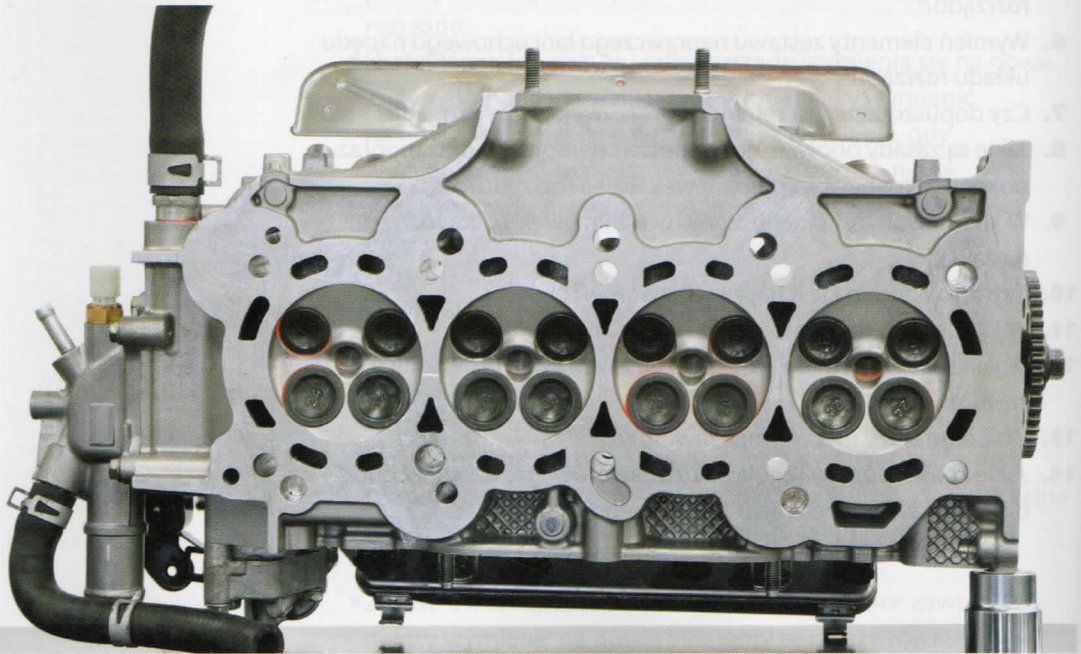


# 12

## Blok oraz głowica silnika spalinowego

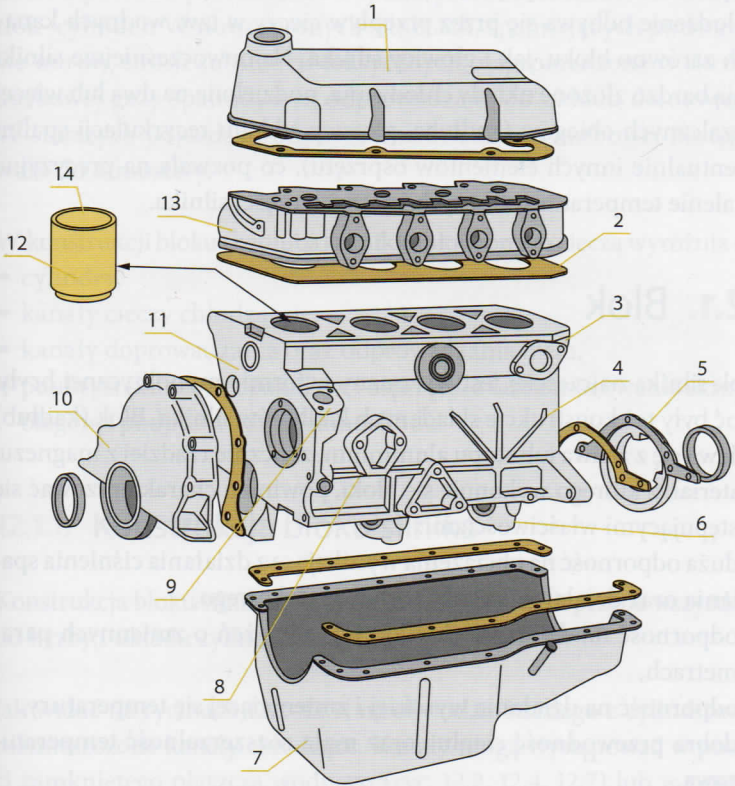


### **PO OPANOWANIU TREŚCI TEGO ROZDZIAŁU BĘDZIESZ UMIEĆ:**

- opisać budowę bloków oraz głowic silnika spalinowego
- wyjaśnić sposób uszczelniania powierzchni styku głowic i bloków silnika
- opisać podstawowe czynności naprawcze bloków i głowic silników spalinowych
- opisać sposób wymiany uszczelki podgłowicowej

Złożenie bloku (kadłuba) i głowicy stanowi pewnego rodzaju obudowę głównych elementów wykonawczych silnika. W silnikach górnozaworowych w bloku silnika znajduje się cały układ korbowo-tłokowy, natomiast w głowicy – elementy układu rozrządu. W silnikach o konstrukcji SV oraz OHV część elementów układu rozrządu mieści się również w jego bloku.

Głowica stanowi szczelne zamknięcie komory spalania, jak również pozwala na doprowadzanie ładunku palnego oraz odprowadzanie produktów spalania (spalin) do układu wydechowego.



**Ryc. 12.1.** Przykładowe złożenie bloku silnika z głowicą oraz osprzętem; 1 – pokrywa głowicy, 2 – uszczelka głowicy, 3 – blok cylindrowy, 4 – skrzynia korbowa, 5 – osłona łożyska, 6 – pokrywa łożyska głównego, 7 – miska olejowa, 8 – gniazdo pompy paliwa, 9 – gniazdo aparatu xspłonowego, 10 – pokrywa napędu rozrządu, 11 – kadłub, 12 – tuleje cylindra, 13 – głowica, 14 – gładź cylindra

Na rycinie 12.1 pokazano rozłożony historyczny już silnik OHV chłodzony cieczą (silnik Fiat z lat 50. ubiegłego wieku, montowany w samochodach FSO). Blok silnika stanowi jego część centralną, do której

przykręcona jest głowica. Od góry głowica silnika zamknięta jest pokrywą zaworów (zwaną również pokrywą głowicy), a od dołu blok silnika jest zamknięty miską olejową, która jednocześnie stanowi pokrywę układu korbowego.

Elementy zewnętrzne, montowane do bloku oraz do głowicy silnika, odpowiedzialne za jego pracę, są nazywane osprzętem silnika. Do osprzętu zalicza się elementy układu paliwowego, zapłonowego, chłodzenia itp.

Współczesne silniki popularnych samochodów są chłodzone cieczą. Chłodzenie odbywa się przez przepływ cieczy w tzw. wodnych kanałach zarówno bloku, jak i głowicy silnika. Najnowocześniejsze silniki mają bardzo złożone układy chłodzenia, podzielone na dwa lub więcej niezależnych obiegów (kadłuba, głowicy, układu recyrkulacji spalin, ewentualnie innych elementów osprzętu), co pozwala na precyzyjne ustalenie temperatur roboczych istotnych części silnika.

## 12.1. Blok

Blok silnika najczęściej jest wykonany w formie monolitycznej bryły, choć były też konstrukcje składanych kadłubów silnika. Blok (kadłub) odlewa się z żeliwa lub stopu aluminium, znacznie rzadziej z magnezu. Materiał, z którego wykonuje się bloki, powinien charakteryzować się następującymi właściwościami:

- duża odporność na obciążenia wynikające z działania ciśnienia spalania oraz działania układu korbowo-tłokowego,
- odporność na działanie chwilowych obciążeń o zmiennych parametrach,
- odporność na działanie wysokiej i zmieniającej się temperatury,
- dobra przewodność cieplna oraz mała rozszerzalność temperaturowa,
- odporność na zużycie (dotyczy głównie tulei cylindrów),
- mały współczynnik tarcia na styku tłok-gładź cylindra (w rozwiązaniu bez oddzielnych tulei cylindrów),
- tłumienie drgań.

W bloku silnika znajdują się cylindry, które stanowią prowadzenie tłoka. Dzięki odpowiednio dobranym wymiarom cylindra (średnica) możliwe jest prowadzenie tłoka zgodnie z jego osią posuwu, a także uszczelnienie przestrzeni, w której ma miejsce spalanie ładunku.



Dolna część bloku silnika pełni funkcję podporową układu korbowo-  
-łokowego, ponieważ znajdują się w niej podpory panewek czopów  
łożysk głównych wału korbowego. W praktyce warsztatowej używa się  
również okretlenia skrzyni korbowej.

W skrzyni korbowej podczas ruchu posuwisto-zwrotnego tłoków  
wzrasta ciśnienie (podobnie jak w cylindrach bez iniekcji zapłonu).  
Jest to naturalne zjawisko związane z pracą silnika. Pulsacja ciśnie-  
nia w skrzyni korbowej w silnikach wielocylindrowych jest stosun-  
kowo niewielka. Ciśnienie gazów w skrzyni korbowej wzrasta jednak  
także z powodu przedmuchów spalin przez nieszczelności złożeńia  
tłok-cylinder. W nowoczesnych silnikach, spełniających podsta-  
wowe normy emisji substancji toksycznych, nagromadzone w skrzyni  
korbowej gazy spalinowe są odprowadzane do układu dolotowego.  
W starszych pojazdach odpowietrzanie skrzyni korbowej następo-  
wato do atmosfery.

W konstrukcji bloku (kadłuba) silnika chłodzonego cieczą wyróżnia się:

- cylindry,
- kanały chłodzące;
- kanały doprowadzania oraz odprowadzania oleju,
- punkty montażowe czujników i osprzętu, a także mocowania skrzyni  
biegów i podpór w ramie samochodu.

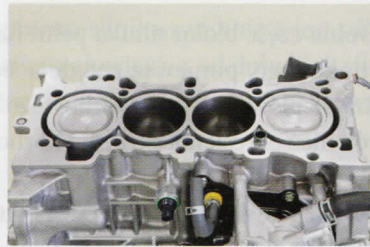
## 12.1.1. Konstrukcja bloku silnika

Konstrukcja bloku silnika zależy od rodzaju silnika, a przede wszystkim  
od liczby i układu cylindrów.

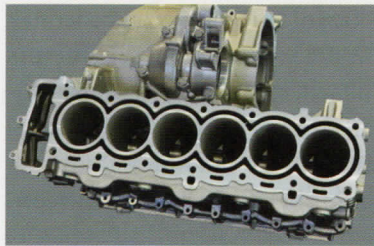
Jak widać na rycinach 12.2–12.7, na obwodzie każdego z cylindrów są  
rozmiszczone kanały chłodzące. Kanały mogą występować w posta-  
ci zamkniętego płaszcza wodnego (ryc. 12.2, 12.4, 12,7) lub w postaci  
otwartego płaszcza wodnego (ryc. 12.3). Możliwe są też rozwiązania  
pośrednie (np. ryc. 12.6). Otwarty płaszcz wodny zapewnia lepszą wy-  
mianę ciepła, jednak częścię spotyka się rozwiązanie z zamkniętym  
płaszczem wodnym. To drugie rozwiązanie zapewnia większą sztywność  
kadłuba, a zatem pewniejsze uszczelnienie między głowicą a kadłubem.  
Jest korzystniejsze w mocno obciążonych silnikach, np. turbodoładowa-  
nych. Pierwszą opcję można spotkać w niektórych silnikach pojazdów  
takich producentów jak VW – silniki ZI 1400 cm<sup>3</sup> lub Volvo – silniki  
Z5 o pojemności 2400 cm<sup>3</sup>.



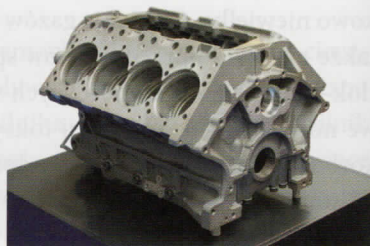
**Ryc. 12.2.** Blok silnika R4 z zamkniętym płaszczem wodnym



**Ryc. 12.3.** Blok silnika R4 z otwartym płaszczem wodnym



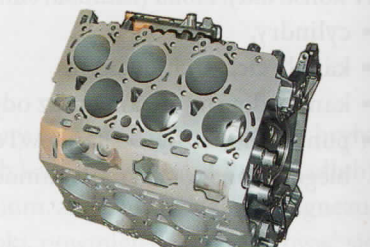
**Ryc. 12.4.** Blok silnika R6



**Ryc. 12.5.** Blok silnika V8



**Ryc. 12.6.** Blok silnika VR6



**Ryc. 12.7.** Blok silnika W16

Najpopularniejsze obecnie są silniki, w których poszczególne cylindry są ustawione w rzędzie (ryc. 12.2–12.4). Taka konstrukcja powoduje, że bloki silników rzędowych są stosunkowo wąskie – ich budowa przypomina słup. Takie rozwiązanie daje producentom większe możliwości konstrukcyjne do umieszczenia dodatkowego osprzętu w komorze silnika.

Budowa bloków silników o układzie cylindrów typu V, VR oraz W (ryc. 12.5–12.7) jest bardziej skomplikowana niż silników rzędowych. Śmiało można stwierdzić że bloki silników typu V składają się z dwóch bloków o rzędowym ułożeniu cylindrów, które względem siebie są odchylone o pewien kąt. Silniki typu VR oraz W stanowią dalsze rozwinięcia wymienionych już konstrukcji. Bloki silników o cylindrach, które nie są ułożone w rzędzie, mają większe gabaryty, tym samym serwisowanie pojazdów z takimi silnikami jest utrudnione, ponieważ ilość miejsca w komorze silnika jest ograniczona.



## 12.12. Tuleje cylindrowe

Cylindry silników spalinyowych mogą być wykonane w postaci monolitu z blokiem silnika lub stanowić osobną część wftaczaną, względnie montowaną bez wciskania w otworach w bloku.

Zastosowanie konkretnego rozwiązania zależy od producenta. Blok silnika, w którym nie zastosowano osobnych tulei cylindrowych, po uszkodzeniu lub zużyciu eksploatacyjnym gładzi cylindrów najczęściej nie nadaje się już do ponownego użycia. Jednak w starszych generacjach silników powszechne było stosowanie nadwymiarów na-prawczych tłoków – integralna tuleja cylindra miała wystarczającą grubą ściankę, by nawet trzykrotnie wykonać jej roztoczenie i szlifowanie na kolejne wymiary naprawcze. Produkcja tego typu bloku jest droga, ponieważ musi być on wykonany z materiału wysokiej jakości, odporne go na czynniki pojawiające się podczas współpracy tłoka ze ścianami cylindra.

We współczesnych silnikach cylindry często wykonują się specjalnymi technologiami obróbki powierzchni lub stosuje się pokrycia zmniejszające tarcie i zużycie. W rezultacie producent nie przewiduje nadwymiarów naprawczych tłoków, a więc regeneracja cylindrów po ich zużyciu lub uszkodzeniu jest niemożliwa.

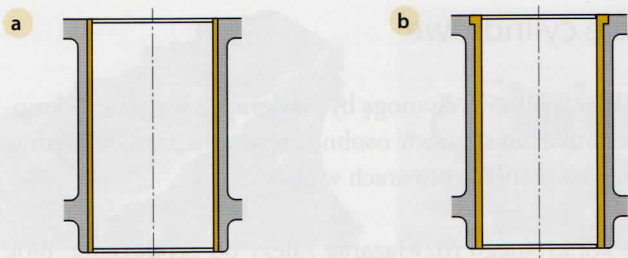
Tańsze jest rozwiązanie z osobnymi tulejami cylindrowymi, które również muszą być wykonane z materiału najwyższej jakości, odpornego na warunki współpracy tłoka z cylindrem, jednak pozostała część bloku może być z tańszego materiału. Odgrywa ona rolę obudowy całego silnika i nie musi już spełniać wymagań stawianych materiałem na tuleje cylindrów. Ponadto naprawa ewentualnych uszkodzeń gładzi cylindrów wiąże się jedynie z wymianą tulei cylindrowych, a nie całego bloku. To rozwiązanie było też popularne we wcześniejszych konstrukcjach kadłubów wykonanych z aluminium, gdy nie stosowano jeszcze twardej pokryć aluminiowych cylindrów, umożliwiającą bezpośrednią współpracę z tokiem i jego pierścieniami!

Wśród bloków silnika, w których zastosowano osobne tuleje cylindrowe, wyróżnia się dwie odmiany konstrukcyjne tulei:  
■ tuleje suche (ryc. 12.8) – wykonane najczęściej ze stopu żelaza, zwykle o prostej konstrukcji płaszczka; nie mają bezpośredniego kontaktu z cieczą chłodzącą; w zależności od rozwiązania są wftaczane lub wstawiane w otwory w kadłubie;



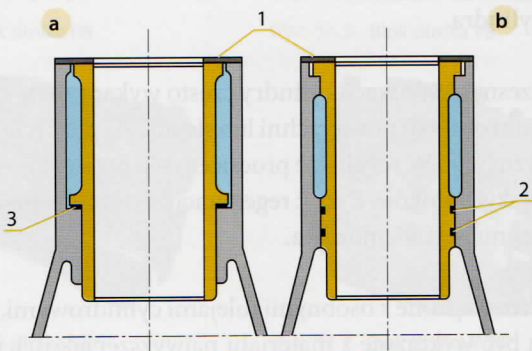
W (ryc. 12.8) – wykonane najczęściej ze stopu żelaza, zwykle o prostej konstrukcji płaszczka; nie mają bezpośredniego kontaktu z cieczą chłodzącą; w zależności od rozwiązania są wftaczane lub wstawiane w otwory w kadłubie;

Wśród bloków silnika, w których zastosowano osobne tuleje cylindrowe, wyróżnia się dwie odmiany konstrukcyjne tulei:  
■ tuleje suche (ryc. 12.8) – wykonane najczęściej ze stopu żelaza, zwykle o prostej konstrukcji płaszczka; nie mają bezpośredniego kontaktu z cieczą chłodzącą; w zależności od rozwiązania są wftaczane lub wstawiane w otwory w kadłubie;



**Ryc. 12.8.** Suche tuleje cylindrowe: (a) montowane na wcisk, (b) wsuwane

- tuleje mokre (ryc. 12.9) – podobnie jak tuleje suche, najczęściej są wykonane ze stopu żelaza (ze specjalnego żeliwa), a ich płaszcz składa się z dwóch części: uszczelniającej oraz z komory na płyn chłodzący; mają lepszy współczynnik odprowadzania ciepła niż tuleje suche; ze względu na zastosowane uszczelnienia najczęściej wsuwa się je do otworów w bloku silnika.



**Ryc. 12.9.** Mokre tuleje cylindrowe: (a) z kołnierzem w dolnej części, (b) z kołnierzem w górnej części i zestawem uszczelek; 1 – uszczelnka podgłowicowa, 2 – gumowe pierścienie uszczelniające, 3 – podkładka uszczelniająca

Należy jednak podkreślić, że we współczesnych, nowoczesnych silnikach raczej nie stosuje się już oddzielnych tulei cylindrowych. Gdy kadłub jest odlany z aluminium, stalowe lub żeliwne tuleje cylindrów mogą być osadzone na stałe w procesie odlewania. Jeżeli zaś kadłub jest żeliwny, zazwyczaj nie ma dodatkowych tulei, ewentualnie powierzchnia cylindra jest pokrywana materiałem zwiększającym jej odporność na zużycie.

## 12.2. Głowica

Jak już wspomniano, głowica stanowi zamknięcie komory spalania. W zależności od rozwiązania, część lub całość komory spalania może

być utworzona w głowicy (od strony gniazd zaworowych), względnie część lub nawet całość komory spalania może znajdować się w cylindrze lub wręcz w odpowiednio wyprofilowanym denku tłoka. Pierwsze rozwiązanie spotykamy najczęściej w silnikach z zapłonem iskrowym, drugie w silnikach z zapłonem samoczynnym z bezpośrednim wtryskiem.

Dodatkowo w głowicy znajdują się:

- kanały dolotowe powietrza lub mieszaniny paliwowo-powietrznej,
- kanały wylotowe spalin,
- osadzenia zaworów,
- podpory czopów łożyskowych wałków rozrządu oraz powierzchnie montażowe części układu zaworowego,
- kanały olejowe i kanały cieczy chłodzącej,
- osadzenia świec zapłonowych (ZI) albo świec żarowych (ZS),
- osadzenia wtryskiwaczy paliwa silników z bezpośrednim wtryskiem benzyny lub oleju napędowego.

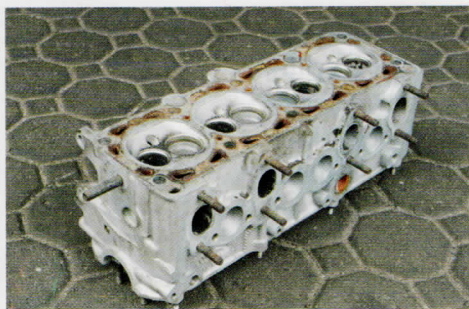
Głowice, zarówno w pojazdach współczesnych, jak i w pojazdach starszych generacji, najczęściej są wykonane ze stopu aluminium. Głowice z żeliwa, uznawane zresztą za bardzo trwałe, przestano powszechnie stosować ok. 50 lat temu. Materiał na głowice powinien być odporny na podobne warunki jak bloki silnika, a ponadto na:

- działanie bardzo wysokiej temperatury – szczególnie od strony komory spalania oraz od strony kanałów wylotowych spalin,
- siły wynikające z ciśnienia spalania,
- działanie układu zaworowego.

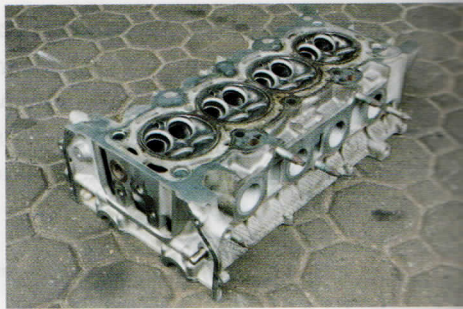
Najnowsze współczesne silniki z grupy tzw. downsizingowanych (małe wymiary i pojemności skokowe, jednak dość wysokie osiągi przede wszystkim dzięki doładowaniu) coraz częściej mają konstrukcję, w której w obrębie głowicy znajduje się część kolektora wylotowego. Sprawia to, że turbosprężarka praktycznie jest przykręcana do głowicy, co zapewnia wykorzystanie gazów wylotowych o bardzo dużej energii. Specyfiką takich głowic jest rozbudowany układ chłodzenia części kolektora wylotowego znajdującego się w głowicy.

Budowa głowicy silników typu OHC zależy przede wszystkim od liczby wałków rozrządu, liczby zaworów oraz ich układu, od liczby świec przypadających na jeden cylinder, a także od liczby cylindrów (ryc. 12.10–12.13).

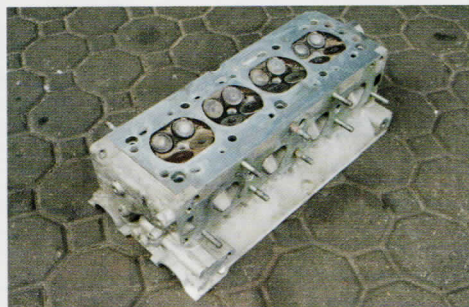




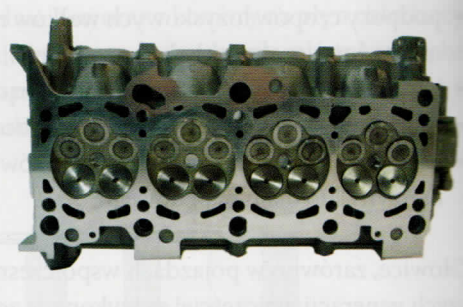
**Ryc. 12.10.** Głowica silnika R4 SOHC z dwoma zaworami na cylinder



**Ryc. 12.11.** Głowica silnika R4 DOHC z czterema zaworami na cylinder



**Ryc. 12.12.** Głowica silnika ZS R4 DOHC z czterema zaworami na cylinder – widok z zamontowanymi zaworami



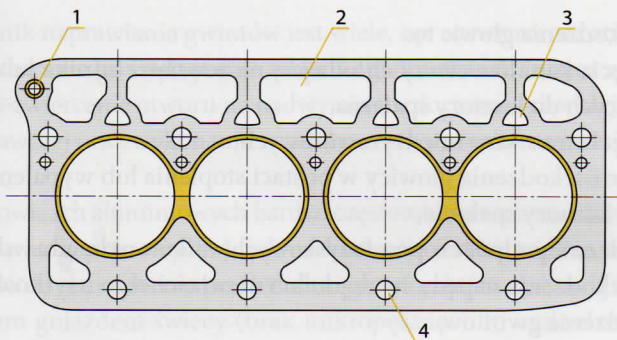
**Ryc. 12.13.** Głowica silnika ZI R4 DOHC z pięcioma zaworami na cylinder – widok od strony komory spalania

### 12.3. Uszczelnienie połączenia głowicy z blokiem silnika

Bardzo ważnym elementem, który występuje między blokiem silnika a głowicą, jest uszczelka podgłowicowa. Jej zadaniem jest uszczelnienie płaszczyzny połączenia bloku silnika i głowicy, a dzięki temu uszczelnienie komory spalania, uszczelnienie kanałów cieczy chłodzącej oraz uszczelnienie kanałów olejowych.

Materiał, z którego jest wykonana uszczelka podgłowicowa, zależy przede wszystkim od rodzaju silnika, jego generacji i budowy bloku oraz głowicy.

Najczęściej uszczelki podgłowicowe są wykonane z metalu z warstwą materiału kompozytowego. Na brzegach uszczelki stosuje się dodatkowy materiał uszczelniający (okucie z blachy nierdzewnej). Dawniej stosowano uszczelki niemetalowe z rdzeniem.



**Ryc. 12.14.** Uszczelka podgłowicowa; 1 – otwór kanału ciśnieniowego oleju smarującego układ rozrządu w głowicy, 2 – otwór drążków popychaczy zaworowych, 3 – otwór kanałów płynu chłodzącego, 4 – otwór śrub głowicowych

Ewolucja silników spalinowych, której efektem było przede wszystkim zwiększenie mocy i momentu obrotowego (przy zachowaniu niewielkich pojemności skokowych), doprowadziła do znacznego wzrostu temperatury pracy silnika, a tym samym większego obciążenia termicznego elementów uszczelniających połączenie głowicy z blokiem silnika. Dlatego wraz z postępem technicznym w konstrukcji silników spalinowych konieczne było zastosowanie nowych materiałów do produkcji uszczelki podgłowicowej – obecnie coraz częściej stosuje się uszczelki podgłowicowe wykonane wyłącznie z metalu (w zastosowaniach sportowych) lub kompozytowe z użyciem kevlaru albo włókien węglowych.

## 12.4. Naprawa głowicy oraz bloku silnika

W nowoczesnych pojazdach coraz rzadziej przeprowadza się naprawy głowicy i bloków silnika. Jeżeli ulegają one uszkodzeniu w okresie gwarancyjnym pojazdu, poszczególne elementy są wymieniane na nowe, a uszkodzone części producent poddaje recyklingowi i ponownie wykorzystuje.

Odnosi się to jednak tylko do pojazdów nowych, objętych gwarancją. W Polsce średnia wieku większości pojazdów przekracza 10 lat, dlatego naprawy bloków silnika oraz głowicy wciąż są wykonywane, często zresztą technologiami tzw. obejściowymi. Mechanicy nie są jednak w stanie usunąć wszystkich uszkodzeń, co spowodowane jest m.in. brakiem odpowiednich technologii.

### 12.4.1. Naprawa głowicy

Część czynności naprawczych związanych z głowicą omówiono już w podrozdziale 11.3, dotyczyły one jednak tylko powierzchni odpowiedzialnych za współpracę z zaworem.



Inne uszkodzenia głowic to:

- pęknięcia kanałów cieczy chłodzącej na zewnątrz silnika lub prowadzących do komory spalania,
- pęknięcia mostków międzyzaworowych,
- skrajne uszkodzenia głowicy w postaci stopienia lub wypalenia od strony komory spalania,
- uszkodzenie podpór czopów łożyskowych wałków rozrządu wskutek np. uszkodzenia napędu rozrządu lub niewłaściwego użytkowania,
- uszkodzenia gwintów.

Pewnych napraw nie zaleca się wykonywać. Przede wszystkim nie powinno się naprawiać poważnie uszkodzonych głowic, w których zatarciu uległy podpory czopów łożyskowych wałków rozrządu lub nastąpiło wytopienie materiału. Naprawy takich uszkodzeń, choć można je wykonać np. metodami spawalniczymi, są bezwzględnie zabronione przez producentów silników. Nie jest bowiem możliwe odtworzenie fabrycznych właściwości fizycznych i wytrzymałościowych elementów poważnie uszkodzonych. W zasadzie wszelkie uszkodzenia powierzchni głowicy związane z przerwaniem ciągłości materiału (pęknięcia) powinny kwalifikować głowicę do wymiany.

Pęknięcia w obszarze kanałów cieczy chłodzącej można naprawić metodą spawalniczą jedynie wtedy, gdy rozgrzanie materiału (podczas spawania) w danym miejscu na pewno nie doprowadzi do zniekształcenia zarówno naprawianych powierzchni, jak i powierzchni sąsiednich.

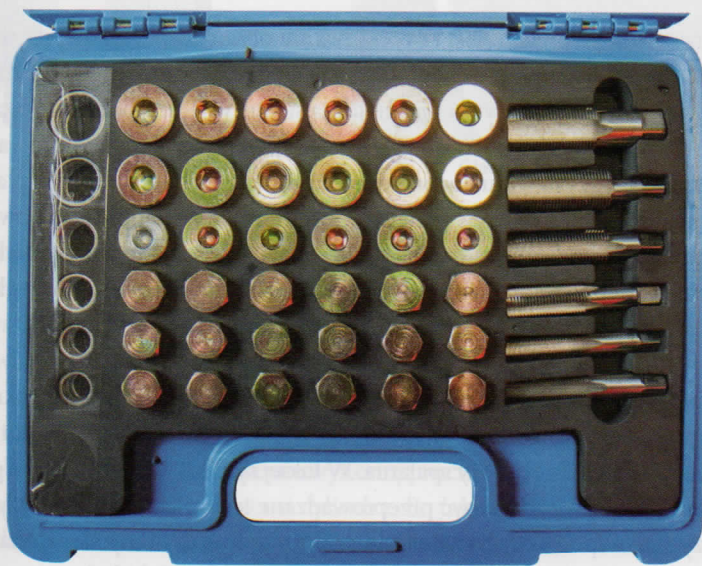
To samo dotyczy pęknięcia mostka międzyzaworowego (przestrzeń znajdująca się między sąsiadującymi zaworami).

Pęknięte powierzchnie głowic wykonanych ze stopu aluminium lub z żeliwa powinno się naprawiać za pomocą spawania w osłonie gazu obojętnego, z użyciem odpowiedniej elektrody i z aplikacją dodatkowego, właściwie dobranego materiału (spawanie systemem TIG). Powodzenie każdej takiej naprawy zależy przede wszystkim od doświadczenia i umiejętności spawacza, a także od doświadczenia fachowca od obróbki (frezer, szlifierz). Naprawy takie nie są uzasadnione ekonomicznie, a wykonuje się je, gdy pojazd ma dużą wartość, np. historyczną, i nie ma odpowiednich, choćby używanych części zamiennych. Uszkodzenia gwintów w głowicy zdarzają się stosunkowo często, np. podczas odkręcania zapieczonych śrub kolektorów wylotowych lub odkręcania obudów termostatów.

Technik naprawiania gwintów jest wiele, np. rozwiercenie otworu, na-gwintowanie go i wkręcenie wkładki gwintowanej. Innym sposobem jest rozwiercenie otworu na nadwymiar, wtlóczenie lub wklejenie tulei naprawczej oraz wykonanie w tulei gwintu o wymiarze nominalnym.

W głowicach aluminiowych bardzo często zdarza się uszkodzenie gwintów świec zapłonowych. Jeżeli uszkodzenie jest niewielkie, a więc nie doszło do uszkodzenia powierzchni głowicy, które sąsiadują z gwintowanym gniazdem świecy (brak mikropęknięć), to uszkodzony gwint można naprawić za pomocą gwintowanych wkładek. Dostępnych jest wiele zestawów naprawczych z wkładkami, o wymiarach odpowiednich do danego typu silnika. W ten sam sposób można regenerować gwinty świec żarowych silników ZS.

Na rycinie 12.15 pokazano przykładowy zestaw naprawczy o uniwersalnym zastosowaniu.



**Ryc. 12.15.** Zestaw do naprawy gwintów korków miski olejowej

Gwintów świec zapłonowych oraz żarowych nie można naprawiać za pomocą wprasowywanych wkładek gwintowych, ponieważ elementy te są poddawane działaniu wysokiego ciśnienia panującego w komorze spalania. Do napraw stosuje się więc wkręcane tuleje gwintowane. Zestaw naprawczy składa się z gwintownika oraz gwintowanych tulei (ryc. 12.16).



**Ryc. 12.16.** Uniwersalny zestaw naprawczy do gwintów



Naprawa gwintów za pomocą takiego zestawu wymaga rozwiercenia starego gwintu na nadwymiar, nagwintowania rozwierconego otworu, po czym wkręcenia tulei z gwintem o wymiarze nominalnym gniazda świecy.

## 12.4.2. Naprawa bloku (kadłuba) silnika

Blok silnika, ze względu na charakter swojej pracy, ulega uszkodzeniom głównie w obrębie cylindrów oraz podpór czopów wału korbowego.

Jeżeli uszkodzeniu (pęknięciu) ulegnie podpora czopów łożyskowych wału korbowego, to blok silnika nie kwalifikuje się do naprawy. Jeżeli natomiast zużyciu ulegnie osadzenie półpanewek, to jeśli producent dopuszcza taką naprawę, należy dokonać obróbki zużytej powierzchni na nadwymiar i zastosować półpanewki naprawcze odpowiednich rozmiarów. W innym wypadku blok silnika należy wymienić.

Dość typową naprawą jest tzw. osiowanie otworów pod panewki wału korbowego. Zdarza się, że po długiej eksploatacji kadłub silnika wichruje się i otwory panewek wału nie znajdują się już w jednej osi. Zwiększa to opory wału w ruchu obrotowym, a w skrajnych przypadkach prowadzi do zatarcia łożysk wału korbowego. Naprawa polega na obróbce płaszczyzn przylegania pokryw panewek do kadłuba, a następnie na osiowym wytoczeniu otworów osadzenia panewek na wymiar nominalny. Należy oczywiście pamiętać, że taka obróbka nieznacznie zmienia odległość od osi wału korbowego do górnej płaszczyzny kadłuba.

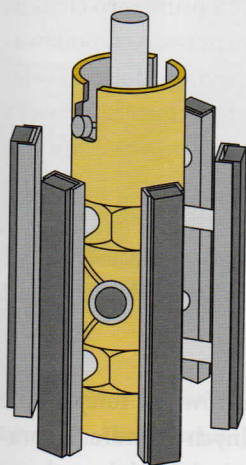
W bloku silnika mogą również wystąpić uszkodzenia związane z pęknięciem płaszcza wodnego oraz kanałów olejowych na zewnątrz silnika lub prowadzących do komory spalania. W takiej sytuacji, podobnie jak z głowicami, naprawy mogą być przeprowadzane technikami spawalniczymi, z użyciem odpowiedniej technologii i odpowiednio dobranych materiałów dodatkowych (najczęściej – spawanie TIG z aplikacją dodatkowego materiału). Spawanie może być przeprowadzane jedynie w miejscach, w których nie ma zagrożenia, że rozgrzanie materiału podczas procesu spawania doprowadzi do zniekształcenia głównych płaszczyzn roboczych bloku silnika. Zwykle po takiej naprawie konieczne jest sprawdzenie i ewentualnie obróbka istotnych płaszczyzn (głównie – górnej płaszczyzny kadłuba).

Wszelkie uszkodzone elementy połączeń gwintowych naprawia się tak samo jak gwinty głowic, to znaczy za pomocą wkładek gwintowanych oraz wkręcanych lub wtlaczanych wkładek gwintowanych.

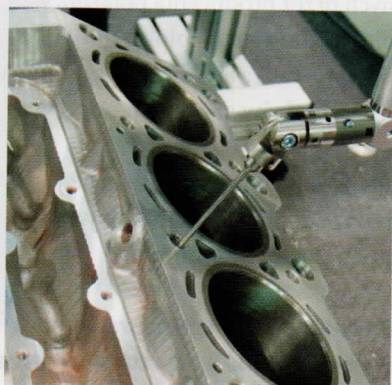
### 12.4.2.1. Obróbka powierzchni gładzi cylindrowej

Obróbkę wykańczającą powierzchni gładzi cylindrów przeprowadza się przez honowanie lub szlifowanie.

Honowanie jest to jedna z najpopularniejszych metod wykańczających. Wykonuje się je za pomocą obrabiarek, z użyciem głowicy do honowania.



Ryc. 12.17. Głowica do honowania



Ryc. 12.18. Gładź cylindra po honowaniu

Głowica honująca (ryc. 12.17) podczas honowania wykonuje ruch posuwisto-zwrotny, a dodatkowo obraca się w osi cylindra. Dzięki temu uzyskuje się gładką, specyficzną powierzchnię, której przykład przedstawiono na rycinie 12.18.

Szlifowanie powierzchni gładzi cylindrowej przeprowadza się za pomocą głowic szlifierskich, które nie wykonują ruchu posuwisto-zwrotnego, a jedynie ruch obrotowy w osi cylindra. Po takiej obróbce uzyskuje się gładką powierzchnię, lecz o innym układzie śladów obróbki. Szlifowanie stosuje się wtedy, gdy nie można przeprowadzić honowania, np. gdy powierzchnia gładzi cylindrów jest wykonana z materiału o wysokiej twardości. Linie wytworzone podczas honowania lub szlifowania stanowią tzw. nośnik oleju. Występowanie tych linii umożliwia wytworzenie się filmu olejowego (cienkiej warstwy oleju) na powierzchni gładzi cylindrów, a tym samym odpowiednie smarowanie tłoka w cylindrze. Dlatego powierzchnia cylindra nie powinna być wykańczana „na gładko”, a producenci ściśle określają charakter wspomnianych linii, który zależy od parametrów kamieni szlifierskich oraz stosunku posuwu do obrotów głowicy szlifierskiej.



### 12.4.2.2. Naprawa cylindrów w bloku monolitycznym

Jeżeli otwory cylindrów w bloku silnika stanowią z nim część monolityczną, to naprawy mogą odbywać się dwiema metodami, o ile oczywiście producent silnika je przewiduje.

Pierwszą metodą jest roztoczenie otworu cylindra do fabrycznych wymiarów naprawczych. Ścianki cylindrów mogą być stosunkowo cienkie, dlatego należy się ściśle stosować do wymiarów naprawczych podawanych przez producenta pojazdu, w przeciwnym razie może dojść do osłabienia konstrukcji bloku silnika. Po roztoczeniu na wymiar naprawczy przeprowadza się obróbkę szlifowania lub honowania powierzchni gładzi cylindrów w celu ich odpowiedniego wykończenia.

Po takiej naprawie konieczne jest zastosowanie nadwymiarowych tłoków oraz pierścieni tłokowych, a luz między cylindrem a tłokiem musi mieć wartość nominalną.

Drugim sposobem naprawy powierzchni cylindrów jest tulejowanie i przywrócenie fabrycznych wymiarów nominalnych cylindra. Naprawa metodą tulejowania jest podobna do tej, w której do bloku wtfacza się suche tuleje cylindrowe.

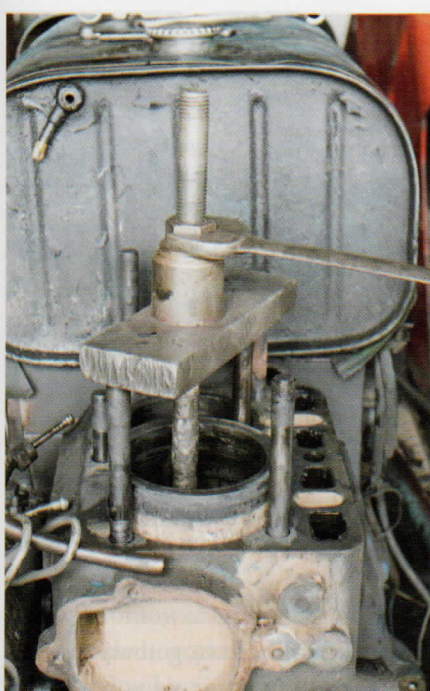
### 12.4.2.3. Naprawa bloków z suchymi tulejami cylindrowymi

Wyróżnia się dwa rodzaje suchych tulei cylindrowych: wtfaczane tuleje suche bez kołnierza oraz wsuwane tuleje suche z kołnierzem.

Wtfaczane tuleje suche bez kołnierza są montowane na duży wcisk, dlatego do ich demontażu konieczne jest użycie dużej siły. Demontaż może odbywać się na specjalistycznych prasach lub z użyciem specjalistycznych ściągaczy. Demontaż wtfaczanych tulei cylindrowych został przedstawiony na rycinie 12.19.

Podczas demontażu tulei cylindrowej należy uważać, by nie uszkodzić bloku silnika wskutek nieodpowiedniego zamocowania uchwytu urządzenia.

Montaż tulei może się odbyć z użyciem tego samego urządzenia co demontaż. W celu ułatwienia procesu wtfaczania zaleca się ochłodzenie tulei cylindrowej (np. za pomocą zamrażacza w sprayu), co spowoduje jej nieznaczne skurczenie.



**Ryc. 12.19.** Demontaż tulei cylindrowej za pomocą przenośnego ściągacza

Właczane tuleje cylindrowe są dostarczane przez producenta z nadwymiarowym wymiarem wewnętrznym. Tuleje włączane wymagają obróbki wykańczającej po zamontowaniu w bloku silnika.

Obecnie tuleje z kołnierzem nie są już włączane, lecz montowane na (niewielki) wcisk zgodnie z zaleceniami producenta. Proces montażu oraz demontażu może być przeprowadzony z użyciem ściągaczy ręcznych lub, rzadziej, z użyciem pras. Montaż tego typu tulei nie wymaga włączania, ponieważ tuleje te częściowo opierają się na kołnierzu, co zapobiega ich ewentualnemu wysunięciu podczas pracy silnika.

Tuleje z kołnierzem są dostarczane w postaci gotowej do montażu, a więc wewnętrzna powierzchnia cylindra jest obrobiona przez producenta i ma już wymiary nominalne.

#### 12.4.2.4. Naprawa bloków z mokrymi tulejami cylindrowymi

Tuleje mokre są łatwe zarówno w montażu, jak i demontażu, ponieważ są osadzone na niewielki wcisk w bloku silnika. Na rycinie 12.20 przedstawiono proces demontażu mokrej tulei cylindrowej z kołnierzem umieszczonym w dolnej części cylindra (patrz ryc. 12.9a).





**Ryc. 12.20.** Demontaż mokrej tulei cylindrowej

Na rycinie 12.21 przedstawiono nową tuleję cylindrową, gotową do montażu w bloku silnika, oraz uszczelkę, którą montuje się w wyciętych rowkach na zewnątrz tulei.



**Ryc. 12.21.** Nowa tuleja cylindrowa (a) oraz uszczelka (b); 1 – rowki na uszczelki

Uszczelki należy wymieniać po każdym demontażu tulei. Podczas montażu uszczelek nie należy ich poddawać zbyt dużemu naprężeniu, ponieważ może to spowodować ich uszkodzenie lub rozciągnięcie. W zależności od zaleceń producenta, przed montażem tulei cylindrowych

uszczelki należy pokryć substancją ułatwiającą poślizg. Zabezpieczy je to przed ewentualnym zsunięciem się podczas montażu.

## 12.5. Wymiana uszczelki podgłowicowej

Wymianę uszczelki podgłowicowej przeprowadza się po stwierdzeniu jej uszkodzenia oraz po każdorazowym odkręceniu głowicy od bloku silnika. Jest to czynność, którą obecnie przeprowadza się coraz rzadziej, ponieważ współczesne silniki nie wymagają tak częstych napraw generalnych jak silniki starszych generacji.

Demontaż uszczelki podgłowicowej należy przeprowadzać, gdy silnik jest zimny. Ze względu na zjawisko rozszerzalności cieplnej nie jest również wskazany demontaż rozgrzanych innych elementów silnika.

Aby wymontować uszczelkę podgłowicową, należy zdemontować pokrywę układu rozrządu (patrz ryc. 12.1) i wszystkie elementy przykręcone do głowicy silnika, czyli elementy układu dolotowego, wylotowego, obudowy termostatu (po opróżnieniu układu chłodzenia). Następnie konieczny jest demontaż napędu układu rozrządu (patrz rozdz. 11).

Głowica jest przykręcona do bloku typowego silnika czterocylindrowego najczęściej za pomocą 8–10 śrub. Kolejność odkręcania śrub zwykle nie ma znaczenia, jednak czasami producenci ją podają. Odkręcanie śrub głowicowych może wymagać przyłożenia umiarkowanego momentu. Śruby głowicowe po odkręceniu zwykle nie nadają się do ponownego użycia. Są najczęściej tak skonstruowane, że podczas dokręcania następuje ich graniczne naprężenie i trwałe odkształcenie.

Po zdemontowaniu głowicy z jej powierzchni czołowej oraz bloku silnika należy usunąć uszczelkę podgłowicową i jej ewentualne pozostałości. Ponadto należy dokładnie oczyścić powierzchnie czołowe bloku silnika oraz głowicy. Jest to dobry moment na wykonanie oględzin powierzchni gładzi cylindrowych i układu zaworowego. Następnie należy dokonać oceny stanu płaszczyzn kadłuba i głowicy oraz, w razie konieczności, wyrównać te powierzchnie.

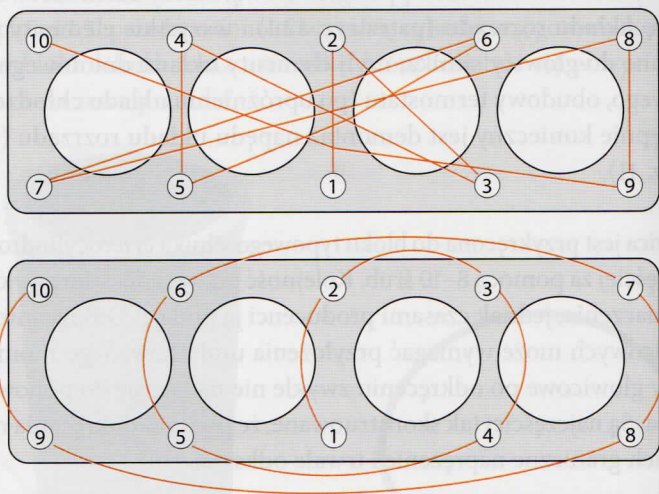
Podczas montażu poszczególnych elementów (przebiega on w kolejności odwrotnej do demontażu) trzeba zwrócić uwagę na kilka punktów. Przede wszystkim należy odpowiednio dobrać uszczelkę podgłowicową



oraz sprawdzić, czy wszystkie otwory kanałów olejowych, kanałów chłodzenia i cylindrów uszczelki idealnie zbiegają się z odpowiednimi otworami w głowicy i bloku silnika. Należy pamiętać, że pojazdy nawet z tego samego roku mogą mieć inną konstrukcję silnika, dlatego części należy dobierać z uwzględnieniem numeru VIN.

Po zweryfikowaniu i zamocowaniu uszczelki podgłowicowej można przystąpić do połączenia głowicy z blokiem silnika za pomocą śrub. Należy zastosować odpowiednią kolejność dokręcania tych śrub. W celu optymalizacji rozkładu nacisku łączonych powierzchni śruby należy dokręcać od środka głowicy. Jeżeli głowica byłaby przykręcana od zewnątrz do wewnątrz, doszłoby do powstania naprężeń wewnętrznych, co mogłoby spowodować jej pęknięcie lub złe ułożenie uszczelki.

Dwa warianty prawidłowej kolejności dokręcania śrub głowicowych przedstawiono na rycinie 12.22.



**Ryc. 12.22.** Przykładowa kolejność dokręcania śrub mocujących głowicę

## 12.6. Obróbka powierzchni czołowej głowicy oraz bloku silnika

Jak już wspomniano, każdorazowe odłączenie głowicy i bloku silnika wymaga przeprowadzenia pomiarów płaskości powierzchni głowicy i bloku silnika. Jest to bardzo ważne, gdyż od tego zależy szczelność połączenia obu elementów. Tę samą czynność należy przeprowadzić na przykład przy wymianie tulei cylindrowych.

Jeżeli podczas pomiarów okaże się, że płaszczyzna głowicy lub bloku silnika nie spełnia kryterium płaskości (z uwzględnieniem pewnej tolerancji określonej przez producenta), powierzchnie te należy wyrównać na odpowiedniej obrabiarce do głowic i do bloku silnika. Zabieg ten zawsze wykonuje się po wymianie tulei cylindrowych.

Obróbka głowic oraz bloków silnika jest nazywana planowaniem; przeprowadza się ją na specjalistycznych obrabiarkach uniwersalnych do napraw głowic i bloku silnika lub stosuje się nowoczesną metodę frezowania na frezarkach CNC, w których ruch głowic jest sterowany numerycznie.

Ilość materiału zdjętego z powierzchni czołowej bloku silnika lub głowicy musi być minimalna. Należy zdjąć tylko tyle materiału, by osiągnąć idealnie płaską powierzchnię.

Producent najczęściej określa wartość minimalnej wysokości bloku silnika złożonego z głowicą lub podaje minimalne wysokości poszczególnych elementów.

Są to bardzo ważne wymiary, których bezwzględnie nie wolno przekraczać, ponieważ – w razie kolizji poszczególnych elementów – mogłoby to spowodować uszkodzenie układu korbowo-tłokowego lub układu zaworowego.

Ponadto zmiana wysokości opisywanych elementów od strony powierzchni ich styku powoduje zmianę objętości komory spalania. Tym samym zmieniają się warunki pracy silnika – przede wszystkim zwiększa się stopień sprężania, co z kolei, po przekroczeniu pewnych wartości granicznych, może doprowadzić do nieprawidłowego jego działania.