

# **Investigation of Swirl Flow on Reducing Soot Formation in Diesel Engines Cylinder by Using Swirl Meter Unit**

**M. Gazikhani**

**Assistant Professor**

**University of Ferdowsi Masshad**

**S. Borgian**

**Msc in Mech. Dept.**

**University of Ferdowsi Masshad**

## ***Abstract***

Swirl flow is the most important parameters on reducing soot in direct Diesel engines, due to reduction of third combustion phase time, causes to reduce total combustion phase time, causes to reduce total combustion time [2].

In this work swirl flow has been investigated in Diesel engine's cylinder. A swirl meter has been desinged and prepared. By using the swirl meter. Swirl flow has been experimentaly simmulated for a range of engine speed, valve lifts and valve positions inside the cylinder. There is a good agreement between the results of this work and the previous works[5,6]. This unit has been desinged in our researeh centers and our universties for the first time. Results shows that in a direct inlet port, the optimum position of inlet valve improved 16% of swirl ratio.

## *Swirl Meter*

-

. [ ]

. [ ]

%

$P_0$   
 $v_0$   
 $\rho$   
 $\omega_p$

$B$   
 $C_s$   
 $N_p$   
 $P_c$

-

- 
- . Soot
  - . Direct Injection
  - . Swirl
  - . Swirl Meter
  - . Directed Inlet Port

Swirl meter Swirl [ ] [ ]

Swirl Swirl [ ]

Swirl [ ]

Swirl [ ]

- 
- . Swirl Flow
  - . Direct Injection
  - . Aligned
  - . Inlined

$$C_s = \frac{\omega_p B}{v_0} \quad ( )$$

- 
- . Stratified-Charge Engine
  - . Scavenging
  - . Prechamber
  - . Steady Flow
  - . Paddle Wheel Swirl Meter
  - . Impulse Swirl Meter
  - . Swirl Coefficient

$$B \left( \frac{N_p}{\omega_p} = 2\pi N_p \right) \cdot \frac{\omega_p}{2V_\theta} \cdot \frac{v_0}{\omega_p B} \cdot [ ]$$

$$v_0 = \left[ \frac{2(P_0 - P_c)}{\rho} \right]^{1/2} \quad ( )$$

$$v_0 = \left\{ \frac{2\gamma}{(\gamma-1)} \frac{P_0}{\rho_0} \left[ 1 - \left( \frac{P_c}{P_0} \right)^{\left( \frac{\gamma-1}{\gamma} \right)} \right] \right\}^{1/2} \quad ( )$$

$$P_0 \quad v_0 \quad 0 \quad C$$

$$( ) \quad (\gamma) \quad ( ) \quad ( ) ( )$$

$$[ ] \quad ( ) \quad ( ) ( )$$

$$(P_c, P_0) \quad v_0 \quad (v_0) \quad ( ) ( )$$

$$( ) \quad ( )$$

(v<sub>0</sub>)

-  
-  
-  
-  
-

/

[ ]

( )

(1)

(3)

) )

(7)

(6)

(8)

(9)

(10)



mm

2070-2280-2458-2690-2900-3100 rpm

$L_V = 9.7\text{mm}$

$L_V = 9\text{mm}$

( )

( )

( )

(e=0)

$L_{V\max} = 9.7\text{mm}$

( )

2070rpm

3100rpm

4.5 3 1.5 -2.5

. Direct Inlet Port

. Valve Lift



2.5mm  
 -2.5mm  
 +1.5mm  
 2070 +1.5mm  
 3100rpm 2485  
 16% 3100rpm  
 +1.5mm 3100rpm 2485  
 +3mm  
 2485rpm +1.5mm  
 3100rpm  
 14.6% +1.5mm  
 +3mm +1.5mm  
 +3mm +1.5mm  
 +4.5mm  
 +1.5mm  
 +3mm +1.5mm  
 2485rpm  
 -2.5mm

$L_V = 9mm$

( )

$L_V = 9.7mm$

+4.5mm

2485rpm

+4.5mm

( ) ( )

[ ] ( )

[ ] ( )

( )

$L_V = 9\text{mm}$

$L_{V\text{max}}$

$L_{V\text{max}}$   $L_V$

( )

[ ]

( ) ( )

$L_V = 9.7\text{mm}$

2485rpm 2280 2070

( )

( )

e=0

( ) ( )

+1.5mm

$L_V = 9.7\text{mm}$

$L_V = 9\text{mm}$

$L_V = 9.7\text{mm}$

(part toad)

. Stationary

---

[ ]

- -

( )

[ ]

45%

3100rpm

47.3%

16%

22.5%

e=+1.5mm

20.5%

e=+3mm

14.6%

-

$L_V = 9\text{mm}$

$L_{V\text{max}} = 9.7\text{mm}$

-

-

-

[ ] Kawashima

[ ] Kern y

[ ]

-

Swirl

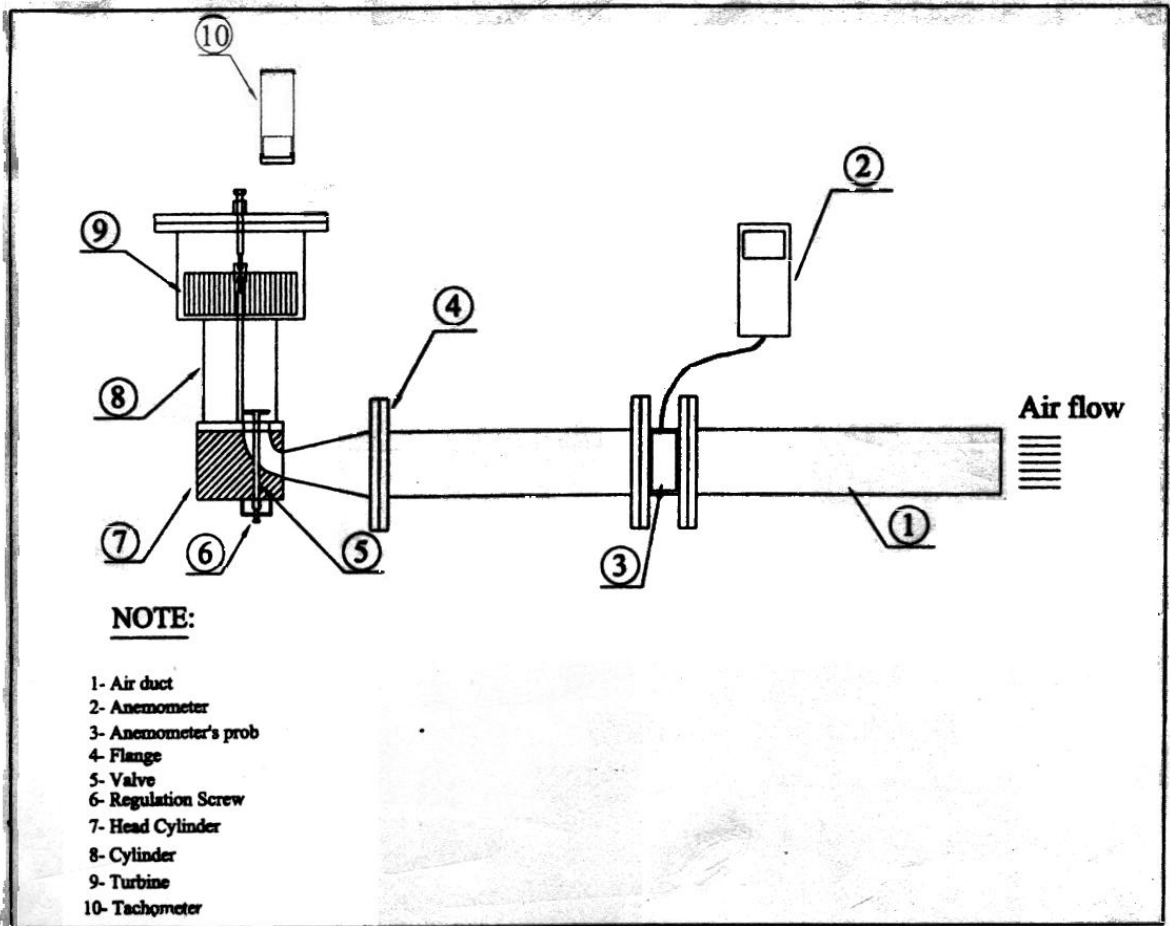
22.4%

e=1.5mm

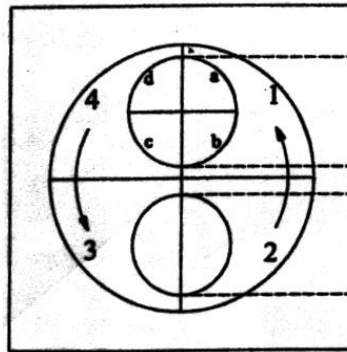
20.5% e=+3mm

- [1]. Asmus, A. F. Wellington, B. F. “Diesel Engines and Fuel Systems”, Longman Cheshire, 1990.
- [2]. Heywood, J. B. “Internal Combustion Engine Fundamentals”, Mc Graw-Hill, 1988.
- [3]. Hiroshi Ogawa, Yokio Matsui, Shuji Kimara and Junichi Kawashima. “Three-dimensional Computation of the Effects of the Swirl Ratio in DI Diesel Engine on Nox and Soot Emission”, Nissan Motor Co. Ltd 1997.
- [4]. Ricardo Consulting Engineers PLC, Shoreham-By-Sea, Sussex. “Development and Application of Fully Machined Helical Inlet Port for High Speed DI Diesel Engines”, C121/82 IMech 1982.
- [5]. Kern, y. Kang, Rolf D. Retz, “The Effect of Intake Valve Alignment on Swirl Generation in a DI Diesel engine”, Engine Research and Development, Korea IMM, ERC, University of Wisconsin-Madison, 1999.
- [6]. Jun-Ichi Kawashima, “Research on a Variable Swirl Intake Port for High-Speed 4-Valve DI Diesel engine”, Nissan Motor Co. 1998.
- [7]. W. Hentschel & K. P. Schindler, “Flow, Spray and Combustion Analysis by Laser Techniques in the Combustion Chamber of a Direct-Injection Diesel Engine”, R & D, Volkswagen AG, Germany, 1995.

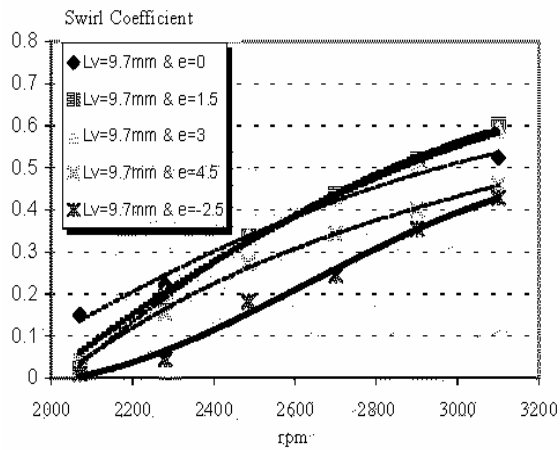




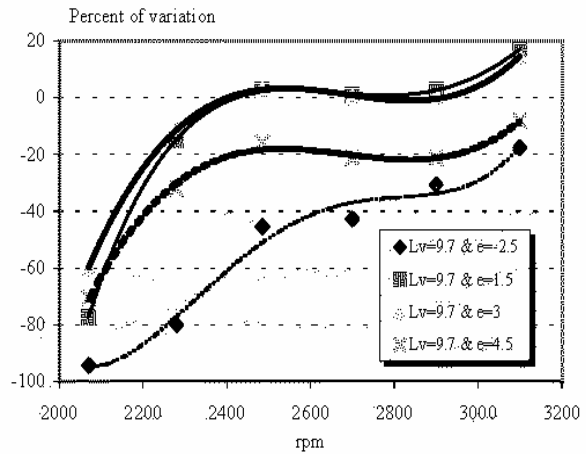
شکل (۱) نقشه طرحواره دستگاه چرخش سنج



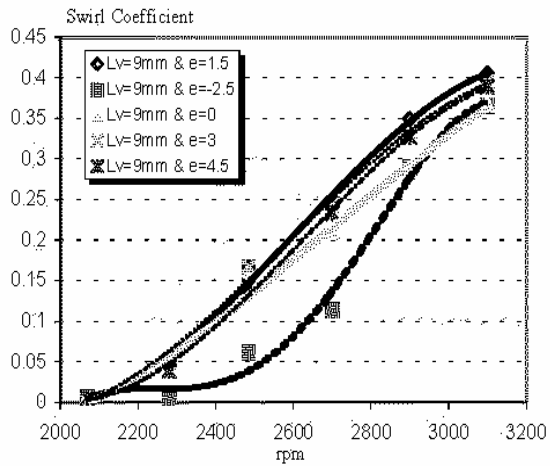
شکل (۲) موقعیت دهانه ورودی هوا نسبت به محور سیلندر



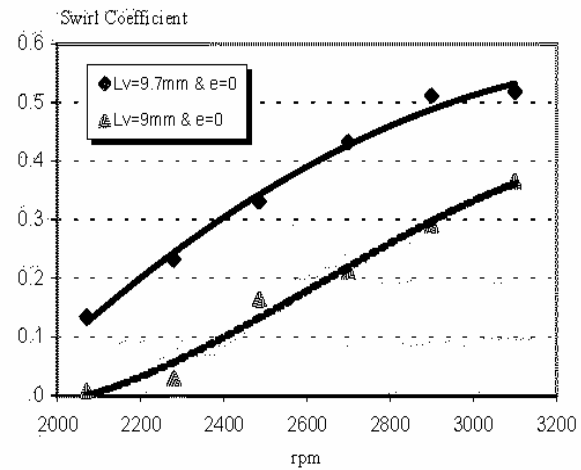
شکل (۳) تغییرات ضریب چرخش به ازای دورهای متفاوت موتور برای خروج از مرکزهای متفاوت



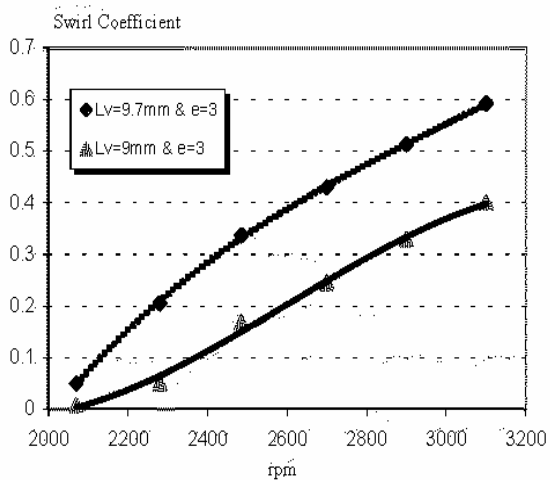
شکل (۴) درصد تغییر ضریب چرخش به ازای دورهای متفاوت موتور نسبت به حالت مبنا ( $e=0$ )



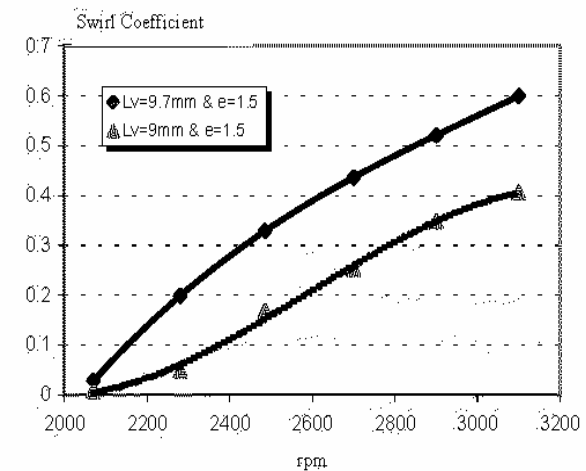
شکل (۵) تغییرات ضریب چرخش به ازای دورهای متفاوت موتور برای خروج از مرکزهای متفاوت



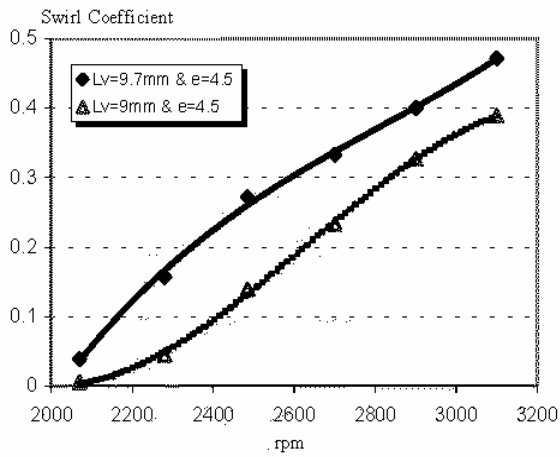
شکل (۶) مقایسه ضرایب چرخش دو بلندشدگی سوپاپ متفاوت برای حالت ( $e=0$ )



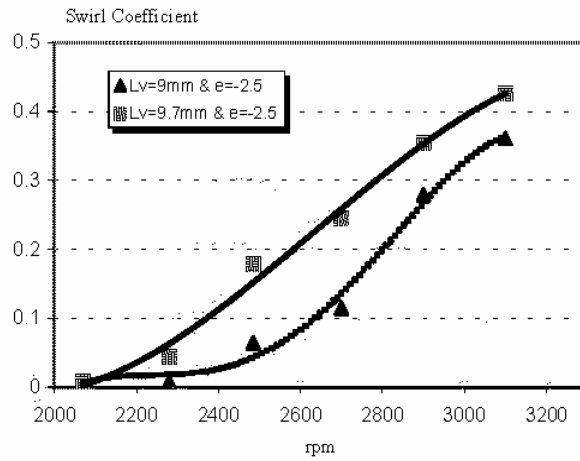
شکل (۷) مقایسه ضرایب چرخش دو بلندشدگی سوپاپ متفاوت



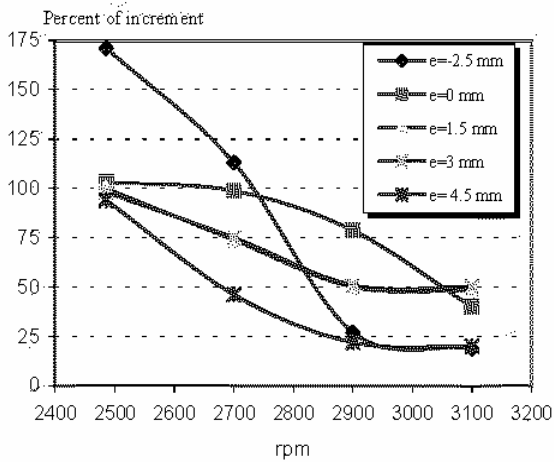
شکل (۸) مقایسه ضرایب چرخش دو بلندشدگی سوپاپ متفاوت



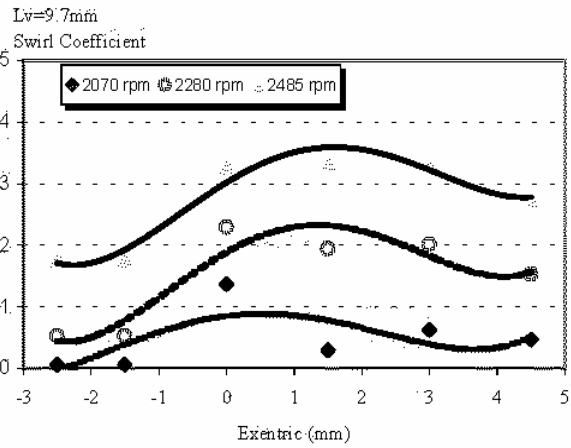
شکل (۹) مقایسه ضرایب چرخش دو بلندشدگی سوپاپ متفاوت



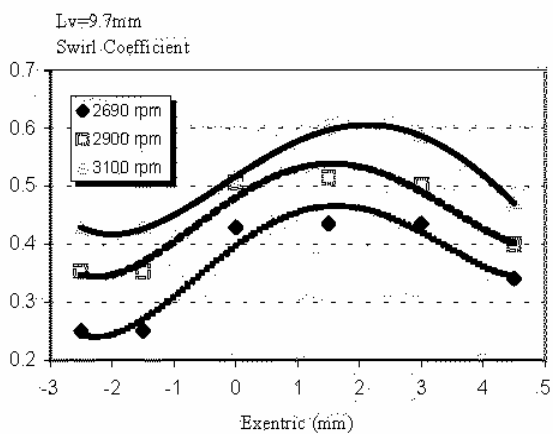
شکل (۱۰) مقایسه ضرایب چرخش دو دهانه سوپاپ متفاوت برای حالت  $e=-2.5$



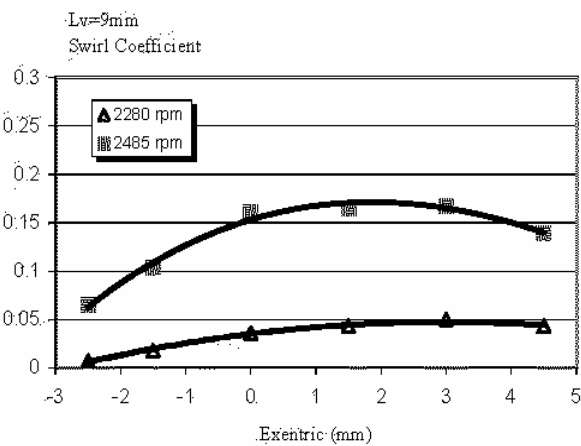
شکل (۱۱) درصد افزایش ضرایب چرخش دهانه سوپاپ ۹.۷mm نسبت به ۹mm برای خروج از مرکزهای متفاوت



شکل (۱۲) تغییرات ضرایب چرخش نسبت به خروج از مرکزهای متفاوت و برای سرعتهای متفاوت در حالت  $L_v=9.7mm$

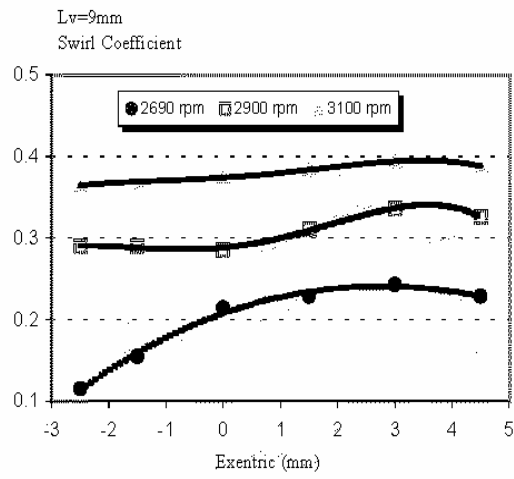


شکل (۱۳) تغییرات ضرایب چرخش نسبت به خروج از مرکزهای متفاوت و برای سرعتهای متفاوت در حالت  $L_v=9.7mm$

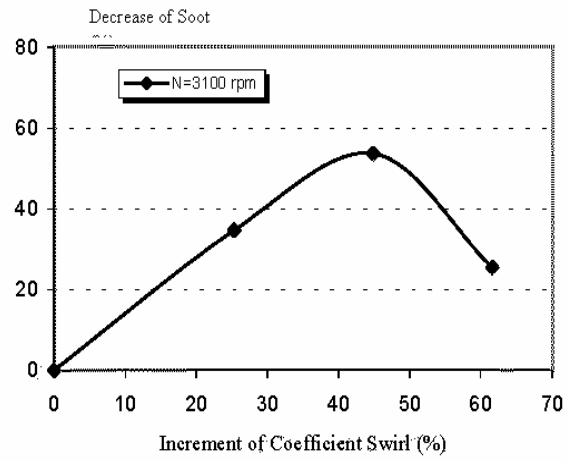


شکل (۱۴) تغییرات ضرایب چرخش نسبت به خروج از مرکزهای متفاوت و برای سرعتهای متفاوت در حالت  $L_v=9mm$





شکل (۱۵) تغییرات ضریب چرخش نسبت به خروج از مرکزهای متفاوت و برای سرعتهای متفاوت در حالت  $L_v=9\text{mm}$



شکل (۱۶) تاثیر درصد تغییر ضریب چرخش بر درصد تغییر عدد دوده [۴]