

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель
генерального директора –
заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.В. Щипунов
«07» 2018 г.



ИНСТРУКЦИЯ

Нанотвердомеры Fischerscope HM2000, Fischerscope HM2000S

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

HM2000, HM2000S-01 МП

2018 г.

Настоящая методика поверки распространяется на нанотвердомеры Fischerscope HM2000, Fischerscope HM2000S (далее - нанотвердомеры), изготавливаемые фирмой «Helmut Fischer GmbH», Германия, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками - 1 год.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр нанотвердомера	7.1	да	да
2 Внешний осмотр алмазных наконечников	7.2	да	да
3 Опробование	7.3	да	да
4 Определение отклонения испытательной нагрузки	7.4	да	да
5 Определение абсолютной погрешности оптической системы нанотвердомера	7.5	да	нет
6 Определение погрешности измерений твердости нанотвердомерами по шкалам Мартенса, индентирования и повторяемости показаний	7.6	да	да
7 Определение погрешности измерений твердости нанотвердомерами по шкалам Виккерса	7.7	да	да
8 Идентификация программного обеспечения (ПО)	7.8	да	да

1.2 В случае получения отрицательного результата при проведении одной из операций поверку прекращают, а нанотвердомер признают не прошедшим поверку.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и основные технические характеристики средства поверки
7.2	Микроскоп по ГОСТ 8074-82, общее увеличение не менее 30х
7.4	Весы лабораторные ВЛТЭ 1100 II класс точности по ГОСТ OIML R 76-1-2011
7.5	Объект-микрометр ОМО У4.2 диапазон (0-1) мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,0005$ мм
7.6	Рабочие эталоны твердости по шкалам Мартенса и шкалам индентирования из поликарбоната, плавленого кварца, сапфира по ГОСТ Р 8.907-2015

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и основные технические характеристики средства поверки
7.7	Рабочие эталоны микротвёрдости по шкалам Виккерса по ГОСТ 8.063-2012

Примечания

1 Допускается применение других средств измерений утвержденного типа, прошедших поверку и обеспечивающих измерение соответствующих характеристик с требуемой точностью.

2 На основании решения эксплуатанта допускается проведение поверки по отдельным шкалам твердости и в отдельных диапазонах чисел твёрдости в соответствии с заявлением владельца нанотвердомера, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К работе допускаются лица, аттестованные в качестве поверителя в данной области измерений, имеющие необходимую квалификацию, обученные правилам техники безопасности и полностью изучившие руководство по эксплуатации (РЭ) на нанотвердомеры.

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные Минэнерго России 13 января 2003 года, «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. ПОТ Р М-016-2001», утвержденные Министерством энергетики РФ 27 декабря 2000 года и Министерством труда и социального развития РФ 5 января 2001 года (с поправками от 01 июля 2003 года)

4.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.019-80 и санитарных норм СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 (утвержденных главным государственным санитарным врачом РФ 25 сентября 2007 года).

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (23 ± 5) °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 50 %.

6 Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки необходимо привести в рабочее состояние средства поверки в соответствии с указаниями, изложенными в их эксплуатационной документации.

6.2 Поверяемые нанотвердомеры должны быть установлены на столах, обеспечивающих защиту от воздействия вибраций.

6.3 Поверхность рабочего стола должна быть чистой, поверхности рабочего стола и рабочей части наконечника должны быть обезжирены.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр нанотвердомера

7.1.1 Проверить соответствие заводского номера нанотвердомера с записью в паспорте, целостность соединительных кабелей, комплектность нанотвердомера в соответствии с главой 2.1 РЭ для модели НМ2000 и рисунком 2-1 для модели НМ2000S. Поверхности рабочих столиков должны быть шлифованы и не иметь следов коррозии, забоин и вмятин. Дисплей персонального компьютера не должен иметь видимых трещин и повреждений. При подключении нанотвердомеров к сети питания на дисплее должен отобразиться начальный экран управления.

7.1.2 Результаты поверки считать положительными, если выполнены требования п. 7.1.1. В противном случае нанотвердомер бракуется и направляется в ремонт.

7.2 Внешний осмотр алмазных наконечников

7.2.1 Внешний осмотр алмазных наконечников проводят при помощи микроскопа в отраженном свете.

7.2.2 Снимают индентор (наконечник), следуя рекомендациям РЭ. Для осмотра рабочей части поверхности наконечника, прилегающей к его вершине, наконечник устанавливают на рабочий стол прибора вершиной вверх, рабочий стол поднимают и двигают таким образом, чтобы вершина алмаза, а затем прилегающие к вершине поверхности его граней были четко видимы.

7.2.3 Результаты поверки считать положительными, если рабочая часть наконечника не имеет рисок, трещин, сколов и других дефектов.

7.3 Опробование

7.3.1 Проверить работоспособность нанотвердомера в соответствии с главами 5.3 РЭ для модели НМ2000 и 4 РЭ для модели НМ2000S.

7.3.2 Результаты поверки считать положительными, если на дисплее отобразилась полная информация об измерении.

7.4 Определение отклонения испытательной нагрузки

7.4.1 Измерить все используемые в нанотвердомере испытательные нагрузки по шкалам Виккерса посредством весов.

7.4.2 Выполнить по три измерения для каждой испытательной нагрузки. Вычислить среднее арифметическое значение $F_{изм}$ и занести его в протокол (Приложение А).

7.4.3 Относительное отклонение испытательной нагрузки δ определить по формуле (1):

$$\delta = 100 \% \cdot (F_{изм} - F_0) / F_0, \quad (1)$$

где $F_{изм}$ – среднее арифметическое значение измеренной испытательной нагрузки;

F_0 – номинальное значение нагрузки.

Результаты измерений занести в протокол (Приложение А).

7.4.4 Результаты поверки считать положительными, если значения относительного отклонения нагрузок находятся в пределах $\pm 1,0 \%$.

7.5 Определение абсолютной погрешности оптической системы нанотвердомера

7.5.1 При проверке оптической системы по объект-микрометру измерения выполняются, как минимум, на трех разных интервалах для каждого рабочего диапазона.

7.5.2 Определить отклонение показаний оптической системы для длин диагонали менее и равной 0,040 мм по формуле (2):

$$\check{A}_l = l - l_0, \quad (2)$$

где l – интервал между делениями шкалы объект-микрометра по показаниям твердомера,

l_0 – номинальное значение интервала шкалы объект-микрометра.

Результаты измерений занести в протокол (приложение А).

7.5.3 Определить отклонение показаний оптической системы микротвердомера для длин диагонали более 0,040 мм и менее или равной 0,200 мм по формуле (3):

$$\check{A}_l = 100 \% \cdot (l - l_0) / l_0. \quad (3)$$

Результаты измерений занести в протокол (приложение А).

7.5.4 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности оптической системы не превышают значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Длина диагонали, d, мм	Предельно допустимая погрешность
$d \leq 0,040$	0,000 4 мм
$0,040 < d \leq 0,200$	1,0 % от d

7.6 Определение погрешности измерений твёрдости нанотвердомерами по шкалам Мартенса, по шкалам индентирования и повторяемости показаний

7.6.1 Определение погрешности измерений твёрдости нанотвердомерами по шкалам Мартенса проводить при той же нагрузке, для которой присвоено значение эталонной меры. На каждой из мер (п. 2.1) провести по 15 измерений. Определить среднее арифметическое значение $НМ_{ср}$ и занести его в протокол (Приложение А).

Вычислить погрешность нанотвердомера по формуле (4):

$$\Delta = НМ_{ср} - НМ_n, \quad (4)$$

где $НМ_{ср}$ – среднее арифметическое значение твердости меры, измеренное нанотвердомером; $НМ_n$ – значение твердости меры, присвоенное поверяющей организацией.

Результаты измерений занести в протокол (Приложение А).

7.6.2 Определение погрешности измерений твёрдости нанотвердомерами по шкалам индентирования проводить при той же нагрузке, для которой присвоено значение эталонной меры. На каждой из мер (п. 2.1) провести по 15 измерений. Определить среднее арифметическое значение $Н_{ITср}$ и занести его в протокол (Приложение А).

Вычислить погрешность нанотвердомера по формуле (5):

$$\Delta = Н_{ITср} - Н_{ITn}, \quad (5)$$

где $Н_{ITср}$ – среднее арифметическое значение твердости меры, измеренное нанотвердомером; $Н_{ITn}$ – значение твердости меры, присвоенное поверяющей организацией.

Результаты измерений занести в протокол (Приложение А).

7.6.3 Поверку нанотвердомера выполнить при следующих нагрузках:

- для мер твёрдости из поликарбоната - 1 мН (шкала НМ 0,001/30/30); 10 мН (шкалы: НМ 0,01/30/30, $Н_{IT}$ 0,01/30/30/10);

- для мер твердости из плавленого кварца - 5 мН (шкала НМ 0,005/30/30); 10 мН (шкалы: НМ 0,01/30/30, $Н_{IT}$ 0,01/30/30/10); 50 мН (шкалы НМ 0,05/30/30/, $Н_{IT}$ 0,05/30/30/10); 500 мН (шкалы НМ 0,5/30/30/, $Н_{IT}$ 0,5/30/30/10);

- для мер твердости из сапфира - 10 мН (шкала: НМ 0,01/30/30); 50 мН (шкала НМ 0,05/30/30); 100 мН (шкалы НМ 0,1/30/30/, $Н_{IT}$ 0,1/30/30/10).

7.6.4 Повторяемость показаний определять как среднеквадратическое отклонение ряда из 15 измерений твёрдости по шкалам Мартенса и индентирования.

Повторяемость показаний определять для каждой поверяемой шкалы.

Результаты измерений занести в протокол (Приложение А).

7.6.5 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений твёрдости нанотвердомерами по шкалам Мартенса и индентирования и повторяемости показаний находятся в пределах, указанных в таблицах 4, 5. В противном случае выдаётся извещение о непригодности.

Таблица 4 - для шкал Мартенса

Диапазон используемых нагрузок, мН	Диапазон измерений твёрдости	Пределы допускаемой погрешности измерений твёрдости нанотвердомерами	Повторяемость показаний, не более
1-500	св. 0,1 до 1 включ.	$\pm 0,1 \cdot \text{НМ}$	$\pm 0,05 \cdot \text{НМ}_{\text{ср}}$
5-500	св. 1 до 10 включ.		
10-500	св. 10 до 70 включ.		
Примечания 1 НМ – присписанное число твёрдости по шкалам Мартенса 2 $\text{НМ}_{\text{ср}}$ – среднее арифметическое значение 15 измерений числа твердости 3 Числа твёрдости по шкалам Мартенса вычисляются в ГПа 4 Метрологические характеристики действительны для 15 измерений 5 Могут быть использованы нагрузки вне указанных диапазонов, но при этом метрологические характеристики по шкалам Мартенса не нормируются			

Таблица 5 – для шкал индентирования

Диапазон используемых нагрузок, мН	Диапазон измерений твёрдости	Пределы допускаемой погрешности измерений твёрдости нанотвердомерами	Повторяемость показаний, не более
10-500	св. 0,1 до 1 включ.	$\pm 0,1 \cdot \text{Н}_{\text{IT}}$	$\pm 0,05 \cdot \text{Н}_{\text{ITср}}$
10-500	св. 1 до 15 включ.		
100-500	св. 15 до 70 включ.		
Примечания 1 Данные метрологические характеристики определены для максимальных глубин внедрения наконечника более 200 нм 2 Н_{IT} – присписанное число твёрдости по шкалам индентирования 3 $\text{Н}_{\text{ITср}}$ – среднее арифметическое значение 15 измерений числа твердости 4 Числа твёрдости индентирования вычисляются в ГПа 5 Метрологические характеристики действительны для 15 измерений 6 Могут быть использованы нагрузки вне указанных диапазонов, но при этом метрологические характеристики по шкалам индентирования не нормируются			

7.7 Определение погрешности измерений твёрдости нанотвердомерами по шкалам Виккерса

7.7.1 Измерения проводить при той же нагрузке, для которой присвоено значение эталонной меры. На каждой из мер (п. 2.1) провести по 5 измерений. Определить медиану значений твёрдости и занести её в протокол (Приложение А).

Вычислить абсолютную погрешность нанотвердомера по формуле (6):

$$\Delta = \text{Нм} - \text{Нн}, \quad (6)$$

где Нм – медиана значений твёрдости, полученная из результатов 5 измерений нанотвердомером;

Нн – значение твердости меры, присвоенное поверяющей организацией.

Результаты измерений занести в протокол (Приложение А).

7.7.2 Поверку нанотвердомера выполнить при четырех нагрузках: 0,049 Н (шкала HV 0,005); 0,098 Н (шкала HV 0,01); 0,981 Н (шкала HV 0,1); 1,961 Н (шкала HV 0,2).

Для шкал HV 0,005, HV 0,01 выбирают одну меру из диапазонов (100±25) HV и (200±50) HV.

Для шкал HV 0,1, HV 0,2 выбирают две меры твёрдости из трёх диапазонов: (200±50) HV; (450±75) HV; (800±50) HV.

Примечание: Допускается проведение поверки при других нагрузках, используемых в нанотвердомере.

7.7.3 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности нанотвердомера находятся в пределах, приведенных в таблице 6. В противном случае выдётся свидетельство о непригодности.

Таблица 6

Обозначение шкалы твёрдости	Интервалы измерений твёрдости HV									
	св. 30 до 75	св. 75 до 125	св. 125 до 175	св. 175 до 225	св. 225 до 275	св. 275 до 325	св. 325 до 375	св. 375 до 425	св. 425 до 475	св. 475 до 525
	включ.	включ.	включ.	включ.	включ.	включ.	включ.	включ.	включ.	включ.
	Пределы допускаемой абсолютной погрешности нанотвердомера, HV, (±)									
HV0,001	20	30	50	50	-	-	-	-	-	-
HV0,002	20	30	50	50	-	-	-	-	-	-
HV0,005	20	30	50	50	-	-	-	-	-	-
HV0,01	10	15	20	22	25	27	35	-	-	-
HV0,025	10	15	20	22	25	27	35	-	-	-
HV0,05	-	10	20	22	25	27	35	40	50	-
HV0,1	-	6	11	16	20	27	35	40	50	50
HV0,2	-	4	8	12	18	24	30	36	43	50

Продолжение таблицы 6

Обозначение шкалы твёрдости	Интервалы измерений твёрдости HV									
	св. 525 до 575	св. 575 до 625	св. 625 до 675	св. 675 до 725	св. 725 до 775	св. 775 до 825	св. 825 до 875	св. 875 до 925	св. 925 до 1000	
	включ.	включ.	включ.	включ.	включ.	включ.	включ.	включ.	включ.	
	Пределы допускаемой абсолютной погрешности нанотвердомера, HV, (±)									
HV0,1	58	66	72	77	86	96	102	-	-	
HV0,2	58	66	72	77	86	96	102	108	110	

Примечания

1 Данные метрологические характеристики действительны при использовании наконечника Виккерса

2 Метрологические характеристики действительны для 5 измерений

7.8 Идентификация программного обеспечения (ПО)

7.8.1 Идентификация ПО осуществляется в соответствии с разделом 3.11 РЭ.

7.8.2 Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют данным, приведенным в таблице 7.

Таблица 7

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	WIN-HCU
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже v. 7.7

8 Оформление результатов поверки

8.1 При положительных результатах поверки на нанотвердомеры выдается свидетельство о поверке установленного образца и ставится знак поверки на свидетельство о поверке в виде наклейки или оттиска поверительного клейма.

8.2 Нанотвердомеры, не прошедшие поверку, к эксплуатации не допускаются. На них выдается извещение о непригодности с указанием причины непригодности.

Начальник НИО-3
ФГУП «ВНИИФТРИ»



Э.Г. Асланян

Ведущий инженер НИО-3
ФГУП «ВНИИФТРИ»



М.А. Васенина

Таблица 3 Результаты измерений по шкалам Мартенса

Номинальное значение твердости меры	Номер меры	Среднее арифметическое значение 15 измерений, НМ _{ср}	Погрешность измерения твердости, НМ	Повторяемость показаний, НМ

Таблица 4 Результаты измерений по шкалам индентирования

Номинальное значение твердости меры	Номер меры	Среднее арифметическое значение 15 измерений Н _{ITср}	Погрешность измерения твердости, Н _{IT}	Повторяемость показаний, Н _{IT}

Таблица 5 Результаты измерений по шкалам Виккерса

Шкала твердости	Значение твердости меры (по свидетельству о поверке)	Среднее арифметическое значение пяти измерений, Н _{ср}	Абсолютная погрешность, НV

Заключение:

Нанотвердомер является пригодным (непригодным) к применению.

Выдано свидетельство о поверке № _____ от " ____ " _____ 20__ г.

Срок действия свидетельства до _____

Поверитель _____