

*Ю. С. Иванчей, А. И. Скоморохова\**

## **МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ТЕРМООБРАБОТАННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Термическая обработка металлов является сложным и ответственным технологическим процессом. Она зависит не только от правильности технологии и качества тех материалов, из которых изготовлены детали, но и от мастерства и внимательности термиста.

Качество всех материалов и готовой продукции термических цехов подвергают проверке. Качество исходных металлов и материалов определяют в лабораториях завода, применяя современные химические и физические методы.

Готовую продукцию термических цехов проверяют работники технического контроля. Руководствуясь техническими условиями, имеющимися в технологических картах, инструкциях, чертежах, контролеры оценивают качество термической обработки деталей и на основании протоколов экспресс-лабораторий и данных контроля устанавливают причины брака.

Твердость – свойство материалов, характеризующее способность проникновения одного, более твердого тела, в другое. Также эта характеристика определяет устойчивость к пластической деформации или разрушению поверхностных слоев при оказании сильного давления.

Все методы определения твердости материалов можно разделить на несколько основных групп:

1. Статические. Подобные методы характеризуются тем, что нагрузка постепенно возрастает. Время выдержки может быть разным – все зависит от особенностей применяемого метода.

2. Динамические характеризуются тем, что нагрузка на образец подается с определенной кинетической энергией. При этом показатель твердости является менее точным, так как при динамической нагрузке возникает определенная отдача из-за упругости материала. Результаты подобных испытаний зачастую называют твердостью материалов при ударе.

3. Кинетические основаны на непрерывной регистрации показателей во время проведения испытаний, что позволяет получить не

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ПГТУ» М. В. Соколова.

только конечный, но и промежуточный результат. Для этого применяется специальное оборудование.

Кроме этого, классификация методов определения твердости проводится по принципу приложенной нагрузки. Выделяют следующие способы испытания образца:

1. Вдавливание является на сегодняшний день наиболее распространенным способом определения рассматриваемого показателя.

2. При отскоке проводится замер того, как высоко боек отлетит от поверхности испытуемого образца. В данном случае просчет твердости проводится по показателю сопротивления упругой деформации. Методы подобного типа довольно часто применяются для контроля качества прокатных валиков и изделий с большими размерами.

3. Методы, основанные на царапании и резании, сегодня применяются крайне редко. Были они разработаны два столетия назад.

Измерение твердости по Бринеллю

Чаще всего проводится измерение твердости по Бринеллю. Этот метод регламентирован ГОСТ 9012. К особенностям испытания металлов и сплавов подобным методом можно отнести следующие моменты:

1. В качестве тела, которое будет оказывать воздействие на испытуемый образец, используется стальной шарик.

2. Для тестирования применяется шарик с определенным диаметром, который изготавливается из закаленной стали. К нему прилагается постоянно нарастающая нагрузка.

3. Главным условием применения этого метода тестирования металлов и сплавов является то, что шарик должен изготавливаться из более твердого материала, чем испытуемый образец.

4. После завершения теста проводится измерение полученного отпечатка на поверхности.

5. Данный способ позволяет получить данные, которые указываются в НВ. Именно это обозначение сегодня встречается чаще других в различной справочной документации.

6. Для удобства применения данного способа были созданы специальные таблицы, которые основаны на зависимости диаметрального размера шарика, твердости и полученного отпечатка.

Измерение твердости по Виккерсу

Также выделяют метод измерения твердости по Виккерсу, который регламентирован ГОСТ 2999. Получил он распространение при определении твердости деталей и заготовок, которые имеют небольшую толщину. Кроме этого, он может применяться для измерения твердости деталей, имеющих поверхностный твердый слой.

К особенностям этого способа тестирования образца можно отнести нижеприведенные моменты:

1. Применяется так называемый алмазный наконечник, который имеет форму пирамиды с четырьмя гранями и равными сторонами.

2. Выбирается определенное время выдержки.

3. После того, как снимается нагрузка, проводится измерение размеров диагоналей получившегося отпечатка и вычисляется среднее арифметическое значение.

4. Величина прилагаемой нагрузки регламентирована, может выбираться в зависимости от типа тестируемого материала.

Полученные результаты в ходе проведения исследований обозначаются HV.

Измерение твердости по Роквеллу

Данный метод регламентируется ГОСТ 9013. Для его проведения используется специальный прибор для измерения твердости, который позволяет создать две последовательные нагрузки, прилагаемые к поверхности образца. К особенностям проведения подобного теста можно отнести:

1. Сначала оказывается предварительная нагрузка, после чего добавляется вторая.

2. После выдержки под общей нагрузкой в течение 3 – 5 секунд вторая снимается, проводится замер глубины отпечатка, затем снимается предварительная нагрузка.

3. Измерение полученных данных проводится в условных единицах, которые равны осевому смещению индикатора на 0,002.

4. Определяется число твердости по Роквеллу по специальной шкале прибора.

5. Форма применяемого индикатора может существенно отличаться. Именно поэтому было введено несколько типов измерительных шкал, которые соответствуют определенной форме индикатора.

6. Для обозначения полученной величины могут применяться обозначения HRA, HRC, HRB. Они соответствуют форме применяемого индикатора и шкалы обозначения.

Измерение твердости по Шору

Метод определения твердости по Шору применяется для тестирования прокатных валков на момент их изготовления. Кроме этого, проверка рассматриваемого показателя может проводиться при эксплуатации валков на прокатных станках, так как из-за оказываемого воздействия структура металла может изменяться, ухудшая эксплуатационные качества. Регламентирован метод Шора ГОСТ 23273.

Рассматривая измерение твердости по Шору, следует отметить следующие моменты:

1. В отличие от предыдущих способов, рассматриваемый основан на свободном падении алмазного индикатора на тестируемую поверхность с определенной высоты. Для тестирования применяется специальное оборудование, которое позволяет фиксировать точно высоту отскока.

2. Масса применяемого бойка с алмазным наконечником составляет 36 грамм. Этот показатель важен, так как учитывается при проводимых расчетах.

3. Твердость определяется по высоте отскока, измерение проводится в условных единицах. Падение образца на поверхность происходит с образованием небольшого углубления, а упругость приводит к обратному отскоку. Этот метод хорош тем, что позволяет проводить тестирование образцов, которые прошли предварительную термическую обработку. При постепенном вдавливании возникающая нагрузка может стать причиной деформирования используемого наконечника или шарика. В этом случае вероятность их деформации весьма мала.

4. За 100 единиц твердости в этом случае принято считать высоту отскока 13,6 мм с возможностью небольшого отклонения в большую или меньшую сторону. Этот показатель можно получить при тестировании углеродистой стали, прошедшей процесс закалки. В качестве обозначения применяется аббревиатура HSD.

### **Список литературы**

1. Теплухин, Г. Н. *Металловедение и термическая обработка* : учеб. пособие / Г. Н. Теплухин, А. В. Гропянов. – СПбГТУ РП. – СПб., 1989. – 172 с.

2. Гаврилов, Г. Н. *Материаловедение. Теория и технология термической обработки* : учеб. пособие / Г. Н. Гаврилов, Е. Н. Каблов, В. Т. Ерофеев. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2019. – 281с.

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы  
в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*