

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Автомобільний факультет

НАУКОВІ ПРАЦІ

**Міжнародної науково-практичної конференції
присвяченої 90-річчю Харківського автомобільно-дорожнього
університету та 90-річчю автомобільного факультету**

**"Сучасні тенденції розвитку
автомобільного транспорту та галузевого
машинобудування"**

16-18 вересня 2020 р.

(Посвідчення УкрІНТЕІ від 12 грудня 2019 року № 756)



Харків 2020

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

КЕРІВНИКИ ОРГКОМІТЕТУ

Туренко Анатолій Миколайович – ректор ХНАДУ, д.т.н., професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державної премії України, академік Транспортної академії України, голова організаційного комітету конференції;

Богомолов Віктор Олександрович – проректор ХНАДУ з наукової роботи, д.т.н., професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державної премії України, академік Транспортної академії України, заступник голови організаційного комітету конференції;

Сараєв Олексій Вікторович – декан автомобільного факультету ХНАДУ, д.т.н., відповідальна особа за організацію та проведення конференції

ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ

Бажинов Олексій Васильович - д.т.н., професор кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів ХНАДУ, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, академік Транспортної академії України;

Батигін Юрій Вікторович - зав. кафедри фізики ХНАДУ, д.т.н., професор, академік Транспортної академії України;

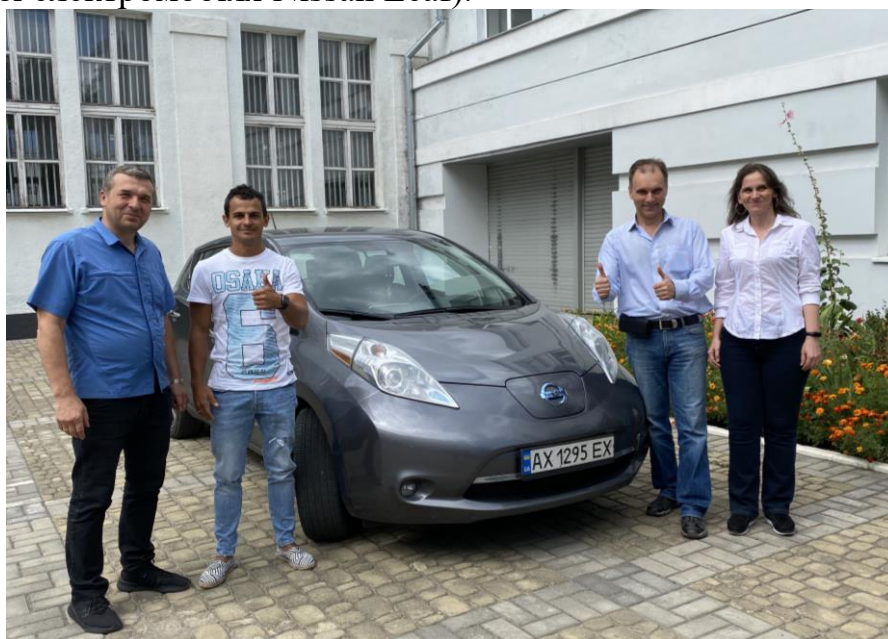
Волков Володимир Петрович – зав. кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів ХНАДУ, д.т.н., професор, академік Транспортної академії України;

Клименко Валерій Іванович - зав. кафедри автомобілів ХНАДУ, д.т.н., професор, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, академік Транспортної академії України;

Матейчик Василь Петрович – декан автомеханічного факультету Національного транспортного університету м. Київ, д.т.н., професор, Відмінник освіти України, академік Транспортної академії України;

Перегон Володимир Андрійович – зав. кафедри деталей машин ХНАДУ, к.т.н., професор;

– комплекс для навчання і науково-практичних досліджень електромобілів (на базі електромобіля Nissan Leaf).



Участь у таких міжнародних проектах виводить автомобільний факультет на новий рівень, що відповідає європейським стандартам навчання.

Автомобільний факультет вітає всіх викладачів, студентів і випускників університету та факультету з ювілеєм, бажає міцного здоров'я та нових творчих успіхів і наукових досягнень.

Декан АФ

Сараєв О.В

ЗМІСТ

Секція 1. ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ КОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛІВ

Єрмоєнко А. В., Михалевич М.Г.....	20
Концепція транспортного засобу спеціального призначення з використанням гібридних технологій	
Корпач О.А.....	21
Перспективи використання метробуса в м. Києві	
Криворот А .І.....	22
До вибору оптимального передаточних відношень автомобіля БАЗ – 2215 за тягово-швидкісним дослідженням	
Михалевич М.Г., Дзюбенко О.А., Ярита О. О.....	25
Дослідження впливу температури на роботу електромагнітного клапана	

Симоненко Р.В., Матейчик В.П., Волков В.П., Грицук І.В.....136
Способи підвищення ефективності функціонування системи «КТЗ –
ІНФРАСТРУКТУРА»

Хрулев А.Э.....134
Некоторые закономерности износа деталей клапанного механизма и
особенности их учета при переоборудовании бензинового двигателя
внутреннего сгорания на газомоторное топливо

Чуйко С.П.....138
Критерії управління витратою палива міських автобусів із застосуванням
сучасних інформаційних технологій

Секція 3. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

Байдала В.Ю.....145
Застосування перспективних конструкцій засобів транспорту на комбінованому
ході

Луценко М.М.....147
Можливості ремонту зубчастих коліс глобоїдних передач при індивідуальному
ремонті

Подригало М.А., Закапко О.Г.....148
Підвищення маневреності перспективного тракторного самохідного шасі при
встановленні переднього поворотного моста

Подригало М.А., Холодов М.П., Коряк А. А., Кайдалов Р. О..... ..150
Енергетична ефективність автомобілів з комбінованим електромеханічним
приводом ведучих коліс

Подригало М.А., Тарасов Ю.В., Шеїн В.С., Радченко І.А.....153
Вдосконалення методики визначення коефіцієнту лобового аеродинамічного
опору при вибігу автомобіля

Потапов М.М., Потапова О. В., Абрамов Д.В.....155
Визначення втрат енергії при зминанні шин повнопривідного тягово-
транспортного засобу

Сакно О.П., Колеснікова Т.М., Медведєв Є.П., Шивченко О.В.....157
Щодо питання впливу технологічних розробок автомобілів на розвиток
соціотехнічної системи

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ КЛАПАННОГО МЕХАНИЗМА И ОСОБЕННОСТИ ИХ УЧЕТА ПРИ ПЕРЕОБОРУДОВАНИИ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ НА ГАЗОМОТОРНОЕ ТОПЛИВО

Перевод серийных бензиновых двигателей на газомоторное топливо рассматривался в качестве перспективного для различных видов транспорта не одно десятилетие. Обычно главными преимуществами такого перевода было принято считать полное сгорание газозвоздушной смеси, заметно меньшую стоимость газа и даже более высокий ресурс цилиндро-поршневой группы.

За многие десятилетия идея газификации легкового транспорта испытывала многочисленные взлеты и падения, но среди мировых автопроизводителей большого числа приверженцев так и не получила [1]. Причин этого достаточно много, и технических, и экономических, но точку в споре между газом и бензином для легкового транспорта недавно поставила экология. Причем, с неожиданной стороны.

Действительно, еще несколько лет назад сжиженный и природный газ в сравнении с бензином считался экологичным видом топливом. Однако с того момента, как углекислый газ, как продукт сгорания, попал в категорию вредных парниковых газов, сжиженный и природный газ были фактически спущены с "экологического пьедестала", чему во многом способствовала и развернувшаяся "электрическая" революция в автомобилестроении. Результатом такого сдвига в массовом секторе рынка стал полный и окончательный отказ мировых производителей от производства легковых автомобилей с газовыми двигателями в пользу электрических. Первой "ласточкой" явилась Honda – ее "экологически чистая" модель Civic с газовым двигателем [2] всего через несколько лет после начала производства была снята с конвейера. За Honda недавно последовал VW, имевший в производственной программе несколько газовых двигателей [3], но также объявивший о полном прекращении их исследований, разработок и производства.

Тем не менее, драматические события, развернувшиеся в мире массового производства автомобилей, не слишком сильно отразились на области их эксплуатации. За многие десятилетия там сформировался достаточно устойчивый рынок газобалонного оборудования (ГБО) со всей своей инфраструктурой, включая производителей, установщиков, потребителей и контролирующие органы. Внутри этого мира газобалонное оборудование развивалось своим собственным путем, не только дойдя в этом развитии до 7-го поколения, но и получив способность полностью встраиваться в серийную электронную систему топливоподачи любой сложности [1, 4].

Причины, по которым шло обособленное развитие рынка ГБО, далеки от экологии, они скорее сугубо экономические и даже психологические – розничная цена 1 литра сжиженного газа вдвое ниже чем у бензина. Оказалось,

что для многих потребителей именно и только этот фактор имеет значение, чтобы побудить их переоборудовать свой собственный автомобиль для работы на нештатном газовом топливе, все остальное для большинства потребителей вторично и даже неважно [5].

Однако в дальнейшей эксплуатации переоборудованного на нештатное топливо двигателя возникают серьезные проблемы. Несмотря на преимущества для цилиндро-поршневой группы, в которой при работе на газе больше не происходит ухудшения смазывания деталей из-за смывания масла топливом со стенок, и нет нагарообразования, а моторное масло служит дольше, выявляется ускоренный износ клапанного механизма в виде так называемого "проседания" клапанов (рис.1). Причем быстрому износу подвержено не только сопряжение клапана с седлом [6], но и стержня клапана с направляющей втулкой [1].

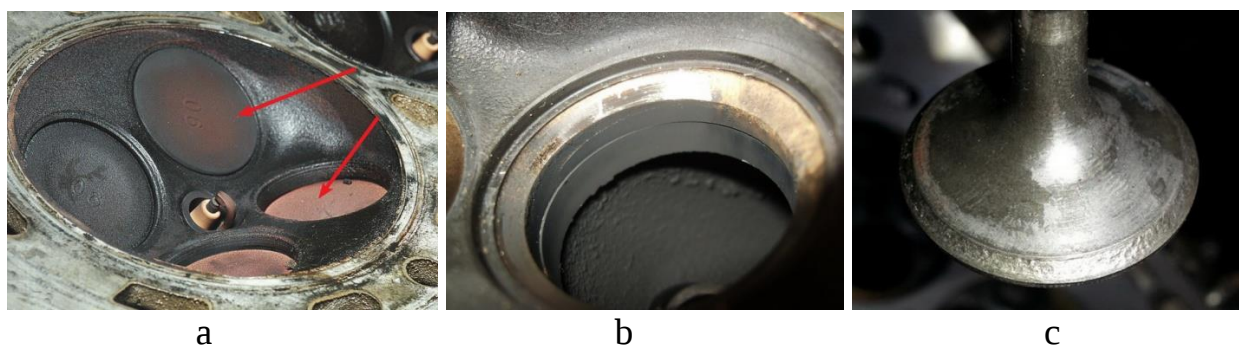


Рисунок 1. "Проседание" клапанов при работе на газе (а) возникает вследствие интенсивного изнашивания седла (б) и фаски клапана (с).

Еще не так давно было принято объяснять такой аномальный износ некоей "более высокой" температурой сгорания газозвушной смеси [4, 6]. Однако детальные исследования процесса изнашивания пары "клапан-седло" фактически опровергли "температурную" теорию и показали, что реальные причины, по которым при изменении вида топлива с бензина на газ может происходить резкое возрастание интенсивности изнашивания, связаны с отсутствием в зоне трения смазки в виде смол и нагара [7, 8, 9].

Как показано в [1], удовлетворение всем требованиям, обеспечивающим работоспособность и ресурс клапанного механизма на газе, делает двигатель неработоспособным на бензине, поскольку сопряжение клапана с седлом теряет герметичность из-за нарушения самоочистки рабочей поверхности контакта от смол и нагара [8]. В то же время очевидная невозможность удовлетворить этим требованиям при переводе серийного бензинового двигателя на нештатное газовое топливо оказывается ключевым фактором эксплуатации, поскольку означает неизбежное уменьшение ресурса. Отсюда следует важный для практики эксплуатации вывод о том, что установка ГБО может быть выполнена только на те модели двигателей, для которых заранее известны данные по реальному влиянию газового топлива на ресурс клапанного механизма [7].

Если такие данные известны (а в случае неизвестности риск владельца автомобиля вместо экономии получить серьезные убытки неприемлемо высок), для расчета экономической эффективности эксплуатации на газе по сравнению

с бензином можно вывести формулу для расчета относительной стоимости эксплуатации на газе:

$$\bar{C} = k_c k_g + 100 \frac{C_{gbo}}{R_b G_b C_b} \left(1 + \frac{k_{rep}}{k_R} \right), \quad (1)$$

где k_c – коэффициент массового расхода газа по сравнению с бензином ($k_c = 1,25-1,45$), k_g – коэффициент цены 1 литра газа по сравнению с бензином ($k_g = 0,5$), C_{gbo} – стоимость ГБО, ее установки и сертификации (в расчетах принято $C_{gbo} = 20.000$ грн), R_b – ресурс двигателя на бензине ($R_b = 150.000$ км), G_b – расход бензина ($G_b = 10$ л/100 км), C_b – стоимость 1 литра бензина ($C_b = 25$ грн), k_{rep} – относительная стоимость ремонта двигателя (показывает, во сколько раз ремонт дороже установки ГБО), k_R – относительный ресурс (показывает, во сколько раз ресурс двигателя до ремонта на газе меньше, чем на бензине).

Результате расчетов по формуле (1) показаны на диаграмме (рис.2). Нетрудно заметить, что даже не очень дорогой вариант ГБО делает максимально возможную эффективность заведомо выше 0,75 (т.е. экономия составит только 25% и в лучшем случае будет вдвое меньше, чем это следует из простого сравнения цен газа и бензина на АЗС). С ростом же стоимости ремонта перевод двигателя на нештатное топливо становится все менее выгодным, и при стоимости ремонта вдвое больше стоимости установленной ГБО уже заведомо экономически неэффективен при любом ресурсе.

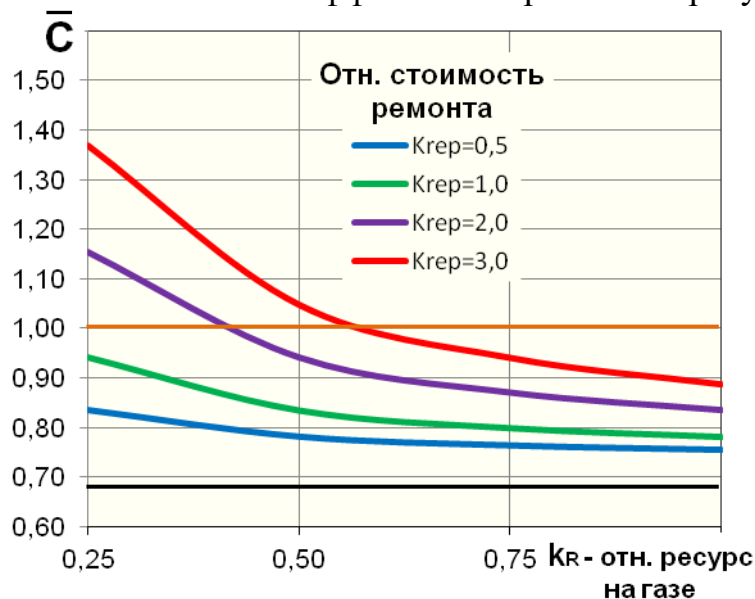


Рисунок 2. Экономическая эффективность перевода двигателя на газовое топливо при различном ресурсе и стоимости промежуточных ремонтов.

Анализ рынка запчастей по легковым автомобилям 2010-2012 года выпуска показал [10], что у подавляющего большинства моделей среднего класса цена новой головки блока превышает 40.000 грн (на некоторые японские модели, например, Mazda 6, CX7, Honda Civic, Accord, это более 60.000 грн), что делает установку на них ГБО экономически неэффективной. И только самые недорогие модели, преимущественно малого класса и/или же наиболее

популярные и распространенные, на которые существуют головки блока цилиндров по цене менее 15.000-20.000 грн, позволяют получить экономическую выгоду от перехода на нештатное топливо. Но и то при условии, что ресурс клапанного механизма на газе не упадет более чем вдвое.

Таким образом, проведенное исследование показывает, что несмотря на большую разницу в цене между газом и бензином, перевод бензинового двигателя на нештатное газовое топливо в общем случае имеет целый ряд серьезных ограничений, накладываемых не только техническими, но и чисто экономическими факторами. В результате для целого ряда автомобилей, особенно, старших классов, кажущаяся выгода оборачивается серьезными убытками, что должно в обязательном порядке учитываться при планировании установки на них газобаллонного оборудования.

Литература

1. Хрулев А. Сакральная тайна голубого топлива. Ч.3 / А.Хрулев, Е.Тимофеев, Ю.Буцкий. АБС-авто, №11, 2016, с. 12-17.
2. Руководство по двигателям HONDA широкого применения. Пояснения к устройству двигателя внутреннего сгорания на примере двигателей HONDA. Часть 1. Редакция 2.0 (06.04.2000). Пер. с англ. HONDA Motor, Japan, 2000. - 273 с.
3. VW Service Training. Программа самообучения 427. Газобаллонная установка на сжиженном газе BiFuel. Устройство и принцип действия. Перевод и верстка ООО "ФОЛЬКСВАГЕН Груп Рус". VOLKSWAGEN AG, Вольфсбург, 2009. - 60 с.
4. Петров А. Газовое топливо и надежность клапанов / А.Петров, А.Ширяев. АБС-авто, №04, 2004, с. 42-45.
5. Новицкий О. На какие авто устанавливали ГБО в июле. AUTO.RIA, [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://auto.ria.com/news/topnews/251322/dali-gazu-na-kakie-avto-ustanavlivali-gbo-v-iyule.html>.
6. Хрулев А. Коль на газе ездит Хонда... / А.Хрулев, С.Самохин. АБС-авто, №10, 2003, с. 40-43.
7. Тихомирова О.Б. Новые вопросы перевода на газ автомобильных двигателей / О.Б.Тихомирова, А.Н.Тихомиров. Транспортные системы, №22 (5), 2017, с. 44-50.
8. Lewis R. and Dwyer-Joyce R.S. Automotive Engine Valve Recession. London, Professional Engineering Publishing Limited, 2002. - 138 p.
9. Поддубный И.Н. Износостойкость упрочненной фаски клапана и параметры контактного взаимодействия элементов трибосопряжения "фаска клапана-седло" / И.Н.Поддубный, В.И.Кубич, А.Н.Коробочка. Проблеми трибології (Problems of Tribology) 2013, № 1, с. 127-134.
10. Популярные модели авто. Головки блока цилиндров и их части (ГБЦ). Интернет-магазин Exist.ua [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://exist.ua/golovki-bloka-cilindrov-chasti-gbc/>. - 05.09.2020.