

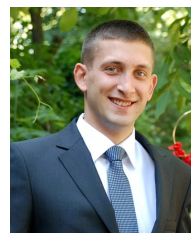
## УДК 685.1



**П.О. Воробйов,**  
аспірант, викладач  
Херсонський політехнічний  
коледж Одеського  
національного  
політехнічного університету  
e-mail:pavell02021991@  
gmail.com



**П.С. Носов,**  
к.т.н., доцент,  
Херсонський політехнічний  
коледж Одеського  
національного  
політехнічного університету  
pason@ukr.net



**О.В. Литвиненко,**  
викладач,  
Херсонський політехнічний  
коледж Одеського  
національного  
політехнічного університету  
e-mail: ot443443@gmail.com

## ОСОБЛИВОСТІ 3D ІДЕНТИФІКАЦІЇ ГЕОМЕТРИЧНО ДЕФОРМОВАНИХ ПОВЕРХОНЬ КУЗОВУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

*П.О. Воробйов, П.С. Носов, О.В. Литвиненко. Особливості 3D ідентифікації геометрично деформованих поверхонь кузову автотранспортних засобів.*  
У рамках статі проведений загальний огляд світових досягнень в напрямках ідентифікації поверхонь автотранспортних засобів. Розглянуто впровадження 3D технологій ідентифікації в різних сферах. Особлива увага приділена галузі машинобудування.

*P.O. Vorobyov, P.S. Nosov, O.V. Litvinenko. Features 3D identification of bodies geometrically deformed surfaces of vehicles.* In the frames of tuples held a general overview of SRI-tovyh achievements in areas identification surfaces of vehicles. We consider the introduction of 3D technology identification in various fields. Particular attention is paid to engineering.

**Вступ.** У практиці ремонту автомобілей вихідна інформація про поверхню геометрично деформованого об'єкта являється малоінформативною [1], тобто відсутній аналітичний та формальний вираз, який дозволяє обчислити координати будь-якої точки всередині існуючого складно деформованого об'єкта.

Ефективність аналітичної обробки об'єкту в значній мірі залежить від можливостей, які забезпечують цифрову модель деформованої поверхні. На даний час в автомобільному транспорті (АТ) використовують сучасні підходи до ідентифікації геометрично деформованих поверхонь кузову автотранспортних засобів (АТЗ), що називається зворотнім прототи-

пуванням або реінжинірингом.

Технологія зворотного прототипування (*Reverse Prototyping*) велике поширення отримала в сферах:

- машинобудування - *Mechanical Engineering* (на етапі проектування, створення 3D-моделі, у виробництві, для контролю точності виробів, для створення моделі складних поверхонь, для збереження цифрових копій деталей, ремонту або повторного відтворення, розробка дизайну автомобілів рис.1.) [2];

Об'єкт → Процес сканування → 3D- модель



Рис.1. Життєвий цикл від реального об'єкту до 3D- моделі

- будування та архітектура - *Construction and Architecture* (для створення тривимірної моделі будівель, рельєфу, контролю стану будівель, створення і оновлення інженерно-топографічних планів підприємств і промислових вузлів, моніторинг об'єкта, врахування деформації);

- гірничя промисловість - *Mining Industry* (для тривимірного моделювання відкритих кар'єрів, будування і проектування об'єктів облаштування родовищ);

- нафтогазова промисловість - *Oil and Gas Industry* (для 3D – моделювання родовищ, геометричного контролю резервуарів, проектування об'єктів облаштування родовищ);

- енергетика – *Energetics* (контролю стану об'єкту, сканування кабелів, опорних конструкцій);

- культура та мистецтво - *Culture and Art* (для збереження цифрових 3D – копій скульптурних композицій; створення сувенірів, реставраційних робіт);

- біометрія – *Biometrics* ( для ідентифікації особистості по тривимірній моделі обличчя рис.2.);



Рис. 2. Ідентифікація особистості

- медицина – *Medicine* (для протезування, планування операцій, ортопедії, пластичної хірургії, створення віртуальної геометрії тіла людини, косметології) [3, 4];

- проектування одягу та взуття - *Design of Clothing and Footwear* [5].

**Обладнання, яке застосовують для *Reverse Engineering*.**

Обладнання зворотного інжинірингу представляє собою установки для 3D – сканування, задачею якого є отримання математичної 3-D моделі на основі вимірювання реального об'єкту, який може модифікуватись в CAD системах. Цей процес вимагає підтримки вимог сучасних систем управління проектами та охорони праці [6, 7].

За способом сканування розрізняють контактні та безконтактні 3D – сканери (рис. 3).

*Контактний метод сканування.* Контактний метод 3D – сканування побудований на принципі обводу поверхні об'єкту спеціальним високочутливим щупом, за допомогою якого в персональний комп'ютер (ПК) передаються координати об'єкта, який сканується.

*Безконтактний метод сканування.* При безконтактному способі сканування пристрої діляться на активні і пасивні 3D – сканери.

*Активні 3D – сканери* випромінюють на об'єкт сканування світло, промінь лазера [8], рентгенівські промені, ультразвук, та зчитують відображення.

*Пасивні 3D – сканери* основані на принципі виявлення навколишнього випромінювання (без випромінювання сканера).

*Безконтактні 3D – сканери* за класифікацією поділяються:

- фотограмметрія (фотографування вихідного об'єкту з різних ракурсів з відтворенням на основі отриманих фотографій тривимірної моделі);

- томографія (грунтується на дослідженні після просвічення в різних перетинаючих напрямках);

- лазерний промінь (заснована на проектуванні лазерного променя

на об'єкт сканування);

Застосування комплексу засобів 3D сканування вимагає використання автоматизованих систем обробки потоків даних вказаних пристроїв [9].



Рис. 3. Пристрої для 3D – сканування

На сьогоднішній день проблему ремонту деформованих поверхонь вирішують вакуумним способом такі сервіси як: «Кипарис-Авто», «СТО PDR», «Автоконтинент-Плюс», «PDR Service» .

Переваги даного способу:

- видалення вм'ятин без пошкодження лако-фарбового покриття;
- відсутність в демонтажі пошкодженої деталі;
- низька вартість послуги.

Недоліки :

- не застосовується якщо вм'ятини великого діаметру;
- не застосовується при розтягуванні металу;
- не застосовується якщо є значні пошкодження лако-фарбового покриття;
- не застосовується якщо, поверхня раніше була рихтована.

Також більшість сервісів не займаються ремонтом областей пошкоджень на стиках 2-3 х поверхонь (рис 4). У зв'язку цим проблема деформованих поверхонь залишається актуальною.

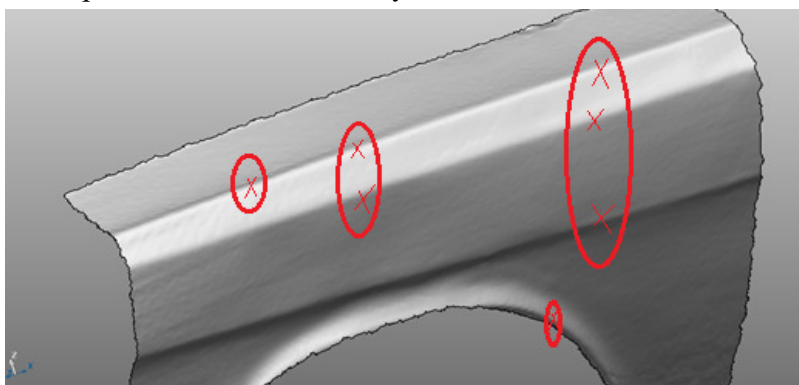


Рис. 4. Комп'ютерна модель скану поверхні крила автомобіля Ford

**Висновки.** Отже враховуючи вище зазначену проблему та необхідність її вирішення пропонується:

- розбити деформовану і ідеальну поверхню на сітку кривих для визначення вектора деформації і як наслідок вектора відновлення і вирівнювання;
- визначити поле необхідних точок з деформацією і зусилля для процесу зворотної деформації поверхні;
- розробити алгоритм ідентифікації пошкодженої поверхні для автоматизованої системи керування зворотною деформацією;
- розробити модуль та САПР керування системою аналізу ідентифікованих поверхонь АТЗ для задач управління зворотною деформацією.

### Література

1. Nosov, P.S., Yalansky, A.D., Iakovenko, V.O.. 3D modelling of rehabilitation corset with use of PowerSHAPE Delcam // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. Збірник наукових праць [Текст]. — Вип. 1(2) — Одеса: Наука і техніка, С. 222-231.
2. Носов, П.С. Побудова складальних вузлів двигунів внутрішнього згоряння засобами САПР у 3D [Текст] / П.С. Носов. Збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської на-уково-практичної конференції „Інновації у підготовці фахівців технологічної, професійної освіти та готельно-ресторанного бізнесу”. – Херсон: Видавництво ХДУ, 2012. – С. 88-93.
3. Носов, П.С. 3D Моделирование конструкции ортопедического корсета в Delcam PowerShape-FeatureCam. Науковий вісник ХДМА. Науковий журнал. — Херсон: ХДМА, 2013. - № 1(8) - С. 241-247.
4. Тонконогий, В.М. Информационные технологии проектирования в ортопедии [Текст] / В.М. Тонконогий, Е.В. Савельева, А.В. Бец. Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. Збірник наукових праць. – Вип. 1(2) – Одеса. 2012: АО"Бахва", С. 182-188.
5. Сафонова, Г. Ф. Аналіз існуючих САПР конструювання та моделювання одягу [Текст] / Г. Ф. Сафонова // Збірник наукових праць. Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. – 2013. – Вип. 3 (4). – С. 76–83.
6. Оганов, А. В. Необходимость внедрения офиса управления проектами [Текст] / А. В. Оганов, В. Д. Гогунский // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. — 2013. — Вип. 4(5). — С. 57–61.
7. Запорожець, О.І. Завдання наукових досліджень з охорони праці / О.І. Запорожець, В.Д. Гогунський// Інформ. технології в освіті, науці та виробництві: зб. наук. праць. – Вип. 4 (5). – Одеса- Херсон: АО Бахва, 2013. – С. 19 – 23.
8. Serga, I.N., Dubrovskaya Yu.V., Kvasikova A.S., Shakhman A.N., Sukharev D.E., Spectroscopy of hadronic atoms: Energy shifts// Journal of Physics: C Ser.-2012.- Vol.397.- P.012013.
9. Сафонов, М.С. Використання об'єктів керування для оптимізації потоків інформації в мережевих базах даних з різною архітектурою / М.С. Сафонов, О.Є. Яковенко, С.О. Савченко // Збірник наукових праць. Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві – Вип. 1. – Одеса, 2012 – С. 60-62.

*Надійшла до редакції 24.11.2015*