

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЗАСТОСУВАННЯ ТРИВИМІРНОГО СКАНУВАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Тривимірне сканування – відносно нова технологія, яка дає змогу отримати цифрову тривимірну модель об'єкту за допомогою електронного пристрою та комп'ютерної техніки. Тривимірне сканування застосовується в багатьох галузях: архітектурі, машинобудуванні, авіації, медицині, культурі і мистецтві, освіті. Застосування тривимірного сканування для контролю якості деталей дає змогу суттєво скоротити необхідний об'єм вимірювань, оскільки основні геометричні параметри деталі (лінійні та кутові розміри) та навіть відхилення форми і розташування можуть бути визначені за даними тривимірного моделювання без застосування складних, трудомістких методів вимірювання.

Дана стаття присвячена оцінці якості 3D сканування деталей машин та можливості застосування їх моделей, створених шляхом 3D сканування, в контролі якості деталей. Із проведеного аналізу видно, що відхилення точок сітки сканованої деталі від апроксимуючих примітивів суттєво залежить від форми деталі. Найкраще (з мінімальними відхиленнями) скануються деталі простої форми; сканування отворів, зубів шестерень, різьб та подібних елементів потребує навичок від залученого персоналу та додаткової обробки. Якість сканування суттєво залежить також від типу застосованого сканера. Однак, наведені результати підтверджують, що за умови застосування якісного і точного сканера, застосування сканування для оцінки якості деталей на практиці можливе.

Ключові слова: тривимірне сканування; геометричне моделювання; деталі машин; контроль якості; точність вимірювання.

Постановка проблеми. Тривимірне (3D) сканування – відносно нова технологія, яка дає змогу за допомогою електронного пристрою та комп'ютерної техніки отримати цифрову тривимірну модель об'єкту. Тривимірне сканування застосовується у багатьох галузях [1]: архітектурі,

машинобудуванні, авіації, медицині, культурі і мистецтві, освіті. Застосування тривимірного сканування може значно спростити:

- 1) Зворотну розробку деталей;
- 2) Контроль якості виготовлення деталей і будівництва;
- 3) Діагностику зносу інструментів і пошкоджень [2];
- 4) Протезування, біопротезування і зняття мірок для виготовлення одягу;
- 5) Збереження культурної спадщини [3];
- б) Навчання студентів тривимірному моделюванню.

Особливо корисним може бути застосування тривимірного сканування для контролю якості деталей, адже при цьому суттєво скорочується необхідний об'єм вимірювань, оскільки основні геометричні параметри деталі (лінійні та кутові розміри) та навіть відхилення форми та розташування можуть бути визначені за даними тривимірного моделювання без застосування складних та трудомістких методів вимірювання.

Таким чином, задача застосування тривимірного сканування для контролю виробів машинобудування є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження застосування тривимірного сканування в машинобудуванні та архітектурі достатньо давно, і саме контролю якості в машинобудуванні присвячені розглянуті нижче публікації.

Застосування 3D сканування для визначення параметрів поверхонь складної форми розглянуто в роботі [4]. Автори статті запропонували власну систему для сканування корпусу автомобіля і успішно її випробували.

Автори [5] розглянули застосування 3D сканування для зворотної розробки та контролю якості надрукованої на 3D принтері деталі та визначили, що принципово застосування сканування для зворотної розробки та контролю якості можливе. Основною проблемою застосування технології автори згаданої публікації визначили створення та застосування алгоритмів реконструкції поверхні, які виправляють помилки сканування (шум і невідскановані ділянки). Особливо корисним застосування 3D сканування може бути для сканування деталей складної форми, параметри яких важко виміряти вручну [5]. Автоматизації процесу розпізнавання геометричних примітивів за допомогою перетворення Хафа, яке може спростити створення тривимірних моделей, присвячено статтю [6].

Застосування сканування для контролю якості штампів для виготовлення деталей автомобілів описано в [7]; за даними авторів, підвищення точності виготовлення та позиціонування штампів підвищило якість виробництва.

Методологію порівняння ручних 3D сканерів для застосування в автопромисловості наведено в [8]; досліджені авторами [8] сканери

дозволяють на практиці отримати відхилення вимірних даних до 300 мкм при роздільній здатності в 1,5..3 мм.

Нарешті, контролю якості за допомогою 3D сканування присвячено публікації [9, 10]. Автори [9] в своєму дослідженні показали, що 3D сканування може бути застосовано для контролю якості деталей в автопромисловості. В [10] описано розроблену авторами публікації систему на основі сканера Artec Leo 3D, яка за даними публікації вимірює геометричні параметри деталей із середньою точністю 98,69% . Застосування 3D сканування для контролю якості в авіапромисловості досліджено в роботі [11].

Всі наведені вище публікації, однак, акцентуються на контролі якості достатньо великих деталей складної форми (як правило, штамповок для автомобільної та авіапромисловості). Жодна з них не розглядає контроль якості деталей точного машинобудування, наприклад, валів, зубчатих коліс, корпусів зубчатих передач і т.п.

Цілі та завдання статті полягають у оцінці якості 3D сканування деталей машин та можливості застосування їх моделей, створених шляхом 3D сканування, в контролі якості деталей.

Основна частина. Для того, щоб мати можливість застосувати скановану модель деталі для контролю її якості, необхідно перш за все забезпечити високу точність визначення координат точок деталі за високої роздільної здатності. Високоточне сканування забезпечують сканери метрологічного класу; висока точність вимірювання цих приладів на пряму визначає їх високу ціну. Як наслідок, для оцінки якості сканування використано моделі з відкритих джерел. Оцінку застосовності сканованих за допомогою метрологічних сканерів моделей для контролю якості деталей проведено нижче.

Для аналізу застосовності тривимірної відсканованої моделі для контролю якості деталей було використано викладені у відкритому доступі фірмою Artec 3D моделі зубчатого колеса [12] (рис. 1) та кульової опори [13] (рис. 2).

Для сканування обох використано сканер Artec 3D Space Spider, основні характеристики якого за даними [14] наведено в табл. 1. Як джерело світла для сканування застосовано синій світлодіод, сканування проводиться без використання міток з відслідковуванням геометрії та кольору об'єкта.

За заявою фірми-виробника, Artec 3D Space Spider – сканер метрологічного класу, і отримані за його допомогою моделі можуть бути використані для зворотної розробки, контролю якості та інших процесів виробництва [14].

Зубчате колесо (рис. 1), судячи з якості поверхні, швидше за все виготовлено литтям. Механічну обробку пройшли профілі зубів, а також внутрішній отвір, що використовується для монтажу колеса на вал.

Відповідно, для перевірки якості сканування, було вибрано поверхні косих зубів та внутрішнього отвору.



Рис. 1. Зубчате колесо [12]



Рис. 2. Кульова опора [13]

Таблиця 1. Основні характеристики сканера Artec 3D Space Spider [14]

Характеристика	Значення
Точність вимірювання координат точки, мкм	50
Роздільна здатність, мкм	100
Об'ємна точність, мкм + мкм/м	50 + 300
Роздільна здатність, Мп	1,3
Швидкість збору, млн. точок/с	1
Рекомендована конфігурація комп'ютера	Intel Core i7 або i9, 32 GB RAM, Графічна карта з 2 GB VRAM Windows 7 або краще
Вихідні формати	OBJ, PLY, WRL, STL, AOP, ASC, PTX, E57, XYZRGB
Маса, кг	0,8

Для оцінки якості сканування було використано SolidWorks з модулем ScanTo3D; всі наведені нижче результати, включаючи рисунки, отримані в цій програмі. На підготовчому етапі отриману скануванням сітку згладжено і зменшено кількість точок до 250000. Далі за допомогою функції Curve wizard було створено криві перерізів деталі, а потім на їх основі – профілі косих зубів і внутрішнього отвору колеса (рис. 3). Криві перерізів визначено як середньоквадратичне наближення до реально вимірених сканером точок деталі у відповідному перерізі. При цьому базові криві для побудови профілів вибрано з відступом від краю так, щоб на профіль не впливали зняті по краям фаски.

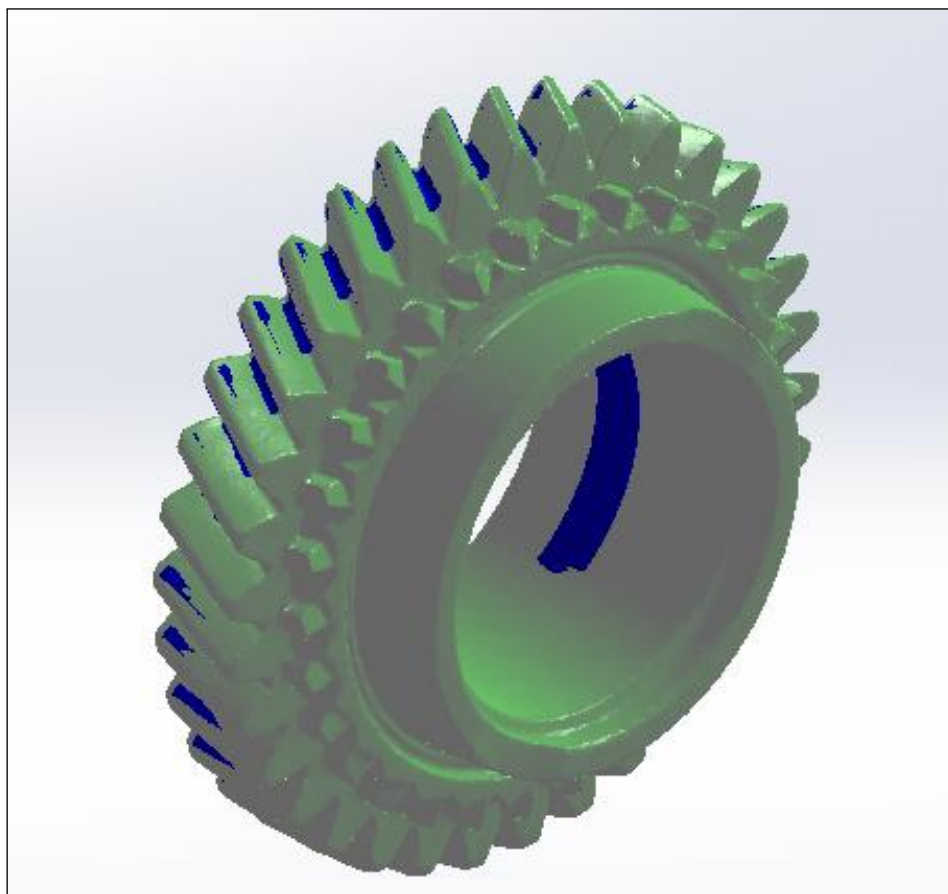


Рис. 3. Деталь (зелена) і її профілі зубів і внутрішнього отвору (сині).

Результати порівняння профілів зубів та отвору від сітки сканованої моделі наведено на рис. 4 (внутрішній отвір) та рис. 5 (профіль зубів).

Як видно з рис. 4 та 5, максимальне відхилення профілю від сітки для внутрішнього отвору складає 400,5 мкм, для профілю зубів – 546,7 мкм. Така величина відхилення не може бути пояснена шорсткістю поверхні.

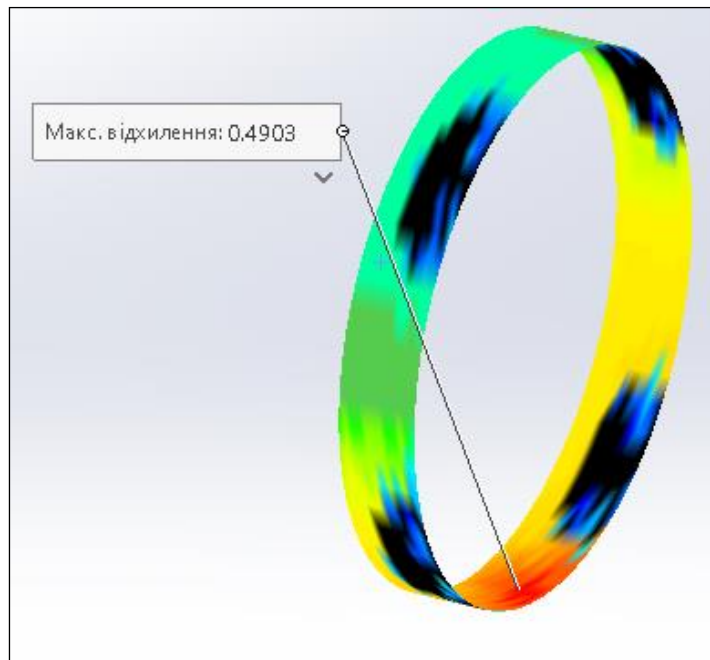


Рис. 4. Відхилення профілю внутрішнього отвору від сітки моделі (відхилення наведено в мм)

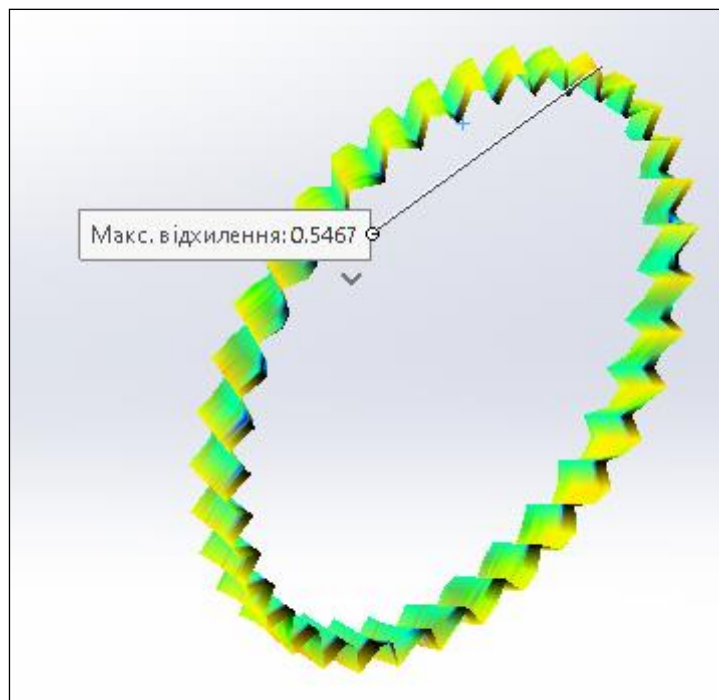


Рис. 5. Відхилення профілю зубів від сітки моделі (відхилення наведено в мм)

Діаметр внутрішнього отвору зубчатого колеса – 47 мм, і прийнявши допуск Н7/р6 (легка посадка), маємо допустиме верхнє відхилення діаметра отвору від номінального розміру +25 мкм, нижнє 0 мкм [15]. Це в рази менше відхилення, визначеного шляхом порівняння моделі і усереднених профілів поверхонь. До того ж, навіть сума похибки сканера 100 мкм і його об'ємної похибки на розмірі 47 мм, яка становить

$300 \times 47 / 1000 + 50 = 64,1$ мкм, менше ніж 400 мкм у два рази. Це вказує або на некоректно проведені вимірювання (помилку оператора) при вимірюванні, або на помилки при початковій обробці даних (створення сітки з хмари точок), або на те, що заявлена похибка вимірювання сканера не характеризує його реальну точність вимірювань для згаданих поверхонь.

Для перевірки гіпотези щодо некоректності вимірювань (помилки оператора) за описаною методикою було оброблено модель кульової опори [13]. На рис. 6 показано фрагмент цієї моделі, а саме фрагмент штока із побудованим геометричним примітивом циліндричної форми, який повинен стати основою 3D моделі деталі. Розраховане відхилення примітиву від вимірної сітки показано на рис. 7; максимальне значення становить 113 мікрон, що корелюється із заявленою точністю вимірювання сканера.

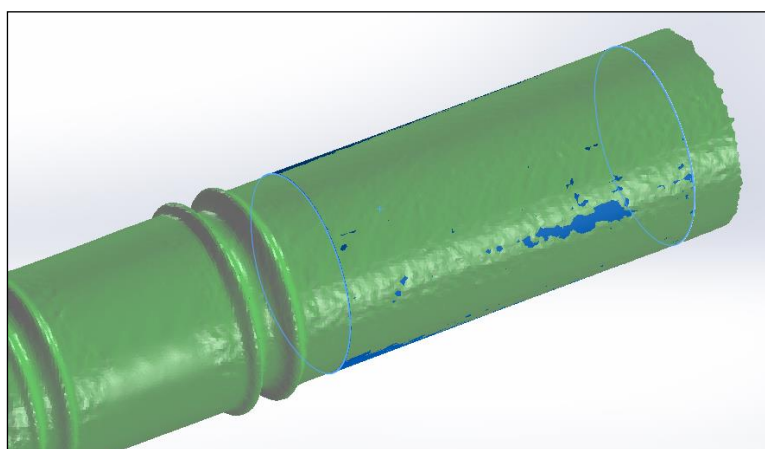


Рис. 6. Фрагмент штока (зелений колір) і наближення геометричної форми циліндром (синій колір)

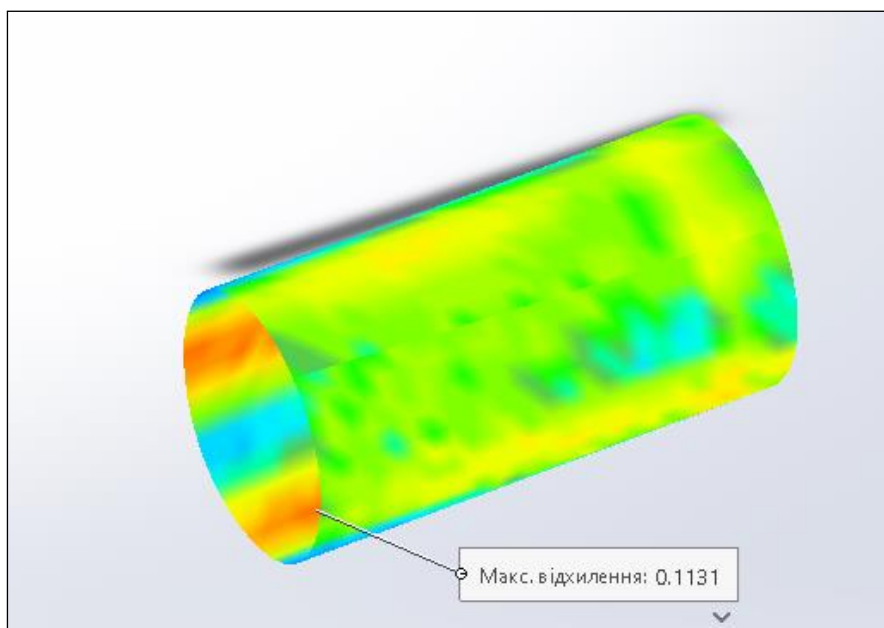


Рис. 7. Відхилення форми для фрагмента штока

Таким чином, результати дослідження показують, що відхилення точок сітки сканованої деталі від апроксимуючих примітивів суттєво залежить від форми деталі. Найкраще (із мінімальними відхиленнями) скануються деталі простої форми; сканування отворів, зубів шестерень, різьб та подібних особливостей потребує певних навичок від залученого персоналу та додаткової обробки сканованих даних відповідними програмами.

Для перевірки правильності висновків за описаною методикою було також перевірено скановану деталь, відео про яку наведено в [16], а скановані дані доступні для скачування в [17].

З перегляду відео видно, що для сканування деталі застосовано сканер Creafom HandySCAN3D Black [18], в якому для сканування деталі як джерело світла застосовано синій лазер (7 лазерних хрестів). Його основні характеристики наведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Основні характеристики сканера
Creafom HandySCAN3D Black [18]

Характеристика	Значення
Точність вимірювання координат точки, мкм	35
Роздільна здатність, мкм	25 (відліку), 100 (сітки)
Об'ємна точність, мкм + мкм/м	20 + 60
Роздільна здатність, Мп	-
Швидкість збору, млн. точок/с	0,8
Рекомендована конфігурація комп'ютера	Intel Core i7 або i9, 64 GB RAM, Графічна карта з 6-8 GB VRAM Windows 10 або краще
Вихідні формати	.dae, .fbx, .ma, .obj, .ply, .stl, .txt, .wrl, .x3d, .x3dz, .zpr, .3mf
Маса, кг	0,94

Для перевірки якості сканування було вибрано найбільшу особливість деталі – отвір для встановлення валу із циліндричною бобишкою (рис. 8). Геометричні примітиви (циліндричні поверхні) побудовано, як і у випадку розглянутих вище деталей, шляхом побудови перерізів і середньоквадратичного наближення профілів перерізів до сітки моделі.

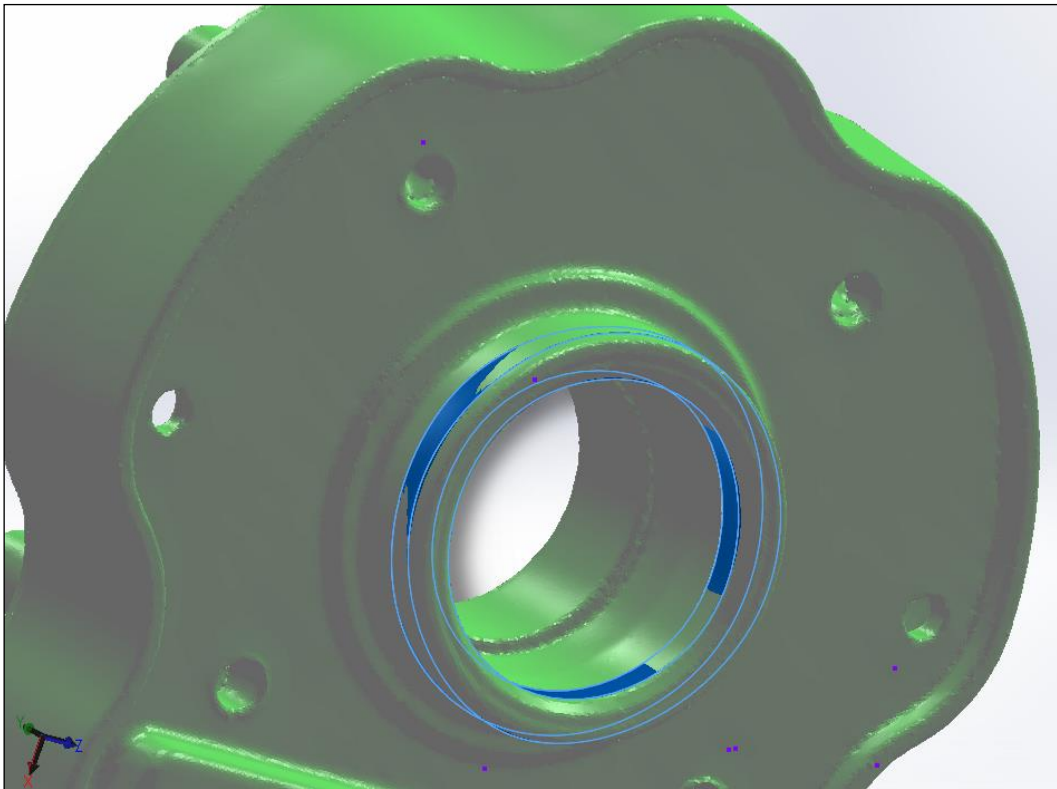


Рис. 8. Місце під установку валу на деталі складної форми (зелений колір) і наближення форми деталі (синій колір)

Результати перевірки якості сканування фрагменту цієї деталі сканером HandySCAN3D Black наведено на рис. 9 та рис. 10.

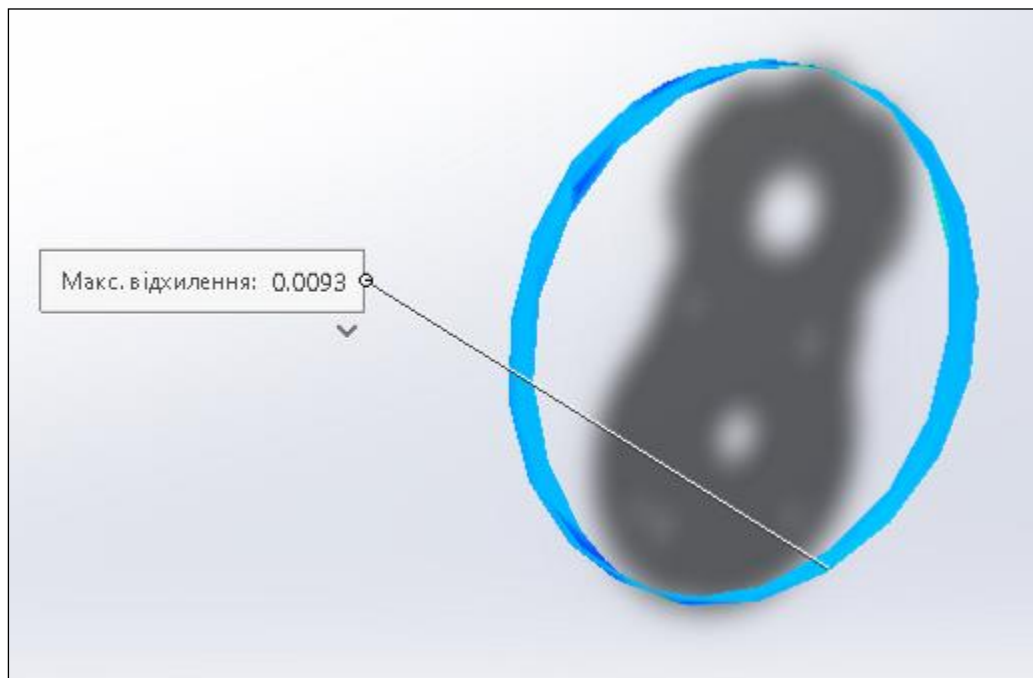


Рис. 9. Відхилення сканованої деталі від поверхні зовнішнього циліндра

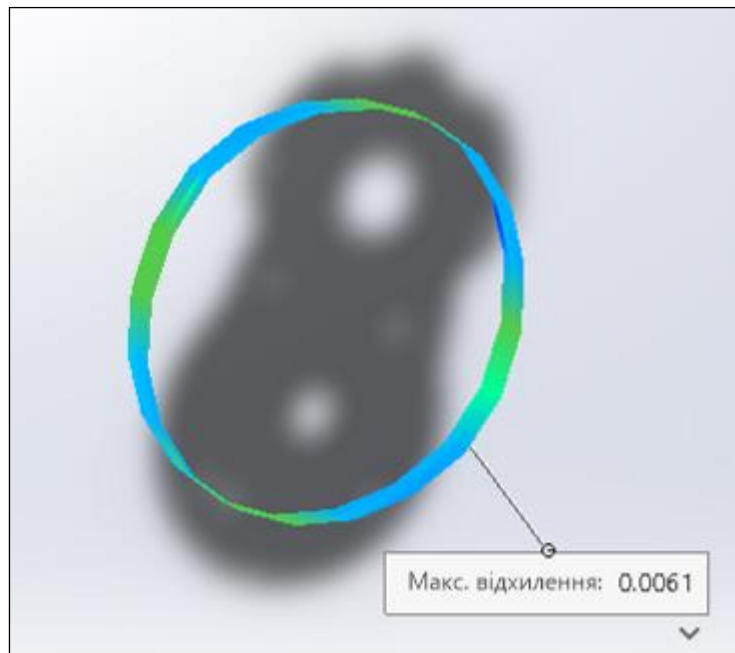


Рис. 10. Відхилення сканованої деталі від поверхні внутрішнього циліндра

В обох випадках, максимальне відхилення форми моделі від апроксимуючого примітиву не більше 20 мкм (9,3 і 6,1 мкм відповідно), що свідчить про більш набагато вищу точність вимірювання сканером Creaform HandySCAN3D Black координат точок деталі. Це може бути пов'язано із застосуванням іншого принципу сканування (лазерна сітка замість фотограмметрії). Таким чином, якість сканування суттєво залежить не лише від кваліфікації залученого персоналу, а й від типу застосованого сканера.

Однак, слід зазначити, що вимірювання малих отворів у деталі, скруглень і фасок навіть таким сканером все одно буде досить грубим, якщо звернути увагу на профіль скруглень і стінки малих отворів на рис. 7 вище. Тому, висновок щодо складності сканування таких особливостей деталей залишається не спростованим.

Висновки та перспективи досліджень. Із проведеного аналізу видно, що відхилення точок сітки сканованої деталі від апроксимуючих примітивів суттєво залежить від форми деталі. Найкраще (із мінімальними відхиленнями) скануються деталі простої форми; сканування отворів, зубів шестерень, різьб та подібних особливостей потребує певних навичок від залученого персоналу та додаткової обробки відповідними програмами. Якість сканування суттєво залежить також від типу застосованого сканера. Однак, отримані результати підтверджують, що за умови застосування якісного і точного сканера, застосування сканування для оцінки якості деталей на практиці можливе.

Слід зазначити, що обробка сканованих даних потребує застосування комп'ютерів із потужною відеокартою, процесором і значним обсягом оперативної пам'яті (див. табл. 1 та табл. 2). Крім того, значних зусиль

може потребувати обробка моделі: сканування деталей (залежно від складності форми деталі) може тривати до десятків хвилин, а обробка – години. Також потребує автоматизації процес контролю якості деталей.

Подальші дослідження авторів будуть присвячені практичному застосуванню тривимірного сканування для контролю якості деталей та автоматизації цього процесу.

Література

1. Mohd Javaid, Abid Haleem, Ravi Pratap Singh, Rajiv Suman. Industrial perspectives of 3D scanning: Features, roles and it's analytical applications. *Sensors International*. 2021. Vol. 2, 100114, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sintl.2021.100114>.
2. Hawryluk Marek, Ziemia Jacek, Dworzak Łukasz. Development of a Method for Tool Wear Analysis Using 3D Scanning. *Metrology and Measurement Systems*. 2017. Vol. 24, no.4. pp. 739-757. DOI: <https://doi.org/10.1515/mms-2017-0054>.
3. Verykokou S, Ioannidis C. An Overview on Image-Based and Scanner-Based 3D Modeling Technologies. *Sensors (Basel)*. 2023. Vol.23, No 2. p.596. DOI: <https://doi.org/10.3390/s23020596>.
4. Hui Du, Xiaobo Chen, Juntong Xi, Chengyi Yu, Zhao Bao. (2017). Development and Verification of a Novel Robot-Integrated Fringe Projection 3D Scanning System for Large-Scale Metrology. *Sensors*. 17. 2886. DOI: <https://doi.org/10.3390/s17122886>.
5. Robin H. Helle, Hirpa G. Lemu, A case study on use of 3D scanning for reverse engineering and quality control. *Materials Today: Proceedings*. 2021, Vol.45, Part 6. pp. 5255-5262. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.828>.
6. Romanengo Chiara, Raffo Andrea, Biasotti Silvia, Falcidieno Bianca. Recognizing geometric primitives in 3D point clouds of mechanical CAD objects. *Computer-Aided Design*. 2023. Vol. 157, 103479. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cad.2023.103479>
7. Rękas, A.; Kaczmarek, T.; Wieczorowski, M.; Gapiński, B.; Jakubowicz, M.; Grochalski, K.; Kucharski, D.; Marciniak-Podsadna, L. Analysis of Tool Geometry for the Stamping Process of Large-Size Car Body Components Using a 3D Optical Measurement System. *Materials*. 2021. Vol. 14, 7608. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma14247608>.
8. Ameen W., Al-Ahmari A.M., Hammad Mian S. Evaluation of Handheld Scanners for Automotive Applications. *Applied Sciences*. 2018. Vol.8, No. 2. 217. DOI: <https://doi.org/10.3390/app8020217>
9. Gonçalves, L. S., Campilho, R. D. S. G., Prakash, C. Development of Quality Assurance System in the Automotive Industry. In *10th Manufacturing Engineering Society International Conference (MESIC 2023)*. 10th Manufacturing Engineering Society International Conference. Trans Tech Publications Ltd. 2023. DOI: <https://doi.org/10.4028/p-rci2na>

10. Rachel Hughes, Muhamad Arfauz A. Rahman, Chengsi Lin, Paul G. Maropoulos, Effendi Mohamad, Mohd Rizal Salleh, Azrul Azwan Abdul Rahman, Implementation of a 3D scanning system for quality inspection in manufacturing. *Proceedings of International Conference on Design and Concurrent Engineering & Manufacturing Systems Conference*. 2023. Vol. 2023. DOI: https://doi.org/10.1299/jsmeidecon.2023.0_10
11. Ziout A., Abu Qudeiri J., Murad M., Khader R., Alwahedi F., Khaleel M., Khaleel A. Exploring Photogrammetry/3D scanning technology for Quality Control Process in an Aerospace Manufacturing company. In *13th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.46254/AN13.20230605>.
12. Gear by Artec 3D. URL: <https://www.artec3d.com/3d-models/gear>
13. Steering Joint by Artec 3D. URL: <https://www.artec3d.com/3d-models/steering-joint>
14. Artec 3D Space Spider Industrial Metrology-grade 3D Scanner. URL: <https://cdn.artec3d.com/content-hub-files/artec.s.spider-b-a.8-web-en-nop.pdf>
15. Адаменко Ю.І., Герасимчук О.М., Майданюк С.В., Мініцька Н.В., Пасічник В.А., Плівак О.А. Допуски, посадки та технічні вимірювання. Практикум. Частина 1. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016, 164 с.
16. 3D Scanning CAD Output Options - with Download Samples. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=91J9pXm6ajU>
17. Download the sample files shown in the video [16]. URL: <https://spaces.hightail.com/receive/iLDKrE4un3>
18. HandySCAN3D Black Series. The truly portable metrology-grade 3d scanners. URL: https://www.creaform3d.com/sites/default/files/assets/brochures/files/handyscan_3d_black_series_brochure_en_hq_20210820.pdf

References

1. Mohd Javaid, Abid Haleem, Ravi Pratap Singh, Rajiv Suman. Industrial perspectives of 3D scanning: Features, roles and it's analytical applications. *Sensors International*. 2021. Vol. 2, 100114, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sintl.2021.100114>.
2. Hawryluk Marek, Ziembra Jacek, Dworzak Łukasz. Development of a Method for Tool Wear Analysis Using 3D Scanning. *Metrology and Measurement Systems*. 2017. Vol. 24, no.4. pp. 739-757. DOI: <https://doi.org/10.1515/mms-2017-0054>.
3. Verykokou S, Ioannidis C. An Overview on Image-Based and Scanner-Based 3D Modeling Technologies. *Sensors (Basel)*. 2023. Vol.23, No 2. p.596. DOI: <https://doi.org/10.3390/s23020596>.
4. Hui Du, Xiaobo Chen, Juntong Xi, Chengyi Yu, Zhao Bao. (2017). Development and Verification of a Novel Robot-Integrated Fringe Projection

- 3D Scanning System for Large-Scale Metrology. *Sensors*. 17. 2886. DOI: <https://doi.org/10.3390/s17122886>.
5. Robin H. Helle, Hirpa G. Lemu, A case study on use of 3D scanning for reverse engineering and quality control. *Materials Today: Proceedings*. 2021, Vol.45, Part 6. pp. 5255-5262. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.828>.
 6. Romanengo Chiara, Raffo Andrea, Biasotti Silvia, Falcidieno Bianca. Recognizing geometric primitives in 3D point clouds of mechanical CAD objects. *Computer-Aided Design*. 2023. Vol. 157, 103479. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cad.2023.103479>
 7. Rękas, A.; Kaczmarek, T.; Wieczorowski, M.; Gapiński, B.; Jakubowicz, M.; Grochalski, K.; Kucharski, D.; Marciniak-Podsadna, L. Analysis of Tool Geometry for the Stamping Process of Large-Size Car Body Components Using a 3D Optical Measurement System. *Materials*. 2021. Vol. 14, 7608. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma14247608>.
 8. Ameen W., Al-Ahmari A.M., Hammad Mian S. Evaluation of Handheld Scanners for Automotive Applications. *Applied Sciences*. 2018. Vol.8, No. 2. 217. DOI: <https://doi.org/10.3390/app8020217>
 9. Gonçalves, L. S., Campilho, R. D. S. G., Prakash, C. Development of Quality Assurance System in the Automotive Industry. In *10th Manufacturing Engineering Society International Conference (MESIC 2023)*. 10th Manufacturing Engineering Society International Conference. Trans Tech Publications Ltd. 2023. DOI: <https://doi.org/10.4028/p-rci2na>
 10. Rachel Hughes, Muhamad Arfauz A. Rahman, Chengsi Lin, Paul G. Maropoulos, Effendi Mohamad, Mohd Rizal Salleh, Azrul Azwan Abdul Rahman, Implementation of a 3D scanning system for quality inspection in manufacturing. *Proceedings of International Conference on Design and Concurrent Engineering & Manufacturing Systems Conference*. 2023. Vol. 2023. DOI: https://doi.org/10.1299/jsmeidecon.2023.0_10
 11. Ziout A., Abu Qudeiri J., Murad M., Khader R., Alwahedi F., Khaleel M., Khaleel A. Exploring Photogrammetry/3D scanning technology for Quality Control Process in an Aerospace Manufacturing company. In *13th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.46254/AN13.20230605>.
 12. Gear by Artec 3D. URL: <https://www.artec3d.com/3d-models/gear>
 13. Steering Joint by Artec 3D. URL: <https://www.artec3d.com/3d-models/steering-joint>
 14. Artec 3D Space Spider Industrial Metrology-grade 3D Scanner. URL: <https://cdn.artec3d.com/content-hub-files/artec.s.spider-b-a.8-web-en-nop.pdf>
 15. Adamenko Yu.I., Herasymchuk O.M., Maidaniuk S.V., Minitska N.V., Pasichnyk V.A., Plivak O.A. Dopusky, posadky ta tekhnichni vymiriuvannia. Praktykum. Chastyna 1. *Ivano-Frankivsk: Symfoniia forte*, 2016, 164 p. {in Ukrainian}
 16. 3D Scanning CAD Output Options - with Download Samples URL: <https://www.youtube.com/watch?v=91J9pXm6ajU>

17. Download the sample files shown in the video [16]. URL: <https://spaces.hightail.com/receive/iLDKrE4un3>

18. HandySCAN3D Black Series. The truly portable metrology-grade 3d scanners. URL:

https://www.creaform3d.com/sites/default/files/assets/brochures/files/handyscan_3d_black_series_brochure_en_hq_20210820.pdf

Ph.D in Engineering, Associate Professor **Sergiy Ivanov**,
ivanov.sergiy@lil.kpi.ua, ORCID: 0000-0002-9481-0551

Ph.D in Engineering **Pavlo Oliinyk**,
poleinik@ukr.net, ORCID: 0000-0003-3001-2451

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

APPLICATION OF 3D SCANNING TO QUALITY CONTROL OF MACHINE PARTS

Three-dimensional scanning is a relatively new technology that allows one to obtain a digital three-dimensional model of an object with the help of an electronic device and computer technology. Three-dimensional scanning is used in many fields: architecture, mechanical engineering, aviation, medicine, culture and art, education. The use of three-dimensional scanning for part quality control allows one to significantly reduce the required volume of measurements, since main geometric parameters of the part (linear and angular dimensions) and even deviations of the shape and location can be determined from the data of three-dimensional modeling without the use of complex and time-consuming measurement methods.

This article is devoted to the evaluation of the quality of 3D scanning of machine parts and the possibility of using of their models, created by 3D scanning, in the quality control of parts. The conducted analysis shows that the deviation of the grid points of the scanned part from the approximating primitives significantly depends on the shape of the part. Details of a simple form are scanned with the best results (with minimal deviations); scanning holes, gear teeth, threads and similar features requires the skills of the personnel involved and additional processing. The quality of scanning also depends significantly on the type of scanner used. However, the given results confirm that, provided a high-quality and accurate scanner is used, practical use of 3D scanning for the quality control of parts is possible.

Keywords: 3D scanning, geometrical modeling; machine parts; quality control; measurement precision.