

Toyota VALVEMATIC

A Toyota is megalkotta a vezérlés jellemzőit változtató, ún. flexibilis mechanizmusát, melyet VALVEMATIC névre keresztelt. A VALVEMATIC 2007-ben debütált Noah modellben, majd 2009-ben a ZR motorcsaládban, 1-, 2- és 3ZR-FAE motorkóddal, mely szelepvezérlésű motorokat Európában az Auris, Verso és RAV4 modellek is megkapták. A ZR motorcsalád 3ZR-FE típusa hagyományos szelepvezérléssel rendelkezik. A konkurencia megoldásaihoz képest a VALVEMATIC konstrukció előnye, hogy a hagyományos szelepvezérlésű motor hengerfejében szerkezeti magasság növelése nélkül is elfér.

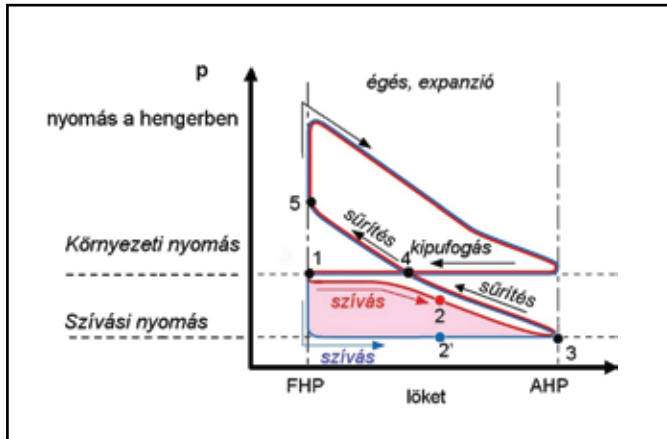


A szelepvezérlés - a töltécsere vezérlőrendszere - merev rendszer. Ez alatt nem a szilárdságot, hanem a működési jellemzők állandóságát értjük. A hagyományos szelepvezérlés a főtengely szögelfordulásához viszonyítva mindig azonos szögállásnál kezdi nyitni és zárja be teljesen a szelepet, a bütykös mechanizmus pedig mindig azonos szelepemelési lefutást ad, mind a nyitási és zárási függvényt, mind a maximális szelepemelést illetően. Ez a beállítás a motorüzem széles fordulatszám- és terheléstartományában csak szűk mezőben ad kedvező értéket. A többenél nem, így he-

lye van a nap alatt a változtatható paraméterű vezérlésnek. A motorgyártók az utóbbi időkben ilyen konstrukciós megoldásokkal egyre gyakrabban jelentkeznek. (Tisztelet az elődöknek, mert a szelepvezérlés folyamatos és szakaszos állításának ravasz - többnyire soha meg nem valósult - mechanizmusaitól hemzseg a technikatörténet.) Az utóbbi tízegy-néhány évben először az ún. vezértengely-fázisállítók léptek színre „feket-fehér”-ben. A szívósori vezértengelyt előresietették egy meghatározott értékkel a főtengelyhez képest. Majd megjelentek ezek a kipufogó-vezértengelyen is. Ezt kö-

vették a folyamatos állításúak. A Toyotánál a folyamatos hidraulikus „fázisállító” a Dual VVTi, mindkét tengelyen egy-egy. A Toyota alkalmaz villanymotoros „fázisállító” aktuátort is - nem a tárgyalt motornál -, ez a VVT-iE változat - Variable Valve Timing - intelligent by Electric motor. A „fázisállító” ún. flexibilis mechanizmusa ugyan komoly előrelépés a töltécsere-vezérlés optimalizálásában és a kipufogógáz hőmérsékletének emissziótechnikai célú beállításában, de még nem oldja meg az Otto-motor töltécsere alapvető gondját, a jelentős szívási munka csökkentését.

Motorjellemző	1ZR-FAE	2ZR-FAE	3ZR-FAE
Hengerelrendezés	4 henger, soros		
Lökettérfogat [cm ³]	1598	1798	1987
Furat/lökét [mm]	80,5/78,5	80,5/88,3	80,5/97,6
Kompresszióviszony	10,7:1	10,5:1	10,0:1
Névleges teljesítmény (EEC) [kW/min ⁻¹]	96/6400	107/6400	112/6200
Maximális nyomaték (EEC) [Nm/min ⁻¹]	160/4400	180/4400	196/4400
Szelepvezérlés	Dual VVTi + Valvematic		
Szelepek száma	2 szívó, 2 kipufogó		
Szívószelep nyit	10° FHP előtt ... 14° FHP után		
Szívószelep zár	60° AHP előtt ... 70° AHP után		
Kipufogószelep nyit	65° ... 25° AHPelőtt		
Kipufogószelep zár	1° FHP előtt ... 39° FHP után		



1. ábra

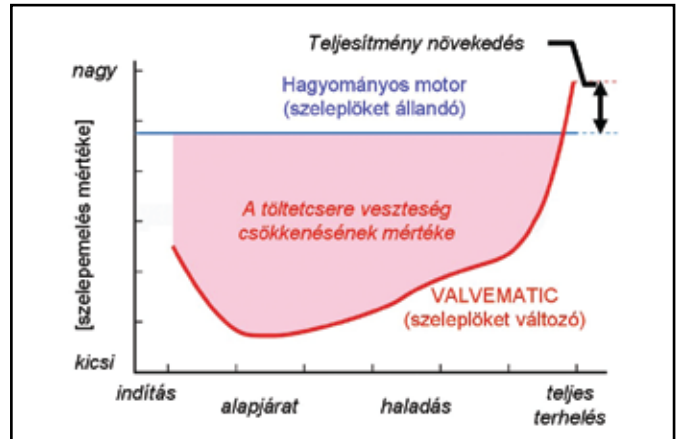
Az Otto-motor dízelmotorhoz vett nagyobb fogyasztásának fő oka részterhelési üzemben, a friss töltet beszívásának nagy munkaigénye. A motorba jutó éppen szükséges töltetmennyiséget a fojtószelep-elfordítás helyzetével - fojtásával - állítjuk be. Kis töltetmennyiséghez (közvetlen befecskendezésnél tisztán levegő) nagy fojtás tartozik, mely fojtáson a gázt a motordugattyúval szívási ütemben létrehozott depresszió (kis abszolút nyomás) „húzza” át. (Erről a problematikáról lapunkban már többször írtunk például a BMW Valvetronic vagy a réteges keverék képzése indokainak tárgyalása kapcsán.)

A Toyota konstruktőrei is úgy gondolták, hogy a motor fogyasztáscsökkentésének hatékony módja a fojtószelep okozta fojtás csökkentése, melyet szabadon változtatható szelepvezérléssel lehet elérni. Ez a flexibilitás a szelepemelés változtathatóságát és a szelepnyitás és -zárás tág határok közötti beállíthatóságát jelenti.

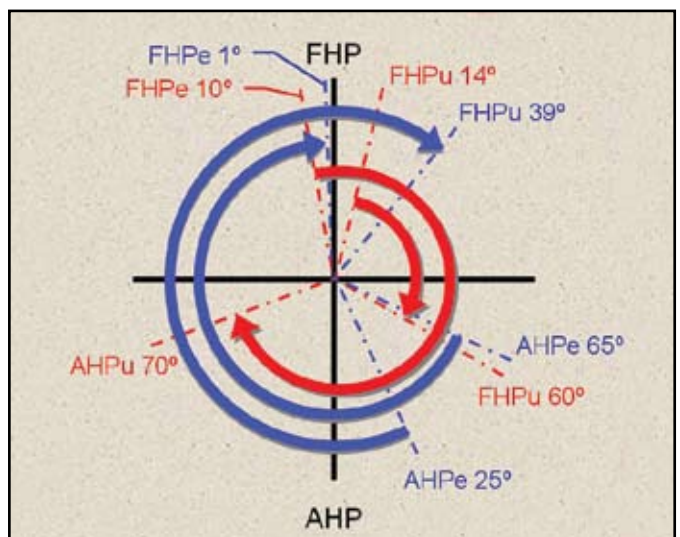
Szellemes működtetőmechanizmusuk a VALVEMATIC nevet viseli.

Először nézzük meg, hogy a TOYOTA miként mutatja be a rendszer alkalmazásának indokait. Az 1. ábrán az ismert indikátordiagramot látjuk, tehát a négy ütem során a hengerben kialakuló nyomást. Számunkra a szívás és a kompresszió első szakasza érdekes. Fojtószelepes motor a kék vonal 1-2-3 pontja mentén szív. A VALVEMATIC a piros vonal 1-2-3 pontjai mentén. Mindkét esetben

30 kPa a szívási végnyomás. A rózsaszín területtel arányosan csökken a szívási munka! A VALVEMATIC - köszönhetően a szívó-

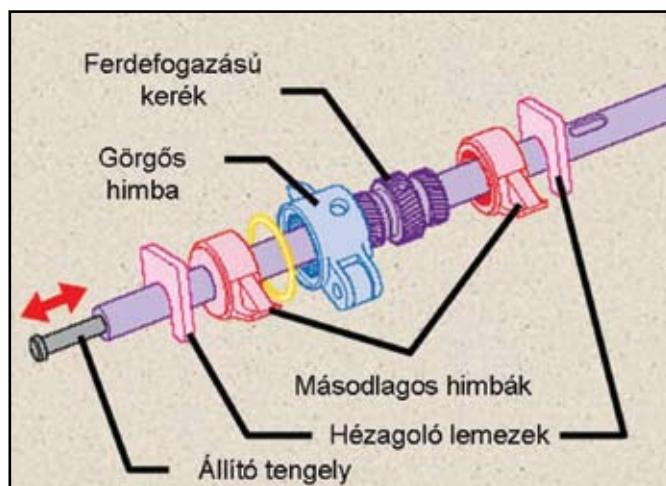


2. ábra

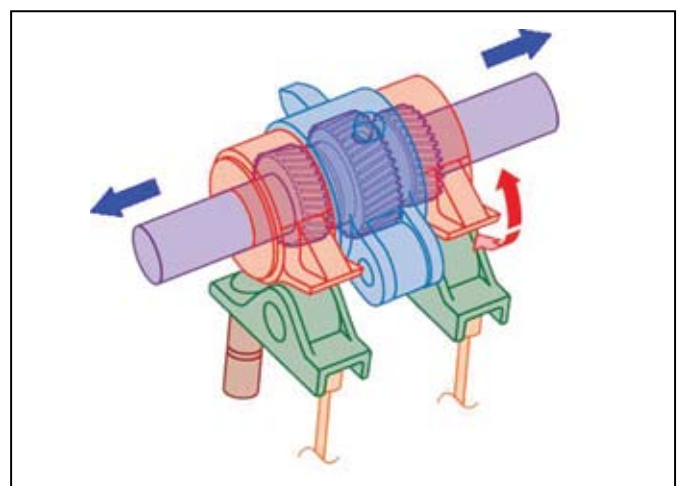


3. ábra

szelep-vezérlésnek - 1 és 2 piros vonalon fekvő szakaszon szívja be a szükséges töltetmennyiséget majdnem nyitott fojtószelep-



4. ábra

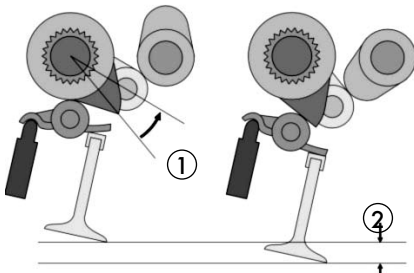


5. ábra



6. ábra

7. ábra



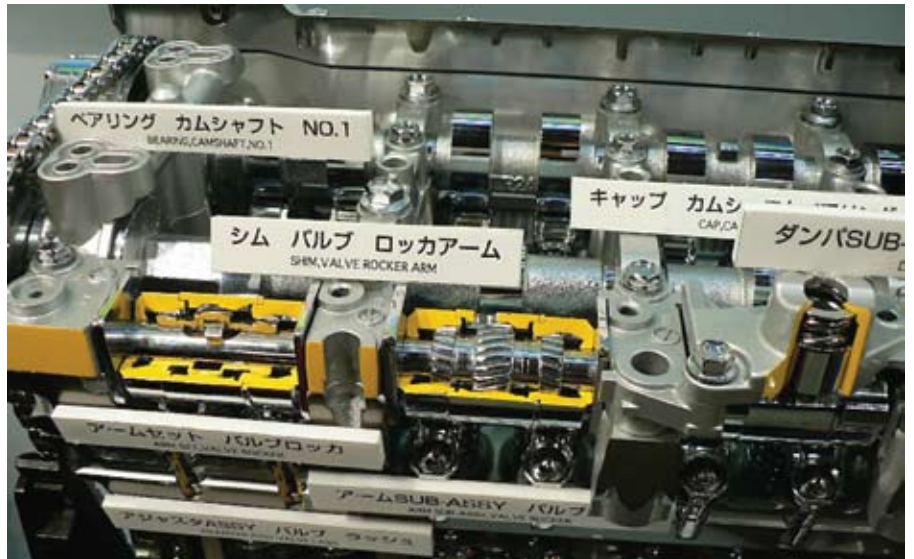
8. ábra: 1 - széles szög tartomány, 2 - nagy szelepmelés

nél. A 2-es pontban bezár a szívószelep. A dugattyú igaz, hogy még halad az alsó holtpont felé, és ez munkával jár (zárt tér térfogatát növeli), de ezt a befektetett munkát részben visszanyerjük, mikor a 3-as pontból kiindulva megkezdjük a kompresszió ütemet. A dugattyúra a külső atmoszférikus nyomás hat a kartertérből, és ez tolja az FHP felé a dugattyút egészen a 4-es pontig. Innen kell már a motornak az 5-ös pontig munkát fektetnie a komprimálásba.

A munkanyereség szembetűnő! Hagyományos, fojtószeleppel szabályozott motornál a munkaterületet az 1-2-3-4 határolja, míg a VALVETRONIC szívási munkája csak az 1-2'-3-4 keskeny terület.

A teljes motorüzemi tartományban a szelepmelés mértékét a 2. ábra mutatja, mely egyben a fogyasztáscsökkentésre is utal. Alapjáraton, alapjáratól a részterhelési haladás munkapontjain érhető el a számottevő javulás. A kisebb szeleplökét mellett nagyobb lesz a keverék beáramlási sebessége, ez jobb keverékhomogenizálódást idéz elő.

Teljes terhelésen pedig azért kapunk teljesítménynövekedést, mert ennek a motornak a referenciához képest nagyobb a maximális szeleplökete.



9. ábra

Szelepvezérlési paraméter	A szívószelep nyitvatartási szöge [°ft]	A szívószelep szelepmelése [mm]
1ZZ-FE Motor VVT-i (referencia)	240	9,3
VALVEMATIC	max.	11,0
	min.	1,0

1. táblázat

Mindez a szívószelep tág határok közötti (lásd az 1. táblázat értékeit) vezérlésével érhető el.

A vezérlési diagram (3. ábra) érzékeltessé teszi, hogy milyen tág határok között van mód a szelepnitásra és zárásra (2. táblázat).

A Valvematic rendszer együttműködve a VVT-i szabállyal és az elektromos fojtószelepegységgel, a beszívott leve-

gő mennyiségét a szívószelepek nyitására időzítésével és a nyitásuk mértékével szabályozza a mindenkori haladási feltételeknek megfelelően. Mivel a VALVEMATIC motornál, szelepnitás/zárás időzítése függ a szelepmelés mértékétől, ezért a VVT-i vezérlés karakterisztikája (fázisszög állítása) eltér a hagyományos VVT-i modellnél alkalmazottól. A fojtósze-

Időzítés	Szívó	nyit	10° to - 14° BTDC
		zár	-60° to 70° ABDC
	Kipufogó	nyit	65° to 25° BBDC
		zár	-1° to 39° ATDC

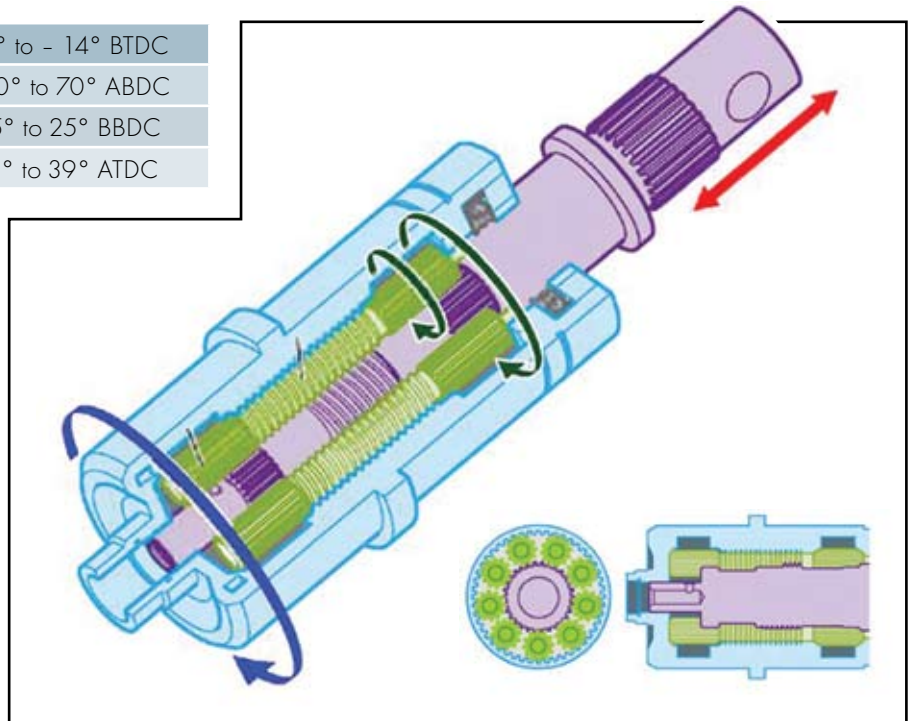
2. táblázat

lepet az elektromos fojtószelepegység nyitja a kellő mértékben.

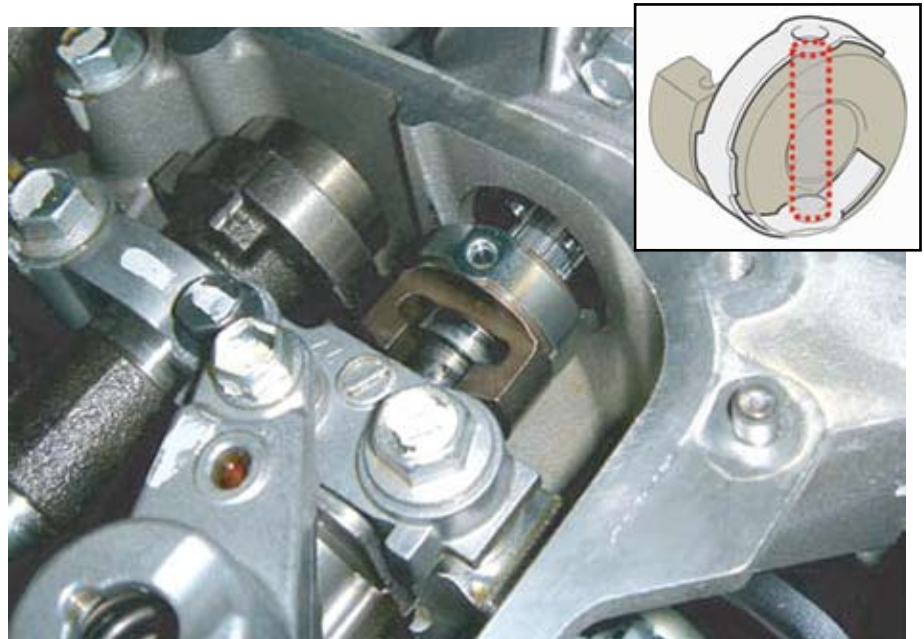
A szelepmozgatás, a szelepemelés-változtatás egy másodlagos himba - szelepenként egy-egy - mozgása révén jön létre. A másodlagos himbák a vezértengellyel párhuzamosan fekvő segédtengelyen - állító-tengelyen - vannak. Fényképek és rajzok segítségével mutatjuk be a szerkezetet.

A segédtengelyen lévő alkatrészcsoport bontva a 4. ábra mutatja, szerelten pedig a 5. ábrán láthatjuk. A szívó vezértengely bütyke - hengerként egy - a segédtengelyt (állító-tengelyt) görgős emelőn keresztül fordítja el (6. ábra). A másodlagos himbaprofil talpa (7. ábra) érinti a görgős szelephimbát. A szelepemelés mértéke attól függ, hogy a talp milyen hosszon és milyen szög alatt érinti a szelephimbát. A talp helyzetét annak elfordításával lehet változtatni (8. ábra). Az elfordítást a segédtengely hosszirányú elmozdításával érik el. A tengelyirányú eltolással a tengelyen lévő ferde fogazás (9. ábra) a vele szintén ferde fogazással kapcsolódó másodlagos himbát - mivel az nem tud tengelyirányban elmozdulni - elfordítja. A segéd- vagy vezérlőtengely axiális elmozdulása tehát forgómozgást eredményez a másodlagos himbán. Az elfordulás megváltoztatja a másodlagos himba helyzetét, ami változó löketű szelepnyitást eredményez.

Az állító-mű a segédtengelyt tolja, húzza. Az állító-mű elektromos kefe nélküli villanymotor-



11. ábra



12. ábra

ja a mechanizmusban lévő bolygóművön keresztül a forgást tengelyirányú elmozdulássá alakítja (10. és 11. ábrák). Az állító mechatronikai egység a segédtengelyhez a 12. ábrán látható módon kapcsolódik. A szétkapcsoláshoz a menesztőcsapot kell mágnessel kihúzni (13. ábra). A csapot lemez hüvely takarja, ezt óvatosan húzzuk félre, ügyelve arra, hogy a csap ne csússzon ki lefelé. A csapot mágnessel húzhatjuk ki.

A VALVEMATIC mechanizmusát és a két vezértengelyt befogó keret (14. ábra) alkatrészegységet képez, a benne lévő alkatrészek külön nem rendelhetők, csak egyben lehet cserélni. Az elemek egyedi azonosításúak, összeválogatottak.

A segéd görgőshimbát, melyet a szívó vezértengely működtet, rugóterheléssel feszítik a himbára (15. ábra).



10. ábra

Diagnosztikai hibakódok, adatlisták, aktív beavatkozótesztek a VALVEMATIC-hoz

Hiba	DTC (hibakód)	Hibaészlelés helye
4 Abnormális működés	P1046	VALVEMATIC szögeltérés (hajtó oldal)
	P1055	VALVEMATIC szögeltérés (ECU)
2 EDU belső működési hiba	P1047	VALVEMATIC meghajtó tanulóérték / B1 áramkör
	P1049	VALVEMATIC B1 áramkör
1 Leállásjel hibás működés	P104A	VALVEMATIC leállító (SDOWN) áramkör
7 Tengelyállító motor vagy a szabályzótengegy megragadt	P2646	„A” szelephimba aktuátor nem működik megfelelően, megragadt az 1-es hengernál
	P2647	„A” szelephimba-aktuátor beragadt az 1-es hengernál
6 Szakadt/zárlatos áramkör a motorban	P2648	„A” szelephimbaaktuátor-vezérlő áramkör LOW B1
	P2649	„A” szelephimbaaktuátor-vezérlő áramkör HIGH B1
3 Szakadt/zárlatos érzékelő	P264A	„A” szelephimbaaktuátor-helyzetérzékelő áramkör B1
5 Megszűnt a kommunikáció	U011B	Megszűnt a kommunikáció a szelephimba „A” vezérlőmoduljával

VALVEMATIC adatlista [1/3]

Teszter Display kijelzés	Mérési tétel / tartomány	Normál üzemi viszonyok	Diagnosztikai megjegyzés
VALVEMATIC „kell” szöghelyzet	VALVEMATIC cél („kell”) nyitvatartási érték Min.: 90° főtengegyt, Max.: 260 °ft	„High” kiválasztva az „Activate the VALVEMATIC (ENG ON)” menüpontban. Aktív teszt: 260 °ft,	Csak akkor érvényes a kijelzés, ha az aktív teszt fut
VALVEMATIC „van” szöghelyzet	VALVEMATIC tényleges nyitvatartási érték. Min.: 90 °ft, Max.: 260 °ft	„Low” kiválasztva az „Activate the VALVEMATIC (ENG ON)” Aktív teszt: 106 °ft	Minimum szöghelyzet: 106 °ft Maximum szöghelyzet 260 °ft
VALVEMATIC IG OFF (KI) (gyújtás kikapcsolva)	VALVEMATIC működési állapot: BE vagy KI	ON: a működés gyújtás kikapcsolva állapotban az intelligens teszterrel nem ellenőrizhető	Ennek az adatlistának egyes tételei, amelyek a VALVEMATIC üzemállapotot mutatják, BE helyzetben érhetőek el
VALVEMATIC IG ON (BE) (gyújtás bekapcsolva)	VALVEMATIC működési állapot: BE vagy KI	ON: gyújtás BE és motor jár	

VALVEMATIC adatlista [2/3]

Teszter Display kijelzés	mérési tétel / tartomány	Normál üzemi viszonyok	Diagnosztikai megjegyzés
VALVEMATIC indítómotorral forgatott állapot	VALVEMATIC működési állapot ON vagy OFF	ON: motor jár, felmelegedés előtti állapot (hűtőközeg-hőmérséklet kisebb 60 °C-nál vagy aktív teszt „Activate the VALVEMATIC before Warm up” Active test	Ennek az adatlistának egyes tételei, amelyek a VALVEMATIC üzemállapotot mutatják, BE helyzetben érhetőek el
VALVEMATIC motorfelmelegedés után	VALVEMATIC működési állapot ON vagy OFF	ON: motor jár, felmelegedés utáni állapot (hűtőközeg-hőmérséklet nagyobb 60 °C-nál, vagy az „Activate the VALVEMATIC after warm up” alatt.	
VALVEMATIC IDM nagy hőmérséklet	VALVEMATIC működési állapot ON vagy OFF	ON: a folyamatosan változó szelepemelést szabályzó egy-ség túlmelegedése	

VALVEMATIC adatlista [3/3]			
Teszter Display kijelzés	Mérési tétel / tartomány	Normál üzemi viszonyok	Diagnosztikai megjegyzés
VALVEMATIC „Low” (ACT)	VALVEMATIC működési állapot ON vagy OFF	ON: rendszerüzem minimális szelepelemeléssel vagy „Low” választott az „Activate the VALVEMATIC (ENG ON)” aktív tesztben	A Data listában az egyik tétel ON, mely a VALVEMATIC üzemi állapotát mutatja
VALVEMATIC „High” (ACT)	VALVEMATIC működési állapot ON vagy OFF	ON: rendszerüzem maximális szelepelemeléssel vagy „High” választott az „Activate the VALVEMATIC (ENG ON)” aktív tesztben	
MAP	Szívócsőnyomás min.: 0 kPa, Max.: 255 kPa	90...105 kPa: gyújtás ON	-

VALVEMATIC aktív teszt [1/2]			
Teszter Display kijelzés	Tesztfolyamat	Szabályozási tartomány	Diagnosztikai megjegyzés
Aktiválja a VALVEMATIC-ot a motor nem jár állapotban (ENG OFF)*1	A szabályzó-állítóegysége a motorról leszerelt állapotban folyamatosan jár a minimum és a maximum szelepnitást kivezérlő állapot között.	High/Low	A motor áll. Gyújtás ON. Az állítóegység a motorról leszerelt. Motorhűtőközeg-hőmérséklet 0 °C vagy nagyobb.
Aktiválja a VALVEMATIC-ot a motor jár állapotban (ENG ON)*2	VALVEMATIC működtetés a max. és a min. állás között.	High/Low	A jármű áll. A járművel haladni tilos. Motorhűtőközeg-hőmérséklet 40 °C vagy nagyobb. Váltókar P-ben vagy CVT esetén N-ben. Kéziváltónál üresben.

*1: ha a motor indítómotorral forgatott 5 másodpercig vagy tovább, miközben az ECM feszültség alatt van és a folyamatosan változó szelepelemelés-aktuátor leszerelt, hajtsuk végre az „Activate the VALVEMATIC (ENG OFF)” aktív tesztet „low” feltétel kiválasztásával. Ennek teljesülésekor a minimum szelepelemelés értékét a szabályzó megtanulja.

*2: Tartsuk a motort 3000 min⁻¹ fordulaton, a váltókar legyen P-ben vagy CVT esetén N-ben, kéziváltónál üresben. Ha a MAP érték-változást mutat az „Activate the VALVEMATIC (ENG ON)” teszt alatt „Low” és „High” közötti működésekor, a VALVEMATIC rendszer rendben van.

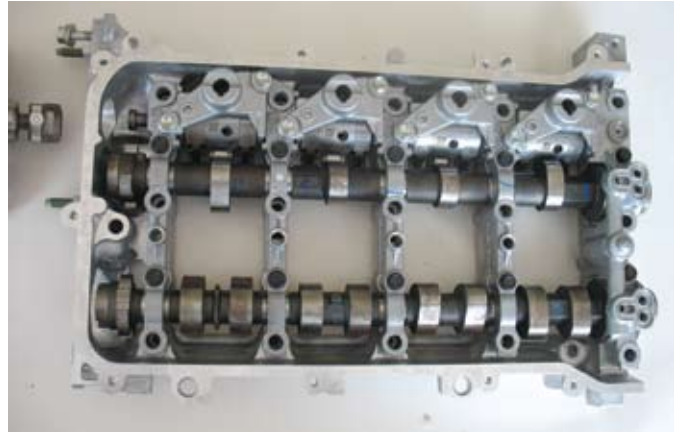
VALVEMATIC aktív teszt [2/2]			
Teszter Display kijelzés	Tesztfolyamat	Szabályozási tartomány	Diagnosztikai megjegyzés
Aktiválja a VALVEMATIC-ot motorfelmelegedés előtt	A VALVEMATIC rendszert abba az üzemállapotba hozza, mely motorfelmelegedés előtt érvényes	ON/OFF	A jármű és a motor áll. Motorhűtőközeg-hőfok 40 °C vagy nagyobb. Váltókar P-ben vagy CVT esetén N-ben. Kéziváltónál üresben. Az aktív teszt után a járművel lehet indulni.
Aktiválja a VALVEMATIC-ot motorfelmelegedés után	A VALVEMATIC rendszert abba az üzemállapotba hozza, mely motorfelmelegedés után érvényes	ON/OFF	

www.autoszerszam.hu

...minden, amire a szakmának szüksége lehet.



13. ábra



14. ábra



15. ábra



16. ábra



17. ábra



18. ábra

A segédtengelyen lévő 3 fogazott himbát két oldalról hézagolólemezzel támasztják meg (16. ábra).

A motorra tekintve az állítóműről azonnal megállapítható, hogy VALVEMATIC sze-

lepvezérlésű motorváltószóról van szó (17. ábra), valamint a Dual VVT-i is felfedezhető a hengerfejből kiálló elektrohidraulikus szelepeiről (18. ábra).

DR. NAGYSZOKOLYAI IVÁN

Köszönetet mondunk a Toyota Motor Hungary Kft. munkatársainak, hogy konzultációjukkal segítettek a cikk megszületését.