



СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
СКБ СТРОЙПРИБОР
ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

**КОМПЛЕКТ 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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

СЕРТИФИКАТ

об утверждении типа средств измерений
№ 38170-08

Срок действия утверждения типа до 13 июня 2029 г.

НАИМЕНОВАНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
Комплекты образцов толщины и скорости распространения ультразвуковых волн
СП001

ИЗГОТОВИТЕЛЬ

Общество с ограниченной ответственностью "Специальное конструкторское бюро
Стройприбор" (ООО "СКБ Стройприбор"), г. Челябинск

ПРАВООБЛАДАТЕЛЬ

-

КОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
ОС

ДОКУМЕНТ НА ПОВЕРКУ
Паспорт СП001, раздел 4

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ 2 года

Срок действия утвержденного типа средств измерений продлен приказом Федерального
агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 апреля 2023 г. N 715.

Заместитель Руководителя

Подлинник электронного документа, подписанного ЭП,
хранится в системе электронного документооборота
Федерального агентства по техническому регулированию и
метрологии.

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат: 646070CB8580659469A85BF6D1B138C0
Кому выдан: Лазаренко Евгений Русланович
Действителен: с 20.12.2022 до 14.03.2024



«17» апреля 2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Основные сведения об изделии	5
2 Комплектность	5
3 Технические характеристики.....	5
4 Методика поверки	6
4.1 Операции поверки	6
4.2 Средства поверки	7
4.3 Требования к квалификации поверителя	8
4.4 Требования безопасности	8
4.5 Условия поверки и подготовка к ней	8
4.6 Проведение поверки.....	8
4.7. Оформление результатов поверки.....	14
5 Свидетельство о приемке.....	14
6 Гарантийные обязательства.....	15
Приложение 1.....	16
Приложение 2.....	17
Приложение 3.....	19

1 Основные сведения об изделии

1.1 Комплекты ультразвуковых образцов толщины и скорости распространения ультразвуковых волн СП001 (далее - комплекты) предназначены для проведения проверки 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.

1.2 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	± 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	± 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	± 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

Периодичность поверки – 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

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

Таблица 4

Наименование средств измерения	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 ± 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	МК	от 50 до 150 мм, КТ2
Набор щупов №2		КТ2

Примечание – При поверке допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие требуемую точность, определенных метрологических характеристик.

4.3 Требования к квалификации поверителя

4.3.1 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 $20 \pm 2^\circ\text{C}$, относительная влажность воздуха от 30 до 80 %, атмосферное давление от 86 до 106,4 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 и проверяемый комплект образцов в помещении, где проводят поверку, не менее 12 ч при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$;

– 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.

4.6.2 Провести измерение толщины образца с помощью микрометра в десяти сечениях.

Определить отклонение от параллельности торцевых поверхностей образцов (Δh) 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 \hat{h} как выборочное среднее (среднее арифметическое по данной выборке) значение результата измерений \bar{h} :

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

где n – число измерений;

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

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

4.6.2.2 Найти оценку $\sigma_{h, \text{сум}}$ систематической погрешности:

$$\sigma_{h, \text{сум}} = \sqrt{\sigma_{h, \text{приб}}^2 + \sigma_{h, \text{окр}}^2 + \sigma_{h, \text{мет}}^2}, \quad (3)$$

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

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

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

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

$$\sigma_{h, \text{окр}} = \frac{\omega_h}{\sqrt{12}}, \quad (5)$$

где ω_h – дискретность измерения.

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

$$\sigma_{h,сум} \approx \sqrt{\sigma_{h,приб}^2 + \sigma_{h,окр}^2}, \quad (6)$$

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

$$\sigma_{h,сум} = \sqrt{S_h^2 + \sigma_{h,сум}^2}, \quad (7)$$

4.6.2.4 Определить доверительный интервал для суммарной погрешности по формуле:

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

γ_α – 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.

4.6.3 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.

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

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

4.6.4.2 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. Прошедшая 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.

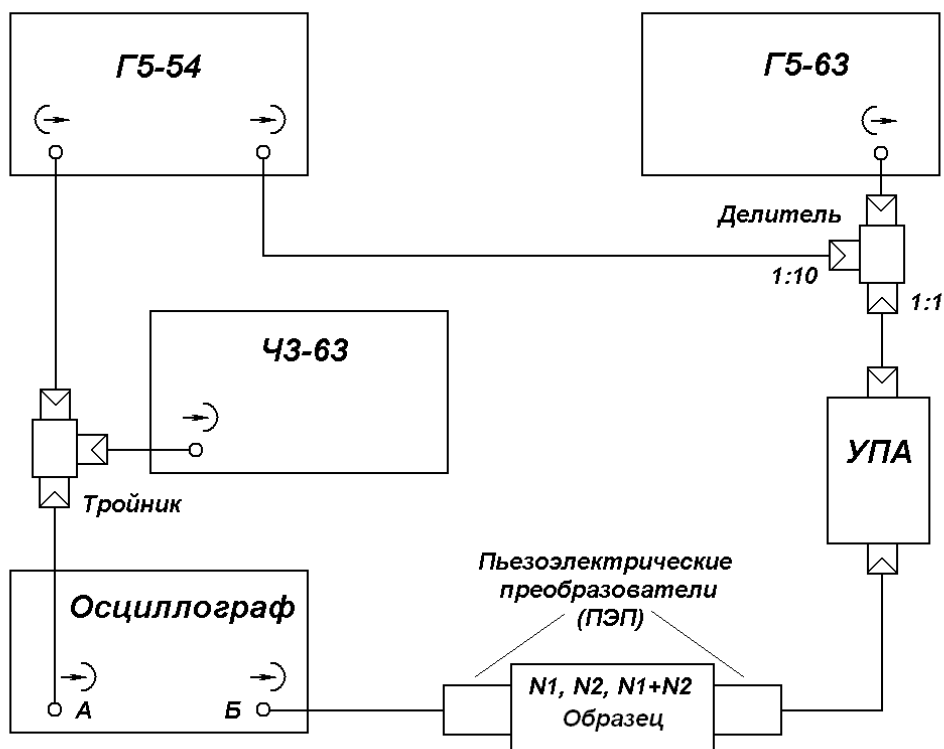


Рисунок 1 - Схема установки для измерения времени распространения ультразвуковой волны в образцах.

4.6.4.3 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).

4.6.4.4 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 (Рис.2).

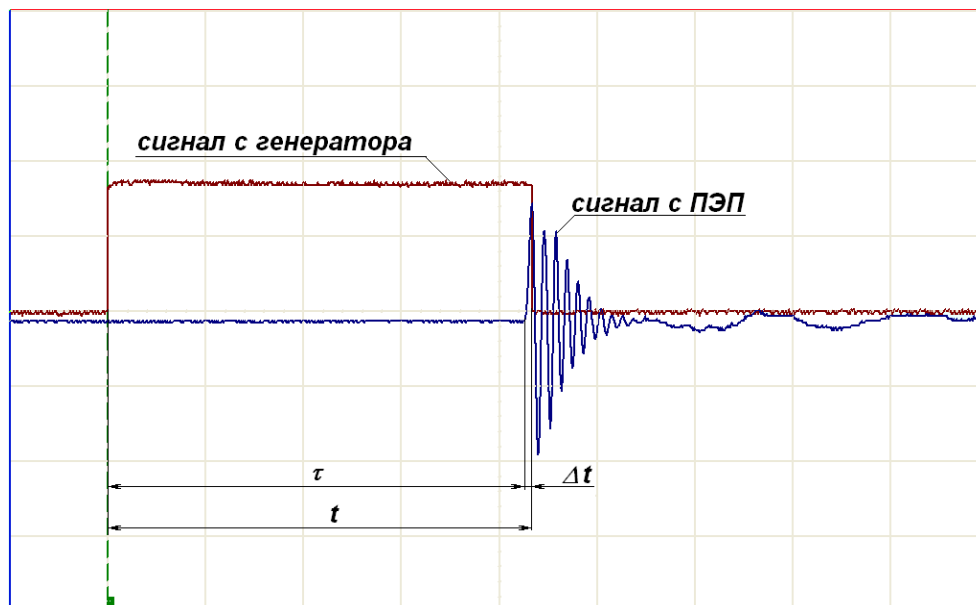


Рисунок 2 – Осциллограммы сигналов.

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).

4.6.4.5 Вычислить среднеарифметическое значение длительности импульса генератора Г5-54 при измерении времени распространения ультразвуковых 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:

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

где n – количество измерений.

4.6.4.6 Вычислить величину электроакустической задержки стенда (Δt) и время прохождения ультразвуковой волны через образцы СП001-1 (τ_1), СП001-2 (τ_2) и СП001-3 (τ_3):

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

4.6.4.7 Оценку \hat{c} скорости ультразвуковой волны в образцах найти по формуле:

$$\hat{c} = \frac{\bar{h}}{\bar{\tau}} \quad (11)$$

где \bar{h} – оценка толщины образца по пункту 0

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

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

4.6.4.9 Погрешность $\Delta \hat{c}$ оценки скорости вычислить следующим образом:

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

$$S_{\bar{h}} = \sqrt{\left(\frac{\partial c}{\partial h}\bigg|_{\bar{h}, \bar{\tau}}\right)^2 \cdot S_{\bar{h}}^2 + \left(\frac{\partial c}{\partial \tau}\bigg|_{\bar{h}, \bar{\tau}}\right)^2 \cdot S_{\bar{\tau}}^2} = \sqrt{\left(\frac{2}{\bar{\tau}}\right)^2 \cdot S_{\bar{h}}^2 + \left(\frac{2\bar{h}}{\bar{\tau}^2}\right)^2 \cdot S_{\bar{\tau}}^2}, \quad (13)$$

$$\sigma_{c, \text{сист}} = \sqrt{\left(\frac{\partial c}{\partial h}\bigg|_{\bar{h}, \bar{\tau}}\right)^2 \cdot \sigma_{h, \text{сист}}^2 + \left(\frac{\partial c}{\partial \tau}\bigg|_{\bar{h}, \bar{\tau}}\right)^2 \cdot \sigma_{\tau, \text{сист}}^2} = \sqrt{\left(\frac{2}{\bar{\tau}}\right)^2 \cdot \sigma_{h, \text{сист}}^2 + \left(\frac{2\bar{h}}{\bar{\tau}^2}\right)^2 \cdot \sigma_{\tau, \text{сист}}^2} \quad (14)$$

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

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

$$\sigma_{c, \text{сумм}} = \sqrt{S_c^2 + \sigma_{c, \text{сист}}^2} \quad (15)$$

Определить доверительный интервал для суммарной погрешности по формуле:

$$\Delta_{с.сумм} = \gamma_{\alpha} \cdot \sigma_{с.сумм} , \quad (16)$$

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

4.6.4.10 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 Свидетельство о приемке

5.1 Комплект образцов толщины и скорости распространения ультразвуковых волн СП001 № _____ соответствует требованиям НД и признан годным к эксплуатации.

Дата выпуска « ____ » _____ 20__ г.

М.П. _____
(подпись лиц, ответственных за приемку)

ПОВЕРКА ВЫПОЛНЕНА:

знак поверки (поверитель, подпись и Ф.И.О.)

Дата поверки « ____ » _____ 20__ г.

5.2 Сведения о периодической поверке

Запись о проведенной поверке	Дата и знак поверки	Подпись поверителя	Расшифровка подписи

6 Гарантийные обязательства

6.1 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.

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

ООО «СКБ Стройприбор»

Адреса: Фактический: Россия, г. Челябинск, ул. Калинина, 11«Г»,

Почтовый: 454084 г. Челябинск, а/я 8538

тел./факс в Челябинске: (351) 277-8-555;

в Москве: (495) 134-3-555.

e-mail: info@stroypribor.ru

www.stroypribor.com

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

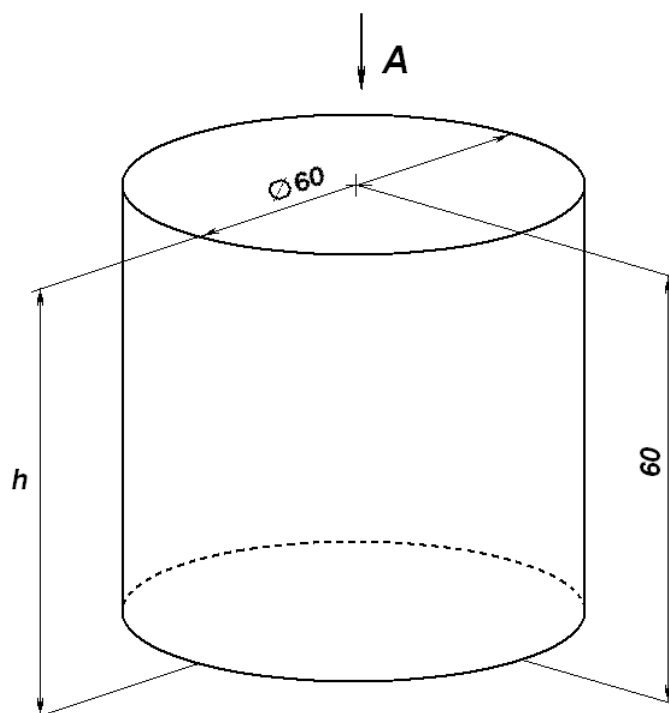


Рисунок П 2.1 Ультразвуковой образец СП001-1

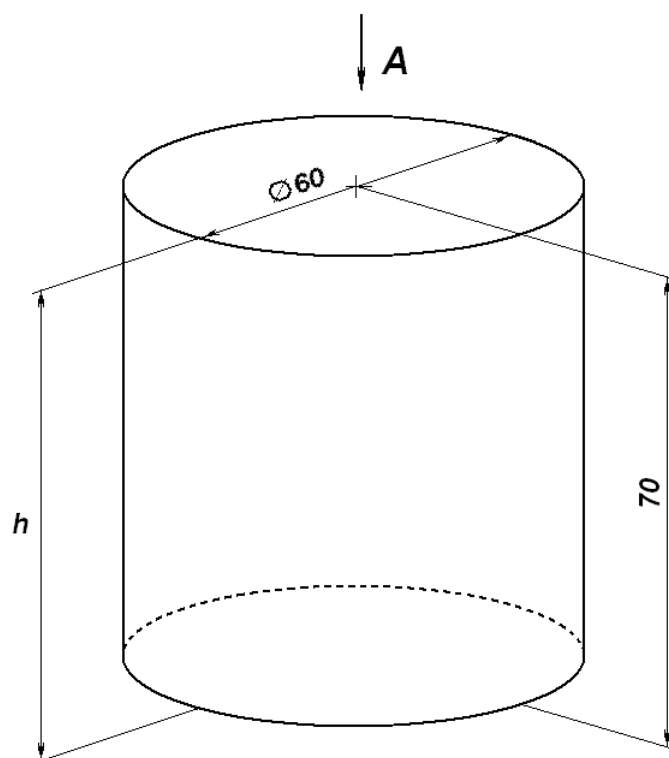


Рисунок П 2.2 Ультразвуковой образец СП001-2

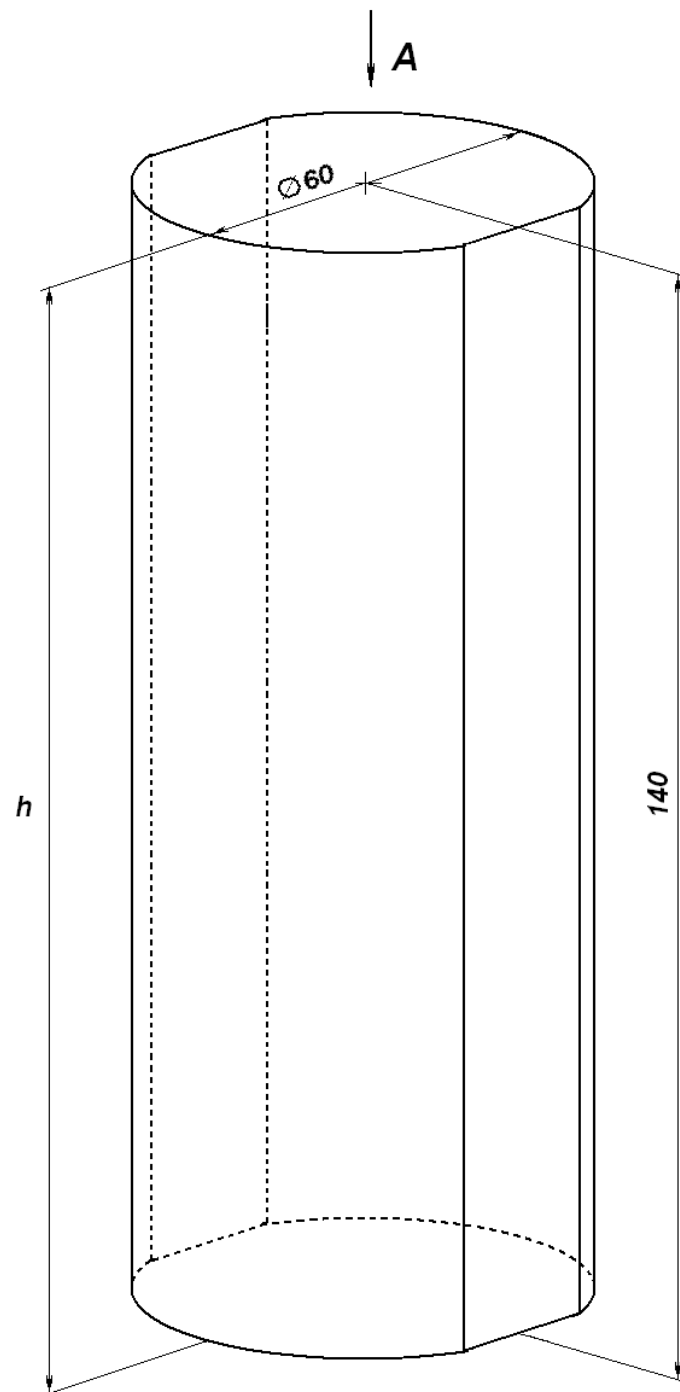
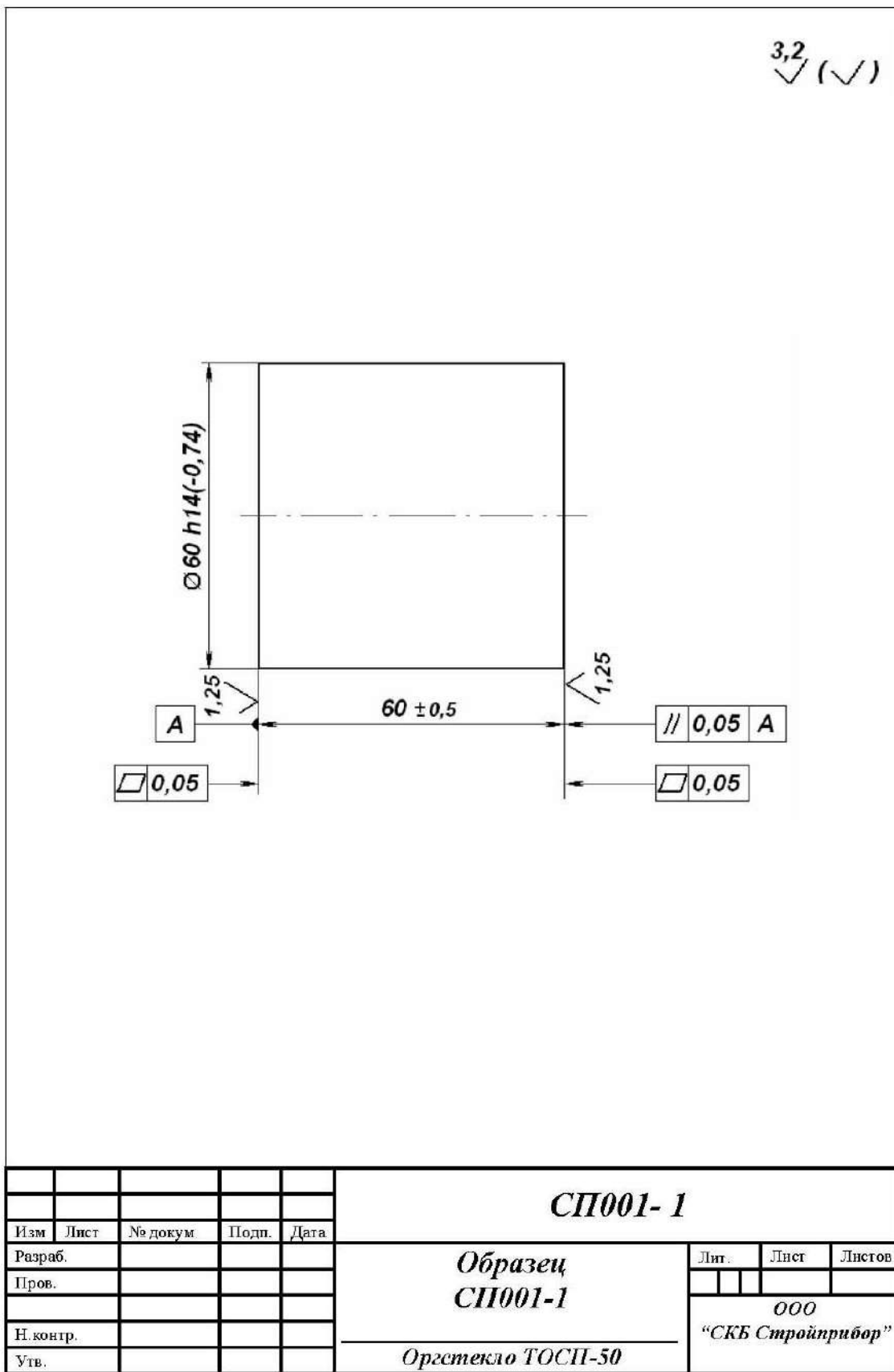


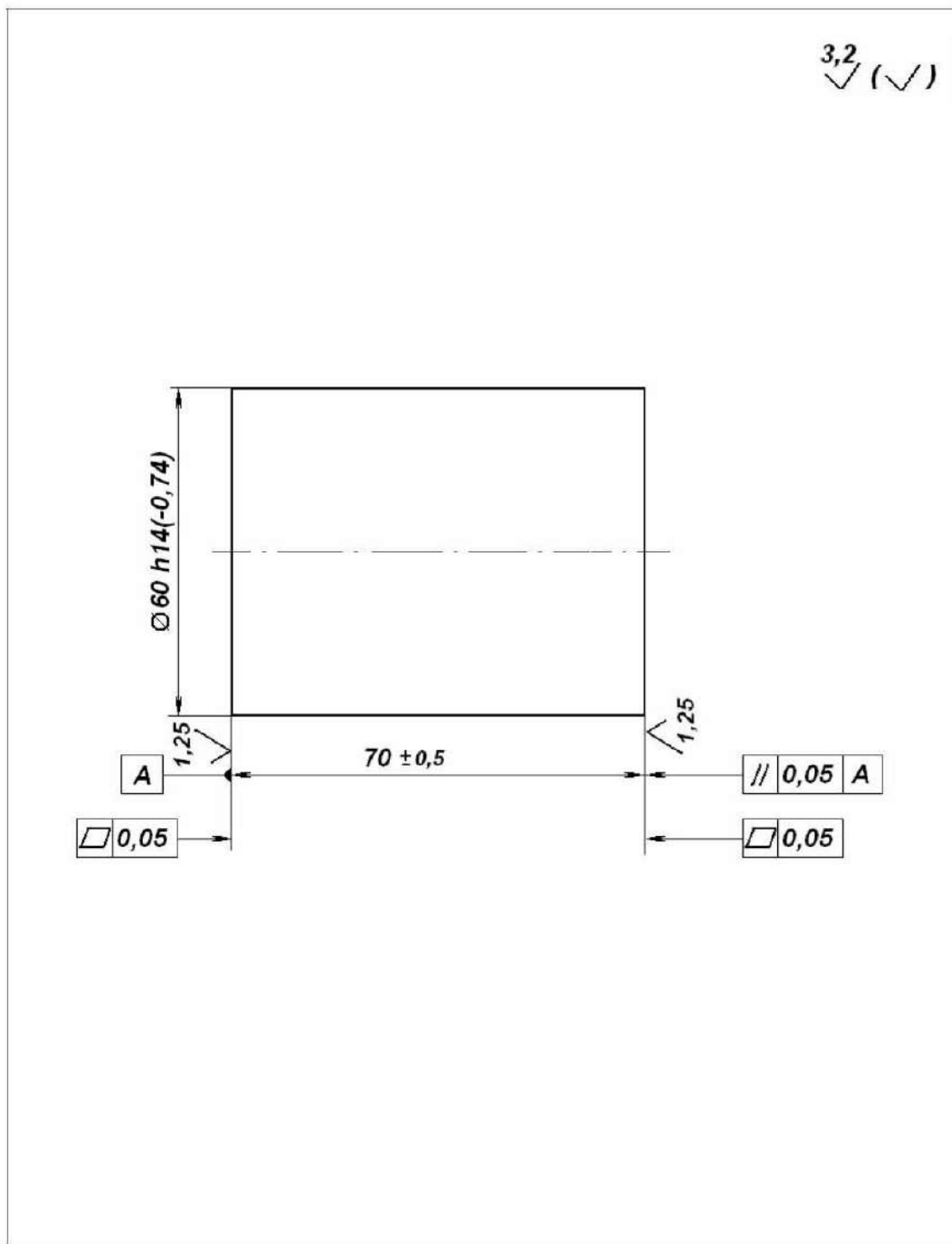
Рисунок П 2.3 Ультразвуковой образец СП001-3

Приложение 3

КОНСТРУКТОРСКИЕ ЧЕРТЕЖИ КОМПЛЕКТА ОБРАЗЦОВ СП001

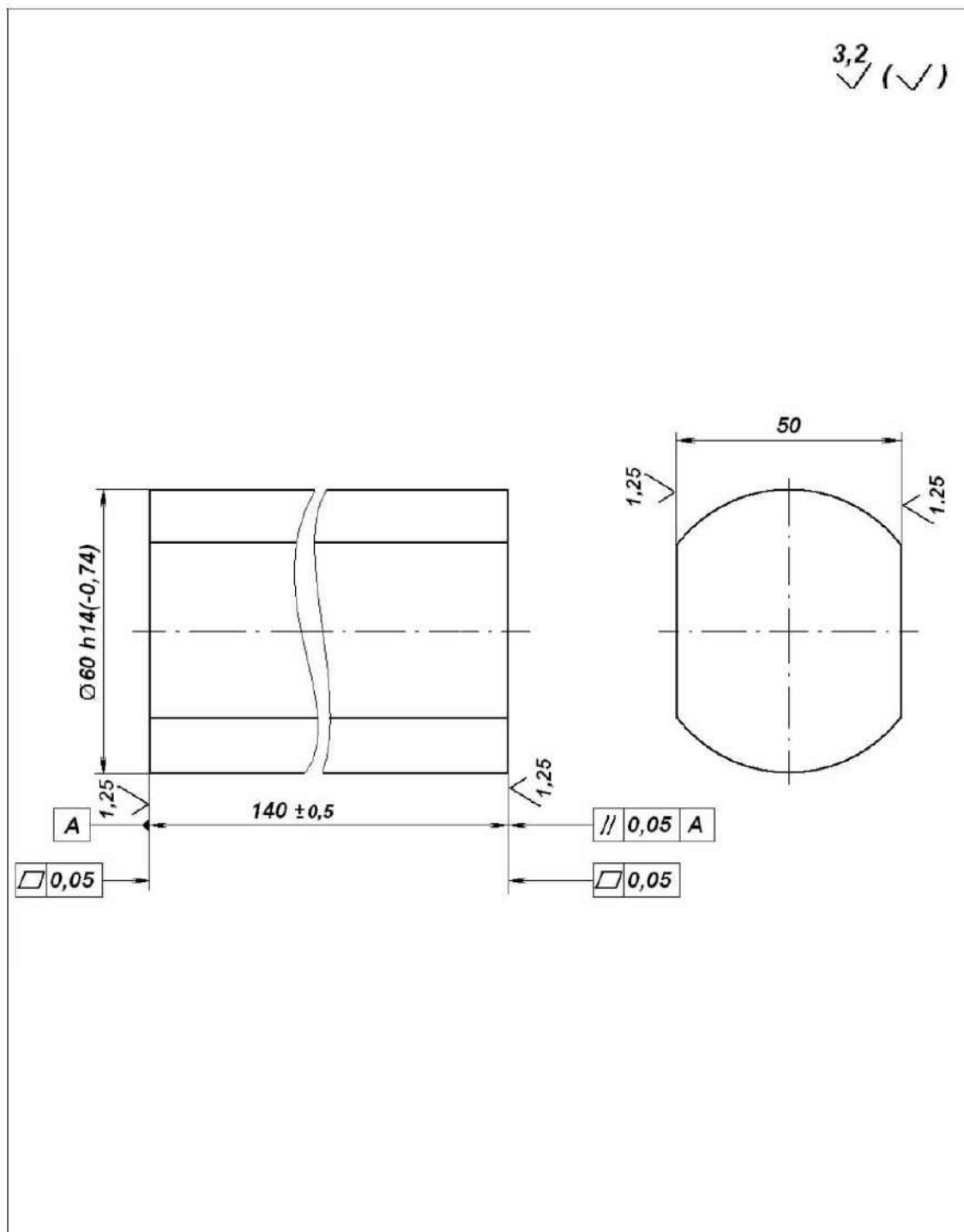


Формат А4



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

Формат А4



					СП001-3		
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Образец СП001-3		
Разраб.							
Пров.							
Н.контр.							
Утв.							
					Лит.	Лист	Листов
					ООО "СКБ Стройприбор"		
					Оргстекло ТООП-50		

Формат А4