

**ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
СМЕСЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С ЭТАНОЛОМ
PERFORMANCE OF DIESEL ENGINE USING DIESEL FUEL
MIXES WITH ETHANOL**

Кухаренок Г.М., доктор технических наук, профессор;
Петрученко А.Н., кандидат технических наук, доцент
(Белорусский национальный технический университет)

Kukharenok G.M., Doctor of Technical Sciences, Professor;
Petruchenko A.N., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(Belarusian National Technical University)

Анотация. Приведены результаты расчета экологических и топливно-экономических показателей дизельного двигателя при работе на смеси дизельного топлива и этанола.

Abstract. The results of the calculation of the environmental and economic performance of fuel and diesel engine runs on a mixture of diesel fuel and ethanol.

Проведены расчетные исследования по определению выбросов окислов азота дизеля Д = 249, работающего на режимах С25, С50, С75 и С100 тринадцатипетипенчатого испытательного цикла при применении смесей дизельного топлива с этанолом. При проведении исследований использовались исходные данные, приведенные в работе [1]. Для обеспечения требуемых мощностных и экологических показателей изменялись цикловая подача и степень рециркуляции. Содержание этанола в смеси последовательно увеличивалось до 40 %.

В таблице 1 приведены результаты расчетных исследований по определению основных показателей работы дизеля при использовании дизельно-этанольных смесей на различных нагрузочных режимах.

Как видно из приведенных результатов расчета увеличение концентрации этанола в дизельном топливе ведет к снижению среднего индикаторного давления (p_i), увеличению индикаторного расхода топлива (g_i) и уменьшению выбросов окислов азота (g_{NO_x}) на всех нагрузочных режимах. Рост расхода топлива в зависимости от количества этанола в смеси можно считать линейным, примерное повышение g_i на 1 % роста этанола в смеси для режимов С100, С75, С50 и С25 соответственно составляет 0,86, 0,66, 0,53, 0,59 г/(кВт·ч). Снижение p_i также носит линейный характер и для режимов С100, С75, С50 и С25 уменьшение этого показателя соответственно составляет 0,008, 0,0059, 0,0033, 0,0024 МПа.

Таблица 1 – Мощностные, топливно-экономические и экологические показатели дизеля при использовании дизельно-этанольных смесей на различных нагрузках g_{NO_x}

Режим	Показатель	Смеси					
		ДТ	5 % этанола	10 % этанола	20 % этанола	30 % этанола	40 % этанола
C25	g_i , г/(кВт·ч)	187,2	189,2	191,6	196,8	203,0	213,0
	g_{NO_x} , г/(кВт·ч)	2,045	2,325	2,150	1,940	1,710	1,460
	pi , МПа	0,666	0,657	0,647	0,626	0,604	0,572
C50	g_i , г/(кВт·ч)	182,9	185,7	188,3	193,3	199,2	204,2
	g_{NO_x} , г/(кВт·ч)	1,846	1,950	1,850	2,290	2,340	3,722
	pi , МПа	1,082	1,066	1,048	1,016	0,98	0,95
C75	g_i , г/(кВт·ч)	183,3	185,6	188,9	195,2	201,8	209,2
	g_{NO_x} , г/(кВт·ч)	1,901	1,595	1,647	1,267	0,797	0,487
	pi , МПа	1,639	1,608	1,576	1,516	1,458	1,399
C100	g_i , г/(кВт·ч)	192,8	195,4	197,5	205,0	214,7	224,3
	g_{NO_x} , г/(кВт·ч)	2,167	2,050	1,970	1,618	1,243	0,851
	pi , МПа	1,996	1,964	1,938	1,856	1,762	1,677

Не однозначно изменение показателя g_{NO_x} . В зависимости от режима работы он либо увеличивается (режим C50), либо уменьшается (C100 и C75), а для режима C25 сначала увеличивается, а затем уменьшается. Если уменьшение pi и увеличение g_i связаны с уменьшением теплотворности топливной смеси, то на величину g_{NO_x} оказывают влияние два фактора: снижение мощности двигателя и образование NO_x .

На режиме C100 снижение выбросов NO_x происходит быстрее чем уменьшение pi . На каждый процент увеличения этанола в смеси снижение выбросов оксидов азота составляет 0,035 г/(кВт·ч).

Повышение выбросов окислов азота на режиме C50 с ростом концентрации этанола в смеси обусловлено увеличением коэффициента избытка воздуха при относительно не высоком снижении температуры газов цилиндра. При концентрации этанола в смеси до 10 % рост g_{NO_x} не значителен (не более 5,5 %), дальнейший рост концентрации этанола ведет к существенному повышению выбросов окислов азота. При содержании 40 % этанола в дизельном топливе g_{NO_x} увеличивается более чем в 2 раза.

Применение на режиме С25 5 % смеси ведет к повышению величины g_{NO_x} до уровня, превышающего значение, полученное при использовании дизельного топлива на 13,7 %. Дальнейший рост концентрации этанола в смеси, хотя и способствует снижению g_{NO_x} , но при применении 10 % смеси, полученное значение g_{NO_x} выше, чем при использовании дизельного топлива на 5,1 %. При более высоких концентрациях этанола в смеси выбросы окислов азота меньше чем для дизельного топлива: 20 % смесь – 5 %; 30 % смесь – 16,3 %; 40 % смесь – 28,6 %. Такой характер изменения величины g_{NO_x} обусловлен тем, что при концентрации этанола в смеси до 10 % заметного уменьшения температуры не происходит, а наличие этанола приводит к повышению коэффициента избытка воздуха и к некоторому изменению баланса химических элементов, участвующих в реакциях окисления азота.

Требуемые значения pi для исследуемых топлив были получены в результате увеличения цикловой подачи топлива, что привело к изменению топливно-экономических и экологических показателей (таблица 2).

Таблица 2 – Топливно-экономические и экологические показатели дизеля при использовании дизельно-этанольных смесей на различных нагрузках

Режим	Показатель	Смеси					
		ДТ	5 % этанола	10 % этанола	20 % этанола	30 % этанола	40 % этанола
С25	gi , г/(кВт·ч)	187,2	190,2	194,0	202,2	211,9	224,9
	g_{NO_x} , г/(кВт·ч)	2,045	2,380	2,270	2,200	2,106	1,981
С50	gi , г/(кВт·ч)	182,9	186,0	189,5	195,9	202,2	209,2
	g_{NO_x} , г/(кВт·ч)	1,846	1,952	1,975	2,356	3,081	4,258
С75	gi , г/(кВт·ч)	183,3	186,1	189,9	197,4	206,6	215,6
	g_{NO_x} , г/(кВт·ч)	1,901	2,038	2,199	2,458	2,493	2,980
С100	gi , г/(кВт·ч)	192,8	195,8	199,0	207,8	219,7	234,9
	g_{NO_x} , г/(кВт·ч)	2,167	2,240	2,270	2,360	2,430	2,277

Для режима С25 сохранилась отмеченная выше особенность: увеличение показателя g_{NO_x} при содержании в смеси 5 % этанола, и в дальнейшем постепенное его снижение. Для 5% смеси увеличение: g_{NO_x} по сравнению с рассмотренным выше случаем составляет 2,3 %, расхода топлива

менее чем на 1 %. В случае 40 % смеси показатель g_{NO_x} оказывается ниже на 3 %, чем было получено для дизельного топлива, при этом gi увеличивается почти на 8 %.

Для всех остальных режимов наблюдается последовательный рост величины g_{NO_x} . По мере снижения нагрузки интенсивность увеличения g_{NO_x} растет, так для 5 % смеси на режиме C100 рост окислов азота составляет 3,3 %, на режиме C75 увеличение g_{NO_x} составляет 7,2 %. Повышение концентрации этанола ведет к росту выбросов NO_x на режимах C50 и C75. На режиме C100 рост NO_x замедляется и для 40 % смеси выбросы g_{NO_x} (рост 5 %) становятся ниже чем при использовании 30 % смеси (рост 12,1 %).

Достигнутое повышение pi при использовании смесевых топлив сопровождается некоторым ростом показателя gi . Менее заметно увеличение расхода топлива в случае применения 5 % смеси, для оцениваемых режимов рост gi не превышает 1 % в сравнении со значениями, приведенными в таблице 1. Рост концентрации этанола требует увеличения цикловой подачи топлива и как следствие ведет к повышению показателя gi . В сравнении с данными таблицы 1 наибольшее повышение gi наблюдается при использовании 40 % смеси, для режима C25 рост расхода топлива составляет 7 %, для остальных режимов увеличение gi находится в пределах 2–5 %.

Получение мощностных и экологических показателей дизеля, при его работе смесевых топливах, равным показателям его работы на дизельном топливе требует изменения цикловой подачи топлива и степени рециркуляции отработавших газов (ρ_o). В таблице 3 приведены результаты расчетных исследований.

Для получения требуемых значений g_{NO_x} необходимо увеличение степени рециркуляции отработавших газов, исключая режим C25, когда показатели выбросов окислов азота оказались ниже, чем при использовании дизельного топлива, величина ρ_o была снижена на 0,3 %, что позволило уменьшить цикловую подачу топлива. В результате расход топлива уменьшился почти на 1 %. Рост расхода топлива на режиме C25 также не превышает 1 % при использовании смесей с меньшим содержанием этанола. Достижение требуемых значений g_{NO_x} обеспечивается незначительным увеличением параметра ρ_o , наибольший рост ρ_o соответствует 5 % смеси (3,6 %).

Наибольшее увеличение параметра ρ_o наблюдается на режиме C100 при использовании 20 % смеси (более чем в 2 раза). Исследования при применении 30 и 40 % смесей не проводились, достижение установленного уровня pi и g_{NO_x} требует значительного увеличения цикловой подачи топлива.

Таблица 3 – Параметры рециркуляции отработавших газов, топливно-экономические и экологические показатели дизеля при использовании смесей МЭРМ и дизельного топлива на различных нагрузочных режимах

Режим	Показатель	Смеси					
		ДТ	5 % этанола	10 % этанола	20 % этанола	30 % этанола	40 % этанола
C25	gi , г/(кВт·ч)	187,2	190,8	194,4	202,5	212,2	224,8
	g_{NO_x} , г/(кВт·ч)	2,045	2,038	2,033	2,039	2,038	2,034
	ρ_{O_2} , %	50	51,8	51,3	50,9	50,4	49,7
C50	gi , г/(кВт·ч)	182,9	187,7	190,6	201,4	210,3	222,3
	g_{NO_x} , г/(кВт·ч)	1,846	1,850	1,849	1,840	1,846	1,839
	ρ_{O_2} , %	30	32	33,6	37,3	40,4	48,8
C75	gi , г/(кВт·ч)	183,3	188,7	197,1	212,4	240,9	
	g_{NO_x} , г/(кВт·ч)	1,901	1,904	1,899	1,896	1,905	
	ρ_{O_2} , %	12	14,7	18,8	23,3	31,7	
C100	gi , г/(кВт·ч)	192,8	200,4	207,8	228,1		
	g_{NO_x} , г/(кВт·ч)	2,167	2,168	2,159	2,166		
	ρ_{O_2} , %	11	15	18	23,61		

По сравнению с данными, приведенными в таблице 2, для 5 % смеси рост gi на режиме C100 составляет 2,3 %, 10 % смеси – 4,4 %, 20 % смеси – 9,8 %.

На режимах C50 и C75 при применении смесевых топлив требуется увеличение степени рециркуляции ОГ по мере роста концентрации этанола. Параметр ρ_{O_2} на режиме C50 возрастает с 7,7 % для 5 % смеси до 62 % для 40 % смеси, на режиме C75 этот параметр должен быть увеличен с 22 % до 164 %. Рост показателя gi по сравнению с данными, приведенными в таблице 2, для режима C75 составляет для 5 % смеси 1,3 % для 40 % смеси – 16,6 %. На режиме C50 рост gi для 5 % менее 1 %, для 40 % смеси рост расхода топлива не превышает 6,5 %.

Проведенные исследования показали, что при применении смесей дизельного топлива с этанолом, возможно получение требуемых мощностных и экологических показателей дизеля путем изменения цикловой подачи топлива и степени рециркуляции отработавших газов, при этом происходит увеличение расхода топлива. Для 40 % смеси это увеличение не превышает 17 %. При работе на смеси содержащей 5 % этанола увеличение удельного индикаторного расхода топлива не превышает 1 %.

Литература

1. Выполнить анализ и подготовить рекомендации по выбору регулируемой системы рециркуляции отработавших газов дизеля [электронный ресурс]: отчет о НИР (заключ.) / БНТУ; рук. Кухаренок Г.М.; исполн. А.Н. Петрученко. – Минск, 2011. – 80 с.

УДК 656.073

МАКРОЛОГИСТИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИГРАНИЧНЫХ РЕГИОНОВ В РАМКАХ ФОРМИРОВАНИЯ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА РОССИИ, БЕЛОРУССИИ И КАЗАХСТАНА MACROLOGISTICAL INTERACTION OF FRONTIER REGIONS IN TERMS OF RUSSIA, BELARUS AND KAZAKHSTAN CUSTOMS UNION FORMATION

Мочалин С.М., доктор технических наук, профессор;
Миляева В.А., соискатель (Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ), г. Омск)

Mochalin S.M., Doctor of Technical Sciences, Professor;
Milyaeva V.A., Applicant
(Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI), Omsk)

Аннотация. *В статье рассматриваются вопросы взаимодействия региональных логистических систем в условиях межгосударственных интеграционных процессов на примере приграничных регионов Российской Федерации и Республики Казахстан. Авторами проведен SWOT-анализ межрегионального транспортно-логистического кластера и определены дальнейшие направления развития макрологистического взаимодействия исследуемых регионов.*

Abstract. *The article deals with problems of regional logistic systems interaction in terms of intergovernmental integration processes considering frontier regions of Russian Federation and Kazakhstan Republic. The authors provide the results of SWOT-analysis of interregional transport and logistics cluster. Further lines of macrologistical interaction development of regions under research are stated.*

Введение

Географическое и геополитическое положение стран Таможенного союза делает транзитный потенциал их территорий важнейшей точкой экономического роста, и роль приграничных регионов в реализации транзит-