

**W tym module** zostaną przedstawione zagadnienia dotyczące konstrukcji układów chłodzenia i smarowania oraz układ dolotowy i wylotowy. Ponadto zostanie omówiona budowa i funkcjonowanie poszczególnych układów.

## 1. Układ chłodzenia

W silnikach są stosowane układy chłodzenia powietrzem tzw. układy chłodzenia bezpośrednie i układy chłodzenia płynem chłodzącym tzw. pośrednie układy chłodzenia. Prawie wszystkie obecnie produkowane silniki samochodowe są wyposażone w układ chłodzenia płynem chłodzącym.

### 1.1. Bezpośredni układ chłodzenia

Bezpośredni układ chłodzenia to układ, w którym **silnik chłodzony jest za pomocą „owiewającego” go powietrza**. Możemy rozróżnić dwa typy układów bezpośrednich:

- **Naturalny** – to taki układ, w którym przepływ powietrza wymuszony jest pędem pojazdu np. w motocyklach chłodzonych powietrzem.
- **wymuszony** – w układzie tym pęd powietrza wymuszony jest działaniem wentylatora, dzięki czemu silnik może być chłodzony wtedy, kiedy to konieczne, a nie tylko podczas jazdy.

Niezależnie od wybranego rozwiązania silniki chłodzone w sposób bezpośredni mają na swoim kadłubie specjalne uźebrowanie, dzięki któremu chłodzenie jest bardziej efektywne.

Zaletami chłodzenia bezpośredniego jest praktycznie brak obsługi układu chłodzenia oraz duża niezawodność. Jednak silniki chłodzone w ten sposób pracują głośniej od silników chłodzonych pośrednio.

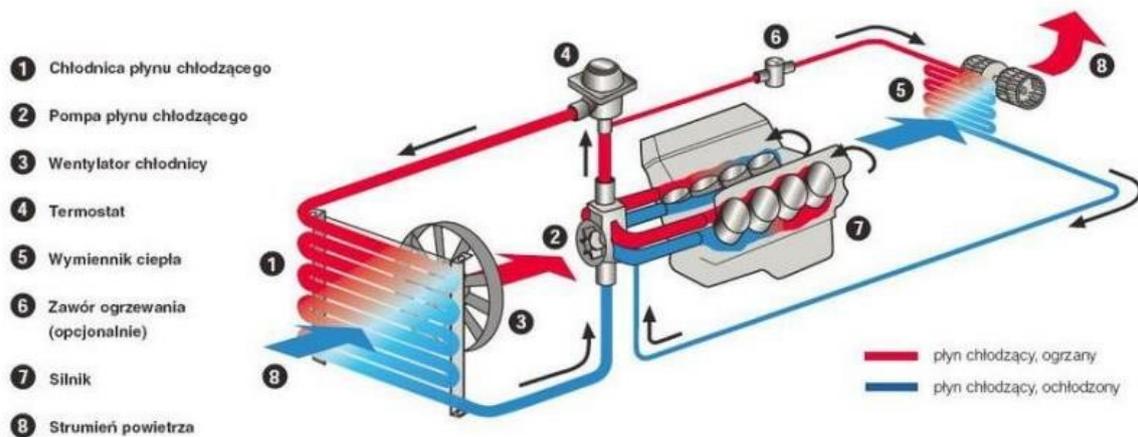
### 1.2. Pośredni układ chłodzenia

W pośrednim układzie chłodzenia **silnik chłodzony jest za pomocą cieczy chłodzącej**, która chłodzona jest podczas jazdy samochodu w wymienniku temperatury (chłodnica).

#### Budowa i zasada działania

Układ chłodzenia pośredniego składa się z **chłodnicy, przewodów łączących układ, termostatu, nagrzewnicy, czujników temperatury, pompy wymuszającej obieg cieczy, zbiornika wyrównawczego oraz wentylatora**. W układzie tym znajduje się **ciecz chłodząca**. Konstrukcja bloku silnika uwzględnia natomiast miejsca, przez które ta ciecz przepływa.

Rys. 7.1. Budowa układu chłodzenia.



Źródło: <http://www.kokar.pl/?schemat-i-budowa-ukladu-chlodzenia-silnika>

**Pompa płynu chłodzącego** tłoczy pod ciśnieniem płyn chłodzący do układu chłodzenia. Najczęściej jest to pompa odśrodkowa. Tego rodzaju pompy charakteryzują się dużą wydajnością przy bardzo prostej i zwartej budowie (małe wymiary i ciężar). Pompa taka wytwarza niewielkie ciśnienie, co zabezpiecza układ chłodzenia przed uszkodzeniami. Jest mocowana na przedniej stronie silnika i napędzana od wału korbowego paskiem klinowym lub zębatym. Ponadto jest włączona do obiegu między dolnym zbiornikiem chłodnicy, a płaszczem płynu chłodzącego i wskutek czego tłoczy ciecz o najniższej temperaturze w obiegu.

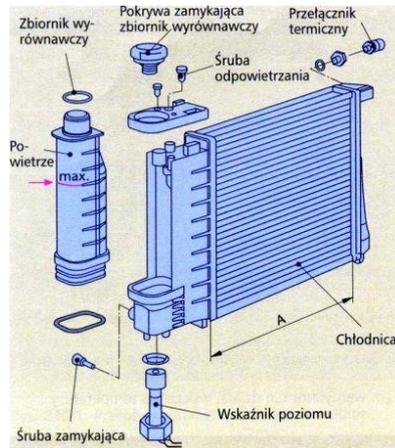
Rys. 7.2. Pompa wody.



Źródło: <http://www.driftshop.pl/shop/?326,pompa-wody-silnik-ca18det-nissan-200sx>

**Chłodnica** składa się z rdzenia połączonego z dwoma zbiornikami. Zbiornik górny ma króciec dolotowy do połączenia z silnikiem i ze zbiornikiem wyrównawczym. Zbiornik dolny ma króciec do połączenia z pompą. Rdzeń chłodnicy może być komorowy, rurkowo-płytkowy albo rurkowo-taśmowy, z kilkoma albo tylko jednym rzędem rurek i może być wykonywany z miedzi albo częściowo z aluminium.

**Rys. 7.3. Budowa chłodnicy.**



Źródło: <http://www.szymkrzysztof.republika.pl/silnik.html>

**Termostat** jest zaworem termicznym, który reguluje temperaturę płynu chłodzącego w silniku. Podczas nagrzewania silnika pozostaje zamknięty aż do osiągnięcia temperatury początku otwarcia (na ogół około 80...90°C) i dopiero wtedy zaczyna się otwierać.

### **Budowa silnika**

Wewnątrz szczelnego cylindra termostatu znajduje się materiał zmieniający swą objętość w zależności od temperatury. Zmiany temperatury powodują ruchy cylindra w górę i w dół, i dzięki temu zawór otwiera się i zamyka.

**Rys. 4. Termostat.**



Źródło: [http://pl.wikipedia.org/wiki/Termostat\\_\(silnik\\_spalinowy\)](http://pl.wikipedia.org/wiki/Termostat_(silnik_spalinowy)).

**Zbiornik wyrównawczy** jest wykorzystywany do przejmowania nadmiaru płynu chłodzącego, gdy temperatura w układzie wzrasta i oddawania go do układu, gdy silnik stygnie. Zbiornik jest wykonany z przezroczystego tworzywa sztucznego, co umożliwia wzrokową kontrolę poziomu płynu w układzie.

**Korek wlewu**, umieszczony na zbiorniku wyrównawczym, jest ważnym elementem układu chłodzenia, wyposażony w zawór nadciśnieniowy i zawór podciśnieniowy. Zawór nadciśnieniowy powoduje zwiększenie ciśnienia w układzie, a przez to podniesienie temperatury wrzenia płynu chłodzącego ponad 100°C, co jest korzystne dla ogólnej sprawności silnika. Zawór podciśnieniowy otwiera się, gdy po wyłączeniu silnika w układzie powstaje podciśnienie. Dzięki temu w wystudzonym układzie chłodzenia panuje ciśnienie zbliżone do atmosferycznego i przewody gumowe nie zaciśkają się.

**Rys. 7.5. Zbiornik wyrównawczy płynu chłodzącego z korkiem wlewu.**



Źródło: <http://www.zafiraklub.pl/forum/viewtopic.php?t=8898>

**Wentylator** służy do wymuszania intensywnego przepływu powietrza przez chłodnicę, co poprawia efekt wypromieniowania ciepła. Wentylator jest napędzany silnikiem elektrycznym, włączanym przez elektroniczne urządzenie sterujące silnika w zależności od temperatury płynu chłodzącego. W starszych rozwiązaniach wentylator był sterowany wyłącznikiem termicznym, zamontowanym w chłodnicy.

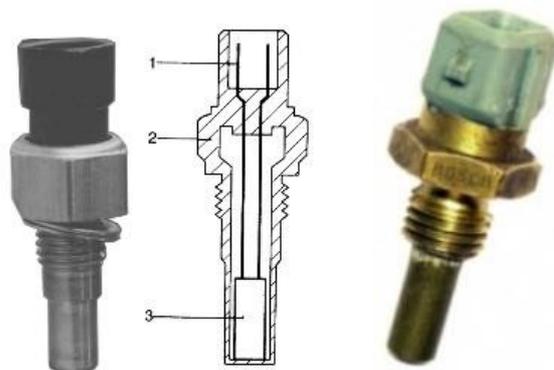
Rys. 7.6. Wentylator.



Źródło: <http://www.chlodnice.net.pl/poradypraktyczne.htm>

**Czujnik temperatury** płynu chłodzącego jest umieszczony w obudowie termostatu i przesyła informacje o temperaturze do wskaźnika w zestawie wskaźników. Zmiana rezystancji czujnika w zależności od temperatury powoduje zmianę napięcia przekazywanego do wskaźnika wycechowanego w stopniach Celsjusza. Czujnik zawiera także włącznik termiczny lampki kontrolnej przegrzania silnika, sygnalizującej przekroczenie dopuszczalnej temperatury płynu chłodzącego.

Rys. 7.7. Czujnik temperatury. 1 - złącze elektryczne, 2 - obudowa, 3 - rezystor.



Źródło: [http://automatyka.ndl.pl/opel/podzespolny/temp/czujnik\\_temperatury.htm](http://automatyka.ndl.pl/opel/podzespolny/temp/czujnik_temperatury.htm)

W układzie chłodzenia można wyróżnić **obiegi mały i duży**. Korzystając z małego obiegu, napędzana przez pompę ciecz krąży tylko w kadłubie silnika. Dzieje się tak aż do chwili osiągnięcia przez ciecz odpowiedniej temperatury. W chwili nagrzania się cieczy w małym obiegu następuje otwarcie termostatu, a tym samym ciecz chłodząca zaczyna krążyć w dużym obiegu, czyli przepływać przez chłodnicę. Ciecz, przepływając przez chłodnicę, jest chłodzona przez pęd powietrza jaki występuje podczas poruszania się samochodu. Kiedy jednak układ osiągnie temperaturę ok. **98°C** włączony zostaje wentylator, który wymusza dodatkowy przepływ powietrza przez chłodnicę.

Za pomocą umieszczonej w układzie chłodzenia nagrzewnicy ogrzewane jest również powietrze służące do ogrzewania kabiny pasażerskiej.

## 2. Układ smarowania

Układ smarowania jest sercem całego silnika. Silnik składa się z wielu poruszających się względem siebie części. Są to na przykład części układu korbowego i układu rozrządu. Powstające między nimi tarcie powoduje straty mocy, zużycie i może być przyczyną zatarcia silnika. W celu zapobiegania tym niepożądanym zjawiskom silnik został wyposażony w układ smarowania, który pod ciśnieniem doprowadza olej silnikowy do miejsc wymagających smarowania.

Olej pełni w silniku liczne funkcje:

- tworzy między obracającymi lub przesuwającymi się częściami cienki film olejowy, zapobiegający ich bezpośredniemu kontaktowi, co zmniejsza tarcie, a tym samym i zużycie oraz powstawania ciepła,
- chłodzi części silnika,
- uszczelnia tłoki w cylindrach,
- zabezpiecza wnętrze silnika przed korozją,
- usuwa zanieczyszczenia z silnika.

### 2.1. Rodzaje układów smarowania

Rozróżniamy dwa rodzaje układów smarowania: ciśnieniowy i mieszankowy.

**Ciśnieniowe układy smarowania** są stosowane we wszystkich nowoczesnych silnikach. Olej pod ciśnieniem jest doprowadzany tylko do niektórych części, np. do łożysk głównych i korbowych wału korbowego, czy łożysk wału korbowego i dźwigienek zaworowych. Inne części są smarowane rozbryzgowo, np. krzywki wału rozrządu, gładź cylindrów czy koła zębate.

**Układ mieszankowy** jest stosowany w silnikach dwusuwowych ze sprężaniem w skrzyni korbowej. W silnikach tych do benzyny jest dodawane 2...3% oleju smarującego, który w skrzyni korbowej prawie całkowicie wytrąca się z zassanej mieszanki palnej i rozbryzgowo smaruje części silnika, również łożyska główne i korbowe (zwykle toczone).

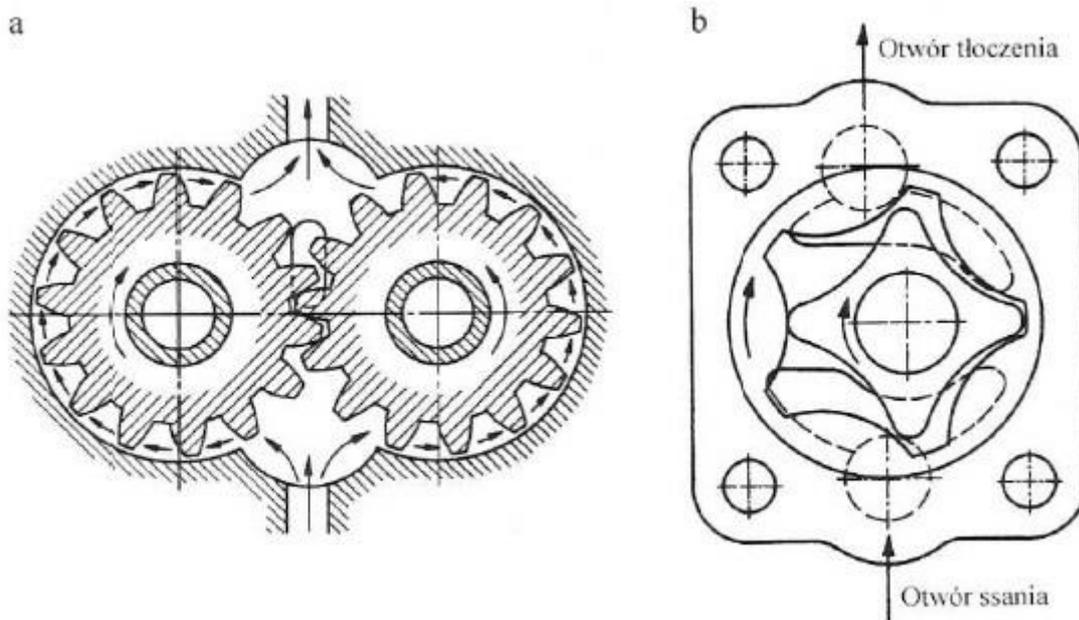
### 2.2. Podzespoły układu smarowania

**Pompa oleju** zasysa olej przez smok z filtrem siatkowym i tłoczy do układu przez filtr dokładnego oczyszczania. W układach smarowania silników są obecnie stosowane dwa rodzaje pomp zębatych (z kołami o uzębieniu zewnętrznym i z kołami o uzębieniu wewnętrznym) oraz pompy rotorowe.

Pompa zębata z kołami o uzębieniu zewnętrznym składa się z dwóch identycznych kół umieszczonych w jednej obudowie. Olej jest przenoszony ze strony ssącej na tłoczną we wrębach międzyzębnych.

Pompa zębata z kołami o uzębieniu wewnętrznym jest zwykle montowana w osi wału korbowego. Koło wewnętrzne jest osadzone bezpośrednio na wale korbowym. Koło zewnętrzne o uzębieniu wewnętrznym jest umieszczone niewspółosiowo z kołem wewnętrznym. Przestrzeń zasysania jest oddzielona od przestrzeni tłoczenia wkładką sierpową.

**Rys. 7.8. Zębata pompa oleju: a) o zazębieniu zewnętrznym, b) o zazębieniu wewnętrznym.**



Źródło: <http://autokult.pl/2011/05/05/transport-oleju-w-silniku-pompy-olejowe-wideo>

Pompa rotorowa składa się z dwóch wirników umieszczonych niewspółosiowo w jednej obudowie. Wirnik napędowy i wirnik napędzany obracają się w tym samym kierunku. Podczas obracania przestrzeń między zębami wirników najpierw powiększa się (zasysanie), a następnie zamykają (tłoczenie). Pompy rotorowe mogą być montowane bezpośrednio na wale korbowym. W pompie jest umieszczony zawór przelewowy ograniczający ciśnienie do wartości wymaganych. Zawór przelewowy służy do ograniczania ciśnienia w układzie smarowania. Gdy na skutek wzrostu obrotów silnika ciśnienie wzrasta nadmiernie, zawór otwiera się i część tłoczonego oleju jest kierowana na stronę ssącą albo bezpośrednio do miski olejowej.

**Filtr oleju** wychwytuje cząstki metali, węgla i inne zanieczyszczenia. Jest on zwykle wykonywany jako element jednorazowego użytku, który wymienia się przy okazji wymiany oleju. Filtr oleju jest wyposażony w zawór bocznikowy. Zawór ten otwiera się, gdy opory przepływu przez filtr nadmiernie wzrosną. Tłoczony przez pompę olej omija wtedy filtr i silnik jest odtąd smarowany olejem niefiltrowanym.

**Rys. 7.9 Filtr oleju.**



Źródło: [http://www.forum.alfaholicy.org/forum\\_ogolne\\_o\\_alfa\\_romeo/93972-filtry\\_oleju\\_wydzielony.html](http://www.forum.alfaholicy.org/forum_ogolne_o_alfa_romeo/93972-filtry_oleju_wydzielony.html)

**Miska olejowa** zamyka od dołu skrzynię korbową. Służy jako zbiornik oleju, w którym olej się odpowietrza i podczas jazdy jest chłodzony owiewem powietrza.

Czujnik ciśnienia jest wkręcony w kadłub i mierzy ciśnienie oleju w kolektorze oleju.

Spadek ciśnienia poniżej wartości minimalnej powoduje zaświecenie się lampki kontrolnej w zestawie wskaźników.

Czasami w silnikach jest montowany czujnik poziomu i temperatury oleju. Sygnały czujnika są zapamiętywane elektronicznie i przekazywane do wskaźnika poziomu i temperatury oleju na tablicy rozdzielczej.

### 3. Układ dolotowy

Układ dolotowy doprowadza powietrze do silnika. Składa się z filtra powietrza i kolektora dolotowego.

**Filtr powietrza** ma wymienny wkład papierowy, który zatrzymuje pył i zanieczyszczenia zasysane z powietrzem przez silnik. Przedostające się do cylindrów pył i kurz mogłyby zniszczyć gładzie oraz zanieczyścić olej silnikowy. W rezultacie skróciłoby to żywotność silnika. Dlatego wkład filtra należy regularnie wymieniać, zgodnie z zaleceniami producenta samochodu.

Rys. 7.10. Filtry powietrza.



Źródło: <http://autokult.pl/2013/02/07/pluca-samochodu-wszystko-o-filtrach-powietrza>.

**Kolektor dolotowy** kieruje mieszankę paliwowo-powietrzną (w silnikach o zapłonie iskrowym z wtryskiem pośrednim) lub zasysane powietrze (w silnikach o zapłonie iskrowym z wtryskiem bezpośrednim lub w silnikach wysokoprężnych) do poszczególnych cylindrów silnika.

Kolektor dolotowy może być tak skonstruowany, że będzie wspomagał dostarczenie silnikowi większej ilości powietrza, niż sam silnik potrafi zassać. Jest to tzw. doładowanie dynamiczne, realizowane na przykład zmienną długością kanałów dolotowych lub zmienną ich geometrią. W niektórych rozwiązaniach kolektor ma wbudowany elektryczny podgrzewacz powietrza, który kształtem przypomina „jeża”.