

Rys. 6.44. Schematy pracy silnika czterocylindrowego wykorzystywane do określania końca suwu sprężania w cylindrze na podstawie położenia palca rozdzielacza i znaków do ustawiania zapłonu na kole pasowym (kolejność zapłonu 1-3-4-2)

luzu zaworów dla każdego silnika jest określona indywidualnie i podawana przez producenta w instrukcji naprawy. Luz zaworów wynosi najczęściej 0,2...0,4 mm i zwykle ma większą wartość dla zaworu wylotowego niż dla dolotowego.

Znając wartość tego luzu dobiera się blaszkę szczelinomierza o odpowiedniej grubości i wsuwa się ją w miejsce służące do sprawdzania luzu. Prawidłowy luz zaworu stwierdza się wtedy, kiedy blaszka szczelinomierza daje się wsunąć z nieznacznym oporem. Jeżeli rzeczywisty luz różni się od zalecanych wartości, należy poluzować kluczem nakrętkę zabezpieczającą i wkręcać lub wykręcać śrubę regulacyjną albo wymienić płytkę regulacyjną, zależnie od konstrukcji mechanizmu napędu zaworów. W przypadku śrub regulacyjnych należy pamiętać o dokładnym dokręceniu nakrętki zabezpieczającej bez obracania śrubą, aby zachować wyregulowany luz zaworów. Po dokonanej regulacji luzu jego sprawdzenia dokonuje się ponownie, w celu potwierdzenia poprawności wykonania regulacji.

Po dokonaniu regulacji w pierwszym cylindrze, obraca się wał korbowy (w omawianym silniku 4-cylindrowym) o 180° i powtarza się opisane poprzednio czynności sprawdzenia i regulacji dla zaworów kolejnego cylindra, w którym są one zamknięte. Kolejność regulacji wyznacza się na podstawie kolejności zapłonu w cylindrach – w rzędownym silniku 4-cylindrowym zwykle 1-3-4-2 (czasem 1-2-4-3), w 4-cylindrowym silniku typu bokser – 1-4-3-2, a w 4-cylindrowym silniku widlastym – 1-2-3-4. Znając cykl otwierania i zamykania się zaworów w poszczególnych cylindrach można znacznie skrócić czas spraw-

Tablica 6-1

Wykaz zamkniętych zaworów czterocylindrowego rzędowego silnika ośmizaworowego o kolejności zapłonu 1-3-4-2, których luz może być sprawdzany w dwóch położeniach wału korbowego

Kąt obrotu wału korbowego	Numer cylindra, w którym kończy się suw sprężania	Zawór dolotowy cylindra				Zawór wylotowy cylindra			
		1	2	3	4	1	2	3	4
0°	1	●	●	○	○	●	○	●	○
360°	4	○	○	●	●	○	●	○	●

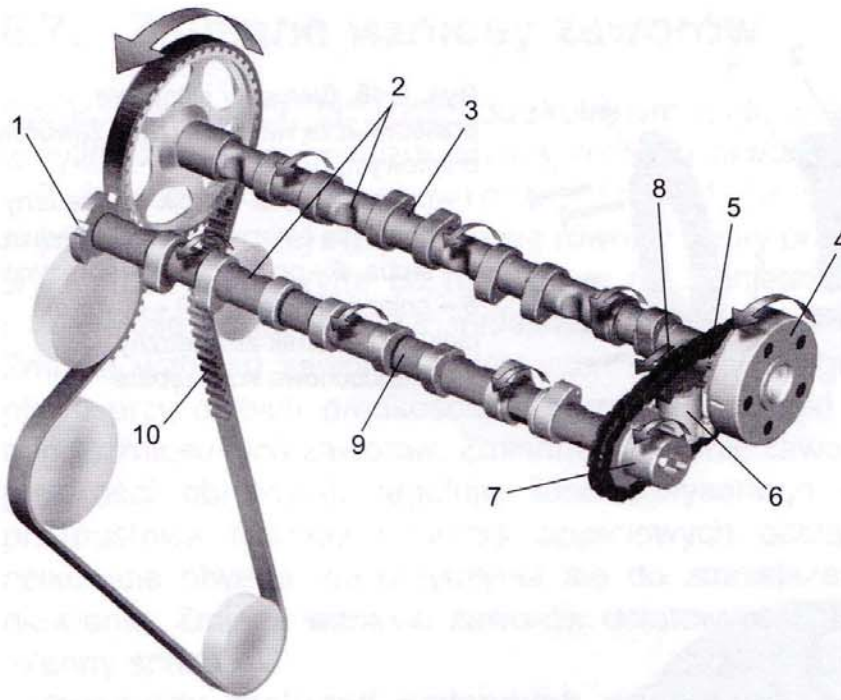
○ – zawór otwarty, ● – zawór zamknięty, którego luz może być sprawdzany

dzania wartości luzów zaworów. Wynika to z faktu, że zamknięte pozostają nie tylko zawory cylindra, w którym kończy się suw sprężania, lecz także zawór dolotowy cylindra, w którym kończy się suw pracy oraz zawór wylotowy cylindra, w którym kończy się suw dolotu. Sprawdzenia i regulacji luzu dla wszystkich zaworów można więc dokonać w dwóch położeniach wału korbowego. Wykaz zaworów zamkniętych, podlegających sprawdzeniu w dwóch położeniach wału korbowego, podano w tablicy 6-1.

6.6. Zmienne fazy rozrządu

Współczesne układy rozrządu coraz częściej są wyposażone w mechanizmy zmieniające fazy rozrządu w zależności od warunków pracy silnika. Najczęściej dotyczy to zmian chwili otwarcia i zamknięcia zaworów dolotowych w silnikach niedoładowanych. W silnikach tych, przy małych prędkościach obrotowych dąży się do wcześniejszego otwarcia (w efekcie i zamknięcia) zaworów dolotowych, co umożliwi lepsze przepłukanie komory spalania w czasie współotwarcia zaworów. Jednocześnie wcześniejsze zamknięcie (bliższe DMP) zaworów dolotowych w początkowej fazie suwu sprężania zapobiega utracie ładunku przez jeszcze otwarty zawór dolotowy, wobec słabo rozwiniętego dynamicznego napływu przy małych prędkościach obrotowych. Inaczej przebiegają zjawiska przy dużych prędkościach obrotowych silnika. Wówczas dąży się do późniejszego otwierania (a zatem i zamykania) zaworów dolotowych. Skracą się w ten sposób okres współotwarcia zaworów. Dobrze rozwinięty proces dynamicznego wysysania resztek spalin przez układ wylotowy, przy zbyt wczesnym otwarciu zaworu dolotowego, powodowałby w tych warunkach utratę części świeżego ładunku do kolektora wylotowego. Towarzyszące temu późniejsze zamknięcie zaworu dolotowego nie spowoduje cofania świeżego ładunku do kolektora dolotowego, gdyż ciśnienie dynamiczne napływającego czynnika jest na tyle duże, iż przewyższa nieznacznie wzrastające ciśnienie w cylindrze, wynikające z rozpoczętego ruchu tłoka ku górze w suwie sprężania.

Przez dostosowanie czasu między zamknięciem zaworów wylotowych a otwarciem zaworów dolotowych zmienia się charakterystyka silnika i dzięki

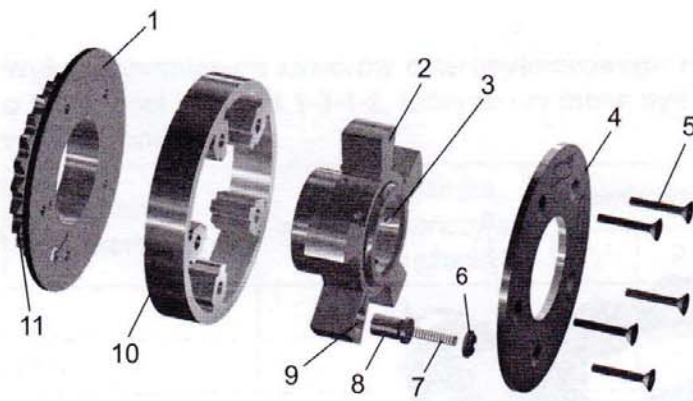


Rys. 6.45. Napęd wałków rozrządu z regulacją faz rozrządu zaworów dolotowych
 1 – koło impulsowe, 2 – wybrania, 3 – wałek rozrządu zaworów wylotowych, 4 – przestawiacz wałka rozrządu, 5 – koło zębate na przestawiaczu, 6 – napinacz łańcucha, 7 – czop z wgłębieniami do napędu pompy paliwa wysokiego ciśnienia, 8 – łańcuch, 9 – wałek rozrządu zaworów dolotowych, 10 – pasek zębaty

temu w szerszym zakresie, od małych do średnich prędkości obrotowych, występuje większy moment obrotowy. Dzięki temu można uzyskać większe przyspieszenie samochodu przy mniejszym zużyciu paliwa. Ponadto, dokładniejsze spalanie paliwa w wyższej temperaturze zmniejsza emisję do atmosfery szkodliwych składników spalin.

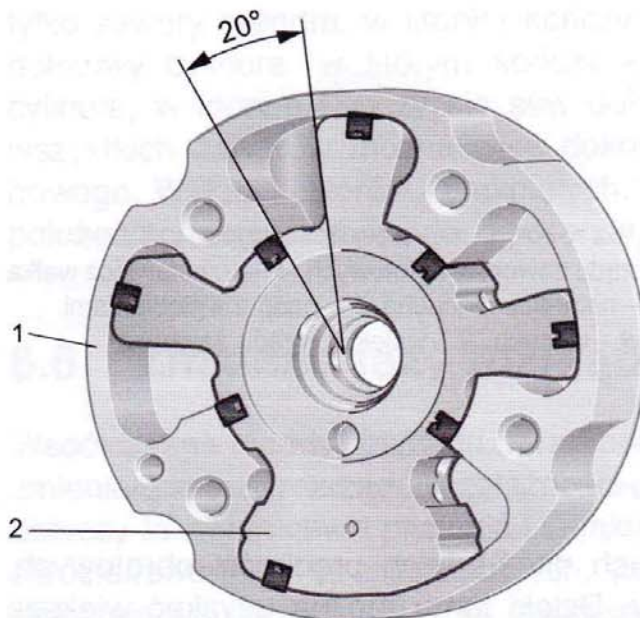
Przykład realizacji zmiennych faz rozrządu. Do zmiany faz rozrządu służą urządzenia mechaniczne, uruchamiane najczęściej siłownikami hydraulicznymi. Czynnikiem roboczym jest olej silnikowy.

Przykładowe rozwiązanie konstrukcyjne, realizujące zmianę faz rozrządu zaworów dolotowych, przedstawiono na rysunku 6.45. Przestawiacz (regulator) wałka rozrządu zaworów dolotowych jest umieszczony na końcu wałka rozrządu zaworów wylotowych. Pasek zębaty napędza wałek rozrządu zaworów wylotowych. Drugi koniec tego wałka jest połączony z wewnętrznym wirnikiem przestawiacza. Zewnętrzny wirnik przestawiacza jest zamocowany śrubami do przedniej i tylnej tarczy przestawiacza. Ponieważ tylna tarcza przestawiacza ma zęby do napędu łańcuchem, jest więc napędzany przez ten łańcuch wirnik zewnętrzny połączony z tą tarczą. Obrót wirnika zewnętrznego względem wirnika wewnętrznego za pośrednictwem łańcucha jest przenoszony na wałek rozrządu zaworów dolotowych. W ten sposób realizuje się zmianę faz rozrządu



Rys. 6.46. Elementy składowe przestawiacza wałka rozrządu zaworów dolotowych

1 – tarcza tylna, 2 – wirnik wewnętrzny, 3 – otwór dla oleju, 4 – tarcza przednia, 5 – śruba, 6 – podkładka, 7 – sprężyna, 8 – gniazdo sprężyny, 9 – otwór dla oleju, 10 – wirnik zewnętrzny, 11 – łańcuchowe koło zębate



Rys. 6.47. Zasada działania przestawiacza wałka rozrządu zaworów dolotowych
1 – wirnik zewnętrzny, 2 – wirnik wewnętrzny

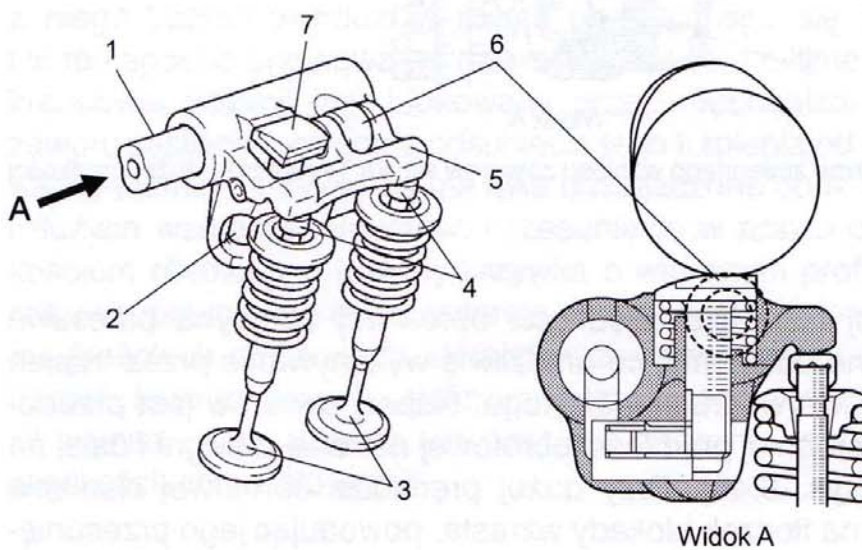
zaworów dolotowych. Na rysunku 6.46 przedstawiono elementy składowe przestawiacza wałka zaworów dolotowych. Częścią układu do zmiany faz wałka rozrządu zaworów dolotowych jest moduł, składający się z elektromagnetycznego zaworu przestawiania i zasobnika oleju silnikowego. Moduł ten jest osadzony w silniku na górnej części osłony wałków rozrządu. Do przestawiacza wałka rozrządu olej silnikowy jest doprowadzany z pompy oleju przez kanały w kadłubie i głowicy silnika oraz przez zasobnik oleju. Różny stopień napełnienia olejem komór w sąsiedztwie zębów wewnętrznego wirnika powoduje obrót wirnika zewnętrznego względem wewnętrznego (rys. 6.47). Zawór elektromagnetyczny, który realizuje zmienny przepływ oleju do przestawiacza, jest sterowany przez elektroniczny sterownik pracy silnika i w zależności od prędkości obrotowej oraz obciążenia silnika i temperatury cieczy chłodzącej płynnie zmienia położenie wałka rozrządu zaworów dolotowych.

6.7. Zmienne wzniosy zaworów

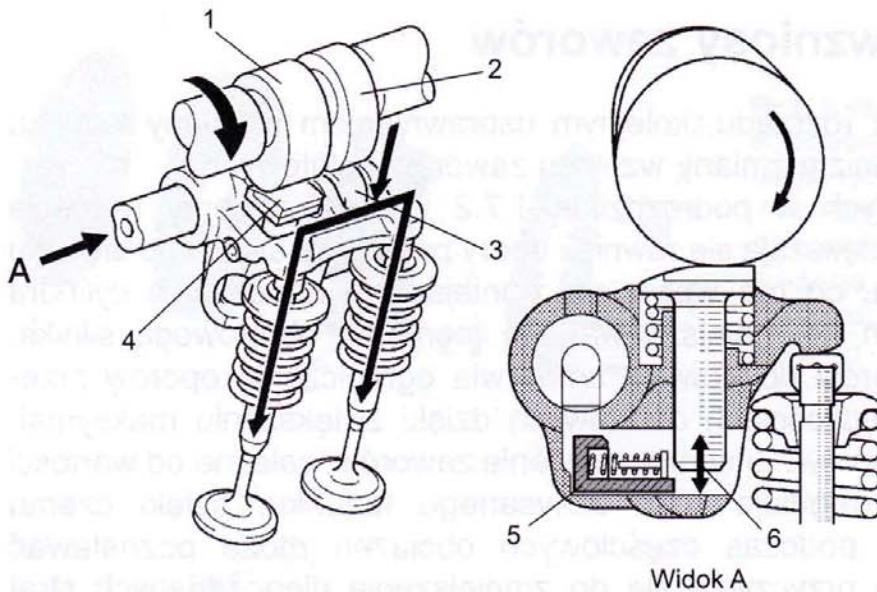
Oprócz zmiennych faz rozrządu, kolejnym usprawnieniem wymiany ładunku w cylindrze jest mechanizm zmiany wzniosu zaworów dolotowych.

Z rozważań zawartych w podrozdziale 1.7.2 wynika, że przy wzroście prędkości obrotowej zwiększają się również opory przepływu świeżego ładunku w układzie dolotowym, co ma wpływ na zmniejszenie napełnienia cylindra i w efekcie końcowym na mniejszą wartość momentu obrotowego silnika. Zmiana wzniosu zaworów dolotowych umożliwia ograniczenie oporów przepływu przy dużych prędkościach obrotowych dzięki zwiększeniu maksymalnego wzniosu tych zaworów. Zmienne uchylenie zaworów, zależne od wartości prędkości obrotowej, reguluje ilość zasysanego ładunku, dzięki czemu przepustnica również podczas częściowych obciążeń może pozostawać całkowicie otwarta, co przyczynia się do zmniejszenia niepożądanych strat dławienia. Zmianę wzniosu zaworów dolotowych różne firmy realizują w odmienny sposób.

Przykłady realizacji zmiennych wzniosów zaworów. Przykładem zastosowania zmiennych wzniosów zaworów dolotowych jest silnik jednego z usportowionych modeli Toyoty. W jednostce tej otwarcie dwóch zaworów dolotowych w każdym cylindrze jest realizowane za pośrednictwem specjalnej dźwigni, na którą działają dwie krzywki wałka rozrządu. Jedna z krzywek (małej i średniej prędkości obrotowej) współpracuje z rolką dźwigni, druga zaś (dużej prędkości obrotowej) naciska okresowo na ruchomy trzpień zakończony stopką, którego położenie określa blokada (rys. 6.48). Tłoczek blokady jest sterowany ciśnieniem hydraulicznym oleju silnikowego doprowadzonego do dźwigni kanałem wykonanym w wałku, na którym są osadzone dźwignie. Wartość ciśnienia jest regulowana zaworem elektromagnetycznym zasilanym ze sterow-

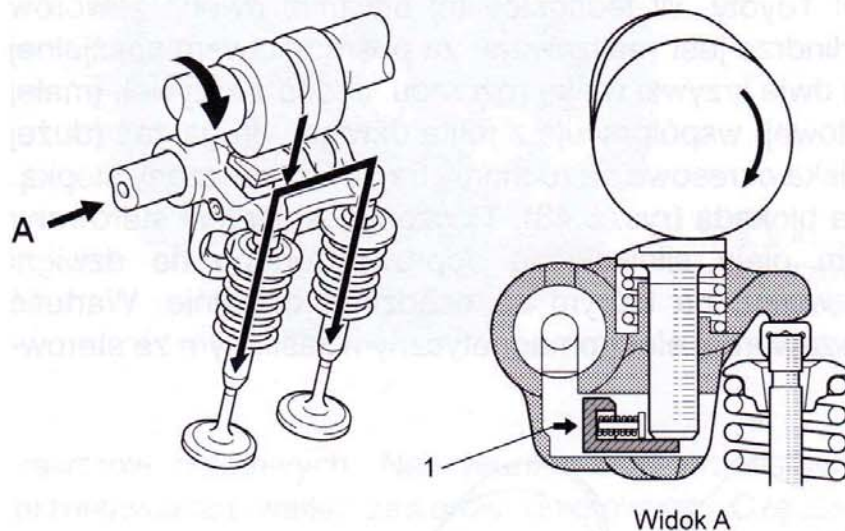


Rys. 6.48. Mechanizm zmiennego wzniosu zaworów zastosowany w silniku Toyoty
1 – wałek dźwigni zaworów, 2 – blokada, 3 – zawory dolotowe, 4 – podkładki regulacyjne,
5 – dźwignia zaworów, 6 – rolka, 7 – stopka ruchomego trzpienia dźwigni zaworów



Rys. 6.49. Działanie mechanizmu zmiennego wzniosu zaworów silnika Toyoty przy małej i średniej prędkości obrotowej

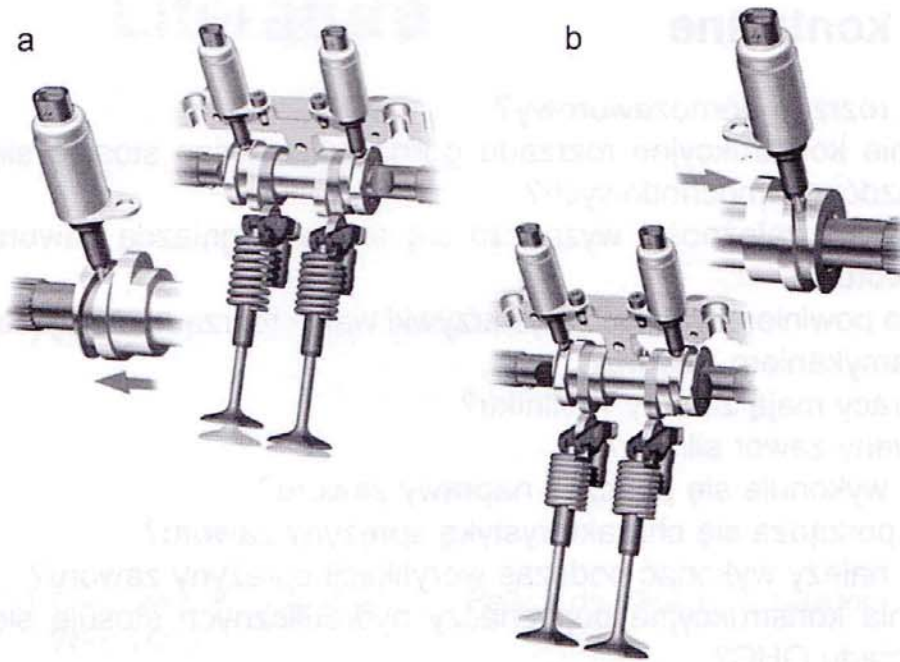
1 – krzywka dużej prędkości obrotowej, 2 – krzywka małej i średniej prędkości obrotowej, 3 – rolka, 4 – stopka ruchomego trzpienia dźwigni zaworów, 5 – tłoczek blokady, 6 – luz



Rys. 6.50. Działanie mechanizmu zmiennego wzniosu zaworów silnika Toyoty przy dużej prędkości obrotowej

1 – ciśnienie hydrauliczne

nika silnika. Przy małej i średniej prędkości obrotowej sprężyna przesuwają tłoczek blokady w skrajne położenie, co umożliwia wykonywanie przez trzpień przy działaniu na niego krzywki ruchu jałowego. Napęd zaworów jest przenoszony z krzywki małej i średniej prędkości obrotowej na rolkę dźwigni i dalej na oba zawory dolotowe (rys. 6.49). Przy dużej prędkości obrotowej ciśnienie hydrauliczne działające na tłoczek blokady wzrasta, powodując jego przesunięcie i zablokowanie trzpienia. Stopka trzpienia zostaje wysunięta powyżej rolki i napęd na zawory jest przenoszony przez trzpień dźwigni, powodując otwieranie zaworów z większym wzniosem niż przy mniejszych prędkościach (rys. 6.50).



Rys. 6.51. Mechanizm zmiennego wzniosu zaworów zastosowany w silniku Audi
a – działanie przy małej i średniej prędkości obrotowej, *b* – działanie przy dużej prędkości obrotowej

Innym rozwiązaniem konstrukcyjnym zmiany wzniosu zaworów dolotowych jest mechanizm zastosowany w silnikach Audi. W mechanizmie tym wałek rozrządu zaworów dolotowych jest wyposażony w wielowypusty, na których są umieszczone elementy krzywkowe mające na zewnętrznej stronie spiralne rowki. W rowki podczas pracy silnika są wprowadzane wysuwające się z zaworów elektromagnetycznych trzpienie. Na jeden element krzywkowy przypadają dwa zawory elektromagnetyczne sterowane przez sterownik silnika (rys. 6.51). Jeżeli zasilony zostanie prawy zawór elektromagnetyczny, wysunięty z niego trzpień wchodzi w rowek obracającego się elementu krzywkowego i w ten sposób przesuwają go na wałku o siedem milimetrów w prawo. W swojej krańcowej pozycji jest blokowany przez mechanizm kulkowy. Pozbawienie zaworu zasilania powoduje odsunięcie tego trzpienia od elementu krzywkowego. Każdy element krzywkowy ma dwa umieszczone obok siebie profile dla małych i dużych wzniosów zaworów. Przesunięcie w prawo odpowiada dużym prędkościom obrotowym i wtedy krzywka o większym profilu naciska na dźwignię rolkową, powodując duże otwarcie obu zaworów dolotowych. Przy mniejszych prędkościach obrotowych element krzywkowy jest przesuwany w lewo przez trzpień lewego zaworu elektromagnetycznego i aktywne są małe krzywki. W wyniku tego wznios zaworu jest znacznie mniejszy niż przy dużych prędkościach obrotowych.

6.8. Pytania kontrolne

1. Jakie zalety ma rozrząd górnozaworowy?
2. Jakie rozwiązania konstrukcyjne rozrządu górnozaworowego stosuje się w silnikach pojazdów samochodowych?
3. Na podstawie jakich zależności wyznacza się średnicę gniazda zaworu oraz wznios zaworu?
4. Jakie wymagania powinien spełniać zarys krzywki wałka rozrządu sterującej otwieraniem i zamykaniem zaworu?
5. Jakie warunki pracy mają zawory w silniku?
6. Jak jest zbudowany zawór silnika?
7. Jakie czynności wykonuje się podczas naprawy zaworu?
8. W jaki sposób sporządza się charakterystykę sprężyny zaworu?
9. Jakie czynności należy wykonać podczas weryfikacji sprężyny zaworu?
10. Jakie rozwiązania konstrukcyjne popychaczy hydraulicznych stosuje się w układach rozrządu OHC?
11. Jak weryfikuje się wałek rozrządu?
12. W jaki sposób w silniku tłokowym wał korbowy może przekazywać napęd na wałek rozrządu?
13. Jaka jest kolejność czynności podczas wymiany paska zębatego napędu rozrządu?
14. W jaki sposób określa się zamknięcie zaworów podczas regulacji luzu zaworów?
15. Jakie korzyści wynikają z zastosowania w silniku zmiennych faz rozrządu?
16. Jakie korzyści wynikają z zastosowania w silniku zmiennych wzniosów zaworów?