

# Badanie i analiza pracy nienaprawialnych wtryskiwaczy paliwa

Tomasz Osipowicz

## Streszczenie

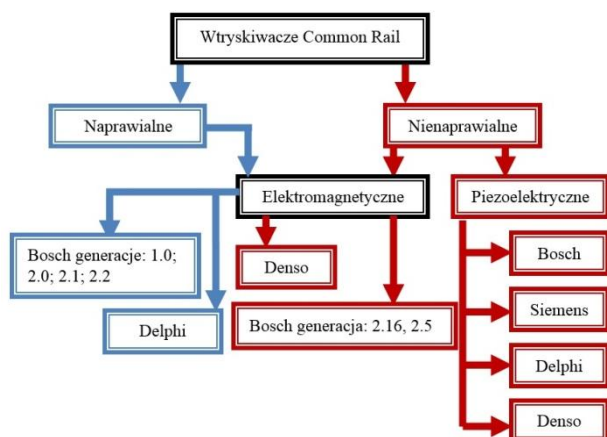
Artykuł przedstawia możliwości badania piezoelektrycznych wtryskiwaczy firmy Continental Siemens. Piezoelektryczne wtryskiwacze ze względu na brak technologii oraz oryginalnych części zamiennych należą do grupy nienaprawialnych. Referat opisuje w jaki sposób diagnozuje się tego typu wtryskiwacze paliwa oraz przedstawia możliwości ich naprawy. Obiektem badawczym jest piezoelektryczny wtryskiwacz firmy Continental Siemens o numerze katalogowym 9674973080.

**Słowa kluczowe:** silnik o zapłonie samoczynnym, badanie układów wtryskowych, wtryskiwacz paliwa, spalanie paliwa.

## Wstęp

Wtryskiwacz paliwa ma za zadanie rozpylenie i rozprowadzenie paliwa w komorze spalania [2]. Warunki w jakich pracuje są ekstremalnie ciężkie ze względu na temperatury i ciśnienia panujące w komorze spalania, dlatego jest on najbardziej newralgicznym elementem układu zasilania paliwem. Pomimo niesprzyjających warunków pracy musi spełniać surowe wymagania, a o poprawności jego funkcjonowania stanowi właściwa praca silnika. Najmniejsze niedomagania związane z pracą wtryskiwaczy mogą skutkować poważną usterką jednostki napędowej pojazdu.

Wtryskiwacze pod kątem sposobów diagnozowania oraz procedur badania można podzielić na dwie grupy: naprawialne i nienaprawialne. Podział ten jest najbardziej czytelny i sprawdza się w praktyce. Rys. 1 przedstawia podział wtryskiwaczy paliwa ze względu na możliwości ich regeneracji [4].



Rys. 1. Podział wtryskiwaczy paliwa

Przedstawiony schemat jest podziałem na grupy, gdzie dostępna jest technologia naprawy i oryginalne części zamienne

[1]. W praktyce istnieje możliwość naprawy wszystkich wtryskiwaczy paliwa. Należy jednak brać pod uwagę to, że wtryskiwacze z grupy nienaprawialnej składane są za pomocą części nie oryginalnych tak zwanych zamienników i na podstawie opracowanej własnej technologii naprawy, co zmniejsza skuteczność ich regeneracji.

Referat został poświęcony wtryskiwaczom paliwa grupy Continental – Siemens. Firma ta produkuje tylko wtryskiwacze piezoelektryczne, które ze względu na brak technologii i oryginalnych części zamiennych są nienaprawialne. Na rys. 2 przedstawiono piezoelektryczny wtryskiwacz paliwa firmy Siemens rozebrany na elementy składowe.



Rys. 2. Wtryskiwacz piezoelektryczny Siemens z podziałem na strefy: strefa 1 – kryształ piezoelektryczny, 2 – komora sterująca pracą wtryskiwacza z zaworami, 3 – zespół rozpylacza paliwa

## 1. Opis stanowiska i obiektu badawczego

Badania laboratoryjne zostały przeprowadzone w firmie Vasco Sp. z o.o. w specjalistycznym laboratorium zajmującym się badaniem i regeneracją układów wtryskowych silników spalinowych. Do badań wykorzystano urządzenie do testowania wtryskiwaczy paliwa Zapp CRU 2i, stół probierczy STPiW 3 oraz specjalistyczne narzędzia do demontażu i montażu wtryskiwaczy paliwa. Na rys. 3 przedstawiono urządzenie do testowania wtryskiwaczy paliwa Zapp CRU 2i.



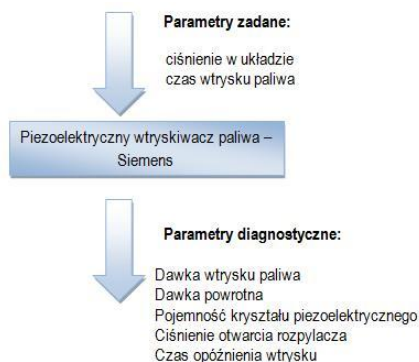
Rys. 3. Cyfrowy mikroskop laboratoryjny FL150/70

Za pomocą tego urządzenia wykonano test wielkości dawek wtrysku oraz powrotnych, zbadano szczelność wtryskiwacza paliwa, pojemność kryształu piezoelektrycznego, ciśnienie otwarcia rozpylacza oraz parametr opóźnienia wtrysku paliwa. Wymienione parametry są podstawowymi parametrami diagnostycznymi współczesnych wtryskiwaczy paliwa. Na stole probierczym STPiW 3 (rys. 4) wykonano charakterystykę roboczą badanego wtryskiwacza paliwa.



Rys. 4. Urządzenie probiercze STPiW 3

Objektem badawczym był piezoelektryczny wtryskiwacz CR firmy Continental – Siemens o nr katalogowym 9574973080. Na rys. 5 przedstawiono model diagnostyczny obiektu badawczego.



Rys. 5. Model diagnostyczny badanego wtryskiwacza paliwa  
Na rys. 6 przedstawiono badany wtryskiwacz paliwa.



Rys. 6. Badany wtryskiwacz paliwa firmy Continental – Siemens

## 2. Cel badań

Celem przeprowadzonych badań była analiza pracy i ocena możliwości diagnostycznych nienaprawialnych wtryskiwaczy paliwa. Analiza została przeprowadzona wg następującego programu:

- badanie wielkości dawek wtrysku, powrotnych, pojemności, ciśnienia otwarcia dyszy, czasu opóźnienia wtrysku paliwa oraz szczelności wtryskiwacza paliwa,
- opracowanie charakterystyki roboczej wtryskiwacza paliwa.

## 3. Przedstawienie badań laboratoryjnych

Badania laboratoryjne zostały przeprowadzone wg założonego schematu. Pierwszym etapem badań była analiza parametrów diagnostycznych obiektu badawczego. W tabeli 1 przedstawiono wyniki badania wtryskiwacza paliwa na urządzeniu Zapp CRU 2i.

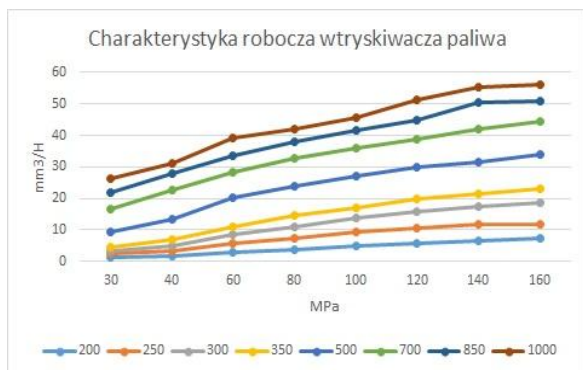
Tabela 1. Wyniki testu wtryskiwacza paliwa na urządzeniu Zapp CRU 2i

| Rodzaj testu | Parametry testu    | Dawka zadana mg/wtr | Dawka rzeczywista mg/wtr | Dawka Powrotna mg/wtr |
|--------------|--------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|
| LKT          | 160 MPa<br>180 s   | 0 – 65              | brak                     | 3,91                  |
| eRLC         | µF                 | 2,20 – 7,10         | 3,00                     | brak                  |
| IVM 1        | 160 MPa<br>1020 µs | 41,12 – 53,12       | 49,54                    | 21,05                 |
| IVM 2        | 125 MPa<br>290 µs  | 12,47 – 17,47       | 15,08                    | brak                  |
| IVM 3        | 85 MPa<br>440 µs   | 17,19 – 29,19       | 22,89                    | brak                  |
| IVM 4        | 24 MPa<br>510 µs   | 7,31 – 12,31        | 9,15                     | brak                  |
| NOP          | 12 – 19 MPa        | 12                  |                          | brak                  |
| RSP          | 20 – 42 µs         | 247                 |                          | brak                  |

IVM – dawki wtrysku, LKT – test szczelności, eRLC – test elektryczny wtryskiwacza, NOP – ciśnienie otwarcia rozpylacza, RSP – opóźnienie wtrysku paliwa, czas badań każdego parametru 1000 wtrysków

Na podstawie wyników badań, stwierdzono że parametry wtryskiwacza paliwa znajdują się w przedziałach poprawnej jego pracy. Aby dokładnie stwierdzić, że silnik będzie pracował poprawnie należy zbadać pozostałe trzy wtryskiwacze paliwa.

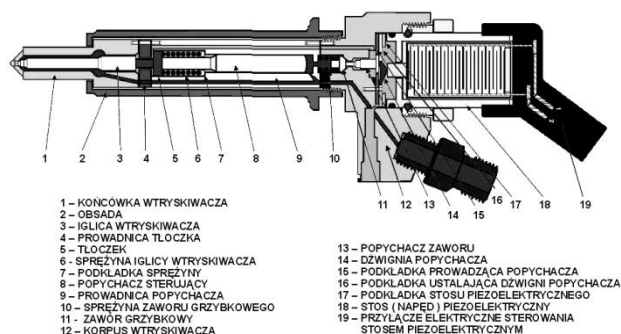
Wartości dawek wtrysku paliwa pilotażowej, biegu jałowego oraz średniego obciążenia powinny znajdować się koło siebie mniej więcej 0,5 mg/strk. W innym wypadku silnik może pracować nierównomiernie oraz szarpać przy przyspieszaniu. Podczas wykonywania badań wtryskiwaczy paliwa należy zbadać wielkości dawek pilotażowych przy różnych ciśnieniach wtrysku, a nie tylko przy średnich obciążeniach jak to się wykonuje w większości przypadków. Ostatnim etapem badań było sporządzenie charakterystyki pracy wtryskiwacza paliwa (rys. 7) [3].



Rys. 7. Charakterystyka robocza badanego wtryskiwacza paliwa

Charakterystyka przedstawia zależność dawki wtrysku od ciśnienia panującego w układzie przy różnych czasach wysterowania wtryskiwacza paliwa. Podczas sporządzania zależności należy zwrócić uwagę na płynność pracy rozpylacza i jakość rozpylenia strugi. Często przy dużym zanieczyszczeniu lub zatarciu elementów par precyzyjnych wtryskiwacz paliwa zaczyna się podczas pracy, dlatego ważnym jest prowadzenie jego obserwacji przy sporządzaniu ogólnej charakterystyki ponieważ pracuje on w całym zakresie wysterowania.

W piezoelektrycznych wtryskiwaczach Continental – Siemens elementem odpowiadającym za wielkość dawek wtrysku i przelewowych jest komora sterująca jego pracą razem z zespołem zaworków. Rys. 8 przedstawia schemat budowy piezoelektrycznego wtryskiwacza firmy Continental – Siemens.



Rys. 8. Schemat piezoelektrycznego wtryskiwacza Continental – Siemens

Stos kryształów składa się z około 360 płytek. Wydłużenie ich po podaniu napięcia wynosi około 45 μm. W momencie wysterowania siłownik piezoelektryczny naciska na zaworki

sterujące pracą wtryskiwacza paliwa. W tym momencie ciśnienie w komorze sterującej spada. Ciśnienie w dolnej części wtryskiwacza nie ulega zmianie i w wyniku różnicy ciśnień iglica w rozpylaczu unosi się o kilkanaście μm powodując wtrysk paliwa do komory spalania. Im wyższe ciśnienie robocze w układzie tym większa różnica ciśnień, iglica wyżej się unosi i dawka wtryskiwanego paliwa wzrasta. Dlatego w tego rodzaju wtryskiwaczach paliwa ważne są momenty dokręcenia zaworów oraz kryształu piezoelektrycznego. Wpływają one zarówno na wielkości dawek wtrysku i powrotnych. Producent nie podaje danych montażowych dlatego tego rodzaju wtryskiwacze paliwa uznaje się za nienaprawialne. Zanieczyszczenia w paliwie, które przedostaną się do komory sterującej mogą spowodować wadliwą pracę wtryskiwacza. Jednym ze sposobów ich naprawy jest termochemiczne czyszczenie wewnętrzne pod wysokim ciśnieniem detergentem. Powoduje to wypłukanie i rozpuszczenie osadów wewnątrz wtryskiwacza paliwa. Jeżeli uszkodzenia są na tyle poważne i należy rozebrać wtryskiwacz na elementy składowe trzeba posiadać dokładny elektroniczny klucz dynamometryczny z pamięcią. Pozwoli nam to zapamiętać mniej więcej momenty montażowe, żeby złożyć poprawnie wtryskiwacz paliwa.

#### 4. Podsumowanie

Analizując przeprowadzone badania laboratoryjne można stwierdzić, że istnieje kilka sposobów na zbadanie i zdiagnozowanie piezoelektrycznych wtryskiwaczy firmy Continental – Siemens. Najszybszą i najprostszą metodą jest test wielkości dawek wtrysku i powrotnych. Ważnym narzędziem diagnostycznym jest określenie czasu opóźnienia wtrysku paliwa i zbadanie ciśnienia otwarcia rozpylacza. Parametry te opisują stan elementów pary precyzyjnej na iglicy (czy nie jest zatarta na skutek zanieczyszczeń lub korozji). Ważnym etapem badania jest wykonanie charakterystyki roboczej wtryskiwacza. Jest to zależność ciśnienia w układzie oraz dawek wtrysku przy różnych czasach wtrysku. Analizując budowę obiektu badawczego można stwierdzić, że istnieje możliwość regulacji wielkości dawek wtrysku i powrotnych oraz regeneracji wtryskiwaczy paliwa firmy Continental – Siemens. Należy pamiętać, że należy diagnozować wszystkie wtryskiwacze z danego silnika jednocześnie.

#### Bibliografia

1. Gunther H.: *Układy wtryskowe Common Rail w praktyce warsztatowej*. WKiŁ, Warszawa, 2012.
2. Osipowicz T.: *Wpływ biopaliw na działanie układów Common Rail*. Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe. 6/2014.
3. Osipowicz T., Kowalek S.: *Evaluation of Modern Diesel Engine Fuel Injectors*. TEKA Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa, XIV 3/2014.
4. Osipowicz T., Stoeck T.: *Regeneracja współczesnych wtryskiwaczy paliwowych silników o zapłonie samoczynnym*. Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe. 10/2013.

## Research and analysis technical parameters not repair Diesel injectors

### Abstract

*Article presents possibilities of research piezoelectric Diesel injectors Continental Siemens company. Piezoelectric Diesel injectors belong to not repair group because of lack technology and original spare parts. Paper describes how to diagnose these injectors and shows the possibilities of their repair. Research object is piezoelectric Diesel injector Continental – Siemens with catalogue number 9674973080.*

**Key words:** Diesel engine, Diesel injection systems research, fuel injector, fuel combustion.

**Autor:**

Dr inż. **Tomasz Osipowicz** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie