

ВЛИЯНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ТВЕРДОСТИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

Ковалев В.В.

*Эксперт в области промышленной безопасности
ООО "Центр Технической Диагностики"*

Сячин М.В.

*Эксперт в области промышленной безопасности
ООО "Центр Технической Диагностики"*

Анисимов А.А.

*Эксперт в области промышленной безопасности
ООО "Центр Технической Диагностики"*

Могилевцев Е.А.

*Эксперт в области промышленной безопасности
ООО "ГорМаш-Юл"*

Шилеева А.Ю.

*Эксперт в области промышленной безопасности
ООО "Центр Технической Диагностики"*

EFFECT OF HARDNESS ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF METALS

**V. Kovalev
M. Syachin
A. Anisimov
E. Mogilevtsev
A. Shileeva**

Annotation

Ensuring the safe operation of technical devices, buildings and structures of hazardous production facilities is a key task, ensuring that tightly regulated at the legislative level. Examination of industrial safety is one of the main tools, which aims at improving the safe operation of such facilities. One of the important indicators, which can give detailed information about metal, without its destruction, is the hardness. This article is devoted to the measurement of hardness for the purpose of obtaining information about the state of the metal within examination of industrial safety. The main advantages and disadvantages of this method were analyzed. Development of new, modern methods of determining the state of the metal, which includes measurement of hardness, for technical devices, buildings and structures in the future will increase the industrial safety of hazardous production facilities.

Keywords: hardness, mechanical properties, industrial safety.

Аннотация

Обеспечение безопасной эксплуатации технических устройств, зданий и сооружений опасных производственных объектов является ключевой задачей, обеспечение которой регламентируется жестко на законодательном уровне. Экспертиза промышленной безопасности является одним из основных инструментов, который направлен на повышение безопасной эксплуатации таких объектов. Одним из важных показателей, который может дать развернутую информацию о металле, без его разрушения, является твердость. Данная работа посвящена измерению твердости для целей получения информации о состоянии металла при экспертизе промышленной безопасности. Проанализированы основные достоинства и недостатки этого метода. Разработка новых, современных методов определения состояния металла, куда входит и измерение твердости, для технических устройств, зданий и сооружения, в будущем позволит повысить промышленную безопасность опасных производственных объектов.

Ключевые слова:

Твердость, механические свойства, промышленная безопасность.

Обеспечение безопасной эксплуатации технических устройств, зданий и сооружений опасных производственных объектов является ключевой задачей, обеспечение которой регламентируется жестко на законодательном уровне [1].

Экспертиза промышленной безопасности является одним из основных инструментов, который направлен на повышение безопасной эксплуатации таких объектов. Часто экспертиза промышленной безопасности предусматривает оценку состояния металла, определение его механических свойств и т.п. Однако еще чаще взять образцы для исследования от металлических элементов не

представляется возможным. В этом случае одним из важных показателей, который может дать развернутую информацию о металле, без его разрушения, является твердость.

Под показателем твердости материала понимают свойство материала по отношению к оказанию сопротивлению деформаций в поверхностном слое при местном контакте. Измерение твердости основывается на вдавливании поверхностных слоев металла при использовании больших нагрузок. В общем виде, твердость определяет сопротивление металла действию пластических деформаций.

Наиболее распространенными методами определения твердости являются:

- ◆ Определение твердости вдавливанием шарика (по Бринеллю). Метод не позволяет проводить измерения тонких материалов, а также не применяется для материалов с твердостью выше 450 НВ;

- ◆ Определение твердости вдавливанием алмазного конуса или стального закаленного шарика (по Роквеллу). Метод имеет широкое применение. Используется для контроля как мягких, так и твердых материалов;

- ◆ Определение твердости вдавливанием четырехгранной алмазной пирамиды (по Виккерсу). Отличается возможностью испытания материалов с тонким сечением и тонких поверхностных слоев.

У способа измерения твердости существует множество достоинств, при его использовании в контроле состояния металлов:

- ◆ Для ряда пластичных металлов существует количественная связь между твердостью и другими механическими свойствами. Помимо широкого применения способа измерения твердости сталей, ее можно также применять для контроля предела выносливости дюралюминия, меди и отожженных сталей;

- ◆ Измерение твердости обладает достаточно большой простотой, по сравнению с другими показателями пластичности, вязкости, прочности и других. Не требуется изготовление образцов специальной формы и размеров. Требуется только определенное состояние поверхности (ровной горизонтальной площадки);

- ◆ Высокая скорость измерения. Определение твердости одного образца варьируется в диапазоне от 30 с (вдавливание конуса) до 3 мин (вдавливание шарика);

- ◆ Проведение измерений твердости, как правило, не приводит к разрушению образца, поэтому его дальше можно использовать по назначению. Это преимущество отсутствует для многих других методик определения механических свойств, где необходимо изготовление специальных образцов;

- ◆ Твердость подходит для измерения деталей небольшой толщины (десятые доли микрона). В случаях контроля микрообъемов металла, часто используют измерение микротвердости.

Проведение измерений твердости является неотъемлемой частью проведения экспертизы промышленной безопасности и технического диагностирования. По величине важности такого рода измерений можно сравнить их с проведением визуального контроля или, например, ультразвуковой дефектоскопии.

Измерение твердости регламентируется законодательно для многих объектов, поднадзорных Ростехнадзору. Например, в соответствии с Федеральными нормами

и правилами [3] измерение твердости является частью контроля качества сварных соединений сосудов, работающих под давлением. Для сосудов под давлением проведение измерений твердости используется для проверки качества термической обработки сварных соединений. Измерению подвергается металл швов сварных соединений, выполненных из легированных теплоустойчивых сталей мартенситно-ферритного и перлитного классов.

Измерение твердости для объектов химической промышленности имеет также очень большое значение. В частности, достаточно часто используется определение твердости несущих элементов химико-технологического оборудования. Проведение таких измерений – это, по сути, косвенная оценка прочностных свойств металлов. Поскольку измерение прочности представляет собой достаточно трудозатратный и сравнительно медленный метод, по сравнению измерением твердости, то проведение последнего позволяет выделить определенное оборудование или участки на нем, в которых наблюдаются явные отклонения прочностных характеристик. Как правило, область проведения измерений определяется самим экспертом, и измерение каждого участка проводится в количестве не менее трех раз. Экспериментальное значение твердости принимают, как среднее арифметическое значение от результатов измерений. Если в результате измерения появляются аномальные значения твердости, то объемы и области измерения значительно расширяются.

По результатам проведения технического диагностирования формируется заключение, к которому должна быть приложена схема аппарата, на которой обозначены конкретные места и области контроля твердости. Чаще всего измерение твердости проводят на участках, которые были подготовлены для проведения толщинометрии [4]. Измерение твердости проводится на каждом из элементов оборудования (крышки, днища, обечайки и т.п.).

Измерение твердости является важным инструментом, которое должно проводиться в обязательном порядке, в случае, если есть подозрения, что модернизация или проведенные ремонтные работы технических устройств были проведены с нарушениями. Аналогично, вышесказанному, часто возникают сомнения в соответствии основного металла, из которого изготовлены элементы технических устройств, зданий и сооружений, требованиям конструкторской документации. В таком случае измерение твердости позволяет идентифицировать металл на основании справочных данных.

Измерение твердости должно проводиться обязательно в случае возникновения аварийных или нештат-

ных ситуаций, а также воздействию тепловых и механических нагрузок, существенно превышающих допустимые. Как правило, такие конструктивные элементы будут иметь значительно отличающуюся твердость. Такие измерения позволяют достаточно быстро идентифицировать поврежденные узлы, элементы, участки, что также впоследствии используется для прогнозирования остаточного ресурса.

В большинстве своем, измерения твердости являются дополняющими к металлографическим исследованиям, поскольку они используются для оценки фактических характеристик металла. Как правило, металлографический контроль металла несущих конструкций является обязательным, в случае если твердость не соответствует нормативному значению. Конечно же, несоответствие материала по твердости также по цепочке требует проведения не только металлографии, но и определения химического состава металла и других испытаний.

Раньше измерения твердости проводились на статически установленных массивных твердомерах, что делало практически невозможным проведение измерений на месте установки объектов диагностирования. Сегодня, большинство аттестованных лабораторий оснащено пе-

реносными твердомерами, которые подходят для проведения измерений на слабоискривленных поверхностях. В большинстве своем, современные портативные твердомеры дают возможность проводить измерение твердости при температурах до -20°C , что является существенным преимуществом в зимний период для объектов, расположенных на открытых площадках.

Таким образом, твердость металла является одним из основных показателей, которые косвенно указывает на его механические свойства. Стоит отметить, что существует значительный недостаток в нормативном регулировании измерения данного показателя. В частности, измерение твердости широко регламентируется в Федеральных нормах и правилах [3], в то время как для ряда других объектов это отсутствует. Требуется более полная законодательная проработка требований к проведению контроля на основании измерения твердости, в таком случае будут достигнуты значительно лучшие результаты, как в диагностировании, так и в экспертизе промышленной безопасности. Разработка новых, современных методов определения состояния металла, куда входит и измерение твердости, для технических устройств, зданий и сооружений, в будущем позволит повысить промышленную безопасность опасных производственных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон РФ от 21.07.1997 №116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".
2. Материаловедение/Учебно-методическое пособие. Модуль 2/под ред. В.Г. Шарифудинова; Казань .гос. технол. ун-т. Казань, 2006. – 72 с.
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением".
4. Лукьяница, А.И. Диагностирование технического состояния и определение остаточного ресурса технологического оборудования химических производств. Учебное пособие /А.И. Лукьяница, А.М. Козлов, Г.А. Афанасьева. – ГОУ ВПО "РХТУ им. Д.И. Менделеева", Новомосковский институт (филиал); Новомосковск, 2010. – 52 с.

© В.В. Ковалев, М.В. Сячин, А.А. Анисимов, Е.А. Могилевцев, А.Ю. Шилеева, (eamogilevtcev@gm.stalmail.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики».

