**Твердомеры Бринелля: методика и оборудование**

Используются для определения твёрдости мягких сплавов и цветных металлов, чугуна и незакалённых сталей в соответствии с ГОСТ 9012-59.

Измерение твердости по Бринеллю производится либо стальным шариком, либо шариком из карбида вольфрама. Последний позволяет узнать твердость материалов, превышающих показатель обычной стали. Карбидный индентор, как правило, нужен для инструментальных сплавов. Шарик из обычной стали используют, измеряя твердость древесины, меди, алюминия, дюраля, нержавейки, стекла. То есть, твердомер применяют не только к металлам.

Способ определения твёрдости по методу Бринелля заключается во вдавливании в поверхность ОК шарика-индентора (из закалённой стали или из твёрдого сплава). В результате на металле остаётся отпечаток в виде полусферы определённого диаметра и глубины, что позволяет определить меру твёрдости по Бринеллю (НВ).

В качестве инденторов используются шарики из твердого сплава диаметром 1; 2,5; 5 и 10 мм. Величину нагрузки и диаметр шарика выбирают в зависимости от исследуемого материала, который разделен на 5 основных групп:

1 — сталь, никелевые и титановые сплавы;

2 — чугун;

3 — медь и сплавы меди;

4 — легкие металлы и их сплавы;

5 — свинец, олово.

Ограничения для твердомеров Бринелля

1. Нельзя выполнять измерения твёрдости НВ одной и той же детали, используя различные типы твердомеров
2. Соотношение прикладываемой к изделию нагрузки и площади отпечатка должны быть постоянными
3. При ссылке на установленную при замерах величину НВ необходимо указывать условия, при которых был получен результат
4. Деталь в месте измерения твёрдости должна иметь ровную и хорошо зашлифованную поверхность достаточной толщины (иначе с обратной стороны возможна деформация, ухудшающая точность результата)
5. Недопустимо определять твёрдость, если точка испытания находится вблизи от кромки детали.
6. Метод Бринелля непригоден, если измеренная твёрдость превышает 450 НВ: в таком случае происходит деформация контактной поверхности самого индентора.

Твердомеры для металлов, реализующие метод Бринелля, подразделяют на приборы типа ТШ и типа БТБ.

**Твердомеры Роквелла: методика и оборудование**

Метод определения твёрдости металлов по Роквеллу состоит во вдавливании алмазного конуса или стального закалённого шарика в предварительно зашлифованную поверхность образца. В отличие от предыдущего способа твёрдость по Роквеллу заключается в определении глубины вдавливания. Метод Роквелла считается более оперативным, а в таких твердомерах автоматизируется как процесс испытания, так и последующая обработка его результатов.

Суть метода Роквелла заключается в том, что предварительно выбирается некоторая реперная точка, и полученная для этой координаты глубина внедрения индентора вычитается из произвольно выбранной наибольшей глубины вдавливания.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ

Важным фактором является толщина образца. Не допускается проверка образцов с толщиной менее десятикратной глубины проникновения наконечника

Ограничивается минимальное расстояние между отпечатками (3 диаметра между центрами ближайших отпечатков)

Параллакса при считывании результатов с циферблата стрелочных приборов

Простота метода Роквелла (главным образом, отсутствие необходимости измерять диаметр отпечатка) привела к его широкому применению в промышленности для проверки твёрдости. Также не требуется высокая чистота измеряемой поверхности (например, методы Бринелля и Виккерса включают замер отпечатка с помощью микроскопа и требуют полировку поверхности)

К недостатку метода Роквелла относится меньшая точность по сравнению с методами Бринелля и Виккерса.

**Метод Виккерса** — (является статичным) метод измерения твёрдости металлов и сплавов по Виккерсу.

Сущность метода заключается во вдавливании в испытуемый материал правильной четырёхгранной алмазной пирамиды с углом 136° между противоположными гранями.

Величина твёрдости по Виккерсу — отношение нагрузки Р к площади поверхности полученного пирамидального отпечатка. Метод Виккерса позволяет определять твёрдость азотированных и цементированных поверхностей, а также тонких листовых материалов. Наблюдается хорошее совпадение значений твёрдости по Виккерсу и Бринеллю в пределах от 100 до 450 НV. Основными параметрами при измерении твёрдости по Виккерсу являются нагрузка Р до 980,7 Н (100 кгс) и время выдержки 10—15 с.