

Предлагаемые мероприятия способствуют понижению скорости движения транспортных средств и ее поддержанию в рамках установленного ограничения на исследуемом участке (40 км/ч).

УДК 656

**ВЫБОР ФОРМЫ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО
ДВИГАТЕЛЯ С НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ВПРЫСКА
CHOICE COMBUSTION CHAMBER SHAPE DIESEL LOW
INTENSITY INJECTION**

Кухаренко Г.М., доктор технических наук, профессор;

Березун В.И., аспирант

Kukharenok G.M., Doctor of Technical Sciences, professor;

Berezun V.I., graduate student

Аннотация. *В статье рассмотрены вопросы выбора формы камеры сгорания дизельного двигателя с низкой интенсивностью впрыска.*

Abstract. *The article examines the question of choice of a combustion chamber diesel engines with low intensity injection.*

Ужесточающиеся экологические нормы заставляют производителей двигателей модернизировать конструкцию в сторону снижения выбросов вредных веществ. Самым важным мероприятием, позволяющим достигать высокие требования законодательства, является организация согласования формы камеры сгорания (КС) и топливных факелов с учетом интенсивности движения воздушного заряда [1, 2].

В рамках работ по доводке рабочего процесса четырехцилиндрового дизельного двигателя мощностью 100 кВт, оснащенного механической топливopодающей аппаратурой (ТА), были сконструированы и испытаны различные варианты КС (рисунок 1).

Испытания КС заключались в снятии внешних скоростных характеристик. Корректировка положения топливных струй относительно КС производилась изменением толщины шайбы между корпусом форсунки и поверхностью головки блока цилиндров в диапазоне ± 1 мм. Наилучший вариант с точки зрения дымности выбирался для дальнейшего сравнения. Результаты испытаний сведены в таблицу 1.

За базовый вариант была взята открытая КС с диаметром горловины (d_r) 55 мм, имеющая поднутрение, выполненное радиусом 8 мм (вариант 1).

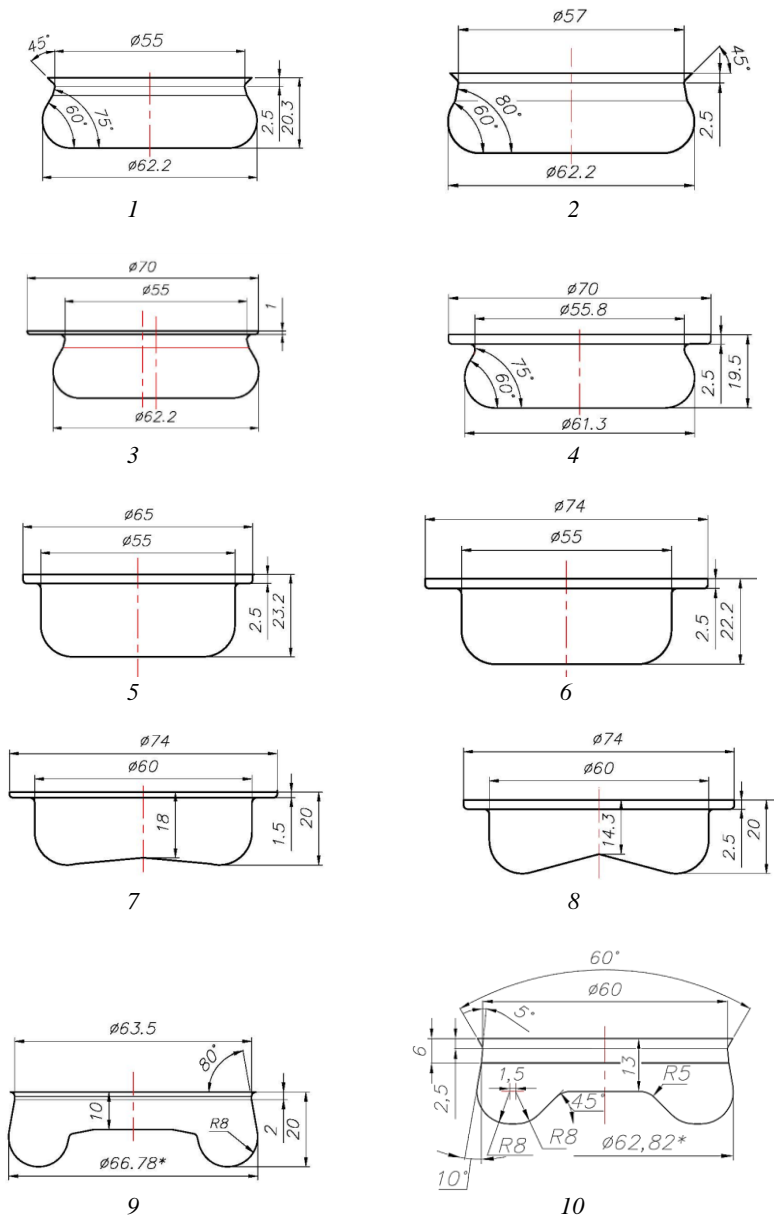


Рисунок 1 – Варианты форм КС

Таблица 1 – Результаты испытаний

n, об/мин	Варианты КС									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ge, г/кВт·ч									
2400	258,6	256,1	256,5	256,4	265,3	259,9	259,3	257,6	255,7	255,3
2200	241,5	240,8	239,6	238,5	246,5	243,8	238,8	238,3	238,9	238,1
2000	228,8	228,7	227,0	226,9	233,9	228,9	227,0	226,4	226,1	226,0
1800	220,9	218,8	217,7	220,0	223,4	221,8	219,8	219,1	219,0	219,8
1600	214,1	212,0	212,8	214,6	217,1	215,4	213,9	212,1	213,1	213,3
1400	210,4	208,0	209,3	211,8	212,9	212,0	208,9	210,5	212,1	211,4
1200	216,5	212,2	213,7	220,2	216,9	217,7	215,2	218,9	219,8	219,2
1100	224,6	220,9	222,3	230,4	224,9	226,4	224,6	228,3	229,1	224,5
	N, % HSU									
2400	6,5	4,5	4,4	4,0	9,2	7,3	5,0	5,5	2,9	3,3
2200	5,8	4,2	3,9	3,7	8,4	6,7	4,3	3,7	2,8	3,2
2000	5,3	4,0	3,6	3,6	8,0	6,4	4,1	3,6	2,8	3,3
1800	4,5	3,5	3,3	3,8	7,2	5,9	3,7	3,3	3,4	3,5
1600	4,3	3,2	3,6	5,1	8,3	7,2	4,3	4,3	5,4	4,5
1400	8,8	6,5	7,1	17,5	13,4	15,2	11,3	17,0	20,0	15,2
1200	35,5	24,6	33,0	53,0	35,4	43,7	45,0	59,0	51,0	44,1
1100	60,4	57,0	63,0	75,0	59,5	66,2	67,0	82,5	69,5	57,8

Увеличение d_r до 57 мм (вариант 2) позволило снизить дымность и удельный расход топлива по всей внешней скоростной характеристике (BCX). Сопоставимого результата удалось добиться выполнением кромки диаметром (d_k) 70 мм и высотой (h_k) 1 мм в верхней части КС при сохранении $d_r = 55$ мм (вариант 3).

Увеличение d_r до 55,8 мм и h_k до 2,5 мм (вариант 4) привело к росту дымности и расхода топлива по BCX в диапазоне частот вращения коленчатого вала двигателя (n) ниже 1400 об/мин. Сопоставимые результаты были получены при испытании КС без поднутрения при увеличении d_r до 60 мм (варианты 7, 8). Причем дымность при применении кромки с меньшим h_k на низких частотах вращения меньше.

Сохранение $d_r = 55$ мм в КС, выполненных с кромкой $h_k = 2,5$ мм без поднутрения (варианты 5, 6), привело к росту дымности выше значений базового варианта.

Таким образом, при использовании механической ТА с максимальным давлением впрыска на номинальном режиме до 100 МПа (рисунок 2) при увеличении d_r камеры сгорания в диапазоне частот вращения коленчатого вала выше 1400...1500 об/мин дымность снижается, что позволяет полу-

чить лучшие показатели по выбросам твердых частиц в области нормирования экологических показателей. Однако на низких частотах вращения, где давление впрыска топлива составляет всего 30 МПа – наблюдается рост дымности, превышающий нормируемый предел при $n = 1100$ об/мин. Причем тенденция роста дымности превалирует больше у КС, выполненных без поднутрения.

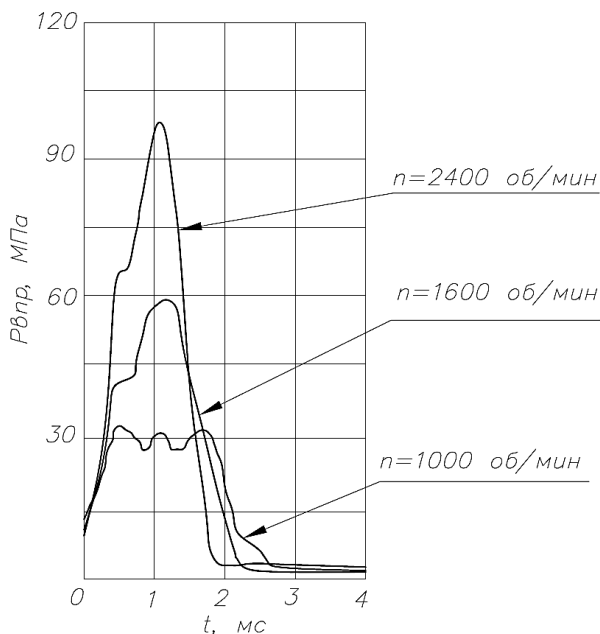


Рисунок 2 – Диаграмма протекания процесса впрыска топлива на полной нагрузке при различной частоте вращения коленчатого вала

Не удалось достичь нормируемый предел дымности при $n = 1100$ об/мин и на КС $sd_r = 63,5$ мм, выполненной с поднутрением под углом 80° к днищу поршня и вытеснителем в центре (вариант 9), хотя дымность в диапазоне частот вращения 1800–2400 об/мин относительно всех сравниваемых вариантов была самой низкой. Следы топливных факелов на КС показаны на рисунке 3.

Проанализировав результаты испытаний была сконструирована КС с $d_r = 60$ мм, поднутрением и вытеснителем (вариант 10), позволившая снизить дымность при $n = 1100$ об/мин с небольшим ростом дымности при $n = 1800$ –2400 об/мин в сравнении с вариантом 9.

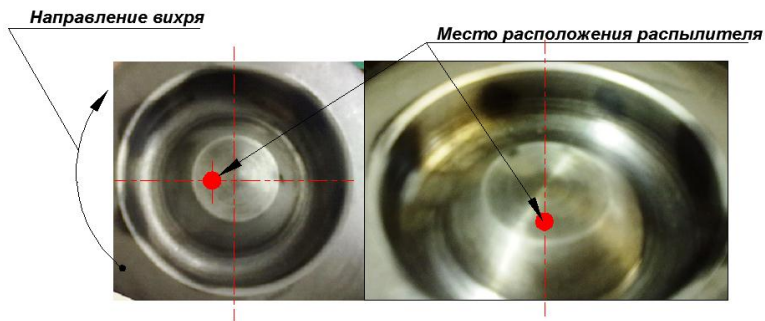


Рисунок 3 – Следы топливных факелов на КС вариант 9

Вывод

В дизельных двигателях с несимметрично расположенной КС и наклонной форсункой, топливные факелы, имеющие меньшую длину (задние струи), находятся в более тяжелых условиях с точки зрения смешивания. Большой угол разнесения задних струй в сравнении с передними полностью не устраняет локальное переобогащение, ведущее к увеличению выброса твердых частиц, о чем свидетельствует большая площадь пятна контакта топливного факела с КС. Улучшить смесеобразование в диапазоне средних и высоких частот вращения помогает увеличение диаметра КС, однако приводит к потере интенсивности вихря на низких частотах вращения, вызывая увеличению дымности. Компромиссным решением в дизелях с низкой интенсивностью впрыска является выполнение поднутрения в КС совместно с вытеснителем, что при сохранении неизменной степени сжатия дает возможность сохранить длину свободного распространения топливного факела. Увеличение диаметра КС должно согласовываться с углами распространения топливных факелов, которые не должны попадать на днище поршня после момента окончания впрыска топлива.

Литература

1. BOSCH. Системы управления дизельными двигателями / пер. с нем. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 480 с.: ил.
2. Севиздрал, С.П. Обеспечение экологических показателей уровня Евро-4 и Евро-5 на автомобильных дизелях Минского моторного завода / С.П. Севиздрал, Г.М. Кухаренок, В.И. Березун // ВІСТІ Автомобільно-дорожнього інституту: науково-виробничий збірник. – Горлівка, 2012. – № 1(14). – С. 95–105.