

1. Введение	3
1.1 Что такое твердость?	4
1.2 Для чего необходимо испытание на твердость?	4
1.3 Испытание на твердость на месте?	4
2. UCI Метод (MIC 10)	5
2.1 Выбор зонда	6
3. Метод отскока	7
4. Метод TIV	11
4.1. TIV метод	11
4.2. Применение	11
4.3 Преимущества метода TIV	12
4.4 Выбор зонда	13
5. Твердомеры Krautkramer	14
5.1 Твердомер DynaPOCKET	14
5.2 Твердомер DynaMIC	15
5.3 Твердомер MIC10	16
5.4 Твердомер MIC20	17
5.5 Твердомер TIV	18
6. Применение	19
6.1 Выбор метода	19
6.2 Размер отпечатка	19
6.3 Необходимые условия (массы испытываемого образца)	22
6.4 Необходимые условия (толщины стенки)	22
6.5 Качество обработанной поверхности / шероховатость	23
6.6 Трактовка, юстировка и фиксация	24
6.7 Калибровка	25
6.8 Подтверждение характеристик прибора	26
7. Объяснение испытательного задания	27

1. Введение

Мобильное испытание на твердость – это быстрое и экономичное дополнение к стационарному испытанию на твердость в современном производстве.

Прикладные возможности переносных приборов достаточно велики – они включают испытание как больших, так и малых деталей, но особенно применимы к испытаниям твердости в труднодоступных местах.

Имеются два основных физических метода, которые имеют признание в производстве: статический UCI метод и динамический метод отскока. Решение, относительно использования метода, главным образом, зависит от задания испытания.



Рис. 1. Испытание на твердость с использованием MIC 20 и штативом MIC227 и УЗ зондом в ЗТВ сварного шва.



Рис. 2. Испытание на твердость с твердомером по методу отскока на ведущем колесе большого гидравлического экскаватора.



Рис. 3. Испытание на твердость с прибором модели DynaROCKET.



Рис. 4. Испытание на твердость с оптическим твердомером модели TIV.

Krautkramer предлагает три различных физических метода для определения твердости: статический (ультразвуковой), на принципе отскока и оптический. Твердомеры **Krautkramer** представлены моделями: DynaMIC, DynaPOCKET, MIC 10, MIC20 и TIV.

Это руководство объясняет базисные принципы этих методов испытаний и сравнивает, используя примеры из практики (например испытание на твердость в зоне температурного влияния), прикладные возможности. В дополнение к этому, рассматриваются факторы влияния на испытание на твердость: подготовка поверхности, влияние массы изделия или толщины стенки его частей.

1.1 Что такое твердость?

Для металлов, твердость всегда была темой широкого обсуждения среди специалистов. Понятие твердости включает такие различные атрибуты как сопротивление к абразивному износу, сопротивление пластической деформации, модуль упругости, предел текучести, предел прочности, хрупкость.

Под твердостью понимают сопротивление материала проникновению в него другого более твердого тела. Общий принцип заключается в том что, индентор внедряется в поверхность материала, который нужно испытать под определенной нагрузкой на установленный интервал времени. Определение твердости осуществляется по известным размерам или глубины отпечатка.

Твердость – не фундаментальное свойство материала, а реакция на определенный метод испытаний. В основном, величины твердости произвольны, и не имеется никаких абсолютных стандартов для твердости. Твердость не имеет никакого количественного значения, кроме как в условиях данной нагрузки, применяемой определенным, воспроизводимым способом и с указанной формой индентора.

Статическое определение твердости вдавливанием, при котором шарик, конус или пирамида проникает в поверхность материала, является широко распространенным испытанием. Отношение нагрузки к площади поверхности или глубине отпечатка – число твердости, получаемое с твердомерами по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу или Кнупу.

Различные методы и инденторы различной формы, использованные, например, Бринеллем и Роквеллом поставляют несходные реакции материала на испытание. Таблицы соотношения чисел твердости HRC и HB – только приближения – не существует математических уравнений, чтобы перейти от одной шкалы к другой. Так называемые таблицы соотношения между числами твердости, определенными различными методами, содержат значения определенные эмпирически экспериментальной оценкой для определенного материала твердости различными методами испытаний. Для сравнения твердости двух различных образцов, оба должны быть испытаны, используя одну и ту же шкалу твердости, или шкала должна быть разработана, чтобы переходить от одного способа измерения к другому.

1.2 Для чего необходимо испытание на твердость?

Материалы в производстве, прежде всего, испытываются по двум причинам: 1) чтобы исследовать характеристики нового материала или 2) для проверки

качества, чтобы быть уверенным, что образец отвечает требованиям спецификации.

1.3 Испытание твердости на месте?

При использовании стационарных твердомеров подобных приборам Роквелла, Бринеля или Виккерса требуется, чтобы испытываемый образец помещался под измерительным устройством; что не всегда возможно. Переносные измерительные устройства разработаны для того, чтобы позволить проводить определение твердости не только в лаборатории, но и в полевых условиях.

Статический метод заключается в измерении сдвига частоты резонирующего стержня с пирамидкой Виккерса, который происходит, когда ромб проникает в испытательный материал, применяя определенную пробную нагрузку при испытании. Частота сдвига оценивается и с помощью электроники преобразуется к величине твердости, отображаемой на ЖК-индикаторе. Прибор Krautkramer MIC 10 работает согласно этому методу, так называемому UCI метод.

Другой известный принцип для переносных приборов для определения твердости – метод отскока. Твердомеры Krautkramer DynaMIC или DynaPOCKET, например, измеряют скорость приведенного в движение ударного тела непосредственно до и после удара о поверхность испытываемого материала. Отношение между обеими скоростями указывает твердость материала, которая может быть преобразована в различные шкалы, используя таблицы соотношения, сохраненные в приборе для различных материалов.

2. UCI Метод (MIC 10, MIC 20)

2.1 Метод

Как в испытании твердости по Виккерсу или по Бринеллю, вопрос относительно размера отпечатка в испытываемом материале, образованный некоторой пробной нагрузкой при испытании также проявляется в определении твердости по Виккерсу согласно UCI методу. Однако, диагонали испытательного отпечатка при внедрении индентора, которые необходимо знать, чтобы определять значение твердости по Виккерсу, оцениваются, не как обычно, оптическим способом, а с помощью электроники, благодаря измерению сдвига ультразвуковой частоты. Это может проиллюстрировано небольшим мысленным экспериментом.

UCI зонд обычно состоит из пирамидки Виккерса, присоединенного к концу металлического стержня (рис. 5). Этот стержень совершает продольные колебания с частотой приблизительно 70 кГц пьезоэлектрическими преобразователями. Вообразите вместо металлического стержня (обращаем Ваше внимание на это как вибрирующий стержень) большую спиральную пружину, закрепленную одним концом и колеблющуюся с резонансной частотой 70 кГц на свободном конце (рис. 6).

В самой вершине этой пружины (на свободном конце) имеется контактная пластина, пирамидка Виккерса. Испытательный материал, в который пирамидка

Виккерса входит в контакт, может также представить как система меньших спиральных пружин, расположенные вертикально к поверхности – связь между атомами, два атома, связанные через «пружину». Если только одной из этих «атомных пружин» касается пирамидка Виккерса в этом мысленном эксперименте – подобно очень жесткому материалу, в который пирамидка только слегка проникает и так производит проникновение малой величины – тогда дополнительная пружина, или масса, как бы присоединяется к большой спиральной пружине. При этом, происходит сдвиг резонансной частоты.

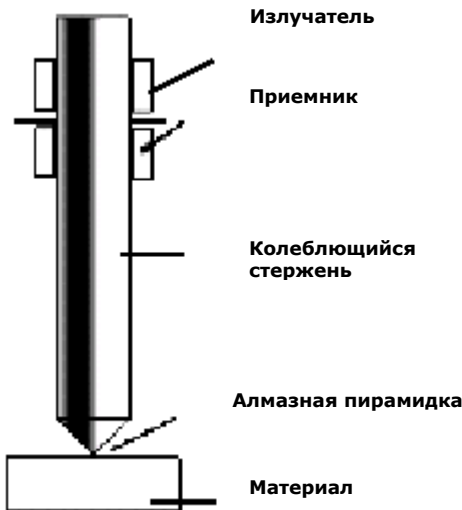


Рис. 5: Схематическое описание действия зонда UCI

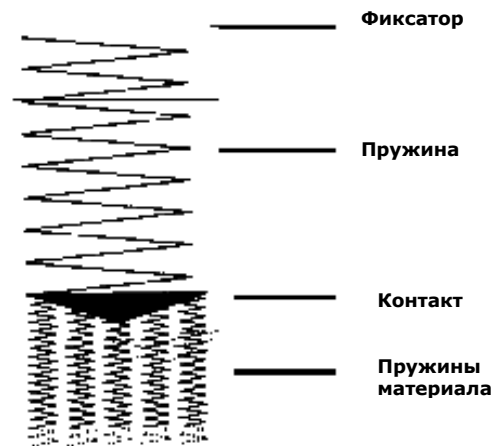


Рис. 6. UCI принцип в мысленном эксперименте: Колеблющаяся пружина в контакте с материалом. Пружина символизирует колеблющийся стержень, контактная пластина символизирует ромб, материальные пружины символизирует материал и постоянные упругости.

Этот сдвиг частоты станет большим, когда происходит касание с дополнительными «пружинами», из-за проникновения пирамидки глубже в материал твердости среды, и отпечаток станет большим. То есть, самый большой сдвиг частоты производится мягкими испытуемыми материалами; пирамидка проникает глубже в материал и оставляет большой отпечаток.

Это – смысл UCI метода при испытаниях на твердость: сдвиг частоты пропорционален размеру проникновения, осуществленной пирамидкой Виккерса. Уравнение (1) описывает это базисное соотношение в сравнении с уравнением для определения значения твердости по Виккерсу.

$$\Delta f \approx E_{\text{elast}} \cdot \sqrt{A} \qquad HV = \frac{F}{A} \qquad (1)$$

Уравнение 1: Сдвиг частоты пропорционален размеру проникновения пирамидки Виккерса.

Δf = сдвиг частоты

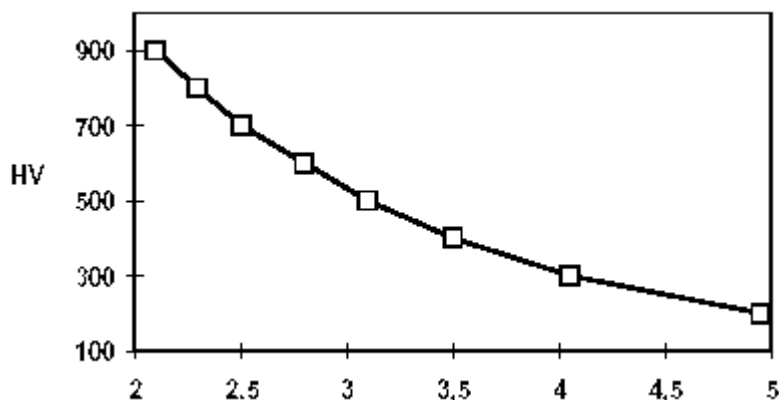
A = область проникновения

E_{elast} = модуль Юнга

HV = число твердости по Виккерсу

F = прикладываемое усилие при определении твердости по Виккерсу

Сдвиг частоты, однако, также зависит от модуля Юнга – постоянной величины для материала подобной жесткости пружины в нашем мысленном эксперименте. Поэтому для практического применения UCI метода необходимо учитывать Модуль Юнга. Прибор нужно калибровать, когда должна быть определена твердость



различных материалов с различными значениями Модуля Юнга.

Рис. 7 Зависимость твердости по Виккерсу от сдвига частоты осциллирующего стержня

После выполнения калибровки, UCI метод может использоваться для всех материалов, с отображением модуля упругости. После изготовления, зонды калибровались на низколегированных или нелегированных сталях; однако, современные контрольно-измерительные приборы могут быть калиброваны быстро, также в на других материалах, например, титане или меди.

2.2 Выбор зонда (MIC 10, MIC 20)

Выносной зонд, используемый при UCI методе и имеющий стержень с пирамидкой Виккерса, приводится в резонанс с ультразвуковой частотой благодаря контакту с пьезокерамической пластиной.

Пружина нагружается, и частота колебаний стержня изменяется пропорционально контактной поверхности отпечатка, произведенного пирамидкой Виккерса. При этом величина твердости, обычно визуальное определяемая по длине диагоналей отпечатка, с помощью линейно-оптических инструментальных средств, и требующая достаточно много времени, при электронном измерении сдвига частоты определяется за доли секунды.

Прибор постоянно контролирует частоту, выполняет вычисление и мгновенно отображает величину твердости. UCI метод лучше удовлетворяет при испытании однородных материалов. Для 5 различных нагрузок используются различные модели зондов UCI.

Нагрузка	Тип зонда	Преимущество	Типичное приложение
98 Н	MIC-2010 стандартная длина, карманное исполнение	Самый большой отпечаток; требует минимальной подготовки поверхности	Контроль небольших поковок, контроль качества сварных швов, зон температурного воздействия (ЗТВ)
50 Н	MIC-205 стандартная длина, карманное исполнение MIC-205L увеличенная	Решает наиболее общие приложения	Контроль изделий из цементуемых или закаленных сталей, например распределителей, турбин, контроль качества сварных швов, ЗТВ.

	длина, карманное исполнение MIC-205S Короткий зонд, карманное исполнение	Увеличенная на 30 мм длина Уменьшенная длина, 90 мм, электроника в отдельном размещении	Измерения в пазах, контроль зуба вала шестерни. Лопатки турбины, внутри трубы $\varnothing > 90$ мм
10 Н	MIC-201 стандартная длина, карманное исполнение MIC-201L увеличенная длина, карманное исполнение MIC-201S Короткий зонд, карманное исполнение	Обеспечивает контроль на закруглениях с небольшим радиусом кривизны Измерение на изделиях со сложной конфигурацией Уменьшенная длина, 90 мм, электроника в отдельном размещении	Ионно – нитрированные штампованные стали и пресс-формы, формы, тонкостенные изделия Подшипники, контроль зуба вала шестерни. Лопатки турбины, внутри трубы $\varnothing > 90$ мм
8 Н	MIC-211 Моторный зонд	Автоматическое приложение нагрузки	Обработанные изделия, шестерни, дорожки качения подшипников, керамические покрытия с твердостью до 1700 HV, при этом глубина проникновения не более 4-5 Мкм.
3 Н	MIC-2103 Моторный зонд	Автоматическое приложение нагрузки	Контроль покрытий из меди и хрома на стальных цилиндрах (толщиной ≥ 40 мкм), ротогравюрные цилиндры, полимеризованные (затвердевшие) слои (толщиной ≥ 40 мкм)
1 Н	MIC-2101 Моторный зонд	Неглубокое проникновение	

Таблица 1 : модели UCІ зондов, их преимущества и типичные приложения.



Рис.8 Зонды MIC

3. Метод отскока

(ДинаMIC, ДинаPOCKET и MIC20 испытание на твердость согласно ASTM 956-00)

Приборы для определения твердости, использующие метод Лоба, работают иначе. Поскольку размер проникновения в материал связан с его твердостью, то в этом

случае, осуществляются косвенные измерения через потери энергии так называемого ударного тела.

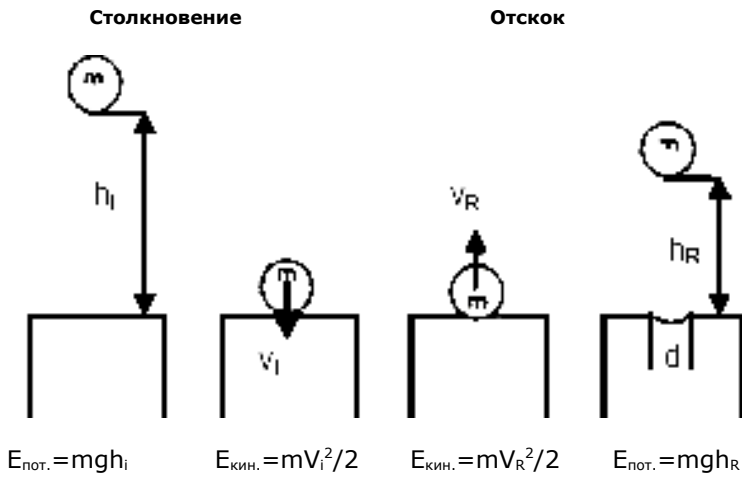


Рис.9: Базовый принцип измерения твердости по методу отскока. D=диаметр отпечатка, E_{пот.}=потенциальная энергия, E_{кин.}=кинетическая энергия

Рис. 9 иллюстрирует физический принцип измерения твердости по методу отскока. Ударное тело, на конце которого закреплен шарик из твердого материала, под действием пружины падает на исследуемую поверхность. После своего падения вследствие суммарной пластической деформации падающее тело теряет часть своей энергии (как уменьшение скорости) и тем больше, чем меньше твердость

исследуемого материала.

Бесконтактным методом измеряются начальная скорость и скорость при отскоке. Для этого служит небольшой постоянный магнит, соединенный с ударным телом (рис. 7). Этот магнит, проходя через катушку, наводит в ней ЭДС индукции. Величина ее пропорциональна скорости движения магнита (ударного тела) (рис. 10). По соотношению скоростей падения и отскока оценивается величина твердости.

Изобретатель этого метода, Либ, определил свою собственную величину твердости (HL). Величина твердости по Либу, рассчитывается как отношение скоростей после и до столкновения:

$$HL = \frac{V_R}{V_I} \cdot 1000 \quad (2)$$

V_R, V_I – скорости после и до столкновения с поверхностью

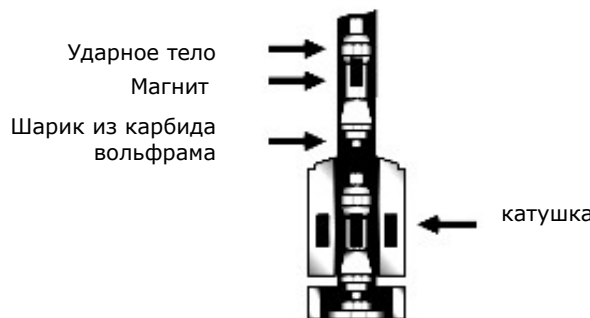


Рис.10: Разрез типичного устройства по методу отскока

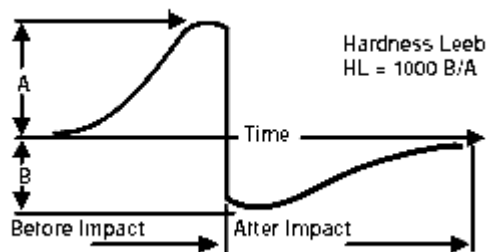


Рис. 11: сигнал напряжения, сгенерированный ударным телом, прошедшим сквозь катушку. Показан сигнал до и после столкновения .

Любой, кто использует метод испытания по методу отскока, измеряет величину твердости в числах Либа, потому что значение твердости по Либу, определяемое из уравнения (2), действительное физическое значение измерения посредством этого метода.

Однако почти ни один потребитель не указывает величину твердости HL в своих технических требованиях или отчетах об испытаниях. Мы, главным образом, переводим единицы к востребованным шкалам твердости (HV, HB, HS, HRC, HRB, Н/мм²). Поэтому, таблицы перехода, подобные той, что изображена на рисунке. 12, сохранены во всех приборах.

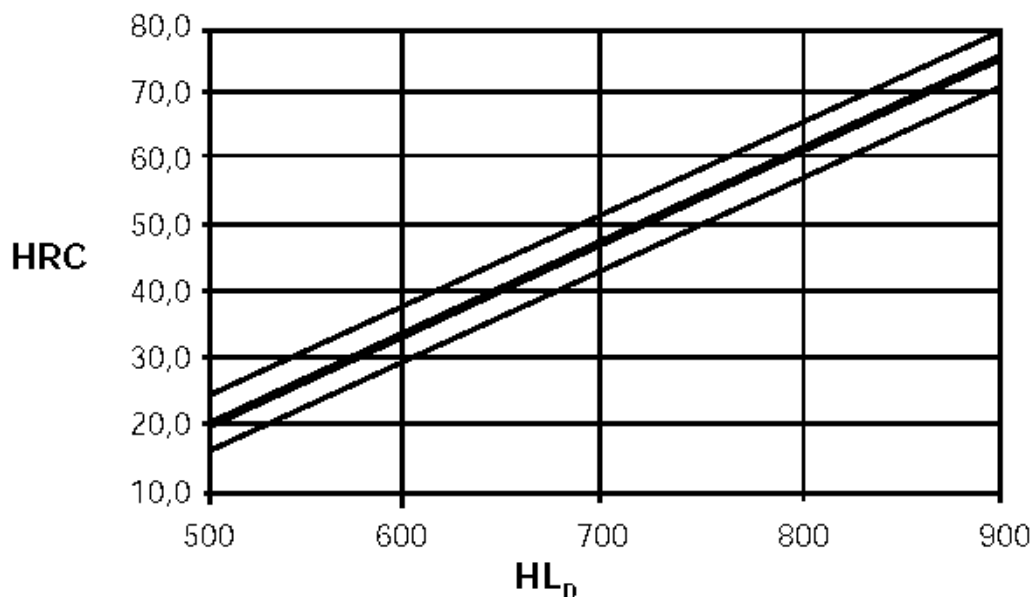


Рис. 12: Переход от единиц твердости по Либу(HL) к единицам твердости по Роквеллу (HRC) как типичный пример таблиц перехода, сохраненных твердомерах, использующих метод отскока для определения твердости. Эти линии экспериментально получены на реальных образцах различной твердости, при измерениях по методу отскока и по Роквеллу.

Серия твердомеров Krautkramer включает приборы DynaMIC и DynaMIC DL и три модели взаимозаменяемых ударных устройств.

Чтобы применять принцип, ударное устройство использует пружину, чтобы привести в движение ударное тело сквозь направляющую трубку к испытываемому образцу. Поскольку оно перемещается к испытываемому образцу,

магнит, находящийся в пределах корпуса генерирует сигнал в катушке, окружающей направляющую трубку. После столкновения, он отскакивает от поверхности, вызывая вторичный сигнал в спирали. Прибор Krautkramer вычисляет величину твердости, используя отношение напряжений, и анализирует их стадии, чтобы автоматически компенсировать изменения в ориентации. Благодаря запатентованному способу обработки сигналов, прибор не нуждается в какой-либо корректировке в руководстве для направления удара.

Приборы Krautkramer для определения твердости DynaMIC и DynaPOCKET имеет это авторегулирующее свойство.

Прикладные применения определяются усилием и индентором ударного устройства. Оператор может выбирать из трех моделей ударных устройств для DynaMIC (Dyna D, Dyna E и Dyna G), а также DynaPOCKET.

Модель	Индентор	Энергия удара	Типичные приложения
Dyna D	3 мм шарик из карбида вольфрама	12 Н мм	Универсальное испытание однородного материала
Dyna E	3 мм алмазная пирамидка	12 Н мм	> 50 HRC, например кованные и прокатные валки из закаленной стали
Dyna G	5 мм шарик из карбида вольфрама	90 Н мм	< 650 HB, например, большие отливки и поковки, низкие требования к обработке поверхности (п9 в противоположность п7 с Dyna D)
DynaPOCKET	3 мм шарик из карбида вольфрама	12 Н мм	Компактный твердомер

Таблица 2: DynaPOCKET и ударные устройства для DynaMIC, их выгоды и типичные приложения.

Метод TIV (Through Indenter Viewing)

4.1. TIV метод

Метод TIV впервые дает возможность с помощью дисплея наблюдать процесс вдавливания индентора в материал.

Благодаря оптическому методу измерения, TIV технология позволяет проводить испытания на твердость на различных материалах без любой дополнительной калибровки. Кроме того, статическое приложение испытательной загрузки также предполагает возможность измерений как на тонких и маленьких объектах, так и на покрытиях.

Как только испытательная загрузка достигает своего номинального значения, определяются автоматически длины диагоналей углубления и преобразуются в значение твердости согласно Виккерсу.

Таблицы значений согласно стандартам DIN 50150 и ASTM E 140 сохранены в приборе TIV и используются, чтобы преобразовать измеренную твердость в числа других шкал.

Поскольку на ЖК экране виден весь процесс внедрения алмазного индентора в реальном масштабе времени, то оператор имеет возможность контролировать качество измерения, а также состояние индентора (его возможный износ и повреждения).



рис. 13: Твердомер TIV.



рис. 14: Применение TIV.

4.2. Применение

TIV может использоваться, чтобы испытывать на твердость:

- Независимо от ориентации,
- На различных материалах без какой-либо калибровки (независимо от материала),
- На тонких и легких частях,
- На упругих материалах.

Рисунок 15 показывает результат испытания твердости с использованием TIV. Только оптическая проверка формы углубления позволяет сделать надежные выводы в отношении качества измерения. Одного взгляда на дисплей достаточно, чтобы признать, оказалось ли измерение под влиянием качества поверхности, микроструктуры материала или других эффектов.

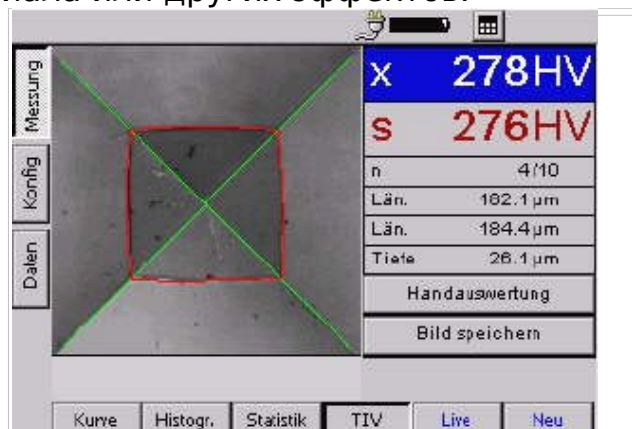


Рис. 15: Результат испытания твердости с использованием TIV.

В дополнение к автоматической оценке, прибор также делает возможным оценить углубление вручную. Грани углубления корректируются вручную на увеличенном изображении на дисплее. Длина диагоналей автоматически преобразуется в соответствующее значение твердости.

Отображение пирамидки Виккерса представляет дополнительную возможность непосредственной проверки состояния индентора. Любые дефекты на инденторе, например, надломы граней, идентифицируются сразу так, чтобы можно было избежать неправильных измерений с самого начала.

Результаты серии испытаний могут быть графически представлены в виде кривой, или даже в табличной форме, включающую статистические данные (см. рис. 16 и 17). Вся необходимая информация, включающая среднее значение, одиночное значение или статистические данные - отображаются или обновляются в течение измерения.

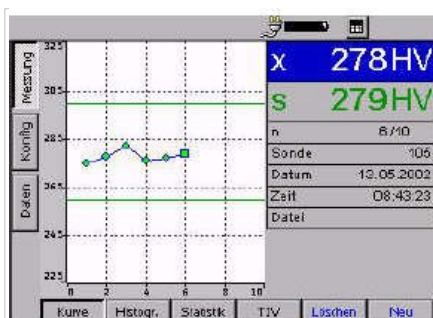


Рис. 16: Графическое представление результатов испытания в виде кривой.

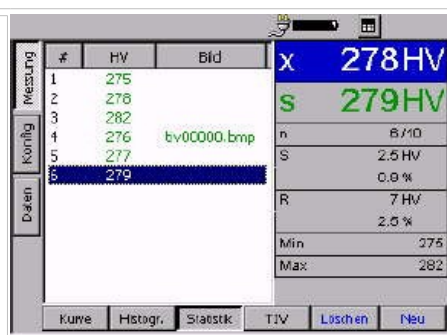


Рис. 17: Представление в виде таблицы результатов испытания, которые включают статистические данные (диапазон, стандартное отклонение, максимальное и минимальное значения).

4.3 Преимущества метода TIV

Главные выгоды от метода TIV вызваны статическим приложением испытательной нагрузки и непосредственного автоматического определения длин диагоналей углубления через пирамидку Виккерса:

- Измерения твердости на различных материалах без дополнительной корректировки и калибровки (рис. 15).
- Благодаря статическому приложению испытательной нагрузки, с помощью TIV возможны измерения на тонких и маленьких частях, типа например проволоки, листового металла и т.д.
- «Живая» картинка внедрения, отображаемая на дисплее, позволяет немедленно анализировать качество измерения.
- TIV обеспечивает автоматическую оценку отпечатка, то есть длины диагоналей определяются непосредственно и автоматически.
- Отображение граней индентора на экране позволяет проверять непосредственно состояние индентора.

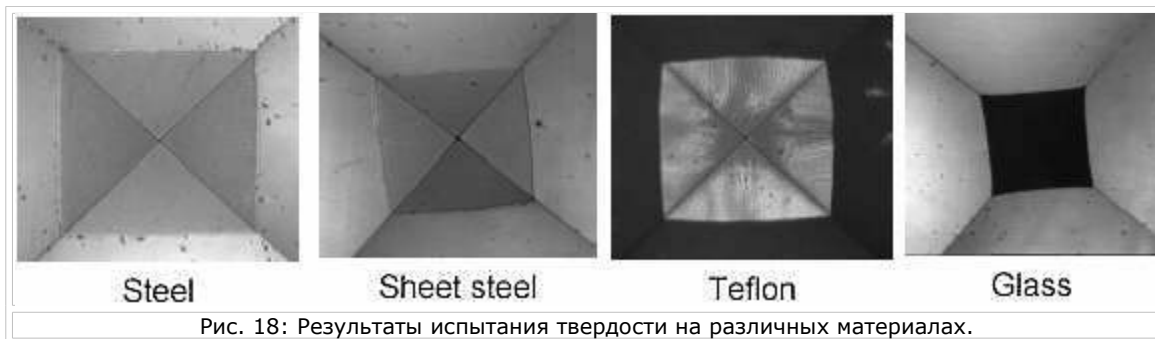


Рис. 18: Результаты испытания твердости на различных материалах.

4.4 Выбор зонда

С твердомером TIV поставляются два зонда: с испытательной нагрузкой 10 Н/1 кг и 50 Н/5кг. В таблице 3 указаны диапазоны измерения для каждого зонда. Измерительный диапазон существенно образом ограничен используемой оптической системой.

Зонд	Испытательная нагрузка	Диапазон измерения	Типичные приложения
TIV101	10 Н/1 кг	30 – 500 HV	Тонкостенные изделия, изготовленные из алюминия, меди или латуни
TIV105	50 Н/5кг	100 – 1000 HV	Отвержденные поверхности, детали, полуфабрикат

Таблица 3. Зонды для твердомера TIV

4. Твердомеры Krautkramer

5.1 ТВЕРДОМЕР DYNAPOCKET



это самый компактный и легкий из твердомеров для экспресс-анализа, работающих по методу отскока, сочетающий в одном блоке и индикатор с электронной частью и ударное устройство. Результаты измерения не зависят от пространственного положения прибора, даже в случае измерения на потолочной поверхности. Может быть использован для измерения твердости больших изделий с крупнозернистой структурой, включая литье, изделий сложной конфигурации с затрудненным доступом.

Основные характеристики:

- измерения твердости по методу отскока в соответствии с нормами DIN A956 ASTM;
- использование стандартного ударного тела типа D с шариком из карбида вольфрама диаметром 3 мм и энергией 12 Н/мм²;
- программа коррекции показаний для 9-ти групп материалов: легированная и нелегированная сталь, стальное литье, инструментальная сталь, коррозионно-стойкая сталь, серый чугун, чугун со сфероидальным графитом, алюминиевое литье, латунь, бронза, сплавы на основе меди;
- оценка и представление величины твердости в шкалах HL, HS, HV, HB, HRC, HRB и предела прочности в Н/мм²;
- измерения на цилиндрической или сферической поверхности с применением дополнительных насадок.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ:

Диапазон измерений:	150 - 1000 HL; 75 - 700 HB; 75 - 1000 HV; 35 - 100 HRB; 20 - 70 HRC; 75 - 700 HB; 30 - 100 HS; 250 - 2200 Н/мм ² (зависит от группы материалов)
Индикация:	4-х разрядный ЖК-индикатор для величины твердости и символов статуса
Разрешающая способность индикации:	1,0 HL; 1,0 HV; 1,0 HB; 5,0 Н/мм ² ; 0,1 HS; 0,1 HRC; 0,1 HRB
Пересчет значений твердости:	по DIN 50150, ASTM E140 и Dyna (специфика прибора)
Статистическая обработка:	индикация среднего значения
Питание:	батареинное питание (2 элемента типа MICRO AAA), сухие батареи или аккумуляторы
Продолжительность работы от комплекта батарей:	более 400 измерений, зависит от типа батарей
Автоматическое	через 3 мин после окончания операций с прибором

отключение:	
Рабочая температура:	от -10°C до + 50°C (более низкие температуры при дополнительном испытании)
Температура хранения:	от -20°C до + 50°C
Размеры:	38 x 170 мм (диаметр x длина)
Масса:	ок. 200 грамм



5.2 ТВЕРДОМЕР DYNAMIC

– это твердомер, использующий метод измерения твердости на основе отскока ударного тела. Такой прибор особенно подходит для измерений на крупных деталях, деталях с крупнозернистой структурой, кованных изделиях, литые всех видов. Подбором ударного тела осуществляется оптимальное решение задачи измерения.

Прибор выпускается в двух вариантах: базовая версия и версия DL со встроенной памятью и дополнительной памятью на магнитной карточке с возможностью запоминания результатов измерения и документирования.

- измеренная величина твердости не зависит от пространственного положения измерительного зонда (не требуется введение поправки) за счет запатентованного метода обработки сигналов;
- пересчет и представление величины твердости в шкалах HL, HS, HB, HN, HRB, Н/мм²;
- автоматическое определение ударного механизма — заводской номер и общее число измерений (для сервисных целей);
- в приборе записана стандартная таблица поправок измерения на 9 групп материалов. Калибровка на группы материалов (в DynaMIC запоминается до 5-ти групп) с помощью программы DynaSOFT.

В зависимости от характера применения, прибор может быть поставлен с ударными устройствами следующих 3 типов:

- с ударным устройством типа Dyna D (шарик 3 мм) для стандартных измерений;

- с ударным устройством типа Dyna G (шарик 5 мм) для массивных изделий, например, литые и кованные детали;
- с ударным устройством типа Dyna E с алмазным индентором для точных измерений на изделиях с твердостью выше 650 HV, для мелких деталей.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Диапазон показаний	с учетом данных таблиц: например, для низколегированных сталей: 150 — 1000 HL; 75 — 1000 HV; 75 - 700 HB; 35 - 100 HRB; 20 - 70 HRC; 30 - 100 HS; 250 - 2200 Н/мм ²
Диапазон измерений	150 - 1000 HL, 75 - 1000 HV (и соответствующие значения)
Индикация	4-х разрядный ЖК-индикатор с подсветкой подложки
Разрешающая способность индикации	1HL; 1HV; 1HB; 0,1; 0,5; 1 HS, HRC и HRB; 5 Н/мм ²
Испытуемые материалы	все металлические материалы, литье
Запоминание результатов	встроенная память до 1350 измерений, магнитная карточка памяти до 590 измерений, зависит от числа измерений в ряде (группе)
Интерфейс	RS 232C (двухсторонний для принтера и ПК)
Питание	батарейное питание (2x1,5 В типа 316)
Размеры	160 мм x 70 мм x 45 мм (ШxВxГ)
Масса	300 г

5.3 ТВЕРДОМЕР M1C10

это самый компактный и легкий из твердомеров для экспресс-анализа, работающих по UCI-методу, причем результаты измерения не зависят от пространственного положения зонда, даже в случае измерения на потолочной поверхности. Может быть использован для измерения твердости изделий из мелкозернистых материалов практически любой формы и размера,



особенно при локальном исследовании свойств материала.

С ним могут быть использованы различные измерительные зонды с разной длиной стержней, что позволяет проводить измерения на изделиях сложной геометрической формы.

Два исполнения прибора - стандартное и DL с внутренней памятью, имеющей дополнительную магнитную карточку, для результатов измерения, автоматической настройки и специализированного формата протокола.

- Высокая точность измерения, обеспеченная постоянным слежением за процессом внедрения в контролируемое изделие путем непрерывного измерения частоты; оценка и представление величины твердости в шкалах НЧ, НВ, HRC, HRB и предела прочности в Н/мм² (только при работе с зондом усилием 98Н);
- возможность конфигурирования прибора по индивидуально выбранным функциям (возможность блокировки их);

дополнительно для **M1C 10 DL**:

- встроенная память на 1800 измерений, дополнительная память на магнитной карточке на 590 измерений;
- Возможность распечатки статистических данных (максимальный и минимальный результат измерения, среднее значение, абсолютный и относительный разброс, абсолютное и нормальное относительное отклонение).

Диапазон показаний	0 - 9999 HV; 48 - 105 HRB; 20 - 68HRC; 76 - 618HB; 5 - 2250 Н/мм ²
Диапазон измерений	150 - 1000 HL, 75 - 1000 HV (или соответствующие значения)
Индикация	4-х разрядный ЖК-индикатор с подсветкой подложки
Разрешающая способность индикации	1 HV; 1 HB; 1 Н/мм ² ; 0 1; 0 5; 1 HRC и HRB (по выбору)
Испытуемые материалы	все металлические материалы
Запоминание результатов	встроенная память до 1800 измерений, карточка магнитной памяти до 590 измерений, зависит от числа измерений в ряде (группе)
Интерфейс	RS 232C (двухсторонний) для принтера и ПК
Питание	батарейное питание (2 x 1,5 В типа 316)

Размеры (ШхВхГ)	160 мм x 70 мм x 45 мм
Масса	300 г

5.4 ТВЕРДОМЕР MIC20

- универсальный прибор, объединяющий два метода испытаний на твердость: UCI-метод (импедансный) и метод отскока. UCI-метод можно использовать для испытания изделий малых размеров и/или сложных форм, металлических пластин, в то время как метод отскока более предпочтителен для больших, крупнозернистых материалов.

Измерения твердости изделия непосредственно на месте его эксплуатации статическим UCI методом и динамическим методом отскока обеспечивают высокую достоверность результатов, простоту и чрезвычайное удобство выполнения измерений. Широкий выбор измерительных зондов позволяет охватить почти все области применения.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Диапазон измерений (USI -метод)	20-1740 HV / 76-618 HB / 41-105 HRB / 20.3-68.0 HRC / 255-2180 Н/мм ² (только 98 Н/10 кгс зонд)
Диапазон измерений (метод отскока)	150-1000 HL / 75-1000 HV / 75-700 HB / 30-100 HS / 35-100 HRB / 19-70 HRC / 250-2200 Н/мм ²
Дисплей	цветной дисплей, 5,7"; 115,2мм x 76,8мм, 240x320 пикселей, подсветка
Перевод измерения	ед. Автоматически в соответствии с DIN 50150, ASTM E 140
Разрешающая способность индикации	HV (1,0); HB (1,0); HS (1,0/0,5/0,1); HRC (1,0/0,5/0,1); HRB (1,0/0,5/0,1); Н/мм ² (5,0)
Оценка	Представление экспериментальных данных в виде кривой, гистограммы или в форме таблиц; вычисление статистических данных
Автоматическое отключение прибора	После произвольно выбираемого промежутка времени с автосохранением экспериментальных данных и установок прибора
Индикатор зарядки батареи	Низковольтный индикатор, выключение прибора с пониженным напряжением
Время работы	С портативным батарейным источником питания NiMh батарея в комплекте MIC 20-BAT до 1000 измерений при непрерывной работе
Интерфейс	RS 232(двухсторонний) для принтера и ПК, Ethernet 10 Мбит
Температурные режимы	Эксплуатационный: 0°C ... + 50°C, Хранения: -20°C ... + 70°C
Вес	1,4 кг, вкл. батареи
Размеры (D x W x H)	78 мм x 215 мм x 180 мм

5.5 ТВЕРДОМЕР TIV

- это прибор для измерения твердости материала по Виккерсу с возможностью получения видимого изображения отпечатка при использовании индентора – алмазной пирамидки.

Как только нагрузка при испытании достигает определенного значения, вдавливание автоматически оценивается и преобразуется, без использования измерительного микроскопа.

- Быстрое измерение
- Исключает погрешности в определении длины диагоналей.
- Непосредственная оценка качества измерения.
- Определения твердости независимо от материала

Без дополнительной калибровки

- Уменьшение влияния эластичных свойств материала на результат тестирования
- Измерение твердости даже очень тонких объектов контроля таких, как спирали, листового металла и фольги



Зонды	Зонд TIV 105 : испытательная нагрузка 5кгс(50 Н), размер 220 мм x 47 мм (длина x Ø) Зонд TIV 101 : испытательная нагрузка 1кгс(10 Н), размер 220 мм x 47 мм (длина x Ø)
Испытываемые материалы	Применение статической нагрузки допускает испытание твердости на различных материалах без дополнительной калибровки, таких как: сталь, цветные металлы, карбиды металлов, керамика, стекло, пластмассы
Диапазон измерений	TIV 105 : 100 - 1000 HV, TIV 101 : 30 - 1000 HV
Дисплей	цветной дисплей, 5,7"; 115,2 мм x 76,8 мм, 240 x 320

	пикселей, подсветка
Таблицы перевода мер и разрешающая способность	HV (1,0); HB (1,0); HS (1,0/0,5/0,1); HRC (1,0/0,5/0,1); HRB (1,0/0,5/0,1); Н/мм ² (5,0)
Пересчет	Автоматически согласно DIN 50150, ASTM E140
Оценка	Представление экспериментальных данных в виде кривой, гистограммы или в форме таблиц; Вычисление статистических данных, например: среднее значение, среднеквадратичное отклонение
Автоматическое отключение прибора	После произвольно выбираемого промежутка времени с автоматическим сохранением экспериментальных данных и установок прибора
Блок питания	Адаптер (100В - 240В), 4,5 А.ч (внутренняя зарядка), или 6 щелочных (NiCad или NiMH)
Время работы	С портативным батарейным источником питания NiMH батарея в комплекте MIC 20-BAT до 1,000 измерений при непрерывной работе
Индикатор зарядки аккумуляторной батареи	Низковольтный индикатор, прибор выключение с пониженным напряжением
Операционная система	WinCE
Интерфейс	RS 232, Ethernet 10 Мбит
Температурные режимы	Эксплуатационный: -0°C ... + 50°C, Хранения: -20°C ... + 70°C
Вес	1,4 кг, вкл. MIC 20-BAT
Размеры	78 мм x 215 мм x 180 мм

5. Применение

6.1 Выбор метода

UCI метод рекомендуется для испытаний мелкозернистого материала, имеющего любую форму и размер. Он особенно используется там, где свойства материала должны быть обработаны с узкими допусками, например для определения деформационного упрочнения на снижении кованой части. Испытание твердости вынесено на большом, крупнозернистом материале, поковок и любого типа литейных материалов, потому что сферический кончик устройства столкновения оставит много больший отпечаток, чем пирамидка Виккерса. С малым отпечатком Microdur UCI зонды, определение твердости может быть сделано на сваренных частях в критической области сварки, зон температурного воздействия (ЗТВ). Номера зондов и ударных устройств, имеющих различные пробные нагрузки при испытании, открывают различные области применения.

Приложение	UCI метод	Метод отскока
Твердые части	+	++
Крупнозернистые материалы	-	++
Сплавы (сталь и алюминий)	o	++

ЗТВ со сварочными швами	++	-
Трубы: толщины стенки > 20 мм	++	++
Трубы: толщины стенки < 20 мм	++	-
Неоднородные поверхности	-	+
Тонкие листы	++	-
Места с затрудненным доступом	++	+

Таблица 4: Приложения для испытаний по методам UCI и отскока.
(++ удовлетворяет особенно / + удовлетворяет хорошо / о удовлетворяет иногда / - не рекомендуется)

Для испытания твердости по методу отскока, предлагаются ударные устройства с различными пробными нагрузками при испытании.

- Дупа D для стандартных измерений;
- Дупа G для массивных изделий, например, литые и кованные детали;
- Дупа E с алмазным индентором для измерений на изделиях с твердостью выше 650 HV/56 HRC.

6.1 Размер отпечатка

Вообще, большая область отпечатка дает более повторяемые результаты испытаний. Большой отпечаток предъявляет меньше требований к обработке поверхности и требует меньше времени для подготовки поверхности.

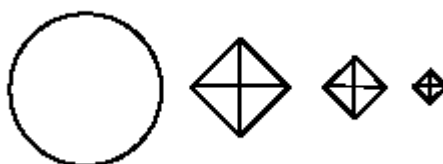


Рис. 19: Сравнение стандартной ширины для Дупа D и зондов MIC 2010, MIC 205, MIC 201

На сравнении, внедрение различных инденторов приборов, использующих метод отскока намного больше, чем те, что создаются любым зондом UCI. При испытании больших отливок и поковок рекомендуется прибор, использующий метод отскока. Испытание небольших однородных материалов, которые являются поверхностными затвердевшими, требуют небольшого проникновения, производимого зондами UCI. Таблица 5 а + б предназначена для сравнения размера отпечатка от ударного устройства при методе отскока и UCI зондов при трех значениях твердости.

	Дупа G Шарик 5 мм, 90 Н мм	Дупа D Шарик 3 мм 12 Н мм	MIC2010 98 Н	MIC205 50 Н	MIC201 10 Н	MIC2103 3 Н
64 HRC		350	152	107	48	25
55 HRC	898	449	175	124	56	28
30 HRC	1030	541	249	175	79	41

Таблица 5а: Приблизительная ширина отпечатка (в мкм) при различных значениях твердости.

	Дупа G Шарик 5 мм, 90 Н мм	Дупа D Шарик 3 мм 12 Н мм	MIC2010 98 Н	MIC205 50 Н	MIC201 10 Н	MIC2103 3 Н
800 HV		16	22	16	7	4
600 HV	63	28	25	20	9	5
300 HV	83	35	35	25	11	6

Таблица 5б: Приблизительная глубина проникновения (в мкм) при различных значениях твердости.

Соотношение глубины проникновения и минимальной толщины для покрытий

Для испытания твердости по Виккерсу, толщины листовых материалов или покрытия подобно хрому на стальных валках должны быть достаточно значительны, чтобы выдержать проникновение. Как правило, толщина должна быть как минимум в десять раз больше глубины проникновения.

Вы можете легко вычислить глубину проникновения пирамидки Виккерса, если Вы знаете усилие для зонда и приблизительную твердость, используя уравнение 3. Эта формула основана на геометрии пирамидки Виккерса. Поэтому, уравнение применимо только для испытания по Виккерсу.

(Помните: Ньютон, 10 Н ≈ 1 кгс)

Глубина проникновения	$d \text{ (мм)}$
	$= 0,062 \sqrt{\frac{F}{H\text{K}}}$
Минимальная толщина	$\sqrt{s H\text{K}} 10d$

Уравнение 3: Глубина проникновения пирамидки Виккерса

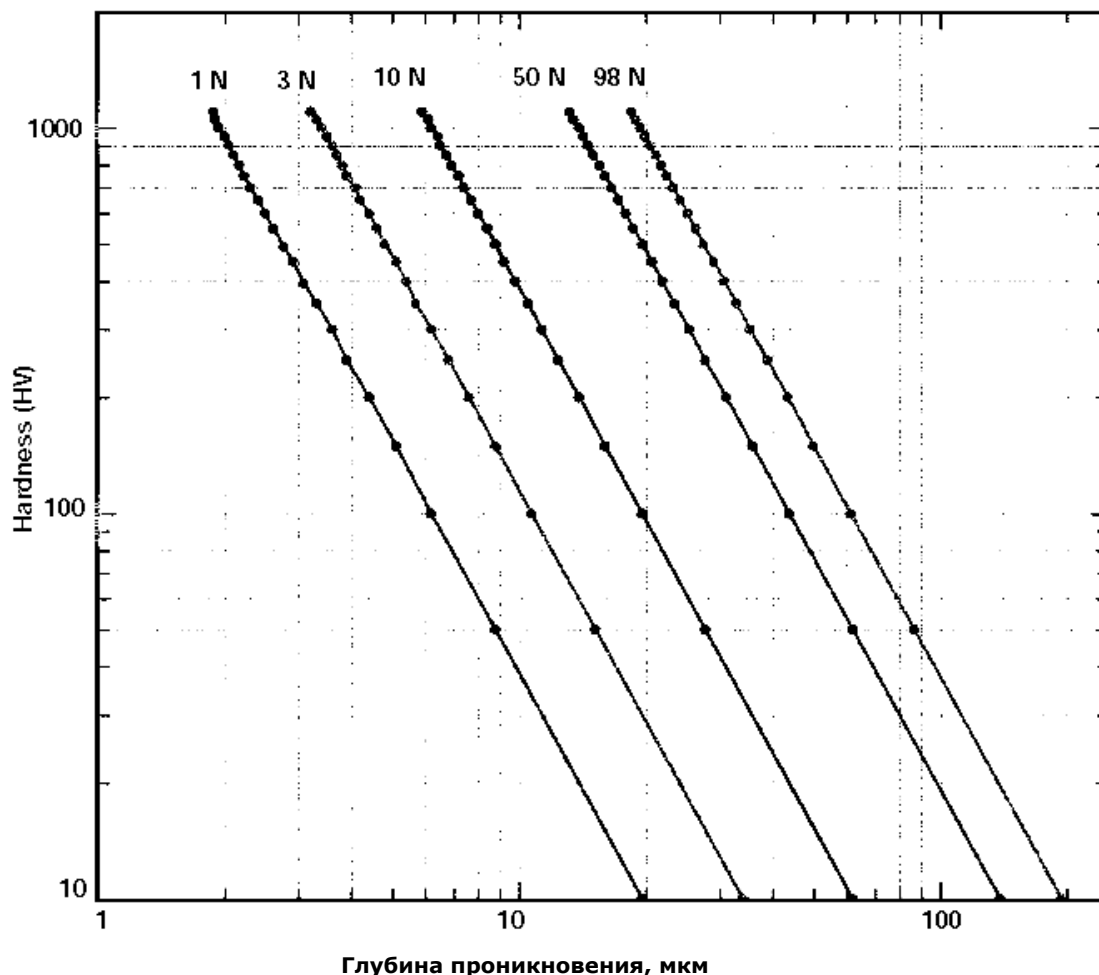


Рис. 20: Глубина проникновения пирамидки Виккерса при твердости для различных нагрузок

Испытание на твердость в ЗТВ

Испытание на твердость на сварных частях - другой превосходный пример показателя значения размера проникновения. Измерения твердости, особенно в ЗТВ, позволяет определить, была ли сварка выполнена должным образом или нет. Например, высокое содержание мартенсита в ЗТВ очень часто вызывает трещины в сварке. Максимальная твердость в ЗТВ, поэтому, дает хорошее представление о состоянии материала.

Конечно, только те методы могут использоваться, благодаря которым просто измерять в этой малой критической области приблизительно от 0,2 до 0,3 мм. Использование Бринелля или даже Telebrineller (который является все еще очень часто используемый для проверки сварных швов трубопроводов и т.д.) приводит к большим размерам отпечатка. Очевидно, те измерения дадут только среднее число и, поэтому, более низкая величина твердости, чем "реальная твердость" ЗТВ, обусловленное перекрывающим измерением зоны с зонами более низкой твердости. Это может привести к заключению, что дальнейшая термообработка сварка не будет необходима. Было ли это мудрым решением или не должно быть оставлено мнение оператора.

Отсюда очевидно, что результатом испытания твердости по Виккерсу с низкими нагрузками (HV5 или HV10) будет отпечаток с размерами, которые ограничиваются пределами малой критической области.



Рис. 21: Испытание на твердость в зоне температурного воздействия (ЗТВ)

6.2 Необходимые требования к массе испытываемого образца

Необходимо рассмотреть влияние массы испытываемого образца на результаты испытания. Хотя эта потребность для метода Либа является намного большей, чем для UCI метода, на оба метода может повлиять вес и толщина испытываемого образца. Метод Либа создает большую нагрузку в течение удара. Тонкие и легкие материалы вызывают ошибочные значения. Решение для испытания малых имеющих простую форму компонентов - использовать поддерживающее основание со стороны нижней поверхности изделия. Основание усиливает изделие, чтобы делать его хребтообразным. Чрезвычайно тонкие материалы могут также требовать использования негустой консистентной смазки или контактной жидкости между изделием и поддерживающим основанием.

UCI метод основан на измерении сдвига частоты. Части массой меньше чем приблизительно 0,3 кг могут войти в «самоколебание», порождая ошибочные или непостоянные считывания. Опорная плита и описанная выше методика с

контактной жидкостью - также эффективный метод, чтобы избежать резонирования малых компонентов. Если использование опорной плиты невыполнимо, выбирается зонд с более низкой нагрузкой, чтобы уменьшить эффект «самоколебания».

Таблица 6 предлагается как руководство для определения поддерживающих требований. То как точно основание соответствует контуру части, определяет эффективность.

	Dyna D и Dyna E	Dyna G	UCI зонды	TIV
Не требуется поддерживающего основания	> 5 кг	> 15 кг	> 0,3 кг	нет
Требуется поддерживающее основание	от 2 до 5 кг	от 5 до 15 кг	от 0,1 до 0,3 кг	ограничения
Требуется поддерживающее основание и контактная паста	от 0,05 до 2 кг	от 0,5 до 5 кг	от 0,01 до 0,1 кг	-

Таблица 6: Требования к массе

6.3 Требования к толщине стенки

Толщина стенки труб, трубопроводов или задвижек критический фактор для мобильного испытания на твердость. Например, тонкая стенка начнет колебаться подобно обшивке барабана, когда стенка находится под воздействием ударного устройства при испытании по методу отскока.

Минимальная масса тестируемого объекта, обозначенная для метода отскока, который не должен превысить технические требования, указанные в Таблице 6. Но толщина стенки также играет важную роль при выборе метода испытания. Это может повлиять на величину твердости даже, когда тестируемый объект тверд и весит несколько тонн.

Метод испытания на твердость	Толщина стенки, мм	Толщина стенки, в дюймах
Отскок	20	0,79
UCI	2-3	0,08 - 0,12
TIV	10 x глубина проникновения индентора	

Таблица 7: Рекомендуемая минимальная толщина стенки. Некоторые конфигурации могут сделать более жесткой конструкцию объекта при измерении более низкой толщины стенки.

Несмотря на малую массу и низкую энергию удара ударного устройства, там есть высокая нагрузка приблизительно 900 Н произведенная во время столкновения (для сравнения: максимальная нагрузка MIC UCI зонда - 98 Н). Это достаточно чтобы вызвать колебания, такие же, как в обшивке барабана, с толщиной стенки под 20 мм - который может вызывать меньшие величины твердости и большие величины разброса. В таких случаях, предпочтение должно быть отдано UCI методу.

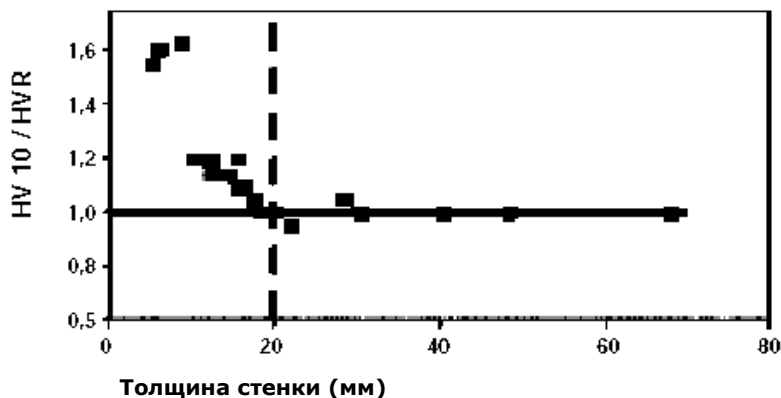


Рис. 22 Стандартные значения твердости по Виккерсу (HV10) в сравнении с значениями твердости по методу отскока (HVR) для различных толщин стенок труб.

Рис. 22 отображает значения твердости, измеренные благодаря стандартному методу по Виккерсу с нагрузкой 10 кгс (98 Н) и те значения, измеренные с помощью ударного устройства Dyna D.

Для толщины стенки выше, чем 20 мм, оба метода испытания показывают одинаковые результаты. Ниже 20 мм, значения твердости по Виккерсу, измеренные испытанием отскока более низкое, чем истинное значение, приводящее к отклонению от горизонтали.

6.4 Качество обработки поверхности / шероховатость

Все методы испытания на твердость требуют гладких поверхностей, свободных от окалины, краски, смазочных материалов, масла, пластмассовых покрытий, предназначенных для защиты от коррозии или металлического покрытия для лучшей проводимости. Глубина проникновения должна быть больше в сравнении с шероховатостью поверхности.

Если подготовка поверхности необходима, должна быть принята осторожность, чтобы не изменить поверхностную твердость, из-за перегрева или переохлаждения. Эти значения основаны на значениях, определенных стандартами испытания на твердость. Более практические результаты могут быть получены, используя работающую от батареи, высокоскоростную (> 12000 об/мин) шлифмашинку. Используйте 180 абразив, чтобы получить гладкую поверхность. Требуется только 10 секунд.

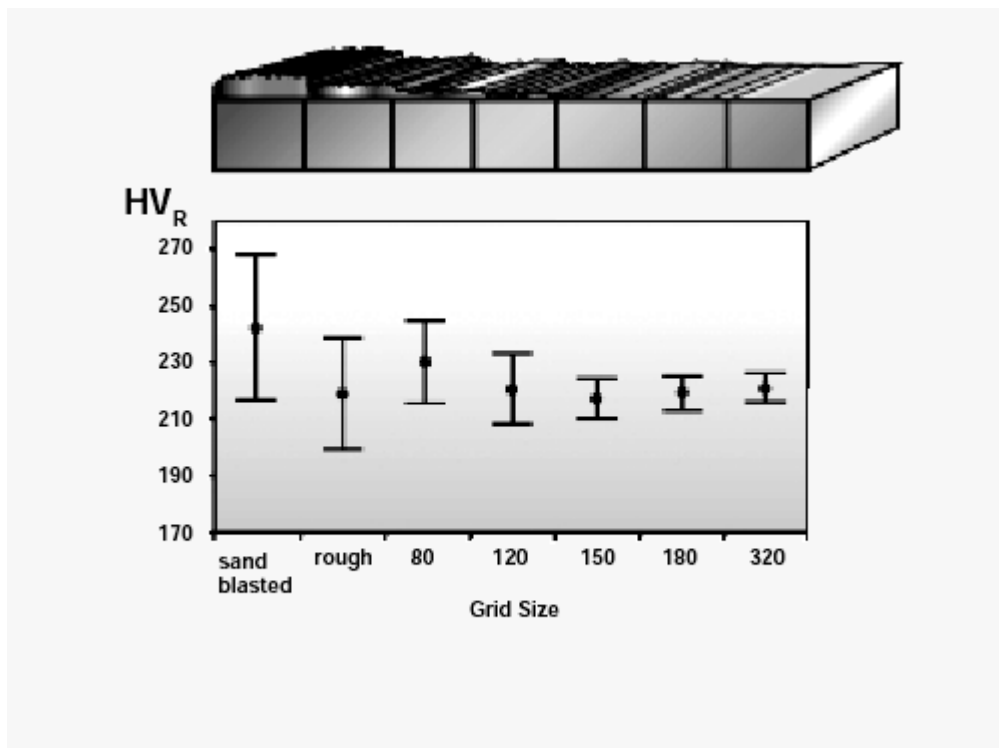


Рис. 23: Диапазон измеренных величин твердости в зависимости от подготовки поверхности. HV_R указывает преобразованный к величине твердости по Виккерсу, измеренные испытанием с использованием метода отскока.

6.5 Трактовка, юстировка и фиксация

Двигайте зонд MIC с медленной и постоянной скоростью. Зонд должно быть перпендикулярно по отношению к поверхности. Максимальное угловое отклонение от вертикальной оси должно быть меньше чем 5 градусов. Избежать вращения, не сверлить. Не должно иметься никаких поперечных сил на пирамидку.

Ударное устройство должно быть в пределах двух или трех градусов от перпендикуляра к поверхности.

Опорные кольца для ударных устройств и адаптер зонда UCI гарантируют точную настройку.

Стандартные опорные кольца (насадки), поставляемые с каждым Dyna D и Dyna E зондами, используются для испытаний на выпуклых или вогнутых поверхностях радиусом более чем 30 мм. Большой диаметр Dyna G опорного кольца требует радиуса более чем 50 мм. Опорные кольца для Dyna D и Dyna E ударных устройств располагаемы, чтобы покрыть диапазон $r = 10-30$ мм для испытания выпуклых или вогнутых цилиндрических и сферических частей (см. Dyna 41 и Dyna 42). Возможна поставка опорных колец по запросу.

Для стандартной длины UCI зондов, MIC-270 и MIC-271 адаптеры зонда предлагаются как принадлежности. MIC-271 рекомендуется для испытания цилиндрических частей с радиусами 3-75 мм. Плоский адаптер зонда разработан для проверки плоских поверхностей, но применим в испытании радиусов больших, чем 75 мм.

TIV зонд располагайте перпендикулярно поверхности испытываемого изделия. Предлагаются насадки к зонду для измерений на плоских и криволинейных поверхностях. Прикладывайте усилие равномерно и медленно. На индикаторе наблюдается увеличивающийся отпечаток. Углубление индикатора автоматически оценивается.

6.6 Калибровка

Модуль упругости (или модуль Юнга) – свойство материала, которое может влиять на калибровку прибора. Надлежащая калибровка требуется, чтобы гарантировать точность результатов испытаний!

Чтобы калибровать DynaMIC, оператор сначала должен выбрать одну из девяти групп материала из Таблицы 8. Выбор соответствующего материала обеспечивает приблизительную калибровку и тип ударного устройства, соединенного с прибором определяет располагаемые переходы. Более точная калибровка возможна для определенного материала, если используются образцы известной твердости для калибровки прибора. Выполняя калибровку, берут несколько считываний на образце и отображенная средняя величина отрегулирована к фактическому “реальному” значению твердости. Это устанавливает точную калибровку и величину смещения калибровки для определенного материала, что может использоваться для повторной калибровки прибора.

Группы материала	HV	HB	HRB	HRC	HS	H/мм ²
1 стали - нелегированные, низколегированные сплавы или литье		D, E, G	D, E, G	D, E, G	D, E, G	D, E, G
2 конструкционные стали	D, E			D, E		
3 нержавеющие стали	D	D	D	D		
4 чугун		D, G				
5 с шаровидным графитом чугун		D, G				
6 алюминиевое литье		D	D			
7 латунь		D	D			
8 бронза		D				
9 медь		D				

Таблица 8: группы материала и доступные переходы для DynaMIC

UCI зонды, совместимые с MIC10 серией калиброваны на стальных испытательных блоках, имеющих модуль упругости 210 000 МПа. Из-за того, что низколегированные стали имеют подобный модуль упругости, точные результаты получены со стандартной калибровкой. Во многих случаях, разность в модуле упругости средне- и высоколегированных сталей настолько незначимая, что созданная погрешность попадает в допускаемые для данной партии.

Однако, модуль упругости для ферромагнитных материалов требует специальных калибровок. Несколько считываний берутся на образце известной твердости, чтобы выполнить калибровку. Отображенная средняя величина тогда отрегулирована к фактической твердости. Это калибрует прибор и также устанавливает величину смещения калибровки для определенного материала, которая может использоваться для повторной калибровки прибора.

Величины смещения калибровки отсчитывается от 0000 значения для стали. Заметьте, что они могут быть любыми: и положительными и отрицательными. Таблица 9 содержит список приблизительных значений калибровки, которые могут быть отнесены для некоторых общие материалов.

Материал	Величина смещения
Алюминий	-8800
Хром	+0250
Медь	-5800
Чугун	-4800
Титан	-6500
300 серии нержавеющей стали	-1500
400 серии нержавеющей стали	-0900

Таблица 9: Приблизительные величины калибровочного смещения UCI

6.7 Подтверждение характеристик прибора

Характеристики прибора для определения твердости проверены, с использованием эталонов в периодических интервалах. (На данный момент, международные эталоны не доступны и тонкие различия в величинах твердости проверяются на эталонах изготовителей.)

Поверка ДунаMIC основана на 5 измерениях на сертифицированном эталоне твердости Либа. Среднее число из 5 измерений должно быть в пределах ± 6 HL сертифицированного значения твердости эталона. Эталон MIC-D62 имеет номинальную величину приблизительно 765 HL. Преобразование в значение HRC, приводит к значению твердости 55 HRC с допуском $\pm 0,5$ HRC.

Точность MIC2 и MIC10 основана на использовании заверенных эталонов Виккерса. Среднее число 5 считываний должны быть в пределах $\pm 3,6$ % сертифицированного значения твердости эталона при использовании опоры подобной штативу MIC-222. При ручном испытании, минимум 10 считываний должны быть усреднены и допуск ± 5 %.

Принцип	Допуски измерения
Отскок	± 5 HL отклонение от среднего значения на эталоне твердости из значений от 3 до 5
UCI	$\pm 3,6$ % отклонение от среднего значения на эталоне твердости из значений от 3 до 5 при использовании штатива MIC222-A
TIV	$\pm 3,6$ % отклонение от среднего значения на эталоне твердости из значений от 3 до 5

Таблица 9: Допуски для различных методов измерения

Большие допуски были преобразованы к значениям HRC и перечислены в Таблице 10. Для сравнения, также перечислены значения требуемого уровня повторяемости для настольных испытательных приборов Роквелла в ASTM E18.

	MICRODUR с фиксацией (3.6 % 5 данных)	MICRODUR Ручной (5.0 % 10 данных)	Испытательный прибор Роквелла в ASTM E18
64 HRC	1.0 HRC	1.5 HRC	0.5 HRC
45 HRC	1.5 HRC	2.0 HRC	1.0 HRC
25 HRC	1.5 HRC	2.0 HRC	1.0 HRC

Таблица 10: Типичные отклонения от сертифицированных значений UCI зондов

7 Объяснение испытательного задания

Испытательное задание определяет, должен ли использоваться UCI метод, метод отскока испытания или оптический метод TIV на твердость.

7.1 Основные вопросы к пользователю

1. Твердость чего Вы хотите измерить?

	DynaPOCKET	DynaMIC	MIC 10	MIC 20	TIV
Покрyтия	Нет	Нет	Да	Да	Да
Отвержденные поверхности	Нет	Нет	Да	Да	Да
Сварные швы (ЗТВ)	Нет	Нет	Да	Да	Да
Различные материалы (*с калибровкой)	Да*	Да*	Да*	Да*	Да
Отливки/поковки	Да	Да	Частично	Да	Частично
Трубы	Частично	Частично	Да	Да	Частично
Листовой металл, проволока	Нет	Нет	Частично	Частично	Да

2. Какой материал?

	DynaPOCKET	DynaMIC	MIC 10	MIC 20	TIV
Сталь (легированная, нержавеющая,...)	Да	Да	Да	Да	Да

Другие металлы (Al, Cu,...)	Да	Да	Да	Да	Да
Литье (сталь)	Да	Да	Частично	Да	Частично
Литье (алюминий)	Частично	Да	Частично	Да	Частично
Керамика	Нет	Нет	Частично	Частично	Да
Стекло	Нет	Нет	Нет	Нет	Да
Пластмассы	Частично	Частично	Частично	Частично	Да

3. Есть ли другие требования?

	DynaPOCKET	DynaMIC	MIC 10	MIC 20	TIV
Память/ вывод на ПК	нет	только DL	только DL	Да	Да
Статистика	нет	Да	Да	Да	Да
Перевод единиц твердости	Да	Да	Да	Да	Да
Независимость от направления (*кроме моторных зондов)	Да	Да	Да*	Да*	Да
Толщина стенки < 20 мм (*с контактной пастой)	Частично*	Частично*	Частично	Частично	Да
Масса < 2 кг (*с контактной пастой)	Частично*	Частично*	Частично	Частично	Да