

11. РЕЗЮМЕТА НА НАУЧНИТЕ ТРУДОВЕ

доц. д-р инж.Здравко Динчев Иванов

*за участие в конкурс за заемане на академичната длъжност „Професор“,
професионално направление: 5.5. Транспорт, корабоплаване и авиация,
учебна дисциплина: „Екология на транспортната техника“, обявен за
нуждите на катедра „Транспортна Техника и Технологии“, факултет
МТФ, Технически университет – Варна.*

Конкурсът е обявен в Държавен вестник бр.56/19.07.2022г.

Abstracts

*of the scientific papers of Ass. Prof. Zdravko Ivanov, PhD
for participation in competition for academic position “Professor”,
in professional field 5.5. Transport, Navigation and Aviation,
department “Transport Engineering and Technologies”,
Technical University of Varna.*

9. Резюмета на научните публикации, представени за участие в конкурс за АД „Професор“

9.1. Резюмета за публикациите от група „В.4“

[B.4-1] V. Mihaylov, Z. Ivanov, H. Mersinkov, S. Stoyanov and R. Wrobel, *Influence of the control signal on parameters of low impedance injectors for SI engines*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol.1031, 012018 (2021), eISSN: 1757-899X, DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1031/1/012018>;

Налично е голямо разнообразие от инжектори за двигатели с принудително запалване, особено тези, оборудвани с допълнителна горивна система LPG/CNG. Тенденцията е да се използват инжектори с по-ниско електрическо съпротивление, поради по-голямото бързодействие. Но това води до някои трудности, една от които е по-високият ток, който преминава през бобината на инжектора. Един от най-използваните методи за намаляване на тока е използването на специален управляващ сигнал.

Целта на изследването е да се изследва как управляващият импулс влияе на различни параметри на инжектори с ниско съпротивление - време на отваряне, време на затваряне, ток и температура.

Извършените изследвания показват, че използването на широчинно-импулсна модулация (ШИМ) на управляващия сигнал има следните предимства: намалява тока, протичащ през намотката на инжектора; нагряването на инжектора е намалено; времето за затваряне на котвата се намалява, тъй като този метод на управление не влияе на времето за отваряне. Изводите могат да бъдат обобщени както следва:

1. Електромагнитни инжектори със съпротивление под 5Ω не могат да се управляват с постоянен импулс поради високите температури, които се развиват в областта на бобината им.
2. ШИМ модулацията на управляващия импулс е ефективен метод за намаляване на тока, а от там и температурата на намотката.
3. С ШИМ модулацията на управляващия импулс се постига по-добра скорост на самия инжектор, като модулацията на импулса влияе само върху времето за затваряне на иглата на електромагнитния клапан, намалявайки това време с до 12%.
4. Необходимо е да се използва контролиран защитен обратен диод в управляващата верига, в противен случай времето за затваряне на инжектора ще бъде ненужно дълго.

Abstract:

There is high variety of injectors for spark ignited (SI) engines, especially those fitted with additional aftermarket LPG/CNG fuel system. The tendency is for using injectors with lower electrical resistance, because of the faster opening time. But this rise some difficulties, one of which is the higher current, that pass through injector's coil. One of the most used method to counter fight that is using special control signal.

The aim of the study is to investigate how the control pulse affects various parameters of low- resistance injectors - opening time, closing time, current and temperature.

Performed studies have shown that the use of PWM of the control signal has the

following advantages: reduces the current flowing through the injector winding; the heating of the injector is reduced; the closing time of the anchor is reduced, as this method of control does not affect the opening time. The conclusions can be summarized as:

1. Electromagnetic injectors with a resistance below 5Ω cannot be controlled by a constant pulse due to the high temperatures that develop in the area of their coil.
2. PWM modulation of the control pulse is an effective method for reducing the current, and hence the temperature of the winding.
3. With the PWM modulation of the control pulse, a better speed of the injector itself is achieved, as the modulation of the pulse affects only the closing time of the valve needle, reducing this time by up to 12%.
4. It is necessary to use a controlled flyback diode in the control circuit, otherwise the closing time of the injector will be unnecessarily long.

[B.4-2] V. Mihaylov, Z. Ivanov, S. Belchev and D. Petkov, *Experimental evaluation of the effectiveness of a diesel fuel additive*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol.1031, 012017 (2021), eISSN: 1757-899X, DOI:<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1031/1/012017>;

Един от начините за намаляване на въглеродните емисии е чрез намаляване на консумацията на енергия от превозните средства. Електрическите или хибридните автомобили могат да помогнат за по-ниски емисии от транспорта в близко бъдеще, но голяма стъпка може да бъде постигната сега, ако има начин да се намали разходът на гориво в настоящия автопарк. Използването на горива с подобрени характеристики или използването на горивни добавки, които могат да повлияят на физичните и горивните свойства на горивото, са обещаващи мерки в тази посока. Поради напредъка в химическата наука и изследванията, направени в тази област, е от практически интерес какви са постижимите ползи в днешно време. Целта на това изследване е да се проучи как една популярна съвременна търговска добавка (Bardahl) влияе върху разхода на гориво и екологичните характеристики на високоскоростен дизелов двигател. В тази статия са показани резултатите от извършени проучвания върху дизелов двигател с директно впръскване при работа с добавка, целящи подобряване на консумацията на енергия и следователно намаляване на въглеродните емисии. Резултатите показват подобрене на някои от вредните емисии, но не и подобрене на ефективността на двигателя.

Двигателят е тестван при стационарни режими. Резултатите от изследването показват, че използването на тази горивна добавка не влияе върху разхода на гориво и следователно не може да увеличи ефективността на двигателя. Действието ѝ се изразява най-вече във връзка с някои от вредните компоненти, отделяни от двигателя. При средни обороти на двигателя използваната добавка има положителен ефект върху димността при ниски и средни натоварвания, върху неизгорелите въглеводороди HC в целия диапазон на натоварване и върху емисиите на въглероден оксид CO - при високи натоварвания на двигателя. При външна скоростна характеристика има определено положително влияние върху емисиите на CO. По отношение на азотните оксиди NOx практически няма ефект и в двете характеристики. Като страничен ефект може да се отбележи леко намаляване на въртящия момент и мощността около 1÷2 процента.

Abstract:

One of the ways to reduce carbon emissions is by lowering the energy consumption of vehicles. Electrical or hybrid cars can help for lower emissions from transport in nearby future,

but a big step can be achieved now if there is a way to reduce fuel consumption in current fleet. The use of fuels with improved characteristics or use of fuel additives, which can affect fuel physical and combustion properties, are promising measures in this direction. Due to advances in chemistry science and the research done in this area, it is of practical interest what the achievable benefits are nowadays. The aim of this research is to study how a popular present day commercial additive affects the fuel consumption and environmental performance of a high-speed diesel engine. In this paper are shown the results from performed studies on a direct injected diesel engine when working with additive, aimed to improve its energy consumption and hence its reduction in carbon emissions. The results show improvement in some of the harmful emissions, but no improvement of engine's efficiency.

The engine was tested at steady state. The results of the study show that the use of this fuel additive does not affect fuel consumption and therefore cannot increase the efficiency of the engine. Its effect is mainly expressed in relation to some of the harmful components emitted by the engine. At medium engine speeds the used additive has a positive effect on smoke at low and medium loads, on HC in the whole load range, and on carbon monoxide CO emissions - at high engine loads. At full throttle characteristics there is a definite positive influence on CO emissions. With regard to nitrogen oxides NO_x there is practically no effect in both characteristics. As a side effect can be noted a slight reduction in torque and power around 1÷2 percent.

[B.4-3] Z. Ivanov, V. Mihaylov, L. Sitnik and Z. Sroka, Operation of diesel engine with fuels treated with nanoparticle additives , IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol.1002, 012022 (2020), eISSN: 1757-899X, DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1002/1/012022> ;

Обработката на материали с наноразмерни елементи се използва широко в автомобилната индустрия. Това приложение е свързано както с повърхностна обработка на детайли, така и под формата на различни смеси. Използването на наночастици като добавка към масла и горива има за цел да повлияе на енергийната ефективност на двигателя, да подобри механичните загуби и неговите екологични характеристики. Подобряването на механичните загуби води до намаляване на потреблението на енергия и следователно до намаляване на въглеродните емисии. Публикуваните изследвания в това направление показват влияние върху различни физически процеси, свързани с работата на двигателя. Целта на настоящото изследване е да се изследва влиянието на въглеродните наночастици, диспергирани в биодизелови горивни смеси, върху работните параметри на дизелов двигател с директно впръскване.

Добавянето на диамантени въглеродни наночастици към биодизеловите горивни смеси води до промяна в изследваните параметри на горивния процес на изпитвания дизелов двигател. Повишената топлопроводимост на тези смеси има положителен ефект върху процесите на разпадане на горивната струя и нейното изпарение, които протичат в началото на впръскването на горивото към цилиндъра на двигателя. Тези процеси оказват силно влияние върху продължителността на физическата фаза на периода на задържане на самовъзпламеняването и практически не засягат неговата химическа фаза.

Продължителната работа на горивната система на двигателя с нанодобавки в горивото променя диференциалната характеристика на горивоподаване. Това води до увеличаване на относителното количество гориво, впръскано в цилиндъра на двигателя по време на периода на задържане на самовъзпламеняването, спрямо цялото впръскано гориво за цикъл. Тази промяна в характеристиката на горивоподаването оказва решаващо влияние

върху максималните стойности на скоростта на нарастване на налягането в цилиндъра на двигателя.

Abstract:

Treatment of materials with nano-sized elements is widely used in the automotive industry. This application is associated both with surface treatment of parts and in the form of various mixtures. The use of nanoparticles as an additive to oils and fuels aims to impact the energy efficiency of the engine in order to improve mechanical losses and its environmental performance. Improving mechanical losses leads to a reduction in energy consumption and hence to a reduction in carbon emissions. Published research in this regard has shown an impact on various physical processes related to engine performance. The aim of the present study is to investigate the impact of carbon nanoparticles dispersed in biodiesel fuel mixtures on the operating parameters of a direct injection diesel engine.

The addition of diamond carbon nanoparticles to biodiesel fuel mixtures leads to a change in the studied parameters of the combustion process of the tested diesel engine. The increased thermal conductivity of these mixtures has a positive effect on the processes of fragmentation and evaporation, which take place at the beginning of the fuel supply to the engine cylinder. These processes have a strong impact on the duration of the physical phase of ignition delay and practically do not affect its chemical phase.

Prolonged operation of the fuel system of the engine with nanoadditives in fuel changes the differential characteristic of fuel injection. This leads to an increase in the relative amount of fuel injected into the engine cylinder during ignition delay, relative to the whole injected fuel per cycle. This change in the fuel supply characteristic has a decisive impact on the maximum values of the rate of increase of pressure in the engine cylinder.

[B.4-4] S.Belchev, Z. Ivanov, T.Uzuntonev and V.Mihaylov, *Determination of the stages of the injection process for Common Rail injectors using vibration pulses, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol.977, 012023 (2020), eISSN: 1757-899X, DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/977/1/012023>;*

Изследването и моделирането на горивния процес на дизелови двигатели изисква познаване на характеристиките на горивоподаване. Необходима е информация за точното начало, продължителност и край на впръскване. За инжекторите Common Rail с електромагнитно управление началото и продължителността на електронния управляващ импулс са точно известни. Действителното начало и продължителност на впръскването не са същите като тези на импулса и са свързани с движението на иглата на разпръсквача. Експерименталното определяне на движението на иглата изисква специално подготвени експериментални установки и скъпи измервателни уреди. В допълнение, експерименталният инжектор трябва да бъде подготвен с модификации на конструкцията, позволяващи вграждането на допълнителни възприематели. Статията представя метод за определяне на началото и продължителността на впръскване на Common Rail инжектори, използвайки регистрация и анализ на вибрационни импулси, генерирани в тялото на инжектора. Методът се основава на факта, че иглата на дюзата предизвиква вибрации в тялото на инжектора при повдигане и присядане.

Целта на представената работа е да покаже до каква степен може да се използват записаните вибрационни импулси в разпръсквача и корпуса на дюзата за определяне началото и края на повдигане на иглата на разпръсквача.

Използвания метод за определяне фазите на впръскване дава адекватни резултати и

може да се ползва за изследователски цели. Отличава се с простота и лекота при изграждане на опитната установка. Не се налагат конструктивни изменения на изпитваните дюзи. Продължителността на впръскване е значително по-голяма от продължителността на управляващия импулс, като разликата между тях е в границите 500-800 ms и се влияе от продължителността на импулса и налягането на впръскване. Определените влияния на налягането на впръскване и масата на подвижните елементи в дюзата върху закъснението и продължителността на впръскване имат логичен характер и потвърждават неслучайния характер на времената определени с представения метод.

Abstract:

The study and modeling of the combustion process of diesel engines require knowledge of the injection characteristics. The information on the exact start, duration and end of the injection is required. For Common Rail injectors with electromagnetic control, the beginning and duration of the electronic control pulse are precisely known. The actual start and duration of the injection are not the same as those of the impulse and they are related to the movement of the nozzle needle. The experimental determination of the movement of the nozzle needle requires specially prepared experimental installations and expensive measuring instruments. In addition, the experimental injector must be prepared with design modifications allowing the incorporation of sensors. The article presents a method for determining the start and duration of injection of Common Rail injectors using the registration and analysis of vibration pulses generated in the injector body. The method is based on the fact that the nozzle needle causes vibrations in the injector body when lifting and seating.

The purpose of the presented work is to show to what extent the recorded vibration pulses in the injector housing can be used to determine the beginning and end of lifting of the nozzle needle. The proposed method for determination of injection phases gives adequate results and can be used for research purposes. It is characterized by simplicity and ease in building the experimental setup. No design changes are required to the tested injectors.

The duration of the injection is much longer than the duration of the control pulse, the difference between them is in the range of 500-800µs and is influenced by the duration of the pulse and the injection pressure.

The determined influences of the injection pressure and the mass of the movable elements in the injector on the injection delay and duration have a logical character and confirm the non-random nature of the times determined by the presented method.

[B.4-5] Z. Ivanov, S. Stoyanov, V. Mihaylov and H. Santos, Flow characteristics of gas injectors, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol.664, 012021 (2019), eISSN: 1757-899X, DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/664/1/012021>;

Работата на двигателите с вътрешно горене (ДВГ) с газови горива се характеризира със специфика на горивоподаващия процес. В наши дни най-разпространената система е тази, при която след понижаване на налягането си газовото гориво се подава към всмукателния колектор на двигателя посредством газови инжектори. Това води до разлика в законите за подаване на гориво в сравнение с оригиналната система за впръскване на бензин, която подава гориво в течна фаза.

Извършени са теоретични изследвания и е установено, че изтичането на газ е критично при нормални работни условия на двигателя, тоест зависи от налягането на горивото, а не от средата, в която изтича горивото (всмукателен колектор). Създаден е експериментален стенд за изпитване на газови инжектори при условия, много близки до

реалните.

Експериментално са определени многопараметрови характеристики на газови инжектори, които показват зависимостта на продължителността на електрическия управляващ сигнал от впръскваното гориво за цикъл при променливо налягане във всмукателния колектор и постоянно диференциално налягане. Може да се заключи, че при увеличаване на натоварването (увеличаване на налягането във всмукателния колектор), пропорционалният коефициент в софтуера на блока за управление на газовата система, който се използва за приравняване на дебита на гориво на бензиновите и газовите инжектори, трябва да се коригира в отрицателна посока.

Abstract:

The operation of Internal Combustion Engine (ICE) with gaseous fuels is characterized by the specificity of the fuelling process. Nowadays the most common system is the one in which after lowering its pressure the gas fuel is delivered to the engine intake manifold by means of gas injectors. This leads to a difference in the laws of fuel supply relative to the original gasoline injection system that dispenses fuel in liquid phase.

Theoretical research has been done and gas leakage has been found to be critical under engine normal operating conditions, that is, it depends on fuel pressure and not on the environment in which the fuel leaks (intake manifold). An experimental test stand was set-up for testing gas injectors under conditions very close to the real working ones.

Multi-parameter characteristics of a bottom feed type gas injectors are experimentally determined, that show the dependence of the duration of the electrical control signal on the injected fuel per cycle at varying pressure at the intake manifold and constant differential pressure. It can be concluded that at increasing load (increasing intake manifold pressure), the proportional coefficient in the software of the gas control unit, that is used to relate the fuel flow of the gasoline and gas injectors should be corrected in negative direction.

[B.4-6] R. Dimitrov, Z. Ivanov, P. Zlateva and V. Mihaylov, *Optimization of biogas composition in experimental studies, 8th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development (TE-RE-RD 2019), E3S Web Conf. 112 02007 (2019), eISSN: 2267-1242, DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911202007>;*

Статията е фокусирана върху потенциала и приложението на биогаза, като алтернативно гориво от възобновяеми енергийни източници, за използване главно в генераторни станции. Горивото от биогаз е основно смес от метан и въглероден диоксид. Съставът му зависи от вида на използваната суровина за производството му. Концентрацията на метан в биогаза е между 50÷80%. За да може двигателят да работи с максимална ефективност с различни биогазови горива, е необходимо да се променят специфични параметри за настройка в зависимост от концентрацията на метан в сместа. Това налага създаването на система за симулиране на биогаз за различни концентрации на основните компоненти.

Целта е да се изследват и определят оптималните и допустими концентрации на смес от биогорива и тяхното въздействие върху работата на двигателя и разхода на гориво.

Вариациите на мощността и специфичния разход на гориво с различни концентрации на биогазови смеси са изследвани при външна скоростна характеристика. Тъй като съдържанието на въглероден диоксид е по-голямо в състава на биогаза, калоричността на горивото е по-ниска. Оптимални резултати се получават, когато метанът в биогаза е около 75-80%. Използването на биогаз с по-ниски концентрации на метан е възможно, но е

необходимо да се подобри ефективността на двигателя (например: чрез увеличаване на степента на компресия на двигателя).

Използването на биогаз като гориво за двигатели с вътрешно горене има голям потенциал с важни социално-икономически ползи (биогазът е алтернативен източник на енергия). Използването му може значително да намали емисиите на изгорели газове от двигателите, отделяни в атмосферата.

Abstract:

The article is focused on the potential and application of biogas, as an alternative fuel from Renewable Energy Sources, for use mainly in gas-generator stations. Biogas fuel is basically a mixture of methane and carbon dioxide. Its composition depends on the type of raw material used for its production. Methane concentration in biogas is between 50÷80 %. To be possible engine to work with maximum efficiency with different biogas fuels, it is necessary to modify specific adjustment parameters depending on the concentration of methane in the mixture. This requires the creation of a biogas simulation system for different concentrations of the main components.

The aim is to investigate and determine the optimum and permissible biofuel blend concentrations and their impact on engine performance and fuel consumption. Variation of power and specific fuel consumption with different concentration of biogas mixtures has been investigated at wide-open-throttle operating characteristics.

As the carbon dioxide content is greater in the composition of biogas, the calorific value of the fuel is lower. Optimum results are obtained when methane in biogas is about 75-80%. The use of biogas with lower methane concentrations is possible, but it is necessary to improve the efficiency of the engine (for example: through increase of compression ratio of the engine).

[B.4-7] Dimitrov, E., Ivanov, Z., Michaylov, P., Pantchev, S., Peychev, M., Study on the noise of a hydrogen-diesel dual-fuel engine, AIP Conference Proceedings 2439, 020022 (2021); ISSN: 15517616 0094243X DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0069270>, Index SCOPUS

Представени са експерименталните резултати, свързани с влиянието на водородното гориво върху шума на едноцилиндров дизелов двигател, работещ на двугоривен цикъл. Вариациите в шума на двигателя се оценяват чрез измерване на нивото на звуково налягане в четири точки с четири шумомера и микрофони, разположени на един метър от двигателя. Освен това се регистрира и скоростта на нарастване на налягането в цилиндъра. Трябва да се отбележи, че изследването е проведено при честота на въртене на двигателя $n = 2000 \text{ min}^{-1}$.

Освен това е направена количествена оценка на нивото на звуково налягане и максималната промяна в скоростта на нарастване на налягането в цилиндъра при работа на двугоривен цикъл с водород. Оценката се извършва чрез сравняване на шума на двигателя и максималната скорост на нарастване на налягането в цилиндъра като функция както на процента на съотношението на масата на водородното съдържание при постоянно средно ефективно налягане, така и на средното ефективно налягане при постоянно съотношение на масата на водородното съдържание.

От анализа на експерименталните резултати за шума, излъчван от двигателя DV 550, работещ на двугоривен цикъл с водород, могат да се направят следните заключения:

1. Съотношението на масата на водорода към общото количество гориво, подадено към двигателя, има най-голямо влияние върху нивото на звуково налягане, регистрирано в точка, разположена на 1 m над двигателя - L_4 . При ниски до средни натоварвания ($p_e = 0,151 \text{ MPa}$ и $p_e = 0,315 \text{ MPa}$) и работа с двоен горивен цикъл с водород, има намаление на нивата на L_4 до 3,5 dB при $K_{H_2} = 10\%$. Този ефект се наблюдава и при $K_{H_2} > 25\%$, но при ниски натоварвания ($p_e = 0,151 \text{ MPa}$) и натоварвания над 60% ($p_e = 0,383 \text{ MPa}$);

2. Естеството на средното ниво на звуково налягане L_m и нивото на звуково налягане, регистрирано в точка, разположена на 1 m над двигателя (L_4), е подобно. Абсолютните стойности на изменението на средното ниво на звуково налягане обаче са в рамките на 2 dB;

3. При почти всички стойности на коефициента K_{H_2} , от изследваните режими има повишение на шума, регистриран пред двигателя - L_2 , срещу инжектора и горивната камера. При стойности на $K_{H_2} > 40\%$, при работа на двигателя на двоен горивен цикъл с водород, увеличението на L_2 достига 4 dB;

4. Като цяло, когато двигателят работи на двугоривен цикъл с водород, се наблюдава намаляване на излъчвания шум от двете страни на двигателя – от страната на всмукателния колектор, L_1 , и от страната на изпускателния колектор, L_3 . За изследваните режими на работа на двигателя това намаление варира от 0,5 до 3 dB. Има обаче и режими на работа, при които се наблюдава обратен ефект – увеличение на L_1 и L_3 (до 1 dB) при работа на двугоривен цикъл с водород спрямо стойностите при работа със стандартно дизелово гориво;

5. Когато двигателят работи на двугоривен цикъл с водород и натоварвания до 60%, има намаление на максималните стойности на скоростта на повишаване на налягането в цилиндъра при всички стойности на K_{H_2} . Това намаление достига 45% при средно натоварване ($p_e = 0,225$ MPa) и $K_{H_2} = 50\%$. При натоварвания на двигателя 60% и $K_{H_2} > 20\%$ се наблюдава обратен ефект – увеличение на максималната скорост на нарастване на налягането в цилиндъра, което в някои от режимите на работа е до 1,6 пъти;

6. В изследваните режими няма категорични зависимости между характера на кривите на нивото на звуковото налягане (средна стойност и стойности в точките на измерване) и максималната скорост на нарастване на налягането в цилиндъра като функция от масовото отношение на водорода;

7. В зависимост от натоварването, при постоянно средно съотношение на водородната маса $K_{H_2} = 17\%$, намаляването на средното ниво на звуково налягане при двигател, работещ на двугоривен цикъл с водород, в сравнение с работата със стандартно дизелово гориво е в рамките на 0,1 до 1,6 dB. При същите условия на сравнение максималното увеличение на скоростта на нарастване на налягането в цилиндъра е 0,8 bar/deg. В заключение си струва да се спомене също, че прилагането на цикъл на работа с две горива с оптимизирано количество подаване на водород предоставя добри възможности за намаляване на шума от дизелов двигател с вътрешно горене.

Abstract:

From the analysis of the experimental results on the noise emitted by the DV 550 engine operating on a dual-fuel cycle with hydrogen, the following conclusions can be made:

1. The mass ratio of hydrogen to the total amount of fuel fed to the engine has the greatest influence on the sound pressure level recorded at a point located 1 m above the engine - L_4 . At low to medium loads ($p_e = 0,151$ MPa and $p_e = 0,315$ MPa) and operating on a dual-fuel cycle with hydrogen, there is a reduction of L_4 levels of up to 3,5 dB at $K_{H_2} = 10\%$. This effect is also observed at $K_{H_2} > 25\%$ but at low loads ($p_e = 0,151$ MPa) and loads over 60% ($p_e = 0.383$ MPa);

2. The nature of the mean sound pressure level L_m and the sound pressure level registered at a point located 1m above the engine (L_4) is similar. The absolute values of the variation in the mean sound pressure level however are within 2 dB;

3. At almost all K_{H_2} coefficient values, of the studied modes there is an increase in the noise registered in front of the engine - L_2 , against the injector and the combustion chamber. At values of $K_{H_2} > 40\%$, with the engine operating on a dual-fuel cycle with hydrogen, the increase of L_2 reaches 4 dB;

4. In general, when the engine operates on a dual-fuel cycle with hydrogen, a reduction in emitted noise is observed on both sides of the engine – on the intake manifold side, L_1 , and on the exhaust manifold side, L_3 . For the studied engine operating modes, this reduction varies from 0,5 to 3 dB. However, there are also operating modes in which the opposite effect is observed – an

increase of L_1 and L_3 (up to 1 dB) when operating on a dual-fuel cycle with hydrogen compared to the values when operating with standard diesel fuel;

5. When the engine is operating on a dual-fuel cycle with hydrogen and loads up to 60%, there is a reduction of the maximum values of the in-cylinder pressure rise rate at all K_{H_2} values. This reduction reaches 45% at medium load ($p_e = 0,225$ MPa) and $K_{H_2} = 50\%$. At engine loads of 60% and $K_{H_2} > 20\%$, the opposite effect is observed, which in some of the operating modes is up to 1,6 times;

6. In the studied modes, there are no definite dependences between the nature of the sound pressure level curves (mean value and values at the measuring points) and the maximum in-cylinder pressure rise rate as a function of the hydrogen mass ratio;

7. Depending on the load, at a constant average hydrogen mass ratio $K_{H_2} = 17\%$, the reduction of the mean sound pressure level with the engine operating on a dual-fuel cycle with hydrogen compared to when operating with standard diesel fuel is within 0,1 to 1,6 dB. At the same comparison conditions, the maximum increase in the in-cylinder pressure rise rate is 0,8 bar/deg.

It is also worth mentioning, in conclusion, that the implementation of a dual-fuel operation cycle with an optimized amount of hydrogen supply provides good opportunities for diesel internal combustion engine noise reduction.

[B.4-8] Nadaleti, W.; Lourenço, V.; Przybyła, G.; Kardasz, P.; Wróbel, R.; Dimitrov, R.; Trembacz, J.; **Ivanov, Z.**, *Production potential of biodiesel, methane and electricity in the largest steamed rice industry in Rio Grande do Sul, Brazil: Case study, Production Engineering Archives, Journal article, Volume 27, Issue 2 (June 2021) eISSN 2353-7779, DOI: <https://doi.org/10.30657/pea.2021.27.17>, Index SCOPUS*

Потенциалът за производство на енергия от отпадъчни води и люспи, генерирани при обработката на зърно в индустриите за варене на ориз в Бразилия, е в състояние да насърчи енергийната самодостатъчност в сектора чрез производството и използването на синтетичен газ и биогаз. Производството на метан от остатъци от индустриите за пропарване на ориз обаче все още е малко проучено от академични изследвания, като цяло проучвания за потенциала за производство на метан от същия тип отпадъчни води се намират в южната част на страната, но същото не важи за производството на биодизел от масло от оризови трици.

Целта на това проучване беше да се определи потенциалът за производство на биодизел, метан и електрическа енергия в най-голямата индустрия за пропарен ориз в Рио Гранде до Сул, разположена в южния регион на страната. Според това проучване промишлеността за варене на ориз, разположена в Рио Гранде до Сул, Бразилия, има производствен потенциал от $1,20 \cdot 10^2$ m³/ден биодизел, $2,93 \cdot 10^4$ Nm³/ден метан и $1,89 \cdot 10^5$ kWh/ден електроенергия. Въпреки че е значителен и висок потенциал, който може да намали финансовите разходи на индустрията за закупуване на енергия от концесионери, тя не е в състояние да насърчи своята енергийна самодостатъчност. В същото време би било необходимо да се добави потенциалът за производство на енергия на синтезния газ от газификация на оризови люспи, подчертан в други проучвания.

В този контекст секторът ще гарантира своята самодостатъчност и ще проучва нови източници на енергия от своите отпадъци и отпадъчни води, за да намали финансовите си разходи, да смекчи отрицателното си въздействие върху околната среда и да насърчи диверсификацията на промишлената енергия на държавата матрица чрез технология за преобразуване на отпадъци в енергия, с високо използване на нейните остатъци и отпадъчни води за енергийни цели. В допълнение, енергийното оползотворяване на тези остатъци и отпадъчни води прави възможно поддържането или дори намаляването на емисиите на

парникови газове, като се има предвид замяната на изкопаемите горива с биогорива.

Значението на проучването на нови приложения за глицерол, генериран при производството на биодизел, се откроява за бъдещи проучвания, главно по отношение на осъществимостта на използването му за анаеробно съвместно смилане с отпадъчните води, за да се увеличи производството на биогаз и следователно енергийния потенциал на сектора.

Abstract:

The potential for energy production from effluents and husks generated in grain processing in the rice parboiling industries in Brazil is capable of promoting energy self-sufficiency in the sector, through the production and use of syngas and biogas. However, the production of methane from residues of the rice parboiling industries is still little explored by academic studies, in general studies on the potential of methane production by this same type of effluent are found in the south of the country, however, the same is not true for the production of biodiesel from rice bran oil.

The objective of this study was to determine the production potential of biodiesel, methane and electric energy of the largest parboiled rice industry in Rio Grande do Sul, located in the southern region of the country. According to this study, the rice parboiling industry located in Rio Grande do Sul, Brazil, has a production potential of $1.20 \cdot 10^2$ m³/day of biodiesel, $2.93 \cdot 10^4$ Nm³/day of methane and $1.89 \cdot 10^5$ kWh/day of electricity. Despite being a significant and high potential, which may reduce the financial expenses of the industry regarding the purchase of energy from concessionaires, it is not able to promote its energy self-sufficiency. At the same time, it would be necessary to add the energy production potential of the rice husk gasification syngas highlighted in other studies.

In this context, the sector would guarantee its self-sufficiency and explore new sources of energy from its waste and effluents, in order to reduce its financial expenses, mitigate its negative environmental impacts and promote the diversification of the state's industrial energy matrix through technology waste-to-energy, with high utilization of its residues and effluents for energy purposes. In addition, the energy recovery of these residues and effluents makes it possible to maintain or even reduce the emission of greenhouse gases, considering the replacement of fossil fuels with biofuels.

The importance of exploring new applications for the glycerol generated in the production of biodiesel stands out for future studies, mainly in the feasibility of its use for anaerobic codigestion with the effluent, in order to increase the production of biogas and consequently the energy potential of sector.

[B.4-9] *Nadaleti, W.; Lourenço, V.; Kardasz, P.; Sitnik, L.; Iljaszewicz, P.; Wróbel, R.; Dimitrov, R.; Macek, W.; Ivanov, Z., Generation of biodiesel and glycerol from waste of rice industries in Brazil, AIP Conference Proceedings 2439, 020016 (2021); ISSN: 15517616 0094243X, DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0070016>, Index SCOPUS*

Биодизеловото гориво е най-обещаващото алтернативно гориво за замяна на дизеловото гориво в дизеловите двигатели. Използването му като заместител на дизеловото гориво може да намали емисиите на парникови газове и дим. Сред технологиите, способни да насърчат производството на биодизелово гориво, най-използваната в индустриален мащаб е трансестерификацията на суровините. Бразилия има социално-икономическо предимство в производството на биодизелово гориво поради голямата наличност на суровини в агропромишления сектор. Растителна култура, способна да осигури евтин източник на триглицериди в Рио Гранде до Сул, е оризовата култура, тъй като нейната обработка генерира трици като страничен продукт от ориза, считан за селскостопански остатък, от който е възможно да се извлече растително масло. Бразилия е деветият най-голям производител на ориз в света, поради което настоящото проучване изследва

производството на биодизел чрез основна трансестерификация на растително масло от оризови трици с високо качество, за да насърчи използването на биогориво и да насърчи диверсификацията. Като цяло, изследването води до заключението, че биодизеловото гориво от производството на масло от оризови трици чрез метилова трансестерификация, използвайки KOH като катализатор с моларно съотношение 7,5:1, 1,25% катализатор и 60 минути реакция, е жизнеспособен и способен да произвежда биодизелово гориво с качество, изисквано от спецификациите за добив, влага, кинематичен вискозитет, индекс на киселинност, осапунване и йод.

Abstract:

Biodiesel is the most promising alternative fuel for replacing diesel in diesel engines, its use as a diesel substitute can reduce emissions of greenhouse gases and smoke. Among the techniques capable of promoting the production of biodiesel, the most used on an industrial scale is the transesterification of raw materials. Brazil has a socioeconomic advantage in the production of biodiesel due to the high availability of raw materials in the agro-industrial sector. A culture capable of providing a low-cost source of triglycerides in the Rio Grande do Sul is the rice culture, as its processing generates bran as a by-product of rice, considered an agricultural residue, from which it is possible to extract vegetable oil. Brazil is the ninth largest rice producer in the world, therefore, the present study aims to explore the production of biodiesel via basic transesterification of rice bran vegetable oil with high quality in order to encourage the use of biofuel and promote the diversification of its matrix. On the whole, the paper leads to the conclusion that biodiesel of rice bran oil production via methyl transesterification using KOH as a catalyst with 7.5:1 of molar ratio, 1.25% catalyst and 60 minutes of reaction, is viable and capable of producing biodiesel with the quality required by specifications for yield, moisture, kinematic viscosity, acidity index, saponification and iodine.

[B.4-10] *Lech Sitnik, Radosław Wróbel, Zbigniew Sroka, Monika Andrych-Zalewska, Zdravko Ivanov, Radostin Dimitrov, Veselin Mihaylov, Daniel Ivanov, Bio Mix Diesel for Significant Lowering of CO₂, Nox Emissions and FSN from CI Engine, 2022 8th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering, EE and AE 2022 - Proceedings., Code 181234, IEEE Catalog Number CFP22V95-USB, ISBN 978-166540709-0, DOI: <https://doi.org/10.1109/EEAE53789.2022.9831357>, Index SCOPUS*

Целта на статията е да сподели проблемите за намаляване на емисиите на CO₂, NO_x и FSN от съвременните превозни средства чрез решения, базирани на използването на биокомпоненти за гориво. Една иновативна идея е първо да се приготви смес от биокомпоненти, така че да има плътността на горивото и след това да се добави тази смес към горивото в по-големи пропорции - тук 20% обемни. Всичко това, за да подкрепим прехода към нисковъглеродно бъдеще и да постигнем нашите глобални цели за емисии съгласно Рамковата конвенция на ООН за изменението на климата, като същевременно използваме и биологични отпадъци. Статията е преглед с оригинални резултати от собствено изследване в казус с нови (значително разширени) анализи, които имат важен прегледен елемент по отношение на изследователския метод и анализа на неговите резултати, който може да приеме формата на критика на настоящ метод за сравняване на резултатите и извеждане на заключения от тях. Казусът показва приложимостта на работата в практически повече региони на света и предоставя информация за по-широк спектър от използване на възобновяема и устойчива енергия. Работата е особено важна за системите - отчитане на въглеродния диоксид в оценката на жизнения цикъл (LCA), тъй като представя метод за правилна оценка на търсенето на енергия (гориво) и свързаните с него емисии.

Abstract:

The aim of the article is to share the problems of reducing CO₂, NO_x emissions and FSN from today's vehicles through solutions based on the use of bio components for fuel. An innovative idea is to first prepare a mixture of bio components so that it has the density of the fuel, and then add this mixture to the fuel in greater proportions - here 20% by volume. All this to support the transition to a low-carbon future and meet our global emissions targets under the United Nations Framework Convention on Climate Change, while also using bio-waste. The article is a review with the original results of own research in a case study with new (significantly expanded) analyzes that have an important review element regarding the research method and the analysis of its results, which may take the form of a critique of the current method of comparing results and drawing conclusions from them. The case study shows the applicability of the work in practically more regions of the world and provides information on a wider range of renewable and sustainable energy use. The work is particularly important for systems - carbon dioxide accounting in the Life Cycle Assessment (LCA) as it presents a method for the correct assessment of energy (fuel) demand and associated emissions.

9.2. Резюмета на публикациите от група „Г.7“

[Г.7-1] Z. Ivanov and V. Mihaylov, *Transient operation of a direct injection diesel engine*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol.614, 012008 (2019), eISSN: 1757-899X, DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/614/1/012008>;

Шофирането в градски условия е доминирано от преходни режими на работа. В такава среда автомобилните двигатели работят с различни натоварвания, чести смени на предавките и в зависимост от продължителността на преходния процес, могат да бъдат апроксимирани със скоростните характеристики на двигателя при частично отворена дроселова клапа.

Целта на настоящото изследване е да се изследва работата на двигателя в преходни режими и да се определи изменението на разхода на гориво и емисиите на вредни компоненти в отработените газове. Основната задача на този доклад е да изследва зависимостите от промяната на цикличното количество впръскано гориво и емисиите на вредни компоненти за дизелов двигател с директно впръскване.

Тестовите на двигателя с директно впръскване показват наличието на фази на преходните режими по отношение на разхода на гориво и съдържанието на вредни компоненти в отработените газове. Тези фази са по-изразени при преходни процеси при режими на работа на двигателя в диапазона на ниско и средно натоварване. По време на първата фаза при ниски скорости има бързо увеличение на впръсканото гориво за цикъл, тъй като двигателят се опитва да увеличи кинетичната енергия на превозното средство и въртящите се части на трансмисията. Заедно с увеличения разход на гориво се увеличават и емисиите на въглероден диоксид и азотен оксид. След това има спад в подаването на гориво, което е резултат от намалената скорост на нарастване на скоростта на въртене и постепенно достигане на зададеното натоварване на динамометъра. Третата фаза е свързана с установяване на параметрите на двигателя в установен режим. Чрез промяна на режима в зоната на високи натоварвания, преходният режим се характеризира с работа на двигателя на външна скоростна характеристика.

В първата фаза на преходния процес азотните оксиди имат локален максимум само при ниски натоварвания. При такъв режим, след достигане на установените

параметри, в резултат на намаленото подаване на гориво, количеството на азотните оксиди също намалява. Във всички останали режими количеството им непрекъснато се увеличава в резултат на подобрените термодинамични условия на горене в цилиндъра на двигателя.

Чрез увеличаване на продължителността на преходния режим и създаване на условия за работа на двигателя на частични скоростни характеристики има потенциал за намаляване на разхода на гориво при движение в градски условия и намаляване на емисиите на токсични компоненти в отработените газове.

Abstract:

Driving in urban areas is dominated by transient modes of operation. In such environment automotive engines operate with varying loads, frequent gear shifts and depending on the duration of the transition process, can be approximated with engine speed characteristics with partially open throttle.

The purpose of the present study is to examine the operation of the engine in transient modes and to determine the variation in fuel consumption and emissions of harmful components in exhaust gases. The main task of this report is to investigate the dependencies of changing cyclic quantity of fuel injected and the emissions of harmful components for a direct injection diesel engine.

The direct injection engine tests have shown the presence of phases of the transient modes in terms of fuel consumption and the content of harmful components in the exhaust gases. These phases are more pronounced in transient processes at engine operating modes in the low and medium load range. During the first phase at low speeds there is a rapid increase in the injected fuel per cycle as the engine tries to increase the kinetic energy of the vehicle and the rotating parts of the transmission. Together with increased fuel consumption, carbon dioxide and nitrogen oxide emissions are also increased. Next there is a drop in fuel delivery, which results from the reduced rate of rise of the rotation speed and gradually reaching the set load of the dynamometer. The third phase is related to the settlement of engine parameters to steady mode. By changing the mode in the area of high loads, the transient mode is characterized by the operation of the engine with wide-open-throttle speed characteristics.

In the first phase of the transient process, nitrogen oxides have a local maximum only at low loads. In such mode, after reaching the established parameters, as a result of reduced fuel delivery, the amount of nitrogen oxides also decrease. In all other modes, their amount is continuously increased as a result of improved thermodynamic combustion conditions in the engine cylinder.

By increasing the duration of the transition mode and creating conditions for the engine to work with part-open-throttle speed characteristics, there is a potential for reducing fuel consumption when driving in urban areas and reducing emissions of toxic components in exhaust gases.

[Г.7-2] Sitnik, L.J., Ivanov, Z.D., Sroka, Z.J., Energy demand assessment for long term operation of hybrid electric vehicles, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 1002 012026 (2020), eISSN: 1757-899X DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1002/1/012026>, Index SCOPUS;

Публикация разглежда оценката на разхода на гориво при продължителна експлоатация на хибридни превозни средства. Този вид анализ би могъл да оцени ясно и недвусмислено действителния напредък в постигането на поставените цели за намаляне на въглеродните емисии. Разходът на гориво при продължителна експлоатация е твърде различен от резултатите, получавани при краткосрочните тестове –WLTP и RDE или други тестове, разработени предимно от специализирани технически списания. Продължителната

употреба на автомобил означава пробег, измерен в хиляди километри за период от няколко години. Оценката на разхода на гориво по време на продължителна експлоатация на HEV е нова методика за оценка, при която потреблението на енергия (като гориво) е основен фактор. Математическите модели за кумулативния разход на гориво заедно с оценката на изминатия пробег представляват „енергийния отпечатък“ на автомобила. Кумулативният разход на гориво се увеличава с увеличаване на пробега, но това увеличение не е линейна функция. Несъответствието между разхода на гориво в група превозни средства от една и съща марка и тип е значително и се увеличава с увеличаване на изминатия пробег. Средният разход на гориво на анализирания HEV по време на дългосрочната им експлоатация значително надвишава това, което е определено от кратките тестове, напр. WLTP (и по-рано NEDC). Реалният разход на гориво е много по-висок от този, определен от кратките тестове.

Abstract:

This publication deals with the assessment of fuel demand for long-term operation of hybrid vehicles, because only with this kind of analysis it could be possible to clearly and unequivocally assess the actual progress in achieving the intended goals. The long-term test is the opposite of short-term tests – currently WLTP and RDE or other tests developed mostly by specialized magazines. Long-term car use means mileage measured in thousands of kilometers over a period of several years. The assessment of fuel consumption during long-term operation of HEVs from the presented point of view is new, in which the theory of demand for cumulated energy (as fuel) proved to be very useful. Mathematical models of fuel consumption along with an assessment of its intensity and a description of fuel economy constitute the vehicle's "energy footprint". Cumulative fuel consumption increases as mileage increases, but the increase is not a linear function. The discrepancy between fuel consumption in a group of vehicles of the same make and type is significant and increases as mileage increases. The average fuel consumption of the analyzed HEVs during their long-term operation significantly exceeds what is determined by the short tests, e.g. WLTP (and earlier NEDC). The actual fuel consumption is much higher than the one from the short tests.

[Г.7-3] S. Stoyanov, V. Mihaylov and Z. Ivanov, *Characteristics of vacuum solenoid valves in case of various malfunctions*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol.977, 012026 (2020), eISSN: 1757-899X, DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/977/1/012026>.

Вакуумните електромагнитни вентили се използват за управление на изпълнителни механизми, в повечето случаи свързани със системите за контрол на вредните емисии. Като цяло диагностицирането на съвременните автомобили е трудно поради големия брой елементи и факта, че обикновено те постепенно променят характеристиките си, но остават изправни. Това е особено важно за елементи без обратна връзка. Целта на това изследване е да се определят промените в характеристиките на вакуумните електромагнитни вентили след тяхната подмяна в автосервизите поради повреда в системата, която управляват. За целта са тествани няколко повредени клапани, като техните характеристики са определени и сравнени с характеристиките на нови.

Извършени са експериментални изследвания и са определени характеристиките на

няколко повредени електромагнитни пневматични клапана. Тези характеристики могат да помогнат в процеса на диагностика на клапаните.

От това експериментално изследване може да се заключи, че:

1. При стареене на вентила, както и при запушен отвор към атмосферата, тенденцията на промяна е да се увеличи регулираният вакуум.
2. Повреда (пробиване) на гумената мембрана води до намаляване на регулирания вакуум.
3. Защитният диод от обратно напрежение (flyback diode) е от съществено значение за правилната работа на вентила. В случай на неизправност в него отклонението от изискваната стойност може да достигне до 80%.
4. За точна диагностика на този тип клапани се препоръчва използването на специализирано оборудване и допълнителни тестове, различни от предложените в препоръките на официалните сервизи.

Abstract:

Vacuum solenoid valves are used to control actuators, in most cases connected with the emission system. In general, the diagnosis of modern cars is difficult due to the large number of elements and the fact that usually they gradually change their characteristics but remain operational. This is especially important for elements without feedback. The purpose of this research is to determine characteristics of faulty valves, which could be useful in diagnostics process. The results show change of valve characteristics at some of the most common problems during long term operation of the vehicle.

The purpose of this study is to determine the changes in the characteristics of vacuum solenoid valves after they have been replaced in car workshops due to a failure in the system they operate. For this purpose, several damaged valves were tested, and their characteristics were determined and compared with the characteristics of a new valve.

Experimental research has been done and characteristics of several faulty electromagnetic pneumatic valves are determined. These characteristics can help in the diagnostics process of valves, due to the lack of feedback signal.

From this experimental research can be concluded that:

1. As the valve ages, as well as when the venting to the atmosphere is clogged, the tendency of change is to increase the regulated vacuum.
2. Damage (puncture) to the rubber membrane leads to decrease of regulated vacuum.
3. A flyback diode is essential for correct operation of the valve. In case of malfunction in it the deviation from demand value can reach up to 80 %.
4. For accurate diagnostics of this type of valves it is advised to use specialized equipment and additional testing than that proposed by OEM service recommendations.

[Г.7-4] *Ivanov, Z., Dimitrov, R., Mihaylov, V., Ivanov, D., Stoyanov, S., Sitnik, L., Sroka, Z., Wrobel, R., Evaluation Of Errors At Measuring Of Braking Process In Vehicles, (2022) 2022 8th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering, EE and AE 2022 - Proceedings, ISBN 978-166540709-0, DOI: <https://doi.org/10.1109/EEAE53789.2022.9831320>, Index SCOPUS*

Статията показва изследване на влиянието на определянето на началото на спирачния процес при изследване на спирачното забавяне на автомобила. Определянето на момента на започване на спирачния процес е от съществено значение за изследване на спирачните характеристики на автомобилите. Прецизните измервания на спирачния процес изискват висока точност при определяне на моментите на първоначално задействане на спирачната

система. Грешките при регистриране на времеви рамки към този момент оказват съществено влияние върху резултатите при определяне на изминатото разстояние от автомобила, времето за спиране и стойността на измереното спирачно забавяне, поради по-високите скорости в началото на процеса.

Изследването показва влиянието на грешката при определяне на момента на задействане на спирачната система на автомобила върху стойностите на максималното спирачно забавяне и изминатото разстояние. Забавянето на времето за регистриране със стойност 0.1 s, 0.2 s, 0.3 s, води до отчитане на завишени резултати за стойността на максималното спирачно ускорение съответно с около 12%, 26% и 40%.

В заключение, статията формулира основните изисквания към сензорите, използвани за откриване на момента на задействане на спирачния педал при този тип експериментални изследвания, тяхното влияние върху експерименталните резултати и възможността за минимизиране на грешката при определяне на стойността на спирачното забавяне в периода на натискане на спирачния педал (начало на задействане на спирачната система на автомобила) до достигане на максималната стойност.

Abstract:

The article shows a study on the influence of determining the beginning of the braking process in the study of car braking deceleration. Determining the moment of start of the braking process is essential to study the braking characteristics of cars. Precise measurements of the braking process require high accuracy in determining the moments of initial actuation of the braking system. Errors in the registration of time frames at this moment have a significant impact on the results in determining the distance traveled by the vehicle, the stopping time and the value of the measured braking deceleration, due to higher speeds at the beginning of the process.

The study shows the influence of the error in determining the moment of application of the vehicle's braking system on the values of maximum braking deceleration and distance travelled. The delay in the time for registration with the value of 0.1 s, 0.2 s, 0.3 s, leads to the reporting of increased results for the value of the maximum braking deceleration by about 12%, 26% and 40%, respectively.

In conclusion, the article formulates the main requirements for the sensors used to detect the moment of brake pedal actuation in this type of experimental research, their impact on experimental results and the ability to minimize the error in determining the value of brake deceleration in the period of pressing the brake pedal (start of activation of the vehicle's brake system) until the maximum value is reached.

[Г.7-5] Ivanov,Z., Dimitrov,R., Mihaylov,V., Ivanov,D., Sitnik,L., Wrobel,R., Skobiej,K., Andrych-Zalewska,M., Investigation Of Braking Deceleration In Vehicle, (2022) 2022 8th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering, EE and AE 2022 - Proceedings, ISBN 978-166540709-0, DOI: <https://doi.org/10.1109/EEAE53789.2022.9831283>, Index SCOPUS

Извършено е експериментално изследване на процеса на спиране на автомобил. Проведени са изпитвания за определяне на продължителността на периодите за увеличаване на спирачното отрицателно ускорение до неговата максимална стойност (t_3) и за движение на превозното средство с максимално спирачно отрицателно ускорение (t_4). Определят се стойностите на съответните закъснения през тези времеви интервали. Резултатите от изследването показват, че увеличеното време през първия период определя по-голямо изминато разстояние и съответно по-ниска стойност на средното забавяне при спиране през периода непосредствено след удара върху педала на спирачката. За превозни

средства без ABS началната скорост, с която превозното средство приближава интервала t_4 , е по-ниска поради по-голямата продължителност на периода t_3 . Към това увеличение на времето и изминатото разстояние се добавя движението на превозното средство в следващ период, в който се регистрира и по-малка стойност на средното максимално спирачно забавяне.

Проучването показва разликите в параметрите и по-дългото време за целия спирачен процес при автомобили без ABS система. Изминатото разстояние по време на спиране е по-дълго за всички тествани скорости. При анализа на графиките за спирачното забавяне се установява, че основен дял за по-високите стойности имат увеличените времена за увеличаване на спирачното забавяне до достигане на максималната му стойност в началото на спирачния процес. Когато автомобилът е с ABS, средното максимално спирачно забавяне е по-високо с 20,2%. Изминатото разстояние от задействането на спирачната система до пълното спиране на автомобила с ABS система се скъсява с около 5 m при изследваните скорости.

Abstract:

An experimental study of the process of stopping a car was performed. Tests have been carried out to determine the duration of the periods for increasing the braking deceleration to its maximum value (t_3) and for the movement of the vehicle with maximum braking deceleration (t_4). The values of the corresponding decelerations during these time intervals are determined. The results of the research show that the increased time during the first period determines a longer distance traveled and a correspondingly lower value of the average braking deceleration during the period immediately after the impact on the brake pedal. For vehicles without ABS, the initial speed at which the vehicle approaches the interval t_4 is lower due to the longer duration of the period t_3 . To this increase in time and distance traveled is added the movement of the vehicle in the next period, in which a smaller value of the average maximum braking deceleration is also registered.

The study shows the differences in the parameters and the longer time for the whole braking process for cars without ABS system. The distance traveled during the stopping is longer for all speeds tested. Analyzing the graphs for the braking deceleration, it is found that the main share for the higher values have the increased times for increasing the braking deceleration to reach its maximum value at the beginning of the braking process. When the car is with ABS system, the average maximum braking deceleration is higher by 20.2%. The distance traveled from the actuation of the braking system to the complete stop of the car with ABS system is shortened by about 5 m at the studied speeds.

[Г.7-6] Lech J. Sitnik, Radosław Wróbel, Monika Andrych-Zalewska, **Zdravko Ivanov**, Radostin Dimitrov, and Veselin Mihaylov, *Assessment of the cumulative combustion pressure in the IC engine*, AIP Conference Proceedings 2570, 040003 (2022), ISSN 0094243X, ISBN 978-<https://doi.org/10.1063/5.0100784>, Index SCOPUS

Търсенето на начини за подобряване на експлоатационните свойства на двигателите с вътрешно горене предполага разработване на методи за изследване, необходими за по-подробно разбиране на процесите, протичащи в този тип термодинамични машини.

Налигането в горивната камера, като функция от ъгъла на завъртане на колянния вал на двигателя, е един от най-важните параметри тук. Работата изразява нов метод за анализ на това налягане. Въведено е понятието кумулативен натиск. Концепцията все още не е представена в наличната литература. Въпреки това, тя корелира с динамиката на отделянето на топлина, описана в литературата като формула на Wiebe. Заключениета от теоретичните съображения бяха разработени въз основа на резултатите от изследването на двигател. Тестовите бяха проведени при условията на 13-режимния ESC тест. Във всеки режим на работа на двигателя са записани 90 индикаторни графики, които дават общо 1200-елементна статистическа извадка. Установено е, че ходът на кумулативното налягане на горене значително зависи от натоварването на двигателя. Колкото по-голямо е натоварването на двигателя, толкова по-бързо е натрупването на кумулативното налягане и колкото по-висока е скоростта на въртене, толкова по-бавно е то. Новият метод на описание може да бъде съществен принос в стремежа за получаване на оптимални параметри на съвременните двигатели с вътрешно горене.

Abstract:

The search for ways to improve the operational properties of internal combustion engines implies the development of research methods necessary for a more detailed understanding of the processes taking place in this type of thermodynamic machines. The pressure in combustion chamber, as a function of the angle of rotation of the engine crankshaft, is one of the most important parameters here. The work deals with a new method of analyzing this pressure. The concept of cumulative pressure has been introduced. The concept is not yet represented in the available literature. However, it correlates with the dynamics of heat release described in the literature as the Wiebe formula. Conclusions from theoretical considerations were developed on the basis of the results of the IC engine research. The tests were carried out under the conditions of the 13-mode ESC test. In each mode of the engine operation, 90 indicator charts were recorded, which gave a total of 1,200-element statistical sample. It was found that the course of the cumulative combustion pressure significantly depends on the engine load. The greater the engine load, the faster the cumulative pressure build-up, and the higher the rotational speed, the slower it is. The new method of description may be a significant contribution to the pursuit of obtaining optimal parameters of modern internal combustion engines.

[Г.7-7] *Sitnik, L.J., Wróbel, R., Andrych-Zalewska, M., Ivanov, Z., Dimitrov, R., Mihaylov, V., Kinematics of the crank system of the internal combustion engine, AIP Conference Proceedings Open Access Volume 257018, August 2022, Article number 040006, International Scientific Conference on Communications, Information, Electronic and Energy Systems, Ruse, 25 November 2021 through 27 November 2021, Code 182016, ISSN 0094243X, ISBN 978-073544375-4; <https://doi.org/10.1063/5.0100786>, Index SCOPUS*

Теоретичната основа за изчисляване на двигатели с вътрешно горене датира от началото на 19-ти и 20-ти век. Това, разбира се, беше предкомпютърната ера. Следователно, за да станат възможни изчисленията тогава, трябваше да се използват редица опростявания. Днес няма такава нужда. Оказва се обаче, че повечето „много напреднали“ изчислителни инструменти използват стари теории, непроменени в „модерните“ изчислителни системи.

Целта на работата е да се представи метод за изчисляване на положението, скоростта и ускорението на бутало в колянвия механизъм. Поради геометричната зависимост на елементите на колянвия механизъм на двигателя е необходимо да се изчисли стойността на кинематичните параметри през много малък ъгъл на завъртане на колянвия вал. На практика без използването на компютри средства такива изчисления не се извършват. При измерванията на двигателя е показано, че аналитично изчислената траектория на буталото практически не се различава от измерената. Разликите са в скоростта на буталото и неговото ускорение, постигнато при “класически” аналитичен метод. Въпреки, че са използвани първите четири члена от тригонометричния ред (обикновено се използват първите два), в разработката са показани разликите в ускорението на буталото до няколкостотин процента и формата на кривата на ускорението, като функцията на ъгъла на въртене на колянвия вал.

Abstract:

The theoretical basis for calculating combustion engines dates back to the turn of the 19th and 20th centuries. This was, of course, the pre-computing era. Therefore, in order to make calculations possible then, a number of simplifications had to be used. Today there is no such need. It turns out, however, that most “very advanced” computational tools use old theories unchanged in “modern” computing systems. The aim of the work is to present a method for calculating the position, speed and acceleration of a piston in the crank system. Due to the geometrical dependence of the elements of the engine crank system, it is necessary to calculate the value of the element from a very small number. It was practically impossible without the use of computers. Hence, the appropriate dependencies were developed into a power series. Today there is no such need. It has been shown in the measurements of the engine that the analytical calculated piston path practically does not differ from the measured one. The differences are in the speed of the piston and its acceleration achieved in “classical” and analytics method. Despite the fact that as many as the first four members of the series were used (usually two are used), differences in the acceleration of the piston up to several hundred percent were shown, and at the same time the shape of the acceleration curve as a function of the angle of rotation of the crankshaft differed from the “classic” shape.

9.3. Резюмета на публикациите от група „Г.8“

[Г.8-1] S. Stoyanov, V. Mihaylov, Z. Ivanov and R. Radev, System for studying the parameters of gas solenoid valves, ANNUAL JOURNAL OF TECHNICAL UNIVERSITY OF VARNA, BULGARIA, 5(2), pp. 112-121, 2021, ISSN 2603-316X, DOI: <https://doi.org/10.29114/ajtuv.vol5.iss2.259>;

Целта на настоящата работа е да се изгради стенд за определяне на характеристиките на различни газови инжектори от четвърто поколение, работещи при условия, максимално близки до реалните работни. За целта за стенда е използвана стандартната газова уредба от четвърто поколение и втечен нефтен газ (LPG) като работна течност. Разработена е система за поддържане на налягането на изтичащия на газ, равно по стойност на налягането във всмукателния колектор на двигател с принудително запалване (SI). Използваният газ LPG се компресираща и втечнява за повторна употреба. Освен това се вземат мерки за безопасност. Стендът осигурява точните условия за определяне на влиянието на диаметъра на дюзата, дължината на свързващата тръба между инжектора и всмукателния колектор, диференциалното налягане преди и след инжектора и други фактори, които влияят на тези

характеристики, които могат да бъдат различни при инсталиране на LPG система към двигател с вътрешно горене.

Abstract:

The aim of the present work is to build a bench for determining the characteristics of different gas injectors of the fourth generation, operating under conditions as close as possible to real working conditions. For the purpose of the stand, the standard gas system of the fourth generation and liquefied petroleum gas (LPG) was used as the working fluid. A system has been developed to maintain exhaust gas pressure equal in value to the pressure in the intake manifold of a positive ignition (SI) engine. Used LPG gas is compressed and liquefied for reuse. In addition, safety measures are taken. The bench provides the exact conditions for determining the influence of the nozzle diameter, the length of the connecting pipe between the injector and the intake manifold, the differential pressure before and after the injector and other factors that affect these characteristics, which may be different when installing an LPG system to an internal combustion engine.

[Г.8-2] Nedelcho Ivanov, Zdravko Ivanov, Phases of ignition delay in automotive diesel engine, Proceedings of International Congress "Motor Vehicles & Motors 2006" - Kragujevac, 2006, MVM20060111, ISSN ISBN86-80581-94-1.

В доклада се дефинират фазите на периода на задържане на самовъзпламеняване и е дадена методика за тяхното определяне при наличие на експериментално определени индикаторна диаграма, налягане на впръскване и ход на иглата на инжектора.

Уточнено е дефинирането на границите на фазите на периода на задържане на самовъзпламеняване в автомобилните дизелови двигатели, с цел прецизиране и е предложена методология за тяхното разграничаване на базата на експериментално получени данни. Предложена е методика за автоматично определяне на фазите на периода при регистрация на значителен брой последователни индикаторни диаграми. Този подход дава възможност за изследване на тези граници при преходни режими на работа на двигателя.

Abstract:

The report defines the phases of the autoignition hold period and gives a methodology for their determination in the presence of experimentally determined indicator diagram, injection pressure and injector needle travel.

The definition of the boundaries of the autoignition hold period phases in automotive diesel engines has been specified, with the aim of refinement, and a methodology for their differentiation has been proposed on the basis of experimentally obtained data. A methodology is proposed for automatically determining the phases of the period when registering a significant number of consecutive indicator charts. This approach makes it possible to explore these limits in transient engine operating modes.

[Г.8-3] *N. Ivanov, Z. Ivanov, Influence of vapour fuel of work process direct noise level, Zastava, Kragujevac, Vol.-, No.43, pp. 5-10, ISSN 0352-292X, 2008.*

Дизеловите двигатели с директно впръскване се отличават с най-високите си нива на шумови емисии. Поради тази причина изследването на влиянието на отделните параметри на работния процес и на впръскването на гориво върху шума винаги е било важна задача. Един от параметрите, недостатъчно дискутиран в специализираната литература, е количеството изпарено гориво през периода на задържане на самовъзпламеняване. Причината за това е практическата невъзможност тази величина да бъде измерена пряко, докато реалното ѝ определяне се извършва чрез теоретични и емпирични съотношения. Това е количеството изпарено гориво, което определя скоростта на горенето през периода на бързото изгаряне, предшестваш дифузната му фаза и предопределя твърдостта на работата на двигателя. Скоростта на нарастване на налягането в цилиндъра на двигателя зависи както от количеството гориво, впръскано по време на периода на задържане, така и от термодинамичните и хидродинамичните параметри на въздуха в цилиндъра на двигателя през този период. Ясно е, че количеството изпарено гориво през този период ще зависи не само от параметрите на подаването на гориво, но и от организацията на работния процес по отношение на налягането и температурата в момента на впръскване, степента на турбулентност на въздушния поток, предварението на подаване на горивото и др.

Публикацията показва резултатите от изследване влиянието на количеството изпарено гориво през периода на задържане на самовъзпламеняване върху нивото на директния шум на автомобилни дизелови двигатели D3900 и Perkins Prima 65.

Abstract:

Direct injection diesel engines are distinguished by their highest levels of noise emissions. For this reason, the study of the influence of individual operating process parameters and fuel injection on noise has always been an important task. One of the parameters insufficiently discussed in the specialized literature is the amount of vaporized fuel during the autoignition hold period. The reason for this is the practical impossibility of measuring this quantity directly, while its actual determination is carried out through theoretical and empirical ratios. It is the amount of vaporized fuel that determines the rate of combustion during the period of rapid combustion preceding its diffuse phase and predetermines the stiffness of the engine's operation. The rate of increase in engine cylinder pressure depends on both the amount of fuel injected during the hold period and the thermodynamic and hydrodynamic parameters of the air in the engine cylinder during this period. It is clear that the amount of vaporized fuel during this period will depend not only on the parameters of the fuel supply, but also on the organization of the work process in terms of pressure and temperature at the time of injection, the degree of turbulence of the air flow, the advance of the supply of fuel etc.

The publication shows the results of a study of the influence of the amount of vaporized fuel on the direct noise level of automotive diesel engines D3900 and Perkins Prima 65.

[Г.8-4] Z. Ivanov, N. Lvanov, *Functional dependence of the noise of the work process on automotive diesel engines*, Zastava, Kragujevac, Vol.-, No.43, pp. 22-27, ISSN 0352-292X, 2008.

Една от основните цели в развитието на дизеловите двигатели с директно впръскване е разработване на работни процеси с нискоемисионни нива на излъчвания шум. Изходните параметри обикновено са скоростта на топлоотделяне, целевата твърдост на работа, съответната продължителност на периода на задържане на самовъзпламеняване, количеството впръснато гориво (общо и през периода задържане на самовъзпламеняване), максимално налягане и температура на цикъла, димност и др. В същото време данните в специализираната литература са недостатъчни по отношение на ефекта тези параметри.

В публикацията са представени прогнозни зависимости за нивата на излъчвания шум от работния процес на двигателя от факторите скорост на нарастване на налягането в цилиндър, скорост на топлоотдаване и количеството на впръсканото гориво по време на периода на задържане на самовъзпламеняване. Изследванията са проведени при автомобилни дизелови двигатели с директно впръскване D3900 и Perkins PRIMA 65.

Abstract:

One of the main goals in the development of direct injection diesel engines is the development of operating processes with low emission levels of emitted noise. The input parameters are usually the rate of heat release, the target operating stiffness, the corresponding duration of the auto-ignition hold period, the amount of fuel injected (total and during the auto-ignition hold period), the maximum pressure and temperature of the cycle, smoke, etc. At the same time, the data in the specialized literature are insufficient regarding the effect of these parameters.

The publication presents predicted dependences of emitted engine noise levels on the factors of in-cylinder pressure rise rate, heat release rate, and fuel injection amount during the autoignition hold period. The research was carried out on automotive diesel engines with direct injection D3900 and Perkins PRIMA 65.

[Г.8-5] Z. Ivanov, N. Lvanov, *Zero line of experimental indicator diagrams*, Zastava, Kragujevac, Vol.-, No.43, pp. 36-39, ISSN 0352-292X, 2008.

В доклада е изследвано изместването на нулевата линия на налягането за индикаторни диаграми, причинено от физическите особености на работата на пиезокварцовия индикатор за регистриране изменението на налягането в цилиндъра на двигателя и предусилвателите, свързани с тях. Описан е относително стабилен метод за определяне на действителното положение на нулевата линия. Показани са примери за приложението на метода за високооборотни автомобилни дизелови двигатели.

Abstract:

In the report is researched the displacement of pressure zero line for indicator diagrams caused by physical features of the work of piezokvarz indicator and pre-amplifiers, attached to them. A relatively and stable method for determination of the actual position of the zero line is described. Examples are shown, regarding the application of the method for high rpm automobile

diesel engine.

[Г.8-6] Иванов З., В. Михайлов, А. Колев, Система за индициране на двигатели, XVII Научно-техническа конференция с международно участие ЕКО-Варна, стр.590-597, изд. ТУ-Варна, 2011, ISBN - 954 - 20 – 00030

Системата за индициране дава възможност да бъдат измервани величините, необходими за определяне параметрите на работния процес на двигателя. Тези величини представляват бързопроменящи се процеси за чиято регистрация могат да бъдат използвани единствено високочестотни устройства.

Измерват се налягането на газовете в цилиндъра на двигателя, налягане на горивото, ход на иглата на впръсквача, положението на колянвия и разпределителния вал, нивата на виброускорение и шум, както и съдържанието на токсични компоненти в отработилите газове и димност. Определянето на тези величини дава възможност да бъдат изследвани зависимостите на параметрите на работния процес върху работата на двигателя.

Разработената система отговаря на съвременните изисквания към този вид апаратура. Нейните компоненти притежават висок клас на точност. Използваните възприематели са с принудително охлаждане и се монтират в отделни, специално изработени отвори, което дава възможност да бъдат избирани места за монтаж, даващи най-добра представителност на получените резултати. Характеристиките на използваните АЦП напълно отговарят на изискванията за измерване на процесите, протичащи в ДВГ. Те има разряд 12 bit и скорост на дискретизация софтуерно управлявана в зависимост от динамиката на изследваните процеси.

[Г.8-6] Ivanov Z., V. Mihailov, A. Kolev, Engine indexing system, XVII Scientific and technical conference with international participation ECO-Varna, p.590-597, ed. TU-Varna, 2011, ISBN - 954 - 20 – 00030

The indexing system makes it possible to measure the quantities necessary to determine the parameters of the engine's work process. These values represent rapidly changing processes for the registration of which only high-frequency devices can be used.

Gas pressure in the engine cylinder, fuel pressure, injector needle travel, crankshaft and camshaft position, vibration acceleration and noise levels, as well as the content of toxic components in the exhaust gas and smokiness are measured. The determination of these values makes it possible to study the dependences of the parameters of the work process on the operation of the engine.

The developed system meets the modern requirements for this type of equipment. Its components have a high level of accuracy. The receivers used are forced-cooled and installed in separate, specially made holes, which makes it possible to choose mounting locations that give the best representation of the results obtained. The characteristics of the ADCs used fully meet the requirements for measuring the processes taking place in the DWG. They have a discharge of 12 bits and a sampling rate controlled by software depending on the dynamics of the investigated processes.

[Г.8-7] Иванов З., В. Михайлов, А. Колев, Изследователска система за определяне екологичните характеристики на автомобилни двигатели, XVIII Научно-техническа конференция с международно участие ЕКО-Варна, стр.502-510, изд. ТУ-Варна, 2012, ISBN - 954 - 20 – 00030;

Поставените норми от законодателството за минимум токсични компоненти в отработилите газове (ОГ) предопределят развитието на двигателите с вътрешно горене и са предпоставка за усъвършенстването им. В настоящата статия е описана изградената система за определяне на екологичните характеристики на дизелови двигатели и двигатели с външно смесообразуване. Системата е изградена на модулен принцип и в зависимост от целите на експерименталните изследвания могат да бъдат използвани само някои елементи от нея. Изградената система дава възможност с висока точност да бъдат определяни лимитираните компоненти в отработилите газове на двигателите с вътрешно горене в стендови условия. При нейното структуриране са взети предвид изискванията за осигуряване на нормални условия за работа на апаратурата и гарантиране точността на измерванията. С нейна помощ са определени екологичните показатели на двигател Perkins Prima 65. Устройствата за филтриране и охлаждане на отработилите газове доказаха своята ефективност при определяне на честотните и товарни характеристики на изпитвания двигател. Системата може да бъде използвана както в учебния процес, така и за научноизследователска работа.

[Г.8-7] Ivanov Z., V. Mihailov, A. Kolev, Research system for determining the environmental characteristics of automobile engines, XVIII Scientific and technical conference with international participation ECO-Varna, p.502-510, ed. TU-Varna, 2012, ISBN - 954 - 20 – 00030;

The norms set by the legislation for a minimum of toxic components in exhaust gases (EG) predetermine the development of internal combustion engines and are a prerequisite for their improvement. This article describes the built system for determining the environmental characteristics of diesel engines and engines with external mixing. The system is built on a modular basis, and depending on the goals of the experimental research, only some of its elements can be used. The built system makes it possible to determine with high accuracy the limited components in the exhaust gases of internal combustion engines in bench conditions. In its structuring, the requirements for ensuring normal conditions for the operation of the equipment and guaranteeing the accuracy of the measurements were taken into account. With its help, the environmental indicators of the Perkins Prima 65 engine were determined. The devices for filtering and cooling the exhaust gases proved their effectiveness in determining the frequency and load characteristics of the tested engine. The system can be used both in the educational process and for research work.

[Г.8-8] Иванов З., В. Михайлов, Вибрационно състояние на газови електромагнитни вентили, XVIII Научно-техническа конференция с международно участие ЕКО-Варна, стр. 511-518, изд. ТУ-Варна, 2012, ISBN - 954 - 20 – 00030;

Съвременните горивни уредби на двигателите с външно смесообразуване, работещи с газови горива втечен газ пропан-бутан или метан, работят съвместно с горивната уредба на двигателя за работа с бензиново гориво. Сигналите от съответните възприематели,

регистриращи режима на работа на двигателя и определящи величината на цикловата порция гориво, се обработват от управляващото устройство на стандартната горивна уредба на двигателя и се коригират за работа с конкретното газово гориво от едноплатков контролер. Така формирания електрически импулс се подава към изпълнителния механизъм, който представлява електромагнитен вентил. Цел на настоящото изследване е да се разработи метод за определяне на продължителността на времето на отваряне и времето на затваряне на газовите електромагнити по дефазирание на вибрационните импулси спрямо началото и края на управляващия електрически импулс. Да се изследва неравномерността във фазите на отваряне и затваряне на комплекти газови електромагнитни вентили и се установи влиянието на хода на котвата върху промяната им. Проведените изследвания показват, че вибрационните импулси са прекъснати.

Вибрационния процес започва, протича и завършва самостоятелно до започването на следващия. Неговата форма, амплитуда, продължителност и декремент на затихване не зависят от съседните импулси. Това означава, че ефективните значения на виброускорението не зависят от честотата на въртене на колянния вал на двигателя и от товарния режим на работа, т.е. от периода на електрическия импулс. Поради прекъснатият характер на вибрационния импулс липсват условия за възникване на резонанс. Това твърдение е валидно до определена честота на въртене на колянния вал на двигателя и определен товарен режим. За честоти на въртене над 4000 1/min е необходимо да се изследва коефициента на мултиплициране на контролера и да се осигури необходимото време за отваряне и затваряне на газовите електромагнити без препокриване за избягване на евентуални нежелани резонанси и от там влошаване качеството на горивоподаване.

Предложеният метод за определяне фазите на отваряне и затваряне на газовите електромагнити позволява с висока точност да се определи величината на тези времена. Вибрационният сигнал е механично филтриран от нежелани смущаващи вибрации и ясно показва моментите на отваряне и затваряне. Изследванията се извършват в експлоатационни условия при работещ двигател без необходимост от демонтаж на изследваните елементи.

[Г.8-8] Ivanov Z., V. Mihailov, *Vibration state of gas electromagnetic valves, XVIII Scientific and technical conference with international participation ECO-Varna, pp. 511-518, ed. TU-Varna, 2012, ISBN - 954 - 20 – 00030;*

Modern combustion systems of engines with external mixing, working with gaseous fuels LPG or methane, work together with the combustion system of the engine for operation with gasoline fuel. The signals from the corresponding receivers, registering the mode of operation of the engine and determining the magnitude of the cyclic portion of fuel, are processed by the control unit of the standard fuel system of the engine and are adjusted for operation with the specific gas fuel by a single-board controller. The electrical impulse thus formed is fed to the executive mechanism, which is an electromagnetic valve. The aim of the present study is to develop a method for determining the duration of the opening time and the closing time of the gas electromagnets by dephasing the vibration pulses relative to the beginning and end of the control electric pulse. To investigate the non-uniformity in the opening and closing phases of sets of gas solenoid valves and to determine the influence of armature stroke on their change. Research has shown that the vibrational pulses are interrupted.

The vibrational process starts, runs and ends on its own until the next one starts. Its shape, amplitude, duration, and attenuation decrement are independent of adjacent pulses. This means that the effective values of the vibration acceleration do not depend on the frequency of rotation of the crankshaft of the engine and on the load mode of operation, i.e. of the period of the electric pulse. Due to the discontinuous nature of the vibration pulse, there are no conditions for resonance to

occur. This statement is valid up to a certain engine crankshaft speed and a certain load mode. For rotation frequencies above 4000 1/min, it is necessary to examine the multiplication factor of the controller and to ensure the necessary time for opening and closing the gas electromagnets without overlapping to avoid possible unwanted resonances and hence worsening the quality of fuel supply.

The proposed method for determining the opening and closing phases of the gas electromagnets allows to determine the magnitude of these times with high accuracy. The vibration signal is mechanically filtered from unwanted disturbing vibrations and clearly indicates the moments of opening and closing. The tests are carried out in operating conditions with a running engine without the need to dismantle the tested elements.

[Г.8-9] Здравко Иванов, Неделчо Иванов, Надлъжни трептения на колянния вал с отчитане податливостта на опорите, Научни трудове Русенски университет-2012, т.51, с.4, стр.56-63, изд. Русенски Университет, 2012, ISSN 1311-3321.

Описан метод за определяне на аксиалните вибрации на колянния вал, възбудени от газови и инерционни сили. При изчисленията се взема предвид съответствието на структурата на основните лагери на цилиндровия блок и триизмерната форма на колянния вал. Статистическата неопределеност на пълноопорния колянния вал се разкрива чрез използването на трансферни матрици.

В този доклад се третира проблема за възбуждането на осеви трептения в колянния вал под действието на радиалната и тангенциалната сили, съответно Z и T , действащи върху колената на колянния вал. Под действие на тези сили дадено коляно се деформира, като наред с останалите премествания, основните шийки на колянното получават и премествания по оста на колянния вал, разликата между които дава осевото преместване на даденото коляно, наричано още “дишане” на колянното. Осевото преместване на даденото коляно ще се яви за останалите колена, свързани с него като натоварващо по оста на колянния вал. Ако силите предизвикващи “дишането” на разглежданото коляно се менят по хармоничен закон или изобщо са променливи, то е ясно, че те ще предизвикат принудени осеви трептения в съседните колена. Удобно е влиянието на осевото преместване на разглежданото коляно върху съседните колена да се представи със една сила A , действаща в осево направление, която да е еквивалентна по отношение на осевото преместване на колянното от радиалните и тангенциални реално действащи сили.

Следователно, въпросът за възбуждане на осеви трептения в колянния вал се свежда до определянето на осевите премествания на отделните колена под действие на радиалните и тангенциалните сили.

Предложеният алгоритъм може да се изпълни само с използване на изчислителна техника, притежаваща значителен изчислителен ресурс. Достоинство на метода е възможността за точно определяне на възбуждащите сили по теоретичен път при условие, че моделът на колянното бъде експериментално уточнен за разглеждания двигател от една страна и от друга, ако експериментално са определени коравините и на основните лагери. Такава възможност не съществува при нито един от известните ни досега методи.

[Г.8-9] Zdravko Ivanov, Nedelcho Ivanov, On long oscillations of a crankshaft with consideration of the compliance of the supports, Scientific works Ruse University-2012, vol.51, p.4, p.56-63, ed. University of Rousse, 2012, ISSN 1311-3321.

Described method for determining the axial vibrations of the crankshaft, excited by gas and inertial forces. The calculations take into account the correspondence of the structure of the main bearings of the cylinder block and the three-dimensional shape of the crankshaft. The statistical uncertainty of the full-thrust crankshaft is revealed through the use of transfer matrices.

This paper addresses the problem of the excitation of axial vibrations in a crankshaft under the action of radial and tangential forces, Z and T , respectively, acting on the crankshaft journals. Under the action of these forces, a given knee is deformed, and in addition to the remaining displacements, the main necks of the knee also receive displacements along the axis of the crankshaft, the difference between which gives the axial displacement of the given knee, also called "breathing" of the knee. The axial displacement of a given knee will appear to the other knees connected to it as loading along the axis of the crankshaft. If the forces causing the "breathing" of the knee in question vary according to a harmonic law or are variable at all, it is clear that they will cause forced axial oscillations in the adjacent knees. It is convenient to represent the influence of the axial displacement of the considered knee on the adjacent knees by a single force A acting in the axial direction, which is equivalent with respect to the axial displacement of the knee by the radial and tangential actually acting forces.

Therefore, the question of excitation of axial oscillations in the crankshaft is reduced to the determination of the axial displacements of individual knees under the action of radial and tangential forces.

The proposed algorithm can only be executed using a computational technique possessing a significant computational resource. The merit of the method is the possibility of accurately determining the excitation forces in a theoretical way, provided that the knee model is experimentally specified for the considered engine on the one hand, and on the other hand, if the stiffnesses of the main bearings are also determined experimentally. Such a possibility does not exist in any of the methods known to us so far.

[Г.8-10] Н.Иванов, З.Иванов, Тензометриране надлъжните деформации на коляновия вал, Научни трудове Русенски университет-2012, т.51, с.4, стр.64-70, изд. Русенски Университет, 2012, ISSN 1311-3321.

Методите за пресмятане на осевите трептения на двигателите с вътрешно горене се базират на определени допускания, опростяващи разчетните динамични модели. При това точността на оценяване на някои параметри на системата (например осевата податливост на упорните лагери, демпфирането, възбуждането и др.) е неудовлетворителна. Следва също да се отбележи, че болшинството от параметрите на трептящите системи са случайни величини с определена дисперсия на отделните си значения относно математическото очакване. Поради това особено значение придобиват експерименталните изследвания на осевите трептения на опитни и главни корабни двигатели с цел проверка на развитието на трептенията в дадената установка и за набиране на статическа информация, необходима за уточняване на пресмятанията още в стадия на проектиране. Цел на тази разработка е описанието на създадената в лаборатория 610М на катедра ТТТ при ТУ-Варна експериментален опитен стенд за изследване на параметрите на осевите (надлъжните) трептения в двигателите с вътрешно горене.

С конструирания изпитателен стенд е възможно изследването на параметрите на осевите трептения, уточняването на съответните динамични модели и изследване на възбуждането им от газовите и инерционни сили, действащи върху една бутало-цилиндрова група на експерименталния двигател. Ако е необходимо изследването на осевите трептения на автотракторните двигатели, се премахва упорния лагер и междинния вал. Реализираният стенд е уникален без аналог в техническата литература.

[Г.8-10] N. Ivanov, Z. Ivanov, Strain measurement of the longitudinal deformations of the crankshaft, Scientific works Ruse University-2012, item 51, p. 4, p. 64-70, ed. Ruse University, 2012, ISSN 1311-3321.

Methods for calculating axial oscillations of internal combustion engines are based on certain assumptions simplifying the calculated dynamic models. At the same time, the accuracy of estimating some parameters of the system (for example, the axial compliance of thrust bearings, damping, excitation, etc.) is unsatisfactory. It should also be noted that most of the parameters of oscillating systems are random variables with a certain variance of their individual values regarding mathematical expectation. Because of this, the experimental studies of the axial oscillations of experimental and main ship engines acquire special importance in order to verify the development of the oscillations in the given installation and to gather static information necessary for specifying the calculations already at the design stage. The purpose of this development is the description of the experimental test bench created in laboratory 610M of the TTT department at TU-Varna for researching the parameters of axial (longitudinal) oscillations in internal combustion engines.

With the constructed test bench, it is possible to study the parameters of the axial oscillations, specify the corresponding dynamic models and study their excitation by the gas and inertial forces acting on a piston-cylinder group of the experimental engine. If it is necessary to study the axial oscillations of autotractor engines, the thrust bearing and the intermediate shaft are removed. The realized stand is unique without analogue in the technical literature.

[Г.8-11] *Н.Иванов, З.Иванов, Усукващи трептения на дизелови двигатели Д5800 и ДП5800, Научни трудове Русенски университет-2012, т.51, с.4, стр.71-77, изд. Русенски Университет, 2012, ISSN 1311-3321.*

Динамичното изследване на двигателите с вътрешно горене е свързано с определянето на резонансните колебания и породените при тях динамични напрежения. Прогнозирането на усукващите трептения е необходимо, както при агрегатирането на ДВГ, така и при неговото усъвършенстване с цел повишаване на мощността, надежността, обезшумяването и други. Същевременно в използваните дискретни динамични модели на двигателя и агрегата като цяло има определена априорна информация (относно податливостта на колянвия вал, приведените маси на един коляно-мотовилков механизъм, възбуждането и демпфирането на трептенията, взаимната връзка с останалите видове трептения и др.). Поради тази причина се налага експерименталното изследване на усукващите трептения на агрегатите с ДВГ за получаването на действителните динамични напрежения в колянвия валопровод и за уточняване параметрите на дискретния динамичен модел.

Неравномерността на въртене в предния край на колянвия вал се снима със сеизмичния възприемател на неравномерност на въртене тип ВД на фирмата НВМ – Германия и чрез измерителен усилвател се подава към регистриращата система. Възприемателят е за максимална амплитуда 3 [deg], като чувствителния му елемент е мостова схема от индуктивни възприематели, регистриращи относителното завъртане на сеизмичния диск относно корпуса на възприемателя, който в случая се свързва към предния край на колянвия вал. Синтезирания експериментален стенд за усукващи трептения на двигател ДП5800 може да се използва за оценка ефективността на новоразработени гасители на трептене относно моторната форма на трептене. Уточнени са параметрите на динамичния модел необходими за правилните вграждания на двигателя и за неговата развойна дейност. С голяма достоверност са уточнени областите на приложения на двигателите Д5800 и ДП5800 с даден гасител на трептене, като се отбелязва, че за някои приложения (индустриални вграждания) те не са необходими от якостна гледна точка за колянвия вал.

[Г.8-11] *N.Ivanov, Z.Ivanov, Torsional oscillations of D5800 and DP5800 diesel engines, Scientific works Ruse University-2012, vol.51, p.4, p.71-77, ed. Ruse University, 2012, ISSN 1311-3321.*

The dynamic study of internal combustion engines is related to the determination of resonant oscillations and the dynamic stresses generated by them. The prediction of torsional oscillations is necessary, both in the aggregation of the DVG, and in its improvement in order to increase the power, reliability, noise reduction and others. At the same time, in the used discrete dynamic models of the engine and the unit as a whole, there is certain a priori information (about the compliance of the crankshaft, the reduced masses of a crank-motor fork mechanism, the excitation and damping of oscillations, the mutual relationship with other types of oscillations, etc.). For this reason, the experimental study of torsional oscillations of diesel engines is necessary to obtain the actual dynamic stresses in the crankshaft and to specify the parameters of the discrete dynamic model.

The unevenness of rotation at the front end of the crankshaft is taken with the seismic sensor of unevenness of rotation type BD of the company HBM - Germany and is fed to the recording system through a measuring amplifier. The receiver is for a maximum amplitude of 3 [deg], and its sensitive element is a bridge circuit of inductive sensors registering the relative rotation of the seismic disk about the housing of the receiver, which in this case connects to the front end of the crankshaft. The synthesized DP5800 motor torsional vibration test bench can be used to evaluate the performance of newly developed vibration dampers on motor vibration shape. The parameters of the dynamic model necessary for the correct embeddings of the engine and for its development activity have been specified. The areas of application of the D5800 and DP5800 engines with a given vibration damper are specified with great confidence, noting that for some applications (industrial installations) they are not necessary from a strength point of view for the crankshaft.

[Г.8-12] Zdravko Ivanov, Mitko Stoyanov, Noise emission levels of small capacity internal combustion engine power units, Applied Researches in Technics, Technologies and Education, Vol. 1, No. 1, 2013, pp.6-13, ISSN 1314-8788 (print), ISSN 1314-8796 (online).

В разработката се изследват излъчваните нива на звуково налягане и нива на звукова мощност на моторни триони работещи с малолитражни двигатели с вътрешно горене. Метода на изследване включва измервания при характерни режими на работа на двигателя, отличаващи се с минималните и максимални нива на шумоизлъчване. В резултат на изследване спектрограмите на шума се формулират препоръки за използване на възможностите за намаляване на нивата на шума чрез мероприятия по обезшумяване на работната машина и оптимизиране работния процес на двигателя чрез методите на акустичното проектиране.

Анализа на резултатите от измерване на нивата на звуково налягане и определяне на шумовата характеристика показва, че моторните триони задвижвани от малолитражни двигатели с вътрешно горене са интензивен източник на шум. Този вид машини се характеризират с това, че са малогабаритни, съществуват строги изисквания за минимално тегло и поради това трудно могат да се прилагат ефективни мероприятия за обезшумяване чрез допълнителни средства. Към този факт трябва да се прибави и обстоятелството, че при работа, човек се намира в непосредствена близост до източника на шум.

Анализа на резултатите от измерванията за определяне на шумовите характеристики на моторните триони показват потенциал за намаляне на шумоизлъчването чрез оптимизиране на конструкцията и компоновката на изделието, оптимизиране на работния процес на двигателя на база спектралното разпределение и използване на методики за намаляне на шума от работния процес на двигателя в етапа на неговото проектиране.

Abstract:

In the development, the radiated sound pressure levels and sound power levels of chainsaws operating with small-volume internal combustion engines are investigated. The research method includes measurements at characteristic engine operating modes, distinguished by the minimum and maximum levels of noise emission. As a result of researching the noise spectrograms, recommendations are formulated for using the opportunities to reduce the noise levels through noise reduction measures of the working machine and optimizing the working process of the engine through the methods of acoustic design.

Analysis of the results of measuring sound pressure levels and determining the noise characteristic shows that chainsaws driven by small-capacity internal combustion engines are an intense source of noise. This type of machines are characterized by the fact that they are small in size, there are strict requirements for minimum weight, and therefore it is difficult to apply effective noise reduction measures by means of additional means. To this fact should be added the fact that when working, a person is in close proximity to the source of noise.

Analysis of the results of measurements to determine the noise characteristics of chainsaws show potential for reducing noise emissions by optimizing the design and layout of the product, optimizing the engine's working process based on the spectral distribution and using methods to reduce the noise from the working process of the engine at the stage of its design.

[Г.8-13] Здравко Иванов, В.Михайлов, Модален анализ на елементи от транспортната техника, XIX НАУЧО – ТЕХНИЧЕСКА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ „ЕКО ВАРНА 2013“, том XIX, ISBN 954-20-00030, стр.195-202, изд. ТУ – Варна, 2013.

Модалния анализ е процес, при който се описва една структура чрез нейните естествени характеристики, които са честота, демпфиране, и форми на колебание, наречени моди. Анализът може да бъде направен теоретично или експериментално.

При теоретичният модален анализ се решават уравненията за движение на структурата. Когато не е възможно да бъдат получени точни решения, тогава се използват методи за числени приближения като метода на крайните елементи или метода на граничните елементи. При експерименталния модален анализ определена сила възбужда структурата в една или няколко точки, а измерваната величина е отклика (реакцията) в една или повече точки, с цел да се съставят честотно-предавателни функции (FRF-frequency response functions), наричани още честотни функции на отклика. По-нататък се използва първото наименование. Модалните параметри могат да бъдат определени от тези функции най-често чрез методите на регресионния анализ.

В настоящата разработка са изследвани възможностите на методите за експериментален модален анализ с приложение към сравнително малки до средни по големина структури детайли и компоненти от автомобил.

[Г.8-13] Zdravko Ivanov, V. Mihailov, Modal analysis of elements of transport technology, XIX SCIENTIFIC - TECHNICAL CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION "ECO VARNA 2013", volume XIX, ISBN 954-20-00030, p.195-202, ed. TU - Varna, 2013

Modal analysis is the process of describing a structure by its natural characteristics, which are frequency, damping, and modes of oscillation. The analysis can be done theoretically or experimentally.

In theoretical modal analysis, the equations of motion of the structure are solved. When exact solutions cannot be obtained, then numerical approximation methods such as the finite element method or the boundary element method are used. In the experimental modal analysis, a certain

force excites the structure at one or several points, and the measured value is the response (reaction) at one or more points, in order to compile frequency-transmission functions (FRF-frequency response functions), also called frequency functions of responded. In the following, the first name is used. Modal parameters can be determined from these functions most often by regression analysis methods.

In the present work, the possibilities of experimental modal analysis methods with application to relatively small to medium-sized structures, details and components from a car are investigated.

[Г.8-14] Здравко Иванов, В.Михайлов, Метод за измерване на шум при двигатели с вътрешно горене, XIX НАУЧО – ТЕХНИЧЕСКА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ „ЕКО ВАРНА 2013“, том XIX, ISBN 954-20-00030, стр.203-212, изд. ТУ – Варна, 2013.

Разработен е метод за измерване и анализ на шум основаващ се на прякото измерване на звуковото налягане. Апаратната част на системата включва микрофонни капсули, усилватели и регистрираща апаратура. Разработени са методики за предварителна обработка на експерименталните данни, премахване на случайни грешки при регистрацията на сигналите, изглаждане на диаграмите и структуриране на базовите масиви с данни.

Анализа на звуковия сигнал се извършва чрез цифрова обработка на регистрираните данни и включва модули за цифрово филтриране до практически неограничен брой хармоници, честотен анализ в ленти с относителна постоянна ширина, определяне на шумови характеристики по технически метод в свободно звуково поле и показател на насоченост. Основно предимство на метода се явява неговата изключителна гъвкавост и значителни възможности за директно изследване на звуковото налягане.

[Г.8-14] Zdravko Ivanov, V. Mihailov, Noise measurement method for internal combustion engines, XIX SCIENTIFIC - TECHNICAL CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION "ECO VARNA 2013", volume XIX, ISBN 954-20-00030, p.203-212, ed. TU - Varna, 2013.

A method for measuring and analyzing noise based on the direct measurement of sound pressure has been developed. The hardware part of the system includes microphone capsules, amplifiers and recording equipment. Methods have been developed for pre-processing the experimental data, removing random errors in the registration of the signals, smoothing the diagrams and structuring the basic data arrays.

The analysis of the sound signal is carried out by digital processing of the recorded data and includes modules for digital filtering up to a practically unlimited number of harmonics, frequency analysis in bands of relative constant width, determination of noise characteristics by a technical method in a free sound field and a directivity indicator. The main advantage of the method is its extreme flexibility and significant opportunities for direct sound pressure research.

[Г.8-15] Иванов З., В. Михайлов, Х. Мерсинков, Шумови характеристики на газови електромагнитни вентили, XIX Научно-техническа конференция с международно участие „ЕКО ВАРНА 2013“, том XIX, стр.213-222, изд. ТУ – Варна, 2013, ISBN 954- 20-00030;

Определени са шумовите характеристики на комплекти електромагнитни вентили от горивна апаратура за работа на ДВГ с втечен газ пропан-бутан. Извършен е спектрален

анализ на нивата на звуково налягане и нивата на звукова мощност при работа на инжекторите по честотна характеристика. Получени са стойностите на коригираните по филтър А нива на параметрите на шума. Разработен е нов метод за обработка на данни от шумови измервания, основаващ се на цифрова обработка на директно измереното звуково налягане, позволяващ изследването на хармонични съставляващи в спектъра на шума от практически неограничен порядък.

Проведените изследвания показват, че звуковите сигнали са строго периодични и имат импулсен характер. Те започват и завършват до началото на следващия импулс, при което условия за резонанс не съществуват и при изпитанията не са регистрирани резонансни явления. Спектрите на нивата на звуково налягане и нивата на звукова мощност са непрекъснати. Основните хармоници имащи определяща роля в сумарните нива са с честоти в терцоктавни ленти в диапазона от около 1000 Hz до около 7000 Hz. Установено е еднакво спектрално разпределение на шума, породено от еднаквите конструкции на електромагнитите. Наличието на високо ниво на звука на дадена честота може да бъде използвано като диагностичен параметър за технологичното и експлоатационното състояние на газовите електромагнити. Изследването на шумовите характеристики и спектрите на газови електромагнити, работещи в експлоатация би позволило разработване на система за акустична диагностика, основаваща се резултатите от хармоничния анализ.

[Г.8-15] Ivanov Z., V. Mihailov, H. Mersinkov, Noise characteristics of gas electromagnetic valves, XIX Scientific and technical conference with international participation "ECO VARNA 2013", volume XIX, p.213-222, ed. TU - Varna, 2013, ISBN 954-20-00030;

The noise characteristics of sets of electromagnetic valves from combustion equipment for LPG operation with liquefied propane-butane gas have been determined. A spectral analysis of the sound pressure levels and the sound power levels during the operation of the injectors by frequency response was performed. The values of the filter A-corrected levels of the noise parameters were obtained. A new method for processing data from noise measurements has been developed, based on digital processing of directly measured sound pressure, allowing the study of harmonic components in the noise spectrum of practically unlimited order.

The conducted research shows that the sound signals are strictly periodic and have an impulse character. They begin and end by the beginning of the next pulse, where resonance conditions do not exist and no resonance phenomena were recorded in the tests. The spectra of sound pressure levels and sound power levels are continuous. The fundamental harmonics having a determining role in the total levels have frequencies in ter-octave bands ranging from about 1000 Hz to about 7000 Hz. A uniform spectral distribution of the noise caused by the uniform designs of the electromagnets was established. The presence of a high sound level at a given frequency can be used as a diagnostic parameter for the technological and operational condition of gas electromagnets. The study of the noise characteristics and spectra of gas electromagnets operating in service would allow the development of a system for acoustic diagnostics based on the results of the harmonic analysis.

[Г.8-16] Здравко Иванов, В.Михайлов, Форми на колебание на цилиндров блок, XIX НАУЧО – ТЕХНИЧЕСКА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ „ЕКО ВАРНА 2013“, том XIX, ISBN 954-20-00030, стр.223-232, изд. ТУ – Варна, 2013.

Изследването на деформационното състояние на конструкциите се извършва с цел определяне на максималните динамични напрежения, породени от различни явления, имащи резонансен характер. Наред с якостните характеристики, тези явления имат пряко

отношение към надежността на машините, предизвиквайки промяна в геометрията на детайлите, поява на несъосност, а от там повишени механични загуби и износване, както и повишени вибрации и шум. Използването на динамични модели за изследване, в случаите на детайли със сложна конфигурация, като цилиндров блок, цилиндрова глава, капак на картер и др. са неприложими, поради сравнително голямата погрешност на резултатите в следствие технологията на динамичното моделиране. Основните проблеми при такъв подход са свързани със сложността на определяне на приведените масови и еластични характеристики при съставяне на дискретните динамични модели.

Проведено е теоретично и експериментално изследване на формите на колебание на цилиндров блок от двигател с вътрешно горене Perkins Prima 65. Създаденият модел е със сложна форма и значителен брой инженерни компоненти, което ограничава възможностите за използване на МКЕ. Изследванията проведени върху опростен модел показват, че елиминирането на някои елементи от модела които не влияят на колебателния процес, не влияе върху резултатите от симулационното изследване.

Резултатите от теоретичното пресмятане се използват при експерименталното изследване. С тяхна помощ се определят местата за монтиране на възприемателите за вибрации и регистриране на локалните амплитуди, както и определяне на местата на възлите. Получените форми на колебание съвпадат с тези от симулативните пресмятания. Средната и максималната грешка при определяне на собствените честоти по съответните форми на колебание са съответно 4.1% и 8.5%.

[Г.8-16] Zdravko Ivanov, V. Mihailov, Forms of vibration of a cylinder block, XIX SCIENTIFIC - TECHNICAL CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION "ECO VARNA 2013", volume XIX, ISBN 954-20-00030, p.223-232, ed. TU - Varna, 2013.

The study of the deformation state of the structures is carried out in order to determine the maximum dynamic stresses caused by various phenomena having a resonant character. Along with the strength characteristics, these phenomena have a direct relation to the reliability of the machines, causing a change in the geometry of the details, the appearance of misalignment, and hence increased mechanical losses and wear, as well as increased vibrations and noise. The use of dynamic models for research, in the case of details with a complex configuration, such as cylinder block, cylinder head, crankcase cover, etc. are inapplicable, due to the relatively high error of the results as a result of the dynamic modeling technology. The main problems with such an approach are related to the complexity of determining the reduced mass and elastic characteristics when composing the discrete dynamic models.

A theoretical and experimental study of the vibration forms of a Perkins Prima 65 internal combustion engine cylinder block was conducted. The created model has a complex shape and a significant number of engineering components, which limits the possibilities of using FEM. Studies conducted on a simplified model show that eliminating some elements of the model that do not affect the oscillatory process does not affect the results of the simulation study.

The results of the theoretical calculation are used in the experimental study. With their help, the places for mounting the vibration receivers and registering the local amplitudes, as well as determining the locations of the nodes, are determined. The resulting oscillation shapes match those of the simulation calculations. The average and maximum error in determining the natural frequencies for the respective forms of oscillation are 4.1% and 8.5%, respectively.

[Г.8-17] Н.Иванов, З.Иванов, Числен метод за анализ на собствените честоти и форми на колебания, Научни трудове Русенски университет-2013, т.52, с.4, стр.47-53, изд. Русенски Университет, 2013, ISSN 1311-3321.

За изследване на динамичните явления в машинните агрегати от типа двигател с вътрешно горене – работна машина (автомобил или друга транспортна машина), се използват дискретни динамични модели. В техническата литература и в литературата по числени методи са описани редица методи за определяне на собствените честоти и форми на колебание. Голяма част от тези методи са матрични, което ги прави удобни за програмиране, улеснявайки по този начин изчислителния процес. Всеки от методите работи с определено множество от матрици. Цел на разработката е да се адаптира метода на верижните дроби за определяне на собствените честоти и форми на колебание на механичните системи към изискванията на съвременната изчислителна техника, отчитайки особеностите на числения метод и на честотния полином, записан във вид на верижна дроб.

Възможностите за реализация на различните числови ситуации зависят от използваната честотна функция, търсената форма на колебание на дискретния динамичен модел, типа и разрядността на използваната изчислителна техника. Пълният брой на възможните ситуации не може да бъде определен. Изследвани са значителен брой системи „двигател с вътрешно горене – работна машина“. За тях са определени пълния брой собствени честоти и форми на колебание. 90% от примерите реализират ситуация 1, тъй като наклонът на крива 3 е незначителен. Ситуация 2 се реализира рядко и то в случаите, когато изходният плаващ интервал е избран специално. Ситуация 5 до този момент авторите не са реализирали за нито един физически обоснован реален динамичен модел. След преход към двойна точност, ситуация 1 се реализира в 99% от изследваните динамични модели за всички форми на колебание.

Разработеният алгоритъм за реализация на метода на верижните дроби го прави един от най-мощните средства за определяне на собствените честоти и форми на колебание на дискретни динамични модели, обхващащ на практика всички възможни случаи.

[Г.8-17] *N.Ivanov, Z.Ivanov, Numerical method for analysis of natural frequencies and forms of oscillations, Scientific works Ruse University-2013, vol.52, p.4, p.47-53, ed. Ruse University, 2013, ISSN 1311-3321.*

Discrete dynamic models are used to study the dynamic phenomena in machine units of the internal combustion engine type - working machine (car or other transport machine). A number of methods for determining natural frequencies and modes of oscillation are described in the technical literature and in the literature on numerical methods. Many of these methods are matrix-based, which makes them easy to program, thus simplifying the computational process. Each of the methods works with a certain set of matrices. The aim of the development is to adapt the continued fraction method for determining the natural frequencies and forms of oscillation of mechanical systems to the requirements of modern computing technology, taking into account the features of the numerical method and the frequency polynomial written in the form of a continued fraction.

The possibilities for the implementation of the different numerical situations depend on the used frequency function, the desired form of oscillation of the discrete dynamic model, the type and resolution of the used computing technique. The full number of possible situations cannot be determined. A significant number of "internal combustion engine - working machine" systems have been investigated. The full number of natural frequencies and modes of oscillation are determined for them. 90% of the examples realize situation 1 because the slope of curve 3 is negligible. Situation 2 is realized rarely, and only in cases where the output floating interval is specially chosen. Situation 5 so far the authors have not realized for any physically grounded real dynamical model. After transition to double precision, situation 1 is realized in 99% of the studied dynamic models for all modes of oscillation.

The developed algorithm for the implementation of the method of chain fractions makes it one of the most powerful means for determining the natural frequencies and forms of oscillation of discrete dynamic models, covering practically all possible cases.

[Г.8-18] Н.Иванов, З.Иванов, *Параметри на дискретни трептящи системи с ДВГ*, Научни трудове Русенски университет-2013, т.52, с.4, стр.54-61, изд. Русенски Университет, 2013, ISSN 1311-3321.

Една от основните задачи на синтеза на машинен агрегат с двигател с вътрешно горене (ДВГ), е така да се варира с масовите му и еластични параметри, че динамичните напрежения във валопровода на последния, породени от усукващи, осеви или напречни трептения, да бъдат минимални и по-малки от допустимите. В специализираната литература авторите предлагат решение на тази задача, като машинния агрегат се замени с еквивалентен, тримасов, дискретен модел. Точността му спрямо реалната система зависи изключително от нейните параметри и я заменя с достатъчна за практиката точност само за някои по специални системи. Освен това не се дава възможност за вариране спрямо форми на трептене от по-висок порядък. Функционалната зависимост се оказва значително по-сложна и самото графично изследване, което се предлага от авторите, поради трудоемкия си характер, прави метода малко приложим на практика.

Цел на настоящата разработка е да се докаже възможността за оптимално вариране на масовите и еластични елементи на трептящата, линейна, многомасова система по един параметър спрямо коя да е форма на трептене без да се налага опростяване на многомасовата система (привеждане към тримасова или петмасова), така, че да се избегне нежелания резонанс с дадена собствена честота от усукващи, осеви или напречни трептения.

Доказва се възможността за еднопараметрово вариране на масовите и еластични параметри на дискретен, многомасов, динамичен модел на машинни агрегати с двигател с вътрешно горене с цел избягване на нежелани резонанси, без да е необходимо опростяване на системата до тримасов или петмасов динамичен модел. При това функциите, които трябва да се изследват, имат сравнително 'прост' вид, като отбелязваме, че тяхното програмиране е удобно и програмите имат компактен вид и могат да се използват и при изследване на инвариантността или 'почти' инвариантността на собствени честоти относно дадени масови и еластични елементи на многомасовите системи.

[Г.8-18] N.Ivanov, Z.Ivanov, *Parameters of discrete oscillating systems with DVG*, Scientific works Ruse University-2013, item 52, p.4, p.54-61, ed. University of Ruse, 2013, ISSN 1311-3321.

One of the main tasks of the synthesis of a machine unit with an internal combustion engine (ICE) is to vary its mass and elastic parameters in such a way that the dynamic stresses in the shaft of the latter, caused by torsional, axial or transverse vibrations, are minimal and smaller than the permissible ones. In the specialized literature, the authors propose a solution to this task by replacing the machine unit with an equivalent, three-mass, discrete model. Its accuracy with respect to the real system depends exclusively on its parameters and replaces it with an accuracy sufficient for practice only for some special systems. Furthermore, no variation is allowed with respect to higher order modes of oscillation. The functional dependence turns out to be significantly more complicated, and the very graphical study proposed by the authors, due to its laborious nature, makes the method little applicable in practice.

The aim of the present development is to prove the possibility of optimal variation of the mass and elastic elements of the oscillating, linear, multi-mass system by one parameter in relation to any form of oscillation without having to simplify the multi-mass system (reducing it to three-mass or five-mass), so as to avoid unwanted resonance at a given natural frequency from torsional, axial or transverse oscillations.

The possibility of one-parameter variation of the mass and elastic parameters of a discrete, multi-mass, dynamic model of machine assemblies with an internal combustion engine in order to avoid unwanted resonances without the need to simplify the system to a three-mass or five-mass dynamic model is demonstrated. Moreover, the functions to be studied have a relatively 'simple' form, noting that their programming is convenient and the programs have a compact form and can also be used in studying the invariance or 'nearly' invariance of eigenfrequencies with respect to given mass and elastic elements of multimass systems.

[Г.8-19] З.Иванов , Н.Иванов, Мероприятия за намаляване нивото на шума на дизелови двигатели, Научни трудове Русенски университет-2013, т.52, с.4, стр.62-66, изд. Русенски Университет , 2013, ISSN 1311-3321.

Директния шум от работния процес е в силна зависимост от средното ефективно налягане. В областта на ниските натоварвания се забелязва нарастване на шума с нарастване на натоварването. След достигане на определен максимум стойностите започват да намалят, като тази тенденция се задържа до достигане на пълно натоварване. Зависимостта на директния шум от натоварването отслабва с нарастване честотата на въртене.

Сравняването на резултатите от работата на двигателите на стационарни и нестационарни режими, показва, че причината за споменатата типична зависимост се дължи на количеството гориво, впръснато в горивната камера и подготвено за изгаряне до момента на видимото горене. Колкото периода на задържане на възпламенението е по-голям, толкова по-високи стойности на директния шум следва да се очакват. Съществуват както физични, така и химични фактори, чрез които може да се влияе върху периода на задържане на възпламенението. Друга възможност за редуциране на шума от горивния процес дава моделирането на характеристиката на впръскване. Опитите в това отношение също показват, че с намаляне на количеството гориво, впръснато през периода на задържане на възпламеняването, се намаля и зависимостта на шума от горивния процес от натоварването, като същевременно намаля и максимума в средния диапазон на натоварване.

Моделирането на характеристиката на впръскване, в комбинация с организацията на смесообразуване на двигателя, трябва да осигуряват необходимото количество изпарено гориво през периода на задържане на самовъзпламеняването, с цел намаляне максималните стойности на скоростта на нарастване на налягането в цилиндъра на двигателя.

[Г.8-19] Z.Ivanov, N.Ivanov, Measures to reduce the noise level of diesel engines, Scientific works Ruse University-2013, item 52, p.4, p.62-66, ed. Ruse University, 2013, ISSN 1311-3321.

The direct noise from the working process is strongly dependent on the mean effective pressure. In the area of low loads, an increase in noise with increasing load is noticed. After reaching a certain maximum, the values begin to decrease, and this trend is maintained until full load is reached. The dependence of the direct noise on the load weakens with increasing rotation frequency.

Comparing the results of the engine operation in steady and non-steady modes, it shows that the reason for the mentioned typical dependence is due to the amount of fuel injected into the combustion chamber and prepared for combustion until the moment of visible combustion. The longer the ignition hold period, the higher direct noise values should be expected. There are both physical and chemical factors by which the ignition retention period can be affected. Another possibility to reduce the noise from the combustion process is provided by the modeling of the injection characteristic. Experiments in this regard also show that by reducing the amount of fuel injected during the ignition hold period, the load dependence of the combustion process noise is

also reduced, while also reducing the peak in the mid-load range.

The modeling of the injection characteristic, in combination with the organization of the mixture formation of the engine, must provide the necessary amount of vaporized fuel during the auto-ignition hold period, in order to reduce the maximum values of the pressure rise rate in the engine cylinder.

[Г.8-20] Здравко Иванов, Цифров корекционен филтър за измерване на звуково налягане, XX НАУЧО – ТЕХНИЧЕСКА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ „ЕКО ВАРНА 2014“, том XX, ISBN 954-20-00030, стр.468-475, изд. ТУ – Варна, 2014.

На основата на кривите на еднаква гръмкост е разработен цифров корекционен филтър, съдържащ корекционни стойности в широк амплитуден и честотен диапазон. Той се използва при определяне на корегирания нива на звуково налягане при измерванията на шум и отразява субективното физиологично възприемане. За прилагане на такава цифрова обработка на звуковия сигнал е необходимо експерименталните данни за звуково налягане да бъдат регистрирани в реално време и да са структурирани в съответни масиви. Филтърът дава възможност за едновременно корекция на нивата на звуково налягане както по честотна, така и по амплитудна зависимост. Повърхнината на масива следи кривите на еднаква гръмкост, което гарантира минимални отклонения и грешки при определянето на корекциите. Независимо от разполагаемият голям брой стойности, чрез повърхнинна интерполация филтъра дава възможност за определяне корекцията при произволни значения на входните критерии.

Разработеният корекционен филтър покрива честотния и динамичния диапазон на антропогенното възприемане на шума. Неговите граници се определят от изходните данни за експериментално определените криви на еднаква гръмкост, които обхващат честотен диапазон от 20 [Hz] до 16 000 [Hz]. След честота 13 700 [Hz] градиента на кривите нараства значително. Експериментални изследвания за поведението на кривите за честоти по-високи от 16 000 [Hz] не са извършвани. Проведеното във връзка с тази разработка теоретично изследване на кривите в областта на честоти по-високи от 16 000 [Hz] показва, че очакваните корекции в нивото на звуково налягане например за честота 20 000 [Hz] е 62.177 [dB] за крива 3.877 [dB], и 49.12 [dB] за крива 100 [dB]. Посочените корекции за честоти извън кривите на еднаква гръмкост са само теоретични, съдържат грешки от цифровизацията на графиките и от степента на апроксимация и не трябва да се използват за обработка на експериментални данни.

Стойностите корекционния филтър са структурирани в квадратна матрица с размери 1400/1400. Тази размерност на матрицата създава повърхнина с гъста съвкупност от стойности, които точно копират изменението на кривите на еднаква гръмкост. Стъпката на матрицата на филтъра по честота е 11.414 [Hz], а по ниво на звуково налягане 0,1 [dB]. Тези стойности могат да бъдат програмно променяни чрез параметъра S в зависимост от необходимата точност на пресмятанията, разполагаемия технически ресурс и ограниченията за анализ на резултатите по време. Точността на определяне на корекциите при двумерната апроксимация на повърхнината по формула (8) спрямо кривите на еднаква гръмкост е от порядъка на няколко десети от децибела и рядко надхвърля 1 [dB]. Тези отклонения са незначителни и много по-малки в сравнение с абсолютните отклонения, посочени на фиг.5, фиг.6 и фиг.7.

При регистрация на експериментални данни чрез лентови октавни или терцоктавни анализатори филтъра работи при значително облекчени режими и за повишаване бързодействието на изчислителния процес размерите на матриците могат да бъдат минимизирани.

[Г.8-20] Zdravko Ivanov, Digital correction filter for sound pressure measurement, XX SCIENTIFIC - TECHNICAL CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION "ECO VARNA 2014", volume XX, ISBN 954-20-00030, p.468-475, ed. TU - Varna, 2014.

Based on the equal loudness curves, a digital correction filter containing correction values in a wide amplitude and frequency range was developed. It is used in determining corrected sound pressure levels in noise measurements and reflects subjective physiological perception. To apply such digital processing of the sound signal, it is necessary that the experimental sound pressure data be registered in real time and structured in appropriate arrays. The filter enables simultaneous correction of sound pressure levels in both frequency and amplitude dependence. The surface of the array follows the curves of uniform loudness, which guarantees minimal deviations and errors when determining the corrections. Regardless of the available large number of values, through surface interpolation the filter makes it possible to determine the correction for arbitrary values of the input criteria.

The developed correction filter covers the frequency and dynamic range of anthropogenic noise perception. Its limits are determined by the output data of the experimentally determined equal loudness curves, which cover a frequency range of 20 [Hz] to 16,000 [Hz]. After a frequency of 13,700 [Hz], the gradient of the curves increases significantly. Experimental studies on the behavior of the curves for frequencies higher than 16,000 [Hz] have not been performed. The theoretical study of the curves in the area of frequencies higher than 16,000 [Hz] carried out in connection with this development shows that the expected corrections in the sound pressure level for example for a frequency of 20,000 [Hz] is 62.177 [dB] for a curve 3.877 [dB], and 49.12 [dB] for a 100 [dB] curve. The specified corrections for frequencies outside the equal loudness curves are theoretical only, contain errors from plot digitization and degree of approximation, and should not be used to process experimental data.

The correction filter values are structured in a 1400/1400 square matrix. This matrix dimensionality creates a surface with a dense set of values that exactly replicates the variation of equal loudness curves. The frequency step of the filter matrix is 11.414 [Hz], and the sound pressure level is 0.1 [dB]. These values can be programmatically changed via the parameter S depending on the required accuracy of the calculations, the available technical resource and the limitations of analyzing the results over time. The accuracy of determining the corrections in the two-dimensional approximation of the surface by formula (8) to the equal loudness curves is of the order of a few tenths of a decibel and rarely exceeds 1 [dB]. These deviations are insignificant and much smaller compared to the absolute deviations shown in Fig.5, Fig.6 and Fig.7.

When recording experimental data through band octave or tertioctave analyzers, the filter works at significantly reduced modes, and to increase the speed of the calculation process, the dimensions of the matrices can be minimized.

[Г.8-21] Иванов З., В. Михайлов, Х. Мерсинков, Оптичен метод за изследване хода на котвата на газови електромагнитни вентили, XX Научно-техническа конференция с международно участие ЕКО-Варна, стр.415-422, изд. ТУ-Варна, 2014, ISSN 2367-6299;

При изследване на горивоподаването на газовата горивна апаратура е необходимо да се разполага с точното значение на действителните моменти на отваряне и затваряне на газовите електромагнитни вентили. Положението на котвата на електромагнитна заедно с допълнителния дросел определя съпротивленията на вентила, а от там и точното значение на цикловата порция гориво. Конкретната продължителност на отваряне се отразява пряко

и на равномерността на горивоподаване по цилиндри.

Разработена е уникална оптична система за определяне на преместването на котвата на газовите електромагнитни вентили. Използваните елементи работят в инфрачервения спектър на светлината, което дава възможност да се регистрират незначителни премествания на котвата. Разработени са процедури за настройване, тариране и тестване на системата. С нейна могат да бъдат извършвани разработки за изследване и оптимизиране работата на различни конструкции електромагнитни вентили, както и да се изследва равномерността на горивоподаване по цилиндри за дадена горивна система.

Създадена е методика за предварителна и последващи обработки на експерименталните данни, която позволява изглаждане на данните и тяхното структуриране в интегрирани масиви. Работата с такива масиви автоматизира изчислителния процес и значително съкращава времето за обработка на процесите. Регистрираните процеси дават възможност да бъдат определени и изследвани скоростта на преместване на котвата, честотите на колебателните явления и да бъдат анализирани условията за възникване на резонансни явления в механизма. Регистрацията на данните с висока скорост на дискретизация дава възможност да бъдат изследвани високочестотните колебателни процеси, определяйки тяхната честота, амплитуда и декременти на затихване.

[Г.8-21] *Ivanov Z., V. Mihailov, H. Mersinkov, Optical method for studying the stroke of the armature of gas electromagnetic valves, XX Scientific and technical conference with international participation ECO-Varna, pp. 415-422, ed. TU-Varna, 2014, ISSN 2367-6299;*

When studying the fuel supply of the gas combustion equipment, it is necessary to have the exact value of the actual opening and closing moments of the gas electromagnetic valves. The position of the armature of the electromagnet together with the additional throttle determines the resistances of the valve, and from there the exact value of the cycle portion of fuel. The specific duration of opening directly affects the evenness of fuel supply by cylinders.

A unique optical system has been developed to determine the armature displacement of gas solenoid valves. The elements used work in the infrared spectrum of light, which makes it possible to register minor displacements of the anchor. Procedures have been developed to set up, tare and test the system. With it, developments can be carried out to study and optimize the operation of various designs of electromagnetic valves, as well as to examine the uniformity of fuel supply by cylinders for a given fuel system.

A methodology has been created for preliminary and subsequent processing of the experimental data, which allows smoothing of the data and their structuring in integrated arrays. Working with such arrays automates the calculation process and significantly shortens the processing time of the processes. The registered processes make it possible to determine and study the speed of moving the armature, the frequencies of the oscillatory phenomena and to analyze the conditions for the occurrence of resonance phenomena in the mechanism. The recording of the data at a high sampling rate makes it possible to study high-frequency oscillatory processes, determining their frequency, amplitude and attenuation decrements.

[Г.8-22] *Михайлов В., З. Иванов, Фактор на излъчване на шум на автомобилен дизелов двигател, Научни трудове Русенски университет-2015 т.54 с.4, стр.136-140, изд. Русенски Университет , 2015, ISSN 1311-3321;*

Шумът, излъчен от автомобилните двигатели с вътрешно горене може да бъде разглеждан като съставен от аеродинамичен и структурен шум. Аеродинамичният шум се

определя главно от процесите и системите за газообмен на ДВГ, и от работата на допълнителните механизми и системи, осигуряващи работата на двигателя. Тази съставляваща на общия шум е значителна по интензитет и в редица случаи е доминираща. Нейното ниво се намалява значително чрез използване на елементи в смукателния и изпускателния тракт на двигателя, които чрез звукопоглъщане и звукоизолация я свеждат до минимум. Нивото на структурния шум се определя основно от работния процес на двигателя, чрез неговата директна и индиректна съставляваща, работата на системите за газоразпределение и горивоподаване, ударите в хлабините на кинематичните двойки, както и от общите вибрации на еластично окачения двигател. След използване на шумозаглушители за редуциране нивата на аеродинамичен шум, определящ за общото шумоизлъчване се явява структурния шум.

Автомобилните двигатели излъчват шум чрез вибрации на своите повърхнини, които се разпространяват в средата като звукови вълни. Връзката между виброскоростта на излъчващата повърхнина и звуковата мощност, генерирана от вибриращите повърхнини, се определя от фактора на излъчване, който отразява ефективността на дадена повърхнина да излъчва звукови вълни.

Фактора на излъчване е основна акустична характеристика на конструкцията на двигателите с вътрешно горене. Той дава възможност да бъде прогнозирано акустичното поведение на двигателя при различни експлоатационни режими на работа и при всякакви мероприятия влияещи върху развитието на работния процес, като основна възбуждаща сила.

Определянето на нивата на виброскорост е извършено чрез използването на високочестотни пиезокварцови възприематели за измерване на виброускорение, след което данните са обработени и структурирани в терцоктавни ленти. Изследването на фактора на излъчване за конкретния двигател е извършено при честотни и товарни режими в целия мощностен диапазон на работа. Анализът на графиката за фактора на излъчване показва, че в областта на ниските честоти до около 500 Hz се получават най-ниските стойности - за тази честотна област демпфиращите свойства на конструкцията са най-добри. Това е благоприятно по отношение на шумоизлъчването поради факта, че най-високите нива на хармониците от газовите сили на двигателя се срещат именно в този честотен диапазон. В областта на диапазона от 500 Hz до 2000 Hz, и от 4000 Hz до 5000 Hz стойностите на фактора на излъчване нарастват. Това показва, че в тези диапазони конструкцията на двигателя не е оптимизирана по отношение на нейните акустични характеристики.

[Г.8-22] Mihailov V., Z. Ivanov, Noise emission factor of a car diesel engine, Scientific works Ruse University-2015 vol.54 p.4, p.136-140, ed. Ruse University, 2015, ISSN 1311-3321;

The noise emitted by automotive internal combustion engines can be considered as composed of aerodynamic and structural noise. Aerodynamic noise is mainly determined by the gas exchange processes and systems of the LPG, and by the operation of the additional mechanisms and systems ensuring the operation of the engine. This component of the total noise is significant in intensity and in many cases is dominant. Its level is significantly reduced by using elements in the intake and exhaust tracts of the engine, which reduce it to a minimum through sound absorption and sound insulation. The level of structural noise is mainly determined by the working process of the engine, through its direct and indirect components, the operation of the gas distribution and fuel supply systems, the shocks in the clearances of the kinematic pairs, as well as the general vibrations of the elastically suspended engine. After using silencers to reduce the aerodynamic noise levels, the determinant of the total noise emission is the structural noise.

Automotive engines emit noise through vibrations of their surfaces, which propagate through

the medium as sound waves. The relationship between the vibration velocity of the radiating surface and the sound power generated by the vibrating surfaces is determined by the emissivity factor, which reflects the efficiency of a given surface to emit sound waves.

The emission factor is a fundamental acoustic characteristic of the design of internal combustion engines. It makes it possible to predict the acoustic behavior of the engine in different operational operating modes and in any event affecting the development of the work process, as the main exciting force.

The determination of vibro-velocity levels was carried out by using high-frequency piezo-quartz receivers to measure vibro-acceleration, after which the data were processed and structured into tert octave bands. The study of the emission factor for the particular engine was carried out at frequency and load modes over the entire power range of operation. Analysis of the radiation factor graph shows that the lowest values are obtained in the low frequency region up to about 500 Hz - for this frequency region the damping properties of the structure are the best. This is beneficial in terms of noise emission due to the fact that the highest levels of harmonics from the engine's gas forces occur in this frequency range. In the region of the range from 500 Hz to 2000 Hz, and from 4000 Hz to 5000 Hz, the emissivity factor values increase. This indicates that in these ranges the engine design is not optimized in terms of its acoustic performance.

[Г.8-23] Иванов З., Г. Чекелов, В. Михайлов, Методи за определяне на усукващата податливост на колянни валове, XXII Научно-техническа конференция с международно участие ЕКО-Варна, стр.426-431, изд. ТУ-Варна, 2015, ISBN-954-20-00030;

Изискванията към съвременните двигатели са за намаляване на литровия обем, при запазване или увеличаване на мощността, и намаляване на масата на силовия агрегат. Първото изискване води до увеличаване на възбуждащите сили, докато второто изискване води до намаляване на демпфиращите свойства на конструкцията. В процеса на работа колянният вал се натоварва с различни по големина сили от налягането на газовете и от инерционните сили от възвратно-постъпателно движещите се маси. Тези променливи сили предизвикват усукване и огъване на вала, механични вибрации. В някои условия усукващите вибрации могат да допринесат до умора и повреда на вала или да повлияят неблагоприятно на задвижващите механизми от двигателя. Затова трябва да се обърне голямо внимание на изследването на усукващата податливост на колянните валове. Тази статия се отнася главно за публикуваната литература за изследване усукващи вибрации на колянни валове и методите за анализ.

Направен е литературен обзор за методите за определяне на усукващата податливост на колянни вал от ДВГ. Метода при който колянният вал е монтиран в блока е сравнително лесен за изпълнение и дава резултати близки до реалните параметри при работа на двигателя. Основно предимство е, че не се изработва допълнителни елементи към опитната постановка. Модалния анализ, обхваща почти всички основни проблеми които се срещат при анализа на роторни системи. Основното предимство пред останалите методите за директно изчисление е намаляване на времето и изчислителните ресурси с лек спад в точността на изчисленията. Този факт го нарежда на централно място в решаването на проблемите в динамиката на такива елементи, когато се използва директна интеграция на уравненията за движение. Метода изпълнен чрез софтуерните продукти е сравнително лесен за изпълнение, защото не е нужно да се изработва и използва опитна постановка. Резултатите получени чрез изчисленията са лесни за по-нататъшна обработка, за създаване на диаграми и визуализация на усукващата податливост на различните участъци на колянния вал.

[Г.8-23] *Ivanov Z., G. Chekelov, V. Mihailov, Methods for determining the torsional flexibility of crankshafts, XXII Scientific and technical conference with international participation ECO-Varna, pp. 426-431, ed. TU-Varna, 2015, ISBN-954-20-00030;*

The requirements for modern engines are to reduce the liter volume, while maintaining or increasing the power, and reducing the mass of the power unit. The first requirement leads to an increase in the excitation forces, while the second requirement leads to a decrease in the damping properties of the structure. In the process of work, the crankshaft is loaded with forces of varying magnitude from gas pressure and inertial forces from reciprocating masses. These alternating forces cause twisting and bending of the shaft, mechanical vibrations. In some conditions, torsional vibration can contribute to shaft fatigue and failure, or adversely affect engine drives. Therefore, great attention should be paid to the study of the torsional compliance of crankshafts. This article mainly refers to the published literature on crankshaft torsional vibration research and analysis methods.

A literature review has been made on the methods for determining the torsional flexibility of a DVG crankshaft. The method in which the crankshaft is installed in the block is relatively easy to perform and gives results close to the real parameters when the engine is running. The main advantage is that no additional elements are made to the trial production. Modal analysis covers almost all the main problems encountered in the analysis of rotor systems. The main advantage over other direct calculation methods is a reduction in time and computational resources with a slight drop in calculation accuracy. This fact makes it central to the solution of problems in the dynamics of such elements when direct integration of the equations of motion is used. The method implemented through the software products is relatively easy to implement because there is no need to make and use an experienced setup. The results obtained through the calculations are easy to further process, to create diagrams and visualize the torsional compliance of the different sections of the crankshaft.

[Г.8-24] *Иванов З., В. Михайлов, Г. Чекелов, Параметри на рециркулацията на отработилите газове при автомобилни дизелови двигатели, Научни трудове Русенски университет-2017, т.56(4), стр.52-7, изд. Русенски Университет, 2017, ISSN 1311-332;*

Целта на рециркулацията на отработилите газове е подобряване на екологичните характеристики на двигателя и по-специално понижаване на азотните оксиди (NO_x). Смесването на въздух и отработили газове (ОГ) в различно отношение предизвиква намаляване на разполагаемото за протичане на химични реакции количество кислород (O₂), постъпващо в цилиндъра на ДВГ, вследствие на което поради влошени условия горивният процес протича с развиване на по-ниски локални температури. Цел на настоящето изследване е да се определи съдържанието на кислород в свежия заряд при автомобилен дизелов двигател и неговото влияние върху образуването на токсични компоненти и твърди частици. Понижаването на това количество води до намаляване съдържанието на NO_x в отработилите газове, но съдържанието на въглероден оксид (CO) и твърди частици (PM) се повишава. При значително намаляване количеството O₂ започва влошаване и на мощностните и икономически показатели на двигателя. В настоящето изследване са проведени експериментални изследвания, при които количеството на O₂, постъпващо в двигателя, се регулира чрез система за рециркулация на отработилите газове.

Проведените изследвания в настоящият труд показват силна зависимост на лимитираните компоненти в отработилите газове от това съдържание на кислород. Намаляването на NO_x най-голямо при средните и високи натоварвания на двигателя. По

отношение на въглеродния оксид СО и твърдите частици РМ, намаляване съдържанието на кислород в свежия заряд оказва негативно въздействие. При средните и високи натоварвания това влошаване надхвърля типичните стойности за този двигател. Заедно с СО и РМ се наблюдава и леко повишаване на часовия и специфичния разход на гориво на двигателя, но тъй като това увеличаване е незначително, то определящи за границите на рециркулация на отработилите газове се явяват съдържанието на въглероден оксид и твърди частици.

- Основен фактор при рециркулацията се явява сумарното количество кислород, постъпващ в двигателя. Незначителното му намаляване води до рязка промяна в съдържанието на NOx в отработилите газове. В резултат на изследването е установено, че в областта на високите натоварвания на двигателя само 2% намаляване на O₂ води до 3 пъти намаляване на NOx.
- Паралелно с намаляване на NOx се влошават показателите за СО и твърди частици. Това влошаване играе решаваща роля при определяне на количеството на отработили газове постъпващи в цилиндъра на двигателя.
- Температурата на отработилите газове показва тенденция на нарастване, която след достигане на определен максимум започва отново да намалява, което говори за изключително влошаване условията на горене в цилиндъра на двигателя.

[Г.8-24] *Ivanov Z., V. Mihailov, G. Chekelov, Parameters of exhaust gas recirculation in automotive diesel engines, Scientific works Ruse University-2017, item 56(4), pp. 52-7, ed. Ruse University, 2017, ISSN 1311-332;*

The purpose of exhaust gas recirculation is to improve the engine's environmental performance and in particular to lower nitrogen oxides (NOx). The mixing of air and exhaust gases (CO) in a different ratio causes a reduction in the amount of oxygen (O₂) available for chemical reactions, entering the LPG cylinder, as a result of which, due to deteriorated conditions, the combustion process proceeds with the development of lower local temperatures. The aim of the present study is to determine the oxygen content of the fresh charge in an automotive diesel engine and its influence on the formation of toxic components and solid particles. Lowering this amount leads to a decrease in the NOx content of the exhaust gases, but the content of carbon monoxide (CO) and particulate matter (PM) increases. With a significant decrease in the amount of O₂, the engine's power and economic indicators begin to deteriorate. In the present study, experimental studies were conducted in which the amount of O₂ entering the engine was regulated by an exhaust gas recirculation system.

The research carried out in the present work shows a strong dependence of the limited components in the exhaust gases on this oxygen content. NOx reduction greatest at medium and high engine loads. Regarding carbon monoxide CO and particulate matter PM, reducing the oxygen content of the fresh charge has a negative impact. At medium and high loads, this degradation exceeds typical values for this engine. Along with CO and PM, a slight increase in the hourly and specific fuel consumption of the engine is also observed, but since this increase is insignificant, it is the content of carbon monoxide and solid particles that determine the limits of exhaust gas recirculation.

- The main factor in recirculation is the total amount of oxygen entering the engine. Its slight decrease leads to a sharp change in the NOx content of the exhaust gases. As a result of the study, it was found that in the area of high engine loads, only a 2% reduction in O₂ leads to a 3-fold reduction in NOx.
- In parallel with the reduction of NOx, the indicators for CO and solid particles deteriorate. This deterioration plays a crucial role in determining the amount of exhaust gases entering the engine cylinder.

- The exhaust gas temperature shows an increasing trend which after reaching a certain maximum begins to decrease again, which indicates an extreme deterioration of the combustion conditions in the engine cylinder.

[Г.8-25] Иванов З., Р. Димитров, В. Михайлов, Д. Петков, Система за смесване на газове, използвани като гориво за ДВГ, Научни трудове Русенски университет-2018 т.57 с.4, стр.41-45, изд. Русенски Университет, 2018, ISSN 1311-3321;

Изследването е насочено към използването и потенциала на биогаза, като алтернативно гориво от ВЕИ за използване в генераторни установки. Изследванията показват, че при него съдържанието на твърди частици и азотни оксиди се намалява значително, поради използваната схема на смесообразуване. Предвид изгарянето на метан – една от съставките на биогаза, излъчваните в атмосферата емисии на CO₂ са по-ниски. Целта е да се изследва влиянието на различните концентрации биогорива върху екологичните характеристики на автомобилните двигатели, да се определят оптималните и допустими концентрации на сместа на биогоривото и влиянието им върху мощностно-икономическите показатели на двигателя. Чрез промяна състава на горивото се цели моделиране на работен процес чрез въздействие върху някои основни негови параметри като: максимална температура на цикъла, продължителност на горенето, скорост на нарастване на налягането и др.

Представена е система за смесване на метан и въглероден двуокис. Системата позволява получаване на различни концентрации на елементите в състава на биогаза. Това е необходимо за определяне на допустимите граници и гарантиране на нормалната работа на двигателите, при зададени екологични параметри. Оборудването може да бъде използвано за разширяване на експерименталната дейност в насока прибавяне на допълнителни газове за подобряване на екологичните показатели. Системата притежава възможност за горивоподаване, удовлетворяващо изискванията за работа на двигателя при различни честотни и товарни характеристики.

[Г.8-25] Ivanov Z., R. Dimitrov, V. Mihailov, D. Petkov, System for mixing gases used as fuel for DVG, Scientific works Ruse University-2018 vol.57 p.4, p.41-45, ed. University of Ruse, 2018, ISSN 1311-3321;

The research is focused on the use and potential of biogas as an alternative RES fuel for use in generator sets. Research has shown that with it the content of solid particles and nitrogen oxides is significantly reduced due to the used mixing scheme. Given the burning of methane – one of the components of biogas, CO₂ emissions emitted into the atmosphere are lower. The aim is to investigate the influence of different concentrations of biofuels on the environmental characteristics of car engines, to determine the optimal and permissible concentrations of the biofuel mixture and their influence on the power-economic indicators of the engine. By changing the composition of the fuel, the aim is to model a working process by affecting some of its main parameters, such as: maximum temperature of the cycle, duration of combustion, speed of pressure increase, etc.

A system for mixing methane and carbon dioxide is presented. The system allows obtaining different concentrations of the elements in the biogas composition. This is necessary to determine the permissible limits and guarantee the normal operation of the engines, with set environmental parameters. The equipment can be used to expand the experimental activity in the direction of adding additional gases to improve environmental performance. The system has the ability to

supply fuel, satisfying the requirements for engine operation at different frequency and load characteristics.