

него сгорания. – Херсон: ОАО ХГТ, 2006. – 451 с. 4. Гюльднер Г. Двигатели внутреннего сгорания их работа, конструкция и проектирование: в 2-х Т – Т.2. – М.: «МАКИЗ», 1928. – С. 797-817. 5. Cooper-Bessemer coal-fueled engine system–progress report / Rao A.K., Wilson R.P., Balles E.N., Mayville R.A., McMillian M.H., Kimberley J.A. // «ASME Transactions – Journal of Engineering for Gas Turbines and Power», Vol. 110, № 3. – 1988. – P. 498-506. 6. Ривкин С.Л., Александров А.А.

Теплофизические свойства воды и водяного пара. – М.: «Энергия», 1980. – 424 с. 7. Хилько С.Л., Титов Е.В. Коллоидные композиции как экологически чистые виды топлив // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2001. – № 6. – С. 12–15. 8. Бернштейн Е.В., Гладков О.А. Уменьшение вредных выбросов дизелей при их стендовых испытаниях: Обзор. – М.: ЦНИИ ТЭИтяжмаш, 1989. – 28 с.

УДК 621.436-224.7

С.А. Алёхин, канд. техн. наук, В.А. Опалев, инж., **П.Я. Перерва**, канд. техн. наук

## УЛУЧШЕНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВПУСКНЫХ ОКОН В ДВУХТАКТНОМ ДИЗЕЛЕ С ПРОТИВОПОЛОЖНО ДВИЖУЩИМИСЯ ПОРШНЯМИ ТИПА 6ТД

В двухтактных двигателях внутреннего сгорания конфигурация и размеры впускных окон, создающих направленное движение воздушного заряда в цилиндре, во многом определяют эффективность очистки и наполнения цилиндра, а также эффективность процесса смесеобразования и сгорания. Анализ публикаций показывает, что возможности улучшения газодинамических характеристик впускных окон еще не реализованы в полной мере [1]. При этом в большинстве случаев улучшение характеристик может быть обеспечено без существенных изменений конструкции гильзы цилиндра.

В Казенном предприятии "Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению" (КП ХКБД) разработаны двухтактные дизели с противоположно движущимися поршнями, которые имеют довольно высокий уровень совершенства рабочего процесса, что во многом обеспечивается впускными окнами, имеющими изменяющийся по высоте окна тангенци-

альный угол наклона боковых стенок окон для одной модификации дизелей  $0...40^{\circ}$ , для другой модификации -  $0...42^{\circ}$ .

Увеличение угла наклона боковых стенок окон свыше  $42^{\circ}$  при принятом исполнении винтообразных впускных окон приводит к существенному уменьшению эффективного проходного сечения впускных окон из-за технологических ограничений [2]. Поэтому в ХКБД были проведены работы по изысканию резервов по дальнейшему улучшению газодинамических характеристик впускных окон без существенных изменений их конфигурации и размеров.

Разработан цилиндр, в котором только в боковых стенках окон со стороны сбегающего потока воздуха на внутренней поверхности цилиндра выполнены скосы (схематическое изображение выполненных скосов показано на рис. 1).

В штатном цилиндре улучшение гидравлического сопротивления впускных окон достигнуто пу-

тём организации плавного входа воздуха в окна за счет выполнения скосов на наружной поверхности цилиндра только на стенках окон со стороны набегающего потока воздуха. Воздух обтекает стенку со скосом без отрыва на входе благодаря эффекту Коанда, приводящего к тому, что пограничный слой вдоль такой стенки как бы прижимается к ее поверхности, улучшая тем самым газодинамические характеристики впускных окон.



Рис. 1. Схематическое изображение выполнения скосов на боковых стенках впускных окон:  
1 - зеркало цилиндра; 2 - скос на внутренней стороне цилиндра

В опытном цилиндре такой же эффект достигнут за счёт выполнения дополнительных скосов на внутренней поверхности цилиндра (со стороны зеркала цилиндра) только на стенках окон со стороны сбегающего потока воздуха. В таком цилиндре плав-

ный выход воздуха из впускных окон цилиндра приводит к более благоприятным полям осевых и тангенциальных скоростей воздуха, что должно положительно сказываться на протекании процессов газообмена и смесеобразования.

Цилиндры с тангенциальным углом наклона боковых стенок впускных окон  $0...42^\circ$  с дополнительными скосами и без скосов были исследованы на стенде статической продувки ХКБД по методике, изложенной в работе [3]. В результате испытаний было получено поле среднеинтегральной тангенциальной (рис. 2) и среднеинтегральной осевой (рис. 3) скорости воздуха за все время впуска в сечении форсуночного пояса по радиусу цилиндра для впускных окон со скосами (сплошная линия) и без скосов (пунктирная линия).

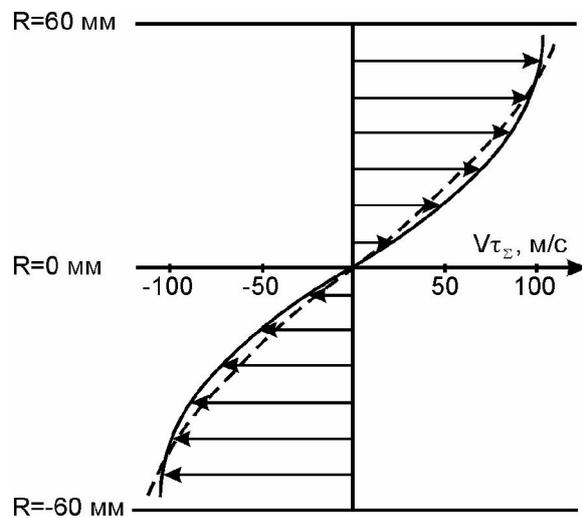


Рис. 2. Поле среднеинтегральной тангенциальной скорости в сечении форсуночного пояса цилиндра с углом закрутки окон  $0...42^\circ$ :  
- - со скосами (опытный цилиндр);  
- - без скосов (штатный цилиндр).

Как видно из рис. 2 при наличии дополнительных скосов на боковой стороне впускных окон на периферийном радиусе цилиндра  $R = 54$  мм тангенциальная скорость воздуха уменьшилась на  $\sim 4\%$ , а на срединном радиусе  $R = 30$  мм тангенциальная

скорость увеличилась на ~ 10%. В данном случае, в целом, суммарная закрутка воздуха увеличивается незначительно, однако увеличение закрутки происходит за счёт внутренних слоев воздушного заряда, что должно обеспечивать меньшие потери на трение о стенки цилиндра вращающейся массы воздуха при сжатии заряда. Это позволит иметь большую тангенциальную скорость воздушного заряда в камере сгорания в конце такта сжатия в цилиндре с впускными окнами со скосами, по сравнению с цилиндром с впускными окнами без скосов.

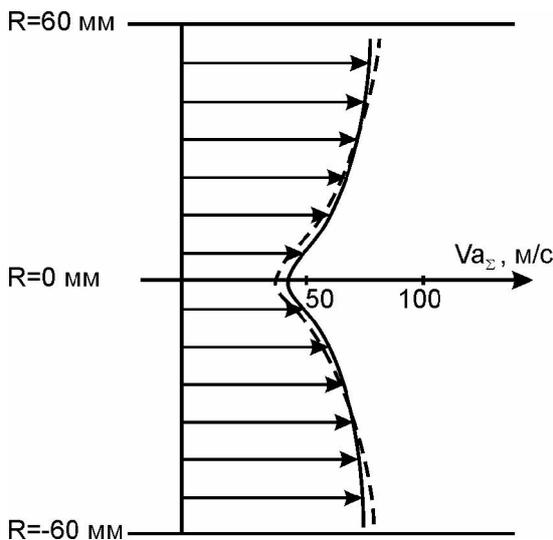


Рис. 3. Поле среднеинтегральной осевой скорости в сечении форсуночного пояса цилиндров с углом закрутки окон  $0...42^\circ$ :

- со скосами (опытный цилиндр);
- без скосов (штатный цилиндр)

При наличии скосов уменьшается осевая скорость воздуха на периферии цилиндра и увеличивается в центре (рис. 3), т.е. происходит улучшение равномерности осевой скорости по радиусу цилиндра по сравнению с впускными окнами без скосов. Улучшение равномерности средней осевой скорости по радиусу цилиндра способствует лучшей очистке цилиндра от отработавших газов.

Из изложенного выше следует, что применение дополнительных скосов на боковых стенках впуск-

ных окон на внутренней стороне цилиндра приводит к незначительному росту суммарной закрутки воздушного заряда при впуске и к существенному улучшению распределения тангенциальной и осевой скорости воздушного заряда по радиусу цилиндра, что должно улучшить качество процессов газообмена и смесеобразования.

Аналогичные скосы на боковых стенках впускных окон были выполнены у цилиндра с тангенциальным углом наклона окон  $0...40^\circ$ . В результате испытаний данного цилиндра на одноцилиндровом двухтактном двигателе было получено во всем диапазоне нагрузки снижение удельного эффективного расхода топлива  $g_e$  и температуры выпускных газов  $t_p$ , соответственно на  $2...6$  г/э.л.с.ч и  $10...20$  °С, по сравнению с цилиндром с впускными окнами без скосов. При этом расход воздуха через цилиндры со скосами и без скосов на окнах практически не изменился.

Очевидно, улучшение параметров двигателя в данном случае связано с более качественным смесеобразованием вследствие повышения интенсивности закрутки воздушного заряда в камере сгорания и улучшения очистки цилиндра от отработавших газов.

Таким образом, рекомендуется провести испытания на одноцилиндровом дизеле на различных режимах опытного цилиндра с тангенциальным углом наклона боковых стенок окон  $0...42^\circ$  и с дополнительными скосами на боковых стенках впускных окон со стороны зеркала цилиндра.

#### Список литературы:

1. Алёхин С.А. Улучшение экономических показателей тепловозной модификации дизеля 6ТД путем совершенствования гидравлических характеристик впускных окон цилиндра. *Авиационно-космическая техника и технология*. - Харьков, Нац. аэрокосм. ун-

т "ХАИ", 2003. - Вып. 42/7. - С.51-53 .  
 2. Рязанцев Н.К., Алёхин С.А., Перерва П.Я., Бородин Ю.С., Бородин Д.Ю. Улучшение процесса газообмена двухтактного транспортного дизельного двигателя БДН12/2×12 за счёт совершенствования конфигурации и размеров впускных окон цилиндров. Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье. Сб. науч. тр. - Харь-

ков: ХГПУ, 1998, Вып. 6 Ч.2.- С.93-96. 3. Алёхин С.А., Опалев В.А., Перерва П.Я. Исследование на статической модели движения заряда в цилиндрах двухтактных дизелей с противоположно движущимися поршнями типа БТД. Авиационно-космическая техника и технология. - 2004. - Вып. 8 (16). - С.59-62.

УДК 621.43.052

С.А. Алёхин, канд. техн. наук, Ю.А. Анимов, канд. техн. наук, Е.Н. Овчаров, инж.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАСШИРЕНИЮ ДИАПАЗОНА БЕССРЫВНОЙ РАБОТЫ ЛОПАТОЧНОГО ДИФFUЗОРА ВЫСОКОНАПОРНОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА

### Введение

Известно, что в высоконапорном центробежном компрессоре (ЦБК) диапазон характеристик по расходу воздуха ( $\Delta \bar{G}_k = \frac{G_{\max} - G_{\text{номл}}}{G_{\text{номл}}}$  при  $M_{u2} = \text{const}$ ) определяется диапазоном бессрывной работы его лопаточного диффузора. Решающими для оценки взаимодействия двух основных элементов ЦБК – рабочего колеса и лопаточного диффузора – являются процессы течения потока и энергообмена в безлопаточном кольцевом пространстве между ними. Здесь взаимодействуют между собой пульсации потока на выходе из колеса и неравномерное поле давления, обусловленное встречным влиянием лопаточного венца диффузора. Трудно поддающееся расчетному исследованию это взаимодействие оказывает большое влияние на дальнейшее преобразование скорости течения в давление и, в конечном счете, на характеристики ЦБК.

На выходе из рабочего колеса всегда имеет место

неравномерная структура потока как по окружности, так и в меридиональном сечении, обусловленная различными факторами – диффузорностью межлопаточного канала колеса, образованием в нем осевого вихря, кромочными следами, неравномерностью потока на входе в колесо при применении, например, коленообразного воздухозаборного патрубка, наличием торцевого зазора между лопатками колеса и обтекателем и др. Чем выше напорность компрессора и, соответственно, уровень скоростей течения, тем заметнее проявление этих факторов, тем больше их влияние на величину потерь в компрессорной ступени. При относительно небольшой протяженности безлопаточного участка диффузора, характеризуемой отношением  $\bar{D}_3 = D_3 / D_2$ , поток не успевает приобрести однородную структуру на входе в лопаточный венец диффузора, вследствие чего сокращается диапазон бессрывного течения в лопаточном диффузоре с изменением расхода воздуха через компрессор.

Очевидно, что уменьшая неравномерность потока