



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - ВАРНА
КАТЕДРА "ТРАНСПОРТНА ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ"



“ТРАНСПОРТ, ЕКОЛОГИЯ - УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ”

XXI НАУЧНО -ТЕХНИЧЕСКА КОНФЕРЕНЦИЯ С
МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

СБОРНИК ДОКЛАДИ



ЕКОВАРНА '2015
14 - 16 Май 2015

Организационният комитет изказва сърдечна благодарност за помощта оказана при провеждане на двадесет и първата научно-техническа конференция “Транспорт, екология - устойчиво развитие” на:

НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКИ СЪЮЗ – Варна

АВТОИНЖЕНЕРИНГ - Бургас

ЕКОГАЗ ООД – Варна

БЪЛГАРСКА АСОЦИАЦИЯ АВТОМОБИЛИ НА ПРИРОДЕН ГАЗ

Рекламна агенция НЕСИ – Варна

Форумът се организира и провежда от ТУ-Варна с частично финансиране от държавната субсидия за научно-изследователска дейност на университета

Сборник доклади
2015

Том двадесет и втори
ISSN 2367-6299

Главен научен редактор:
проф. д-р инж. Ангел Йорданов Димитров
Научен секретар и редактор
д-р инж. Росен Петров Христов

Издателство ТУ-Варна

Съдържание

1. The influence of atmospheric pressure on the formation of torque characteristics of diesel engine with turbocharger, analyzing control program of 1.9TDI VAG Group A.G. engine based on the Bosch engine control unit of type EDC15P, Rafał Heda, Marcin Tkaczyk, Trifon Uzuntonov, Radosław Włostowski,	7
2. Evaluation of the efficiency of the internal combustion engine powered by syngas, Anna Janicka, Michał Rodak, Maria Skrętowicz, Kamil Trzmiel, Radosław Włostowski, Maciej Zawiślak	14
3. Catalysts on heavy duty natural gas engines, Despina Nikolova	22
4. The case for reducing diesel emissions, Despina Nikolova	30
5. Влияние на рецикулацията на отработилите газове върху разхода на гориво, Петър Казаков	35
6. Методика и апаратура за получаване характеристиките на регулируеми хидравлични амортизьори, Николай Павлов	41
7. Изследване на икономични и кинематични показатели на ДВГ при работа в преходен режим, Иванка Монева, Петър Хаджидобрев	48
8. Възстановяване на цилиндрови втулки на двигатели с вътрешно горене, Пламен Дичев	53
9. Анализ на екологичните характеристики на леките автомобили с двигатели с принудително запалване (клас М1), намиращи се в експлоатация, при работа на празен ход, Съби Минев	58
10. Експериментални и теоретични изследвания на коефициента на сцепление в контактното петно на гумата, Юлиан Петров	65
11. Разписанието – критерий за избор на екологичен транспорт, Йордан Тасев, Милчо Лепоев, Милена Асенова	79
12. Интегриране на въздушната фототриануляция с GPS измервания за нуждите на транспорта, Нели Здравчева	84
13. Приложение на безпилотните фотограметрични летателни средства за мониторинг на пътните артерии, Нели Здравчева	91
14. Приложение на безпилотните летателни апарати за заснемане на обекти от транспортната инфраструктура, Пламен Малджански	98
15. Изследване на съединител СЕГЕ в цикличен режим на натоварване, Стефан Тенев, Диян Димитров, Радостин Димитров	105
16. Автомобилна планетна предавателна (скоростна) кутия с възможност за безстепенно изменение на предавателното число – за леки автомобили, Станислав Милев	113
17. Критерии за избор на материали, технология и термообработка за изработване на зъбни колела, Евгени Соколов	119
18. Изследване влиянието на наклона при наклонени кръгови конични и цилиндрични повърхнини върху геометричните параметри на телата и осите им, Зоя Цонева, Светлозар Стоянов	126
19. Приложение на съвременни автоматизирани методи при решаването на класически задачи от пресичане на валчести тела с равнина , Зоя Цонева	140
20. Методични аспекти при оценка на взривобезопасността на автомобилни газозарядни станции, Иван Лазаров, Петър Казаков, Златин Златев	146
21. Логистичен подход при получаване на хиперспектрални изображения, Златин Златев, Иван Лазаров, Петър Казаков	154

22.	Изследване на пътничопотоците по основните направления в железопътната мрежа, Радина Николова	162
23.	Съвременни тенденции в научните изследвания в областта на метросистемите, Веселин Стоев	173
24.	Изменение на показателите на локомотив при използване на ремонтно-възстановителната технология „ХАДО“, Димитър Кехайов, Георги Комитов, Ангел Илиев	182
25.	Диагностика на електронни регулатори на налягане, използвани в автоматични предавателни кутии от типа 722.9, Стефан Стефанов, Радостин Димитров	187
26.	Изследване възможностите за използване на сгъстен природен газ като гориво за едноцилиндрови двигатели с малък ходов обем, Росен Христов, Радостин Димитров	193
27.	Изследване на якостното и деформационно състояние на колянов вал, Сергей Белчев, Огнян Саров, Росен Христов	199
28.	Vehicle Vibration and it influence on humans health, Radoslaw Wrobel	206
29.	Definition efforts for deformation protrusion of bearing shells, Maksim Baranov, Alexander Gots	213
30.	Determination of influence coefficients of asymmetry of the alternating cycle in the calculation of machine parts endurance, Alexander Gots	217
31.	Calculation of parameters of the rubber damper, Alexander Gots	223
32.	Особенности применения природного газа в ДВС, Алексей Кульчицкий	230
33.	Моделирование траекторий маневрирования автомобиля, Василий Павлюк	235
34.	Тепловой аккумулятор для двигателя внутреннего сгорания на основе ацетата натрия, модифицированного графеном, Александр Щегольков, Вячеслав Калинин, Алексей Ткачев	240
35.	Повышение энергетической эффективности автотранспортной техники путем комплексного применения тепловых аккумуляторов, суперконденсаторов и термоэлектрических преобразователей, Александр Щегольков	243
36.	Улучшение эксплуатационных характеристик биодизельного топлива, В.И. Захарчук, В.В. Ткачук, О.В.Захарчук	250
37.	Идентификация, мониторинг, диагностирование и прогнозирование параметров технического состояния транспортных средств в условиях ITS, Владимир Волков, Игор Грицук	257
38.	Построение функциональных структур информационно ориентированного авторемонтного производства, Юрий Дудукалов	263
39.	Калибровка автомобильного спидометра в дорожных условиях, Юрий Зыбцев, Владимир Волков, Эрнест Рабинович	269
40.	Оценка коэффициентов сопротивлений движению автомобиля по пути выбега, Эрнест Рабинович, Владимир Волков, Марина Крамаренко	274
41.	Определение коэффициента полезного действия автомобиля на имитационном оборудовании, Сергей Кривошапов	283
42.	Влияние продольной координаты центра масс на частоту собственных колебаний грузового автомобиля в плоскости дороги, Михаил Подригало, Виталий Глущенко	288
43.	К вопросу периодичности диагностирования автомобилей, И.Мармут	293
44.	Скорость поступления продуктов износа в моторное масло при эксплуатации автомобилей, Иван Наглюк	299

45.	КПД трансмиссии автомобиля , Эрнест Рабинович, Владимир Волков, Марина Крамаренко, Оксана Степанова	304
46.	Влияния конструктивных параметров трактора с шарнирно-сочлененной рамой на опрокидывание в поперечной плоскости , Александр Полянский, Николай Кириенко, Виктория Задорожная	310
47.	Вероятностный метод определения нормальных реакций дороги на колесах четырехосного автомобиля с двумя передними управляемыми мостами , Михаил Подригало, Дмитрий Клец, Роман Сальников	317
48.	Влияние частоты собственных колебаний на безопасность эксплуатации автомобилей и тракторов , Михаил Подригало, Александр Полянский, Дмитрий Клец, Евгений Дубинин, Василий Гацько	323
49.	Определение границ устойчивого состояния автомобиля при служебных торможениях , Александр Туренко	330
50.	Транспорт и современная энергетика , Надежда Куць, Николай Гандзюк	335
51.	К построению математической модели монорельсового вагона системы ALWEG , Алла Ефименко, Владимир Вербицкии, Владимир Демченко	341
52.	Влияние автомобильного транспорта на окружающую среду , Чуваев П.И.	347
53.	Систематизация исходных данных для построения имитационной модели оптимизации работы маршрутных такси , Сергей Пустюльга, Игорь Мурованый	352
54.	Планирование расхода запасных частей на предприятиях автомобильного транспорта , Александр Кравченко, Евгений Верительник	359
55.	К определению передаточного числа двойного привода управления полуприцепом , Владимир Сахно, Виктор Поляков, Дмитрий Мойся, Алексей Лысенко	366
56.	Развитие системы технического обслуживания автомобилей на основе анализа износа протектора их шин , Ольга Сакно, Александр Лукичев, Андрей Костенко	372
57.	Математическая модель управляемого колесного модуля для многозвенных автопоездов , Тимков Алексей	381
58.	Анализ кинематики и динамики карданных передач , Дмитрий Доровских, Владимир Милостнов	389
59.	Анализ показателей износостойкости автомобильных шин , Дмитрий Доровских, Сергей Гончарук	393
60.	Анализ факторов влияющих на ресурс фрикционных сцеплений автомобилей , Дмитрий Доровских, Андрей Новичков	396
61.	Условия поездки в пригородном сообщении и транспортная утомляемость пассажиров , Татьяна Григорова	400
62.	Имитационная модель тягового электропривода гибридного автомобиля на основе синхронного двигателя с возбуждением от постоянных магнитов , Антон Сергиенко, Борис Любарский, Николай Медведев, Николай Сергиенко	405
63.	Эксплуатация транспортного дизеля на смесевом топливе , В.Ф. Калинин, В.А. Марков, С.А. Нагорнов, А.Н. Зазуля	415
64.	Улучшение индикаторных и эффективных показателей работы двигателя ЗМЗ-4063 на генераторном газе применением наддува , Галина Филиппова, Александр Орисенко, Анатолий Криворот	421
65.	Методи за определяне усукващата податливост на колянкови валове , Георги Чекелов, Здравко Иванов, Веселин Михайлов	426
66.	Изследване параметрите на еластичен съединител тип СЕГКЕ в условията на циклично натоварване , Елисавета Иванова, Стефан Тенев, Христо Христов	432
67.	Моделиране деформираното и напрегнато състояние на еластичен съединител тип СЕГКЕ , Елисавета Иванова, Христо Христов	437

- | | | |
|-----|--|-----|
| 68. | Изследване на остатъчните напрежения и деформации възникнали в зоната на термично влияние след възстановяване на голямо габаритно лято зъбно колело, Анелия Стоянова, Зоя Цонева | 443 |
| 69. | Изследване структурата и корозионното поведение на електросъпротивително заварени стомани с различен химичен състав - част 1, Ярослав Аргиров | 450 |
| 70. | Изследване структурата и корозионното поведение на електросъпротивително заварени стомани с различен химичен състав - част 2, Ярослав Аргиров | 457 |

УЛУЧШЕНИЕ ИНДИКАТОРНЫХ И ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ ЗМЗ-4063 НА ГЕНЕРАТОРНОМ ГАЗЕ ПРИМЕНЕНИЕМ НАДДУВА

IMPROVEMENT OF INDICATOR AND EFFECTIVE CHARACTERISTICS OF ZMZ-4063 ENGINE OPERATING ON GENERATOR GAS BY TURBOCHARGER USING

Галина Филиппова, Александр Орисенко, Анатолий Криворот

Abstract. The results of a theoretical evaluation of operating parameters of a ZMZ- 4063 engine during the work on petrol, generator gas and generator gas with application of supercharger are presented in this research.

The goal of the present work is to demonstrate the possibility of adaptation of the current model of ZMZ-4063 engine for operating on generator gas without loss the engine power and velocity.

At present, generator gas is considered as a progressive type of alternative fuel. However, generator gas cars mass-produced during 20 - 60 of the XX century are inferior to the standard petrol cars on many technical and operating indicators. A number of researchers have noted the sharp decrease in the vehicle engine power (sometimes up to 50%) after it's conversion from petrol to generator fuel. As a result, deterioration of operating characteristics of the vehicle caused by the lower heat value and cylinder filling coefficient of the air-gas mixture was observed.

This problem can be resolved by increasing of the degree of compression and applying a supercharger. This way the increase of liter power of an engine operating on generator gas to the level of a petrol powered one can be achieved.

Effective and indicatory characteristics of ZMZ-4063 engine during its work on traditional fuel - petrol and alternative - generator gas were obtained by a thermal calculation. Comparison of these characteristics shows that when the engine operates using an alternative fuel with application of a supercharger it is possible to get the same liter engine power as when petrol is used as the operating fuel.

Keywords: gasification, generator gas, generator gas fuel, internal combustion engine indicatory and effective characteristics, turbocharger.

ВВЕДЕНИЕ

Высокий спрос на энергию, а также загрязнение окружающей среды вследствие использования традиционных нефтяных топлив побуждают к поиску новых, возобновляемых и экологически чистых источников энергии, в частности таких, как биотоплива. Во многих странах мира, включая и наиболее развитые, большое внимание уделяют технологиям производства и использованию местных и возобновляемых источников энергии. Наиболее доступным источником при этом является биомасса в виде древесных или сельскохозяйственных отходов, а наиболее эффективным способом переработки биомассы – газификация в газогенераторных установках [1, 2].

Исследования ведутся в направлении создания новых и адаптации существующих систем питания двигателей для использования получаемого генераторного газа. Газогенераторные автомобили, которые выпускались серийно в 20 – 60 гг. XX столетия, по многим технико-эксплуатационным показателям уступали базовым бензиновым автомобилям. Ряд исследователей отмечали существенное уменьшение мощности двигателя автомобиля (иногда до 50%) при его переводе с бензина на газогенераторное топливо [3, 4]. Вследствие уменьшения мощности уменьшаются сила тяги автомобиля и его максимальная скорость, ухудшается приемистость, увеличивается время разгона. Поэтому исследования, направленные на увеличение мощностных характеристик двигателя при его переводе на газогенераторное топливо, актуальны.

ИЗЛОЖЕНИЕ:

Сегодня генераторный газ рассматривается как прогрессивный вид альтернативного топлива. Любой карбюраторный двигатель может быть приспособлен для работы на газе,

в том числе и на генераторном, путем замены карбюратора смесителем, в котором происходит приготовление газозвушной смеси [5].

Газозвушная смесь отличается от бензовоздушной высокими антидетонационными свойствами, а также тем, что в цилиндрах двигателя при работе на ней не происходит конденсации топлива и разжижения моторного масла, за счёт чего уменьшается износ трущихся деталей двигателя и соответственно увеличивается его ресурс.

Но генераторный газ имеет сравнительно низкую теплотворность, соответственно теплотворность смеси его с воздухом меньше, чем бензовоздушной. Также газозвушная смесь имеет меньшую скорость горения, а продукты сгорания газозвушной смеси имеют меньший объем. Это обуславливает уменьшение коэффициента молекулярного изменения рабочего тела и индикаторного К.П.Д. двигателя. Кроме того, при работе двигателей с внешним смесеобразованием на газе уменьшается коэффициент наполнения цилиндров из-за меньшей, чем у бензовоздушной, плотности газозвушной смеси. Вследствие этого литровая мощность двигателей газогенераторных автомобилей, как правило, не превышает 5,2...13,2 кВт, тогда как для современных бензиновых двигателей она достигает 13,2...22,1 кВт.

Для того, чтобы повысить эффективную мощность двигателя, применяют методы, связанные с увеличением среднего эффективного давления, на которое в свою очередь влияют три важнейших параметра: теплотворность горючей смеси, коэффициент наполнения цилиндров, индикаторный К.П.Д.

Увеличение коэффициента наполнения цилиндров двигателей, приспособленных для работы на газе, можно обеспечить устранением подогрева газозвушной смеси, уменьшением сопротивления во впускной системе, а также применением наддува. Наддув, позволяющий повысить плотность рабочего тела, является наиболее эффективным способом повышения мощности двигателя без его существенного переоборудования и усложнения конструкции. Пределом повышения мощности переоборудованных для работы на газе двигателей при применении наддува является прочность кривошипно-шатунного механизма и тепловая напряженность двигателя. В случае превышения условий прочности и тепловой напряженности необходимо создавать специальные газовые двигатели увеличенного литража с усиленными деталями кривошипно-шатунного механизма и специально приспособленным электрооборудованием (с большей мощностью стартера и более высоким напряжением на электродах свечей), что является экономически невыгодным. Если сочетать наддув с повышением степени сжатия, то можно при работе на генераторном газе достичь примерно такой же литровой мощности, как при работе на бензине.

Для наддува используют поршневые, ротационные или центробежные нагнетатели, которые имеют механический привод либо приводятся в действие отработавшими газами двигателя. Использование для привода нагнетателя энергии отработавших газов позволяет значительно уменьшить расход мощности на приведение в действие нагнетателя. Обычно центробежный нагнетатель соединен в одном агрегате с газовой турбиной, установленной на пути следования отработавших газов от двигателя к глушителю. В последнее время появились центробежные нагнетатели, которые приводятся в действие электрическим двигателем [6]. Такой привод не влияет на сопротивление в системе выпуска двигателя. В отличие от нагнетателей с приводом от отработавших газов, которые начинают работать только тогда, когда коленчатый вал достигает определенной угловой скорости, нагнетатели с электроприводом могут работать во всем скоростном диапазоне двигателя, даже при его запуске. Количество нагнетаемого воздуха регулируется системой управления двигателем. Для бензиновых двигателей основным параметром регулирования является угол поворота дроссельной заслонки.

С целью теоретического исследования возможности адаптации существующей модели бензинового карбюраторного двигателя ЗМЗ-4063 для работы на генераторном

газе без потери мощностных и скоростных характеристик были выполнены тепловой расчёт двигателя при работе на разных видах топлива (бензине и генераторном газе, в том числе на генераторном газе – без наддува и с наддувом при разных характеристиках наддува), а также динамический расчёт кривошипно-шатунного механизма при работе на генераторном газе с наддувом при характеристиках наддува, которые обеспечивают оптимальные результаты работы двигателя на генераторном газе (мощность и крутящий момент двигателя находятся на уровне этих характеристик при работе на бензине).

В качестве газового топлива рассматривался генераторный газ, полученный из древесных гранул. В работе [7] было показано, что при газификации гранул из древесины удается в сравнении с использованием других видов биомассы (гранул из сахарного тростника и из фруктовых отходов) получить максимальную производительность газогенератора, высокий удельный выход генераторного газа, а также наибольшее процентное содержание в полученном генераторном газе CO, высокое содержание CH₄ и наименьшее – CO₂ и N₂. В соответствии с таким компонентным составом генераторный газ, полученный из древесных гранул, имеет максимальную среди полученных из других видов биомассы газов низшую теплоту сгорания (НТЗ).

Состав и низшая теплота сгорания газа, полученного газификацией древесных гранул, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние показатели состава и низшая теплота сгорания газа из древесных гранул диаметром 6 мм

Компонентный состав газа, (%)					Запас энергии
N ₂	CO	H ₂	CH ₄	CO ₂	НТЗ (МДж/нм ³ сухого газа)
50,4 ± 1,7	25,7 ± 1,7	11,9 ± 1,1	2,6 ± 0,2	9,9 ± 1,0	5,4 ± 0,3

При расчетах были приняты такие допущения: наддув осуществляется с помощью центробежного нагнетателя с электрическим приводом, который дает возможность исключить из математической модели потери мощности на привод нагнетателя, вызываемые дополнительным сопротивлением в системе выпуска; давление наддува при минимальной частоте вращения коленчатого вала (800 об/мин) составляет 0,12 МПа, а при максимальной (4500 об/мин) варьируется в пределах от 0,14 до 0,30 МПа.

По результатам многовариантных расчетов для различных величин давления нагнетания при частоте вращения коленчатого вала двигателя 4500 об/мин (в диапазоне от 0,14 до 0,30 МПа с шагом 0,02 МПа) установлено, что при давлении 0,18 МПа достигаются характеристики работы двигателя ЗМЗ-4063 на генераторном газе на уровне характеристик при работе на бензине. Расчетом подтверждено, что условие прочности кривошипно-шатунного механизма при давлении наддува 0,18 МПа при 4500 об/мин выполняется.

В таблице 2 приведены результаты расчетов основных показателей давления в цилиндрах двигателя ЗМЗ-4063 при его работе на бензине, генераторном газе без наддува и генераторном газе с наддувом при давлении наддува 0,18 МПа при 4500 об/мин.

Таблица 2 – Показатели давления в цилиндрах двигателя при n = 4500 об/мин при работе на различных видах топлива

Параметр	Бензин	Генераторный газ (без наддува)	Генераторный газ (с наддувом при давлении 0,18 МПа при 4500 об/мин)
P ₀ , МПа	0,1010	0,1010	0,1800

P_a , МПа	0,0820	0,0759	0,0902
P_b , МПа	0,3836	0,3046	0,4414
P_c , МПа	1,5570	1,4110	1,7140
P_z , МПа	6,2290	4,2320	6,8560
P_r , МПа	0,1260	0,1162	0,1760

Индикаторные диаграммы работы двигателя ЗМЗ-4063 на разных видах топлива представлены на рис. 1.

Как видно из рисунка 1, площадь индикаторной диаграммы при работе двигателя на генераторном газе без наддува меньше аналогичного показателя при работе на бензине, но при применении наддува достигает практически такой же величины, что и при работе на бензине.

В таблице 3 представлены индикаторные и эффективные показатели работы двигателя ЗМЗ-4063 на различных видах топлива. На генераторном газе при применении наддува значения этих показателей достигают такого же уровня, что и на бензине. Мощность и крутящий момент при применении наддува увеличивается на 35% по сравнению с работой на генераторном газе без наддува и не уступают этим показателям при работе на бензине.

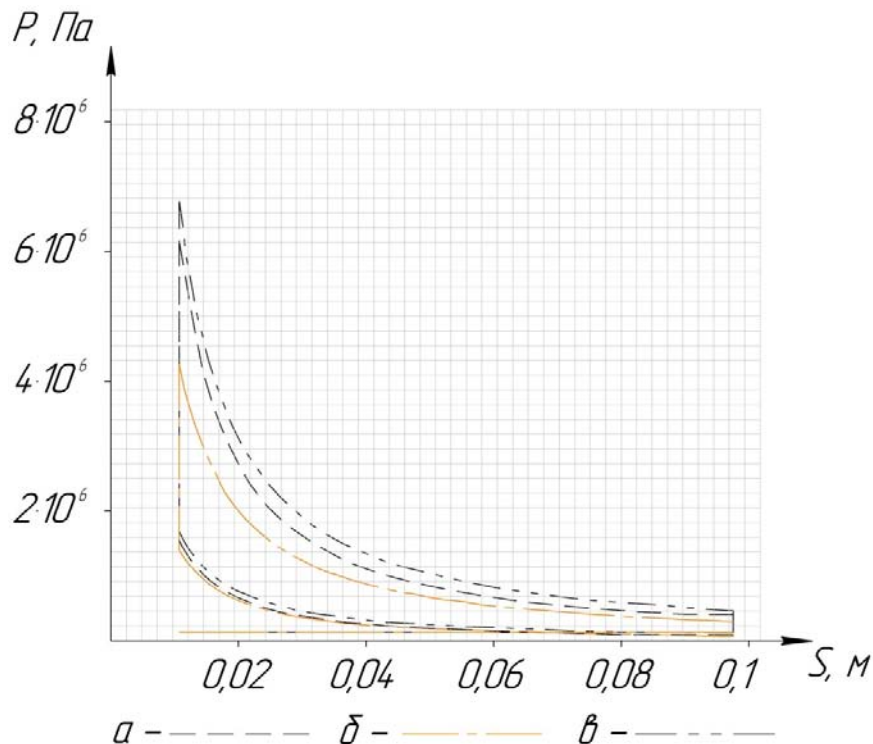


Рисунок 1 – Индикаторные диаграммы двигателя при работе на разных видах топлива
 а – бензин; б – генераторный газ (без наддува); в – генераторный газ (с наддувом при давлении 0,18 МПа и 4500 об/мин)

Таблица 3 – Индикаторные и эффективные показатели двигателя ЗМЗ-4063

Показатель	Бензин	Генераторный газ (без наддува)	Генераторный газ (с наддувом)
P_i , МПа	1,0625	0,6407	1,1054
N_i , кВт	90,9003	54,9730	90,4150
M_i , Н·м	192,8960	116,5010	191,8350
P_e , МПа	0,8810	0,4914	0,8840
N_e , кВт	75,5023	42,9342	75,8345
M_e , Н·м	160,0220	91,5755	161,6273

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение наддува в двигателях, приспособленных для работы на газе, положительно влияет на протекание термодинамического процесса, дает возможность компенсировать потерю мощности при использовании генераторного газа и достичь на этом виде топлива такого же уровня индикаторных и эффективных показателей, что и на бензине. Повышение мощности двигателей при применении наддува ограничивается условиями прочности кривошипно-шатунного механизма и тепловой напряженности двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Terentev V.M. Motornyye topliva iz alternativnykh syirevykh resursov / V.M. Terentev, V.M. Tyukov, F.V. Smal. - M. : Himiya, 1989. - 272 p. [in Russian].
- [2] www.biogasportalen.se
- [3] Tokarev G.T. Gazogeneratornyie avtomobili / G.T. Tokarev. - M. : Mashgiz, 1955. - 207 p. [in Russian].
- [4] Lenin I.M. Avtomobilnyie i traktornyie dvigateli. Ch. 1. Teoriya dvigateley i sistemy ih toplivopodachi / I.M. Lenin, A.V. Kostrov, O.M. Malashkin, I.Ya Raykov, G.I. Samol. - M. : Vysshaya shkola, 1976. - 368 p. [in Russian].
- [5] Gaynullin F.G. Prirodnyy gaz kak motornoe toplivo na transporte / F.G. Gaynullin, A.I. Gritsenko, Yu.N. Vasilev, L.S. Zolotarevskiy. - M. : Nedra, 1986. - 255 p. [in Russian].
- [6] Pat. US7296409 B2, US 10/768,358. Electric motor assisted turbocharger / Edward Spooner; Holset Engineering Company, Ltd. – № 0302235.7; Application Date 30.01.2004; Publication Date 20.11.2007, PCT patent application WO98/16728. – 12 p.
- [7] Filipova H.A., Kryvorot A.I. Eksperymentalne doslidzhennia heneratornoho hazu iz riznykh vydiv biomasy / Halyna Andriivna Filipova, Anatolii Ihorovych Kryvorot // Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu. - K. : NTU, 2013. - Vyp. 27. - S. 137-143. [in Ukrainian]

Контакты:

к.т.н. профессор Филиппова Галина Андреевна «Национальный транспортный университет», кафедра «Автомобили», 01010 Украина, г. Киев, ул. Суворова 1,

к.т.н. доцент Орисенко Александр Викторович, ассистент Криворот Анатолий Игоревич «Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка», кафедра «Строительных машин и оборудования имени Александра Онищенко», 36000, Украина, г. Полтава, просп. Первомайский 24.

e-mail: galina_gaj@ukr.net, orisenko.oleksandr@rambler.ru, jordan_tolik@mail.ru тел:+38 (095) 463-15-65, +38 (066) 728-55-68, +38 (099) 015-37-01