

---

---

**Материалы металлические спеченные,  
кроме твердых сплавов. Определение  
кажущейся твердости и  
микротвердости**

*Sintered metal materials, excluding hardmetals — Determination of  
apparent hardness and microhardness*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 4498:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a471bc52-e73c-4674-aea9-4a4bf1b2a41f/iso-4498-2010>

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R  
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава



Ссылочный номер  
ISO 4498:2010(R)

**Отказ от ответственности при работе в PDF**

Настоящий файл PDF может содержать интегрированные шрифты. В соответствии с условиями лицензирования, принятыми фирмой Adobe, этот файл можно распечатать или вывести на экран, но его нельзя изменить, пока не будет получена лицензия на загрузку интегрированных шрифтов в компьютер, на котором ведется редактирование. В случае загрузки настоящего файла заинтересованные стороны принимают на себя ответственность за соблюдение лицензионных условий фирмы Adobe. Центральный секретариат ISO не несет никакой ответственности в этом отношении.

Adobe – торговый знак фирмы Adobe Systems Incorporated.

Подробности, относящиеся к программным продуктам, использованным для создания настоящего файла PDF, можно найти в рубрике General Info файла; параметры создания PDF были оптимизированы для печати. Были приняты во внимание все меры предосторожности с тем, чтобы обеспечить пригодность настоящего файла для использования комитетами-членами ISO. В редких случаях возникновения проблемы, связанной со сказанным выше, просьба проинформировать Центральный секретариат по адресу, приведенному ниже.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 4498:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a471bc52-e73c-4674-aea9-4a4bf1b2a41f/iso-4498-2010>



**ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЁН АВТОРСКИМ ПРАВОМ**

© ISO 2010

Все права сохраняются. Если не указано иное, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия ISO по адресу, указанному ниже, или членом ISO в стране регистрации пребывания.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Опубликовано в Швейцарии

## Содержание

Страница

Предисловие .....	iv
Введение .....	v
1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Аппаратура.....	2
4 Отбор образцов и подготовка испытательных образцов.....	2
5 Методики испытаний .....	3
5.1 Методика 1 — Определение кажущейся твёрдости .....	3
5.2 Методика 2 — Определение микротвёрдости.....	4
6 Выражение результатов .....	6
6.1 Кажущаяся твёрдость .....	6
6.2 Микротвёрдость.....	6
7 Повторяемость и воспроизводимость .....	6
7.1 Кажущаяся твёрдость по Виккерсу .....	6
7.2 Кажущаяся твёрдость по Роквеллу .....	6
7.3 Микротвёрдость по Виккерсу .....	6
7.4 Данные по точности.....	6
8 Протокол испытания.....	7
Приложение А (нормативное) Условия испытаний и испытательные нагрузки, а также символы и обозначения величин микротвёрдости .....	8
Приложение В (информативное) Повторяемость и воспроизводимость.....	10
Библиография.....	12

## Предисловие

Международная организация по стандартизации (ISO) является всемирной федерацией национальных организаций по стандартизации (комитетов-членов ISO). Разработка международных стандартов обычно осуществляется техническими комитетами ISO. Каждый комитет-член, заинтересованный в деятельности, для которой был создан технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные правительственные и неправительственные организации, имеющие связи с ISO, также принимают участие в работах. ISO работает в тесном сотрудничестве с Международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Международные стандарты разрабатываются в соответствии с правилами, установленными в Директивах ISO/IEC, Часть 2.

Основная задача технических комитетов состоит в подготовке международных стандартов. Проекты международных стандартов, одобренные техническими комитетами, рассылаются комитетам-членам на голосование. Их опубликование в качестве международных стандартов требует одобрения, по меньшей мере, 75 % комитетов-членов, принимающих участие в голосовании.

Следует иметь в виду, что некоторые элементы этого документа могут быть объектом патентных прав. ISO не должен нести ответственность за идентификацию какого-либо одного или всех патентных прав.

ISO 4498 был подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 119, *Порошковая металлургия, Подкомитетом SC 3, Методы отбора образцов и испытаний спечённых металлических материалов (исключая твёрдые материалы)*.

Настоящее второе издание отменяет и заменяет первое издание (ISO 4498:2005), и представляет собой его незначительный пересмотр.

[ISO 4498:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a471bc52-e73c-4674-aea9-4a4bf1b2a41f/iso-4498-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a471bc52-e73c-4674-aea9-4a4bf1b2a41f/iso-4498-2010>

## Введение

Спечённые металлические материалы обычно имеют пористую структуру. Следовательно, их можно рассматривать как композитный материал металл/поры. В связи с этим в данном международном стандарте описываются две методики определения твёрдости такого материала:

- Методика 1 для определения макротвёрдости (которая представляет собой кажущуюся твёрдость);
- Методика 2 для определения микротвёрдости (которая представляет собой твёрдость только металлической фазы).

В испытаниях по методике 1 определяют макротвёрдость по Виккерсу, Бринеллю и/или Роквеллу; обозначения этих видов твёрдости следующие: HV, HBW и HR. В этих испытаниях определяется кажущаяся твёрдость (макротвёрдость) материалов, поскольку индентирование обычно включает как твёрдую фазу, так и ряд пор. Обычно применяемые на инденторе усилия находятся в пределах от 10 Н до 2 000 Н.

Значение кажущейся твёрдости часто используется как характеристика механической прочности материала как целого; эта величина обычно меньше, чем твёрдость сплошного материала такого же состава при таких же условиях металлургического процесса. Однако, из этого не следует, что функциональные характеристики (например сопротивление износу) обязательно хуже, чем у эквивалентного материала максимальной плотности.

Кажущаяся твёрдость представляет собой свойство макроструктуры. Она характеризует материал, рассматриваемый как целое.

Испытания по методике 2 определяют значения микротвёрдости материала по Виккерсу и/или Кнупу; обозначения этих видов микротвёрдости следующие: HV<sub>a</sub> и HK<sub>a</sub><sup>1</sup>). Обычные прилагаемые при испытаниях усилия на инденторе следующие - от 0,147 Н до 1,960 Н по методу Виккерса, и 0,981 Н по методу Кнупа.

Значения микротвёрдости представляют собой характеристику микроструктуры, применяемую для контроля химического состава, термообработки или обработки поверхности. Для этих целей необходимо гарантировать, что отпечатки при испытаниях на твёрдость достаточно малы, чтобы не включать какие-либо видимые поры, и находятся только на твёрдой фазе.

---

1) Здесь *a* – нагрузка при испытаниях, в килограммах.



# Материалы металлические спеченные, кроме твердых сплавов. Определение кажущейся твердости и микротвердости

## 1 Область применения

1.1 Настоящий международный стандарт устанавливает методы испытаний по определению твердости спеченных металлических материалов, за исключением твердых материалов.

1.2 Методика 1 определяет кажущуюся твердость материала в целом.

### Методика 1

- применяется на спеченных металлических материалах, которые либо не подвергались какой-либо термообработке, либо термообработка производилась таким образом, что получаемая в результате твердость материала была достаточно однородна до глубины не менее 5 мм под поверхностью,
- применяется на поверхностях спеченных металлических материалов, обработка которых производилась таким образом, что получаемая в результате твердость материала неравномерна на сечении до глубины 5 мм ниже поверхности,
- следовательно, применяется на таких материалах, где твердость была получена в основном путём насыщения поверхности углеродом, или углеродом и азотом (например при использовании методов науглероживания, азотонауглероживания, нитроцементации, или сульфидирования), и
- применяется на материалах, упрочнённых методом высокочастотной закалки.

1.3 Методика 2 используется для определения микротвердости металлической фазы.

### Методика 2

- применяется на всех типах спеченных металлических материалов,
- в частности, используется для определения профиля твердости материалов, обработанных описанными в ISO 4507 методами науглероживания или нитроцементации, и
- применяется также на всех спеченных металлических материалах, прошедших поверхностную обработку следующих типов: покрытие электроосаждением, покрытие химическим методом, химическое осаждение из газовой фазы (CVD), конденсация из газовой фазы (PVD), лазером, ионная бомбардировка, и т.д. Для определения микротвердости обработанных поверхностей применяется методика 2.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Однако, до настоящего времени не достигнуто международное соглашение относительно ряда факторов, имеющих значение при испытаниях на микротвердость. Тем не менее, определённые в методике 2 параметры достаточно существенны, позволяя принять имеющие важное значение меры по стандартизации широко используемых практических методов работы.

## 2 Нормативные ссылки

Следующие ссылочные документы обязательны для применения в настоящем документе. В случае датированных ссылок применяются только цитированные издания. При недатированных ссылках

используется последнее издание ссылочного документа (включая все изменения).

ISO 4507, *Металлы черные спеченные, цементированные или цианированные. Определение и проверка глубины науглероженного слоя методом измерения микротвердости*

ISO 4516, *Покртия металлические и другие неорганические покрытия. Определение микротвердости по Виккерсу и Кнупу*

ISO 6506-1, *Материалы металлические. Определение твердости по Бринеллю. Часть 1. Метод испытания*

ISO 6507-1, *Материалы металлические. Определение твердости по Виккерсу. Часть 1. Метод испытания*

ISO 6508-1, *Материалы металлические. Испытание на твердость по Роквеллу. Часть 1. Метод испытаний (шкалы A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)*

### 3 Аппаратура

**Методика 1:** Испытательные машины для определения твёрдости по Виккерсу, Бринеллю и Роквеллу и методы испытаний, соответствующие требованиям ISO 6506-1, ISO 6507-1 и ISO 6508-1, соответственно.

**Методика 2:** Испытательные машины для определения микротвёрдости по Виккерсу и Кнупу и методы испытаний, соответствующие требованиям ISO 4516.

### 4 Отбор образцов и подготовка испытательных образцов

**4.1** Поскольку на величину кажущейся твёрдости спечённого материала оказывает влияние плотность, которая может варьироваться в зависимости от части объекта, положение индентора при определении твёрдости для целей контроля качества должно быть согласовано между заинтересованными сторонами.

**4.2** Для получения хорошо определённых отпечатков при определении твёрдости поверхность спечённого металла должна быть чистой, гладкой и плоской. Поверхности испытательных образцов, предназначенные для установки наковальни, должны быть обработаны напильником или шлифовкой до плоского состояния, в целях исключения влияния на результаты неровностей. Это особенно важно при определении твёрдости по Виккерсу и Бринеллю. Для шлифования пригодна наждачная бумага с номерами абразивного материала от 180 до 240 grit. Обычно достаточно очистить поверхность подходящим растворителем. Если этого недостаточно, можно её незначительно отполировать, при условии, что лабораторные измерения покажут незначительное влияние такой полировки.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Такая полировка может быть выполнена с использованием, например, металлографической бумаги или алмазной пасты 6 мкм.

**4.3** Микротвёрдость может быть измерена либо на поверхности детали, либо на её поперечном сечении, нормальном к поверхности. При определениях микротвёрдости необходимо обеспечить достаточную гладкость поверхности для точного измерения длины отпечатка по диагонали. Образец может быть затем очищен химическим методом и отполирован электрохимическим или механическим способом для раскрытия пористости. При механической полировке локальное нагревание или деформация должны быть минимальными для исключения влияния на параметры твёрдости. Образцы из спечённой стали с никелем могут быть равномерно протравлены перед выполнением измерений микротвёрдости. Такое равномерное протравливание образца позволяет обнаружить более мягкие области в спечённой никелевой стали в целях исключения их из измерений. Это даёт возможность получить более точные результаты.

Предварительная пропитка детали терморезистивной смолой может быть целесообразна, если деталь имеет более чем 8 % открытую пористость. Поверхность измерения должна быть плоской и гладкой. Отпечатки должны иметь острые кромки для получения точных результатов диагональных измерений. Толщина испытательных образцов должна быть больше умноженной на 1,5 длины диагонали отпечатка.



**4.4** Кривизна поверхности вводит некоторую ошибку в результат измерения микротвёрдости, которая повышается с уменьшением радиуса кривизны. На выпуклых поверхностях получаются при измерениях более высокие значения твёрдости, а на вогнутых – более низкие, по сравнению с фактическими значениями. Если испытания на твёрдость по Виккерсу (кажущейся твёрдости или микротвёрдости) должны быть выполнены на искривлённой поверхности образца, влияние кривизны должно быть компенсировано с помощью корректирующих коэффициентов (см. ISO 6507-1 и ISO 4516).

**4.5** Измерение микротвёрдости не может быть правильным, если поверхность испытаний не перпендикулярна оси индентора. Возникновение неперпендикулярности вероятно в случае изотропных материалов, если одна сторона <sup>2)</sup> диагонали значительно длиннее, чем другая сторона<sup>2)</sup> (микротвёрдость по Виккерсу или Кнуппу). Образец для испытаний по определению микротвёрдости должен быть расположен на поддерживающем столике, или установлен таким образом, чтобы поверхность испытания была перпендикулярна направлению действия усилия при испытании, и при невыполнении этого условия отпечаток будет искажённым. Такая позиция должна сохраняться в течение всего испытания.

## 5 Методики испытания

### 5.1 Методика 1 — Определение кажущейся твёрдости

**5.1.1** Испытания должны выполняться в соответствии с требованиями ISO 6506-1, ISO 6507-1 или ISO 6508-1, а также дополнительными требованиями, приведёнными в 5.1.2 - 5.1.5.

**5.1.2** Класс твёрдости, к которому относится испытательный образец, следует определять в испытаниях на твёрдость по Виккерсу, используя усилие испытаний 49,03 Н (HV 5). Условия испытаний должны быть затем выбраны по Таблице А.1 в соответствии с определённым классом. Подробные сведения относительно условий испытаний по Роквеллу приведены в Таблице А.2.

В некоторых случаях, в частности при закалке на твёрдый раствор материалов порошковой металлургии (PM), предпочтительно определять значения твёрдости по шкале HRB, используя индентор в виде шарика из твёрдого металла. В этих случаях результаты обозначаются HRB и используются до максимальной величины HRB 115.

Если после первичных испытаний HV 5 возникают сомнения относительно выбора класса твёрдости, следует выбрать более низкий класс.

Если технические условия на материал включают более чем один класс твёрдости, испытания следует выполнять при условиях, соответствующих наиболее низкому пределу значений твёрдости, указанному в технических условиях.

**5.1.3** Для некоторых испытательных образцов может быть необходимо использовать более низкие усилия испытаний, чем указанные в Таблицах А.1 и А.2, в целях достижения соответствия требованиям ISO 6506-1, ISO 6507-1 или ISO 6508-1. Это относится, в частности, к следующим случаям

- тонким испытательным образцам,
- испытательным образцам с небольшой площадью поперечного сечения,
- когда обозначенная область испытания очень мала, и
- когда испытательный образец или его крепление будут, вероятно, деформироваться.

Когда существует необходимость использования таких условий испытаний, они должны быть подробно согласованы между потребителем и поставщиком. Необходимо отметить, что при таких обстоятельствах разброс результатов испытаний будет больше, чем при нормальных условиях испытаний, и что получаемые величины будут менее репрезентативными для описания состояния материала, ввиду слишком малого размера отпечатков.

2) Сторона – это расстояние от центра отпечатка до внешнего угла.

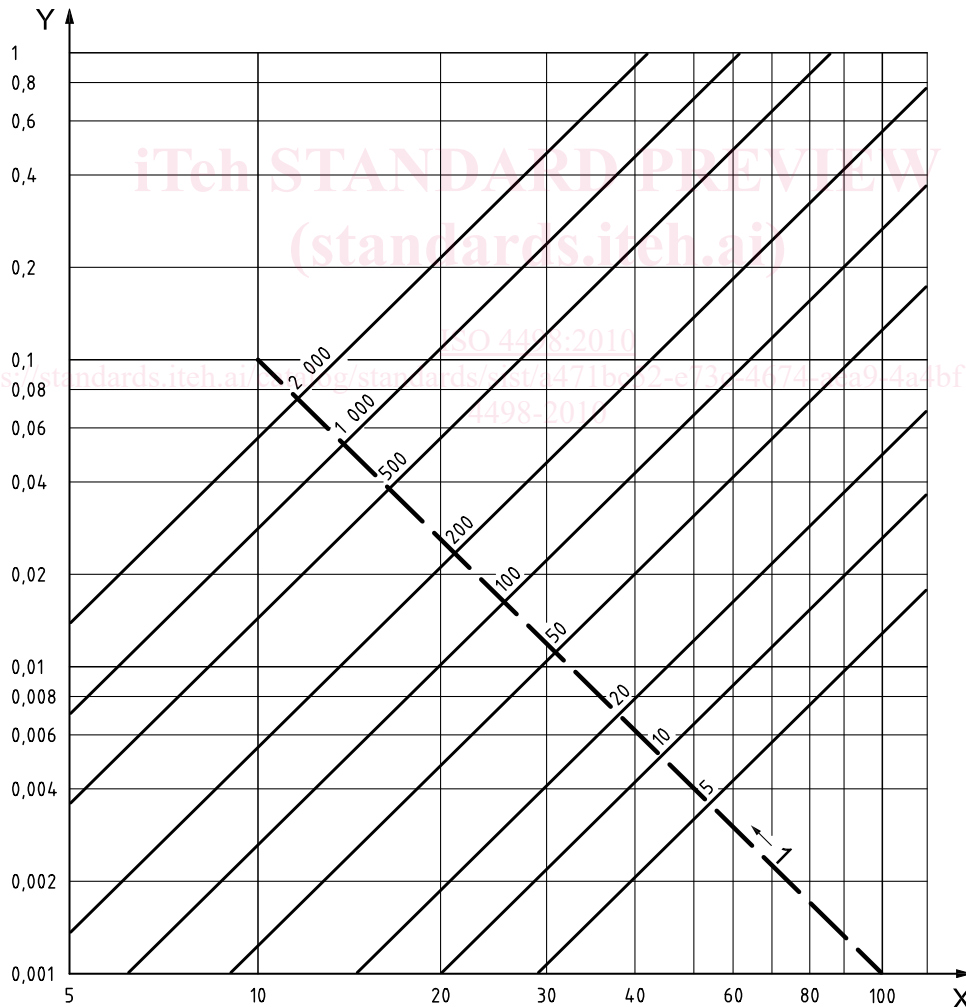
5.1.4 При определении твёрдости по Виккерсу отпечаток не считается применимым, если

- он не имеет чётко очерченных углов,
- кромки отпечатка искажены (во внутреннюю или наружную сторону), или
- значения длины диагоналей значительно различаются.

5.1.5 Должны быть получены пять правильных отпечатков и рассчитаны соответствующие значения твёрдости (или просто считаны в случае испытаний по Роквеллу). По соглашению между потребителем и поставщиком допускаются и другие методы обработки результатов.

5.2 Методика 2 — Определение микротвёрдости

5.2.1 При определении микротвёрдости материалов с поверхностной обработкой (согласно описанию в 1.3), должна быть ссылка на ISO 4516, относящаяся к условиям испытаний (меры предосторожности, нагрузка, скорость и направление усилия). На Рисунке 1 показаны данные относительно усилий, которые следует использовать, в зависимости от толщины материала, который подвергся поверхностной модификации одним из методов, перечисленных в 1.3.



Скорость приложения усилия: 15 мкм/с - 70 мкм/с  
 Время приложения усилия: 10 с - 15 с

**Обозначение**  
 1 твёрдость покрытия, в HV  
 X толщина покрытия, в мкм  
 Y усилие испытаний, в Н

Рисунок 1 — Зависимость максимального прилагаемого усилия испытаний от модифицированной толщины (Индентор Виккерса)

**5.2.2** При определении микротвёрдости в металлической фазе рекомендуется использовать в случае определения микротвёрдости по Виккерсу величины усилия испытаний, приведённые в Таблице А.3. При определении микротвёрдости по Кнупу обычно применяемая величина усилия испытаний равна 0,981 Н.

Эти значения усилия используются в настоящее время в порошковой металлургии. Значение усилия испытаний должно быть выбрано исходя из условия, что длина диагонали должна быть достаточной для достижения приемлемой точности считывания (например длина от 20 мкм до 30 мкм), но при этом достаточно мала для выполнения требований при измерении микротвёрдости в металлической фазе. Усилие испытаний должно прилагаться на инденторе в течение времени от 10 с до 15 с.

Более низкие усилия испытаний могут потребоваться в случае определения локальных характеристик микроструктуры. Когда необходимы такие условия испытаний, все данные этих испытаний, включая металлографическую подготовку испытательных образцов, должны быть согласованы между потребителем и поставщиком.

**5.2.3** Положение отпечатков должно быть тщательно выбрано с учётом следующих факторов.

- a) С учётом расстояния между краями металлической фазы и соседних пор. Расстояние между упомянутыми краями и центром отпечатка должно быть не менее увеличенной в 2,5 раза диагонали отпечатка (в случае измерений по Кнупу (Кпоор): увеличенной в 2,5 раза наименьшей диагонали отпечатка). При наличии покрытий каждый угол отпечатка должен находиться на расстоянии от кромки покрытия или от поры, не меньшем половины длины диагонали.
- b) С учётом кромки испытательного образца: Расстояние между этой кромкой и центром отпечатка должно быть не менее увеличенной в 2,5 раза диагонали отпечатка (50 мкм при измерениях по Кнупу).
- c) Наиболее короткое расстояние между центрами двух соседних отпечатков должно быть не менее увеличенной в 2,5 раза диагонали наибольшего отпечатка.
- d) При наличии покрытий четыре кромки отпечатка должны иметь одинаковую длину с точностью 5 %, и дополнительно в случае испытаний на твёрдость по Виккерсу, две диагонали отпечатка также должны иметь одинаковую длину с точностью 5 %.
- e) Глубина отпечатка, которая может быть рассчитана как функция длины диагонали, не должна превышать одну третью часть толщины слоя, на котором получены данные. (Определение использованных обозначений см. в Таблице А.4.)

$$\text{Для HV, } t \approx \frac{d' + d''}{14} \text{ и для НК, } t \approx \frac{d}{30}$$

**5.2.4** Отпечаток не является правильным

- если он не имеет чётко очерченных углов,
- если его кромки искажены (во внутреннюю или наружную сторону),
- при определении микротвёрдости по Виккерсу, если значения длины диагоналей значительно различаются, или
- если имеются данные о разрушении материала вблизи от отпечатка.

Результаты, которые кажутся ненормально низкими по сравнению с полученными на расположенных рядом отпечатках, должны быть отбракованы, поскольку это может быть связано с наличием невидимых пор, расположенных слишком близко под исследуемым отпечатком.

**5.2.5** В целом, на исследуемой области должно быть сделано и измерено не менее пяти правильных отпечатков.