС	Зона А1	6.46 +/- 0,296 mm	6.16 +/- 0,296 mm	6.36 +/- 0,296 mm	6.56 +/- 0,296 mm	6.42 +/- 0,296 mm	6.43 +/- 0,296 mm	6.48 +/- 0,296 mm
	Зона А2	6.52 +/- 0,296 mm	6.23 +/- 0,296 mm	6.34 +/- 0,296 mm	6.56 +/- 0,296 mm	6.26 +/- 0,296 mm	6.41 +/- 0,296 mm	6.47 +/- 0,296 mm
	С							
	Д							



Фиг. 3. Схема за контрол

Контролираната дебелина на стената съответства на изискването в документацията на производителя за минимално допустима дебелина на стена – 5.63 mm.

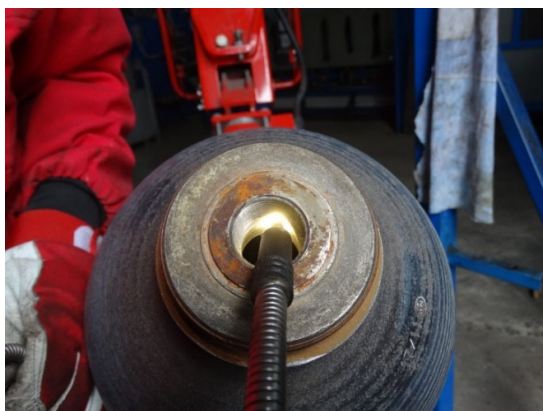
$$MR = R \pm 0,296 \text{ mm}$$

MR – резултат от измерването; R – отчетената стойност.

Декларираната разширена неопределеност е получена като произведение на стандартната неопределеност по метод А. Оценката на неопределеността е извършена в съответствие с изискванията на БДС EN ISO 16809:2019 и се отнася за легирана/нелегирана стомана, дебелина до 10 mm, шмиргелована повърхност Ra=6,3µm, температура на повърхността 0-50°C.



Фиг. 4. Идентификация на бутилката



Фиг. 5. Снимки на бутилки отвътре



а) Локална корозия



б) Локална корозия преди обработка на повърхността



в) Локална корозия след общо шлайфане на защитния слой и след шлайфане за целите на дебелометрия;

Фиг. 6. Снимки на външността на бутилки.



Фиг. 7. Контрол на дебелината на стена.

Използвани технически средства (ТС)

Използвани са технически средства, които са с валиден калибрационен статус или функционална годност, с валидни сертификати, съгласно Програмите за калибриране и функционална годност на ТС на „КЕЙ ДИФУЖЪН“. Сертификатите им са издадени от акредитирани лаборатории за калибриране:

- Улразвуков дебеломер тип TU 80-0.01 US, Sauter GmbH, с обхват от 0 до 300 mm;
- Двоен осезател (сонда) 7 MHz, Ф6mm, обхват 0,75 mm – 80,0 mm;
- Калибрационен блок РКБ 2;
- Шублер;
- Ролетка;
- Метал маркер – за маркиране на зоните за наблюдение;
- Контактна течност;
- Светлинен източник Endolux 5;
- Фотоапарат.

4. Заключение

Правилно подбрани и изпълнени с необходимото внимание и отговорност методите за безразрушителен контрол са мощно средство за осигуряване на безопасната експлоатация на съоръженията с повишена опасност. Те дават възможността своевременно да бъдат открити потенциални опасности, които могат да причинят значителни материални щети и човешки жертви.

С отговорното им прилагане компетентните органи изпълняват основната си мисия, а именно осигуряването на безопасно въвеждане в експлоатация, периодични прегледи и прегледи след извършване на ремонт и връщане в експлоатация на потенциално опасни съоръжения и оборудване.

Литература:

1. Директива 2008/68/ЕО и нейните приложения ADR, RID и ADN, относно вътрешния превоз на опасни товари, както следва:
2. ADR – Европейска спогодба за международен превоз на опасни товари по шосе;
3. RID – Правилник за международен железопътен транспорт на опасни товари, включен в притурка В към Конвенцията за международни железопътни превози (COTIF);
4. „Наредбата за съществените изисквания и оценяване съответствието на транспортируемо оборудване под налягане” (ДВ. бр. 78 от 7 Октомври 2011г.);
5. БДС EN 1968:2003 – Транспортируеми бутилки за газ. Периодична проверка и изпитване на безшевни стоманени бутилки за газ.
6. БДС EN ISO 16809:2019 – Изпитване (контрол) без разрушаване. Измерване на дебелина с ултразвук.
7. БДС EN ISO 9712 – Изпитване (контрол) без разрушаване. Квалификация и сертификация на персонала по изпитване без разрушаване (ISO 9712:2012).