

В.А. Мартыненко, С.В. Алексеенко, А.В. Лабарткава, М.В. Матвиенко // Проблемы прочности. – 2017. – № 3. – С.90-97.

УДК 621.891-539.375.6

Селіверстов І.А., канд. техн. наук, доцент
Херсонський національний технічний університет, sia04041972@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОКРИТТІВ МЕТОДОМ СКЛЕРОМЕТРІЇ

Науково-технічний прогрес, ефективність виробництва в багатьох галузях народного господарства визначаються рівнем розвитку машинобудування.

Прогресивні технології, нові матеріали і покриття з підвищеними експлуатаційними характеристиками дозволяють підвищити довговічність і надійність машин.

Для оцінки міцності матеріалів в обсязі розроблені і стандартизовані ефективні методи визначення механічних властивостей: проводяться випробування на розрив, втомна, в'язкість руйнування і т.д, оцінка аналогічних властивостей поверхні за такого підходу не може бути реалізована, головним чином тому, що поверхня має не три виміри об'єму, а тільки два - поверхня як об'єкт випробувань, має нульову або майже нульову товщину - третю координату. Якщо навіть задатися деякою малою товщиною приповерхневого шару, то порядок її повинен бути від часток до одиниць мікрона. Велика товщина вже відноситься не до поверхні, а до об'єму.

Існують два способи або виміру механічних властивостей поверхні: 1) вдавнення з переміщенням по нормалі до поверхні; вдавнення з переміщенням по дотичній до поверхні - дряпання.

Другий метод названий склерометрією, що перекладається з латинської мови як метод вимірювання твердості. І це відповідає його призначенню - склерометрія - це один з методів вимірювання твердості [1].

Але варто зазначити, що дряпання - спосіб руйнування поверхні, супроводжується пружними і пластичними деформаціями і тому він ближче всього до задачі визначення характеристик механічних властивостей.

Дряпання виконувалося ребром вперед алмазної пірамідою Віккерса з кутом між межею і вертикаллю 136 °. Опір дряпанню визначався як співвідношення сили на умовну площу поперечного перерізу подряпини.

Випробуваннями на різних матеріалах в різних ступенях встановлено: опір дояпання є стійкою характеристикою, слабо залежною від навантаження. Порядок розташування випробуваних матеріалів по опору подряпин істотно відрізняється від розташування цих матеріалів по мікротвердості, що говорить про те, що між твердістю і опором подряпин немає однозначного зв'язку. У більшості випадків, чим вище твердість, тим більше опір подряпин. Однак є випадки, коли збільшення твердості не призводить до збільшення сил опору.

Метод склерометрії успішно використовується для оцінки міцності та адгезії покриття [2, 3]. При одночасному переміщенні ступінчасто або безперервно збільшується нормальне навантаження на індентор. Навантаження, що призводить до руйнування покриття носить назву критичного нормального навантаження. При цьому розрізняють три етапи:

- 1) початок адгезійного руйнування - фіксується по появі перших тріщин;
- 2) несуча здатність - момент початку відшарування;
- 3) повне руйнування - повне видалення покриття.

Відмічено, що ефективність методу може бути значно підвищена з урахуванням сил тертя. На точність методу впливають:

- 1) твердість;
- 2) товщина покриття;

- 3) шорсткість поверхні;
- 4) швидкість прикладена навантаження;
- 5) радіус округлення вершини індентора;
- 6) коефіцієнт тертя між індентором і покриттям.

Для більш повної оцінки механічних властивостей використовувався метод кінетичної твердості [3, 4]. Цей метод полягає в тому, що при вдавлюванні мікроіндентора записується діаграма "зусилля - переміщення". Дослідження показали, що цей метод дозволяє:

- 1) виявляти структурні закономірності мікропластичної деформації;
- 2) оцінювати релаксаційні і пружні властивості на рівні структури;
- 3) оцінювати анізотропію;
- 4) визначати модуль пружності, повзучість, гістерезисні втрати, ефективну поверхневу енергію;
- 5) оцінювати характеристики статистичних розподілів властивостей;
- 6) розділяти і визначати відновлену і невідновлювану твердість;
- 7) визначати ефективну поверхневу енергію або в'язкість руйнування.

Найбільш важливим в методі кінематичної твердості є можливість визначати адгезійні властивості тонких покриттів від 1 мкм.

В результаті проведеної роботи визначено наступне:

- кількісно описана контактна механіка вдавлювання і дряпання пірамідою поверхні і поверхні з тонким твердим покриттям на пластичній основі, як основа скреч-методу;
- для характеристики міцності поверхні тертя введена нова величина - межа міцності при контактному стисненні;
- для характеристики неоднорідності структури матеріалу поверхні запропоновано використовувати коефіцієнт варіації межі міцності поверхні при дряпанні;
- встановлені закономірності процесу в момент зсуву індентора при дряпанні;
- встановлена кореляція між структурною неоднорідністю матеріалу поверхні і змінами сил тертя при дряпанні;

Список посилань

1. Григорович В.К. Твердость и микротвердость металлов. / В.К. Григорович. – М.: Наука, 1976. – 230 с.
2. Склерометрия. Теория, методика, применение испытаний на твердость царапанием. – М.: Наука, 1968. – 211 с.
3. Фридман Я.Б. Механические свойства металлов. Т.1 Деформация и разрушение. / Я.Б. Фридман – М.: Машиностроение, 1974. – 472 с.
4. Алехин В.П. Физика прочности и пластичности поверхностных слоев материалов. / Алехин В.П. – М.: Наука. – 1983. – 279 с.