

FRI-2G.204-1-ID-08

A TECHNOLOGY FOR DIGITIZING, REDESIGNING AND MODELING EXISTING FREEFORMS BY DISCOVERING THEIR “IDEAL” SHAPE⁴¹

Assist. Prof. Kamen Uzunov, PhD
Department of Industrial Design,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Tel.: +373 22 319129
E-mail: kamenuzunov@uni-ruse.bg

Abstract: *In the production of products in the prototyping stage, part forms are created using 3D programs, by CNC machine cutting and subsequent manual refinement and modeling. The tooling equipment for making the forms can be made of fiberglass, which allows them to be quickly made, but does not allow mass production. In the process of working on the prototype and its assembly, inconsistencies and problems are discovered, which can be solved using manual modeling and changing the original shape or equipment.*

The modeling technology used accelerates the prototyping process, but leads in most cases to discrepancies of more than 30% compared to the initially developed 3D models, and the need to move to mass production and tooling production from durable materials leads to the required development of digitizing technology, determining the "ideal" shape and 3D modeling.

Keywords: *3D modeling, Design, Ergonomics, Prototyping, Space design.*

ВЪВЕДЕНИЕ

При производство на продукти в етап на прототипиране се моделират форми на детайли с помощта на 3D програми, изработват се чрез изрязване на CNC машини и последващо ръчно прецизиране и моделиране. Инструменталната екипировката за изработване на формите може да бъде произведена от стъклопласт, която позволява бързо ѝ изработване, но не позволява серийно производство. В процеса на работа по прототипа и сглобяването му се откриват несъответствия и проблеми, които могат да бъдат решени с помощта на ръчно моделиране и промяна на първоначалната форма или екипировка.

Използваната техника за моделиране ускорява процеса за изработване на прототипа, но води в повечето случаи до несъответствия между първоначалния дигитален 3D модел и реалния продукт с повече от 30%, а необходимостта да се премине към серийно производство и изработване на инструментална екипировка от трайни (твърди) материали води до изисква разработване на технология за дигитализиране, определяне на „идеалната“ форма и ново 3D моделиране.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Обратното инженерство (реинженеринг) по същество е процес на възстановяване на обект, машина или отделен компонент. Най-често се използва, когато данните (чертежи или 3D модели), използвани за производството на компонент, са загубени, унищожени, неточни или когато тези компоненти вече не се произвеждат. Целта на обратното инженерство е точното пресъздаване на необходимия дестайл, обикновено в CAD формат. Предимството на възпроизвеждането му чрез 3D сканиране и след това обработката на сканираните данни в софтуер за проектиране и оптимизация прави възможно не само възпроизвеждането на такъв компонент, но и неговото подобряване и укрепване.

По време на производство някоя важна част или детайл от технологичната линия може да се повреди. В подобна ситуация спира производството, поръчва се резервната част, ако не

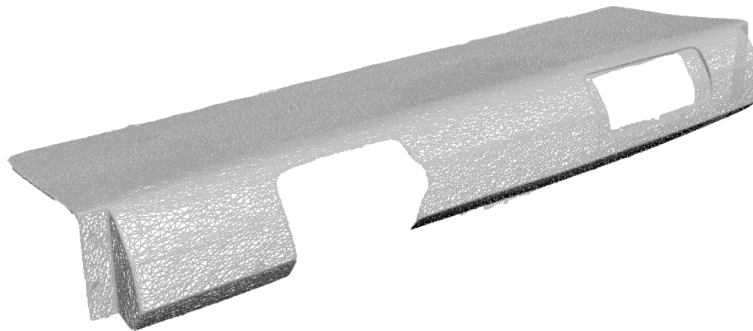
⁴¹ Докладът е представен на Научната сесия на Секция „Промислен дизайн“ на 27 октомври 2023 г. с оригинално заглавие на български език: ТЕХНОЛОГИЯ ЗА ДИГИТАЛИЗАЦИЯ, РЕДИЗАЙН И МОДЕЛИРАНЕ НА СЪЩЕСТВУВАЩИ СВОБОДНИ ФОРМИ ЧРЕЗ ОТКРИВАНЕ НА ТЯХНАТА „ИДЕАЛНА“ ФОРМА

се поддържа на склад, сроковете за изпълнение на поръчката по цялата верига се забавят и се налага да се чака. Има и друг вариант – да се възпроизведе нужната резервна част с помощта на дигитализиране и 3D принтер.



Фиг. 1. Проект на интериорна форма (разработена чрез 3D CAD програма)

Технологията за 3D сканирането става все по-популярна и достъпна в производството и научните изследвания поради доказаните си предимства при оптимизиране на производителността, намаляване и елиминирание на ненужни разходи и разработване на нови продукти и услуги.



Фиг. 2. Сканирана интериорна форма

Ако се вземе за пример автомобилната индустрия. Възниква необходимост да се провери дали разработката на ново окачване ще влезе в конфликт със съществуващите компоненти и детайли на автомобила. Ако не съществува компютърен модел то детайлите се сканират, създава се 3D форма, оптимизира се с помощта на принципи на реинженеринг и се тества в програма за симулация, за да се провери хипотеза и да се получи одобрение за изработване. Оптимизацията би могла да се приложи и когато детайла ще се произвежда по нов начин – чрез технологията на дигиталното производство (CNC фрезование/струговане) или 3D принтиране. Това от своя страна позволява свобода в геометрията, която не е възможна при конвенционалното производство. Това спестява материал, намалява теглото, рационализира времето за производство и т.н.

Основни стъпки при разработване на технологията:

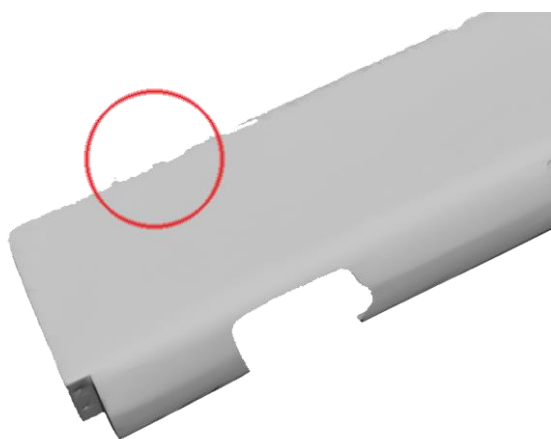
1. Дигитализация на съществуващи детайли на прототипа чрез 3D сканиране (Фиг. 2.);
2. Преобразуване на сканирания обект в цифров формат, подходящ за четене от 3D CAD програми;
3. Откриване на грешки във формата поради ръчен редизайн, грешки при сканиране и др. (Фиг. 3., Фиг. 4. и Фиг. 5.);
4. Определение за „идеална“ форма;
5. Окончателно 3D компютърно моделиране на нова форма (Фиг. 6.);
6. Разработване на инструментална екипировка.

Целта на разработката може да бъде постигната чрез разработване на процедури и технология за дигитализиране и 3D моделиране с помощта на CAD системи. Като „тънка“ част

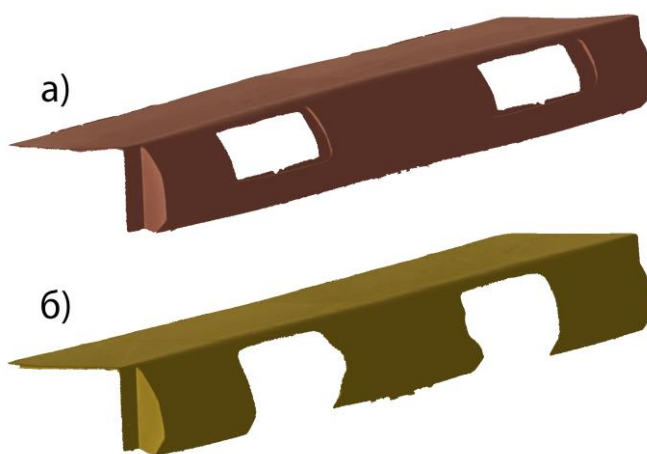
на технологията може да се разгледа процеса на реинженеринг на формите, защото възникват следните стъпки за допускане на грешки при оценка на „идеалната“ форма:

- В процеса на изрязване на формите от „мек“ материал на CNC машина повърхностите не могат да бъдат изработени без нужда от последващо ръчно отстраняване на дефекти, което води до грешки;
- При ръчно моделиране/преправяне съществуваща форма възниква голяма вероятност от грешки;
- При разработване на инструментална екипировка от стъклопласт, термичните процеси и проблеми с укрепването водят до грешки;
- Вследствие на термичните процеси възникващи при производството на формата може да доведе до несъответствие;
- При сканиране и компютърната обработка се допускат неточности, независимо от сериозния напредък на технологиите.

При отчитане съвкупността от грешки при всички стъпки и процеси може да се направи допускането, че компютъризираната формата след сканиране не е коректна – нарушена симетричност и неточности в размерите. За преодоляване на тези проблеми се планира разработването процес по откриване, оценка и анализ на грешките и вземане на решение за създаване на „идеалната“ форма, т.е. процеса на реинженеринг да се преведе на научна основа и да се формулира научно-технологична иновация. Създаването на процеса за отчитане съвкупността от грешки при сканиране и всички преходните процеси води намаляване на разходите. При създаването на инструментална екипировка с висока издръжливост (и висока себестойност) всяка допусната грешка води до сериозни загуби.



Фиг. 3. Грешки при сканиране – липса на повърхности и частични неточности



Фиг. 4. Разделяне на сканираната форма по надлъжна равнина и „изграждане“ на две нови форми.

- а) „Лява“ форма - получена от две „леви“ полуформи
- б) „Дясна“ форма - получена от две „десни“ полуформи

Откриване на разлики и грешки между сканираните детайли и първоначалните компютърни модели. Класифициране.

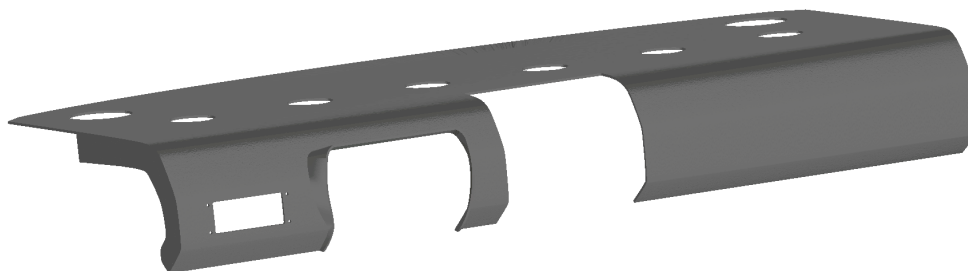
- Съпоставяне на първоначален, сканиран и “новоизграден симетричен” модел.
- Откриване разлики между формите (Фиг. 5) и грешки от изработка, ръчно моделиране и 3D сканиране.
- Класифициране и планиране дейности за тяхното поправяне.
- Анализ на грешките и синтез на решения варианти кандидати за решение.



Фиг. 5. Сравняване на различията между „лява“ и „дясна“ форма

Определяне на „идеалната форма“

Разделяне на сканираните детайли по всички възможни делителни повърхнини – надлъжни, напречни и хоризонтални. В зависимост от броя на използваните делителни равнини се получават симетрични елементи, които чрез симетрия могат да изградят нови „два“ или „четири“ симетрични обекти при сравнението им и с помощта на първоначалната компютърно генерирана форма се определя „идеалната форма“. При детайли които не могат да бъдат разделени и нямат равнини на симетрия, а имат симетричен панел се използва възможности за генериране на втори детайл чрез симетрия. Тогава се съпоставят например сканираната форма на ляв калник с детайла получен чрез симетрия на десен калник.



Фиг. 6. Разработване на нова форма с помощта на CAD програма

Дефиниране „идеалната“ форма за всеки един обработен детайл.

Компютърно моделиране на форми и детайли с помощта повърхностно моделиране на 3D CAD програма. Чрез импортиране на формите след анализ и синтез и сравнение с първоначалната 3D форма с помощта на повърхностно моделиране и използване на симетрия се изгражда нова форма.

3D моделиране и разработване на инструментална екипировка с помощта на CAD програми. Чрез прилагане на технологиите и принципите за проектиране на инструментална екипировка и използване на наличните инструменти в CAD програма за създаването ѝ. Разработени форми за изработване на инструменталната екипировка.

- Описание на технологията и процедурите за дигитализиране и реинженеринг.
- Описание, анализ и изводи по разработената технология.
- Описание на всички стъпки и процедури при приложение на разработваната технология.
- Анализ на ползите и на възможните проблеми при използване ѝ.
- Изводи по процеса на създаване на иновация.



Фиг. 7. Краен резултат след материално изработване (тапицирана форма)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Необходимостта от разработването на технологията не се изчерпва само в това да се открият грешките и да се намали броят на циклите при прототипиране, необходими между проектирането и серийното производство. Дигитализирането не само възстановява компютърната форма на обекта в конкретен етап от разработката му, но и съхраняват всички данни, свързани с обработката на предходни версии на обекта/продукта. Сравняването на данните за версията е бързо и лесно, когато дойде време за създаване на нова версия.

Новото в разработката е, че грешките се идентифицират, оценяват и анализират и се взема решение за създаване на „идеална“ форма.

Целеви групи на разработената технология са фирми и институции занимаващи се със сканиране, реинженеринг, 3D моделиране, прототипиране или производство. Очакваните резултати са свързани с улесняване процеса моделиране и изработване на форми и/или инструментална екипировка.

REFERENCES

- Binggeli, C. (2016) Building Systems for Interior Designers. Hoboken: John Wiley & Sons
- Donkov D., CAD/CAM systems in mechanical engineering, Part 2: Parametric modeling with Mechanical Desktop, University Publishing House "V. Aprilov", Gabrovo, 2001. (**Оригинално заглавие:** Донков Д., CAD/CAM системи в машиностроенето, Част 2: Параметрично моделиране с Mechanical Desktop”, Университетско издателство “В. Априлов”, Габрово, 2001)
- Doychinov, Y. (2012). Solving complex problems in the design of exhibition modules *Proceedings. Book 51, Seria 1.2* (**Оригинално заглавие:** Дойчинов, Й (2012). Решаване на комплексни проблеми при проектиране на експозиционни модули НАУЧНИ ТРУДОВЕ Том 51, Серия 1.2)
- Faerm, S. (2023) Introduction to Design Education. Theory, Research, and Practical Applications for Educators. London: Routledge. Taylor & Francis Group
- Hanington, B., B. Martin (2017) The Pocket Universal Methods of Design: 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions. Rockport Publishers
- Rahman H., K. Uzunov, S. Afazov (2023), A comparison of predicted distortion of a manifold fabricated by laser powder bed fusion using solid and shell element-based finite element models, Digital Manufacturing Technology by Universal Wiser Publisher Pte. Ltd, ISSN: 2810-9309
- Rusten G., G (Editor), J. Bryson (Editor (2010) Industrial Design, Competition and Globalization. Palgrave Macmillan
- Todorov, G., Kamberov, K., Pantaleev, T., Koprarev, N., Elastic rail clip design development, based on virtual prototyping, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 393(1),012120, 2018.
- Vajna, S., Ch. Weber, J. Schlingensiepen, D. Schlottmann, CAD/CAM fuer Ingenieure: Hardware, Software, Strategien, Braunschweig/Wiesbaden, Vieweg-Verlag, 1994. 351 с.