

Wprowadzenie

**UKŁADY ZASILANIA  
SILNIKÓW ZS**

# Zadania układów zasilania ZS

- a) dokładne odmierzanie jednakowych dawek paliwa dla wszystkich cylindrów silnika
- b) wtryskiwanie paliwa w ściśle określonej chwili, gdy w cylindrze panuje odpowiednio wysokie ciśnienie powietrza
- c) wtryskiwanie strumienia paliwa pod wymaganym ciśnieniem w sposób dostosowany do typu komory spalania

# Budowa układu zasilania silnika ZS

## a) Obwód paliwa niskiego ciśnienia

- *przetłoczenie paliwa ze zbiornika do obwodu wysokiego ciśnienia*
- *zbiornik paliwa, pompy zasilające, filtr paliwa, zawór regulujący ciśnienie*

## b) Obwód paliwa wysokiego ciśnienia

- *wytwarzanie wysokiego ciśnienia paliwa, określenie dawki i początku wtrysku*

## c) Obwód regulacji

# Rodzaje obwodów paliwa wysokiego ciśnienia

## a) Układy z rzędową pompą wtryskową

- pompa ma dla każdego cylindra odrębną sekcję tłoczącą zasilającą jeden wtryskiwacz

## b) Układy z rozdzielaczową pompą wtryskową

- pompa ma jedną sekcję tłoczącą, a paliwo jest rozdzielane do wtryskiwaczy za pomocą rozdzielacza

## c) Układy z pompowtryskiwaczami

- *UIS – Unit Injector System*
- każdy cylinder ma jeden pompowtryskiwacz, który tłoczy i wtryskuje paliwo do komory spalania

# Rodzaje obwodów paliwa wysokiego ciśnienia

## d) Układy z indywidualnymi zespołami wtryskowymi

- *UPS – Unit Pump System*
- na każdy cylinder przypada jeden zespół wtryskowy, składający się z jednosekcyjnej pompy połączonej krótkim przewodem wtryskowym z wtryskiwaczem

## e) Zasobnikowe układy wtryskowe

- *CR – Common Rail*
- w zasobniku paliwo jest utrzymywane pod wysokim ciśnieniem, a elektroniczny sterownik silnika określa początek i dawkę wtrysku paliwa

**UKŁAD ZASILANIA  
Z RZĘDOWĄ  
POMPA WTRYSKOWĄ**

# Cechy pompy rządowej

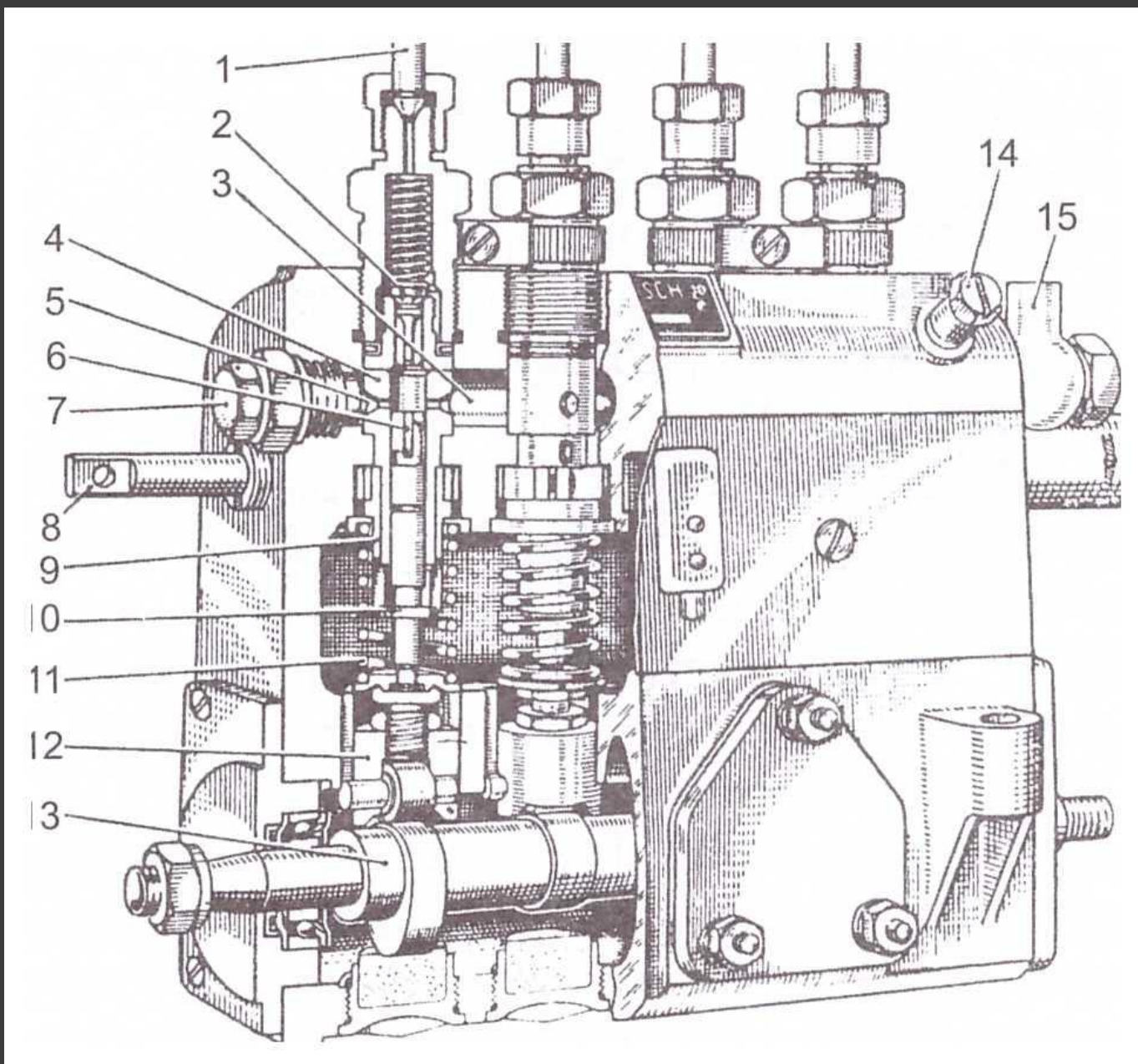
## ◎ Zalety

- zwartość konstrukcji
- podatność obsługowa

## ◎ Wady

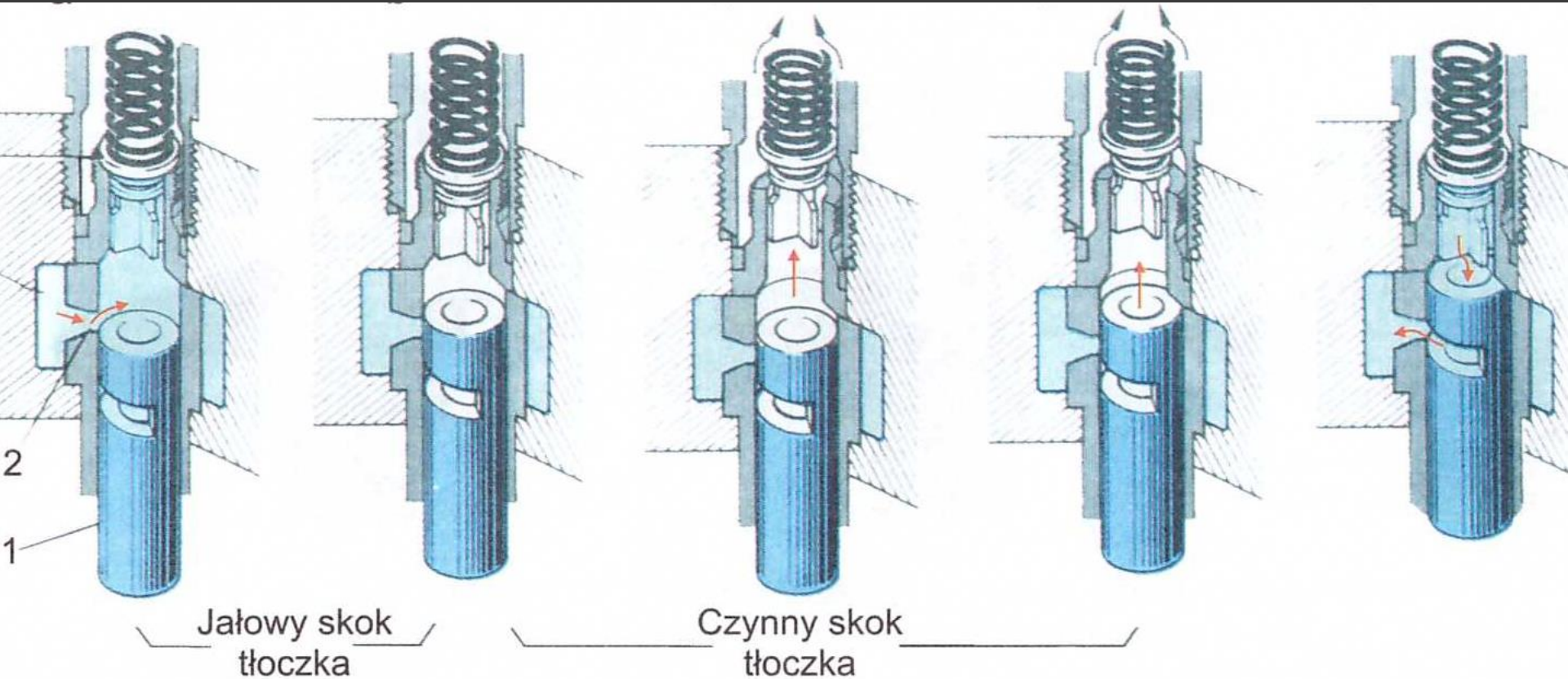
- trudność uzyskania jednakowych dawek paliwa tłoczonych przez sekcje tłoczące
- konieczność stosowania długich przewodów wtryskowych (pulsacja paliwa)

# Rzędowa pompa wtryskowa





# Zasada tłoczenia paliwa



# Sterowniki elektroniczne

## a) Elektromagnetyczny nastawnik dawki paliwa

- rdzeń elektromagnesu zmienia położenie listwy regulacyjnej obciążonej sprężyną powrotną na podstawie sygnału ze sterownika silnika

## b) Elektromagnetyczny zawór STOP

- wyłącza silnik w sytuacji awaryjnej

## c) Elektromagnetyczny nastawnik początku tłoczenia

- zmiana początku tłoczenia dzięki przesuwaniu suwakowi między tłoczkiem a cylinderkiem

**UKŁAD ZASILANIA  
Z ROZDZIELACZOWĄ  
POMPA WTRYSKOWĄ**

# Budowa pompy rozdzielaczowej

- jedna sekcja tłocząca
  - zasila wszystkie cylindry
- rozdzielacz
  - rozdziela paliwo w odpowiedniej kolejności do wtryskiwaczy

# Rodzaje pomp rozdzielaczowych

- a) promieniowe
- b) osiowe

# Budowa pompy promieniowej

## a) łopatkowa pompa przetłaczająca

- z zaworem regulacyjnym ciśnienia i przelewowym zaworem dławiącym

## b) sekcja tłocząca

- z tłoczkami promieniowymi, wałkiem rozdzielacza i zaworem odcinającym

## c) zawór elektromagnetyczny wysokiego ciśnienia

## d) przestawiacz wtrysku z zaworem elektromagnetycznym

## e) czujnik kąta obrotu wałka napędowego pompy

## f) sterownik pompy

# Budowa układu z pompą osiową

## ◎ Obwód niskiego ciśnienia

- zbiornik paliwa z pompą zasilającą
- filtr paliwa
- pompa łopatkowa z zaworem regulacyjnym

## ◎ Obwód wysokiego ciśnienia

- głowica rozdzielacza z sekcją tłoczącą
- wtryskiwacze

# Osiowa pompa rozdzielaczowa

- a) wałek napędowy
- b) pierścień rolek
- c) rolki
- d) sprzęgło
- e) tarcza krzywkowa
- f) tłokorozdzielacz



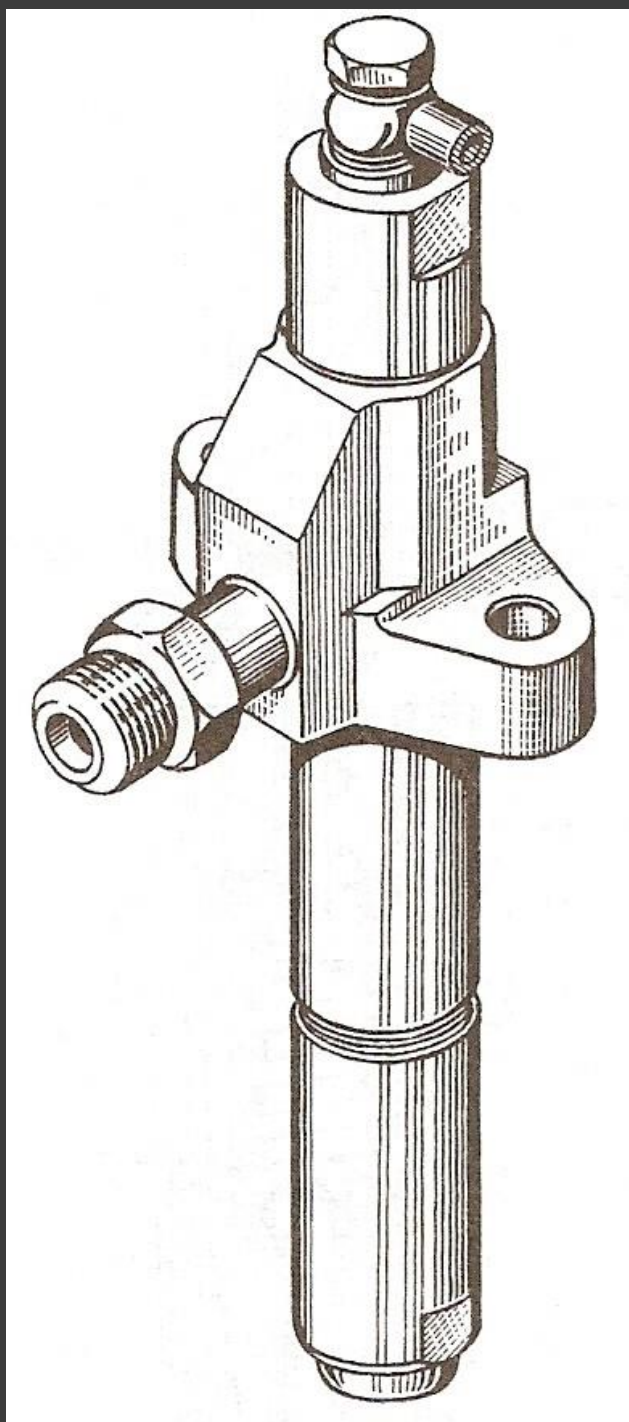
# WTRYSKIWACZE PALIWA

# Zadania wtryskiwacza

- a) kształtowanie prawidłowego przebiegu wtrysku
  - dokładny przebieg ciśnienia i rozdział dawki paliwa w odniesieniu do kąta obrotu wału korbowego
- b) optymalne rozpylenie i rozdział paliwa w komorze spalania
- c) zapewnienie szczelności układu wtrysku paliwa względem komory spalania

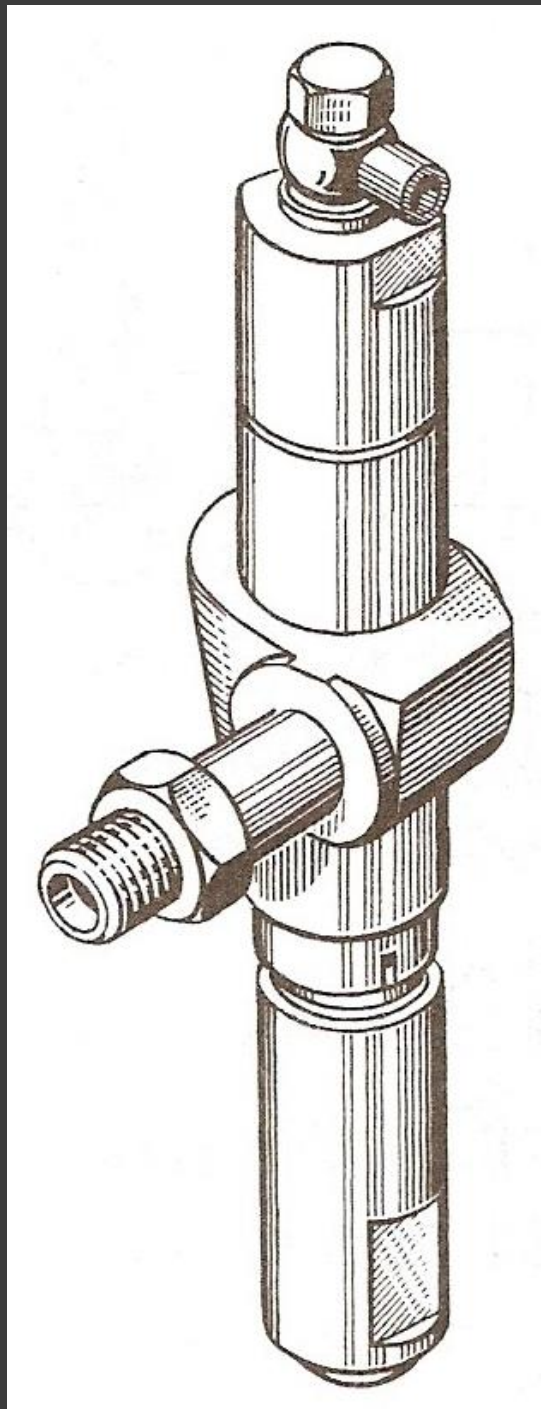
# Sposoby mocowania wtryskiwaczy

a) kołnierzowe



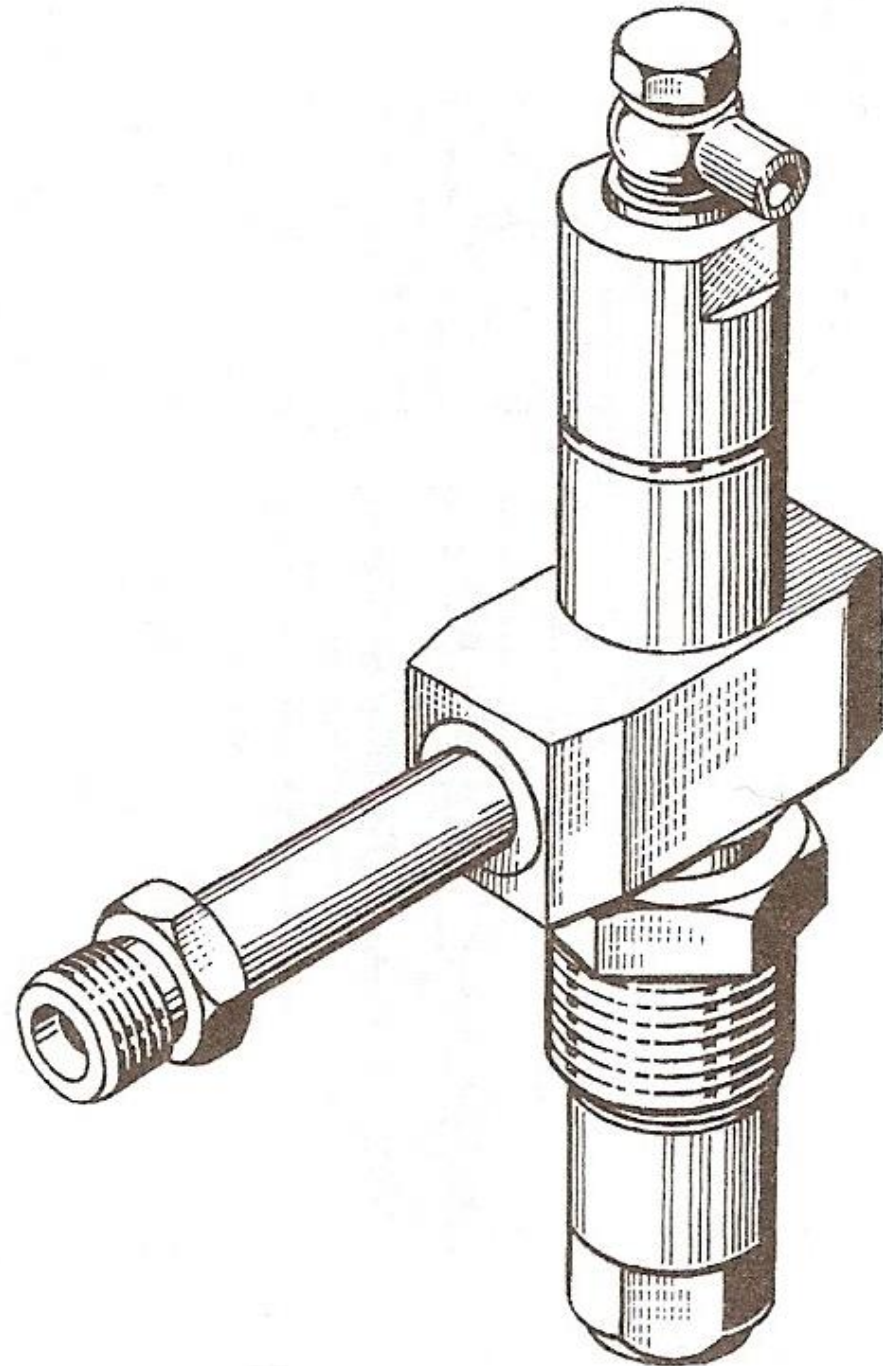
# Sposoby mocowania wtryskiwaczy

- a) kołnierzowe
- b) jarzmowe



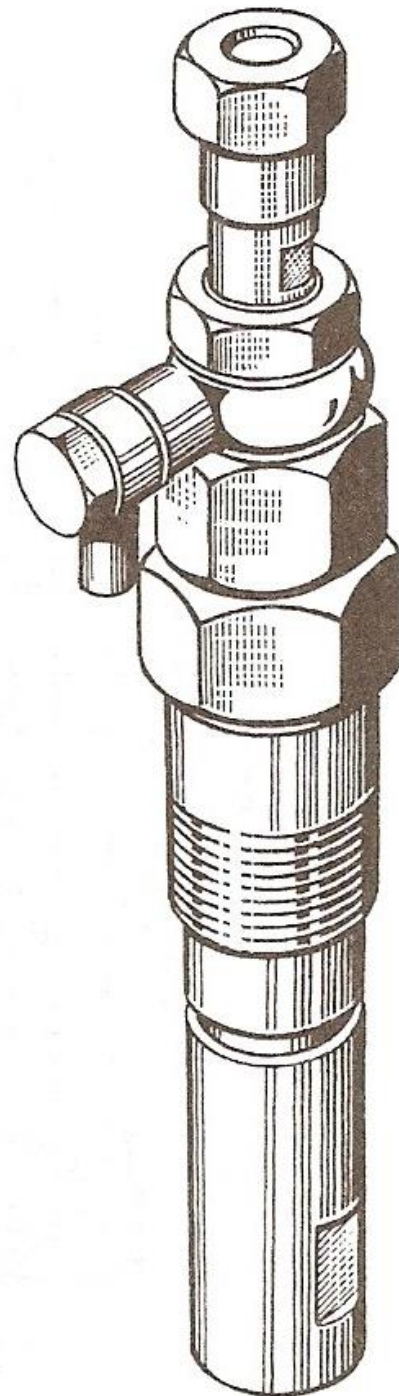
# Sposoby mocowania wtryskiwaczy

- a) kołnierzowe
- b) jarzmowe
- c) nakrętką dociskową

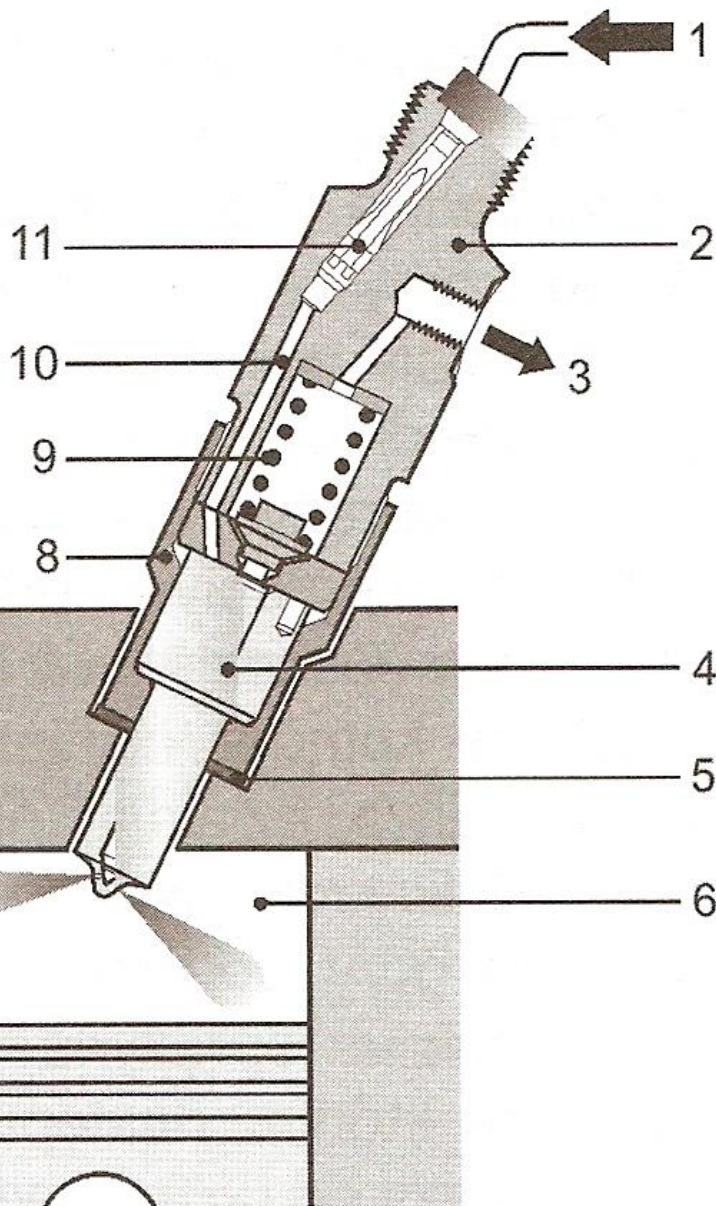


# Sposoby mocowania wtryskiwaczy

- a) kołnierzowe
- b) jarzmowe
- c) nakrętką dociskową
- d) gwintowe



# Zabudowa wtryskiwacza



1. doprowadzenie paliwa
2. obsada wtryskiwacza
3. przelew paliwa
4. rozpylacz
5. podkładka uszczelniająca
6. komora spalania
7. głowica silnika
8. nakrętka mocująca
9. sprężyna dociskowa
10. kanał ciśnieniowy
11. filtr

# Rodzaje wtryskiwaczy

- ◎ jednosprężynowe (standardowe)
- ◎ dwusprężynowe



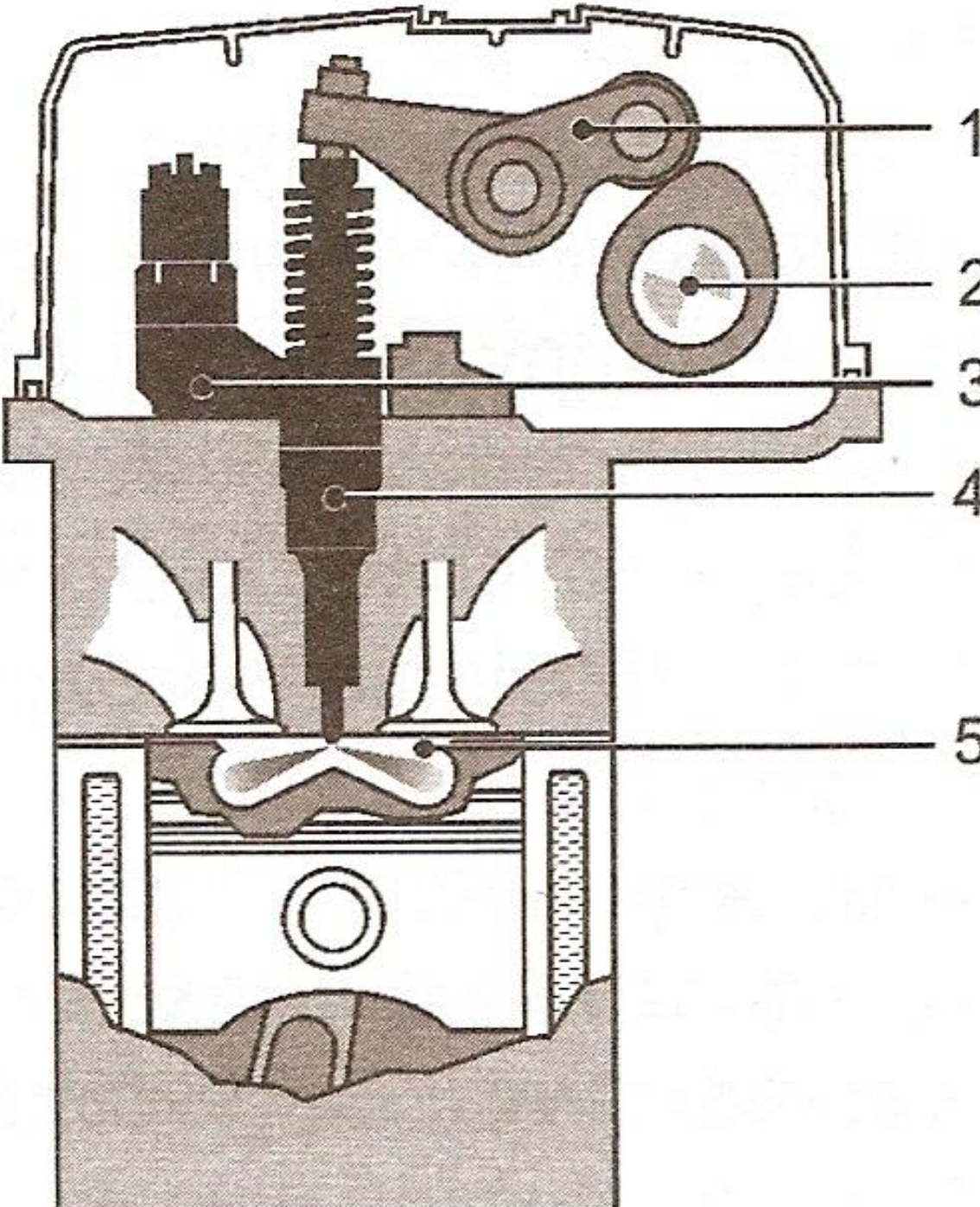
# **UKŁADY WTRYSKOWE Z POMPOWTRYSKIWACZAMI**

# Pompowtryskiwacze

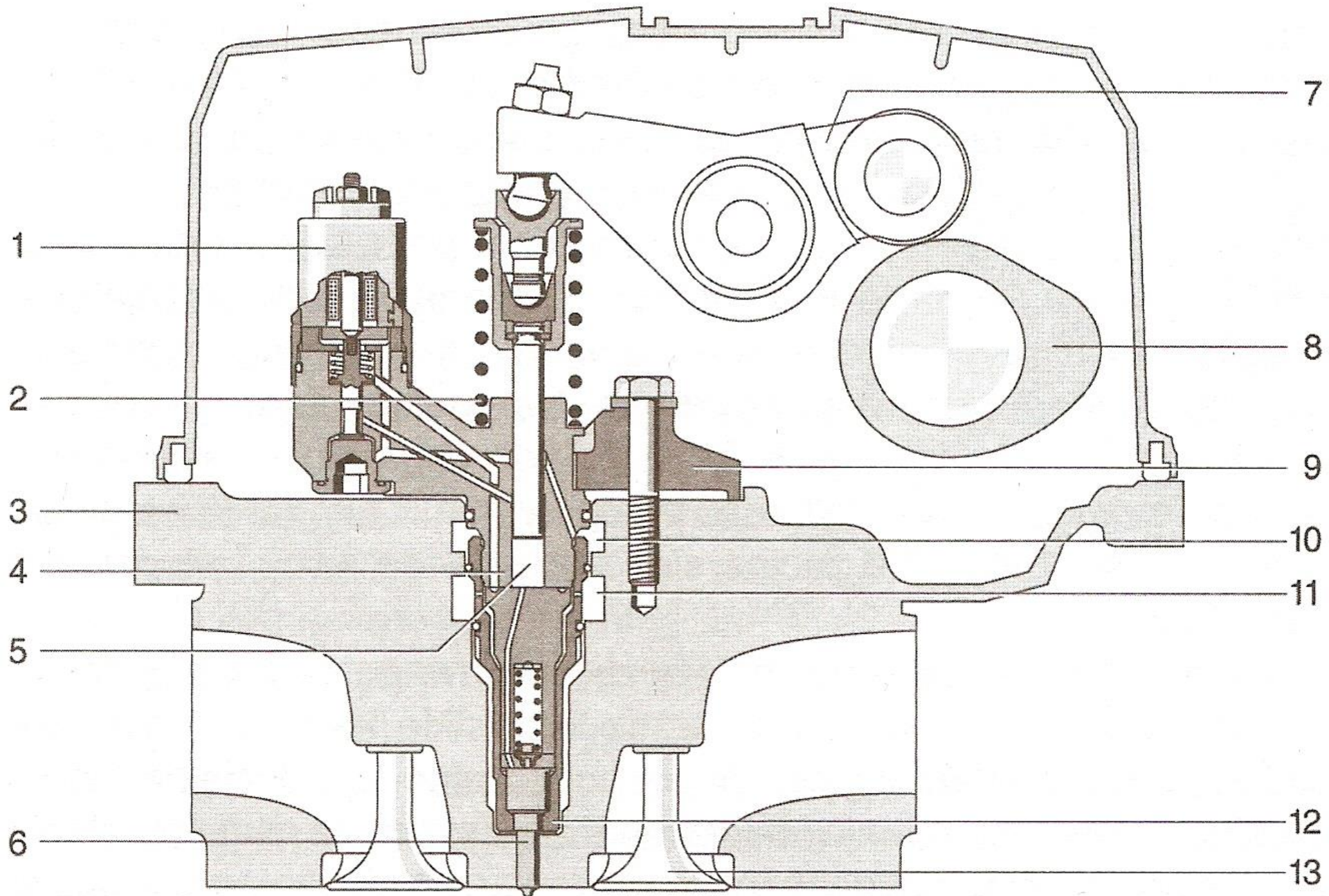
- a) eliminują niekorzystne zjawiska towarzyszące odkształcaniu się przewodów wysokiego ciśnienia
- b) umożliwiają wzrost ciśnienia wtrysku paliwa (lepsze rozdrobnienie i wymieszanie w komorze spalania)
- c) początek i czas wtrysku, zmiana dawki paliwa są regulowane elektronicznie

# Schemat działania

- 1 – popychacz rolkowy
- 2 – wałek rozrządu
- 3 – zawór elektromagnetyczny wysokiego ciśnienia
- 4 – pompowtryskiwacz
- 5 – komora spalania



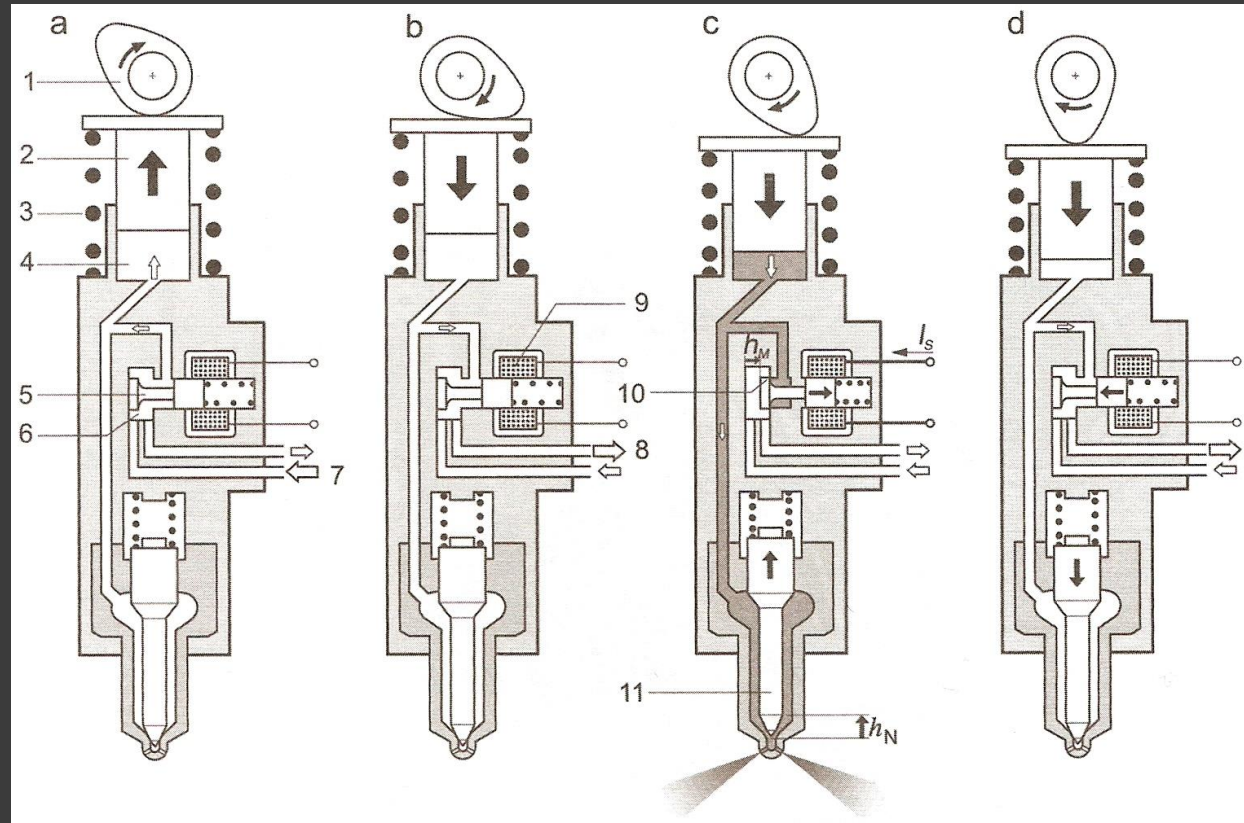
# Zabudowa pompowtryskiwacza





# Działanie pompowtryskiwacza

- a) faza napełniania
- b) faza przelewania
- c) faza wtrysku paliwa
- d) faza redukcji ciśnienia



**UKŁADY WTRYSKOWE  
Z INDYWIDUALNYMI  
ZESPOŁAMI WTRYSKOWYMI**

# Budowa zespołu

## a) indywidualne pompy wtryskowe

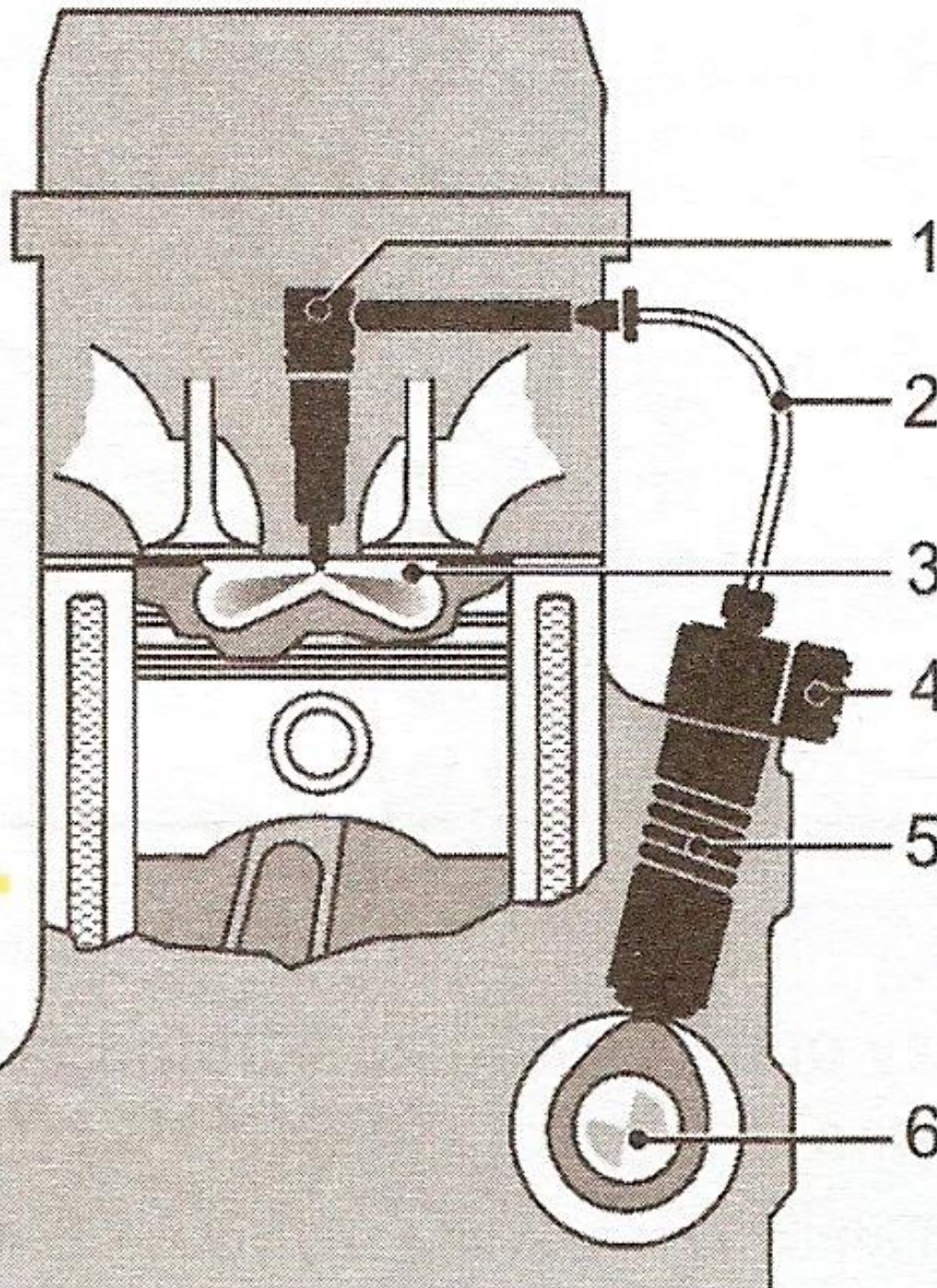
- osadzone w gniazdach górnej płyty kadłuba
- popychacze rolkowe współpracują z dodatkową krzywką na wałku rozrządu
- elektromagnetyczny zawór sterowany sygnałem ze sterownika silnika

## b) krótki przewód wtryskowy

## c) wtryskiwacz



# Budowa zespołu



- 1 – wtryskiwacz
- 2 – krótki przewód
- 3 – komora spalania
- 4 – zawór elektromagnetyczny wysokiego ciśnienia
- 5 – indywidualna pompa wtryskowa
- 6 – wałek rozrządu

# Zalety

- a) **krótkie przewody wysokiego ciśnienia**
  - duża dokładność dawkowania i chwili początku wtrysku w poszczególnych cylindrach
- b) **może być zastosowany w silniku o dowolnej liczbie cylindrów**
- c) **nie wymaga specjalnego dostosowania konstrukcji głowicy**
- d) **nie wymaga dodatkowych popychaczy**
- e) **łatwy demontaż pompy**
  - łatwa obsługa w czasie przeglądu

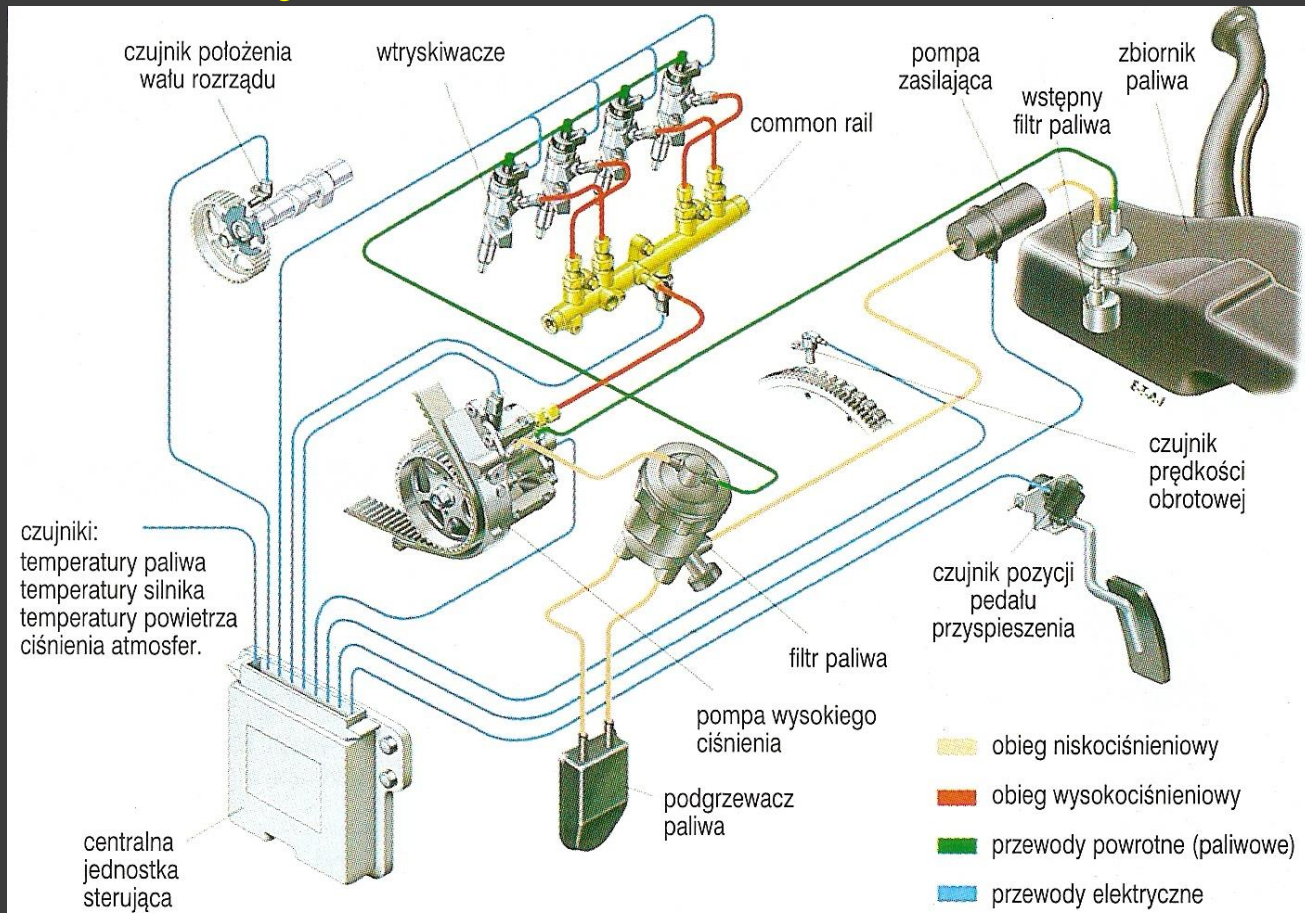
**ZASOBNIKOWY UKŁAD  
WTRYSKOWY  
COMMON RAIL (CR)**

# Cechy układu CR

- a) ciśnienie wtrysku jest wytwarzane niezależnie od prędkości obrotowej i dawki paliwa
- b) chwila i ciśnienie wtrysku (20-200 MPa) są obliczane w elektronicznym sterowniku silnika i realizowane przez elektronicznie sterowane wtryskiwacze
  - zwiększenie mocy jednostkowej silnika
  - zmniejszenie zużycia paliwa
  - zmniejszenie emisji spalin

# Budowa układu CR

- a) obwód niskiego ciśnienia
- b) obwód wysokiego ciśnienia
- c) elektroniczny obwód sterowania

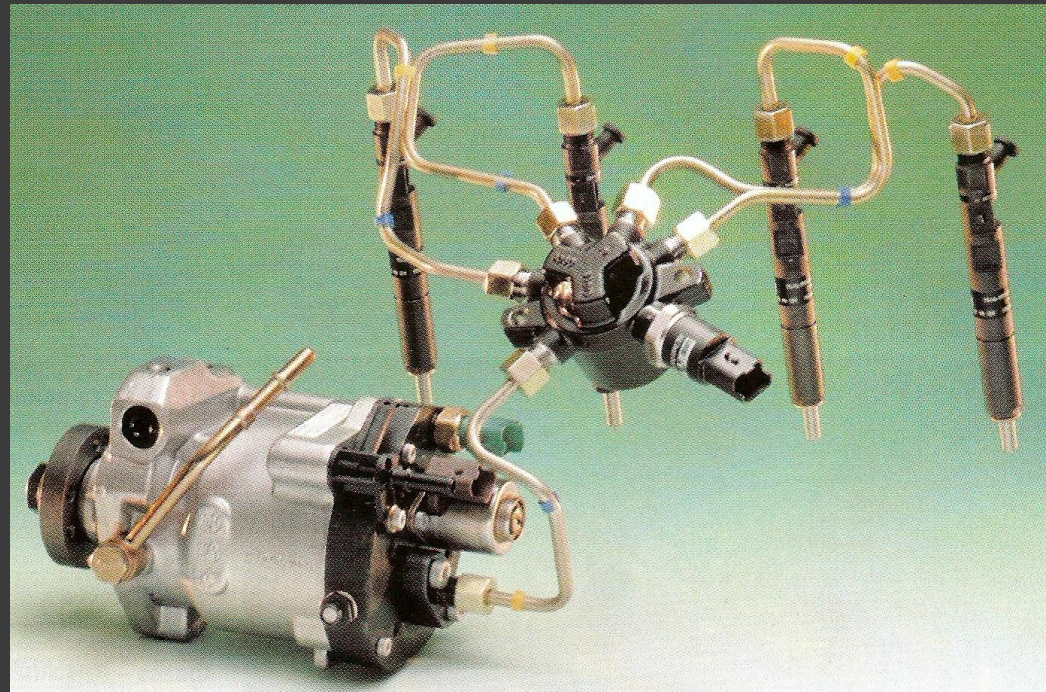


# Obwód niskiego ciśnienia

- a) zbiornik paliwa
- b) pompa zasilająca
  - elektryczna pompa waporowa
  - mechaniczna pompa zębata
- c) filtr paliwa
- d) przewody niskiego ciśnienia
- e) podgrzewacz paliwa
- f) chłodnica paliwa

# Obwód wysokiego ciśnienia

- a) pompa wysokiego ciśnienia
- b) zawór regulacyjny ciśnienia lub dozownik paliwa
- c) zasobnik paliwa wysokiego ciśnienia
- d) zawór redukcyjny ciśnienia
- e) wtryskiwacze paliwa
- f) przewody wysokiego ciśnienia



# Zasobnik

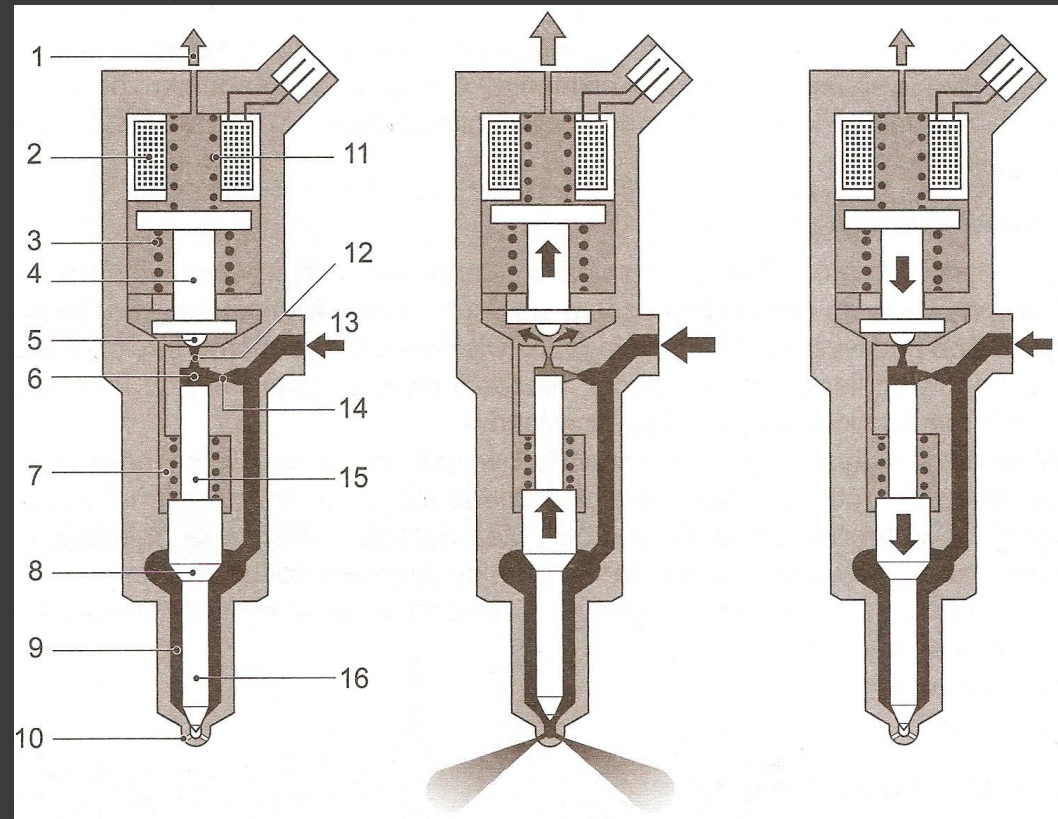
- a) zbiornik paliwa wysokiego ciśnienia
- b) połączenia wtryskiwaczy
- c) czujnik ciśnienia paliwa
- d) zawór redukcyjny lub regulacyjny ciśnienia
- e) ogranicznik przepływu paliwa
- f) czujnik temperatury paliwa



# Wtryskiwacze paliwa

## a) elektromagnetyczne

- rozpylacz otworowy
- hydrauliczny układ wspomagający
- zawór elektromagnetyczny



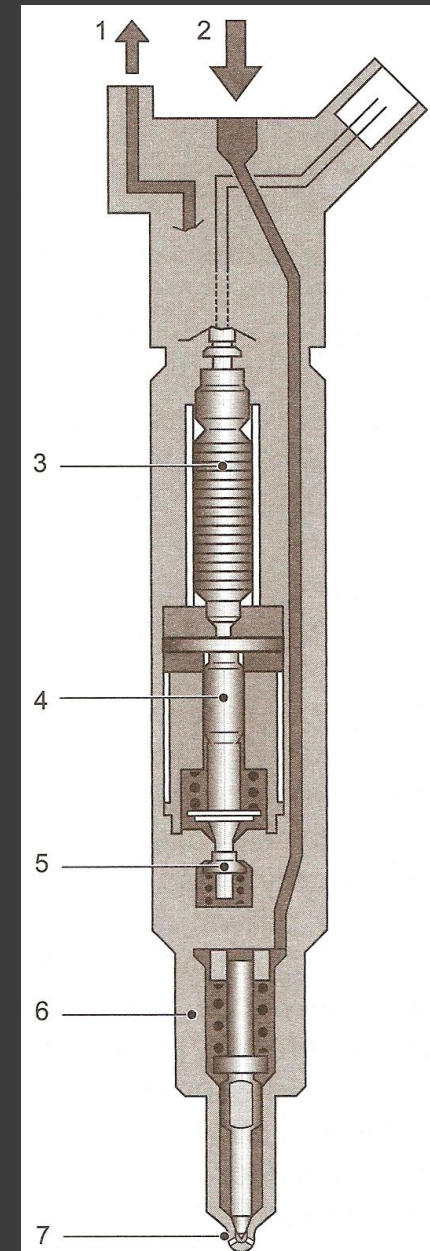
# Wtryskiwacze paliwa

## a) elektromagnetyczne

- rozpylacz otworowy
- hydrauliczny układ wspomagający
- zawór elektromagnetyczny

## b) piezoelektryczne

- siłownik piezoelektryczny
- przetwornik hydrauliczny
- zawór sterujący
- rozpylacz



# Zalety wtryskiwaczy piezoelektrycznych

- a) możliwość realizacji wtrysku wielokrotnego o zmiennym początku i zmiennym odstępie między pojedynczymi wtryskami
- b) wytwarzanie bardzo małych dawek dla wtrysku wstępnego
- c) mniejsze wymiary i masa wtryskiwacza
- d) mniejszy hałas podczas pracy
- e) mniejsze zużycie paliwa, mniejsza emisja spalin i zwiększenie mocy silnika

EDC

Electronic Diesel Control

**ELEKTRONICZNE UKŁADY  
STEROWANIA SILNIKA ZS**

# Zadania układu EDC

- a) steruje wtryskiem paliwa
- b) decyduje o pracy innych obwodów regulacyjnych silnika
- c) umożliwia wymianę danych z innymi układami elektronicznymi pojazdu

# Budowa EDC

## a) blok czujników i nadajników wartości znamionowych

- przetwarza wielkości fizyczne w sygnały elektryczne

## b) blok sterowania silnika

- przetwarza otrzymane od czujników i nadajników sygnały wg odpowiednich algorytmów przeliczeniowych
- wydaje dyspozycje w postaci elektrycznych sygnałów wyjściowych do elementów wykonawczych

## c) blok elementów wykonawczych (nastawników)

- przetwarza elektryczne sygnały wykonawcze sterownika na wielkości mechaniczne

# Czujniki w EDC

- a) czujnik położenia i prędkości obrotowej wału korbowego (tzw. czujnik GMP)
  - ma decydujące znaczenie dla określenia właściwej dawki paliwa
- b) czujnik wałka rozrządu
  - do rozpoznawania suwu pracy
- c) czujnik temperatury silnika (cieczy chłodzącej)
- d) czujnik temperatury powietrza dolotowego
- e) czujnik temperatury oleju silnikowego
- f) czujnik temperatury paliwa w obwodzie niskiego ciśnienia

# Czujniki w EDC

- g) czujnik masy przepływającego powietrza
- h) czujnik położenia pedału przyspieszenia
- i) czujnik ciśnienia doładowania
- j) czujnik ciśnienia otoczenia
- k) czujnik ciśnienia oleju
- l) czujnik ciśnienia paliwa w obwodzie wysokiego ciśnienia



# Charakterystyki (mapy) zapisane w pamięci sterownika

a) krzywa pełnego obciążenia

b) mapa wtrysku w zależności od:

- położenia pedału przyspieszenia
- ciśnienia doładowania
- stopnia recyrkulacji spalin
- emisji spalin
- ciśnienia paliwa w obwodzie wysokiego ciśnienia

# Nastawniki

- a) zawór elektromagnetyczny wysokiego ciśnienia
- b) elektromagnetyczny nastawnik dawki paliwa
- c) elektromagnetyczny nastawnik początku tłoczenia
- d) zawór elektromagnetyczny przestawiacza wtrysku
- e) wtryskiwacze
- f) zawór regulacyjny ciśnienia lub dozownik paliwa

# Nastawniki

- g) nastawnik ciśnienia doładowania
- h) zawór recyrkulacji spalin
- i) nastawnik przepustnicy
- j) świece żarowe
- k) sprzęgło wentylatora układu chłodzenia
- l) nastawnik regulacji zmiennej geometrii układu dolotowego

# Zalety EDC

- a) **lepsza regulacja dawki i początku wtrysku**
  - mniejsze zużycie paliwa
  - mniejsza emisja szkodliwych składników spalin
  - większa moc i większy moment obrotowy silnika
- b) **lepsza regulacja prędkości obrotowej**
  - mniejsza prędkość obrotowa biegu jałowego
- c) **aktywne tłumienie szarpnięć i regulacja równomierności pracy**
  - lepszy komfort jazdy
- d) **zwiększone możliwości diagnostyki**
- e) **dodatkowe funkcje sterujące i regulacyjne**  
**możliwość wymiany danych z innymi układami**

# ŚWIECE ŻAROWE

# Zadania świece żarowych

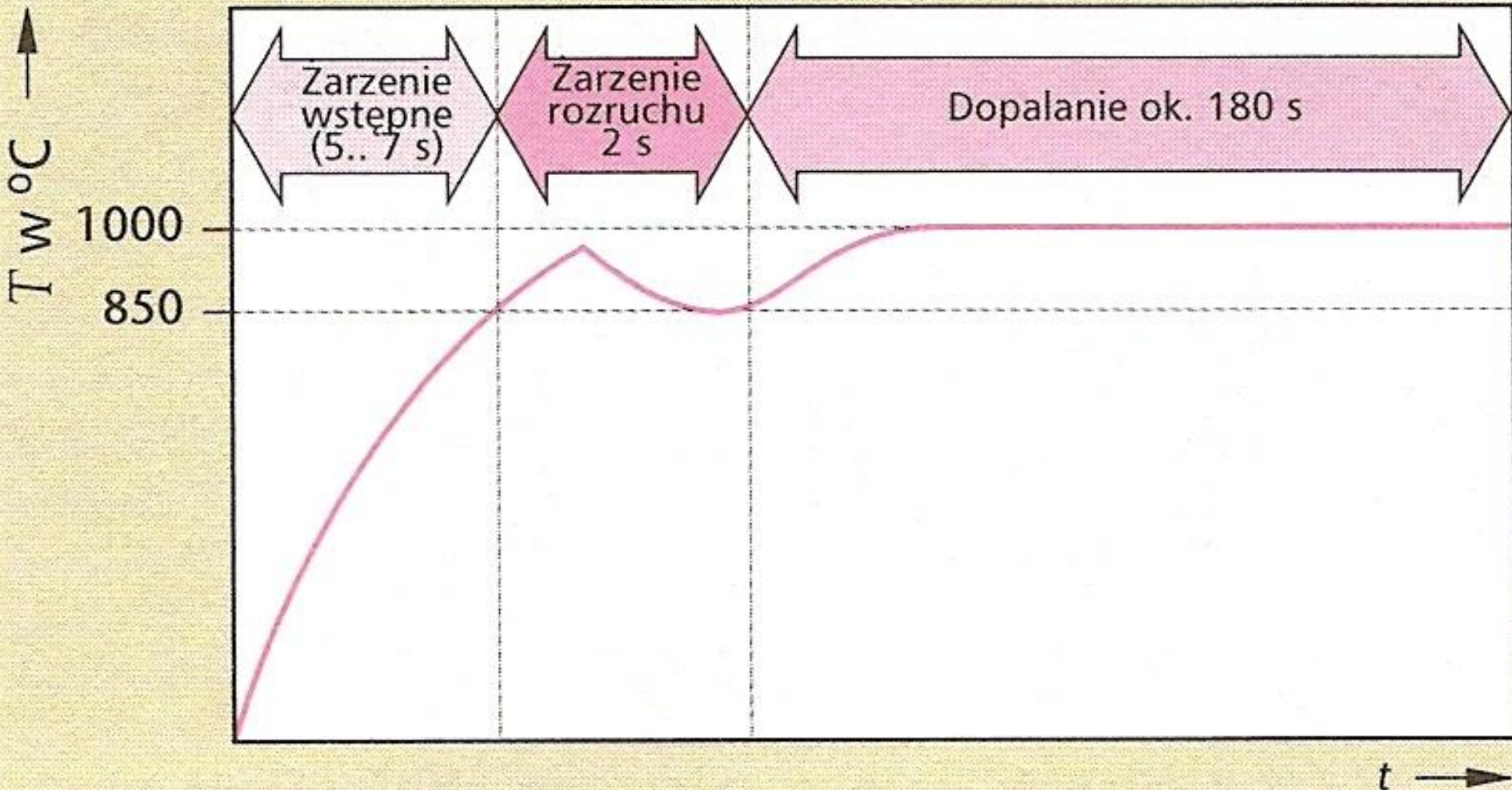
## a) przed rozruchem zimnego silnika

- stworzenie odpowiednich warunków do samozapłonu mieszanki paliwowo-powietrznej

## b) dogrzewanie silnika

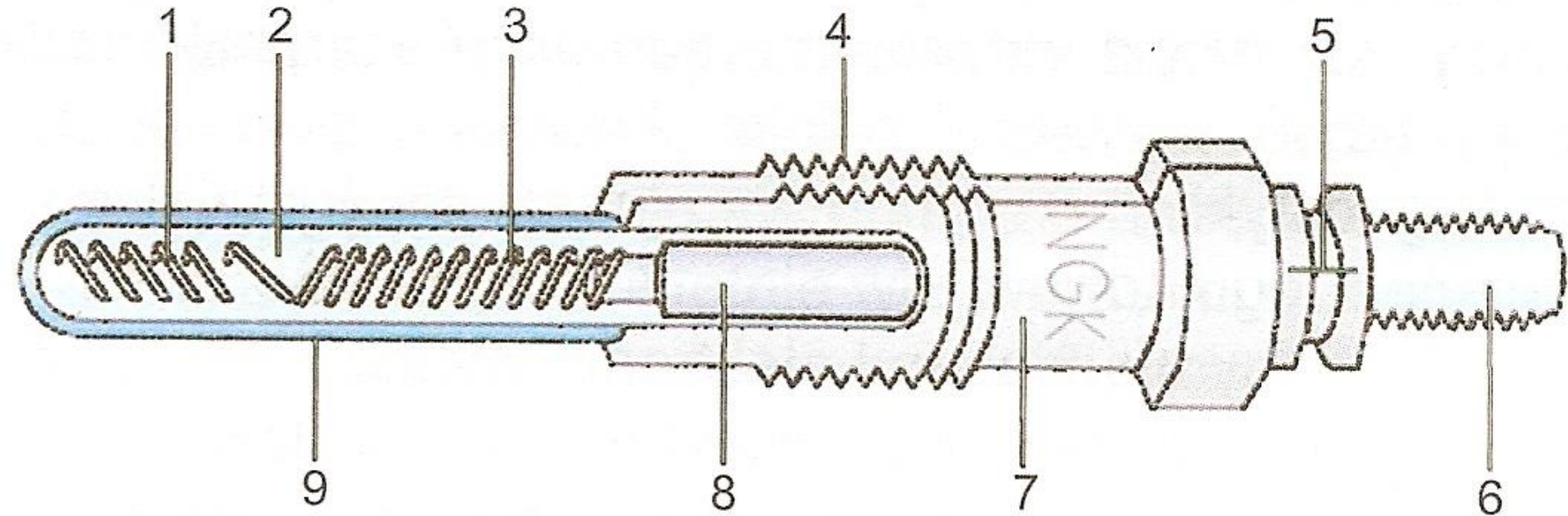
- obniżenie emisji szkodliwych substancji oraz hałasu

# Zadania świec żarowych



# Rodzaje świec żarowych

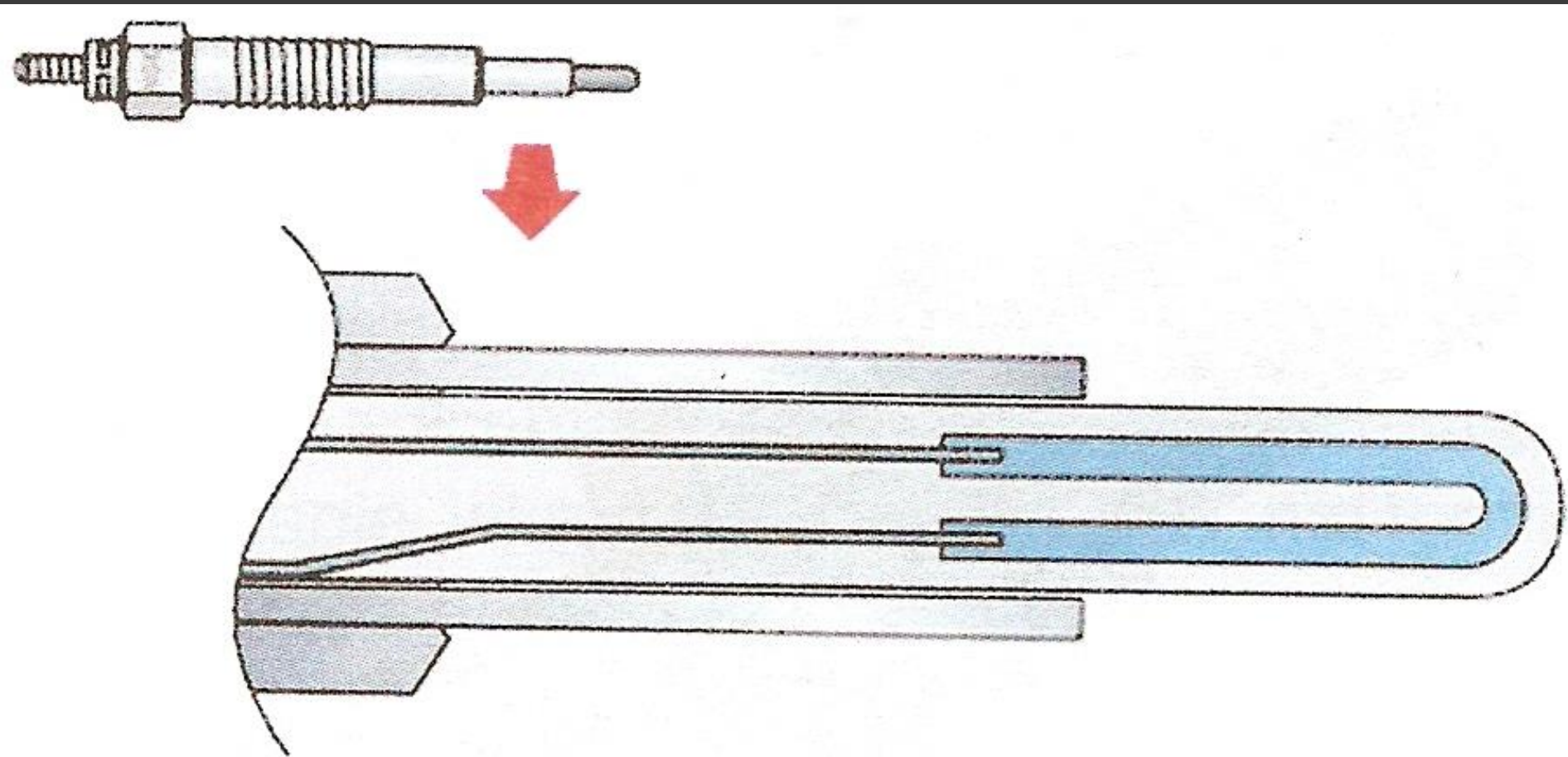
## a) metalowe (prętowe)





# Rodzaje świec żarowych

- a) metalowe (prętowe)
- b) ceramiczne



# Podział świec żarowych ze względu na sposób działania

## a) standardowe (tylko metalowe)

- pojedyncza spirala grzewcza
- stała temperatura pracy i duży pobór prądu
- do temperatury  $800^{\circ}\text{C}$  nagrzewają się w 20-25 s

# Podział świec żarowych ze względu na sposób działania

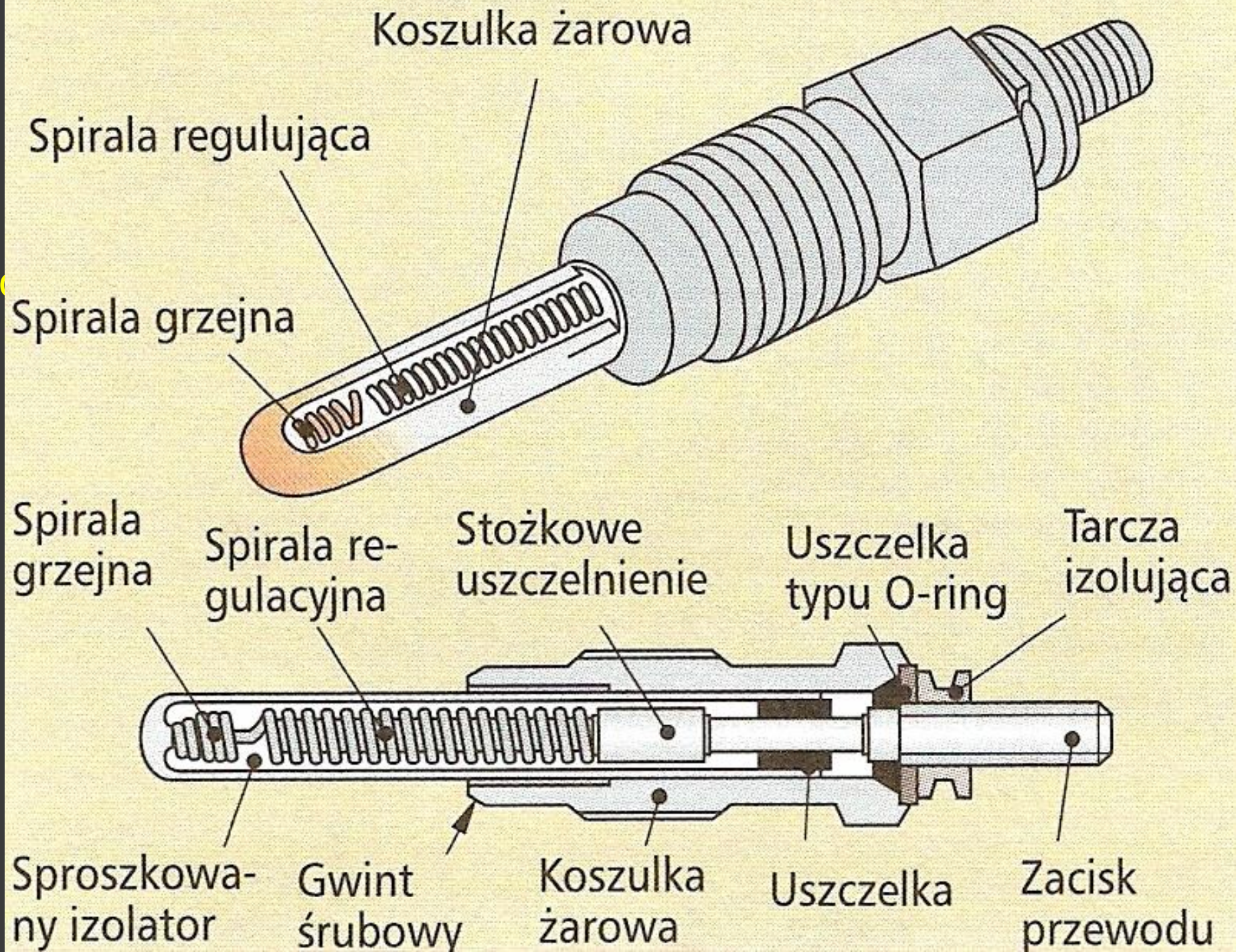
## b) szybkiego rozruchu

- spirala grzewcza o oporze
- w niskiej temperaturze spirala ma mały opór i przepływa przez nią duży prąd – szybki wzrost temperatury i krótki czas grzania wstępnego
- prętowa do temp.  $800^{\circ}\text{C}$  nagrzewa się w 13-17 s
- ceramiczna do temp.  $900^{\circ}\text{C}$  nagrzewa się w 3 s

# Podział świec żarowych ze względu na sposób działania

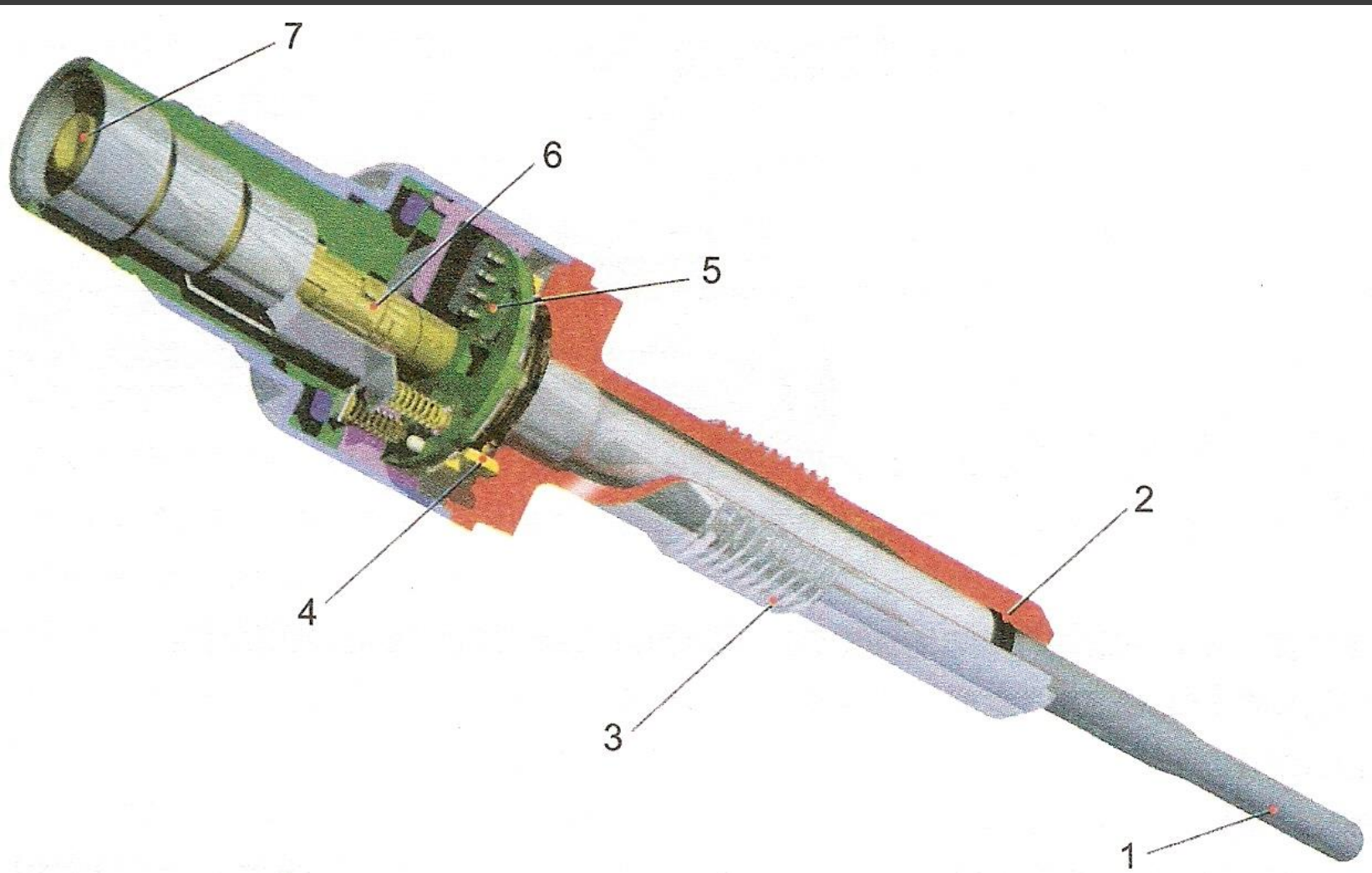
## c) samoregulujące się

- dwie spirale połączone szeregowo: grzewcza i regulacyjna
- opór reguluje się w zależności od aktualnej temp. silnika
- prętowa do temp.  $900^{\circ}\text{C}$  nagrzewa się w 5 s
- ceramiczna do temp.  $900^{\circ}\text{C}$  nagrzewa się w 4 s



# Piezoelektryczna świeca żarowa

- metalowa świeca żarowa z wbudowanym piezorezystancyjnym czujnikiem ciśnienia



# Obsługa świec żarowych

- a) sprawdzać po ok. 80 tys. km
- b) uważać przy wykręcaniu
- c) kontrola wzrokowa
  - nadpalony
  - złamany
  - rozsadzony
  - z wypukłościami i wgłębieniami na powierzchni
- d) pomiar rezystancji
  - metalowa ok. 0,1  $\Omega$
  - ceramiczna 0,5-1,0  $\Omega$
- e) przed wkręceniem oczyścić gwint i powlec specjalnym smarem ceramicznym
- f) wkręcać najpierw ręcznie, a potem kluczem dynamometrycznym

**FILTRY PALIWA**



# Zadania filtra paliwa

## a) usuwanie zanieczyszczeń stałych

- dokładność oczyszczania do 98% cząstek stałych o wymiarach 3-5  $\mu\text{m}$
- odpowiednia pojemność gromadzenia zanieczyszczeń

## b) separacja wody

- w postaci związanej (emulsja) i niezwiązanej (skropliny)
- efektywna zdolność separacji wody – ponad 93%

# Zadania filtra paliwa

## c) podgrzewanie paliwa

- w warunkach zimowych zapobiega zatykaniu się wkładów filtracyjnych kryształkami parafiny

## d) sygnalizacja zanieczyszczenia filtra

- pomiar różnicy ciśnienia przed i za filtrem

## e) napełnianie paliwem i odpowietrzanie układu zasilania po wymianie filtra

# Rodzaje filtra paliwa

## a) wymienne

- gwiaździście pofałdowany lub nawinięty wkład filtrujący przykręcany do odpowiedniego wspornika

## b) z wymiennym wkładem

- wkład umieszczony w obudowie ze stopu aluminium, tworzywa sztucznego lub blachy stalowej
- możliwość stosowania dwóch filtrów równolegle lub szeregowo
  - filtr stopniowy
  - filtr dokładnego oczyszczania z filtrem wstępnym