

sempre la stessa. Tra i diversi metodi utilizzati nella regolazione del compressore citiamo quello più seguito della *laminazione all'aspirazione* consistente in una valvola che, strozzando l'aspirazione, permette di ridurre il riempimento del cilindro e quindi la portata di gas che verrà inviato alla mandata.

Le definizioni delle posizioni caratteristiche del moto dello stantuffo sono quelle stesse già introdotte nelle pompe (Capitolo 9) oppure che verranno discusse più avanti nei motori alternativi a combustione interna (Capitolo 29):

- *Punto Morto Esterno o Superiore (PMS)*: punto in cui lo stantuffo si trova più vicino alla testa del cilindro e *Punto Morto Interno o Inferiore (PMI)*: punto in cui lo stantuffo si trova più lontano dalla testata che chiude il cilindro<sup>9.1</sup>.
- *Alesaggio (D)*: diametro interno del cilindro in cui scorre lo stantuffo.
- *Corsa (C)*: distanza percorsa dallo stantuffo fra le posizioni di PMS e di PMI. Questa distanza è uguale al doppio del raggio  $r$  della manovella (Figura 9.3-a).

$$C = 2r$$

27-1

- *Cilindrata unitaria* oppure, semplicemente, *cilindrata (V)*: è la differenza tra i valori massimo e minimo assunti dal volume variabile della camera; in pratica è il volume generato dallo stantuffo durante la corsa. Data la particolare forma della camera dentro la quale scorre lo stantuffo, la cilindrata unitaria è espressa da:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} C$$

(9-1) 27-2

- *Cilindrata totale ( $iV$ )*: è data dalla cilindrata unitaria moltiplicata per il numero  $i$  di cilindri del compressore in cui viene realizzato il singolo stadio di compressione. Nel caso di compressori multistadio tale definizione non è più applicabile; ogni cilindro infatti, all'interno del quale viene realizzato uno stadio della compressione, ha una cilindrata diversa (stessa corsa ma alesaggio diverso come indicato nella Figura 27.2-a).
- *Volume di spazio morto o spazio nocivo ( $V_m$ )*: volume compreso fra la testa e lo stantuffo quando questo si trova al PMS.
- *Rapporto (volumetrico) di compressione ( $q$ )*: rapporto fra il volume della camera quando lo stantuffo si trova al PMI ( $V + V_m$ ) e il volume della camera quando lo stantuffo si trova al PMS ( $V_m$ ).

$$q = \frac{V + V_m}{V_m} = \frac{1 + \mu}{\mu}$$

27-3

con  $\mu$  grado di spazio morto definito da:

$$\mu = \frac{V_m}{V}$$

27-4

- *Velocità media dello stantuffo ( $v_m$ )*: media delle velocità dello stantuffo durante un giro completo dell'albero da cui il compressore prende il moto espressa da:

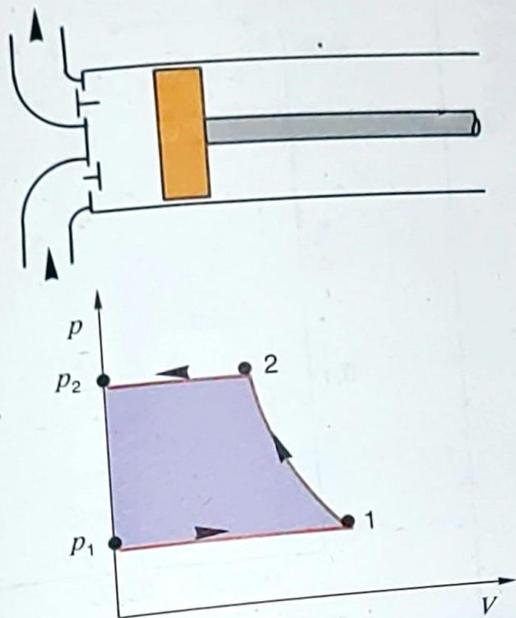
$$v_m = 2Cn$$

(9-4) 27-5

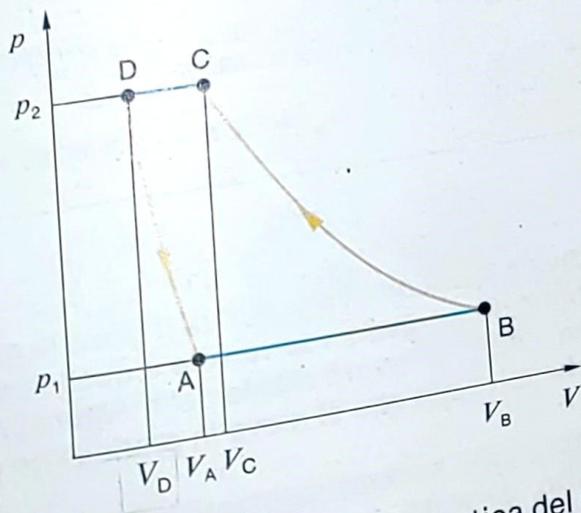
prodotto dello spostamento dello stantuffo in un giro pari a due volte la corsa ( $2C$ ) per la velocità di rotazione  $n$  [giri/s].

Se il compressore *non avesse spazio morto* le fasi di lavoro sarebbero le tre seguenti (Figura 27.3):

- per tutta una corsa, dal punto morto esterno al punto morto interno, aspirazione del gas alla pressione  $p_1$ ;
- lungo la prima parte della corsa di ritorno, compressione da 1 a 2 fino a che il gas si è portato alla pressione  $p_2$ , pressione esistente nel condotto di mandata;
- per la rimanente parte della corsa, dal punto morto interno al punto morto esterno, scarico del gas compresso nel condotto di mandata.



Purtroppo lo spazio morto è insopprimibile e perciò l'aspirazione non inizia fino a quando la pressione, all'interno del cilindro, non si sia abbassata, dal livello esistente alla mandata, fino al livello esistente nell'ambiente, dal quale il gas viene aspirato. Il **ciclo ideale** in presenza di spazio morto si attua nelle seguenti fasi (Figura 27.4):



- D → A: espansione adiabatica del gas, rimasto nello spazio morto a seguito del ciclo precedente, dalla pressione  $p_2$  fino alla pressione  $p_1$  (espansione che quindi avviene all'interno del cilindro);
- A → B: aspirazione a pressione costante  $p_1$ ;
- B → C: compressione adiabatica da B a C (sostituisce la fase di compressione da 1 a 2 illustrata nel ciclo di Figura 27.3);
- C → D: mandata a pressione costante  $p_2$ .

Un compressore alternativo a un solo stadio, avente alesaggio  $D = 130 \text{ mm}$ , corsa  $C = 105 \text{ mm}$  e volume di spazio morto  $V_m$  pari al 4% del valore della cilindrata  $V$ , aspira aria alla pressione assoluta  $p_1 = 0,1 \text{ MPa}$  e la comprime fino alla pressione  $p_2 = 0,55 \text{ MPa}$  secondo un processo adiabatico (Figura 27.5). La velocità di rotazione è  $n = 13 \text{ giri/s}$  (780 giri/min). Determinare:

- a) la cilindrata  $V$ , il volume di spazio morto  $V_m$  e il rapporto volumetrico di compressione  $Q$ ;  
 b) la velocità media  $v_m$  dello stantuffo;

SOLUZIONE

La cilindrata del compressore  $V$  ( $V_B - V_D$  nella Figura 27.5) è data (27-2):

$$V = \frac{\pi D^2}{4} C = \frac{\pi (0,13 \text{ m})^2}{4} 0,105 \text{ m} = 0,00139 \text{ m}^3 = 1,39 \text{ dm}^3$$

Assegnato il volume  $V_m$  di spazio morto ( $V_0$  in Figura 27.5) nella misura del 4% della cilindrata  $V$ ; è cioè in pratica assegnato il grado di spazio morto  $\mu = V_m/V$  (32-4).

$$\mu = \frac{V_m}{V} = 4\% = 0,04 \rightarrow$$

$$V_m = \mu V = 0,04 \times 1,39 \text{ dm}^3 = 0,0556 \text{ dm}^3$$

Il rapporto volumetrico di compressione, a seconda che venga espresso in funzione dello spazio morto  $V_m$  oppure del grado di

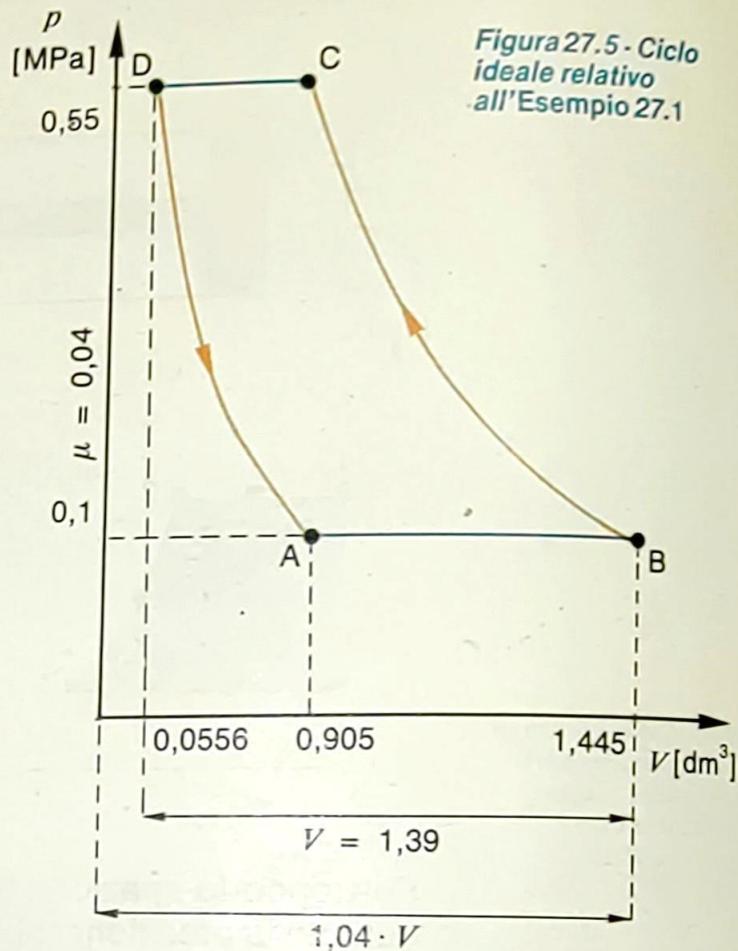


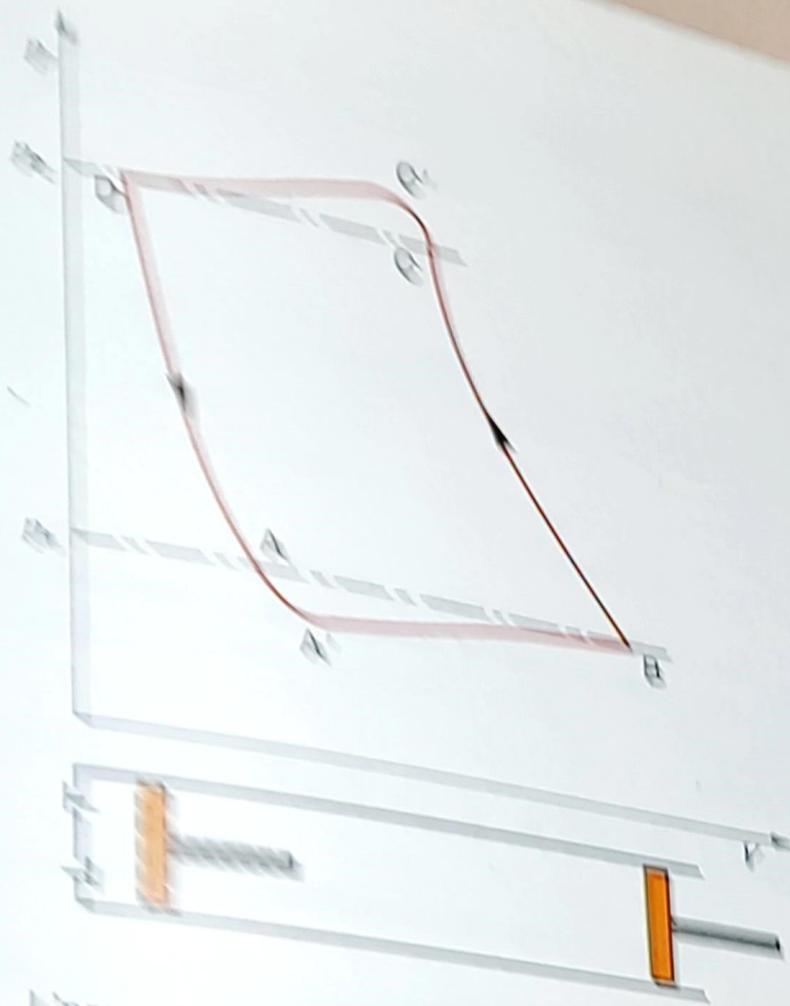
Figura 27.5 - Ciclo ideale relativo all'Esempio 27.1

spazio morto  $\mu$ , è dato da (27-3):

$$\frac{V + V_m}{V_m} = \frac{1 + \mu}{\mu} = \frac{1 + 0,04}{0,04} = 26$$

b) La velocità media dello stantuffo si calcola con la 27-5, dove  $n$  è la velocità di rotazione.

$$v_m = 2Cn = 2 \times 0,105 \text{ m} \times 13 \text{ giri/s} = 2,73 \text{ m/s}$$



L'area del ciclo rappresenta il lavoro richiesto dal compressore alternativo; il merito interno del compressore  $\eta_c$  (25-12) è allora il rapporto tra l'area del ciclo e quella del ciclo indicato e si aggira attorno a 0,8.



Valvola



Molla a cuscinio



Seggio

a) valvola a piastra con elemento flottante, molla a cuscinio e sede (Ingersoll-Rand) impiegate per aria e basse pressioni di compressione;



Seggio



Lamelle



Coperchio

b) valvola a lamelle con sede, elementi flessibili e coperchio della valvola (Worthington) impiegate per aria e basse pressioni;

