

Studenckie Koło Aerodynamiki Pojazdów

Sprzęgło kłowe z synchronizatorem

dla prototypowego pojazdu miejskiego
o minimalnym zużyciu paliwa

1. Wstęp

Wykonanie autorskiego sprzęgła jest kluczowym etapem w modernizacji całego układu przeniesienia napędu w pojeździe Orion o minimalnym zużyciu paliwa. Głównym celem wszystkich zmian i ulepszeń jest zmniejszenie strat mechanicznych, a w rezultacie minimalizacja spalania, co jest głównym celem całego konceptu, jak również zwiększenie niezawodności i kontroli nad układem. Projekt ten miałby być zrealizowany dzięki środkom pozyskanym w ramach Małej Puli na Projekty Naukowe przyznawanej przez Radę Kół Naukowych PW.

2. Założenia projektu

Sprzęgło zostało zaprojektowane w oparciu o cztery główne założenia:

- zmniejszenie strat mechanicznych w porównaniu do używanego wcześniej sprzęgła odśrodkowego,
- zwiększenie kontroli nad czasem zasprzęglania przy rozruchu,
- zwiększenie płynności ruszania pojazdu,
- minimalizacja masy i gabarytów (szczególnie długości w kierunku osi silnika).

Dzięki dedykowanemu sprzęgłu kierowca zyska pełną kontrolę nad pracą układu przeniesienia napędu. Wcześniej ograniczała się ona tylko do zmiany obrotów silnika, a teraz sprzęgło sterowane będzie bezpośrednio za pomocą pedału. Sterowanie ręczne umożliwi także szybką zmianę przełożeń w trakcie jazdy.

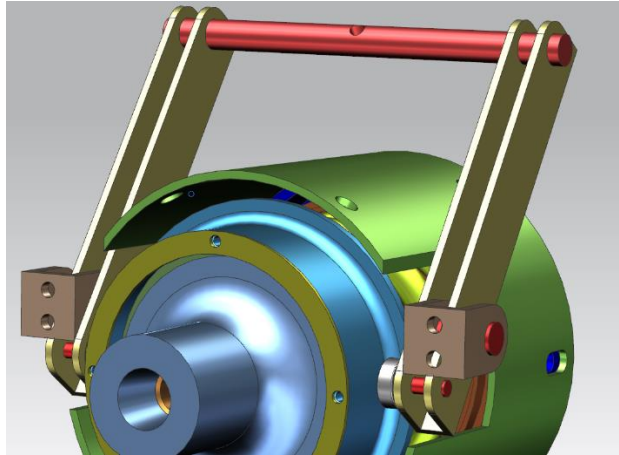
3. Opis techniczny

Głównymi elementami przenoszącymi moment obrotowy silnika są moduły kłowe. Ich zastosowanie daje pewność, że podczas jazdy sprzęgło nie będzie się ślizgało, a zatem eliminuje straty mechaniczne, które były generowane w tym miejscu. By umożliwić płynne ruszanie zastosowano synchronizator cierny. Ma on za zadanie wyrównać wstępnie prędkości obrotowe przed i za sprzęgłem zanim w kontakt wejdą moduły kłowe. Bez elementu ciernego każda próba ruszenia kończyłaby się zdławieniem pracy silnika i jego zgaśnięciem.

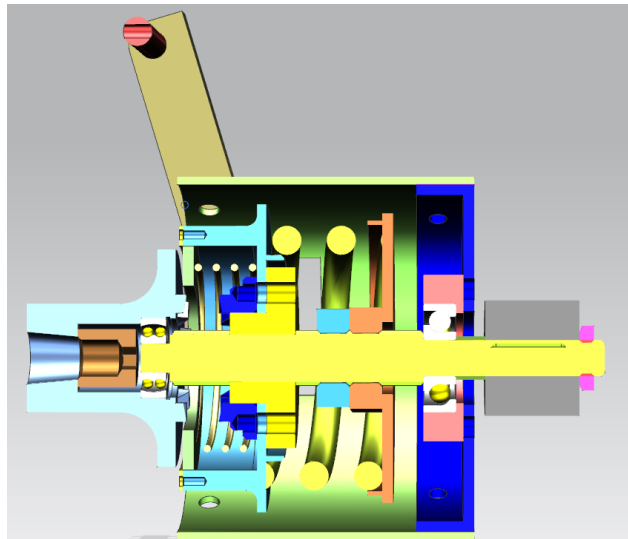
3.1 Zasada działania

Włączanie i rozłączanie sprzęgła realizowane jest przez poruszającą się w osi wałka tuleję wielowypustową (żółta część) wraz z wszystkimi przymocowanymi do niej elementami: modułem zębatym, wieńcem, tarczą cierną i sprężyną (moduł bierny). Na rys. 2 przedstawiono sytuację przed rozruchem sprzęgła. Kierowca wciskając pedał sprzęgła napina sprężynę główną (zieloną) utrzymując w pewnej odległości człony bierny i czynny. Podczas odpuszczania pedału sprzęgła sprężyna główna przesuwa moduł bierny w stronę silnika (na rys. 2: w lewo). Na początku w kontakt z członem czynnym wchodzi tarcza cierna. Stopniowo jest ona coraz bardziej dociskana (napina się mniejsza sprężyna) i przenosi coraz większy moment obrotowy (pojazd rusza z miejsca). Następnie w kontakt wchodzi człony zębate i rozruch sprzęgła jest zakończony.

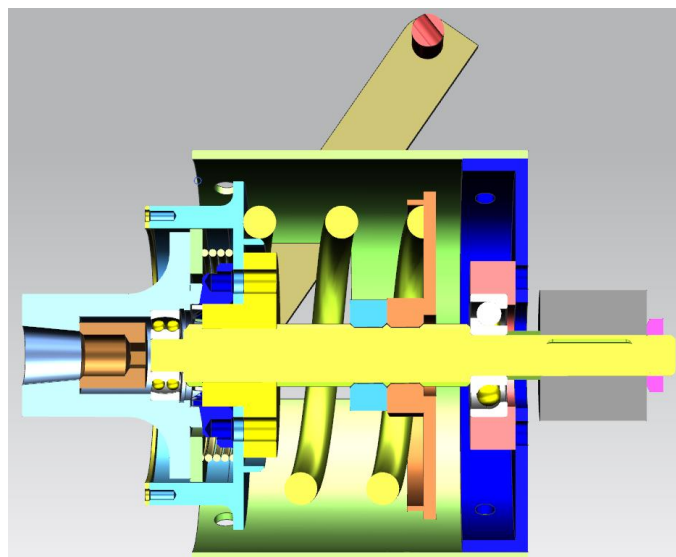
Naciąg sprężyny głównej odbywa się za pomocą dwóch dźwigni z łożyskami na końcach. Łożyska te toczą się po kołnierzu wieńca (jasnoniebieski) i przenoszą siłę osiową z dźwigni w obracający się układ.



rys. 1 mechanizm naciągu sprężyny głównej



rys. 2 sprzęgło w stanie rozłączonym



rys. 3 sprzęgło w czasie pracy

3.2 Wykonanie

Sprzęgło wymaga precyzyjnego wykonania najważniejszych części. Ze względu na małe gabaryty oraz skomplikowany kształt niektórych elementów konieczne jest wykorzystanie obróbki skrawaniem CNC. Dotyczy to zwłaszcza członów kłowych, wieńca i wału. Konieczna jest też obróbka cieplna samych kłków.

Wykonanie pozostałych elementów jest dużo prostsze i opiera się na wycinaniu laserowym, lub klasycznym skrawaniu, jak również wykorzystaniu dostępnych na rynku części i normaliów.

4. Kosztorys

Wykonanie sprzęgła

części	materiał	obróbka	koszt
moduły zębate	stal 40HM	skrawanie CNC, ulepszanie cieplne, szlifowanie	950
wieniec, obudowa łożyska, dekiel sprzęgła	aluminium 7039	skrawanie CNC	830
wał	stal C45	skrawanie CNC	470
dekiel silnika, tarcza cierna,	aluminium 6063	wycinanie laserowe	120
nakrętka	stal 40HM	toczenie, obróbka elektrodrążarką	80
tuleja wielowypustowa	brąz Rg7	-	440
sprężyny	-	-	200
naciąg sprężyny głównej	stal	wyciananie laserowe, spawanie	180
dźwignie popychacza	stal	frezowanie`	300
okucia	aluminium 6063	cięcie, wiercenie	40
łożyska	-	-	150
SUMA			3760

Wykonanie pozostałych części układu przeniesienia napędu skorelowanego z zaprojektowanym sprzęgłem

części	materiał	obróbka	koszt
koła zębate pasowe (4 szt.)	tarnamid PA6	frezowanie`	1600
pasy zębate	neopren	-	100
mocowanie przekładni planetarnej	aluminium 7039	frezowanie	800
naciąg pasów zębatych	-	-	600
oś napędowa	stal 40 HM	toczenie, ulepszanie cieplne	250
łożysko jednokierunkowe	-	-	140
SUMA			3490

Pozyskanie maksymalnej możliwej kwoty dofinansowania pomoże nam w znaczącym stopniu pokryć przewidziane koszty modernizacji układu przeniesienia napędu. Kwota wskazana jako minimalna umożliwi nam realizację projektu sprzęgła który jest kluczowym elementem wspomnianego układu. W obu przypadkach brakująca kwota zostanie pokryta ze środków otrzymanych przez Koło z funduszu dziekana wydziału.

5. Podsumowanie

Zastosowanie opisanego sprzęgła znacząco zmniejszy spalanie Oriona, a więc też przybliży nas do zwycięstwa w zawodach Shell Eco Marathon. Co ważniejsze, nie jest to adaptacja rozwiązań dostępnych na rynku, lecz całkowicie nowe, innowacyjne spojrzenie na problem i wprowadzenie w życie studenckich pomysłów. Projekt nowego układu przeniesienia napędu wyróżni nas na tle innych zespołów, a także rozwinie nas jako przyszłych inżynierów.