

MODELLING OF WORKING PROCESS OF DIESEL ENGINE WHEN WORKING WITH ADDITION OF GAS FUEL

Eng. Velichka Georgieva, PhD student

Department of Transport Engineering and Technologies,
Technical University of Varna, Bulgaria
Tel.: +359 52 383 464
E-mail: velichka.r.georgieva@abv.bg

Assoc. Prof., Krasimir Bogdanov, PhD

Department of Transport Engineering and Technologies,
Technical University of Varna, Bulgaria
Tel.: +359 52 383 321

Abstract: The report presents a theoretical model that allows the calculation and analysis of the parameters of the working process in a diesel engine with volumetric mixture formation when working with biodiesel and mixtures of diesel fuel with it. For calculation a mathematical model was used to calculate the basic parameters of the working process based on the change in pressure in the engine cylinder. Theoretical calculations have been made to optimize the combustion process for a particular engine under these conditions. An in-depth study of the characteristics of biodiesel fuels used in working process modeling has been made.

Keywords: Mathematical model, diesel, biodiesel, fuels

ВЪВЕДЕНИЕ

В доклада е представен теоретичен модел, позволяващ изчисление и анализ на параметрите на работния процес в дизелов ДВГ с обемно смесообразуване при работа с биодизелово гориво и смеси на дизелово гориво с него. При изчисленията е използван програмния продукт DIESEL-RK, предназначен за топлинно пресмятане, анализ, изследване и оптимизация на двутактови и четиритактови ДВГ с атмосферно пълнене и произволни схеми на свръхпълнене, за следните видове двигатели: дизелови двигатели с вътрешно горене, бензинови ДВГ с искрово запалване, газови ДВГ. Направени са теоретични пресмятания позволяващи да се оптимизира горивния процес за конкретен двигател при тези условия. Направено е задълбочено проучване на характеристиките на биодизеловите горива използвани при моделирането на работния процес.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Diesel-RK е софтуер за изчисляване на двигатели с вътрешно горене, разработен от експерти на Московския държавен технически университет. Той е използван от много съоръжения, специализирани в изследвания, разработки и производство. Софтуерът Diesel-RK използва многозонов термодинамичен модел, базиран на модела на смесообразуване и горене на Разлейцев, добавен и разработен от Кулешов (известен като модел Разлейцев-Кулешов или RK модел). Моделът RK взема предвид параметрите, засягащи процеса на смесообразуване и изгаряне в дизелови двигатели, като закон за подаване на гориво, форма на горивната камера, форма и разпределение на струята, вид и интензитет на завихряне в цилиндъра, въздействието на горивната струя с повърхността на горивната камера, взаимодействието между съседни пръскания.

Топлинните процеси в цилиндъра на двигателя се пресмятат чрез формулата на Вибе. Пресмятането на параметрите на работното вещество (налягане, температура, състав) се извършва по време на целия работен цикъл.

Основните параметри, които са необходими са: диаметър на цилиндъра, ход на буталото, номинална честота на въртене, степен на сгъстяване.

Всички входни данни необходими на програмата са измерени от реален двигател използван при експерименталните изследвания или са взети от техническата спецификация на двигателя.

Изчисленията са направени за номинален режим на работа на двигателя: работен обем – 3,9 dm³; номинална честота на въртене – 2500 min⁻¹, степен на сгъстяване -16; топлина на изгаряне на сумарното количество гориво за цикъл– 1,814 kJ, начало на впръскване 20° к.в. налягане на околната среда – 0,1 Мра, температура на околната среда – 288 К.

Пресмятанията са направени със дизелово гориво, биодизелово гориво от соево масло и техните смеси. С В5 е означена смес от дизелово (95%) и биодизелово (5%) горива, съответно В20 - смес от дизелово (80%) и биодизелово (20%) горива. Данни за използваните смеси са показани в Таблица 1, а резултатите от пресмятанията са показани в Таблица 2.

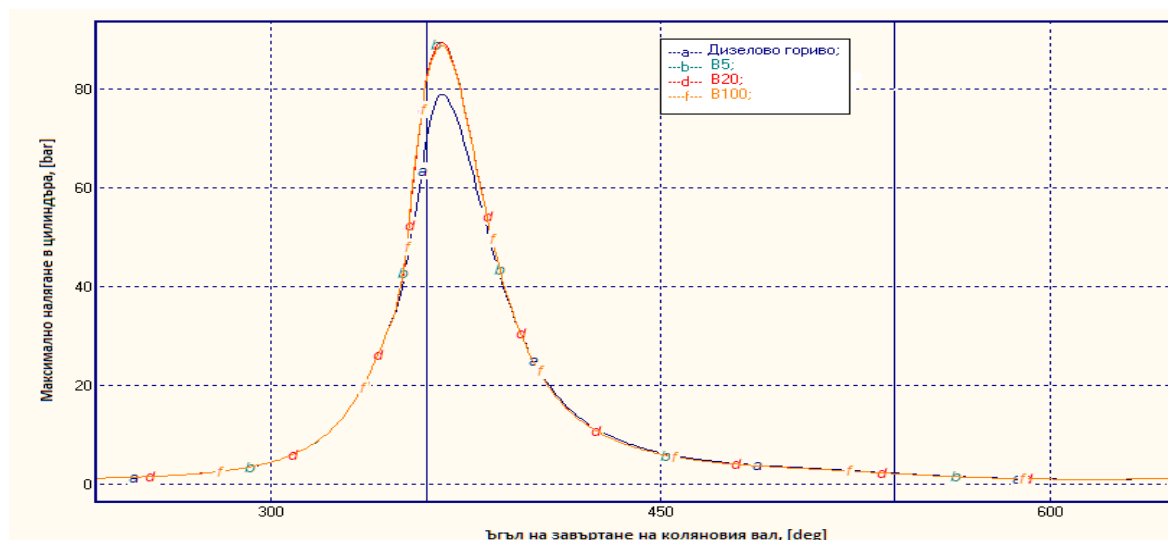
Таблица 1. Характеристики на горивните смеси

<i>Параметър</i>	<i>Дименсия</i>	<i>Дизелово гориво</i>	<i>В5</i>	<i>В20</i>	<i>В100</i>
Молекулна маса	kg/kmol	190	195,30	211,2	296
Плътност	kg/m ³	830	832,3	839,2	876
Цетаново число	-	51	53,51	53,58	54
Специфична топлина на изгаряне	kJ/kg	42 300	42 036	41 244	37 020

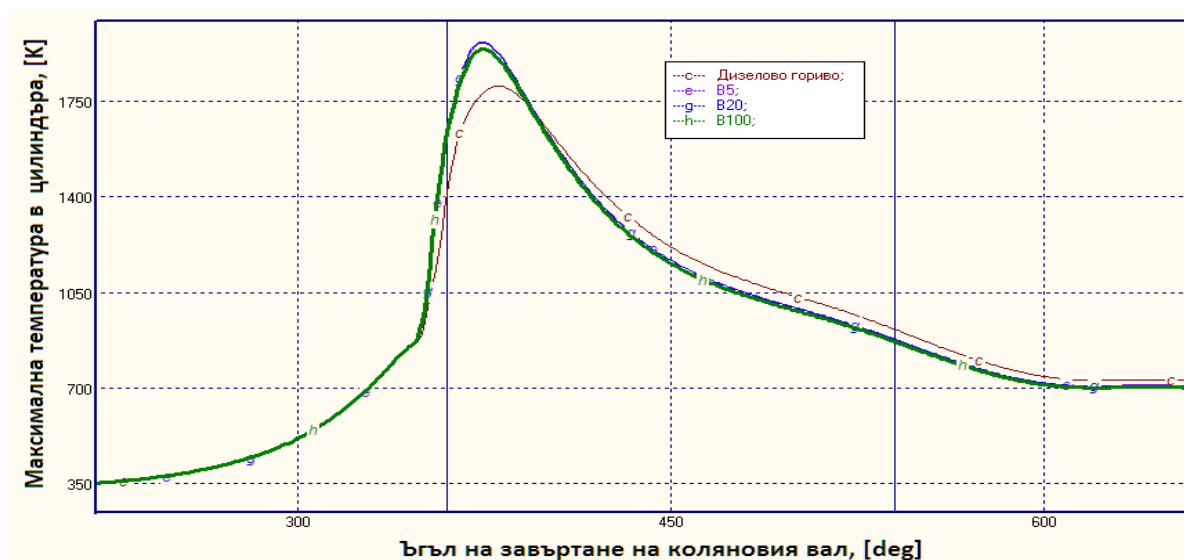
Таблица 2. Резултати от термодинамичните изчисления

<i>Параметър</i>	<i>Дименсия</i>	<i>Дизелово гориво</i>	<i>В5</i>	<i>В20</i>	<i>В100</i>
Номинална честота на въртене на ДВГ	min ⁻¹	2500	2500	2500	2500
Номинална мощност на двигателя	kW	50,56	50,86	50,91	50,72
Средно ефективно налягане	bar	6,26	6,30	6,31	6,28
Маса на подаденото гориво за цикъл	g	0,0429	0,043	0,044	0,049
Специфичен разход на гориво	kg/ kW.h	0,254	0,254	0,259	0,289
Ефективен КПД	%	33,27	33,68	33,66	33,55
Средно индикаторно налягане	bar	8,60	8,66	8,67	8,65
Индикаторен КПД на двигателя	%	45,67	46,30	46,26	46,16
Средно налягане на механичните загуби	bar	1,95	1,98	1,98	1,98
Механичен КПД	%	76,24	76,07	76,08	76,02
Средно налягане в пълнителния колектор	bar	0,96	0,969	0,969	0,969
Средна температура в пълнителния колектор	K	291,05	291,10	291,11	291,09
Средна температура на стените на пълнителния колектор	K	301,05	301,09	301,11	301,09

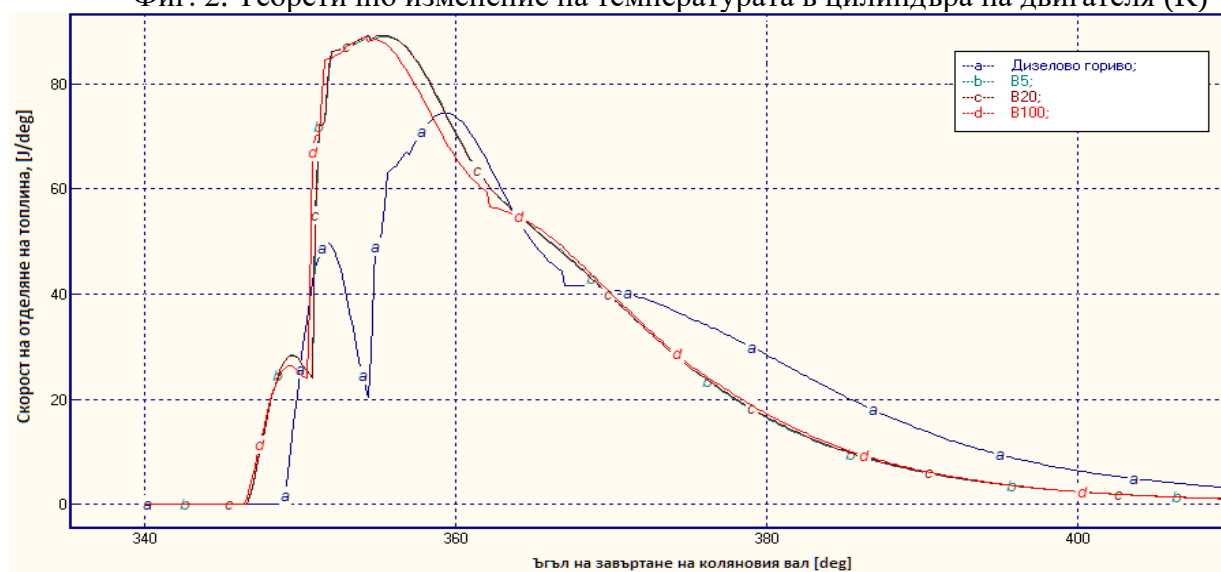
Коефициент на топлопроводност на пълнителния колектор	W/ m ² .K	51,39	51,30	51,28	51,30
Коефициент на топлопроводност пред пълнителния клапан	W/ m ² .K	273.65	273,01	272,92	273.03
Средно налягане в изпускателния колектор	bar	1,03	1,04	1,04	1,039
Средна температура на газовете в изпускателния колектор	K	756,57	730,05	732,38	724,10
Средна скорост на газовете в изпускателния колектор	m/ s	88,64	85,41	85,50	85,67
Средна температура на стените на изпускателния колектор	K	683,71	660,53	663,04	655,86
Коефициент на топлопроводност пред изпускателния клапан	W/ m ² .K	891,58	875,50	877,06	875,69
Въздушно отношение	-	1,7332	1,7370	1,7474	1,7713
Максимално налягане в цилиндъра	bar	78,92	89,497	89,48	88,84
Макс.температура в цилиндъра	K	1808,1	1970	1965	1942
Максимална скорост на нарастване на налягането в цил.	bar/ deg	3,05	4,49	4,50	4,23
Начало на впръскване	° преди GMT	20	20	20	20
Продължителност на горенето	° К.В.	95,40	73,80	73,8	73,20
Средна температура за цикъл	K	1085,6	1160	1159	1150
Средна топлопроводност в цилиндъра	W/ m ² .K	373	391	391	392
Топлинен поток върху цилиндровата глава	J/ s	1801	2068	2067	2046
Топлинен поток върху челото на буталото	J/ s	1994	2277	2275	2255
Топлинен поток върху цилиндровата втулка	J/ s	1724	1636	1634	1616



Фиг. 1. Теоретично изменение на налягането в цилиндъра на двигателя (bar)



Фиг. 2. Теоретично изменение на температурата в цилиндъра на двигателя (K)



Фиг. 3. Скорост на отделяне на топлината (J/deg)

ИЗВОДИ

1. С увеличаване дела на биодизелово гориво в горивната смес нараства максималното налягане в цилиндъра по време на процеса горене. Увеличава се максималната скорост на нарастване на налягането и несъществено максималната температура за цикъл. Съкращава се времето на горене.
2. Наблюдава се, че с увеличаването на относителния дял на биодизеловото гориво се съкращава периода на взривно горене за сметка на контролираното горене (Фиг.3)

В заключение може да се твърди, че при работа със смеси на стандартно дизелово гориво и естер от соево масло се получава по-добра пълнота на изгарянето, в сравнение с чисто дизелово гориво.

Направените термодинамични изчисления дават подробна информация за промяната параметрите на двигателя и е възможно да бъде направен анализ на влиянието им върху протичането на процеса горене.

REFERENCES

Maslinkov, S.; Stefanov C. (1985). Teoria na dvigatelite s vutreshno gorene. Sofia (*Оригинално заглавие:* Маслинков С., Стефанов Ц., 1985. „Теория на двигателите с вътрешно горене”, София 1985 г.)

Belchev S., Dimitrov R. (2011) Rukovodstvo za kursovo projektirane na dvigateli s vutreshno gorene. Varna (*Оригинално заглавие:* Белчев С., Димитров Р. 2011 „Ръководство за курсово проектиране на двигатели с вътрешно горене“, Варна)

Heywood J. B. (1988). Internal combustion engine fundamentals. Unated States of America