

Сидоров В.А., Пантелеенко Ф.И.

Белорусский национальный технический университет

От уровня механических свойств конструкционных материалов зависит качество продукции машиностроения и других отраслей промышленности. Обеспечение надежной и долговечной работы этой продукции невозможно без эффективных методов и средств контроля механических свойств, которые претерпевают изменения на стадиях изготовления и эксплуатации вследствие влияния технологических и эксплуатационных факторов. Все острее стоит вопрос о структурно-механическом состоянии металла действующего оборудования, выработавшего свой расчетный срок службы, и возможности его дальнейшей безопасной эксплуатации. В связи с этим проблема оперативной диагностики механических свойств металла промышленного оборудования является важной, актуальной и приоритетной.

Для диагностирования с целью оценки остаточного ресурса работоспособности и пригодности для дальнейшей эксплуатации ответственных металлических конструкций самого различного назначения широко используются разрушающие и неразрушающие методы контроля. Существующие физические методы неразрушающего контроля позволяют выявлять дефекты в металле изделий, но количественная оценка механических свойств этими способами контроля является очень сложной и пока не решенной задачей.

В настоящее время существует множество методов контроля и диагностики механических свойств материалов, среди которых методы, контроля механических свойств металла индентированием, основанные на измерении твердости, играют важную роль. Их преимущества состоят в простоте реализации, доступности и, вместе с тем, в них присутствует еще достаточно большой потенциал для совершенствования. Одно из главных достоинств методов твердости заключается в возможности оперативного определения механических свойств металла без вырезки образцов на готовых изделиях, не разрушая и не выводя их из строя прямым способом определения механических характеристик непосредственно в изделии и локальных зонах изделия. Особое значение методы твердости приобретают для контроля сварных соединений, так как в силу специфики их создания в них наблюдается значительная неоднородность по механическим свойствам. Вследствие сильного изменения свойств металла шва и зоны термического влияния сварное соединение является, как правило, наиболее опасным местом, где чаще всего происходит разрушение. Для выявления изменения свойств необходимо использовать методы, позволяющие производить контроль в небольшом объеме металла, т.е. применять локальные методы. Методы контроля твердости отвечают этому условию, позволяя выявлять распределение механических свойств в локальных зонах обработанного металла. Они позволяют также производить контроль механических свойств упрочненных поверхностных слоев и тонких покрытий на разных размерных уровнях деформированного объема. Эти методы получили также еще одно название: безобразцовые методы контроля механических свойств по характеристикам твердости. Практически во всех областях техники там, где требуется определение механических свойств металла, существует необходимость в использовании безобразцовых методов, которые, если не полностью, то хотя бы частично помогли бы сократить количество контрольных вырезок металла и изготавливаемых из них образцов.

Безобразцовый метод основан на инденторных испытаниях металлов, в результате которых измеряют специальные характеристики твердости и пересчитывают их на показатели других механических свойств. Главное его достоинство заключается в возможности ускоренной оценки механических характеристик металла готовых изделий, не выводя их из строя и не вырезая из них образцов.

Безобразцовый метод, как более экономичный и простой, представляет большой научный и практический интерес в области исследования, контроля и диагностики качества металла. В некоторых случаях он пока единственно пригодный для оценки механических свойств

малых объемов или локальных зон обработанного материала (упрочненных слоев, сварных соединений и т.п.). Этот метод особенно эффективен при оценке остаточного ресурса оборудования, пробывшего длительное время в эксплуатации и выработавшего свой расчетный срок службы.

В настоящее время методы индентирования продолжают развиваться и все шире используются в диагностике механических свойств материалов. Области использования этих методов могут быть самыми разнообразными, включая разработку и производство материалов и до изготовления, эксплуатации и ремонта изделий и конструкций. На рис 1 представлена схема указывающая области наиболее эффективного применения методов индентирования в диагностике механических свойств материалов.



Рисунок 1 - Основные области эффективного применения метода индентирования

Несмотря на большой объем выполненных исследований по разработке безобразцовых методов контроля механических свойств по характеристикам твердости они еще мало используются на практике. Это объясняется многими причинами. Во-первых - недостаточным теоретическим и экспериментальным обоснованием взаимосвязи характеристик твердости с показателями прочности, пластичности, ударной вязкостью и материалов, находящихся в различном структурном и напряженно-деформированном состоянии, во-вторых - большим количеством методик и эмпирических формул с ограниченным применением, в-третьих - недостатком специальных переносных и стационарных приборов для реализации этих методов. Таким образом несмотря на явный прогресс в развитии методов индентирования есть ряд задач, решение которых позволит расширить применения данного метода. Среди них: теоретическое и экспериментальное обоснование связи характеристик твердости, определенных индентированием, с показателями механических свойств материалов, определенных в результате

других видов испытаний; развитие методов индентирования в сочетании с методами физического воздействия на металл; установление механизмов деформации и разрушения материалов при индентировании на разных размерных уровнях деформированного объема; автоматизация испытаний индентированием; разработка методик и портативных приборов физического и механического действия для испытания материалов индентированием непосредственно в конструкциях и деталях; разработка стандартов предприятий, отрасли, ГОСТов на новые методики индентирования определением твердости и других механических свойств материалов; широкое внедрение новых методов и средств испытания материалов индентированием специалистами разного уровня и в различных организациях.