

## Some Experiments on Supercharging in a high-speed engine.

By **Harry R. Ricardo.**

(The Automobile engineer, June 1921.)

航空研究所々員 中西不二夫 氏

Internal combustion engine の higher power と同時に greater economy を得たいと云ふので、author は下に述べる様な考へから supercharging engine を作りその實驗をしてゐる。

普通の four stroke cycle に就て見るのに output を増す方法としては先づ二つある。一つは mean effective pressure を増すこと、他の一つは piston speed を増加することである。ところが M. E. P. の増加と云ふことは殆んど望みがない。と云ふのは volumetric efficiency は既に 1~2% で highest obtainable の limit に達する位であり、compression ratio を増さうとしても現在ではもはや highest safe limit まで compress してゐるのであるからこの上の望みは殆んどない。次に piston speed であるがこれは aluminium piston を用ふることによつて reciprocating part の inertia から來る困難はどうにかまぬかれることが出來たが今度は valve gear の方から困つて來る。

尙 M. E. P. なり piston speed なりがどうか云ふ方法で増加することが出來たとすると既に今てさへ問題になつてゐる heat flow が非常に厄介なものになつて來る。そこで higher power を得ようとするにはどうしても flame temperature をどうにかして低くするより外に仕方がない。そしてこのことは economy の方から云つても非常な利益がある。即ち max. flame temperature が低くなれば cylinder wall に直接に傳はる熱の量が少くなり、また高温度に於る apparent specific heat の増加から來る loss も少くなる。

Working fluid が air と petrol との mixture である場合には complete combustion をする様な proportion の mixture が持つてゐる熱量は大約 100 B. T. U. per cub. ft. である。そしてこれが燃焼した時には apparent specific heat の増加や dissociation を考へに入れて約 2500°C になるがこの位の温度の所では loss は可なりひどくなる。

Air standard efficiency について云へば gas が compress される前に持つてゐた volume

まで expand する場合にはこの cycle の efficiency は temperature とは関係はない譯であるが然しこれは loss of heat, dissociation, specific heat の變化等のない場合に限るのであつてこれ等を考へに入れるならば efficiency は temperature の高くなるに従つて著しく悪くなる。

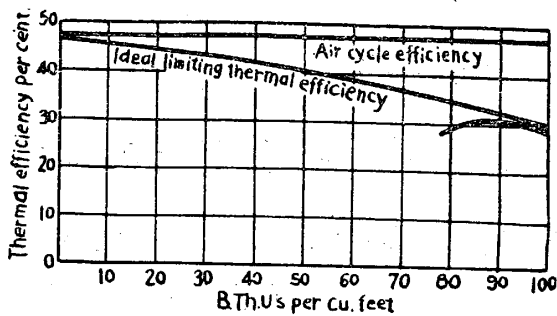


Fig. 1.

Air cycle and  $E = 1 - \frac{1}{(r)^{0.25}}$  for mixture strength from 0 to 100 B.Th.U. and compression ratio 5:1.

Fig. 1. の上の方の curve は heat loss, dissociation, specific heat の變化等はないものとして compression ratio が 5:1 である場合の theoretical efficiency である。下の方の curve は specific heat の變化や jacket loss を考へに入れたときのもので flame temperature が高くなるに従つて efficiency の著しく悪くなることを示してゐる。

この curve を見れば直に分る様に出来るならば weak mixture で work させたいのであるが petrol と air との mixture の燃える range は極せまいのであつて、85~90 B. T. U., per cub. ft. 以下の weak mixture を用ふことは出来ない。

そこで若し normal の mixture と air とを別々に cylinder の中に入れてそれが混り合はない様にして置いて normal mixture に ignite することが出来るならば極く都合がよい譯である。この考へから次に示す様な三つの事柄を目的として實驗をして見た。

- (1) Charge を層にして入れることによつて mixture の mean strength を弱めて high thermal efficiency を得ること。
- (2) Flame temperature を低くして heat flow を少くすること。
- (3) Extra air を supercharge することによつて M. E. P. の減るのを防ぎ場合によつては寧ろ増す様にすること。

實驗は大體三段に分けることが出来る、即ち

- (1) Normal condition で mixture の strength を變へたときの efficiency の變り方。
- (2) Charge を層にして入れることによつて mixture の mean strength を減ずることが出来るかどうかの實驗。
- (3) 層にして charge を入れることと supercharging とを combine しての實驗。

第一段の實驗の結果は Fig. 2. に示す様になる。

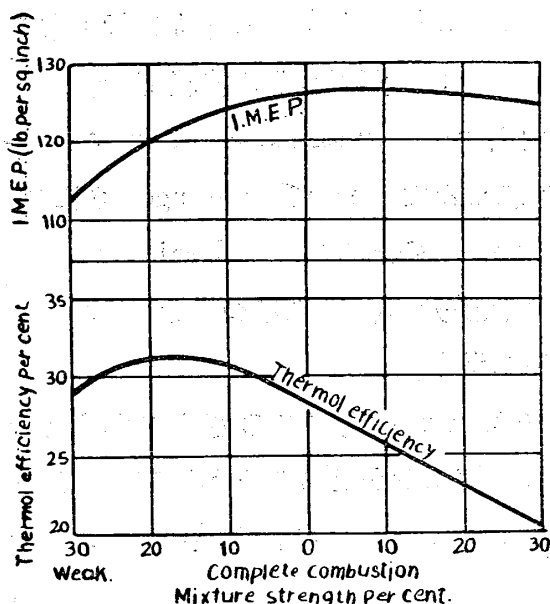


Fig. 2  
Relation between M.E.P. and fuel consumption (homogeneous charge).

第二段の實驗は古い vertical engine を改造して cylinder, cylinder head, valve gear 等は新しくした。そして fuel の rich mixture と air とは別々の入口から入れ、中では非常な turbulence があるにもかかわらず fuel mixture の方は plug の所に air は piston の上側にあつて混り合つてしまわない様に cylinder head の形、valve の位置、timing 等を適當に作つた。温度は低くなる豫定で water jacket はとりつけなかつた。

實驗の結果は思つたよりも非常に具合がよくて、uniform mixture では 85 B.T.U. per cub. ft. 以下の weak mixture ではうまく running しないのに対してこの engine では 10 B.T.U. per

cub. ft. 位の mean strength の mixture を用ひても完全に regular running をした。

Fig. 3. はこの實驗の結果を示したものである。

第三段の實驗は Dugald cleck 氏のやつたと同じ様な supercharging system の experimental engine を作つて實驗した。

この engine は fig. 4 に示す様なものであつて、suction stroke には piston の下るに従つて carburetter から petrol vapour と air との normal mixture を吸込む。stroke の殆んど終りの所で cylinder の下部にあけてある port が開いて、crosshead chamber に compress されてゐた air が cylinder の中に入る。それと同時に main inlet valve が閉ぢて cylinder の中の pressure は約 5 lbs. per sq. inch. above atmosphere になる。そして fuel の mixture は上の方に air は piston の上側にあつて compression の間にも完全ではないが兎に角層をなしてゐる。その間に crosshead chamber には新しい air が吸込まれる。Ignition に當つては plug の近くにある fuel mixture が先づ ignite されて combustion chamber に violent turbulence を起して burning mixture と air とは瞬時に混り合つて

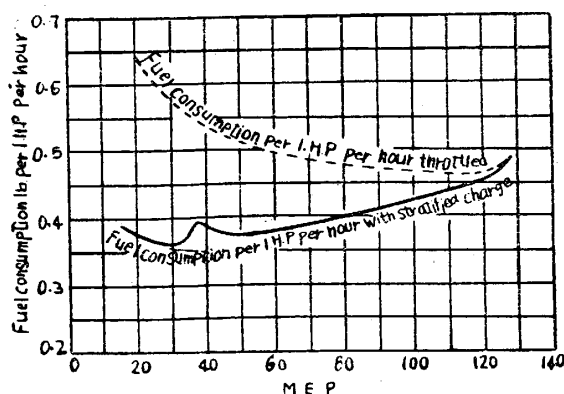


Fig. 3  
Fuel consumption and M.E.P. with stratified charge.

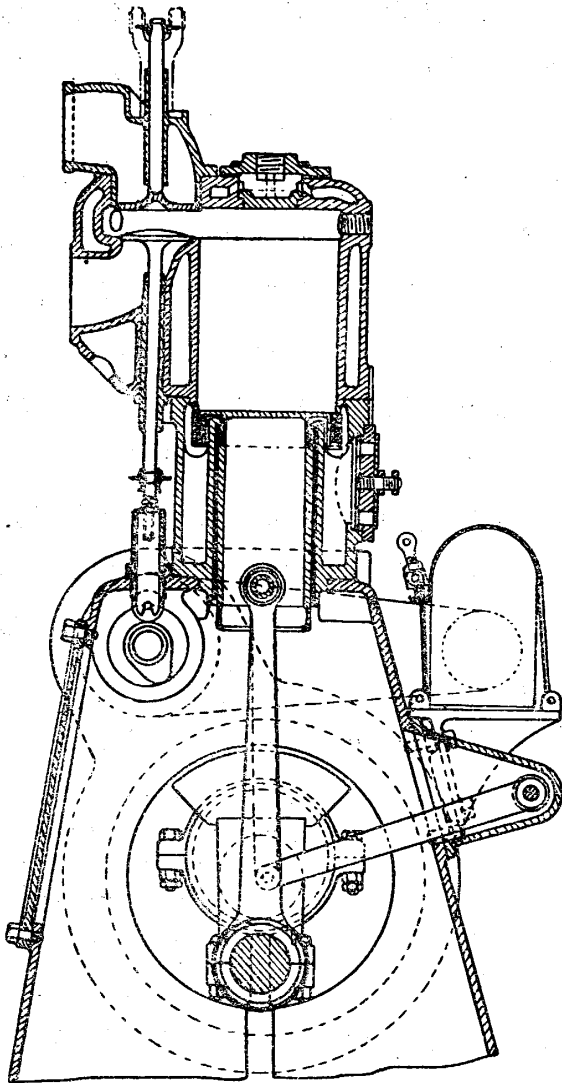


Fig. 4  
Section of supercharging engine.

入れて air と combine して適当な proportion になる様にする。そうすれば mean effective pressure は 40%位高くすることが出来る。他の一つは carburetter から normal mixture を入れて air は diluent として使用して flame temperature を下げ efficiency を高くすることが出来る。

實際 engine の實驗に當つて、air を diluent として入れて efficiency を高くする方は極め

しまふ。expansion stroke の終りに近くなると exhaust valve が開きその直後で cylinder の port が開いて crosshead chamber に compress されてゐた air で scavenge される。exhaust stroke の間にも combustion product と air とは幾分 layer になつてゐて exhaust gas を追ひ出す。

こう云ふ cycle をするのであるからこの engine は二様に働かせることが出来る。即ち一つは carburetter から非常に濃い mixture を

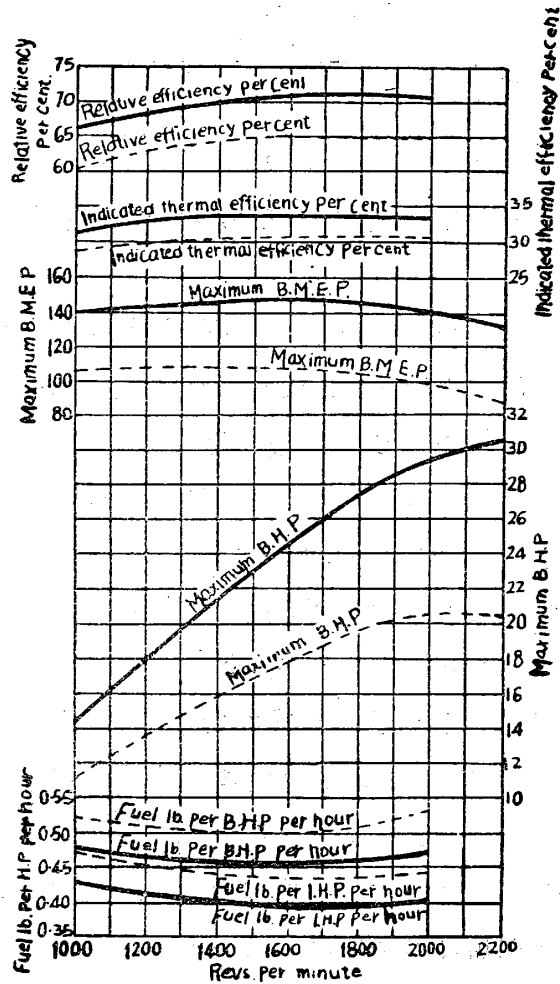


Fig. 5  
Summary curves of performance—full lines Supercharging, dotted lines normal.

て具合よく行つたが、濃い mixture を入れて M. E. P. を高め様とすると様々の困難があつたが色々苦心の後に exhaust gas の少量を cylinder の中に入れることによつてうまく運轉出来る様になつた。

そこで二三の部分の改良をして實驗を行つたがその結果は Fig. 5 に示す通りである。

この實驗は aero-engine に apply する計畫で始めたものであるが若し適當に apply したならば次の様な利益が擧げられる筈である。

- (1) Weight の増加の割合よりもずつと餘計の power が得られること。weight の増加は 10% 位であるのに對して fully saturated supercharge で運轉するときは 40% 位の power gain がある。
- (2) 自動的に altitude の compensation をすること。
- (3) Multicylinder engine の場合にも fuel mixture の uniformity を欠くことから來る loss を補ふことが出来ること。(終り)