

Wykorzystanie zaawansowanych metod wirtualnego prototypowania i autogenerowania w projektowaniu alternatywnej spawanej wersji układu wydechowego

ŁUKASZ PRUS, WOJCIECH SKARKA*

Zasadniczym celem projektu było stworzenie alternatywnej wersji układu kolektora wydechowego o konstrukcji spawanej. W trakcie pracy wykorzystano metody wirtualnego prototypowania oraz modelowania autogenerującego [2].

Warunkiem, który musiał spełnić układ kolektora, było zastąpienie odlewanej wersji układu.

Projekt został zrealizowany dla kolektora wydechowego samochodu Opel Astra 1.4 MPI 82 KM (z 1995 r.). Pierwszym krokiem niezbędnym do realizacji zadania było zdefiniowanie środków portów cylindra, punktów mocowania kolektora i punktów mocowania haków. Dane te nie były dostępne w formie modeli CAD, dlatego konieczne było wykonanie uproszczonego modelu komory silnika. Wymiary gabarytowe zostały zmierzone bezpośrednio w samochodzie Astra, natomiast do pomiarów kolektora i głowicy wykorzystano elementy z Opla Kadeta 1.4 60 KM (z 1991 r.). Należy zaznaczyć, że silnik samochodu Opel Kadet był bazą dla silnika Astry. Większość głównych elementów silnika jest identyczna, zmieniono natomiast jego osprzęt. Zastosowano wielopunktowy wtrysk paliwa i sondę lambda w kolektorze wydechowym.

Kolejnym etapem projektu była analiza rozwiązań konstrukcyjnych dostępnych na rynku. Rozwiązania te są różne w zależności od: rodzaju silnika (wolnossący, turbodoładowany), specyfiki kształtu kolektora (kolektory o zwartej budowie, kolektory z długimi kanałami) oraz technologii wykonania (odlewany, np. Opel Zafira 1.8, spawany z rur, np. Nissan 350Z, spawany z wytłoczek, np. Audi Q7 3.0 TDI).

Następnie, na bazie zgromadzonej wiedzy teoretycznej na temat układów wydechowych, sformułowano założenia projektowo-konstrukcyjne. Założono, że kolektor wydechowy będzie miał zwartą budowę i będzie wykonany w technologii spawania z wytłoczek. Grubość blach stosowanych na wytłoczki miała wynosić maks. 3 mm. Ponadto, zgodnie z zaobserwowanym trendem, katalizator został przeniesiony spod samochodu do komory silnika (ze względu na konieczność obniżenia emisji spalin). Przeniesienie katalizatora do komory silnika było źródłem dodatkowych problemów i bez analiz wykonanych metodami wirtualnego prototypowania nie byłoby możliwe upakowanie kolektora w istniejącej przestrzeni komory.

Kolejnym krokiem było wykonanie trzech koncepcji kolektorów zgodnie z przyjętymi założeniami i wybór koncepcji optymalnej. Następnie wykonany został kompletny model układu kolektora wydechowego (z zastosowaniem modelowania powierzchniowego), szkieletu i publikacji. Model został poddany analizie odformowania (*Draft Analysis*), analizie wykonalności oraz statycznej analizie możliwości zespawania układu.

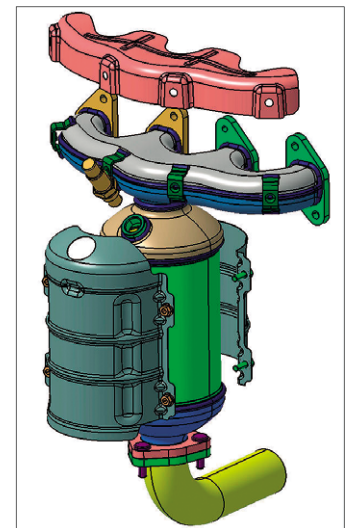
Drugim celem projektu było wykonanie modelu autogenerującego osłony cieplnej katalizatora. Do zbudowania modelu konieczne było zapoznanie się z zasadą działania katalizatora. Pracuje on dopiero po nagrzaniu do temperatury ok. 400° C. Na kształt osłony największy wpływ mają rodzaj i kształt wkładu (monolit lub metalit), a także typ płaszczki katalizatora. Na rynku występują płaszczki typu *canning* (zaciskane na wkładzie), wykonane z dwóch wytłoczek oraz typu *hot spun* (formowane na gorąco).

Model autogenerujący osłony został wykonany jako powierzchniowy, po czym została mu nadana określona grubość. Cały model bazuje na czterech elementach wejściowych, tzn. powierzchni zewnętrznej płaszczki katalizatora, krawędzi górnej i dol-

nej płaszczki oraz linii, która wyznacza płaszczyznę dzielącą dwie połowki osłony. Do budowy modelu autogenerującego zastosowano szablon wiedzy narzędzi Knowledgeware systemu CATIA [1, 2]. Trzeba zaznaczyć, że elementy te służą jedynie do pozycjonowania osłony, a główny kształt jest definiowany w szkicowniku, co wynika z technologii wykonania osłony.

Model został przetestowany na katalizatorach o różnych przekrojach (okrągłym, owalnym, eliptycznym). Następnie przeprowadzono optymalizację, tak by uzyskać jego pełną funkcjonalność, niezależnie od przekroju katalizatora i jego położenia w przestrzeni. Ostatnim krokiem było wykorzystanie modelu autogenerującego w modelu układu kolektora; w jednej z połówek osłony wprowadzono dodatkowe przetłoczenie, osłaniające konus górny i sondę lambda oraz dodatkowe wycięcia w obu połówkach.

Kompletny model układu kolektora może zostać zamontowany w miejscu istniejącego układu.



Rys. Projektowana wersja układu kolektora wydechowego w wersji spawanej wraz z katalizatorem oraz osłonami termicznymi

Metody wirtualnego prototypowania umożliwiły weryfikację umiejscowienia kolektora wraz z katalizatorem w komorze silnika, a zastosowany model autogenerujący osłony katalizatora pozwolił na znaczne przyspieszenie prac projektowych. Model autogenerujący osłony termicznej może być z powodzeniem stosowany w innych projektach, do innych katalizatorów. Model autogenerujący osłony został przetestowany dla szerokiej gamy różnych kształtów katalizatorów i działa stabilnie w zakresie cech konstrukcyjnych istniejących katalizatorów. Ponieważ przygotowanie modelu autogenerującego jest bardzo pracochłonne, powinno być stosowane jako metoda wspomagania procesu projektowo-konstrukcyjnego tylko w powtarzalnych fragmentach konstrukcji, dla których standardowe techniki parametryzacji nie są wystarczające. Dopiero zastosowanie modelu autogenerującego w kolejnych projektach pozwala na odzyskanie nakładów poniesionych przy jego budowie i uzyskanie korzyści w formie przyspieszenia i poprawienia jakości procesu projektowo-konstrukcyjnego.

LITERATURA

1. A. WEŁYCZKO: CATIA v5: Przykłady efektywnego zastosowania systemu w projektowaniu mechanicznym. Helion Gliwice 2005.
2. W. SKARKA : CATIA v5: Podstawy budowy modeli autogenerujących. Helion Gliwice 2009.

* Mgr inż. Łukasz Prus – Tenneco Automotive Polska Sp. z o.o., dr hab. inż. Wojciech Skarka, prof. ndzw. – Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn Politechniki Śląskiej