

УДК 621.436.2

© П. А. Разумов, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет,
Санкт-Петербург, Россия)
E-mail: p.razumov@internet.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2023-20-3-123-130

© P. A. Razumov, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering,
St. Petersburg, Russia)
E-mail: p.razumov@internet.ru

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СЖИЖЕННОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ ОСНОВНОГО ВИДА ТОПЛИВА ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ ПО ЦИКЛУ ДИЗЕЛЯ

TECHNOLOGY FOR THE USE OF LIQUEFIED PETROLEUM GAS AS THE MAIN TYPE OF FUEL FOR ENGINES OPERATING ON THE DIESEL CYCLE

Рассматривается применение сжиженного нефтяного газа (пропана) в качестве основного вида топлива для двигателей внутреннего сгорания, работающих по циклу Дизеля. Разработана технология его применения, главная особенность которой — подача смешанного топлива сжиженного нефтяного газа и запальной дозы дизельного топлива в пропорциях 80–85 % / 15–20 % соответственно из единого топливного бака через оригинальный топливный насос высокого давления и механические форсунки без дополнительной установки газовых топливных форсунок. Применение данной технологии позволяет снизить топливные, а следовательно, и транспортные затраты на все товары и услуги, а также обеспечить экологическую безопасность даже для старого подвижного состава. При этом стоимость переоборудования дизельного двигателя для использования пропана в качестве основного вида топлива на порядок ниже газодизельных аналогов, использующих компримированный природный газ.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, система питания, сжиженный нефтяной газ, пропан, цикл Дизеля, дизельный двигатель, отработавшие газы.

The article discusses the use of liquefied petroleum gas (propane) as the main type of fuel for internal combustion engines operating on the diesel cycle. There has been worked out a technology of the application of this gas, with the main feature being the supply of a mixed fuel of liquefied petroleum gas and an ignition dose of diesel fuel, in proportions of 80–85% and 15–20% respectively, from a single fuel tank through the original high-pressure fuel pump and mechanical nozzles without additional installation of gas fuel injectors. The use of this technology makes it possible to reduce the fuel costs, and, consequently, transportation costs for all goods and services, as well as ensure environmental safety even for old vehicles. The cost of converting a diesel engine to use propane as the main fuel is an order of magnitude lower than that of gas-diesel counterparts using compressed natural gas.

Keywords: internal combustion engine, fuel supply system, liquefied petroleum gas, propane, diesel cycle, diesel engine, exhaust gases.

Введение

Направление развития применения альтернативных видов топлива, в частности использование газового топлива в качестве основного вида топлива на автомобильном транспорте, является одним из важных на данный момент и поддерживается Правительством Российской Федерации. В частности, в Распоряжении Правительства РФ от 13 мая 2013 г. №767-р «О регулировании

отношений в сфере использования газового моторного топлива, в том числе природного газа в качестве моторного топлива» утвержден план на увеличение доли транспортных средств, использующих газовое топливо, от 10 % до 50 % в зависимости от количества населения в городах Российской Федерации. Причем если для двигателей внутреннего сгорания, работающих по циклу Отто, существует несколько поколений газобаллонного

оборудования — от газового карбюратора до непосредственного впрыска сжиженного газа, то на автомобилях с двигателем, работающим по циклу Дизеля, широко распространена только дорогостоящая газодизельная система, принцип работы которой заключается в замещении дизельного топлива компримированным природным газом (метаном) примерно до 50 %, а топливных систем, работающих на сжиженном нефтяном газе (пропане), не существует в заводском исполнении.

Также данное исследование направлено на решение вопроса об освоении Крайнего Севера Российской Федерации согласно Указу Президента Российской Федерации от 26.10.2020 № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года», а также Постановлению Правительства Российской Федерации от 30.03.2021 № 484 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации».

Основная проблема заключается в затрудненной эксплуатации дизельных топливных систем, поскольку больше половины территории Российской Федерации находится в климатической зоне со среднегодовой температурой января ниже $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1, 2]. Для оптимальной работы требуется использование арктического дизельного топлива, но это затруднено в связи с отсутствием нефтеперерабатывающих заводов вблизи северных регионов, где производилось бы арктическое топливо. Такие заводы логистически отдалены, что влечет за собой увеличение стоимости топлива. Решением данной проблемы может быть использование сжиженного нефтяного газа в качестве основного моторного топлива в двигателях внутреннего сгорания, работающих по циклу Дизеля.

При разработке технологии применения сжиженного нефтяного газа (СНГ) в каче-

стве основного вида топлива для двигателей, работающих по циклу Дизеля, был проведен анализ научных статей, патентов и технической литературы [3–8]. Данная технология заключается в подаче в камеру сгорания смесового топлива СНГ и запальной дозы дизельного топлива в пропорциях 80–85 %/15–20 % через оригинальные форсунки. Причем смесовое топливо подается из единого бака закрытого типа, а смесь в нужной пропорции подготавливается заранее в процессе заправки.

Методы

Помимо проведения анализа информации по применению сжиженного нефтяного газа на двигателях внутреннего сгорания (ДВС), работающих по циклу Дизеля, был проведен сравнительный тепловой расчет [9, 10] дизельного двигателя ММЗ Д-245 при использовании в качестве топлива пропана и дизельного топлива с целью предварительной оценки экономических, экологических и тяговых свойств. Разработана и применена на двигателе ММЗ Д-245 натурная модель альтернативной топливной системы, а также получен патент на изобретение [11]. Проведен расчет экономической эффективности с обоснованием экономической целесообразности и определен предполагаемый социальный эффект от установки альтернативной системы питания.

Результаты и обсуждение

Для решения проблемы затрудненной эксплуатации автомобилей с дизельными двигателями внутреннего сгорания из-за высоких температур помутнения, предельной фильтруемости и замерзания без увеличения топливных затрат выдвинута гипотеза применения смеси сжиженного нефтяного газа с запальной дозой дизельного топлива. Повышенная концентрация *n*-парафинов непосредственно влияет на температурные свойства дизельного топлива, а данное внедрение позволит снизить количество парафиновых соединений до 5,6 раз за счет разницы кон-

концентраций н-парафина в СНГ и дизельном топливе. Это возможно за счет способности пропана растворять н-парафины [12].

Основными результатами сравнительного теплового расчета является теоретическое подтверждение повышения экологической безопасности (табл. 1) подвижного состава при использовании в качестве основного вида топлива сжиженного нефтяного газа (пропана), а также снижение часового расхода топлива при незначительном снижении мощности двигателя (табл. 2).

На основании анализа табл. 1 можно сказать, что при использовании в качестве топлива пропана, который является одним из основных загрязняющих веществ от автомобилей [13], снижается количество выбросов углекислого газа (CO_2), относительная разница составляет 5,9 %. Но увеличивается количество выбросов паров воды (H_2O), кислорода (O_2) и азота (N_2), которые не являются загрязняющими веществами; относительная разница составляет 30,8 %, 8,5 % и 8,6 % соответственно.

Из расчета основных параметров и показателей двигателя можно сказать, что относительная разница часового расхода топлива составляет 9,1 % при использовании сжиженного нефтяного газа, при этом снижение мощности незначительное.

В процессе научно-исследовательской работы сконструирована натурная модель альтернативной системы питания на двигателе

ММЗ Д-245 (рис. 1) для подачи смесового топлива из единого бака через оригинальные механические дизельные форсунки.

На рис. 1 представлен двигатель ММЗ Д-245, установленный на обкаточно-тормозном стенде КИ-5543, на переднем плане расположен топливный бак закрытого типа с мультиклапаном. К мультиклапану подходит три масло-бензостойких шланга: первый — шланг подачи топлива до топливного насоса высокого давления (ТНВД) с подсоединенным манометром для контроля давления топлива в системе; второй — заправочный, с установленным ниппелем быстросъемного соединения для заправки сжиженным нефтяным газом; третий шланг подсоединен к обратной топливной магистрали, дополнительно установлены обратные клапаны.

На основе натурной модели был получен патент на изобретение № 2753703 «Альтерна-



Рис. 1. Натурная модель альтернативной системы питания на двигателе ММЗ Д-245

Таблица 1
Количество отдельных компонентов продуктов сгорания при использовании различного топлива

Компоненты продуктов сгорания, ед. изм.	Вид топлива	
	ДТ	Пропан (C_3H_8)
CO_2 , кмоль/кг топл.	0,0725	0,0682
H_2O , кмоль/кг топл.	0,063	0,091
O_2 , кмоль/кг топл.	0,0623	0,0681
N_2 , кмоль/кг топл.	0,6323	0,6919

Таблица 2
Основные параметры и показатели двигателя

Параметры и показатели, ед. изм.	Вид топлива	
	ДТ	Пропан (C_3H_8)
Мощность, кВт	84,36	84,08
Крутящий момент, Н·м	335,7	334,5
Часовой расход топлива, кг/ч	18,63	16,98
Удельная мощность, кВт/дм ³	17,76	17,7

тивная система питания дизельных двигателей» (рис. 2) [11].

В процессе исследований и экспериментальной работы в систему были добавлены фильтры грубой и тонкой очистки, а также насос низкого давления для увеличения да-

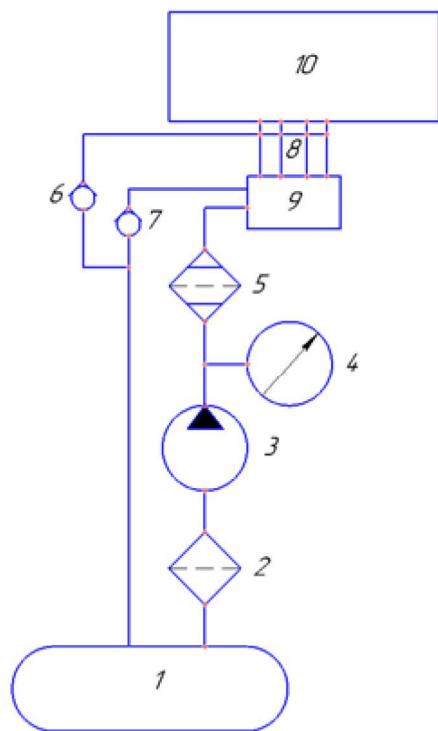


Рис. 2. Принципиальная схема топливной системы: 1 — топливный бак закрытого типа; 2 — фильтр грубой очистки; 3 — электрический насос; 4 — манометр; 5 — фильтр тонкой очистки; 6 и 7 — обратные клапаны; 8 — механические форсунки; 9 — ТНВД; 10 — ДВС

вления в системе до ТНВД. Насос обеспечивает давление выше давления насыщенных паров пропана [14] для предотвращения испарения сжиженного нефтяного газа в топливных магистралях, что позволяет обеспечивать безотказную работу и отсутствие паровых пробок [15–19].

На рис. 3 и 4 представлены сравнительные внешние скоростные характеристики и удельный расход топлива.

Из графиков (рис. 3 и 4) видно, что мощность и крутящий момент снизились незначительно, а удельный и массовый расход топлива снизился — это произошло за счет более высокой теплоемкости сжиженного нефтяного газа по сравнению с дизельным топливом.

Также проведен расчет экономической эффективности применения альтернативной системы питания на начало февраля 2021 г. Суммарные капиталовложения на установку смесевой системы питания на один автомобиль составляют 20 056 руб. Сюда включены стоимость оборудования, устанавливаемого на автомобиль, амортизация оборудования и инструмента, необходимого для проведения работ, а также стоимость монтажа оборудования. Основная экономическая эффективность заключается в снижении топливных затрат, составляет порядка 50 % затрат

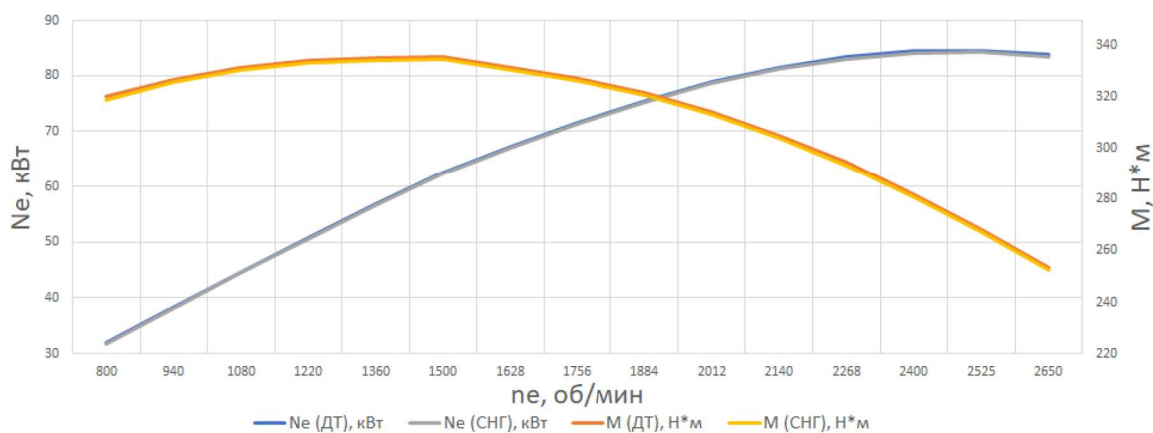


Рис. 3. Сравнительная внешняя скоростная характеристика двигателя ММЗ Д-245: Ne — мощность двигателя; M — крутящий момент; ne — скорость вращения двигателя

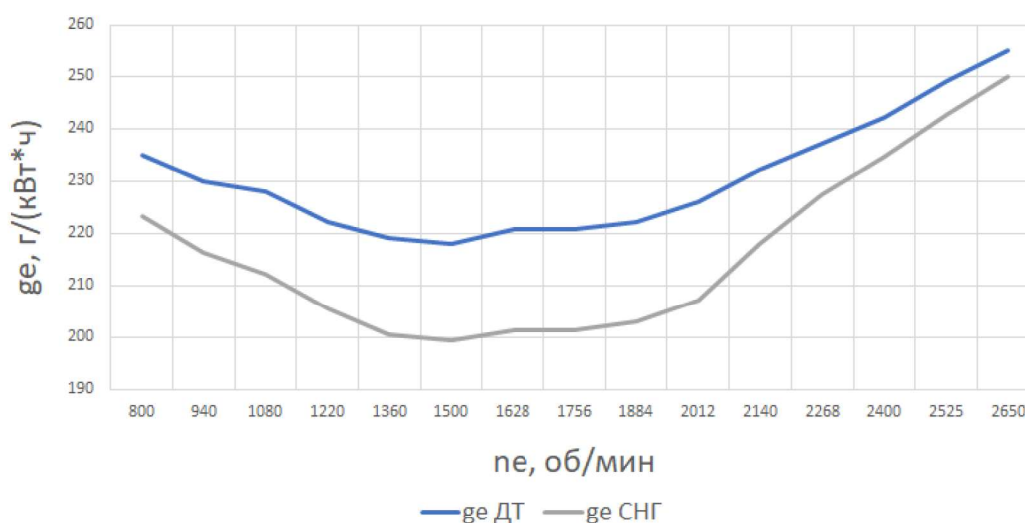


Рис. 4. Характеристики удельного расхода топлива от скорости вращения коленчатого вала двигателя ММЗ Д-245: ge — удельный расход топлива, ne — скорость вращения двигателя

на владение автомобилем [20]. Расчет проводился при среднесуточном пробеге в 250 км и коэффициенте технической готовности 0,85 [21]. Итоговые технико-экономические показатели представлены в табл. 3.

Из расчета экономической эффективности ($9896,04 - 8456,64 = 1439,4$; 14,55 % относительная разница, а 17 дней — это 0,045 года) можно утверждать, что топливные затраты при применении смесового топлива СНГ и запальной дозы дизельного топлива меньше на 1439,4 руб. или 14,55 % в день по сравнению с использованием только дизельного топлива, а срок окупаемости — 17 дней. Данный параметр экономической эффективности можно выделить и как по-

ложительный социальный эффект, ведь при международных транспортных перевозках 40 % затрат составляют затраты на топливо, соответственно, за счет изменения основного вида топлива на более дешевое можно снизить транспортные затраты всех товаров и услуг на 5,8 %. Также, согласно расчетам, снижается количество вредных выбросов оксида углерода (CO_2), что положительно влияет на экологическую безопасность дизельного транспорта.

Выводы

Применение сжиженного нефтяного газа как основного вида топлива для двигателей внутреннего сгорания, работающего по циклу Дизеля, имеет множество преимуществ:

Таблица 3

Итоговые технико-экономические показатели применения смесовой системы питания

Показатель	Значение		Ед. изм.
	до установки смесовой системы питания	после установки смесовой системы питания	
Стоимость топлива	54	32,23	руб./л
Суточные затраты на топливо	9896,04	8456,64	руб.
Расход топлива в сутки	183,26	262,4	л
Капиталовложения	20056		руб.
Экономический эффект	447654,40		руб.
Срок окупаемости	0,045		лет

– снижение температурных требований применения топлива за счет снижения концентрации n-парафинов в топливе;

– повышение экологической безопасности подвижного состава, оснащенного дизельными двигателями;

– снижение топливных затрат за счет часового расхода топлива при незначительном снижении мощности.

При этом стоимость внедрения данной технологии на порядок дешевле применения газодизельных систем на компримированном природном газе, а срок окупаемости составляет меньше месяца.

Библиографический список

1. Подчинок В. М. Эксплуатация военной автомобильной техники. Рязань: Русское слово, 2006. 696 с.
2. Кошелев Д. А., Долгушин А. А. К вопросу обеспечения теплового режима системы питания дизельных двигателей // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. науч.-практ. конф. преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 20 октября 2021 года. Новосибирск: Издательский центр НГАУ «Золотой колос», 2021. С. 47–50.
3. Патент № 2369754 Российская Федерация, МПК F02B 43/00, F02M 21/02, F02M 43/04. Газовый двигатель : № 2006139932/06: заявл. 09.05.2005 : опубл. 10.10.2009 / Бюсveen М., Алмос Т., Йоргенсен Р., Квинге Ф.
4. Патент № 2341678 Российская Федерация, МПК F02M 43/04. Форсунка для подачи двух видов топлива в дизель : № 2006146037/06 : заявл. 26.12.2006 : опубл. 20.12.2008 / Мальчук В. И., Шумова В. В. ; заявитель Московский автомобильно-дорожный институт (государственный технический университет).
5. Патент № 2319846 Российская Федерация, МПК F02D 19/10, F02B 43/06, F02M 29/02. Способ подачи горючего газа в рабочие цилиндры газодизеля: № 2006122902/06 : заявл. 28.06.2006 : опубл. 20.03.2008 / Бондаренко Л. М., Жданов В. А., Никольский Н. К. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное унитарное предприятие Всероссийский научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава (ВНИКТИ).
6. Краснокутский В. В., Русанов М. А., Трояновская И. П. Системы питания дизельных двигателей. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017.
7. Чумаков В. Л., Девянин С. Н., Бижаев А. В., Капустин А. В. Экспериментальные исследования улучшения токсических характеристик газодизеля // Чтения академика В. Н. Болтинского: сборник статей семинара, Москва, 20–21 января 2021 года. Ч. 2. М.: ООО «Сам полиграфист», 2021. С. 104–112.
8. Савельев Г. С., Овчинников Е. В., Уютов С. Ю., Уянаев Ю. Х. Газодизель с улучшенными экологическими показателями // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2019. № 8. С. 24–32.
9. Колчин А. И., Демидов В. П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. М.: Высш. шк., 2008. 496 с.
10. Гаврилов А. А., Игнатов М. С., Эфрос В. В. Расчет поршневых двигателей внутреннего сгорания. Ч. 1: Расчет циклов и нагрузок, действующих в кривошипно-шатунном механизме. Владимир, 2002. 142 с.
11. Патент № 2753703 Российская Федерация, МПК F02B 69/04, F02D 19/10, B60K 15/07. Альтернативная система питания дизельных двигателей : № 2020132792 : заявл. 05.10.2020 : опубл. 20.08.2021 / Разумов П. А., Воробьев С. А.
12. Патент на полезную модель № 102699 Российская Федерация, МПК F04B 47/02. Сквжинная штанговая насосная установка для добычи нефти в осложненных условиях: № 2010115442/06 : заявл. 19.04.2010: опубл. 10.03.2011 / Ишмурзина Н. М.; заявитель ООО «Газнефтехнология».
13. Капустин А. А., Раков В. А. Сравнение выбросов загрязняющих веществ от автомобилей и различных энергетических установок // Транспорт на альтернативном топливе. 2017. № 6 (60). С. 53–60.
14. Багаутдинов И. З., Кувшинов Н. Е. Физико-химические свойства пропан-бутановой смеси // Инновационная наука. 2016. Т. 3, № 3-3. С. 34–36.
15. Ведрученко В. Р., Жданов Н. В. О влиянии свойств жидких легких альтернативных и нефтяных топлив на работу топливной аппаратуры дизелей // Сборник научных трудов. Омск: ОИВТ (филиал) ФГОУ ВПО НГАВТ, 2013. Вып. 11. С. 34–45.
16. Марков В. А., Гайворонский А. И., Грехов Л. В., Иващенко Н. А. Работа дизелей на нетрадиционных топливах М.: Изд-во «Легион-Авто дата», 2008. 464 с.
17. Емельянов В. Е., Крылов И. Ф. Альтернативные экологически чистые виды топлива для автомобилей: свойства, разновидности, применение. М.: АСТ: Астрель, 2004. 128 с.
18. Шкаликова В. П., Патрахальцев Н. Н. Применение нетрадиционных топлив в дизелях. М.: Изд-во УДН, 1986. 56 с.
19. Муталибов А. А., Пьядичев Э. В., Ставров А. П. Газовые конденсаты и перспективы их применения. Ташкент, 1976. 217 с.

20. Майбуров И. А., Леонтьева Ю. В. Фискальное регулирование процессов владения и использования грузового коммерческого транспорта в России // Экономика. Налоги. Право. 2017. Т. 10, № 2. С. 121–127.

21. Веревкин Н. И., Черняев И. О., Лаврентьев Е. В. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий как средство повышения безопасности дорожного движения // Транспорт Российской Федерации. 2015. № 1 (56). С. 52–55.

References

1. Podchinok V. M. *Ekspluatatsiya voennoy avtomobil'noy tekhniki* [Operation of military vehicles]. Ryazan', Russkoe slovo Publ., 2006, 696 p.

2. Koshelev D. A., Dolgushin A. A. *K voprosu obespecheniya teplovogo rezhima sistemy pitaniya dizel'nykh dvigateley* [To the issue of ensuring the thermal regime of the power supply system of diesel engines]. *Trudy nauchno-prakticheskoy konferentsii prepodavateley, aspirantov, magistrantov i studentov Novosibirskogo GAU, Novosibirsk, 20 oktyabrya 2021 goda "Aktual'nye problemy agropromyshlennogo kompleksa"* [Proceedings of the of scientific-practical conference of teachers, graduate students, undergraduates and students of Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, October the 20-th, 2021 "Actual problems of agroindustrial complex"]. Novosibirsk, NGAU «Zolotoy kolos» Publ., 2021, pp. 47–50.

3. Byusveen M., Almos T., Yorgensen R., Kvinge F. *MPK F02B 43/00, F02M 21/02, F02M 43/04. Gazoviy dvigatel'* [Gas engine]. Patent RF no. 2369754, 2009.

4. Mal'chuk V. I., Shumova V. V. *MPK F02M 43/04. Forsunka dlya podachi dvukh vidov topliva v dizel'* [Nozzle for dual fuel feeding to diesel engine]. Patent RF no. 2341678, 2008.

5. Bondarenko L. M., Zhdanov V. A., Nikol'skiy N. K., et al. *MPK F02D 19/10, F02B 43/06, F02M 29/02. Sposob podachi goryuchego gaza v rabochie tsilindry gazodizel'* [Method of fuel gas feeding into the gas-diesel working cylinders]. Patent RF no. 2319846, 2008.

6. Krasnokutskiy V. V., Rusanov M. A., Troyanovskaya I. P. *Sistemy pitaniya dizel'nykh dvigateley* [Diesel engine power supply system]. Chelyabinsk, YuUrGU Publ., 2017.

7. Chumakov V. L., Devyanin S. N., Bizhaev A. V., Kapustin A. V. *Eksperimental'nye issledovaniya uluchsheniya toksicheskikh kharakteristik gazodizelya* [Experimental studies of improving the toxic characteristics of gas-diesel]. *Trudy seminara "Chteniya akademika V.N. Boltinskogo, Moskva, 20–21 yanvarya 2021 goda"* [Proceedings the workshop "Readings of Academician V. N. Boltinsky, Moscow, January 20-21, 2021"]. Pt. 2. Moscow, Sam poligrafist Publ., 2021, pp. 104–112.

8. Savelev G. S., Ovchinnikov E. V., Uyutov S. Yu., Uyanaev Yu. Kh. *Gazodizel' s uluchshennymi ekologicheskimi pokazatelyami* [Gas-diesel with improved environmental performance]. *Sel'skokhozyaystvennaya tekhnika: obsluzhivanie i remont – Agricultural Machinery: Maintenance and Repair*, 2019, no. 8, pp. 24–32.

9. Kolchin A. I., Demidov V. P. *Raschet avtomobil'nykh i traktornykh dvigateley* [Calculation of automobile and tractor engines]. Moscow, Vyssh. shk. Publ., 2008. 496 p.

10. Gavrillov A. A., Ignatov M. S., Efros V. V. *Raschet porshnevnykh dvigateley vnutrennego sgoraniya. Ch. 1: Raschet tsiklov i nagruzok, deystvuyushchikh v krivoshipno-shatunnom mekhanizme* [Calculation of piston internal combustion engines. Pt. 1: Calculation of cycles and loads acting in crank-rod mechanism]. Vladimir, 2002, 142 p.

11. Razumov P. A., Vorobev S. A. *MPK F02B 69/04, F02D 19/10, B60K 15/07. Al'ternativnaya sistema pitaniya dizel'nykh dvigateley* [Alternative powering system for diesel engines]. Patent RF no. 2753703, 2021.

12. Ishmurzina N. M. *MPK F04B 47/02. Skvazhinnaya shtangovaya nasosnaya ustanovka dlya dobychi nefi v oslozhnennykh usloviyakh* [Downhole sucker-rod pumping unit for oil production in complicated conditions]. Patent RF no. 102699, 2011.

13. Kapustin A. A., Rakov V. A. *Sravnenie vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv ot avtomobiley i razlichnykh energeticheskikh ustanovok* [Comparison of pollutant emissions from cars and different power plants]. *Transport na al'ternativnom toplive – Alternative Fuel Transport*, 2017, no. 6 (60), pp. 53–60.

14. Bagautdinov I. Z., Kuvshinov N. E. *Fiziko-khimicheskie svoystva propan-butanovoy smesi* [Physical and chemical properties of propane-butane mixture]. *Innovatsionnaya nauka – Innovative Science*, 2016, no. 3–3, vol. 3, pp. 34–36.

15. Vedruchenko V. R., Zhdanov N. V. *O vliyaniy svoystv zhidkikh legkikh al'ternativnykh i neftyanykh topliv na rabotu toplivnoy apparatury dizeley* [Regarding the influence of the properties of liquid light alternative and petroleum fuels on the operation of diesel fuel equipment]. *Sbornik nauchnykh trudov* [Collection of scientific works]. Omsk, OIVT (filial) FGOU VPO NGAVT Publ., 2013, iss. 11, pp. 34–45.

16. Markov V. A., Gayvoronskiy A. I., Grekhov L. V., Ivashchenko N. A. *Rabota dizeley na netraditsionnykh toplivakh* [Operation of diesel engines on unconventional fuels]. Moscow, Legion-Avto data Publ., 2008, 464 p.

17. Emel'yanov V. E., Krylov I. F. *Al'ternativnye ekologicheski chistye vidy topliva dlya avtomobiley: svoystva, raznovidnosti, primenenie* [Alternative ecologically pure fuels for automobiles: properties, varieties, application]. Moscow, ACT Publ., Astrel' Publ., 2004, 128 p.

18. Shkalikova V. P., Patrakhal'tsev N. N. *Primenenie netraditsionnykh topliv v dizelyakh* [Application of

nonconventional fuels in diesel engines]. Moscow, UDN Publ., 1986, 56 p.

19. Mutalibov A. A., P'yadichev E. V., Stavrov A. P. *Gazovye kondensaty i perspektivy ikh primeneniya* [Gas condensates and prospects for application]. Tashkent, 1976, 217 p.

20. Mayburov I. A. Leont'eva Yu. V. *Fiskal'noe regulirovanie protsessov vladeniya i ispol'zovaniya gruzovogo kommercheskogo transporta v Rossii* [Fiscal regulation of the processes of ownership and use of freight

commercial transport in Russia]. *Ekonomika. Nalogi. Pravo – Economics. Taxes. Law*, 2017, vol. 10, no. 2, pp. 121–127.

21. Verevkin N. I., Chernyaev I. O., Lavrent'ev E. V. *Tekhnologicheskoe proektirovanie avtotransportnykh predpriyatij kak sredstvo povysheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya* [Technological design of motor transport enterprises as a means of improving road traffic safety]. *Transport Rossiyskoy Federatsii – Transport of the Russian Federation*, 2015, no. 1 (56), pp. 52–55.