

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГАЗОВОГО ТОПЛИВА НА ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ СЕМЕЙСТВА ГАЗ

В данной работе по критериям экологической безопасности была проведена оценка приспособленности бензина и газового топлива к конструкциям автомобилей семейства ГАЗ, а также влияния этих видов топлива на формирование экологической опасности рассматриваемых автомобилей.

Актуальность работы. В настоящее время для питания двигателей внутреннего сгорания, кроме бензина и дизельного топлива, широко используется газовое топливо. Причем наибольшее распространение получили многотопливные системы питания, позволяющие без существенного изменения конструкции работать автомобилю поочередно или сразу на нескольких видах топлива. Применение нескольких видов топлива в одном автомобиле может в широких пределах изменять не только его тягово-динамические характеристики, но и состав отработавших газов (ОГ) и, соответственно, экологическую опасность.

Одним из наиболее эффективных способов снижения пагубного влияния вредных выбросов на атмосферу промышленных городов является нормирование токсичных компонентов, содержащихся в ОГ автомобилей, которое осуществляется на основе количественных характеристик отработавших газов. Однако АТС является источником выброса в атмосферу более 200 различных примесей, причем воздействие каждой из них на ОС различно и определяется не только ее количественными, но и санитарно-токсикологическими характеристиками. Использование различных методик приводит к неоднозначности в оценке экологической опасности транспортных средств.

Целью работы является оценка роли газового топлива в формировании экологической опасности автомобилей семейства ГАЗ.

Объектом исследования являются автомобили семейства ГАЗ, оснащенные двигателем внутреннего сгорания с внешним смесеобразованием.

Предметом исследования является влияние газового топлива на содержание вредных примесей в отработавших газах автомобилей семейства ГАЗ.

Автомобиль выполняет перемещения пассажиров, грузов и различного технологического оборудования, совершая механическую работу и выбрасывая в атмосферу отработавшие газы. Эти процессы являются одной составляющей материально-энергетического обмена между ним и окружающей средой. Другой составляющей этого обмена явля-

ется поступление из окружающей среды топлива и воздуха. Энергия химических связей топливно-воздушных смесей преобразуется автомобилем в механическую работу. Часть ее рассеивается в ОС в виде тепла, шума, вибраций, электромагнитных излучений и т.п. Процесс получения механической работы сопровождается трансформацией топливно-воздушных смесей в отработавшие газы.

Вышесказанное позволяет представить автомобиль и окружающую среду как единую систему (рис.1), в которой подсистема «автомобиль» связана с подсистемой «окружающая среда» материальными потоками (топливо, воздух, отработавшие газы) и потоком энергии в форме механической работы. В качестве основных элементов этой системы выступают:

1. Автомобиль, оснащенный двигателем внутреннего сгорания. Он замыкает на себе все материально-энергетические потоки системы.

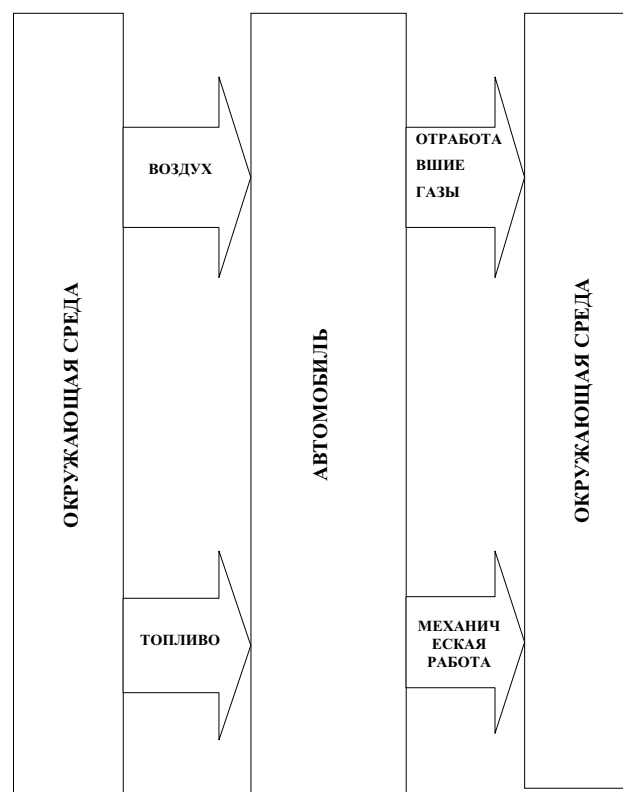


Рисунок 1. Система «автомобиль – окружающая среда»

2. Атмосфера, являющаяся источником поступления в автомобиль потока воздуха и средой в которой наблюдается распределение примесей потока отработавших газов от автомобиля.

3. Поверхность дороги, воспринимающая от автомобиля энергию в форме механической работы.

4. Объекты транспортной инфраструктуры, обеспечивающие автомобильный транспорт топливом. Этот элемент системы связан с автомобилем потоком топлива.

Автомобиль является источником выбросов в атмосферу множества примесей, а токсичности отдельно взятых примесей, сильно отличаются друг от друга. Поэтому возникает необходимость в комплексной оценке экологической опасности потока отработавших газов системы «автомобиль – окружающая среда». Для комплексной оценки мы использовали категорию опасности автомобиля – КОА [2], которая интегрирует в себе одновременно количество выбросов всех примесей, содержащихся в отработавших газах, а также их класс опасности и токсичность, и рассчитывается по формуле, м³/с:

$$КОА_j = \sum_{i=1}^n КОВ_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{ПДК_i} \right)^{\alpha_i}, \quad (1)$$

где $КОВ_i$ – категория опасности i -ой примеси, м³/с;
 $ПДК_i$ – максимально-разовая предельно-допустимая концентрация i -ой примеси, г/м³;
 α_i – безразмерная константа, позволяющая соотносить классы опасности i -ого вещества с вредностью диоксида серы (III класс опасности).

Важным преимуществом такого подхода к оценке является тот факт, что категория опасности позволяет сравнивать между собой как опасность отдельных автомобилей (передвижных источников), так и сравнить ее с опасностью выбросов промышленных предприятий (стационарных источников).

Представляет интерес множество состояний системы «автомобиль – окружающая среда», характеризующихся различием в конструкциях автомобилей одного класса, количественных и качественных характеристик потоков топлива. Запишем выражение для критерия экологического подобия состояний рассмотренного множества:

$$КОА_j = \sum_{i=1}^n КОВ_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{ПДК_i} \right)^{\alpha_i}, \quad (2)$$

где $К_a$ – критерий экологической безопасности автомобиля;

$КОА_j$ – категория опасности j -ого автомобиля, м³/с;

$КОА_{ЕВРО-IV}$ – категория опасности автомобиля, удовлетворяющего ЕВРО-IV, м³/с.

Обязательными условиями использования выражения 2 являются следующие:

1. j -ый автомобиль, также как автомобиль, удовлетворяющий ЕВРО-IV, принадлежат одному классу (классификационные признаки – полная масса и литраж двигателя).

2. j -ый автомобиль и автомобиль, удовлетворяющий ЕВРО-IV, должны выполнять одинаковое количество механической работы в единицу времени по программе стандартизованного ездового цикла Правил ЕЭК ООН (ЕВРО).

Критерий экологической безопасности имеет два диапазона значений: $К_a \leq 1$ и $К_a > 1$. Если выполняется условие $К_a \leq 1$, то j -ый автомобиль соответствует нормативу ЕВРО-IV. В этом случае качество системы «автомобиль – окружающая среда» считается удовлетворительным, а j -ый автомобиль безопасным для окружающей среды. Если $К_a > 1$, то j -ый автомобиль не соответствует нормативу ЕВРО-IV. В этом случае качество системы считается не удовлетворительным, а j -ый автомобиль считается опасным для окружающей среды. При этом критерий экологической безопасности автомобиля, сформулированный для одного класса автомобилей, может применяться для оценки автомобилей, принадлежащих другим классам.

Рассмотрим два частных случая рассмотренного множества состояний системы «автомобиль – окружающая среда»:

1. Множество состояний системы, характеризующихся различием в конструкциях автомобилей одного класса, количественных характеристик потоков топлива и сходством условий выбора топлива, а именно: во всех случаях выбирается основное топливо, то есть такое топливо, использование которого характеризуется максимальным значением эффективного коэффициента полезного действия.

2. Множество состояний системы, характеризующихся различием количественных и качественных характеристик потоков топлива и наличием одной автомобильной конструкции.

Критерием экологического подобия состояний первого множества является критерий экологической безопасности и технического совершенства автомобиля (выражение 2). Он впервые был описан в работе [1]. В этой же работе были обоснованы и описаны числовые значения уровней экологической опасности и технического совершенства автомобилей (таблица 1).

Критерием экологического подобия состояний второго множества является коэффициент приспособленности топлива, полученный лично автором:

$$T = \frac{KOA_k}{KOA_j}, \quad (3)$$

где T – коэффициент экологической приспособленности топлива;

KOA_k – категория опасности автомобиля на k -ом топливе, m^3/c ;

KOA_j – категория опасности автомобиля на основном виде топлива, m^3/c .

Автомобиль при эксплуатации и на k -ом, и на основном топливах выполняет одинаковое количество механической работы в единицу времени по программе стандартизованного ездового цикла Правил ЕЭК ООН. Основное топливо – это такой его вид, использование которого в данной конструкции характеризуется максимальным значением эффективного коэффициента полезного действия по сравнению с другими видами топлива. Тогда коэффициент экологической приспособленности топлива характеризует уровень изменения экологической опасности автомобиля при переходе с основного топлива на k -ое топливо. Коэффициент имеет два диапазона значений: $T \leq 1$ и $T > 1$. Если первый диапазон значений характеризует удовлетворительную приспособленность вида топлива к автомобильной конструкции с позиции экологической безопасности, то второй – не удовлетворительную. Топлива со значением коэффициента приспособленности меньше либо равно единице могут быть допущены к использованию. Рекомендации для топлив со значением коэффициента больше единицы – прямо противоположны. Нами были получены следующие уровни приспособленности (таблица 2).

Коэффициент экологической приспособленности топлива связан с критерием экологической безопасности и технического совершенства автомобиля следующим выражением:

$$K_a^k = T \times K_a^0, \quad (4)$$

где K_a^k – критерий экологической безопасности автомобиля на k -ом топливе;

K_a^0 – критерий экологической безопасности автомобиля на основном топливе – критерий экологической безопасности и технического совершенства автомобиля.

На основе выражения 4 лично автором была разработана методика оценки влияния вида топлива на формирование экологической опасности

автомобиля, которая была апробирована на автомобилях семейства ГАЗ, работающих на бензине «Регуляр 92» (основное топливо для рассматриваемых автомобилей), сжиженном нефтяном газе (СНГ) и компримированном природном газе (КПГ). Рассматриваемые топлива удовлетворяли ГОСТ 51105-97 «Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин», ГОСТ 27578-87 «Газы углеводородные сжиженные для автомобильного транспорта» и ГОСТ 27577-2000 «Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия». Данные о величинах выбросов вредных веществ с отработавшими газами автомобилей марок ГАЗ-33021 (с двигателем УМЗ-4215.10-30), ГАЗ-33021 (с двигателем ЗМЗ-4026.10) ГАЗ-33026, ГАЗ-31029, ГАЗ-3110 были получены нами в исследовательской лаборатории проблем транспорта при Государственном образовательном учреждении «Оренбургский государственный университет» (ГОУ ОГУ). Для каждой марки автомобилей было проведено пять параллельных опытов. Данные о величинах выбросов вредных веществ с отработавшими газами автомобиля марки ГАЗ-2410 были заимствованы из литературных источников /4/ (таблица 3).

Анализ потоков ОГ показывает, что приоритетной примесью для всех автомобилей является оксид углерода (48,4 – 72,3% общего количества выбросов), затем в ряду располагаются оксиды азота (15,1 – 30,0% общего количества выбросов) и на последнем месте суммарные углеводороды (10,7 – 27,8% общего количества выбросов). При работе автомобилей на газовом топливе наблюдается снижение суммарного количества выбросов в 1,4 – 2,1 раза для СНГ и в 1,8 – 2,1 раза для КПГ. Однако судить об экологической опасности того

Таблица 1. Границы уровней экологической опасности и технического совершенства автомобилей

ЕВРО	Значение K_a	Уровень опасности	Уровень совершенства
0	>31	чрезвычайно опасные	крайне несовершенные
I	11 ÷ 31	высоко опасные	высоко несовершенные
II	3 ÷ 11	умеренно опасные	умеренно несовершенные
III	1 ÷ 3	мало опасные	слабо совершенные
IV	≤ 1	не опасные	совершенные

Таблица 2. Границы уровней экологической приспособленности автомобильных топлив

ЕВРО	Значение T	Уровень приспособленности
0, I	> 1,00	не приспособленные
II	1,00 ÷ 0,68	умеренно приспособленные
III	0,68 ÷ 0,30	высоко приспособленные
IV	< 0,30	совершенно приспособленные

Таблица 3. Величины выбросов вредных веществ с отработавшими газами автомобилей семейства ГАЗ, работающих на бензине и газовом топливе

Вид топлива	Марка АТС	Количество выбросов ВВ автомобилями разных марок, работающих на разных видах топлива												
		СО			СН			NOx			Итого			
		г/исп	г/с	%	г/исп	г/с	%	г/исп	г/с	%	г/исп	г/с	%	
А-92	ГАЗ-33021 (УМЗ)	60,6	0,0496	67,9	12,7	0,0104	14,2	16,0	0,0131	17,9	89,3	0,0731	100,0	
		63,3	0,0519	67,9	13,2	0,0108	14,2	16,7	0,0137	17,9	93,2	0,0764	100,0	
		62,2	0,0510	67,7	13,6	0,0112	14,8	16,1	0,0132	17,5	91,9	0,0754	100,0	
		64,4	0,0527	67,9	13,4	0,0110	14,2	17,0	0,0139	17,9	94,8	0,0776	100,0	
		62,7	0,0514	68,3	12,9	0,0106	14,1	16,2	0,0133	17,6	91,8	0,0753	100,0	
	ГАЗ-33021 (ЗМЗ)	61,1	0,0501	68,1	12,4	0,0102	13,8	16,2	0,0133	18,1	89,7	0,0736	100,0	
		63,8	0,0523	68,8	11,7	0,0096	12,6	17,2	0,0141	18,6	92,7	0,0760	100,0	
		63,3	0,0519	68,6	12,7	0,0104	13,8	16,2	0,0132	17,6	92,2	0,0755	100,0	
		64,4	0,0527	67,9	13,2	0,0108	13,9	17,3	0,0142	18,2	94,9	0,0777	100,0	
		57,9	0,0474	65,9	13,4	0,0110	15,2	16,6	0,0136	18,9	87,9	0,0720	100,0	
	ГАЗ-33026	63,8	0,0523	69,0	11,7	0,0096	12,7	16,9	0,0139	18,3	92,4	0,0758	100,0	
		59,0	0,0483	67,3	12,7	0,0104	14,5	16,0	0,0132	18,2	87,7	0,0719	100,0	
		64,9	0,0532	68,5	13,4	0,0110	14,1	16,5	0,0136	17,4	94,8	0,0778	100,0	
		60,6	0,0496	68,2	12,2	0,0100	13,7	16,1	0,0132	18,1	88,9	0,0728	100,0	
		64,4	0,0527	69,0	11,9	0,0098	12,7	17,1	0,0140	18,3	93,4	0,0765	100,0	
	ГАЗ-31029	42,0	0,0345	69,9	9,0	0,0074	15,0	9,1	0,0075	15,1	60,1	0,0494	100,0	
		40,0	0,0328	69,5	8,5	0,0070	14,8	9,0	0,0074	15,7	57,5	0,0472	100,0	
		43,1	0,0353	69,5	9,5	0,0078	15,3	9,4	0,0077	15,2	62,0	0,0508	100,0	
		41,0	0,0336	69,2	8,8	0,0072	14,8	9,5	0,0078	16,0	59,3	0,0486	100,0	
		38,4	0,0315	68,9	8,3	0,0068	14,9	9,0	0,0073	16,2	55,7	0,0456	100,0	
	ГАЗ-3110	38,9	0,0319	69,7	8,1	0,0066	14,5	8,8	0,0072	15,8	55,8	0,0457	100,0	
		42,0	0,0345	72,3	7,4	0,0060	12,7	8,7	0,0071	15,0	58,1	0,0476	100,0	
		43,1	0,0353	70,5	8,8	0,0072	14,4	9,2	0,0075	15,1	61,1	0,0500	100,0	
		40,0	0,0328	70,3	7,8	0,0064	13,7	9,1	0,0075	16,0	56,9	0,0467	100,0	
		36,9	0,0302	68,2	8,5	0,0070	15,7	8,7	0,0071	16,1	54,1	0,0443	100,0	
	ГАЗ-2410	41,0	0,0336	69,7	8,8	0,0072	15,0	9,0	0,0074	15,3	58,8	0,0482	100,0	
	СНГ	ГАЗ-33021 (ЗМЗ)	42,0	0,0345	65,4	6,9	0,0057	10,7	15,3	0,0125	23,8	64,2	0,0527	100,0
			41,0	0,0336	64,6	7,1	0,0058	11,2	15,4	0,0127	24,2	63,5	0,0521	100,0
43,1			0,0353	64,6	7,4	0,0060	11,1	16,2	0,0133	24,3	66,7	0,0546	100,0	
40,5			0,0332	63,6	7,1	0,0058	11,1	16,1	0,0132	25,3	63,7	0,0522	100,0	
39,5			0,0323	63,6	7,1	0,0058	11,4	15,5	0,0127	25,0	62,1	0,0508	100,0	
ГАЗ-3110		15,2	0,0125	55,1	4,2	0,0034	15,2	8,2	0,0067	29,7	27,6	0,0226	100,0	
		15,7	0,0128	56,1	4,0	0,0032	14,3	8,3	0,0068	29,6	28,0	0,0228	100,0	
		15,7	0,0128	54,7	4,4	0,0036	15,3	8,6	0,0070	30,0	28,7	0,0234	100,0	
		16,1	0,0132	55,5	4,2	0,0034	14,5	8,7	0,0072	30,0	29,0	0,0238	100,0	
		15,7	0,0128	56,3	4,0	0,0032	14,3	8,2	0,0067	29,4	27,9	0,0227	100,0	
ГАЗ-2410	19,0	0,0156	58,6	4,8	0,0040	14,8	8,6	0,0070	26,6	32,4	0,0266	100,0		
КПГ	ГАЗ-33021 (УМЗ)	27,8	0,0229	54,7	12,2	0,0010	24,0	10,8	0,0088	21,3	50,8	0,0327	100,0	
		29,8	0,0244	55,7	12,7	0,0104	23,7	11,0	0,0090	20,6	53,5	0,0438	100,0	
		30,8	0,0252	55,9	12,9	0,0106	23,4	11,4	0,0094	20,7	55,1	0,0452	100,0	
		28,3	0,0232	54,3	12,4	0,0102	23,8	11,4	0,0094	21,9	52,1	0,0428	100,0	
		29,3	0,0240	55,9	11,7	0,0096	22,3	11,4	0,0093	21,8	52,4	0,0429	100,0	
	ГАЗ-33026	24,8	0,0203	53,3	10,5	0,0086	22,5	11,3	0,0093	24,2	46,6	0,0382	100,0	
		23,8	0,0195	52,2	10,9	0,0090	23,9	10,9	0,0089	23,9	45,6	0,0374	100,0	
		24,8	0,0203	53,3	10,7	0,0088	23,0	11,0	0,0090	23,7	46,5	0,0381	100,0	
		24,3	0,0199	52,8	10,2	0,0084	22,2	11,5	0,0094	25,0	46,0	0,0377	100,0	
		23,3	0,0191	52,5	11,2	0,0092	24,7	10,7	0,0089	23,8	45,3	0,0372	100,0	
	ГАЗ-31029	14,3	0,0117	52,2	6,7	0,0055	24,4	6,4	0,0053	23,4	27,4	0,0225	100,0	
		14,7	0,0121	53,6	6,4	0,0053	23,4	6,3	0,0051	23,0	27,4	0,0225	100,0	
		13,8	0,0113	50,9	6,9	0,0057	25,5	6,4	0,0053	23,6	27,1	0,0223	100,0	
		15,2	0,0125	52,6	7,1	0,0058	24,6	6,6	0,0054	22,8	28,9	0,0237	100,0	
		13,3	0,0109	48,4	7,4	0,0060	27,8	6,8	0,0055	24,7	27,5	0,0224	100,0	

или иного автомобиля, работающего на том или ином виде топлива, по количественным характеристикам ОГ можно лишь достаточно приближенно, так как при такой оценке не учитываются токсичности отдельных примесей и класс их опасности. Этого недостатка лишена комплексная оценка экологической опасности отработавших газов – категория опасности автомобиля, которая, согласно требованиям общенормативной методики ОНД-86, включает токсичность и класс опасности. На основе данных таблицы 3, используя выражение 1, проведем расчет значений категории опасности автомобиля (таблица 4).

Проанализировав комплексные характеристики экологической опасности отработавших газов автомобилей семейства ГАЗ, работающих на бензине и газовом топливе, можно с уверенностью утверждать, что наиболее опасной примесью является диоксид азота (96,2 – 98,3% категории опасности автомобиля), массовое содержание которого в ОГ не столь велико (15,1 – 30,0% общего количества выбросов). Вклады остальных примесей в формирование экологической опасности автомобилей семейства ГАЗ, работающих на разных видах топлива, являются мало значимыми (менее 10% категории опасности автомобиля). Наиболее экологически опасным следует признать автомобиль ГАЗ-33021 с двигателем ЗМЗ-4026.10, работающий на бензине А-92. Наименее экологически опасным является автомобиль ГАЗ-31029, работающий на природном газе. Его категория опасности меньше категории опасности самого экологически опасного из рассматриваемых автомобилей в 3,4 раза. Применение газового топлива вместо бензина ведет к снижению экологической опасности автомобилей. Так, при использовании нефтяного газа наблюдается снижение значений категории опасности автомобиля в 1,1 раза, при использовании природного газа – в 1,6 – 1,7 раза. Однако некоторые из рассматриваемых автомобилей, работающие на бензине А-92, оказываются менее экологически опасными по сравнению с автомобилями других марок, работающих на газовом топливе. Например, автомобиль ГАЗ-31029, работающий на бензине А-92, имеет категорию опасности в 1,3 раза меньшую категории опасности автомобиля ГАЗ-33021 с двигателем УМЗ-4215.10-30, работающего на природном газе. Подобная картина наблюдается для автомобилей ГАЗ-3110 на бензине А-92 и ГАЗ-33021 с двигателем ЗМЗ-4026.10 на нефтяном газе (в 2,1 раза) и др.

Очевидно это связано с тем, что указанные автомобили отличаются технико-эксплуатационными показателями, уровнем технического совершенства конструкций и величиной полной массы.

Для оценки экологической приспособленности газового топлива к конструкциям автомобилей семейства ГАЗ воспользуемся выражением 3 и данными таблицы 4. В качестве основного топлива принимаем бензин А-92 ($T_{A-92} = 1,00$) (таблица 5).

По результатам оценки складывается следующая картина: наибольшее снижение экологической опасности автомобилей ГАЗ наблюдается при использовании природного газа. Он по уровню экологической приспособленности ($T_{КПГ} = 0,61$) относится к высоко приспособленным топливам. Автомобиль, работающий на топливе этой категории, удовлетворяет ЕВРО-IV, тогда как при работе на основном топливе он удовлетворяет лишь ЕВРО-II. Затем в ряду располагаются нефтяной газ ($T_{СНГ} = 0,92$) и бензин А-92 ($T_{A-92} = 1,00$). Они относятся к категории умеренно приспособленных топлив. Автомобиль, работающий на топливе этой категории, удовлетворяет тому же самому нормативу ЕВРО, что и при работе на основном топливе, но по сравнению с последним снижает его экологическую опасность в 1,1 раза (для нефтяного газа).

Чтобы оценить влияние газового топлива на экологическую опасность автомобилей семейства ГАЗ, проведем анализ представленных в таблице 5 данных на основе выражения 9 (таблица 6).

Все рассматриваемые автомобили, работая на основном топливе, относятся к категории высоко опасные. АТС с таким уровнем опасности не допускаются к производству и эксплуатации в странах ЕЭС и России. Применение нефтяного газа в качестве моторного топлива, позволяет перевести автомобили ГАЗ-3110 и ГАЗ-2410 в разряд умеренно опасные АТС. АТС этой категории допускаются к производству и эксплуатации только в России. Несмотря на то, что нефтяной газ, относящийся к категории умеренно приспособленные топлива, является более экологически приспособленным топливом, чем бензин А-92, он все же не позволяет перевести автомобиль ГАЗ-33021 с двигателем ЗМЗ-4026.10 из разряда высоко опасные АТС в разряд умеренно опасные АТС. Использование природного газа как моторного топлива в автомобиле ГАЗ-31029 позволяет перевести его в категорию умеренно опасные АТС. Автомобили ГАЗ-33021 с двигателем УМЗ-4215.10-30 и ГАЗ-33026,

Таблица 4. Влияние вида топлива на экологическую опасность автомобилей семейства ГАЗ

Вид топлива	Марка АТС	Категория опасности вещества КОВ						Категория опасности автомобиля КОА		
		СО		СН		NOx				
		м ³ /с	%	м ³ /с	%	м ³ /с	%	м ³ /с	%	
А-92	ГАЗ-33021(УМЗ)	12,5	1,7	5,7	0,8	698,8	97,5	717	100,0	
		13,0	1,7	5,9	0,8	739,1	97,5	758	100,0	
		12,8	1,8	6,1	0,8	706,1	97,4	725	100,0	
		13,2	1,7	6,0	0,8	755,8	97,5	775	100,0	
		12,9	1,8	5,8	0,8	711,3	97,4	730	100,0	
	ГАЗ-33021(ЗМЗ)	12,6	1,7	5,6	0,8	713,8	97,5	732	100,0	
		13,1	1,7	5,3	0,7	768,6	97,6	787	100,0	
		13,0	1,8	5,7	0,8	708,3	97,4	727	100,0	
		13,2	1,7	5,9	0,7	774,9	97,6	794	100,0	
	ГАЗ-33026	12,0	1,6	6,0	0,8	732,0	97,6	750	100,0	
		13,1	1,7	5,3	0,7	751,6	97,6	770	100,0	
		12,2	1,7	5,7	0,8	702,1	97,5	720	100,0	
		13,3	1,8	6,0	0,8	730,7	97,4	750	100,0	
	ГАЗ-31029	12,5	1,7	5,5	0,8	707,0	97,5	725	100,0	
		13,2	1,7	5,4	0,7	746,4	97,6	765	100,0	
		9,0	2,6	4,2	1,2	336,8	96,2	350	100,0	
		8,6	2,5	4,0	1,2	330,4	96,3	343	100,0	
	ГАЗ-3110	9,2	2,5	4,4	1,2	352,4	96,3	366	100,0	
		8,8	2,4	4,1	1,1	357,1	96,5	370	100,0	
		8,3	2,4	3,9	1,1	328,8	96,5	341	100,0	
		8,4	2,5	3,8	1,1	322,8	96,4	335	100,0	
	ГАЗ-2410	9,0	2,7	3,5	1,1	317,5	96,2	330	100,0	
		9,2	2,6	4,1	1,2	339,7	96,2	353	100,0	
		8,6	2,5	3,7	1,1	336,7	96,4	349	100,0	
		8,0	2,4	4,0	1,2	316,0	96,4	328	100,0	
	СНГ	ГАЗ-33021(ЗМЗ)	8,8	2,6	4,1	1,2	331,1	96,3	344	100,0
			8,4	1,3	3,3	0,5	658,3	98,2	670	100,0
			8,8	1,3	3,4	0,5	667,8	98,2	680	100,0
9,0			1,2	3,5	0,5	712,5	98,3	725	100,0	
8,7			1,2	3,4	0,5	702,9	98,3	715	100,0	
ГАЗ-3110		8,5	1,2	3,4	0,5	673,1	98,3	685	100,0	
		3,6	1,2	2,1	0,7	293,3	98,1	299	100,0	
		3,7	1,2	2,0	0,7	299,3	98,1	305	100,0	
		3,7	1,2	2,2	0,7	311,1	98,1	317	100,0	
		3,8	1,2	2,1	0,6	318,1	98,2	324	100,0	
ГАЗ-2410		3,7	1,2	2,0	0,7	294,3	98,1	300	100,0	
КПГ		ГАЗ-33021(УМЗ)	4,4	1,4	2,4	0,7	312,1	97,9	319	100,0
			6,2	1,4	5,5	1,3	418,3	97,3	430	100,0
	6,6		1,5	5,7	1,3	427,7	97,2	440	100,0	
	6,8		1,5	5,8	1,3	451,4	97,2	464	100,0	
	6,3		1,4	5,6	1,2	453,1	97,4	465	100,0	
	ГАЗ-33026	6,5	1,4	5,3	1,1	449,2	97,5	461	100,0	
		5,6	1,2	4,8	1,1	444,6	97,7	455	100,0	
		5,4	1,2	5,0	1,1	424,6	97,7	435	100,0	
		5,6	1,3	4,9	1,1	429,5	97,6	440	100,0	
		5,5	1,2	4,7	1,0	454,8	97,8	465	100,0	
	ГАЗ-31029	5,3	1,2	5,1	1,2	419,6	97,6	430	100,0	
		3,4	1,5	3,2	1,4	214,4	97,1	221	100,0	
		3,5	1,6	3,1	1,4	207,4	97,0	214	100,0	
		3,3	1,5	3,3	1,5	213,4	97,0	220	100,0	
		3,6	1,5	3,4	1,5	223,0	97,0	230	100,0	
		3,2	1,4	3,5	1,5	228,3	97,1	235	100,0	

Таблица 5. Расчет значений коэффициента экологической приспособленности газового топлива к конструкциям автомобилей семейства ГАЗ

Вид топлива	Марка АТС	Категория опасности автомобиля КОА, м ³ /с	Коэффициент экологической приспособленности топлива Т	Уровень экологической приспособленности топлива	
А-92	ГАЗ-33021 (УМЗ)	717	$\frac{717 - 775}{741 \pm 28}$	1,00 ± 0,09	Умеренно приспособленное
		758			
		725			
		775			
		730			
	ГАЗ-33021 (ЗМЗ)	732	$\frac{727 - 794}{758 \pm 35}$	1,00 ± 0,09	
		787			
		727			
		794			
		750			
	ГАЗ-33026	770	$\frac{720 - 770}{746 \pm 25}$	1,00 ± 0,09	
		720			
		750			
		725			
		765			
	ГАЗ-31029	350	$\frac{341 - 370}{354 \pm 15}$	1,00 ± 0,09	
		343			
		366			
370					
341					
ГАЗ-3110	335	$\frac{328 - 353}{339 \pm 13}$	1,00 ± 0,09		
	330				
	353				
	349				
	328				
ГАЗ-2410	344	344 ± 14	1,00 ± 0,09		
СНГ	ГАЗ-33021 (ЗМЗ)	670	$\frac{670 - 725}{695 \pm 28}$	0,92 ± 0,08	
		680			
		725			
		715			
		685			
	ГАЗ-3110	299	$\frac{299 - 324}{309 \pm 13}$	0,91 ± 0,07	
		305			
		317			
324					
300					
ГАЗ-2410	319	319 ± 13	0,93 ± 0,08		
КПГ	ГАЗ-33021 (УМЗ)	430	$\frac{430 - 465}{452 \pm 18}$	0,61 ± 0,05	
		440			
		464			
		465			
		461			
	ГАЗ-33026	455	$\frac{430 - 465}{445 \pm 18}$	0,60 ± 0,05	
		435			
		440			
		465			
		430			
	ГАЗ-31029	221	$\frac{214 - 235}{224 \pm 10}$	0,63 ± 0,06	
		214			
		220			
230					
235					

Таблица 6. Оценка влияния газового топлива на экологическую опасность автомобилей семейства ГАЗ

Вид топлива	Марка АТС	Значение K_a^k	Уровень экологической опасности АТС	Значение Т	Уровень экологической приспособленности топлива	Значение K_a^0	Уровень технического совершенства АТС
А-92	ГАЗ-33021 (УМЗ)	24	Высоко опасные	1,00	Умеренно приспособленные	24	Высоко несовершенные
	ГАЗ-33021 (ЗМЗ)	24	Высоко опасные	1,00	Умеренно приспособленные	24	Высоко несовершенные
	ГАЗ-33026	24	Высоко опасные	1,00	Умеренно приспособленные	24	Высоко несовершенные
	ГАЗ-31029	11	Высоко опасные	1,00	Умеренно приспособленные	11	Высоко несовершенные
	ГАЗ-3110	11	Высоко опасные	1,00	Умеренно приспособленные	11	Высоко несовершенные
	ГАЗ-2410	11	Высоко опасные	1,00	Умеренно приспособленные	11	Высоко несовершенные
СНГ	ГАЗ-33021 (ЗМЗ)	22	Высоко опасные	0,92	Умеренно приспособленные	24	Высоко несовершенные
	ГАЗ-3110	10	Умеренно опасные	0,92	Умеренно приспособленные	11	Высоко несовершенные
	ГАЗ-2410	10	Умеренно опасные	0,92	Умеренно приспособленные	11	Высоко несовершенные
КПГ	ГАЗ-33021 (УМЗ)	15	Высоко опасные	0,61	Высоко приспособленные	24	Высоко несовершенные
	ГАЗ-33026	14	Высоко опасные	0,61	Высоко приспособленные	23	Высоко несовершенные
	ГАЗ-31029	7	Умеренно опасные	0,61	Высоко приспособленные	12	Высоко несовершенные

работающие на природном газе, относятся к категории высоко опасные АТС, как и при работе на основном топливе. Причем природный газ относится к разряду высоко приспособленные топлива. Несмотря на то, что все рассматриваемые топлива имеют высокую приспособленность с позиции экологической безопасности, следствием их

использования является незначительное снижение экологической опасности автомобилей семейства ГАЗ. Этот факт объясняется низким техническим совершенством их конструкций, так как все рассматриваемые автомобили по уровню технического совершенства относятся к разряду высоко несовершенные АТС.

Список использованной литературы:

1. Бондаренко Е.В., Коротков М.В. Критериальная характеристика экологической безопасности и технического совершенства автотранспортных средств. // Вестник ОГУ №3, 2002.с.25-28.
2. Бондаренко Е.В., Цыгура А.А. Комплексная оценка экологичности автомобильного транспорта. // Академический журнал Уральского межрегионального Отделения Российской Академии транспорта (УМО РАТ), №3-4, 2001. С 61-63.
3. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология: Учебник для вузов / Под ред. В.Н. Луканина. М.: Высшая школа, 2001. 273 с.