

PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ SKANERA OPTYCZNEGO ATOS II FIRMY GOM W OCENIE ZUŻYCIA I JAKOŚCI WYKONANIA ELEMENTÓW W BUDOWIE MASZYN

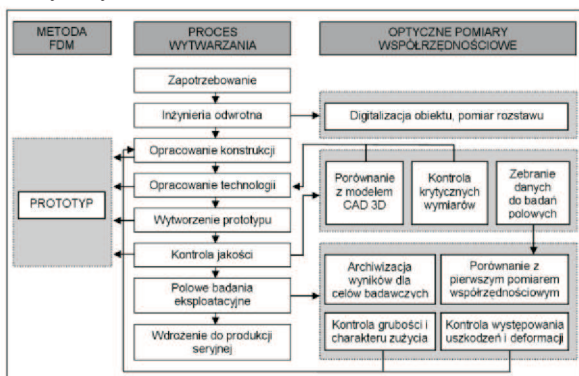
Streszczenie

W artykule przedstawiono przykłady zastosowania optycznej współrzędnościowej maszyny pomiarowej-skanera 3D ATOS II w dziedzinie budowy i eksploatacji części maszyn. Zaprezentowano możliwości badawcze współczesnych skanerów 3D i przykłady zastosowań w inżynierii odwrotnej.

Słowa kluczowe: części maszyn, jakość, eksploatacja, zużycie, skaner optyczny, badania

Wprowadzenie

Współrzędnościowa technika pomiarowa staje się obecnie coraz bardziej powszechnym narzędziem w pracy zarówno konstruktorów, jak i technologów. Coraz więcej osób może pozwolić sobie na zakup tego typu urządzeń, wykorzystując je na różnych etapach procesu wytwarzania nowego wyrobu. Szczególnie interesujące jest wykorzystanie optycznych pomiarów współrzędnościowych w aspekcie inżynierii odwrotnej, kontroli jakości oraz oceny stopnia zużycia elementów, np. pracujących w glebie. Przykładowe zastosowanie optycznych pomiarów współrzędnościowych w procesie wytwarzania przedstawiono na schemacie (rys. 1). W Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych w Poznaniu wykorzystywany jest skaner 3D ATOS II firmy GOM uzupełniony o system fotogrametryczny TRITOP.



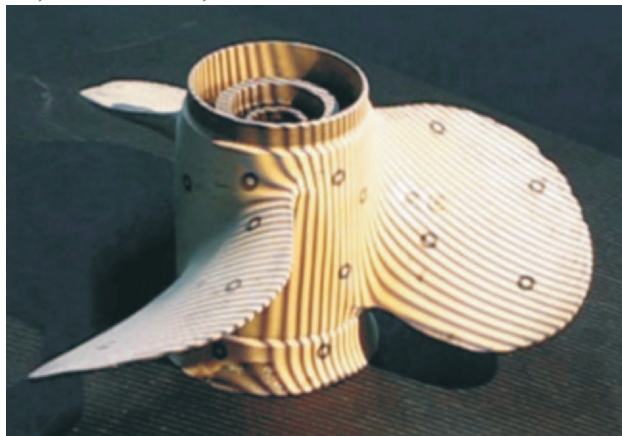
Rys. 1. Schemat wykorzystania urządzeń, w tym do optycznych pomiarów współrzędnościowych w procesie projektowania i wytwarzania nowego wyrobu

Fig. 1. Diagram of the use of equipment, including optical CMM in the design and manufacture of a new product

Skanywanie 3D

Skanywanie przestrzenne polega na rzutowaniu sekwencji prążków na obiekt ustawiony w polu pomiarowym skanera. Dwie kamery ustawione pod odpowiednim kątem, rejestrują położenie tych prążków (rys. 2). Pomiar zapisywany jest w postaci punktów w przestrzeni, opisanych współrzędnymi XYZ (tzw. chmury punktów) i prezentowany graficznie na monitorze komputera. Liczba skanów zależna jest od stopnia skomplikowania detalu i może zawierać od kilku do kilkudziesięciu milionów punktów.

Zmiana rozmiaru skanowanej przestrzeni odbywa się przez wymianę obiektywów w głowicy skanującej. W zależności od rozmiaru i złożoności skanowanego obiektu, możliwe jest zastosowanie jednego z trzech pól pomiarowych: 175 x 175 mm², 350 x 350 mm², 500 x 500 mm².



Rys. 2. Śruba napędowa podczas sekwencji rzutowania prążków (skanowania 3D)

Fig. 2. Propeller during sequence of stripes projection (3D scanning)

Aby zapewnić wysoką dokładność przy skanowaniu dużych obiektów oraz zniwelować błąd wynikający z nakładania się na siebie kolejnych pomiarów, skanowanie wspomagane jest poprzez fotogrametryczny system TRITOP. W zadaniach tego typu punkty referencyjne, umieszczone na obiekcie, są mierzone globalnie za pomocą serii zdjęć. Następnie lokalnie skanuje się całą dostępną powierzchnię. Dzięki temu możliwe jest uzyskanie precyzyjnych pomiarów obiektów o rozmiarze dochodzącym do 15 m.

Miejsca niedostępne (niewidoczne) dla skanera mierzy się za pomocą specjalnych adapterów stykowych. Dzięki temu unikalnemu rozwiązaniu możliwy jest precyzyjny pomiar np. głębokich otworów. Skaner wyposażony w adaptery stykowe posiada taką samą funkcjonalność jak ramiona pomiarowe oraz stykowe współrzędnościowych maszyn pomiarowych.

W procesie poligonizacji chmura punktów przekształcana jest we właściwe powierzchnie. Poszczególne zmierzone punkty łączone są ze sobą w siatkę trójkątów. Format STL (*Stereolithography*) jest to standardowy format wymiany danych CAD, 3D w dziedzinach przemysłu związanych m.in. z szybkim prototypowaniem wyrobów (rys. 3).

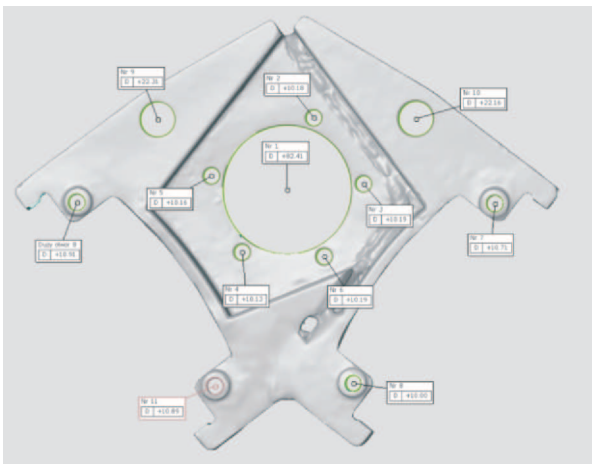


Rys. 3. Model 3D śruby napędowej jako rezultat poligonizacji chmury punktów otrzymanej w wyniku skanowania 3D skanerem ATOS II

Fig. 3. 3D model of the propeller as a result of point clouds polygonization obtained by ATOS II 3D scanning

Pomiary wielkości geometrycznych

Oprogramowanie skanera pozwala na szybką i precyzyjną kontrolę wymiarów skanowanego detalu. Możliwa jest zaawansowana kontrola wg standardów i zasad wymiarowania oraz tolerowania geometrycznego (GD&T).



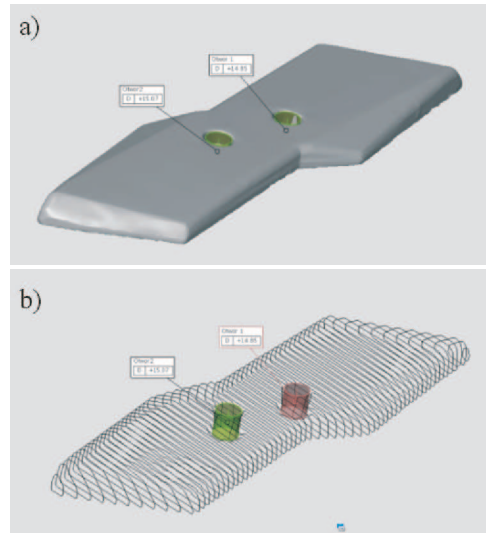
Rys. 4. Pomiar otworów elementu układu hamulcowego na użytek dalszych prac konstrukcyjnych

Fig. 4. Holes measurement of the braking system element for use in further construction work

Wykorzystywana technika pomiarowa bazuje na punktach pomiarowych, na których wyznaczane są geometryczne figury, składające się na elementy maszyny. Przykładowo, aby wyznaczyć średnicę otworu, należy wskazać cztery punkty zlokalizowane na powierzchni opisującej ten otwór. Następnie, na wyznaczonych punktach aproksymowany jest okrąg, co pozwala na wyznaczenie jego średnicy oraz wyznaczenie współrzędnych jego środka (rys. 4). Podobnie postępuje się z innymi pomiarami [1].

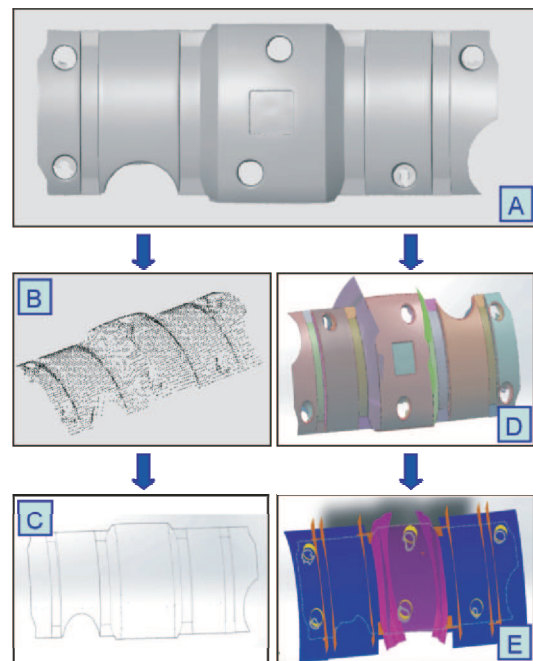
Inżynieria odwrotna

Parametryzacja modelu CAD wiąże się z nadaniem relacji między poszczególnymi cechami geometrycznymi skanowanego obiektu. Zadanie to przeprowadza doświadczony konstruktor w porozumieniu ze zleceniodawcą. Na tym etapie rozpoznawane są m.in. wszystkie znormalizowane elementy konstrukcji, a model z siatki trójkątów (STL) zostaje przekształcony w pełni funkcjonalny model bryłowy (rys. 5).



Rys. 5. Nakładka lemiesza: a) skan 3D, b) geometria CAD 3D gotowa do eksportu do oprogramowania inżynierskiego CAD 3D

Fig. 5. Cover of the share, where: a) 3D scan, b) the 3D CAD geometry ready to export to engineering software

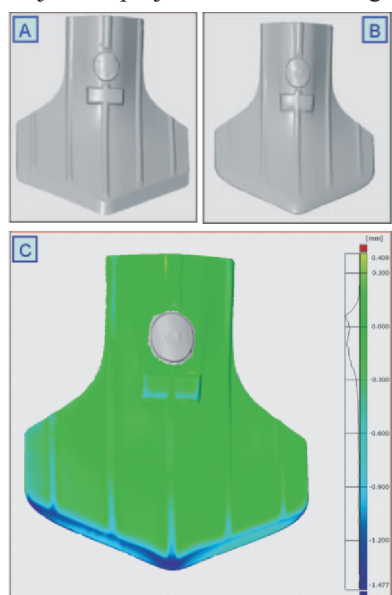


Rys. 6. Pokrywa silnika spalinowego: a) skan 3D, b) geometria CAD 3D w postaci zbioru przekrojów, c) szkic 3D wykonany na bazie zbioru przekrojów, d) proces automatycznego rozpoznawania powierzchni na podstawie chmury punktów (ScanTo3D - SolidWorks), e) zbiór przecinających się powierzchni parametrycznych opisujących geometrię elementu

Fig. 6. Engine cover: a) 3D scan, b) 3D CAD geometry as a set of cross-sections, c) 3D sketch made on the basis of a set of sections, d) the automatic recognition on the basis of the surface of the point cloud (ScanTo3D - SolidWorks), e) the set of intersecting parametric surfaces describing the geometry of the component

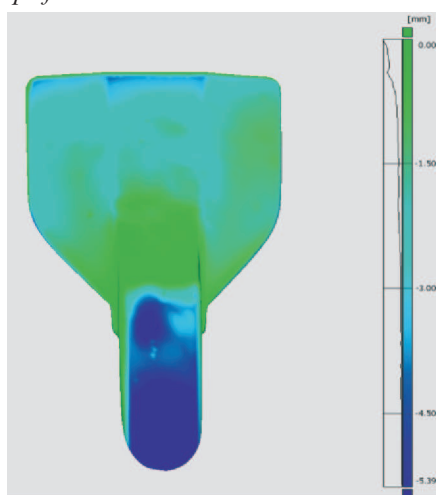
Proces ten może się odbywać w różny sposób, np. wykorzystując oprogramowanie skanera możliwe jest przygotowanie zbioru przekrojów, na bazie którego zostanie wykonany szkic 3D w programie np. SolidWorks (rys. 6a, b, c). Inną drogą jest eksport siatki trójkątów do zewnętrznego, specjalnego oprogramowania CAD 3D, np. dodatku ScanTo3D do oprogramowania SolidWorks i wykorzystanie narzędzi pozwalających

na automatyczne rozpoznawanie powierzchni na podstawie chmury punktów (rys. 6 a, d, e). Efekt tych prac może być pomocny do dalszych obliczeń wytrzymałościowych, modyfikacji konstrukcji lub zaprojektowania technologii wykonania.



Rys. 7. a) Model referencyjny gęsiostopki odlewanej otrzymany w wyniku skanowania 3D, b) Model 3D zużytej gęsiostopki odlewanej po badaniach polowych, c) Wizualizacja procesu zużycia gęsiostopki odlewanej za pomocą kolorystycznej mapy odchyłek

Fig. 7. a) Reference model of the cast cultivator point obtained by 3D scanning, b) 3D model of the used cultivator point cast after the field studies, c) Visualization of cultivator point wear by color map of deviations



Rys. 8. Wizualizacja procesu zużycia redlicy głębosza za pomocą kolorystycznej mapy odchyłek

Fig. 8. Visualization of subsoiler coulter wear with color deviation maps

Pomiar zużycia

Technika skanowania 3D jest również nowoczesnym narzędziem służącym do pomiaru zużycia części maszyn. Skaner ATOS II można z powodzeniem zastosować do pomiaru zużycia części maszyn pracujących w glebie. Tego typu badanie zużycia dzieli się na trzy etapy:

1. Pozyskanie modelu referencyjnego CAD 3D, możliwe przez pomiar skanerem obiektu przed jego badaniem eksploatacyjnym lub przez wykorzystanie istniejącej dokumentacji CAD 3D. Należy wtedy wziąć pod uwagę istniejące rozbieżności pomiędzy dokumentacją a modelem idealnym, wynikające z technologii jego wykonania (rys. 7a).
2. Pomiar elementu skanerem 3D wykonywany po badaniach eksploatacyjnych (rys. 8b).
3. Zestawienie modelu CAD 3D zużytego elementu z modelem referencyjnym oraz analizę wyników zużycia np. przez wizualizację za pomocą kolorystycznej mapy odchyłek (rys. 7c i 8).

Uzyskane za pomocą współrzędnościowej techniki pomiarowej informacje są znacznym uzupełnieniem powszechnie stosowanej metody wagowej oraz pozwalają w pełni zastąpić metody obrysów. Technika skanowania 3D oraz oprogramowanie metrologiczne firmy GOM pozwalają na zidentyfikowanie w przestrzeni wirtualnej miejsc najbardziej narażonych na zużycie podczas pracy w glebie, np. poprzez kolorystyczną mapę odchyłek kształtu elementu zużytego w odniesieniu do elementu bazowego.

Podsumowanie

Optyczna współrzędnościowa maszyna pomiarowa ATOS II firmy GOM, Niemcy jest wszechstronnym narzędziem wspomagającym prace projektowe. Stosowanie skanera 3D znacznie przyspiesza prace związane z modelowaniem 3D skomplikowanych powierzchni. Wskazane jest wykorzystywanie jej w ocenie procesów tribologicznych zachodzących podczas pracy m.in. części maszyn pracujących w glebie. Cała kompletna geometria skanowanego detalu jest zarchiwizowana i można ją analizować w różnych aspektach konstrukcyjno-technologicznych bez konieczności posiadania detalu.

Bibliografia

- [1] Augustyniak M., Barczewski M., Andrzejewski J.: Wykorzystanie optycznych narzędzi współrzędnościowej techniki pomiarowej w badaniach deformacji występujących w przetwórstwie tworzyw polimerowych. Postępy Nauki Techniki, 2012, nr 6.
- [2] Ratajczyk E.: Współrzędnościowa technika pomiarowa. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1994, s. 7.

Prace wykonywano między innymi w ramach projektów nr 03000906 oraz programu EUREKA E!4102 MEDWIAL dofinansowanych przez NCBiR.

EXAMPLES OF APPLICATION OF GOM'S OPTICAL SCANNER ATOS II IN ASSESSMENT OF WEAR AND QUALITY OF EXECUTION OF THE ELEMENTS OF CONSTRUCTED MACHINES

Summary

The paper presents examples of the use of optical CMM 3D scanner ATOS-II in the construction and operation of the machines. Research capabilities of modern 3D scanners and examples of applications in reverse engineering were presented.

Key words: machine parts, quality, operating, wear, optical scanner, research