



МАШПРОЕКТ

Научно-производственное предприятие
Санкт-Петербург

ТВЕРДОМЕРЫ ПОРТАТИВНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ

ТКМ-359

(модификации ТКМ-359С, ТКМ-359М)

Руководство по эксплуатации
ТКМ359СМ РЭ

(редакция 29.03.2022)



СОДЕРЖАНИЕ

1. ОПИСАНИЕ ТВЕРДОМЕРА.....	4
1.1 Назначение твердомера.....	4
1.2 Функции твердомера.....	5
1.3 Принцип действия твердомера.....	6
1.4 Устройство твердомера.....	7
1.4.1 Конструкция электронного блока.....	7
1.4.2 Меню твердомера.....	8
1.5 Датчики твердомера.....	9
1.6 Дополнительное оборудование.....	12
1.7 Технические характеристики твердомера.....	13
1.8 Требования к контролируемому изделию.....	16
1.8.1 Контроль изделий из углеродистых конструкционных сталей.....	16
1.8.2 Контроль изделий, отличных по свойствам от углеродистых конструкционных сталей.....	18
1.8.3 Требования к образцам для дополнительно настройки твердомера.....	19
1.8.4 Использование предустановленных дополнительных шкал для различных материалов.....	19
1.8.5 Контроль легких и тонкостенных изделий.....	21
1.8.6 Контроль изделий с повышенной шероховатостью.....	22
1.8.7 Измерение твердости упрочненных поверхностных слоев.....	23
1.8.8 Влияние свойств поверхностных слоев изделия.....	23
1.9 Комплектация твердомера.....	24
1.10 Маркировка и пломбирование твердомера.....	25
1.11 Упаковка твердомера.....	26
2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ.....	26
2.1 Общие сведения.....	26
2.2 Подготовка к работе и включение твердомера.....	26
2.3 Проверка работоспособности твердомера.....	28
2.4 Порядок измерения твердости.....	29
2.5 Настройки твердомера.....	30
2.5.1 Выбор типа динамического датчика (для модиф. ТКМ-359С).....	30
2.5.2 Выбор материала (для модиф. ТКМ-359С).....	30
2.5.3 Выбор шкалы твердости.....	31
2.5.4 Установка параметров усреднения.....	31
2.5.5 Выбор данных, выводимых на дисплей (для модиф. ТКМ-359С).....	33
2.5.6 Установка границ контроля (для модиф. ТКМ-359С).....	34
2.5.7 Установка пределов диаграммы.....	35
2.5.8 Выбор дополнительных калибровок.....	35

2.6	Выполнение замера твердости.....	35
2.7	Калибровка шкал твердомера.....	36
2.7.1	Общие сведения.....	36
2.7.2	Калибровка основной шкалы.....	38
2.7.3	Ввод дополнительной калибровки.....	40
2.7.4	Удаление калибровки.....	41
2.8	Ввод дополнительной шкалы (для модиф. ТКМ-359М).....	42
2.8.1	Общие сведения.....	42
2.8.2	Ввод названия дополнительной шкалы.....	43
2.8.3	Ввод параметров дополнительной шкалы.....	43
2.8.4	Снятие сигнала датчика.....	44
2.8.5	Ввод кривой.....	45
2.9	Работа с памятью.....	46
2.9.1	Общие сведения.....	46
2.9.2	Создание блока.....	46
2.9.3	Выбор блока для записи измерений.....	47
2.9.4	Просмотр данных.....	49
2.9.5	Очистка блока.....	50
2.9.6	Удаление блока.....	50
2.9.7	Информация о состоянии памяти и очистка памяти.....	50
2.9.8	Обработка полученных результатов.....	51
2.10	Передача данных на компьютер.....	53
2.11	Настройка автовыключения и режима подсветки.....	54
2.12	Контроль состояния и зарядка аккумуляторов.....	54
2.13	Выключение твердомера.....	55
3.	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	55
4.	ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ.....	56
5.	МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ.....	56
6.	УТИЛИЗАЦИЯ.....	57
7.	ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ.....	57
8.	СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ.....	59
9.	СВЕДЕНИЯ О ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОВЕРКЕ И ПОВЕРКЕ ПОСЛЕ РЕМОНТА.....	60
10.	СВЕДЕНИЯ О РЕМОНТЕ ТВЕРДОМЕРА.....	62
11.	МЕТОДИКА ПОВЕРКИ (ТКМ359СМ МП).....	63
	СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ТИПА СИ.....	70
	СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ ГОСТ Р ИСО 9001-2015.....	71
	ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ ТР ТС.....	72

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 ТКМ-359 (модификации ТКМ-359С, ТКМ-359М, далее твердомер).

1. ОПИСАНИЕ ТВЕРДОМЕРА

1.1 Назначение твердомера

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

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) твердости по шкале Либа D (HLD).

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

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

- высоколегированных, жаропрочных, коррозионно-стойких, нержавеющей и других сталей;
- цветных металлов и сплавов;
- специализированных чугунов;
- упрочняющих и других слоев на стальных изделиях (закалка ТВЧ, цементация, азотирование);
- изделий из мелкозернистых материалов.

Если физико-механические свойства контролируемого материала отличаются от углеродистых конструкционных сталей, то измерения осуществляются после программирования дополнительной калибровки (дополнительной шкалы) по образцам твердости из соответствующего материала пользователем прибора (в соответствии с п.п. 2.7, 2.8) или на предприятии-изготовителе по заказу пользователя.

Модификация ТКМ-359С выпускается с предустановленными дополнительными шкалами для контроля ряда материалов со свойствами, отличными от углеродистых конструкционных сталей:

- серых чугунов (с пластинчатым графитом) в единицах Бринелля (НВ),
- ковких (с компактным графитом) и высокопрочных (с шаровидным графитом) чугунов в единицах Бринелля (НВ),
- легированных, инструментальных сталей в единицах Виккерса (HV), Роквелла (HRC),
- алюминиевых сплавов в единицах Бринелля (НВ),
- латуни (медно-цинковые сплавы) в единицах Бринелля (НВ), Роквелла (HRB),
- бронзы (медно-оловянные, медно-алюминиевые) в единицах Бринелля (НВ).

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.
- Вычисление среднего значения серии результатов измерений (в т. ч. с автоматическим отбросом крайних значений) непосредственно в ходе измерений.
- 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.
- Контроль состояния заряда аккумулятора и сигнализация о его разряде.
- Установка времени автоматического выключения прибора при паузах в ходе его эксплуатации.
- Выбор языка интерфейса (по заказу пользователя).

Твердомер модификации ТКМ-359С оснащается ярким цветным дисплеем и ударопрочным корпусом для защиты от пыли и влаги и позволяет:

- выполнять дополнительную статистическую обработку серии результатов измерений: поиск минимального, максимального значений, вычисление среднего значения, вычисление среднеквадратичного отклонения от среднего значения;
- проводить анализ сохраненных результатов измерений, производить построение различных видов графиков непосредственно на дисплее прибора;
- устанавливать границы контроля и сигнализировать о выходе результата измерения за эти границы

Твердомер модификации ТКМ-359М позволяет настраивать продолжительность работы подсветки дисплея для дополнительной экономии заряда аккумулятора.

У твердомера модификации ТКМ-359С при низком заряде аккумулятора автоматически снижается яркость подсветки дисплея для дополнительной экономии заряда аккумулятора.

1.3 Принцип действия твердомера

В основу принципа действия твердомера заложен динамический метод контроля твердости, который заключается в определении скорости отскока твердосплавного индентора от поверхности контролируемого изделия.

Составляющими твердомера являются датчик и электронный блок для преобразования сигналов с датчика и обработки результатов измерений.

Основными частями датчика являются индентор и электромагнитная катушка. При отскоке индентора от испытуемого изделия в катушке наводится ЭДС, пропорциональная скорости

отскока от поверхности изделия. Скорость отскока определяется твердостью изделия.

Поскольку скорость отскока индентора является показателем твердости, то существует зависимость между скоростью отскока V и твердостью материала H : $H = f(V)$

1.4 Устройство твердомера

1.4.1 Конструкция электронного блока

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

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

На лицевой панели электронного блока расположен дисплей и клавиатура - рисунок 1.



Рис. 1

На торцевой стенке твердомера расположен разъем для подключения датчика и USB-разъем для соединения с компьютером.

В модификации ТКМ-359С USB-разъем служит для зарядки аккумулятора.

На задней панели твердомера находится шильд с указанием заводского номера прибора.

На задней панели твердомера модификации ТКМ-359М также расположены крышка аккумуляторного отсека и табличка с отображением функций кнопок и основных пунктов меню.

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 управления логически связанные настройки объединены в группы, доступ к которым осуществляется через вложенные подменю соответствующего пункта меню (рисунок 2).



Рис. 2

Вход в меню производится кнопкой . Кнопками  и  производится переключение между пунктами меню. Выбор пункта меню, переход к вводу необходимых параметров или

переход в подменю производится кнопкой . На дисплее соответственно отобразится окно ввода параметра или подменю.

Выход из меню (подменю) в режим измерений или на более высокий уровень меню выполняется кнопкой  или выбором на экране изображения кнопки “ОК” и нажатием кнопки .

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

Датчики служат для формирования сигнала, несущего информацию о твердости контролируемого изделия.

Основными функциональными частями датчика являются пружина, индентор и электромагнитная катушка (рисунок 3).



Рис. 3

Пружина разгоняет индентор, который ударяется о поверхность контролируемого изделия и отскакивает в обратную сторону. При отскоке индентора в катушке наводится ЭДС, пропорциональная скорости отскока от поверхности изделия. Скорость отскока определяется твердостью изделия.

Опорная шайба может сниматься (отвинчиваться) с датчика для выполнения замеров на поверхности малой площади.

Вместо опорной шайбы может устанавливаться насадка “Z-359” (п. 1.6 “Дополнительное оборудование”).

Для обеспечения оптимальных условий измерений на изделиях в составе твердомеров могут использоваться дополнительные датчики с различными габаритами и различной жесткостью пружины, обеспечивающей различную энергию удара индентора о контролируемое изделие.

Датчики изготавливаются со встроенным соединительным кабелем для подключения к электронному блоку или со встроенным разъемом под соединительный кабель (рисунок 4).

Описание и габаритные размеры типовых датчиков приведены в таблице 1.

Таблица 1

Тип датчика	Описание	Габаритные размеры, не более			
		Длина, мм		Диаметр, мм	
		с кабелем	с разъемом	с кабелем	с разъемом
D	Датчик, штатно поставляемый в комплекте твердомера. Используется для основной массы задач контроля.	138	138	21	27
E	Датчик с индентором из поликристалла - кубического нитрида Бора. Для массового контроля изделий с твердостью выше 450 НВ.	138	138	21	27
G	Датчик увеличенных габаритных размеров и энергией удара (увеличена в 10 раз. по сравнению со стандартным датчиком типа D). Для контроля изделий из материалов с высокой структурной неоднородностью (чугуны) при шероховатости поверхности Ra более 3,2 мкм. Допускается использование <u>только на твердости менее 450 НВ.</u>	200	-	29	-



Рис. 4

Средние условные диаметры отпечатков (мм) на поверхности изделия, характерные при измерении материалов различной твердости из углеродистых конструкционных сталей, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Тип датчика	103 НВ (103 HV)	209 НВ (212 HV)	406 НВ (420 HV) (42,5 HRC)	763 НВ (63,0 HRC)
D	0,80	0,72	0,67	0,57
E	0,80	0,72	0,67	0,57
G	1,29	1,22	0,93	-

Средние условные глубины отпечатков (мм) на поверхности изделия, характерные при измерении материалов различной твердости из углеродистых конструкционных сталей, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Тип датчика	103 HB (103 HV)	209 HB (212 HV)	406 HB (420 HV) (42,5 HRC)	763 HV (63,0 HRC)
D	0,054	0,043	0,038	0,027
E	0,054	0,043	0,038	0,027
G	0,084	0,075	0,044	-

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

1.6 Дополнительное оборудование

Насадка «Z-359» предназначена для устойчивого позиционирования на цилиндрических поверхностях; используется с динамическими датчиками типов D и E (рисунок 4).

Насадка состоит из двух основных частей:

- шайбы с профильной поверхностью для обеспечения устойчивого позиционирования датчика на цилиндрических поверхностях;
- пружинного устройства для прижатия датчика к контролируемой поверхности.

Чтобы установить насадку, нужно сначала отвинтить опорную шайбу с датчика, затем вместо нее навинтить насадку.

Внешний вид насадки «Z-359» может несущественно отличаться от представленного на изображении (рис.4) 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.

Твердомер модификации ТКМ-359М может дополнительно комплектоваться **запасными аккумуляторами**.

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

1.7 Технические характеристики твердомера

Таблица 4

Диапазон измерений твердости по основным шкалам:	
по Бринеллю	90 - 450 HB
по Роквеллу С	20 - 70 HRC
по Виккерсу	240 - 940 HV
Пределы абсолютной погрешности при измерении твердости по основным шкалам на мерах твердости 2-го разряда	
по Бринеллю	
в диапазоне (90...150) HB	±10 HB
в диапазоне (150...300) HB	±15 HB
в диапазоне (300...450) HB	±20 HB
по Роквеллу С	±2 HRC
по Виккерсу	
В диапазоне (240...500)HV	±15 HV
В диапазоне (500...800)HV	±20 HV
В диапазоне (800...940)HV	±25 HV
Диапазон контроля твердости по справочным шкалам:	
по временному сопротивлению σ_a	350 - 1500 Мпа
по Роквеллу А	70,5 - 85,5 HRA
по Роквеллу В	51 - 100 HRB
по Шору D	35 - 102 HSD
по Либу D	150 - 900 HLD
Диапазоны контроля твердости по предустановленным дополнительным шкалам для различных материалов (только модиф. ТКМ-359С)	
Легированные, инструментальные стали	80 - 900 HV, 20 - 70 HRC
Нержавеющие стали	80 - 850 HV, 80 - 655 HB, 20 - 70 HRC, 45 - 100 HRB
Серые чугуны (с пластинчатым графитом)	90 - 335 HB
Ковкие чугуны (с компактным графитом), высокопрочные чугуны (с шаровидным графитом)	130 - 390 HB
Алюминиевые сплавы	30 - 160 HB
Медные сплавы	60 - 290 HB
Латуни (медно-цинковые сплавы)	40 - 175 HB 14 - 95 HRB
Бронзы (медно-оловянные, медно-алюминиевые)	60 - 290 HB

Габариты твердомера	
Модификация ТКМ-359С	121 x 69 x 41 мм
Модификация ТКМ-359М	150 x 80 x 30 мм
Масса электронного блока, не более	0,3 кг
Масса датчика, не более	0,3 кг
Наличие драгоценных металлов	Отсутствуют
Рабочие условия эксплуатации	
Температура воздуха	- 15 ... + 35 °С
Относительная влажность	30 - 80 %
Атмосферное давление	84 - 106,7 кПа
Количество возможных дополнительных калибровок к шкалам твердомера	
Модификация ТКМ-359С	5 для каждой шкалы
Модификация ТКМ-359М	
Количество дополнительных шкал твердомера	
Модификация ТКМ-359М	3
Время одного замера твердости (среднее)	2 сек.
Число замеров для вычисления среднего значения	
Модификация ТКМ-359С	1 - 50
Модификация ТКМ-359М	1 - 20
Количество алгоритмов отброса результатов некорректно совершенных замеров при вычислении среднего значения	3
Параметры статистической обработки серии измерений (модиф. ТКМ-359С)	Среднее значение, максимум, минимум, среднеквадратичное отклонение
Дополнительная информация, выводимая на дисплей (определяется пользователем)	
Модификация ТКМ-359С	Диаграмма, результаты измерений серии, результаты обработки данных
Модификация ТКМ-359М	Предыдущие результаты серии измерений
Количество образцов для создания дополнительных калибровок к шкалам твердомера	1 или 2
Количество образцов для программирования дополнительных шкал	от 2 до 10 шт. (задается пользователем)

Промежуточная интерполяция дополнительных шкал	Кусочно-линейная или кусочно-параболическая
Сигнализация о выходе результата измерения за допустимые границы (только модификация ТКМ-359С)	Цветовая. Границы контроля задаются пользователем по каждой шкале отдельно. Виды границ: больше, меньше, выход за диапазон.
Максимальное количество результатов измерений, сохраняемых в памяти	
Модификация ТКМ-359С	10 000
Модификация ТКМ-359М	6 000
Максимальное количество именных блоков результатов измерений, создаваемых в памяти	
Модификация ТКМ-359С	100
Модификация ТКМ-359М	30
Вывод на дисплей	
Модификация ТКМ-359С	- Все результаты в блоке; - Результаты, выходящие за диапазон, задаваемый пользователем
Модификация ТКМ-359М	Все результаты в блоке
Анализ полученных данных (только модификация ТКМ-359С)	
Статистическая обработка	- Максимум, минимум, среднее значение, среднеквадратичное отклонение от среднего; - Среднее отклонение от значения, задаваемого пользователем, количество результатов больше/меньше значения, максимальное отклонение в большую/меньшую сторону от значения; - Количество результатов, выходящих за диапазон, задаваемый пользователем (за верхнюю/нижнюю границу), максимальное отклонение от верхней/нижней границы
Построение графиков	- Относительно среднего значения; - Относительно значения, задаваемого пользователем; - Относительно диапазона, задаваемого пользователем
Связь с компьютером через интерфейс	USB
Автоматическое выключение твердотела	Задается пользователем

Контроль состояния заряда аккумулятора	Постоянная индикация в режиме измерений
Подсветка дисплея	Задается пользователем
Язык интерфейса твердомера	По умолчанию установлен русский язык. Английский, немецкий или французский устанавливается по запросу пользователя.
Питание твердомера	
Модификация ТКМ-359С	Встроенный аккумулятор Li-Po 3,7В 1100 мА/ч
Модификация ТКМ-359М	Аккумулятор Ni-MH 9В 250 мА/ч. Возможно использование эквивалентных батареек
Время полной зарядки	6 ч
Время непрерывной работы с полностью заряженной аккумуляторной батареей при $t = 20-25\text{ }^{\circ}\text{C}$:	
с включенной подсветкой	до 20 ч
с выключенной подсветкой	до 48 ч
Срок службы твердомера	5 лет
Ресурс датчиков, не менее	50 000 измерений
Межповерочный интервал	1 год

1.8 Требования к контролируемому изделию

1.8.1 Контроль изделий из углеродистых конструкционных сталей

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

Минимальная масса контролируемого изделия приведена в таблице 5.

Таблица 5

Тип датчика	Минимальная масса, кг
D, E	3
G	6

Если масса контролируемого изделия меньше указанной, то при измерениях необходимо дополнительно руководствоваться п. 1.8.5 “Контроль легких и тонкостенных изделий”.

Минимальная толщина контролируемого участка изделия приведена в таблице 6.

Таблица 6

Тип датчика	Минимальная толщина, мм
D, E	6
G	55

Если толщина контролируемого изделия меньше указанной, то при измерениях необходимо дополнительно руководствоваться п.1.8.5 “Контроль легких и тонкостенных изделий”.

Максимальная шероховатость поверхности изделия (участка поверхности), на которой производятся измерения, приведена в таблице 7.

Таблица 7

Тип датчика	Шероховатость поверхности, не более
D, E	Ra 3,2
G	Ra 7,2

Если шероховатость поверхности изделия выше указанной, при измерениях необходимо дополнительно руководствоваться п. 1.8.6 “Контроль изделий с повышенной шероховатостью”.

Минимальный диаметр площадки для замера твердости на поверхности образца приведен в таблице 8.

Таблица 8

Тип датчика	Минимальный диаметр поверхности, мм	Минимальный диаметр поверхности со снятой опорной шайбой, мм
D, E	21	6
G	29	7

Минимальный радиус кривизны контролируемой поверхности приведен в таблице 9.

Таблица 9

Тип датчика	Радиус кривизны поверхности, мм	
	Выпуклая	Вогнутая
D, E	18	200 (без опорной гайки)
G	50	500 (без опорной гайки)

Для обеспечения позиционирования датчика на выпуклых контролируемых поверхностях рекомендуется использовать дополнительную насадку типа “Z-359” (п.1.6 “Дополнительное оборудование”).

В случае отличия свойств материала контролируемого изделия от углеродистых конструкционных сталей (жаропрочные, коррозионно-стойкие, нержавеющие и др. стали, цветные металлы и сплавы и т.д.), при измерениях необходимо дополнительно руководствоваться требованиями п. 1.8.2 “Контроль изделий, отличных по свойствам от углеродистых конструкционных сталей”.

1.8.2 Контроль изделий, отличных по свойствам от углеродистых конструкционных сталей

В основе принципа действия твердомера динамический (ударный) способ контроля твердости. В отличие от твердомеров статического принципа действия (стационарных твердомеров), на результаты измерений 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 или программирование дополнительной шкалы) для работы с материалами, имеющими модуль упругости, отличный от модуля упругости углеродистых конструкционных сталей.

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

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

Если расхождение результатов превышает максимальную погрешность твердомера, то необходимо провести дополнительную настройку твердомера (дополнительную калибровку) по 1-му или 2-ум образцам твердости, подготовленных из контролируемого материала в соответствии с п. 1.8.1 “Контроль изделий из углеродистых конструкционных сталей” (процедура изложена в п. 2.7 “Калибровка шкал твердомера”).

В некоторых случаях может возникнуть необходимость провести дополнительную настройку твердомера (ввести дополни-

тельную шкалу) по 2-ум и более образцам твердости из контролируемого материала (процедура изложена в п. 2.8 “Ввод дополнительной шкалы”).

Образцы твердости для проведения дополнительных калибровок и ввода дополнительных шкал необходимо изготавливать с учетом требований п. 1.8.3 “Требования к образцам для дополнительной настройки твердомера”.

Данные мероприятия могут не дать результата, если материал изделия обладает высокой структурной неоднородностью, крупнозернистой структурой; сверхвысокой или сверхнизкой твердостью.

1.8.3 Требования к образцам для дополнительной настройки твердомера

Количество образцов, необходимых для проведения дополнительной калибровки - 1 или 2 штуки.

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 руководствоваться п. 1.8.5 “Контроль легких и тонкостенных изделий”.

1.8.4 Использование предустановленных дополнительных шкал для различных материалов

Дополнительные шкалы для контроля некоторых материалов, отличных по свойствам от углеродистых конструкционных сталей (перечень в п. 1.1 “Назначение твердомера”) устанавливаются производителем только в модификации ТКМ-359С.

В таблице 10 приведены шкалы, доступные для датчика D.

Таблица 10

Датчик тип D										
Название шкалы	Обозначение	Сталь	Лег. Сталь	Нерж. Сталь	Серый чугун	Прочный чугун	Алюминий	Латунь	Бронза	Медь
Бринелль	HB	x		x	x	x	x	x	x	x
Виккерс	HV	x	x	x						
Роквелл С	HRC	x	x	x						
Роквелл В	HRB	x		x				x		
Роквелл А	HRA	x								
Шор D	HSD	x								
МПА	МПА	x								
Либ	HLD	x	x	x	x	x	x	x	x	x

В ряде случаев данные шкалы позволяют обойтись без программирования дополнительной калибровки или шкалы твердомера.

Характеристики, записанные в предустановленные дополнительные шкалы, являются “обобщением” для соответствующих им групп материалов. Поэтому, при контроле конкретного материала из соответствующей группы, возможно появление некоторой дополнительной погрешности (значительно меньшей, чем при использовании основных шкал).

Перед началом использования данных шкал рекомендуется оценить наличие и величину такой погрешности, сравнив результаты измерений, полученных с их помощью, с результатами измерений прибором статического принципа действия.

В случае необходимости допускается устранить данную погрешность, используя механизм калибровки (или дополнительной калибровки) для данной шкалы (см. п. 2.7 “Калибровка шкал твердомера”).

1.8.5 Контроль легких и тонкостенных изделий

В случае, когда контролируемое изделие не удовлетворяет требованиям, указанным в п. 1.8 “Требования к контролируемому изделию” относительно массы и/или толщины изделия, твердомер будет производить измерения с дополнительной погрешностью. Погрешность будет тем больше, чем больше отклонение от указанных требований.

В случае недостаточной толщины изделия погрешность возникает из-за “прогиба” изделия в месте удара индентора.

В случае недостаточной массы погрешность возникает из-за “смещения” самого изделия от удара индентора.

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

Недостаточная толщина изделия

Изделие необходимо притереть 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 “Контроль изделий из углеродистых конструкционных сталей”.
- Шероховатость – минимальная. Оптимальная – не более Ra 0,4 мкм.
- Неплоскостность не более 0,005 мм.
- Модуль упругости металла плиты (модуль Юнга) – близкий к модулю упругости контролируемого изделия.

Нижняя часть изделия должна быть плоскошлифованной. Оптимальная шероховатость – не более Ra 0,4 мкм, неплоскостность не более 0,005 мм.

Перед установкой изделия на опорную поверхность плиты необходимо нанести тонкий слой смазки «ЦИАТИМ-221» по ГОСТ 9433-80. Изделие необходимо с усилием «притереть» к поверхности плиты через слой смазки, чтобы между поверхностями изделия и плиты отсутствовали даже небольшие пятна воздушных прослоек. Притирать 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 “Контроль изделий 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 “Контроль изделий 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.

1.8.6 Контроль изделий с повышенной шероховатостью

При измерениях на изделии, обладающем высокой шероховатостью поверхности (выше указанной в п. 1.8 “Требования к контролируемому изделию”), может наблюдаться высокий дополнительный разброс в показаниях прибора.

Устранить дополнительный разброс можно 2-мя способами:

- 1) Зачистить участок поверхности (например, с помощью шлифовальной машинки - см. п. 1.6 “Дополнительное оборудование”) до получения необходимой шероховатости на площади, определенной п. 1.8 “Требования к контролируемому изделию”.
- 2) При измерениях использовать более высокое число усреднений. Рекомендуется, если по каким-то причинам невозможно зачистить участок поверхности.

В ряде случаев 2-й способ может привести к занижению показаний твердомера (напр.: наличие регулярных неровностей на поверхности изделия при грубой токарной обработке).

При измерениях на изделии с высокой шероховатостью поверхности рекомендуется использовать алгоритмы отброса результатов некорректно совершенных замеров (п. 2.5.4 “Установка параметров усреднения”).

1.8.7 Измерение твердости упрочненных поверхностных слоев

В зависимости от типа применяемого датчика и от твердости изделия индентор создает отпечатки различной глубины (см. таблицу 3). Пластическая деформация металла происходит на существенно больших глубинах.

Как правило, твердость поверхностных упрочненных слоев резко отличается от твердости основного металла изделия (например - закалка ТВЧ). Измерять твердость в подобных случаях рекомендуется, когда толщина слоя составляет не менее 1,5 мм.

Уточнить значение данного параметра и оценить возможность измерения твердости слоя на конкретном типе изделия можно путем сравнения показаний твердомера с показаниями прибора статического принципа действия.

Для контроля более тонких слоев рекомендуется использовать портативные ультразвуковые (контактно-импедансные) твердомеры, например ТКМ-459С, ТКМ-459М.

Для измерения твердости упрочненных поверхностных слоев рекомендуется применять только датчики типов D и E, либо специализированные датчики, изготовленные по заказу.

При измерении твердости необходимо дополнительно учитывать п. 1.8.2 “Контроль изделий, отличных по свойствам от углеродистых конструкционных сталей”.

1.8.8 Влияние свойств поверхностных слоев изделия

В отличие от приборов статического принципа действия, при проведении измерений индентор датчика твердомера создает отпечатки небольшой глубины (см. таблицу 3). Следовательно, происходит измерение твердости непосредственно поверхностного слоя изделия.

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

- Обезуглероженный слой с пониженной твердостью – в результате высокотемпературной термической обработки изделия (закалка, нормализация, горячий прокат, ковка);
- 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 (факт их наличия в ряде случаев можно определить с помощью твердомера) может привести к некорректным показаниям твердомера.

Толщина подобных слоев обычно не превышает 0,2 мм. Для обеспечения точности измерений данный слой необходимо удалить из зоны измерения, например, с помощью шлифовальной машинки (п. 1.6 “Дополнительное оборудование”).

1.9 Комплектация твердомера

Комплект поставки твердомера соответствует таблице 11.

Таблица 11

Позиция	Кол-во (шт)	Примечание
Базовая комплектация		
Электронный блок твердомера	1	Модификация: ТКМ-359__
Датчик тип «D»	1	№ _____
Аккумулятор (установлен в электронном блоке)	1	Ni-MH для ТКМ-359M
		Li-Po для ТКМ-359C
Зарядное устройство	1	
USB-кабель для подключения к ПК	1	
Программное обеспечение на CD	1	
Руководство по эксплуатации (совмещенное с паспортом)	1	

Чехол и манжета для закрепления прибора на груди (руке)	1	
Сумка для переноски и хранения	1	
Дополнительная комплектация		
Датчик тип «D»		№ _____
Датчик тип «D» с разъемом		№ _____
Датчик тип «E»		№ _____
Датчик тип «E» с разъемом		№ _____
Датчик тип «G»		№ _____
Соединительный кабель для датчика к твердомерам серии ТКМ-359		
Насадка "Z-359"		
Контрольный образец твердости НВ		
Аккумуляторная шлифовальная машинка		
Специализированный кейс для переноски и хранения		
Комплект мер твердости		

Состав дополнительной комплектации определяется при заказе твердомера.

1.10 Маркировка и пломбирование твердомера

На задней панели электронного блока твердомера 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 указывается заводской номер датчика и буква, указывающая тип датчика.

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

1.11 Упаковка твердомера

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

2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ

2.1 Общие сведения

Твердомер позволяет осуществить измерения:

- по основным шкалам,
- по справочным шкалам,
- по дополнительным калибровкам к шкалам (“Ячейка 1” - “Ячейка 5”),
- по дополнительным шкалам (“Шкала 1” - “Шкала 3”).

Процесс измерений твердости производится в соответствии с выбранной шкалой и установками, определенными пользователем через меню (п.1.4.2 “Меню твердомера”).

Цикл работы с прибором должен включать этапы:

- подготовка к работе и включение,
- проверка работоспособности,
- выполнение необходимых настроек (выбор шкал: “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-359М необходимо установить аккумулятор в аккумуляторный отсек электронного блока твердомера, соблюдая полярность контактов.

В случае использования датчика со встроенным разъемом под соединительный кабель - подключить кабель к разъему на датчике.

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-359С примет вид согласно рисунку 5, модификации ТКМ-359М - согласно рисунку 6.

Вид дисплея модификации ТКМ-359С

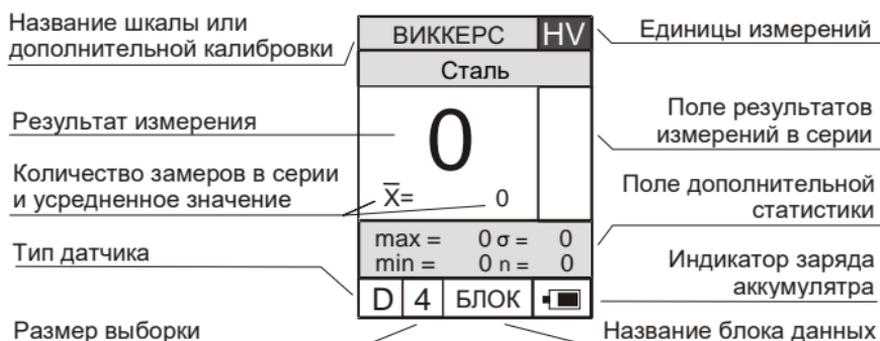


Рис. 5

Вид дисплея модификации ТКМ-359М



Рис. 6

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 2-го разряда (ГОСТ 9031-75) и притирочную плиту согласно требованиям п.1.8.1 “Контроль изделий из углеродистых конструкционных сталей”.

Меры твердости должны иметь действующую метрологическую поверку.

Притереть меры твердости к плите согласно п. 1.8.5 “Контроль легких и тонкостенных изделий”.

Для проверки работоспособности прибора по дополнительным калибровкам к шкалам твердомера или дополнительным шкалам необходимо подготовить соответствующие образцы твердости (по которым эти дополнительные калибровки, дополнительные шкалы создавались), притерев их к плите согласно п. 1.8.5 “Контроль легких и тонкостенных изделий”.

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 и паспортных значений мер твердости (образцов) выше допустимой погрешности, то необходимо провести калибровку шкалы по образцовым мерам твердости: дополнительную калибровку по образцам твердости (п. 2.7); корректно ввести дополнительную шкалу (п. 2.8).

2.4 Порядок измерения твердости

- Провести оценку соответствия контролируемого изделия (изделий) согласно рекомендациям и требованиям п. 1.6.1 “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. 1.6.4 “Измерение твердости упрочненных поверхностных слоев, гальванических покрытий и наплавов”, п. 1.8.8 “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 “Выполнение замера твердости”. Результат измерения твердости и дополнительной статистической обработки данных отобразится на дисплее.
- Запись результата измерений в память производится длительным нажатием кнопки . Результат будет записан в предварительно созданный и выбранный блок памяти (п. 2.9 “Работа с памятью”).
- Анализ записанных в память результатов измерений, вывод на компьютер, печать отчета производятся по п. 2.9 “Работа с памятью”.
- Повторить действия необходимое количество раз.
- Выключить прибор по п. 2.13 “Выключение твердомера”.

2.5 Настройки твердомера

ВНИМАНИЕ! После выполнения каждой настройки параметров работы для возврата в меню следует нажать кнопку



, либо выбрать значок кнопки “OK” и нажать кнопку



2.5.1 Выбор типа динамического датчика (для модификации ТКМ-359С)

Для установки типа используемого динамического датчика следует выбрать пункты меню <РЕЖИМЫ ИЗМЕРЕНИЙ> - <ТИП ДАТЧИКА>.

В появившемся списке (рисунок 7)

кнопками ,  выбрать тип датчика.

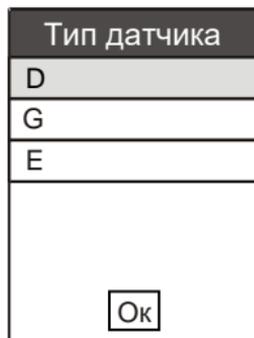


Рис. 7

2.5.2 Выбор материала (для модификации ТКМ-359С)

Для выбора типа контролируемого материала необходимо выбрать пункты меню <РЕЖИМЫ ИЗМЕРЕНИЙ> - <МАТЕРИАЛ>.

В появившемся списке (рисунок 8)

кнопками ,  выбрать материал.

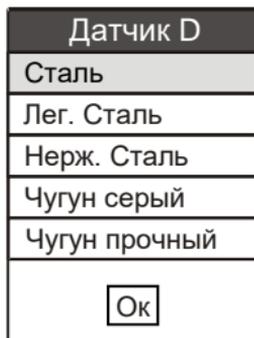


Рис. 8

2.5.3 Выбор шкалы твердости

Для выбора шкалы твердости необходимо выбрать пункты меню <РЕЖИМЫ ИЗМЕРЕНИЙ> - <ШКАЛА>.

В появившемся списке (рисунок 9) кнопками ,  выбрать шкалу.

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

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



Рис. 9

2.5.4 Установка параметров усреднения

Для установки количества замеров в серии (размер выборки) и алгоритма отброса результатов некорректных замеров следует выбрать пункты меню <ОБРАБОТКА> - <ВЫБОРКА>.

В появившемся окне (рис. 10) кнопками ,  выбрать необходимый параметр, затем с помощью кнопок ,  установить нужное значение.

Рекомендуемый размер выборки - не менее 5.



Рис. 10

ПРИМЕЧАНИЕ

Для ввода числового значения (здесь - размер выборки) можно использовать виртуальную клавиатуру. Следует выбрать числовой параметр и нажать кнопку ; с помощью клавиатуры (рис. 11) задать значение.

Для возврата в меню нажать кнопку .

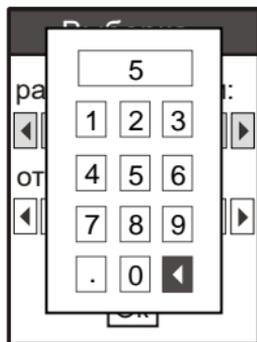


Рис. 11

В поле “Размер выборки” выбирается вариант серии замеров: 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.1.7 “Технические характеристики твердомера”).

При установке данного режима в поле “Размер выборки” (рисунки 5, 6) отобразится максимальное число замеров при вычислении среднего для данной модификации.

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 5, 6) 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. При большом количестве замеров на экран выводится только **5 последних результатов**.

В поле “Отброс” выбирается алгоритм отброса результатов некорректно совершенных замеров.

Для модификации ТКМ-359М возможные варианты:

- “НЕТ” - при вычислении среднего отброс не производится;
- “ 2σ ” - 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).

В модификации ТКМ-359М используются только варианты: “НЕТ” и “КРАЙНИЕ”.

2.5.5 Выбор данных, выводимых на дисплей (для модификации ТКМ-359С)

На дисплее могут быть представлены: числовые значения или диаграмма, дополнительная статистика, соответствующая данной серии измерений.

Для входа в режим необходимо выбрать пункты меню <ОБРАБОТКА> - <ФОРМАТ ВЫВОДА>.

В появившемся окне (рис. 12) кнопками  ,  выбрать необходимый параметр. Затем с помощью кнопок  ,  установить нужное значение.



Рис. 12

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;
- “X” – среднее значение (вычисляется **без** использования выбранного алгоритма отброса результатов некорректно совершенных замеров);
- “ σ ” – 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 .

2.5.6 Установка границ контроля (для модификации ТКМ-359С)

Для определения границ контроля, при выходе за которые результат измерения (усредненное значение всей серии замеров) будет написан **красным цветом**, необходимо выбрать пункты меню <ОБРАБОТКА> - <Пороги>.

В появившемся окне (рис. 13) кнопками , , ,  следует выбрать условия выделения результата красным цветом: нет сигнализации, больше/меньше порогового значения, выход за диапазон; и сами пороговые значения.

ВИККЕРС	ВИККЕРС	ВИККЕРС	ВИККЕРС
сигнализация: ◀ НЕТ ▶	сигнализация: ◀ БОЛЬШЕ ▶	сигнализация: ◀ МЕНЬШЕ ▶	сигнализация: ◀ ДИАПАЗОН ▶
	X > ◀ 400 ▶	X < ◀ 400 ▶	X < ◀ 300 ▶ X > ◀ 500 ▶
Ок	Ок	Ок	Ок

Рис. 13

Для установки числовых значений можно использовать виртуальную клавиатуру (см. Примечание п. 2.5.4).

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

2.5.7 Установка пределов диаграммы

Установка параметров здесь имеет смысл, если в меню <ФОРМАТ ВЫВОДА> - <РЕЗУЛЬТАТ> была выбрана <ДИАГРАММА>.

Для входа в режим необходимо выбрать пункты меню <ОБРАБОТКА> - <ДИАГРАММА>.

В появившемся окне (рис. 14) кнопками , , ,  установить пределы диаграммы.

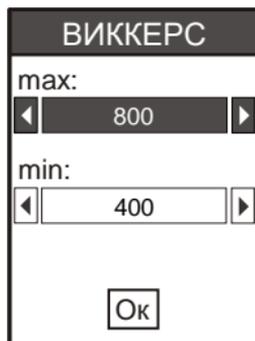


Рис. 14

Для установки числовых значений можно использовать виртуальную клавиатуру (см. Примечание п. 2.5.4)

2.5.8 Выбор дополнительных калибровок

Выбор дополнительных калибровок к шкалам твердомера производится с помощью кнопок кнопки  и . При этом в соответствующей области дисплея отображается их название (по умолчанию "Ячейка 1" - "Ячейка 5").

2.6 Выполнение замера твердости

Предусмотрен следующий порядок замера твердости:

1. Удостовериться в жесткой фиксации опорной шайбы.
2. Держа датчик в воздухе вертикально, сжать пружину, нажимая на корпус датчика.
3. Установить датчик перпендикулярно к поверхности контролируемого изделия.
4. Нажать спусковую кнопку на датчике, не допуская сжатия пружины.
5. Результат замера твердости появится на дисплее твердомера приблизительно через 1 секунду.

ВНИМАНИЕ!

- При измерениях необходимо не допускать попадания индентора в отпечаток, оставленный после предыдущих замеров. Это может привести к появлению дополнительной **погрешности** результата измерений.

- Рекомендованное расстояние от центра отпечатка индентора до края не притертого объекта контроля - 5 мм.
- Рекомендованное расстояние между отпечатками индентора - не менее 1 мм.
- Во время нажатия спусковой кнопки не допускать отрыва датчика от контролируемой поверхности, покачиваний из стороны в сторону, отклонения от нормали к контролируемой поверхности и сжатия пружины датчика. Это может привести к появлению дополнительной **погрешности** результата измерений.

2.7 Калибровка шкал твердомера

2.7.1 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!

- Калибровка шкал твердомера **не влияет** на дополнительные калибровки к шкалам твердомера.
- Калибровка основных шкал твердомера **не влияет** на справочные шкалы твердомера.
- Калибровки основных и справочных шкал, а также дополнительные калибровки (“Ячейка 1” - “Ячейка 5”), сделанные динамическими датчиками, хранятся в памяти прибора.
- Замена датчика, а также его ремонт означают, что калибровка **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 должен производиться с использованием образцов твердости, изготовленных в соответствии с п. 1.8.2 “Контроль изделий, 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-ум мерам твердости (образцам), так и по 1-ой. Делать калибровку по 1-ой мере (образцу) можно в том случае, когда 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 с действующей метрологической поверкой в соответствии с 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. 2.7.4 “Удаление калибровки”. После чего проверить прибор по п. 2.3 “Проверка работоспособности твердомера”.

2.7.2 Калибровка основной шкалы

Для калибровки шкалы твердомера необходимо подготовить соответствующие образцовые меры твердости 2-го разряда по ГОСТ 9031-75, имеющие действующую метрологическую поверку.

Перед проведением калибровки меры твердости притираются к опорной плите в соответствии с процедурой, установленной в п. 1.8.5 “Контроль легких и тонкостенных изделий”.

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

Появится окно ввода защитного кода для предохранения от случайного изменения (рисунок 15).



Рис. 15

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

После снятия защиты дисплей твердомера примет вид в соответствии с рисунком 16.



Рис. 16

Произвести не менее 5-ти 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. 2.5.4 “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 кнопку  и , то показания будут “обнулены”, замеры можно будет повторить заново). Дисплей будет соответствовать рисунку 17.



Рис. 17

Если производится калибровка по одной мере твердости, необходимо нажать кнопку . На дисплее появится сообще-

ние о том, что проведена калибровка **по одной мере**, и твердомер выйдет в меню (рисунок 18).

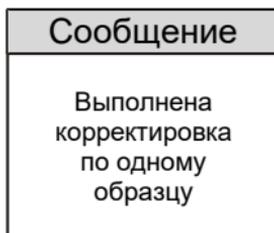


Рис. 18

При калибровке **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 выполнить пункт 2.3 “Проверка работоспособности твердомера”.

2.7.3 Ввод дополнительной калибровки

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

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

Процедура полностью аналогична процедуре калибровки шкалы твердомера, изложенной в п. 2.7.2.

Для ввода и определения названия дополнительной калибровки необходимо в выбранной шкале измерений (Роквелл, Бринелль, Виккерс и т.д.) кнопками ,  выбрать ячейку (“Ячейка 1” - “Ячейка 5”), далее выйти в меню и выбрать пункты меню <КАЛИБРОВКА> - <ИМЯ ЯЧЕЙКИ >.

На дисплее появится окно ввода параметров (рисунок 19).

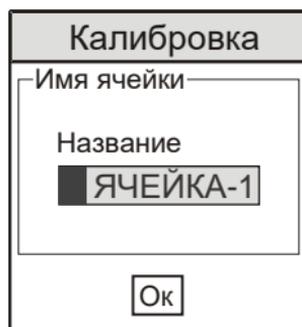


Рис. 19

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 , .

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.

2.7.4 Удаление калибровки

Функция удаления калибровки шкалы (дополнительной калибровки) используется для возврата калибровки к первоначальному 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.

2.8 Ввод дополнительной шкалы (для модификации ТКМ-359М)

2.8.1 Общие сведения

Процесс создания дополнительной шкалы заключается в записи в твердомер зависимости (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 ШКАЛЫ 1 экран примет вид, соответствующий рисунку 20.



Рис. 20

ВНИМАНИЕ!

- До момента создания новой шкалы в качестве результата измерения в “Шкала 1”, “Шкала 2”, “Шкала 3” отображается условный сигнал датчика.
- Дополнительные шкалы, сделанные динамическими датчиками, хранятся в памяти прибора.
- Замена датчика, а также его ремонт означают, что новая шкала **сохранится**.

2.8.2 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.

2.8.3 Ввод параметров дополнительной шкалы

Для установки количества точек кривой и вида интерполяции следует 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 (рис. 21).

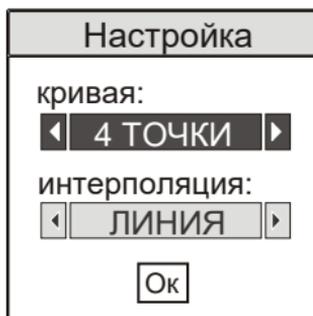


Рис. 21

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 “Контроль изделий, 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.

2.8.4 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 22.

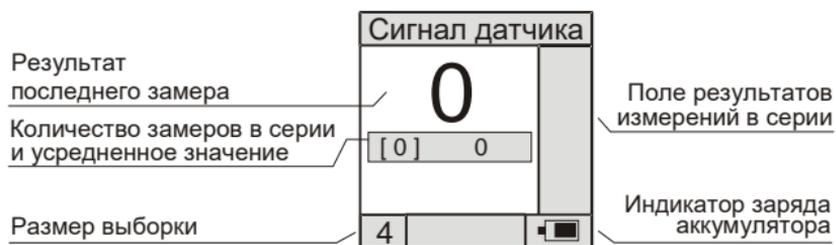


Рис. 22

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 (2.8.3 “Ввод параметров дополнительной шкалы”).

Серия будет состоять из столько замеров, сколько было ранее выбрано в поле <СТАТИСТИКА> - <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 12).

Таблица 12

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 12.

Выход в меню производится нажатием кнопки .

2.8.5 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 23. Количество строк соответствует количеству точек в кривой.

№	Датчик	Прибор
1		
2		
3		
4		

Рис. 23

№	Датчик	Прибор
1	500	250
2	570	200
3	644	180
4	701	102

Рис. 24

В пустые поля следует перенести данные, записанные в таблице 12. В столбец “Датчик” занести данные из столбца “Сигнал датчика”, в столбец “Прибор” - соответствующие значения из столбца “Паспортная твердость образца” (рисунок 24).

2.9 Работа с памятью

2.9.1 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).

2.9.2 Создание блока

Для создания нового блока данных необходимо выбрать пункты меню <ПАМЯТЬ> - <СОЗДАТЬ БЛОК> (рисунок 25).

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

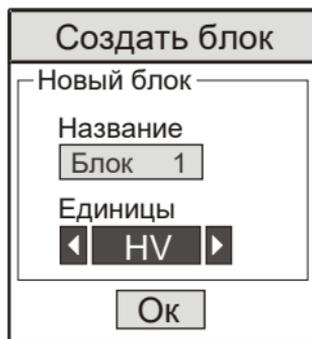


Рис. 25

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.

2.9.3 Выбор блока для записи измерений

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

На дисплее появится список блоков данных (рисунок 26).

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

Рис. 26

С помощью кнопок , ,  выбрать блок данных для записи результатов измерений по текущей шкале. В поле “Название блока данных” (рисунок 5) 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-359С) 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 этом прозвучит 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.

ПРИМЕЧАНИЕ

Выбор блока также можно произвести через Меню блока.

В окне работы с памятью кнопками ,  следует выбрать изображение кнопки «Меню» и нажать . На дисплее появится **Меню блока**. Действия при управлении Меню блока полностью аналогичны действиям в основном меню прибора.

Выбор блока произвести через пункт <АКТИВИРОВАТЬ>.

2.9.4 Просмотр данных

Для просмотра результатов, записанных в блоке, нужно в меню блока (см. Примечание п. 2.9.3 “Выбор блока для записи измерений”) выбрать пункт <РЕЗУЛЬТАТЫ>.

В появившейся таблице (рис. 27) будут выведены сохраненные результаты измерений. Для прокрутки таблицы используются кнопки , .

ВИККЕРС	
1:	1983
2:	1974
3:	1956
4:	1983
5:	1952
\bar{X} =	1970 max=1983
σ =	13 min=1952

Рис. 27

Если установлены пороговые значения для данного блока, то результаты, выходящие за порог, будут подсвечены **красным цветом**.

Настройка пороговых значений производится через пункт меню блока <НАСТРОЙКИ> - <ПОРОГИ>.

Под таблицей показаны результаты статистики по данному блоку. Для возврата в меню нажать кнопку  или .

2.9.5 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>.

2.9.6 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>.

2.9.7 Информация о состоянии памяти и очистка памяти

Функция информации о текущем состоянии памяти доступна только в модификации ТКМ-359С.

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

Дисплей примет вид в соответствии с рисунком 28.

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 в имеющихся блоках данных;
- “свободно” - количество свободных ячеек памяти, не закрепленных за блоками данных.



Рис. 28

Выход 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.

2.9.8 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-359М на экран выводится список всех результатов измерений, записанных в выбранном блоке памяти. Для прокрутки списка используются кнопки  ,  . Выход из режима в меню производится нажатием кнопки  или .

В модификации ТКМ-359С 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 29).

Могут использоваться варианты отбора:

- «ВСЕ» - вывод всех результатов;

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

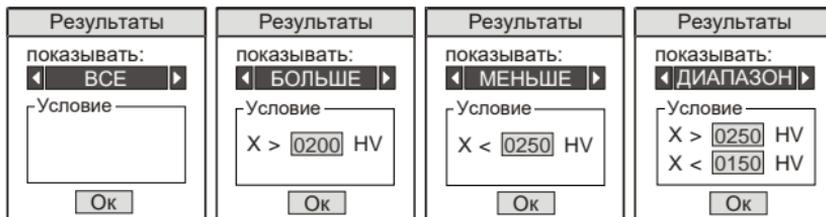


Рис. 29

В модификации ТКМ-359С 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 30) 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.

На дисплее будут отображены результаты соответствующих вычислений.

Для анализа данных в виде графиков (только в модификации ТКМ-359С) доступна функция вывода графиков.



Рис. 30

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.

2.10 Передача данных на компьютер

Передача данных на компьютер возможна только если в блоки памяти твердомера были предварительно записаны какие-либо данные в соответствии с п. 2.9 «Работа с памятью».

Предварительно перед передачей данных необходимо установить на ПК программное обеспечение. Далее:

1. Подключить к твердомеру датчик;
2. Включить твердомер;
3. Подключить к компьютеру через входящий в комплект поставки кабель для ПК;
4. Запустить ПО;
5. Если все этапы выполнены верно, на экране компьютера станет активна кнопка «Прочитать данные». Нажать ее;

6. В поле «Блоки» отобразятся все блоки памяти, созданные в приборе, даже если в них не записано никаких данных. Выбрать блок памяти, по которому нужно будет получить отчет. Нажать на его название;
7. Выбрать информацию, которая включается в отчет по желанию: График или Диаграмма;

Табличная часть будет включена в отчет по умолчанию.

8. Загрузить логотип и заполнить шапку отчета (данные сохраняются при перезапуске);
9. Сохранить отчет на ПК в желаемом формате, нажав на кнопку «Сохранить в Excel» или «Сохранить в Pdf».

2.11 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 модификации ТКМ-359М,
- <НАСТРОЙКИ> - <ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ> в модификации ТКМ-359С.

В появившемся окне ввода параметров кнопками  ,  установить нужные значения. Перемещение от параметра времени автовыключения к подсветке осуществляется нажатием кнопки .

Установка измененных параметров завершается нажатием кнопки .

2.12 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-359М необходимо, открыв крышку батарейного отсека, извлечь аккумулятор и зарядить его при помощи входящего в комплект поставки зарядного устройства.

Для зарядки аккумулятора в модификации ТКМ-359С необходимо через USB-кабель подключить твердомер к зарядному устройству или USB-порту компьютера, при этом датчик должен быть подключен.

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.**

2.13 Выключение твердомера

Твердомер можно выключить тремя способами:

- Нажать и удерживать 0,5-1 сек. кнопку , затем отпустить.
- Выбрать в меню пункт <ВЫКЛЮЧЕНИЕ>.
- Если с прибором не производить никаких действий, он самостоятельно выключится через 1 минуту (заводская настройка), либо спустя промежуток времени, установленный по п. 2.11 “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 комплект поставки твердомера по п. 1.9 “Комплектация твердомера”;
- Провести внешний осмотр твердомера, убедиться в отсутствии механических повреждений электронного блока, датчика, 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 $25 \pm 10^\circ\text{C}$ выше нуля, относительной влажностью от 45 до 80 % и атмосферным давлением от 630 до 800 мм рт.ст.

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

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

4.3 При длительном хранении (более 2 месяцев) аккумуляторы должны извлекаться из электронного блока (только для модификации ТКМ-359М).

5. МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ

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

Прибор необходимо оберегать от:

- ударов и нагрузок, которые могут привести к механическим повреждениям твердомера;
- 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 прибор необходимо выдержать в выключенном состоянии не менее 1 часа.

5.4 Не допускается вскрытие электронного блока и датчиков твердомера.

5.5 Не допускается самостоятельный ремонт твердомера.

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

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 ТУ 4271-002-96819331-2011 “Твердомеры портативные динамические ТКМ-359 (модификации ТКМ-359С, ТКМ-359М)” 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 твердомеры с нарушенными защитными пломбами (этикетками) на корпусах электронного блока и датчиков, а также твердомеры, имеющие следы вскрытия и/или попыток самостоятельного ремонта.

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

7.8 Гарантийный ремонт твердомера осуществляется при предъявлении настоящего Руководства по эксплуатации, совмещенного с паспортом.

8. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Твердомер ТКМ-359___ заводской номер _____
соответствует ТУ 4271-002-96819331-2011 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 (ТКМ359СМ МП)

Настоящая методика поверки распространяется на твердомеры портативные динамические ТКМ-359, предназначенные для измерения твёрдости металлов по шкалам Бринелля, шкале «С» Роквелла и шкалам Виккерса (далее — твердомер), и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки.

Межповерочный интервал — один год.

Твердомер представляет собой портативное устройство, состоящее из электронного блока и динамического датчика.

Электронный блок автоматически опознаёт подключенный датчик и загружает необходимые программы. Основными частями датчика являются бойк и электромагнитная катушка. При прохождении бойка через катушку вырабатывается электрический сигнал. Отношение сигналов при падении бойка на поверхность объекта и отскоке переводится в числа твёрдости.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении **первичной и периодической** поверки выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица №1

Операция	Описание операции
Внешний осмотр	Проверить комплектацию твердомера по п. 1.9 РЭ, выявить наличие механических повреждений. При обнаружении 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 твёрдости 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 описан в п. 6.1 «Контроль метрологических характеристик прибора».

1.2 Меры твёрдости, используемые для поверки портативных твердомеров, должны быть поверены.

1.3 Допускается применять другие средства поверки с аналогичными нормативно-техническими характеристиками.

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 ± 5
		45 ± 5
		65 ± 5
МТБ, по Бринеллю	HB 10/1000/10	100 ± 25
	HB 10/3000/10	200 ± 50 400 ± 50
МТВ, по Виккерсу, HV 30		200 ± 50
		450 ± 75
		800 ± 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)	± 2
Бринелля, HB (75...150) (150...300) (300...650)	±10
	±15
	±20
Виккерса, HV (200...500) (500...800) (800...1000)	±15
	±20
	±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 и санитарных норм СН 245-71.

4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

Поверка проводится согласно ГОСТ 8.395 “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 их эксплуатационной документацией;
- 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 измерений 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) провести по 5 измерений. Результаты измерений усреднить. Полученное среднее значение **Нср**, относящееся к данной шкале твердости, 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 на каждой эталонной мере по каждой шкале не должна превышать пределов, указанных в таблице №3.

Если абсолютная погрешность измерений по всем шкалам твердости не превышает значений, указанных в таблице №3, то твердомер считается пригодным для эксплуатации.

Если же абсолютная погрешность измерений превышает указанные в таблице №3 значения, 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 появиться идентификационные данные ПО, которые 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 (идентификационный номер) ПО
ПО для твердомера ТКМ-359С	ТКМ659	1.01.359С
ПО для твердомера ТКМ-359М	ТКМ659	1.01.359М

Если идентификационные данные из Таблицы 4 совпадают с данными, высветившимися на экране, 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 ДИНАМИЧЕСКИХ ТКМ-359

Протокол № _____ определения погрешности твердомера

Модель твердомера портативного динамического ТКМ-359 _____

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

№ п.п.	Шкала	№ меры	Результаты измерений твёрдости					Среднее 5 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*

№ п.п.	Шкала	Значение меры твёрдости по свидетельству	Среднее 5 измерений	Абсолютная погрешность 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
№ 48898-12

Срок действия утверждения типа до **21 декабря 2026 г.**

НАИМЕНОВАНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
Твердомеры портативные динамические ТКМ-359

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

ПРАВООБЛАДАТЕЛЬ
-

КОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
ОС

ДОКУМЕНТ НА ПОВЕРКУ
ТКМ359СМ 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
Федерального агентства по техническому регулированию и
метрологии.

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат: 02A92985000BAE7F814A838FF70B046437
Кому 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.31322.04ЖУ10

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@essert.ru

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ FSK.RU.0002.F00021919

выдан

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

Дата выдачи: 29.07.2022 г.

Срок действия до: 29.07.2025 г.

Настоящий 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

Арендари А.В. 



Эксперт

Акимов А.А. 

Настоящий сертификат обязывает организацию поддерживать состояние вышеизложенных работ в соответствии с вышеуказанным стандартом, что будет подтверждаться периодически органами по сертификации системы добровольной сертификации «Федеральная система качества» в соответствии с требованиями каждого конкретного регламента сертификации.

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 динамический, модификации ТКМ-359С, ТКМ-359М, модель: ТКМ-359, описание продукции: Продукция изготовлена в соответствии с ТУ 4271-002-96819331-2011 «Твердомеры портативные динамические ТКМ-359 (модификации ТКМ-359С, ТКМ-359М)

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/СТР9316А 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)

МЕДВЕДЕВ АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ

(Ф. И. О. заявителя)

Регистрационный номер декларации о соответствии: ЕАЭС N RU Д-РУ.РА01.В.02383/21

Дата регистрации декларации о соответствии: 02.06.2021



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

**Сканируй
QR-код**

Смотри наш канал

 **YouTube**



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