

## Связь микротвердости с физико-механическими характеристиками и структурой материалов. Способы ее определения

Емелин Антон Валерьевич, кандидат технических наук, доцент  
Зименский Артем Сергеевич, инженер

Савенко Алексей Валентинович, кандидат технических наук, профессор  
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина (г. Краснодар)

**Аннотация.** В работе рассмотрена связь микротвердости с физико-механическими характеристиками и структурой материала. Практические способы ее определения.

**Ключевые слова:** микротвердость, твердость, магнитные и электромагнитные методы неразрушающего контроля, токовихревые методы неразрушающего контроля, переносной твердомер, внутренний структуры вещества.

Твердость и микротвердость находятся в определенной связи с физическими и технологическими свойствами материалов и одновременно являются параметрами наиболее удобными и простыми для практического измерения. В силу этих причин твердость металлов и их сплавов служит основной характеристикой их физико-механических свойств, и испытание на твердость и микротвердость получила широкое распространение в лабораторной и производственной практике при изготовлении и ремонте деталей сельскохозяйственных машин[1, с. 30–35].

Факторами, с которыми связано числовое значение твердости материала, являются такие свойства материалов, как пластичность и упругость, следовательно, ее можно использовать в связи с изменением таких механических характеристик металлов, как степень деформации, вязкость, хрупкость, пределы текучести, прочность, коррозионной стойкости, усталости, износостойкости и др.

Твердость металлов и сплавов зависит от их структурного состояния и вполне определенным образом связана с состоянием кристаллической решетки, величиной микроискажений, плотностью дислокаций и другими дефектами, размером кристаллов, параметрами элементарной ячейки решетки, т. е., как и термо ЭДС, является характеристикой, чувствительной к изменению внутренней структуры вещества[1, с. 47–48].

Связь твердости с физико-химическим состоянием вещества или сплава обусловлена взаимодействием компонентов и видом термической обработки, поскольку твердость определяется атомным строением и микроструктурой сплавов[2, с. 26]. По изменению твердости можно судить о характере процессов при отжиге деформированных металлов и их сплавов, их естественном и искусственном старении, определять эксплуатационные характеристики материала и изделия в целом.

В настоящий момент широкое применение на практике получили три способа определения твердости и толщины покрытия материалов и их сплавов:

1 Переносной твердомер

2 Магнитные и электромагнитные методы неразрушающего контроля

3 Токовихревые методы неразрушающего контроля.

Существует большое количество различных конструкций переносных твердомеров. Существенным недостатком является сложность проведения измерений и их невысокая точность. К положительным характеристикам можно отнести возможность работы в любом положении относительно горизонтальной оси. Следовательно, переносным твердомером можно измерять твердость различно расположенных деталей в пространстве, в том числе и ряда готовых изделий в сборе[3, с. 198].

Широкое внедрение в практику сельскохозяйственного машиностроения антикоррозионных, износостойких, декоративных покрытий потребовало применения приборов контроля не только качества, но и толщину покрытий.

В магнитных приборах для измерения толщины покрытия используют постоянные магниты, сила отрыва от детали которых служит индикатором измеряемой величины, или электромагниты, сила отрыва которых от детали измеряется по изменению тока намагничивания.

Магнитный метод прост и удобен в производственных условиях, когда покрытие является немагнитным или слабомагнитным и нанесено на ферромагнитную основу[4, с. 1803]. Примером может служить измерение никелевых, цинковых, медных, хромовых и лакокрасочных покрытий. Общим их недостатком является значительное влияние на определение толщины покрытия таких технологических параметров и конструктивных факторов, как состояние материала основы, кривизны и неплоскость контролируемой поверхности, ее шероховатость и т. д. На практике погрешность измерения этими приборами достигает величины до 10%, при этом желательно, что бы шероховатость поверхности была в пределах 4 класса.

Для неразрушающего контроля качества механической и химико-термической обработки, контроля наличия трещин эффективно использования индуктивных и токовихревых методов[5, с. 47].

На предприятиях автомобильного, тракторного, сельскохозяйственного машиностроения при ремонте и восстановлении различных деталей машин перспективно применение электромагнитных токовихревых методов неразрушающего контроля при оценке качества деталей.

Принцип метода заключается в следующем: источниками переменного электромагнитного поля служат токовихревые преобразователи различных конструкций, состоящих чаще всего из двух катушек индуктивности- возбуждающий и измерительной [6, с. 61]. Источником данных о параметрах контролируемого изделия является результат взаимодействия электромагнитного поля токов ФУКО в изделии с возбуждающей катушкой индуктивности токовихревого преобразователя или величины электродвижущей силы, наведенной в его измерительной катушке [7, с. 9].

Величина и распределение в пространстве вихревых токов Фуко в детали зависит от её химического состава, нарушения сплошности, металлографической структуры, величина зерна и микроструктурных включений, качества химико-термической обработки, твердости, наличие внутренних или остаточных напряжений и т.д. Следовательно, метод вихревых токов может быть использован для неразрушающего контроля самых различных характеристик изделия, в том числе деталей сложных конструкций.

#### **Литература:**

1. Аренков А.Б. Основы электрофизических методов обработки металлов. Л., изд-во "Машиностроение", 1967.
2. Емелин А.В., Савенко А.В., Зименский А.С. Методика обработки результатов энергоаудита. В сборнике: Современное развитие науки: вопросы теории и практики Сборник материалов II-ой международной научно-практической конференции. 2016. С. 26-27
3. Савенко А.В., Емелин А.В. Математическое моделирование системы электроснабжения и электропотребления предприятия АПК при проведении на нем экспресс-энергоаудита. Труды международной научно-технической конференции Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. 2008. Т. 1. С. 196-199.
4. Савенко А.В., Емелин А.В., Удалый М.В. Аппаратные средства определения относительного отклонения напряжения и коэффициентов несимметрии напряжений по нулевой и обратной последовательности на предприятиях АПК. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар. 2015. № 111. С. 1797-1811.
5. Емелин А.В., Савенко А.В. Определение коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности. В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК. Материалы VII международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Трушкина В.А.. 2016. С. 46-49.
6. Тропин В.В., Савенко А.В., Емелин А.В. Методика определения потерь энергии в четырехпроводной электрической сети по показаниям счетчиков электроэнергии. Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 2007. № S1. С. 61-62.
7. Савенко А.В., Емелин А.В., Перепечин В.А. Определение длины линии 0,4 кв электрической сети на имитационной математической модели. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 8. С. 9-10
8. Емелин А.В., Вельмисев В.С., Калюта М.А. Проблемы качества электроэнергии в современном производстве. В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК Материалы X национальной научно-практической конференции с международным участием. Под общ. ред. Трушкина В.А. 2019. С. 88-89.