



## Validated Technical Solutions for Non Destructive Inspection of Welded Gas Pipelines

Aleksandar SKORDEV

SKORDEV LTD; Sofia, Bulgaria  
e-mail: [alskordev@yahoo.com](mailto:alskordev@yahoo.com), [alllkskordev@gmail.com](mailto:alllkskordev@gmail.com)

### Abstract

NDI for discontinuities in welded joints is an integral part of the process for the construction of the gas pipelines. They are presented and analysed EN 12732 and ISO 13847, which validate technical solutions for NDI.

**Keywords:** non-destructive testing, inspection, gas pipelines, weld, discontinuity, norms, technical solution, requirements, validate.

## Валидирани технически решения за контрол без разрушаване на заварените газопроводи

Александър СКОРДЕВ

### 1. Въведение

Контролът без разрушаване на заварените съединения в газопроводи е актуална задача в практиката. Магистралните газопроводи са отговорни съоръжения, съдържащи метални тръби, свързани най-често с челни заварени съединения. Създаването на магистрални тръбопроводи включва монтиране на тръбите и заваряването им при различни, понякога изключително неблагоприятни условия. Отличителна особеност е голямата производителност при изграждането на тръбопроводите.

Контролът без разрушаване за несъвършенства в заварените съединения традиционно е неразделна част от процесите за изграждане на магистралните газопроводи. Опитът, натрупан при други условия, за дефектоскопия при изграждане на газопроводния пръстен на България, остана в спомените на ветераните.

### 2. Цели

Целите на настоящата работа са:

- Да се представят валидираните с международни стандарти технически решения на контрола без разрушаване на нецялостности в заварени съединения в магистрални газопроводи.
- Да се оценят техническите изисквания за извършване на контрол без разрушаване на заварените съединения в магистрални газопроводи съгласно известните международни спецификации и действащи стандарти.
- Да се запълни празнината в подготовката на специалистите и изпълнителите от персонала за контрол без разрушаване на магистрални тръбопроводи.
- Да се създадат условия националната система за контрол без разрушаване и фирмите да се подготвят и изпълнят на съвременно ниво контрола без

разрушаване на проектите за изграждане на газопроводи, които се планират и предвиждат на различно ниво и с основни изпълнители от различни страни на света.

### **3. Национални правила и стандарти**

Нормативният документ на най-високо ниво е Наредба № 6 от 25 ноември 2004 г. за технически правила и нормативи за проектиране, изграждане и ползване на обектите и съоръженията за пренос, съхранение, разпределение и доставка на природен газ (последно изменение 2014 г.)

Съгласно изискванията на чл.3 и чл.5 материалите и заваръчните работи трябва да съответстват на техническите спецификации, предвидени в проекта и на действащите в Република България нормативни актове за оценяване на съответствието на продуктите и уредите за природен газ.

Продуктите, предназначени за влагане в обектите и съоръженията, трябва да имат оценено съответствие със съществените изисквания, определени в наредбите по чл. 7 от Закона за техническите изисквания към продуктите (ЗТИП), или да се придружават от документи (сертификати и удостоверения за качество, протоколи от изпитвания и резултати от контрола на заваръчните работи и др.), удостоверяващи съответствието им, когато няма издадени наредби по реда на чл. 7 ЗТИП.

Оценка: В сравнение с Наредбите и продуктите стандарти за съоръженията под налягане горните изисквания се отличават с липсата на конкретност и единственото определящо изискване е съответствието с конкретния проект. Това означава известна неопределеност при подготовката за контрол без разрушаване на заварените съединения на газопроводите и извършването му.

### **4. Съдържание и изисквания на БДС EN 12732 Газова инфраструктура. Заваряване на стоманени тръбопроводи. Функционални изисквания [1]**

Изисквания за изработването и изпитването на заварени съединения за инсталации и модификации на стоманени тръбопроводи на сушата и тръбопроводни мрежи, използвани в газовата инфраструктура, включително тръбопроводи в експлоатация, за всички обхвати на налягането за пренос на обработен, нетоксичен и некорозионен природен газ и за пренос на неконвенционални газове, като инжектиран биометан, където:

- тръбопроводните елементи са изработени от нелегирана или ниско легирана въглеродна стомана;
- тръбопроводът не е разположен в търговски или промишлени помещения като неразделна част от промишлените процеси в тези помещения, освен за тези тръбопроводи и съоръжения, които захранват такива помещения;
- тръбопроводната мрежа не е разположена в битови сгради;
- проектната температура на системата е между  $-40^{\circ}\text{C}$  и  $120^{\circ}\text{C}$  включително.

Стоманените тръбопроводи и тръбни мрежи на сушата, използвани в газовата инфраструктура, включват тръбопроводите в експлоатация, за всички обхвати на налягането за пренос на обработен, нетоксичен и некорозионен природен газ съгласно EN ISO 13686 [2] и за пренос на неконвенционални газове, отговарящи на изискванията на EN ISO 13686, и за които е изпълнена подробната техническа оценка на функционалните изисквания (като за инжектирания биометан), осигурявайки да няма

други съставни части или свойства на газовете, които да повлияят на цялостността на газопровода.

Основните изисквания са дадени в Табл.1.

Други общи изисквания са:

- Организацията за изпитване без разрушаване трябва най-малко да е сертифицирана съгласно БДС EN ISO/IEC 17020[3] или БДС EN ISO/IEC 17025[4].
- Персоналът трябва да е сертифициран съгласно БДС EN ISO 9712[5].
- Ако не е съгласувано друго, пресичането на челни заварени съединения трябва да се избягва.

**Таблица 1. Разпределение на изискванията за качеството по категории**

Категория изискване за качество	Област на действие, приложима към	
B	Обхват на налягането и основен материал	$\leq 5 \text{ bar}$ Група 1.1, 1.2 и 1.4 в съответствие с CEN ISO/TR 15608 $R_{t0.5} \leq 360 \text{ N/mm}^2$ Примери на използване: Основни и обслужващи тръби в системи за разпределение на газ, тръбопроводна мрежа в станции
C	Обхват на налягането и основен материал	$> 5 \text{ bar} \leq 16 \text{ bar}$ Група 1.1, 1.2 и 1.4 в съответствие с CEN ISO/TR 15608 $R_{t0.5} \leq 360 \text{ N/mm}^2$ Примери на използване: Тръбопроводи, включително тръбопроводна мрежа в станции и разпределителни системи за газ
D	Обхват на налягането или основен материал	$> 16 \text{ bars}^a$ Група 1, 2 и 3 в съответствие с CEN ISO/TR 15608 Примери на използване: Тръбопроводи, включително тръбопроводна мрежа в станции и системи за пренос на газ
Легенда: $R_{t0.5}$ е определената минимална граница на провлачване в съответствие с EN ISO 3183. ЗАБЕЛЕЖКА 1: Категория "A" за тръбни мрежи до и включително 100 mbar, която е спомената в предишната версия на EN 12732:2000, бе включена в обхват на налягането "Категория B" и е премахната от тази таблица. ЗАБЕЛЕЖКА 2: Газова инфраструктура с MOP до и включително 16 bar е предназначена главно за разпределение на газ.		
<sup>a</sup> тръбопроводи с напрежения в стената, перпендикулярни на меридиалното сечение при проектно налягане до 30 % от определената минимална граница на провлачване ( $R_{t0.5}$ ), и работещи при налягане до 24 bar, могат да бъдат определени от оператора на тръбопровода към категорията C на изискване за качеството.		

След завършване на завареното съединение трябва да се отстранят пръските, получени по време на заваряването. Повърхнината на завареното съединение трябва да се изчисти от шлаката.

На всяко заварено съединение, което изисква ремонт, дефектната зона трябва ясно да се маркира. Маркировката не трябва да се отстранява докато не се отстрани дефектът и ремонтираното съединение не се подложи на контрол.

Заварени съединения с пукнатини трябва изцяло да се изрежат.

Ремонтираните съединения трябва да се подложат отново на изпитване без разрушаване, като се използват подходящи методи. Ако при изпитването без разрушаване на ремонтираното съединение се открие, че в ремонтираната зона все още има неприемливи индикации, завареното съединение трябва да се изреже и да се завари отново, освен ако няма друго договорено с оператора на тръбопровода.

Качеството на завареното съединение трябва да се осигури чрез контролиране на заварените съединения като се използва изпитване с разрушаване и/или изпитване без разрушаване. Резултатите от тези изпитвания трябва да се документират.

В Табл.2 са специфицирани методите за контрол без разрушаване и обемите за изпитване.

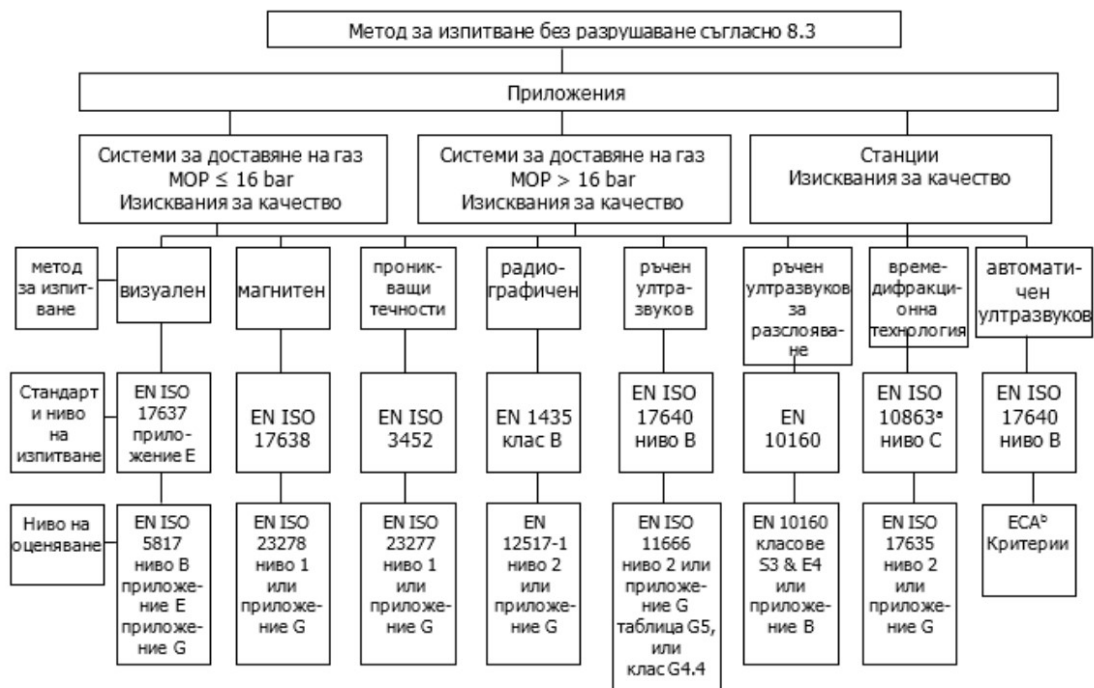
Операторът на тръбопровода трябва да избере кои заваръчни шевове да бъдат изпитани.

Когато извършеното изпитване без разрушаване е по-малко от 100 % и качеството на завареното съединение не отговаря на изискванията, трябва да се проверят още заваръчни шевове, за да се определи обхватът на проблема. Трябва да се отстрани причината за грешката. За всеки отхвърлен заваръчен шев трябва да се контролират допълнително още два заваръчни шева, освен ако не е договорено друго.

**Таблица 2 Методи и обеми за контрол без разрушаване**

Категория изискване за качество съгласно Таблица 1	Тип/позиция на завареното съединение	Визуален контрол от супервайзор по заваряване	Радиография или ехо-импулсно УЗ или УЗ TOFD	Контрол за повърхностни пукнатини
В	Кръгови заваръчни шевове	b	b	--
	Отклонения, щуцери и ъгли заваръчни шевове	b	--	b
	Надлъжни шевове	100%	10%	--
	Открити разстояния между опорите на тръбите; тръбопроводи върху мостове, секции от тръбопроводи пресичащи жп линии, главни пътища и автомагистрала, плавателни водни пътища или полоси/писти за излитане и кацане	100%	c	--
С	Кръгови заваръчни шевове	20%	10%	--
	Отклонения, щуцери и ъгли заваръчни шевове	100%	--	10%
	Надлъжни шевове	100%	100%	--
	Заварени съединения, не включени в изпитването за налягане	100%	100%	--
	Открити разстояния между опорите на тръбите; тръбопроводи върху мостове, секции от тръбопроводи пресичащи жп линии, главни пътища и автомагистрала, плавателни водни пътища или полоси/писти за излитане и кацане	100%	100%	--
D	Кръгови заваръчни шевове	100%	100%	--
	Отклонения, щуцери и ъгли заваръчни шевове	100%		20%
	Надлъжни шевове	100%	100%	--
	Заварени съединения, не включени в изпитването за налягане	100%	100%	--
	Ако тръбопроводи/съоръжения са положени или монтирани в изградени участъци	100%	100%	--
	Открити разстояния между опорите на тръбите; тръбопроводи върху мостове, секции от тръбопроводи пресичащи жп линии, главни пътища и автомагистрала, плавателни водни пътища или полоси/писти за излитане и кацане	100%	100%	--

В структурната схема, дадена на Фиг.1 са специфицирани приложимите стандарти от системата за контрол без разрушаване.



Фиг.1.Приложими стандарти за контрол без разрушаване на системите за газопроводи

От специфичните изисквания трябва да бъдат отбелязани следните:

- Методът или комбинацията от методи за визуално и друг вид изпитване без разрушаване на заваръчни шевове трябва да бъдат определени от оператора на тръбопровода.
- Преди започване на заваряването, процедурите за изпитване без разрушаване трябва да бъдат представени на оператора на тръбопровода за одобрение.
- Методите за контрол може да бъдат заменени с други методи със съгласието на оператора на тръбопровода.
- Процедурата по изпитване без разрушаване трябва да се одобри от експерт по NDT ниво III съгласно EN ISO 9712 за съответната технология на контрол.
- Визуалният контрол на заварените съединения трябва да се извършва съгласно БДС EN ISO 17637 [6].
- Радиографичният контрол се извършва съгласно БДС EN ISO 17636-1 [7] и БДС EN ISO 17636-2 [8]. Ако не е съгласувано друго с оператора на тръбопровода, класовете за качеството на изображението дадени в БДС EN ISO 17636-1 и БДС EN ISO 17636-2 трябва да са клас А за категории В и С и клас В за категория D.
- Ултразвуковият контрол с ехо-импулсната технология трябва да се извършва съгласно БДС EN ISO 17640 [9]. Указания за дебелини на стената на тръбата от 6mm до 8mm са дадени в приложение F.
- Ултразвуков контрол по технологията TOFD съгласно БДС EN ISO 10863 [10] може да се използва за откриване и оразмеряване на несъвършенства в шева и в зоната до шева.
- Капилярният контрол трябва да се извършва съгласно БДС EN ISO 3452-1 [11].

– Магнитно-праховият контрол трябва да се извършва съгласно БДС EN ISO 17638 [12].

Валидирани са и следните други изисквания:

Време за контрол: Цялото изпитване без разрушаване трябва да се извърши преди изпитването под налягане, с изключение на последните заварени съединения за свързване на секциите, които не се подлагат на изпитване под налягане ("златен заваръчен шев").

Критерии за приемане: Операторът на тръбопровода трябва да определи критериите за приемане.

Критериите за приемане, дадени в таблица Табл.3 за данните от радиографичния контрол (Забележка: директно се прилага ISO 5817 с допълнения – подход, изоставен в EN за нивата за приемане при RT) и в Табл. 4 за данните от ултразвуковия контрол са базирани върху критериите за качеството на работата.

Таблица 3 Критерии за приемане съгласно БДС EN ISO 5817[13]

Категория изискване за качество съгласно Таблица 1	Тип/позиция на завареното съединение	Оценка на категорията според БДС EN ISO 5817
B	Кръгови заваръчни шевове	Категория за оценяване D с изключение на: Серийни номера 1.2; 1.3; 2.4; 2.6; 2.9 = C Сериен номер $1.7 h \leq 0,1xT$ , но не повече от 1,5mm и дължина 50mm
	Отклонения, щуцери и ъгли заваръчни шевове	
	Надлъжни шевове	
	Открити разстояния между опорите на тръбите; тръбопроводи върху мостове, секции от тръбопроводи пресичащи жп линии, главни пътища и автомагистрала, плавателни водни пътища или полоси/писти за излитане и кацане	
C	Кръгови заваръчни шевове	Категория за оценяване C с изключение на: Серийни номера: 1.9, 1.10, 1.21, 1.20 = D Сериен номер: $1.7 h \leq 0,1 x T$ , но не повече от 1,5 mm и дължина 50 mm
	Отклонения, щуцери и ъгли заваръчни шевове	
	Надлъжни шевове	
	Заварени съединения, не включени в изпитването за налягане	
D	Открити разстояния между опорите на тръбите; тръбопроводи върху мостове, секции от тръбопроводи пресичащи жп линии, главни пътища и автомагистрала, плавателни водни пътища или полоси/писти за излитане и кацане	Същите изисквания както дадените в изискванията за категория на качество D
	Кръгови заваръчни шевове	
	Отклонения, щуцери и ъгли заваръчни шевове	
	Надлъжни шевове	
	Заварени съединения, не включени в изпитването за налягане	
D	Ако тръбопроводи/съоръжения са положени или монтирани в изградени участъци	Категория за оценяване B с изключение на: Серийни номера: 2.3; 2.13; 1.9 = C Сериен номер: 1.8; $1.17^a = C$ Серийни номера: 1.22; 1.23 не са разрешени Сериен номер: $1.7 h \leq 0,1 x T$ , но не повече от 1,5 mm и дължина 50 mm За кратерни всмукнатини (EN ISO 6520-1; справочен номер 2024) Някои несвършенства са приемливи като сериен номер 2.6 = B
	Открити разстояния между опорите на тръбите; тръбопроводи върху мостове, секции от тръбопроводи пресичащи жп линии, главни пътища и автомагистрала, плавателни водни пътища или полоси/писти за излитане и кацане	
	Кръгови заваръчни шевове	

		Серийен номер 1.11 Дълги дефекти = В Къси дефекти = С Серийен номер 3.1 (Табл. G.2) Серийен номер 4.1 <sup>b</sup>
<sup>a</sup>	Вътрешна вдлъбнатина с всякаква дължина е приемлива при условие, че оптичната плътност на радиографичното изображение на вътрешната вдлъбнатина не надвишава оптичната плътността на най-тънкия прилежащ основен метал. Ако тя е по-голяма, дължината е ограничена до 10 mm на всеки 300 mm непрекъснат заваръчен шев или цялата дължина на шева, което е по-малко. Серийен номер 1.17 включва прогаряне	
<sup>b</sup>	Общата дължина на всички несъвършенства на всеки 300 mm непрекъснат заваръчен шев не трябва да надвишава 50 mm.	

Операторът на тръбопровода може да използва Указанията на Европейската група за изследвания на тръбопроводите EPRG В тези указания EPRG определя границите на нецялостностите за кръговите заваръчни шевове на тръбопроводите, които се базират на изчисления за годност за употреба и на обхватни изпитвания на планки. Указанията дават на операторите на тръбопровода еднакви нива на приемане и граници на нецялостностите.

Указанията на EPRG за оценяване на нецялостностите в кръгови заваръчни шевове на преносните тръбопровода са базирани на преглед на литературата, разширени програми за изпитване, публикувани експериментални данни и приети методологии за годно за употреба. Указанията са структурирани в три редици и определят нивата на приемане на нецялостности в редица 1 („добра работа“) и граници на дефектите в редици 2 и 3 („годни за употреба“). Прилагането на текущите стандарти за заваряване може да доведе до доста различни граници на дефектите. Но указанията на EPRG осигуряват уеднаквяване на нивата на приемане и границите на нецялостностите, с разбираемо техническо обосноваване.

Описанието на Указанията на EPRG не е обект на настоящата публикация.

Критериите за приемане при ултразвуков контрол, изпитванията при който са съгласно второ ниво на изпитване, специфицирано в БДС EN 17640, са дадени в Табл.4 и Табл.5.

**Таблица 4. Критерии при използване на ДАК начина за оценяване [1]**

Дебелина на стената ( $T$ ) [mm]	Диаметър на плоскодънен отражателя за настройка на нивото на приемане [mm]	Ниво на регистриране на (амплитудата на ехото с минус dB)	Условна дължина на индикациите за регистриране [mm]
$6 < T \leq 10$	1,0	6	10
$10 < T \leq 15$	1,0	6	10
$15 < T \leq 20$	1,5	6	10
$20 < T \leq 40$	2,0	6	10
$T > 40$	3,0	6	10

**Таблица 5. Критерии при използване начина с гранично ниво (настроено по страничен цилиндричен отражател (СЦО) с  $\varnothing 3\text{mm}$  и увеличение на усилването с 6dB) [1]**

Дебелина на стената ( $T$ ) <sup>a</sup> [mm]	Брой на индикациите за един метър шев	Максимално допустими условни дължини на индикации <sup>b</sup> [mm]	Ниво на ехото над нивото на приемане [dB]
$\approx 6 < T \leq 10$	5 и 2	10 20	$\leq 6$ $\leq 6$
$10 < T \leq 20$	10 и 3 и 1	10 20 10	$\leq 6$ $\leq 6$ $\leq 12^c$
$20 < T \leq 40$	10 и 4 и 1	10 25 10	$\leq 6$ $\leq 6$ $\leq 12^c$
$T > 40$	10 и 4 и 1	10 30 10	$\leq 6$ $\leq 6$ $\leq 12^c$

<sup>a</sup> Ако дебелините са различни, решаваща е най-малката дебелина на стена.

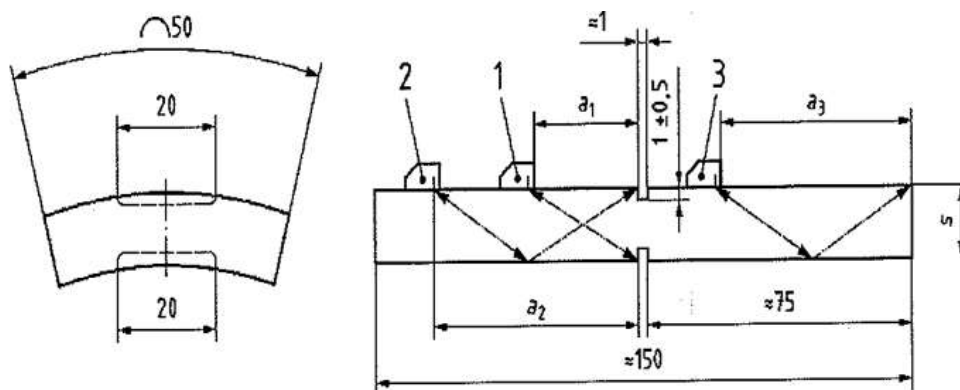
<sup>b</sup> За потвърдени обемни дефекти (не в близост до повърхността), дължините на дефектите, надвишаващи нивата на приемане с до 6 dB могат да бъдат разрешени до 1,5 пъти от допустимата дължина. Потвърждението може да има форма на радиографична оценка.

<sup>c</sup> Приемането на единични, големи дефекти трябва да е потвърдено на базата на случайна извадка, например чрез радиографична оценка.

Тъй като приложението на БДС EN ISO 17640 се отнася да дебелини на заварени съединения над 10mm, в стандарта БДС EN 12732 допълнена документирана процедура за ултразвуково изпитване на заварени съединения с дебелина от 6 до 8mm.

## 5. Основни положения на документираната процедура за ръчен ултразвуков контрол на челни заварени съединения в газопроводи.

Схемата на прозвучаване е дадена на Фиг.2



**Фиг.2. Схема на прозвучаване с миниатюрни ъглови осезатели 70° 4MHz**

Настройка на нивото на приемане (80% от височината на екрана) – по правоъгълен канал в сравнителен образец или по страничен цилиндричен отражател с  $\varnothing 2\text{mm}$ , който е еквивалентен на плоскодънен отражател с  $\varnothing 1\text{mm}$ , ако се добави усилване 8dB.

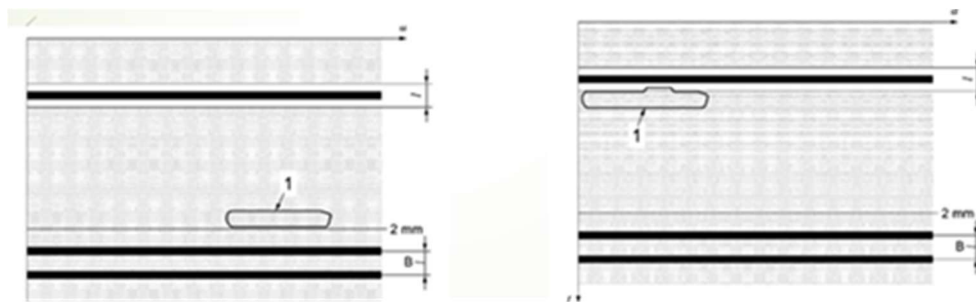


## 6. Други документирани процедури

### 6.1. Процедура за технологията TOFT

С тази процедура се валидира приложението на технологията TOFT за категория на качеството на обекта С и се дава възможност да се използва като алтернатива на радиографията и ултразвуковата ехо-технология.

Главното внимание е отделено за разпознаване дали индикацията се отнася за нецялостност, излизаща на повърхнината на завареното съединение или не (Фиг.3).



Фиг.3 Разпознаване на разположението на индикацията: вляво – 1: не излиза на външната повърхнина; вдясно -1: излиза на външната повърхнина

Конкретизира изисквания от EN ISO 10863:2011 (Стандартът е за технологията TOFT).

Дава примери за разчитане на индикациите и норми за оразмеряване.

Предвижда изпълнение на автоматизиран контрол със специфични норми за приемане:

Индикациите трябва да се изследват за определяне на формата, степента и типа на отражение и трябва да са валидни следните критерии:

- Всички пукнатини са недопустими, независимо от размера им или разположението в шева.
- Индикации (различни от пукнатините), интерпретирани като отворени към повърхността повърхностни са недопустими ако са над 25 mm в заваръчен шев с обща непрекъсната дължина 300 mm или са 8 % от дължината на шева.
- Индикации, интерпретирани като скрити (хванати) вътрешни в шева са недопустими, ако те са с над 50 mm обща дължина в заваръчен шев с обща непрекъсната дължина 300 mm или са 15 % от дължината на шева.

### 6.2. Процедура за откриване на разслоения

Специфицира се използването на бинарни осезатели или на съвместен нормален осезател със зона, използвана за изпитване, намираща в далечната зона на полето на преобразувателя;

Трябва да се постигне способност за регистриране на плоскодънни отвори с  $\varnothing 2$  mm и дълбочина 40 % от дебелината на стената от съответната задна (срещуположна) стена.

Не се допуска използване на ултразвукови дебеломери.

## 7. Изводи за валидираното техническо решение

БДС EN 12732 валидира достатъчно пълно и прецизно провеждането на контрола без разрушаване на газопроводи със стоманени заварени съединения. Съдържанието и изискванията към контрола без разрушаване е на нивото на останалите продуктови стандарти. Главното е комплексното използване на няколко метода за контрол без разрушаване от класическата номенклатура съгласно стандартните изисквания с специфични за обекта допълнения. В сравнение с другите продуктови стандарти дава по-големи права на оператора на газопровода. Стандартът предвижда използване на автоматизиран ултразвуков контрол с използване на технологията TOFT.

## 8. Съдържание и особености на ISO 13847 Petroleum and natural gas industries- Pipeline transportation systems- Welding of pipelines [14]

Стандартът по съдържание и идеология за приложение на контрола без разрушаване съвпада със съдържанието и идеологията на БДС EN 12732. Впечатление предизвикват по-конкретните и подробни изисквания за критериите за приемане с класическите методи за контрол.

По отношение на специфицираните изисквания към методите и апаратурата контрол без разрушаване трябва да се отбележи позоваването на изискванията от ASME CODE Sec.V.

По отношение на ултразвуковия контрол трябва да бъдат отбелязани изискванията за автоматизиран контрол и използването освен на TOFT технологията и на технологията с управляеми мозаечни преобразователи (известни още като фазиращи решетки).

По отношение на радиографичния контрол трябва да се посочат конкретните изисквания към процедурата и изискването, че изпитването трябва да се извършва с рентгеново лъчение, а използването на гама лъчение се извършва само след съгласуване между страните. Специфично е изискването за правенето поне на 2 радиограми при подготовката за изпитване.

Приложението за конкретизирано приложение на TOFT технологията напълно съвпадат.

### 8.1. Приложение Е. Заваряване в Европейски офшорни газопроводи за природен газ

Приложението се прилага само ако е специфицирано от компанията производител. Изискваните обеми на контрола напълно съвпадат с изискванията на БДС EN 12732. Методите и стандартните изисквания за тях са съгласно Табл. 6. Съгласно Приложение F изискванията от Приложение Е се отнасят и за газовите разпределителни системи в Европа.

**Таблица 6. Методи и стандарти, прилагани при заваряване в Европейски офшорни газопроводи за природен газ**

Метод за изпитване	Стандарт и ниво на изпитване
Визуален	ISO 5817 или ISO 17637
Магнитно-прахов	ISO 17638
Капилярен	ISO 3452-1
Радиографичен	ISO 17636-1:2013 подобрена B
Ръчен ултразвуков	ISO 17640 ниво B
Ултразвуков за разслоения	ISO 10893-8
Време-дифракционен (TOFD)	ISO 10863 level C

## **8.2. Приложение G (нормативно). Автоматизиран ултразвуков контрол на напречни заварени съединения**

За контрол на заварени съединения с дебелина над 8mm е специфицирано използване на автоматизираното съоръжение с импулсната ехо технология (с ъглов осезател с фиксиран ъгъл или с управляема мозаечна структура) и с TOFT технология.

Критериите за приемане са съгласно ЕСА (Критичен инженеринг на приемането).

Специфицирано е извършване на квалификация на автоматизираното съоръжение.

За прилагане на критериите съгласно ЕСА се изисква оразмеряване на индикациите в вероятна грешка не по-голяма от 5%.

Критериите за приемане се основават на контролно ниво, получено от Ø3mm плоскодънен отражател или от 1mm дълбок повърхностен канал и включват изисквания за следните видове нецялостности: пукнатини, линейни повърхностни несъвършенства (LS), линейни вътрешни несъвършенства (LB), напречни несъвършенства (T) и групирани несъвършенства (AP).

## **9. Изводи за валидираното техническо решение**

ISO 13847 Petroleum and natural gas industries- Pipeline transportation systems- Welding of pipelines валидира достатъчно пълно и прецизно провеждането на контрола без разрушаване на магистрални и разпределителни газопроводи със стоманени заварени съединения.

Съдържанието и изискванията към контрола без разрушаване е на нивото на останалите продуктови стандарти. Главното е комплексното използване на няколко метода за контрол без разрушаване от класическата номенклатура съгласно стандартните изисквания с специфични за обекта допълнения.

Стандартът се позовава на изискванията на ASME CODE Sec.V и на свързания с него стандарт ASTM. Радиографичният контрол е специфициран съгласно съвременните изисквания. Има специфицирани изисквания за контрол без разрушаване на газопроводи в Европа. Специфициран е достатъчно пълно и подробно автоматизиран ултразвуков контрол на напречните заварени съединения

## **10. Заключение**

Техническите решения на контрола без разрушаване на заварените съединения в стоманени газопроводи и техните съоръжения са валидирани с два международни стандарта БДС EN 12732 и ISO 13847.

По отношение на нивата на приемане с радиографията в БДС EN 12732 има методическа грешка с използването на критериите съгласно БДС EN ISO 9712.

Съгласно изискванията на Наредба № 6 и двете валидирани схеми са приложими в България. Решението за прилагането зависи от изпълнителя на съоръжението и от неговия проект. Българските специалисти вероятно са по-подготвени да прилагат БДС EN 12732, който се превежда на български език.

## Литература

1. БДС EN 12732 Газова инфраструктура. Заваряване на стоманени тръбопроводи. Функционални изисквания
2. БДС EN ISO 13686-2013 Природен газ. Определяне на качеството (ISO 13686:2013)
3. БДС EN ISO/IEC 17020-2012 Оценяване на съответствието. Изисквания за дейността на различни видове органи, извършващи контрол (ISO/IEC 17020:2012)
4. БДС EN ISO/IEC 17025-2018 Общи изисквания за компетентността на лаборатории за изпитване и калибриране (ISO/IEC 17025:2017)
5. БДС EN ISO 9712-2012 Изпитване (контрол) без разрушаване. Квалификация и сертификация на персонала по изпитване без разрушаване (ISO 9712:2012)
6. БДС EN ISO 17637-2011 Изпитване без разрушаване на заварени съединения. Визуално изпитване на заварени чрез стопяване съединения (ISO 17637:2003)
7. БДС EN ISO 17636-1-2013 Изпитване без разрушаване на заварени съединения. Радиографично изпитване. Част 1: Технологии за изпитване посредством рентгеново и гама лъчение с използване на индустриални радиографични филми (ISO 17636-1:2013)
8. БДС EN ISO 17636-2-2013 Изпитване без разрушаване на заварени съединения. Радиографично изпитване. Част 2: Технологии за изпитване посредством рентгеново и гама лъчение с използване на цифрови индикатори (ISO 17636-2:2013)
9. БДС EN ISO 17640-2019 Изпитване без разрушаване на заварени съединения. Ултразвуково изпитване. Технологии, нива на изпитване и оценяване (ISO 17640:2018)
10. БДС EN ISO 10863-2011 Изпитване без разрушаване на заварени съединения. Ултразвуково изпитване. Използване на време-дифракционна технология (TOFD) (ISO/DIS 10863:2018)
11. БДС EN ISO 3452-1-2013 Изпитване (контрол) без разрушаване. Изпитване с проникващи течности. Част 1: Общи принципи (ISO 3452-1:2013, коригирана версия 2014-05-01)
12. БДС EN ISO 17638-2017 Изпитване без разрушаване на заварени съединения. Магнитно-прахово изпитване (ISO 17638:2016)
13. БДС EN ISO 5817:2014 Заваряване. Заваряване чрез стопяване на съединения от стомана, никел, титан и техните сплави (с изключение на лъчево заваряване). Нива на качество според несъвършенствата (ISO 5817:2014)
14. ISO 13847 Petroleum and natural gas industries- Pipeline transportation systems- Welding of pipelines
15. ASME Code Boiler and Pressure Vessel Code. Sec. V. Nondestructive Examination.