

Висновки і перспективи подальшого розвитку даного напрямку

Отримана регресійна залежність підтверджують правомірність і відповідність дискретно аналітичної моделі реальним процесам, що відбуваються у роторному дисковому подрібнювачі відходів полімерних матеріалів. Відносне відхилення не перевищує аналітичних значень від експериментальних значень знаходиться у межах 15%. Розроблена аналітична модель та методика моделювання є адекватна реальним процесам та дозволяє визначити питому роботу подрібнення в залежності від конструктивних та технологічних параметрів. При цьому враховуються матеріал диска та його параметри, а також враховуються властивості матеріалу, що переробляється та ступінь його дисперсності. При проектуванні, за допомогою аналітичної моделі, можна буде визначити всі існуючі параметри і фактори взаємодії інструменту з матеріалом. В подальшому, представлена модель, може бути використана для загального проектування дискових роторних подрібнювачів .

Список літератури: 1. Скиба М.Є. Моделювання процесу подрібнення композиційних матеріалів з використанням методу скінчених елементів [Текст] /М.Є. Скиба, ., Ю.Б.Михайловський , Г.С.Головко // Вісник Технологічного університету Поділля. – 2003. -№ 6. –С. 7-10. 2. Спиридонов А. А. Планирование эксперимента при исследовании и оптимизации технологических процессов [Текст]: Учеб./А.А. Спиридонов, Н.Г. Васильев. – Свердловск: изд. УПИ им. С. М. Кирова, 1975. – 140 с. 3. Адлер Ю.П. Введение в планирование эксперимента [Текст] /Ю.П. Адлер. - М.: Металургия, 1969. -157 с. 4. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий[Текст] / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова , Ю.В. Грановский. - М.: Наука, 1971. - 282 с. 5. Бондарь Л.Г. Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии [Текст] /Л.Г. Бондарь ,Г.Л. Статюха , И.Л. Потяженко . - К.: Вища школа, 1980. - 264 с. 6. Налимов В.В. Новые идеи в планировании эксперимента[Текст]/ В.В. Налимов. — М.:Наука, 1971, - 334 с. 7. Налимов В.В. Статистические методы планирования экспериментальных экспериментов [Текст]/ В.В. Налимов, Н.А. Чернова ; - М.: Наука, 1965.- 252 с. 8. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов [Текст]/ А.А. Спиридонов. – М.: Машиностроение, 1981 -184 с. ил. 9. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента [Текст]/ А.А. Спиридонов, Н.Г. Васильев ; - Свердловск, изд. УПИ им. С.М. Кирова, 1975. -152 с.

Поступила в редколлегию 21.02.2011

УДК 629.4.08

Д.Ю. ЗУБЕНКО , канд. техн. наук, доц., ХНАМГ, м. Харків

ОЦЕНКА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ГОРОДСКОМ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТЕ

Рассмотрены состояние и перспективы развития современных методов оценки физико-механических характеристик металлов применяемых на городском электротранспорте. Предложен новый подход для построения систем оценки технического состояния материалов и изделий.

Ключевые слова: подвижной состав, трамвай, метрополитен, техническое состояние.

Розглянуто стан та перспективи розвитку сучасних методів оцінки фізико-механічних характеристик металів що застосовуються на міському електротранспорті. Запропоновано новий підхід для побудови систем оцінки технічного стану матеріалів і виробів.

Ключові слова: рухомий склад, трамвай, метрополітен, технічний стан.

The state and prospects of the development of modern methods to assess physical and mechanical properties of metals used in the city electric have been examined. A new approach to constructing systems of technical condition assessment of materials and products has been suggested .

Key words: rolling stock, trams, subway, the technical condition.

Введение

Известно, что физические и механические свойства материалов в значительной степени определяют работоспособность изготовленных из этих материалов объектов. Фактическое техническое состояние любого объекта с точки зрения его технического диагностирования определяется соответствием его физико-механических и геометрических характеристик их нормативным значениям и отсутствием дефектов типа нарушения сплошности материала. Последние два параметра можно оценить средствами и методами толщинометрии и дефектоскопии соответственно. А вот определение физико-механических характеристик (ФМХ) является не настолько легко решаемой задачей. И вдобавок, для большого количества бездефектных объектов именно ФМХ определяют их фактическое техническое состояние.

Последние достижения

В свою очередь, вопрос оценки фактического технического состояния объектов разного назначения становится особенно актуальным в современных условиях, когда появилась острая необходимость продления срока эксплуатации объектов, отработавших свой нормативный ресурс. Все это усложняется неудовлетворительным финансовым положением подавляющего большинства предприятий, которые эксплуатируют большую часть металлоконструкции, выработавших свой нормативный ресурс.

В тоже время, улучшение экономического положения в Украине едва ли решит поставленную проблему — современные требования относительно энерго- и материалосбережения, а наоборот, заострят ее. Существует также мировая тенденция, на основании которой при выводе объектов или их отдельных узлов (агрегатов) из эксплуатации учитывают не только нормативный срок эксплуатации, но и их фактическое техническое (физическое) состояние.

Цель статьи

Рассмотреть состояние и перспективы развития современных методов оценки физико-механических характеристик металлов применяемых на городском электротранспорте. Рассмотреть новый подход для построения систем оценки технического состояния материалов и изделий.

Материал исследования

Рассмотрим два типа определения физико-механических параметров (ФМП):

1) непосредственные механические исследования, которые сопровождаются разрушениями образцов (или их частей);

2) косвенные методы определения физических. Механических характеристик через измерение других параметров (электрических, магнитных и т. д., которые часто не сопровождаются отношением объектов, и потому

эти методы общее название не разрушающих.

Для объектов, которые находятся в эксплуатации, применение первого типа методов недопустимо; тем более, что их реализация в эксплуатационных условиях может оказаться довольно затруднительной. Для таких задач необходимо использовать неразрушающие методы исследования материалов и изделий.

Нужно отметить, что в теории и практике неразрушающего контроля и технической диагностики сделан значительный шаг в направлении более точного и достоверного определения ФМГТ материалов в частности, металлов. Концентрация исследовательских усилий на металлах объясняется прежде всего широким их использованием при изготовлении и сооружении разнообразнейших объектов.

В данной работе автор пытается обобщить и подытожить наиболее общие направления в теории и практике определения ФМХ металлов неразрушающими методами.

Объект исследований

Необходимо отметить, что ФМХ одного и того же металла могут существенно отличаться благодаря влиянию условий эксплуатации и других факторов: температурного режима в ходе эксплуатации, наличия или отсутствия агрессивных сред, наличия перегрузок, возможных дефектов типа нарушения сплошности (их размеры, расположение и тип) и т.д.

Для того, чтобы судить о методах определения ФМХ металлов, нужно коротко ознакомиться с перечнем тех величин, которые входят во множество исследуемых:

- 1) механические: модуль упругости; модуль сдвига; коэффициент Пуассона; предел прочности, предел текучести; прочность при разрыве и пр.
- 2) физические: физическая плотность; анизотропия материала; кристалличность и разм. V кристаллов; удельное электрическое сопротивление; диэлектрическая проницаемость и др.

Очевидно, что для оценки фактического технического состояния объектов.

Большое влияние на ФМХ металлов и сплавов имеет режим их термообработки при изготовлении. Например, твердость стали Ст30 по ГОСТ-5657-69 зависит от прокаливаемости (режима термообработки); эта зависимость полагается и специальных полосах прокаливаемости [1].

Неразрушающие методы определения ФМХ. В теории неразрушающего контроля (НК) и исследования материалов различают следующие основные методы определения ФМХ металлов: акустические, электромагнитные (вихревые токи), радиационные, магнитные, электрические.

Принцип действия любого из этих методов базируется на измерении той или иной величины (акустической, магнитной или электрической, связанной с нужными ФМХ через теоретически или экспериментально установленные зависимости).

Хотя и в большинстве случаев эти зависимости носят сугубо эмпирический характер и были получены при соблюдении большого количества условий и

допусков, они могут быть успешно применены только для решения конкретных задач и редко имеют серьезное теоретическое обоснование.

Примером этому может послужить контроль прочностных характеристик акустическим методом [2].

Акустические колебания в металлах имеют небольшую амплитуду, т. е. они соответствуют как раз начальному участку кривой «напряжения-деформация». По параметрам акустических волн поведение кривой при больших напряжениях и деформациях аналитически [2], поэтому корреляционные акустических.

Уже на частотах в мегагерцовом диапазоне основная часть затухания ультразвука вызывается потерями энергии за счет рассеяния полны ни отдельных кристаллах. При этом раздельное влияние первичного и вторичного зерна на распространение акустических волн пока недостаточно изучено и к тому же рассеяние сильно зависит от размеров зерна. [3]

На примере акустического контроля ФМХ видим, как они сложно и часто не до конца понятно. Зависят от измеренных параметров. И это при том, что акустический контроль довольно хорошо теоретически проработан и реализован в большом количестве технических средств.

Рассмотри последние разработки отечественных ученых в направлении магнитного метода контроля усталостного состояния и ресурса металлопродукции, представленный в работе [4]. Описанный метод, как и сам подход к задаче, интересны, хотя и не являются абсолютно новыми (метод магнитной памяти металла [5]). Метод базируется на том, что в каждом типе конструкции есть характерные места усталостного Неэффективного состояния материала и эти места могут быть выявлены с помощью измерения коэрцитивной силы вдоль объекта контроля.

Однако этот подход имеет ряд очевидных недостатков:

1) в нормативных документах на стали магнитные характеристики не нормируются (согласно ГОСТ на производство) - это объясняется и явлением остаточной и спонтанной намагниченности, гистерезисом, нелинейностью связей между ними, сложностью проведения измерения и т.д.;

2) характерные места пластической деформации это только места наиболее вероятной локальной пластической деформации (возможного разрушения как следствие), но они совсем не определяют в действительности места всех преддефектных участков и участков с существенным отклонением ФМХ;

3) коэрцитивная сила - магнитная характеристика материала, которая является анизотропной и зависит от многих других характеристик и указывается на наличие зависимости коэрцитивной силы стали мГ от температуры отпуска, которую косвенно можно определить по значениям твердости поверхностного слоя стали;

4) существует реальная возможность оценивать остаточный ресурс металлопродукции только определенного типа из конкретных марок сталей.[6]

Радиационные методы и основном используются для структурного анализа (рентгеноструктурный анализ), для определения ФМХ могут служить только в качестве вспомогательных.

Исследовательские приемы, основанные на применение электрических характеристик, игра областью применения самого метода контроля. Хотя с их помощью можно измерять удельное электрическое сопротивление (проводимость), диэлектрическую проницаемость диэлектрических материалов, коэффициент диэлектрических потерь и на их основании можно оценивать состав материалов и их структуру. Но для металлов и сплавов использование этих методов, скорее всего, не является перспективным по крайней мере на данном этапе. Существует также ряд технических средств для контроля ФМХ отдельных типов изделий, принцип действия которых — вихретоковый. Они хорошо себя зарекомендовали при определении предела текучести, хотя он часто не является определяющим параметром при оценке фактического технического состояния того ли иного вида металлопродукции [7]. Возможные пути решения задачи. Проанализировав сказанное выше, можно утверждать, что состояние развития ПК в мире не соответствует всевозрастающим проблемам при определении ФМХ металлопродукции. Наблюдается ситуация, когда повышается уровень технического оснащения, улучшается финансирование служб НК, повышается квалификация персонала, а общей или специальной методики определения ФМХ хотя бы для металлов нет. Исследования в этом направлении являются очень узкоспециализированными, а разрабатываемые устройства пригодны к использованию только при соблюдении многих условий и для определенных типов материалов и изделий. Автор видит два пути решения данной задачи, которые в дальнейшем могут объединиться в один:

1) комплексное измерение многих параметров разными методами при условии, что минимальное количество измерений даст максимум диагностической информации, которая будет использоваться при оценке работоспособности того ли иного объекта;

2) осуществление измерений дополнительных параметров согласно физическим законам, которые не принимались во внимание в ПК до настоящего времени.

Реализация первого пути может быть осуществлена с помощью современных способов решения многопараметрических задач [8]. Здесь целесообразно было бы использовать подход на базе нейронных сетей. Использование нейросетей даст возможность получить зависимости между входным комплексом параметров и исходными параметрами (ФМХ). Также возможно осуществлять отбор наиболее информативных входных параметров.

Относительно дополнительных параметров можно сказать, что здесь ситуация более неопределенная. Приведем некоторые возможные направления.

1) Использование эмпирического закона, гласящего, что отношение теплопроводности к электропроводности для большинства металлов пропорционально температуре причем коэффициент пропорциональности одинаков практически для всех металлов [9]. Очевидно, что аналогичная зависимость должна существовать и для сплавов металлов (стали) скорее всего, ее можно использовать для тех или иных еще не известных ФМХ сталей.

2) Известно, что при низких температурах все металлы (кроме гелия) становятся твердыми. Вместе с тем для того, чтобы тело было твердым, его

температура должна быть меньше, чем энергия взаимодействия атомов. Отсюда, если уровень энергии взаимодействия атомов под действием тех или иных факторов падает, то тело постепенно перестает быть твердым. Сама же энергия взаимодействия атомов имеет много составляющих, и одной из основных есть сила взаимодействия электронов (как свободных, так и связанных), в металле. Оценить концентрацию электронов на поверхности можно с помощью эффекта Холла. Постоянная Холла указывает на концентрацию зарядов и на их знак (электроны это или дыры) [9,10,11].

3)Твердость довольно часто не учитывают при оценке фактического технического состояния, поскольку ее измерения справедливы только для поверхностного слоя металла. Но в этом и кроется скрытый плюс твердость, как и глубина упрочненного слоя металла, дает возможность довольно точно определить количественные и качественные показатели термообработки металла, которые в свою очередь в значительной мере определяют его ФМХ.

4)Представляет интерес использование закона Грюнайзена, который гласит, что отношение коэффициента температурного расширения к теплоемкости твердого тела не зависит от его температуры [9]. Т. е., очевидно, что при комплексной оценке многих параметров металлов нужно учесть влияние этих обоих параметров как независимых.

5)Если речь идет об измерении скорости распространения ультразвука, анализ изменений отношения скоростей продольной и поперечной волны может указывать на структурные изменения в материале — поперечные волны характерны только для твердых тел, и их изменение в меньшую сторону может свидетельствовать о разрушении кристаллической структуры металла.

Выводы

Современное состояние в области неразрушающего определения ФМХ металлов и сплавов является неудовлетворительным и требует разработки универсальных подходов.

Предлагается осуществлять комплексное измерение параметров (удельной электропроводности, теплопроводности, твердости) НК и применение методов нейронных сетей для построения систем интеллектуальной оценки фактического технического состояния.

Дополнить теоретическую базу новыми принципами и законами из теории физики твердого тела: законом Вндемана-Франца, Грюнанзена и т.д.

Список литературы: 1.Марочник сталей и сплавов / Под общ. ред. В. Г. Сорокина и др. / М.: Машиностроение , 1989.-640с. 2.Неразрушающий контроль / В5 кн. Кн. 2. Акустические методы контроля : Практ. Пособие под ред. В. В. Сухорукова – М.:Высш .шк., 1991-283с. 3.Бражников Н. И. Ультразвуковые методы (физические и физико-химические методы контроля состава и свойств вещества) / Под общ. ред. Н. Н. Шумиловского . – М. Л.: Энергия - 1965. -248с. 4. Безлюдько Г. Я. Эксплуатационный контроль усталостного состояния и ресурса металлопродукции неразрушающим магнитным коэрцитиметрическим методом // Техн. Диагностика и неразруш. Контроль – 2003. - №2.- С.20-26. 5.Дубов А. А. Диагностика котельных труб с использованием магнитной памяти металла. –М.: Энергоатомиздат, 1995.-420с. 6.Структура і фізичні властивості твердого : Лабораторний практикум : Навчю посібник / За ред. Л. С. Палатенка-Київ:Вища шк., 1992.-311с. 7.Криничний П. Я. , молодецький І. А. Прилад для контролю фізико –механічних характеристик труб нафтогазового сортаменту СІГМА-5Т // Методи и прилади контролю якості . -1998. №2. –С. 9-10. 8.Уоссермен Ф.

Нейрокомпьютерная техника : Теория и практика -М. : Мир, 1992.-348с. 9. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела / В2т . Том 1. –М. Мир ,1979. – 420с. 10.Ландау Л. Д. , Лифшиц Э. М. Механика сплошных сред / в 10 т. Том7. Теория упругости . – М. ; Наука, 1986 - 248с. 11.Райтер П. М.;Карпаш М.О. нейроні мережі для вимірювання багатofазних потоків // Мат. Конф. „Фізичні методи і засоби контролю середовищ, матеріалів та виробів . – ЛЕОТЕСТ-2003”, Львов, 15-18 лютого 2003.

Поступила в редколлегию 21.02.2011

УДК 621.43

А.В. ІЛЬЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., ЖДТУ, м. Житомир
Ю.О. КУБРАК, канд. техн. наук, доц., ЖДТУ, м. Житомир
В.О. ЛОМАКІН, асист., ЖДТУ, м. Житомир

ПРИВЕДЕНИЙ МОМЕНТ ІНЕРЦІЇ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНІЗМА ОДНОЦИЛІНДРОВОГО ПОРШНЕВОГО ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Запропонована математична модель для визначення приведенного моменту інерції кривошипно-шатунного механізму одноциліндрового поршневого двигуна внутрішнього згорання на основі теореми про зміну кінетичної енергії.

Ключові слова: кривошипно-шатунний механізм.

Предложена математическая модель для определения приведенного момента инерции кривошипно-шатунного механизма поршневого одноцилиндрового двигателя внутреннего сгорания на основе теоремы про изменение кинетической энергии.

Ключевые слова: кривошипно-шатунный механизм.

This article is about mathematical model for determination reduced moment of inertia of single-cylinder internal combustion engine's crank mechanism. The model base on theorem of kinetic energy
Key words: crank mechanism.

1. Вступ

Окремі частини кривошипно-шатунного механізму (КШМ) здійснюють різні види руху. Для більш детального аналізу його роботи необхідно розглянути приведенний момент інерції (ПМІ) його головного вала. Для цього можна використати закон збереження енергії.

Теорема про зміну кінетичної енергії (ЗКЕ) механічної системи є частковим випадком загального закону збереження енергії. Частина кінетичної енергії (КЕ) перетворюється в інші форми енергії, та навпаки, частина енергії інших форм перетворюється в КЕ. Результатом перетвореної енергії є робота - такий фізичний зміст вказаної теореми.

2. Аналіз останніх досліджень і виділення невирішених раніше частин проблеми

Для будь-якої механічної системи теорема про ЗКЕ в інтегральній формі має вигляд:

$$T - T_0 = \sum A_k^e + \sum A_k^i, \quad (1)$$