
**Сплавы твердые. Определение
твердости по Кнупу**

Hardmetals — Knoop hardness test

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 22394:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/642fb4e7-bc7d-4d22-bcc5-5e831ee7c17d/iso-22394-2010>

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



Ссылочный номер
ISO 22394:2010(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 22394:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/642fb4e7-bc7d-4d22-bcc5-5e831ee7c17d/iso-22394-2010>



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
Web www.iso.org

Опубликовано в Швейцарии

Содержание

Страница

Предисловие	iv
Введение	v
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Основные принципы	1
4 Символы и обозначения	1
5 Аппаратура	3
6 Испытательные образцы	3
7 Методика	3
8 Выражение результатов	4
9 Протокол испытания	4
10 Значение метода	4
Приложение А (информативное) Исследования по определению требований международного стандарта для испытаний по измерению твёрдости твёрдых сплавов по Кнупу	5
Приложение В (информативное) Сравнение основных методик испытаний в методах испытаний по определению твёрдости Виккерса и Кнупа	15
Библиография	16

5e831ee7c17d/iso-22394-2010

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 22394 был подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 119, *Порошковая металлургия*, Подкомитетом SC 4, *Методы отбора образцов и испытаний для твёрдых металлов*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 22394:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/642fb4e7-bc7d-4d22-bcc5-5e831ee7c17d/iso-22394-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/642fb4e7-bc7d-4d22-bcc5-5e831ee7c17d/iso-22394-2010>

Введение

Для решения многих проблем металлургии требуется определение твёрдости на очень небольшой площади образца. Специальная форма индентора Кнупа даёт возможность размещать отпечатки намного ближе друг к другу, чем это допустимо для квадратных отпечатков по методу Виккерса, например при измерении на участках с большим градиентом твёрдости. При заданной длине диагонали глубина и площадь отпечатка по методу Кнупа составляют, как известно, только 15 % от аналогичных величин при использовании метода Виккерса при такой же длине диагонали.

В целях исследования, требуется или нет специальный международный стандарт и обеспечивает или нет метод Кнупа компенсацию ограничений используемого в настоящее время метода Виккерса определения твёрдости, были проведены на некотором наборе твёрдых металлов испытания по определению твёрдости методами Виккерса и Кнупа. Испытания по определению твёрдости методом Кнупа проводились независимо в трёх институтах (KATS, Jinil Co., Университет Сеула) в течение периода четырёх месяцев. Результаты этих испытаний (см. Приложение А) показывают, что данный новый международный стандарт по определению твёрдости методом Кнупа является необходимым.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 22394:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/642fb4e7-bc7d-4d22-bcc5-5e831ee7c17d/iso-22394-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/642fb4e7-bc7d-4d22-bcc5-5e831ee7c17d/iso-22394-2010>

Сплавы твердые. Определение твердости по Кнупу

1 Область применения

Данный международный стандарт устанавливает метод Кнупа испытаний по определению твёрдости твёрдых металлов.

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 4545-1, *Материалы металлические. Определение твердости по Кнупу. Часть 1. Метод испытания*

ISO 4545-2, *Материалы металлические. Определение твердости по Кнупу. Часть 2. Поверка и калибровка испытательных машин*

ISO 4545-4, *Материалы металлические. Определение твердости по Кнупу. Часть 4. Таблица значений твердости*

ISO 22394:2010

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/642fb4e7-bc7d-4d22-bcc5-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/642fb4e7-bc7d-4d22-bcc5-5e831ee7c17d/iso-22394-2010)

[5e831ee7c17d/iso-22394-2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/642fb4e7-bc7d-4d22-bcc5-5e831ee7c17d/iso-22394-2010)

3 Основные принципы

Прилагают усилие на алмазном инденторе, имеющем форму пирамиды с ромбовидным основанием с заданными углами между противоположными гранями на вершине, и установленном на поверхности испытательного образца, и измеряют затем длину диагонали оставленного на поверхности отпечатка после снятия усилия испытаний, F , в соответствии с ISO 4545-1.

4 Символы и обозначения

4.1 Твёрдость по Кнупу, НК, определяется коэффициентом, получаемым путём деления усилия испытаний F на площадь проекции A_p отпечатка, как показано Уравнением (1) для числового значения:

$$\text{НК} = \frac{1}{g} \cdot \frac{F}{A_p} = 0,102 \cdot \frac{F}{c \cdot d^2} = 0,102 \cdot \frac{F}{\left(\frac{\tan\left(\frac{\beta}{2}\right)}{2 \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \right) \cdot d^2} = 0,102 \cdot \frac{F}{0,07028 \cdot d^2} = 1,451 \cdot \frac{F}{d^2} \quad (1)$$

где

g ускорение в поле тяжести, в метрах на секунду в квадрате (м/с^2), с постоянным значением 9,806 65;

F усилие испытания, в ньютонах (Н);

A_p проектируемая площадь стабильного отпечатка, в квадратных миллиметрах (мм²);

c константа индентора, равная $\frac{\tan\left(\frac{\beta}{2}\right)}{2 \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$, в идеальном случае константа $c = 0,07028$;

d длина длинной диагонали отпечатка, в миллиметрах (мм) (см. Рисунок 1);

α угол, имеющий значение 172,5° (см. Рисунок 2);

β угол, имеющий значение 130° (см. Рисунок 2).

Отпечаток d согласно предположению имеет форму пирамиды с основанием в виде ромба и площадью основания, соответствующей показанной на Рисунке 1, и имеющей в вершине такие же углы, как у индентора (см. Рисунок 2).

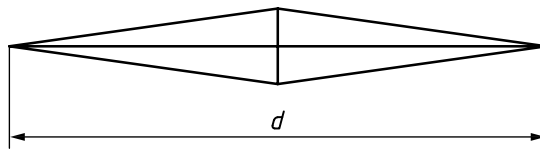


Рисунок 1 — Спроектированная площадь отпечатка, созданного индентором Кнупа

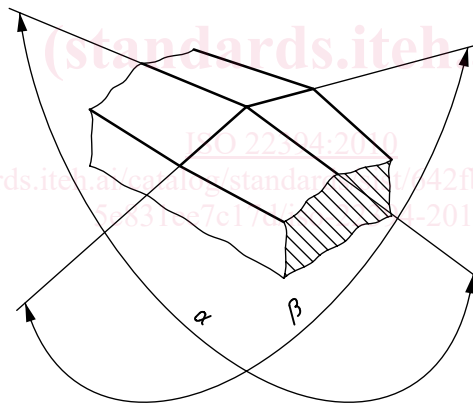


Рисунок 2 — Индентор Кнупа

4.2 Твёрдость по Кнупу обозначается символом НК, перед которым ставится величина твёрдости, а затем дополнение с числом, показывающим усилие испытания.

ПРИМЕР 1 Использование единиц СИ (ГПа):

— 10 ГПа НК 9,807 = Твёрдость по Кнупу 10 ГПа, определённая при усилии испытаний 9,807 Н (1 кгс).

ПРИМЕР 2 Использование числа твёрдости по Кнупу (без указания единиц):

— 1 000 НК 1 = Число твёрдости по Кнупу 1 000, определённое при усилии испытаний 9,807 Н (1 кгс).

ПРИМЕР 3 Длительность нагружения, в секундах (с), если она отличается от установленной в 7.4:

— 1 000 НК 1 = Число твёрдости по Кнупу 1 000, определённое при усилии испытаний 9,807 Н (1 кгс), прилагаемом в течение времени от 10 с до 15 с;

— 1 000 НК 1/20 = Число твёрдости по Кнупу 1 000, определённое при усилии испытаний 9,807 Н (1 кгс), прилагаемом в течение времени 20 с.

5 Аппаратура

5.1 Испытательная машина, соответствующая ISO 4545-2, должна удовлетворять следующим требованиям:

- a) усилие отпечатка должно быть калиброванным с точностью 1 % от номинального значения;
- b) индентор следует вертикально опускать на поверхность испытательного образца со скоростью меньше 0,1 мм/с.

5.2 Индентор, изготовленный из алмаза в форме пирамиды с ромбовидным основанием, согласно требованиям ISO 4545-2.

5.3 Измерительный прибор

5.3.1 Измерительный прибор должен позволять определять диагональ отпечатка с точностью $\pm 0,2$ мкм.

5.3.2 Прибор для измерения диагонали отпечатка должен быть калиброван по правильно направленной линейной шкале (микрометру столика микроскопа) или устройству эквивалентной точности. Ошибки линейной шкалы должны быть в пределах погрешности 0,2 мкм.

5.3.3 Проверка измерительного устройства должна выполняться согласно ISO 4545-2.

6 Испытательные образцы

6.1 Толщина снимаемого с поверхности испытательного образца слоя должна быть не меньше 0,2 мм.

Испытания следует выполнять на поверхности, полностью свободной от посторонних веществ, и в частности полностью свободной от смазочных материалов. Испытательная поверхность должна быть отшлифована и отполирована мелкой алмазной шкуркой в целях исключения экспериментальных трудностей и ошибок, связанных с грубой поверхностью.

Подготовка образцов должна выполняться таким образом, чтобы любые изменения твёрдости поверхности, например вследствие нагревания или охлаждения, были сведены до минимума.

При определении твёрдости испытательного образца с искривлённой поверхностью необходимо создать плоский участок на месте выполнения испытаний по определению твёрдости.

Для получения симметричных отпечатков поверхность испытательного образца и опорная поверхность должны быть параллельны.

6.2 Подготовленный испытательный образец должен иметь толщину не менее чем в 10 раз больше глубины отпечатка, ожидаемой при выбранном усилии

7 Методика

7.1 Испытания обычно проводятся при температуре $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$. Если испытания выполняются при температуре, выходящей за пределы этого диапазона, это должно быть указано в отчёте по испытаниям.

7.2 Усилие испытаний не должно быть меньше 490,3 Н (50 кгс).

7.3 Испытательный образец должен быть помещён на твёрдую опору. Опорная поверхность должна быть чистой и свободной от посторонних веществ (окалины, масла, грязи, и т.д.). Важно, чтобы испытательный образец имел прочную опору, исключающую возможность смещения во время испытаний. Измерительный микроскоп необходимо сфокусировать таким образом, чтобы можно было наблюдать поверхность образца.

7.4 Индентор следует приближать к поверхности образца со скоростью от 15 мкм/с до 70 мкм/с.

Интервал времени от начала приложения усилия до достижения полной величины усилия испытаний должен быть не меньше 5 с и не больше 10 с. Продолжительность приложения усилия испытаний должна быть в пределах от 10 с до 15 с.

7.5 Во время выполнения испытаний аппаратура должна быть защищена от ударов и вибрации.

7.6 Если это возможно, на испытательном образце должно быть выполнено не менее трёх определений твёрдости.

7.7 Расстояние между краями любого отпечатка и краями испытательного образца должно быть не меньше двукратной величины короткой диагонали отпечатка.

Расстояние между краями двух расположенных рядом отпечатков должно быть не меньше чем умноженная на 2,5 короткая диагональ отпечатка. Если два расположенных рядом отпечатка имеют различные размеры, это расстояние следует определять по наименьшей диагонали наибольшего отпечатка.

7.8 Необходимо достаточно часто проверять удовлетворительность состояния индентора. Любые неправильности формы отпечатка могут быть свидетельством плохого состояния индентора. Если проверка индентора подтверждает это, испытания следует отбраковать и заменить индентор.

7.9 Измеряют длину наибольшей диагонали с точностью до 0,2 мкм при её величине меньше 50 мкм, или с точностью до 0,5 мкм, если эта диагональ имеет длину равную или больше 50 мкм. Это значение длины используется при расчёте числа твёрдости по Кнупу. Если одна сторона (половина) длинной диагонали больше чем на 10 % длиннее другой стороны, или если концы диагоналей оба не находятся в поле фокусировки, поверхность испытательного образца может быть неперпендикулярной оси индентора. Выравнивают поверхность испытательного образца необходимым образом и выполняют другой отпечаток.

7.10 Необходимо обратить внимание на стандарт ISO 4545-4, который содержит таблицы для преобразования, используемые при выполняемых на плоских поверхностях испытаниях.

8 Выражение результатов

В отчёт включают арифметическое среднее полученных величин твёрдости, округлённое до ближайшего кратного 10 НК значения.

9 Протокол испытания

Протокол испытания должен включать следующую информацию:

- a) ссылку на данный международный стандарт;
 - b) все подробные сведения, необходимые для идентификации испытательного образца;
 - c) полученные результаты;
 - d) все дополнительные сведения, не указанные в данном международном стандарте, или рассматриваемые как дополнительные;
- a) подробные сведения относительно любых обстоятельств, которые могут повлиять на результаты.

10 Значение метода

Измерения твёрдости по Кнупу могут быть полезны при исследованиях градиентов твёрдости в областях небольшого размера. Однако получаемые этим методом величины нельзя непосредственно сравнивать с величинами твёрдости по методу Виккерса. Это является предметом дальнейших исследований (Ссылка [3] в разделе Библиография) и в настоящее время не могут быть даны рекомендации по правильному подходу к сравнению данных этих методов.

Приложение А (информативное)

Исследования по определению требований международного стандарта для испытаний по измерению твёрдости твёрдых сплавов по Кнупу

А.1 Методика испытания

Образцы твёрдых металлов, используемые при этих испытаниях, являются коммерчески доступными материалами для вкладышей, состав которых указан в Таблице А.1. Прилагаемые испытательные нагрузки находятся в диапазоне от 1 кг до 50 кг. Испытания по проверке влияния расстояния (см. Рисунки А.1 - А.4) выполнялись только при нагрузках 1 кг и 30 кг.

Таблица А.1 — Состав использованных испытательных образцов

Номер испытательного образца	Состав	Твёрдость (HRA)
1	WC-6%Co ^a	92 - 92,6
2	WC-12%Co ^a	90 - 90,8
3	TiCN(WC/MoC/TaC)-17%(Ni/Co) ^a	92,4 - 93

^a Проценты соответствуют фракциям по массе.

Испытания по определению твёрдости по Виккерсу и Кнупу выполнялись с целью сравнения двух методов испытаний, выполняемых на твёрдых металлах. Оба вида испытаний проводились при различных нагрузках от 5 кг до 50 кг, и при заданных условиях снимали 7 показаний. Отпечатки были разделены достаточным расстоянием и не оказывали взаимное влияние.

Величины твёрдости по Кнупу были получены при увеличенном расстоянии как от соседнего отпечатка, так и от края образца. Расстояние выражалось в виде умноженной на целое число длины короткой диагонали отпечатка (см. Рисунки А.1 - А.4).

А.2 Результаты испытания

А.2.1 Сравнение результатов испытаний по Виккерсу и Кнупу

Величины твёрдости в Таблице А.2, отмеченные сноской "а", соответствуют случаям, когда вокруг отпечатка индентора образовались трещины. В то время как на испытанных по методу Кнупа образцах трещины не были отмечены, на большей части образцов для испытаний по Виккерсу было обнаружено образование трещин независимо от приложенной нагрузки. Микрофотографии на Рисунках А.5 - А.7, полученные при различных ситуациях, показывают образование волосных трещин вокруг отпечатков по Виккерсу.