



МАШПРОЕКТ  
Научно-производственное предприятие  
Санкт-Петербург

# ТВЕРДОМЕРЫ ПОРТАТИВНЫЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ

## ТКМ-459

(модификации ТКМ-459С, ТКМ-459М)

Руководство по эксплуатации  
ТКМ459СМ РЭ

(редакция 10.09.2025)



|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. ОПИСАНИЕ ТВЕРДОМЕРА .....</b>  | <b>3</b>  |
| 1.1 НАЗНАЧЕНИЕ ТВЕРДОМЕРА.....   | 3         |
| 1.2 ФУНКЦИИ ТВЕРДОМЕРА.....  | 4         |
| 1.3 ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ТВЕРДОМЕРА.....   | 5         |
| 1.4 УСТРОЙСТВО ТВЕРДОМЕРА .....  | 5         |
| 1.4.1 Конструкция электронного блока.....  | 5         |
| 1.4.2 Меню твердомера .....  | 6         |
| 1.5 ДАТЧИКИ ТВЕРДОМЕРА .....   | 7         |
| 1.6 ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ .....  | 10        |
| 1.7 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТВЕРДОМЕРА.....   | 11        |
| 1.8 ТРЕБОВАНИЯ К КОНТРОЛИРУЕМОМУ ИЗДЕЛИЮ .....   | 14        |
| 1.8.1 Измерения на изделиях из углеродистых конструкционных<br>стали.....                              | 14        |
| 1.8.2 Измерения на изделиях, отличных по свойствам от<br>углеродистых конструкционных сталей.....      | 16        |
| 1.8.3 Измерения на тонкостенных изделиях .....   | 17        |
| 1.8.4 Измерение твердости упрочненных поверхностных слоев,<br>гальванических покрытий и наплавок ..... | 18        |
| 1.8.5 Выполнение измерений на изделиях с высокой шероховатостью<br>поверхности.....                    | 18        |
| 1.8.6 Влияние свойств поверхностных слоев изделия .....  | 19        |
| 1.9 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ ТВЕРДОМЕРА .....   | 20        |
| 1.10 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ ТВЕРДОМЕРА .....   | 21        |
| 1.11 УПАКОВКА ТВЕРДОМЕРА.....  | 21        |
| <b>2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ .....</b>   | <b>22</b> |
| 2.1 Общие сведения.....  | 22        |
| 2.2 Подготовка к работе и включение твердомера.....  | 22        |
| 2.3 Проверка работоспособности твердомера .....  | 23        |
| 2.4 Порядок измерения твердости .....  | 24        |
| 2.5 Настройки твердомера .....   | 25        |
| 2.6 Замеры твердости .....   | 26        |
| 2.7 Установка параметров статистической обработки .....  | 27        |
| 2.7.1 Установка параметров усреднения .....  | 27        |
| 2.7.2 Вывод дополнительной статистики .....  | 29        |
| 2.8 Установка границ контроля .....  | 30        |
| 2.9 Калибровка шкал твердомера .....   | 31        |
| 2.9.1 Общие сведения.....  | 31        |
| 2.9.2 Калибровка основной шкалы .....  | 32        |
| 2.9.3 Ввод дополнительной калибровки .....   | 35        |
| 2.9.4 Удаление калибровки .....  | 36        |
| 2.10 Ввод дополнительной шкалы .....   | 37        |
| 2.10.1 Общие сведения .....  | 37        |
| 2.10.2 Ввод названия дополнительной шкалы .....  | 38        |
| 2.10.3 Ввод параметров дополнительной шкалы .....  | 38        |
| 2.10.4 Снятие сигнала датчика .....  | 39        |
| 2.10.5 Ввод кривой .....   | 40        |
| 2.11 Работа с памятью .....  | 41        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.11.1 Общие сведения .....  | 41        |
| 2.11.2 Создание блока .....  | 42        |
| 2.11.3 Установка блока для записи результатов измерений .....                | 42        |
| 2.11.4 Очистка блока .....   | 44        |
| 2.11.5 Удаление блока .....  | 44        |
| 2.11.6 Информация о состоянии памяти и очистка памяти .....                  | 44        |
| 2.11.7 Обработка полученных результатов .....                                | 45        |
| 2.12 ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ НА КОМПЬЮТЕР .....                                      | 47        |
| 2.13 НАСТРОЙКА АВТОВЫКЛЮЧЕНИЯ И РЕЖИМА ПОДСВЕТКИ .....                       | 48        |
| 2.14 КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ И ЗАРЯДКА АККУМУЛЯТОРОВ .....                        | 48        |
| 2.15 ВЫКЛЮЧЕНИЕ ТВЕРДОМЕРА .....   | 49        |
| <b>3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....</b>                                     | <b>49</b> |
| <b>4. ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ .....</b>                                   | <b>49</b> |
| <b>5. МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ .....</b>  | <b>50</b> |
| <b>6. УТИЛИЗАЦИЯ .....</b>   | <b>51</b> |
| <b>7. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ .....</b>  | <b>51</b> |
| <b>8. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ .....</b>                                      | <b>53</b> |
| <b>9. СВЕДЕНИЯ О ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОВЕРКЕ И ПОВЕРКЕ<br/>ПОСЛЕ РЕМОНТА .....</b> | <b>54</b> |
| <b>10. СВЕДЕНИЯ О РЕМОНТЕ ТВЕРДОМЕРА .....</b>                               | <b>56</b> |
| <b>11. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ (ТКМ459СМ МП) .....</b>                              | <b>57</b> |
| <b>СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ .....</b>             | <b>63</b> |
| <b>СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015) .....</b>    | <b>64</b> |
| <b>ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ ТР ТС .....</b>                                 | <b>65</b> |

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ), совмещенное с паспортом, содержит сведения о назначении, функциях, технических характеристиках, принципе действия, устройстве, работе, правилах эксплуатации, транспортирования и хранения твердомеров портативных ультразвуковых ТКМ-459 (модификации ТКМ-459С, ТКМ-459М, далее твердомер).

## 1. ОПИСАНИЕ ТВЕРДОМЕРА

### 1.1 Назначение твердомера

Твердомер предназначен для оперативного измерения твердости углеродистых конструкционных сталей в шкалах твердости (основных шкалах) — Бринелля (HB), Роквелла (HRC), Виккерса (HV) динамическим методом (контактного импеданса).

Твердомер предназначен для контроля (справочно) твердости углеродистых конструкционных сталей по шкалам Роквелла (HRA), Роквелла (HRB), Шора (HSD) — путем автоматического перевода из результатов измерений в основных шкалах твердости в соответствующие единицы твердости — по таблицам потребителя или предприятия изготовителя.

Твердомер предназначен для контроля (справочно) временного сопротивления на разрыв (МПа) конструкционных углеродистых сталей перлитного класса — путем автоматического перевода из результатов измерений в шкале Бринелля (HB) в соответствующие единицы — по таблице, определенной ГОСТ 22761-77.

Твердомер предназначен для контроля твердости металлов и сплавов, отличающихся по свойствам от углеродистых конструкционных сталей.

Твердомер может применяться для контроля твердости:

- жаропрочных, коррозионностойких, нержавеющих, инструментальных и других сталей;
- цветных металлов и сплавов;
- специализированных чугунов;
- упрочняющих и др. слоев на стальных изделиях (цементация, азотирование, закалка ТВЧ и др.);
- наплавок и гальванических покрытий (хром, никель и др.);

- изделий из мелкозернистых материалов при локальном исследовании свойств материалов.

Если физико-механические свойства контролируемого материала отличаются от углеродистых конструкционных сталей, измерения осуществляются после программирования дополнительной калибровки (дополнительной шкалы) по образцам твердости из соответствующего материала пользователем прибора (в соответствии с п.п. 2.9, 2.10) или на предприятии-изготовителе по заказу пользователя.

Твердомер предназначен для применения в лабораторных, цеховых и полевых условиях.

## 1.2 Функции твердомера

- Калибровка основных шкал при появлении дополнительной погрешности после длительной эксплуатации.
- Создание дополнительных калибровок к основным шкалам.
- Создание дополнительных шкал для контроля.
- Установка границ контроля и цветовая сигнализация о выходе результата измерения за эти границы.
- Вычисление среднего значения серии результатов измерений (в т. ч. с автоматическим отбросом крайних значений) непосредственно в ходе измерений.
- Статистическая обработка серии результатов замеров – поиск минимального, максимального значений, вычисление среднего значения, вычисление среднеквадратичного отклонения непосредственно в ходе измерений.
- Вывод на дисплей результатов измерений в виде диаграммы.
- Вывод на дисплей предыдущих результатов измерений в серии.
- Выбор информации, выводимой на дисплей прибора в процессе измерений.
- Организация архива данных в виде именных блоков результатов измерений, передача данных на компьютер.
- Статистическая обработка данных в архиве и построение графиков непосредственно на дисплее прибора.
- Контроль состояния заряда аккумулятора и сигнализация о его разряде.

- Установка времени автоматического выключения прибора при паузах в ходе его эксплуатации.
- Настройка режима подсветки дисплея для дополнительной экономии заряда аккумулятора.
- Выбор языка интерфейса (по заказу пользователя).

### **1.3 Принцип действия твердомера**

Составляющими твердомера являются электронный блок и датчик.

Электронный блок осуществляет прием частотного сигнала с датчика прибора, преобразование его в единицы твердости, вывод результатов измерений на дисплей, статистическую обработку и другие функции.

Принцип действия ультразвуковых датчиков твердомера основан на методе измерения ультразвукового контактного импеданса (UCI – ultrasonic contact impedance).

На конце металлического стержня датчика твердомера закреплен алмазный наконечник. Стержень колеблется на собственной резонансной частоте.

При создании нагрузки рукой оператора алмазный наконечник внедряется в материал и изменяет резонансную частоту стержня. Изменение собственной резонансной частоты стержня пропорционально глубине внедрения наконечника в материал. Поскольку глубина внедрения наконечника в материал является показателем твердости, то существует зависимость между изменением резонансной частоты стержня  $F$  и твердостью материала  $H$ :  $H = f(F)$ .

### **1.4 Устройство твердомера**

#### **1.4.1 Конструкция электронного блока**

Функционально твердомер состоит из электронного блока (рис. 1) и датчика (см. п. 1.5 “Датчики твердомера”).

Электронный блок твердомера осуществляет прием сигнала с датчика, преобразование его в единицы твердости, вывод результатов измерений на дисплей, статистическую обработку данных.

На лицевой панели прибора расположены дисплей и клавиатура. На торцевой стенке находится разъем для подключения датчика и USB-разъем для соединения с ПК.

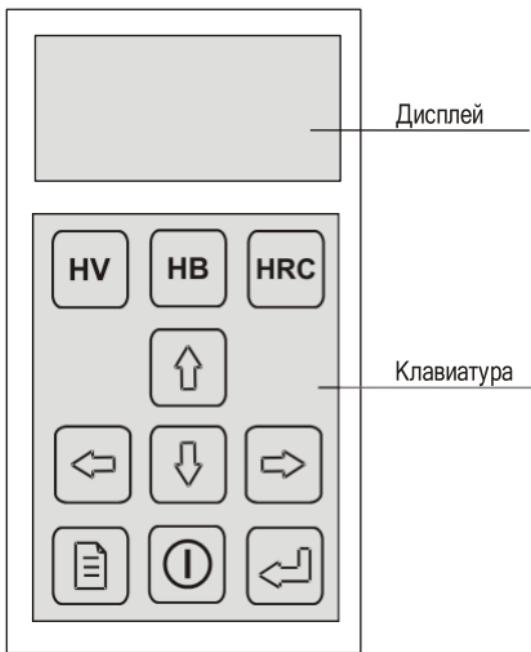


Рис. 1

В модификации ТКМ-459С разъем USB служит для зарядки аккумулятора.

На задней панели расположены крышка аккумуляторного отсека (в модификации ТКМ-459М) и шильд с указанием заводского номера твердомера.

Управление работой твердомера осуществляется посредством клавиатуры. Вся информация выводится на дисплей с регулируемой подсветкой.

#### 1.4.2 Меню твердомера

Весь перечень настроек твердомера (кроме выбора рабочих шкал) производится через графическое меню прибора.

Меню прибора многоуровневое. Для удобства доступа логически связанные настройки объединены в группы, доступ к которым осуществляется через вложенные подменю соответствующего пункта меню.

Вход в меню производится кнопкой . Общий вид меню представлен на рисунке 2. Переключение между пунктами меню производится кнопками , . Выбор пункта (переход к установке необходимых параметров или переход в подменю) производится кнопкой . На дисплее соответственно отобразится окно ввода параметра (см. далее) или подменю.

Выход из меню (подменю) в режим измерений или на более высокий уровень меню выполняется кнопкой или в верхнем правом углу экрана изображения кнопки "OK" и нажатием кнопки .

Название меню/подменю

Выбранный пункт меню/подменю

Пункты меню



Рис. 2

При включении твердомера без подсоединенного датчика в меню отображаются только пункты — <НАСТРОЙКИ>, <ПАМЯТЬ>, <ВЫКЛЮЧЕНИЕ>.

Количество пунктов меню, отображаемых на экране, может быть разным и зависит от того, какая (основная, справочная, дополнительная) шкала или дополнительная калибровка выбрана на данный момент.

## 1.5 Датчики твердомера

Функционально датчик (рис. 3) состоит из корпуса и защитной насадки.

Защитная насадка (носик) служит для защиты стержня от перегрузки и касания стержня с посторонним предметом или рукой оператора во время проведения измерения.

Характеристики датчиков приведены в таблице 1.



Рис. 3

Таблица 1

| Тип датчика | Контроль твердости  | Нагрузка      | Масса, не более, кг | Длина, мм | Диаметр, мм |
|-------------|---|---------------|---------------------|-----------|-------------|
| A           | Решение основной массы задач контроля                                     | 50 Н (5 кг)   | 0,38                | 150       | 26          |
| H           | Гальванические покрытия: хром, медь, олово, никель, цинк                  | 10 Н (1 кг)   | 0,38                | 150       | 26          |
| C           | Изделия с шероховатостью поверхности до 5 класса                          | 100 Н (10 кг) | 0,38                | 150       | 26          |
| K           | Замеры внутри ёмкостей и труб Ø от 80 мм, в других труднодоступных местах | 50 Н (5 кг)   | 0,28                | 76        | 35          |
| AL          | Замеры в труднодоступных местах; на изделиях с зубьями, пазами, выемками  | 50 Н (5 кг)   | 0,40                | 200       | 26          |

При измерении твердости в труднодоступных местах возможно снятие защитной насадки, при этом допустимые параметры отверстий/пазов будут изменены (таблица 2).

Важно **исключить контакт** стержня датчика с окружающими стенками изделия при выполнении замеров.

Таблица 2

| Тип датчика | Диаметр отверстия/паза от, мм |            | Глубина отверстия/паза до, мм |            |
|-------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|------------|
|             | с носиком (обычный вид)       | без носика | с носиком (обычный вид)       | без носика |
| A, H, C     | 10                            | 5          | 18                            | 23         |
| AL          |                               |            | 60                            | 65         |

### ВНИМАНИЕ!

Смена датчиков твердомера должна производиться при выключенном приборе, в противном случае это может вести к сбоям в ПО прибора.

**Средние условные диаметры отпечатков (мм), создаваемых на поверхности изделия при измерении твердости, приведены в таблице 3.**

Таблица 3

| Тип датчика | 103 HB<br>(103 HV) | 209 HB<br>(212 HV) | 406 HB<br>(420 HV)<br>(42,5 HRC) | 763 HV<br>(63,0 HRC) |
|-------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------|
| A, K, AL    | 0,23               | 0,16               | 0,13                             | 0,09                 |
| H           | 0,11               | 0,09               | 0,07                             | 0,05                 |
| C           | 0,33               | 0,24               | 0,17                             | 0,13                 |

**Средние условные глубины отпечатков (мм), создаваемых на поверхности изделия при измерении твердости, приведены в таблице 4.**

Таблица 4

| Тип датчика | 103 HB<br>(103 HV) | 209 HB<br>(212 HV) | 406 HB<br>(420 HV)<br>(42,5 HRC) | 763 HV<br>(63,0 HRC) |
|-------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------|
| A, K, AL    | 0,066              | 0,045              | 0,037                            | 0,025                |
| H           | 0,033              | 0,027              | 0,020                            | 0,014                |
| C           | 0,095              | 0,070              | 0,050                            | 0,037                |

По заказу могут быть изготовлены специализированные датчики с характеристиками, отличными от приведенных выше.

## 1.6 Дополнительное оборудование

**Насадка «U-459»** предназначена для устойчивого позиционирования ультразвуковых датчиков А, Н, С на плоских и цилиндрических поверхностях (рис. 4).

Насадка имеет две основные части:

- 1) Шайба с 2-мя рабочими поверхностями:
  - профильная сторона с канавками служит для работы на цилиндрических поверхностях;
  - ровная сторона - для работы на плоских поверхностях.
- 2) Пружинное устройство для прижатия датчика к контролируемой поверхности.

Для установки дополнительной насадки на датчик необходимо снять защитную насадку (носик) и вместо нее навинтить дополнительную насадку «U-459».

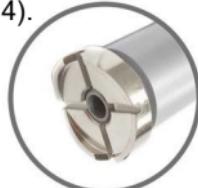


Рис. 4

**Стенд измерительный Т4 для датчиков «А», «Н», «С»** обеспечивает стабильное усилие и перпендикулярное положение датчика к контролируемой поверхности; высокую повторяемость результатов измерений; гарантирует максимально удобную работу оператора.

Стенд Т4 (рис. 5) рекомендуется использовать для контроля малогабаритных изделий и больших партий однотипных изделий.



Рис. 5

Внешний вид дополнительных устройств может несущественно отличаться от представленных на изображениях (рис. 3, 4, 5) настоящего Руководства по эксплуатации.

**Аккумуляторная шлифовальная машинка** служит для подготовки поверхности изделия в зоне измерений (уменьшение шероховатости, удаление окалины, ржавчины, наклепа, обработка сварных швов).

**Образцовые меры твердости** по ГОСТ 9031-75 применяются для периодической поверки и проверки работоспособности твердомера.

По заказу пользователя могут изготавливаться другие специализированные устройства и приспособления для обеспечения контроля твердости в нестандартных условиях.

## 1.7 Технические характеристики твердомера

Таблица 5

| <b>Диапазон измерений твердости по основным шкалам:</b>                           |                 |
|---|-----------------|
| по Бринеллю   | 90 - 450 HB     |
| по Роквеллу C   | 20 - 70 HRC     |
| по Виккерсу   | 240 - 940 HV    |
| <b>Пределы абсолютной погрешности при измерении твердости по основным шкалам:</b> |                 |
| <b>по Бринеллю:</b>   |                 |
| в диапазоне (90...150)HB  | ±10 HB          |
| в диапазоне (150...300)HB   | ±15 HB          |
| в диапазоне (300...450)HB   | ±20 HB          |
| <b>по Роквеллу C</b>  | ±2 HRC          |
| <b>по Виккерсу:</b>   |                 |
| в диапазоне (240...500)HV   | ±15 HV          |
| в диапазоне (500...800)HV   | ±20 HV          |
| в диапазоне (800...940)HV   | ±25 HV          |
| <b>Диапазон контроля твердости по справочным шкалам:</b>                          |                 |
| по временному сопротивлению $\sigma_b$  | 350 - 1500 МПа  |
| по Роквеллу A   | 70,5 - 85,5 HRA |
| по Роквеллу B   | 51 - 100 HRB    |
| по Шору D   | 35 - 102 HSD    |

| <b>Рабочие условия эксплуатации твердомера</b>   |   |
|--|---|
| Температура воздуха  | -15 ... +35 °C  |
| Относительная влажность  | 30 - 80 %   |
| Атмосферное давление   | 84 - 106,7 кПа  |
| <b>Количество возможных дополнительных калибровок к шкалам прибора</b>                                     |   |
| Модификация ТКМ-459С   | 5 для каждой шкалы  |
| Модификация ТКМ-459М   | 5 для каждой шкалы  |
| <b>Количество дополнительных шкал твердомера</b>   |   |
| Модификация ТКМ-459С   | 3   |
| Модификация ТКМ-459М   | 3   |
| Время одного замера твердости (среднее, включая установку на изделие)                                      | 2 - 3 сек.  |
| <b>Число замеров для вычисления среднего значения</b>  |   |
| Модификация ТКМ-459С   | 1 - 99  |
| Модификация ТКМ-459М   | 1 - 20  |
| Количество алгоритмов отброса результатов некорректно совершенных замеров при вычислении среднего значения | 3   |
| Параметры дополнительной статистической обработки серии измерений (только модификация ТКМ-459С)            | Максимум, минимум, среднеквадратичное отклонение от среднего, среднее значение            |
| <b>Дополнительная информация, выводимая на дисплей (определяется пользователем)</b>                        |   |
| Модификация ТКМ-459С   | Предыдущие результаты измерений серии, результаты дополнительной статистической обработки |
| Модификация ТКМ-459М   | Предыдущие результаты измерений серии   |
| Количество образцов для создания дополнительных калибровок к шкалам твердомера                             | 1 или 2   |
| Количество образцов для программирования дополнительных шкал   | От 2 до 10 шт. (определяется пользователем)   |
| Промежуточная интерполяция дополнительных шкал   | Кусочно-линейная или кусочно-параболическая (определяется пользователем)                  |

## ТКМ-459СМ РЭ

|  |   |  |
|--|---|--|
| Сигнализация о выходе результата измерения за допустимые границы (только модификация ТКМ-459С) |   | Цветовая. Границы контроля задаются пользователем по каждой шкале отдельно. Виды границ: больше, меньше, выход за диапазон |
| <b>Максимальное количество результатов измерений, сохраняемых в памяти</b>                     |   |  |
| Модификация ТКМ-459С   |   | 12 900   |
| Модификация ТКМ-459М   |   | 6 000  |
| <b>Максимальное количество именных блоков результатов измерений, создаваемых в памяти</b>      |   |  |
| Модификация ТКМ-459С   |   | 100  |
| Модификация ТКМ-459М   |   | 30   |
| Вывод на дисплей   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Все результаты в блоке;</li> <li>- Результаты в блоке больше/меньше значения, задаваемого пользователем (модификация ТКМ-459С);</li> <li>- Результаты, выходящие за диапазон, задаваемый пользователем (модификация ТКМ-459С)</li> </ul>   |  |
| Статистическая обработка (модификация ТКМ-459С)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Максимум, минимум, среднее значение, среднеквадратичное отклонение от среднего;</li> <li>- Среднее отклонение от значения, задаваемого пользователем, количество результатов больше/меньше значения, максимальное отклонение в большую/меньшую сторону от значения;</li> <li>- Количество результатов выходящих за диапазон, задаваемый пользователем (за верхнюю /нижнюю границу), максимальное отклонение от верхней/нижней границы</li> </ul> |  |
| Построение графиков (модификация ТКМ-459С)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Относительно среднего значения</li> <li>- Относительно значения, задаваемого пользователем</li> <li>- Относительно диапазона, задаваемого пользователем</li> </ul>   |  |
| Связь с компьютером через интерфейс  | USB   |  |
| Автоматическое выключение твердомера   | Время выключения задается пользователем   |  |
| Контроль состояния заряда аккумулятора   | Постоянно в режиме измерений  |  |

|  |  |
|--|--|
| Подсветка дисплея  | Время задается пользователем   |
| Язык интерфейса  | По умолчанию установлен русский язык. Английский, немецкий или французский язык устанавливается по запросу пользователя. |
| <b>Питание твердомера</b>                                |  |
| Модификация ТКМ-459С                                     | Встроенный аккумулятор Li-Po 3,7В 1100 мА/ч  |
| Модификация ТКМ-459М                                     | Аккумулятор Ni-MH 9В 250 мА/ч. Возможно использование эквивалентных батареек   |
| <b>Габариты электронного блока твердомера, не более:</b> |  |
| Модификация ТКМ-459С                                     | 121 x 69 x 41 мм   |
| Модификация ТКМ-459М                                     | 150 x 80 x 30 мм   |
| Масса электронного блока, не более                       | 0,3 кг   |
| Наличие драгоценных металлов                             | Отсутствуют  |
| Межповерочный интервал                                   | 1 год  |
| Срок службы твердомера                                   | 5 лет  |
| Ресурс датчиков, не менее                                | 200 000 измерений  |

## 1.8 Требования к контролируемому изделию

### 1.8.1 Измерения на изделиях из углеродистых конструкционных сталей

Площадка для измерения твердости на поверхности контролируемого изделия должна быть сухой и обезжиренной; очищенной от окалины, ржавчины, пыли, грязи, краски.

**Минимальная масса** контролируемого изделия должна быть **не менее 1 кг**.

**Минимальный диаметр площадки** для замера твердости на поверхности контролируемого изделия – **1 мм**.

Если масса контролируемого изделия меньше указанной, то при измерениях необходимо руководствоваться п.1.8.3 “Измерения на тонкостенных изделиях”.

**Минимальная толщина** контролируемого участка изделия приведена в таблице 6.

Таблица 6

| Тип датчика | Минимальная толщина изделия, мм |
|-------------|---------------------------------|
| A, K, AL    | 3                               |
| H           | 2                               |
| C           | 4                               |

Указанные толщины являются ориентировочными и варьируются в зависимости от геометрии и твердости изделия. При измерениях на тонкостенных изделиях необходимо руководствоваться п.1.8.3 "Измерения на тонкостенных изделиях".

**Максимальная шероховатость** участка поверхности контролируемого изделия приведена в таблице 7.

Таблица 7

| Тип датчика | Шероховатость поверхности, не более |
|-------------|-------------------------------------|
| A, K, AL    | Ra 1,6                              |
| H           | Ra 0,8                              |
| C           | Ra 3,2                              |

Если шероховатость поверхности изделия выше указанной, то при измерениях необходимо дополнительно руководствоваться п. 1.8.5 "Выполнение измерений на изделиях с высокой шероховатостью".

**Минимальный радиус кривизны** контролируемой поверхности приведен в таблице 8.

Таблица 8

| Тип датчика | Радиус кривизны поверхности, мм |          |
|-------------|---------------------------------|----------|
|             | Выпуклая                        | Вогнутая |
| A, H, C, AL | 4                               | 6        |
| K           | 4                               | 20       |

#### **Требования к образцам для настройки твердомера**

- Количество образцов для проведения калибровки - 1 или 2 шт. Рекомендуемое отношение максимального значения твердости образца к минимальному - 2.
- Количество образцов для ввода в твердомер дополнительной шкалы - 2 шт. и более.
- При изготовлении образцов рекомендуется следовать требованиям ГОСТ 9031-75, предъявляемым к образцовым мерам твердости 2-го разряда относительно шероховатости, геометрии и разбросу твердости по поверхности.

- Перед применением образцы должны пройти метрологическую аттестацию (калибровку) по твердости в установленном порядке.

- При работе с образцами необходимо дополнительно учитывать п. 1.8.3 "Измерения на тонкостенных изделиях".

### **1.8.2 Измерения на изделиях, отличных по свойствам от углеродистых конструкционных сталей**

В отличие от твердомеров статического принципа действия (стационарных твердомеров) на результаты измерений портативных твердомеров влияют не только свойства металла при пластической деформации, но и другие физико - механические свойства. В основном — модуль упругости контролируемого металла (модуль Юнга). Возникающая дополнительная погрешность влечет за собой необходимость проводить настройку прибора (дополнительную калибровку) для работы с такими материалами.

Чтобы определить наличие дополнительной погрешности, необходимо сравнить результаты измерений портативным твердомером с результатами измерений прибором статического принципа действия.

Если расхождение результатов не превышает максимальной погрешности твердомера, то на этих материалах можно проводить измерения без дополнительной калибровки.

Если расхождение результатов превышает максимальную погрешность твердомера, то необходимо провести дополнительную настройку твердомера (дополнительную калибровку) по 1-му или 2-м образцам твердости, подготовленных из контролируемого материала в соответствии с п. 1.8.1 "Измерения на изделиях из углеродистых конструкционных сталей" (процедура изложена в п.2.9 "Калибровка шкал твердомера").

В некоторых случаях может возникнуть необходимость провести дополнительную настройку твердомера (ввести дополнительную шкалу) по 2-м и более образцам твердости из контролируемого материала (процедура изложена в п. 2.10 "Ввод дополнительной шкалы").

Данные мероприятия могут не дать результата для конструирования изделий сверхвысокой или сверхнизкой твердости.

### **1.8.3 Измерения на тонкостенных изделиях**

В случае, когда контролируемое изделие не удовлетворяет требованиям, указанным в п. 1.8.1 “Измерения на изделиях из углеродистых конструкционных сталей” и имеет небольшую толщину, его собственные вибрации будут вносить существенные дополнительные погрешности в измерения.

Погрешность будет тем выше, чем больше отклонение от указанных требований.

Для определения погрешности необходимо сравнить результаты измерений твердомером с результатами измерений прибором статического принципа действия.

#### **Недостаточная толщина изделия**

Необходимо притереть изделие к массивной опорной плоскошлифованной плите.

Рекомендуемые параметры плиты:

- Масса и толщина - заведомо больше минимальной массы и толщины контролируемого изделия, указанных в п. 1.8.1 “Измерения на изделиях из углеродистых конструкционных сталей”.
  - Шероховатость - минимальная. Оптимальная - не более Ra 0,4 мкм.
  - Неплоскость не более 0,005 мм.
  - Модуль упругости металла плиты (модуль Юнга) - близкий к модулю упругости контролируемого изделия.

Перед установкой изделия на опорную поверхность плиты необходимо нанести тонкий слой смазки «ЦИАТИМ-221» по ГОСТ 9433-80. Изделие с усилием «притереть» к поверхности плиты через слой смазки, таким образом, чтобы между поверхностями изделия и плиты отсутствовали даже небольшие пятна воздушных прослоек. Притирать изделие необходимо так плотно, чтобы изделие и плита образовали единую монолитную массу.

#### **Недостаточная масса изделия**

Допустимо зажать изделие в массивные металлические тиски. Масса тисков должна быть заведомо больше минимальной массы контролируемого изделия, указанной в п. 1.8.1 “Измерения на изделиях из углеродистых конструкционных сталей”. Для предотвращения повреждения изделия допустимо применение накладных губок на тиски из более мягкого металла.

Также допустимо провести «притирку» изделия на массивную плиту способом, описанным выше.

Способ «притирания» следует использовать для тонких изделий (в виде листов), изделий, имеющих плоскую форму и массу, сравнимую с минимальной массой контролируемого изделия, указанной в п. 1.8.1 “Измерения на изделиях из углеродистых конструкционных сталей”.

Пример – образцовые меры твердости по шкале Роквелла по ГОСТ 9031-75.

Зажимать в тиски следует мелкие изделия незначительной массы, имеющие “объемную” форму.

Когда изделия обладают маленькой массой, толщиной или специфической формой, проведение указанных мероприятия может не дать желаемых результатов. Для контроля таких изделий необходимо применять твердомеры статического принципа действия с малой и сверхмалой нагрузкой.

#### **1.8.4 Измерение твердости упрочненных поверхностных слоев, гальванических покрытий и наплавок**

Индентор датчика внедряется в изделие на небольшую глубину (см. п. 1.5 “Датчики твердомера”, таблица 4). Пластическая деформация металла происходит на существенно больших глубинах.

Ультразвуковыми датчиками рекомендуется измерять твердость слоев, толщина которых превышает глубину внедрения наконечника **не менее, чем в 5 раз**.

При измерениях необходимо дополнительно учитывать п. 1.8.2 “Измерения на изделиях, отличных по свойствам от углеродистых конструкционных сталей”.

#### **1.8.5 Выполнение измерений на изделиях с высокой шероховатостью поверхности**

При измерениях на изделиях, обладающих высокой шероховатостью поверхности (выше указанной в п. 1.8.1 “Измерения на изделиях из углеродистых конструкционных сталей”), может наблюдаться высокий дополнительный разброс в показаниях прибора.

Устранить дополнительный разброс показаний можно 2-мя способами:

- 1) Зачистить участок поверхности (напр., с помощью шлифовальной машинки) до получения необходимой шероховатости.

тости на площади, определенной п. 1.8.1 "Измерения на изделиях из углеродистых конструкционных сталей".

2) При измерениях использовать более высокое число усреднений. Рекомендуется только в случаях, когда невозможно зачистить участок поверхности.

Также для контроля таких материалов можно применить твердомеры динамического (ударного) принципов действия: ТКМ-359С или ТКМ-359М.

#### **1.8.6 Влияние свойств поверхностных слоев изделия**

На контролируемом изделии в процессе его изготовления могут возникать тонкие поверхностные слои, отличающиеся по твердости от основной массы металла.

Например:

- Обезуглероженный слой с пониженной твердостью - в результате термической обработки;
- Шлифовочные прижоги с пониженной твердостью - при нарушении режимов шлифовки изделий;
- Наклеп - после токарной и фрезерной обработки, а также грубой шлифовки;
- Нагартовка;
- Пятна мартенсита с повышенной твердостью - в результате перегрева поверхности.

Наличие таких слоев оказывает особенно большое влияние на показания при работе с ультразвуковыми датчиками.

Толщина подобных слоев обычно не превышает 0,2 мм. Индентор ультразвукового датчика внедряется в изделие на небольшую глубину. Следовательно, происходит измерение твердости непосредственно поверхностного (нежелательного) слоя изделия.

В случае наличия таких поверхностных слоев (наличие часто можно определить с помощью твердомера) в зоне измерения их необходимо зачистить (например, с помощью шлифовальной машинки).

## 1.9 Комплект поставки твердомера

Таблица 9

| Позиция  | Кол-во<br>(шт) | Примечание                               |
|--|----------------|--|
| <b>Базовая комплектация</b>                                    |                |  |
| Электронный блок твердомера                                    | 1              | Модификация: ТКМ-459 _____               |
| Датчик тип «А» к твердомерам серии ТКМ-459                     | 1              | № _____                                  |
| Соединительный кабель для датчика к твердомерам серии ТКМ-459  | 1              |  |
| Аккумулятор (установлен в электронном блоке)                   | 1              | Ni-MH для ТКМ-459M<br>Li-Po для ТКМ-459C |
| Зарядное устройство  | 1              |  |
| Кабель для подключения к ПК для твердомеров серии ТКМ-459      | 1              |  |
| Программное обеспечение на CD                                  | 1              |  |
| Руководство по эксплуатации (совмещено с паспортом)            | 1              |  |
| Чехол и манжета для размещения прибора на груди/руке оператора | 1              |  |
| Сумка для переноски и хранения                                 | 1              |  |
| <b>Дополнительная комплектация</b>                             |                |  |
| Датчик тип «А»   |                | № _____                                  |
| Датчик тип «Н»   |                | № _____                                  |
| Датчик тип «С»   |                | № _____                                  |
| Датчик тип «К»   |                | № _____                                  |
| Датчик тип «AL»  |                | № _____                                  |
| Соединительный кабель для ультразвукового датчика              |                |  |
| Насадка «U-459» к твердомерам серии ТКМ-459                    |                |  |
| Стенд измерительный Т4 для позиционирования ультразвуковых     |                |  |

## ТКМ-459СМ РЭ

|   |  |  |
|---|--|--|
| датчиков «А», «Н», «С»                    |  |  |
| Аккумуляторная шлифовальная машинка       |  |  |
| Комплект мер твердости МТБ                |  |  |
| Комплект мер твердости МТР                |  |  |
| Комплект мер твердости МТВ                |  |  |
| Аккумулятор                               |  |  |
| Специальный кейс для переноски и хранения |  |  |
| Контрольный образец для твердомера        |  |  |
|   |  |  |
|   |  |  |

Состав дополнительной комплектации определяется при заказе твердомера.

### 1.10 Маркировка и пломбирование твердомера

На задней панели электронного блока располагается шильд, на котором указываются:

- наименование предприятия-изготовителя;
- модификация твердомера;
- заводской номер твердомера;
- знак утверждения типа средств измерений.

Надписи, знаки и изображения на шильде выполняются способом, обеспечивающим их сохранность при хранении и в процессе эксплуатации прибора.

На корпусе датчика могут быть указаны заводской номер и буква, обозначающая тип датчика.

Для предотвращения несанкционированного доступа и попыток неквалифицированного ремонта электронный блок твердомера и датчики соответствующим образом пломбируются.

### 1.11 Упаковка твердомера

Для хранения и транспортировки электронный блок твердомера, датчики и комплектующие помещаются в сумку или специальный кейс.

## 2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ

### 2.1 Общие сведения

Твердомер позволяет осуществлять измерения:

- по основным шкалам,
- по справочным шкалам,
- по дополнительным калибровкам к шкалам ("Ячейка 1", "Ячейка 2", "Ячейка 3")
- по дополнительным шкалам ("Шкала 1", "Шкала 2", "Шкала 3").

Процесс измерения твердости производится в соответствии с выбранной шкалой и установками, определенными пользователем через меню (см. п. 1.4.2 "Меню твердомера").

**Цикл работы с прибором должен включать этапы:**

- подготовка к работе и включение,
- проверка работоспособности,
- выполнение необходимых настроек (выбрать: "Шкала 1", "Шкала 2", "Шкала 3"),
- измерение твердости на изделиях.

### 2.2 Подготовка к работе и включение твердомера

Перед началом работы необходимо провести внешний осмотр прибора, убедиться в отсутствии механических повреждений электронного блока, датчика, соединительного кабеля.

В модификации ТКМ-459М установить аккумулятор в аккумуляторный отсек электронного блока твердомера, соблюдая полярность контактов.

Подключить соединительный кабель к соответствующему разъему на торцевой стенке электронного блока.

Кратковременно нажав кнопку , включить твердомер.

В общем случае, в зависимости от установленных ранее настроек твердомера (параметры усреднения, вывод дополнительной статистики, используемая шкала, дополнительная калибровка и т.д.), изображение на дисплее прибора модификации ТКМ-459С примет вид согласно рисунку 6, модификации ТКМ-459М - согласно рисунку 7.

## Вид дисплея модификации ТКМ-459С



Рис. 6

## Вид дисплея модификации ТКМ-459М



Рис. 7

Твердомер готов к работе по шкале или дополнительной калибровке, используемой ранее, сразу после включения. При этом используются все настройки, совершенные ранее.

### 2.3 Проверка работоспособности твердомера

В соответствии с используемой шкалой измерения подготовить комплект образцовых мер твердости второго разряда (по ГОСТ 9031-75) и притирочную плиту в соответствии с требованиями п. 1.8.1 “Измерения на изделиях из углеродистых конструкционных сталей”.

Меры твердости должны иметь действующую метрологическую поверку.

Притереть меры твердости к плите, соблюдая процедуру, описанную в п. 1.8.3 “Измерения на тонкостенных изделиях”.

Для проверки работоспособности твердомера по дополнительным калибровкам к шкалам твердомера или дополнени-

тельным шкалам необходимо подготовить соответствующие образцы твердости (по которым эти дополнительные калибровки или дополнительные шкалы создавались), притерев их к плите согласно п. 1.8.3 “Измерения на тонкостенных изделиях”.

Подготовить и включить твердомер согласно п. 2.2 “Подготовка к работе и включение твердомера”.

С помощью кнопок выбрать используемую шкалу измерений или дополнительную калибровку к шкале (кнопки , ).

На каждой мере твердости (образце) в соответствии с п. 2.4 “Порядок измерения твердости” произвести не менее 5-ти замеров и вычислить среднее значение.

Среднее значение рекомендуется вычислять, установив соответствующий размер выборки и используя соответствующие функции статистической обработки данных твердомера.

Далее следует оценить погрешность измерения. Сравнить полученные результаты с паспортными значениями мер твердости (образцов).

Если разница полученных результатов измерений и паспортных значений мер твердости (образцов) не превышает допустимой погрешности, то можно перейти непосредственно к измерениям на изделиях.

Если разница полученных результатов измерений и паспортных значений мер твердости (образцов) выше допустимой погрешности, то необходимо провести калибровку шкалы по образцовым мерам твердости: дополнительную калибровку по образцам твердости (п. 2.9 “Калибровка шкал твердомера”); корректно ввести дополнительную шкалу (п. 2.10 “Ввод дополнительной шкалы”).

## 2.4 Порядок измерения твердости

- Провести оценку соответствия контролируемого изделия согласно рекомендациям и требованиям п. 1.8.1 “Измерения на изделиях из углеродистых конструкционных сталей”. В случае необходимости, обеспечить выполнение требований способами, указанными в данном пункте.

- По необходимости, подготовить дополнительные принадлежности по п. 1.6 “Дополнительное оборудование”.
- Дополнительно учесть п. 1.8.4 “Измерение твердости упрочненных поверхностных слоев, гальванических покрытий и наплавок”, п. 1.8.6 “Влияние свойств поверхностных слоев изделия”.
- Проверить работоспособность твердомера по п. 2.3 “Проверка работоспособности твердомера”.
- В случае необходимости выставить нужные параметры, указанные в п. 2.5 “Настройки твердомера”.
- Произвести измерения твердости на изделии (изделиях) в соответствии с порядком, описанным в п. 2.6 “Замеры твердости”. Результат измерения твердости и дополнительной статистической обработки данных отобразится на дисплее.
- Повторить действия необходимое количество раз.
- Выключить прибор по п. 2.15 “Выключение твердомера”.

## 2.5 Настройки твердомера

**Выбор шкал** производится с помощью кнопок  и  или через меню твердомера. При этом в соответствующей области дисплея отображается их название и единицы измерения.

Быстрое переключение между основными шкалами также производится с помощью кнопок , , .

При переключении шкал твердомер производит автоматический перевод результатов в выбранную шкалу.

**Выбор дополнительных калибровок** к шкалам твердомера производится с помощью кнопок  и . При этом в соответствующей области дисплея отображается их название (по умолчанию “Ячейка 1”, “Ячейка 2”, “Ячейка 3”).

**Размер выборки** - количество замеров в серии, по которым производится усреднение показаний и дополнительная статистическая обработка - производится через меню твердомера по п. 2.7.1 “Установка параметров усреднения”.

Рекомендуемый размер выборки - не менее 5.

**Выбор данных, выводимых на дисплей** (числовые значения или диаграмма, дополнительная статистика, соответствующая данной серии измерений) производится через меню твердомера.

**Границы контроля**, при выходе за которые результат измерения отображается красным цветом, устанавливаются через меню твердомера по п. 2.8 “Установка границ контроля”.

Результат измерения - усредненное значение, полученное из серии замеров, определяется по ее завершению. Размер серии замеров определяется в меню <ОБРАБОТКА> - <ВЫБОРКА>. Серия замеров может быть завершена досрочно нажатием кнопки .

**Запись результата измерений в память** производится длительным нажатием кнопки  Результат будет записан в предварительно созданный и выбранный блок памяти (п. 2.11 “Работа с памятью”).

**Анализ записанных в память результатов измерений**, вывод на компьютер, печать отчета производятся по п. 2.11 “Работа с памятью”.

## 2.6 Замеры твердости

Предусмотрен следующий порядок замера твердости:

1. Осторожно, **БЕЗ УДАРА**, установить датчик перпендикулярно к поверхности контролируемого изделия (допускается отклонение не более 15°).
2. **ПЛАВНО**, не допуская покачиваний и отклонения от нормали к контролируемой поверхности, нажать на корпус датчика (сжимая силовую пружину в датчике), вдавить алмазный наконечник в контролируемую поверхность.
3. После того, как раздастся звуковой сигнал, и погаснут результаты предыдущего замера (доли секунды после начала вдавливания), **СНЯТЬ** датчик с поверхности изделия.
4. Результаты замера твердости появятся на дисплее приблизительно через 1 секунду. До этого момента нельзя проводить следующий замер!

В случае, когда на датчике присутствует защитная насадка или насадка типа «U-459», предохраняющие стержень датчика от перегрузки, допустимо нажатие на датчик до момента ограничения насадкой сжатия силовой пружины (возможно нажатие “до упора” - звуковой сигнал раздастся раньше).

## **ВНИМАНИЕ !**

- При установке (снятии) датчика на изделие необходимо не допускать ударов и проскальзывания датчика о контролируемую поверхность. Это может привести к сколу алмазного наконечника и **выходу датчика из строя**.
- При установке датчика на изделие необходимо не допускать попадания наконечника в отпечаток, оставленный после предыдущего замера. Это может привести к появлению дополнительной **погрешности** результата измерений.
- После срабатывания звукового сигнала **не задерживать** датчик на контролируемой поверхности. Весь цикл измерения (от момента касания наконечником поверхности до отрыва от нее) должен занимать не более 1 секунды.
- Рекомендованное расстояние от центра отпечатка индентора до края не притертого объекта контроля - 5 мм.
- Рекомендованное расстояние между отпечатками индентора - не менее 1 мм.

## **2.7 Установка параметров статистической обработки**

### **2.7.1 Установка параметров усреднения**

Для установки количества измерений в серии (размер выборки) и алгоритма отбраса результатов некорректно совершенных замеров необходимо выбрать пункты меню <ОБРАБОТКА> - <ВЫБОРКА>.

На дисплее отобразится окно ввода параметров в соответствии с рисунком 8.

В поле “Размер выборки” выбирается размер серии замеров. Варианты “Размера выборки”: 1 - 10, 15, 20, непрерывно.

Если выбрано “непрерывно”, то размер выборки все равно не может превышать максимальное число замеров при вычислении среднего для данной модификации (п. 1.3).

При установке данного режима в поле “Размер выборки” (рисунки 6, 7) отобразится максимальное число замеров при вычислении среднего для данной модификации.

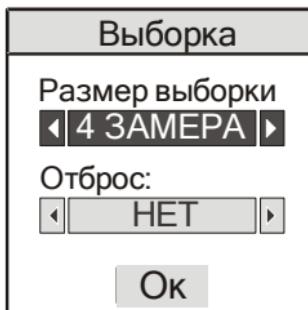


Рис. 8

При установке режима постоянного усреднения (максимальный размер выборки) имеется возможность определять размер выборки непосредственно в ходе замеров.

Возможно, принудительно (“досрочно”) завершать серию замеров любого размера. Для этого нужно кратковременно

нажать кнопку . При этом поле “Количество замеров в серии и усредненное значение” (рисунки 6, 7) исчезает с дисплея и отображается усредненное значение всей серии замеров – **результат измерения**.

В “Поле результатов измерений в серии” отображаются результаты замеров, по которым производится усреднение и их дополнительная статистическая обработка. Если количество замеров большое, то отображаются только последние несколько результатов.

В модификации ТКМ-459С при включенном поле дополнительной статистической обработки выводится 7 последних результатов, в противном случае - 12.

В модификации ТКМ-459М на дисплей выводится 5 последних результатов.

В поле “Отброс” выбирается алгоритм отбрасывания некорректно совершенных замеров. Возможные варианты:

- “НЕТ” - при вычислении среднего отброс не производится;

- “ $2\sigma$ ” - при вычислении среднего отбрасываются результаты, отстоящие от среднего значения текущей серии замеров больше, чем на два среднеквадратичных отклонения;
- “КРАЙНИЕ” - отбрасываются максимальное и минимальное значения (если в текущей серии 5 и больше замеров).

### 2.7.2 Вывод дополнительной статистики

Дополнительная статистическая обработка возможна только в модификации ТКМ-459С. Для установки вывода на дисплей истории результатов замеров в серии и результатов дополнительной статистической обработки необходимо выбрать пункты меню <ОБРАБОТКА> - <ФОРМАТ ВЫВОДА>.

На дисплее появится окно ввода параметров (рисунок 9).

В поле “История” выбирается, отображается ли в ходе измерений история результатов замеров в серии.

В поле “Вычисления” выбирается, отображаются или нет результаты дополнительной статистической обработки:

- “макс” - максимальный результат в серии;
- “мин” - минимальный результат в серии;
- “Х” – среднее значение (вычисляется **без** использования выбранного алгоритма отброса результатов некорректно совершенных замеров);
- “ $\sigma$ ” - среднеквадратичное отклонение от среднего значения.

Если устанавливается значение “ПОКАЗЫВАТЬ”, то в процессе измерений отображается соответствующая информация. Если устанавливается значение “НЕТ”, информация на дисплей не выводится.

“Поле результатов измерений в серии” автоматически очищается при начале новой серии замеров. Если размер выборки равен 1, то поле очищается после кратковременного нажатия кнопки .

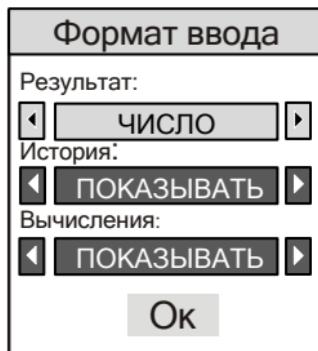


Рис. 9

## 2.8 Установка границ контроля

Функция доступна только в модификации ТКМ-459С.

Определение границ контроля осуществляется после выбора шкалы измерений.

Для определения границ контроля, о выходе за которые будет производиться сигнализация, необходимо выбрать пункт меню <ПОРОГИ>. Текущее измеряемое значение в поле “Результат измерения” при выходе за границы контроля будет выделяться красным цветом.

Могут использоваться варианты сигнализации:

- «ВЫКЛЮЧЕНА»;
- «БОЛЬШЕ», когда результат выше порогового значения;
- «МЕНЬШЕ», когда результат ниже порогового значения;
- «ДИАПАЗОН», когда результат выходит за определенный диапазон.

В зависимости от выбранного варианта сигнализации, поле “Сигнализация” может выглядеть, как на рисунке 10.

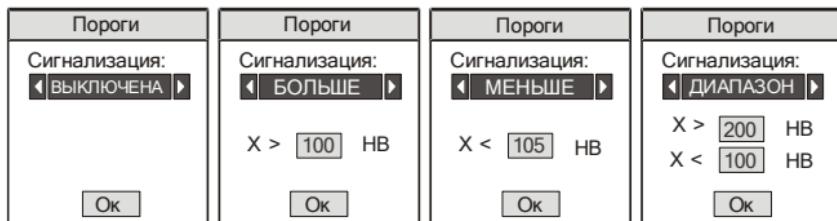


Рис. 10

В числовые поля вводятся пороговые значения. Кнопками и курсор устанавливается на нужную позицию, а кнопками и вводится нужный символ на данной позиции в названии (предварительно в ячейке значения кнопкой вместо всего числа выделяется один из символов), после чего нажать кнопку .

Выбранные границы контроля применяются только к шкале, на которой были установлены и сохраняются даже при выключении прибора.

## 2.9 Калибровка шкал твердомера

### 2.9.1 Общие сведения

Процесс калибровки шкал твердомера (дополнительной калибровки к шкалам) заключается в приведении в соответствие **усредненных** показаний твердомера на образцовых мерах твердости (образцах твердости) к паспортному (номинальному) значению твердости образцовых мер (образцов твердости).

Сущность процесса калибровки заключается во внесении поправок к изначальным заводским установкам.

Калибровка шкал твердомера позволяет восстановить точность показаний в случае появления дополнительной погрешности измерений, связанной с естественным износом механических частей твердомера.

Калибровка шкал твердомера должна производиться с использованием образцовых мер твердости не ниже 2-го разряда по ГОСТ 9031-75. Меры твердости должны иметь действующую метрологическую поверку.

Калибровка записывается на ту шкалу / дополнительную калибровку / дополнительную шкалу, которая выбрана в меню и не влияет на остальные шкалы и калибровки.

### **ВНИМАНИЕ!**

Калибровки основных и справочных шкал, а также дополнительные калибровки ("Ячейка 1", "Ячейка 2" и т.д.), сделанные ультразвуковыми датчиками, хранятся в этих датчиках.

Замена датчика, а также его ремонт означают, что калибровка **не сохранится**.

Введение **дополнительных калибровок** к шкалам твердомера позволяет выполнять контроль металлических изделий, отличающихся по свойствам от углеродистых конструкционных сталей (п. 1.8.2).

Дополнительные калибровки к шкалам твердомера могут вводиться пользователем или на предприятии-изготовителе по предварительному заказу пользователя.

Ввод дополнительных калибровок к шкалам твердомера должен производиться с использованием образцов твердости, изготовленных в соответствии с п. 1.8.2 "Измерения на изделиях, отличных по свойствам от углеродистых конструкционных сталей".

При поставке твердомера все дополнительные калибровки равнозначны калибровке соответствующей шкалы твердомера (если не определены заранее по заказу пользователя).

Калибровка может производиться как по 2-м мерам твердости (образцам), так и по 1-й. Делать калибровку по 1-й мере (образцу) разрешается, если данная процедура позволяет обеспечить допустимую погрешность во всем необходимом диапазоне измерений.

## **ВНИМАНИЕ !**

Калибровку основных и справочных шкал твердомера необходимо производить **ТОЛЬКО** в случае появления недопустимой погрешности в работе твердомера по этим шкалам. Наличие недопустимой погрешности определяется при измерениях на образцовых мерах твердости 2-го разряда по ГОСТ 9031-75, имеющих действующую метрологическую поверку (см. п. 2.3 "Проверка работоспособности твердомера").

Перед проведением калибровки основной или справочной шкалы твердомера **рекомендуется** убедиться, что недопустимая погрешность не вызвана неудачной калибровкой шкалы, совершенной ранее. Для этого необходимо вернуть твердомер к заводским настройкам по данной шкале по п. 2.9.4 "Удаление калибровки". После чего проверить работоспособность по п. 2.3 "Проверка работоспособности твердомера".

### **2.9.2 Калибровка основной шкалы**

Для калибровки шкалы твердомера необходимо подготовить соответствующие образцовые меры твердости 2-го разряда по ГОСТ 9031-75.

Перед проведением калибровки меры твердости притираются к опорной плите в соответствии с процедурой, установленной в п. 1.8.3 “Измерения на тонкостенных изделиях”.

Для входа в режим калибровки необходимо выбрать нужную шкалу твердомера, после чего выйти в меню и выбрать пункты меню <КАЛИБРОВКА> — <КАЛИБРОВКА>.

Появится окно ввода защитного кода для предохранения от случайного изменения (рисунок 11).



Рис. 11

Для получения возможности изменения защищенных таким образом параметров необходимо последовательно нажать кнопки , , , , . В случае неверной комбинации изменение параметров будет невозможно (произойдет возврат в меню).

После снятия защиты дисплей твердомера примет вид в соответствии с рисунком 12.



Рис. 12

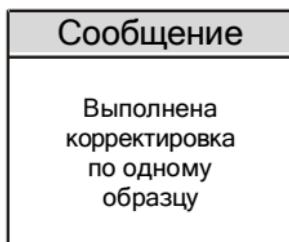
Произвести не менее пяти замеров, смещая датчик по поверхности. При этом результаты замеров будут отображаться в “Поле результатов измерений в серии”, а в области дисплея “Усредненные показания” - усредненные показания, полученные с использованием установленного алгоритма отброса по п. 2.7.1 “Установка параметров усреднения”.

Кнопками и установить паспортное (номинальное) значение меры твердости и завершить калибровку по одной (первой) мере, нажав кнопку (если нажать кнопку , не нажимая предварительно кнопок и , то показания будут “обнулены”, замеры можно будет повторить заново). Дисплей будет соответствовать рисунку 13.



*Рис. 13*

Если производится калибровка по одной мере твердости, необходимо нажать кнопку . На дисплее появится сообщение о том, что проведена калибровка **по одной мере**, и твердомер выйдет в меню (рисунок 14).



*Рис. 14*

Если производится калибровка **по двум мерам** твердости, необходимо провести замеры по вышеописанному алгоритму на второй мере. Установить ее паспортное значение и



нажать кнопку На дисплее появится сообщение о том, что проведена калибровка по двум мерам, и твердомер выйдет в меню.

Можно отменить калибровку по второй мере в любой момент, нажав кнопку

После проведения калибровки необходимо проверить работоспособность твердомера по п. 2.3 “Проверка работоспособности твердомера”.

### 2.9.3 Ввод дополнительной калибровки

В случае использования материалов, отличных по свойствам от углеродистых сталей, может понадобиться провести дополнительную калибровку по предварительно подготовленным образцам из данных материалов в выбранной шкале измерений.

Образцы готовятся в соответствии с требованиями, определенными в п. 1.8.2 “Измерения на изделиях, отличных по свойствам от углеродистых конструкционных сталей”.

Процедура полностью аналогична процедуре калибровки шкалы твердомера, изложенной в п. 2.9.2.

Для ввода и определения названия дополнительной калибровки необходимо в выбранной шкале измерений (Роквелл, Бринелль, Виккерс и т.д.) кнопками , выбрать ячейку дополнительной калибровки (“Ячейка 1”, “Ячейка 2”, “Ячейка 3”), после чего выйти в меню и выбрать пункты меню <КАЛИБРОВКА> - <ИМЯ ЯЧЕЙКИ>.

На дисплее появится окно ввода параметров (рисунок 15).

В поле “Название” кнопками , , , выбрать букву, которую необходимо изменить. Кнопками , выбрать нужный символ (букву, цифру, знак пунктуации) на данной позиции в названии. Символ будет автоматически введен при переходе на следующую букву с помощью кнопок , .

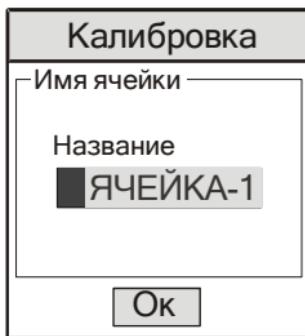


Рис. 15

После полного ввода нового названия нажать кнопку . На дисплее появится сообщение, подтверждающее, что название калибровки сохранено и твердомер выйдет в меню.

Теперь новое название будет отображаться в режиме измерений.

#### 2.9.4 Удаление калибровки

Функция удаления калибровки шкалы (дополнительной калибровки) используется для возврата калибровки к первоначальным заводским установкам.

Для этого необходимо выбрать нужную шкалу твердомера (дополнительную калибровку), после чего выйти в меню и выбрать пункты меню <КАЛИБРОВКА> - <УДАЛЕНИЕ>.

В появившемся окне ввода защитного кода необходимо последовательно нажать кнопки , , , , .

Прибор выдаст запрос, требующий подтвердить удаление калибровки.

В случае согласия, калибровка будет удалена - твердомер выдаст подтверждающее сообщение и выйдет в меню.

При удалении дополнительной калибровки удаляется только сама калибровка, название калибровки остается без изменений.

## 2.10 Ввод дополнительной шкалы

### 2.10.1 Общие сведения

Процесс создания дополнительной шкалы заключается в записи в твердомер зависимость (тарировочной кривой, характеристики) между первичным сигналом с датчика прибора и контролируемым параметром (например, твердостью).

Кнопками необходимо выбрать дополнительную шкалу - ШКАЛА 1, ШКАЛА 2 или ШКАЛА 3. Названия шкал и единиц измерения отображаются по умолчанию, в дальнейшем их можно изменить.

При выборе ШКАЛА 1 экран примет вид, соответствующий рисунку 16, при выборе ШКАЛА 2 - рисунку 17.

| Название шкалы                                    | <b>ШКАЛА 1</b> | ШК1                 | Единицы измерений                  |
|---|----------------|---------------------|------------------------------------|
| Результат измерения                               | <b>0</b>       |                     | Поле результатов измерений в серии |
| Количество замеров в серии и усредненное значение | [ 0 ] 0        | макс = 0<br>мин = 0 | Поле дополнительной статистики     |
| Размер выборки                                    | 4              | Х = 0<br>σ = 0      | Индикатор заряда аккумулятора      |

Рис. 16

| Название шкалы                                    | <b>ШКАЛА 2</b> | ШК2                     | Единицы измерений                  |
|---|----------------|-------------------------|------------------------------------|
| Результат измерения                               | <b>0.0</b>     |                         | Поле результатов измерений в серии |
| Количество замеров в серии и усредненное значение | [ 0 ] 0.0      | макс = 0.0<br>мин = 0.0 | Поле дополнительной статистики     |
| Размер выборки                                    | 4              | Х = 0.0<br>σ = 0.0      | Индикатор заряда аккумулятора      |

Рис. 17

### ВНИМАНИЕ!

Новая шкала сохраняется в датчике. До момента ее создания в качестве результата измерения в "Шкала 1", "Шкала 2" и т. д. отображается условный сигнал датчика.

Замена датчика, а также его ремонт означают, что новая шкала **не сохранится**.

## 2.10.2 Ввод названия дополнительной шкалы

Для ввода названия и единиц измерения дополнительной шкалы необходимо выбрать определяемую дополнительную шкалу, после чего выйти в меню и выбрать пункты <ВВОД ШКАЛЫ> - <ОБОЗНАЧЕНИЯ>.

В отобразившемся окне ввода параметров ввести название дополнительной шкалы и единиц измерения.



В поле “Название” кнопками , , , ввести нужный символ на данной позиции в названии, после чего нажать кнопку . Кнопкой спуститься на позицию ниже и ввести аналогичным образом единицы измерения, нажать кнопку . После нажатия твердомер выдаст сообщение о сохранении установленных параметров.

Новое название и единицы измерения будут отображаться в режиме измерений.

## 2.10.3 Ввод параметров дополнительной шкалы

Для установки количества точек кривой и вида интерполяции необходимо выбрать определяемую дополнительную шкалу, после чего выйти в меню и выбрать пункты меню <ВВОД ШКАЛЫ> - <НАСТРОЙКИ>.

В появившемся окне ввода защитного кода необходимо последовательно нажать кнопки , , , , .

На дисплее отобразится окно ввода параметров в соответствии с рисунком 18.

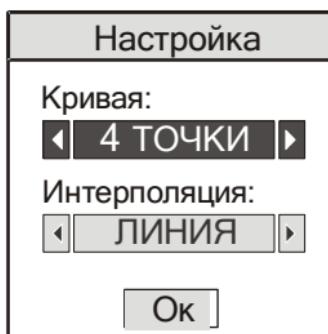


Рис. 18

В поле “Кривая” устанавливается количество точек в кривой, которое может быть от 2-х до 10-ти. Количество точек зависит от количества образцов, подготовленных в соответствии с требованиями п. 1.8.2 “Измерения на изделиях, отличных по свойствам от углеродистых конструкционных сталей”.

В поле “Интерполяция” устанавливается вид используемой интерполяции. При преобразовании сигнала датчика в значение контролируемого параметра по введенной кривой, твердомер осуществляет промежуточную интерполяцию между точками кривой.

Кусочно-линейная интерполяция – это линия по двум точкам, ближайшим к значению сигнала, при этом обеспечивается более плавная зависимость, но необходимо, чтобы каждая возможная для вычислений тройка точек лежала на одной ветви проходящей через них линии.

Кусочно-параболическая интерполяция – это парабола, построенная по трем точкам, ближайшим к значению сигнала.

Использование кусочно-параболической интерполяции позволяет построить более “плавную” зависимость. При этом необходимо следить за тем, чтобы каждая возможная для вычислений тройка точек лежала на одной ветви, проходящей через них параболы.

#### 2.10.4 Снятие сигнала датчика

Для снятия сигнала датчика необходимо выбрать определяемую дополнительную шкалу, затем выйти в меню и выбрать пункты меню <ВВОД ШКАЛЫ> - <СИГНАЛ ДАТЧИКА>.

Дисплей примет вид в соответствии с рисунком 19.

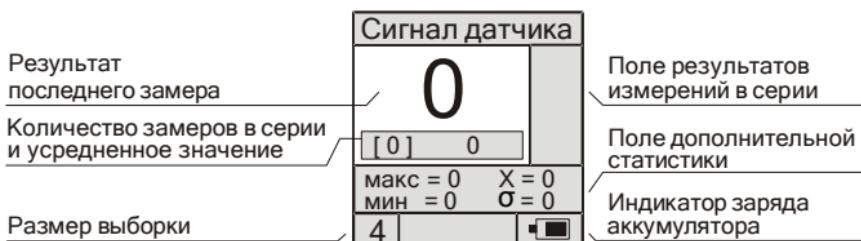


Рис. 19

При проведении замеров на образцах на дисплее отображаются: результат замера (сигнал датчика в относительных единицах), результаты предыдущих замеров, усредненное значение, среднеквадратичное отклонение, максимальное и минимальное значения.

Нажатие кнопки  приводит к “обнулению” предыдущих замеров и началу нового цикла усреднения.

Для создания дополнительной шкалы пользователю нужно сделать столько серий замеров, сколько подготовлено образцов и сколько точек выбрано для создания кривой (2.10.3 “Ввод параметров дополнительной шкалы”).

Серия будет состоять из стольких замеров, сколько было ранее выбрано в поле <ОБРАБОТКА> - <ВЫБОРКА>.

Серия может состоять из неограниченного количества замеров, рекомендуемое количество – 5.

По результатам проведенных замеров отобразится среднее значение сигнала.

Полученное среднее значение сигнала и соответствующую ему твердость образца следует записать в таблицу (примерный вариант - таблица 10).

Таблица 10

| Номер образца | Сигнал датчика | Паспортная твердость образца |
|---------------|----------------|------------------------------|
| 1             | 500            | 250 HV                       |
| 2             | 570            | 200 HV                       |
| 3             | -              | -                            |
| 4             | -              | -                            |

Подобным образом провести серии замеров на остальных подготовленных образцах. Записать результаты в таблицу 10.



Выход в меню производится нажатием кнопки .

## 2.10.5 Ввод кривой

Для ввода кривой (зависимости между сигналом датчика и контролируемым параметром) необходимо выбрать определяемую дополнительную шкалу (ШКАЛА 1, ШКАЛА 2 или ШКАЛА 3), затем выйти в меню и выбрать пункты <ВВОД ШКАЛЫ> - <ВВОД КРИВОЙ>.

В появившемся окне ввода защитного кода следует последовательно, нажать кнопки .

Дисплей примет вид в соответствии с рисунком 20. Количество строк соответствует количеству точек в кривой.

| № | Датчик | Прибор |
|---|--------|--------|
| 1 |        |        |
| 2 |        |        |
| 3 |        |        |
| 4 |        |        |

Рис. 20

| № | Датчик     | Прибор     |
|---|------------|------------|
| 1 | <b>500</b> | <b>250</b> |
| 2 | <b>570</b> | <b>200</b> |
| 3 | <b>644</b> | <b>180</b> |
| 4 | <b>701</b> | <b>102</b> |

Рис. 21

В пустые поля следует перенести данные, записанные в таблице 10. В столбец “Датчик” занести данные из столбца “Сигнал датчика”, в столбец “Прибор” - соответствующие значения из столбца “Паспортная твердость образца” (рисунок 21).

## 2.11 Работа с памятью

### 2.11.1 Общие сведения

Возможна организация гибкого архива данных результатов измерений в памяти твердомера, их анализ и передача на компьютер.

Архив организуется в виде именных блоков памяти. В блоки памяти записываются результаты измерений по одной шкале.

Блоки памяти задаются пользователем (например, блок результатов измерений твердости на определенной детали).

Запись в блок производится путем длительного нажатия кнопки (прибор издаст звуковой сигнал, означающий, что данные записаны).

### 2.11.2 Создание блока

Для создания нового блока данных необходимо выбрать пункты меню <ПАМЯТЬ> - <СОЗДАТЬ БЛОК> (рисунок 22).

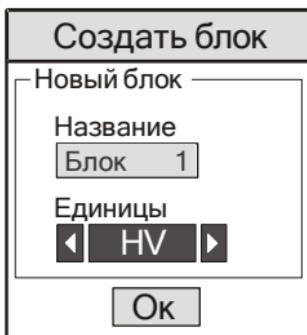


Рис. 22

В отобразившемся окне вводится название нового блока и выбираются единицы измерения. Кнопками, курсором устанавливается на нужную позицию, а кнопками, вводится нужный символ на данной позиции в названии.

Для изменения названия блока данных необходимо выбрать пункты меню <ПАМЯТЬ> - <БЛОКИ ДАННЫХ>. Затем из списка блоков выбрать нужный. После чего в открывшемся подменю выбрать пункт <НАЗВАНИЕ>. Аналогичным образом записать новое название блока.

В случае невозможности создания блока (память твердомера заполнена или уже создано максимальное количество блоков), твердомер выдаст соответствующее сообщение.

### 2.11.3 Установка блока для записи результатов измерений

Для выбора блока данных для записи результатов измерений необходимо выбрать пункты меню <ПАМЯТЬ> - <ВЫБРАТЬ БЛОК>.

На дисплее появится список блоков данных (рисунок 23).

| Список блоков |       |
|---------------|-------|
| Имя           | Шкала |
| БЛОК 1        | HRC   |
| БЛОК 2        | HRC   |
| БЛОК 3        | HRC   |
| БЛОК 4        | HRC   |

Рис. 23

С помощью кнопок выбрать блок данных для записи результатов измерений по текущей шкале. В поле “Название блока данных” (рисунок 6) отобразится название выбранного блока памяти.

В случае, если ранее не определено ни одного блока для записи результатов в единицах текущей шкалы, твердомер выдаст диалоговый запрос с предложением создать такой блок.

Другой способ (только модификация ТКМ-459С) установить блок для записи – выбрать пункты меню <ПАМЯТЬ> - <БЛОКИ ДАННЫХ>. Затем из списка всех имеющихся блоков выбрать нужный. После чего в открывшемся подменю выбрать пункт <ВЫБРАТЬ>. Выбранный блок будет установлен для записи результатов по соответствующей ему шкале.

Запись результата серии измерений в блок памяти прибора осуществляется длительным нажатием кнопки . При записи твердомер издаст характерный звуковой сигнал, а результат на дисплее “мигнет”.

Если к моменту необходимости записи результата измерений серия замеров не завершена, твердомер предварительно завершит текущую серию замеров, определит результат измерения и запишет его в память.

Если при попытке записи блок для записи будет не выбран или максимально заполнен, прибор издаст характерный звуковой сигнал и выдаст диалоговое сообщение с предложением вариантов действий для пользователя.

#### 2.11.4 Очистка блока

Для удаления всех данных из блока необходимо выбрать пункты меню <ПАМЯТЬ> - <ОЧИСТИТЬ БЛОК>. Из списка всех имеющихся блоков, с помощью кнопок выбрать нужный, после чего подтвердить действие. Блок будет очищен.

Другой способ - выбрать пункты меню <ПАМЯТЬ> - <БЛОКИ ДАННЫХ>. Затем из списка блоков выбрать нужный и в открывшемся подменю выбрать пункт <ОЧИСТИТЬ>.

#### 2.11.5 Удаление блока

Для удаления блока данных из памяти необходимо выбрать пункты меню <ПАМЯТЬ> - <УДАЛИТЬ БЛОК>. Из появившегося списка имеющихся блоков выбрать нужный, после чего подтвердить действие. Блок будет удален.

Другой способ - выбрать пункты меню <ПАМЯТЬ> - <БЛОКИ ДАННЫХ>. Затем из списка блоков выбрать нужный и в открывшемся подменю выбрать пункт <УДАЛИТЬ>.

#### 2.11.6 Информация о состоянии памяти и очистка памяти

Функция доступна только в модификации ТКМ-459С.

Для получения данной информации необходимо выбрать пункты меню <ПАМЯТЬ> - <СОСТОЯНИЕ>.

Дисплей примет вид в соответствии с рисунком 24.

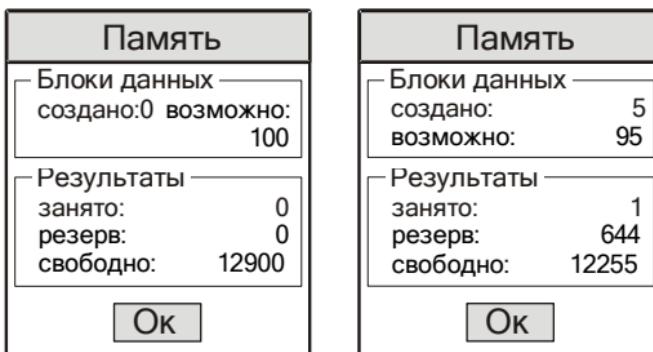


Рис. 24

В поле “Блоки данных”:

- “создано” - общее количество созданных блоков данных;
- “возможно” - максимальное количество блоков данных, которое еще можно создать на текущий момент.

В поле “Результаты”:

- “занято” - общее количество записанных результатов измерений;
- “резерв” - количество ячеек памяти, зарезервированных для записи результатов измерений в имеющихся блоках данных;
- “свободно” - количество свободных ячеек памяти, не закрепленных за блоками данных.

Выход из режима в меню производится нажатием кнопки



или



Для удаления всех блоков данных из памяти необходимо выбрать пункты меню <ПАМЯТЬ> - <ОЧИСТИТЬ ПАМЯТЬ>, после чего подтвердить действие. Память будет очищена.

### 2.11.7 Обработка полученных результатов

Для просмотра результатов измерений, записанных в блоке, необходимо выбрать пункты меню <ПАМЯТЬ> - <БЛОКИ ДАННЫХ>. Из списка блоков выбрать нужный и затем выбрать пункт меню <РЕЗУЛЬТАТЫ>.

В модификации ТКМ-459М на дисплей будет выведен список всех результатов измерений, записанных в выбранном блоке памяти. Для прокрутки списка необходимо использовать кнопки . Выход из режима в меню производится нажатием кнопки

В модификации ТКМ-459С можно выбрать условие отбора записанных в блоке результатов для вывода на дисплей и установить граничные значения для условия. Для этого необходимо в отобразившемся окне ввода параметров кнопками , выбрать нужный вариант и нажатием

подтвердить свой выбор (рисунок 25).

Могут использоваться варианты отбора:



Рис. 25

- «ВСЕ» - вывод всех результатов;
- «БОЛЬШЕ» - вывод результатов больше определенного значения;
- «МЕНЬШЕ» - вывод результатов меньше определенного значения;
- «ДИАПАЗОН» - вывод результатов, выходящих за определенный диапазон.

В модификации ТКМ-459С предусмотрен расширенный анализ данных результатов измерений. Для этого необходимо выбрать пункты меню <ПАМЯТЬ> - <БЛОКИ ДАННЫХ>. Затем из списка блоков выбрать нужный и в открывшемся подменю выбрать пункт <АНАЛИЗ>.

В отобразившемся окне ввода параметров (рисунок 26) установить вид анализа и необходимые отправные значения:

- «СРЕДНЕЕ» - вычисление среднего значения, среднеквадратичного отклонения от среднего, поиск минимального и максимального значений;
- «ПОРОГ» - вычисление среднего отклонения от заданного (например, ожидаемой твердости) в сторону увеличения и уменьшения, поиск максимального отклонения в сторону увеличения и уменьшения;
- «ДИАПАЗОН» - относительно диапазона.



Рис. 26

На дисплее будут отображены результаты соответствующих вычислений.

Для анализа данных в виде графиков (только в модификации ТКМ-459С) доступна функция вывода графиков.

Для удобства анализа графики могут быть построены:

- «СРЕДНЕЕ» - относительно среднего значения данных в блоке;
- «ПОРОГ» - относительно заданного значения (например, ожидаемой твердости);
- «ДИАПАЗОН» - относительно диапазона значений (например, допустимого диапазона твердости).

Для выхода в режим построения графиков необходимо выбрать пункты меню <ПАМЯТЬ> - <БЛОКИ ДАННЫХ>. Затем из списка блоков выбрать нужный. После чего в открывшемся подменю выбрать пункт <ГРАФИК>.

На дисплее будет построен график по данным блока. Горизонтальными линиями отобразятся отправные значения.

## 2.12 Передача данных на компьютер

Для передачи данных на компьютер необходимо с помощью кабеля, входящего в комплект поставки, соединить твердомер с компьютером. На компьютере необходимо установить и запустить программу, поставляемую вместе с твердомером.

После этого:

- Включить твердомер, если он был выключен;
- Подсоединить к разъему на торцевой стенке электронного блока кабель для передачи данных, входящий в комплект поставки. Другой конец кабеля подключить к одному из USB-портов компьютера. На дисплее появится сообщение о том, что он подключен к компьютеру;
- Запустить на компьютере программное обеспечение, записанное на CD и входящее в комплект поставки.

## 2.13 Настройка автовыключения и режима подсветки

Твердомер позволяет совершать установку времени автоматического выключения прибора (ячейка “Автовыключение”) при паузах в его эксплуатации и подсветки дисплея (ячейка “Ожидание”).

Для изменения этих настроек необходимо выбрать в меню пункты <НАСТРОЙКИ> - <ПРИБОР>. В отобразившемся окне ввода параметров кнопками установить нужные значения. Перемещение от параметра времени автовыключения к подсветке осуществляется нажатием кнопки .

Установка измененных параметров завершается нажатием кнопки .

## 2.14 Контроль состояния и зарядка аккумуляторов

В твердомере предусмотрен оперативный контроль состояния заряда аккумулятора. Текущий заряд аккумулятора отображается на дисплее в режиме измерений.

При достижении величины критического разряда на дисплее появится мигающее изображение аккумулятора, раздастся звуковой сигнал и твердомер выключится.

Для зарядки аккумулятора в модификации ТКМ-459М необходимо, открыв крышку батарейного отсека, извлечь аккумулятор и зарядить его при помощи входящего в комплект поставки зарядного устройства.

Для зарядки аккумулятора в модификации ТКМ-459С необходимо через USB-кабель подключить твердомер к зарядному устройству или USB-порту компьютера.

В ходе зарядки изображение батарейки в режиме измерений будет заполняться. После полной зарядки изображение батарейки перестанет мигать.

### **ВНИМАНИЕ !**

В процессе зарядки не оставлять прибор без присмотра.

## 2.15 Выключение твердомера

Твердомер можно выключить тремя способами:

- Нажать и удерживать 0,5 - 1 сек. кнопку , затем отпустить.
- Выбрать в меню пункт <ВЫКЛЮЧЕНИЕ>.
- Если с твердомером не производить никаких действий, он самостоятельно выключится через 1 минуту ( заводская настройка), либо спустя промежуток времени, установленный по п. 2.13 “Настройка автовыключения и режима подсветки”.

## 3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Проверка технического состояния твердомера с целью обеспечения его работоспособности в течение всего периода эксплуатации проводится не реже одного раза в год в следующей последовательности:

- Проверить комплектность твердомера по п. 1.7 “Комплект поставки твердомера”;
- Провести внешний осмотр твердомера, убедиться в отсутствии механических повреждений электронного блока, датчиков, соединительного кабеля;
- Проверить работоспособность твердомера по п. 2.3 “Проверка работоспособности твердомера”;
- При невозможности устранения выявленных недостатков следует обратиться на предприятие-изготовитель.

## 4. ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

4.1 Твердомер в транспортной упаковке, обеспечивающей его сохранность, транспортируют железнодорожным, автомобильным, морским или авиационным транспортом с соблюдением соответствующих правил перевозки грузов, действующих на указанных видах транспорта. В случае транспортировки авиационным транспортом, перевозка должна осуществляться в герметизированных отапливаемых отсеках.

4.2 Хранение твердомера производится в футляре в закрытом отапливаемом помещении с температурой воздуха  $25\pm10$  °С выше нуля, относительной влажностью от 45 до 80 % и атмосферным давлением от 630 до 800 мм рт.ст.

В помещении должна отсутствовать плесень, пары кислот, реактивов, красок и других химикатов.

В помещении не должны допускаться резкие изменения температуры и влажности воздуха, вызывающие появление росы.

4.3 При длительном хранении (более 2 месяцев) аккумуляторы должны извлекаться из электронного блока (только для модификации ТКМ-459М).

## 5. МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ

5.1 Твердомер является технически сложным измерительным устройством, требующим бережного обращения.

Твердомер необходимо оберегать от:

- ударов и нагрузок, которые могут привести к механическим повреждениям;
- воздействия химически агрессивных сред;
- попадания жидкостей;
- длительного воздействия прямых солнечных лучей;
- других воздействий, которые могут нанести вред работоспособности прибора.

5.2 При измерениях не допускается отклонение от схемы замера твердости, установленной в п. 2.6 "Замеры твердости", т. к. это может привести к выходу из строя датчика твердомера.

5.3 Не допускается использование твердомера в условиях резкого перепада температур. При резком перепаде температуры окружающего воздуха перед включением твердомер выдержать в выключенном состоянии **не менее 1 часа**.

5.4 Не допускается использование в твердомере элементов питания и зарядных устройств, не одобренных производителем.

5.5 Не допускается вскрытие электронного блока и датчиков твердомера.

5.6 Не допускается самостоятельный ремонт твердомера.

## 6. УТИЛИЗАЦИЯ

После окончания срока эксплуатации твердомер не представляет опасности для жизни и здоровья людей, окружающей среды и не требует особых способов утилизации.

Элементы питания прибора утилизируются в соответствии с действующими правилами утилизации данных изделий.

## 7. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

7.1 Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие твердомера требованиям технических условий ТУ 4271-001-96819331-2011 “Твердомеры портативные ультразвуковые ТКМ-459 (модификации ТКМ-459С, ТКМ-459М)” в течение гарантийного срока эксплуатации.

Гарантийный срок эксплуатации твердомера составляет **32 месяца с даты продажи, но не более 36 месяцев с даты выпуска**, при условии соблюдения требований настоящего руководства к эксплуатации, техническому обслуживанию, транспортировке и хранению прибора.

Указанный гарантийный срок распространяется на электронный блок и датчик.

Гарантия на соединительный кабель и прочие составляющие комплекта прибора – **6 месяцев**.

7.2 Гарантийный и послегарантийный ремонт осуществляется на предприятии-изготовителе.

7.3 В случае обнаружения неисправностей в твердомере в период гарантийного срока, потребитель должен составить акт о необходимости устранения неисправности твердомера. Твердомер и один экземпляр акта направляются изготовителю или представителю изготовителя (поставщику).

7.4 Гарантийному ремонту не подлежат твердомеры, имеющие повреждения, связанные с нарушением требований к эксплуатации и мерам предосторожности при эксплуатации; техническому обслуживанию; транспортировке и хранению.

7.5 Гарантийному ремонту не подлежат твердомеры с механическими повреждениями (за исключением следов, вызванных нормальной эксплуатацией), следами попадания жидкостей и др. воздействий, приводящих к выходу твердомера из строя.

7.6 Гарантийному ремонту не подлежат ультразвуковые датчики **со сколом алмазного наконечника**.

7.7 Гарантийному ремонту не подлежат твердомеры с нарушенными защитными пломбами (этикетками) на корпусах электронного блока и датчиков, а так же твердомеры, имеющие следы вскрытия и/или попыток самостоятельного ремонта.

7.8 Гарантия изготовителя не распространяется на аккумуляторы и устройства других производителей (зарядные устройства, шлифовальные машинки, измерительные стенды и др.), поставляемые в комплекте с твердомером.

7.9 Гарантийный ремонт твердомера осуществляется при предъявлении настоящего руководства по эксплуатации, совмещенного с паспортом.

## 8. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Твердомер ТКМ-459 \_\_\_\_\_ заводской номер \_\_\_\_\_ соответствует ТУ 4271-001-96819331-2011 и признан годным для эксплуатации.

Дата выпуска:

Ответственный за приемку:

<\_\_\_\_> 20\_\_\_\_г.

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

М.П.

Дата поверки:

Поверитель:

<\_\_\_\_> 20\_\_\_\_г.

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

М.П.

Дата продажи\*:

Поставщик:

\_\_\_\_\_

<\_\_\_\_> 20\_\_\_\_г.

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

М.П.

\*Поле «Дата продажи» заполняется поставщиком твердомера. Если данное поле не заполнено, то гарантийный срок отсчитывается с даты выпуска твердомера.

**9. СВЕДЕНИЯ О ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОВЕРКЕ  
И ПОВЕРКЕ ПОСЛЕ РЕМОНТА**

| Дата | Результат поверки | Подпись и клеймо поверителя |
|------|-------------------|-----------------------------|
|      |                   |                             |
|      |                   |                             |
|      |                   |                             |
|      |                   |                             |
|      |                   |                             |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**10. СВЕДЕНИЯ О РЕМОНТЕ ТВЕРДОМЕРА**

| Дата | Перечень работ | Подпись |
|------|----------------|---------|
|      |                |         |
|      |                |         |
|      |                |         |
|      |                |         |
|      |                |         |
|      |                |         |
|      |                |         |
|      |                |         |

## 11. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ (ТКМ459СМ МП)

Настоящая методика поверки распространяется на твердомеры портативные ультразвуковые ТКМ-459, предназначенные для измерения твёрдости металлов по шкалам Бринелля, шкале «С» Роквелла и шкалам Виккерса (далее – твердомер), устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки.

### **Межповерочный интервал — один год.**

Твердомер представляет собой портативное устройство, состоящее из электронного блока и ультразвукового датчика. Индентор представляет собой алмазную пирамиду Виккерса и находится в нижней части датчика. Изменение частоты колебания датчика при внедрении алмазной пирамиды в испытуемый материал пересчитывается в числа твёрдости.

### **1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ**

- 1.1. При проведении **первичной и периодической** поверки выполняются операции, указанные в таблице 1.
- 1.2 Меры твёрдости, используемые для поверки портативных твердомеров, должны быть поверены.
- 1.3 Допускается применять другие средства поверки с аналогичными нормативно-техническими характеристиками.

Таблица №1

| <b>Операция</b>                              | <b>Описание операции</b>  |
|--|---|
| Внешний осмотр                               | Проверить комплектность, выявить наличие механических повреждений. Пункт 1.9 РЭ<br>В случае обнаружения несоответствий данным требованиям поверка должна быть прекращена.   |
| Опробование                                  | Проверить работоспособность твердомера по п. 2.3 РЭ   |
| Определение абсолютной погрешности измерений | На каждой из эталонных мер твердости провести по 5 измерений (п.п. 2.4, 2.6 РЭ). Результаты измерений усреднить. Полученное среднее значение $H_{ср}$ занести в протокол испытаний. Порядок работы подробно описан в п. 6.1 «Контроль метрологических характеристик прибора». |

## 2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При поверке должны применяться эталонные меры твердости не ниже 2-го разряда типа МТР, МТБ, МТВ по ГОСТ 9031-75, диапазоны значений твердости указаны в таблице №2.

Таблица №2

| Наименование эталонных мер твердости |               | Номинальные значения чисел твёрдости эталонных мер |
|--------------------------------------|---------------|--|
| МТР, по Роквеллу, HRC                |               | $25 \pm 5$<br>$45 \pm 5$<br>$65 \pm 5$             |
| МТБ,<br>по Бринеллю                  | HB 10/1000/10 | $100 \pm 25$                                       |
|                                      | HB 10/3000/10 | $200 \pm 50$<br>$400 \pm 50$                       |
| МТВ, по Виккерсу, HV 30              |               | $200 \pm 50$<br>$450 \pm 75$<br>$800 \pm 50$       |

Погрешности прибора при измерениях на мерах твёрдости указаны в таблице №3.

Таблица №3

| Диапазоны измерений твердости по шкалам:                   | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения твердости |
|--|--|
| Роквелла, HRC (20-70)                                      | $\pm 2$  |
| Бринелля, HB<br>(75...150)<br>(150...300)<br>(300...650)   | $\pm 10$<br>$\pm 15$<br>$\pm 20$                               |
| Виккерса, HV<br>(200...500)<br>(500...800)<br>(800...1000) | $\pm 15$<br>$\pm 20$<br>$\pm 25$                               |

2.2 При поверке должна использоваться чугунная или стальная плита по ГОСТ 10905-86. Параметр шероховатости поверхностей плиты  $Ra < 0,16$  по ГОСТ 2789-73.

### **3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены "Правила эксплуатации электроустановок потребителем" (утверждены Госэнергонадзором 27.02.83), "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителем" (утверждены Госэнергонадзором 31.03.92).

3.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.019-80 и санитарных норм СН 245-71.

### **4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

Поверка проводится согласно ГОСТ 8.395-80 "ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования".

### **5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

5.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- привести в рабочее состояние средства поверки в соответствии с указаниями, изложенными в их эксплуатационной документации;
- подготовить к работе поверяемый прибор в соответствии с инструкцией по эксплуатации;
- плита с образцовыми мерами твердости должна быть горизонтально установлена на столе.

5.2 Рабочие поверхности эталонных мер твердости и индентор твердомера должны быть чистыми и обезжиренными по ТУ ОП 64-11-120-88.

5.3 Выполнить операцию «Опробование» по таблице №1.

### **6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

#### **6.1 Контроль метрологических характеристик прибора**

Абсолютную погрешность замеров твердости на эталонных мерах необходимо определять только при вертикальном положении датчика твердомера по отношению к мере.

На каждой из эталонных мер твердости (см. п.п. 2.4, 2.6 РЭ) нужно провести по 5 измерений. Результаты измерений усреднить. Полученное среднее значение  $H_{ср}$ , относящееся к данной шкале твёрдости, занести в протокол испытаний.

Вычислить абсолютную погрешность измерений твердости для каждой меры и шкалы по формуле:

$$\delta = H_{cp} - H_n$$

где:  $H_{cp}$  — среднее значение твердости, полученное измерениями на эталонной мере;  $H_n$  — нормативное (по паспорту) значение твердости эталонной меры.

Абсолютная погрешность измерений твердости прибором на каждой эталонной мере по каждой шкале твердости не должна превышать пределов, указанных в таблице №3:

- если абсолютная погрешность измерений не превышает указанных значений, то твердомер считается пригодным для эксплуатации.
- если абсолютная погрешность превышает указанные значения, то твердомер признается непригодным для эксплуатации.

## 6.2 Подтверждение соответствия ПО

6.2.1 Включить твердомер в соответствии с п. 2.2 РЭ. На экране должны высветиться идентификационные данные ПО. Высветившиеся идентификационные данные должны совпадать с данными, указанными в таблице №4.

6.2.2 Убедиться, что доступ пользователя для изменения калибровочных настроек твердомера защищён паролем.

Таблица №4

| Наименование ПО                         | Идентификационное наименование ПО | Номер версии (идентиф. номер) ПО |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|
| ПО для портативного твердомера ТКМ-459С | TKM659                            | 1.01.459С                        |
| ПО для портативного твердомера ТКМ-459М | TKM659                            | 1.01.459М                        |

Если высветившиеся на экране прибора идентификационные данные совпадают с данными, указанными в таблице №4, то твердомер признаётся годным к эксплуатации.

Если номер версии ПО не совпадает с указанным в таблице №4, то поверитель должен получить от производителя официальное письмо с указанием даты выхода и номеров новых версий ПО для этого прибора.

Если полученные данные будут совпадать с высветившимися на экране, то твердомер признаётся годным к эксплуатации, в противном случае, он признаётся непригодным к эксплуатации.

**Приложение А**  
**(обязательное)**

**ФОРМА ПРОТОКОЛА  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ АБСОЛЮТНОЙ ПОГРЕШНОСТИ  
ТВЕРДОМЕРОВ ПОРТАТИВНЫХ  
УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТКМ-459**

Протокол №\_\_\_\_\_ определения погрешности твердомера

Модель твердомера портативного динамического ТКМ-459\_\_\_\_\_

Заводской №\_\_\_\_\_

Средства поверки:

мера твёрдости Роквелла №\_\_\_\_\_ значение \_\_\_\_\_ HRC

мера твёрдости Роквелла №\_\_\_\_\_ значение \_\_\_\_\_ HRC

мера твёрдости Роквелла №\_\_\_\_\_ значение \_\_\_\_\_ HRC

мера твёрдости Виккерса №\_\_\_\_\_ значение \_\_\_\_\_ HV 30

мера твёрдости Виккерса №\_\_\_\_\_ значение \_\_\_\_\_ HV 30

мера твёрдости Виккерса №\_\_\_\_\_ значение \_\_\_\_\_ HV 30

мера твёрдости Бринелля №\_\_\_\_\_ значение \_\_\_\_\_ HB 10/1000/10

мера твёрдости Бринелля №\_\_\_\_\_ значение \_\_\_\_\_ HB 10/3000/10

мера твёрдости Бринелля №\_\_\_\_\_ значение \_\_\_\_\_ HB 10/3000/10

Таблица 1. Результаты измерений

| №<br>п.п. | Шкала         | №<br>меры | Результаты измерения<br>твёрдости твердомера ТКМ-459 |   |   |   |   | Среднее 5<br>измерений |
|-----------|---------------|-----------|--|---|---|---|---|------------------------|
|           |               |           | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 |                        |
| 1         | HRC           |           |  |   |   |   |   |                        |
| 2         | HRC           |           |  |   |   |   |   |                        |
| 3         | HRC           |           |  |   |   |   |   |                        |
| 4         | HV 30         |           |  |   |   |   |   |                        |
| 5         | HV 30         |           |  |   |   |   |   |                        |
| 6         | HV 30         |           |  |   |   |   |   |                        |
| 7         | HB 10/1000/10 |           |  |   |   |   |   |                        |
| 8         | HB 10/3000/10 |           |  |   |   |   |   |                        |
| 9         | HB 10/3000/10 |           |  |   |   |   |   |                        |

Таблица 2. Определение абсолютной погрешности

| №<br>п.п. | Шкала         | Значение меры<br>твёрдости по<br>свидетельству | Среднее 5<br>измерений | Абсолютная<br>погрешность<br>прибора |
|-----------|---------------|--|------------------------|--------------------------------------|
| 1         | HRC           |  |                        |                                      |
| 2         | HRC           |  |                        |                                      |
| 3         | HRC           |  |                        |                                      |
| 4         | HV 30         |  |                        |                                      |
| 5         | HV 30         |  |                        |                                      |
| 6         | HV 30         |  |                        |                                      |
| 7         | HB 10/1000/10 |  |                        |                                      |
| 8         | HB 10/3000/10 |  |                        |                                      |
| 9         | HB 10/3000/10 |  |                        |                                      |

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ:**

Прибор является годным (не годным) к применению.

Выдано свидетельство о поверке

№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Срок действия свидетельства: до \_\_\_\_\_

Поверитель:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

# СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

## СЕРТИФИКАТ

об утверждении типа средств измерений  
№ 48907-12

Срок действия утверждения типа до 21 декабря 2026 г.

НАИМЕНОВАНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ  
Твердомеры портативные ультразвуковые ТКМ-459

ИЗГОТОВИТЕЛЬ  
ООО "НПП "Машпроект", г.С.-Петербург

ПРАВООБЛАДАТЕЛЬ

-

КОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА  
ОСC

ДОКУМЕНТ НА ПОВЕРКУ  
ТКМ459СМ МП

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ 1 год

Срок действия утвержденного типа средств измерений продлен приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2021 г. N 2823.

Руководитель

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

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат: 02M/29860000BAE7F8/44E3FF70B046437  
Код выдан: Шалаев Антон Павлович  
Действителен: с 27.12.2021 до 27.12.2022

А.П.Шалаев

«03» февраля 2022 г.

# СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

## ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ  
РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

СИСТЕМА ДОБРОВОЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ  
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СИСТЕМА КАЧЕСТВА»  
Рег. № РОСС RU.31322.04КУП0

Орган по сертификации:  
Рег. № FSK.RU.0002

Общество с ограниченной ответственностью  
«ЕВРАЗИЙСКИЙ СОЮЗ СЕРТИФИКАЦИИ»  
Адрес: 192289, г. Санкт-Петербург, ул. Олеко Дундича,  
дом № 35, корпус 1, литера А, к. 2-Н, офис 4.  
тел: 8(812) 649-93-88 info@esert.ru

### СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№FSK.RU.0002.F00021919

выдан

Обществу с ограниченной ответственностью  
«Научно-производственное предприятие «Машпроект»  
Адрес: 195009, Санкт-Петербург, ул. Ватутина, д. 17, литер К, офис 1  
ИНН 7842345739 ОГРН 5067847515951

Дата выдачи: 29.07.2022 г.

Срок действия до: 29.07.2025 г.

Пастоящий сертификат удостоверяет:

Система менеджмента качества применительно к производству приборов, датчиков,  
аппаратуры и инструментов для измерения, контроля и испытаний

**СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015)**

Руководитель органа:

Арендарь А.В.

Эксперт:

Акимов А.А.

Настоящий сертификат свидетельствует о подтверждении состояния выполненных работ в соответствии с вышеуказанным стандартом, что издается под контролем органа по сертификации системы менеджмента качества «Федеральная система качества» и подтверждается при прохождении внешнего инспекционного контроля

ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ  
ТР ТС 004/2011, ТР ТС 010/2011 и ТР ТС 020/2011



ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ  
ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ



**Заявитель:** ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "МАШПРОЕКТ", Место нахождения: 195009, РОССИЯ, ГОРОД САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, УЛИЦА ВАТУТИНА, ДОМ 17, ЛИТЕРА К, ОФИС 1, ОГРН: 5067847515951, Номер телефона: +7 8123375547, Адрес электронной почты: mail@mashproject.ru

**В лице:** ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР МЕДВЕДЕВ АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ

заявляет, что Твердомер портативный ультразвуковой, модификации ТКМ-459С, ТКМ-459М, модель: ТКМ-459, описание продукции: Продукция изготовлена в соответствии с ТУ 4271-001-96819331-2011 «Твердомеры портативные ультразвуковые ТКМ-459 (модификации ТКМ-459С, ТКМ-459М)»

**Изготовитель:** ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "МАШПРОЕКТ", Место нахождения: 195009, РОССИЯ, ГОРОД САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, УЛИЦА ВАТУТИНА, ДОМ 17, ЛИТЕРА К, ОФИС 1.

Коды ТН ВЭД ЕАЭС: 9024101300

Серийный выпуск.

**Соответствует требованиям** ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования»; ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования»; ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств»

**Декларация о соответствии принята на основании протокола ДИЛ04/032020/СТР9317А** выдан 31.05.2021 испытательной лабораторией "Испытательный центр «Структура»". Схема декларирования: 1д;

**Дополнительная информация**

Декларация о соответствии действительна с даты регистрации по 23.05.2026  
включительно



(подпись)

М.П.

МЕДВЕДЕВ АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ

(Ф. И. О. заявителя)

Регистрационный номер декларации о соответствии: ЕАЭС N RU Д-RU.PA01.B.02447/21

Дата регистрации декларации о соответствии: 02.06.2021



**Нет времени  
читать руководство  
по эксплуатации  
к твердомеру?**

Сканируй  
QR-код

Смотри наш канал



### **Основная информация о твердомерах за 3 минуты!**



- Пошаговые инструкции по работе с приборами
- Порядок выполнения измерений на различных изделиях
- Применение дополнительного оборудования
- Типичные ошибки при проведении замеров

**ООО «Научно-производственное предприятие «Машпроект»**

Тел.: 8-800-550-70-47 (бесплатно по РФ), +7 (812) 337-55-47

Адрес: Санкт-Петербург, ул. Ватутина, д.17, лит.К, офис 1

**<http://mashproject.ru>**

**mail@mashproject.ru**