

1. п. 4.2 – необходимо указать метрологические характеристики СИ для массы, толщины, радиуса кривизны, шероховатости поверхности.

2. п. 9.1 – уточнить ссылку на п. 8.9

3. Меры твердости добавить в раздел 4

4. п. 10.3, п. 12.2 – откорректировать

5. Замечания по тексту

На последующую экспертизу предоставить вариант с правками.

19.05.20

Е.А. Обозный



15.05.20

**Частное унитарное предприятие по оказанию услуг
«АНАТЕСТ Компани»**

Лаборатория неразрушающего контроля

УТВЕРЖДАЮ
Директор
ЧУП «АНАТЕСТ Компани»



Н.А. Джабиев
05 2020 г.

**Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь
ТВЕРДОСТЬ СТАЛЕЙ, СПЛАВОВ И ИХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Методика выполнения измерений
твердомером портативным ультразвуковым ТКМ-459

МВИ.МН _____

Разработчик:
Начальник ЛНК
_____ В.Н. Исмаилов
« ____ » _____ 2020 г.

Дата введения _____ 2020 г.

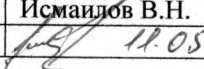
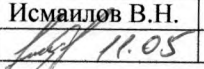
Номер экземпляра _____

Минск, 2020

ЧУП «АНАТЕСТ Компани»	Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. ТВЕРДОСТЬ СТАЛЕЙ, СПЛАВОВ И ИХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ. Методика выполнения измерений.	ЛНК МВИ-01-2020
--------------------------	---	--------------------

СОДЕРЖАНИЕ

Вводная часть.....	3
1 Нормативные ссылки.....	4
2 Термины и определения.....	4
3 Требования к показателям точности измерений.....	5
4 Требования к средствам измерений, вспомогательным устройствам.....	5
5 Метод измерений.....	6
6 Требования безопасности, охраны окружающей среды.....	7
7 Требования к квалификации персонала.....	7
8 Требования к условиям измерений.....	7
9 Подготовка к выполнению измерений.....	8
10 Порядок выполнения измерений.....	9
11 Обработка результатов измерений.....	9
12 Форма представления результатов измерений.....	11
13 Контроль точности результатов измерений.....	11
Приложение А (справочное) Пример расчета твердости металла барабана котла из стали 16ГС с оцениванием неопределенности измерения	12
Библиография.....	14

Начальник ЛНК	Исмаилов В.Н.	Разработал	Исмаилов В.Н.	Введено в действие	Лист 2
Подпись и дата	 11.05	Подпись и дата	 11.05	2020 год	из 14

1. Раздел «Нормативные ссылки». Перечень ссылочных ТНПА начинают со слов: «В настоящей МВИ использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА)». При перечислении ТНПА в разделе «Нормативные ссылки» следует соблюдать следующую последовательность: ТР, ТКП, СТБ, ГОСТ (документы указывают в порядке возрастания обозначений в пределах группы). Все остальные ссылочные документы следует привести в «Библиографии». Дополнить примечанием согласно примеру.

Примечание — При пользовании настоящей МВИ целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящей МВИ следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

ЧУП «АНАТЕСТ Компани»	Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. ТВЕРДОСТЬ СТАЛЕЙ, СПЛАВОВ И ИХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ. Методика выполнения измерений.	ЛНК МВИ-01-2020
--------------------------	---	--------------------

1 Нормативные ссылки

В настоящей МВИ использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее ТНПА):

ТР 2007/003/ВУ Единицы измерений, допущенные к применению на территории Республики Беларусь

СТБ ИСО 5725-1-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Общие принципы и определения

СТБ 8026-2006 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Измерение твердости. Методы оценивания неопределенности измерений

СТБ ISO 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь

ГОСТ 8.010-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Основные положения

ГОСТ 9031-75 Меры твердости образцовые. Технические условия

ГОСТ 9378-93 (ИСО 2632-1-85, ИСО 2632-2-85). Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия

ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения

+ *Примечание*

2 Термины и определения, сокращения

2.1 В настоящей МВИ применены термины с соответствующими определениями, установленные в СТБ ИСО 5725 – 1, СТБ ISO 9000, ГОСТ 8.010.

2.2 В настоящей МВИ применены следующие сокращения:

- 2.2.1 КО - контрольный образец.
- 2.2.2 ОК - объект контроля.
- 2.2.3 СИ - средство измерений.
- 2.2.4 СИЗ - средства индивидуальной защиты.

Начальник ЛНК	Исмаилов В.Н.	Разработал	Исмаилов В.Н.	Введено в действие	Лист 4
Подпись и дата	<i>[Подпись]</i> 11.05	Подпись и дата	<i>[Подпись]</i> 11.05	2020 год	из 14

ЧУП «АНАТЕСТ Компани»	Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. ТВЕРДОСТЬ СТАЛЕЙ, СПЛАВОВ И ИХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ. Методика выполнения измерений.	ЛНК
		МВИ-01-2020

3 Требования к показателям точности измерений

3.1 Показателем точности измерений является неопределенность измерений.

3.2 Неопределенность измерений рассчитывают в соответствии с требованиями раздела 11 настоящей МВИ.

3.3 Расширенная неопределенность U измерения твердости H по шкале Бринелля, Роквелла и Виккерса по данной МВИ приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Значения расширенной неопределенности измерения твердости по шкале Бринелля, Роквелла и Виккерса твердомерами типа ТКМ-459

Диапазон измерений твердости, НВ/HRC/HV	Расширенная неопределенность U , не более, НВ	
	в предположении прямоугольного распределения измеряемой величины H ($P=95\%$, $k=1,65$)	в предположении нормального распределения измеряемой величины H ($P=95\%$, $k=2,0$)
по Бринеллю		
от 90 до 150	10	12
от 150 до 300	15	18
от 300 до 450	20	24
по Роквеллу		
от 20 до 70	2	2,4
по Виккерсу		
от 240 до 500	15	18
от 500 до 800	20	24
от 800 до 940	25	30

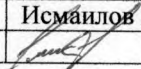
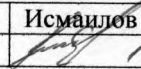
3.4 Расширенная неопределенность U измерения твердости H по шкале Бринелля, Роквелла и Виккерса получена умножением стандартной неопределенности измерения твердости на коэффициент охвата $k=1,65$ или $k=2,0$ для уровня доверия $P=95\%$ в предположении прямоугольного или нормального распределения измеряемой величины H соответственно.

4 Требования к средствам измерений, вспомогательным устройствам

4.1 При выполнении измерений твердости применяются ультразвуковые твердомеры ТКМ-459, метрологические и основные технические характеристики которых приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Метрологические и основные технические характеристики твердомеров типа ТКМ-459

Диапазон измерений твердости по основным шкалам:	
по Бринеллю	от 90 до 450 НВ
по Роквеллу С	от 20 до 70 HRC
по Виккерсу	от 240 до 940 HV
Рабочие условия:	
- температура воздуха	от минус 15 °С до 35 °С
- относительная влажность	от 30 % до 80 %
- атмосферное давление	от 84,0 до 106,7 кПа
Дополнительные характеристики:	
время одного измерения твердости	2 с
Число измерений для вычисления среднего значения:	
Модификация ТКМ-459С	от 1 до 99
Модификация ТКМ-459М	от 1 до 20

Начальник ЛНК	Исмаилов В.Н.	Разработал	Исмаилов В.Н.	Введено в действие	Лист 5
Подпись и дата	 11.05	Подпись и дата	 11.05	2020 год	из 14

Продолжение Таблицы 2

Пределы основной допускаемой абсолютной погрешности:		
- по Бринеллю, в диапазоне:	от 90 до 150 HB	±10 HB
	от 150 до 300 HB	±15 HB
	от 300 до 450 HB	±20 HB
- по Роквеллу, в диапазоне от 20 до 70 HRC		±2 HRC
- по Виккерсу, в диапазоне:	от 240 до 500 HV	±15 HV
	от 500 до 800 HV	±20 HV
	от 800 до 940 HV	±25 HV

4.2 При необходимости для измерения массы, толщины, радиуса кривизны контролируемого изделия применяют вспомогательные устройства и средства измерений (весы, толщиномеры и радиусные шаблоны).

4.3 Применяемые средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке и/или калибровке, подтверждающие установленные пределы погрешностей и диапазоны измерений.

4.4 Для подготовки поверхности изделия (участка поверхности) используются шлифмашинка или надфиль с мелкой насечкой, а так же шкурка шлифовочная с мелким зерном. Подготовка мест измерений выполняется специально обученным персоналом.

4.5 Для контроля условий окружающей среды применяют соответствующие приборы, например – комбинированный типа: ТКА-ПКМ (предназначен для измерения: освещенности в диапазоне от 10 лк до 200 000 лк с основной относительной погрешностью ± 8%; яркости в диапазоне от 10 кд/м² до 200 000 кд/м² с относительной погрешностью ± 10%; относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 % до 98% с основной абсолютной погрешностью ± 5%; температуры воздуха в диапазоне от 0 °С до 50 °С с основной абсолютной погрешностью ± 0,5 °С).

5 Метод измерений

5.1 Измерение твердости выполняют методом прямых измерений. Принцип метода основан на измерении ультразвукового контактного импеданса (UCI). Измерение твердости ультразвуком заключается в фиксации степени изменения (затухания) частоты колебаний стержня с закрепленным на конце индентором при внедрении в поверхность образца. Чем мягче металл, тем больше глубина проникновения индентора и, соответственно, площадь его контакта с металлом, тем выше степень затухания частоты колебаний (в ультразвуковом диапазоне).

5.2 Основными составляющими твердомера являются датчик и электронный блок преобразования сигналов с датчика и обработки результатов измерений. Датчики служат для формирования частотного сигнала, несущего информацию о твердости контролируемого изделия. На конце металлического стержня, входящего в состав датчика твердомера, закреплен алмазный наконечник. Стержень колеблется на собственной резонансной частоте. При создании нагрузки рукой пользователя, 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_x

$$H = f(F), \quad (1)$$

5.3 Электронный блок твердомера ТКМ-459 осуществляет прием частотного сигнала с датчика прибора, преобразование его в единицы твердости, вывод результатов измерений на дисплей, статистическую обработку.

ЧУП «АНАТЕСТ Компани»	Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. ТВЕРДОСТЬ СТАЛЕЙ, СПЛАВОВ И ИХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ. Методика выполнения измерений.	ЛНК МВИ-01-2020
-----------------------	---	--------------------

6 Требования безопасности

6.1 При выполнении измерений соблюдают требования безопасности, установленные в эксплуатационных документах применяемых СИ.

6.2 Работы по подготовке и проведению измерений твердости металлов оборудования повышенной опасности должны выполняться по нарядам.

6.3 Перед началом работ персонал должен пройти инструктаж и проверку знаний по безопасности труда на территории потребителя и методам оказания первой помощи при несчастных случаях, а также должен быть обеспечен необходимыми СИЗ.

7 Требования к квалификации персонала

7.1 К выполнению измерений по настоящей МВИ и оценке результатов измерений допускаются лица:

- изучившие внутреннюю основополагающую документированную информацию менеджмента систем ЧУП «АНАТЕСТ Компани».
- изучившие настоящую МВИ, прошедшие стажировку под руководством специалиста, имеющего достаточный опыт работы с твердомером;
- прошедшие медицинское освидетельствование;
- прошедшие инструктаж и проверку знаний по охране труда.

7.2 К работам по подготовке и проведению измерений твердости металлов оборудования и технических устройств допускаются лица не моложе 18 лет, которые не имеют медицинских противопоказаний для работы на высоте и внутри замкнутых пространств, обученные правилам безопасного ведения работ по измерению твердости металлов при изготовлении, монтаже, ремонте и техническом диагностировании.

8 Требования к условиям измерений

При выполнении измерений по настоящей МВИ соблюдают следующие условия:

8.1 Температура воздуха – от минус 15 °С до 35 °С.

8.2 Относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %.

8.3 Минимальная масса контролируемого изделия – 1 кг. В случае недостаточной массы мелких изделий для устранения дополнительной погрешности необходимо изделие зажать в массивные металлические тиски.

8.4 Минимальные значения толщины контролируемого участка изделия приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Минимальная толщина контролируемого участка изделия

Обозначение типа датчика	Минимальная толщина изделия, мм
A	3
H	2
C	4
K	3
AL	4

8.5 При измерении твердости упрочненных поверхностных слоев, гальванических покрытий и наплавов необходимо измерять твердость слоя, толщина которого превышает глубину внедрения наконечника не менее чем в пять раз.

8.6 Минимальный радиус кривизны выпуклой контролируемой поверхности – 4 мм;

8.7 Минимальный радиус кривизны вогнутой контролируемой поверхности – 6 мм;

Начальник ЛНК	Исмаилов В.Н.	Разработал	Исмаилов В.Н.	Введено в действие	Лист 7
Подпись и дата	 11.05	Подпись и дата	 11.05	2020 год	из 14

8.8 Максимальная шероховатость поверхности изделия (участка поверхности), на которой производится измерения, приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Максимальная шероховатость поверхности изделия

Обозначение типа датчика	Шероховатость поверхности, не более
A	Ra 1,6
H	Ra 0,8
C	Ra 3,2
K	Ra 1,6
AL	Ra 1,6

8.9 Минимальный диаметр участка измерения твердости на поверхности контролируемого изделия (для установки датчика) – 3 мм.

8.10 Участок для измерения твердости на поверхности контролируемого изделия должен быть сухим, очищенным от окалины, ржавчины, пыли, грязи и обезжиренным.

8.11 Выполняют измерения параметров на момент выполнения работ и фиксируют результаты в протоколе измерения твердости по форме, утвержденной в ЛНК (РК-01-2019).

9 Подготовка к выполнению измерений

9.1 При подготовке к выполнению измерений проводят следующие работы:

- оценку соответствия условий окружающей среды требованиям 8.1-8.2;
- оценку соответствия контролируемого изделия требованиям 8.3-8.8; *- 8.8*
- подготовку поверхности контролируемого изделия в местах измерения твердости в соответствии с требованиями 8.9-8.10; *см. п. 7*
- подготовку твердомера к работе.

9.2 Для оценки состояния окружающей среды требованиям 8.1-8.2 применяются средства измерений согласно п.4.5 МВИ.

9.3 Для настройки твердомера и периодической проверки его погрешности применяют меры твердости МТБ не ниже 2-го разряда по ГОСТ 9031.

9.4 Для оценки шероховатости поверхности в месте контроля применяют образцы шероховатости по ГОСТ 9378.

9.5 Оценка соответствия контролируемого изделия требованиям 8.3-8.8 проводится на основании конструкторской и эксплуатационной документации на контролируемое изделие, предоставляемой организацией-владельцем контролируемого изделия.

Схемы измерений, выбор участков (точек), количество точек, в которых выполняют измерения по МВИ, нанесение разметки выполняются согласно требованиям Заказчика и/или ТНПА на объект контроля.

При подготовке изделия к измерению твердости необходимо:

- очистить с помощью металлической щетки поверхность изделия от отслаивающихся окалины, защитных покрытий, наплавов металла и других грубых микронеровностей поверхности;
- места измерений зачистить шлифмашинкой или надфилем с мелкой насечкой до чистого металла с последующей дополнительной шлифовкой шкуркой с мелким зерном до значения шероховатости в соответствии с 8.8;
- места зачистки протереть ветошью.

9.6 Оценка шероховатости подготовленной поверхности производят с помощью образцов шероховатости путем сравнения поверхности в месте контроля с образцами визуально или на ощупь.

9.7 При подготовке твердомера к работе выполняют операции, установленные в подразделах 2.3, 2.4 [1].

ЧУП «АНАТЕСТ Компани»	Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. ТВЕРДОСТЬ СТАЛЕЙ, СПЛАВОВ И ИХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ. Методика выполнения измерений.	ЛНК МВИ-01-2020
--------------------------	---	--------------------

10 Порядок выполнения измерений

10.1 При выполнении измерений выполняют операции, установленные в подразделах 2.2, 2.5 [1].

10.2 Если масса и толщина контролируемого изделия меньше, указанных в 8.3 и 8.4, при измерениях необходимо дополнительно руководствоваться подразделом 1.4.4 «Измерение твердости упрочненных поверхностных слоев, гальванических покрытий и наплавов» [1].

10.3 При измерениях на изделии с шероховатостью поверхности более значений ^{участия} ~~таблица 4~~ ⁶ рекомендуется использовать алгоритмы отброса результатов некорректно совершенных замеров 2.8.1 [1]. *измерения*

10.4 Для обеспечения позиционирования датчика на выпуклых и вогнутых контролируемых поверхностях рекомендуется использовать дополнительную насадку типа U-459 или изготовленную по заказу пользователя.

10.5 В случае отличия физико-механических 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 руководствоваться подразделом 1.4.3 [1].

10.6 При установке (снятии) датчика на изделие необходимо не допускать ударов и проскальзывания датчика. Это может привести к сколу алмазного наконечника и выходу датчика из строя.

10.7 При установке датчика на изделие необходимо не допускать попадания алмазного наконечника в отпечаток, оставленный после предыдущего замера (необходимо сместить датчик вдоль поверхности). Это может привести к появлению дополнительной погрешности результата измерений.

10.8 Во время нажатия на корпус датчика не допускать его покачиваний из стороны в сторону и отклонения от нормали к контролируемой поверхности. Это может привести к появлению дополнительной погрешности результата измерений.

10.9 После сбрасывания 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 с.

10.10 Результаты промежуточных (однократных) измерений и значения влияющих величин по 8.1-8.8 регистрируют в рабочем журнале. *8.8 ?*

11 Обработка результатов измерений

11.1 Обработку результатов измерений твердости и оценивание неопределенности измерения выполняют согласно ГОСТ 34100.3.

11.2 Измеряемая твердость материала контролируемого изделия определяется следующей моделью измерения

$$H = H_{\text{изм}} + \delta_0 + \delta_d, \quad (2)$$

где H – твердость материала контролируемого изделия, HB (HRC, HV);

$H_{\text{изм}}$ – измеренное значение твердости материала, HB (HRC, HV);

δ_0 – поправка на основную погрешность твердомера, HB (HRC, HV);

δ_d – поправка на погрешность, обусловленная дискретностью отсчетного устройства твердомера, HB (HRC, HV).

11.3 Для входной величины $H_{\text{изм}}$ значение оценки принимается равным среднему арифметическому n ($n \geq 5$) результатов измерений в выделенной области контроля на поверхности изделия, округленному до 1 HB по шкале Бринелля (0,1 HRC; 1 HV – Роквелла и Виккерса соответственно).

Начальник ЛНК	Исмаилов В.Н.	Разработал	Исмаилов В.Н.	Введено в действие	Лист 9
Подпись и дата	<i>11.05</i>	Подпись и дата	<i>11.05</i>	2020 год	из 14

ЧУП «АНАТЕСТ Компани»	Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. ТВЕРДОСТЬ СТАЛЕЙ, СПЛАВОВ И ИХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ. Методика выполнения измерений.	ЛНК МВИ-01-2020
--------------------------	---	--------------------

11.4 Стандартная неопределенность входной величины $H_{изм}$ оценивается по типу А в предположении нормального распределения вероятностей как стандартное отклонение (среднее квадратическое отклонение) n измерений по формуле

$$u(H_{изм}) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (H_i - H_{ср.изм})^2}, \quad (3)$$

где $u(H_{изм})$ – стандартная неопределенность величины $H_{изм}$, HB (HRC, HV);

H_i – i -ый результат измерения твердости (показание на индикаторе твердомера при однократном измерении), HB (HRC, HV);

$H_{ср.изм}$ – среднее арифметическое n измерений твердости, HB (HRC, HV);

n – количество однократных измерений твердости, используемых для расчета среднего арифметического.

11.5 Для входной величины δ_0 принято значение оценки $\delta_0 = 0$ HB (HRC, HV). Пределы допускаемой абсолютной погрешности Δ_H измерения твердости по шкале Бринелля, Роквелла и Виккерса приведены в п. 4.

11.6 Стандартная неопределенность $u(\delta_0)$ входной величины δ_0 оценивается по типу В в предположении прямоугольного распределения по формуле

$$u(\delta_0) = \frac{\Delta_H}{\sqrt{3}}, \quad (4)$$

где Δ_H – пределы допускаемой абсолютной погрешности твердомера типа ТКМ-459, HB (HRC, HV).

11.7 Для входной величины δ_d принято значение оценки $\delta_d = 0$ HB. Интервал, в котором находится значение входной величины δ_d , определяется величиной d наименьшего разряда цифрового индикатора твердомера.

11.8 Стандартная неопределенность $u(\delta_d)$ входной величины δ_d оценивается по типу В в предположении прямоугольного распределения по формуле

$$u(\delta_d) = \frac{d}{2\sqrt{3}}, \quad (5)$$

где d – величина единицы наименьшего разряда цифрового индикатора твердомера при измерении по шкале Бринелля, Роквелла, Виккерса – HB (HRC, HV) соответственно.

11.9 Так как источники неопределенности входных величин модели измерения имеют различную природу, все входные величины рассматриваются как некоррелированные.

11.10 Коэффициенты чувствительности для всех входных величин $c_i = 1$. Вклад входной величины x_i в суммарную стандартную неопределенность определяется по формуле

$$u_i(H) = c_i u(x_i), \quad (6)$$

где $u(x_i)$ – стандартная неопределенность входной величины x_i .

11.11 Суммарная стандартная неопределенность $u_c(H)$, приписываемая результату измерения H , рассчитывается по формуле

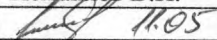
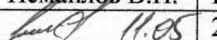
$$u_c(H) = \sqrt{u^2(H_{изм}) + u^2(\delta_0) + u^2(\delta_d)}, \quad (7)$$

11.12 Расширенная неопределенность результата измерений H рассчитывается по формуле

$$U = k u_c(H), \quad (8)$$

где k – коэффициент охвата.

11.13 Коэффициент охвата для уровня доверия $P = 95\%$ принимает значения $k = 2$ или $k = 1,65$ в предположении нормального или прямоугольного распределения величины H соответственно.

Начальник ЛНК	Исмаилов В.Н.	Разработал	Исмаилов В.Н.	Введено в действие	Лист 10
Подпись и дата	 11.05	Подпись и дата	 11.05	2020 год	из 14

ЧУП «АНАТЕСТ Компани»	Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. ТВЕРДОСТЬ СТАЛЕЙ, СПЛАВОВ И ИХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ. Методика выполнения измерений.	ЛНК МВИ-01-2020
-----------------------	---	--------------------

11.14 Процентный вклад входной величины x_i в суммарную стандартную неопределенность рассчитывается по формуле

$$\frac{u_i^2(H)}{u_c^2(H)} \cdot 100 \% \quad (9)$$

11.15 Результат измерения (оценку измеряемой величины и связанную с ней неопределенность) округляют до целых чисел при измерении твердости по шкалам Бринелля и Виккерса или до десятых долей при измерении твердости по шкале Роквелла.

12 Форма представления результатов измерений

12.1 Результаты измерений твердости оформляют протоколом. Форма протокола установлена внутренней основополагающей документированной информацией менеджмента систем ЧП «АНАТЕСТ Компани» в [2].

12.2 Полный результат измерения записывают в виде: «Твердость по Бринеллю (Роквеллу или Виккерсу) составила: $(H \pm U)$ HB (HRC, HV) при коэффициенте охвата $k = 2$ (или $k=1,65$) и уровне доверия $P = 95 \%$ ».

12.3 Протокол подписывает начальник лаборатории, а в его отсутствие – заместитель начальника и исполнитель.

13 Контроль точности результатов измерений

13.1 Для контроля точности результатов измерений проводить анализ мониторинга достоверности результатов измерений согласно п. 7.7 РК-1-2019 ЛНК ЧП «АНАТЕСТ Компани» [2]:

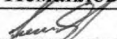
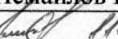
13.2 Мониторинг включает следующее:

- проверку функционирования измерительного и испытательного оборудования;
- промежуточные проверки измерительного оборудования;
- повторные испытания с использованием одного и того же метода;
- анализ полученных данных;
- участие в межлабораторных сличениях, отличных от проверок квалификации;
- внутрилабораторные сличения;
- расчет неопределенности измерений;

13.3 Целью внутрилабораторного контроля качества выполняемых измерений является выявление и устранение аналитических ошибок, отрицательно влияющих на достоверность результатов измерений. Внутрилабораторный контроль проводится в соответствии с требованиями Системы менеджмента лаборатории НК ЧУП «АНАТЕСТ Компани» (СМ).

13.2 Неопределенность измерений рассчитывается по требованию Заказчика или в случае сомнения в точности полученных результатов измерений, а также с целью внутрилабораторного контроля качества результатов измерений в соответствии с требованиями СМ.

13.3 Методика расчета неопределенности измерений приведена в приложении А.

Начальник ЛНК	Исмаилов В.Н.	Разработал	Исмаилов В.Н.	Введено в действие	Лист 11
Подпись и дата	 11.05	Подпись и дата	 11.05	2020 год	из 14

разреш 11
прил А – это прилсер.

ЧУП «АНАТЕСТ Компани»	Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. ТВЕРДОСТЬ СТАЛЕЙ, СПЛАВОВ И ИХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ. Методика выполнения измерений.	ЛНК
		МВИ-01-2020

Приложение А (справочное)

Пример расчета значений твердости металла барабана котла из стали 16ГС с оцениванием неопределенности измерения

A.1 Объект контроля: обечайка барабана парового котла ДКВр-2,5/13 из стали 16ГС Ø1000 мм, лист толщиной 13 мм, термообработка - нормализация с отпуском.

A.2 Условия проведения измерений: температура 20 °С, влажность 65 %, шкала твердости Бринелля.

A.3 Количество измерений: 5.

A.5 Результаты измерений, $H_{изм}$: 164; 160; 163; 161; 162 НВ.

A.6 Анализ входных величин.

A.6.1 Величина твердости - показания индикатора твердомера ($H_{изм}$).

За величину твердости следует принимать среднее значение результатов пяти измерений, округленное до 1 НВ

$$H_{ср.изм} = 162 \text{ НВ.}$$

A.6.2 Стандартную неопределенность величины $H_{изм}$ рассчитываем по формуле (3) пяти результатов измерений в выбранной точке:

$$u(H_{изм}) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (H_i - H_{ср.изм})^2} = \sqrt{\frac{1}{5(5-1)} (2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 0^2)} = 0,71 \text{ НВ,}$$

где H_i – i -ый результат измерения твердости: $H_1 = 164$ НВ, $H_2 = 160$ НВ, $H_3 = 163$ НВ, $H_4 = 161$ НВ, $H_5 = 162$ НВ.

A.6.3 Значение оценки поправки на основную погрешность твердомера принято $\delta_0 = 0$. Стандартную неопределенность величины δ_0 рассчитываем по формуле (4) на основании установленных в п. 3.1 пределов допускаемой абсолютной погрешности при измерении по шкале Бринелля в диапазоне от 150 НВ до 300 НВ

$$u(\delta_0) = \frac{\Delta_H}{\sqrt{3}} = \frac{15}{\sqrt{3}} = 8,66 \text{ НВ.}$$

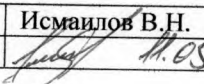
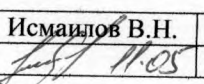
A.6.4 Значение оценки поправки на погрешность, обусловленную дискретностью отсчетного устройства твердомера, $\delta_d = 0$. Стандартную неопределенность величины δ_d рассчитываем по формуле (5) с учетом $d=1$ НВ

$$u(\delta_d) = \frac{d}{2\sqrt{3}} = \frac{1}{2\sqrt{3}} = 0,29 \text{ НВ.}$$

A.7 Твердость металла в выбранной точке оценивается по формуле (2)

$$H = H_{ср.изм} + \delta_0 + \delta_d = 162 + 0 + 0 = 162 \text{ НВ.}$$

A.8 Все входные величины рассматриваются как некоррелированные.

Начальник ЛНК	Исмаилов В.Н.	Разработал	Исмаилов В.Н.	Введено в действие	Лист 12
Подпись и дата		Подпись и дата		2020 год	из 14

ЧУП «АНАТЕСТ Компани»	Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. ТВЕРДОСТЬ СТАЛЕЙ, СПЛАВОВ И ИХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ. Методика выполнения измерений.	ЛНК
		МВИ-01-2020

А.9 Суммарная стандартная неопределенность результата измерения H рассчитывается по формуле (7)

$$u_c(H) = \sqrt{u^2(H_{\text{изм}}) + u^2(\delta_0) + u^2(\delta_d)} = \sqrt{0,71^2 + 8,66^2 + 0,29^2} = 8,74 \text{ НВ.}$$

А.10 Бюджет неопределенности для измеренной величины $H_{\text{изм}}$:

Таблица А.1

Входные величины		Стандартная неопределенность: $u(x_i)$, НВ	Распределение	Процентный вклад в суммарную стандартную неопределенность, %
Обозначение	Оценка, НВ			
$H_{\text{ср.изм}}$	162	0,71	нормальное	1
δ_m	0,0	8,66	прямоугольное	98
δ_p	0,0	0,29	прямоугольное	1
Итого: 162		Итого: 8,74		Итого: 8,74 НВ

А.11 Стандартная неопределенность входной величины δ_0 является доминирующей (процентный вклад 98 %). Распределение величины H предполагается прямоугольным, коэффициент охвата принимаем $k=1,65$ для уровня доверия $P=95$ %.

Расширенную неопределенность рассчитываем по формуле (8)

$$U = k u_i(H) = 1,65 \cdot 8,66 = 14,3 \text{ НВ} \approx 15 \text{ НВ.}$$

А.12 Полный результат измерения записывается в виде:

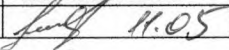
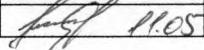
«Твердость металла барабана котла ДКВр-2,5/13 из стали 16ГС составляет (162 ± 15) НВ при $k=1,65$; $P=95$ %».

Начальник ЛНК	Исмаилов В.Н.	Разработал	Исмаилов В.Н.	Введено в действие	Лист 13
Подпись и дата	<i>[подпись]</i> 11.05	Подпись и дата	<i>[подпись]</i> 11.05	2020 год	из 14

ЧУП «АНАТЕСТ Компани»	Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. ТВЕРДОСТЬ СТАЛЕЙ, СПЛАВОВ И ИХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ. Методика выполнения измерений.	ЛНК
		МВИ-01-2020

Библиография

- [1] ТКМ459СМ РЭ Твердомеры портативные ультразвуковые ТКМ-459 (модификации ТКМ-459С, ТКМ-459М). Руководство по эксплуатации 2017.
- [2] Руководство по качеству Лаборатории НК (РК-01-2019).

Начальник ЛНК	Исмаилов В.Н.	Разработал	Исмаилов В.Н.	Введено в действие	Лист 14
Подпись и дата	 11.05	Подпись и дата	 11.05	2020 год	из 14

ДЗЯРЖАУНЫ КАМІТЭТ ПА СТАНДАРТЫЗАЦЫІ
РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ

Рэспубліканскае ўнітарнае прадпрыемства
**“БЕЛАРУСКІ ДЗЯРЖАУНЫ
ІНСТЫТУТ МЕТРАЛОГІІ”**
- БелДІМ -

Старавіленскі тракт 93, г. 220053, Мінск,
Тэлефон (017) 233 55 01 Факс (017) 288 09 38
Эл. пошта: info@belgim.by

IBAN BY11 BPSB 3012 1027 7601 4933 0000
Рэгіянальная дырэкцыя №700 па г. Мінску
і Мінскай вобласці ААТ «БПС-Сбербанк»,
BIC SWIFT BPSBBY2X г. Мінск праспект Машэрава, 80
УНП 100055197, АКПА 02568454



ОКПО 02568454
УНН 100055197
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Республиканское унитарное предприятие
**“БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ”**
- БелГИМ -

Старовиленский тракт 93, 220053, Минск
Телефон +375 17 233 55 01 Факс +375 17 288 09 38
Эл. почта: info@belgim.by

IBAN BY11 BPSB 3012 1027 7601 4933 0000
Региональная дирекция №700 по г. Минску
и Минской области ОАО «БПС-Сбербанк»,
BIC SWIFT BPSBBY2X, г. Минск проспект Машерова, 80
УНП 100055197, ОКПО 02568454

08.05. 2020г. № 28-12/13315
На № _____ от _____

СВИДЕТЕЛЬСТВО № 1232/2020 об аттестации МВИ

Методика выполнения измерений удельной активности радионуклидов ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{40}K в донных отложениях без отбора проб с использованием спектрометра МКС-АТ6104ДМ, разработанная УП «АТОМТЕХ», и регламентированная в МВИ.МН 5806-2017 «Методика выполнения измерений удельной активности радионуклидов ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{40}K в донных отложениях без отбора проб с использованием спектрометра МКС-АТ6104ДМ» с извещением ТИАЯ.177-2019 об изменении №3, аттестована в соответствии с ТКП 8.006-2011.

Аттестация осуществлена по результатам метрологической экспертизы материалов по разработке и экспериментальному исследованию МВИ с извещением ТИАЯ.177-2019 об изменении №3.

В результате аттестации установлено, что МВИ с извещением ТИАЯ.177-2019 об изменении №3 соответствует предъявляемым к ней метрологическим требованиям и обладает следующими основными метрологическими характеристиками:

- доверительные границы погрешности измерений при доверительной вероятности $P=0,95$ составляют:

- $\pm(20-50) \%$ при измерении удельной активности ^{134}Cs , ^{137}Cs в диапазоне от 50 до 10^6 Бк/кг;

- $\pm(20-50) \%$ при измерении удельной активности ^{40}K в диапазоне от 250 до $2 \cdot 10^4$ Бк/кг.

Показатели прецизионности измерений

Измеряемая величина	Показатели прецизионности	
	Предел повторяемости r , Бк/кг	Предел промежуточной прецизионности $S_{i(T)}$, Бк/кг
Удельная активность ^{40}K , Бк/кг	90	190
Удельная активность ^{134}Cs , ^{137}Cs , Бк/кг	—	—

Первый заместитель директора



Н.В. Баковец