ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

СЕРТИФИКАТ

об утверждении типа средств измерений
№ **87772-22**

Срок действия утверждения типа до **20 декабря 2027 г.**

НАИМЕНОВАНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
Приборы для измерений механических напряжений ИН-5101А

ИЗГОТОВИТЕЛЬ
Общество с ограниченной ответственностью "ИНКОТЕС" (ООО "ИНКОТЕС").
Адрес: 603163, Нижегородская обл., г. Нижний Новгород

ПРАВООБЛАДАТЕЛЬ
Общество с ограниченной ответственностью "ИНКОТЕС" (ООО "ИНКОТЕС").
Адрес: 603163, Нижегородская обл., г. Нижний Новгород

КОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
ОС

ДОКУМЕНТ НА ПОВЕРКУ
МП 2301-0338-2022

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ **1 год**

Тип средств измерений утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии **от 20 декабря 2022 г. N 3220.**

Заместитель Руководителя

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

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат: 029D109B000BAE27A64C995DDB060203A9
Кому выдан: Лазаренко Евгений Русланович
Действителен: с 27.12.2021 до 27.12.2022

Е.Р.Лазаренко

«26» декабря 2022 г.

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «20» декабря 2022 г. № 3220

Регистрационный № 87772-22

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Приборы для измерений механических напряжений ИН-5101А

Назначение средства измерений

Приборы для измерений механических напряжений ИН-5101А предназначены для измерений мембранных механических напряжений растяжения и сжатия и для измерений временных задержек между отражёнными ультразвуковыми импульсами.

Описание средства измерений

Приборы ИН-5101А измеряют мембранные (усреднённые по толщине объекта контроля) механические напряжения растяжения и сжатия в элементах оборудования и трубопроводов, изготовленных из металлических конструкционных материалов с ортотропными упругими характеристиками, в условиях упругих деформаций и локально-плоского напряженного состояния, а также, измеряют периоды следования отражённых импульсов (временных задержек между отражёнными ультразвуковыми импульсами).

Реализованный в приборе ИН-5101А принцип измерений механических напряжений основан на использовании упругоакустического эффекта (ГОСТ Р 52731), устанавливающего связь между скоростями распространения продольной и ортогонально поляризованных сдвиговых объёмных ультразвуковых волн со значениями механических напряжений в условиях одно- или двухосного напряжённого состояния. Прибор ИН-5101А обеспечивает возбуждение в контролируемых объектах 3-х видов ультразвуковых объёмных волн (2-х сдвиговых волн взаимно ортогональной поляризации и продольной волны) и регистрацию эхо-импульсным методом времён прохождения генерируемых ими отражённых сигналов (далее по тексту - временных задержек).

Определение механических напряжений в условиях локально-плоского напряжённого состояния по полученным значениям временных задержек выполняется по установленным в ГОСТ Р 52731 уравнениям акустоупругости, с помощью метрологически значимого программного компонента - «Программное обеспечение обработки сигнала», входящего в состав программного комплекса «АРМИД® – Программное обеспечение ПЭВМ».

Прибор ИН-5101А является 3-канальным специализированным микропроцессорным устройством.

Прибор состоит из:

- приёмо-передающих пьезокерамических измерительных элементов (далее - ПИЭ) продольных и сдвиговых объёмных волн ультразвукового диапазона, смонтированных в корпусе преобразователя пьезоэлектрического (далее - ПЭП), предназначенного для установки на поверхность объекта контроля (рисунок 1);
- блока обработки (рисунки 2 и 3);
- персонального компьютера (далее - ПК) с установленным программным обеспечением (далее - ПО): комплекс «АРМИД® – Программное обеспечение ПЭВМ».

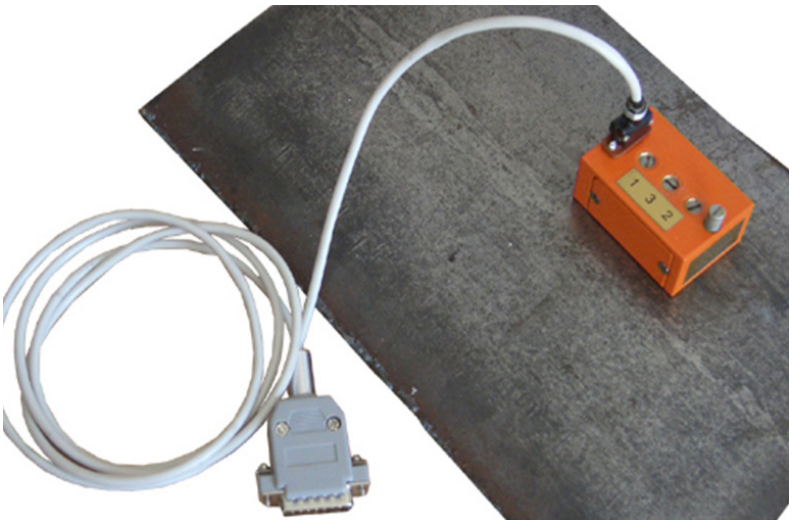

Рисунок 1 – Внешний вид ПЭП, установленного на объект контроля

Рисунок 2 – Внешний вид лицевой панели блока обработки (Исполнение 1).

Рисунок 3 – Внешний вид обратной панели блока обработки (Исполнение 1).

Пломбирование корпуса блока обработки приборов ИН-5101А производится пломбой в виде наклейки, расположенной на в месте соединения элементов корпуса.

Значения механических напряжений в элементах оборудования и трубопроводах, изготовленных из конструкционных материалов, вычисляются посредством математической обработки оцифрованных значений измеряемых задержек эхо-сигналов трёх объёмных ультразвуковых волн ортогональных поляризаций, на основании метода акустоупругости.

Измерительный компонент прибора основан на встроенном кварцевом генераторе с тактовой частотой 90,000 МГц, который обеспечивает точность измерений периодов следования отражённых импульсов (временных задержек между отражёнными ультразвуковыми импульсами).

Результат измерений временных задержек блоком обработки рассчитывается по значениям задержек между отметками пересечения нулевого уровня входным сигналом блока обработки с применением ПО, входящего в состав прибора ИН-5101А.

Вычислительный компонент прибора представлен программным обеспечением АРМИД®, производящим вычисление значений временных задержек и расчёт механических напряжений.

Алгоритм вычислений значений временных задержек заключается в подсчёте числа интервалов стробоскопического сдвига импульсов запуска АЦП (далее стробов), между отметками пересечения нулевого уровня входным сигналом блока обработки и уточнении моментов пересечения нулевого уровня с помощью регрессионного анализа. Длительность интервала между стробами, формируемого аппаратно из колебаний тактового генератора, равна половине их периода.

Приборы выпускаются в двух исполнениях. Исполнение 01 - стандартное. Исполнение 02 - взрывозащищённое.

а) б)

Рисунок 4 – Общий вид прибора ИН-5101А (без ПЭП):
а) Исполнение 1; б) Исполнение 2.

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) приборов ИН-5101А АРМИД® RU.ИНКО.00001-01 07 выполняет функции по сбору, обработке, хранению и представлению измерительной информации.

В состав ПО входят следующие комплексы:

1. Комплекс «Внутреннее программное обеспечение блока обработки», состоящий из следующих метрологически значимых компонентов (программные прошивки плат):
   - программный модуль ATMEGA88PA-AU;
   - программный модуль EPM570T100I5N;
   - программный модуль PIC16C74B-20IP.

2. Комплекс «Программное обеспечение ПЭВМ», в состав которого входят:
   - метрологически значимый компонент «АРМИД® - Программное обеспечение обработки сигнала»;
   - компонент «АРМИД® - Контроль напряженного состояния».
   - комплекс «АРМИД® - База данных»;

Программное обеспечение ПЭВМ используется совместно с операционной системой Windows NT/2000/XP/Vista/7/8/10.

Уровень защиты программных модулей комплекса «Внутреннее программное обеспечение блока обработки»: ATMEGA88PA-AU, EPM570T100I5N и PIC16C74B-20IP от непреднамеренных и преднамеренных воздействий в соответствии с Р 50.2.077-2014 - «Высокий». Конструкция СИ исключает возможность несанкционированного влияния на программные модули комплекса «Внутреннее программное обеспечение блока обработки»: ATMEGA88PA-AU, EPM570T100I5N и PIC16C74B-20IP и измерительную информацию.

Уровень защиты компонента «Программное обеспечение обработки сигнала» от непреднамеренных и преднамеренных воздействий в соответствии с Р 50.2.077-2014 - «Средний».

Влияние программного обеспечения на метрологические характеристики учтено при нормировании метрологических характеристик.

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО

Наименование программного обеспечения	АРМИД® Контроль напряженного состояния	АРМИД® Программное обеспечение обработки сигнала	Программный модуль ATMEGA88PA-AU	Программный модуль EPM570T100I5N	Программный модуль PIC16C74B-20IP
Идентификационное наименование ПО	RU.ИНКО.20 001-01 35	RU.ИНКО.20 001-01 36	RU.ИНКО.20 001-01 32	RU.ИНКО.20 001-01 33	RU.ИНКО.20 001-01 34
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.7.0.28	1.0.0.26	1.0	1.0	1.0
Цифровой идентификатор ПО	-	4A3F3171 (CRC32)	-	-	-

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристик	Значение
Диапазон измерений механических напряжений для сталей (металлов), МПа	от -600 до +600*, но не более, чем от -0,8σ_{02} до +0,8σ_{02}**
Пределы допускаемой систематической составляющей погрешности измерений механических напряжений, МПа: - в диапазоне от -120 до +120 МПа включ. - в диапазоне от -600 МПа до -120 МПа и в диапазоне от +120 МПа до +600 МПа	 ± 6 ± 0,05·$\Delta\sigma$***
Предел среднего квадратического отклонения (СКО) случайной составляющей погрешности прибора при измерении механических напряжений, МПа	4
Диапазон измерений периодов следования отражённых импульсов прибора (временных задержек между отражёнными импульсами), мкс	от 1,6 до 150,0
Пределы допускаемой погрешности измерений периодов следования отражённых импульсов прибора (временных задержек между отражёнными импульсами): - абсолютная, в диапазоне от 1,6 до 31,0 мкс включ., нс - относительная в диапазоне св. 31 до 150 мкс включ., %	 ±3,1 ± 0,01
* от 0 МПа до -600 МПа – механические напряжения сжатия, от 0 МПа до +600 МПа – механические напряжения растяжения ** σ_{02} – предел текучести условный металла объекта измерений *** $\Delta\sigma$ – измеренное значение механического напряжения	

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Характеристика	Значение
Нестабильность (СКО) показаний прибора при измерении механических напряжений без нагружения, МПа, не более	4,0
Напряжение питания от внутренних аккумуляторных батарей (5 шт. типа АА), В	от 5,5 до 7,0
Потребляемая мощность, Вт, не более	12,0
Условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %, не более - атмосферное давление, кПа	 от +15 до +30 80 от 84,0 до 106,7
Габаритные размеры блока обработки, мм: – длина, не более – ширина, не более – высота, не более	 230 220 80
Масса прибора с аккумуляторными батареями в кейсе для переноски (без ПК), кг, не более	8,0
Маркировка взрывозащиты	2Ex nA IIB T6 Gc X

Знак утверждения типа наносится
методом лазерной гравировки на поликарбонатные таблички на лицевых панелях блоков обработки приборов ИН-5101А, а также на титульные листы руководства по эксплуатации и формуляра методом печати.

Комплектность средства измерений

Базовая комплектность поставки приборов ИН-5101А приведена в таблице 4.

Дополнительные к базовой комплектности опции прибора ИН-5101А, поставляемые по отдельному заказу, перечислены в таблице 5.

Таблица 4 – Базовая комплектность поставки приборов ИН-5101А

Наименование и обозначение изделия	Количество, шт.	
	Исполнение 01	Исполнение 02
ПЭП 3-х компонентный П-111-8-3К-001 с паспортом, ИНКО.433640.002 (Частоты преобразования ПИЭ: 7,0÷11,0 МГц)	1	1
ПЭП 3-х компонентный П-111-6-3К-001 с паспортом, ИНКО.433640.002 (Частоты преобразования ПИЭ: 4,0÷7,0 МГц)	1	1
ПЭП 3-х компонентный взрывозащищённый ПВ-111-6-3К-001 с паспортом ИНКО.433640.002-01 (Частоты преобразования ПИЭ: 4,0÷7,0 МГц)	-	1
ПЭП 2-х компонентный П-111-6-2К-001 с паспортом, ИНКО.433640.003 (Частоты преобразования ПИЭ: 4,0÷7,0 МГц)	1	1
ПК в комплекте (покупное изделие)	1	1
Блок обработки ИНКО.468160.003	1	-

Продолжение таблицы 4

Блок обработки ИНКО.468160.003-01	-	1
Кабель ИНКО.685620.049 длиной 1,5 м для соединения блока обработки с пьезопреобразователем ИНКО.433640.002	1	-
Кабель ИНКО.685620.049-01 длиной 3 м для удлинения соединительного кабеля ИНКО.685620.049	1	-
Кабель ИНКО.100.401-01 длиной 3 м для удлинения соединительного кабеля преобразователя ИНКО.433640.002-01	-	1
Развязка USB – USB ИНКО.303651.005	-	1
Кабель Развязка – ПК SCUAB – 1,5 (покупное изделие)	-	1
Нагрузка 50 Ом ИНКО.100.836 (Используется при поверке)	1	1
Зарядное устройство (покупное изделие)	1	1
Кейс для переноски (покупное изделие)	1	1
Образец для испытаний ГСО 11544-2020	1	1

Таблица 5 – Дополнительные к базовой комплектности опции прибора ИН-5101А, поставляемые по отдельному заказу

Наименование	Обозначение опции	Кол, шт.	Примечание
ПЭП 3-х компонентный П-111-Х-3К-001 (с паспортом)	Опция 1 ИНКО.433640.002		1, 2
ПЭП 3-х компонентный взрывозащищённый ПВ-111-Х-3К-001 (с паспортом)	Опция 2 ИНКО.433640.002-01		1, 2
ПЭП 2-х компонентный П-111-Х-2К-001 (с паспортом)	Опция 3 ИНКО.433640.003		1, 2
Коммутатор	Опция 4 ИНКО.303651.005		1
Соединительный кабель 1,5 м	Опция 5 ИНКО.685620.049		1
Удлинительный кабель 3 м	Опция 6 ИНКО.685620.049-01		1
Удлинительный кабель 3 м	Опция 7 ИНКО.100.401-1		1
Внешний источник питания	Опция 8		3
Держатель	Опция 9 ИНКО.301524.004		1

Примечания:
1. Количество согласуется при заказе прибора.
2. Элемент Х в наименовании ПЭП обозначает диапазон частот преобразования ПИЭ. При заказе прибора с ПЭП, имеющими частоты преобразования ПИЭ в диапазоне:
   – 1,5÷4,0 МГц, Х заменяется на 3;
   – 4,0÷7,0 МГц, Х заменяется на 6;
   – 7,0÷11,0 МГц, Х заменяется на 8.
3. Тип согласуется при заказе прибора.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе «Использование по назначению» ИНКО.468160.008РЭ «Приборы для измерений механических напряжений ИН-5101А. Руководство по эксплуатации», ГОСТ 1497-84 «МЕТАЛЛЫ. Методы испытаний на растяжение», ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия», ГОСТ Р 52731-2007 «Контроль неразрушающий. Акустический метод контроля механических напряжений. Общие требования», ГОСТ Р 52890-2007 «Контроль неразрушающий. Акустический метод контроля напряжений в материале трубопроводов. Общие требования».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к средству измерений

ТУ 4363-006-10682495-2005 (ИН-5101А) «Приборы для измерений механических напряжений ИН-5101А. Технические условия».

Правообладатель

Общество с ограниченной ответственностью «ИНКОТЕС» (ООО «ИНКОТЕС»)
ИНН 5260014710
Адрес: 603163, Нижегородская обл., г. Нижний Новгород, ул. Бринского, д. 6
Телефон: (831) 296-24-50, 296-24-16; 296-24-14;
Web-сайт: www.encotes.ru
E-mail: info@encotes.ru

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «ИНКОТЕС» (ООО «ИНКОТЕС»)
ИНН 5260014710
Адрес: 603163, Нижегородская обл., г. Нижний Новгород, ул. Бринского, д. 6
Телефон: (831) 296-24-50, 296-24-16; 296-24-14;
Web-сайт: www.encotes.ru
E-mail: info@encotes.ru

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И.Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)
Адрес: 190005, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19
Телефон: (812) 251-76-01
Факс: (812) 713- 01-14
Web-сайт: www.vniim.ru
E-mail: info@vniim.ru
Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.311541.

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

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат: 029D109B000BAE27A64C995DDB060203A9
Кому выдан: Лазаренко Евгений Русланович
Действителен: с 27.12.2021 до 27.12.2022