

CZUJNIK MAGNETOINDUKCYJNY ZAPŁONU ELEKTRONICZNEGO W SAMOCHODZIE FIAT 126 p

W artykule opisano czujnik magnetoindukcyjny do bezstykowego elektronicznego układu zapłonowego pierwszej generacji, opracowany w Instytucie. Podano wyniki badań przeprowadzonych w OBR FSM w Bielsku-Białej i porównano je z parametrami podobnych czujników firm zachodnich. Omówiono szczegółowo czujnik wmontowany do rozdzielacza samochodu Fiat 126 p. Przedstawiono konkretne rozwiązania konstrukcyjne.

1. Wstęp

Obecne tendencje w rozwoju motoryzacji sprowadzają się do projektowania coraz bardziej ekonomicznych, bezpiecznych i niezawodnych pojazdów. Również normy ochrony środowiska naturalnego człowieka stawiają wyższe wymagania konstruktorom samochodów. Klasycznym rozwiązaniom trudno sprostać tym rosnącym wymaganiom, dlatego poszukuje się nowych dróg wyjścia. Poszukiwaniom tym sprzyja równoległy rozwój innych dziedzin techniki, a szczególnie elektroniki, która oferuje elementy półprzewodnikowe i kompletne podzespoły specjalnie dostosowane do potrzeb motoryzacji.

Pośród wielu zmian dokonanych w konstrukcji samochodu, jakie można zaobserwować na przestrzeni lat, szczególnie interesujący jest proces rozwoju układu zapłonowego.

Powszechnie znany, klasyczny (akumulatorowy) układ zapłonowy jest już niewystarczający. Jego główne mankamenty to: wypalanie się styków przerywacza ze względu na prąd o dużym natężeniu (rzędu kilku amperów), płynący przez styki, zużycie krzywki, słaba iskra na świecach przy rozruchu oraz przy wysokich obrotach silnika, a także potrzeba regulacji (co pewien czas), wynikająca ze zużycia współpracujących elementów. Wady te wpływają bezpośrednio i pośrednio na zwiększenie zużycia paliwa i toksyczności spalin.

Zastosowanie układu stykowo tranzystorowego lub stykowo tyrystorowego pozwala wyeliminować wypalanie się styków przerywacza i powiększyć iskrę na świecach, ale problem zużycia krzywki i regulacji pozostaje nadal ten sam. Dopiero zastąpienie przerywacza specjalnym, bezstykowym czujnikiem pozwoliło zastosować elektroniczny układ zapłonowy nie wymagający regulacji w czasie eksploatacji samochodu.

2. Zapłony pierwszej, drugiej i trzeciej generacji

Prace nad bezstykowymi elektronicznymi układami zapłonowymi są prowadzone na świecie od kilkunastu lat. Układy te podzielono umownie według sposobu regulacji kąta wyprzedzenia zapłonu na trzy generacje.

Pierwszą generację stanowi układ zapłonowy ze specjalnym, bezstykowym czujnikiem, zamontowanym na miejscu przerywacza w rozdzielaczu oraz układ elektroniczny ze specjalną cewką. Regulacja kąta wyprzedzenia zapłonu następuje w sposób klasyczny, z wykorzystaniem regulatora odśrodkowego i podciśnieniowego.

Drugą generację stanowi układ elektroniczny z pamięcią, do której wpisano charakterystykę silnika i przez porównanie z warunkami określonymi odpowiednimi parametrami steruje się kątem wyprzedzenia zapłonu w sposób elektroniczny.

W sposób elektroniczny steruje się kątem wyprzedzenia zapłonu również w trzeciej generacji, ale z pominięciem pamięci, a kąt wyprzedzenia zapłonu zmienia się wraz ze zmianą warunków. W drugiej i trzeciej generacji montuje się czujnik przy kole zamachowym silnika, co daje większą dokładność ze względu na dużą średnicę oraz brak luzów i drgań skrętnych mechanizmu napędu aparatu zapłonowego.

W Polsce, na skalę przemysłową nie wprowadzono do tej pory żadnej z trzech generacji, ale są prowadzone prace badawcze, nie skoordynowane i rozproszone po całym kraju. Stosunkowo niedawno zajęto się kompleksowo opracowaniem i wdrożeniem pierwszej generacji. Ze względów technicznych, wdrożenie pozostałych generacji nie jest obecnie możliwe. W ramach podziału zadań odcinkowych, Instytut podjął się opracowania bezstykowego czujnika, natomiast cewkę zapłonową i moduł elektroniczny opracowują inne instytucje badawcze i przemysłowe.

3. Rodzaje czujników dla układu zapłonowego pierwszej generacji i zasadnicze wymagania

W skład układu zapłonowego pierwszej generacji wchodzi czujnik wytwarzający taki sygnał, który możeysterować tranzystor mocy.

Do tej pory skonstruowano wiele czujników, które można usystematyzować w następujący sposób:

- czujniki z napięciem jako wielkością wyjściową
 - magnetoindukcyjne,
z wirującymi magnesami
reluktancyjne (jednoszczelinowe i różnicowe)
 - fotoelektryczne,
 - halotronowe;
- czujniki ze zmianą parametru obwodu elektrycznego (indukcyjności, indukcyjności wzajemnej, rezystancji)
 - transformatorowe,
 - magnetorezystancyjne.

Wymagania w stosunku do czujników wynikają z surowych warunków panujących w komorze silnikowej i dotyczą między innymi przebiega prądu o wysokim napięciu, wstrząsów, temperatury itd. Czujnik powinien zapewnić silny sygnał już od najmniejszych obrotów i odpowiedni kształt impulsu, aby mógł współpracować z określonym układem elektronicznym. Są to tylko niektóre przykłady wymagań stawianych czujnikom bezstykowym.

4. Przegląd znanych rozwiązań

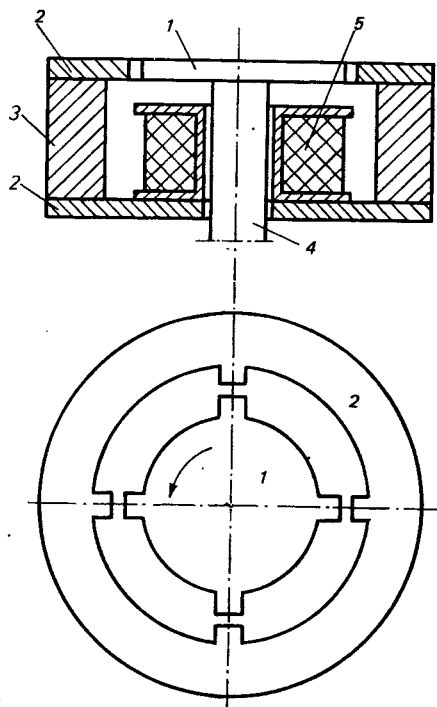
Z wielu czujników mających zastosowanie w układzie zapłonowym najczęściej są wykorzystywane czujniki reluktancyjne, fotoelektryczne, halotronowe i transformatorowe.

Czujnik reluktancyjny (rys.1) jest zbudowany z cewki i obwodu magnetycznego, składającego się z: magnesu, nabiegunnika, rdzenia (wałka rozdzielacza), zwory ruchomej oraz szczeliny powietrznej. Obracająca się zwora ruchoma ma tyle odpowiednich występów, ile jest cylindrów w silniku. Zbliżanie się występów zwory ruchomej do występów nabiegunnika górnego powoduje narastanie strumienia magnetycznego. Zmiana strumienia indukuje siłę elektromotoryczną w cewce. Oddalanie się występów jest związane ze zmniejszaniem SEM. Kształt napięcia indukującego się w cewce po-

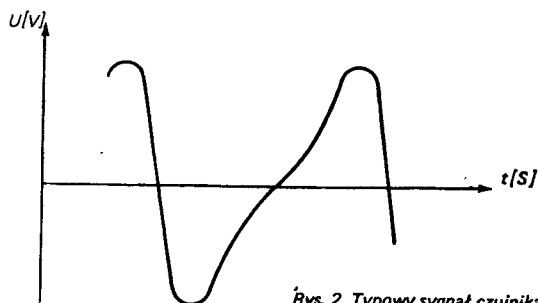
kazano na rys.2. Wielkość SEM jest związana z prędkością obrotową zwory ruchomej (zmiana strumienia $\frac{d\phi}{dt}$) oraz liczbą zwojów N według wzoru:

$$E = - N \cdot \frac{d\phi}{dt}$$

SEM jest uzależniona od szczeliny powietrznej w sposób hiperboliczny i gwałtownie maleje przy powiększeniu szczeliny.



Rys. 1. Czujnik reluktancyjny; 1—zwora ruchoma, 2—nabiegunniki, 3—magnes, 4—rdzeń (wałek rozdzielacza), 5—cewka



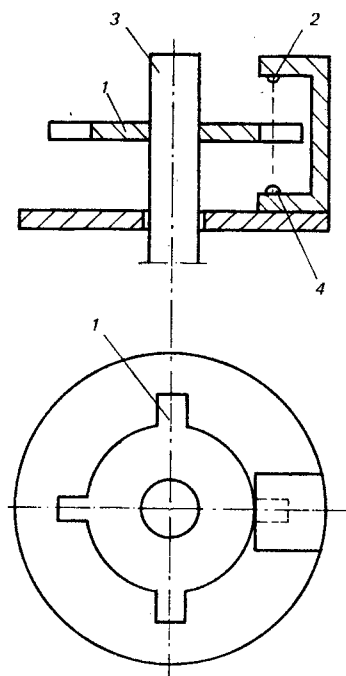
Rys. 2. Typowy sygnał czujnika reluktancyjnego

Możliwość wpływania na wielkość SEM przez zwiększanie magnesu jest ograniczona gabarytami rozdzielacza, gdzie montuje się czujnik. Zmniejszanie szczeliny i zwiększanie liczby zwojów cewki jest ograniczone niezawodnością pracy i wymaganiami elektrycznymi.

W czujnikach reluktancyjnych występuje problem prądów wirowych indukujących się w elementach obwodu magnetycznego. Opóźniają one sygnał o około 1° na 1000 obr/min. Można to zjawisko ograniczyć stosując blachy lub ferryty na nabiegunkach oraz dobierając odpowiednie parametry cewki, decydujące o jej indukcyjności.

Sygnał wyjściowy jest praktycznie niezależny od temperatury otoczenia, przy założeniu, że szczelina powietrzna nie zmienia się. Czujniki reluktancyjne stosuje szereg firm, a między innymi firmy Bosch (RFN) i Magneti Marelli (Włochy).

Następnym przykładem jest czujnik fotoelektryczny, którego budowę przedstawiono na rys.3.



Rys. 3. Czujnik fotoelektryczny; 1—przystona, 2—źródło światła, 3—wałek rozdzielacza, 4—detektor światła

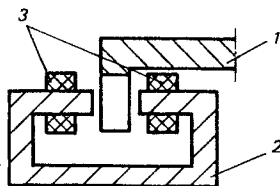
Czujnik ten pracuje na zasadzie przerywania strumienia świetlnego przez nieprzezroczystą przestonę. Kształt przestony określa czas trwania impulsu na wyjściu czujnika. W czujniku tym moment przesoku iskry nie zależy od przesunięć osiowych i promieniowych przestony.

Dobre parametry eksploatacyjne uzyskuje się po zastosowaniu zamiast żarówki diody elektroluminescencyjnej jako źródła światła i fototranzystora jako detektora. Pierwszy czujnik fotoelektryczny został opracowany przez firmy amerykańskie, a w Europie najwcześniej zagadnieniem tym zajęła się angielska firma Lumenition.

W produkcji czujnika, w którym wykorzystano zjawisko Halla, wyspecjalizowała się firma Bosch. Zasada zjawiska Halla polega na wytwarzaniu napięcia elektrycznego pomiędzy płaszczyznami ma-

teriału półprzewodnikowego umieszczonego w polu magnetycznym przy jednoczesnym przepływie prądu. Sygnał wyjściowy, podobnie jak w poprzednim czujniku, nie zależy od prędkości obrotowej wałka rozdzielacza. Element, w którym wykorzystano zjawisko Halla, jest integralną częścią układu scalonego, w którym można wyodrębnić wzmacniacz, przerzutnik Schmitta oraz zasilacz stabilizowany.

Firma Lucas (W. Brytania) rozpowszechniła czujnik indukcyjnościowy w wersji transformatorowej (rys.4). Zasada działania tego czujnika polega na tym, że w szczelinie rdzenia wiruje kubek metalowy z wycięciami. Sprężenie między cewkami dobrano tak, że wzbudzenie drgań następuje gdy w szczelinie znajdzie się wycięcie kubka.



Rys. 4. Czujnik transformatorowy; 1—kubek wirujący, 2—rdzeń transformatora, 3—cewki

Przegląd tych czujników daje obraz różnorodności zjawisk, które można wykorzystać w czujniku układu zapłonowego. Po analizie pod względem możliwości technologicznych oraz otrzymanego sygnału (kształt, amplituda), a także biorąc pod uwagę krajowe możliwości materiałowe, zdecydowano się na realizację czujnika reluktancyjnego z wirującą zworą.

5. Czujnik reluktancyjny

5.1. Wymagania techniczne

Wymagania w stosunku do czujnika bezstykowego do zapłonu elektronicznego zostały opracowane w Zakładach Elektrotechniki Motoryzacyjnej Polmo—Zelmont. Wymagania te, z uwagi na to, że czujnik miał być wbudowany do korpusu rozdzielacza zapłonu na miejscu przerywacza, są w części wzorowane na wymaganiach wobec rozdzielacza.^{*)} Dotyczą one przede wszystkim zapewnienia wytrzymałości na wstrząsy do 40 g, temperaturę od -40°C do $+125^{\circ}\text{C}$, wilgoć, odporności na działanie oleju silnikowego i paliwa oraz na przeskok iskry z przewodu wysokiego napięcia.

Sygnał indukowany w czujniku także musi spełniać określone wymagania. Mimo ograniczeń gabarytowych rozdzielacza, amplituda sygnału musi być dostatecznie duża, nawet przy najmniejszych obrotach, np.: dla samochodu Fiat 126p jest wymagany sygnał 0,6 V przy 25 obr/min.

Tak silny sygnał daje pewność uruchamiania układu elektronicznego już od najmniejszych obrotów. Natomiast przy 3500 obr/min dodatnia amplituda sygnału powinna zawierać się w granicach od 27 V do 59 V. Jest to podyktowane wytrzymałością elektryczną modułu przetwarzającego. Kształt sygnału przedstawiono schematycznie na rys.5.

Sygnał ten musi spełnić następujące warunki:

- Stosunek czasu opadania T_1 do okresu T_3 powinien spełniać zależność:

$$100 \cdot \frac{T_1}{T_3} \leq 5\%$$

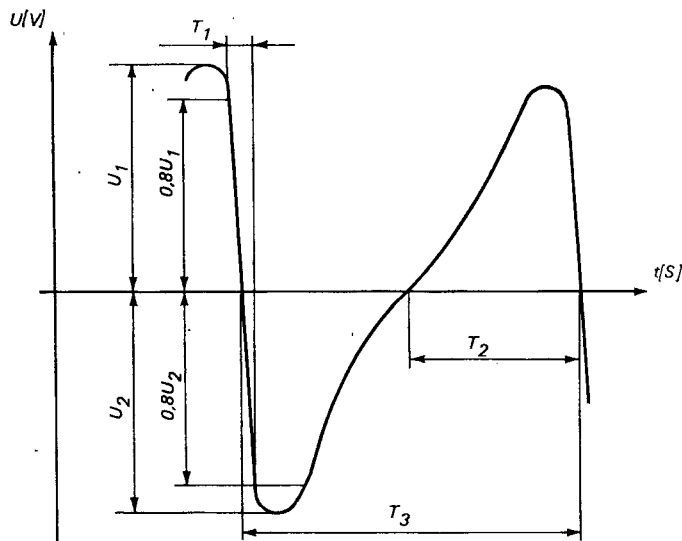
Wynika to z tego, że moduł przetwarzający jest wyłączany na opadającym zboczach sygnału, przy czym stromość sygnału decyduje o jednoznaczności wyłączania układu elektronicznego.

^{*)} Według norm podanych przez firmę Fiat, Włochy.

- Stosunek czasu między przejściami sygnału przez zero do okresu powinien spełnić zależność:

$$100 \cdot \frac{T_2}{T_3} = 50 \pm 20\%$$

- Amplitudy kolejno po sobie następujących sygnałów nie powinny różnić się więcej niż o 5%. Rezystancja wewnętrzna czujnika powinna być w granicach 500÷800 Ω, natomiast obciążenie 10 kΩ nie powinno wprowadzić zmian w kącie wyprzedzenia zapłonu. Trwałość czujnika powinna być nie mniejsza od trwałości samego rozdzielacza, tj. 100000 km.



Rys. 5. Sygnał czujnika reluktancyjnego

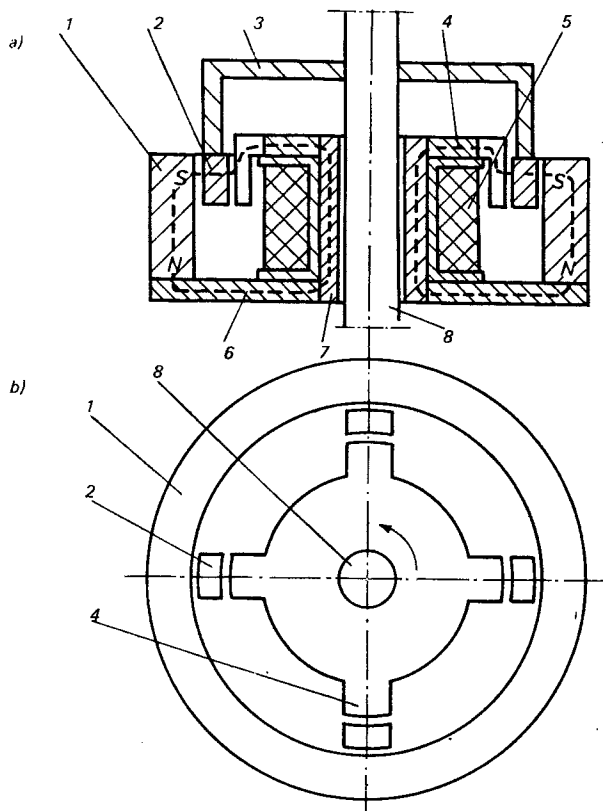
Powyższe wymagania były podyktowane również dążeniem, aby czujnik krajowy był zamienny z czujnikami firm zagranicznych. Wymagania te były punktem wyjścia do zaprojektowania czujnika, przy czym kierowano się zasadą, aby zamontowanie czujnika nie powodowało dużych zmian w korpusie rozdzielacza.

Dodatkową trudność sprawił fakt, że czujniki bezstykowe do zapłonu elektronicznego są stosowane na świecie od kilkunastu lat. Opóźnienie opracowania krajowego spowodowało konieczność ominięcia szeregu patentów innych firm, co wpłynęło na stosunkowo większe skomplikowanie konstrukcji.

5.2. Opis czujnika zapłonu elektronicznego do samochodów: Fiat 125p, Polonez, Fiat 126p

Schemat czujnika zapłonu elektronicznego do samochodów Fiat 125p i Polonez przedstawiono na rys.6. Jest to czujnik reluktancyjny, różnicowy, z wirującą zworą.

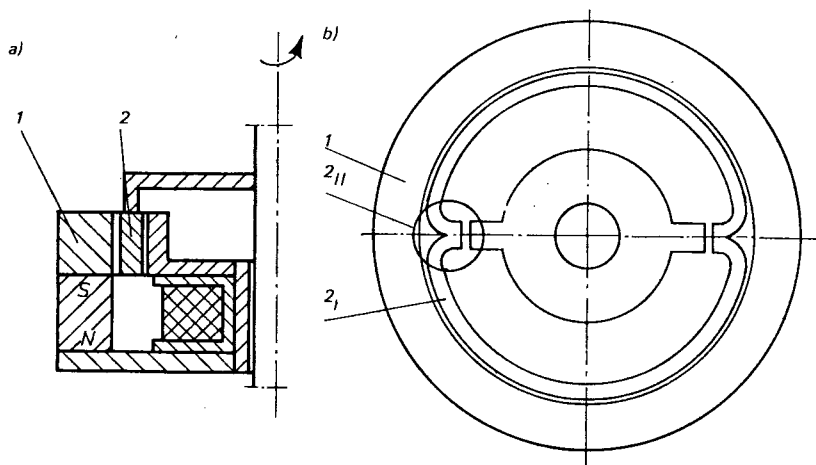
Reluktancja obwodu magnetycznego czujnika jest zmieniana przez cztery zwory ruchome, zamocowane co 90° w odpowiednich wycięciach kubka wirującego. Dzięki temu indukuje się w cewce SEM. Obwód magnetyczny charakteryzuje się tym, że zwora nieruchoma z czterema pazurkowatymi występami ma wpływ na kształt sygnału, natomiast o jego wartości decyduje: duży magnes, wielkość średnicy okręgu zataczanego przez zwory ruchome oraz szczelina powietrzna.



Rys. 6. Czujnik układu elektronicznego do samochodów Fiat 125p i Polonez; a) schemat czujnika; b) widok z góry na obwód magnetyczny czujnika; 1-magnes, 2-zwora ruchoma, 3-kubek wirujący, 4-zwora nieruchoma, 5-cewka, 6-nabiegunnik dolny, 7-tulejka, 8-watek rozdzielacza

Czujnik ten spełnia wszystkie wymagania dotyczące sygnału (np.: wielkość amplitudy wynosi 1,4 V przy 25 obr/min, ale o wartości sygnału decyduje średnica okręgu, który zatacza zwora ruchoma). Ta sama konstrukcja przeniesiona bez żadnych zmian (poza wymiarowymi) do rozdzielacza samochodu Fiat 126p, pozwoliła uzyskać tylko $0,1 \div 0,2$ V przy 25 obr/min. Mniejsze wymiary magnesu i zwory ruchomej były główną przyczyną słabego sygnału. Uzyskanie szczeliny od 0,2 do 0,3 mm oraz 4500 zwojów było na granicy pewności działania i możliwości wykonawczych. Zauważono, że obwód magnetyczny czujnika (rys.6) jest na tyle niedoskonały, że tylko niewielka część strumienia bierze udział w indukcji SEM, reszta strumienia ulega rozproszeniu. Aby powiększyć amplitudę sygnału należało lepiej wykorzystać strumień magnetyczny. W tym celu zmieniono kierunek magnesowania na osiowy (rys.7), utworzono nabiegunnik górny oraz zmieniono kształt zwory ruchomej. W tym rozwiązaniu jest charakterystyczna zwora ruchoma (rys.7b), wykonana z dwóch jednakowych elementów z blachy, które należy łączyć wcześniej i wciskać w odpowiednie wycięcia kubka wirującego. W wycięcia te poprzednio wciskano niezależne zwory. W tym przypadku, zwora ruchoma jest ciągła na całym obwodzie. Pracuje ona jako nabiegunnik ruchomy w części 2_I oraz jako zwora zasadnicza w części 2_{II}.

Wprowadzone zmiany dały bardzo dobre wyniki.



Rys. 7. Czujnik zapłonu elektronicznego do samochodu Fiat 126p; a) schemat czujnika, b) widok z góry na obwód magnetyczny czujnika, 1–nabiegownik górny, 2–zwora ruchoma, pozostałe elementy jak na rys.6

5.3. Badanie czujnika skonstruowanego w Instytucie do samochodu Fiat 126p

5.3.1. Badanie laboratoryjne czujnika zapłonu elektronicznego do samochodu Fiat 126p

Dobre wyniki badań czujnika, przeprowadzonych w Instytucie, zostały potwierdzone wynikami badań laboratoryjnych i silnikowych w Ośrodku Badań Rozwojowych Fabryki Samochodów Małolitrażowych w Bielsku-Białej. Zostały też one porównane z właściwościami czujników firm Bosch (RFN) i Magneti Marelli (Włochy).

Tablica 1

Pomiary rezystancji i indukcyjności cewki*

Czujnik prod.firmy	R [Ω]	Obwód magnetyczny	
		zamknięty L [mH]/ Q	otwarty L [mH]/Q
PIAP	789,0	1182/1,51	1200/1,51
PIAP	778,6	1243/1,4	1245/1,39
Bosch	1127,0	1253/1,66	1242/1,69
Magneti Marelli	739,5	844,5/1,55	775,1/1,72

Q – dobroć

*)

Wszystkie wyniki pomiarów podane w tablicach 1–4 pochodzą z danych przekazanych przez OBR FSM, Bielsko Białe.

Wyniki te wykazują zgodność wartości oporności z nałożonymi wymaganiami. Indukcyjność czujnika skonstruowanego w Instytucie jest porównywalna z indukcyjnością czujnika firmy Bosch, a przewyższa indukcyjność czujnika firmy Magneti Marelli. Badania amplitudy dokonano przy obciążeniu 10 k Ω dla dodatnich i ujemnych wartości, przy różnych prędkościach obrotowych. Zauważono, że przy dużej czułości czujnika, pewne zakłócenia wprowadza regulator odśrodkowy powiększając i zmniejszając prędkość chwilową zwory obrotowej w chwili zwierania obwodu magnetycznego, niezależnie od stałej prędkości obrotowej wałka rozdzielacza. Dlatego na czas badań zablokowano regulator odśrodkowy.

Porównanie parametrów czujnika skonstruowanego w Instytucie z parametrami zachodnich czujników podobnej klasy przedstawia tablica 2. Należy przy tym zaznaczyć, że czujnik skonstruowany w Instytucie został zamontowany w korpusie rozdzielacza o najmniejszej średnicy.

Tablica 2

Wartości amplitud dodatnich (V^+) i ujemnych (V^-) w zależności od prędkości obrotowej wałka rozdzielacza (owr) aparatu zapłonowego mierzone z obciążeniem 10 k Ω

$U[V]$ \ $n \begin{bmatrix} \text{obr} \\ \text{min} \end{bmatrix} \text{owr}$		100	250	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500
Czujnik prod. firmy Bosch	V^+	3,2	6,3	10,9	17,7	23,7	28,8	32,7	37,3	40,0
	V^-	3,0	6,0	10,4	16,3	21,9	25,5	29,9	30,8	32,7
Magneti Marelli	V^+	1,6	3,9	6,8	11,5	18,2	23,2	28,8	31,7	36,3
	V^-	1,4	3,2	5,2	8,0	13,6	15,4	18,6	21,4	23,9
PIAP	V^+	3,0	6,3	10,7	24,1	29,9	34,5	31,7	37,7	42,3
	V^-	2,6	5,4	15,0	19,1	23,2	26,2	26,1	28,1	30,8

Czujnik skonstruowany w Instytucie dawał sygnał o amplitudzie 1,6 V przy 25 obr/min, podczas gdy czujnik firmy Magneti Marelli nie spełnił wymagań wobec amplitudy przy 25 obr/min.

Czujniki firmy Bosch i Instytutu spełniły wymagania dotyczące charakterystyki amplitudowej zgodnie z założeniami opracowanymi przez ZEM Polmo-Zelmo.

Jak wynika z danych w tablicy 2, czujnik skonstruowany w Instytucie daje sygnał o amplitudzie znacznie większej niż czujnik firmy Magneti Marelli i porównywalny z amplitudą sygnału czujnika firmy Bosch.

Różnica amplitud kolejnych impulsów dodatnich przy stałej prędkości obrotowej zwory nie przekracza 5% wartości średniej amplitudy dodatniej dla wszystkich badanych czujników, co jest zgodne z założonymi wymaganiami.

Oceny kształtu sygnału dokonano przy prędkościach wałka rozdzielacza 1000 i 3000 obr/min, przy których wpływ regulatora odśrodkowego na kształt sygnału był do pominięcia. Do oceny sygnału brano pod uwagę stosunek $\frac{T_1}{T_3}$ (czasu opadania T_1 do okresu T_3) oraz stosunek czasu między przejściami sygnału przez zero do $\frac{T_2}{T_3}$ okresu (rys.5). Wyniki pomiarów przedstawiono w tablicy 3.

Warunek $\frac{T_1}{T_3} \leq 5\%$ nie jest spełniony przez czujnik skonstruowany w Instytucie i czujnik firmy Bosch; można go spełnić stosując mniejszą szerokość zwory magnetycznej.

Tablica 3

Czujnik prod. firmy	n[obr/min] owr	Obciążenie 10kΩ	
		T ₁ /T ₃ [%]	T ₂ /T ₃ [%]
PIAP	1000	7	44
	3000	7	40
Magneti Marelli	1000	4	45
	3000	4	30
Bosch	1000	13	45
	3000	14	41,5

Współpracę czujników skonstruowanych w Instytucie z modułami elektronicznymi przebadano w warunkach laboratoryjnych. Zastosowano moduły firmy Magneti Marelli i Telpod (Polska); stwierdzono prawidłową współpracę.

Badania laboratoryjne przeprowadzone w OBR FSM w Bielsku-Białej dały szereg dodatkowych wskazówek, które pozwoliły na wprowadzenie zmian w konstrukcji czujnika. Ze względu na bardzo dużą czułość czujnika, poprawa jego parametrów mogła być dokonana kosztem obniżenia amplitudy sygnału. Na przykład: wpływ regulatora odśrodkowego na charakterystykę amplitudową można ograniczyć stosując większą szczelinę powietrzną w obwodzie magnetycznym czujnika.

5.3.2. Próby silnikowe zapłonowego układu elektronicznego z czujnikiem skonstruowanym w Instytucie do samochodu Fiat 126p

Kontynuacją badań laboratoryjnych były badania drogowe samochodu Fiat 126p oraz badanie charakterystyki silnika. Przeprowadzono próbę drogową samochodu Fiat 126p z następującym wyposażeniem: aparat zapłonowy z czujnikiem skonstruowanym w Instytucie, moduł elektroniczny PLE 201 firmy Magneti Marelli, cewka zapłonowa B 2600 AOK do samochodu Panda-30.

Dzięki zastosowaniu nowej cewki wyeliminowano palec rozdzielacza. Cewka zapłonowa ma dwa wyprowadzenia wysokiego napięcia połączone ze świecami. W obu cylindrach iskra przeskakuje jednocześnie, w jednym w czasie suwu wydechu, w drugim w czasie suwu sprężania.

Po przejechaniu 2545 km stwierdzono poprawną pracę układu zapłonowego. Zaobserwowano bardzo równomierną pracę silnika, zwłaszcza na wolnych obrotach oraz łatwość rozruchu silnika.

Po tym przebiegu wymontowano aparat zapłonowy i sprawdzono charakterystykę wyprzedzenia zapłonu, która okazała się prawidłowa. Nie stwierdzono istotnych zmian parametrów układu zapłonowego. Podczas badań na hamowni dokonano również pomiaru opóźnienia zapłonu wnoszonego przez czujnik. Wielkość opóźnienia zapłonu modelowego aparatu zapłonowego z zablokowanym regulatorem odśrodkowym nie przekracza 8,5° obrotu wału korbowego (owk) dla prędkości obrotowej silnika 5000 obr/min. Opóźnienie zapłonu można zmniejszyć modyfikując cewkę czujnika przez zmniejszenie jej indukcyjności (tablica 4).

Indukcyjność L (dla selenoidu) wyraża się wzorem:

$$L = \mu_o \cdot n^2 \cdot l \cdot A$$

gdzie:

- μ_o – przenikalność magnetyczna próżni,
- n – liczba zwojów na jednostkę długości,
- l – długość selenoidu,
- A – przekrój selenoidu.

Tablica 4

Czujnik prod. firmy	Indukcyjność L [mH]	Opóźnienie [°] ovr		
		Prędkość n [obr/min] ovr		
		1000	2000	3000
Magneti Marelli	844,5	-1,9	-3,5	-4,6
PIAP	1243,0	-3,0	-4,6	-6,3
Bosch	1253,0	-3,3	-5,4	-6,5

Jak wynika ze wzoru, indukcyjność zależy od liczby zwojów i wymiarów geometrycznych cewki. Przez zmniejszenie tych parametrów można ograniczyć opóźnienie zapłonu, modyfikując cewkę tak, aby elementy 4, 6, 7 (rys.6) czujnika stanowiły jednocześnie karkas cewki. Otrzymuje się wtedy karkas o mniejszych wymiarach. Elementy 4, 6, 7 należy wcześniej zaizolować. Modyfikacja ta pozwala na zastosowanie tańszego drutu nawojowego o większej średnicy (np.: 0,2 mm, a nie 0,12 mm) przy tej samej liczbie zwojów lub ewentualnie nieco mniejszej oraz rozwiązuje problem zamocowania cewki. Również zaizolowanie elementów 4, 6, 7 jest łatwiejsze niż dobór odpowiedniego tworzywa sztucznego na karkas, który wytrzymałby temperaturę + 125°C.

6. Wnioski

Dokonano wstępnych badań prototypu czujnika zapłonu elektronicznego do samochodu Fiat 126p. Pozostały do wykonania badania serii informacyjnej. Dotychczasowe badania wykazały, że istnieją możliwości pewnych zmian konstrukcyjnych czujnika, zmierzających do poprawy sygnału zgodnie z wymaganiami określonymi przez ZEM Polmo—Zelmo. Osiągnięcie amplitudy sygnału, odpowiadającej tym wymaganiom, w czujniku wmontowanym w rozdzielacz samochodu Fiat 126p, zmusiło konstruktorów do optymalizacji stopnia wykorzystania strumienia magnetycznego. Konstrukcja czujnika, która była dobra w dużym rozdzielaczu samochodu Fiat 125p, była już niewystarczająca w małym rozdzielaczu samochodu Fiat 126p. Występująca tu miniaturyzacja skłania do zmiany opracowań konstrukcyjnych: od ilościowych do jakościowych. Korzyści z tego wynikające są oczywiste. Opracowanie konstrukcji czujnika przy wykorzystaniu odpowiedniej technologii, np.: tłoczenia i odlewania pod ciśnieniem, stworzy szanse zastosowania czujnika magnetoindukcyjnego skonstruowanego w Instytucie w elektronicznych układach zapłonowych, przewidzianych do samochodu Fiat 126p.

Literatura

- [1] Konopiński M.: Elektronika w technice motoryzacyjnej. Warszawa 1979. WKiŁ.
- [2] Pomykański Z.: Elektronika samochodowa. Warszawa 1979. PWN.
- [3] Sprawozdanie z badań OBR FSM/BES 43/82. Badania prototypów instytutowych bezstykowych aparatów zapłonowych do samochodu PF 126p, wyposażonych w czujnik opracowany przez MERA-PIAP w Warszawie.
- [4] Sprawozdanie z badań OBR FSM/BES 219/81. Próby silnikowe bezstykowych aparatów zapłonowych do samochodu PF 126 p wyposażonych w czujnik opracowany przez MERA-PIAP w Warszawie.
- [5] Założenia ZEM Polmo-Zelmo TK RW 206/80. Założenia na czujnik magnetoindukcyjny rozdzielacza zapłonu do bezstykowego układu zapłonowego.