

Mirosław Wendeker, Konrad Pietrykowski, Paweł Magryta ¹⁾

PROJEKTOWANIE ADAPTERA WTRYSKIWACZY SILNIKA WANKLA PRZY UŻYCIU METODY RAPID PROTOTYPING

Streszczenie: W artykule przedstawiono proces wytwarzania adaptera wtryskiwaczy silnika Wankla. Zaprezentowano etap projektowania adaptera w systemie CAD (Catia v5) przy użyciu zaawansowanych technik komputerowego wspomagania projektowania. Przedstawiono proces wytwarzania adaptera techniką Rapid Prototyping przy użyciu drukarki 3D - ZPrinter 450 oraz zaprezentowano gotowy element wytworzony za pomocą obróbki CNC.

Słowa kluczowe: szybkie projektowanie, drukarka 3D, silnik Wankla, CAD.

WSTĘP

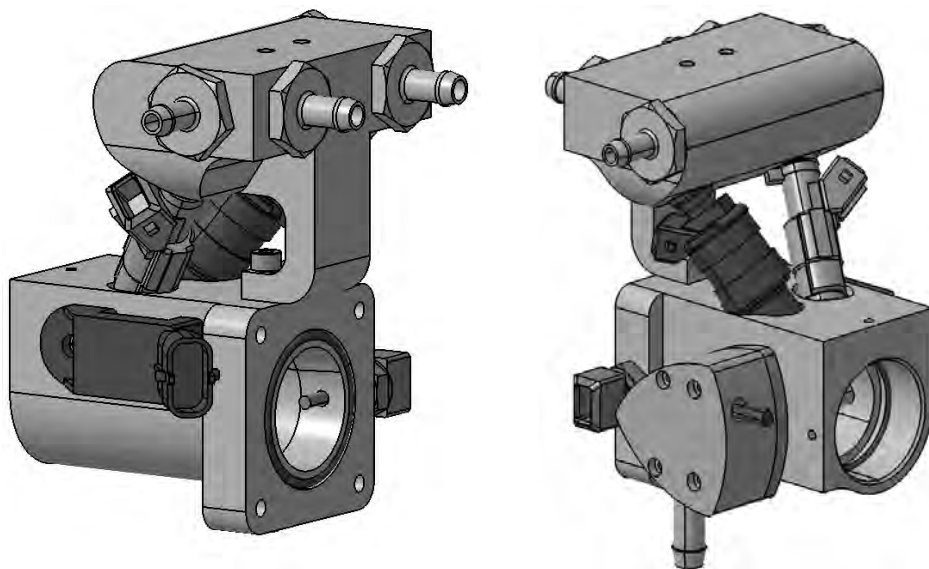
Metoda "rapid prototyping" jest używana w celu znacznego przyspieszenia procesu konstrukcji [1, 2]. Autorzy artykułu wykorzystali proces drukowania elementów trójwymiarowych do wykonania prototypowego adaptera wtryskiwaczy, dedykowanego do zasilania wodorem silnika Wankla (Aixro XR50). Drukowany element został otrzymany za pomocą drukarki ZPrinter 450, której działanie oparte jest na utwardzaniu kolejnych warstw materiału lepiszczem. Drukarka potocznie nosi nazwę "proszkowej", ponieważ materiałem wsadowym w tym urządzeniu jest biały proszek (ZP150) [3] dostarczany przez producenta [4].

MODEL GEOMETRYCZNY ADAPTERA WTRYSKIWACZY

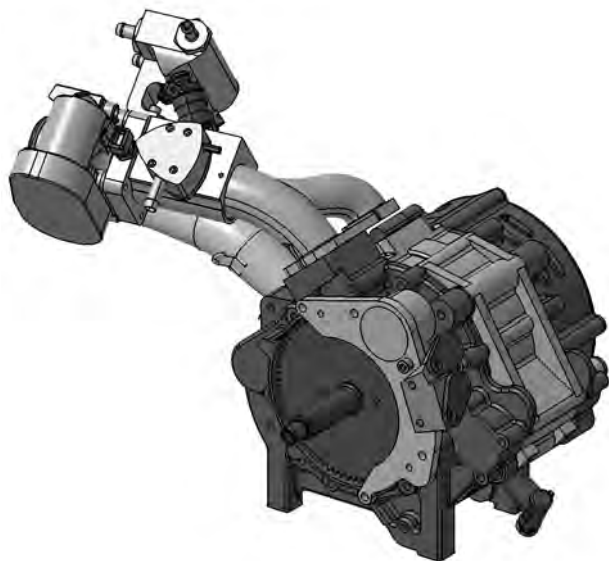
Model geometryczny został opracowany w programie Catia v5. Adapter wtryskiwaczy stanowił jedną z zamodelowanych części, drugą był moduł łączący przepustnicę z kanałem dolotowym silnika. Wykonanie drugiej części było poddyktowane koniecznością dopasowania i sprawdzenia połączenia pomiędzy adapterem, a modułem pośredniczącym. Oba elementy wykonano w module Part Design z wykorzystaniem podstawowych funkcji modelowania trójwymiarowego. Ponieważ oba elementy stanowiły jedynie prototyp, który posłużył do sprawdzenia dokładności spasowania z później zamontowanymi wtryskiwaczami, dlatego też w programie Catia v5 nie nanoszono kolorów na powierzchnie zewnętrzne modeli. Należy podkreślić, że istnieje możliwość nadania kolorów w oprogramowaniu służącym do obsługi drukarki 3D, ale nie poczyniono tego kroku. Dlatego

¹ Instytut Katedra Termodynamiki, Mechaniki Płynów i Napędów Lotniczych, Wydział Mechaniczny, Politechnika Lubelska.

też otrzymane elementy widoczne w dalszej części artykułu posiadają domyślny kolor biało-kremowy. W procesie projektowania adaptera zwrócono szczególną uwagę na dopasowanie powierzchni wewnętrznej otworów, w których miały być zamontowane wtryskiwacze, do powierzchni zewnętrznej tych wtryskiwaczy. W celu zapewnienia szczelności stykających się powierzchni zastosowano elastyczny element uszczelniający (O-ring), po jednym na każdy wtryskiwacz.



Rys. 1. Modele geometryczne adaptera wtryskiwaczy i elementów dodatkowych

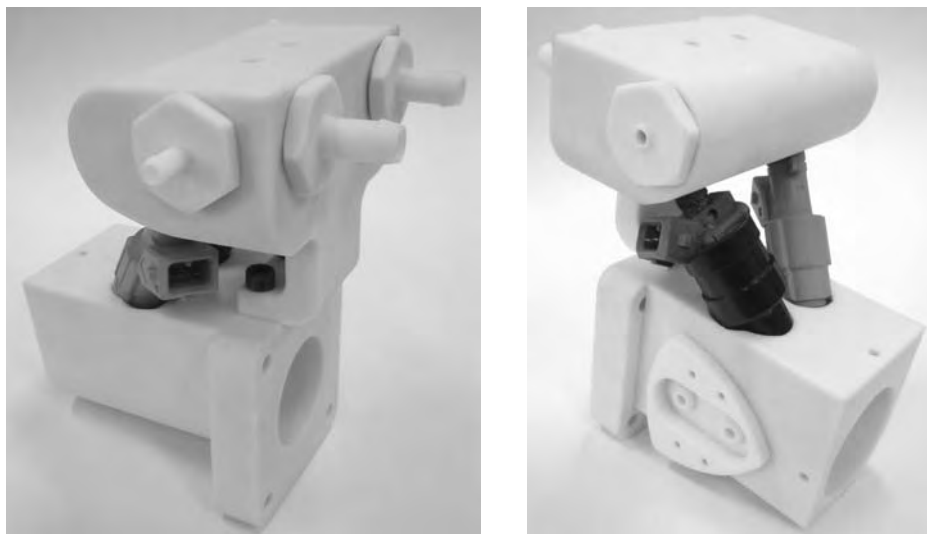


Rys. 2. Model geometryczny silnika Wankla wraz z układem dolotowym

W trakcie projektowania połączenia pomiędzy adapterem a modulem pośredniczącym zdecydowano się na wykorzystanie śrub imbusowych M4x20. Taki wybór został dokonany ze względu na niedostatek miejsca do zamontowania śrub z łbem sześciokątnym. W celu możliwości połączenia obu części za pomocą kluczy ampulowych, konieczne było wykonanie otworów przelotowych w górnej części adaptera wtryskiwaczy. Poprawność dopasowania została sprawdzona w przestrzeni trójwymiarowej w programie Catia v5 w module Assembly. Całość złożenia pokazuje rysunek nr 1. Natomiast na rysunku nr 2 widoczne jest umiejscowienie adaptera w kanale dolotowym silnika Wankla oraz cały silnik.

WYKONANIE PROTOTYPU TECHNIKĄ DRUKOWANIA 3D

Wcześniej zapisany model do postaci pliku .stl zaimportowano do programu Zprint 7.11 służącego do przygotowania przestrzeni roboczej drukarki 3D. Głównym celem tego etapu było odpowiednie umiejscowienie obu elementów w dostępnej przestrzeni roboczej. Oprogramowanie Zprint 7.11 pozwala na oszacowanie czasu drukowania oraz ustawienie dokładności drukowania (grubości warstw). W tabeli nr 1 przedstawiono wybrane parametry dotyczące drukowanego elementu.



Rys. 3. Wydrukowany adapter wtryskiwaczy z umiejscowionymi wtryskiwaczami

Po zakończeniu procesu drukowania maszyna rozpoczyna suszenie, które trwa około 1,5 godziny. Po tym możliwe jest wydobycie elementów z komory roboczej drukowania i przeniesienie do komory wstępnego oczyszczania modeli, gdzie następuje usunięcie pozostałego proszku. Po oczyszczeniu modelu koniecz-

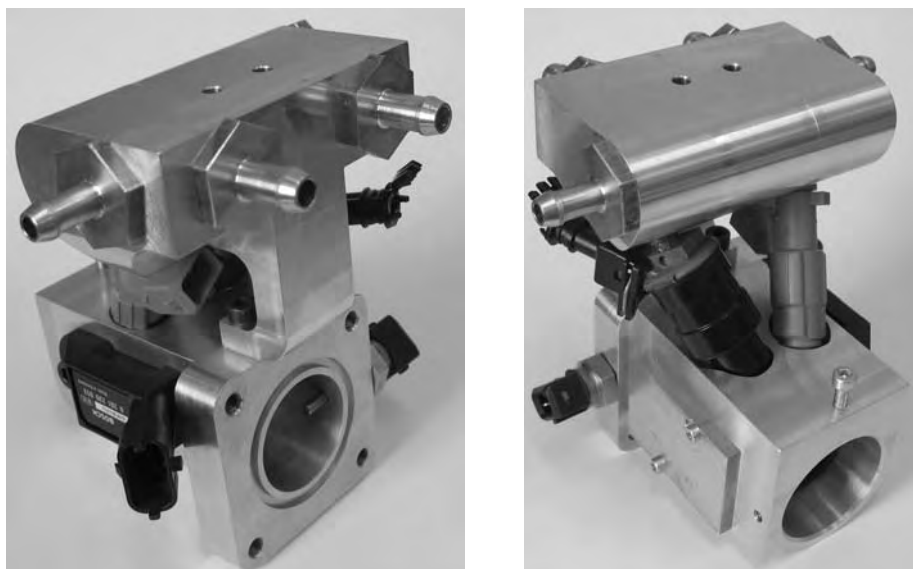
ne jest jego utwardzenie. Do tego procesu użyto żywicy epoksydowej EPOLAM 5015. Elementy po wydrukowaniu i utwardzeniu przedstawia rysunek nr 3.

Tabela 1. Dane parametrów drukowania

Lp.	Nazwa parametru	Wartość parametru
1.	Typ proszku	ZP150
2.	Wysokość wydruku	66,00 mm
3.	Grubość warstwy	0,0889 mm
4.	Liczba warstw	742
4.	Czas wydruku	4 godziny 9 minut
5.	Zużycie lepiszcza	96,6 ml
6.	Objętość modelu	307,13 cm ³
7.	Materiał do impregnacji	Żywica epoksydowa EPOLAM 5015
8.	Łączny koszt materiału	ok. 220 zł

WYKONANIE PROTOTYPU NA OBRABIARCE NUMERYCZNEJ

Po wcześniejszej weryfikacji poprawności wykonania adaptera pod względem dopasowania do stanowiska hamownianego silnika Wankla autorzy artykułu zlecieli firmie zewnętrznej wykonanie tej części z aluminium. Model geometryczny adaptera wyeksportowano do pliku o rozszerzeniu .stp, który następnie został wczytany do programu Unigraphics. Zamiana oprogramowania CAD była podyktowana koniecznością wygenerowania kodu maszyny numerycznej. Proces generowania kodu oraz obróbki skrawania został wykonany w całości przez firmę zewnętrzną. Rysunek nr 4 przedstawia końcowy efekt adaptera z zamontowanymi wtryskiwaczami i elementami dodatkowymi.



Rys. 4. Adapter wtryskiwaczy wykonany z aluminium z elementami dodatkowymi

WNIOSKI

Technika drukowania trójwymiarowego pozwala na bardzo szybkie sprawdzenie zaprojektowanej konstrukcji w przestrzeni rzeczywistej. Autorzy artykułu wykorzystali tę technikę do wykonania skomplikowanej części adaptera wtryskiwaczy w celu wcześniejszej weryfikacji sposobu zamontowania i dopasowania do stanowiska hamownianego. Dzięki temu uniknięto kilkakrotnego wykonywania części z aluminium, co pozwoliło zredukować koszty wytworzenia. Oczywiście jest, że w przypadku braku błędu ze strony konstruktora lub podczas wykonywania prostego geometrycznie modelu, nie ma konieczności używania metody szybkiego prototypowania. Reasumując koszt poniesiony przez autorów w kwocie ok. 220 zł na materiały eksploatacyjne, które posłużyły do wydruku był o wiele mniejszy niż ewentualny koszt kilkakrotnego wykonania gotowego elementu z aluminium.

PIŚMIENNICTWO

1. Ocoś K. E.: Rosnące znaczenie Rapid Manufacturing w przyrostowym kształtowaniu wyrobów. Miesięcznik naukowo - techniczny - Organ stowarzyszenia inżynierów i techników mechaników polskich. Rok 2008.
2. Yan Yongnian, Li Shengjie, Zhang Renji, Lin Feng, Wu Rendong, Lu Qingping, Xiong Zhuo, Wang Xiaohongm: Rapid Prototyping and Manufacturing Technology: Principle, Representative Techniques, Applications, and Development Trends, Tsinghua Science and technology ISSN 1007-0214 01/38, pp1-12 Volume 14, Number S1, June 2009.
3. User Guide ZP150 High Performance Composite, Z Corporation.
4. Strona internetowa ZCorp.: www.Zcorp.com.

DESIGNING OF WANKEL ENGINE INJECTION ADAPTER USING RAPID PROTOTYPING METHOD

Summary:

The article presents the 3D printing process of a Wankel engine injector adapter. The paper presents the design stage of an adapter in a CAD (Catia V5) by using advanced computer-aided design techniques. Article shows the process of printing an adapter using rapid prototyping technique in 3D Printer - ZPrinter 450. In the end the finished item produced by the CNC is presented.

Keywords: rapid prototyping, 3D print, Wankel engine, CAD.