

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
Кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв

**ТАМОШКІНА ЛЮДМИЛА ВІКТОРІВНА**

УДК 621.867

**РОЗВИТОК АВТОМАТИЗОВАНОГО МЕТОДУ ІНСТРУМЕНТОВАНОГО  
ІНДЕНТУВАННЯ КРИХКИХ ТА В'ЯЗКО-КРИХКИХ МАТЕРІАЛІВ**

151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль  
2018

Роботу виконано на кафедрі автоматизації технологічних процесів і виробництв Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв  
**Марущак Павло Орестович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри комп'ютерних технологій  
**Микитишин Андрій Григорович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 23 лютого 2018 р. о 9<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №41 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 401.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Синергетична методологія фізичної мезомеханіки відрізняється від методології механіки суцільного середовища і теорії дислокацій. Тверде тіло, під час деформування, розглядають як багаторівнева систему, в якій поверхневі шари і внутрішні межі розділу є найважливішими функціональними мезоструктурними рівнями деформації, що ієрархічно самоорганізуються. Активне навантаження полікристалів за кімнатної температури зумовлює рух дислокацій на мікрорівні. Інтенсивний розвиток мезомеханізмів деформування проявляється в поверхневих шарах полікристалів і може бути виявлений методами інструментованого індентування.

**Мета роботи:** Дослідження чинників, які впливають на процес індентування та руйнування матеріалів.

**Об'єкт, методи та джерела дослідження.** Основним об'єктом дослідження є автоматизація процесу індентування. Методи виконання роботи: статистичний, графічний, порівняльний, математичного моделювання; теоретико-емпіричний. В роботі використано концепцію акад. В.Є Паніна яка пропонує системний підхід до вивчення формозміни та руйнування матеріалів, як ієрархічних систем, в яких деформаційні процеси відбуваються самовпорядковано, на різних масштабних рівнях.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

- проаналізовано конструкцію та призначення об'єкту досліджень, виконано аналіз точності;
- проаналізовано параметри індентування
- здійснено аналіз сучасних конструктивних в технологічних рішень для індентування;
- поставлено задачі для здійснення досліджень;
- здійснена оцінка твердості характеристик крихких та в'язко-крихких матеріалів;
- підібрано та спроектовано технологічні засоби автоматичної системи контролю;
- виконано техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень;
- розглянуто питання застосування інформаційних технологій, охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Проведені дослідження дозволяють врахувати оптимальні параметри індентування у лабораторних дослідженнях.

**Апробація.** Окремі результати роботи доповідались на V науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» у 2018 році.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 7 частин, висновків та переліку посилань. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 170 арк. формату А4, графічна частина – 7 аркушів формату А1

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** проведено огляд сучасних рішень автоматизації технологічних процесів та аналіз автоматизованих методів ідентування матеріалів.

У **аналітичній частині** проведено огляд сучасних конструкцій інденторів, приладів інструментованого ідентування, їх конструктивні та технологічні особливості.

У **технологічній частині** приведено характеристику об'єкту досліджень, а саме ідентування крихких та в'язко-крихких матеріалів.

У **конструкторській частині** подано опис та принцип статистичного аналізу даних ідентування, особливості автоматизованого оброблення великих вибірок. Узагальнено підходи побудови кривих розподілу та виявлено основні закономірності низки матеріалів.

У **спеціальній частині** описані принципи та методи використання САПР та підходи фрактодіагностування.

У **частині «Обґрунтування економічної ефективності»** розглянуто питання організації наукової роботи і проведено розрахунки техніко-економічної ефективності проектних рішень.

У **частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** розглянуто питання планування робіт по охороні праці наукових підрозділах та лабораторіях. Подано класифікацію вибухо- та пожежонебезпечних приміщень.

У **частині «Екологія»** проаналізовано фактори небезпеки при надлишковому споживанні природних ресурсів, запропоновано підходи щодо ресурсозбереження, дбайливого ставлення до довкілля.

У **загальних висновках щодо дипломної роботи** описано прийняті в проекті технічні рішення і організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання на проектування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи; технічні рішення роботи, які можуть бути впроваджені у виробництво; техніко-економічні показники та їх порівняння з базовими.

### ВИСНОВКИ

Прийняті в дипломній роботі наукові та інженерні рішення дозволили визначити оптимальні параметри ідентування, спроектувати автоматизовану систему контролю властивостей матеріалів.

Дослідження ідентування крихких та в'язко-крихких матеріалів дозволило підібрати оптимальні їх варіанти, які забезпечують високу достовірність результатів.

Розрахунки економічної ефективності підтвердили правильність прийнятих проектних рішень і показали, що завдяки впровадженню нової системи контролю знизилася собівартість продукції, покращилася якість завантаження продукції, а також покращився цілий ряд інших техніко-економічних показників.

### СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. *Тамошкіна Л., Наконечний М.* Підвищення достовірності прогнозування цілісності конструкцій за автоматизованого ідентування та аналізу акустичних

зображень // Мат-ли V науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології». – ТНТУ. – 2018. – С. 98.

### **АНОТАЦІЯ**

Обґрунтовано вибір типів розподілів і визначено статистичні характеристики властивостей матеріалів зокрема одержаних автоматизованим індентуванням. Дана методика дозволила отримати статистичний розподіл даних інструментованого індентування при заданій тривалості напрацювання і розподіл довговічності для наперед заданої допустимої твердості, або мікротвердості. Розвинуто методики, розроблене програмне забезпечення для автоматизованого аналізу даних.

**Ключові слова:** інструментоване індентування, статистичний аналіз, алгоритм.

### **ANNOTATION**

The choice of distribution types is substantiated and the statistical characteristics of the properties of materials in particular obtained by automated incidence are determined. This technique allowed to obtain a statistical distribution of the data indented instrumentation with a predetermined production time and distribution of durability for predefined admissible hardness, or microhardness. Developed methods, developed software for automated data analysis.

**Key words:** instrumental indentation, statistical analysis, algorithm