DOI - 10.32743/UniTech.2021.86.5.11777

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ
ПУТЕМ ДОБАВКИ ВОДОРОДА К БЕНЗИНУ****Исмаев Жуманиёз Файзуллаевич**

канд. тех. наук, доцент,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: jumaniyoz132@mail.ru

Джалилов Жавлон Халилович

ст. преподаватель,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: djkh55555@mail.ru

Файзуллаев Абдоржон Жуманиёз угли

менеджер, ЧП "Inoyat Fayz",
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: fayz.abdor@mail.ru

Юсупов Умрбек Комилжонович

магистрант,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: umurbekyusupov91@gmail.com

**IMPROVING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF CARS BY ADDING HYDROGEN
TO GASOLINE****Jumaniyoz Ismatov**

Candidate of Technical Sciences, docent,
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Javlon Djalilov

Senior Lecturer,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Abdorjon Fayzullayev

Manager,
Private enterprise "Inoyat Fayz",
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Umrbek Yusupov

Undergraduate,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассмотрены проблемные вопросы охраны окружающей среды от загрязнения вредными веществами автомобильного транспорта.

ABSTRACT

This work was considered the task influence of the problematic issues of environmental protection from pollution by harmful substances of road transport are considered.

Ключевые слова: водород, генератор водорода, экология, автомобиль, двигатель, топлива, бензин, экономика.

Keywords: hydrogen, hydrogen generator, ecology, car, engine, fuel, gasoline, economy.

С постановлением Президента Республики Узбекистан от 10 июля 2020 года № ПП-4779 утверждена дорожная карта «По повышению энергоэффективности и экономии топливно-энергетических ресурсов на крупных энергоемких предприятиях отраслей экономики». В пункте 15 настоящей дорожной карты поставлена задача «Разработать долгосрочную Национальную стратегию по развитию водородной энергетики» [1, 2].

Не секрет что автотранспортные средства в процессе эксплуатации выбрасывают токсичные вещества, загрязняющие атмосферу и оказывающие вредное влияние на здоровье человека и окружающую среду. Ужесточение с введением нормативов на выброс вредных веществ с отработавшими газами автотранспортные средства начали в США (1963 г.), затем в Европе (1968 г.) начались интенсивные исследования по уменьшению этого выброса [3].

В настоящее время вопросы по охраны окружающей среды от загрязнения токсичными веществами автотранспорта и промышленности являются приоритетными задачами для правительств, научных организаций и бизнеса. Из-за увеличения массы выбросов вредных веществ автомобильного парка в мире стимулировало международное законодательство (Правила ООН) периодически обновлять стандарты и ужесточать нормативные требования по выбросу вредных веществ автотранспортными средствами. Предельно допустимые выбросы вредных веществ CO, CH, NO_x в международных Правилах ООН 12 ужесточались в несколько этапов: за период с 1972 по 1986 гг., были ужесточены примерно в 2,5 раза, а с 1986 по 1992 гг., второй этап, для категорий наиболее массовых автомобилей примерно в 5 раз. Принимаемые новые нормативы на выброс вредных веществ со сроками их введения приведены в таблицах 1 и 2 [4, 5].

Таблица 1.

Нормы на выброс вредных веществ с ОГ легковыми автомобилями по Правилам № 83 ООН

Экологический класс автотехники	Год введения		Выбросы вредных веществ с отработавшими газами, г/км			
	Европа	Россия	CO	CH	NO _x	PM
Евро-1	1992		2.72	0.97		
Евро-2	1996	2006	2.2	0.5		
Евро-3	2000	2008	2.3	0.2	0.15	
Евро-4	2005	2012	1.0	0.1	0.08	
Евро-5	2009	2014	1.5	0.1	0.06	0.005
Евро-6	2014	2018	0.5	0.1	0.06	0.005

Эти нормативные требования для автомобилей не могли быть выполнены без применения систем нейтрализации отработавших газов. Так как нейтрализаторы не допускали использования этилированных бензинов (предельно допустимая концентрация свинца не должна превышать 0,015 мг/л бензина), то для стран и отдельных регионов до полного перехода на снабжение неэтилированным бензином действовали старые требования Правил 15.04 ООН 1982 г.

Для грузовых автомобилей и автобусов с 1993 года были введены Правила №49 ООН, которые предусматривают испытания двигателя на стенде по 13 режимному циклу (как и стандарт США для дизелей) для оценки выброса оксида углерода, углеводородов, оксидов азота и дополнительно твердых частиц с отработавшими газами (таблица 2).

Таблица 2.

Нормы на выброс вредных веществ с ОГ автомобилей массой более 3,5 т по Правилам № 49 ООН

Нормы	Год введения		Допустимая норма, г/кВт · ч			
	Европа	Россия	CO	CH	NO _x	PM
Евро-1	1993		4.5	1.1	8	0.36
Евро-2	1996	2006	4.0	1.1	7	0.15
Евро-3	2000	2008	2.1	0.66	5	0.1
Евро-4	2005	2010	1.5	0.46	3.5	0.02
Евро-5	2008	2014	1.5	0.46	2.0	0.02
Евро-6	2013	2018	1.5	0.13	0.4	0.01

Уровень выброса CO_2 , по существу, отражает уровень расхода топлива автомобилем в зависимости от режима движения, типа двигателя и т.д. При испытании по стандартной методике Правил ООН № 101 (Директивы 93/116/ЕЕС) расход 1 кг топлива автомобилем с бензиновым двигателем эквивалентен выбросу около 3,1 кг CO_2 , с дизельным двигателем около 3,16 кг. Это естественно, так как в молекулах углеводородов, входящих в бензин и дизельное топливо, содержится соответственно от 4 до 12 и от 9 до 20 атомов углерода. Перевод автомобиля на газовое топливо-метан CH_4 является естественным экологически выгодным шагом, с выбросом 2,8 кг CO_2 [6].

Проблема глобального потепления, считается наиболее важной среди всех экологических проблем, с которыми столкнулось человечество. Об этом было отмечено на конференции ООН в Киото в 1997 г., на которой были определены порядок, последовательность и обязательства стран по снижению выбросов парниковых газов. Дальнейшее ужесточение экологических норм на выброс вредных веществ дополняется с 2009 г. Европейскими требованиями на выброс парниковых газов (CO_2) от автотранспорта. В настоящее время в мире насчитывается уже более 900 миллионов автомобилей и ежегодно эта цифра увеличивается еще на 55-60 млн., а ежегодное мировое потребление сырой нефти составляет около 3,4 миллиардов тонн. Эксперты всего мира прогнозируют двукратное увеличение численности транспорта за ближайшие 20 лет и такое же увеличение потребления нефти. Если рост мирового автомобильного парка будет идти такими темпами, то разведанных запасов

нефти хватит примерно на 40 лет, а природного газа на 60 лет.

Водород как единственный экологически чистый энергоноситель рассматривается в большинстве международных проектах, фактор снижения экологического давления на окружающую среду. При сжигании водорода не выделяется CO_2 , а значит автоматически решается планетарная проблема парникового эффекта и региональные экологические проблемы. Сравнительные характеристики не которых топлив приведены в таблица 3.

В республике Узбекистан и за рубежом работы ведутся в рамках программы «Экологически чистый транспорт - Зеленый автомобиль» по расширению применения автомобилей с комбинированными энергоустановками, позволяющими уменьшить выброс CO_2 на 25-35% и электромобилей в условиях их работы в городах, а также межотраслевой программы по этапному внедрению водородной энергетики в автотранспорте. Создание инфраструктуры использования водорода на автомобильном транспорте, которая потребует значительных финансовых вложений и в долгосрочной перспективе должна быть завершена к 2030 году.

При использовании водорода в качестве добавки к основному топливу и в первую очередь к бензину позволяет двигателя существенно снизить токсичность продуктов сгорания и увеличить топливную экономичность. Это объясняется высокой реакционной способностью и широкими концентрационными пределами горения водорода, которые положительно влияют на завершенность химических реакций при горении топливно-воздушной смеси.

Таблица 3.

Сравнительные характеристики топлив

Параметры	Пропан	Бутан	Бензин	Метан	Водород
Химическая формула	C_2H_8	C_4H_{10}	C_8H_{17}	CH_4	H_2
Молекулярная масса	44	58	114	16	2
Плотность жидкой фазы при, нормальных условиях, кг/м^3	510	580	730		70,8
Температура кипения при атмосферном давлении, $^{\circ}\text{C}$	-43	-0,5	не ниже 35	-161,6	-252,7
Теплота сгорания в газообразном состоянии, МДж/м^3	85	111	213	39	143,06
Пределы воспламеняемости в смеси с воздухом при нормальных условиях, % объема:					
нижний	2,4	1,8	1,5	5	10
верхний	9,5	8,5	6,0	15	80
Октановое число	110	95	92	120	
Степень сжатия	10...12	7,5...8,5	8,2	13	
Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг топлива, кг	15,8	15,6	14,7	17	23,8

При окислении водорода в воздухе единственными токсичными компонентами являются оксиды

азота NO_x . Кроме того, в продуктах сгорания реального двигателя всегда будут содержаться некоторое

количество CO и CH_x , вследствие частичного сгорания моторного масла, попадающего в камеру. Однако концентрация этих компонентов не очень велика, что подтверждено рядом исследований [6, 7, 8]. Таким образом, при использовании водорода в качестве добавки к бензину основными токсичными продуктами сгорания являются CO , CH_x и NO_x .

Существующие теоретические методы расчета, не позволяют с достаточной достоверностью количественно оценить влияние сложных внутрицилиндровых процессов и конструктивных параметров на энергетические и экологические показатели ДВС при использовании альтернативных топлив, в частности водорода. Поэтому при изучении рабочего

процесса двигателя, использующего водородосодержащие смеси, целесообразно одновременное проведение расчетных и экспериментальных исследований, позволяющих, с одной стороны, устанавливать закономерности протекания действительного цикла на разных режимах работы, а с другой совершенствовать методы расчетного анализа рабочих процессов и состава продуктов сгорания, сокращая тем самым объем дорогостоящих экспериментальных исследований.

На рис.1. предоставлена принципиальная схема электролизера водорода [8].

1-ключ, 2-реле, 3-масса, 4-предохранитель, 5-аккумулятор, 6-ННО генератор, 7-резервуар, 8-влагоотделитель, 9-воздушный фильтр

Рисунок 1. Принципиальная схема электролизёра водорода

Для изучения и определение условий эксплуатации легкового автомобиля Cobalt водород добавки к бензину и определение расхода топлива нами проведено эксплуатационные испытания по маршруту Ташкент-Чирчик-Ташкент, продолжительность маршрута до 100 км.

Объектом испытаний является легковой автомобиль Cobalt, работающий на бензине и водороде (как добавка к бензину). Во время испытания автомобиля Cobalt, работающий на бензине и с добавкой водорода режим работы автомобиля соответствовал к реальному условию эксплуатации.

Для получения статистических данных по расходу топлива автомобиля Cobalt работающей на бензине и водорода добавки бензина проводятся контрольные замеры расхода топлива. Перед испытаниями производится проверка технической исправности автомобиля.

Методика испытаний производилась на основании О'zDst 1.6:2003 ГСС Уз, нормативные документы, общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению, О'zDst 8.016:2002. Методика выполнения измерений, МИ-2377-98. Разработка и аттестация методик выполнения измерений. – М.: ВНИИМС, 1998. – 31 с. [9,10,11,12].

Испытания производятся на автомобилях с исправными, пломбированными и поверенными спидометрами. Управление автомобилями должно осуществляться так же, как и в условиях рядовой эксплуатации. При проведении испытаний производится обследование условий эксплуатации, составляется протокол обследования, в который вносятся данные, необходимые для дальнейшего расчета нормативных коэффициентов:

- общий пробег по маршруту;

- количество вынужденных остановок на маршруте;
- количество регулируемых и не регулируемых перекрестков на маршруте;
- количество поворотов;
- количество подъемов и спусков;
- ограничений скорости движения.

Водитель совместно с исполнителем, проводящим обследование, перед выездом обязан убедиться в отсутствии повреждений, подтеканий масла, охлаждающей и амортизаторной жидкостей, проверить заправку двигателя охлаждающей жидкостью и маслом, рекомендованным заводом-изготовителем, заправить бак топливом до полного, а также произвести все другие необходимые работы, выполняемые при ежедневном техническом обслуживании. В процессе работы они также обязаны внимательно провести контрольный осмотр и убедиться в отсутствии выше перечисленных повреждений.

Определение количества израсходованного бензина устанавливается по результатам измерений следующих величин:

- заправить топливом полный бак до горловины и отметить метку до начала измерений;
- в конце испытания путем доливки бензина в бензобак до отметки на горловине и измеряется израсходованное количество топлива;
- температура окружающего воздуха;
- пройденный путь за время испытаний;
- время испытаний.

Применяемые средства измерений должны удовлетворять требованиям, приведенным в таблице 4, прошедшие государственную поверку в установленном порядке. Измерительный прибор должен быть установлен и закреплен на месте, где его шкала легко обозрима для испытателя. Датчик для измерения температуры окружающего воздуха должен быть защищен от прямых солнечных лучей и не должен прикасаться к твердым поверхностям.

Таблица 4.

Перечень выполняемых измерений

№	Наименование измеряемой величины	ед. измер.	Обозначение	Рекомендуемые приборы		
				Наименование	Класс точности	Предел измерения
1	Температура газа (окружающего воздуха)	°C	t ₂	Термометр метеорологический стеклянный ГОСТ 112	1.0	-10 -0 +100
2	Время испытаний	сек	T	Секундомер ГОСТ 5072	0.5	—
3	Пробег автомобиля за время испытаний	км	S	Спидометр ГОСТ 12936 (СТ СЭВ 48657)	0.5	—

Примечание: Испытания должны проводиться при: скорости ветра не более 3 м/с, отсутствие осадков, температура воздуха от -5 до +25 °C, атмосферное давление от 730 до 760 мм рт. ст, атмосферная влажность не выше 90%.

Метод измерения количества бензина, израсходованного во время испытаний, состоит в определении изменения в конце испытания путем доливки бензина в бак до отметки.

Результаты обработки испытаний по маршруту “Ташкент-Чирчик- Ташкент” для автомобиля Cobalt приведены в таблице 5.

Таблица 5.

Результаты обработки испытаний по маршруту “Ташкент-Чирчик- Ташкент” для автомобиля Cobalt

Топливо	Средняя величина расход	Отклонение от средней величины $x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
Бензин	7,29	-0,1	0,01
	7,31	0,1	0,01
Бензин с водородом	5,68	-0,2	0,04
	5,72	0,2	0,04

Эксплуатационный нормативный расход топлива на пробег 100 км составляет для легкового автомобиля Cobalt с бензином 7,3 л/100 км и водород добавки бензина 5,7 л/100 км. Экономия топлива составляет до 20%. Если один автомобиль ездит в сутки в среднем 200 км, тогда экономия бензина на 100 км – 1,6 л, на 200 км – 3,2 л. Сейчас один литр бензин стоит 5500 сум (0,52419\$) (Курс доллара по

ЦБ РУз 14.04.2021г, 1\$=10492,36 сум). Тогда получим, экономия одного автомобиля: в сутки 3,2*5500 = 17 600 сум (3,2*0,4774 = 1,6774\$), за месяц 25*17 600 = 440 000 сум (25*1,6774 = 41,9352\$) и за год 12*440 000 = 5 280 000 сум (12*41,9352 = 503,2224 \$).

Проведенная эксплуатационная испытания показывает легкового автомобиля Кобальт с бензином 7,3 л/100 км и водород добавки бензина 5,7 л/100 км

при этом экономия топлива в год составляет 5 280 000 сум или 503,2224 долларов.

На основании выполненного анализа работ зарубежных и отечественных исследований по снижению выбросов вредных веществ и парниковых газов с отработавшими газами, а также и от других систем автомобилей необходимо для объективного проведения дальнейших исследований по экологической безопасности и энергоэффективности автомобилей:

- разработать комплексный метод объективной оценки экологической безопасности автомобилей;
- на основе выбранного комплекса методик провести сравнительные исследования экологических и экономических показателей и энергоэффективности автомобилей с традиционными двигателями внутреннего сгорания (ДВС), с комбинированными энергоустановками.

Список литературы:

1. Постановление Президента Республики Узбекистан 22.08.2019 г. п пп-4422 Об ускоренных мерах по повышению энергоэффективности отраслей экономики и социальной сферы, внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии.
2. Постановление Президента Республики Узбекистан 10.07.2020 N қ-4779 Увеличение энергоэффективности экономики и снижение зависимости экономических секторов в топливно-энергетических продуктах.
3. Кутенев В.Ф., Кисуленко Б.В., Шюте Ю.В. «Экологическая безопасность автомобилей с двигателями внутреннего сгорания». М. Экология, Машиностроение, 2009 г., 253 с.
4. Вайсблум М.Е. Новые тенденции в развитии требований ЕЭК ООН в отношении экологических показателей АТС и устанавливаемых на них двигателей. Журнал ААИ. – 2011. -№3 (68)., с. 14-19.
5. Правила ООН №49 «Единообразные предписания, касающиеся подлежащих принятию мер по ограничению выбросов загрязняющих газообразных веществ и твердых частиц из двигателей с воспламенением от сжатия, предназначенных для использования на транспортных средствах, а также выбросов загрязняющих газообразных веществ из двигателей с принудительным зажиганием, работающих на природном газе или сжиженном нефтяном газе и предназначенных для использования на транспортных средствах», 13.08.2008 г. E/ECE/324, E/ECE/trans/505.
6. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. «Промышленно-транспортная экология», М., Высш. школа, 2003, 273 с.
7. Исмаатов Ж.Ф., Кадыров С.М. Водород как добавка углеводородному топливу. Вестник ТАДИ, №1, 2017 г.
8. Ismatov J.F., Musabekov Zakirjon, Ashirov Vosit, Jurayev Kurbonali Hydrogen electrolyzer for internal combustion. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 6, Issue 10, October 2019. ISSN: 2350-0328.
9. Методика испытаний O'zDst 1.6:2003 ГСС Уз.
10. Нормативные документы, общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению O'zDst 8.016:2002.
11. Методика выполнения измерений МИ-2377-98.
12. Разработка и аттестация методик выполнения измерений. – М.: ВНИИМС, 1998. – 31 с.