

Zmiana przełożenia wtórnego w motocyklu Royal Enfield EFI B5

Jerzy Mydlarz

*Zmienić jest bardzo łatwo,
poprawić – bardzo trudno.*

Ferdinand Porsche

Temat zmiany przełożenia jest dobrze znany właścicielom starszych i nowszych wersji Bulletów. W obiegowej opinii, producent stosuje zbyt krótkie (za duże) przełożenie wtórne tj. pomiędzy skrzynką biegów a tylnym kołem. W starym, gaźnikowym, Bullecie 500 cm³ wynosi ono 17/38 i jest często zmieniane na 18/38. Cechą szczególną, od najstarszych modeli do 2016 roku, jest połączenie tylnego koła łańcuchowego wraz z bębniem hamulcowym w jeden zespół. W takim rozwiązaniu wymiana małego koła łańcuchowego jest oczywista z powodów ekonomicznych. W obu motocyklach, starszym i nowszym, cena tylnego koła łańcuchowego stanowi dwukrotność ceny przedniego, małego. Istotną różnicą

konstrukcyjną jest fakt, że w nowszej wersji od 2017 roku, koło łańcuchowe jest mocowane do piasty za pomocą 6 śrub M10. Sama celowość zmiany przełożenia, była wielokrotnie omawiana na wielu forach. Najczęściej przywołuje się argument, że producent przystosował motocykl do jazdy po złych drogach i z dużym obciążeniem, włącznie z jazdą z wózkiem bocznym. W europejskich warunkach, gdzie większość z nas jeździ solo, po dobrych drogach, istnieje rzeczywście pokusa, aby przełożenie zmienić. Ja bardzo niechętnie ingeruję w oryginalne rozwiązania. Być może dlatego, że z zawodu jestem konstruktorem i odczuwam szacunek wobec dokonań innych twórców pracujących w moim zawodzie. Zajmując się w przeszłości rekonstrukcją zabytkowych



Rys. 1 Royal Enfield EFI B5 z 2017 roku

samochodów, miałem wiele problemów z powodu różnych „usprawniaczy”, którzy pastwili się nad zabytkami techniki, śmiało używając szlifierki kątowej i palnika. Niemniej jednak pozytywne opinie kolegów, którzy zmianę przełożenia zrealizowali, wpływały na moje stanowisko. Ponadto, wszelkie zmiany odwracalne wprowadzane do oryginalnego rozwiązania nie są poważną ingerencją. Postanowiłem wprowadzić zmianę przełożenia w moim Bullecie EFI B5, wyprodukowanym w 2017, pokazanym na rysunku 1 (na poprzedniej stronie).

MINIMUM TEORII RUCHU

Pomijając wszystkie opory ruchu motocykla wyliczymy prędkość maksymalną dla rozwiązania oryginalnego, wynikającą ze wszystkich przełożeń, obrotów maksymalnej mocy silnika i obwodu tylnego koła o średnicy obręczy 18¹.

Prędkość motocykla	V_{\max}	
Prędkość obrotowa silnika	n_{\max}	5250 min ⁻¹
Przełożenie pierwotne (silnik/sprzęgło)	i_p	2,15
Przełożenie na biegu 5	i_b	1
Przełożenie wtórne	i_w	38/17=2,235
Obwód tylnego koła	o_t	1,99 m

$$V_{\max} = n_{\max} : i_p : i_b : i_w \cdot o_t$$

$$V_{\max} = 5250 : 2,15 : 2,235 \cdot 1,99 = 2174,184 \text{ m/min}$$

Aby uzyskać wynik w km/h, należy wyliczoną wartość podzielić przez 1000 i pomnożyć przez 60:

$$V_{\max} = 2174,184 : 1000 \cdot 60 = 130,451 \text{ km/h}$$

Jeśli do tego samego algorytmu podstawić zmienione przełożenie wtórne, przez dodanie jednego

zęba na małym kole łańcuchowym² 38/18=2,111, to uzyskamy następujący wynik:

$$V_{\max} = 5250 : 2,15 : 2,111 \cdot 1,99 : 1000 \cdot 60 = 138,113 \text{ km/h}$$

Jest to oczywiście wynik czysto teoretyczny, ponieważ nie wiemy czy wystarczy mocy na pokonanie oporów ruchu.

Inną możliwą drogą do zmniejszenia przełożenia wtórnego jest zmniejszenie ilości zębów, np. o dwa zęby, w tylnym kole łańcuchowym 36/17=2,117. Takie przełożenie było stosowane w modelu Continental. Po podstawieniu takiej wartości przełożenia uzyskamy następujący wynik.

$$V_{\max} = 5250 : 2,15 : 2,117 \cdot 1,99 : 1000 \cdot 60 = 137,722 \text{ km/h}$$

Wartość jest bardzo zbliżona do poprzedniej.

DWA SPOSOBY – KTÓRY WYBRAĆ?

Początkowo nie miałem żadnych wątpliwości. Przeczytałem uważnie rozdział poświęcony zmianie przełożenia w książce pana Jacka Gembarzy³. Wymaga ona zdemontowania prawej pokrywy silnika. Jednak bezpośrednio przed podjęciem decyzji wymieniłem olej w silniku. Jest możliwa wymiana przedniego koła łańcuchowego wspierając motocykl na podstawie bocznej. W ten sposób olej spływa do wnętrza silnika i straty oleju są niewielkie. Z drugiej strony taka pozycja motocykla utrudnia pracę. Drugim źródłem mojego niepokoju była sprawa długości łańcucha. We wspomnianej publikacji wymianę przeprowadzono na innym niż mój model motocykla, posiadającym inny tylny wahacz i inne regulatory naciągu łańcucha. W ramach ćwiczeń teoretycznych przeliczyłem, o ile zmieni się odległość osi kół przekładni łańcuchowej w moim motocyklu, z uwzględnieniem

1 W starszym, gaźnikowym Bullecie oba koła miały średnicę 19”.

2 W żargonie motocyklistów koła łańcuchowe są nazywane zębatkami. W rzeczywistości zębatka to listwa zębata np. w przekładni kierowniczej samochodu, lub zębatka Maag’a do nacinania uzębień.

3 Rozdział ten znajduje się nowej, rozszerzonej edycji książki pt. Royal Enfield EFI Poradnik. W zakupionej przez mnie edycji z 2017 r. jeszcze go nie było. Dzięki uprzejmości autora otrzymałem kilka nowych rozdziałów.

wymaganego zwisu, w dolnym biegu łańcucha, po dodaniu jednego zęba na małym kole. Wynik to 3,4 mm. Zmierzony zakres regulacji na wahaczu wykazał możliwość zbliżenia tylnego koła do silnika o około 2,5 mm. Te liczby nasiliły mój niepokój. Nie chciałem jeździć ze zbyt małym luzem (zwisem) łańcucha, ani tym bardziej rozpiłowywać otworów w wahaczu. Postanowiłem zakupić w znanym angielskim sklepie tylne koło łańcuchowe o liczbie zębów 36. Koło to występuje w katalogu, było jednak chwilowo (kwiecień 2021) niedostępne. Niemniej jednak decyzja zapadła. Sama wymiana tylnego koła łańcuchowego jest zdecydowanie prostsza niż przedniego. Ponadto, zmniejszenie liczby zębów tylnego koła łańcuchowego wymaga odsunięcia tylnego koła od silnika. W tę stronę nie miałem większych ograniczeń.

WYKONANIE NOWEGO KOŁA ŁAŃCUCHOWEGO

Pojedynczych kół łańcuchowych raczej się dziś nie produkuje tylko kupuje. Mam tu na myśli koło łańcuchowe o zdefiniowanej ilości zębów (36) do współpracy z określoną wielkością łańcuchem. W moim przypadku jest to łańcuch o podziałce 5/8" i szerokości 3/8". Po krótkich poszukiwaniach na znanym portalu aukcyjnym, znalazłem potrzebne mi koło, wyprodukowane do zastosowań przemysłowych. Koło to szybko zakupiłem w rozsądnej cenie 74 zł. Jest ono pokazane na rysunku 2.



Rys. 2

Istotne jest to, że zęby tego koła są zahartowane indukcyjnie tak jak powinno być. Tu mała dygresja o stanie obróbki cieplnej kół łańcuchowych. Istnieje duża analogia kół łańcuchowych do zwykłych tj. ewolwentowych kół zębatych. Koła łańcuchowe stosowane w przemyśle nie zawsze mają hartowane zęby, w przypadkach mniejszych obciążeń wystarczy materiał ulepszony cieplnie. Hartowane zęby są stosowane dla dużych obciążeń. W kołach motocyklowych małe koło jest bardziej obciążone i dlatego jest hartowane na wskroś do twardości rdzenia około 50 HRC przy twardości powierzchni do 60 HRC. Koła takie są nawęglane lub węgloazotowane i hartowane. Uzyskanie wysokiej twardości rdzenia wymaga stosowania stali stopowej o odpowiedniej hartowności. Samo hartowanie powierzchniowe nie wystarczy, bo warstwa utwardzona będzie osiadać (i pękać) na miękkim rdzeniu. Najlepsze koła są uzyskiwane z odkuwek, ponieważ przekucie materiału zwiększa o około 30% jego wytrzymałość. Tylne koło przenosi mniejsze obciążenia, bo ma większą średnicę i więcej zębów, dlatego wystarcza tam hartowanie powierzchniowe i stal węglowa.

Zakupione koło, pokazane na rysunku 2 było oczywiście surowcem do dalszej obróbki. Koło oryginalne, o liczbie zębów 38, jest pokazane na rysunku 3.

Było ono podstawą do zaprojektowania piasty nowego koła o liczbie zębów 36.



Rys. 3



Rys. 5



Rys. 6



Rys. 7



Rys. 8

Oryginalne koło było poddane procesowi czernienia, zatem i moje koło zostało poczernione chemicznie. W takim stanie jest pokazane na rysunku 6.

W celach porównawczych, na rysunku 7 można zobaczyć koło oryginalne i nowe. Nowe koło jest jeszcze w stanie przed czernieniem.

Koło wstępnie osadzone na piaście zabierakowej i na tylnym kole można zobaczyć na rysunku 8.

Kilka uwag montażowych. Koło łańcuchowe należy wstępnie przykręcić minimalnym momentem do piasty zabierakowej. Po założeniu łańcucha i zamontowaniu piasty w prawym ramieniu wahacza, należy również lekko dokręcić dużą nakrętkę mocującą kluczem oczkowym lub płaskim o wymiarze 30. Jest ona widoczna na

rysunku 9. Dopiero mogąc wesprzeć koło jezdne na podłożu, można dociągać kolejno naprzeciwległe śruby. Samo dociąganie kluczem dynamometrycznym śrub zabezpieczonych klejem anaerobowym jest odrębnym zagadnieniem. Wartość momentu, którą znalazłem w trzech posiadanych przeze mnie książkach serwisowych, jest niepokojąco wysoka i wynosi 70 Nm. Uznaję tę wartość za zbyt wysoką, ponieważ zastosowane oryginalnie śruby M10 są klasy 8.8. Większość źródeł podaje dla takich śrub wartość maksymalnego dopuszczalnego momentu około 50 Nm. Ponieważ już raz dokręcałem te śruby momentem 50 Nm z użyciem niebieskiego kleju i nie było z nimi problemu przez około 8000 km, zastosowałem te same warunki montażu. Po naciągnięciu łańcucha i ustawieniu tylnego koła, motocykl był gotowy do prób ruchowych. Zdjęcie koła zamontowanego na motocyklu pokazano na rysunku 9.

PIERWSZE ODCZUCIA ZA KIEROWNICĄ

Zmiana jest zdecydowanie na plus. Prędkości na poszczególnych biegach nieco wzrosły. Nieco zmniejszyły się drgania motocykla przy prędkości podróżnej tj. pomiędzy 80-90 km/h. Bardzo przyjemnie wydłużył się czwarty bieg, potrzebny czasem przy wyprzedzaniu. Obecnie rozpędzam się na nim, w razie potrzeby, nawet do ponad 100 km/h. Przejechałem po zmianie zaledwie około 500 km, więc jest zbyt wcześnie na formułowanie wniosków.

UWAGI KOŃCOWE

1. Celem projektu była poprawa walorów użytkowych motocykla i jak zwykle walory poznawcze.
2. Pozytywnym efektem ubocznym może być niewielkie zmniejszenie zużycia paliwa.
3. Jedynym negatywnym aspektem zmiany konstrukcyjnej jest zwiększenie obciążenia tylnego koła łańcuchowego, które przenosi moment obrotowy na mniejszej średnicy, co wywołuje większe naciski powierzchniowe. Z punktu widzenia trwałości układu napędowego, pomimo dużego podobieństwa wartości, korzystniejsze



Rys. 9

jest przełożenie 18/38 niż 17/36. Postanowiłem to wynagrodzić mojemu motocyklowi częstszym smarowaniem łańcucha i kół.

4. Gdyby ktoś chciał powtórzyć wykonanie koła to powinien zebrać grupę chętnych. Z punktu widzenia kosztów obróbki skrawaniem, nie warto wykonywać programu na obrabiarkę dla jednej sztuki. Wyjęcia materiału zostały przeze mnie tak zaprojektowane, że można je również wykonać w podzielnicy na frezarce konwencjonalnej, ponieważ linia pomiędzy dwoma promieniami 13,5 mm jest prosta. Można zatem wyfrezować dwa otwory $\varnothing 27$ mm, a następnie wybrać materiał posuwem prostoliniowym. Ostatecznie można również zrezygnować z łukowych wyjęć materiału, takich jak w oryginalnym kole. Można pozostawić pełny otwór $\varnothing 121H7$ i wykonać kilka większych otworów dla odchudzenia koła.
5. Ostatni aspekt jest czysto emocjonalny. Jest dla mnie dużą przyjemnością poprawa walorów użytkowych mojego motocykla, wykonana samemu i to po bardzo umiarkowanych kosztach. Irytuje mnie gdy kupujemy za granicą przedmioty, które można wykonać w naszym kraju. Częstokroć w porównywalnej lub lepszej jakości.

Jerzy Mydlarz