

**Н.Ф. ХОРЛО**, ОАО «ПТП «Укрэнергочермет»  
**В.Н. ГОРБЕНКО**, КП «Харьковские тепловые сети»  
**К. Л. НОЗДРАЧОВА**, аспирант каф. ПМНК НТУ «ХПИ»

### ТРЕБОВАНИЯ СТАНДАРТОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА К НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ УЛЬТРАЗВУКОВОМУ КОНТРОЛЮ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.

У статті розглянуті основні вимоги, запропоновані європейськими нормативними документами до оцінки якості зварних з'єднань при проведенні ультразвукового контролю металевих виробів і конструкцій. Порівнюються рівні якості зварних з'єднань за нормами національних галузевих (відомчих) нормативних документів і стандартів країн ЄС.

In article the basic requirements shown by the European standard documents to an estimation of quality of welds at carrying out of ultrasonic test of metal products and designs are considered. Levels of acceptance of welds on norms of national branch (departmental) standard documents and standards of the EU countries are compared.

Рост промышленного производства в Украине, имеющий тенденцию в последнее время, одновременно сопровождается и ростом заинтересованности отечественных производителей промышленной продукции к нормам качества продукции, принятым в странах Европейского Союза (ЕС). Основной причиной этого явления является неизбежный процесс интеграции экономики нашей страны с мировой экономикой. Для обеспечения высокой конкурентоспособности продукции отечественных производителей на мировых рынках, в первую очередь необходимо гарантировать соответствие продукции, производимой на предприятиях Украины, высоким стандартам качества. Страны ЕС, являясь одновременно привлекательным рынком для отечественной промышленности, предъявляют наиболее высокие мировые требования к качеству промышленной продукции. В данной публикации рассмотрены основные требования, предъявляемые европейскими нормативными документами к оценке качества сварных соединений при проведении ультразвукового испытания металлических изделий и конструкций.

#### Основные положения стандартов стран ЕС, устанавливающих требования к качеству сварных соединений

Разработку и внедрение европейских норм (стандартов EN) в странах ЕС уполномочен осуществлять Европейский комитет по стандартизации (CEN). В структуру CEN входит несколько Технических комитетов (TC), каждый из них специализируется в определенной технической области. Разработку стандартов, устанавливающих требования к качеству сварных соединений, осуществляет технический комитет CEN TC 121 «Сварные соединения» и CEN TC 138 «Неразрушающий контроль». Нормативная база стандартов EN в

области неразрушающего контроля качества продукции содержит несколько типов нормативных документов, формирующих единое нормативно-правовое поле регламентируемых требований (рис. 1).

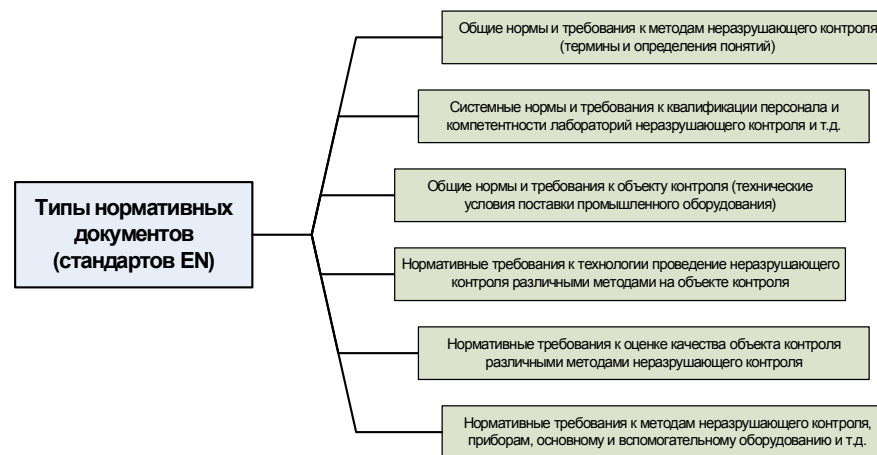


Рисунок 1  
 Структура базы нормативных документов по неразрушающим методам контроля, принята в странах ЕС

Перечень основных нормативных документов ЕС, регламентирующих применение ручного ультразвукового неразрушающего контроля (УТ) эхо-методом при оценке качества сварных соединений приведен в таблице 1. Данный перечень не содержит требований к конкретным промышленным изделиям – трубам, сосудам под давлением, и т.п. а ограничивается рассмотрением общих требований к сварным соединениям.

Таблица 1

Шифр НД	Наименование
<b>Общие стандарты по методу НК.</b>	
EN 1330-1	Неразрушающий контроль. Терминология. Часть 1. Общие понятия.
EN 1330-2	Неразрушающий контроль. Терминология. Часть 2. Термины, используемые во всех методах неразрушающего контроля.
EN 1330-4	Неразрушающий контроль. Терминология. Часть 4. Термины, используемые в ультразвуковом контроле.
<b>Системные стандарты по квалификации персонала НК и компетентности лабораторий.</b>	
EN 473	Неразрушающий контроль, квалификация и сертификация персонала в области неразрушающего контроля. Основные требования.
EN ISO/IEC 17025	Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

<b>Общие стандарты к объекту контроля (ТУ поставки оборудования).</b>	
EN ISO 6520-1	Сварка и сопутствующие процессы. Классификация геометрических несоответствий металлических материалов. Часть 1. Сварка плавлением.
EN 12062	Неразрушающий контроль сварных соединений. Общие правила для металлических материалов. Уровни приёмки.
EN ISO 5817	Сварка. Сварные швы сваркой плавлением на стали, никеле, титане и их сплавах (кроме сварки лазером). Уровни качества несоответствий.
<b>Стандарты по технологии применения метода НК на объекте контроля.</b>	
EN 1713	Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Характеристика индикаций сварных швов.
EN 1714	Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль сварных соединений.
<b>Стандарты по оценке качества объекта контроля методом НК.</b>	
EN 1712	Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль сварных соединений. Уровни приёмки.
<b>Стандарты по методу НК, приборам, основному и вспомогательному оборудованию и т.д.</b>	
EN 583-1	Неразрушающий контроль. Ультразвуковой контроль. Часть 1. Общие положения.
EN 583-2	Неразрушающий контроль. Ультразвуковой контроль. Часть 2. Регулировка чувствительности и определения расстояния.
EN 583-3	Неразрушающий контроль. Ультразвуковой контроль. Часть 3. Метод прозвучивания ультразвуком.
EN 583-4	Неразрушающий контроль. Ультразвуковой контроль. Часть 4. Контроль неоднородностей вертикально к поверхности.
EN 583-5	Неразрушающий контроль. Ультразвуковой контроль. Часть 5. Описание и определение величин неоднородностей.
EN 12223	Неразрушающий контроль. Ультразвуковой контроль. Спецификация калибровочного блока № 1.
EN 27963	Сварные соединения в стали. Калибровочный блок № 2 для ультразвукового контроля сварных соединений.
EN 12668-1	Неразрушающий контроль. Характеристика и верификация испытательного оборудования для ультразвукового контроля. Часть 1. Приборы.
EN 12668-2	Неразрушающий контроль. Характеристика и верификация испытательного оборудования для ультразвукового контроля. Часть 2. Преобразователи.
EN 12668-3	Неразрушающий контроль. Характеристика и верификация испытательного оборудования для ультразвукового контроля. Часть 3. Комбинированное оборудование.

Определение уровня приёмки сварного соединения по результатам неразрушающего контроля УТ методом производится следующим образом. Стандарт EN ISO 5817 устанавливает уровни оценки качества сварных соединений – «B», «C», «D». На основании уровней оценки, стандарт EN 12062 устанавливает соответствующий класс контроля и уровень приёмки для метода неразрушающего контроля. Соответствия, которые стандарт устанавливает для УТ метода, приведены в таблице 2.

EN 12062/A1: 2002 Таблица А.6 Ультразвуковой контроль ферромагнитных сталей (УТ)		
Уровни качества согласно EN 25817 или EN 30042	Способ и класс контроля согласно EN 1714 <sup>а</sup>	Уровни приёмки согласно с EN 1712
B	минимум B	2
C	минимум A	3
D	класс контроля не применим <sup>б</sup>	класс контроля не применим <sup>б</sup>

<sup>а</sup> – если по соглашению сторон необходимо определять характеристики неоднородностей, необходимо выполнять контроль согласно EN 1713  
<sup>б</sup> – ультразвуковой контроль не рекомендован, но может быть применён по соглашению сторон (в этом случае руководствуются аналогичными требованиями как у оценочной группы C)

Примечание: в настоящее время стандарт EN 25817: 1992 заменён стандартом EN ISO 5817: 2003

Таким образом, стандарт EN 12062 устанавливает однозначное соответствие между тремя основными категориями: требованием к качеству промышленного объекта контроля в целом – технологией контроля данного объекта УТ методом – уровнем приёмки объекта по результатам контроля. Такого четкого и структурированного подхода к применению и проведению контроля УТ методом, к сожалению, не содержат отечественные отраслевые нормативно-технические документы.

Кроме того, стандарт устанавливает следующую классификацию индикаций (несоответствий) в сварных соединениях (рис. 2)



Рисунок 2  
Классификация индикаций дефектов сварных соединений

Исключим рассмотрение в данной публикации вопросов технологии контроля УТ методом (стандарты EN 1713 и EN 1714) в связи со значительным объемом данной темы и рассмотрим более подробно приёмку индикаций в соответствии с требованиями стандарта EN 1712. Область действия стандарта ограничивается диапазоном толщин сварных соединений от 8 до 100 мм (стандарт допускает возможность его применения и для толщин свыше 100 мм при соблюдении определённых условий).

В соответствии с требованиями данного стандарта, настройка уровня чувствительности ультразвукового контроля выполняется одним из трёх методов:

- метод 1: с помощью бокового цилиндрического отверстия с  $d=3$  мм;
- метод 2: при помощи АРД-диаграмм;
- метод 3: при угле ввода ультразвукового преобразователя  $\alpha \geq 70^\circ$  и диапазоне толщин  $8 \leq t < 15$  можно использовать прямоугольный паз глубиной 1 мм.

Метод 1 и 3 предусматривает построение кривых зависимости амплитуды эхо-сигналов от одинаковых отражателей, расположенных на разных глубинах, т.н. кривые ВРЧ (временная регулировка чувствительности) или, соответственно европейской терминологии, DAC-кривые (distance amplitude correction curve). Метод 2 является более универсальным, т.к. предусматривает настройку уровня чувствительности по диаграмме зависимости амплитуды отражённого сигнала от глубины залегания индикации с учётом ее размера, т.н. АРД-диаграмма (амплитуда-расстояние-диаметр) или согласно европейской терминологии DGS диаграмма (distance-gain-size diagram). На рисунке 3 отображены основные параметры контроля и настройка чувствительности для оценивания индикаций по методу 2 при контроле пьезоэлектрическими преобразователями, возбуждающими поперечную ультразвуковую волну.

Как можем видеть из приведенной блок-схемы, опорный уровень чувствительности устанавливается с использованием калибровочных образцов с дисковыми (плоскодонными) отражателями с диаметром отражающей поверхности  $D_{DSR}=1,0 \pm 3,0$  мм. Отличительной особенностью технологии оценки индикаций является то, что их оценивание и регистрация проводятся при различных значениях настройки чувствительности. Приёмка (отбраковка) индикаций (для метода 2) проводится с помощью графиков и таблиц, приведенных на рисунке 4. Как следует из таблицы 2, в зависимости от выбранного в соответствии с EN ISO 5817 уровня качества уровень приёмки индикаций по EN 1712 может быть 2 и 3. Анализ (рис. 4) показывает, что эти уровни не отличаются значением относительной амплитуды уровня приёмки, а различны только в уровнях регистрации. Кроме того, одним из существенных отличий приёмки индикаций по EN 1712 от отечественных отраслевых нормативных требований [3, 4], является

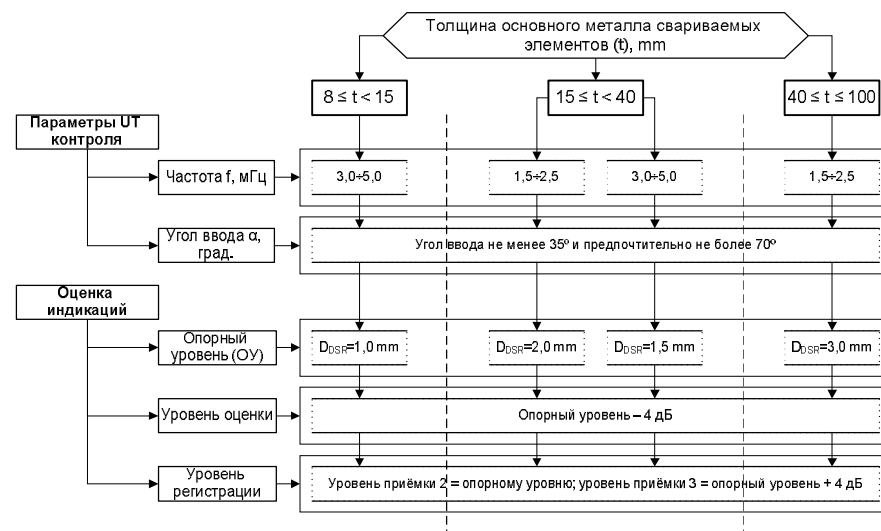


Рисунок 3

Настройка чувствительности ультразвукового контроля по методу 2 (метод АРД диаграмм) и оценка индикаций в соответствии с EN 1712

дифференцированный подход к отбраковке индикаций по амплитуде эхо-сигнала в зависимости от её протяжённости.

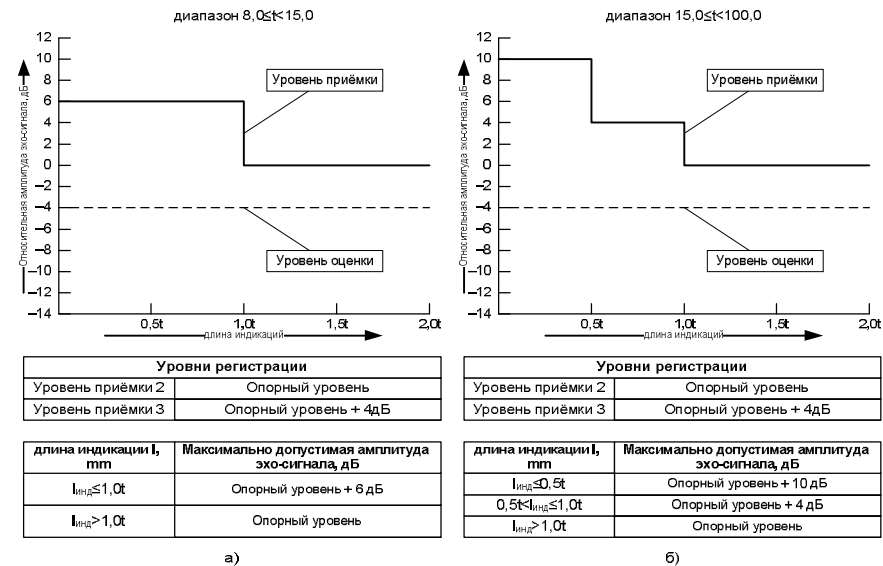


Рисунок 4

Уровни приёмки 2 и 3 при настройке чувствительности по методу 2 (АРД диаграмм) в соответствии с EN 1712

Далее рассмотрим вопрос, каким образом осуществляется приёмка индикаций сварных соединений уже не по критерию амплитуды эхо-сигнала, а по их протяжённости, типу, месторасположению и направлению в сварном шве. Таблица 3 содержит основные критерии приёмки всех типов протяжённых индикаций в сварных соединениях.

Таблица 3

Тип индикации	Максимально допустимые параметры индикаций	Примечания
Продольные индикации	не превышающие значений согласно рис. 4	в диапазоне $8,0 \leq t < 15,0$ необходим повторный контроль при $l_{инд} > 1,0t$ , при других значениях толщины $l_{инд} > 0,5t$ или $> 20$ мм, в зависимости что больше; каждая индикация проверяется повторно не менее чем одним ПЭП с отличным (не менее чем на $10^\circ$ ) углом ввода УЗ волны.
Поперечные индикации	не превышающие значений согласно рис. 4; плоскостные – не более 3 изолированных индикаций ( $l_{инд} < 10,0$ мм) на 1 метр сварного шва.	необходим повторный контроль при амплитуде эхо-сигналов от дефектов $A_{деф} \geq УО$ (уровень оценки); применяется УТ или RT метод для определения характера дефекта.
Линейно протяжённые и сгруппированные индикации	$\Sigma l_{инд}$ не должна превышать значений выбранному уровню приёмки (рис. 4); соседние сгруппированные индикации с расстояниями $d_y$ и $d_z > 10$ мм не приемлемы.	см. рисунок 5
Суммарная длина допустимых индикаций	максимальная суммарная длина допустимых индикаций $\Sigma l < 20\%$ длины для уровня приёмки 2 и $30\%$ для уровня приёмки 3 на каком либо участке сварного шва протяженностью $6t$	–

Необходимо обратить внимание, что стандарт EN 1712 регламентирует необходимость оценивания выявленных протяжённых индикаций как «продольные» или как «поперечные». Если нет возможности чётко различить протяжённую индикацию как продольную или поперечную, необходимо её классифицировать как поперечную, в том случае, если

амплитуда эхо-сигнала при контроле индикации как поперечный дефект превышает амплитуду эхо-сигнала при контроле индикации как продольный дефект на  $\geq 2$  дБ. Стандарт предусматривает, что в спецификации на контроль (по договоренности между Заказчиком и Подрядчиком промышленного оборудования) может быть установлено дополнительное требование по определению типа выявленных индикаций. В этом случае характеристика «плоскостная индикация» может быть использована как первый признак для оценки индикации как допустимая или недопустимая.

Линейно протяжённые и сгруппированные индикации должны рассматриваться как непрерывные, если они разделены расстоянием  $d_x$  меньшим, чем удвоенная ( $2l_{макс.инд.}$ ) длина самой длинной индикации (рис. 5). Суммарная длина  $\Sigma l_{инд}$  сгруппированной индикации оценивается в соответствии с установленным уровнем приёмки. Необходимо учитывать, что сгруппированные линейные индикации должны удовлетворять следующим требованиям –  $d_y \leq 5,0$  мм, и  $d_z \leq 5,0$  мм. Сгруппированные таким образом индикации нельзя объединять с последующими индикациями, т.е. группируются только отдельные индикации. После группирования, любые

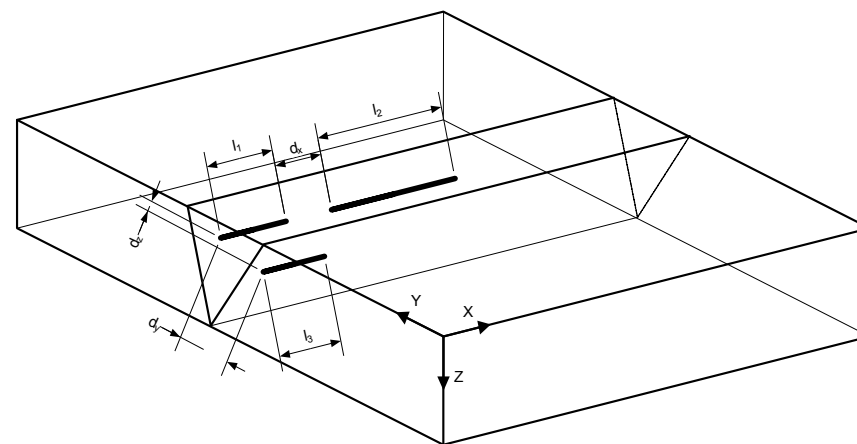


Рисунок 5  
Геометрические конфигурации для сгруппированных индикаций

зарегистрированные и принятые таким образом индикации, расположенные рядом (в одном и том же поперечном сечении) и на равной глубине ( $d_z \leq 5,0$  мм) должны отделяться расстоянием  $d_y > 10,0$  мм. Аналогично, индикации, расположенные в одном и том же продольном (латеральном) положении ( $d_y \leq 5,0$  мм) должны быть отделены расстоянием  $d_z > 10,0$  мм. Соседние индикации с меньшими расстояниями  $d_y$  и  $d_z$  недопустимы.

На любом участке сварного соединения длиной равной  $6t$ , суммарная длина отдельно допустимых индикаций с амплитудой эхо-сигнала выше

уровня регистрации для уровня приёмки 2 не должна превышать 20% этой длины, для уровня приёмки 3 – соответственно 30%.

### **Сравнительный анализ требований к качеству сварных соединений стандартов стран ЕС и отраслевых нормативных документов Украины**

На основании ранее изложенного, можно сделать вывод, что в системе европейских норм и стандартов оценка соответствия промышленной продукции устанавливается по уровням качества, установленных для отдельных видов изделий. При этом необходимо особо подчеркнуть, что уровни приёмки в соответствии с EN 12062, установленные в зависимости от уровня качества на продукцию, в конечном счёте, имеют одинаковые требования к предельным браковочным критериям как по амплитуде, так и по протяжённости индикаций. Основное их отличие – различные уровни регистрации обнаруженных индикаций, которые, в основном оказывают влияние на оценивание параметров протяжённых индикаций и повышают надёжность и достоверность контроля в целом.

В системе национальных норм и стандартов браковочные критерии оценки качества (амплитуда эхо-сигнала и протяжённость дефектов) сварных соединений отдельных видов промышленной продукции устанавливается в зависимости от её принадлежности к отраслевым промышленным объектам. Такую зависимость национальные нормативные документы унаследовали от прежних, времен СССР, методов управления промышленностью через многоотраслевую систему министерств и ведомств.

В настоящее время в области неразрушающего контроля при разработке новых национальных нормативных документов остаётся прежней тенденция к сохранению различий норм оценки качества продукции, в зависимости от принадлежности объекта контроля к определённой отрасли промышленности. В подтверждение этого, в качестве примера рассмотрим требования к оценке качества сварных соединений отраслевых нормативных документов:

- ✓ ГСТУ 3-037-2003 Посудини та апарати, що працюють під тиском. Методика ультразвукового контролю зварних з'єднань.
- ✓ СОУ-Н МПЕ 40.1.17.302:2005 Ультразвуковий контроль зварних з'єднань елементів котлів, трубопроводів і посудин. Настанова.

Оба документа сравнительно недавно разработаны и введены в действие Министерством промышленной политики Украины (ГСТУ 3-037-2003) и Министерством топлива и энергетики Украины (СОУ-Н МПЕ 40.1.17.302:2005). Таблица 4 содержит в себе основные параметры ультразвукового контроля сварных соединений, регламентированные данными нормативными документами.

Как видим, в диапазоне толщин  $h$  от 2,0 до 250,0 мм совпадение браковочного уровня наблюдается всего лишь в интервале от 6,0 до 7,0 мм. При этом наглядно видно, что разница в браковочных  $S_{экв}$ , достаточно

значительна (в % соотношении в пределах  $\pm 50\%$ ), для того, чтобы констатировать факт существенного различия уровней оценки качества сварных соединений в данных отраслях. Необходимо также упомянуть, что ведомственные и отраслевые национальные нормативные документы имеют различия не только в критериях оценки качества объектов контроля, но и характеризуются различным подходом к технологии проведения ультразвукового контроля. В основном это выражается в использовании различных способов настройки предельной чувствительности ультразвукового дефектоскопа и применении стандартных (калибровочных) образцов с различными типами искусственных отражателей.

Таблица 4

№ п/п	Толщина $h$ , мм	ГСТУ 3-037-2003 (1)			СОУ-Н МПЕ 40.1.17.302:2005 (2)			Совпадение норм	$S_{экр}(1) - S_{экр}(2) =$ , мм <sup>2</sup>
		Параметры контроля			Параметры контроля				
		Частота $f$ , МГц	Угол ввода $\alpha$ , град.	Уровень приёмки $S_{экр}$ , мм <sup>2</sup>	Частота $f$ , МГц	Угол ввода $\alpha$ , град.	Уровень приёмки $S_{экр}$ , мм <sup>2</sup>		
1	2÷3	-	-	-	4,0÷10,0	70÷75	<b>0,6</b>	-	-
2	4÷5	5,0	70÷74	<b>0,9</b>	4,0÷10,0	70÷75	<b>0,6</b>	-	0,3
3	6,0	5,0	70÷74	<b>1,2</b>	4,0÷10,0	70÷75	<b>1,2</b>	+	0,0
4	7,0	5,0	70	<b>1,2</b>	4,0÷10,0	70÷75	<b>1,2</b>	+	0,0
5	8,0	5,0	70	<b>1,6</b>	4,0÷10,0	70÷75	<b>1,2</b>	-	0,4
6	9÷11	5,0	70	<b>1,6</b>	2,0÷5,0	65÷72	<b>2,5</b>	-	-0,9
7	12,0	5,0	70	<b>2,0</b>	2,0÷5,0	65÷72	<b>2,5</b>	-	-0,5
8	13,0	5,0	70	<b>2,0</b>	2,0÷5,0	60÷70	<b>3,5</b>	-	-1,5
9	14,0	2,5	65	<b>2,0</b>	2,0÷5,0	60÷70	<b>3,5</b>	-	-1,5
10	15÷18	2,5	65	<b>2,0</b>	2,0÷5,0	60÷70	<b>5,0</b>	-	-3,0
11	19,0	2,5	50÷65	<b>2,0</b>	2,0÷5,0	60÷70	<b>5,0</b>	-	-3,0
12	20,0	2,5	50÷65	<b>3,0</b>	2,0÷5,0	60÷70	<b>5,0</b>	-	-2,0
13	21÷29	2,5	50÷65	<b>3,0</b>	2,0÷5,0	45÷65	<b>7,0</b>	-	-4,0
14	30÷40	2,5	50÷65	<b>5,0</b>	2,0÷5,0	45÷65	<b>7,0</b>	-	-2,0
15	40÷60	2,5	50÷65	<b>7,0</b>	1,0÷2,5	40÷65	<b>10,0</b>	-	-3,0
16	60÷65	2,5	50	<b>7,0</b>	1,0÷2,5	40÷65	<b>10,0</b>	-	-3,0
17	65÷80	2,5	50	<b>7,0</b>	1,0÷2,0	45÷65	<b>15,0</b>	-	-8,0
18	80÷90	2,5	50	<b>7,0</b>	1,0÷2,0	45÷65	<b>20,0</b>	-	-13,0
19	90÷110	2,5	50	<b>7,0</b>	1,0÷2,0	45÷65	<b>20,0</b>	-	-13,0
20	110÷150	2,5	50	<b>10,0</b>	1,0÷2,0	45÷65	<b>20,0</b>	-	-10,0
21	150÷160	1,0÷2,0	40	<b>10,0</b>	1,0÷2,0	45÷65	<b>20,0</b>	-	-10,0
22	160÷200	1,0÷2,0	40	<b>10,0</b>	-	-	-	-	-
23	200÷250	1,0÷2,0	40	<b>10 (20)*</b>	-	-	-	-	-

\* - разные требования нормативных документов отрасли – ОСТ 24.201.03 и ГСТУ 3-17-191 (), соответственно.

Теперь проанализируем соотношение национальных отраслевых норм с нормами оценки качества сварных соединений, регламентированные стандартами Европейского Союза. Для наглядности сравнения приведём браковочные критерии к единой форме представления, используя формулу поправки (в дБ) к настройке чувствительности через эквивалентную площадь отражателя ( $S_{\text{экв}}$ , мм<sup>2</sup>) в соответствии с п. 5.5.6. по СОУ-Н МПЕ 40.1.17.302:2005.

$$\Delta A = 20 \cdot \lg S_{\text{оп}} / S_{\text{пр}} \quad (1)$$

где:  $\Delta A$  – поправка чувствительности УЗ дефектоскопа [дБ];  $S_{\text{оп}}$  – эквивалентная площадь опорного отражателя [мм<sup>2</sup>];  $S_{\text{пр}}$  – эквивалентная площадь уровня приёмки сварного соединения [мм<sup>2</sup>].

Приведём, согласно п. 9.17 по ГСТУ 3-037-2003, формулу (1) к виду:

$$S_{\text{пр}} = S_{\text{оп}} / 10^{\Delta A / 20} \quad (1a)$$

Следовательно, подставляя в формулу (1a) значение эквивалентной площади опорного отражателя (рис. 3) и поправку (рис. 4) для определения максимально допустимой амплитуды эхо-сигнала: +6дБ для диапазона толщин  $8, \leq t < 15,0$  мм или +10дБ для диапазона толщин  $15,0 \leq t < 100,0$  мм, мы получаем значение эквивалентной браковочной площади для уровня приёмки согласно норм стандарта EN 1712. Сводная таблица 5 содержит в себе уровни приёмки национальных отраслевых документов и стандарта ЕС.

Таблица 5

№ п/п	Толщина h (t), мм	ГСТУ 3-037-2003		СОУ-Н МПЕ 40.1.17.302: 2005		EN 1712/A1:2003	
		Частота f, МГц	Уровень приёмки S <sub>экв</sub> , мм <sup>2</sup>	Частота f, МГц	Уровень приёмки S <sub>экв</sub> , мм <sup>2</sup>	Частота f, МГц	Уровень приёмки S <sub>экв</sub> , мм <sup>2</sup>
1	8,0	5,0	1,6	4,0÷10,0	1,2	4,0	1,57
2	9,0	5,0	1,6	2,0÷5,0	2,5	4,0	1,57
3	10,0	5,0	1,6	2,0÷5,0	2,5	4,0	1,57
4	11,0	5,0	1,6	2,0÷5,0	2,5	4,0	1,57

Продолжение таблицы 5

5	12,0	5,0	2,0	2,0÷5,0	2,5	4,0	1,57
6	13,0	5,0	2,0	2,0÷5,0	3,5	4,0	1,57
7	14,0	2,5	2,0	2,0÷5,0	3,5	4,0	1,57
8	15,0	2,5	2,0	2,0÷5,0	5,0	2,0	9,94
						4,0	5,59
9	16,0	2,5	2,0	2,0÷5,0	5,0	2,0	9,94
						4,0	5,59
10	17,0	2,5	2,0	2,0÷5,0	5,0	2,0	9,94
						4,0	5,59
11	18,0	2,5	2,0	2,0÷5,0	5,0	2,0	9,94
						4,0	5,59
12	19,0	2,5	2,0	2,0÷5,0	5,0	2,0	9,94
						4,0	5,59
13	20,0	2,5	3,0	2,0÷5,0	5,0	2,0	9,94
						4,0	5,59
14	21÷29	2,5	3,0	2,0÷5,0	7,0	2,0	9,94
						4,0	5,59
15	30÷40	2,5	5,0	2,0÷5,0	7,0	2,0	9,94
						4,0	5,59
16	40÷65	2,5	7,0	1,0÷2,5	10,0	2,0	22,35
17	65÷80	2,5	7,0	1,0÷2,0	15,0	2,0	22,35
18	80÷90	2,5	7,0	1,0÷2,0	20,0	2,0	22,35
19	90÷100	2,5	7,0	1,0÷2,0	20,0	2,0	22,35

Как видим, данная таблица содержит неоднозначность в уровне приёмки сварных соединений в соответствии с EN 1712 в диапазоне толщин  $15,0 \leq t < 40,0$  мм, что обусловлено неодинаковыми опорными уровнями при проведении контроля с использованием пьезоэлектрических преобразователей с различной рабочей частотой. Объяснением данной неоднозначности может быть различие в свойствах ультразвуковых волн, например, в длине волны, в диаграммах направленности ПЭП с более низкими (2 МГц) и более высокими (4 МГц) рабочими частотами и т.п., а следовательно, при внешнем неравенстве значений эквивалентной браковочной площади, их реальная чувствительность к обнаружению отражателей одинакового геометрического размера будет практически тождественна.

Для большей наглядности сравнения уровней приёмки, результаты, приведённые в таблице 5, отображены на графике рисунка 6.

Из графика распределения уровней приёмки можно видеть, что в области малых толщин, в диапазоне  $8,0 \leq t < 15,0$  мм нормы EN 1712/A1:2003 практически совпадают с требованиями ГСТУ 3-037-2003, в области средних толщин, в диапазоне  $15,0 \leq t < 40,0$  мм – в начале диапазона с СОУ-Н МПЕ 40.1.17.302: 2005, в конце диапазона с ГСТУ 3-037-2003, и в области больших толщин, в диапазоне  $40,0 \leq t < 100,0$  мм – в конце диапазона с СОУ-Н МПЕ 40.1.17.302: 2005. Общая же тенденция проявляется в том, что при малой толщине (до 15 мм) сварных соединений оценка непротяжённых индикаций по европейским нормам «жестче», при больших толщинах «мягче» требованиям национальных отраслевых НД.

Необходимо сказать, что приведённый выше сравнительный анализ отражает только уровни приёмки единичных (непротяжённых) индикаций, выявленных по результатам ультразвукового контроля. Для полного и объективного сравнения норм необходимо учитывать и такой немаловажный критерий оценки качества сварных соединений как протяжённость индикаций. В этом плане требования EN 1712 (при  $I_{инд} > 1,0t$  уровни приёмки равны опорному уровню) гораздо выше национальных [3, 4] норм.

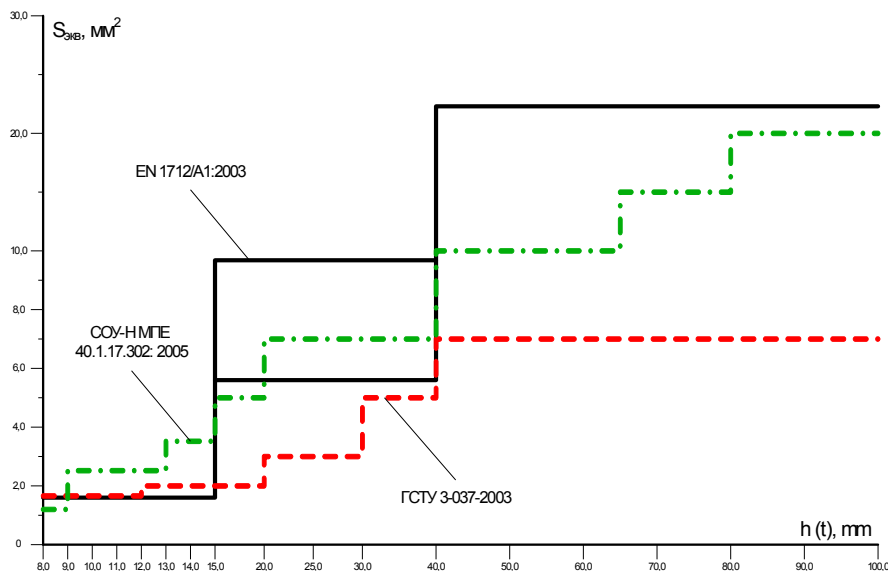


Рисунок 6

Уровни приёмки сварных соединений в соответствии с требованиями отраслевых национальных и европейских нормативных документов.

### Выводы.

1. Нормативная база документов ЕС в области неразрушающего контроля структурирована по типам стандартов и содержит целостную систему требований к организации и проведению неразрушающего ультразвукового метода контроля.

2. Область применения конкретного метода неразрушающего контроля, требования к технологии (способ и класс контроля) и уровням приёмки строго регламентированы общим для всех методов НК стандартом по контролю сварных соединений (EN 12062).

3. Стандарт EN 1712, регламентирующий уровни приёмки индикаций, кроме того определяет и основные параметры ультразвукового контроля, диапазоны толщин сварных соединений в которых применим ультразвуковой контроль, методы настройки чувствительности и алгоритмы оценки индикаций.

4. Основные достоинства настройки чувствительности ультразвукового контроля по EN 1712 – возможность применения трёх альтернативных способов настройки, их технологическая доступность, высокая достоверность и повторяемость контроля, экономическая рентабельность.

5. Оценка индикаций согласно требований EN 1712, проводится при дифференцированном уровне приёмки индикаций, в зависимости от их протяжённости. Данный подход является новаторским по отношению к методологии приёмки сварных соединений по требованиям национальных нормативных документов.

6. Сравнение уровней приёмки сварных соединений по нормам национальных отраслевых (ведомственных) нормативных документов и стандартов стран ЕС даёт основание к выводу, что требования европейских стандартов к качеству по совокупности критериев более высокие.

**Перечень литературы и ссылки:** 1. EN 12062/A1: 2002 Non-destructive testing of welds - General rules for metallic materials; German version EN 12062:1997 + A1:2002 / European Standard / 01-Sep-2002 / 20 pages. Неразрушающий контроль сварных соединений. Общие правила для металлических материалов. Уровни приёмки. / Европейский стандарт / 01.09.2002 / 20 страниц. 2. EN 1712/A1:2003 Non-destructive testing of welds - Ultrasonic testing of welded joints - Acceptance levels; German version EN 1712:1997 + A1:2002. / European Standard / 01-Sep-2002 / 14 pages. Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль сварных соединений. Уровни приёмки. / Европейский стандарт / 01.09.2002 / 14 страниц. 3. ГСТУ 3-037-2003 Посудини та апарати, що працюють під тиском. Методика ультразвукового контролю зварних з'єднань. Київ: Міністерство промислової політики України, 2003 р. 104 с. 4. СОУ-Н МПЕ 40.1.17.302:2005 Ультразвуковий контроль зварних з'єднань елементів котлів, трубопроводів і посудин. Настанова. – Київ: Видавництво ОЕП «ГРІФРЕ», 2005 р. 213 с. 5. <http://www.cen.eu> Официальный интернет-сайт Европейского комитета по стандартизации (CEN, the European Committee for Standardization).