

СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО

**СТРОЙПРИБОР**

ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



**КОМПЛЕКТ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ  
ОБРАЗЦОВ ТОЛЩИНЫ И  
СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ  
УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН  
СП001**

**ПАСПОРТ**



**СОГЛАСОВАНО:**

Раздел 4: «Методика поверки»

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»



**В. Н. Яншин**

«29» мая 2008 г.

**Челябинск 2008**

## 1 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДЕЛИИ

Комплекты ультразвуковых образцов толщины и скорости распространения ультразвуковых волн СП001 (далее – комплекты образцов) предназначены для проведения поверки прибора ультразвукового УКС-МГ4 и подобных ему средств акустического неразрушающего контроля:

- диапазона измерений интервалов времени распространения ультразвуковых волн;
- диапазона измерений скоростей распространения ультразвуковых волн;
- пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерений интервалов времени распространения ультразвука;
- пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерений скорости распространения ультразвука.

Комплект состоит из 3-х образцов: СП001-1, СП001-2 и СП001-3.

## 2 КОМПЛЕКТНОСТЬ

Таблица 1

№	Наименование	Колич.
1	Образец СП001-1	1 шт.
2	Образец СП001 -2	1 шт.
3	Образец СП001 -3	1 шт.
4	Упаковочный кейс	1 шт.
5	Паспорт	1 шт.

## 3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 2

Образец СП001-1	
Номинальное значение толщины, мм	60
Пределы допускаемых отклонений толщины, мм	$\pm 0,5$
Пределы допускаемых отклонений от плоскостности торцевых поверхностей, мм	0,05
Пределы допускаемых отклонений от параллельности торцевых поверхностей, мм	0,05
Номинальное значение скорости продольной волны, м/с	2740
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности скорости распространения продольной волны, м/с	$\pm 40$
Габаритные размеры (диаметр x толщина), мм	60×60
Масса, г	200

Образец СП001-2	
Номинальное значение толщины, мм	70
Пределы допускаемых отклонений толщины, мм	$\pm 0,5$
Пределы допускаемых отклонений от плоскостности торцевых поверхностей, мм	0,05
Пределы допускаемых отклонений от параллельности торцевых поверхностей, мм	0,05
Номинальное значение скорости продольной волны, м/с	2740
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности скорости распространения продольной волны, м/с	$\pm 40$
Габаритные размеры (диаметр х. толщина), мм	60×70
Масса, г	235
Образец СП001-3	
Номинальное значение толщины, мм	140
Пределы допускаемых отклонений толщины, мм	$\pm 0,5$
Пределы допускаемых отклонений от плоскостности торцевых поверхностей, мм	0,05
Пределы допускаемых отклонений от параллельности торцевых поверхностей, мм	0,05
Номинальное значение скорости продольной волны, м/с	2740
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности скорости распространения продольной волны, м/с	$\pm 40$
Габаритные размеры (длина х ширина х высота), мм	140×60×50
Масса, г	450

## 4 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок комплекта ультразвуковых образцов толщины и скорости распространения ультразвуковых волн СП001

Интервал между поверками - два года.

### 4.1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

4.1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 3.

4.1.2 В случае отрицательного результата при проведении одной из операций, поверку комплекта образцов прекращают, а сам комплект образцов признают не прошедшим поверку.

Таблица 3

Наименование	Номер пунктов методики поверки	Обязательность проведения операций поверки при:	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	4.6.1	да	да
Определение действительных значений толщины образцов, входящих в комплект СП001, а также погрешности измерений толщины образцов	4.6.2	да	да
Определение отклонений от параллельности и плоскостности торцевых поверхностей образцов	4.6.3	да	да
Определение скорости распространения продольной ультразвуковой волны в образцах комплекта СП001, а также пределов допускаемой основной абсолютной погрешности скорости	4.6.3, 4.6.4, 4.6.5	да	да

#### 4.2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяются средства измерений, указанные в таблице 4.

Таблица 4

Наименование СИ	Тип СИ	Основные технические характеристики СИ
Генератор импульсов	Г5-54	Длительность импульсов от 0,1 до 1000 мкс
Генератор импульсов	Г5-63	Длительность импульсов от 0,1 до 1000 мкс
Частотомер	ЧЗ-63/3	Диапазон измерения длительности импульса от 20 нс до 100 с, ПГ $\pm 7$ нс
Осциллограф	TDS 2002B	
Пьезоэлектрический преобразователь (ПЭП)	П111-1,8-К20	Частота максимума преобразования $(1,8 \pm 0,09)$ МГц
Линейка лекальная	ЛД80	КТ2
Микрометр гладкий	МК	от 50 до 150 мм, КТ2

Наименование СИ	Тип СИ	Основные технические характеристики СИ
Набор щупов	№2	КТ2

**ПРИМЕЧАНИЕ** - При поверке допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие требуемую точность, определенных метрологических характеристик.

#### **4.3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЯ**

Поверку проводят специально обученные специалисты, аттестованные в качестве поверителей органами государственной метрологической службы, изучившие эксплуатационную документацию на комплект ультразвуковых образцов СП001.

#### **4.4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

4.4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.3.019-80.

4.4.2 Освещенность рабочего места поверителя должна соответствовать требованиям санитарных правил СП 2.2.1.1312-03.

#### **4.5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ**

4.5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены нормальные условия по ГОСТ 8.395-80, температура окружающего воздуха  $(20\pm 2)$  °С, относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %, атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (630..800 мм рт. ст).

4.5.2 Комплект образцов СП001, представленный на поверку, должен быть снабжен паспортом и свидетельством о поверке.

4.5.3 Поверяемый комплект образцов СП001 и средства поверки следует подготовить к работе в соответствии с технической документацией на них, а также:

- подготовить рабочее место поверителя, очистив поверочный столик и протерев его мягкой ветошью;
- выдержать средства поверки иверяемый комплект образцов в помещении, где проводят поверку, не менее 12 ч при температуре  $(20\pm 2)$  °С;
- при наличии смазки на поверхностях образцов удалить ее с помощью чистой хлопчатобумажной ткани и протереть авиационным бензином по ГОСТ 1012-72;

Примечание - Ветошь, применяемая для протирания образцов, не должна содержать твердых включений.

## 4.6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие образцов чертежам предприятия-изготовителя, маркировке, упаковке и комплектности, а также отсутствие в образцах видимых дефектов.

4.6.1 Проверку действительных значений толщин, параллельность торцевых поверхностей образцов, а также пределов допускаемой основной абсолютной погрешности толщины проводить с помощью микрометра в десяти сечениях.

Провести измерение толщины образца с помощью микрометра в десяти сечениях.

Определить отклонение от параллельности торцевых поверхностей образцов ( $\Delta h$ ) как наибольшую разность результатов измерения:

$$\Delta h = h_{\max} - h_{\min},$$

где  $h_{\max}$  – максимальное значение толщины образца,  
 $h_{\min}$  – минимальное значение толщины образца.

Обработку результатов измерений провести в соответствии с ГОСТ 8.207.76. В том случае, когда не проводят оценку гипотезы принадлежности результатов наблюдений нормальному распределению, обработку результатов проводят по нижеприведенной методике.

Найти оценку толщины  $\bar{h}$  как выборочное среднее (среднее арифметическое по данной выборке) значение результата измерений  $\bar{h}$ :

$$\bar{h} = \bar{h} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i \quad (1)$$

где  $n$  – число измерений;

4.6.1.1 Рассчитать оценку случайной погрешности среднего значения как выборочное стандартное отклонение среднего арифметического:

$$S_{\bar{h}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2}{(n-1)}}, \quad (2)$$

4.6.1.2 Найти оценку  $\sigma_{h, \text{сист}}$  систематической погрешности:

$$\sigma_{h, \text{сист}} = \sqrt{\sigma_{h, \text{дел}}^2 + \sigma_{h, \text{эо}}^2 + \sigma_{h, \text{до}}^2}, \quad (3)$$

При этом оценить  $\sigma_{h, \text{приб}}$  погрешность прибора приблизительно как:

$$\sigma_{h, \text{приб}} = \frac{\Delta_{h, \text{до}}}{3}, \quad (4)$$

где  $\Delta_{h, \text{до}}$  – предельная погрешность средства измерения;

Вычислить значение  $\sigma_{h,окр}$  стандартного отклонения погрешности округления по формуле:

$$\sigma_{h,i\dot{\epsilon}\delta} = \frac{\omega_h}{\sqrt{12}}, \quad (5)$$

где  $\omega_h$  – дискретность измерения.

Стандартное отклонение для погрешности метода  $\sigma_{h,мет}$  не определять. Получить оценку итоговой систематической погрешности:

$$\sigma_{h,\tilde{\epsilon}\tilde{\delta}} \approx \sqrt{\sigma_{h,i\dot{\epsilon}\delta}^2 + \sigma_{h,i\dot{\epsilon}\delta}^2}, \quad (6)$$

4.6.1.3 Считая систематическую и случайную погрешности независимыми, найти величину стандартного отклонения суммарной погрешности:

$$\sigma_{h,\tilde{\delta}\tilde{\epsilon}} = \sqrt{S_{\tilde{h}}^2 + \sigma_{h,\tilde{\epsilon}\tilde{\delta}}^2}, \quad (7)$$

4.6.1.4 Определить доверительный интервал для суммарной погрешности по формуле:

$$\Delta_{h,\tilde{\delta}\tilde{\epsilon}} = \gamma_{\alpha} \cdot \sigma_{h,\tilde{\delta}\tilde{\epsilon}}, \quad (8)$$

$\gamma_{\alpha}$  – коэффициент Чебышева. При доверительной вероятности  $P = 0,95$ ,  $\gamma_{\alpha} = 4,47$ .

Образцы, входящие в комплект СП001, считают выдержавшим поверку, если результаты измерений соответствуют требованиям, приведённым в таблице 2.

4.6.2 Определение отклонение от плоскостности торцевых поверхностей образцов (плоскость А, приложение 3) произвести при помощи линейки и комплекта щупов.

Образцы, входящие в комплект СП001, считают выдержавшим поверку, если результаты измерений соответствуют требованиям, приведённым в таблице 2.

4.6.3 Определение скорости распространения ультразвуковой волны в образцах СП001, а также пределов допускаемой основной абсолютной погрешности скорости проводить в следующей последовательности.

4.6.3.1 При поверке использовать стенд, собранный из средств измерения указанных в таблице 4. Схема соединения аппаратуры для выполнения этих проверок приведена на рисунке 1.

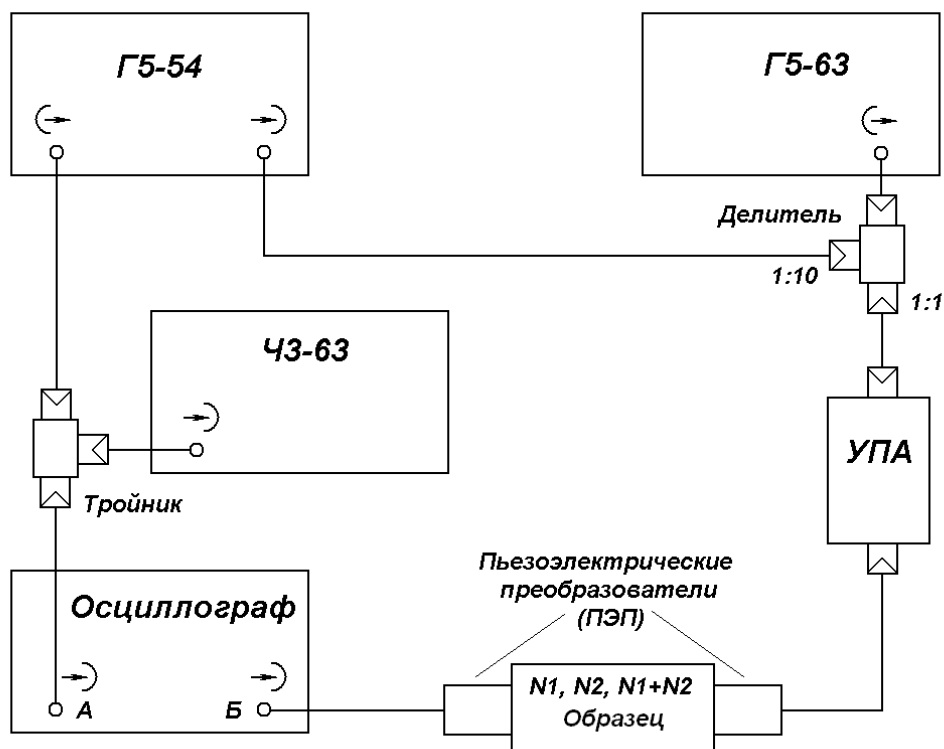


Рисунок 1 - Схема установки для измерений времени распространения ультразвуковой волны в образцах.

4.6.3.2 Стенд работает следующим образом. Генератор Г5-63 генерирует прямоугольные импульсы длительностью равной половине периода собственных колебаний ПЭП. Через устройство повышения амплитуды (УПА) электрический импульс подается на излучающий ПЭП П111-1,8-К20. Излучающий ПЭП возбуждает в поверяемом образце продольную ультразвуковую волну. Пройдя через образец ультразвуковая волна попадает на приемный ПЭП, где преобразуется в электрический сигнал. Электрический сигнал от приемного ПЭП поступает на один из каналов осциллографа TDS 2002B. Передним фронтом импульса генератора Г5-63 через делитель напряжения запускается генератор Г5-54. Генератором Г5-54 формируется прямоугольный импульс, который поступает на другой канал осциллографа. Длительность импульса генератора Г5-54 измеряется частотомером ЧЗ-63/3.

4.6.3.3 Следует установить следующий режим работы приборов:

- включить генератор импульсов Г5-54 в режим формирования прямоугольных импульсов длительностью 0,3 мкс, период повторения импульсов  $0,01 \div 0,04$  с. Генератор Г5-63 установить в ждущий режим с запуском положительным импульсом;
- установить положительную полярность выходных импульсов генераторов;
- установить амплитуду выходного импульса генератора Г5-54 равной 1 В, а амплитуду импульса генератора Г5-63 не менее 60 В;



- длительность импульса генератора Г5-54 установить в зависимости от времени прохождения ультразвуковой волны по поверяемому образцу (для образца СП001-01 длительность импульса 22 мкс).

4.6.3.4 Определение времени распространения ультразвуковой волны по образцам нужно производить в следующей последовательности:

1) Включить питание всех приборов стенда и дать им прогреться в течение 30 минут.

2) Смазать рабочие поверхности ПЭП П111-1,8-К20 контактной жидкостью (касторовое масло ГОСТ 6990-75), установить их соосно на поверяемом образце СП001-01 и прижать с усилием 5 – 10 кг.

3) Изменяя длительность импульса генератора Г5-54, совместить на экране осциллографа задний фронт осциллограммы импульса генератора с максимумом первого вступления осциллограммы сигнала приемного ПЭП (рисунок 2).

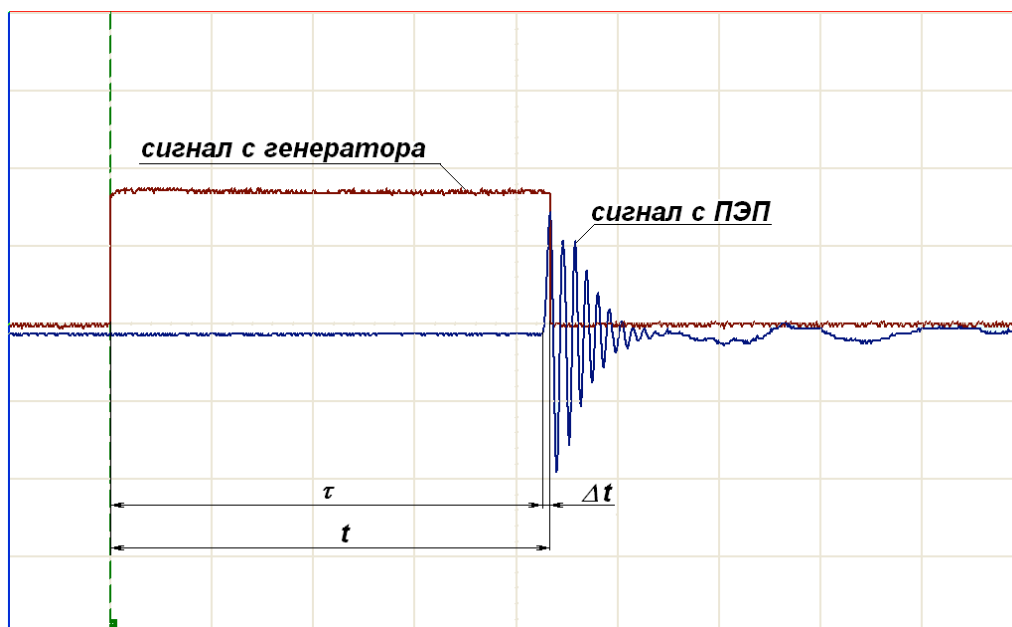


Рисунок 2 – Осциллограммы сигналов.

Определить длительность импульса ( $t_1$ ) генератора Г5-54 по показаниям частотомера ЧЗ-63/3.

4) Произвести десять повторных измерений длительности импульса генератора Г5-54, каждый раз, повторно устанавливая ПЭП на поверхность образца (п.2; п.3).

5) Повторить измерения (п.2; п.3; п.4) для образцов СП001-2, СП001-3 и образцов СП001-1 и СП001-2 сложенных вместе через контактную смазку (касторовое масло ГОСТ 6990-75).

4.6.3.5 Вычислить среднеарифметическое значение длительности импульса генератора Г5-54 при измерении времени распространения ультразву-

ковых волн в образцах СП001-1 ( $t_1$ ), СП001-2 ( $t_2$ ), СП001-3 ( $t_3$ ) и образцах СП001-1 и СП001-2 ( $t_{12}$ ) сложенных вместе по формулам:

$$\begin{aligned}\bar{t}_1 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{i1}, \\ \bar{t}_2 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{i2}, \\ \bar{t}_3 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{i3}, \\ \bar{t}_{12} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{i12},\end{aligned}\tag{9}$$

где  $n$  – количество измерений.

4.6.3.6 Вычислить величину электроакустической задержки стенда ( $\Delta t$ ) и время прохождения ультразвуковой волны через образцы СП001-1 ( $\tau_1$ ), СП001-2 ( $\tau_2$ ) и СП001-3 ( $\tau_3$ ):

$$\begin{aligned}\Delta t &= (\bar{t}_1 + \bar{t}_2) - \bar{t}_{12}, \\ \bar{\tau}_1 &= \bar{t}_1 - \Delta t, \\ \bar{\tau}_2 &= \bar{t}_2 - \Delta t, \\ \bar{\tau}_3 &= \bar{t}_3 - \Delta t.\end{aligned}\tag{10}$$

4.6.3.7 Оценку  $c$  скорости ультразвуковой волны в образцах найти по формуле:

$$c = \frac{\bar{h}}{\bar{\tau}}\tag{11}$$

где  $\bar{h}$  – оценка толщины образца по пункту 4.6.1

4.6.3.8 Рассчитать оценку случайной погрешности среднего значения как выборочное стандартное отклонение среднего арифметического:

$$S_{\bar{\tau}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\tau_i - \bar{\tau})^2}{(n-1)}},\tag{12}$$

4.6.3.9 Погрешность  $\Delta c$  оценки скорости вычислить следующим образом:

Вычислить выборочное стандартное отклонение случайных  $S_c$  и стандартное отклонение  $\sigma_{c, \text{сист}}$  систематических ошибок:

$$S_{\tilde{n}} = \sqrt{\left(\frac{\partial c}{\partial h}\Big|_{h,t}\right)^2 \cdot S_h^2 + \left(\frac{\partial c}{\partial \tau}\Big|_{h,t}\right)^2 \cdot S_t^2} = \sqrt{\left(\frac{2}{t}\right)^2 \cdot S_h^2 + \left(\frac{2h}{t^2}\right)^2 \cdot S_t^2}, \quad (13)$$

$$\sigma_{c,\tilde{n}\tilde{e}\tilde{n}\tilde{o}} = \sqrt{\left(\frac{\partial c}{\partial h}\Big|_{h,t}\right)^2 \cdot \sigma_{h,\tilde{n}\tilde{e}\tilde{n}\tilde{o}}^2 + \left(\frac{\partial c}{\partial \tau}\Big|_{h,t}\right)^2 \cdot \sigma_{\tau,\tilde{n}\tilde{e}\tilde{n}\tilde{o}}^2} = \sqrt{\left(\frac{2}{t}\right)^2 \cdot \sigma_{h,\tilde{n}\tilde{e}\tilde{n}\tilde{o}}^2 + \left(\frac{2h}{t^2}\right)^2 \cdot \sigma_{\tau,\tilde{n}\tilde{e}\tilde{n}\tilde{o}}^2} \quad (14)$$

где  $\frac{\partial c}{\partial h}\Big|_{h,t}$  – частная производная от функции (11) по переменной  $h$ , вычисленная при соответствующих оценках прямо измеряемых величин  $h, t$ .

Для оценки суммарной погрешности использовать формулу, аналогичную (7):

$$\sigma_{c,\tilde{n}\tilde{o}i} = \sqrt{S_c^2 + \sigma_{c,\tilde{n}\tilde{e}\tilde{n}\tilde{o}}^2} \quad (15)$$

Определить доверительный интервал для суммарной погрешности по формуле:

$$\Delta_{c,\tilde{n}\tilde{o}i} = \gamma_{\alpha} \cdot \sigma_{c,\tilde{n}\tilde{o}i}, \quad (16)$$

$\gamma_{\alpha}$  – коэффициент Чебышева. При доверительной вероятности  $P=0,95$ ,  $\gamma_{\alpha} = 4,47$ .

4.6.3.10 Образы СП001 считают выдержавшим поверку, если измеренное значение скорости распространения ультразвуковых колебаний соответствует таблице 2.

## 4.7. Оформление результатов поверки

4.7.1 Результаты поверки заносятся в протокол поверки (приложение 1).

4.7.2 При положительных результатах поверки выписывается свидетельство о поверке.

4.7.3 При отрицательных результатах выписывается извещение о непригодности с указанием причин.

## 5 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие комплекта образцов требованиям настоящих технических условий в течение 24 месяцев со дня ввода в эксплуатацию, но не более 2 лет с момента отгрузки потребителю, при соблюдении потребителем правил эксплуатации, транспортирования и хранения.

По всем вопросам применения комплекта ультразвуковых образцов следует обращаться на предприятие-изготовитель:

ООО «СКБ Стройприбор»

Россия, г. Челябинск, ул. Калинина, 11«Г»,  
почтовый: 454084 г. Челябинск, а/я 8538

тел./факс в Челябинске: (351) 790-16-85, 790-16-13, 790-91-78;  
в Москве: (495) 964-95-63, 220-38-58.

e-mail: [Stroypribor@chel.surnet.ru](mailto:Stroypribor@chel.surnet.ru)

**[www.stroypribor.ru](http://www.stroypribor.ru)**

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
**ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ КОМПЛЕКТА ОБРАЗЦОВ СП001**

Наименование	СП001-1	СП001-2	СП001-3
Номинальное значение толщины образца, мм			
Действительное значение толщины образца, мм			
Отклонение от номинального значения, мм			
Отклонение от параллельности			
Отклонение от плоскостности			
Действительное значение скорости распространения ультразвуковой волны в образце, м/с			
Абсолютная погрешность измерения скорости распространения ультразвуковой волны в образце, м/с			

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**  
**ИЗОБРАЖЕНИЯ КОМПЛЕКТА ОБРАЗЦОВ СП001**

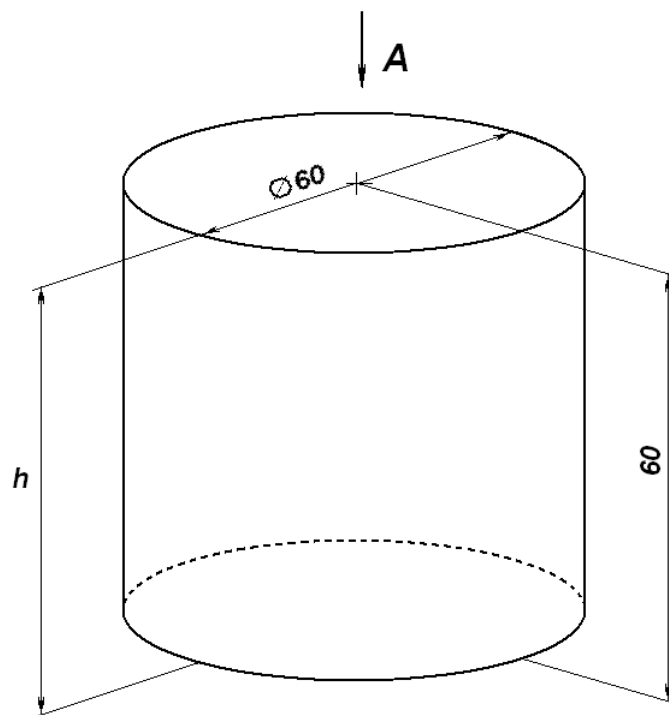


Рисунок П 2.1 – Ультразвуковой образец СП001-1

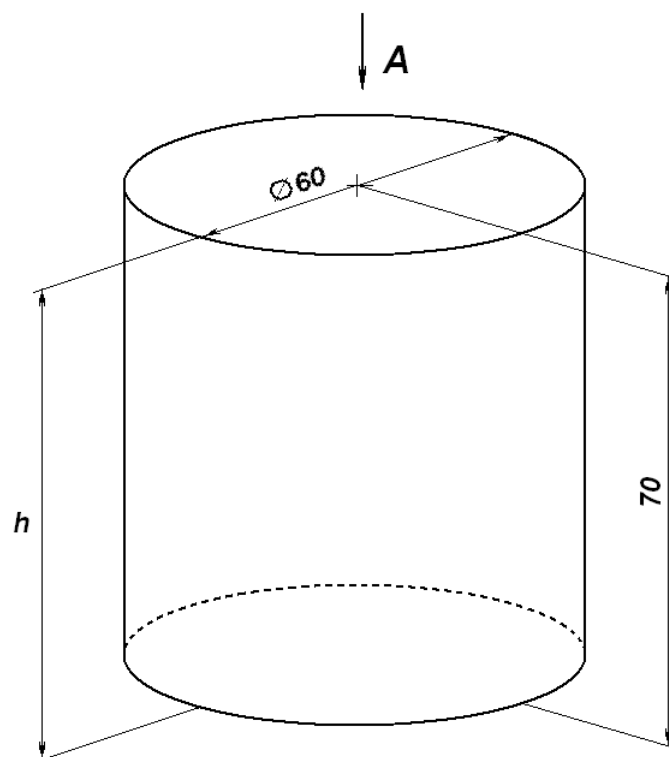


Рисунок П 2.2 – Ультразвуковой образец СП001-2

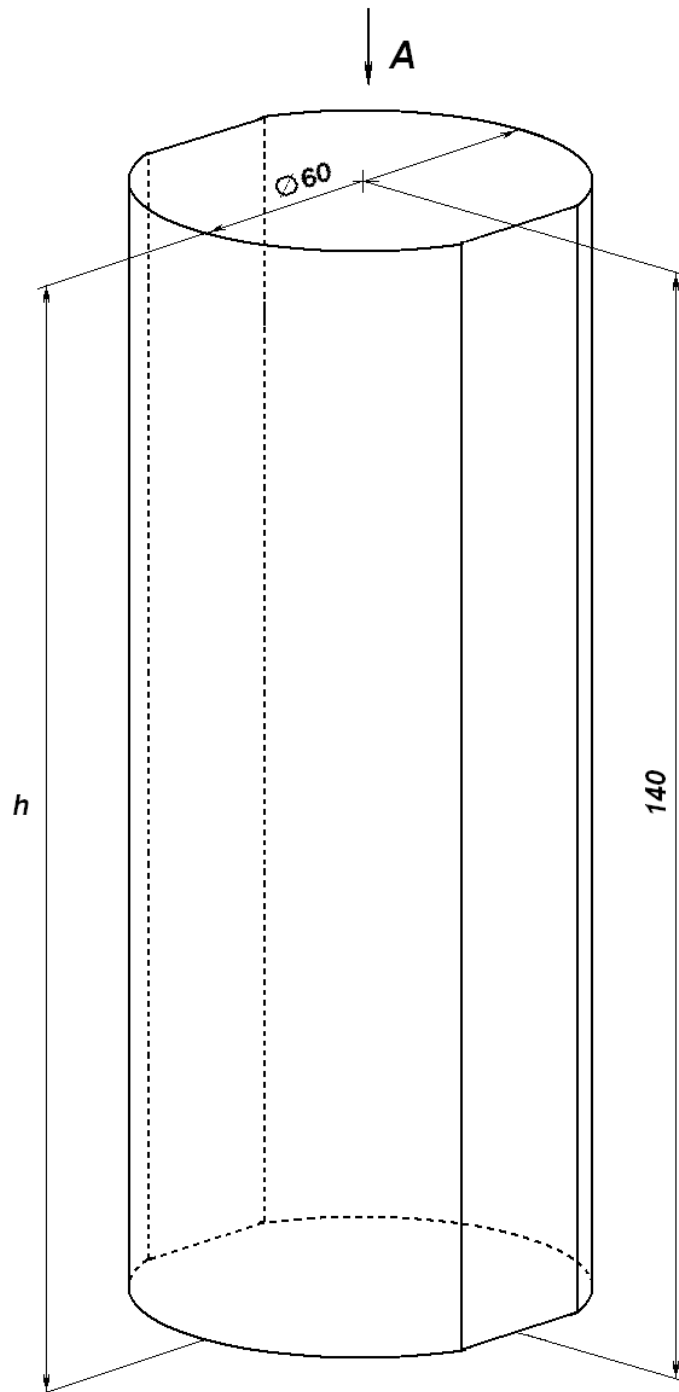
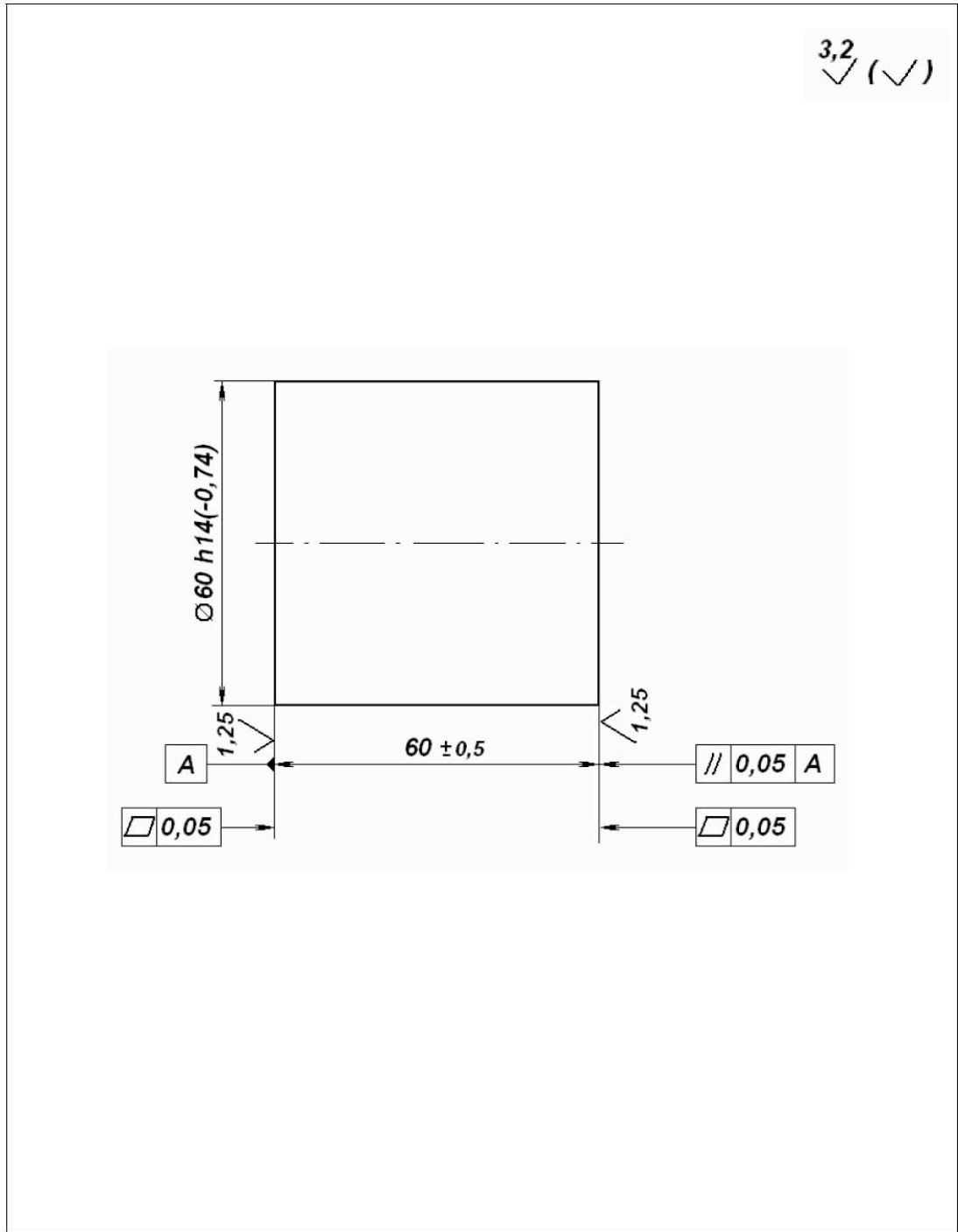


Рисунок П 2.3 – Ультразвуковой образец СП001-3

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

КОНСТРУКТОРСКИЕ ЧЕРТЕЖИ КОМПЛЕКТА ОБРАЗЦОВ СП001

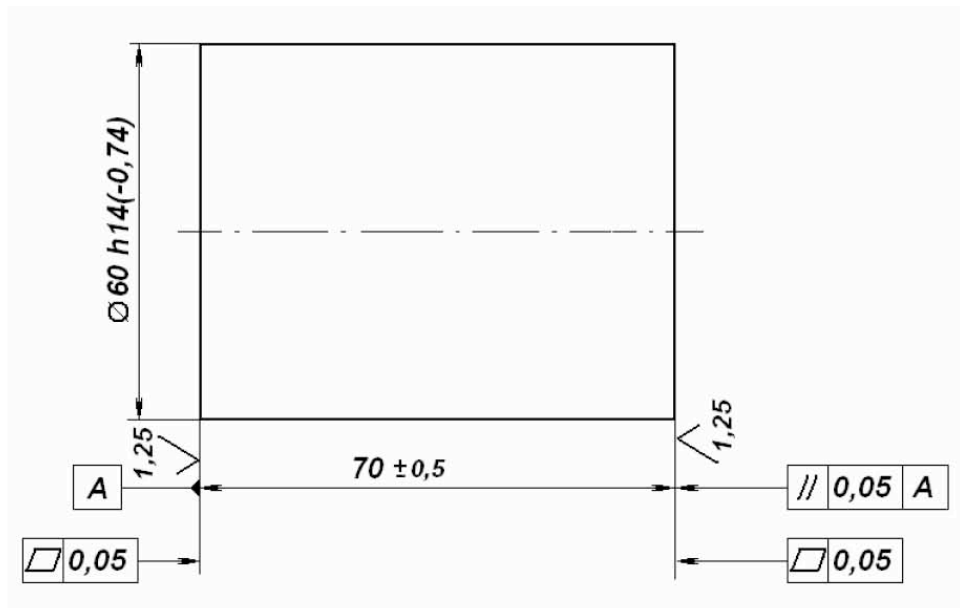


					<b>СП001-1</b>					
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	<b>Образец СП001-1</b>  _____ <b>Оргстекло ТОСП-50</b>					
Разраб.								Лит.	Лист	Листов
Пров.								ООО <b>“СКБ Стройприбор”</b>		
Н.контр.										
Утв.										

Формат А4



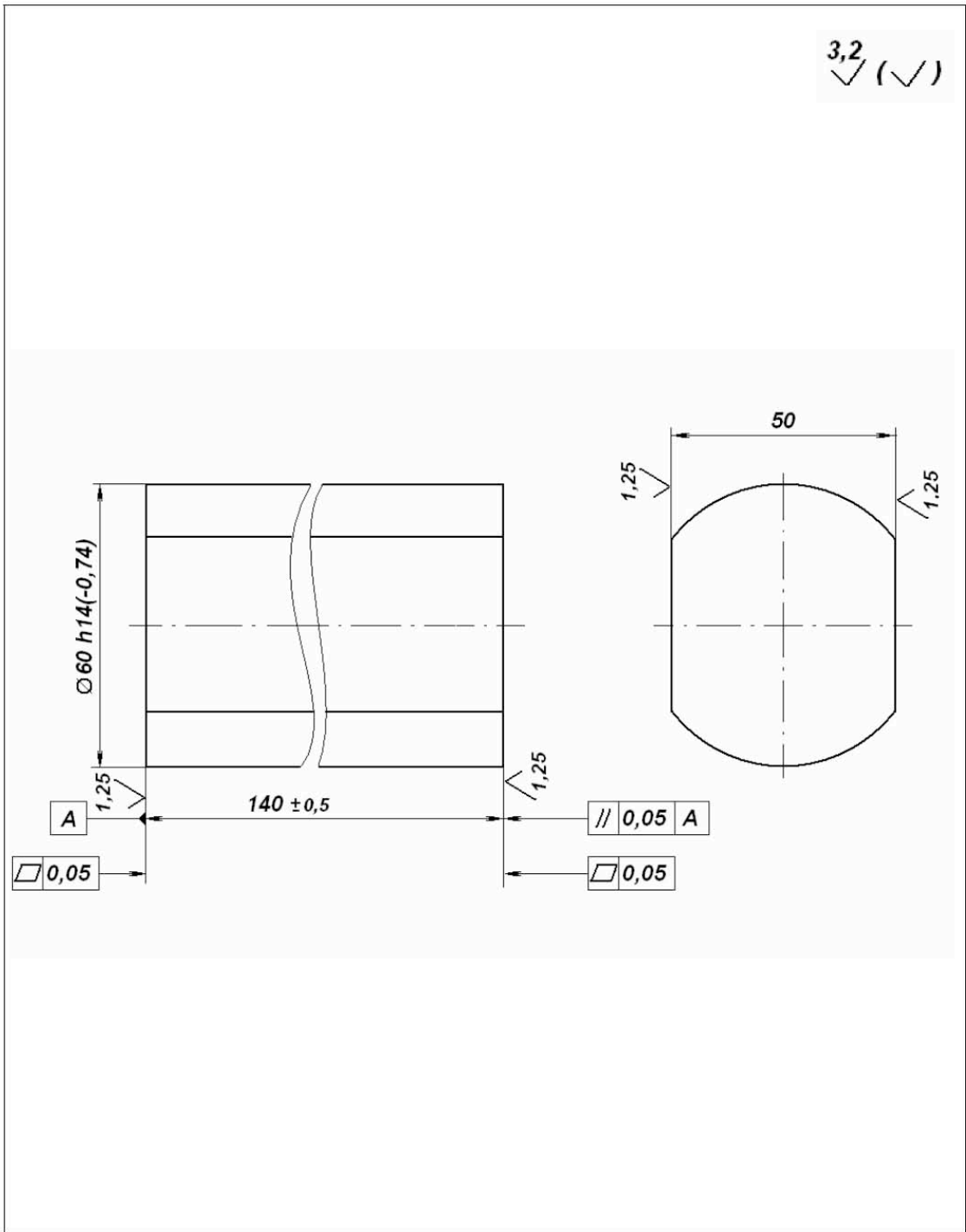
3,2  
✓ (✓)



					<b>СП001- 2</b>		
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	<b>Образец СП001-2</b>		
Разраб.							
Пров.					Лит.	Лист	Листов
Н.контр.					<b>ООО "СКБ Стройприбор"</b>		
Утв.					<b>Оргстекло ТОСП-50</b>		

Формат А4

3,2  
✓ (✓)



					<b>СП001-3</b>		
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	<b>Образец СП001-3</b>  <b>Оргстекло ТООСН-50</b>		
Разраб.							
Пров.							
Н. контр.							
Утв.							
					Лит.	Лист	Листов
					ООО <b>“СКБ Стройприбор”</b>		

Формат А4