

Krzysztof Siczek
Katedra Konstrukcji Precyzyjnych
Politechnika Łódzka

WSPÓŁPRACA ZAWORU I PROWADNICY W KLASYCZNYM I MAGNETOELEKTRYCZNYM NAPĘDZIE ZAWORÓW

STRESZCZENIE

W silniku spalinowym, na przykład SO3 [1], stosowany jest pośredni układ napędu zaworów [2]. Może być do tego silnika zastosowany napęd magnetoelektryczny [3], [4], ale wymaga to przeprowadzenia zmian konstrukcyjnych w głowicy. W napędzie zaworów współpraca stalowego zaworu z brązalową prowadnicą przebiega w warunkach ruchu posuwisto - zwrotnego, przy tarciu mieszanym. Chropowatość powierzchni zaworów wynosi $Ra = 2.5 \mu\text{m}$, a powierzchni otworów prowadnic $Ra = 1.25 \mu\text{m}$. Początkowy luz między zaworem i prowadnicą waha się od 0.07 – 0.024 mm [1]. W pośrednim mechanizmie napędu zaworów na uszkodzenie zaworu wpływają: zużycie ściernie w obrębie styku z dźwignią zaworową i z prowadnicą, uderzenia przyłgni zaworu o przyłgnię gniazda oraz zmiana własności lub pęknięcie sprężyny zaworowej [5]. Zastosowanie dodatków myjących do oleju zapobiega zmniejszaniu luzu między zaworem i prowadnicą i zmniejsza skutki uderzeń zaworu o gniazdo, dzięki tłumieniu ich przez olej. Zastosowanie magnetoelektrycznego napędu zaworów do tego samego silnika praktycznie eliminuje wpływ własności sprężyny na pracę i zużycie zaworu. Wyeliminowane jest także ścieranie trzonka zaworu przez dźwignię, masy ruchomych elementów w napędzie zaworu są mniejsze. Jednocześnie diametralnie zmieniają się wartości i charakter prędkości i przyspieszeń uzyskiwanych przez zawór. Znacznie zmniejszają się intensywność zużycia i opory ruchu w układzie zawór – prowadnica.

W artykule zamieszczono wyniki przeprowadzonych obliczeń zużycia prowadnic zaworów napędzanych klasycznym napędem i magnetoelektrycznym napędem. Przyjęto, że o zużyciu pary ciernej trzonek zaworu - prowadnica decyduje zużycie prowadnicy, z uwagi na mniejszą jej twardość. Przyjęto też, że współpraca zaworu i prowadnicy odbywa się w warunkach przekoszenia ich osi i odkształceń sprężystych.

Podczas obliczeń zużycia prowadnic zaworowych, ich liniową intensywność zużycia I_h wyznaczono ze wzoru (1) [6]:

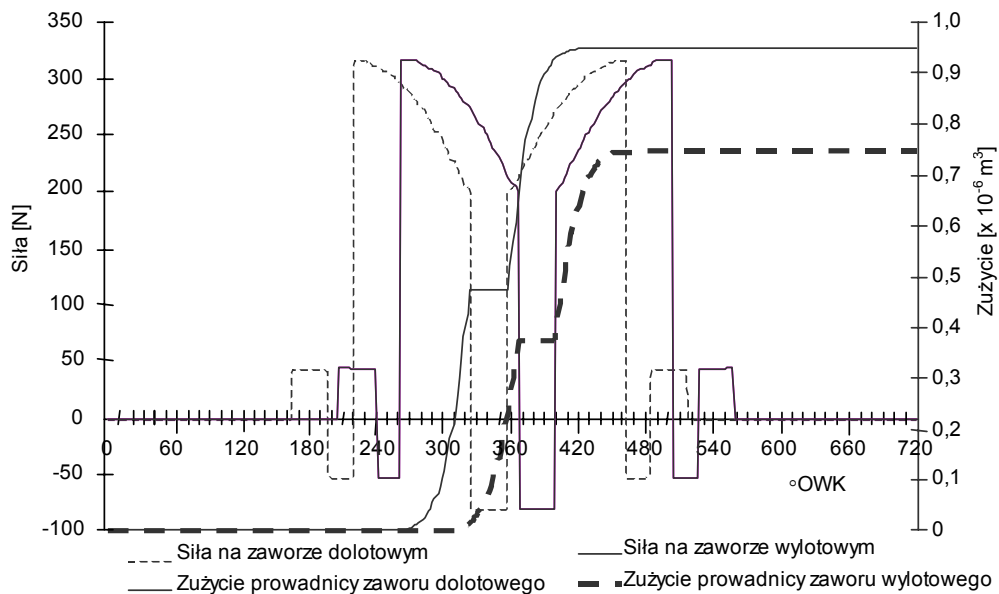
$$I_h = 1.45 \cdot 10^{-8} \cdot p_{sr}^2 \quad (1)$$

gdzie p_{sr} – średnia wartość nacisków powierzchniowych między zaworem i panewką.

W przypadku pośredniego napędu zaworu do wyznaczenia siły obciążającej zawór, współpracujący z prowadnicą wykorzystano parametry geometryczne napędu zaczerpnięte z pracy [1].

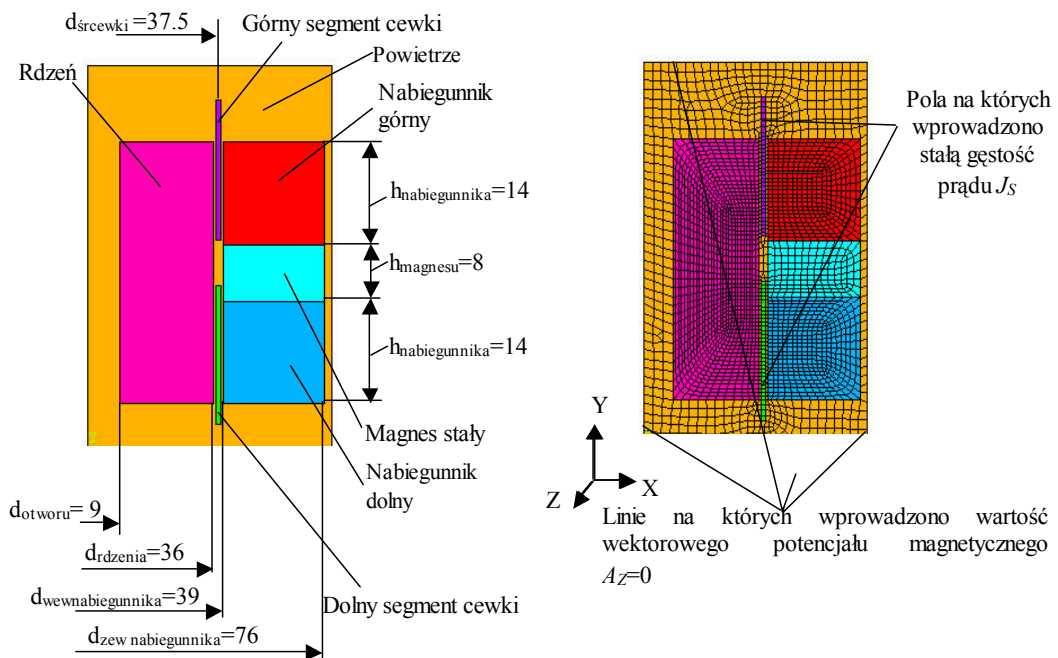
Wartości przyspieszeń zaworów, niezbędne do wyznaczenia wartości sił obciążających zawory, wyznaczono ze wzorów zamieszczonych w pracy [7]. Wykres

obliczonych sił działających na zawory i zużycie współpracujących z nimi przewodnic zamieszczono na rysunku 1. Obliczone wartości obciążenia przewodnic zaworów dolotowego i wylotowego są zbliżone.



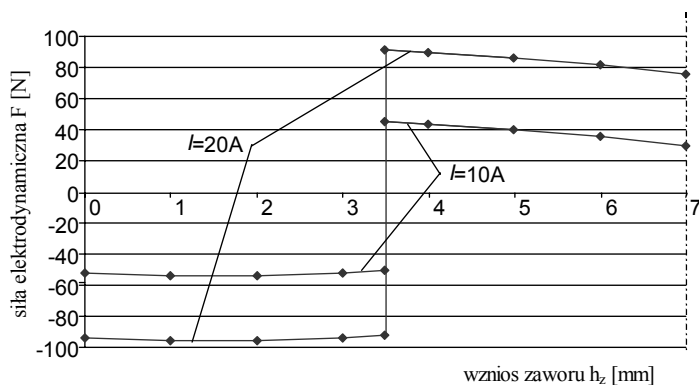
Rys. 1. Siły działające na zawory i zużycie przewodnic zaworów napędzanych krzywkowym pośrednim napędem

Do wyznaczenia siły obciążającej zawór napędzany magnetoelektrycznym napędem wykorzystano metodę elementów skończonych [8]. Geometrię i warunki brzegowe modelu magnetycznego zaworu przedstawia rysunek 2.



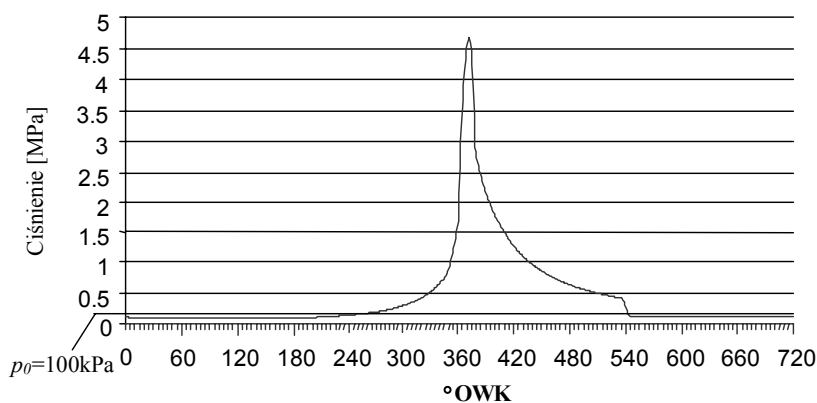
Rys. 2. Geometria i warunki brzegowe w modelu magnetoelektrycznego napędu zaworu

Obliczone wartości generowanych w cewce sił elektrodynamicznych F w funkcji wzniosu zaworu h_z zamieszczono na rysunku 3. Wartości tych sił są niemal liniowo zależne od wartości przepływającego prądu I w cewce.



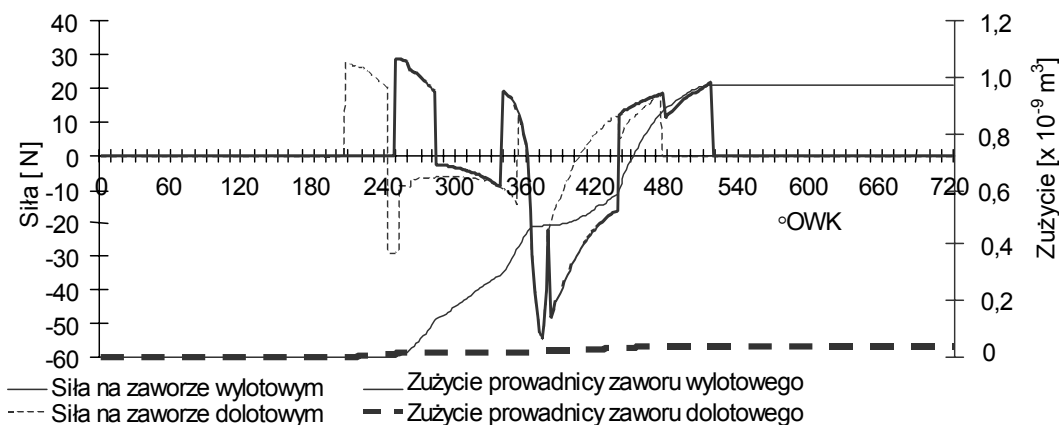
Rys. 3. Generowana w cewce siła elektrodynamyczna F w funkcji wzniosu zaworu h_z

Na zawór oprócz siły oddziaływania ruchomej cewki działa siła ciężkości zaworu i cewki oraz siła gazowa w cylindrze. Do wyznaczenia siły gazowej wykorzystano porównawczy wykres indykatorowy silnika OS3 (rysunek 4), opracowany na podstawie wzorów zawartych w pracy [7] oraz parametrów silnika OS3, podanych w pracy [1].



Rys. 4. Porównawczy wykres indykatorowy dla silnika SO3 – ciśnienie w cylindrze w funkcji kąta obrotu wału korbowego °OWK

Na rysunku 5 zamieszczono obliczone wartości sił działających na zawory, napędzane magnetoelektrycznym napędem i zużycie współpracujących z nimi przewodnic.



Rys. 5. Zużycie zaworów napędzanych magnetoelektrycznym napędem

WNIOSKI

1. Obliczone wartości zużycia przewodnic współpracujących z zaworem dolotowym i wylotowym, w klasycznym pośrednim napędzie zaworów, są zbliżone.
2. Obliczone zużycie przewodnic zaworowych w magnetoelektrycznym napędzie zaworów jest ponad tysiąc razy mniejsze. Zużycie przewodnicy współpracującej z zaworem dolotowym jest pomijalnie małe. Przyczyną mniejszego zużycia mogą być mniejsze siły obciążające przewodnice.

LITERATURA

- [1] Junak. Instrukcja naprawy. Silnik – www.junak.riders.pl/BIBLO/SERV10/ins01.htm
- [2] Matzke W.: Projektowanie rozrządu czterosurowych silników trakcyjnych, WKŁ, Warszawa, 1989,
- [3] Zbierski K., Siczek K., Kossowski Z.: Napęd magnetoelektryczny. Teoretyczne podstawy, Napędy i Sterowanie, 9/2004, s.54 –60
- [4] Zbierski K.: Regulacja napełniania silnika o zapłonie iskrowym za pomocą rozrządu magnetoelektrycznego, Journal of Internal Combustion Engines, Kones 2003, Warszawa – Wisła, 2003,
- [5] Wajand J.A.: Uszkodzenia trakcyjnych silników spalinowych, WNT, Warszawa, 1967,
- [6] Siczek K.: Badania trwałości ponaprawczej ślizgowych łożysk rozrusznika – rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska, 2003,
- [7] Jędrzejowski J.: Obliczanie tłokowego silnika spalinowego, WNT, Warszawa, 1988,
- [8] Ansys Documentation Help on – line version 8.0, 2004.

MATING OF VALVE AND VALVE GUIDE IN CLASSICAL AND IN MAGNETOELECTRICAL VALVE DRIVE

Summary: In an combustion engine the mating of valve and valve guide proceeds in the conditions of reciprocating motion and of mitigated solid friction. In the classical valve drive the failure of valve is influenced by: the abrasive wear within the contact zone of the valve and valve arm, and of the valve and valve guide; the impingement valve on valve – seat; and the change of properties or the failure of spring. The washing additives in oil prevent decreasing of clearance between valve and valve guide. Damping with oil can decrease impacts of valve on valve – seat. The application of magnetolectrical valve drive in the same engine practically eliminates the influence of the properties of the spring on the work and wear of valve. The abrasive wear between valve and valve arm is also eliminated. The masses of moving parts are smaller. The velocity and acceleration of valves are changed and the wear intensity and resistance of motion in valve – guide system are smaller.