



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-1-41-43>
УДК 669.21

Поступила 11.02.2020
Received 11.02.2020

КАЛИБРОВКА СТАЦИОНАРНЫХ ТВЕРДОМЕРОВ ПО ШКАЛАМ РОКВЕЛЛА, БРИНЕЛЛЯ И ВИККЕРСА ПО МЕЖДУНАРОДНЫМ СТАНДАРТАМ СЕРИИ ISO

*И. Н. ОНИЩЕНКО, А. Д. БОКОВА, Н. В. БЕССОНОВ, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская обл., Беларусь, ул. Промышленная, 37.
E-mail: in.onishenko@bmz.iron, ad.bokova@bmz.iron, zam.gmetr@bmz.gomel.by*

Твердость металлов влияет на такие свойства металла, как износостойкость, возможность его обработки, сопротивляемость местному давлению, способность резать другой материал и т. д. Методы определения твердости по Роквеллу, Бринеллю и Виккерсу основываются на вдавливании твердого тела в испытываемый образец с некоторым приложением усилия в течение определенного измерительного цикла, поэтому их метрологический контроль проводится по одному и тому же методу.

Основными документами по методам измерения твердости являются стандарты ISO. Перед вводом твердомеров в эксплуатацию проводится прямая калибровка. После успешного прохождения прямой калибровки твердомера осуществляется косвенная калибровка в отношении каждой шкалы твердости, для измерений по которой будет использоваться твердомер.

Ключевые слова. *Твердомер, твердость, измерения, калибровка, индентор, диапазон, погрешность, расширенная неопределенность.*

Для цитирования. *Онищенко, И. Н. Калибровка стационарных твердомеров по шкалам Роквелла, Бринелля и Виккерса по международным стандартам серии ISO / И. Н. Онищенко, А. Д. Бокова, Н. В. Бессонов // Литие и металлургия. 2020. № 1. С. 41–43. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-1-41-43>.*

CALIBRATION OF STATIONARY HARDNESS TESTERS ON THE ROCKWELL, BRINELL AND VICKERS SCALES ACCORDING TO INTERNATIONAL STANDARDS OF THE ISO

*I. N. ONISHCHENKO, A. D. BOKOVA, N. V. BESSONOV, OJSC «BSW – Management Company of the Holding «BMC», Zhlobin, Gomel region, Belarus, 37, Promyshlennaya str.
E-mail: in.onishenko@bmz.iron, ad.bokova@bmz.iron, zam.gmetr@bmz.gomel.by*

The hardness of metals affects such properties of the metal as wear resistance, the ability to process it, resistance to local pressure, the ability to cut other material, etc.. Rockwell, Brinnell, and Vickers hardness testing methods are based on pressing a solid into the test sample with a certain force during a certain measurement cycle, so their metrological control is performed using the same method.

The main documents for hardness measurement methods are ISO standards. Direct calibration is performed before the hardness testers are put into operation. After successful direct calibration of the hardness tester, an indirect calibration is performed for each hardness scale that the hardness tester will be used for measurements.

Keywords. *Hardness tester, hardness, measurements, calibration, indenter, range, error, extended uncertainty.*

For citation. *Onishchenko I. N., Bokova A. D., Bessonov N. V. Calibration of stationary hardness testers on the Rockwell, Brinell and Vickers scales according to international standards of the ISO. Foundry production and metallurgy, 2020, no. 1, pp. 41–43. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-1-41-43>.*

Одной из наиболее распространенных характеристик, определяющих качество металлов и сплавов, возможность их применения в разных конструкциях и при различных условиях эксплуатации, является твердость. Твердость – это свойство материала сопротивляться внедрению более твердого тела – индентора. Твердость металлов влияет на такие свойства металла, как износостойкость, возможность его обработки, сопротивляемость местному давлению, способность резать другой материал и т. д. [1].

Существует большое количество методов измерения твердости. На ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» применяются методы измерения твердости по Бринеллю, Виккерсу и Роквеллу.

При определении твердости по Бринеллю индентор в виде шарика из карбида вольфрама в течение установленного времени вдавливаются с приложением усилия в испытываемый образец. В результате на поверхности образца образуется отпечаток, измеренное значение диаметра которого используется для определения твердости [2].

Определение твердости по Виккерсу осуществляют по такому же принципу, как и по Бринеллю. Различие заключается в том, что в качестве индентора используется алмазная пирамида.

При определении твердости по Роквеллу индентор в виде алмазного конуса или шарика из карбида вольфрама вдавливаются в испытываемый материал, после чего измеряется глубина вдавливания, величина которой принимается за единицу твердости.

Следовательно, методы определения твердости по Роквеллу, Бринеллю и Виккерсу основываются на вдавливании твердого тела в испытываемый образец с определенным усилием в течение определенного измерительного цикла, поэтому калибровка твердомеров проводится по одному и тому же методу.

Документацией по методам измерения твердости являются стандарты серии ISO: 6506 – «Материалы металлические. Испытание на твердость по Бринеллю», 6507 – «Материалы металлические. Испытание на твердость по Виккерсу», 6508 – «Материалы металлические. Испытание на твердость по Роквеллу», состоящие из четырех частей: первая часть регламентирует порядок проведения испытания материалов на твердость, вторая – устанавливает требования к твердомерам и методам калибровки твердомеров, третья – описывает требования к мерам твердости, четвертая – содержит справочные таблицы значений твердости в зависимости от размера отпечатка и усилия.

Перед вводом твердомеров в эксплуатацию проводится их прямая калибровка, необходимая для подтверждения соответствия приложенного усилия, измеренных геометрических параметров отпечатка и продолжительности испытательного цикла.

Калибровка испытательного усилия, в пределах рабочего диапазона твердомера, проводится путем надавливания держателем индентора на датчик силы, установленный на испытательном столе твердомера. Вместо датчика силы допускается использовать весы соответствующего класса точности.

При калибровке системы для измерения параметров отпечатка применяется метод сравнения с эталонной штриховой мерой длины 2-го разряда.

Для оценки параметров отпечатка при помощи микроскопа типа БМИ-1Ц с точностью до 1 мкм проводится калибровка индентора на соответствие геометрических размеров, а также проверяется качество поверхности индентора и отсутствие на нем каких-либо дефектов.

Испытательный цикл проверяется на соответствие режимов нагружения для каждого из методов измерения твердости. Например, испытательный цикл по Роквеллу заключается в приложении предварительного, а затем основного усилия, при этом общее усилие равно сумме предварительного и основного. Время приложения каждого из усилий регламентируется требованиями стандартов.

После успешного прохождения прямой калибровки твердомера проводится косвенная калибровка в отношении каждой шкалы твердости, по которой будет эксплуатироваться твердомер.

Косвенная калибровка заключается в сравнении приписанного значения меры твердости с показаниями твердомера. Меры твердости также должны соответствовать требованиям стандартов ISO и каждые два года проходить калибровку в национальных метрологических институтах Беларуси и России.

На мере твердости, по всей испытательной поверхности, равномерно наносятся пять отпечатков индентора твердомера и проводятся измерения размеров отпечатков в соответствии с требованиями первой части стандартов ISO на твердомеры.

Для пяти измерений твердости находят среднее значение \bar{H} , после чего вычисляется абсолютная погрешность измерения твердости

$$b = \bar{H} - H_{\text{эт}},$$

где $H_{\text{эт}}$ – значение твердости эталонной меры.

Относительную погрешность измерений E_{rel} определяют как процент отношения абсолютной погрешности к эталонному значению:

$$E_{\text{rel}} = \frac{\bar{H} - H_{\text{эт}}}{H_{\text{эт}}} \cdot 100\%.$$

Относительную погрешность повторяемости r_{rel} определяют как разность между наибольшим H_{max} и наименьшим H_{min} измеренным значением по отношению к среднему:

$$r_{rel} = \frac{H_{max} - H_{min}}{\bar{H}}.$$

Максимально допускаемые значения абсолютной и (или) относительной погрешности, а также повторяемости для каждой шкалы твердости приведены во второй части стандартов ISO.

В современной метрологии общепринятой мерой точности проведенных измерений является неопределенность. В стандартах ISO на твердомеры изложен алгоритм расчета расширенной неопределенности, связанной с оценкой относительной или абсолютной погрешности измерений твердости, но, тем не менее, при расчете неопределенности также необходимо учитывать ряд составляющих неопределенности, связанных с мерой твердости, разрешением твердомера и микроскопа (если для измерения отпечатка используется микроскоп), повторяемостью результатов измерений и другими факторами [3].

Документами ИЛАС (международная организация по аккредитации) требуется учитывать неопределенность измерений при выдаче заключения о соответствии полученной погрешности средств измерений допускаемым значениям. Однако для твердомеров, прошедших калибровку согласно требованиям стандартам ISO, полученное значение неопределенности для шкал по Бринеллю и Роквеллу используется как справочное значение, так как значение неопределенности уже учтено в расчете допускаемых погрешностей. Для твердомеров по Виккерсу неопределенность измерений учитывается вместе с отклонением от действительного значения.

Передача единицы твердости от национальных эталонов к твердомерам ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» с соблюдением требований международных стандартов ISO удовлетворяет требованиям по прослеживаемости измерений и позволяет обеспечить надежность измерений твердости производимой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Циммерман Р., Гюнтер К. *Металлургия и материаловедение: справ. изд. перераб. с нем.* М.: Metallurgija, 1982.
2. Иванов В. Н. *Словарь-справочник по литейному производству.* М.: Mashinostroyeniye, 1990.
3. ISO/IEC Руководство 98-3. Неопределенность измерений. Ч. 3. Руководство по выражению неопределенности измерений при проведении измерений (GUM: 1995).

REFERENCES

1. Cimmerman R., Gjunter K. *Metallurgija i materialovedenie* [Metallurgy and materials science]. Moscow, Metallurgija Publ., 1982.
2. Ivanov V. N. *Slovar'-spravochnik po litejnomu proizvodstvu* [Foundry Dictionary]. Moscow, Mashinostroyeniye Publ., 1990.
3. ISO/IEC (GUM: 1995).