



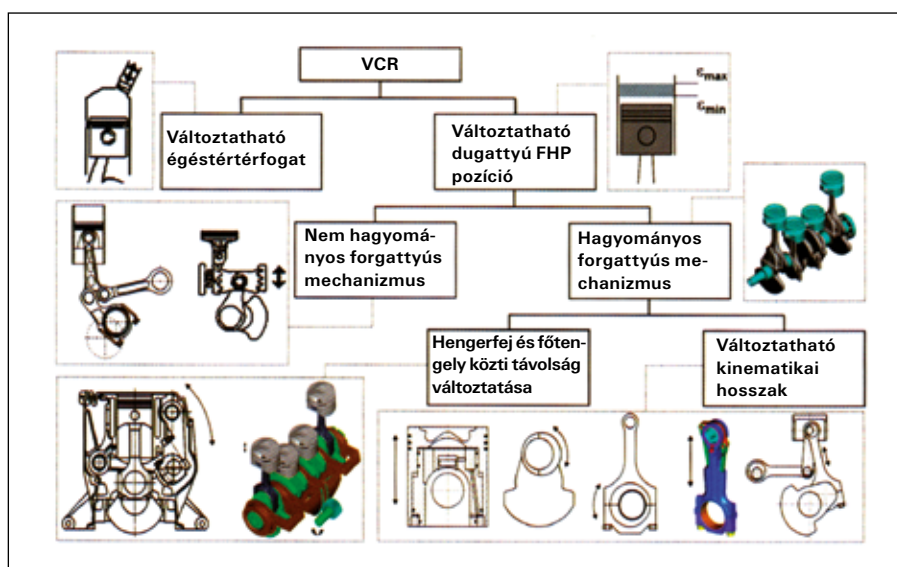
Kompresszióviszonyt változtató hajtórúd

Ma a CO₂-kibocsátás visszaszorításában a motorok lökettérfogatának és fordulatszámának csökkentése a vele törvényszerűen együttjáró feltöltéssel, a motorépítés alapvető eszközei. Az Otto-motorok esetében a kopogásos égés behatárolja a motor forszírozását, a középnyomás-növelést. Különösen kritikus motorüzem a nagy terhelés- és kis fordulatszám-tartománya. Itt a sűrítési arány eseti csökkentésével – ha ez lehetséges – a kopogási hajlam is csökkenthető. Azért, hogy elkerülhető legyen a hatásfokcsökkenés a részterhelésű tartományokban, a FEV egy olyan megoldást talált ki, amellyel üzem közben két fokozatban állítható a motor sűrítési aránya.

Majdnem minden járműgyártó csökkentette a motorjainak lökettérfogatát, és feltöltővel látta el őket annak érdekében, hogy teljesíteni tudják a 130 g/km-es szén-dioxid-kibocsátási flottaátláértéket. A többnyire turbófeltöltővel szerelt motorok kisebb fojtási és súrlódási veszteséggel rendelkeznek, ezáltal 10–20%-os CO₂-kibocsátáscsökkenést értek el. Az egyre nagyobb mértékű feltöltés viszont fokozza a motor kopogási hajlamát, ezért csökkenteni kell a sűrítési arányt. A közvetlen benzinbefecskendezésű, feltöltött motorok sűrítési aránya a szívómotorokhoz képest, ROZ-95 tüzelőanyag használatánál, 1,0–1,5 értékkel kisebb. Kisebb kompresszió-végnyomással és -hőmérséklettel a kopogási határ eltolható és az optimális előgyújtás alkalmazható, ami javítja a hatásfokot. Ahhoz, hogy a jövőbeli tüzelőanyag-fogyasztási célokat el tudják érni, javítani kell a mennyiségi keverékképzésű motorok (benzinmotorok) részterhelési hatásfokát. A változtatható sűrítési arány erre jó megoldásnak tűnik, különösen azért, mert már

a legtöbb motor rendelkezik változtatható szelepezérléssel, ami elengedhetetlen feltétele ezeknek a rendszereknek.

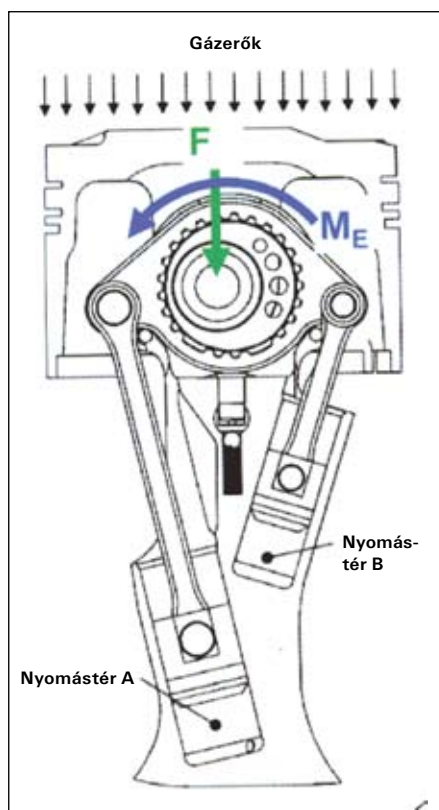
Mivel még nincs kiforrott technológia, ezért különböző elképzelések vannak/voltak a megvalósításra (1. és 2. ábra).



1. ábra: VCR-rendszerek csoportosítása

Rendszer/ Követelmény	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Követelmény	Fokozatmentes VCR						Kétállású VCR			
Fokozatmentes	+	+	+	+	+	+				
Pontosság	--	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Égéstéralak	-	--	--	--	-	-	++	+	+	+
Hatás a szerkezetre	o	--	--	--	-	-	+	+	+	+
Oscilláló tömegek	++	--	--	++	++	--	--	+	+	--
Súrlódás	++	-	-	++	-	-	o	+	--	o
Költségek	o	-	--	--	-	-	o	-	-	--

2. ábra: különböző VCR-rendszerek előnyei és hátrányai

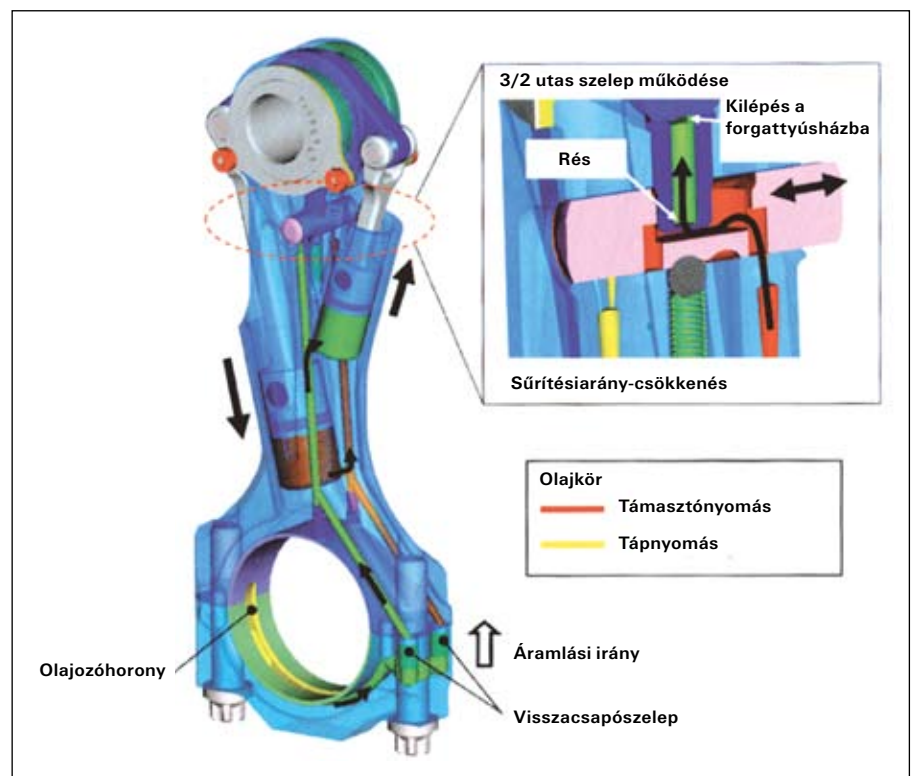


3. ábra: a FEV VCR-rendszer metszeti képe

A FEV VCR-rendszer sajátosságai

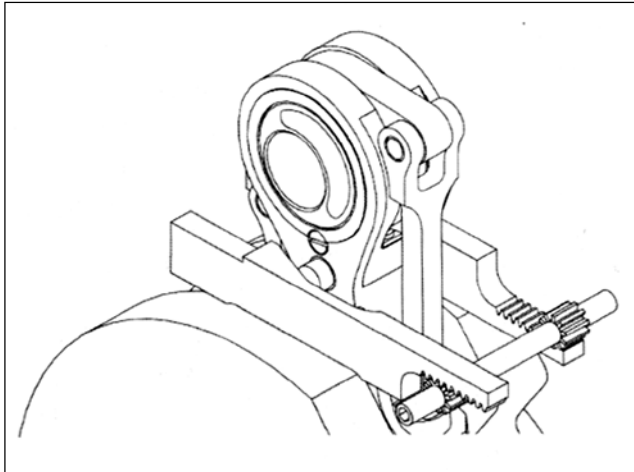
A német központú, ma már világszerte tevékenykedő motorkutató és -fejlesztő intézet, a FEV GmbH, élén Stefan Pischinger úrral, kompresszióviszony változtatására képes hajtórúd fejlesztett ki. A konstrukció lényege a hajtórúd hosszának, pontosabban az alsó hajtórúdfej és felső hajtórúdszem távolságának üzem közben lehetséges változtatása. A 3. ábrán látható a hajtórúd metszeti képe. Megfigyelhető, hogy a szem, amelybe a dugattyúcsap csatlakozik, excenter kialakítású. Ezzel változtatható a

hajtórúd hossza és ezen keresztül a sűrítési arány. A szerkezet működési elve a 4. ábrán látható, ahol azt az átkapcsolást mutatják be, amikor a sűrítési arányt csökkentik. Az olajszivattyúból érkező motorolaj a fő-tengelyben elhelyezett furatokon keresztül jut be a hajtórúdcsapágy olajozóhornyába. Onnan pedig 2 csatornába oszlik el: a sárga csatorna a működtetőnyomást jelzi, a piros pedig a támasztónyomását. A csatornák elején visszacsapó szelepek találhatók, azért, hogy a dugattyú mozgása során fellépő erők ne tudják megváltoztatni a sűrítési arányt. Azzal, hogy az olaj csak egy irányban tud haladni, sokkal stabilabb a szerkezet működése. A képen jobb oldalon látható



4. ábra: a FEV VCR működési elve

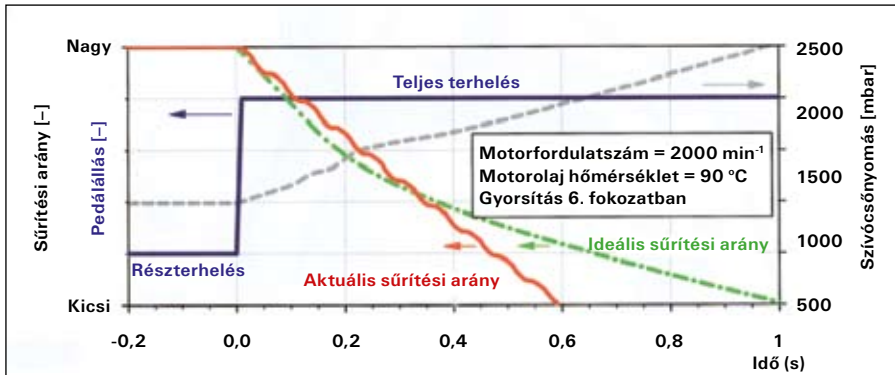
egy kisebb, bal oldalon pedig egy nagyobb dugattyú, melyek szárral kapcsolódnak a felső szem egy-egy oldalához, erőkaron keresztül. A dugattyúk mozgása befolyásolja az excenter pozícióját, vagyis azt, hogy éppen milyen sűrítési aránnyal dolgozzon a motor. A két dugattyú egymás ellen dolgozik, ami azt jelenti, hogy egyik állásban az egyik dugattyú működő, a másik pedig ellentartó és fordítva. A vezérlés egy 3/2 utas szeleppel történik. Látható az ábrán, hogy a piros körben lévő olajat a forgattyúsházba engedí, míg a sárga kört bezárja, így a sárga kör telődik. A jobb oldali kis dugattyú megindul felfelé, a bal oldali nagy pedig lefelé, mivel a piros kör nyitott. Az excenter elmozdul az óramutatóval ellentétes irányba és a felső szem és alsó fej közötti távolság lecsökken, a hajtórúd rövidebb lesz. A szelep kinagyított képén látszik, hogy a folyamat megfordítható, vagyis a piros kört zárja, a sárgát pedig nyitja. Ezzel a nagy dugattyú fog felfele mozdulni, a kicsi pedig lefele, és az excenter az óramutató járásával megegyező irányba fordul, amivel megnő a hajtórúdhossz és a sűrítési arány. Feltételezésünk szerint azért nagyobb a bal oldali dugattyú, mert a gázerők miatt nagyobb erőt kell kifejtenie, mint a jobb oldalnak és a nagyobb dugattyúátmérő azonos nyomás mellett nagyobb erőt eredményez.



5. ábra: bütyökpályaelemek alkalmazása a 3/2 utas szelep kapcsolásához

A hajtórúd kissejnél lévő 3/2-es szelep kapcsolását, egyik végállásából a másikba való áttolását mechanikusan, bütyökpályák végzik (5. ábra). Amikor a dugattyú az AHP-ben van, akkor történik meg – a kompresszióviszony állítási igénye szerint – a szeleptollatnyú elmozdítása. A kétoldali bütyökpályaelemek vége fogasléc kialakítású, melyek fogaskerekhez kapcsolódnak. A fogaskerek a 2 bütyökpályaelemet ellentétesen mozgatják, tehát amikor az egyik bütyökpályaelemet betolja, akkor a másikat kihúzza, ezzel elkerülve az esetleges időzítési problémát. A fogaskeréktengely külső meghajtásának módjára nem tér ki egyik szakirodalom sem, valószínűsíthető, hogy erre elektromos motort alkalmaznak.

A többi VCR-rendszerrel összehasonlítva a FEV konstrukciója nem igényel nagy motor-konstrukcióbeli változtatásokat, és nem növeli meg nagyon a gyártási költségeket sem. Az olajkörre olyan kis hatással van, hogy nem igényel különleges olajszivattyút, a jelenleg alkalmazott fajtákkal is működik a rendszer. A kialakítás azonban lényegesen, mintegy 30–50%-kal növeli az alternáló tömegeket,



6. ábra: az átkapcsolás menete

de ez csökkenthető szerkezeti optimálással és nagyszilárdságú acél alkalmazásával.

Az átkapcsolás időzítése

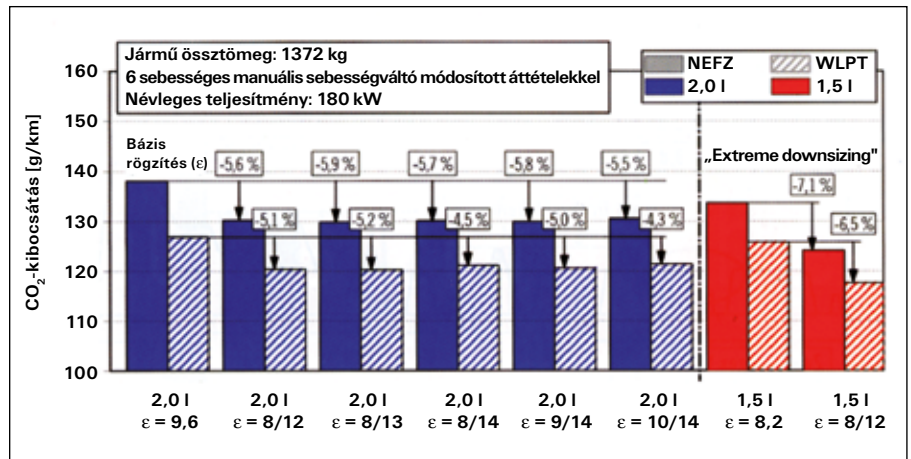
Az átkapcsolás termodinamikailag megfelelő időzítését szimulációs számítások segítségével határozták meg. A 6. ábrán egy átkapcsolási folyamat látható, amely abból állt, hogy kis terhelésen üzemeltették a motort, majd hirtelen teljes terheléses gyorsulásba kezdtek 2000 min⁻¹ fordulatszámra és 7. fokozatban. Az ábra mutatja, hogy ahogy épül fel a töltőnyomás (szaggatott szürke vonal), úgy csökken az ideális sűrítési arány (zöld

pontvonal). A piros görbe pedig azt mutatja, hogy a valóságos váltás mennyire közelíti meg az ideált. Láthatóan meredekebb lefutású, és

előbb eléri a minimumot, mint az ideális. Ennél gyorsabb átkapcsolást azért sem érdemes alkalmazni, mert az valószínűleg hatásfok- és nyomatékvesztéssel járna. A kapcsolási idő viszonylag kis mértékben függ a motorolaj hőmérsékletétől, így alig tovább tart az átkapcsolás egy 0 °C-os és egy üzemi hőmérsékletű motorolaj esetében.

CO₂-kibocsátás csökkentése

Egy fokozatmentes VCR-rendszer esetén a csökkenés elérheti a 6–8%-ot a NEFZ cikluson mérve. A kétállású VCR-től azt várták, hogy főleg részterhelés-tartományában tud fogyasztáscsökkenést elérni és a kopogási határt el tudja tolni, ezzel valamelyest növelni tudja a hatásfokot. Az egységet egy 2,0 liter lökettérfogatú motorba szerelték, és több változatát is kipróbálták a NEFZ (Neuer Europäischer Fahrzyklus) és WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicle Emissions Test Procedure) ciklusokon. 4–6% emissziócsökkenést sikerült



7. ábra: NEFZ és WLTP tüzelőanyagfogyasztás-mérés eredményei különböző beállításokkal

pontvonal). A piros görbe pedig azt mutatja, hogy a valóságos váltás mennyire közelíti meg az ideált. Láthatóan meredekebb lefutású, és

elérniük, majd egy 1,5 liter lökettérfogatú motorral is kipróbálták. Ebben az esetben csak egy konstrukció eredményeit közölték. Ennél a motornál ciklustól függően 6,5–7% csökkenést sikerült elérni. Ez azt sugallja, hogy ahogy a mai trendek szerint egyre csökken a benzínmotorok lökettérfogata és nő a töltőnyomása, még inkább előtérbe kerülhetnek a sűrítési arányt változtató rendszerek. A mérések eredményeit a 7. ábra tartalmazza.

ÓRI PÉTER
DR. NAGYSZOKOLYAI IVÁN

Forrás: MTZ 2012/5 p. 388–392.
MTZ 2009/2 128–136.
FEV Spektrum, Ausgabe 48.