

CAPITOLO I.

NOZIONI GENERALI

SOMMARIO: Generalità - Parti principali e funzionamento del motore - Il ciclo a quattro tempi - Fasi attive e passive - Il volante - L'ordine di scoppio - Caratteristiche del motore a scoppio - Il ciclo a due tempi.

GENERALITÀ

Motore termico: Il motore termico è un complesso di organi meccanici che trasforma il calore in lavoro e cioè trasforma l'energia termica in energia meccanica di movimento.

Combustibili - Calore: Molte sostanze, in alcune determinate condizioni, si combinano con l'ossigeno dell'aria sviluppando forti quantità di calore. Le sostanze che hanno questa proprietà si chiamano « combustibili ». Il fenomeno, mediante il quale i combustibili si combinano con l'ossigeno, è detto « combustione ».

Dilatazione dei gas: I gas, come tutti i corpi, se vengono riscaldati, si dilatano e tendono ad espandersi.

Se il riscaldamento avviene in recipiente chiuso, i gas riscaldati, esercitano una pressione contro le pareti del recipiente.

Principio fondamentale del motore termico: Immettendo i gas riscaldati in un recipiente (cilindro), che presenti un fondo mobile (stantuffo o pistone), questo sarà costretto a spostarsi sotto l'azione della spinta (pressione) esercitata dai gas. Il cilindro, nel quale si fanno espandere i gas, è munito di due fori: uno per lasciare entrare i gas e l'altro per farli uscire, quando hanno compiuto la

loro espansione. Quando lo stantuffo è arrivato all'estremo della sua corsa, occorre chiudere il foro di afflusso del gas nel cilindro, aprire il foro per l'uscita dei gas che hanno compiuto l'espansione e riportare lo stantuffo nella posizione di partenza. Lo stantuffo viene collegato ad un asse o albero mediante una biella ed una manovella, in modo tale che il suo movimento rettilineo viene trasformato in moto di rotazione dell'albero.

Motore a vapore: Nel motore a vapore, che costituisce il primo motore termico che sia stato inventato, si fa bruciare il combustibile (generalmente solido) in un ambiente detto «focolaio» e si impiega come massa gassosa il vapor d'acqua, che viene prodotto sotto pressione in un recipiente detto «caldia» ed ulteriormente compreso e fatto espandere in un altro recipiente detto «cilindro».

Carburanti: Sono combustibili speciali che possono bruciare (cioè combinarsi con l'ossigeno dell'aria) in un tempo brevissimo sviluppando una notevole quantità di calore. Questo provoca un rapido e quasi istantaneo aumento di volume e di pressione delle masse gassose impiegate.

Motori a combustione interna: Sono motori che impiegano come sorgente di calore i carburanti, la combustione dei quali avviene direttamente nell'interno del cilindro. La massa gassosa che si dilata ed esercita pressione sullo stantuffo, è quella stessa prodotta dalla combustione. Questi motori si distinguono in due categorie: motori a scoppio e motori ad iniezione (Ciclo Diesel).

Nel motore a scoppio la spinta sullo stantuffo è ottenuta mediante la combustione di una miscela di carburanti (vapori di benzina) ed aria. Questa miscela è prodotta da uno speciale apparecchio detto «Carburatore».

Nella presente «Parte Prima» si tratta solo del motore a scoppio.

I motori a carburante per gli autoveicoli sono generalmente costituiti da più di un cilindro. Nelle pagine seguenti, però verranno descritti, per semplicità, gli organi fondamentali ed il funzionamento di un motore a un solo cilindro.

PARTI PRINCIPALI DEL MOTORE

Le parti principali del motore sono: il cilindro, lo stantuffo, la biella, l'albero a manovelle, gli organi della distribuzione, il carburatore e gli organi di accensione.

Il cilindro è una camera di forma cilindrica, dalla parete interna perfettamente levigata, fissata su di un «basamento» e chiusa all'altra estremità da una «testa». La parte inferiore del basamento è staccabile ed è chiamata «coppa».

Lo stantuffo o pistone ha una forma simile a quella di un bicchiere capovolto e scorre a perfetta tenuta di gas nell'interno del cilindro, cioè aderendo alla parete di questo in modo tale da non lasciare sfuggire gas.

La biella è un'asta metallica che collega lo stantuffo con l'albero a manovelle trasmettendo all'uno il moto dell'altro e viceversa.

L'albero a manovelle (o albero a gomito o collo d'oca) è un albero di forma speciale che serve a trasformare il moto rettilineo, generato dallo stantuffo, in moto rotatorio.

Organi della distribuzione: Per permettere l'entrata della miscela e l'uscita dei gas bruciati, nel cilindro vi sono due fori che vengono aperti o chiusi dalle valvole. Uno di questi fori mette in comunicazione il cilindro con il «tubo di scarico». Le valvole ed i meccanismi, che le fanno aprire e chiudere al momento opportuno, costituiscono «gli organi della distribuzione».

Il carburatore: È l'apparecchio che prepara la miscela di vapori di benzina ed aria.

Organi di accensione: La miscela viene incendiata al momento opportuno, mediante una scintilla elettrica, che scocca tra le punte di un apparecchio speciale detto « candela ». La candela e gli apparecchi che le forniscono la corrente elettrica, costituiscono gli « organi dell'accensione ».

FUNZIONAMENTO DEL MOTORE

Per ottenere il massimo rendimento del motore, e cioè una forte spinta sullo stantuffo, è necessario comprimere fortemente la miscela prima di incendiarla. La combustione dei carburanti è così rapida, che si può paragonare ad uno scoppio vero e proprio, ed è noto che lo scoppio è tanto più potente quanto più piccolo è lo spazio in cui avviene; infatti anche gli esplosivi più potenti (dinamite, polvere da sparo, ecc.) per produrre esplosioni violente devono essere ben compresi. La miscela, esplodendo, esercita una forte pressione che spinge energicamente lo stantuffo verso il basso. Il movimento dello stantuffo viene per mezzo della biella, comunicato all'albero a manovelle, il quale, girando, imprime, per mezzo di altri organi detti « di trasmissione », il movimento alle ruote. Lo stantuffo, risalendo dopo lo scoppio, spinge i gas bruciati fuori del cilindro.

Il funzionamento del motore a scoppio si svolge, dunque, attraverso le seguenti quattro operazioni fondamentali:

- 1) si introduce la miscela esplosiva nel cilindro;
- 2) si comprime la miscela;
- 3) si fa esplodere ed espandere la miscela;
- 4) si fanno uscire i gas bruciati.

Le sopraindicate operazioni si dicono « fasi » e vengono denominate rispettivamente « aspirazione, compres-

sione, scoppio ed espansione, scarico ». Il complesso delle quattro fasi si chiama « ciclo ».

Le posizioni estreme dello stantuffo si chiamano « punti morti ».

Questa denominazione deriva da due fatti: anzitutto al « punto morto » per un istante brevissimo lo stantuffo è fermo; in secondo luogo, qualunque pressione venga esercitata su uno stantuffo che si trova al punto morto » esatto, non può provocare movimento dell'albero a manovelle.

La distanza che lo stantuffo percorre fra i due punti morti dicesi « corsa ».

Ad ogni corsa dello stantuffo corrisponde mezzo giro dell'albero a manovelle.

Il funzionamento del motore a scoppio può svolgersi in modo da compiere un ciclo con quattro corse dello stantuffo (due giri dell'albero) ed allora il motore dicesi a *quattro tempi*, ovvero con due corse dello stantuffo (un giro dell'albero) ed il motore dicesi a *due tempi*.

Esaminiamo più dettagliatamente lo svolgersi delle varie fasi nei due tipi suddetti di motori a scoppio.

IL CICLO A QUATTRO TEMPI

Per semplicità supponiamo che il cilindro sia posto verticalmente con la testa in alto. I due punti morti saranno, uno superiore ed un inferiore.

Prima fase - Aspirazione: la valvola di aspirazione è aperta, quella di scarico è chiusa. Lo stantuffo, scendendo dal punto morto superiore a quello inferiore, lascia il vuoto nella parte superiore del cilindro e la miscela preparata dal carburatore affluisce, spinta dalla pressione atmosferica, a riempire il cilindro stesso (fig. I).

Seconda fase - Compressione: entrambe le valvole sono chiuse. Lo stantuffo, risalendo dal punto morto inferiore a quello superiore comprime la miscela. Lo spazio in cui

rimane compressa la miscela, alla fine di questa fase, dicesi « camera di scoppio » (fig. 2).

Terza fase - Scoppio ed espansione: entrambe le valvole sono chiuse.

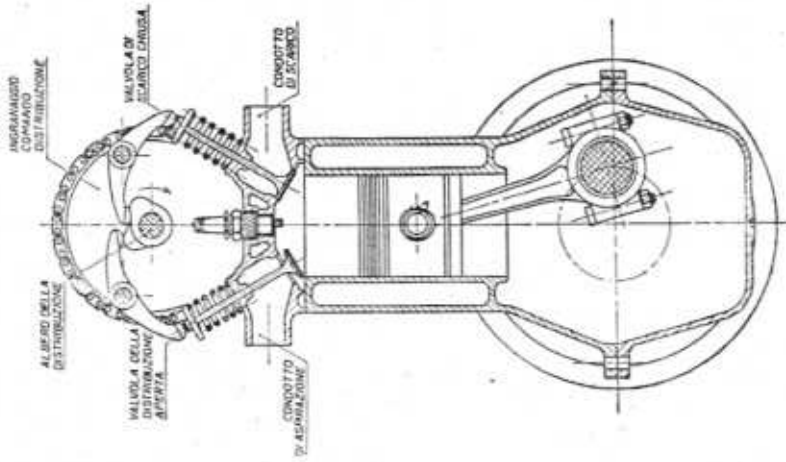


Fig. 1.

Posizione dei vari organi in un istante della 1ª fase: aspirazione.

Nell'istante in cui lo stantuffo trovasi al punto morto superiore scocca la scintilla tra le punte della candela, la miscela esplose ed i gas prodotti dalla combustione si

espandono esercitando una forte pressione sullo stantuffo. Questo viene perciò spinto energicamente verso il punto morto inferiore provocando, per mezzo della biella, la rotazione dell'albero motore (fig. 3).

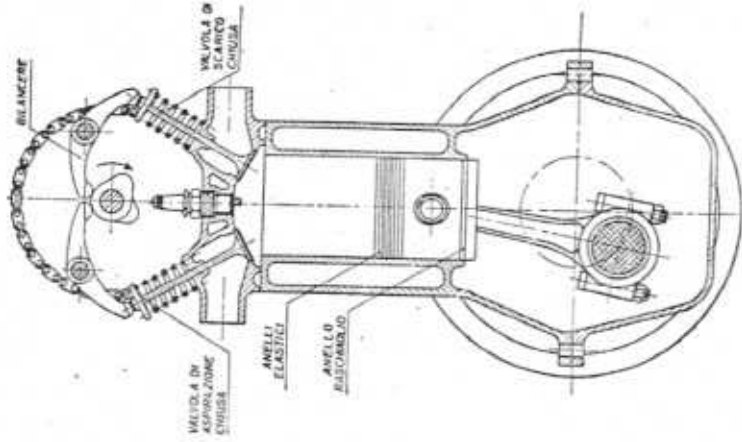


Fig. 2.

Posizione dei vari organi in un istante della 2ª fase: compressione.

Quarta fase - Scarico: la valvola di aspirazione è chiusa, quella di scarico è aperta. Lo stantuffo risalendo dal punto morto inferiore a quello superiore, spinge fuori dal cilindro i gas prodotti dalla combustione (fig. 4).

FASI ATTIVE E PASSIVE - IL VOLANO - L'ORDINE DI SCOPPIO

Nella sola fase di scoppio ed espansione lo stantuffo si sposta sotto la spinta provocata dalla esplosione della miscela. Nelle altre tre fasi (aspirazione, compressione e

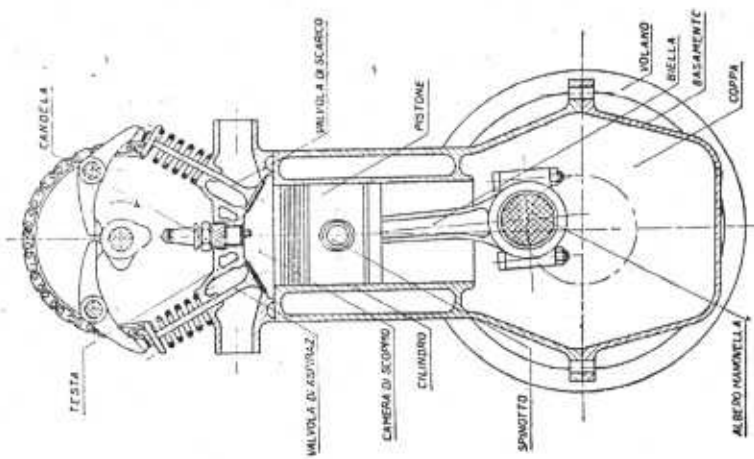


Fig. 3.
Posizione dei vari organi all'inizio della 3^a fase: scoppio ed espansione.

scarico) non solo lo stantuffo non riceve alcuna spinta, ma per muoversi deve vincere delle resistenze (per aspirare la miscela nel cilindro, per comprimerla e per spingere i gas bruciati attraverso l'apertura di scarico). La fase di

scoppio è perciò la sola attiva del ciclo, mentre le altre tre sono fasi passive. Per vincere le suddette resistenze e continuare il proprio movimento anche durante le fasi passive, ogni motore è provvisto di un organo detto « volano ».

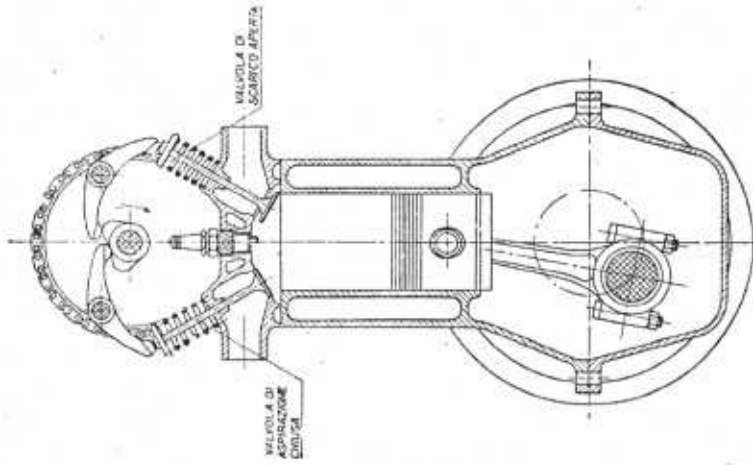


Fig. 4.
Posizione dei vari organi in un istante della 4^a fase: scarico.

Questo è un disco di ghisa o di acciaio, fissato sull'albero motore, e di un peso tale che, una volta messo in movimento insieme con l'albero, dalla spinta sviluppata nella fase di scoppio, seguita a girare e, per inerzia, fa superare la resistenza delle fasi passive, finché non soprav-

venga la nuova spinta dello scoppio successivo ad assicurare la continuazione del moto.

Il volano, dato il suo notevole peso, si oppone a che l'albero motore subisca bruscamente un notevole aumento di velocità ad ogni impulso impressogli dalla fase di scoppio, ma, sempre per inerzia, tende a mantenere la sua velocità anche nelle altre fasi nelle quali il moto risulterebbe rallentato per effetto delle resistenze di cui si è fatto cenno.

E' noto, infatti, che, volendo imprimere un movimento (rotatorio o rettilineo) ad un corpo che presenti un notevole peso (si immagini, per esempio di voler avviare un pesante carro) si riesce a metterlo in moto solo lentamente per quanto vi si applichi una forza di notevole intensità, ma una volta che il corpo stesso si trovi in movimento, volendo arrestarlo, si riesce a farlo rallentare di poco per quanto si eserciti su di esso una notevole forza per trattenerlo.

Il volano, perciò, non solo permette al motore di continuare, per inerzia, il proprio movimento durante le fasi passive, ma serve anche a rendere più uniforme la velocità di rotazione dell'albero motore cui è collegato.

Nel motore ad un solo cilindro, su due giri dell'albero motore ($360^\circ + 360^\circ = 720^\circ$) corrispondenti all'intero ciclo, la metà di un giro (180°) rappresenta la durata della fase attiva ed il restante giro e mezzo (540°) quella delle fasi passive che devono essere superate per inerzia. Il peso del volano occorrente per un tale motore risulta perciò, in proporzione, assai rilevante.

MOTORI A PIÙ CILINDRI

Allo scopo di avere motori più regolari e di non dover ricorrere a volani troppo pesanti, nelle automobili si impiegano di solito motori a più cilindri.

I motori più usati sono a quattro o a sei cilindri.

Nei motori a più cilindri le fasi di scoppio avvengono

non insieme, ma successivamente nei vari cilindri ed è chiaro che, quanto più frequente è il susseguirsi degli scoppi, tanto più uniforme risulta la velocità del motore e meno necessaria l'azione regolatrice del volano. Questo, pertanto, assume dimensioni e peso più modesti, quanto più elevato è il numero dei cilindri.

La successione degli scoppi nei cilindri non avviene mai nell'ordine con cui i cilindri sono disposti e cioè,

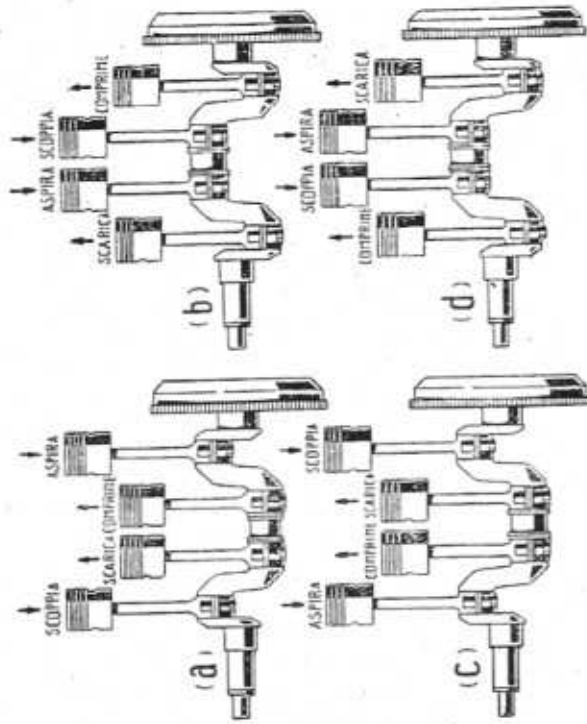


Fig. 5 - Le quattro posizioni successive dell'albero a manovelle e degli stantuffi all'inizio delle quattro fasi (due giri dell'albero) nel motore a 4 cilindri.

uno di seguito all'altro. Per evitare vibrazioni dannose, le esplosioni avvengono secondo una determinata successione che si dice « ordine di scoppio ».

Nei motori a cilindri in linea, numerando i cilindri ordinatamente dal primo all'ultimo, gli ordini di scoppio più comuni sono:

nei motori a quattro cilindri: 1-3-4-2 oppure 1-2-4-3;

nei motori a sei cilindri: 1-5-3-6-2-4.

La figura 5 indica con quale ordine si svolgono le quattro fasi in un motore a quattro cilindri con l'ordine di scoppio 1-3-4-2.

CARATTERISTICHE DEL MOTORE A SCOPPIO

Le caratteristiche principali di un motore a scoppio sono:

- 1) Il numero dei cilindri.
- 2) Il diametro del cilindro (*alesaggio*), generalmente espresso in millimetri, che è uguale per tutti i cilindri dello stesso motore.
- 3) La corsa che, come si è detto, è lo spazio percorso dallo stantuffo fra i due punti morti. Anch'essa si esprime in millimetri.
- 4) La cilindrata del motore che è uguale al volume della parte del cilindro che viene percorsa dallo stantuffo, moltiplicato per il numero dei cilindri. Si può dire che la cilindrata è uguale al volume complessivo dei cilindri del motore, trascurando quello delle camere di scoppio.

Generalmente la cilindrata di un motore si esprime in centimetri cubici oppure in litri (1).

- 5) Il numero dei giri che l'albero a manovelle compie in un minuto primo. Questa caratteristica ha molta importanza, perchè, per ottenere, con piccole cilindrata, motori potenti, occorre un elevato numero di giri (nei moderni motori a scoppio per automobili il numero dei giri si aggira sui 4000 per minuto primo).

- 6) Il grado di compressione che si ottiene, dividen-

(1) Indicando con d l'alesaggio (in mm.) del cilindri, con C la corsa (in mm.) dello stantuffo e con n il numero dei cilindri; la cilindrata (V) espressa in cmc. si può calcolare con la seguente formula:

$$V = \frac{1}{100} \cdot n \cdot \frac{\pi d^2}{4} \times C$$

Per ottenere la cilindrata in litri, basta dividere per 100 il valore che esprime la cilindrata in cmc.

do il volume occupato dalla miscela al principio della fase di compressione, cioè il volume totale del cilindro per il volume occupato dalla miscela alla fine della stessa fase, cioè per il volume della camera di scoppio.

Generalmente si suol indicare, invece del grado di compressione, il suo inverso, che rappresenta il rapporto tra il volume della camera di scoppio, supposto uguale a 1, e quello totale del cilindro. Tale caratteristica si denomina pertanto « rapporto di compressione ».

Quando si dice, ad esempio, che un motore ha il grado di compressione 5 ovvero il rapporto di compressione 1/5, si intende dire che la camera di scoppio ha un volume che è la quinta parte di quello totale del cilindro e quindi che, nella fase di compressione, la miscela viene ridotta ad occupare un volume che è la quinta parte di quello che occupava inizialmente.

L'aumento del grado di compressione produce, a parità di cilindrata, un aumento di potenza. Però vi sono dei limiti a questo aumento.

Quando si comprime un gas, questo si scalda. Aumentando eccessivamente la compressione, la miscela, fortemente surriscaldata, può incendiarsi ed esplodere prima del giusto istante o bruciare troppo rapidamente.

Nei motori normali il grado di compressione non supera di solito il valore 6,5 o 7.

In motori con gradi di compressione più elevati si devono usare carburanti speciali.

7) La potenza rappresenta il lavoro meccanico che il motore è capace di effettuare in un minuto secondo.

La potenza di un motore viene in pratica generalmente misurata in « cavalli ». La si determina con appositi dispositivi detti « freni dinamometrici ».

La potenza effettiva di un motore è ben diversa dalla cosiddetta potenza fiscale. In Italia ed in altre nazioni, la tassa di circolazione per le automobili viene applicata in base alla potenza del motore e questa potenza viene de-

terminata con formule empiriche che non danno mai la potenza effettiva.

8) *Il consumo di carburante:* L'indicazione è data in grammi per cavallo-ora e cioè esprime quanti grammi di carburante un motore consuma in una ora per ogni cavallo di potenza.

In pratica, per automobili ed autocarri, si indica il consumo di carburante in litri per ogni 100 km. di percorso.

IL CICLO A DUE TEMPI

I motori a scoppio funzionanti secondo il ciclo a due tempi sono caratterizzati dal fatto che il basamento e la coppa del motore (carter) sono completamente chiusi (a tenuta ermetica)

Inoltre mancano le valvole di ammissione e scarico, ma il cilindro presenta tre luci o fori, che vengono chiusi o scoperti dallo stantuffo nel suo movimento.

Quando lo stantuffo si trova al punto morto superiore risulta aperta una luce situata nella parte inferiore del cilindro, attraverso la quale, la miscela che arriva dal carburatore, entra a riempire la coppa, poichè ivi, come si vedrà, regna una depressione. Intanto nel cilindro, al di sopra dello stantuffo, trovasi già la miscela compressa, la quale, scoccando la scintilla tra le punte della candela, esplose, spingendo verso il basso lo stantuffo. Questo, scendendo, dapprima chiude la suddetta luce di ammissione e provoca una parziale compressione della miscela racchiusa nella coppa, poi scopre una luce di scarico attraverso la quale sfuggono i gas bruciati e finalmente, continuando nella sua corsa discendente, scopre una terza luce attraverso la quale la miscela fresca, contenuta nella coppa e parzialmente compressa, passa nella parte superiore del cilindro.

Quando lo stantuffo torna a salire comprime la mi-

Lo stantuffo è al punto morto superiore. Nel cilindro avviene l'espansione (attraverso la luce I) a riempire il cilindro e contemporaneamente si spinge nella coppa una depressione che servirà a far entrare la miscela fresca (attraverso la luce A).

Lo stantuffo è al punto morto inferiore. La miscela passa attraverso la luce I a riempire la coppa e contemporaneamente si spinge nella coppa una depressione che servirà a far entrare la miscela fresca (attraverso la luce A).

Lo stantuffo scende. Nel cilindro avviene l'espansione (attraverso la luce I) a riempire il cilindro e contemporaneamente si spinge nella coppa una depressione che servirà a far entrare la miscela fresca (attraverso la luce A).

Lo stantuffo è al punto morto superiore. Nel cilindro avviene l'espansione (attraverso la luce I) a riempire il cilindro e contemporaneamente si spinge nella coppa una depressione che servirà a far entrare la miscela fresca (attraverso la luce A).

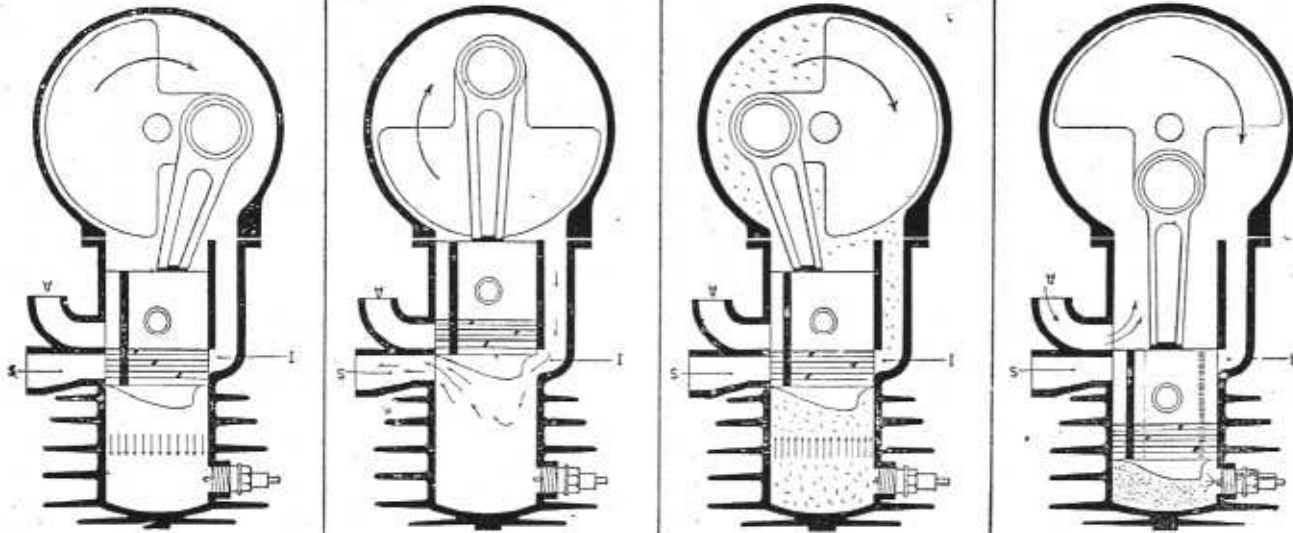


Fig. 6 - Ciclo a scoppio in due tempi

scela dentro il cilindro e contemporaneamente provoca una depressione nella coppa, finchè arrivando in prossimità del punto morto superiore, scopre nuovamente la luce di ammissione nella coppa ed il funzionamento ricomincia a svolgersi nel modo già indicato.

Lo stantuffo dei motori a due tempi presenta superiormente una sporgenza di forma speciale detta « deflettore » che è destinata a deviare verso l'alto la miscela gassosa quando entra nel cilindro, per evitare che questa si diriga verso la luce di scarico, attraverso la quale sfuggirebbe all'esterno senza bruciare.

La miscela fresca che entra contribuisce inoltre a spingere verso lo scarico i gas bruciati, favorendone l'uscita dal cilindro.

Questa fase secondaria, durante la quale entrambe le luci di ammissione e di scarico sono aperte, dicesi perciò « lavaggio ».

Riassumendo, le fasi componenti il ciclo del motore a scoppio a due tempi, sono suddivise nel seguente modo nelle due corse dello stantuffo.

Corsa dello stantuffo	Fasi del ciclo	
	Nella coppa	Nel cilindro
ascendente	aspirazione	compressione
discendente	compressione parziale	scoppio, scarico e lavaggio

Il motore a due tempi presenta, rispetto a quello a quattro tempi il vantaggio della semplicità costruttiva per l'assenza delle valvole e dei relativi comandi.

Inoltre, per il fatto che nel motore a due tempi si verifica uno scoppio su ogni giro anzichè su due, si dovrebbe ottenere, a parità di cilindrata, una potenza doppia di quella del motore a quattro tempi.

In realtà, la sovrapposizione nel cilindro delle fasi

di ammissione e di scarico ed altre cause sulle quali non si ritiene utile intrattarsi, fanno sì che la potenza di un motore a due tempi risulta solo circa una volta e mezza quella di un quattro tempi di uguale cilindrata.

Nel motore a due tempi vi sono delle difficoltà costruttive (per assicurare la perfetta tenuta della coppa ed il funzionamento dello stantuffo come organo di apertura e chiusura delle luci) che ne hanno limitato l'impiego a casi di potenza modesta come nelle motociclette e biciclette a motore e le piccole imbarcazioni (fuori bordo).

La difficoltà di lubrificare i vari organi del motore a due tempi viene superata, disciogliendo nella benzina stessa l'olio minerale lubrificante, il quale entra così, insieme con la miscela, nell'interno del motore e vi si deposita, provvedendo a una lubrificazione automatica.

Per gli scopi del presente manuale si ritiene, pertanto, sufficiente il breve cenno dato sul ciclo a due tempi e si farà in seguito riferimento esclusivamente al motore a quattro tempi.