

Łukasz JASIŃSKI, Zbigniew BUDNIAK

SYMULACJA RUCHU MOTOCYKLOWEGO MECHANIZMU ZMIANY BIEGÓW

Streszczenie

W artykule przedstawiono koncepcję zastosowania samochodowej skrzyni biegów w motocyklu. Na podstawie opracowanego wirtualnego modelu mechanizmu zmiany biegów, z zastosowaniem technik CAD/CAE, przeprowadzono jego symulację ruchu.

Słowa kluczowe: CAD, symulacja ruchu, zmiana biegów, motocykl, sprzęgło.

WSTĘP

W Polsce i na świecie istnieje ogromna rzesza pasjonatów, dla których jazda motorem stanowi dla nich ogromną frajdę. Wśród nich spotyka się pokaźną grupę, dla której pasja nie ogranicza się tylko do samej jazdy. Aby zaspokoić swoje oczekiwania związane z jazdą na motocyklu, wykorzystują oni swoją wiedzę i doświadczenie do pracy nad dokonywaniem oryginalnych przeróbek seryjnie produkowanych motocykli jak również pracują nad nowymi konstrukcjami.

Prezentowany artykuł przedstawia koncepcję nowego rozwiązania konstrukcyjnego motocykla o zwiększonych osiąгах. Chcąc mieć więcej mocy w motocyklu zamierza się wykorzystać silnik samochodowy wraz ze skrzynią biegów, która będzie w stanie przenieść wysoki moment obrotowy. W konstrukcji planuje się wykorzystać m.in. silnik oraz skrzynię biegów samochodu osobowego Subaru Impreza 2.0 Turbo. Opracowanie nowej oryginalnej konstrukcji motocykla wymaga zaprojektowania wielu innych oryginalnych części i podzespołów w tym również nożnego mechanizmu zmiany biegów. Do modelowania mechanizmu i sprawdzenia poprawności jego działania wykorzystano techniki komputerowe CAD/CAE.

W przyszłości planuje się opracowanie oryginalnej konstrukcji takiego pojazdu motocyklowego oraz jego wykonanie.

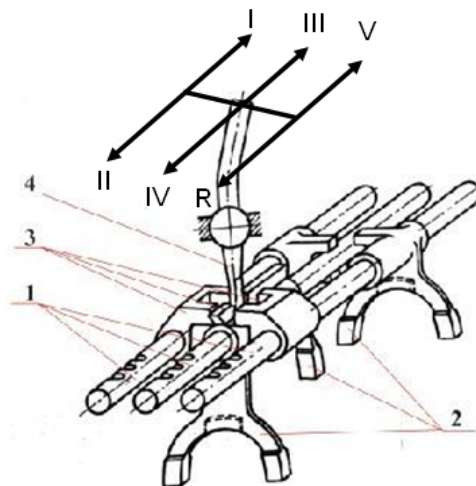
1. MECHANIZM ZMIANY BIEGÓW

Aby zastosować skrzynię od samochodu do motocykla, należy przeanalizować możliwość zamiany ręcznego wybierania poszczególnych biegów na nożny. Żeby rozwiązać problem prześledzono najpierw działanie klasycznego wewnętrznego mechanizmu zmiany biegów, stosowanego w pojazdach samochodowych (rys. 1). Dźwignia zmiany biegów wykonuje ruchy góra dół i na boki lewo, prawo. Pokazany na rysunku 1 mechanizm zawiera trzy wodziki 1

z przytwierdzonymi na stałe widełkami 2. Poszczególne wodziki służą do załączania następujących biegów:

- I i II bieg – wodzik z lewej strony,
- III i IV bieg – środkowy wodzik,
- V i wsteczny bieg – wodzik z prawej strony.

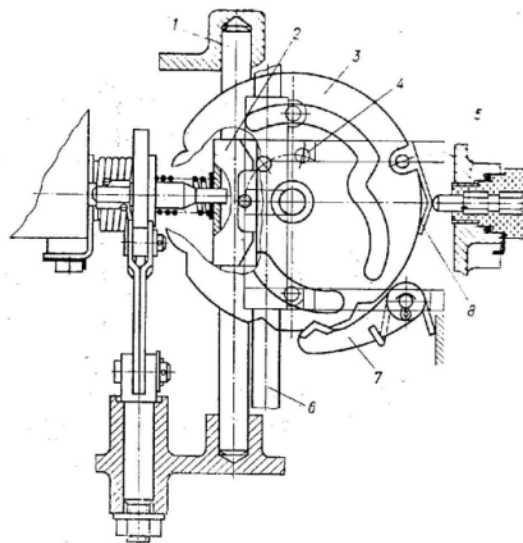
Do każdego wadzika przytwierdzone są przesuwki 3, w których wykonane są występy umożliwiające poruszanie się w nich wybieraka 4 zamocowanego przegubowo. W położeniu „luz” wszystkie przesuwki ustawione są naprzeciw siebie, umożliwiając swobodne przesuwanie się wybieraka w celu wybrania właściwej przesuwki do przesunięcia. Wszystkie wodziki umieszczone są zawsze wzdłuż osi wałków skrzyni biegów, a ich osie symetrii tworzą płaszczyznę, z uwagi na konstrukcję urządzenia zabezpieczającego przed włączeniem dwóch biegów jednocześnie.



Rys. 1. Mechanizm wewnętrzny w samochodowej skrzyni biegów

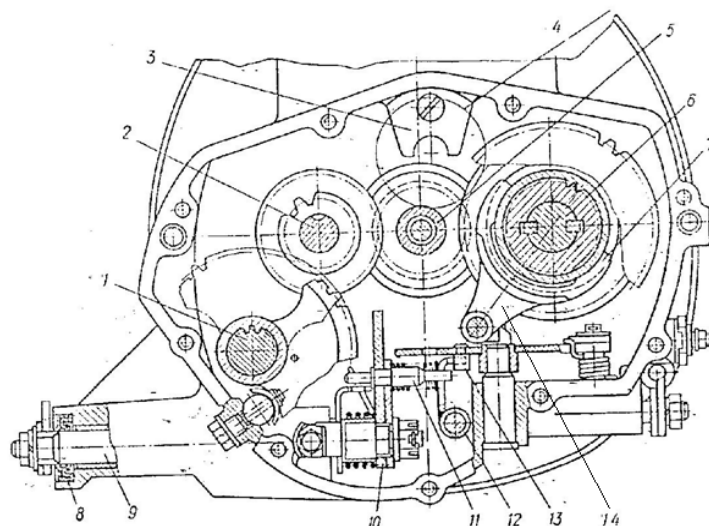
Źródło: <http://www.zssplus.pl/publikacje/publikacje12.htm>.

Z kolei działanie klasycznego mechanizmu wybierania biegów w motocyklu [1], prześlędzono na przykładzie pokazanym na rysunku 2.



Rys. 2. Mechanizm zmiany biegów w położeniu neutralnym – luz, gdzie: 1 – wałek zapadki, 2 – zapadka mechanizmu przełączania, 3 – tarcza przełączania z ukształtowanymi wycięciami (krzywka wpustowa), 4 – bolec tarczy przełączania, 5 – styk czujnika położenia neutralnego, 6 – wałek widełek, 7 – ustalacz dźwigniowy, 8 – sprężyna czujnika położenia neutralnego [1]

Mechanizm ten umożliwia sterowanie skrzynią biegów motocykla przedstawioną na rysunku 3. Typowy nożny mechanizm wybierania biegów w motocyklu wykonuje ruch góra dół. Cztery biegi dla jazdy do przodu są włączane przez sprzęgła rowkowe 14 (rys. 3) osadzone się na wale wtórnym 6, wprowadzonymi w ruch wzdłuż wału widełkami przełączania biegów 7. Widełki specjalnymi wpustami wchodzi do ukształtowanych wycięć tarczy 3 (rys. 2). Przy powrocie tarczy widełki przemieszczają się wzdłuż wału 6 (rys. 2), zamocowane w karterze. Na tarczy przełączania 3 zamontowane są trzy bolce 4 (rys. 2). Przy naciśnięciu nogą na jeden z końców pedału nożnego zmiany biegów, wał przełączający 9 (rys. 3) połączony z korbą krzywkową obraca się o określony kąt.



Rys. 3. Przekrój poprzeczny skrzyni biegów motocykla: 1 – wał mechanizmu rozruchowego, 2 – wał pośredniczący, 3 – oparcie koła zębatego, 4 – zamocowania koła zębatego biegu wstecznego, 5 – wał pierwotny, 6 – wał wtórny, 7 – widełki przełączania biegów, 8 – uszczelka, 9 – wał przełącznika, 10 – krzywka – wykorbienie, 11 – bolec, 12 – zapadka mechanizmu przełączania, 13 – bolec tarczy przełączania, 14 – sprzęgło rowkowe [1]

III bieg uzyskuje się przesuwając parę kół 2 i 5 do oporu w prawo, przy czym następuje sprzęgnięcie koła zębatego 3 z wałkiem, a za pomocą sprzęgiełka rowkowego 14. Zapadka 12 działająca na jeden z bolców tarczy 11, przekreśla ją zmieniając tym samym bieg.

Klasyczna procedura zmiany biegów w samochodzie i w motocyklu wygląda podobnie. Aby włączyć wyższy bieg należy wcisnąć dźwignię sprzęgła, włączyć następny bieg i puścić pedał sprzęgła. Natomiast przy redukcji biegu przy wciśnięciu sprzęgła należy zwiększyć delikatnie obroty silnika (dokonać tzw. przygazówki), aby zmiana biegu na niższy była płynna.

Zastosowanie standardowego samochodowego mechanizmu zmiany biegów w motocyklu może sprawić duże trudności kierowcy i obniżyć jego komfort podczas jazdy. Jest on zmuszony, w trakcie przełączania biegów, do oderwania jednej ręki od kierownicy motocykla. Aby rozwiązać ten problem opracowano koncepcję zastosowania oryginalnej konstrukcji nożnego mechanizmu zmiany biegów. Pomysł pojawił się kiedy zauważono, że na rynku jest niewiele motocykli, których moc przewyższa 250 KM.

Na obecnym etapie prac zakupiono „kultowy” samochód osobowy Subaru Impreza 2.0 Turbo z silnikiem turbodoładowanym o mocy 280 KM. Z uwagi na jego parametry techniczne, jak również dużą popularność jaką zdobył ten pojazd w rajdach terenowych, zdobywając wielokrotnie tytuł mistrza świata pod koniec lat 90. XX wieku, interesującym wydaje się zbadanie jak będzie funkcjonował motocykl z częściami i podzespołami tego samochodu osobowego.

Zastosowanie proponowanego rozwiązania konstrukcji motocyklowego mechanizmu zmiany biegów powinno zapewnić:

- uproszczenie czynności manualnych, a tym samym zwiększenie bezpieczeństwa jazdy,

- możliwość wykorzystania podzespołów silnika, skrzyni biegów samochodu osobowego w motocyklu, co pozwoli na uzyskanie wyższych parametrów eksploatacyjnych (wyższa moc, moment obrotowy, prędkość),
- możliwość włączenia biegu wstecznego.

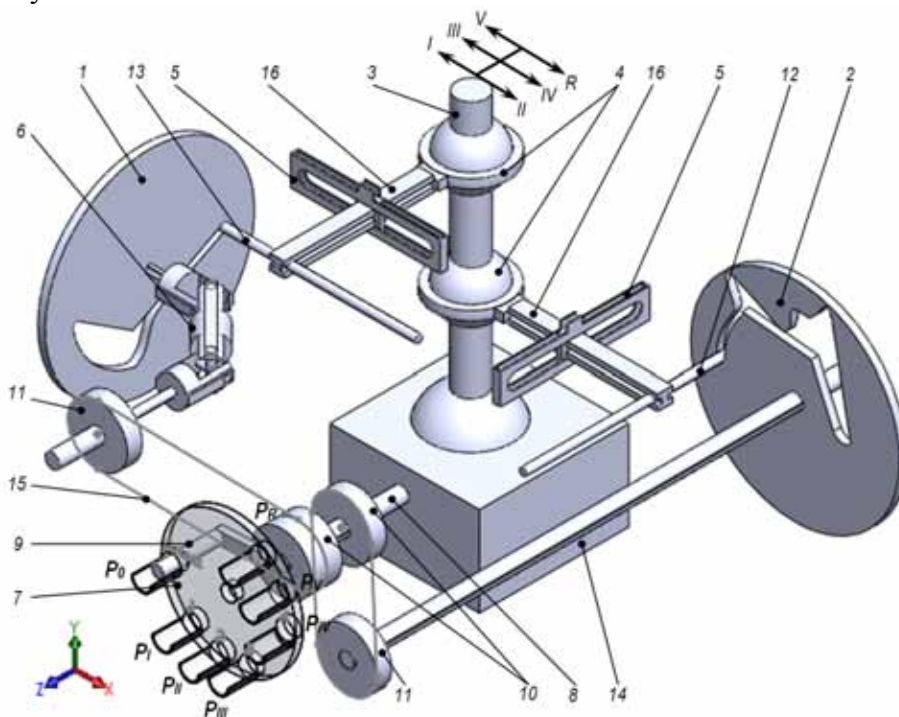
W konstrukcji tego pojazdu przewiduje się wykorzystać następujące podzespoły samochodu osobowego Subaru Impreza 2.0 Turbo:

- silnik wraz z osprzętem,
- skrzynia biegów,
- instalacja elektryczna.
- Planuje się także opracować oryginalne konstrukcje własne części i podzespołów, w tym:
 - mechanizm zmiany biegów,
 - rama, kierownica, siedzenie, koła, zbiornik paliwa,
 - zawieszenie pneumatyczne itp.

Zaprezentowany w artykule wirtualny mechanizm zmiany biegów, będzie wykorzystany w oryginalnej konstrukcji motocykla, a następnie planuje się wykonanie jego modelu fizycznego.

2. MODELOWANIE MECHANIZMU ZMIANY BIEGÓW

Projektowany mechanizm zmiany biegów pojazdu motocyklowego zamodelowano w programie SolidWorks. Widok uproszczonego wirtualnego modelu konstrukcji pokazano na rysunku 4.



Rys. 4. Widok mechanizmu zmiany biegów, gdzie: 1, 2 – tarcze przełączania z ukształtowanymi wycięciami (krzywkami wpustowymi), 3 – dźwignia zmiany biegów, 4 – przegub kulowy, 5 – prowadnice, 6 – przegub Cardana, 7 – tarcza sterująca, 8 – wał pośredniczący, 9 – pedał nożny zmiany biegów, 10 – koła pasowe czynne, 11 – koła pasowe bierne, 12 i 13 – bolce tarczy przełączania, 14 – podstawa mechanizmu, 15 – cięgna pasowe, 16 – cięgno

Źródło: Opracowanie własne.

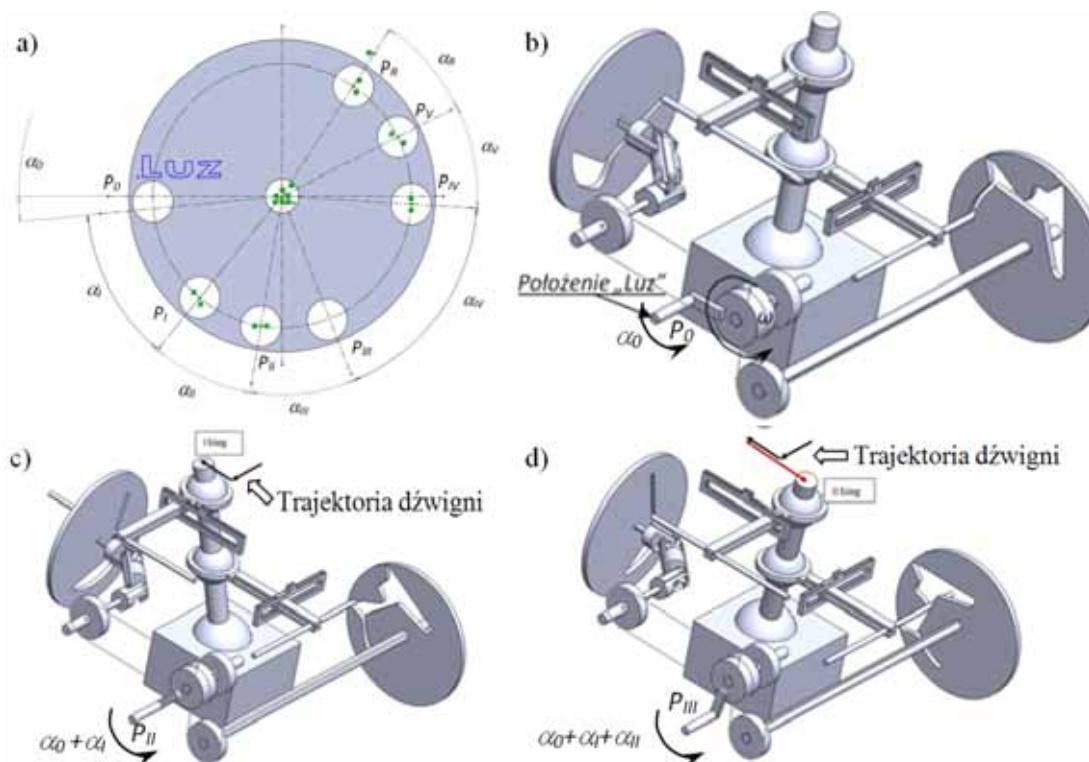
Aby zmienić bieg należy ustawić pedał nożny zmiany biegów 9 w zadanym położeniu P0, P1, PII, PIII, PIV, PV lub PR, operując jej przemieszczeniem „górną-dół”. Kolejne przełożenia, dla wyższych biegów, wybieramy poprzez naciśnięcie pedału nożnego 9 w kierunku do dołu - obrót wałka pośredniego 8 w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara o zadany kąt

obrotu. Położenie tarczy sterującej w pozycji P_0 odpowiada ustawieniu dźwigni zmiany biegów 3 w ustawieniu „luz”. Kolejne położenie pedału w pozycji P_I odpowiada załączeniu I biegu, itd.

Na wale pośrednim 8 są osadzone dwa czynne koła pasowe 10. Naciśnięcie pedału zmiany biegów powoduje obrót tego wału, który wymusza ruch obrotowy tarcz przełączania 1 i 2 z ukształtowanymi wycięciami (krzywkami wpustowymi). W rowkach tych ślizgają się bolce tarczy przełączania 12 i 13. Tarcze 1 i 2 oraz bolce 12 i 13 pełnią funkcję przekładni krzywkowej wymuszającej ruch postępowy cięgna 16 wzdłuż nieruchomych prowadnic 5. Przemieszczenia wodzików, poprzez przeguby kulowe 4, wymuszają z kolei zmianę położenia dźwigni zmiany biegów 3, sprzężonej ze skrzynią biegów samochodu osobowego.

3. SYMULACJA RUCHU

Bardzo istotnym punktem prezentowanej pracy było sprawdzenie poprawności działania mechanizmu zmiany biegów poprzez przeprowadzenie symulacji ruchu oraz jej wizualizacji w formie animacji. Do analizy wykorzystano program CAE – SolidWorks Motion [2]. Na rysunku 5 przedstawiono przykładowe usytuowanie elementów mechanizmu w zależności od położenia pedału nożnego zmiany biegów.



Rys. 5. Kinematyka ruchu elementów układu sterowania w zakresie zmiany położenia pedału nożnego zmiany biegów, gdzie: a) tarcza sterująca, b) położenie „luz”, c) załączenie I biegu, d) załączenie II biegu

Źródło: Opracowanie własne.

Na rysunku 5a pokazano tarczę sterującą w której kolejne położenia osi otworów odpowiadają pozycji pedału nożnego zmiany biegów (P_0 , P_I , P_{II} , P_{III} , P_{IV} , P_V i P_R). Na rysunku 5b mechanizm znajduje się w pozycji neutralnej (luz) – pozycja P_0 . Włączenie kolejnych biegów odbywa się poprzez ruch pedału w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara o zadany kąt obrotu α . Obrót pedału o kąt α_I z pozycji P_0 do pozycji P_I powoduje włączenie biegu I.

Z kolei dźwignia zmiany biegów przemieszcza się wzdłuż trajektorii, które są odcinkami, pokazanej na rysunku 5c.

Zmiana kolejnych biegów odbywa się podobnie. Obrót pedału nożnego do pozycji P_I do pozycji P_{II} (przyrost kąta o wartość α_I) powoduje włączenie biegu II (rys. 5d), itd.

PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono projekt motocyklowego mechanizmu zmiany biegów w którym planuje się wykorzystać silnik oraz skrzynię biegów samochodu osobowego Subaru Impreza 2,0 Turbo o mocy 280 KM.

Ponadto wykorzystując możliwości współczesnych systemów CAD/CAE opracowano wirtualny model mechanizmu oraz przeprowadzono różnorakie badania symulacyjne ruchu w programie SolidWorks Motion, które wykazały poprawność działania konstrukcji.

W przyszłości planuje się opracowanie oryginalnej konstrukcji pojazdu motocyklowego oraz wykonanie jego modelu fizycznego z wykorzystaniem przedstawionego w pracy projektu mechanizmu zmiany biegów.

BIBLIOGRAFIA

1. Czarska-Klisz M., Klisz A., Klisz L., *Motocykl Dniepr 16 – nareszcie po polsku*. Autoeksport CCCP, Moskwa 1972.
2. Kuang-Hua Chang (2010): *Motion Simulation and Mechanism Design with SolidWorks Motion 2009*. Schroff Development Corporation.

MOTION SIMULATION MOTORCYCLE GEAR'S MECHANISM

Abstract

This article presents the concept of using a car's gearbox on the motorcycle. Based on the developed virtual model of the gear mechanism, using CAD/CAE, motion simulation was made.

Keywords: CAD, motion simulation, gear shift, motorcycle, clutch

Autorzy:

inż. **Łukasz Jasiński** – Politechnika Koszalińska

doc. dr inż. **Zbigniew Budniak** – Politechnika Koszalińska