

Методика поверки

УТ 96

УТ-96

Настоящие методические указания распространяются на толщиномер ультразвуковой УТ-96, специализированный по ГОСТ 22882-96, в дальнейшем - толщиномер, устанавливая методику его первичной и периодической поверок.

Периодичность поверки - один раз в год.

I. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

I.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в табл. I.

I.2. Операции поверки проводятся ведомственными метрологическими службами.

Таблица I

Наименование операции	Номер пункта методических указаний	Обязательность проведения операций при		
		выпуске из производства	выпуске после ремонта	эксплуатации и хранения
Внешний осмотр	5.1	да	да	да
Опробование	5.2.	да	да	да
Проверка амплитуды и длительности переднего фронта импульса возбуждения	5.3	да	да	да
Определение диапазона измеряемых толщин	5.4	да	да	да
Определение основной погрешности измерения толщины	5.4	да	да	да

Продолжение табл. I

Наименование операции	Номер пункта методических указаний	Обязательность проведения операций при		
		выпуске из производства	выпуске после ремонта	эксплуатации и хранения
Определение дополнительной погрешности измерений толщины в диапазоне значений параметра шероховатости R_z до $160 \mu m$ при измерении со стороны шероховатой поверхности	5.5	да	да	нет
Определение дополнительной погрешности измерения толщины в диапазоне значений параметра шероховатости R_z до $320 \mu m$ при измерении со стороны гладкой поверхности	5.6	да	да	нет
Определение погрешности измерений толщины образцов с цилиндрической поверхностью при минимально допускатом радиусе кривизны	5.7	да	да	нет
Определение погрешности измерения толщины непараллельных образцов	5.8	да	да	нет

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в табл.2.

2.2. Средства поверки, *и оборудование, используемое при поверке, должны быть поверены в органах государственной метрологической службы в установленном порядке.*

Таблица 2

Номер пункта методических указаний	Наименование образцового средства измерения и вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству, метрологические характеристики
5.3	Осциллограф универсальный CI-65, погрешность измерения амплитуды и временных интервалов $\pm 6\%$.
5.3	Резистор $MAT - 0,125 - 75R \pm 5\% \text{ OKO.467.180.00}$
5.4, 5.5	Комплект ультразвуковых стандартных образцов толщины КУСОТ 180 (ГСО 2217-81) ТУ50-289-81, аттестованные по эквивалентной ультразвуковой толщине и скорости распространения УЗК с погрешностью не более для толщин (0,8-3,0)mm - 0,7%; (3-10)mm - 0,3%; (10-30)mm - 0,1%; (30-100)mm - 0,03%; 200mm - 0,02 %; 300mm - 0,02 %.
5.5, 5.6	Комплект ультразвуковых стандартных образцов толщины КУСОТ 180 (ГСО 2218-81) ТУ50-289-81, предельное отклонение параметра шероховатости $\delta R_z - \pm 20\%$, разнотолщинность образца - не более 0,006 mm, максимальная разность толщины образца и образца-эталона 0,004 mm для толщин 1,5; 3mm и 0,05mm для толщин 30 и 100mm.
5.7	Комплект ультразвуковых стандартных образцов толщины

Номер пункта методических указаний	Наименование образцового средства измерения или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству метрологические характеристики
5.7	ны КУСОТ 180 (ГОС 2219-81) ТУ50-289-81, разнотолщинность не более 0,01 мм, разность толщины образца и образца-свидетеля не более 0,004 мм.
5.8	Отраслевой стандартный образец МТВ-0 ЦОБ.899.079 допуск по толщине $\pm 0,01$ мм. Комплект ультразвуковых стандартных образцов толщины КУСОТ 180 (ГОС 2220-81) ТУ50-289-81, предельное отклонение толщины $\pm 0,15$ мм, предельное отклонение непараллельности ± 60 мкм.

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- 1) температура окружающего воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- 2) относительная влажность от 45 до 75%;
- 3) атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

3.2. К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускают лиц, имеющих квалификацию государственного или ведомственного поверителя и изучивших устройство и принцип работы аппаратуры по эксплуатационной документации.

4. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

4.1. Перед началом работы нанести на поверхность стандартных образцов, контактирующую с преобразователем, слой трансформаторного масла ГОСТ 982-80 или глицерина ГОСТ 6623-77,

образцы толщиной 200 и 300 мм установить на резиновую прокладку толщиной более 10 мм, предварительно нанеся на ее поверхность слой контактной смазки.

Провести поверку преобразователей, входящих в комплект толщиномера согласно методическим указаниям "Преобразователи ультразвуковые ПРИЗ-ТЗ. Методика поверки" ЦДЗ.847.035 ДБ.

5.1. Внешний осмотр

5.1.1. При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие толщиномера следующим требованиям:


- 1) комплектность - согласно руководству по эксплуатации ЦДЗ.787.014 РЭ;
- 2) отсутствие явных механических повреждений толщиномера;
- 3) наличие маркировки толщиномера;
- 4) наличие всех органов регулировки и коммутации;
- 5) наличие *повышенной клейма, или места для клейма с инициалами*


5.2. Опробование


5.2.1. Подключить преобразователь с помощью входящих в комплект толщиномера кабелей к разъемам "←" и "→" на передней панели электронного блока, соединив разъем "←" толщиномера с разъемом "Г" на преобразователе, а разъем "→" толщиномера с разъемом "П" преобразователя. Переключатель " < 30 мм" " > 30 мм" установить в положение " < 30 мм".



5.2.2. Подключить к электронному блоку светозаряженный аккумуляторный блок питания из комплекта толщиномера.


5.2.3. Включить толщиномер, нажав на клавишу "⊕", с помощью отвертки повернуть до упора против часовой стрелки ось резистора "▷", убедиться, что толщиномер перешел в режим калибровки толщиномера на скорость распространения ^{ультразвуковых} колебаний (все разрядные точки, кроме точки "≡" после младшего разряда, не должны светиться).




5.2.4. Повернуть с помощью отвертки ось регулировки "  " в крайнее положение против часовой стрелки, при этом показание цифрового индикатора должно быть не более 3000.


5.2.5. Повернуть ось регулировки "  " в крайнее положение по часовой стрелке, при этом показание цифрового индикатора должно быть не менее 6600.

5.2.6. Установить регулировкой "  " показание цифрового индикатора 6080.


5.2.7. Нажать и отпустить клавишу "  ", переводя толщиномер в режим с мигающей засветкой разрядной точки перед младшим разрядом цифрового индикатора и погашенной точкой "  " после младшего разряда.

5.2.8. Нанести на поверхность эстировочной плитки " $< 30\text{mm}$ ", смонтированной в корпус толщиномера, слой контактной смазки, указанной в п. 4.1, и установить преобразователь на эстировочную плитку. Убедиться, что при установленном на эстировочную плитку преобразователе засвечивается индикатор "  ", а при снятом с плитки преобразователе засветка индикатора исчезает.

5.2.9. Определить, вращая при установленном на плитку преобразователе по часовой стрелке с помощью отвертки ось резистора "  ", зону, в пределах которой показание цифрового индикатора однозначно, устойчиво, не зависит от положения оси резистора, а высвечиваемое значение толщины находится в пределах 12-15 мм; установить ось резистора "  " в пределах указанной выше зоны при максимально возможном усилении (усиление возрастает при повороте оси резистора "  " по часовой стрелке).

5.2.10. Нажать и отпустить клавишу "  ", после чего установить преобразователь на эстировочную плитку " $< 30\text{mm}$ " и

убедиться, что толщиномер перешел в режим измерения толщины (точка перед младшим разрядом цифрового индикатора должна загореться не мигая, а высвечиваемое на цифровом индикаторе значение толщины должно быть $(6,0 \pm 0,1)\text{mm}$).

5.2.11. Нажать и отпустить клавишу "  ", после чего установить преобразователь на эстировочную плитку и убедиться, что толщиномер перешел в режим индикации эстировочного значения скорости ультразвуковых колебаний (точка перед младшим разрядом цифрового индикатора должна погаснуть).

5.3. Проверку амплитуды и длительности переднего фронта импульсов генератора возбуждения проводить следующим образом:


1) собрать схему согласно рис. 1; соединения толщиномера с нагрузкой R (выполнить с помощью соединительного кабеля РК 50-2-2, длиной 4,0 м и резистора ЦИ03.640.018; положение органов управления осциллографа: РАЗВЕТКА - ВЛ, СИНХРОНИЗАЦИЯ - ВУТР;

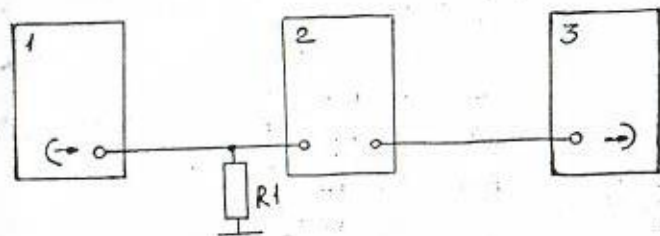
2) измерить при включенном толщиномере с помощью осциллографа амплитуду и длительность переднего фронта импульсов генератора возбуждения по уровням 0,1-0,9 от амплитудного значения. Амплитуда импульсов генератора возбуждения должна находиться в пределах $(80 \pm 20)\text{V}$, длительность переднего фронта - не более 30 нс.

5.4. Определение диапазона измеряемых толщин и основной погрешности измерения толщины проводить с использованием плоскопараллельных стандартных образцов из комплекта КСОТ 160 следующим образом.

5.4.1. Провести последовательно операции по пп. 5.2.1-5.2.3 и провести эстировку отсчетного устройства толщиномера для поддиапазона толщин менее 30 мм, для чего:

1) установить, вращая с помощью отвертки ось регулировки

"  ", показания цифрового индикатора равными 6080;




1 - толщиномер,

2 - делитель 1:10 к осциллографу,

3 - осциллограф,

R1 - резистор МЛТ - $0,125-75 \Omega \pm 5\%$

Рис. 1

2) нажать и отпустить клавишу "  ", переведя толщиномер в режим с мигающей засветкой разрядной точки перед младшим разрядом цифрового индикатора;

3) установить преобразователь на образец с толщиной, соответствующей ^{графа 3} табл. 3 для поддиапазона толщины менее 30 мм;







4) определить, вращая по часовой стрелке с помощью отвертки ось резистора "  ", зону, в пределах которой показание цифрового индикатора однозначно, устойчиво, не зависит от положения оси резистора, а высвечиваемое значение толщины больше указанного в ^{графа 3} табл. 3 на 6-10 мм; установить ось резистора "  " в пределах указанной выше зоны при максимально возможном усилении (усиление возрастает при повороте оси резистора "  " по часовой стрелке);

Таблица 3

Условное обозначение преобразователя	Поддиапазон измеряемых толщин, мм	Калибровочное значение толщины для настройки ручки "  ", мм
I	2	3
Ш12-10-4x4-Б-011	0,8-30	20
Ш12-5-12/2-Б-010	1 - 30	20
Ш12-5-12/2-Б-010	20 - 300	200

5) снять преобразователь с образца, после чего установить преобразователь на вмонтированную в корпус толщиномера плитку калибровочную с маркировкой " < 30 мм ", нажать и отпустить клавишу "  " и убедиться, что толщиномер перешел в режим измерения толщины (точка перед младшим разрядом цифрового индикатора должна светиться не мигая, а высвечиваемое на цифровом индикаторе значение толщины должно быть в пределах $(6,0 \pm 0,1) \text{ мм}$);

6) установить преобразователь на стандартный образец с номинальной толщиной, соответствующей табл. 3, графа 3 и, плавно вращая регулировку "  ", добиться соответствия показаний цифрового индикатора значению эквивалентной ультразвуковой толщины образца, округленному до десятых долей миллиметра.

Калибровку толщиномера с преобразователем Ш12-5-12/2-Б-010 для поддиапазона толщин более 30 мм проводят переводом преобразователя " < 30 мм " и " > 30 мм " в положение " > 30 мм " и последовательным выполнением операций по пп. 5.4.1.1)-5.4.1.6); при этом в п. 5.4.1.3) используется образец для поддиапазона толщин более 30 мм, а в п. 5.4.1.5) - калибровочная плитка с маркировкой " > 30 мм ".

Калибровку толщиномера проводят для каждого из преобразователей и для каждого поддиапазона измеряемых толщин в соответствии с графой 2 табл. 3.

Для перевода толщиномера из режима измерения толщины в режим измерения или ввода скорости ультразвуковых колебаний по п.5.4.1.1) нажать и отпустить клавишу "X", после чего установить преобразователь на смонтированную в корпус толщиномера калибровочную плитку. Для последующего перевода толщиномера в режим измерения толщины выполнить последовательно операции по пп.5.4.1.2), 5.4.1.5), используя в п.5.4.1.5) калибровочную плитку, соответствующую выбранному поддиапазону толщин.

5.4.2. Произвести в режиме измерения толщины измерение толщин образцов в поддиапазонах, указанных в табл.3, графа 2, используя для измерений образцы с минимальной, максимальной толщиной поддиапазона измерений и два-три образца с толщинами, равномерно распределенными по поддиапазону. Измерения каждого из образцов проводить не менее пяти раз, определить среднее арифметическое из пяти показаний толщиномера. Определить основную погрешность измерения по формуле

$$\Delta = \bar{X}_n - X_3, \quad (1)$$

где Δ - основная погрешность, мм,

X_3 - округленное до десятых долей миллиметра значение эхо-валентной ультразвуковой толщины образцов по аттестату, мм,

\bar{X}_n - среднее арифметическое из пяти показаний толщиномера в поверяемой точке, мм.

Измерения провести для всех преобразователей, входящих в комплект толщиномера, во всех поддиапазонах согласно табл.3 графа 2.

Толщиномер считается выдержавшим испытание, если значения погрешности, определенные в п.5.4.2, не превышают $\pm 0,1$ мм.

5.5. Определение дополнительной погрешности измерения толщины в диапазоне значений параметра шероховатости R_z до $160 \mu m$ при измерении со стороны шероховатой поверхности проводить на образцах

толщины шероховатых из комплекта КУСОТ 180 для каждого входящего в комплект толщиномера преобразователя следующим образом:

1) подготовить толщиномер к работе, проделав операции по пп.5.2.1-5.2.3, и провести его калибровку по п.5.4.1 на образцах из стали 40Х13;

2) установить преобразователь на образец-свидетель для образца шероховатого с толщиной, входящей в диапазон измеряемых толщин согласно табл.4, и установить регулировкой " " показания цифрового индикатора, соответствующие действительному значению толщины образца-свидетеля, округленному до $0,1$ мм;

Таблица 4

Условное обозначение преобразователя	Значение параметра шероховатости, $R_z, \mu m$	Диапазон измеряемых толщин, мм	Предел допускаемого значения дополнительной погрешности, мм
1	2	3	4
Ш12-10-4x4-Б-011	40	1,5-30	$\pm 0,1$
Ш12-5-12/2-Б-010	40	1,5-100	$\pm 0,1$
Ш12-5-12/2-Б-010	80	3 - 100	$\pm 0,1$
Ш12-5-12/2-Б-010	160	3 - 100	$\pm 0,2$

3) установить преобразователь на соответствующий образец-свидетель образец шероховатый со стороны шероховатой поверхности, ориентируя акустический экран преобразователя перпендикулярно направлению линий выступов и впадин на образце, и записать показания цифрового индикатора; измерения провести пять раз, определить среднее арифметическое из пяти измерений;

4) определять дополнительную погрешность, для чего вычислить разность между показаниями цифрового индикатора по пп.5.5.3) и 5.5.2);


5) операции по пп.5.5.2)-5.5.4) произвести для всех имеющихся

ся образцов с толщинами, соответствующими верхнему и нижнему значениям диапазона измерений согласно табл.4.

Толщиномер считается выдержавшим испытание, если вычисленные по п.5.5.4) разности показаний толщиномера не превышают значений погрешности, указанных в табл.4, графа 4.

5.6. Определение дополнительной погрешности измерения толщины в диапазоне значений параметра шероховатости R_z до 320 μm при измерении со стороны гладкой поверхности проводить на образцах толщины шероховатых из комплекта KUCOT 180 для каждого входящего в комплект толщиномера преобразователя следующим образом:

1) подготовить толщиномер к работе, проделав операции по пп.5.2.1-5.2.3, и провести его встировку по п.5.4.1 на образцах из стали 40X13;

2) установить преобразователь на образец-свидетель для образца шероховатого с толщиной, входящей в диапазон измеряемых толщин согласно табл.5, и установить регулировкой "  " показания цифрового индикатора, соответствующие толщине образца-свидетеля;

3) установить преобразователь на соответствующий образцу-свидетелю образец шероховатый со стороны гладкой поверхности и записать показания цифрового индикатора; измерения провести пять раз, определить среднее арифметическое из пяти измерений;

4) вычислить разность между показаниями цифрового индикатора по пп.5.6.3) и 5.6.2);

5) определить разность между толщиной образца-свидетеля и толщиной образца шероховатого, замеренной по впадинам, как значение параметра шероховатости R_z образца шероховатого, указанное в аттестате на образцы; округлить указанные значения до десятых долей миллиметра;

6) определить дополнительную погрешность, для чего вычесть из значения R_z по п.5.6.5) полученное в п.5.6.4) значение разности показаний на образце-свидетеле и образце шероховатом;

7) операции по п.5.6.2) - 5.6.6) провести для всех образцов с толщинами, соответствующими верхнему и нижнему значениям диапазона измеряемых толщин согласно табл.5.

Таблица 5

Условное обозначение преобразователя	Значение параметра шероховатости, R_z , μm	Диапазон измеряемых толщин, mm	Предел допускаемого значения дополнительной погрешности, mm
I	2	3	4
ПН2-10-4x4-Б-011	160	1,5-30	$\pm 0,1$
ПН2-5-12/2-Б-010	160	1,5-100	$\pm 0,1$
ПН2-5-12/2-Б-010	320	3 - 100	$\pm 0,2$

Толщиномер считается выдержавшим испытание, если вычисленная по п.5.6.6) разность не превышает значений, указанных в табл.5, графа 4.

5.7. Определение погрешности измерения образцов с цилиндрической поверхностью при минимально допускаемом радиусе кривизны проводить на образцах толщины криволинейных из комплекта KUCOT 180 и образца МТ8-0 с каждым из преобразователей следующим образом:

1) подготовить толщиномер к работе, проделав операции по пп.5.2.1-5.2.3, и провести его встировку по п.5.4.1 для преобразователя ПН2-10-4x4-Б-011;

2) нанести на контактирующую с преобразователем поверхность криволинейных образцов с маркировкой 3R10, 2R10, 1,5R10 из комплекта KUCOT 180 и образца МТ8-0 слой контактной смазки, установить

преобразователь на поверхность образца ЗР10, ориентируя акустический экран перпендикулярно продольной оси образца, и, вращая ось резистора " Δ " на панели управления толщиномера в небольших пределах по часовой стрелке, установить максимально возможное усиление, при котором показания цифрового индикатора толщиномера отличаются от действительного значения толщины образца по аттестату не более, чем на $\pm 0,1 \text{ мм}$;

3) установить преобразователь на поверхность образцов ЗР10; ЗР10; I,5Р10, а также на участок образца МТ8-0 с толщиной $1,2 \text{ мм}$, ориентируя акустический экран преобразователя перпендикулярно продольной оси образцов, произвести измерение толщины и записать показания цифрового индикатора на всех образцах; измерения на каждом из образцов проводить пять раз, определить среднее арифметическое из пяти измерений;

4) определить погрешность измерений как разность среднего арифметического из пяти измерений и действительного значения толщины, указанного в свидетельстве об аттестации, округленного до ближайшего числа с точностью до десятых долей миллиметра;

5) провести калибровку толщиномера по п.5.4.1 для преобразователя ПИ2-5-12/2-Е-010, установить преобразователь на поверхность образца с маркировкой ЗР30, ориентируя акустический экран преобразователя перпендикулярно оси образца, выполнить пять измерений толщины, при каждом измерении записать показания цифрового индикатора, определить среднее арифметическое из пяти измерений, после чего сделать операции по п.5.7.4);

Толщиномер считается выдержавшим испытание, если разность показаний, определенная в пп.5.7.4), 5.7.5), не превышает $\pm 0,1 \text{ мм}$.

5.8. Определение абсолютной погрешности измерений толщины непараллельных образцов проводить на образцах непараллельных из комплекта КУСОТ 180 для каждого входящего в комплект толщиномера преобразователя следующим образом:

1) подготовить толщиномер к работе, сделав операции по пп.5.2.1-5.2.3, и провести калибровку по п.5.4.1 для образцов из стали 40Х13 с одним из преобразователей из комплекта толщиномера;

2) измерить с помощью штангенциркуля расстояние L , от ушка, равнойся в движок 2 на рис.2 боковой поверхности преобразователя до линии акустического экрана в плоскости излучающей поверхности преобразователя;

3) установить на образец толщины непараллельный с непараллельностью рабочих поверхностей на базе 100 мм I7630 μm в диапазоне воспроизводимых толщины $0,2-60 \text{ мм}$ нониус I, как показано на рис.2, чтобы он свободно скользил по образцу (нониус входит в состав отсчетных механизмов, поставляемых в комплекте образцов толщины непараллельных);

4) вычислить показания линейки 5 для значений толщины $1,2, 10, 20, 30, 50 \text{ мм}$ по формуле

$$L = \frac{H_i}{\sin \alpha} \pm a, \quad (3)$$

где L - показания линейки 5, мм ;

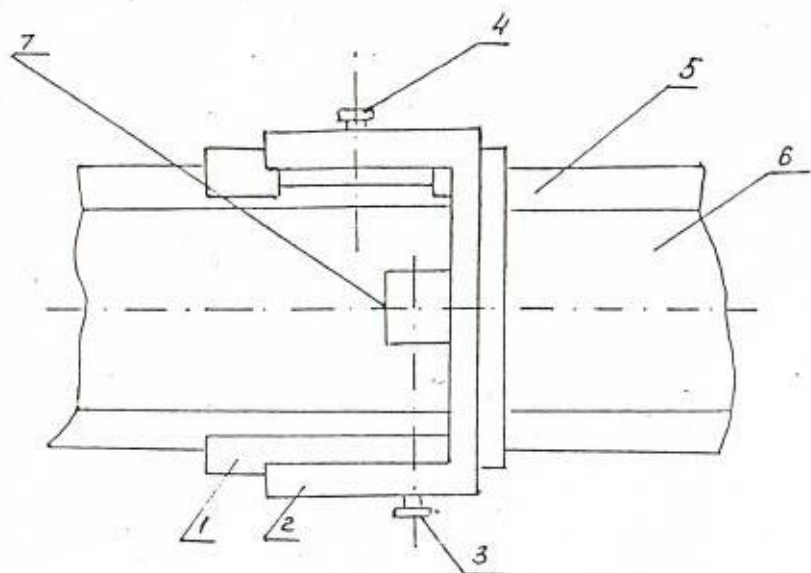
H_i - значение толщины, определяемое как кратчайшее расстояние между рабочими поверхностями в плоскости сечения, перпендикулярно нижней поверхности и боковым граням образца, мм ;

α - угол между рабочими поверхностями, град.;

a - значения параметра, учитывающего неточность изготовления образца (указано в свидетельстве на образец), мм ;

5) передвинуть по образцу толщиной нониус I до совмещения центральной (красной) риски нониуса с делением линейки, соответствующим значению L при значениях толщины, указанных в п.5.8.4) и входящих в диапазон измерения для подключенного преобразователя согласно табл.6, если вычисленное значение имеет целую численную величину при дробном значении L округлить его до первого знака после запятой и установить величину дробной части

Установка отсчётных механизмов на образец
толщины



- 1 - нониус;
2 - движок;
3 - винт;
4 - винт;
5 - линейка;
6 - образец толщины;
7 - преобразователь. Рис 2

совмещением соответствующей риски нониуса с риской линейки 5 (аналогично установки нониуса штангенциркулем), зафиксировать нониус винтом 3;

6) установить движок 2 на нониус¹ и совместить с центральной (красной) риской нониуса деление движка, соответствующее измеренному в п.5.8.2) расстоянию l_1 ; зафиксировать движок винтом 4;

7) установить преобразователь на образец таким образом, чтобы боковая поверхность преобразователя, от которой проводилось измерение расстояния l_1 в п.5.8.2), касалась поперечной движка (см.рис.2), а линия акустического экрана располагалась перпендикулярно продольной оси образца, записать показания цифрового индикатора; измерения провести пять раз, определить среднее арифметическое из пяти измерений;

8) проделать операции п.п.5.8.5)-5.8.7) для всех преобразователей при всех значениях толщин, указанных в п.5.8.4) и входящих в диапазон измерений, указанный в табл.6 для подключенного преобразователя.

Таблица 6

Условное обозначение преобразователя	Диапазон измерений, мм	Предел допустимого значения погрешности, мм
ПН2-10-4x4-Б-0И	1-10	$\pm 0,3$
ПН2-10-4x4-Б-0И	10-30	$\pm (0,2+0,01X)$
ПН2-5-12/2-Б-010	3-10	$\pm 0,3$
ПН2-5-12/2-Б-010	10-50	$\pm (0,2+0,01X)$

Толщиномер считается выдержавшим испытание, если разность показаний индикатора толщиномера по п.5.8.7), 8) и указанных в п.5.8.4) соответствующих значений толщины не превышает значения погрешности указанных в табл.6.