

EXPERIMENTAL STUDY OF THE INFLUENCE OF THE ELECTROHYDRAULIC INJECTOR CONTROL VALVE'S STROKE OVER THE CHARACTERISTICS OF A DIESEL ENGINE¹

eng. Nikolay Yordanov, PhD student

Department of Engines & Automotive Engineering

“Angel Kanchev” University of Ruse

E-mail: nyordanov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Emilian Stankov, PhD

Department of Engines & Automotive Engineering

“Angel Kanchev” University of Ruse

E-mail: emstankov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Kiril Hadzhiev, PhD

Department of Engines & Automotive Engineering

“Angel Kanchev” University of Ruse

E-mail: khadjiev@uni-ruse.bg

Abstract: *The article presents an experimental research of a common rail injector control valve's stroke influence over the combustion process of a diesel engine. Indicator diagrams of the working process were taken with an efficient and a faulty one, with an increased control valve stroke of the electrohydraulic injector with electronic management. Research was performed at idle speed and at 2 and 3.6 kgm torque load at speed 1500 min⁻¹. Data was recorded of the influence over power and ecologic engine characteristics at three levels the of the injector control valve's stroke. In addition, a noise characteristic by frequency bands was taken.*

The conducted research showed significant changes in the indicator pressure in the regimes accompanied by preinjection. Changes in power and environmental performance were reported. There were also changes in the noise levels by frequency bands.

Keywords: *combustion process, Indicator diagrams, control valve stroke, common rail injector, frequency bands*

ВЪВЕДЕНИЕ

Двигателите с вътрешно горене използващи дизелово гориво през последните три десетилетия се увеличиха драстично поради икономически съображения, основно по-висок КПД съотвено по-нисък разход на гориво в сравнение с бензиновите двигатели. Увеличаващия се брой на дизелови двигатели, драстичните мерки за намаляване на вредните вещества изпускани в атмосферата чрез въвеждане на все по-високи екологични норми, на които трябва да отговарят новопроизведените автомобили, както и засиления контрол на техническото състояние на автомобилния парк в експлоатация, поражда необходимостта от поддържането на техническото състояние на дизеловите горивни уредби в изправност, така и по-задълбочено познаване на факторите и процесите, които влияят на мощностно-икономическите и екологични показатели на дизеловите двигатели.

Големия брой на дизелови двигатели в експлоатация, оборудвани с горивна уредба common rail Bosch от първо поколение с все още достатъчно голяма финансова остатъчна

Докладът е представен на пленарната сесия на 26 октомври 2018 с оригинално заглавие на български език: ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛИЯНИЕТО НА ХОДА НА УПРАВЛЯВАЩИЯ КЛАПАН НА ЕЛЕКТРОХИДРАВЛИЧНА ДЮЗА ВЪРХУ ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ДИЗЕЛОВ ДВИГАТЕЛ.

¹ Presented a plenary report of October 27, 2016 with the original title: ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВНЫХ МЕТОДОВ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

стойност, допълнително потвърждава необходимостта от провеждане на изследвания свързани с техническото състояние на дизеловите акумулаторни горивните уредби с електронно управление.

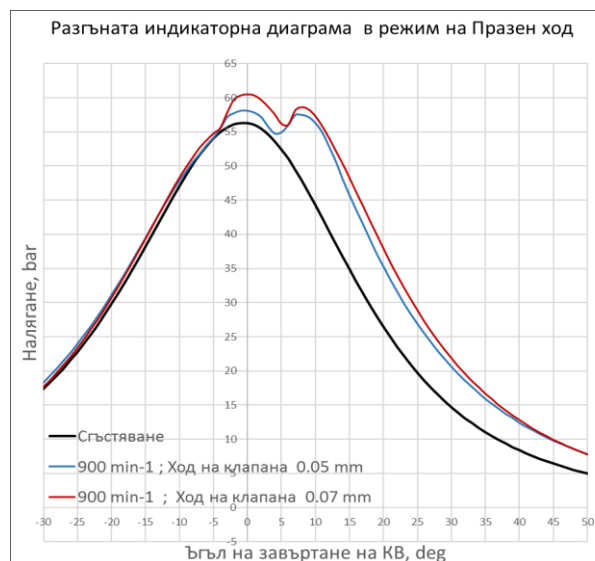
ИЗЛОЖЕНИЕ

При използване на електрохидравлични дюзи (ЕХД) на акумулаторните горивни уредби с електронно управление, параметрите на горивоподаване се определят от момента на формиране, продължителността и броя на електрически импулси към бобината на управляващия клапан на дюзата и налягането на горивото.

В процеса на експлоатация и съпътстващите изменения в следствие на износване, действителната стойност на цикловото количество гориво се влияе значително от техническото състояние и настъпилите изменения в параметрите на хидромеханичната част на дюзата. В следствие на износване, изменението на действителното максимално цикловото количество може да достигне до 110%, но при ниски налягания на горивото и кратки времена на управляващия сигнал това изменение е значително и достига 700%, а това са най-характерните параметри на циклови количества при предвпръсквания в режими с многофазен закон на горивоподаване (Yordanov N., Hadzhiev K., Stankov Em., 2018).

Проведено е експериментално симулиране на износване чрез изменение на хода на управляващия клапан на електрохидравлична дюза Bosch. Изследвано е влиянието върху характеристиките на дизелов двигател с принудително пълнене и звуковите нива на шума по линейна скала и средногеометрични честотни ленти (Genov G., 1985, Sevastakiev V., Zhivkov V., Marinov E., 1986). Изследвани са три нива на износване 0,05, 0,07 и 0,08 mm, което води до съответното изменение в хидравличната характеристика на дюзите (Mitkov, 2010, Mitkov 2011). Снети са товарни характеристики при четири режима, съответно 2 kgm (32% положение на педала на газта), 4 kgm (38%), 6 kgm (44%) и 8 kgm (49%) и пет честоти на въртене съответно 1500, 1900, 2300, 2700 и 3100 min⁻¹.

Изследвано е влиянието на хидравличната характеристика в следствие на износването на дюзата върху процеса на горене в режими на празен ход с минимално устойчива честота на въртене и при натоварвания от 2 и 3,6 kgm при честота на въртене 1500 min⁻¹ (Vibe I., 1962, Stechkin B., Genkin K., Zolotarevskij V., Skorodinskij Iz., 1960).

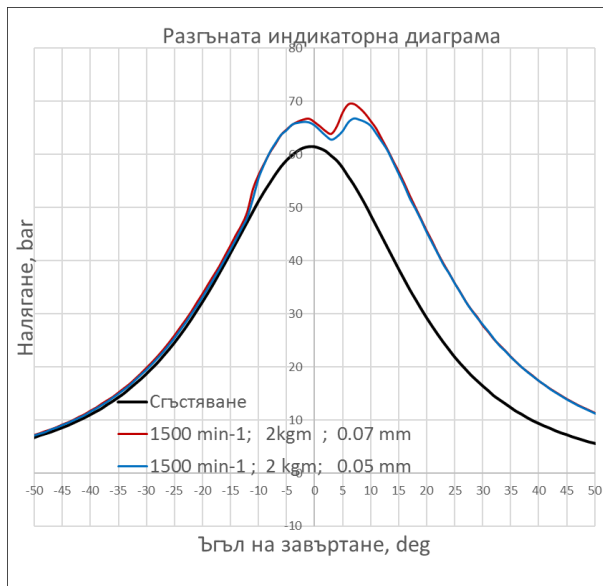


Фиг.1 Разгънатата индикаторна диаграма в режим на празен ход, при ход на управляващия клапан 0,05 и 0,07 mm.



фиг.2 Диаграма на степента на повишаване на налягането при празен ход , при ход на управляващия клапан 0,05 и 0,07 mm.

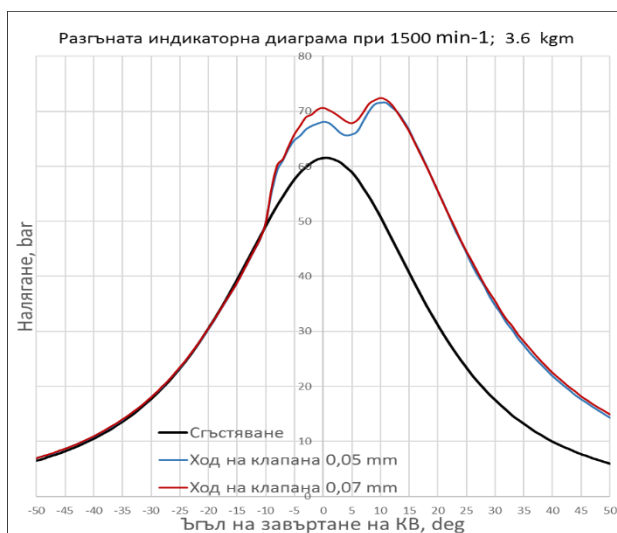
На фиг. 1 и 2 са представени разгънати индикаторни диаграми в режим на празен ход и съответните диаграми на степента на повишаване на налягането $dP/d\Phi$ при две нива на износване. От получените резултати на фиг. 1 може да се отчете изменението в индикаторното налягане при износена дюза с ход 0,07 mm в сравнение с нова дюза с ход 0,05 mm. Степента на повишаване на налягането в цилиндъра фиг. 2 при износена дюза е значително по висока. Това се отразява върху твърдостта на работа и излъчения шум.



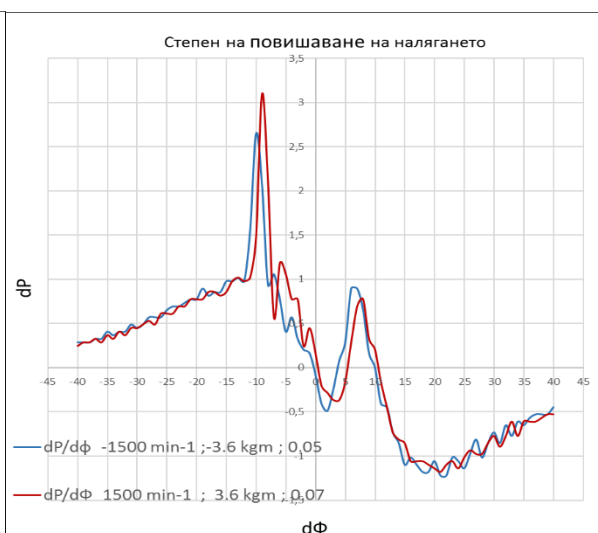
Фиг.3 Разгънатата индикаторна диаграма в режим с натоварване 2 kgm при 1500 min⁻¹ при ход на управляващия клапан 0,05 и 0,07 mm.



фиг.4 Диаграма на степента на повишаване на налягането в режим с натоварване 2 kgm при 1500 min⁻¹, при ход на управляващия клапан 0,05 и 0,07 mm.



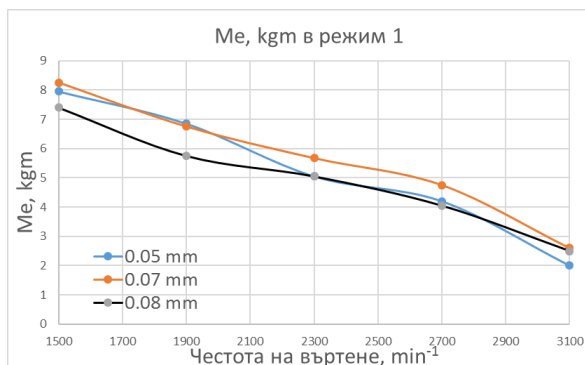
Фиг.5 Разгънатата индикаторна диаграма в режим с натоварване 3.6 kgm при 1500 min⁻¹, при ход на управляващия клапан 0,05 и 0,07 mm.



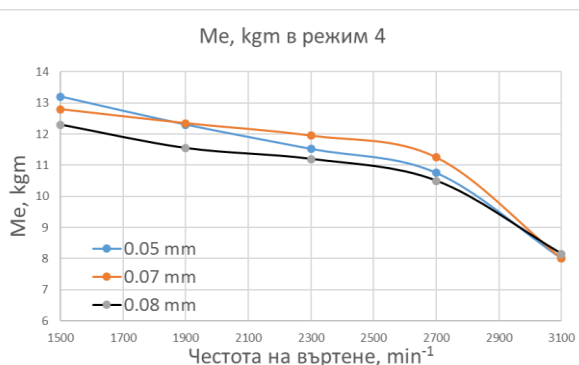
фиг.6 Диаграма на степента на повишаване на налягането в режим с натоварване 3.6 kgm при 1500 min⁻¹, при ход на управляващия клапан 0,05 и 0,07 mm.

На фиг. 3 и 5 са представени разгънати индикаторни диаграми в режими с натоварване 2 kgm и 3.6 kgm при 1500 min⁻¹ получени при две нива на хода на управляващия клапан.

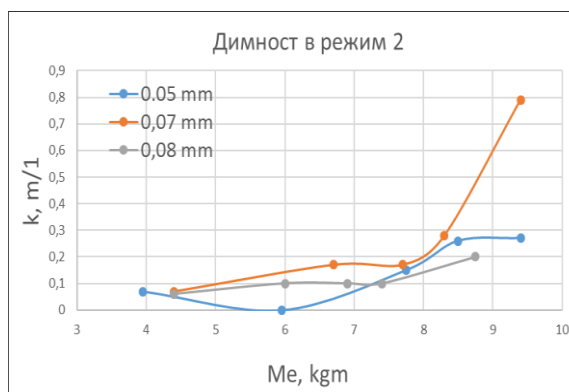
От получените резултати на фиг. 3,4,5 и 6 от кривите в диаграмите с неизправна дюза се отчита повишено максимално налягане при горене на предварителното циклово количество гориво и нарастване на степента на повишаване на налягането.



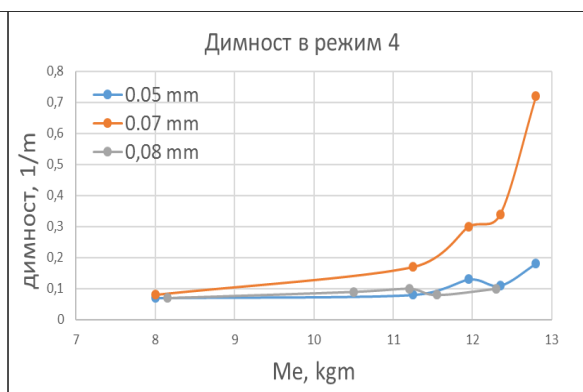
фиг.7 Диаграма на ефективния въртящ момент, при натоварване от 32%, при ход на управляващия клапан 0.05, 0.07 и 0.08 mm.



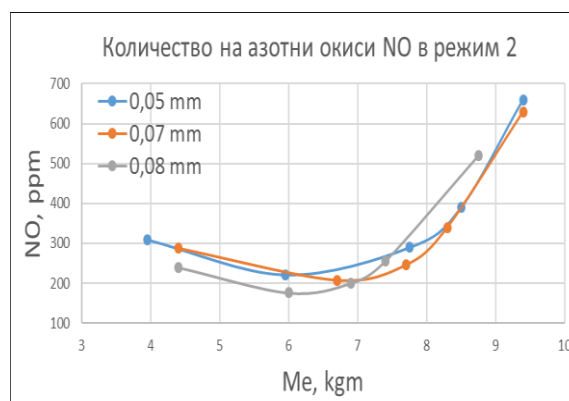
фиг.8 Диаграма на ефективния въртящ момент, при натоварване от 49%, при ход на управляващия клапан 0.05, 0.07 и 0.08 mm.



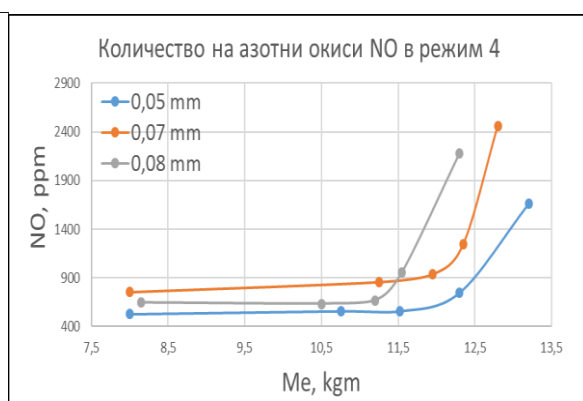
фиг.9 Диаграма на димността, при натоварване от 38%, при ход на управляващия клапан 0.05, 0.07 и 0.08 mm.



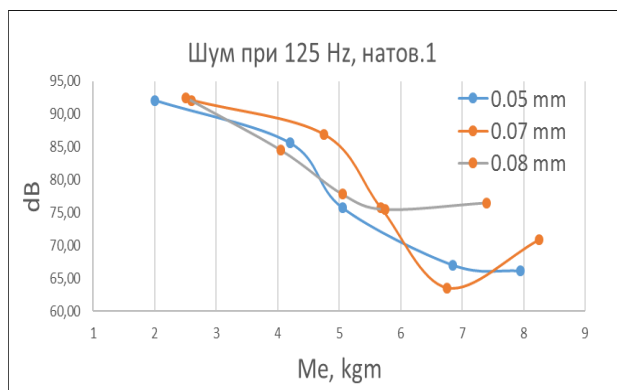
фиг.10 Диаграма на димността, при натоварване от 49%, при ход на управляващия клапан 0.05, 0.07 и 0.08 mm.



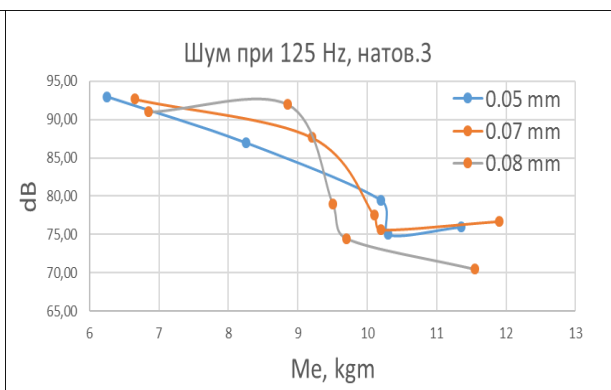
фиг.11 Диаграма на количеството на азотни окиси, при натоварване от 38%, при ход на управляващия клапан 0.05, 0.07 и 0.08 mm.



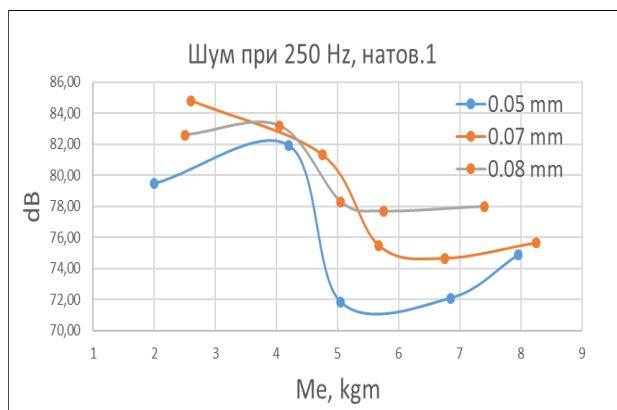
фиг.12 Диаграма на количеството на азотните окиси, при натоварване от 49%, при ход на управляващия клапан 0.05, 0.07 и 0.08 mm.



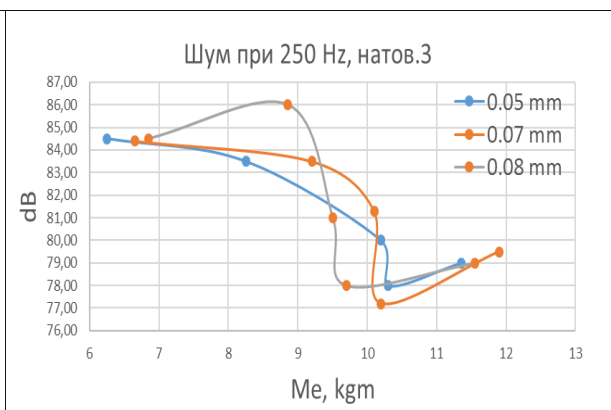
фиг.13 Диаграма на шум в средноегеометрична честота 125 Hz, при натоварване от 32%, при ход на управляващия клапан 0.05, 0.07 и 0.08 mm.



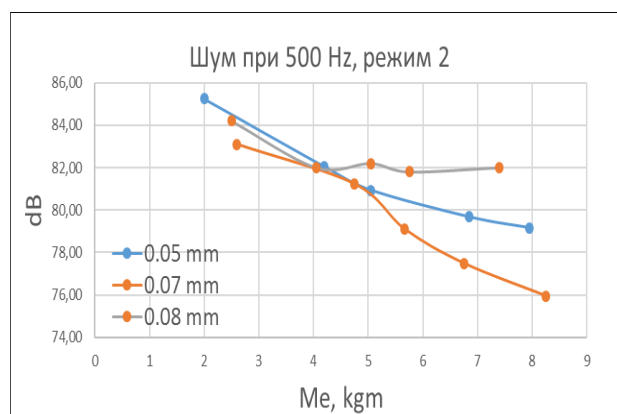
фиг.14 Диаграма на шум в средноегеометрична честота 125 Hz, при натоварване от 44%, при ход на управляващия клапан 0.05, 0.07 и 0.08 mm.



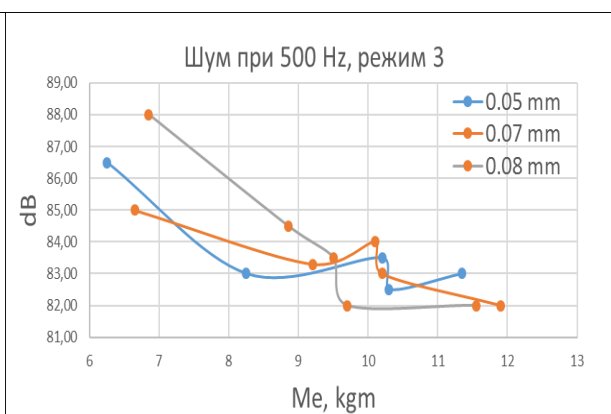
фиг.15 Диаграма на шум в средноегеометрична честота 250 Hz, при натоварване от 32%, при ход на управляващия клапан 0.05, 0.07 и 0.08 mm.



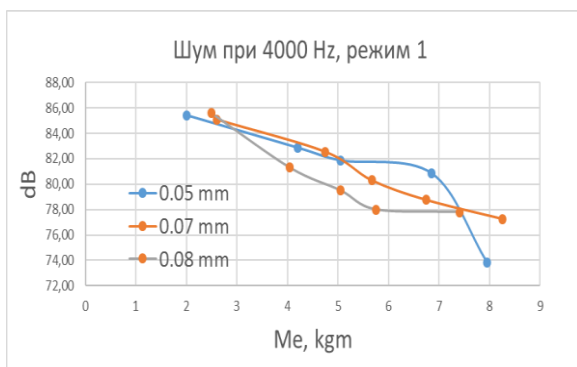
фиг.16 Диаграма на шум в средноегеометрична честота 250 Hz, при натоварване от 49%, при ход на управляващия клапан 0.05, 0.07 и 0.08 mm.



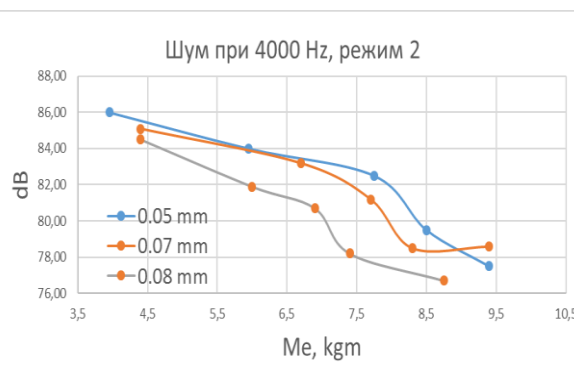
фиг.17 Диаграма на шум в средноегеометрична честота 500 Hz, при натоварване от 38%, при ход на управляващия клапан 0.05, 0.07 и 0.08 mm.



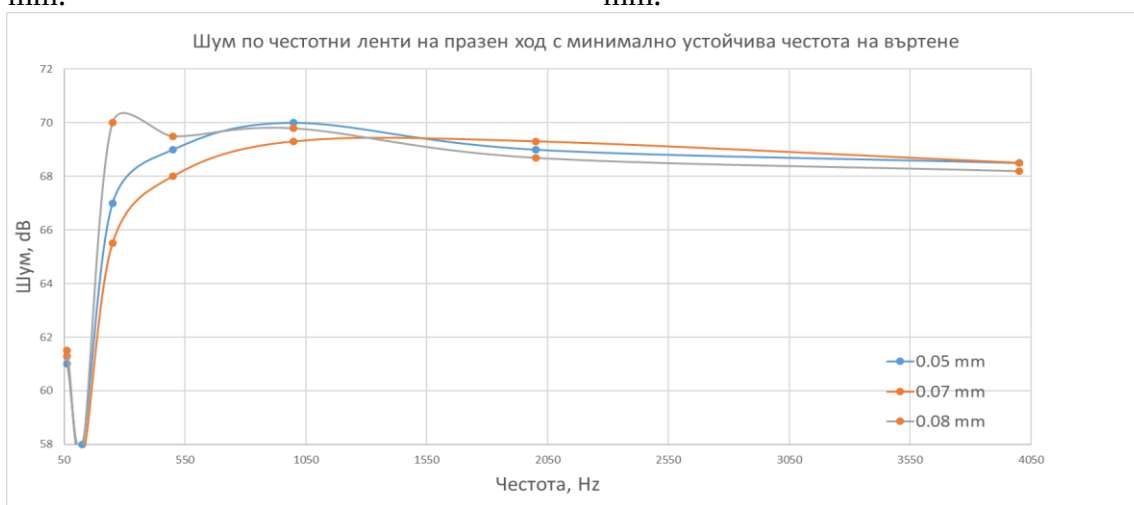
фиг.18 Диаграма на шум в средноегеометрична честота 500 Hz, при натоварване от 44%, при ход на управляващия клапан 0.05, 0.07 и 0.08 mm.



фиг.17 Диаграма на шум в средногеометрична честота 4 kHz, при натоварване от 32%, при ход на управляващия клапан 0.05, 0.07 и 0.08 mm.



фиг.18 Диаграма на шум в средногеометрична честота 4 kHz, при натоварване от 49%, при ход на управляващия клапан 0.05, 0.07 и 0.08 mm.



фиг.19 Диаграма на звуковите нива на шума на двг, при празен ход с устойчива минимална честота на въртене при ход на управляващия клапан 0.05, 0.07 и 0.08 mm.

ИЗВОДИ

1. В следствие на износване на ЕХД се увеличават количествата на предварителните и основните циклови количества гориво
2. Износването и промяната на хидравличната характеристика на ЕХД влияе върху мощностните, икономическите и екологичните показатели на дизеловия двигател.
3. От честотните характеристики на въртящия момент се вижда, че момента на двигателя при работа с дюза, с ход на клапана 0,08 mm е по-нисък от този с дюзи с ход 0,05 и 0,07 mm в честотния диапазон от 1500 до 2900 min-1, но при честота 3100 min-1 става по-висок от този на стандартната дюза (при натоварване 32% увеличението е с 0,5 kgm, а при 49% - 0,2 kgm).
4. Може да се предположи, че увеличените количества гориво от предварителните циклови количества гориво оказват неблагоприятно влияние на мощността и въртящия момент на двигателя и след изключването им двигателя работи нормално, но с малко по-висок момент поради увеличеното количество гориво по време на основното впръскване.

5. От измерените нива на шум в честотния спектър на човешкото ухо, отчетени по линейна скала и по средногеометрични честотни ленти се регистрира повишено звуково налягане в ниските и средните честотни ленти. При ниските и средни честоти, нивата на шум се увеличават с увеличение на натоварването на ДВГ. При високите честоти над 4000 Hz се отчита намаляване на звуковите нива с увеличаване на натоварването на двигателя.
6. При изследването на горивния процес, чрез индициране на изправна и неизправна (износена) дюза се наблюдават изменения в индикаторната диаграма. При всички индикаторни диаграми с неизправна дюза се отчита повишено максимално налягане при горене на предварителното циклово количество гориво, както и степента на повишаване на налягането.
7. С увеличение на предварителното циклово количество гориво се увеличава степента на повишаване на налягането, което влияе върху субективното усещане на човек за „твърдостта“ на работа на двг

REFERENCES

- Vibe I., 1962. Novoe o rabochem cicle dvigatelq. Izdatelstvo Uralskij rabochij. (**Оригинално заглавие:** Вибе И., 1962. Новое о рабочем цикле двигателя. Издательство Уральский рабочий)
- Genov G., 1985. Izpitvane na dvigateli s vytreshno gorene. Sofia: Izdatelstvo "Technika" 1985 (**Оригинално заглавие:** Генов Г., 1985. Изпитване на двигатели с вътрешно горене. София: Издателство „Техника“)
- Mitkov At., 2011. Teoria na eksperimenta. Ruse: Izdatelstvo "Dunav pres" (**Оригинално заглавие:** Митков Ат., 2011. Теория на експеримента. Русе: издателство „Дунав прес“)
- Mitkov At., 2010. Teoria na eksperimenta. Ruse: Universitetski izdatelski centar "Angel Kanchev" (**Оригинално заглавие:** Митков Ат., 2010. Теория на експеримента. Русе: Университетски издателски център "Ангел Кънчев")
- Sevastakiev V., Zhivkov V., Marinov E., 1986. Dinamika i treptenia na DVG. Sofia: Izdatelstvo Technika (**Оригинално заглавие:** Севастакиев В., Живков В., Маринов Е., Динамика и трептения на ДВГ, София: Издателство "Техника")
- Stechkin B., Genkin K., Zolotarevskij V., Skorodinskij Iz., 1960. Indikatornaq diagramma, dinamika teplovydelenia i rabochij cikl bystrohodnogo porchnevogo dvigatelq. Moskva: Izdatelstvo Akademii nauk SSSR (**Оригинално название:** Стечкин Б., Генкин К., Золотаревский В., Скородинский Из., Индикаторная диаграмма, динамика тепловыделения и рабочий цикл быстроходного поршневого двигателя. Москва: Издательство "Академии наук СССР")
- Yordanov N., Hadzhiev K., Stankov Em., 2018 Experimental simulation of common rail electromagnetic injectors wearing, International scientific journal "Machines. Technologies. Materials." WEB ISSN 1314-507x; print ISSN 1313-0226

Авторите изказват своята благодарност на ФНИ на Русенския университет, Проект 2018-ФТ-01 за финансовата подкрепа.