

# LA COMBUSTIONE

**L'ENERGIA CHE SVILUPPIAMO NEL MOTORE È LEGATA ALLA QUALITÀ DELLA COMBUSTIONE.**  
L'EFFICACIA DEL MOTORE PASSA DALLA COSTANZA DI COMPOSIZIONE DELLA MISCELA ESPLOSIVA

► Ci eravamo preoccupati nei precedenti articoli di portare in camera di scoppio la maggior quantità possibile di miscela esplosiva, ora il centro della discussione è dedicato ad avere una combustione efficiente, è evidente infatti che la carica deve reagire "bene" così da poter ricavare la massima quantità di energia. Vi dico immediatamente che l'energia ricavabile dipende da come è composto il gas e da come reagisce (normalmente diciamo "brucia" ma non è corretto) poi, seconda questione molto articolata, altrettanto immediatamente segnalò che l'energia sviluppata in camera di scoppio è molto superiore a quella che potrà avere alla ruota per tutta una serie di "perdite". Esistono quelle dovute alla meccanica (rendimento meccanico), poi c'è la frazione che se ne va in calore dal circuito di raffreddamento, quindi il calore che esce coi gas di scarico, l'energia persa con una combustione imperfetta, da ultimo la frazione

necessaria a ottenere l'eventuale innesco elettrico, tutto paga un prezzo. Fatta 100 la quantità di energia mandata in camera di scoppio, avrò tipicamente una perdita del 15% per la meccanica, 25-30% col raffreddamento e un altro 25-30% in calore dallo scarico: ciò che rimane, alla fine, è un 30-35%, da considerare un "rendimento" buono se non addirittura quello massimo che potrà ottenere.

## ► Carburanti e innesco

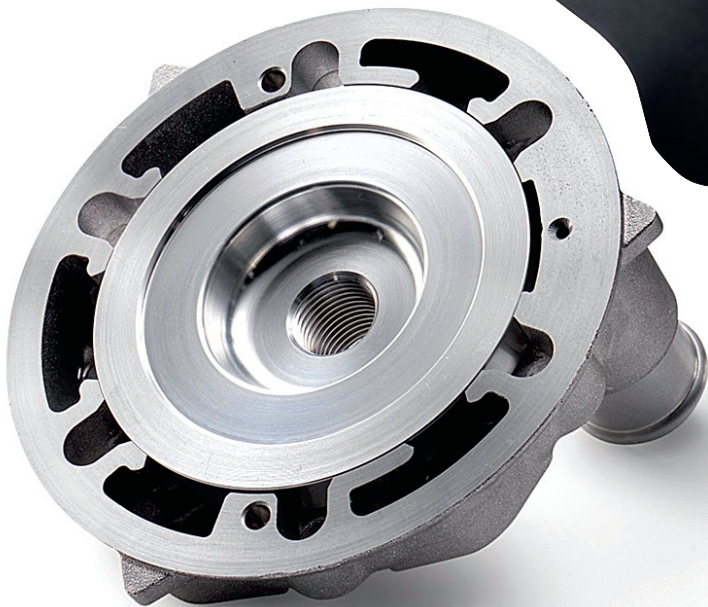
I motori ciclo Otto producono energia mediante una reazione chimica tra elementi quali il combustibile (benzina, gasolio oppure alcool, benzolo etc., in forma gassosa) e il "comburente" (l'altro elemento utile alla reazione) che è l'ossigeno presente nell'aria in quota del 21% (azoto 78%, altri gas 1%). L'innesco di questa reazione è genericamente indicato come "combustione", innescata da impianto dedicato (sistema di accensione: motori miscela e benzina) oppure per autocombustione (tipicamente gasolio). In realtà l'autocombustione si può ottenere anche con la benzina però, mentre in questo caso l'innesco spontaneo arriverebbe verso i 550°, col gasolio arriva a 350°: poiché la minor temperatura è più facilmente gestibile, il carburante adatto a motori ad autocombustione è il gasolio; al contrario, il gas di benzina viene fatta esplodere da una scintilla lanciata al momento giusto; l'innesco autonomo, potrebbe creare fenomeni di detonazione (combustione anticipata) capaci di intaccare il materiale del cielo del pistone fino addirittura a determinare il crash di tutto il sistema. Molto meglio avere un innesco esterno, che se pure costa qualcosa in termini di energia, offre la possibilità di un controllo perfetto.

## ► Miscela ricca e miscela povera

Chiarito che nel 2T la combustione avviene con innesco elettrico, il fattore necessario a una buona reazione chimica è l'esatta composizione della miscela aria-benzina. Esiste una proporzione ideale tra carburante e ossigeno, per 1 chilo di benzina servono 14 chili di aria (circa 12 metri cubi). Il dosaggio come noto è affidato al carburatore che deve mantenere la proporzione a tutti i regimi. Se preparo una carica povera spingendo il rapporto ad esempio a 1:17, porterò alla combustione una miscela magra che mi dà, come principale residuo, della CO<sub>2</sub>; se invece avrò una miscela ricca per effetto di un rapporto 1:12, avrò come residuo del CO, ossido di carbonio. E qui bisogna mettere un bel punto esclamativo



Quarta parte dell'indagine tra le "magie" del motore 2T



le collaborazioni speciali di Motocross

**JAN WITTEVEEN** NELLA SUA VITA HA PROGETTATO MOTORI E MOTO

“ In questa fase evolutiva del motore 2T, per avere buone prestazioni e anche per provare a migliorarle conviene rimanere su materiali e su strutture convenzionali. Siamo a un passo dall'iniezione diretta che sarà utile a ottimizzare la combustione, poi c'è margine per migliorare l'accensione infatti, guardando alle auto, lì la scintilla viene innescata da candele con gap a 1 mm pilotate da una bobina integrata nel cappuccio. Non credo molto per i 4T alla possibilità di lavorare con l'acqua a temperature di 120-140 gradi che pure è stata sperimentata anni fa in Formula 1, ci troveremo ad affrontare la deformazione dei materiali e il problema della temperatura olio a valori limite per i lubrificanti attuali.”

perché come sapete l'ossido di carbonio è un gas pericoloso, inodore e incolore, un veleno! Importante quindi ai fini delle prestazioni, avere a tutti i regimi il corretto rapporto aria-benzina privilegiando semmai la possibilità di una miscela povera al posto di quella ricca perché così ottengo una temperatura più elevata e maggior pressione.

### ► Fattori vincenti

I fattori che permettono una combustione efficiente sono legati in primo luogo al tipo di hardware. Penso alla forma della testa, tipo di candela, energia inviata alla candela, altezza di squish, angolo di squish e conformazione del cielo del pistone. Lavorando su questi fattori debbo provare ad avere una combustione molto veloce perché, più è rapida, più sviluppa temperatura (siamo tra 2.000 e 3.000 gradi), e con una temperatura elevata otteniamo energia e soprattutto pressione.

Questo risultato in definitiva dipende molto dalla miscelazione cioè evaporazione del carburante nel flusso d'aria in transito all'interno del carburatore. Nel tempo, questo si è fatto sempre più evoluto andando a implementare più di un circuito dedicato alle varie aperture della valvola aria e alle varie situazioni di lavoro, ad esempio coi circuiti power jet, ma l'alimentazione ad iniezione permette e permetterà di migliorare molto, direi di un buon 5%, sia perché la composizione della miscela viene controllata in maniera più perfetta, quanto anche perché, col carburatore, la benzina in eccesso non bruciata determina un abbassamento della temperatura di lavoro impedendo lo sviluppo della migliore prestazione.

Il salto di qualità a livello della combustione avverrà con l'iniezione diretta, per un motivo semplice, in quel caso l'introduzione del carburante è immediatamente nella zona della combustione, il dosaggio sarà molto preciso e la combustione avverrà a temperature molto elevate.

Giusto per dire dove siamo oggi nel settore auto, il diesel common rail ha impianti a pressione anche di 2000 bar utili a ottenere una miscela più perfetta a tutti i regimi, da qui pressioni allo scoppio comprese tra 70 e 80 bar ben più elevate rispetto ai benzina e ai 2T che producono 40-45 bar. Interessante osservare poi che un delta di temperatura di 300 gradi alla combustione, raddoppia la pres-

sione sviluppata: per fare un esempio, in un 2T con compressione reale di 1:6 (dalla chiusura dello scarico in su), è come passare a 1:12.

### ► Interventi real time

Poiché i parametri hardware di un motore rappresentano un fisso difficilmente forzabile, devi adattare ad esempio l'impianto di accensione perché, con la miscela magra, l'innescò è più difficile, serve una scintilla di maggior durata. Chiaramente la curva di anticipo deve essere ottimale. Se poi prevedo una tensione di alimentazione più elevata in Kilovolt, avrò una scintilla di durata relativamente breve; viceversa con meno Kv potrò sviluppare tempi più lunghi. Il tempo della scintilla e il dosaggio del carburante vanno curati in maniera particolare per avere la prestazione. Col tubo di scarico 2T puoi fare qualche ritocco, in velocità ad esempio puoi coprire la parte più esposta all'aria per evitare un eccessivo raffreddamento dei gas, sulla moto da fuoristrada la ventilazione dinamica non è così forte e il tubo stesso è positivamente più protetto.

### ► Materiali e limiti

Il limite massimo cui ci si può spingere con le temperature è definito dalla natura dei materiali con cui è costruito un motore. Se la combustione sviluppa per qualche attimo temperature comprese tra 2.000 e 3.000°, il pistone, che è l'organo più esposto in questo senso, lavora tipicamente col cielo fino a 350° e col mantello fino a 150°. Coi 4T e coi Diesel che sviluppano maggiori temperature rispetto al 2T, tieni l'acqua a 80-85°.

E' sbagliato secondo me pensare a uno sviluppo prestazionale ottenuto con l'incremento della temperatura dell'acqua e con un qualche pistone costruito con materiali e strutture diverse da quelle attuali, puoi immaginare qualcosa di speciale come pistoni stampati o ottenuti per squish casting o ancora con cielo protetto mediante un qualche accorgimento metallurgico, ma non ti puoi dimenticare di tutto quanto gli sta intorno. Meglio pensare in maniera più convenzionale. Già oggi sui 2T il problema della detonazione è pressoché scomparso rispetto al passato grazie anche alla formulazione del carburante utilmente modificata negli anni, il passo ora si farà con l'iniezione diretta operando sul dosaggio aria-benzina ed elaborando molto bene le varie mappature.

## [ **DISPERSIONE** di energia ]

Ci siamo preoccupati negli ultimi tre articoli di portare in camera di combustione nel 2T la maggiore quantità possibile di aria (21% ossigeno) miscelata alla giusta dose di carburante. **Per ricavare la massima energia serve una combustione a temperatura elevata perché in questo modo sviluppiamo una pressione maggiore**

CHE, TRA INDIVIDUALI E COSTRUTTORI, HANNO **VINTO 40 TITOLI MONDIALI**

