

## **9. РЕЗЮМЕТА НА НАУЧНИТЕ ТРУДОВЕ**

**гл. ас. д-р Веселин Тодоров Михайлов**

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

*Конкурсът е обявен в Държавен вестник бр.31/19.04.2022.*

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

### 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  $5\Omega$  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.

[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.

[B.4.3] P. Grzybowski, P. Iljaszewicz, P. Kardasz, L. Sitnik, R. Wróbel, R. Dimitrov, V. Mihaylov and W. Macek, *A study of possibility the air conditioning system in a car to become a bioaerosol generator*, AIP Conference Proceedings 2439, 020017 (2021), eISSN: 1551-7616, DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0070923> ;

Специфичната миризма, излъчвана понякога от климатичната система в автомобилите, често е симптом на микробиологично замърсяване във вентилационните канали. Проверена е група от 42 автомобила с монтирани климатични системи по отношение на биоаерозол, постъпващ в купето чрез вентилирания въздух. Въпросният биоаерозол се състои от мезофилни и психрофилни бактерии и гъбички. Изчислени са съотношенията на концентрацията на биоаерозол във вътрешния и външния въздух. За колите подложени на тестове, вътрешните концентрации на биоаерозоли като цяло са по-ниски от тези от външния въздух, с изключение на няколко случая, предимно за мезофилни бактерии. Постигнатите резултати не показват никаква специфична корелация между съотношенията вътрешна към външна концентрация и действителната температура и влажност на въздуха за всички видове измерени биоаерозоли. Освен това възрастта на самите автомобили нене може да се свърже с промените в концентрациите на биоаерозоли във вътрешния въздух. Най-високото наблюдавано съотношение на концентрация на биоаерозоли достигна стойност от 8.50 за мезофилни бактерии. Установени са нулеви концентрации в постъпващия въздух в купето 8 пъти за мезофилни бактерии, 2 пъти за психрофилни бактерии и 3 пъти за гъбички. Заключение е, че действителната концентрация на биоаерозоли във въздуха, излизащ от въздуховодите на климатика, зависи от дадената история на автомобила. Това се състои от експлоатационни условия, условия на външния въздух със съответното ниво на частици във въздуха, тяхното естество, вероятно също въздуховоди и конструкция на филтъра и честота на по-рано извършено обслужване на климатичната система. Всички тези фактори, взети заедно през целия период на експлоатация на автомобила, влияят и формират биосъстава на частиците във въздуха, постъпващ в купето на автомобила.

[B.4.4] R. Wrobel, L. Sitnik, M. Andrych-Zalewska, L. Loza, R. Dimitrov and V. Mihaylov, *The Changes of Ergonomic Engine Vibroacoustic Response Regarding Their Development, Energies*, 14(14):4215, 2021, ISSN: 1996-1073, DOI: <https://doi.org/10.3390/en14144215> ;

Изследването, представено в тази статия, се фокусира върху оценката на виброакустичния отклик на бензинов двигател с вътрешно горене като функция от разработването на последващи версии на превозното средство с цел намаляване на обема на двигателя и форсиране по средно ефективно налягане (downsizing). Особено внимание е обърнато на промените в честотните ленти, които могат да повлияят на човешкото тяло. В същото време трябва да се отбележи, че тази лента (<500 Hz) носи и диагностична информация за състоянието на двигателя.

За точката на измерване на опората на двигателя:

1. За всяка двойка превозни средства честотата, измерена на автомобила с турбокомпресор, е по-ниска от тази, измерена на автомобила с атмосферно пълнене.
2. Във всеки случай на измерване по-високото предавателно число за дадена скорост на превозното средство води до намаляване на стойността на честотата на вибрациите.

За точката на измерване на волана:

1. Промяната на предавателното отношение за дадена скорост на превозното средство няма или има много малък ефект върху стойностите на честотата на вибрациите, възникващи на волана.
2. Най-ниските честотни стойности се срещат при скорост 30 km/h, вариращи от 7–10 Hz (те остават в диапазона на резонансните вибрации за горните крайници).

За точката на измерване на опората за облегалката за глава:

1. Промяната на предавателното отношение за дадена скорост на превозното средство няма или има много малък ефект върху стойностите на честотите на вибрациите, възникващи върху опората на облегалката за глава.
2. Най-ниските честотни стойности са 7–10 Hz при 30 km/h (те остават в обхвата на резонансните вибрации за главата).

Стойностите на вибрациите при 50 km/h са предимно 10–16 Hz и попадат в обхвата на резонансните вибрации за главата и ларинкса, трахеята и бронхите.

Последователните модели превозни средства, оборудвани с двигатели с принудително пълнене, генерират спектри като тези на двигатели с атмосферно пълнене. При първите двигатели величините на доминиращите хармоници са по-малки, което би трябвало да има положителен ефект върху комфорта при шофиране.

Двигателите с принудително пълнене имат по-ниски средни стойности в честотните лентите (и следователно по-ниски стойности на спектралната плътност на енергията). Това означава, че въвеждането на допълнителни високоскоростни компоненти (турбокомпресор) няма отрицателен ефект върху виброакустичния отклик на двигателя.

По този начин може да се потвърди, че съвременните двигатели разширяват спектралната плътност на виброакустичния отклик на двигателя. В същото време размерът на доминиращите хармоници е намален. Това означава, че те потенциално могат да повлияят на функционирането на други човешки органи, отколкото по-старите модели.

[B.4.5] G. Sierzputowski, R. Wróbel, V. Mihaylov, M. Janeczek, M. Majewska-Pulsakowska and S. Jarzqb, *Pilot Studies of Vibrations Induced in Perambulators When Moving on Different Surfaces*, *Applied Sciences*, 11(16):7746, 2021, ISSN: 2076-3417, DOI: <https://doi.org/10.3390/app11167746> ;

Ергономията на транспорта е широко описана тема в литературата. Една от областите на ергономията, с които се занимават изследователите, е измерването на вибрации (както лазерни виброметри, така и с помощта на акселерометри) при пътуване и съответно генерирането на вибрации, шум и дискомфорт. Влиянието на генерираните вибрации при движението на детски колички не се среща в достъпната литература. Темата изглежда особено важна предвид появата на вибрации със значителни амплитуди, чийто честотен диапазон може да има пряко отношение към резонансните честоти на вътрешните органи на детето. Статията представя резултатите от изследване, състоящо се в измерване на вибрациите, на които може да бъде изложено дете, лежащо в два различни типа колички, когато се транспортира върху различни повърхности. За изследването е използвана авторската система за измерване, базирана на възприематели за ускорение (акселерометри). Получените средноквадратични стойности на виброускорението не само надвишават нивото на човешкия комфорт във всички случаи (според стандарта ISO 2631-1:1997), но няколко пъти са в обхвата на най-високия дискомфорт ( $>2 \text{ m/s}^2$ ). Освен това наблюдаваният честотен диапазон на вибрациите ( $\approx 0 \div 32 \text{ Hz}$ ) съвпада с честотите на свободни вибрации на органи и части от тялото на детето.

[B.4.6] 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.

[B.4.7] S. Belchev, Z. Ivanov, T. Uzunov 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.

[B.4.8] 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.

[B.4.9] 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.

[B.4.10] R. Dimitrov, K. Bogdanov, R. Wrobel, L. Serrano and V. Mihaylov, *Adjustment parameters of an internal combustion engine working with methane, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol.664, 012020 (2019), eISSN: 1757-899X, DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/664/1/012020> .*

Статията представя изследване на изменението на ъгъла на изпреварване на запалването,

когато двигателят работи на метан и сравнение със стойности, когато двигателят работи на бензин. Известно е, че метанът има по-ниска скорост на горене от бензина и следователно, за да се получи максимална ефективност от работния процес (максималната стойност на налягането в цилиндъра  $p_z$  трябва да бъде 7-15 градуса след ГМТ), трябва да се увеличи изпреварването на запалването, т.к. за различни режими на работа този ъгъл трябва да се увеличава с различни стойности.

Целта на настоящото изследване е да се определи необходимото увеличение на изпреварването на запалването на двигател с принудително запалване, преоборудван за работа с метан при всички товарни и честотни режими. Изследван е бензинов двигател и е измерено и анализирано изпреварването на запалването при работа с бензин и метан, с оптимално съотношение въздух-гориво  $\alpha$  и за двете горива. Направени са триизмерни графики на промяната на изпреварването на запалването в диапазона на работните обороти и натоварване. Получените данни представляват важна и необходима информация за настройка и оптимизиране на метановата система за постигане на максимална ефективност при преобразуване на бензинов двигател за работа с метан.

## 9.2. Резюмета за 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.

Тестовете 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 увеличението 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.

[Г.7.2] *S. Stoyanov and V. Mihaylov, A study on characteristics of vacuum solenoid valves, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol.1002, 012033 (2020), eISSN: 1757-899X, DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1002/1/012033> ;*

Вакуумните електромагнитни клапани са широко използвани в двигателите с вътрешно горене. Те се използват за регулиране на различни процеси в системите на автомобила чрез управление на изпълнителни механизми – например променлива геометрия на турбокомпресора, клапани за рецикулация на отработените газове (EGR), различни байпасни или дроселни клапи. Вакуумните електромагнитни вентили се управляват от електронния блок за управление (ECU) посредством постоянна честота и променлива ширина на импулса на управляващия сигнал. По време на работа тези клапани променят характеристиките си с течение на времето, което води до промяна в управлението на изпълнителните механизми, а оттам и на цялостната работа на двигателя и системите, свързани с екологичните характеристики на автомобила. Често няма обратна връзка за действителната стойност спрямо търсенето и правилната им диагностика е трудна.

Целта на това изследване е да се определи зависимостта на характеристиките на налягането от възможните отклонения на някои параметри (вакуумна система, захранване) при нормална употреба на превозното средство, което може да бъде полезно при диагностика. За целта е изработен стенд за проверка на параметрите на тези клапани. За да се определят работните условия на електромагнитните клапани, са направени измервания на някои превозни средства при типични условия на шофиране. Установено е, че за този тип електромагнитни вентили, произведени от Pierburg, се използва управляващ сигнал с постоянна честота 250 Hz и променлив коефициент на запълване от 10 до 99%. Налягането, поддържано в системата на автомобила, осигурено от вакуумната помпа на спирачната система, е около 50 mbar(a), а в случай на интензивно често използване на спирачките може да достигне до 400 mbar(a) за кратък период от време .

Извършени са експериментални изследвания и са определени многопараметрични характеристики на вид електромагнитни пневматични вентили. Тези характеристики могат да помогнат значително в процеса на диагностика на клапаните, поради липсата на обратен сигнал. Може да се заключи, че налягането в системата не играе важна роля върху регулираното налягане. В случай, че стойността на търсенето е 50 mbar(a) или повече над налягането на вакуумната помпа, клапанът ще може да поддържа регулираното налягане с грешка по-малка от 2 процента. Клапанът е много по-чувствителен към захранващото напрежение - разлика от 2 V ще доведе до значителна грешка в поддържането на зададената стойност, която може да достигне до -32% при 90% работен цикъл на управляващия сигнал.

[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.

### **9.3. Резюмета за публикациите от група „Г.8“**

[Г.8.1] *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 смесобразуване. Системата е изградена на модулна 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 определени 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 доказва 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.8.2] *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 колянвия 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 колянвия 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.8.3] *Димитров Д., В. Михайлов, Б. Костов, Р. Димитров, Моделиране на пробни образци за изпитване на умора при честота 20kHz, Научни известия на НТСМ, година XX, Брой 1(133), стр. 155-159, 2012, ISSN 1310-3946;*

В машиностроенето е известно, че основните причини за повреди са износване или разрушаване вследствие умора на материала. Експерименталното определяне на границата на умора за даден материал е дълъг и съответно скъп процес, тъй като поради

конструктивните си особености изпитвателните машини работят при честоти 20-200Hz. По тази причина при изпитванията за всеки клас материали се използва т.нар. „базов брой цикли“ (за стомани  $10^7$  цикъла). Ако образецът при определено натоварване издържи базовия брой цикли се приема, че е осигурен срещу уморно разрушение. За много от съвременните сплави тази концепция е опровергана. Доказано е, че в интервала  $10^7$ - $10^{10}$  цикъла може да възникне уморна пукнатина, а уморната якост намалява с от 50 до 200MPa. Същевременно голям брой детайли, използвани в автомобилната и авиационната промишленост трябва да издържат на по-висок брой цикли – например  $10^9$ .

Провеждането на такива изпитания е възможно при значително увеличаване на работната честота на изпитвателната машина. С развитието на ултразвуковите технологии се развиват и изпитвателни стендове работещи основно при честота 20kHz. Основната използвана методика е свързана с изпитване на умора при симетричен цикъл по схема опън/натиск.

Заклучение - следвайки описаната методика може с голяма точност да се определят размерите на образци за изпитване на умора при 20kHz. При необходимост размерите на вече изработени образци могат да се коригират. Образците с цилиндричен концентратор (тип „дъмбел“) са по-лесни за изработка и изискват по-ниска сила за възбуждане. Като недостатъци могат да се изтъкнат по-малкият коефициент на концентрация на напреженията и поради това че тънката им част е натоварена с напрежения, близки до максималните; необходимост от по-интензивно охлаждане. Най-голям коефициент на концентрация на напрежения се получава при образец с хемисферичен концентратор тип „пясъчен часовник“. Такъв образец следва да се предпочита като се отчетът съответните недостатъци – по-трудна изработка и необходимост от по-висока сила за възбуждане.

[Г.8.4] *D. Dimitrov, V. Mihailov and B. Kostov, Modeling of Ultrasonic Fatigue-Life Testing Machine, Proceedings of COMSOL conference, Milan, Italy 2012, ISBN 978-0-9839688-7-0;*

Обикновено изпитванията за устойчивост на умора на материалите са дълги, отнемат време и са скъпи. С развитието на високомощни пиезокерамични задвижващи механизми днес е възможно да се осигурят тестове за умора при много високи цикли  $10e10$  за разумни времена, при висока честота. Ултразвуковата машина за умора се състои от пиезокерамичен преобразувател, сонотрод (вълновод) и изпитателен образец, изработен от тествания материал. Системата работи в аксиален резонансен режим. Най-използваната работна честота е 20 kHz поради известно ограничение на минималната дължина на образца.

Ултразвуковата система е моделирана с помощта на софтуера COMSOL Multiphysics и неговите интерфейси Structural Mechanic и Piezoelectric, които дават възможност за решаване на електрически и структурни уравнения.

Първо са определени собствени честоти на системата и след това амплитудите на деформациите и разпределението на напрежението в честотната област. Определената собствена честота показва добро съвпадение с експерименталните резултати, но трябва да се спомене, че е необходимо прецизно измерване на определени константи на материала (особено модула на еластичност). Хармоничният честотен анализ дава възможност да се предскажат амплитудите на преместване и напреженията в изпитвания образец. Могат да бъдат проектирани и проверени образци от различни материали с/без различни концентратори на напрежение.

[Г.8.5] *Димитров Д., В. Михайлов, Б. Костов, Проектиране на сонотрод на ултразвуков стенд за изпитване на умора, Сборник доклади трети международен научен конгрес "50 ГОДИНИ ТУ – ВАРНА", том 4, стр. 26-31, изд. ТУ-Варна, 2012, ISBN 978-954-20-0553-7;*

Използването на ултразвуковите вибрации има запазено място в много индустриални приложения, като например ултразвуково почистване, заваряване на пластмаси, пробиване на твърди материали, механични изпитвания на материалите и други. Едно от бързо развиващите се приложения на ултразвука е при изпитване уморната якост на материалите, тъй като увеличаването на честотата на вибрациите води до значително интензифициране на изпитването.

В настоящата статия се обсъждат някои от проблемите при проектирането и производството на ултразвукови сонотроди за ултразвуково изпитване на умора при честота 20kHz. Сонотродите са уникални за всеки различен компонент на приложение, предназначени да подобрят амплитудата на вибрациите, генерирани от ултразвукови преобразуватели. Материали с нисък акустичен импеданс и достатъчна якост на умора са подходящи за сонотроди. Процесът на проектиране включва избор на форма, за да се осигури необходимото усилване. Прецизно измерване на плътността и модула на Юнг на материала, уточняване на геометричните размери с FEM симулация са необходими, за да се избегне допълнителна настройка на машинно обработения сонотрод чрез метода "проба и грешка".

[Г.8.6] *Димитров Д., В. Михайлов, Р. Димитров, А. Стоянова, Н. Спасов, Съвременни тенденции при използването на синтеровани компоненти в автомобилната промишленост, Сборник доклади трети международен научен конгрес "50 ГОДИНИ ТУ – ВАРНА", том 4, стр. 32-39, изд. ТУ-Варна, 2012, ISBN 978-954-20-0553-7;*

Развитието на съвременната прахова металургия (ПМ) започва в началото на 50те години на ХХ век, като в последните 30 години се развива с големи темпове и бележи постоянен растеж на продукцията. Основният консуматор на тази индустрия е автомобилната промишленост, която може да осигури поръчки на големи серии еднотипни детайли (например за 2010г. в Япония 92% от произведените ПМ изделия са били използвани в транспортни средства [4]). Основните региони с развита ПМ индустрия в голяма степен съвпадат с тези с развито автомобилно производство – Северна Америка, Япония, Европа, Русия, а в последните години Китай, Индия, Турция. Според каталога на Американската федерация по ПМ (MRF), около 1000 са различните ПМ детайли, използвани в съвременен автомобил.

Конструкционни детайли по ПМ технология се произвеждат основно от железни сплави (стомани), а в последните години, и от алуминиеви сплави. Основните фактори, определящи механичните им свойства, са плътността и микроструктурата.

От направения обзор може да се обобщи, че ПМ технологията е заела стабилна позиция при производството на детайли за автомобилната индустрия. Това се дължи на интензивната изследователска и конструкторска работа особено в последните 10-15 години. Развитието на технологиите за пресоване и спичане, както и практически неограничените възможности на ПМ за усвояване и създаване на нови материали. Най-активни в това отношение са автомобилпроизводителите в САЩ, докато Европейските и Японски такива изостават. Това, както и глобалната тенденция за производство на екологични автомобили

дават основания за прогнозиране на продължаващ растеж на ПМ продукцията в автомобилостроенето.

[Г.8.7] *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.8.8] *P. Haller, R. Wrobel, R. Dimitrov and V. Mihaylov, Introducing new engine performance lab at the department of Motor Vehicles and Combustion Engines of Wroclaw University of Technology, PTNSS CONGRESS–2013, p. 549-555, publ. PTNSS combustion engines, Poland, 2013, ISSN 0138-0346;*

Стендът за изпитване на двигатели позволява събиране на данни в широк спектър, използвани за определяне на специфичните характеристики на двигателя. Динамометричните стендове с бегови барабани са по-удобни и по-лесни за работа (не се изисква отстраняване на двигателя от колата). В същото време прецизността и точността, както и възпроизводимостта на измерванията остават сравнително високи.

Измервателната лаборатория в катедрата по моторни превозни средства и двигатели с вътрешно горене в Технологичния университет във Вроцлав позволява диагностика на всички видове леки автомобили и мотоциклети.

Изпитвателната станция в лабораторията е в състояние да извършва анализ на емисиите на отработените газове на бензинови двигатели при специфично натоварване или без никакво натоварване. В случая на леки автомобили, оборудвани с катализатор и ламбда-сензор, не само е важно да се регулират нивата на емисиите, но също така да се следят стойностите на въздушното отношение и съдържанието на кислород в потока на

отработените газове. Още по-важно е, че процесът на измерване може да се извършва онлайн, което улеснява работата в екип и намаля необходимото време за измерванията.

[Г.8.9] *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, тарирание 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.8.10] *М. Reksa, М. Andrych and V. Mihaylov, The impact analysis of hydroxide mixture addition on the combustion process in the diesel engine, XXII International scientific-technical conference trans&MOTAUTO '14, сmp.21-23, publ. Scientific-technical union of mechanical engineering, 2014, ISSN: 1310 – 3946;*

Тази статия представя анализ, който се основава на параметрите на реално устройство за производство на Браунов газ (ННО) и параметрите на дизелов 2.0 SDI VW Golf MK V двигател. Направен е теоретичен анализ базиран на съвместната работа на двигателя с ННО генератора. Установено е влиянието на газа върху двигателя и икономичността на работа. Анализът е разделен на количествен и качествен. Количественият анализ се съдържа в теоретично и икономическо изчисление на термодинамичния цикъл, като се вземе предвид ННО газът. Качественият анализ се отнася до качеството на изгаряне в двигателя и влиянието на генератора на ННО към качеството на горене.

[Г.8.11] **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.8.12] **Пенчев Б., В. Михайлов, Влияние на директното впръскване на бензин върху екологичните характеристики на двигателите с вътрешно горене, Научни трудове Русенски университет-2015 т.54 с.4, стр.131-135, изд. Русенски Университет , 2015, ISSN 1311-3321;**

В градски режими автомобилите с двигатели с вътрешно горене (ДВГ) работят основно



на празен ход и частични натоварвания, като сумарно това се явява около 70-90% от експлоатационното им време. Оптимизирането именно на тези режими на работа значително би намалило вредното въздействие в най-чувствителните градски зони. Съвременните тенденции при автомобилите се актуализират следвайки международните екологични норми. Влагането на старт- стоп системи, хибридните автомобили, оптимизирането на горивният процес, неутрализацията на отработилите газове и т.н са мероприятия, целящи оптимизиране на точно тези неблагоприятни режими на работа. Наблюдава се развитие за намаляване на литровият обем на двигателите и повишаване на мощността им позната с термина (downsizing), непрекъснато увеличаване на мощностните показатели, подобряване на горивната икономичност и емисии на вредни компоненти в отработилите газове, водят до неминуемо повишаване нивата на вибрациите и шума на транспортните машини. Този факт налага задълбочено изследване на източниците и причините за високите нива на шумоизлъчване, както и подобряване на методиките за изследване и управление на вибрационните и шумови процеси.

Повишаването на изискванията за отделяните вредни емисии и налагането на все по-строги стандарти налага задълбоченото изучаване, както на образуването на твърди частици (сажди) и високите нива на NOx, така и на повишените емисии на излъчван шум и вибрации. Високата скорост на нарастване на налягането в цилиндъра пряко влияе на шумът от работният процес. По-доброто познаване на източниците и характерът на шум дава възможност за предприемане на мерки за неговото намаляване.

[Г.8.13] *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 колянвия вал.

[Г.8.14] **Михайлов В., Д. Димитров**, *Симулационно моделиране на напрегнатото състояние на мотовилка на ДВГ*, Известие на Съюза на учените - Варна, стр.108-113, изд. СУБ-Варна, ISSN 1310-5833;

В настоящото изследване е направен анализ на силите действащи на мотовилка на ДВГ по МКЕ с помощта на Motion Analysis модул на Solidworks. Създаден е модел на КММ в средата на SolidWorks, като масите на детайлите не се отклоняват с повече от 2% от действителните за избрания двигател. За газова сила се използва реално снета индикаторна диаграма, която се задава в модула Motion Analysis като текстов файл със 7200 точки.

Разгледани са следните 2 работни режима на двигателя:  $n=4500 \text{ min}^{-1}$ , пълно натоварване и  $n=1500 \text{ min}^{-1}$ , пълно натоварване. Вторият случай се разглежда поради това, че при максимална газова сила, инерционната има противоположна посока. При една и съща газова сила, натоварването на мотовилката ще бъде по-голямо при по-малка инерционна сила. При първия случай на натоварване максималните напрежения се получават при  $368^\circ$  КВ и имат стойност 247 МПа, коефициент на сигурност 2.52. Максималните напрежения са в прехода между стеблото и малката глава на мотовилката. При втория случай на натоварване максималните напрежения се получават при  $368^\circ$  КВ имат стойност 341 МПа, коефициент на сигурност 1.81. Натоварените части са стеблото, преходите, както и вътрешната средна част на малката глава на мотовилката.

[Г.8.15] **Христов Х., И. Мехмедов, В. Михайлов**, *Определяне на натоварването във виброизолатор „Perkins Prima 65”*, Известие на Съюза на учените - Варна, стр.40-42, изд. СУБ-Варна, ISSN 1310-5833;

Автомобилният комфорт зависи от нивото на шум и вибрации. Различните двигатели се нуждаят от различни виброизолатори с капацитет да понесат необходимото натоварване и да намалят вибрациите. С нова методика и реални измервателни уреди са тествани виброизолатори Perkins Prima 65, когато двигателят работи с 2500 оборота в минута и 100 Nm спирачен момент. Определят се силите в задния виброизолатор на двигателя по надлъжна и вертикална ос. Силата в централния преден виброизолатор се определя само по дългата ос. Начертани са графики за стойностите на силата и коефициента на демпфиране, при спиране на двигателя.

[Г.8.16] **L. Sitnik, R. Wrobel, M. Andrych and V. Mihaylov**, *NVH application research using accelerometers on a chassis dynamometer*, Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol.23, No 3 2016, сmp.443-448, publ. Institute of Aviation BK, Warsaw, Poland, 2016, ISSN 1231-4005;

Работата представя резултати от измерване на вибрации с помощта на акселерометър, проведени по време на цикли на шофиране на шаси динамометър Maha LPS3000. Обект на изследване е лек автомобил Mazda 3 с 1.6 литров бензинов двигател, 2010 г. на

производство, пробег 70 хил. км. Тестовите са свързани с измервания на вибрации на динамометричен стенд, използвайки различни принудителни задвижвания (300, 500 и 700 N). Не е използвана допълнителна обработка на сигнала (с изключение на операциите, необходими за създаване на спектър), така че да се представи целият спектър на вибрациите със специален акцент върху резонансната честота на човешките органи. Статията представя амплитудата на вибрациите, измерена на нивото на облегалката за глава за три принудителни теглителни усилия: 300, 500 и 700 N. Измерванията са направени при скорост от 60 km/h на четвърта предавка (което съответства на около 2000 rpm). Получените резултати показват, че максималната стойност на хармониците попада в диапазона 85-95 Hz. Следователно те са резонансни честоти на очните ябълки.

В допълнение към това може да се каже, че стойностите на тези хармоници са по-високи за по-високи стойности на принудително теглително усилие. Това би означавало седалките да бъдат допълнително стабилизиращи (амортизиращи), за да се ограничи влиянието на опасните вибрации върху човешкия организъм.

[Г.8.17] *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<sub>x</sub>). Смесването на въздух и отработили газове (ОГ) в различно отношение предизвиква намаляване на разполагаемото за протичане на химични реакции количество кислород (O<sub>2</sub>), 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<sub>x</sub> в отработилите газове, но съдържанието на въглероден оксид (СО) и твърди частици (PM) се повишава. При значително намаляване количеството O<sub>2</sub> започва влошаване и на мощностните и икономически показатели на двигателя. В настоящето изследване са проведени експериментални изследвания, при които количеството на O<sub>2</sub>, 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<sub>x</sub> най-голямо при средните и високи натоварвания на двигателя. По отношение на въглеродния оксид СО и твърдите частици PM, 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 PM 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 NO<sub>x</sub> в отработилите газове. В резултат на изследването е установено, че в областта на високите натоварвания на двигателя само 2%

намаляване на O<sub>2</sub> води до 3 пъти намаляване на NO<sub>x</sub>.

- Паралелно с намаляване на NO<sub>x</sub> 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.8.18] *M. Pasare and V. Mihaylov, The theoretical study of unsymmetrical bending, Annals of the „Constantin Brancusi” University of Targu Jiu, Engineering Series, No. 3/2017, p.52-55, 2017, ISSN 1842-4856;*

Статията показва резултати от теоретично изследване при несиметрично огъване. То се получава в греда, когато приложените натоварвания не са всички в главната инерционна равнина и векторът на огъващия момент, действащ перпендикулярно на равнината на силите, не действа върху главната инерционна ос на напречното сечение на гредата.

[Г.8.19] *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 смесобразуване. Предвид изгарянето на метан – една от съставките на биогаза, излъчваните в атмосферата емисии на CO<sub>2</sub> 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.8.20] *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 компресира 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.

[Г.8.21] R. Wrobel, G. Sierzputowski, P. Haller, V. Mihaylov and R. Dimitrov, *The vehicle driver safety prediction system, Combustion Engines, 190(3):11-17, 2022, eISSN:2658-1442, <https://doi.org/10.19206/CE-142950>* ;

Статията представя анализ на пътните транспортни произшествия. Представена е еволюцията на системите за безопасност, като се започне от описание на използваните в момента системи, базирани на превозни средства, с особен акцент върху предвиждането на заспиването на водача. Статията също така предлага собствена система за предсказване на предсънно състояние на водача, базирана на разпознаването на лица на водачи. Откриването на лицеви ориентири е представено като процес в две стъпки: алгоритъмът намира лица като цяло и след това трябва да локализира ключови лицеви структури в областта на лицето.

[Г.8.22] M. Andrych-Zalewska, L. Sitnik, Z. Sroka and V. Mihaylov, *Fuel with a higher content of bio components in greenhouse effect aspects, Combustion Engines, 2022, eISSN:2658-1442, <https://doi.org/10.19206/CE-147741>* .

Транспортът е енергоемък сектор на икономиката и е важно откъде идва енергията и как се използва – сега и в бъдеще. Представените резултати от изследването изглеждат насърчаващи по-нататъшна работа, въпреки факта, че работата има характер на фундаментално изследване. Резултатите са постигнати в идеализирани условия чрез факта, че двигателят с вътрешно горене е тестван в статични условия на изпитвателния стенд и горивата съдържат компоненти със строго определени параметри. Тези условия са различни от ежедневието. Получените резултати обаче изглеждат ценни, тъй като водят до заключения относно биогоривата. Общият извод от проведеното изследване е, че въвеждането на т.нар. биогорива може да допринесе не за намаляване на емисиите на CO<sub>2</sub>, а за по-бързото му балансиране в околната среда. Това балансиране може да бъде постигнато, но с цената на увеличен разход на гориво. Това увеличение на потреблението на гориво вероятно няма да се случи, ако "био" компонентите в горивото са синтетични въглеводороди, получени от биомаса. Доказването му обаче изисква по-широки проучвания, особено за разхода на гориво, по възможност идващ от дългосрочна експлоатация на превозните средства.