

DOWNSIZING – THE SPECIFICATION AND NEW TREND OF THE MOTOR INDUSTRY ON EXAMPLE OF 1.4L 125KW/170HP ENGINE OF THE GOLF GT

Dominik Meier

Volkswagen AG
38436 Wolfsburg, Germany
tel.: +49 5361 9 25551, fax: +49 5361 9 31056
e-mail: dominik.meier1@volkswagen.de

Abstract

Many drivers dream about a car which is fast and, in addition, economical. It is definitely easier to design a fast car. Golf R32 can be a good example. At the first moment nothing can replace engine cubic capacity. A six-cylinder engine easily generates power and torque, however, the more power is needed the higher fuel consumption is.

When fuel prices are rising, efficient vehicles are more and more appreciated. The motto is downsizing. Automotive industry realizes this new trend and is pursuing more and more efficient engines of low fuel consumption and higher power.

In the first half of the current year the automotive industry received an answer from Volkswagen – an engine of 1.4 l capacity, 170 KM power, consuming only 7.2 l of fuel per 100 km.

Using a turbocharger high power would be possible to reach but only a small charger is able to react quickly. However, at full load it is not able to breathe, and the bigger charger the more time and energy is needed to its operation. Double supercharging with the additional use of a mechanical compressor appears to be the only solution.

Key words: combustion engine, downsizing, turbocharger, mechanical compressor

DOWNSIZING - SPECYFIKACJA I NOWY TREND PRZEMYSŁU SAMOCHODOWEGO NA PRZYKŁADZIE SILNIKA 1.4L 125KW/170KM GOLF GT

Streszczenie

Niejedyn kierowca marzy o samochodzie, który jest szybki i zarówno tani w utrzymaniu. Zdecydowanie łatwiej jest zaprojektować szybki samochód. Dobrym tego przykładem jest Golf R32. W dotychczasowych rozwiązaniach technicznych pojemności silnika nie można było niczym zastąpić, aby móc osiągnąć większą moc. Silnik sześciocylindrowy z łatwością wytwarza moc i moment obrotowy, jednak im większe zapotrzebowanie mocy, tym większe jest też zużycie paliwa.

Przy rosnących cenach paliwa coraz bardziej cenione są pojazdy wydajne. W przemyśle samochodowym obserwuje się taki trend i opracowuje się coraz bardziej wydajne silniki, które charakteryzują się niskim zużyciem paliwa i coraz większą mocą.

W odpowiedzi na takie zapotrzebowanie, w pierwszej połowie bieżącego roku koncern Volkswagen AG zaprojektował silnik o pojemności 1,4 l, mocy 170 KM, zużywający jedynie 7,2 l paliwa na 100 km.

Dużą moc można osiągnąć przez zastosowanie turbosprężarki, lecz tylko mała sprężarka jest w stanie szybko reagować. Jednak przy pełnym obciążeniu sprężarka nie jest w stanie spełniać swojej funkcji, a im większa sprężarka tym więcej czasu i energii potrzeba do jej prawidłowej pracy. Jedynym rozwiązaniem pozostaje podwójne doładowanie przy wykorzystaniu dodatkowego kompresora mechanicznego.

Słowa kluczowe: silnik spalinowy, zmniejszanie rozmiarów, turbosprężarka, kompresor mechaniczny

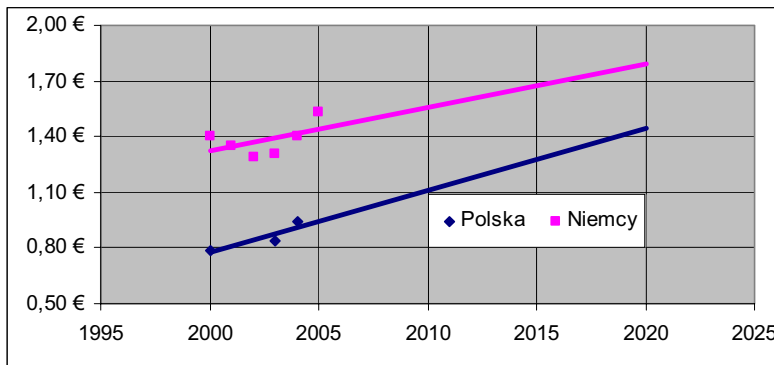
1. Wstęp

Niejedyn kierowca marzy o samochodzie, który jest szybki i zarówno ekonomiczny. Jest to wyzwanie dla konstruktorów i producentów. Zdecydowanie łatwiej jest zaprojektować szybki samochód niż samochód ekonomiczny, co dobrze widać na przykładzie Golfa R32. W dotychczasowych rozwiązaniach technicznych pojemności silnika nie można było niczym zastąpić, aby móc osiągnąć większą moc. Silnik sześciocylindrowy z łatwością wytwarza moc i moment obrotowy. Jednak im większe zapotrzebowanie mocy, tym większe jest też zużycie paliwa. Czynnikiem ten stanowi podstawowe ograniczenie, ale czy istnieją jakieś alternatywy? Jedną z nich jest kombinacja silnika benzynowego i silnika elektrycznego. Tak zwany silnik hybrydowy jest popularny wśród gwiazd filmowych w Stanach Zjednoczonych, odstrasza jednak potencjalnych klientów dodatkowymi kosztami elektroniki.

Według danych urzędów statystycznych w Polsce i w Niemczech ceny paliw w obu krajach wzrastają na przestrzeni lat. Na rynku niemieckim ceny rosną jednostajnie, jednakże kształtują się na wyższym poziomie niż na polskim rynku. Analizując dane polskiego rynku można zaobserwować tendencję większego wzrostu cen niż w Niemczech, co powoduje wyrównywanie się cen paliw na obu rynkach.

Klienci jednak nadal oczekują samochodów o dużej mocy, które charakteryzują się dobrymi osiąganiami.

Często klienta ograniczają środki finansowe. Klient może przeznaczyć na samochód pewną kwotę, ale jeżeli potrafi oszacować, ile kilometrów miesięcznie się przemieszcza, z łatwością obliczy, ile wyda na paliwo, a przy rosnących cenach paliwa klient zwraca szczególną uwagę na jego niskie zużycie.



Rys. 1. Trend cen paliw na rynku polskim i niemieckim
Fig. 1. Trend of fuel prices on polish and German market

Przemysł samochodowy rozumiejąc takie potrzeby stara się projektować coraz bardziej wydajne samochody, które charakteryzują się niskim zużyciem paliwa i większą mocą. Za zużycie paliwa odpowiedzialny jest nie tylko silnik, ale również kształt i waga samochodu. Jednak to silnik stanowi jednostkę napędzającą pojazd i decydującą o zużyciu paliwa.

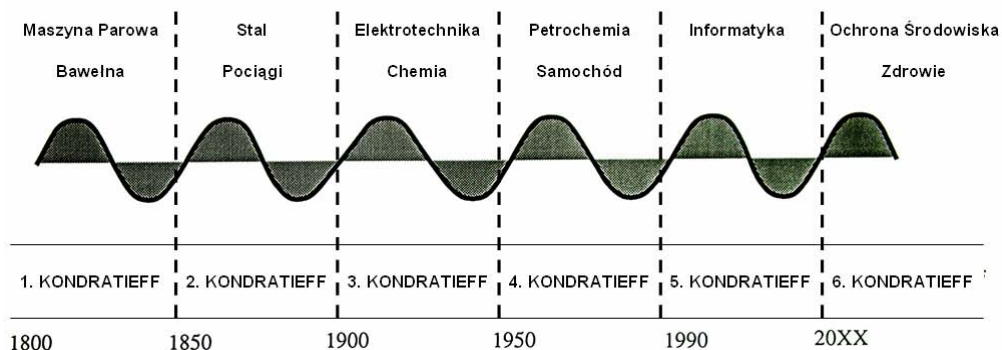
2. "Downsizing" w czasach "szóstego Kondratiewa"

"Downsizing" nie jest nowym trendem, jednak wcześniej nie zaprojektowano ani nie uruchomiono w seryjnej produkcji żadnego silnika o takiej wydajności.

Kondratieff w swojej teorii zakłada, że na początku XXI wieku będzie się zwiększało

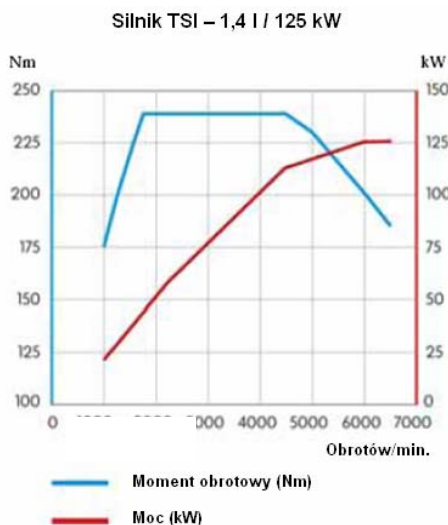
zainteresowanie zdrowym stylem życia. Ludzie coraz więcej będą inwestować w zdrowie i ochronę środowiska. Obejmuje to również oszczędność energii. Klient przyzwyczajony do osiągnięć swojego samochodu niechętnie przejdzie na produkt o gorszych osiągnięciach tylko ze względu na troskę o środowisko.

Długie fale koniunktury i jej innowacje podstawowe



Rys. 2. Długookresowy przebieg koniunktury i jego podstawowe innowacje
Fig. 2. Long waves of economic situation and the basic innovations

Konstruktorzy starali się przez lata zwiększać moc silników i sprostać wymaganiom klienta. Przez ostatnie lata, prawie wprost proporcjonalnie do wielkości samochodu wzrastała waga samochodu. Można zaobserwować to na przykładzie Golfa GTI, który w swojej pierwszej wersji miał moc 110 KM i ważył zaledwie 780 kilogramów. 35 lat później Golf GTI na podbudowie Golfa piątej generacji waży prawie dwa razy tyle i wyposażony jest w silnik o mocy 200 KM przy tym samym zużyciu paliwa jak jego pradziadek.



Rys. 3. Charakterystyka momentu obrotowego i mocy
Fig. 3. Characteristic of rotary moment and power

Jednak klient zawsze będzie przekonany, że można jeszcze bardziej zwiększyć ekonomiczność pojazdu. Czy jest to możliwe? W pierwszej połowie bieżącego roku koncern Volkswagen AG zaprezentowała nowy silnik o pojemności 1,4 l i mocy 170 KM, zużywający jedynie 7,2 l paliwa na 100 km — prawdziwy kandydat "downsizingu".

"Downsizing" to minimalizowanie zużycia paliwa jednostki napędowej przy jednoczesnym zachowaniu mocy i momentu obrotowego większego silnika.

Osiągnięcie dużej mocy możliwe jest przy zastosowaniu turbosprężarki. Mała sprężarka szybko reaguje, jednak w przypadku większej masy pojazdu nie jest w stanie spełniać swojej roli, a im większa sprężarka, tym więcej czasu i energii potrzeba do jej prawidłowego działania. Jedynym rozwiązaniem okazuje się podwójne doładowanie.

Silnik 1,4 l Golfa GT jest w stanie wytworzyć 2500 obrotów/min. przy wspomaganii przez mechaniczną sprężarkę i „dotlenienie” silnika. Zanim zużyje się powietrze, włącza się turbosprężarka i rozpędza turbinę do 7000 obrotów/min. Teoretycznie silnik jest w stanie wytworzyć moment obrotowy 240 Nm, jednak dzięki specjalnie skonstruowanej przekładni moment obrotowy na tylnej osi wynosi 360 Nm. Dzięki zastosowaniu podwójnego doładowania omija się turbodziurę.

3. Specyfikacja silnika doładowanego - Podwójne doładowanie poprzez kompresor turbosprężarkę

Nowoczesne silniki dysponują turbosprężarką napędzaną przez cały czas spalinami. Zaletą sprężarki spalinowej są dobre osiągi, jednak wadą w przypadku mniejszych silników okazuje się niewystarczające ciśnienie przy niskich obrotach, żeby móc osiągnąć wysoki moment obrotowy.

Tab. 1. Charakterystyka silnika TSI

Tab. 1. Characteristic of TSI engine

Liczba cylindrów	4
Pojemność silnika	1390
Maks. Moc	125 kW przy 6000 1/min
Maks. moment obrotowy	240 Mn przy 1750 – 4500 1/min
Norma spalin	EU4

Z powyższych względów potrzebny jest kompresor mechaniczny sterowany sprzęgłem magnetycznym.



Rys. 3. Silnik TSI – kompresor mechaniczny
Fig. 3. TSI engine - mechanical compressor

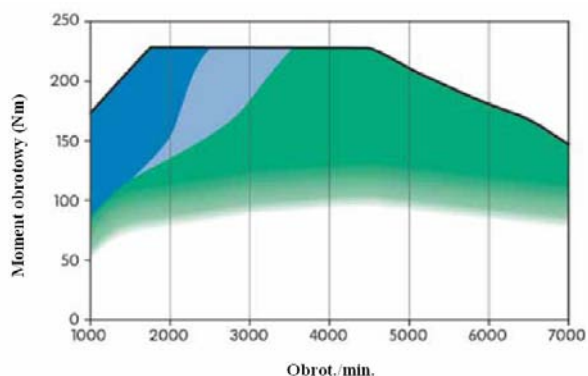
Za pomocą kompresora osiąga się wysoki moment obrotowy przy niskich obrotach, co pozwala na zastosowanie turbosprężarki.



Rys. 3. Silnik TSI - turbosprężarka
Fig. 3. TSI engine - turbocharger

Kompresor i turbo połączono w następujący sposób ze sobą, by wykorzystać zalety obu rozwiązań. Ciemnoniebieski obszar na poniższym wykresie to obszar stałego doładowania kompresora, który rozpoczyna się od minimalnych obrotów, aż do osiągnięcia 2400 1/min. Ciśnienie ładowania kompresora sterowane jest przy pomocy wahacza regulującego.

Jasnoniebieski obszar przedstawia doładowanie przez kompresor w zależności od wymagań.



Rys. 3. Fazy doładowania
Fig. 3. Phases of supercharge

Kompresor może działać do momentu osiągnięcia 3500 obrotów/min. w celu omięcia "turbodziury" spowodowanej wolnym działaniem turbosprężarki w przypadku, gdy pojazd porusza się ze stałą prędkością i nagle zaczyna przyspieszać.

Zielony obszar przedstawia działanie samej turbosprężarki. Ciśnienie sprężarki regulowane jest za pomocą wentylu.

Dzięki odpowiedniemu współdziałaniu kompresora i turbosprężarki oraz wykorzystaniu zalet obu sprężarek powstaje małe чудо o wielkich osiąгах, tzn. silnik o małej pojemności i dużej mocy.

Literatura

- [1] Volkswagen AG , *Service Training - Der 1,4l TSI-Motor mit Doppelaufladung - Konstruktion und Funktion*, Service Training VSQ-1, pp. 07-13, Wolfsburg 2006.
- [2] Nefiodow, Leo A, *Anforderungen des 21. Jahrhunderts an das Projektmanagement*, 3 QM-Tagung, Hamburg 1999.
- [3] Główny Urząd Statystyczny, *Ceny Detaliczne Wybranych Towarów I Usług*, pp. 170 - 172, Warszawa 2006.