

УДК 621.436.013.1:621.436–224.7

С.А. АЛЁХИН, В.А. ОПАЛЕВ, П.Я. ПЕРЕРВА

Казенное предприятие "Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению", Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ НА СТАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ ЗАРЯДА В ЦИЛИНДРАХ ДВУХТАКТНЫХ ДИЗЕЛЕЙ С ПРОТИВОПОЛОЖНО ДВИЖУЩИМИСЯ ПОРШНЯМИ ТИПА БТД

Методом холодной продувки на статической модели исследованы движения воздушного заряда в цилиндрах двухтактных дизелей с противоположно движущимися поршнями типа БТД, имеющих различную конструкцию впускных окон. Обосновано применение цилиндра, в котором впускные окна изготовлены путем обкатки режущего инструмента вокруг водоперепускных отверстий, с тангенциальным углом наклона боковых стенок окон $0 \dots 42^\circ$.

дизель, впускные окна цилиндра, угол закрутки, статическая продувка, среднеинтегральная осевая и тангенциальная скорость, смесеобразование

Конструкция впускных окон в значительной степени определяет качество процессов газообмена и смесеобразования и, соответственно, эффективность протекания рабочего процесса в цилиндрах двухтактного двигателя. Поэтому при доводке двухтактных дизелей большое внимание уделяется подбору формы и размеров впускных окон, создающих направленное и вращательное движение воздуха в цилиндре, которое во многом определяет качество очистки и наполнения цилиндра воздухом.

Непосредственное измерение скорости движения воздушного заряда в цилиндрах работающего двигателя является довольно сложной и дорогостоящей работой, так как, кроме трудности измерений в пульсирующем потоке газов, возникают осложнения, связанные с изготовлением опытных вариантов цилиндров. Поэтому в исследовательских работах широко используют метод холодной статической продувки элементов газораспределения. Такой метод позволяет быстро, достаточно просто и без больших материальных затрат производить сравнительную оценку отдельных элементов цилиндра, что значительно сужает область поиска оптимальных конструктивных решений.

В Казенном предприятии "Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению" (КП ХКБД)

была разработана оригинальная методика статической продувки цилиндров двухтактных дизелей с противоположно движущимися поршнями, которая позволяет исследовать движение воздушного заряда в цилиндре двигателя при впуске. Схема установки приведена на рис. 1.

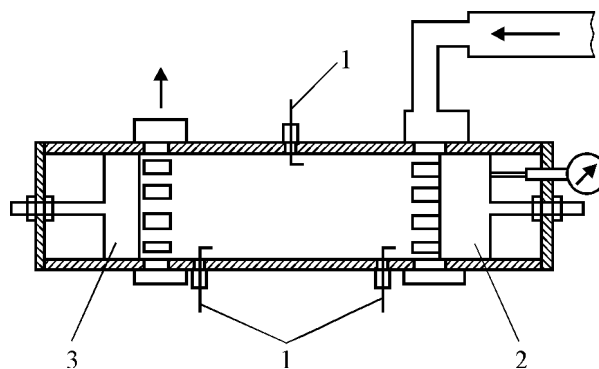


Рис. 1. Схема установки:

- 1 – пневмозонды;
- 2 – впускной поршень;
- 3 – выпускной поршень

Установка имеет ресивер, цилиндр с установленными в нем впускным и выпускным поршнем, расходомерное устройство и пневмозонды, позволяющие измерять по радиусу цилиндра угол закрутки потока, полное и статическое давление воздуха. Пневмозонды устанавливаются возле впускных и выпускных окон и в сечении форсуночного пояса. Каждый поршень имеет возможность передвигаться,

что позволяет обеспечить различные величины открытия окон. Ход поршня измеряется индикаторным глубиномером. Воздух, через расходомерное устройство, подается в ресивер, пройдя впускные окна попадает в цилиндр, а оттуда, через выпускные окна и выпускной ресивер, сбрасывается в атмосферу. Холодная статическая продувка производится в модельных условиях.

Подробно моделирование процесса впуска рассмотрено в работе [1]. Определение модельной скорости производилось по известным методикам [2]. Полученные модельные значения абсолютной скорости приводились к натурным условиям согласно уравнениям теории подобия. Тангенциальная $V_{\text{тн}}$ и осевая $V_{\alpha\text{н}}$ скорости определялись по формулам:

$$V_{\text{тн}} = V_{\text{н}} \cdot \sin \beta; \quad (1)$$

$$V_{\alpha\text{н}} = V_{\text{н}} \cdot \cos \beta, \quad (2)$$

где β – угол между осью цилиндра и направлением абсолютной скорости потока, измеренный пневмозондом;

$V_{\text{н}}$ – натурная абсолютная скорость.

Среднеинтегральные значения тангенциальной и осевой скорости на различных радиусах цилиндра и в каждом из трех поперечных сечений определялись по формулам:

$$V_{\tau\Sigma} = \frac{\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} V_{\text{тн}}(\alpha) d\alpha}{\alpha_2 - \alpha_1}; \quad (3)$$

$$V_{\alpha\Sigma} = \frac{\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} V_{\alpha\text{н}}(\alpha) d\alpha}{\alpha_2 - \alpha_1}, \quad (4)$$

где α_1 – начало впуска по углу поворота коленвала;

α_2 – конец впуска по углу поворота коленвала.

По указанной методике было испытано два варианта исследовательских и три варианта рабочих цилиндров с различными тангенциальными углами наклона боковых стенок впускных окон.

В процессе исследований было выявлено, что все варианты впускных окон рабочих цилиндров имеют обратный ток воздуха по оси цилиндра (течение происходит от выпускных к впускным окнам) в начальной и конечной стадии открытия и закрытия окон. Это объясняется тем, что в этот момент в цилиндрах имеется наибольшая закрутка (вихрь), но нет хорошо организованного радиального движения воздуха, которое создает в центре цилиндра достаточно мощный осевой поток. Данный эффект проиллюстрирован на рис. 2, а, где изображены осевые скорости в исследовательском цилиндре с впускными окнами с тангенциальным углом закрутки $15 \dots 30^\circ$.

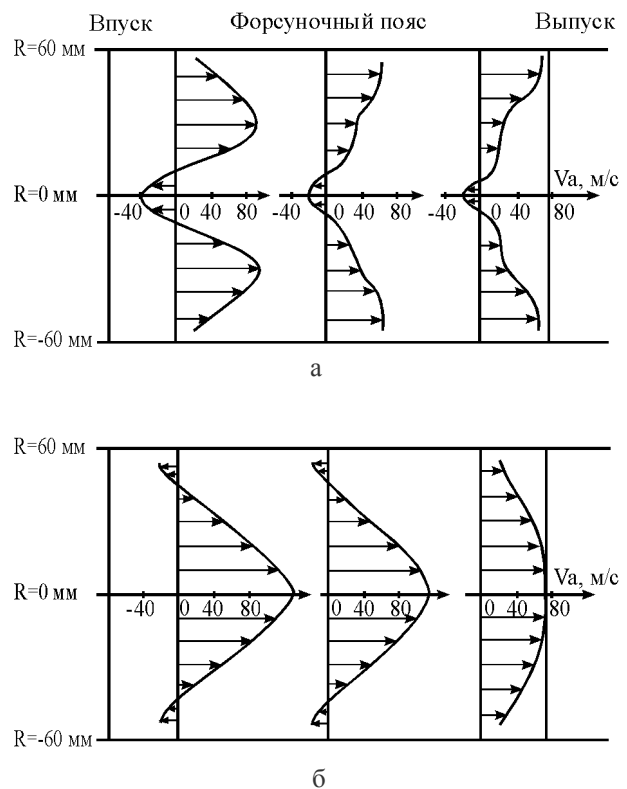


Рис. 2. Поле осевой скорости в сечениях цилиндров с тангенциальным углом закрутки окон:

а – $15 \dots 30^\circ$;

б – 0°

На рис. 2, б представлено поле осевых скоростей в исследовательском цилиндре с впускными окнами только с радиальным углом входа (тангенциальный угол закрутки равен 0°).

Как видно из данного рисунка, радиальное направление окон создает мощный осевой поток в центре цилиндра, но в пристеночной зоне цилиндра наблюдается обратный ток воздуха. Обратное течение воздуха в том и другом случае неблагоприятно отражается на качестве процесса очистки и наполнения цилиндра воздухом.

В результате исследований установлено, что цилиндр дизеля 6ТД-1 с изменяющимся тангенциаль-

ным углом наклона боковых стенок окон, считая от н.м.т., от 0 до 35° не имеет обратного течения воздуха при полностью открытых окнах и обладает довольно равномерно распределенной по радиусу цилиндра среднеинтегральной осевой скоростью (рис. 3, а). Это должно способствовать эффективной очистке цилиндра от отработанных газов при минимальных затратах энергии на продувку.

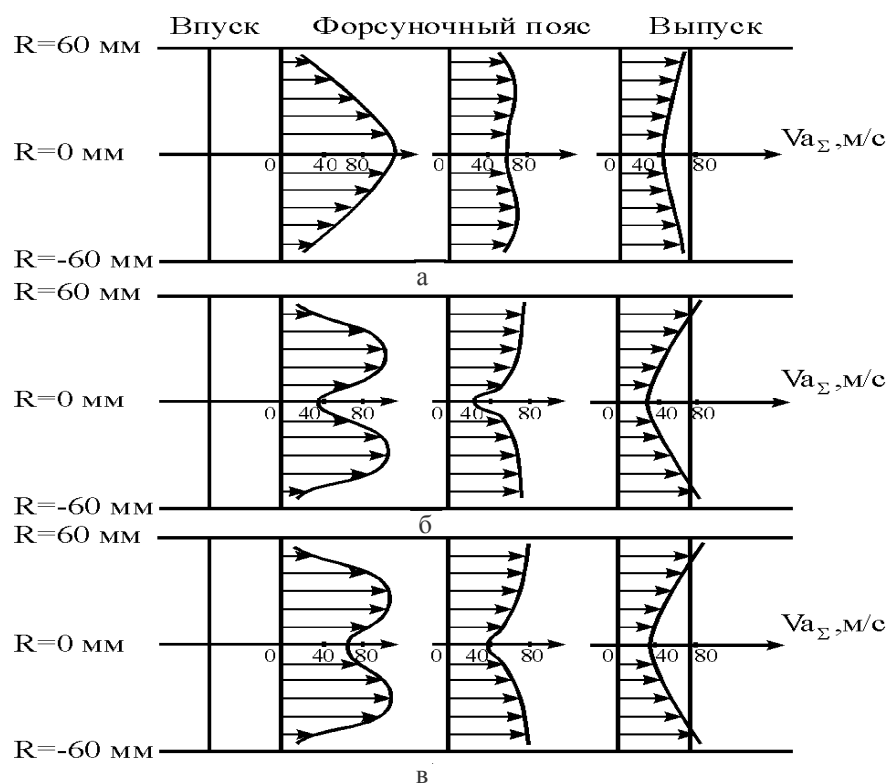


Рис. 3. Поле среднеинтегральной осевой скорости в сечениях цилиндров с тангенциальным углом закрутки окон: а – 0 ... 35° (цилиндр дизеля 6ТД-1); б – 0 ... 40° (цилиндр дизеля 6ТД-2); в – 0 ... 42° (опытный цилиндр)

Цилиндр дизеля 6ТД-2 с наклоном боковых стенок окон 0 ... 40° имеет зону заниженных осевых скоростей по оси цилиндра (рис. 3, б), что несколько ухудшит процесс очистки и наполнения цилиндра, но этот цилиндр обладает повышенной на ~10% тангенциальной скоростью по сравнению с цилиндром дизеля 6ТД-1 (рис. 4, а, б).

Увеличение тангенциальной скорости благоприятно отражается на качестве процесса смесеобразования. Наиболее перспективным является цилиндр, в котором впускные окна изготовлены по

новой технологии, которая позволила увеличить их суммарное проходное ("живое") сечение на ~10% по сравнению со штатными цилиндрами. В опытном цилиндре водоперепускные отверстия в перемычках окон выполняются соосными с осью цилиндра, а впускные окна изготавливаются путем обкатки режущего инструмента диаметра 7 ... 7,5 мм по образующей условного цилиндра, расположенного на среднем диаметре стенки цилиндра. Этим обеспечивается меньшее затенение перемычками проходного сечения окон, в резуль-

тате чего достигается увеличение минимального проходного сечения. В опытном цилиндре танген-

циальные углы закрутки выполнены изменяющиеся по высоте от 0 до 42°.

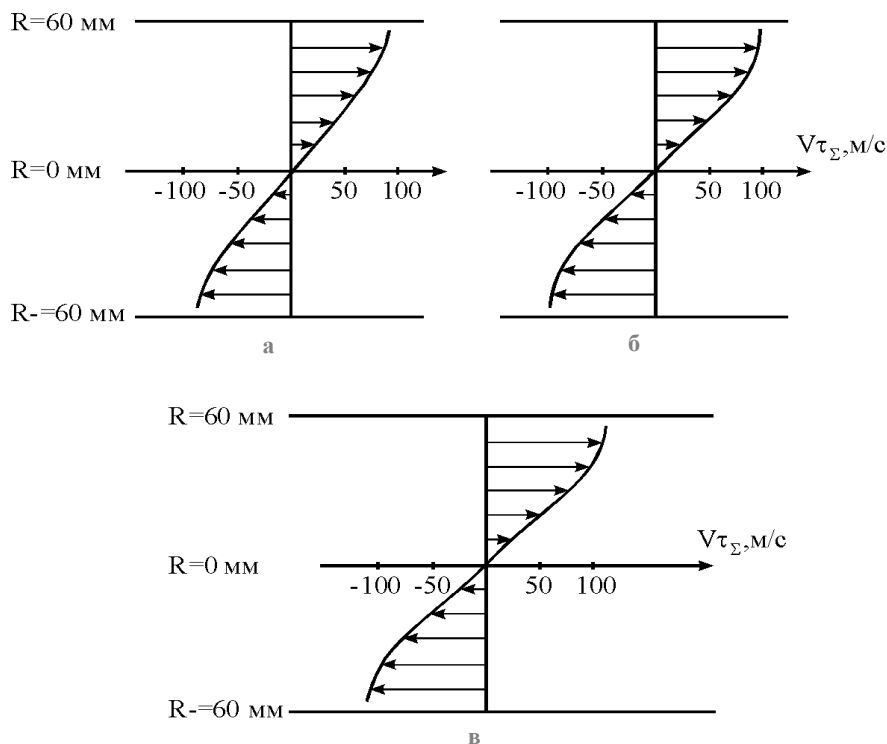


Рис. 4. Поле среднеинтегральной тангенциальной скорости в сечении форсуночного пояса цилиндров с тангенциальным углом закрутки окон: а – 0 ... 35° (цилиндр дизеля 6ТД-1); б – 0 ... 40° (цилиндр дизеля 6ТД-2); в – 0 ... 42° (опытный цилиндр)

На рис. 3, в, 4, в показаны среднеинтегральные осевые и тангенциальные скорости в сечениях опытного цилиндра. Из рис. 3, в видно, что в опытном цилиндре равномерность распределения по радиусу цилиндра среднеинтегральной осевой скорости несколько лучше, чем характер изменения поля средней осевой скорости цилиндра дизеля 6ТД-2 с тангенциальным углом 0° ... 40° (рис. 3, б), а тангенциальная скорость на ~ 9% выше (рис. 4, в), чем в цилиндре дизеля 6ТД-2 (рис. 4, б). Таким образом, опытный цилиндр, имея удовлетворительную очистку от отработанных газов, обладает наибольшей закруткой воздушного заряда, что особенно важно для эффективного протекания процесса смесеобразования.

Суммируя все изложенное выше, можно сделать важный вывод: рекомендуется опытный цилиндр с

изготовлением впускных окон по новой технологии и тангенциальным углом наклона боковых стенок окон 0° ... 42° исследовать на одноцилиндровом дизеле на различных режимах.

Литература

1. Опалев В.А. Определение закрутки воздуха в цилиндре двигателя с помощью насадки для измерения направления потока // Вестник ХГПУ. – Х.: ХГПУ. – 2001. – Вып. 26. – С. 59 – 62.
2. Повх И.Л. Аэродинамический эксперимент в машиностроении. – Л.: Машиностроение, 1974. – 479 с.

Поступила в редакцию 28.05.2004

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.П. Кудряш
Институт проблем машиностроения НАН Украины,
Харьков.