

ISSN 1311-3321

**РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ „Ангел Кънчев“**  
**UNIVERSITY OF ROUSSE „Angel Kanchev“**

---

**Факултет „Транспортен“**  
**Faculty of Transport**

**СБОРНИК ДОКЛАДИ**

**на**

**СТУДЕНТСКА НАУЧНА СЕСИЯ – СНС’09**

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ**

**СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ СЕСИИ – СНС’09**

**PROCEEDINGS**

**of**

**the SCIENTIFIC STUDENT SESSION – SSS’09**

**Русе**  
**Rousse**  
**2009**

ISSN 1311-3321

**РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ „Ангел Кънчев“**  
**UNIVERSITY OF ROUSSE „Angel Kanchev“**

---

**Факултет „Транспортен“**  
**Faculty of Transport**

# **СБОРНИК ДОКЛАДИ**

**на**

**СТУДЕНТСКА НАУЧНА СЕСИЯ – СНС’09**

# **СБОРНИК ДОКЛАДОВ**

**СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ СЕСИИ – СНС’09**

# **PROCEEDINGS**

**of**

**the SCIENTIFIC STUDENT SESSION – SSS’09**

**Русе**  
**Rousse**  
**2009**

Сборникът включва докладите, изнесени на студентската научна сесия **СНС'09**, организирана и проведена във факултет „Транспортен“ на Русенския университет “Ангел Кънчев”.

Докладите са отпечатани във вида, предоставен от авторите им.  
Доклады опубликованы в виде, предоставленном их авторами.  
The papers have been printed as presented by the authors.

**ISSN 1311-3321**

Copyright ©

♦ **СТУДЕНТСКАТА НАУЧНА СЕСИЯ** се организира от **АКАДЕМИЧНОТО РЪКОВОДСТВО** и **СТУДЕНТСКИЯ СЪВЕТ** на **РУСЕНСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ (РУ)** с цел да се предостави възможност на студенти и докторанти да популяризират основните резултати от своята учебно-изследователска работа и да обменят опит.

♦ **ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ:**

• **Съпредседатели:**

доц. д.т.н. Христо Белоев – РЕКТОР на РУ  
Иван Калинов – ПРЕДСЕДАТЕЛ на СС

• **Научни секретари:**

доц. д-р Ангел Смикаров – Заместник-ректор на РУ  
ASmrikarov@ecs.ru.acad.bg; 082-888 249  
Радослав Линов – Заместник-председател на СС  
R.Linov@abv.bg; 082-888 390

• **Членове:**

**Факултет „Аграрно индустриален”**

доц. д-р Чавдар Везилов  
vezirov@ru.acad.bg; 082-888 442  
Цветелина Василева  
cvete@abv.bg

**Факултет „Машинно технологичен”**

доц. д-р Стоян Стоянов  
sgstoyanov@ru.acad.bg; 082-888 572  
Зорница Иванова  
zori\_doli@abv.bg

**Факултет „Електротехника, електроника, автоматика”**

доц. д-р Русин Цонев  
rtzonev@ru.acad.bg; 082-888 379  
Надя Антонова  
antonowa14@abv.bg

**Факултет „Транспортен”**

доц. д-р Валентин Иванов  
vdivanov@ru.acad.bgi; 082-888 373  
Иван Калинов  
i.kalinov@abv.bg

**Факултет “Бизнес и мениджмънт”**

доц. д-р Юлиана Попова  
jprorova@ru.acad.bg; 082-888 813  
Виктория Ангелова  
viktoriya.angelova88@gmail.com

**Факултет „Юридически”**

ст.ас. Елица Куманова  
derecho@abv.bg; 082-845 281  
Антоанета Николаева  
mugal@mail.bg

**Факултет „Природни науки и образование”**

доц. д-р Петър Сигалов  
sigalov@ami.ru.acad.bg; 082-888-754  
Благовест Николов  
blago\_nikolov\_86@abv.bg

**Филиал Разград**

гл.ас. д-р Цветан Димитров  
tz\_dimitrow@abv.bg; 0887-631 645  
Деница Бонева  
deni4ka\_boneva@abv.bg

**Филиал Силистра**

гл. ас. Галина Лечева  
lina\_acad.bg@abv.bg; 0897-912 702  
Александър Господинов  
lordsweet@mail.bg

## СЕКЦИЯ „Транспорт”

### С Ъ Д Ъ Р Ж А Н И Е

|                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Изследване режима на работа на таксиметровите автомобили в условията на град Русе и оценка на възможни решения за използване на алтернативни на автомобилите с ДВГ транспортни средства ..... | 7  |
| автор: инж. Димитър Грозев                                                                                                                                                                       |    |
| научен ръководител: : доц. д-р инж. Велизара Пенчева                                                                                                                                             |    |
| 2. Възможности за приоритетно пропускане на транспортни средства на градския пътнически транспорт през кръстовища със светофари .....                                                            | 13 |
| автор: Павел Стоянов                                                                                                                                                                             |    |
| научен ръководител: доц. д-р Митко Маринов                                                                                                                                                       |    |
| 3. Някои проблеми при практическата реализация на бензинови двигатели с променлива степен на сгъстяване .....                                                                                    | 18 |
| автор: : Красимир Марков                                                                                                                                                                         |    |
| научен ръководител: доц. д-р Христо Станчев                                                                                                                                                      |    |
| 4. Електромобили за градски условия .....                                                                                                                                                        | 24 |
| автор: Тодор Жеков                                                                                                                                                                               |    |
| научен ръководител: : доц. д-р Росен Иванов                                                                                                                                                      |    |
| 5. Особенности и тенденции в развитието на системите за директно впръскване в бензиновите двигатели .....                                                                                        | 31 |
| автор: Тихомир Григоров                                                                                                                                                                          |    |
| научен ръководител: гл.ас. д-р Кирил Хаджиев                                                                                                                                                     |    |
| 6. Избор и обосновка схемата на горивна хранителна система на учебен автомобил с вграден разходомер за течни горива .....                                                                        | 36 |
| автори: Тихомир Радев, Красимир Петков                                                                                                                                                           |    |
| научен ръководители: проф. д-р Димитър Станчев, доц. д-р Тотю Тотев                                                                                                                              |    |
| 7. Анализ на характеристиките на горива за дизелови двигатели .....                                                                                                                              | 43 |
| автор: инж. Рангел Рангелов                                                                                                                                                                      |    |
| научен ръководител: доц. д-р Христо Станчев                                                                                                                                                      |    |
| 8. Изследване влиянието на техническото състояние на дюзите на двигател Д-240 върху технико-икономическите параметри на работата му .....                                                        | 49 |
| автори: инж. Орлин Стоянов, Антон Христов                                                                                                                                                        |    |
| научен ръководител: гл.ас. д-р Александър Стоянов                                                                                                                                                |    |
| 9. Изследване на РТГ с два хидравлични разпределителя (СНС08) .....                                                                                                                              | 52 |
| автор: Алпай Куртулан                                                                                                                                                                            |    |
| научен ръководител: доц. д-р Тотю Тотев                                                                                                                                                          |    |
| 10. Изследване на изкопен багер по разход на гориво в реални условия на работа (СНС08) .....                                                                                                     | 57 |
| автор: Джанер Джансу                                                                                                                                                                             |    |
| научен ръководител: инж. Стефан Батанов                                                                                                                                                          |    |
| 11. Изследване на горивната икономичност на товарен автомобил (бетоновоз) в реални условия на работа (СНС08) .....                                                                               | 61 |
| автор: Ерол Камбуров                                                                                                                                                                             |    |
| научен ръководител: инж. Баръш Бехчед                                                                                                                                                            |    |

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 12. Изследване горивната икономичност на комбайн в реални условия на работа (СНС08) .....                     | 66 |
| автор: Кемал Каймак                                                                                           |    |
| научен ръководител: доц. д-р Тодор Деликостов                                                                 |    |
| 13. Изследване на горивната икономичност на товарни автомобили в реални условия на работа (СНС08) .....       | 71 |
| автор: Пламен Петров                                                                                          |    |
| научен ръководител: проф. д-р Димитър Станчев                                                                 |    |
| 14. Система за предварително подгряване на двигателя на противопожарен автомобил "Шкода Европа" (СНС07) ..... | 76 |
| автор: Добромир Миладинов                                                                                     |    |
| научен ръководител: : доц. д-р Росен Иванов                                                                   |    |
| 15. Уредба за изпитване на елементи от пневматична спирачна система (СНС07) .....                             | 84 |
| автор: Павлин Нонов                                                                                           |    |
| научен ръководител: доц. д-р Росен Иванов                                                                     |    |

## ИЗСЛЕДВАНЕ РЕЖИМА НА РАБОТА НА ТАКСИМЕТРОВИТЕ АВТОМОБИЛИ В УСЛОВИЯТА НА ГРАД РУСЕ И ОЦЕНКА НА ВЪЗМОЖНИ РЕШЕНИЯ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА АЛТЕРНАТИВНИ НА АВТОМОБИЛИТЕ С ДВГ ТРАНСПОРТНИ СРЕДСТВА

автор: инж. Димитър Грозев  
научен ръководител: доц. д-р инж. Велизара Пенчева

**Abstract:** *Analysis of the values of basic parameters of operation of taxis in the city of Ruse and proposed decision to replace taxis with internal combustion engines with electric vehicles. Presents a new solutions for the taxis of the modern city. Evaluation of the performance of the work of taxis in the city today shows that it is possible and economically justified use of electric vehicles who have a number of advantages in running the city as compared to cars with internal combustion engines.*

**Key words:** *taxis, electric vehicles, alternative solutions*

### ВЪВЕДЕНИЕ

В Европейския съюз, над 60 % от населението живее в градовете. В градовете се създава малко под 85 % от brutния вътрешен продукт на ЕС. Градовете са двигателя на европейската икономика. Привличат инвестиции и нови работни места и са особено необходими за гладкото функциониране на икономиката. Градовете се превърнаха в среда на живот за по-голяма част от населението, поради което е задължително стандарта на живот в тези райони да е колкото е възможно по-висок. Ето защо въпроса за градската мобилност е особено актуален.

Таксиметровите превози са важна част от системата за градски транспорт в съвременните градове.

В градския пазар на използваната услуга "пътуване" участват различни транспортни фирми, предлагащи различно удобство и качество на транспортното обслужване. Пътническият таксиметров транспорт има редица предимства в сравнение с масовия градски превоз на пътници между различни райони на града - не обвързаност с предварително установена маршрутна мрежа (т.е. възможност за извършване на превози по свободно избрани от пътниците маршрути), възможност за извършване на превози "от врата до врата", 24 часова работа и други. Той допълва масовия градски пътнически транспорт в часовете на върховете натоварвания, когато превозните му възможности са изчерпани, а така също и през нощта, когато потребностите от пътнически превози намаляват и масовия пътнически транспорт прекъсва своята превозна дейност. Предпочитанията към него се дължат предимно на растящата подвижност на населението и повишените му изисквания към качеството на транспортното обслужване. Лекият таксиметров превоз е насочен към тези пътувания за които първостепенна роля играе не цената, а комфортът при пътуването, по-високата скорост на предвижването, удобната връзка с други видове транспорт и качеството на обслужването – повикване, изчакване, избирателност на маршрута и време на пътуване, допълнителна информация и др.

Изследване на режима на работа на таксиметровите автомобили в дадено населено място е необходимо условие за правилното планиране и извършване на превозите.



**ИЗЛОЖЕНИЕ****Таксиметрови превози в гр. Русе**

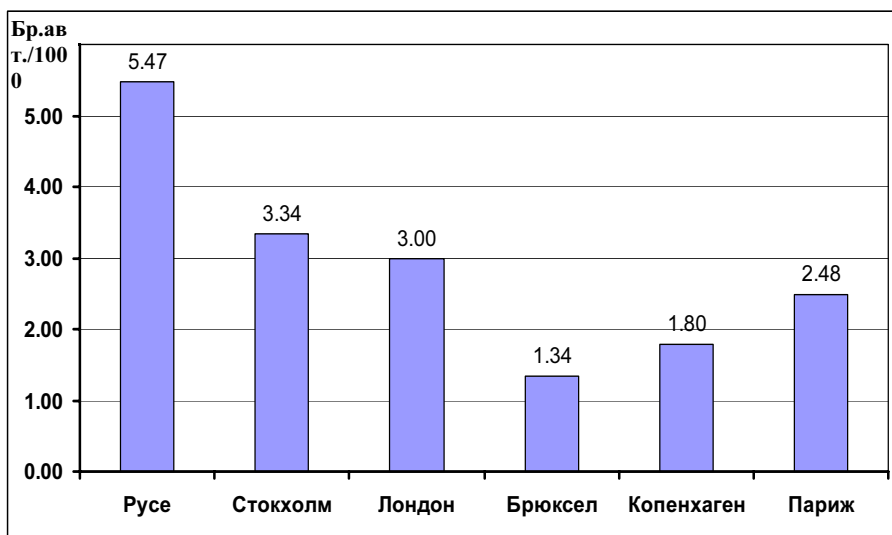
Към месец април 2009 година в Общината на град Русе са регистрирани 187 фирми с издадено разрешително за извършване на таксиметрова дейност. Общият брой на таксиметрови автомобили работещи на територията на Община Русе е 882 автомобила [4]. Средният брой таксиметрови автомобили в една фирма е 4,72 автомобила.

По данни от последното национално преброяване от март 2001 година населението на град Русе е 161 131 души.

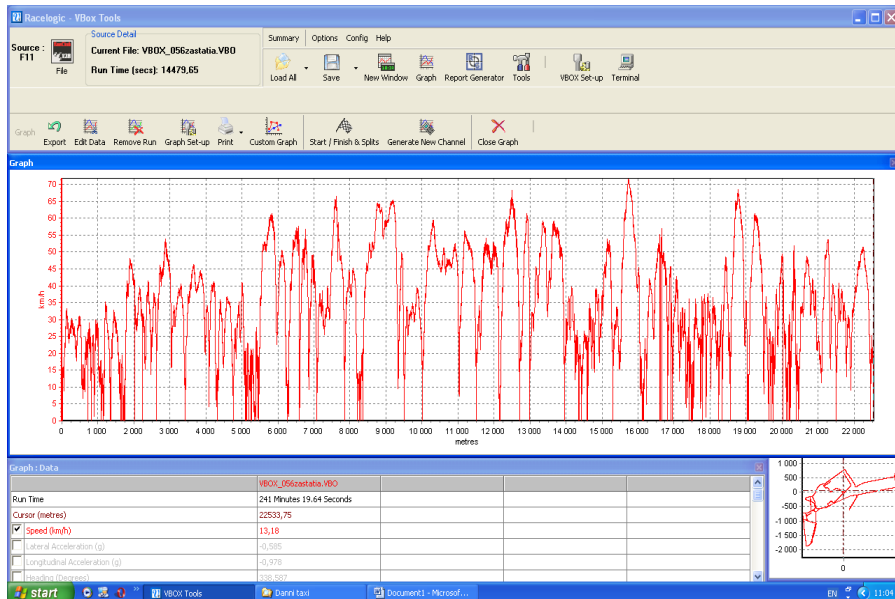
Броят таксиметрови автомобили на 1000 човека е 5,44. При сравняване на този показател със същите на някои европейски градове е показан на фиг. 1.

**Изследване стойностите на параметрите на работа на таксиметровите автомобили.**

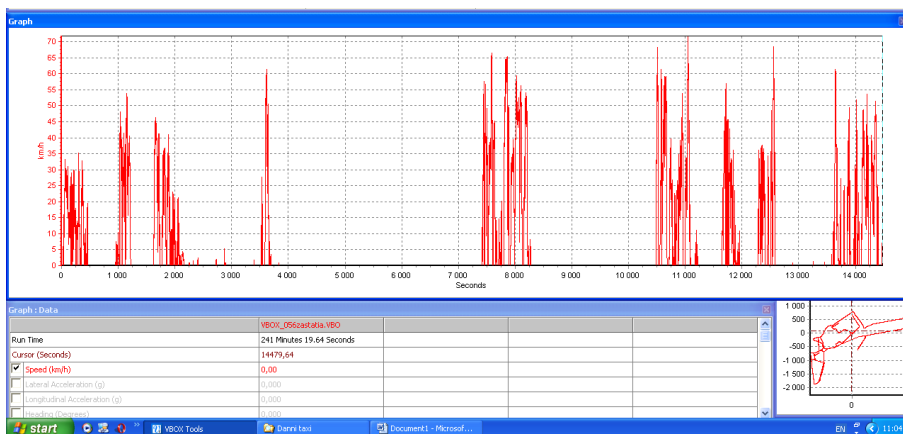
Направено е изследване на работата на таксиметровите автомобили [6]. Схемата на работата на един от таксиметровите автомобили е представена на фиг. 2 и фиг.3.



Фиг.1. Сравнение на броя на таксиметровите автомобили на 1000 жители в отделни градове от Европа



Фиг.2. Схема на маршрута и характеристика на скоростта във функция на пътя



Фиг.3. Резултати от изследването за скоростта във функция на времето

Въз основа на анализ на информацията от таксиметровия апарат могат да се оценят основните показатели характеризиращи работата на таксиметровите автомобили. В табл. 1 са посочени обобщено са показани стойностите на тези показатели.

*Време за изпълнение на технологичните операции*

Табл. 1

| Технологична операция        | Време за технологичната операция | %   |
|------------------------------|----------------------------------|-----|
| Наряд                        | 7 h 30 min                       | 100 |
| Движение с пътник            | 1 h 40 min                       | 22  |
| Движение без пътник          | 1 h 13 min                       | 16  |
| Престой в очакване на пътник | 4 h 37 min                       | 62  |

От табл. 1 се вижда, че ефективното време за работа на таксиметровия автомобил е само 22% от времето в наряд на автомобила. Времето за престой в очакване на пътник е повече от половината от времето в наряд-62%.

В табл. 2 са определени показателите на работа на един курс за изпълнение на заявка. Оказва се, че средната дължина на едно пътуване за град Русе е 3,67 km. В същото време ефективно изминатите километри пробег с клиент се движат в границите 60-65% за даденото измерване. Може да се отбележи, че това са едни от най-добрите резултати получени от таксиметровите превози в града.

*Определени показатели на работа за един курс за изпълнение на заявка*

Табл. 2

|                                             |        |
|---------------------------------------------|--------|
| Общ пробег за времето в наряд, km           | 40,385 |
| Време за престой при движение с пътник, min | 14:30  |
| Среден брой курсове за времето в наряд, бр  | 11     |
| Средно пробег на курс, km.                  | 3,67   |
| Средно престой на курс, min                 | 01:19  |

Пренесени данните върху общия брой таксиметрови автомобили за град Русе са посочени в табл. 3.

*Пробег на таксиметровите автомобили за град Русе*

Табл. 3

|                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------|------------|
| Общ брой таксиметрови автомобили в град Русе                   | 882        |
| Общ пробег на таксиметровите автомобили в град Русе на ден, km | 35 619, 57 |
| -пробег с пътник, km                                           | 21331,17   |
| -пробег без пътник, km                                         | 14288,40   |

Както всички градове в страната и Европа, така и град Русе се сблъсква с редица предизвикателства като:

- нарастване на уличното движение в централните части на града, което води до чести задръствания, с много отрицателни последици като загуба на време и замърсяване на околната среда;
- атмосферното и звуково замърсяване се увеличават с всяка година;
- броят на пътно-транспортните произшествия в градовете нараства с всяка година: понастоящем за Европа, една от всеки три злополуки с трагичен край се случва в градовете.

Макар че тези проблеми са локални, тяхното влияние се забелязва в целия континент: промяна/заотпяне на климата, увеличаване на здравословните проблеми, задръствания в логистичните вериги и т.н.

Таксиметровите превози в града допринасят в значителна степен за разширяване на тези проблеми.

### **Нови решения за таксиметровите автомобили на съвременния град.**

Честите спирания и потегляния на таксиметровите автомобили и работата им в градски условия правят използването на автомобили с ДВГ неефективни и замърсяващи околната среда. Подходящо е използването на алтернативни на ДВГ електромобили.

Предимства:

- зареждането с ток струва много по-малко отколкото зареждането с бензин;
- електродвигателите са много по-ефективни в градски условия;
- изработката на електродвигатели е много по-просто и евтино и не са необходими никакви трансмисии. Възможно е дори поставяне на електродвигател във всяко колело, което повишава също надеждността и проходимостта;
- лесно се конструират електродвигатели с многократно по-дълъг живот от тези на ДВГ. Ремонтите при повреда също са по-лесни и евтини;
- екологичния ефект е многократен - тук трябва да се отчита, че при получаване на ток също се отделят много вредни газове в атмосферата, но те са в пъти по-малко за определен пробег на автомобила. Има голяма разлика също и в това дали 100 грама въглероден двуокис се изхвърля в центъра на Русе или на 200км от Русе;
- токът се пренася много лесно. Не са необходими бензиностанции, както и големи и опасни цистерни за пренос на гориво. Вероятно в близките години, на бензиностанциите ще се появят просто контакти за ток, до които ще може да се паркира и зареждат батериите или ще се заменят изтощените батерии със заредени;
- електромобилите нямат ограничения в скоростта и ускорението, това зависи само от мощността на батериите му;
- електромобилите са безшумни;
- зависимостта от течни горива значително намалява.

За да се стимулира използването на електромобили е необходимо предприемането на финансови и други мерки (табл. 4).

*Стимули за повишаване на интереса към електромобила*  
**Табл. 4**

| Стимули за:               | Действия                                                                                                                                                      |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Научни изследвания        | За оценяване експлоатационните показатели на работа на електромобилите и оценяване на пригодността им за използване в различните експлоатационни режими.      |
| Превозвачите              | Държавни субсидии за закупуване на електромобили и освобождаване от някои такси (за регистрация и годишни данъци). Осигуряване на паркинг места за зареждане. |
| Общините                  | Стимули за градовете, които позволяват в центровете си движение само на електромобили и стимули за осигурени места за зареждане на батериите на автомобила.   |
| Комуникационните кампании | Да бъде информирано обществото за предимствата на електромобилите и политиките по отношение на тези автомобили.                                               |

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нарастването на уличното движение в централните части на града води до чести задръствания, с много отрицателни последици като загуба на време, замърсяване на околната среда, голям брой ПТП, силна зависимост от течните горива и др.

Оценката на експлоатационните показатели на работа на таксиметровите автомобили в съвременния град показва, че е възможно и икономическо оправдано използването на електромобили, които имат редица предимства при движение в града в сравнение с автомобилите с ДВГ.

За да се стимулира закупуването на електромобили и изграждане на инфраструктура за тяхното зареждане е необходимо стимулиране на научните изследвания, превозвачите, общините, както и широката общественост.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Пенчева В, Д. Симеонов, Оптимизация на организацията на таксиметрови превози в страната, ЕКО Варна, 2004.
2. Русева А., В. Пенчева, Д. Симеонов. Изследване на входящия поток от повиквания на пътници в условия на таксиметрова фирма. ЕКОВАРНА, Варна 2006.
3. Симеонов, Д.Г., В. Пенчева. Взаимодействие на видовете транспорт, Русе, 2001 г.
4. Страница на Община Русе. Русе. 2009. <http://www.ruse-bg.eu/>
5. Pentcheva V., A. Ruseva, E. Ruseva, As. Asenov. Dispatching of automobile service systems. Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara. Tome IV. Fascicule 2. 2007. ISSN 1584-2665. p.13-18.
6. Software User Manual. VBOX Tools ver. 1.2.2007. – <http://www.racelogic.co.uk>

### За контакти:

инж. Димитър Грозев, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Специалност “Управление на транспорта”, e-mail: [dgrozev@ru.acad.bg](mailto:dgrozev@ru.acad.bg).

доц. д-р инж. Велизара Пенчева, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Катедра „Транспорт“, тел.: 082-888 825, 888-377, e-mail: [vpentcheva@ru.acad.bg](mailto:vpentcheva@ru.acad.bg).

## Възможности за приоритетно пропускане на транспортни средства на градския пътнически транспорт през кръстовища със светофари

автор: Павел Стоянов

научен ръководител: доц. д-р Митко Маринов

***Possibility for Mass transit priority at traffic signals through intersections.** The paper presents analysis of current state of methods and possibility to give priority for Mass Transit at signalized intersections. The advantages and disadvantages of priority for mass transit and other traffic are discussed. It is given some data of effectiveness from the literature review.*

**Key words:** Mass Transit priority, traffic signals.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Задръжките на транспортните средства (ТС) от градския пътнически транспорт (ГПТ) на кръстовищата със светофарна сигнализация (СС) увеличават експлоатационните разходи и влошават качеството на транспортната услуга. Един подход за намаляване на задръжките на ТС от ГПТ е даване на приоритет на кръстовище със СС. Така чрез периодичното даване на приоритет на ТС от ГПТ през кръстовищата, позволява да се поддържа разписанието и стабилизира времето на пътуване по участъците и по целия маршрут.

За да се оцени ефективността от въвеждането на приоритетно пропускане на ТС от ГПТ на кръстовища със СС е необходимо да се изследват факторите, които налагат неговото въвеждане, както и стратегиите (алгоритмите) за неговото осъществяване.

Целта на тази работа е да се разгледат възможните стратегии и алгоритми за реализация на приоритетно пропускане на ТС от ГПТ на кръстовища със СС. Както и да се даде информация за влиянието на приоритетното пропускане на ТС от ГПТ на кръстовища със СС върху задръжките на ГПТ, разписанието, влиянието върху задръжките и безопасността на движението на останалата част от участниците.

От обобщаващите изследвания [2,6] следва, че може да се очаква положителен ефект от приоритетно пропускане на ТС от ГПТ, ако се наблюдава някой от следните фактори или комбинация от тях – по-дълги маршрути и висока честота на движение на ТС от МГП, по-ниска скорост, неподходящо разпределение на продължителността на зелените сигнали по отделните фази в кръстовищата, трудни условия за престрояване в кръстовищата, положение на спирката спрямо кръстовището и други.

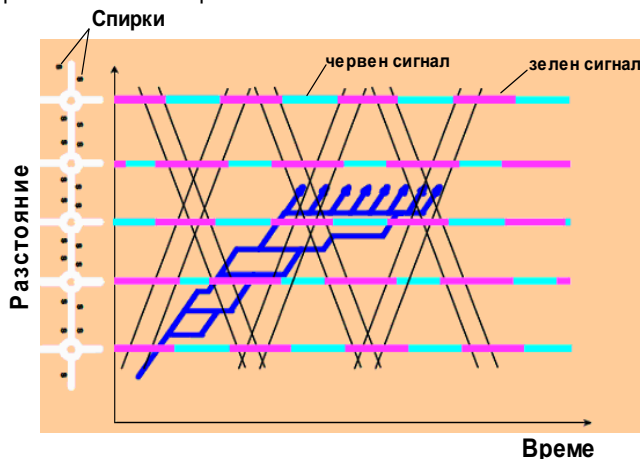
### ИЗЛОЖЕНИЕ

#### Концепции за приоритетно пропускане на ТС от ГПТ на кръстовища със СС.

Популярни са три основни концепции приоритет за ТС от ГПТ [3,7], най-често използвани в практиката: пасивен приоритет, активен приоритет, и адаптивен.

При пасивния приоритет, не съществува взаимодействие между СС и ТС от ГПТ. Водачите на ТС сами изграждат определено поведение при движение по участъците пред кръстовищата със СС. Обикновено, режимът (програмата) на работа на СС е съгласуван с възможния режим на движение на ТС по разписание. Такъв приоритет е възможен в случаите, когато времето за движение на ТС от ГПТ по участъците от маршрута е предсказуемо (дори времето за слизание и качване на пътниците на спирките), интервалът на движение (честотата) на ТС от ГПТ е сравнително висока, интензивността на останалото движение (включително и пешеходно) е ниска.

Тази концепция е илюстрирана на фиг.1, където с плътната линия със стрелка са показани възможните случаи на движение на ТС от ГПТ през кръстовището. При тази стратегия за ефективността на приоритета зависи от рутинния опит на водача на ТС от ГПТ, тъй като той избира темпа на движение в подхода на кръстовището. От казаното следва, че тези условия рядко може да бъдат изпълнени на практика и затова тази стратегия е малко ефективна.



**Фиг.1. Пасивен приоритет на ТС от ГПТ.**

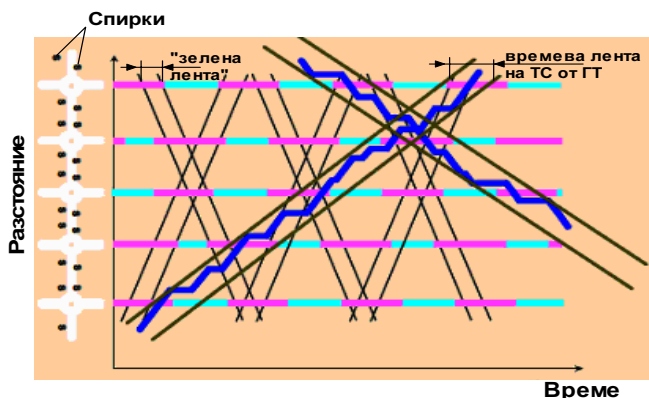
В случаите на пасивен приоритет най-добро съгласуване на действията на водачите на ТС от ГПТ за преминаване през кръстовищата е когато разположението на спирките е пред кръстовищата и водачът има възможност да наблюдава сигналите на СС от мястото на спирката.

При **активния приоритет** сигналите на СС се сменят по "заявка" от страна на ТС от ГПТ. Тази "заявка" води до удължаване на текущата фаза (зеления сигнал), по-ранното и включване (фиг.2) или извикване на специална фаза (фиг.3). За реализацията на активния приоритет се използват специални средства за комуникация или детекция на приоритетно ТС и контролера за управление на СС на кръстовището. Тези средства обменят информация за вида приоритет номера на маршрута или видовете маневри, които ще се извършват в кръстовището. Обикновено приоритетът се изпълнява при самото появяване приоритетното ТС, независимо от текущото състояние на разписанието и приоритета.

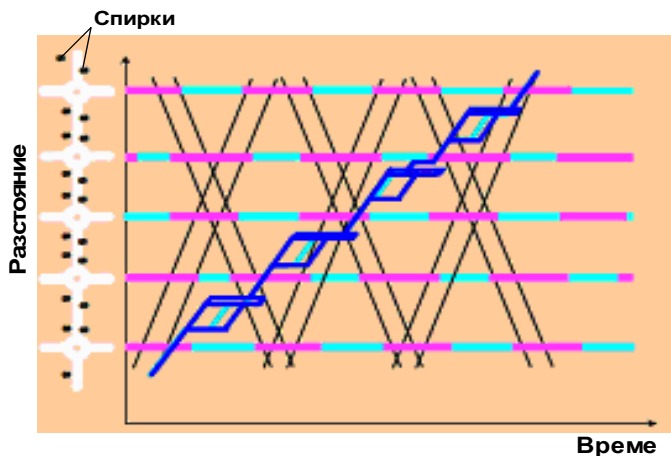
При по-ранното активиране на фаза или по-ранното включване на зеления сигнал се отчита размера на опашката от автомобили преди ТС от ГПТ и момента на включване на зеления сигнал за фазата, по която се движи приоритетното ТС.

Подобно е и с удължената фаза или удължен зелен сигнал, когато е дететирано приоритетно ТС в тази фаза.

Извикването на специална фаза за приоритетното ТС се осъществява от специално оборудване в ТС и контролера за управление на СС, като се използват и допълнителни данни (евентуално от GPS приемник или други средства) за предвиждането на ТС към подхода на кръстовището и маневрите, които ще извърши.



Фиг.2. Активен приоритет с по-ранно включване или удължаване на фаза за ТС от ГПТ.



Фиг.3. Активен приоритет с извикване на фаза за ТС от ГПТ.

**Адаптивният приоритет** е подобен на активния с тази разлика, че се използва повече информация за положението на ТС от ГПТ в опашката неговото предвиждане в подхода на кръстовището, текущото състояние на изпълнение на разписанието, видът на разписанието, както и величината на относителния приоритет. Адаптивният приоритет може да бъде абсолютен (безусловен) и относителен (условен). Величината на относителния приоритет се определя като функция на напълването на ТС, времето на денонощието, опашките (задръжките) по останалите подходи на кръстовището, наличие на други приоритетни ТС и други.

За да се оценят резултатите от прилагането на приоритетното пропускане на ТС от ГПТ на кръстовищата със СС и влиянието върху останалото движение най-често се правят изследвания преди и след въвеждане на приоритета. Тези изследвания се правят в реални условия или чрез симулации, за целия маршрут или само в участъците със СС, за различни нива на интензивността на движението (ниско, средно и високо), както и за отделните видове приоритет. За целите на



изследванията се използват основно два метода – експериментални изследвания и симулации.

Експерименталните изследвания включват най-различни по сложност измервания като ръчно хронометриране, проследяващ лабораторен автомобил, оборудване за проследяване на ТС с GPS приемник и други. Измерванията в реални условия носят изключително автентична информация, но са трудопоглъщащи, скъпи и не винаги възможни за провеждане.

Симулационните изследвания се основават най-често на използването на съвременни мощни симулационни програми [5,10]. Те предлагат изключителна гъвкавост и възможности за многовариантни решения с визуализация на резултатите във всеки момент. Така по даден маршрут със СС се задават необходимите данни за геометричните параметри на улиците, пътничкопотоците, интензивностите на движение на ГПТ и на останалото движение, скоростните режими, видът на приоритета, взаимодействието със средствата за управление на СС и т.н.

Обикновено тези симулационни изследвания се правят с реални данни за интензивността на движението за върхови и невърхови моменти, както и за такива очаквани за в бъдеще време, увеличени според прогнозите. Последната особеност е изключителна възможност и предимство само на симулационното изследване, откъдето следва и големия интерес към него в съвременните изследвания.

Редица изследвания сочат [2,3,4,5], че даване на приоритет на ТС от ГПТ води до намаляване на времето за пътуване от 5 до 20 %, в зависимост от дължината на маршрута, вида разписание, честотата на кръстовищата по маршрута със СС и режима им на работа, величината на интензивността на останалото движение.

Макар, че приоритетното пропускане на ТС от ГПТ на кръстовища със СС е изследвано достатъчно [2,4,5] и практиката показва, че то е подходящ инструмент за намаляване на задръжките на ТС от ГПТ, то този подход не винаги води до положителни резултати. Затова се препоръчва [7,10] да се извършват винаги предварителни експериментални изследвания, служещи като база за подробни изследвания със симулационни модели и след това отново проверка за потвърждаване на ефекта в практиката.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Величината на положителния ефект от приоритета зависи от няколко основни фактора като: интензивността на цялото движение в кръстовището, честотата на ТС от ГПТ с приоритет, режима на работа на СС, конфигурацията и геометричните параметри на кръстовището и възможността за престоляване в кръстовището, разположението на спирките и други.

2. Приоритета за ТС от ГПТ води до стабилизация на времето за пътуване и повишаване на надеждността на разписанието, намаляване времето за чакане на пътниците по спирките, от което ГПТ става по привлекателен.

3. При голям брой на ТС от ГПТ с приоритет води до увеличаване на задръжките по останалите направления, ако интензивността на останалото движение (пешеходно и транспортно) е голяма.

## **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Иванова П. Експериментално определяне на скоростните режими на движение по маршрути в град Русе, Сборник доклади на НК – РУ'2007, Русе, 2007.
- [2] Ahn, K., Rakha, H., and Collura, J., Evaluation of Green Extension Transit Signal Priority Strategies using Portable GPS Receivers. Presented at 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, 2006, D.C.

- [3] Baker, R.J., J. Collura, J.J. Dale, L. Head, B. Hemily, M. Ivanovic, J.T. Jarzab, D. McCormick, J. Obenberger, L. Smith, G. R. Stoppenhagen, An Overview of Transit Signal Priority. Washington DC, ITS America, 2002.
- [4] Chada, S., Newland, R., Effectiveness of Bus Signal Priority, National Center For Transit Research, Final Report, Report No. CTR-416-04, January 2002
- [5] Dale, J.J., R.J. Atherley, T. Bauer, and L. Madsen. A Transit Signal Priority Impact Assessment Methodology-Greater Reliance on Simulation. Presented at the 78th Annual Meeting of the Transportation Research Board, 1999.
- [6] Dion, F., H. Rakha and Y. Zhang, Evaluation of Potential Transit Signal Priority Benefits along a Fixed-Time Signalized Arterial, Journal of transportation engineering, 130(3) 10.
- [7] Skabardonis, A., Control Strategies for Transit Priority. Presented at the 79th Annual Meeting of the Transportation Research Board, 2000.
- [8] Ludwick, J. S., Bus Priority System: Simulation and Analysis, Final Report, The Mitre Corporation. Prepared for the U.S. Department of Transportation, Report No. UTMVA-06-0026-1, 1996.
- [9] Roupail, Nagui M. Operational Evaluation of Bus Priority Strategies, Transportation Research Record 994, p. 30-34.
- [10] Salter, R. J., and J. Shahi. Prediction of effects of bus-priority schemes by using computer simulation techniques, Transportation Research Record 718, TRB, National Research Council, Washington, DC, 1979, p. 1-5.

**За контакти:**

Инж. Павел Стоянов – студент по специалността “Технология и управление на транспорта” към Русенски университет “Ангел Кънчев”.

Доц. д-р инж. Митко Маринов, катедра “Транспорт”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082 888 609, E-mail: mdmarinov@ru.acad.bg.

## НЯКОИ ПРОБЛЕМИ ПРИ ПРАКТИЧЕСКАТА РЕАЛИЗАЦИЯ НА БЕНЗИНОВИ ДВИГАТЕЛИ С ПРОМЕНЛИВА СТЕПЕН НА СГЪСТЯВАНЕ

Автор: Красимир Марков

Научен ръководител: доц. д-р Христо Станчев

*Problems of practical realization of variable compression ratio in gasoline engine. Different manner of variable compression ratio (VCR) are described. Analyses of optimal control of fuel and ignition timing are done. Limitations of knock are taken in consideration.*

**Key words:** Gasoline engine, VCR, Knock, Torque, Efficiency, Ignition angle.

Защо горивната икономичност е важна

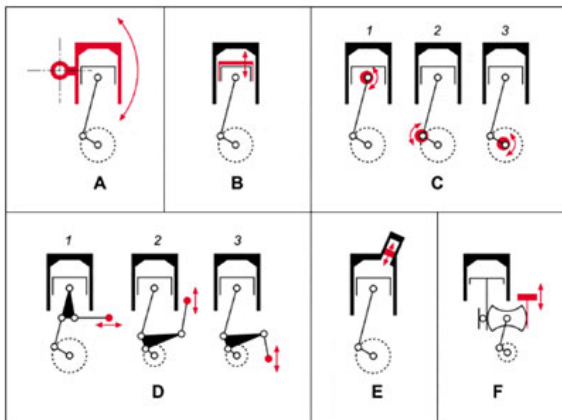
Има три основни довода защо горивната икономичност е важна: ограничените запаси на суров петрол, икономически причини и последиците за околната среда. Бензинът се извлича от суровия петрол, който е природен ресурс с ограничен запас. Увеличаването на икономичността ще запази запасите за по-дълъг период. За собствениците на автомобили, ако те изразходват по-малко гориво, това разбира се е предимство. Пътуването на известно разстояние става по-евтино и тогава спиранията в бензиностанциите ще са по-малко.

За двигателите с принудително възпламеняване често казваме, че те функционират по идеалния цикъл на Ото. Това разбира се съвсем не е истина, но ни дава възможност за приблизителни оценки.

Коефициентът на полезно действие на идеалния цикъл на Ото е:

$$\eta = 1 - \frac{1}{r_c^{1-\gamma}}, \quad (1)$$

където  $r_c$  е степента на сгъстяване, а  $\gamma$  е съотношението на специфичните топлини. Това означава, че по-високото ниво на степента на сгъстяване води до по-висок коефициент на полезно действие.



Фиг. 1.

**A** Въртяща се цилиндрична глава

**B** Хидравлично бутало

**C** Ексцентрици на шийките

**D** Многозвенов колянотовилков механизъм

**E** Допълнително бутало

**F** Зъбен предавателен механизъм

Следователно максималният к.п.д. ще се достигне при безкрайно голяма степен на сгъстяване. Степента на повишение на температурата се увеличава със сгъстяването, и следователно максималният к.п.д. е намерен при ограничена степен на сгъстяване. Увеличаването на степента на сгъстяването над 16:1 или 17:1 е причина за намаляване к.п.д. на двигателя.

На фиг. 1 са показани схемите за реализиране на променлива степен на сгъстяване.

По-долу е направена кратка оценка на различните кинематични схеми.

Проблем с високата степен на сгъстяване е, че повишаването на сгъстяването води до по-високи максимуми на температурите и наляганията по време на циклите на двигателя. Така рискът за поява на детонация се увеличава. Поради това обикновените двигатели с принудително възпламеняване имат степен на сгъстяване около  $r_c = 10$ , въпреки че ниското налягане в всмукателния колектор позволява по-високо сгъстяване. Променливата степен на сгъстяване прави възможно да се увеличи общият коефициент на полезно действие на двигателя, чрез избиране на високи степени на сгъстяване при ниски натоварвания за увеличаване до най-голямата възможна степен на коефициента на полезно действие, и ниски степени на сгъстяване при голямо натоварване за избягване на детонацията.

Т

|                                      | A | B  | C  |     |     | D  |    |    | E  | F   |
|--------------------------------------|---|----|----|-----|-----|----|----|----|----|-----|
|                                      |   |    | 1  | 2   | 3   | 1  | 2  | 3  |    |     |
| Форма на горивната камера            | i | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | -- | 0   |
| Кинематика                           | i | *  | 0  | *   | *   | ** | ** | ** | 0  | 0   |
| Ъглова честота на въртене            | i | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   |
| Управление на степента на сгъстяване | i | ++ | -- | -   | -   | ++ | +  | +  | +  | ++  |
| Загуби от триене                     | i | 0  | -  | 0   | 0   | 0  | -  | -  | -  | ++  |
| Надеждност, дълготрайност            | i | -- | -  | -   | -   | 0  | 0  | 0  | 0  | ++  |
| Инерционни сили и уравновесяване     | i | 0  | -  | -   | -   | 0  | -  | -  | 0  | -   |
| Ниво на шум                          | i | -- | 0  | 0/- | 0/- | 0  | 0  | 0  | 0  | 0/+ |
| Възможности за внедряване            | i | -- | -  | -   | -   | -  | -  | -  | -  | -   |

□

|                              |      |
|------------------------------|------|
| Няма разлика                 | 0    |
| Различна/много различна      | * ** |
| Предимство/голямо предимство | + ++ |
| Недостатък/голям недостатък  | - -- |

Ползата от променливата степен на сгъстяване е значителна за повечето комбинации при намаляване размера на двигателя. При малки двигатели, помпените загуби и триенето се намаляват. Недостатък е, че двигателите имат по-малка мощност, тъй като работния обем е по-малък. Това е решено чрез добавяне на турбокомпресор, който увеличава плътността на гориво-въздушната смес когато е необходимо, и така позволява повече гориво да бъде впръсквано всеки цикъл.

Оптимален контрол на горивото в двигателите с променлива степен на съгъстяване

По време на движението честотата на въртене на двигателя се определя от скоростта на автомобила и номера на включената предавка, и водачът очаква въртящият момент от двигателя  $M_{des}$  да реализира желаната скорост на автомобила.

Регулаторът тогава подбира масата на въздуха, масата на горивото, ъгъла на изпреварване на запалването и степента на съгъстяване, и така реализира необходимия въртящ момент за конкретните условия. Строго погледнато, управляващият сигнал не е масата на въздуха, а ъгълът на завъртане на дроселната клапа.

Освен желания въртящ момент на двигателя има две допълнителни изисквания. На първо място силата на детонацията трябва да бъде задържана в ниски нива за да осигурим там да няма опасна или разрушаваща детонация. На второ място, двигателят да е обзаведен с трипътен каталитичен неутрализатор и по тази причина винаги трябва да бъде поддържан стехеометричен състав на въздушното отношение.

Блокът за управление на двигателя трябва да избере комбинацията, която осигурява най-висок к.п.д. на двигателя, като сведе до минимум разхода на гориво. Произтичащия оптимизационен проблем може да бъде записан:

$$x = \operatorname{argmax}_{r_C, \theta, m_B, m_\Gamma} \eta(r_C, \theta, m_B, m_\Gamma) \quad (2)$$

при условие, че  $\begin{cases} M(r_C, \theta, m_B, m_\Gamma) = M_{des} \\ I_{knock}(r_C, \theta, m_B, m_\Gamma) \leq I_{limit} \\ \frac{m_B}{m_\Gamma} = \alpha_{CT} \end{cases}$

където  $I_{limit}$  определя най-високата допустима сила на детонацията.

Оптимизационният проблем, погледнат отблизо

Като първа стъпка е полезно да изключим ограничаващото условие на въздушното отношение, което определя точно масата на горивото за масата на въздуха. То ще бъде изключено от оптимизацията като масата на горивото е заместена със следния израз:

$$m_\Gamma = \frac{m_B}{\alpha_{CT}}.$$

Това намалява броя на свободните променливи на три.

В следващата стъпка е изследван коефициентът на полезно действие на двигателя. Той се определя като отношението на произведената работа и внесената енергия.

$$\eta = \frac{W}{Q_{supplied}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_r \cdot M}{q_{HV} \cdot m_{\Gamma II}}, \quad (3)$$

където  $q_{HV}$  е калоричността на горивото, а  $n_r$  е броят на завъртанията на колянвия вал за един цикъл на двигателя. Впръскването гориво по време на един цикъл на двигателя е:

$$m_{ГЦ} = \frac{n_r}{N} \cdot m_r = \frac{n_r}{N} \cdot \frac{1}{\alpha_{CT}} \cdot m_B \quad (4)$$

Внесената енергия е пропорционална на масата на въздуха и не зависи от степента на сгъстяване и ъгъла на изпреварване на запалването. Това може да бъде изразено като:

$$Q_{\text{supplied}} = f(N, \alpha) \cdot m_B,$$

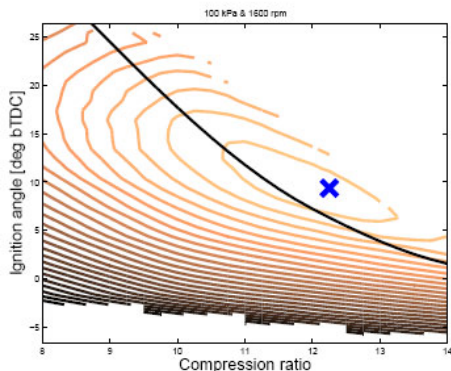
където  $f(N, \alpha) > 0$ . Като следствие от ограничението на въртящия момент в (2), числителят от (3) трябва да остава постоянен по време на промените в управляващия сигнал. И така може да заключим, че оптимизационният проблем има същото решение като (2) и е лесна задача за решаване.

$$\begin{aligned} x = \operatorname{argmax}_{r_C, \theta, m_B} \quad & m_B \\ \text{при условие че} \quad & \begin{cases} M(r_C, \theta, m_B) = M_{\text{des}} \\ I_{\text{knock}}(r_C, \theta, m_B) \leq I_{\text{limit}} \end{cases} \end{aligned} \quad (5)$$

Тази формулировка е вярна, тъй като максималния к.п.д. съответства на минималния разход на въздух и гориво.

Въртящият момент на двигателя се увеличава с увеличаване на масата на въздуха, степента на сгъстяване и ъгъла на изпреварване на запалването трябва да бъдат избрани така, че да увеличават въртящия момент колкото е възможно, позволявайки най-голямо намаление на масата на въздуха. С други думи, ако  $m_B^*$  е решението в (5) за масата на въздуха, решенията на степента на сгъстяване  $r_C^*$  и ъгъла на изпреварване на запалването  $\theta^*$  също отговарят на

$$\begin{aligned} \{r_C^*, \theta^*\} = \operatorname{argmax}_{r_C, \theta} \quad & M(r_C, \theta, m_B^*) \\ \text{при условие че} \quad & I_{\text{knock}}(r_C, \theta, m_B^*) \leq I_{\text{limit}} \end{aligned} \quad (6)$$



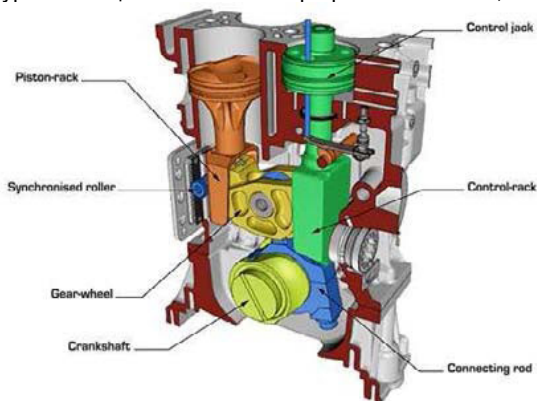
Фиг. 2.

Условието за силата на детонацията дели определянето на степента на сгъстяване и ъгъла на изпреварване на запалването на две: приемлива и неприемлива област. Ако максималния к.п.д. се намира във приемливата област, тези координати са също решения на (2). Но ако максималния к.п.д. е в неприемливата област, решенията се намират на границата между двете области, допусайки че  $\eta(r_c, \theta)$  е плавен и вдлъбнат.

На фиг. 2. са показани контурите на к.п.д. на двигателя и границата на силата на детонацията. Оптималната комбинация на степента на сгъстяване и ъгъла на изпреварване на запалването е извън работната област (граница на детонация). Това преобразува проблема в намиране на оптималната комбинация  $(r_c, \theta)$  в границите между двете области. Формулировката (6) показва, че главните елементи за оптималния контрол на горивото при двигател с променливо сгъстяване са ограничаването на детонацията и моделираният въртящ момент.

Има много въпроси, на които трябва да се отговори, ако целта е да направим пълна управляваща система на двигателя с контрол на степента на сгъстяване, момента на запалването, количеството на въздуха и горивото. Ще отбележим промяната на работния обем на двигателя, когато управляващата система контролира степента на сгъстяване и точния момент на подаването на искрата, реализирайки най-малък разход на гориво. Примери за други интересни въпроси са: при ниски натоварвания, където оптималният избор на степента на сгъстяване е максимално несъответстващ на ъгъла на изпреварване на запалването, може да бъде използван стандартният регулатор на максимален спирачен момент. При много високи натоварвания, където силата на детонацията налага избора на степента на сгъстяване да е минимален, регулаторът може да използва стойностите на въздушно отношение като допълнителен управляващ сигнал.

От анализа на кинематиката на двигателя с променлива степен на сгъстяване на фирмата SAAB следва, че положението на коляновия вал при ГМТ се променя със степента на сгъстяване, между  $\theta \approx -0,5^\circ$  при  $r_c = 14$  и  $\theta \approx -2,5^\circ$  при  $r_c = 8$ . Това налага корекция на програмата за управление на оптималния ъгъл на изпреварване на запалването в зависимост от действителната степен на сгъстяване. Този недостатък не съществува при схемата със зъбен предавателен механизъм. Освен това този механизъм позволява индивидуално по цилиндри управление на степента на сгъстяване. Съществуващият прототип на такъв двигател МСЕ-5 (Фиг. 3.) осигурява мощност от 160 kW при работен обем 1,5 литра.



Фиг. 3.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Ylva Nilsson. Modelling for Fuel Optimal Control of a Variable Compression Engine. PhD thesis, Linkoping University, Sweden, 2007.
2. <http://www.mce-5.fr>. The VCR MCE-5 engine.
3. J. Heywood. Fundamentals of Internal Combustion Engines. 1988

**За контакти:**

Красимир Марков, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Специалност “Двигатели с вътрешно горене”, e-mail:owen\_13@abv.bg

Доц. д-р инж. Христо Станчев, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Катедра „Двигатели с вътрешно горене”, тел.: 082-888 275, e-mail:hstanchev@ru.acad.bg.



## Електромобили за градски условия

Тодор Жеков, дипломант, специалност ТТТ

Ръководител: доц. д-р Росен Иванов

**Electric cars for city transport:** This paper presents the development of the electric cars in the past, now and in future. Some interesting existing models of electric cars are showed whit their short characteristics. A generalization is done at the end of paper.

**Key words:** electric car, electric drive

### 1. ОБЩИ СВЕДЕНИЯ ЗА ЕЛЕКТРОМОБИЛА

Идеята за използване на електрическа тяга в транспортните средства не е нова. Автомобилите и електромобилите са се появили едновременно [1]. Първият електромобил е бил създаден през 1873 г. от Роберт Дейвидсон в английския град Абърдийн. Първият работоспособен електромобил е създаден през 1880 год. в Франция. Към края на 19 век се изработват серия електромобили с усъвършенствани оловни акумулаторни батерии.

Някои снимки от стари и забравени първи модели електрически коли са показани на фиг.1.



Фиг.1

Преимствата на задвижването с електромотор, захранван от батерия, били очевидни — никакви вибрации, пушеци и трясък на зле пасващи елементи от конструкцията и изключително високо КПД в сравнение с всички останали двигатели. Първият електродвигател за лек автомобил бил построен от англичанина Старлей през 1888 г., но едва през 1893 г. Жанто и Рафорд получили удовлетворителен резултат електромобил. Той имал две батерии с общо тегло 420 kg., а всяка батерия имала капацитет от 200 Ah. Мощността на двигателя достигала 2,5 kWh при 1300 min<sup>-1</sup>. От тук на татък електромобилите отбелязали бърз и напруго зашеметяващ прогрес. Най-впечатляващите постижения на автомобилите с електродвигатели били по отношение на скоростта. Още през 1897 г. успявали с летящ старт да преминат отрязък от пет мили под 9 минути.

През периода 1910 – 1920 год. в градовете на САЩ са се експлоатирали повече електрофургони, отколкото автофургони. Скоростта на движение на машините е била по-малка от 50 km/h. За движение на среден пътнически автомобил е бил необходим двигател с мощност около 5 kW и запас от енергия около 10 kWh. Към 1912г. броят на електромобилите достигнал над 20 000. Обаче интересите на потребителите все повече се насочвали към автомобилите с ДВГ.

След време социалните и техническите фактори дават предимство на автомобилите. Източника на енергия за автомобилите — нефтът, се получава сравнително лесно и евтино. Транспортът му е удобен. Показателите на двигателя с

вътрешно горене бързо се подобряват, а конструкцията му се усъвършенства. Запасът от енергия в автомобила достига до 150 kWh, а мощността на двигателя с вътрешно горене надвишава 5 kW. Дългите преходи за тях не са проблем. За да достигне тези показатели, електромобилът се нуждае от акумулаторна батерия, тежаща няколко тона. Тази разлика между потребностите на електромобила и възможностите на акумулаторните батерии все повече се е увеличавала, което предопределило излизането от употреба на возилата с електрическа тяга.

С увеличаването на населението на Земята и поради научно-техническата революция консумацията на енергия от човечеството нараства с високо темпо. Консумацията на нефт се е качила до 10 хиляди пъти, затова хората започват да бягат към алтернативни горива.

Електромобилът е автономно транспортно средство, задвижвано от електродвигател. Електроенергията за задвижване се получава от химичен източник на ток – акумулаторна батерия или електрохимичен генератор. Функционалната схема на електросистемата на електромобила съдържа следното: източник на електрически ток; електродвигател, устройство за регулиране честотата на въртене на тяговия електродвигател; контролно-измерителни уреди; системи за зареждане от външен източник; допълнително електрообзавеждане. Ефективността на електромобила зависи преди всичко от правилния избор и конструкцията на неговата електросистема.

## 2. ЕЛЕКТРОМОБИЛИТЕ ДНЕС

В автосалон Париж бе представен прототип на бъдещ масов електромобил, наречен ВО, който е показан на фиг.2 [2]. С едно зареждане той може да измине 250 km, а жизненият цикъл на батерията е над 200 хиляди километра. При това ускоряването от 0-100 става за 6,3 sec., а максималната скорост на движение е електронно ограничена на 130 km/h.



Фиг.2

Британците предпочитат електромобила, дали поради непрекъснато покачващите се цени на петрола, или поради загриженост за околната среда, 71% от шофьорите биха сменили колата си с електрическа.



Фиг.3

General Motors представи електрическия модел Chevrolet Volt (фиг.3) [3], който може да измине 40 мили само с едно зареждане. Концептуалният Volt се различава от всички досегашни електромобили благодарение на своята новаторска система за задвижване E-Flex. Основните звена в E-Flex са литийно-йонни акумулаторни батерии.

Конкурентната компания Ford мисли да произведе малък електромобил, който ще изминава 100 miles с едно зареждане както и plug-in хибрид. Ще предложи и електрически ван. В България ще се произвеждат електромобили. Ако всичко се развива по план по българските пътища могат да бъдат тествани вече готовите прототипи с електрическо задвижване от Япония, САЩ и Италия. Първоначалните изпитания ще се направят с по-традиционните и готови за серийно производство литиево-йонни батерии. С едно зареждане с тях могат да бъдат изминати около 100-150 km. Следващата генерация батерии за по-дълъг преход са все още в процес на разработване. След като работата по тях приключи, те ще могат да осигурят преход от близо 500 km само с едно зареждане. Още едно предимство на високотехнологичните батерии е, че те могат да бъдат заредени само за петнадесет



Фиг.4

минути до 80% от капацитета си. Близко 100 електро-Smart в момента се тестват в Лондон.

Renault [4] предвижда да започне производството на електромобили, показан на фиг.4, които могат да изминат с едно зареждане от 150 до 200 km. Едно зареждане отнема около 30 min., а батериите са литиево-йонни.



Фиг.5

Британското подразделение на компанията Tatax произвежда първият автомобил, който е електрическата версия на модела Indica, даден на фиг.5 [5]. Електрическата "Indica" може да се ускори от място до 100 km/h за девет секунди, максималната скорост е 110 km/h., а максималният пробег с едно зареждане е 200 km. Енергията се осигурява от литиево-йонни батерии норвежка разработка с капацитет 25 kWh. Те се зареждат от електрическата инсталация за осем часа. Акумулаторите са с тегло 230 килограма, разположени са в задната част на автомобила (на мястото на резервоара), което гарантира балансирано разпределение на общото тегло на колата.

Китайци показаха уникални модели електромобили в Детрой. Един от тях е седанът BYD F6 DM изцяло електрически. Батерията Fe, конструирана от същата компания позволява на семейния седан да изминава 249 miles с едно зареждане. Зареждането на 50% е само за 10 минути, а следващите 50% за половин час. Батерията подлежи на пълно рециклиране, а ускорението на автомобила до 100 km/h ще отнема по-малко от осем секунди благодарение на въртящия момент от 550 Nm.



Фиг.6

Другият е моделът EB показва на фиг.6 [6]. Той представлява plug-in двурежимен хибрид, който получава енергията си от ултралеки, отново подлежащи на пълно рециклиране литиево-йонни фосфатни батерии, които освен това не съдържат никакви тежки метали. Зареждат се за 10 минути, но на специални места, предназначени за целта. Ползва 120-kW (над 160 PS) електрически мотор, позволяващ на колата да измине 100 km на електрически режим с едно зареждане.



Фиг.7

„Michelin” също се включва в разработването на електромобили. Автомобилът представлява компактен хечбек пет врати, приличащ на „Opel Agila” показан е на фиг.7. Изненадата идва когато бъде отворен предният капак, под който няма нищо. Двата електромотора, които задвижват „Wheel” [7], са скрити във вътрешната страна на колелата, където са събрани също електрическите амортизатори, компонентите на активното окачване и спирачните апарати. В дългия 3,70 m „Wheel” има място

за до петима пасажери и прилично количество багаж. С едно зареждане на батерията колата изминава между 150 и 400 km, в зависимост от монтирания електрически модул.

Друг електромобил на „ Michelin” е Volage показан на фиг.8 [8].



Фиг. 8

Полимер-литиевите батерии могат да осигурят пробег до 320 km, ако се поддържа скорост от 90 km/h. Теглото на акумулаторите е 350 kg, като те имат живот от 1500 зареждания.

Новият електромобил Mini E е двуместен, използващ на 100% електричество. Вместо задни седалки поставят 5088 презареждащи литиево-йонни клетки, които захранват електромотор с мощност от 204 PS и осигуряват пробег от около 240 km с едно пълно зареждане. Максималният въртящ момент е 220 Nm и се предава към предните колела почти безшумно и без отделяне на вредни емисии. Колата ускорява от 0 до 100 km за 8,6 sec, а максималната скорост е електронно ограничена до 152 km/h.



фиг.9

Електромобилът на "Kamper" ще се казва "Lotus", ( фиг.9 ) [9] ще е с дължина 1.3 m, ширина — 1.4 m и височина 1,55 m. В колата ще се влиза през предното стъкло, което ще се отваря нагоре и назад. Освен с място за двама души микроавтомобилът има и малък багажник.

Норвежката фирма Тинк ще произвежда електромобил модел Th!nk Ох, показан



фиг.10

на фиг.10 [10], който е четириместен и може да измине около 175 km между две зареждания на батериите. Двигателят е с мощност 60 kW. Тази мощност е достатъчна за да подsigури добра динамика на Ох, като ускорението от място до 100 km/h е за 8.5 sec. Собственото тегло на Th!nk Ох е около 1650 kg. Той е с предно задвижване и е изцяло на електроенергия, доставяна от батериите на колата. Автомобилът има слънчеви батерии на покрива, които са достатъчни



фиг.11

през лятото да захранват климатика и аудиосистемата. Ускорява се от 0 до 100 km/h за 8,5 sec и развива максимална скорост 135 km/h.

Триколесният електроавтомобил Alias, показан на фиг.11 [11] е двуместен и развива максимална скорост от 168 km/h. Ускорява се от 0-60 мили за 7,7 sec и ще изминава 160 km. С едно презареждане. В допълнение на необичайния си външен вид, триколесният електромобил е получил отварящи се

нагоре врати, тип Lambordghini и сателитна навигация. Максималната скорост на електромобила, разработен съвместно с британския автопроизводител Lotus, е 251 km/h.



Фиг.12

Електромобила Nissan Nuvu, показан на фиг.12 [12] е най-новият прототип на японска компания. Nuvu предлага 2+1 места и е дълъг само 3 m. С едно зареждане може да измине 125 km, а максималната му скорост е 120 km/h. Батериите му са от ново поколение и имат живот над 5 години и над 1000000 km. За 10-20 min автомобилът може да се зареди достатъчно, за да се предвижи собственикът му до желаното място.

Пълното зареждане отнема около 3 часа. Подът е от дървесина, подобна на ламинирания паркет, и е покрит с гума от рециклирани автомобилни гуми за по-голяма стабилност. Куполообразното купе осигурява отлична видимост във всички посоки, а автомобилът е много маневрен, за да се улесни придвижването в градски условия. При движението си назад в помощ на водача е камера за едно виждане и голям екран. В покрива му са вградени слънчеви батерии.

Новият модел Eliica разполага с осем задвижващи колела. Всяко колело се задвижва от собствен електромотор с мощност-80 PS. Ускоряването до 100 km. Става само за 4,0 sec. С едно зареждане на батерията може да измине 200 km.



Фиг.13

Компактният i-MiEV ще бъде първият електромобил на Mitsubishi, показан на фиг.13 [13]. Той ще има максимална мощност 63 PS идваща от електромотора задвижван от 330 V литиево-йонна батерия. Изминава 160 km с едно зареждане. Пълното зареждане на батерията става за около 7 часа. В купето има място за четирима души и малко багаж.

Mitsubishi Motors [14] представи първия в света електромобил, който се зарежда с енергия от вятъра (фиг.14). Освен електрически двигател този екологично чист



Фиг.14

Седан е снабден и със слънчеви батерии, които застилат покрива и позволяват на колата да се до зарежда, когато се намира на открито. Най-необичайният елемент е разположен на предната решетка и представлява вентилационна система, която при спирането преобразува енергията на настреления вятър в електричество. С едно зареждане електромобила изминава 200 km, а максималната скорост е 180 km/h.

Италианците създадоха такси без шофьор. Колата е напълно автоматизиран електромобил. Машината може да бъде бъдещето на обществения транспорт. Тя се придвижва по зададено направление в рамките на града максимум на 100 метра. Разработката е наистина революционна.

### 3. ОБОБЩЕНИЕ

Само след няколко години изрази като „сипи догоре“ и „двайсет литра 95“ вероятно ще са архаизми. Водещите автомобилни производители вече осъществяват своите планове за масово производство на електромобили, които ще се зареждат в електрическата мрежа. На пръсти се броят серийно произвежданите в света електромобили, като в повечето случаи става въпрос за миниатюрни автомобилчета, направени на база на колички за голф, които се използват най-вече в града. Още по-голяма рядкост са електромобилите с параметри, подобни на нормален автомобил. Естествено става дума за специално проектирани електромобили, а не конвертирани от нормални серийни автомобили с ДВГ. За тях са предвидени всички екстри и удобства, които сега предлагат нови модели на световните автопроизводители, като безключов достъп до автомобила, спътникова навигация, запаметени електронастройки на седалките и огледалата и достъп до интернет. Типичен слънчев панел с площ 1 кв.м, изложен на пряка слънчева светлина, ще произвежда мощност 120W. Произвеждат се слънчеви батерии, които могат да се печатат на метализирано фолио. Енергийната ефективност на автомобила може да се подобри с 29%. к.п.д. на слънчевите батерии достига 42,8%.

Почти всички фирми, производители на автомобили, залагат на производството на електромобили.

Сега и в бъдеще ще се залага на високоволтовите (330V) литиево-йонните батерии, които с едно зареждане осигуряват пробег от 160 до 400 км. В новото поколение батерии ще бъдат отстранени основните недостатъци на сегашното поколение – лесно възпламеняване при висока температура или удар и сравнително кратък живот.

Доказано е, че 95% от използването на автомобилите са свързани с пътувания, които не са по дълги от 100 km на ден. Останалата огромна маса автомобилисти използва колите си от време на време и за по-дълги семейни пътувания през уикенда и ваканцията. Шумът и замърсяването на околната среда в населените места непрекъснато нараства.

Спазването на изискванията за намален шум при електромобилите е значително по-лесно, тъй като по-голямата част от основните източници на шум в автомобила при електромобила липсват. Масовото използване на електромобили до голяма степен решава проблема за намаляване на шума. В някои специализирани заведения: болници, аерогари, обществени заведения и други използването на електромобили напълно отстранява транспортния шум.

Там, където движението на автомобила е интензивно и е съпроводено с чести спирания и потегляния, с продължителна работа на празен ход и други неикономични режими, замърсяването е особено голямо. Липсата на естествена циркулация на въздуха при гъсто застроени улици допълнително спомага за повишаване на концентрацията на вредни вещества. С използването на електромобила като транспортно средство замърсяването на околната среда намалява.

### 4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Косев К. Електромобили. София, Техника, 1979
- [2] [http://www.dnevnik.bg/skorost/2008/10/20/567820\\_pininfarina\\_i\\_bolore\\_praviat\\_suvmes\\_ten\\_elektromobil/](http://www.dnevnik.bg/skorost/2008/10/20/567820_pininfarina_i_bolore_praviat_suvmes_ten_elektromobil/)
- [3] <http://www.topcars.bg/news.php?id=349>
- [4] <http://ecomedia.bg/news/world-news/article/959>
- [5] [http://www.dnevnik.bg/skorost/2008/12/07/595627\\_tata\\_razraboti\\_elektromobil/](http://www.dnevnik.bg/skorost/2008/12/07/595627_tata_razraboti_elektromobil/)
- [6] <http://news.expert.bg/?id=215021>
- [7] <http://ecobusiness.dnevnik.bg/show/?storyid=561766>
- [8] <http://ecobusiness.dnevnik.bg/show/?storyid=561766>

- [9] [http://www.dnevnik.bg/skorost/2006/12/28/302129\\_ispanska\\_kompaniia\\_za\\_obuvki\\_pra\\_vi\\_mini\\_elektromobil/](http://www.dnevnik.bg/skorost/2006/12/28/302129_ispanska_kompaniia_za_obuvki_pra_vi_mini_elektromobil/)
- [10] [http://news.ibox.bg/news/id\\_1751343230](http://news.ibox.bg/news/id_1751343230)
- [11] [http://www.epochtimes-bg.com/2008-01/2008-02-10\\_01.html](http://www.epochtimes-bg.com/2008-01/2008-02-10_01.html)
- [12] <http://news.automedia.bg/read/5175.html>
- [13] [http://www.dnevnik.bg/skorost/2009/02/11/673374\\_da\\_shofirash\\_budeshteto\\_dnes](http://www.dnevnik.bg/skorost/2009/02/11/673374_da_shofirash_budeshteto_dnes)
- [14] [http://www.lev.bg/view\\_article.php?article\\_id=10131](http://www.lev.bg/view_article.php?article_id=10131)
- [15] <http://ev-bg.com/wordpress1/archives/6>

**За контакти:**

Тодор Жеков, Русенски университет “Ангел Кънчев”, специалност “Транспортна техника и технологии”, е-mail: [todor\\_zhekov\\_rs@abv.bg](mailto:todor_zhekov_rs@abv.bg)

Доц. Росен Иванов, Русенски университет “Ангел Кънчев”, катедра „Автомобили, трактори и кари“, тел.: 082-888 528, е-mail: [rossen@ru.acad.bg](mailto:rossen@ru.acad.bg)



## Особености и тенденции в развитието на системите за директно впръскване в бензиновите двигатели

автор: Тихомир Григоров  
научен ръководител: гл.ас. д-р Кирил Хаджиев

*Charcteristics and tendency in the development of direct injection SI engine: In this paper are described characteristics of fuel systems and developoment of direct inection SI engines.*

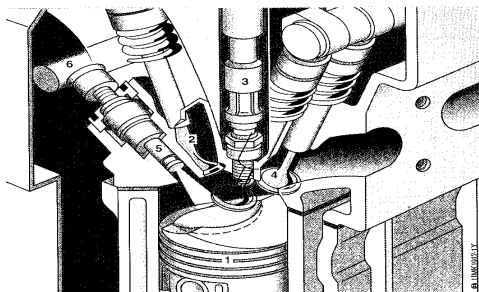
**Key words:** fuel system, gasoline direct injection engine, stratified charge.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Бензиновите двигатели имат значително висок разход на гориво при работа на частични натоварвания и празен ход. Един от най-ефективните методи прилагани за подобряване на мощностно-икономическите им и екологични характеристики е преминаване към работа с бедни смеси, при което намаляват помпените загуби, горивото изгаря по-пълно, намаляват топлинните загуби от топлообмен и високотемпературна дисоциация на продуктите на горене [1, 3, 4]. При по-силно обеднените хомогенни смеси с въздушно отношение  $\alpha > 1.3$ , се появяват пропуски в запалването и непълно горене, с което значително се влошават показателите им. Границите на обедняване, обаче могат да бъдат разширени в много по-голяма степен чрез слойно смесообразуване, при което към момента на възпламеняване, около запалителната свещ е необходимо да е попаднала стехиометрична или обогатена горивна смес, а в отдалечените обеми силно обеднена или дори само въздух. Така ще има надеждно възпламеняване, без пропуски в горивния процес, при значителен излишък на въздух [1, 4].

### ИЗЛОЖЕНИЕ

Идеята за работа с разслоен заряд не е нова и през годините е намерила реализация чрез прилагането на различни методи. Към настоящия момент усилените изследвания се провеждат с директно впръскване на бензина в цилиндъра или в горивната камера. Разслояването на заряда се постига чрез въвеждане на горивото в края на съгъстяването, така че да се образува горивна смес само в околността на запалителната свещ [3, 6, 7, 9, 10] (фиг.1).



Фиг.1. Двигател с директно впръскване на горивото: 1 – бутало  
2 – пълнителен клапан, 3 – искрова свещ, 4 – изпускателен клапан, 5 – дюза



Според много изследователи [1, 3, 5, 8], теоретическите предимства от приложението на такава организация на смесообразуване са:

1. Подобрене горивната икономичност до 25% [1], а според [4] до 30% вследствие на:
  - намаление на помпените загуби
  - намаление на топлинните загуби
  - възможност за работа с по-висока степен на сгъстяване
  - отпадане необходимостта от преобогатяване на сместта при студен старт
  - прецизно регулиране на въздушното отношение
2. Намалени емисии  $\text{CO}_2$
3. По-лесно стартиране
4. Намалени емисии  $\text{CH}$  при студен старт

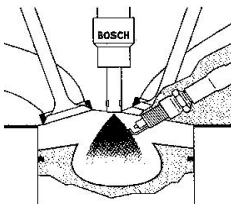
Приложението на директно впръскване на бензина е съпроводено с редица проблеми:

1. Трудност в управление разслояването за различните товарни и честотни режими
2. Увеличени емисии  $\text{CH}$  при малки товари
3. Сравнително високи емисии  $\text{NO}_x$
4. Увеличено количество сажди

Посочените недостатъци произтичат от особеностите в организацията на процеса на разслояване. Сложността в получаването на разслоен заряд се дължи на две основни причини: краткия интервал от време за подготовка на сместа преди възпламеняването и трудността да се използват сложното турбулентно движение на въздуха и динамиката на горивния факел. Това поставя редица значителни изисквания към системата за впръскване.

Въвеждането на горивото трябва да протече за  $20\text{--}30^\circ$  по ъгъл на завъртане на колянвия вал в среда с налягане над 1 МПа. Също така, за ъгъл от  $30\text{--}60^\circ$ , то трябва да се изпари и да се смеси с точно определен обем въздух. Допълнително изискване към системата е да може да преминава към хомогенно смесообразуване при работа на максимални натоварвания, като впръскването се осъществява все по-рано в такта пълнене.

Голямо влияние имат турбулентните потоци в цилиндъра. Турбуленцията спомага за по-бързото смесване на горивото и въздуха, но въздушния поток трябва да е така ориентиран, че новообразуваната се смес да попадне в обема до запалителната свещ. В зависимост от начина на съчетание на динамиката на горивния факел и въздуха в цилиндъра се различават два основни типа слоино смесообразуване. При струйно управляемия, (фиг.2), по-голямо влияние има горивния факел.

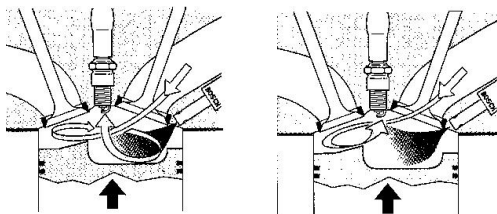


Фиг.2. Струйно управляемо смесообразуване

При този процес горивото се впръсква в околността на запалителната свещ, където се изпарява и смесва с въздуха. За да има надеждно възпламеняване е

необходимо прецизно да се определи положението на дюзата и свещта. Като недостатък се посочва шоковото термично натоварване на последната, тъй-като при впръскването, капки гориво попадат върху електродите и, като рязко я охлаждат.

Втория тип е стенно управляем, при който челото на буталото се изработва с такъв профил, че да се получи отразено от него движение на горивото или въздуха (фиг.3). Недостатък при него е повишеното отделяне на СН поради абсорбция на гориво от нагара върху стената.

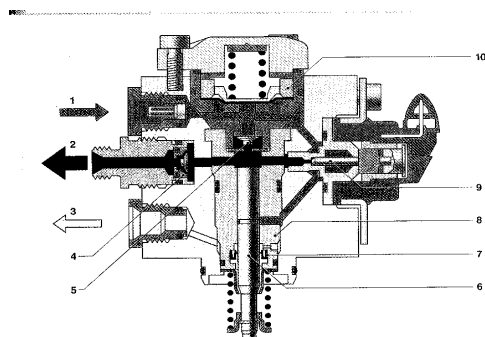


Фиг.3 Варианти на стенно управляемо смесообразуване

При работа с максимално натоварване (хомогенно смесообразуване) и честота  $n=6000\text{min}^{-1}$  времето за впръскване е 5ms, а при празен ход – 0,4ms. Тези изисквания налагат системата да осигурява високо налягане на впръскване (3-13MPa); горивния факел да е с голям ъгъл на конуса и малка далекобойност; много малък среден диаметър на капките за бърза изпаряемост; сигурност срещу вторично впръскване и прокапване на разпръсквача.

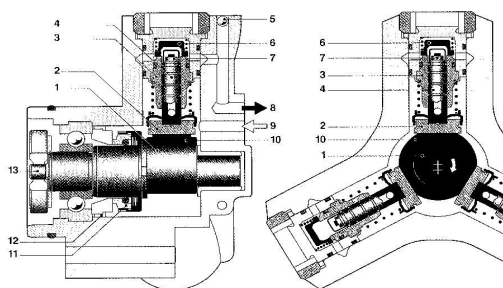
Горивото се подава под налягане от две помпи: електрическа ролкова за ниско налягане (0,3–0,5 MPa) и бутална за високо налягане (5–12 MPa). При първоначално пускане на двигателя впръскването протича в такта пълнене с ниско налягане, осигурено от електрическата, а след това от буталната, като първата вече работи като горивоподаваща.

Помпите за високо налягане се изработват като еднобутални (фиг.4) и многобутални (фиг.5).



Фиг. 4. Еднобутална помпа за високо налягане HDP2: 1- вход на горивото от ел. помпа, 2- изход високо налягане, 3- гориво от пропуски към резервоара, 4- нагнетателен клапан, 5- входен клапан, 6- бутало, 7- уплътнение, 8- цилиндър, 9- клапан за регулиране на количеството, 10- ресивер

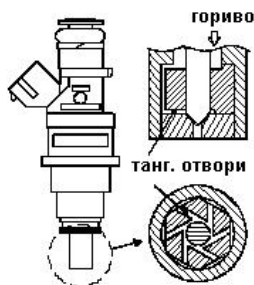
Еднобуталните помпи се задвижват директно от разпределителния вал и се монтират обикновено в цилиндровата глава.



Фиг.5. Многобутална помпа HDP1: 1- ексцентриков вал, 2- плъзгач, 3-цилиндър, 4- бутало, 5- пробка, 6- нагнетателен клапан, 7- входен клапан, 8- изход високо налягане, 9- вход гориво, 10- ексцентриков пръстен, 11и12- аксиално уплътнение, 13- вал

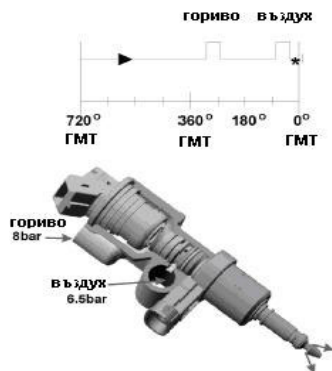
Предимство на многобуталните помпи е, че подаваното гориво е с пренебрежимо малки пулсации.

Дюзите за директно впръскване са електромагнитни и се управляват от електронен блок. В последно време усилено се провеждат изследвания с използване на завихрящи разпръсквачи [2] (фиг.6).



Фиг.6. Дюза с завихрящ горивото разпръсквач

За да може двигателят да работи без дроселна клапа, горивото се впръсква малко преди възпламеняването, но при някои режими то може да не успее да се изпари и смеси с въздуха. В тези случаи има повишено отделяне на въглеводороди СН и дори сажди. За отстраняването на този недостатък някои изследователи използват състен въздух за впръскването, което променя изцяло горивната уредба. Налягането на въздуха е 0,6-0,7 МПа и се осигурява от малък компресор, а на горивото 0,8 МПа. Дюзата има два електромагнитни клапана (фиг.7). Първият клапан дозира количеството гориво подавано към втория и по конструкция е еднакъв с дюзите за впръскване в пълнителния колектор. Разликата в налягането на входа и изхода му се поддържа постоянна – 0,1-0,15 МПа. Вторият електромагнитен клапан е за директното въвеждане на горивото посредством въздуха в горивната камера.



Фиг.7.Дюза за директно впръскване с въздух

Продължителността му на впръскване не оказва влияние на количеството на горивото, тъй като то се определя от първата дюза.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С директно впръскване на бензина може да се постигне устойчива работа на двигателя при частични натоварвания с високи ефективни и екологични показатели, ако елементите от горивната апаратура имат подходящи характеристики.

Далекобойността и ъгъла на конуса на горивния факел, диаметъра на капките гориво и момента на впръскване, зависят от типа на горивната уредба и оказват най-голямо влияние върху работата на двигателя.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Жегалин О. Лупачев П., Снижение токсичности автомобильных двигателей, Москва "Транспорт" 1985
  - [2]. Carlisle H., The Effect of Fuel Composition and Additive Content on Injector Deposits and Performance of Air Assisted DISI Research Engine, SAE Technical Paper 2001-2030.
  - [3]. Cheng J., A Study of Homogenous Ignition on Combustion Processes in CI, SI and HCCI Engine, D. Thesis, Drexel University, 2005
  - [4]. Dober G., Geometric Control of Hydrocarbon Emissions, Ph Thesis University of Melbourne, 2002
  - [5]. Gomez A., Reinke P., Lean Burn: A Review of Incentives, Methods and Tradeoffs, SAE Paper 0148-7191/88/0229-0291
  - [6]. Kato S., Onishi S., New Mixture Formation Technology of Direct Fuel Injection Stratified Charge SI Engine, SAE Technical Paper 881241
  - [7]. Tomoda T., Kubota M., Shimizu R., Numerical Analysis of Mixture Formation of a Direct Injection Gasoline Engine, COMODIA 2001
  - [8]. Walzer P., A New Exhaust Emission Concept, SAE Technical Paper 0148-7191/88/0229-0291
  - [9]. Witky J., Schichtladung und Luftverunreinigung bei Verbrennungsmotoren, MTZ, 1972, 33, №4, 151-155
- Worth D., Yang K., Air Assist Direct Injection- Fuel Economy with Global Emission Solutions, 2002, JSAE Spring Convention 20025359

## Избор и обосновка схемата на горивна хранителна система на учебен автомобил с вграден разходомер за течни горива

автори: Тихомир Радев, Красимир Петков  
научни ръководители: проф. д-р инж. Димитър Станчев, доц. д-р инж. Тотю Тотев

**Summary:** *An analysis of possibility for building into of flowmeter for liquid fuels in the fuel system of the training vehicle, working on diesel are performed. Also are reviewed and analyzed variants of schemes with one or two flowmeters. Some special features of the automobile are reported, that it's training vehicle and the emanative requirements of the possible methods, reporting typical work regimes. As a result it has been chosen a scheme for measuring fuel consumption with one flowmeter. Some preliminary experimental results are presented. Proposals, for using the results, have been made.*

**Key words:** *Training vehicle, measuring fuel consumption, scheme of linking of the flowmeter*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Работата на леките автомобили, предназначени за учебни цели по кормуване се характеризират с някои особености на режимите на работа, които се наблюдават само за този тип условия на използване. Освен чисто практически навици за управление, водачите е необходимо да придобиват и знания, навици и умения за екологично и икономично управление. На този въпрос през последните години започва да се обръща все по-голямо влияние. Различни програми на Европейския съюз предлагат разработването на образователни проекти, осигуряващи кандидат-водачите с такива умения, които те ще прилагат и след като започнат самостоятелно да управляват автомобила. Основание за придобиване на подобни знания, навици и умения са проблемите с енергийната ефективност на транспортните, земеделските, пътностроителните и други мобилни машини, потребители на горива [2,3,4,5,11,12,13]. Доказано е, че при правилно управление на режимите на работа на мобилните машини разходът на гориво при извършване на определена дейност може да се намали реално до 25% . Допълнително намаляване на разхода на горива може да се постигне чрез ограничаване на неконтролираното отклоняване на горива и за сметка на превантивната диагностика и възможността въз основа на това да се реализира навременно поддържането на мобилните машини в изправно техническо състояние и др

### ИЗЛОЖЕНИЕ

За да се създадат условия за провеждане на такова обучение на бъдещите водачи е необходимо да се изследват режимите на работа на учебните машини в реални условия и след извършване на съответния анализ се направят необходимите препоръки за организацията на обучение с цел оптимизиране на процеса на придобиване на достатъчни за целта знания, умения и навици за икономично управление.

От анализа на учебната документация за подготовка на водачи на МПС се вижда, че режимите на работа и на движение на учебния автомобил могат да се обобщят в следните примерни групи:

1. Режим на запускане на двигателя при различно топлинно състояние на същия (загрят или студен).
2. Работа на двигателя при различни честотни режими на място в зависимост от външните температурни условия.
3. Режим на ускоряване с превключване на предавките при различна интензивност на движението.
4. Работа на различни предавки и при различни честоти на двигателя на дадена предавка.
5. Движение в градски условия.

6. Движение в извънградски условия.

7. Използване на различни системи за отнемане на мощност – климатик, генератор, светлини, горивоподаващи системи, вентилатор и др.

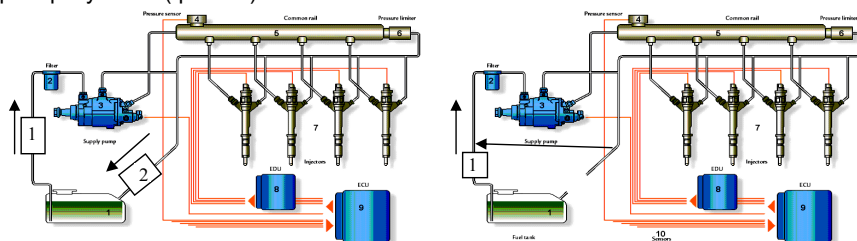
8. Други.

Този анализ макар и предварителен дава основание да се приеме, че режимите на работа на учебните автомобили са много и разнообразни, което води и до различни горивоикономически показатели. За да се уточнят данните за тези характерни режими на работа, което би дало възможност да се обърне и съсредоточи вниманието на обучаваните водачи върху проблемите на енергийната ефективност и на възможността за нейното подобряване е необходимо най-напред те да се регистрират и разкрият, а след това да се анализират и използват.

Ето защо целта на тази работа е чрез реализиране на постоянно вграждане на компютърна система за контрол на енергийната ефективност на мобилни машини в един учебен автомобил, базирана на директно измерване на разхода на гориво, да се изясни възможността за режимометриране на изследвания обект за един по-продължителен период от време.

Вграждането на разходомера в хранителната система на автомобила предполага да се изясни както схемата на свързването му, така и възможността за измерване на действително изразходеното гориво от двигателя [1,6,8].

По принцип при автомобили с хранителни системи с въртящо се в резервоара гориво това може да стане с два първични преобразувателя (фиг.1.а) или с един първичен преобразувател(ПП) и въртящо се гориво след първичния преобразувател (фиг.1.б).



Фиг.1. Принципи схеми на измерване и на свързване на разходомера в хранителната система на двигател с въртящо се в резервоара гориво: а – схема с два разходомера ; б – схема с един разходомер.

При използване на два разходомера изразходваното от двигателя гориво  $Q_D$  се определя като разлика между подаваното  $Q_1$  и въртящото  $Q_2$  се гориво [1]

$$Q_D = Q_1 - Q_2. \quad (1)$$

В този случай е установено, че грешката при измерване разхода на гориво на двигателя зависи в много голяма степен големината на този разход и от грешките на използваните разходомери.

Като се използва теорията на грешките абсолютната стойност на грешката на часовия разход  $\Delta Q_D$  на гориво на двигателя може да се изрази чрез относителните грешки на двата първични преобразувателя и съответните им дебити

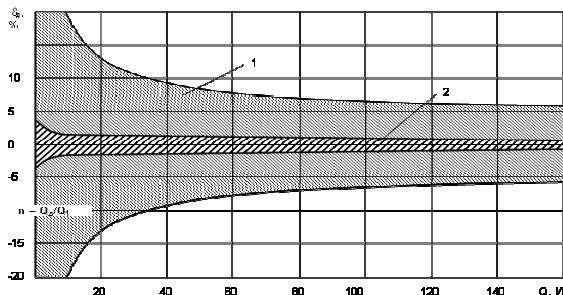
$$\Delta Q_D = \delta_1 Q_1 + \delta_2 Q_2, \quad l/h \quad (2)$$

където  $\delta_1$  и  $\delta_2$  са относителните грешки на двата ПП за разход на гориво.

Ако в (2) разделим лявата и дясна страна на дебити  $Q_D$  на изразходваното от двигателя гориво, за относителната грешка  $\delta_D$  от измерване разхода на гориво на двигателя се получава зависимостта

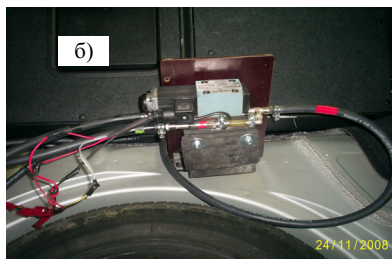
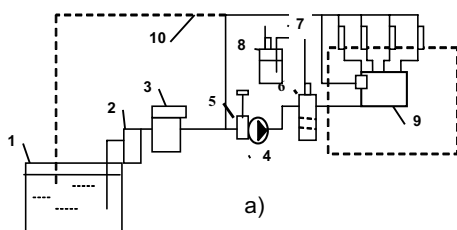
$$\delta_d = \frac{\Delta Q_d}{Q_d} = \frac{\delta_1 Q_1}{Q_d} + \frac{\delta_2 Q_2}{Q_d} \quad (3)$$

На фиг.2. са показани графични зависимости на грешката, при използване на един разходомер (кривата 2) и при използване на два разходомера (кривата 1), построена с използване на горната зависимост. От фигурата се вижда, че в зависимост от дебита на горивото потребявано от двигателя, грешката се изменя в много широки граници.. Установено, че грешката около минималните дебити може да достигне до 200% [1,8,9]. Тези проблеми с грешката са неблагоприятни даже за разходомери със сравнително висока точност (грешка около 1,5 -2,5%). Аналогични изводи са направили и други автори, поради което за измерване разхода на гориво се препоръчва да се използва схема на измерване с един разходомер. Този извод се налага особено за машини със сравнително малки дебити, каквито са леките автомобили.



Фиг.2. Изменение на грешката  $\delta_d$  при измерване разхода на гориво на двигателя от неговия дебит  $Q_d$  с два и с един първичен преобразувател: 1 – изменение на грешката при два ПП; 2 – изменение на грешката при един ПП.

На фиг.3 е показана реализираната схемата на вграждане на тазходомер тип РТГ 2 в хранителната система на учебен автомобил “Опел-Астра” и общият вид на реализираното вграждане.



Фиг.3. Схема на вграждане (а) на разходомер тип РТГ 2 в хранителната система на автомобила и общ вид (б) при монтирането му: 1- резервоар за гориво; 2 – груб филтър ; 3 - разходомер; 4 - основна горивоподаваща помпа; 5 - ръчна горивоподаваща помпа; 6 – фин филтър; 7 – тръбопровода за излишно гориво; 8 – обезвъздушител; 9 – горивна помпа за високо налягане ; 10 – тръбопровод за излишно гориво към резервоара.

### Резултати и първоначален анализ на данните от вграждането.

С описания по-горе “изследователски” учебен автомобил във фирма “ЦЕАН” се провежда обучение на водачи на МПС категория “В” по утвърдената за Република България програма. Експериментът е започнал на 24.11. 2008 г в гр. София и към 20.03.2009 г. наблюдението на автомобила и регистрацията на данните продължават. Общата продължителност на курса за един курсист е 31 часа практически упражнения в рамките на един месец. В таблица 1 са представени

данни за наименованието и продължителността на основните практически упражнения от програмата за обучение. Необходимо е да се има в предвид, че тези стойности са ориентировъчни и могат да се колебаят в определени граници в зависимост от индивидуалните качества на обучавания.

Таблица 1.

Основни теми от програмата за практическо обучение на кандидат-водители.

| № | Наименование на темата                         | Място на провеждане - градско, извънградско, полигон, | Продължителност, уч. часа | Необходим изминат път, км/уч. час | Разход гориво, норма, л/уч. час | Забележка        |
|---|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------|
| 1 | Потегляне и спиране                            | полигон                                               | 2                         | -                                 | 1,25                            |                  |
| 2 | Превключване на предавки и движение на п/з ход | полигон                                               | 2                         | 20                                | 1,25                            |                  |
| 3 | Разположение върху пътното платно              | извънградско                                          | 2                         | >20                               | 1,25                            |                  |
| 4 | Съобразяване на скоростта                      | извънградско                                          | 2                         | >20                               | 1,25                            |                  |
| 5 | Движение в града                               | градско                                               | 18                        | 15                                | 1,3                             |                  |
| 6 | Паркиране                                      | полигон                                               | 2                         | -                                 | 1,25                            | При необходимост |
| 7 | Движение по автомагистрала                     | автомагистрала                                        | 2                         | >20                               | 1,25                            | При възможност   |
| 8 | Изпит - вътрешен                               | градско                                               | 1                         | 15                                | 1,3                             |                  |

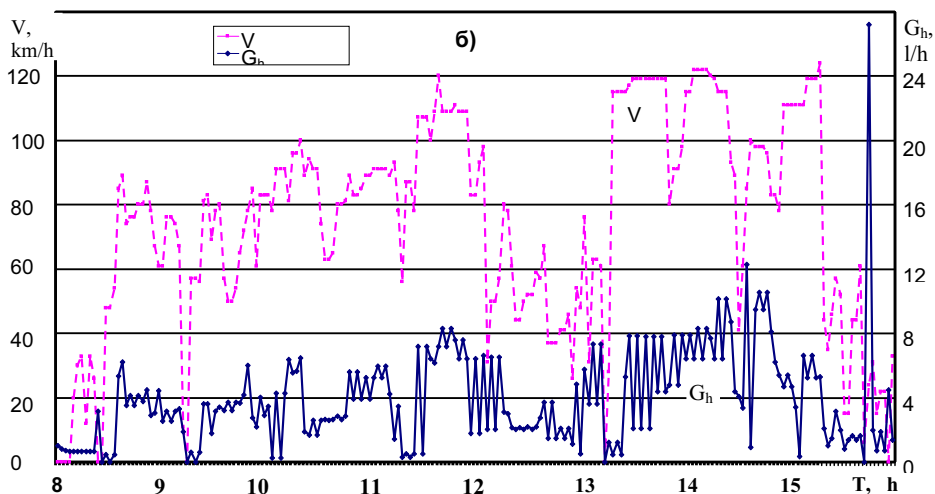
В таблица 2 са представени реални данни от използването на учебния автомобил в различни условия и режими на движение, в това число и за маршрути извън програмата на обучението. Събирането на такава информация дава възможност да се получат данни за горивоикономическите показатели на автомобила и при работа в условия, различни от учебните и да се сравняват с тези при използването му за учебни цели.

Таблица 2.

Регистрирани показатели на изследвания автомобил.

| Учебен автомобил Рег.№ СА 4853 ММ при движение по маршрут Новград - София |          |                                         |              |              |              |
|---------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| ДАТА 25/11/08                                                             |          | Период на движение от 07:55 до 15:47 ч. |              |              |              |
| Изминат път: 266 km; 14 l; 5.3/100km                                      |          | Тип на маневрата                        | път          | гориво       | разход       |
| час                                                                       | час      |                                         | $S_{\Sigma}$ | $Q_{\Sigma}$ | $Q_{\Sigma}$ |
| от                                                                        | до       |                                         | km           | l            | l/100 km     |
| 07:55:55                                                                  | 08:12:19 | работа на място                         | 0,1          | 0            | 0            |
| 08:12:19                                                                  | 08:51:56 | градско                                 | 1,1          | 0            | 0            |
| 08:51:56                                                                  | 10:41:45 | престой                                 | 0,1          | 0            | 0            |
| 10:41:45                                                                  | 11:01:25 | извънградско                            | 19,6         | 1            | 5,1          |
| 11:01:25                                                                  | 11:05:34 | градско                                 | 1,7          | 0            | 0            |
| 11:05:34                                                                  | 11:43:11 | загуба на следа                         | 0            | 0            | 0            |
| 11:43:11                                                                  | 11:47:57 | градско                                 | 3            | 0            | 0            |
| 11:47:57                                                                  | 14:43:49 | извънградско                            | 220,1        | 11           | 5            |
| 14:43:49                                                                  | 15:09:18 | градско                                 | 12,6         | 1            | 7,9          |
| 15:09:18                                                                  | 15:16:28 | маневра                                 | 0            | 0            | 0            |
| 15:16:28                                                                  | 15:36:20 | градско                                 | 4,7          | 1            | 21,2         |
| 15:36:20                                                                  | 15:37:05 | загуба на следа                         | 0            | 0            | 0            |
| 15:37:05                                                                  | 15:37:37 | градско                                 | 0            | 0            | 0            |
| 15:37:37                                                                  | 15:38:30 | загуба на следа                         | 0            | 0            | 0            |
| 15:38:30                                                                  | 15:47:38 | градско                                 | 1,4          | 0            | 0            |





Фиг.4. Данни за резултатите от изпитването: а – карта със следа на маршрута на движение; б – графични зависимости за скоростта и разхода на гориво на изследвания автомобил.

При тези първоначални изследвания анализът на данните дава възможност да се оцени и функционалната годност на вградената в автомобила система за измерване и регистриране на неговите показатели и при необходимост да се въведат хардуерни и/или софтуерни корекции. Например от приведените в таблица 2 данни се вижда, че в някои случаи се губи част от информацията за изминатия път.

Подходящо е да се прави сравнителен анализ на записи, подобни на тези в табл. 2, получени при управление на на автомобила от различни водачи и/или се изяснява влиянието на субекта върху разхода на гориво. Това предполага обаче такъв анализ да се извърши целево, а при необходимост - да се организира едно по-широко и по-задълбочено подобно целево изследване.

Констатира се също така, че сумарното количество гориво не се регистрира с необходимата точност, като се отчитат само целите стойности. В този случай при малките стойности до 10 литра изразходвано гориво, грешката може да стане по-голяма от 10%. Ето защо е необходимо да се направи корекция в точността, с която се регистрира разхода.

Представената в таблица 2 информация позволява да се извършва разнообразен анализ, даващ основание да се оценяват различни аспекти на ефективността на използване и управление на учебния автомобил, да се получават данни за реалните показатели на всеки един курсист по видове практически упражнения и други. На този етап все още не може напълно да се обобщи значителната по обем информация, тъй като това предполага да се направят разнообразни сечения и съпоставки, което изисква значително време за обработка на получените резултати и при необходимост и провеждането на други конкретни изследвания.

Независимо от това и на този предварителен етап се очертават някои възможности за оценка на показателите на учебния автомобил при различни условия на използване. За тази цел на фиг.4 са представени общ вид картата с маршрута на движение (фиг.4.а) и някои предварителни резултати от измерването (фиг.4.б). На фигурата са изчертани графични зависимости за изменението на разхода на гориво и скоростта на движение за определен период от време. Анализът на данните показва, че има съответствие между условията на движение и стойностите на регистрираните величини. Така например ако се познава маршрута на движение или се използват специални карти е възможно да се оценява влиянието на наклона и на типа на настилката върху разхода на гориво, и др. Особено точно се вижда също така и влиянието на скоростта на движение върху разхода на гориво. Макар изследването да не е провеждано с такава цел, а се използват данни от реални режими на работа, се вижда, че при скорости на движение до 80-90 km/h часовият раход на гориво е в границите около 4-6 l/h. Над 90 km/h раходът на гориво се повишава значително, като при 120 km/h вече около 10 l/h. Такъв сравнителен анализ може да се използва при обучение на курсистите с цел да придобиват навици и умения за икономично управление.

Предварителният анализ на тези и други аналогични данни дава основание да се приеме, че вградената система дава възможност да се оценяват режимите на работа и експлоатационните показатели на учебния автомобил при различни условия на движение и провеждане на практически упражнения с различни курсисти. Така например за при движение в извънградски условия и използване на автомобила извън учебната програма средният разход на гориво е около 5,5 l/100km. При извънградски условия но при използването му за учебни цели разходът на гориво е около 6,8 l/100km.

Приведените примери от предварителния анализ дават основание да се приеме, че вградената система може да се използва за режимометриране и за оценка на ефективността на работа при използване на учебния автомобил. Даже при посочените по-горе проблеми в работата, като се използват различни сечения в работата й могат да се получат резултати, които имат приемливи за анализа точности. Независимо от това обаче е необходимо тези проблеми да бъдат отстранени.

**ИЗВОДИ.**

1. Разработен е експериментален автомобил за учебни цели за изследване на режимите на работа и оценка на ефективността на работа и на използването му в реални условия.

2. Вградената система за контрол на енергийната ефективност работи надеждно, има необходимия ресурс и позволява да се регистрират различни експлоатационни показатели.

3. Необходимо е да се решат някои недостатъци в работата на системата с цел да се облекчи използването ѝ и точността на получените резултати.

**ЛИТЕРАТУРА.**

1. Батанов С., Н. Станчева, Д. Станчев, Е. Маринов. Схема на система при измерване разхода на гориво на мобилни машини с два преобразувателя. Trans&MOTAUTO 2006, v.1, Варна, 2006, с. 62-65.

2. Белоев Хр., Н. Станчева, Б. Борисов, Д. Станчев. Проблеми на енергийната ефективност на земеделските и транспортни самоходни машини и възможности за решаването им. Селскостопанска техника №6, 12-20, София, 2006.

3. Белоев Хр. Относно системите за контрол на енергийната ефективност на земеделските самоходни агрегати. XIV Научно-техническа конференция с международно участие, Том XV Транспорт, екология, устойчиво развитие, ЕКОВАРНА, Варна, 223-230, 2008.

4. Бехчет Б., Хр. Белоев, Т. Деликостов, Д. Станчев. Изследване горивната икономичност на земеделски комбайни в реални условия на работа. TRANS & MOTAUTO '08, 2008.

5. Димов Д., Б. Колев, Хр. Белоев, П. Димитров. Многофакторни регресионни модели за определяне производителността и разхода на гориво на земеделски агрегат при оран. Селскостопанска техника, №1, 33-37, София, 2007

6. Разходомер за течни горива "Флуотроник". Проспект.

7. Разходомер за течни горива FT-110 на фирма Gems Sensors.  
<http://www.gems-sensors.co.uk>.

8. Разходомер за течни горива AIC 5004 на фирма AIC System LTD Allschwil, Switzerland. <http://www.flowmeter-aic.com>.

9. Саид Г., Д. Станчев, Н. Станчева, Д. Бекана. Изследване на грешката при използване на два първични преобразувателя за измерване на разхода на гориво на мобилни машини. Trans&MOTAUTO2006, v.2, Варна, 2006, с. 7-10.

10. Турбинни разходомери за течни горива на фирма Титан.  
<http://www.flowmeters.co.uk>.

11. Colonnello Rino. Apparatus for measuring fuel consumption. United states patent colonnello. Patent number 4,612,804, Date of Patent Sep. 23, 1986.

12. David P., Haslett; Ronald J. Willett, Pinckney, Fuel consumption measuring system. United states patent Emmett et al., patent number 4,552,015, Date of patent Nov. 12, 1985.

13. Fukushima Susumu, Yukimitsu Omori. Fuel consumption measuring device. United states patent Fukushima et al., Patent number 5,284,120, Date of patent Feb. 08, 1994.

**За контакти:**

1. Тихомир Райчев Радев – студент 3-ти курс, спец. ТТТ.
2. Красимир Цветанов Петков – студент 3-ти курс, спец. ТТТ.

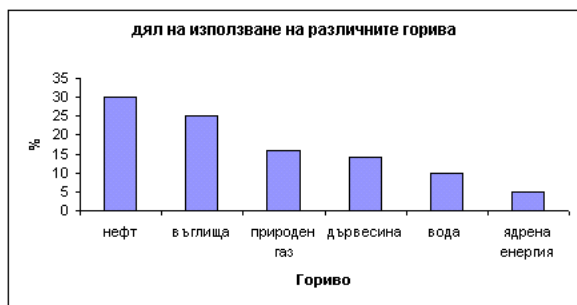
## АНАЛИЗ НА ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ГОРИВА ЗА ДИЗЕЛОВИ ДВИГАТЕЛИ

Студент: инж. Рангел Рангелов

Научен ръководител: доц. д-р инж. Христо Станчев

*Analyses of characteristics of diesel engine fuels. Short description of different type of diesel fuels is presented. Testing of diesel engine with standard diesel fuel, diesel fuel with additives and biodiesel are done and results are presented in graphical form.*

Световните енергийни потребности обикновено се покриват от общо приетите източници. Нефтената консумация заема съществена част от тези ресурси. Повечето от световната нефтена продукция е за двигателите с вътрешно горене. Поради безконтролното и хаотично увеличение на цената на нефта и несигурността на нефтените запаси нараства интересът към алтернативните горива. В този анализ за сравнение е изследван двигател при работа с дизелово гориво, дизелово гориво с добавки и слънчогледов метил естер (биодизел). Резултатите показаха че метил естера като гориво има прилики с дизеловото гориво и може да бъде използвано като добавка към дизеловото гориво в бъдеще. На фиг. 1 е показан относителният дял на различни горива за задоволяване на нуждите от енергия в света



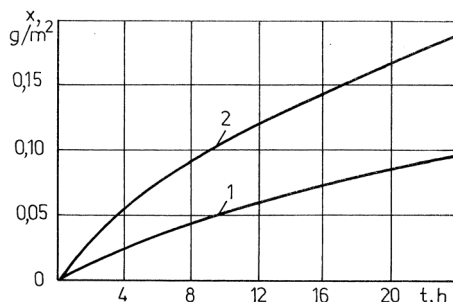
Фиг. 1

За осигуряване на пълно и качествено изгаряне на горивото в бързоходните дизелови двигатели се предявяват следните по-важни експлоатационни изисквания:

1. Добра проходимост на горивото, като условие за непрекъсната и надеждна работа на помпата за високо налягане.
2. Да осигурява фино разпръскване и добро смесообразуване.
3. Намалено нагарообразуване върху клапаните, буталните пръстени, буталата и дюзите.
4. Отсъствие на корозионно действие върху резервоарите, гориво-проводите, горивоподаващата система и детайлите на двигателя. Химична стабилност и малка токсичност.

Най-голямо влияние върху корозионната агресивност на дизеловите горива оказват съдържанието и характерът на серните съединения в тях. Всички серни съединения в дизеловите горива условно се делят на активни и неактивни (активна и неактивна сяра). Активните серни съединения причиняват корозия на металите още при обикновени условия (сероводород, свободна сяра, меркаптани). Съдържанието на активните серни съединения в дизеловите горива трябва да бъде толкова малко,

че пробата с медна пластинка да дава отрицателни показания. Най-опасни в корозионно отношение и с малка химическа стабилност са меркаптаните (тиоалкохоли). За осигуряване на щателен контрол за тяхното съдържание в горивата освен качествен анализ (изпитване на медна пластинка), който е недостатъчно чувствителен към тях се провежда и количествен контрол (чрез потенциометрично титруване). Съдържанието на меркаптанова сяра в горивата не трябва да превишава 0,01%. Горива с такова съдържание на меркаптанова сяра не предизвикват голяма корозия на съдове, тръбопроводи и други детайли на горивната система на двигателя. Излишното количество на меркаптани в горивото (2 и повече пъти) увеличава корозионното износване на помпените елементи (фиг.2) и детайлите на дюзата.



Фиг. 2. Влияние на меркаптаните върху корозионното износване  $x$  на плунжерната двойка на горивонагнетателната помпа в зависимост от продължителността на изпитването  
1 - нискосярно гориво; 2 - гориво с 0,025% меркаптани

Всички серни съединения в дизеловите горива при изгарянето си образуват окиси –  $SO_2$  и  $SO_3$ . Тези газообразни продукти при висока температура взаимодействат с металите, а при по-ниска температура лесно се разтварят във водата с образуването на серниста и сярна киселина. Основен обект на корозионното въздействие на продуктите на изгаряне е бутало-цилиндровата група на двигателя. Освен това те причиняват много силна химична корозия в долния пояс на цилиндровите втулки, а попадайки с отработилите газове в картера на двигателя, серните киселини се смесват с маслото, като се разпространяват в цялата мазилна система повреждайки лагери, шийките на вала и други системи.

Най-уязвими са лагерите от оловен бронз, склонни към разрушения даже под действие на слаби киселини. Съкращаването на времето на пускане и загряване на дизеловите двигатели и поддържането на оптимален топлинен режим са важни фактори за понижаване на корозионното износване.

### **КРАТКА ХАРЕКТЕРИСТИКА НА „АЛТЕРНАТИВНИ ГОРИВА“ ЗА ДИЗЕЛОВИ ДВИГАТЕЛИ.**

С увеличаване на населението и развитието на технологиите, консумирането на природните ресурси ще се увеличава с по-бързи темпове отколкото те могат да се възстановяват. С тяхното използване постоянно се увеличават вредните емисии в атмосферата, а това от своя страна води до промяна на климата на планетата. Общата нужда за защита и възстановяване на планетата никога не е била толкова голяма. С цел постигане на позитивно влияние върху природата и подобряване жизнената среда на хората се търсят иновационни решения за намаляване на

вредните емисии. Сред тях е биодизелът като алтернатива на минералния газдол. Използвайки го хората по цял свят се стремят да подобрят това положение.

Биодизелът, като алтернатива на конвенционалното дизелово гориво е един много перспективен продукт. Неговото все по-широко навлизане в нашия бит се обуславя от редица предпоставки - изменението на световния климат, отслабващите сили на природата в борбата ѝ със замърсяването, изчерпването на традиционните енергийни източници, опасността от войни и др.

Биодизелът е алтернативно гориво за дизеловите двигатели. Биодизелът в чистата си форма не е произведен от петрол. Отчасти или изцяло той се добива от растителни масла или животински мазнини. В САЩ по-голямата част от продавания биодизел е произведен от соя, а в Европа от рапица. Биодизелът може да се произвежда от нерафинирано олио, чисто олио, както и вече използвано готварско олио, рециклирано от ресторанти или след процедури в хранителната промишленост.

Като двигателно гориво биодизелът има няколко предимства:

- Биодизелът е възобновяемо гориво: за да произведем повече от него просто отглеждаме по-голяма реколта.
- Може да се произвежда в страната и да измести вноса на петролни продукти.
- Намалява вредните емисии, които се получават от нормалните дизелови двигатели.

Биодизелът не трябва да се бърка с обикновеното растително олио - необработеното олио, което някои хора използват за гориво в модифицираните си дизелови автомобили. Биодизелът е по-стандартизиран продукт, който може да се използва в повечето дизелови автомобили без да се преработва двигателя.

Важно е да се знаят следните свойства на биодизела:

- Биодизелът отделя само толкова въглероден двуокис, колкото е необходим при растежа на растенията.
- Биодизелът не съдържа сярна, следователно не създава опасност от киселинни дъждове, унищожаване на горите и др.

Биодизелът съдържа повече кислород, което спомага за по-доброто му изгаряне.

Биодизелът се разгражда бързо биологично и намалява посредством това опасността при транспорт, съхраняване и използване за почвите и подпочвените води.

Биодизелът и конвенционалният дизел могат да се смесват безпроблемно.

Биодизелът има по-добри смазочни качества и намалява износването на мотора.

Биодизелът при своята употреба намалява изискванията към моторните масла по отношение на съдържание на основи в тях.

Използването на биодизел намалява риска от ракови заболявания и увреждане на генотипа.

Биодизелът има намелени емисии:

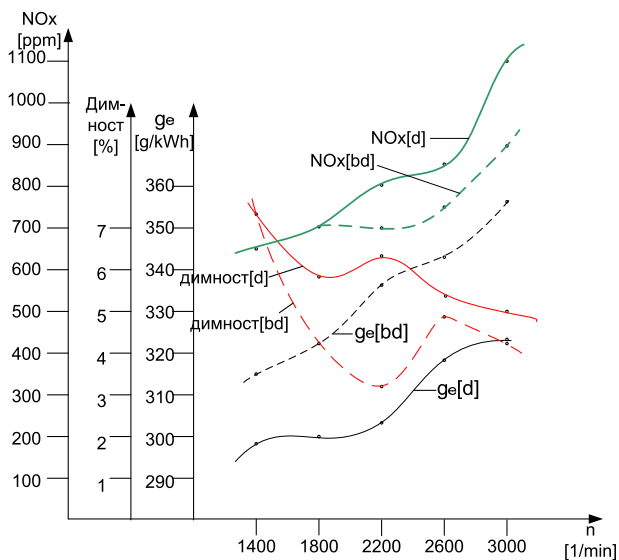
| Компоненти               | Процентно изменение на вредните емисии при употреба на биодизел в сравнение с минерален дизел. |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Въглероден окис (CO)     | 10%+30% по-малко.                                                                              |
| Въглеродород (CH)        | 30% по-малко.                                                                                  |
| Сажди (RU)               | 40% по-малко.                                                                                  |
| Малки частици (Partikel) | 0%+40% по-малко.                                                                               |
| Азотни окиси (NOx)       | Зависи от мотора в повечето случаи<br>0%+15% повече.                                           |

# РЕЗУЛТАТИ ОТ СРАВНИТЕЛНОТО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ОБИКНОВЕНО ДИЗЕЛОВО ГОРИВО, БИОДИЗЕЛ И ДИЗЕЛОВО ГОРИВО С ДОБАВКА НА ЕТАНОЛ (Е-ДИЗЕЛ).

а). честотна характеристика.

Двиг. Perkins 4.108. VI = 1.76l;  $\varepsilon = 22$ ;

| гориво                      | № | Ne [kW] | Gr [kg/h] | ge [g/kWh] | Димност % | NO [ppm] | n [min <sup>-1</sup> ] |
|-----------------------------|---|---------|-----------|------------|-----------|----------|------------------------|
| Дизел                       | 1 | 10.50   | 3.13      | 298        | 7.4       | 650      | 1400                   |
|                             | 2 | 12.94   | 3.89      | 300        | 5.9       | 700      | 1800                   |
|                             | 3 | 15.82   | 4.80      | 303        | 6.4       | 800      | 2200                   |
|                             | 4 | 17.89   | 5.69      | 318        | 5.4       | 850      | 2600                   |
|                             | 5 | 20.03   | 6.48      | 324        | 5.0       | 1100     | 3000                   |
| Б 80<br>20%диз.<br>80%биод. | 1 | 10.49   | 3.31      | 315        | 7.4       | 650      | 1400                   |
|                             | 2 | 12.94   | 4.17      | 322        | 4.3       | 700      | 1800                   |
|                             | 3 | 15.03   | 5.06      | 336        | 3.2       | 700      | 2200                   |
|                             | 4 | 17.35   | 5.96      | 343        | 4.9       | 750      | 2600                   |
|                             | 5 | 19.25   | 6.86      | 356        | 4.3       | 900      | 3000                   |

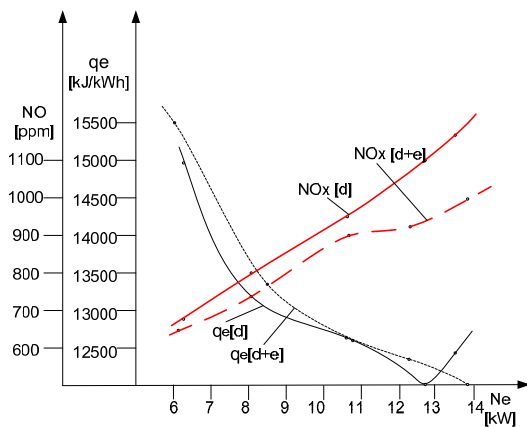


Фиг. 3 Изменение на азотните оксиди, димността и специфичният ефективен разход на гориво

б). товарна характеристика:

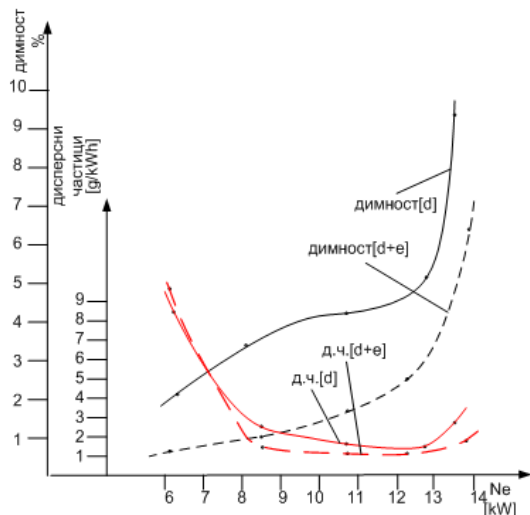
$n=1400\text{min}^{-1}$

| гориво                                                        | № | Ne<br>[kW] | qe<br>[kJ/kWh] | NO<br>[ppm] | Димност<br>% | Дисперсни<br>частици |
|---------------------------------------------------------------|---|------------|----------------|-------------|--------------|----------------------|
| Дизел                                                         | 1 | 6.35       | 14950          | 680         | 2.1          | 8.5                  |
|                                                               | 2 | 8.05       | 13200          | 800         | 3.4          | 2.5                  |
|                                                               | 3 | 10.6       | 12650          | 950         | 4.2          | 1.6                  |
|                                                               | 4 | 12.7       | 12000          | 1100        | 5.1          | 1.5                  |
|                                                               | 5 | 13.5       | 12450          | 1160        | 9.4          | 2.6                  |
| Дизел<br>+15%<br>етанол<br>(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH) | 1 | 6.05       | 15500          | 550         | 0.6          | 9.8                  |
|                                                               | 2 | 8.5        | 13300          | 740         | 1.0          | 1.4                  |
|                                                               | 3 | 10.7       | 12600          | 900         | 1.6          | 1.3                  |
|                                                               | 4 | 12.3       | 12400          | 920         | 2.5          | 1.3                  |
|                                                               | 5 | 13.9       | 12000          | 1000        | 6.4          | 1.9                  |



Фиг. 4. Изменение на азотните оксиди и специфичния ефективен разход на топлина





Фиг. 5. Изменение на димността и дисперсните частици

С използването на смес от дизелово гориво и етанол намаляват азотните оксиди  $\text{NO}_x$ , дисперсните частици и димността, увеличава се специфичният ефективен разход на гориво  $q_e$ . Димността намалява поради наличието на свободен кислород, който спомага за окисляването на въглерода. Азотните оксиди намаляват тъй като етанолът понижава температурата в процеса на горене. На него му е необходима  $850 \text{ kJ/kg}$  за да се изпари, което води до отнемане на енергия, докато при чистото дизелово гориво тази топлина няма от какво да бъде отнета и температурата е по-висока.

Основният извод е, че алтернативните горива са полезни в две посоки: заместват част от нефтените горива и водят до намаляване на вредните емисии в отработилите газове от ДВГ. Перспективите за България са много добри, но е необходима промяна в законодателството за по-широко използване на биогоривата както за дизеловите така и за бензиновите двигатели.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Лариса С. Василева, Димитър Й. Павлов „Автомобилни експлоатационни материали“
2. Отчети на проекти по ФНИ на РУ „А.Кънчев“.
3. Резултати от изследване на добавки „Хелиос“ към горивата за двигатели с вътрешно горене, получени в катедра ДВГ на РУ „А.Кънчев“.

#### За контакти:

Инж. Рангел Рангелов, Русенски университет „Ангел Кънчев“, Специалност „Транспортна техника и технологии“.

Доц. Д-р инж. Христо Станчев, Русенски университет „Ангел Кънчев“, катедра „Двигатели с вътрешно горене“, тел.: 082 888 275, E-mail: hstanchev@ru.acad.bg

## Изследване влиянието на техническото състояние на дюзите на двигател Д-240 върху технико-икономическите параметри на работата му

автор: докторант Орлин Стоянов

студент Антон Христов

научен ръководител: гл.ас. д-р Александър Стоянов

**Research on the influence of the injector's technical condition of engine D-240 over its technical and economic parameters.** The paper presents results from research on D-240 diesel engine. The influence of fuel injection timing on the fuel consumption at idle speed and full throttle, opacity and camshaft angle was analyzed.

**Key words:** injectors, fuel consumption, opacity, camshaft angle

### ВЪВЕДЕНИЕ

Производителността и качеството на работа на тракторите и автомобилите зависят в голяма степен от тяхното техническо състояние. Поскъпването на горивата и резервните части, налага да се определи с възможно най-голяма точност състоянието и остатъчният ресурс на особено скъпите прецизни детайли в дизеловите двигатели. Към основните възли на дизеловите двигатели, осигуряващи надеждността и икономичността при работата им се отнася горивната апаратура. Статистическият анализ на отказите и неизправностите на дизеловата горивна уредба показва, че дюзите са елементите с най-малка надеждност. Параметърът на дюзите, които се променят в процеса на експлоатация е налягането на началото на впръскването. Анализът на смесообразуването и горенето в дизеловите двигатели показва, че налягането на горивото влияе върху характера на протичането на тези процеси, а следователно и върху мощността на двигателя, разхода на гориво и състава на отработилите газове.

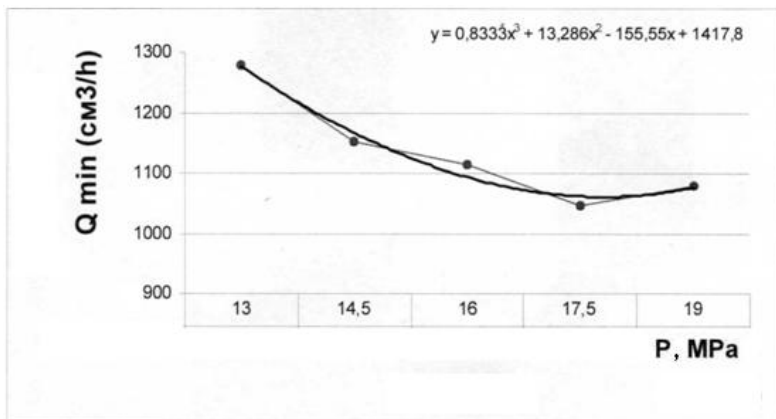
### ИЗЛОЖЕНИЕ

За да се установи влиянието на налягането на началото на впръскване на дюзите върху мощността на двигателя, разхода на гориво и състава на отработилите газове извършено експериментално изследване с двигател Д240. За целта е променяно налягането на впръскване на дюзите в диапазона от 13 МПа до 19 МПа през интервал от 1,5 МПа. За всяка стойност на налягането е измервана димността в режим на свободно ускорение, разходът на гориво при минимална и максимална честота на въртене на колянния вал на празен ход и ъгловото ускорение на колянния вал в преходен режим при номинална честота

За измерване на димността е използван димометър Хартридж МК-3. За измерване на ъгловото ускорение е използван уред ИМД-Ц. Разходът на гориво е измерван с разходомер Flow-tronic. За построяване на графиките се използва програмният продукт Excel. На базата на получените опитни криви са получени теоретичните зависимости като за описването им е използван полином от трета степен.

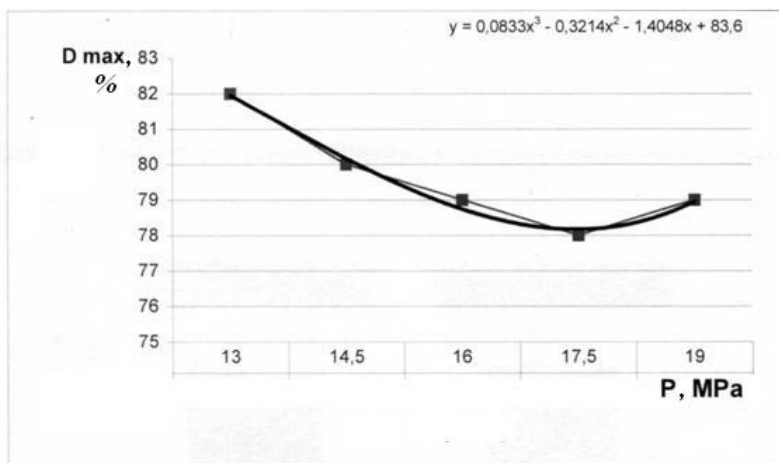
Анализът на зависимостта на разхода на гориво при работа на двигателя на минимална честота на празен ход от налягането на впръскване на дюзите показва, че при стойност по-малка от 16 МПа той чувствително нараства. Вероятната причина

за това е влошеното качество на разпръскване на горивото и влошения горивен процес при ниските стойности на налягането на впръскване (фиг. 1).



Фиг.1 Влияние на налягането на началото на впръскване на дюзите върху разхода на гориво при работа на минимална честота на празен ход

При максимална честота на празен ход налягането на впръскване на дюзите не оказва влияние на разхода на гориво, защото при висока честотата на въртене се получава добро разпръскване на горивото и при ниско налягане. Следствие на това подготвителния период на горивния процес е по-кратък и влиянието на налягането е незначително.

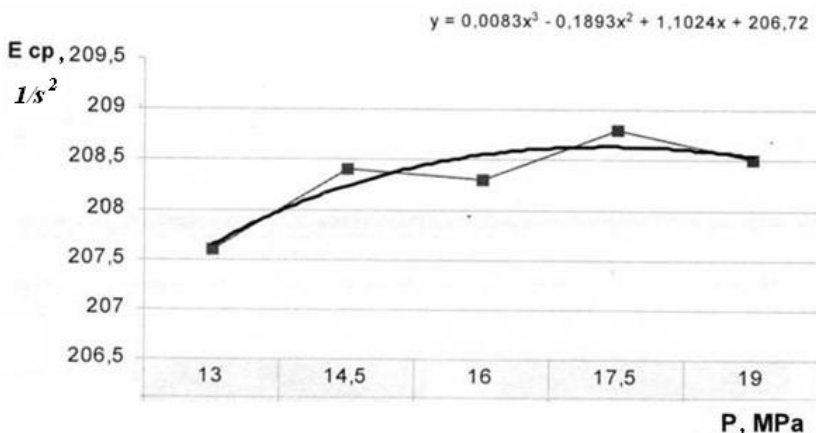


Фиг.2 Влияние на налягането на началото на впръскване на дюзите върху максималната димност

От фигура 2 се вижда, че димността  $D$  е по-чувствителна към налягането на впръскване на дюзите отколкото разхода на гориво. Това може да се обясни с влошеното качество на разпръскване при ниски стойности на налягането. Тогава капките на разпръскваното гориво са с по-големи размери,

относителната им площ е по-малка и съответно по-трудно е изпаряването и подготовителния период е по-дълъг. При по-високо налягане на впръскване от номиналното, капките са с по-малки размери, но имат намалена маса и съпротивляемост на въздушните потоци. Това води до промени в далекобойността на дюзите. В резултат на това се получава неравномерно разпределяне на гориво-въздушната смес в надбуталното пространство преди възпламеняването.

Анализът на получената теоретичната крива, характеризираща влиянието на налягането на впръскване на дюзите върху ъгловото ускорение на колянвия вал показва, че до стойност до 15 MPa влиянието е несъществено, а по-силно при налягане по-малко от 15 MPa.



Фиг. 3 Влияние на налягането на дюзите върху ъгловото ускорение на колянвия вал

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изменението на налягането на началото на впръскването на дюзите оказва най-силно влияние върху димността, а най-слабо-върху ъгловото ускорение на колянвия вал. От това следва, че ако даден двигател има повишена димност и номинална мощност, вероятната причина за това може да бъде понижено налягане на впръскване на дюзите.

### За контакти:

Инж. Орлин Стоянов, Русенски университет "Ангел Кънчев", Специалност "Компютърни системи и технологии", e-mail: [ostoyanov@ru.acad.bg](mailto:ostoyanov@ru.acad.bg);

Гл.ас. д-р Александър Стоянов, Русенски университет "Ангел Кънчев", Катедра „Транспорт“, тел.: 082-888 231, e-mail: [astoyanov@ru.acad.bg](mailto:astoyanov@ru.acad.bg).

## Изследване на РТГ с два хидравлични разпределителя

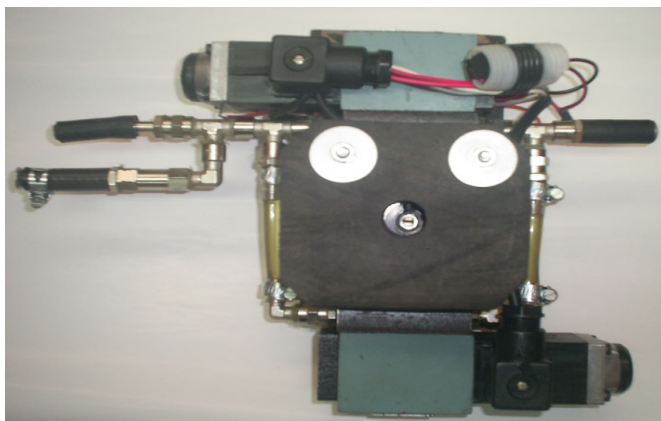
Алпай Куртулан, доц. д-р Тотю Тотев

**Research of flowmeter for liquid fuels two hydraulic distributor:** Research is made of flowmeter for liquid fuels FLF-2.2. The flowmeter is membrane type with two distributor which are connected parallel to the cameras, which increased the ability of entry his ability and way of operating debits to 150 l / h. The second distributor also allows to realize direct coupling between input and output of flowmeter, which provides fuel problems in his work. To verify the functional fitness of a flowmeter and establish characteristics was conducted special laboratory testing. For this purpose are unlabeled dilution dependence working one and two distribution and operation mode in direct valve function of flow. Results show that use of two distributor reduced working dilution allows work at higher debits and employs a flowmeter mode "direct valve" without requiring the use of additional equipment for its management.

**Key words:** : Flowmeter for Liquid Fuels, Resistance Flowmeter, Direct Valve

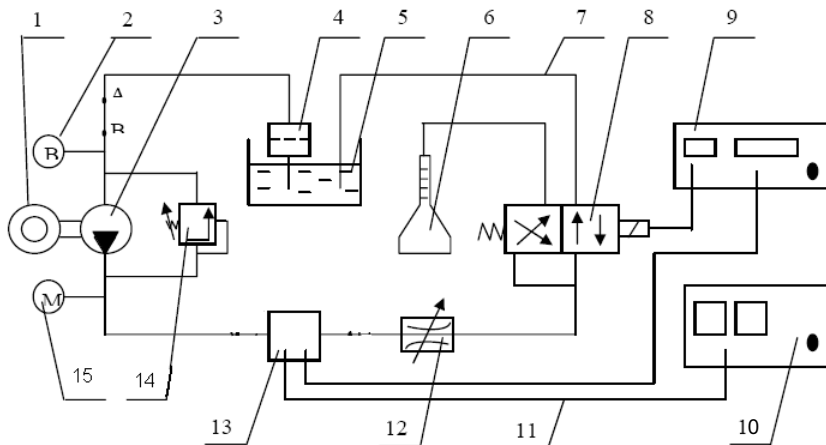
### ВЪВЕДЕНИЕ

В практиката все по-често се налага да се използват разходомери за отчитане на изразходваното количество гориво от стационарните и мобилни земеделски и транспортни машини [1, 3]. В Образователната и изследователска лаборатория по проектиране и използване на транспортни средства към Института по научно приборостроене на Русенския университет "Ангел Кънчев" е разработен разходомер за течни горива тип РТГ-2.2, който се използва за оценка на горивната икономичност на мобилни и стационарни машини [2]. Като цяло разходомерът се състои от първичен преобразовател за измерване на изразходваното от двигателя гориво и електронен блок. Електронният блок може да представлява блок за управление и отчитане на импулсите за изразходеното количество гориво, който се поставя при първичните преобразуватели, предназначени за масово използване или специална система за експериментални изследвания, която отчита времето на работа на двигателя, изминатият път, разходът на гориво в литри за час, за 100 километра, моментният разход и т.н. [6]. Първичният преобразовател тип РТГ-2.2 (фиг.1) е с два хидравлични разпределителя, които осигуряват намалено хидравлично съпротивление и режим „директен клапан“.



Фиг.1. Общ вид на разработения разходомер с два хидравлични разпределителя

Този режим осигурява непрекъснато подаване на гориво към двигателя при проблеми в работата на електронния управляващ блок или прекъсване на захранването му. Проведено е съответно изследване на характеристиките на разходомера при работа с един хидравличен разпределител, с два хидравлични разпределителя и при режим „директен клапан“. За целта е използвана уредба (фиг.2, 3), която позволява снемане на калибровъчната характеристика на разходомера при широки граници на изменение на дебита – до 200 l/h [4, 5].



Фиг.2. Схема на изпитване на РТГ-2.2: 1-електродвигател; 2- вакууметър; 3- хидравлична помпа; 4-филтър; 5 –резервоар с гориво; 6- измерителен съд; 7- горивопроводи; 8-двупозиционен разпределител; 9- измерителен блок; 10- стабилизиращ токоизправител; 11-свързващи проводници; 12-регулируем дросел; 13- изследван РТГ; 14- регулируем предпазен клапан; 15-манометър.



Фиг.3. Общ вид на уредба за снемане на калибровъчна характеристика на РТГ

На фиг.4 е представена блокова схема на лабораторното изследване. Тя позволява снемането на характеристиките на рзходомера при използване на различен брой хидравлични разпределители.

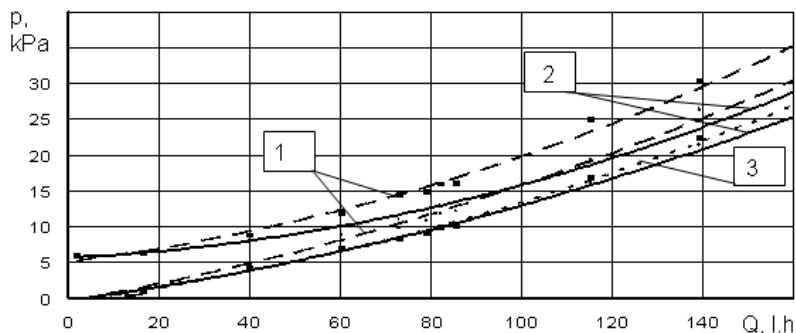


Фиг.4. Блокова схема на лабораторното експериментално изследване на разходомер тип РТГ – 2.2.

Предвижда се провеждането на опити, които да дадат възможност да се оцени влиянието на типа на рзходомера върху характеристиките на първичния преобразувател. За целта след съответно прегряване на уредбата е извършено снемане на собствените ѝ характеристики. Опитите са проведени при различни дебити.

#### Провеждане на изпитването на РТГ - 2.2

На фиг.5 са представени резултати от експерименталното изследване.



Фиг.5. Графични зависимости на разреждането на изследвания разходомер: 1 – изменение на минималното и максималното разреждане по време на работа на разходомера с един хидравличен разпределител; 2 - изменение на минималното и максималното разреждане по време на работа на разходомера с два хидравлични разпределителя; 3 - изменение на разреждането на разходомера по време на работа в режим „директен клапан“

Кривите 1 се отнасят за минимално и максимално разреждане при работа на разходомера с един разпределител. Долната крива от позиция 1 се отнася за създаването разреждане от разходомера и от тръбопровода практически през целия

ход на движение на мембраната от едно до друго крайно положение. Горната крива от позиция 1 е изместена на горе поради това, че тя зависи от съпротивлението на разходомера в края на хода на мембраната практически малко преди да допре до контактния щифт. Това повишено съпротивление се дължи на особеностите в работата на разходомера, с което се осигурява неговата точност. В началото при малките дебити разликата между двете криви е по-голяма, като с увеличаване на дебита тази разлика намалява.

Кривите 2 от фиг.4 показват изменението на минималното и максималното разреждане по време на работа на разходомера с два хидравлични разпределителя. От фигурата се вижда, че тези криви са разположени под съответните криви 1 при работа на разходомера с един разпределител. По-малкото разреждане за кривите 2 се дължи на това, че горивото в този случай преминава през два разпределителя, чиито канали създават по-малко съпротивление. От фигурата се вижда също така, че в началото при минимален дебит съответните криви за двата случая практически започват от едно и също разреждане. При големите дебити над 90-100 l/h се вижда, че схемата с два разпределителя в сравнение с тази с един разпределител при едно и също разреждане осигурява дебит по-голям с около 30 l/h, което е с 30% по-голям. Горната граница на измервания дебит с разходомера в този случай е до 150 l/h и тя се ограничава от честотата на импулсите между два последователни хода на мембраната. Това позволява разходомерите да се използват за вграждане при двигатели с мощност 500 - 600 kW. Горната граница на максималното разреждане в този случай не превишава 32 kPa, което е в границите на допустимото допълнително разреждане от разходомера.

Кривата 3 от фиг.4 показва изменението на разреждането при работа на разходомера в режим "директен клапан". Тази крива практически съвпада с долната крива от разреждането при работа на разходомера с два разпределителя. Това е и очаквано, тъй като при този режим съпротивлението на горивото, създавано от двата разпределителя е практически идентично/равно на това при работа на разходомера с два разпределителя.

Целият анализ, извършен за измереното разреждане на изследвания разходомер се отнася за общото разреждане на разходомера и уредбата. От графиката се вижда, че при дебит 150 l/h максималното разреждане на разходомера е около 28 kPa.

## ИЗВОДИ

1. Разработена е схема на мембранен разходомер с два хидравлични разпределителя, която осигурява намалено хидравлично съпротивление на горивото и използването на разходомерите за измерване разхода на гориво на двигатели с по-голяма мощност до 600 .kW.

2. Реализираната схема позволява работа на разходомера в режим директен клапан без използването на допълнителни елементи, с което се повишава надеждното подаване на гориво към двигателя.

3. Резултатите от извършените продължителни изследвания на разходомера с два хидравлични разпределителя в лабораторни условия показват неговата функционална годност и удовлетворяване на изискванията за монтаж и повишена сигурност.

4. Необходимо е да се извърши вграждане в реални машини и се проведат изследвания в експлоатационни условия.



**ЛИТЕРАТУРА**

[1] Димитров П., Хр. Белоев, Технически и технологични решения за ограничаване на уплътняването на почвата в обработваемите земи на България. Селскостопанска техника, №4, 2-5, София, 2007.

[2] Смрикаров А., Д. Станчев, Т. Тотев. Разходомер для жидкого топлива. Сборник докладов IV Научно - техническая конференция по новым методам и приборам для испытания машин для сельского и лесного хозяйства, стр.61-66. Земиздат, 1985.

[3] Станчев Д.Й.. Проектиране на автомобили и трактори. Част I. ПБ на РУ. Русе. 2002.

[4] Тотев Т. , Станчев Д., Смрикаров А., Успенский А.. Уредба и методика за тариране и изследване на импулсни разходомери. Селскостопанска техника, год. XXIV, N3. Farm machinery, vol. XXIV, N 3, София. 1987.

[5] Успенский А., А. Смрикаров, Д. Станчев. Резултати от лабораторното изследване на разходомер за течни горива. Научни трудове на ВТУ "Ангел Кънчев", Русе, т. XXVII, серия 1, 1985.

[6] Цомпов С., Т. Тотев, Д. Станчев, А. Смрикаров. Една възможност за вграждане на разходомер за течни горива в двигатели с вътрешно горене. ЕКО–Варна, 1995.

**За контакти:**

Алпай Куртулан – студент в РУ „Ангел Кънчев“, Транспортен факултет, спец. „Транспортна техника и технологии“, курс четвърти.

доц. д-р Тотю Тотев, катедра “Автомобили, трактори и кари”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, e-mail: [totev@ru.acad.bg](mailto:totev@ru.acad.bg)

## Изследване на изкопен багер по разход на гориво в реални условия на работа

Джанер Джансу, инж. Стефан Батанов

**Research of excavator on fuel consumption in real working conditions:** It is committed to incorporating flowmeter for liquid fuel type FLF-2 in fuel systems of different mobile machines and the data mode and parameters of their work on fuel consumption in real terms. Incorporation has taken place in mobile machines with different systems for fuel scheme "Return fuel after flowmeter". Following are data for registered condition parameters of various machines, which enable the analysis and different conclusions depending on the purpose for which will be used. Results give rise to further research in this area.

**Key words:** flowmeter for fuel consumption, measure, analyze regimes

### ВЪВЕДЕНИЕ

Проблемите на енергийната ефективност на мобилните машини предизвикват все по-голям интерес от земеделските и транспортни фирми. Може да се предположи, че поради нарастналото потребление на течни горива в световен мащаб и в резултат на това и на непрекъснатото нарастване на техните цени ще се утвърждава и разширява тенденцията за контрол на енергийната ефективност на машините [2]. Изследването на мобилните машини по разход на гориво е една от възможностите за подобряване на енергийната им ефективност и правилното им използване. За различни видове мобилни машини това може да стане чрез изследване в реални условия на работа. Регистрираните при такива изследвания величини трябва да позволяват да се оценяват основните техникоикономически и експлоатационни показатели както и производни такива [1]. От извършените до сега изследвания се вижда, че при измерване на разхода на гориво и честотата на въртене на двигателя в реално време е възможно да се определи и въртящият момент, а следователно и натоварването на двигателя.

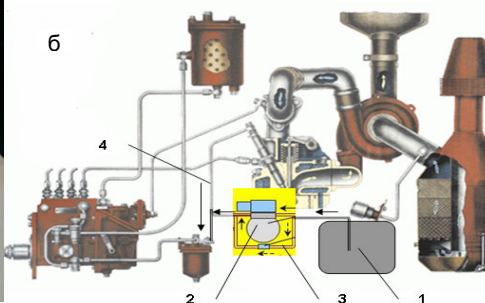
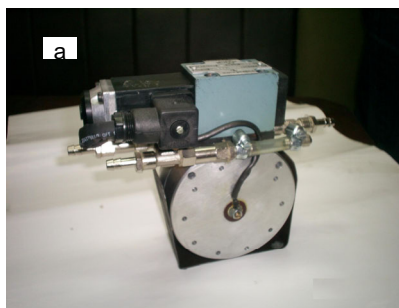
### ИЗЛОЖЕНИЕ

Реализирано вграждане на разходомер за течни горива тип РТГ-2 в хранителната система на багер Тегех и е извършено изследване на работните му параметри по разход на гориво в реални условия на работа. Вграждането е извършено по схема "връщащо гориво след разходомера" [5]. При тази схема се използва един първичен преобразувател за разход на гориво, което дава възможност да се повиши точността при измерване разхода на двигателя. На фиг.1 е показан общия вид на машината с вграден разходомер, а на фиг.2, а и б е показан общият вид на разходомера РТГ-2 и схема на хранителна система на съвремен дизелов двигател и мястото на вграждане на разходомера при свързване на връщащото гориво след него [3]. След монтиране на разходомерът РТГ – 2 в багера по посочената по горе схема той е работил в реални условия по – вече от година. Разходомерът е мембранен тип (фиг.2а) и има хидравличен разпределител, с който се управлява движението на горивото в камерите му. На фиг.2.б е показана принципна схема на хранителна система на дизелов двигател и мястото на свързване на първичния преобразувател в нея.

Чрез информационна система за енергийна ефективност са снети редица параметри един от които е разход на гориво. На фиг. 3 са приведени данни за режимите на работа на строителният багер. Особен интерес представлява възможността на базата на регистрираните параметри за разход на гориво, честота на въртене на двигателя, скорост на движение и изминат път в зависимост от текущото време [4] да се получават различни производни таблични и графични

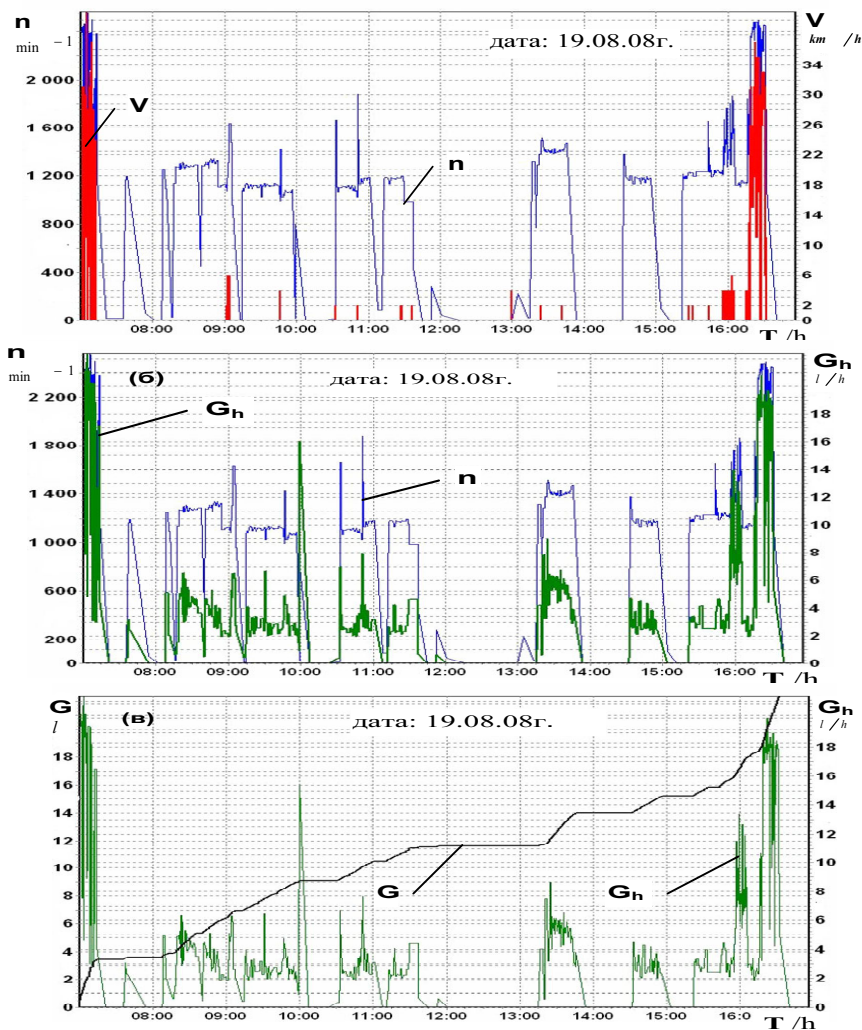


Фиг.1. Общ вид на багер Терекс с вграден разходомер



Фиг.2. Общ вид на разходомер РТГ-2 и хранителна система на дизелов двигател: а - общ вид на първичния преобразувател за разход на гориво тип РТГ-2; б - схемата на свързване при вграждане на първичния преобразувател за разход на гориво тип РТГ-2 в оригинална хранителна система на съвременен дизелов двигател: 1 – резервоар; 2 – разходомер РТГ – 2; 3 – клапан на байпаса; 4 – връщащо гориво

зависимости, даващи възможност на потребителите бързо, точно и нагледно да правят всестранен анализ за енергийната ефективност на режимометрираната машина.



Фиг.3. Резултати от режимометриране на багер Terex : а – изменение на честотата на въртене  $n$  на двигателя и скоростта на движение  $V$ ; б - изменение на честотата на въртене на двигателя  $n$  и на часовия разход на гориво  $G_h$ ; в - изменение на изразходваното гориво  $G$  и на часовия разход на гориво  $G_h$  зависимост от времето.

На първата графика от фиг. 3 са изведени зависимости на скоростта на движение и честота на въртене на колянвия вал отнесени към времето. От нея става ясно, че багера е работил на място без движение защото през по голямата част от отчетения период скорост не е отчетена. На втората графика е представена

зависимост на честота на въртене и часов разход в зависимост от времето. От нея става ясно, че часовия разход се увеличава с увеличаване честотата на въртене на колянният вал. На третата графика са показани зависимости на часовия разход и общия разход от времето. От графиката се вижда, че в стръмните участъци на графиката на  $G$  има висок часов разход  $G_h$  и обратно при хоризонтален участък на  $G$  часовия разход клони към 0. Подобни анализи могат да се направят и за начина на управление на багера от багериста както и много други. Така например необходимо е да се търсят възможности на базата на получените резултати да се извършва превантивна диагностика, информацията да облекчава потребителите и като се разработват и използват методики за интелигентен анализ [6] и др. Получените резултати дават основание експерименталните изследвания в тази насока продължат да продължат и се задълбочат.

### ИЗВОДИ

1. Извършено е вграждане на разходомери тип РТГ-2 в различни видове мобилни машини и е реализирана продължителна работа в реални условия. Резултатите от изпитването показват, че използваните разходомери и схеми на вграждане работят надеждно и могат да се използват за аналогични цели.

2. Резултатите от изследването показват, че вградените разходомери е възможно да се използват за режимометриране на мобилни машини по разход на гориво.

3. Получени са реални данни за режимите на работа на различни мобилни машини и данни за разхода на гориво за характерни режими на работа, които могат да се използват за подобряване на енергийната ефективност и оптималното използване на изследваните видове обекти.

### ЛИТЕРАТУРА

[1] Белоев Х. Теоретични изследвания на геометричните характеристики на почвообработващ, прорязващ работен орган. Селскостопанска техника, №6, София, 2007

[2] Димитров П., Х. Белоев, Технически и технологични решения за ограничаване на уплътняването на почвата в обработваемите земи на България. Селскостопанска техника, №4, 2-5, София, 2007.

[3] Станчев Д., Б. Христов, Н. Станчева, М. Степанов. Относно развитието на разходомерите за течни горива РТГ. НС. Тр.У.- Ст. Загора, Технически колеж – Ямбол. XII. 2002.

[4] Станчева Н., Е. Иванов, Д. Станчев, И Илиев, Д. Трендафилис. Методика за прогнозиране на оптималните режими на работа на двигателя и предавателната кутия. ЕКО-Варна, ТУ-кат. ТТТ, 1996.

[5] Станчев Д., Т. Деликов и др. Относно развитието на средствата и методиките за отчитане на разхода на течни горива. ЕКО Варна, 2004.

[6] Dimitrov P., H. Beloev. Power research on a breaker and dead-furrower with a hopper for vertical mulching Energy efficiency and agricultural engineering, Third conference, Rousse, 2006.

### За контакти:

Джанер Джансу – студент в РУ „Ангел Кънчев“, Транспортен факултет, спец. „Транспортна техника и технологии“, курс четвърти.

маг.инж. Стефан Батанов, отдел ЦИКО Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082 888-549 e-mail: sdb@ru.acad.bg

## Изследване на горивната икономичност на товарен автомобил (бетоновоз) в реални условия на работа

Ерол Камбуров, инж. Баръш Бехчед

*Research of Real Working Condition Fuel Economy of Trucks: Research's results of trucks fuel economy for real working condition, with characteristic working regime are presented. Results for fuel consumption per hour, RPM of the engine and velocity of movement were obtained and analyzed. Results from researching for trucks with different types of application were compared. Conclusions were made regarding implementation of computerized system for energy efficiency and for permanently building in this system on trucks.*

**Key words:** : Fuel Economy, Trucks, Computerized System, Energy Efficiency

### ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години се повиши интересът към системите за контрол на енергийната ефективност на различни мобилни машини. Особено голям е интересът възможността за контрол на разхода на гориво на товарни автомобили, където те са значителни. В различни литературни източници този интерес е разгледан и обоснован [1, 2, 5], като са описани основните проблеми на енергийната ефективност на мобилните машини и на възможността за тяхното решаване. В различни колективи у нас и в чужбина се извършва вграждане на различни компютризиращи системи, предназначени предимно за транспортни машини и земеделски енергетични машини [3, 4]. Основен проблем при вграждането на системите е типа на първичния преобразувател за разход на гориво и неговото свързване в хранителната система на различните двигатели. В Русенския Университет има колектив, който извършва вграждане на разходомери тип РТГ-2 в различни видове мобилни машини. Целта и е да се изясни възможността за постоянно вграждане на посочените разходомери.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

По-долу са приведени част от резултатите на бетоновоз, при различни режими на работа в реални условия. Резултатите са на бетоновоз Мерцедес, които са снети от архив.

На фиг.1 е показан общият вид на автомобила, а на Фиг.2 е показано и мястото на вграждане на първичния преобразувател за разход на гориво тип РТГ-2 на самия автомобил. Основният въпрос, който се дискутира и представлява интерес за специалистите при вграждането е схемата на свързване на първичния преобразувател в хранителната система на двигателя.

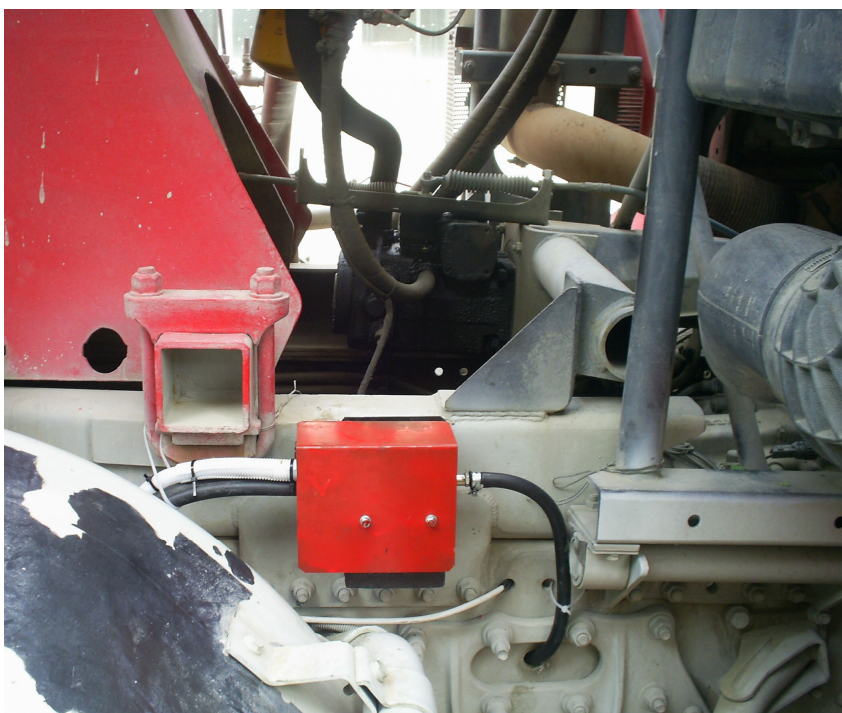
За по-голяма точност при измерване на разхода на гориво към хранителната система на двигателя се свързва само един първичен преобразувател. В този случай горивопровода на излишното гориво от помпата се свързва след разходомера. Така реализираната схема осигурява по-висока точност. Като недостатък в този случай може да се посочи това, че излишно гориво от помпата не се връща в резервоара и през зимните периоди горивото съдържащо се в резервоара няма да се затопля. Друг недостатък, който може да се появи при неизправна хранителна система е наличието на въздух. Това може да влияе на точността на измерване и работата на двигателя. Един от начините за решаване на проблема е свързването на обезвъздушител към хранителната система на двигателя.

Поради особеност на връзките на връщащото се гориво от дюзите, за всеки конкретен случай се решава дали то да се върне в резервоара или след разходомера. Най-често това гориво е с дебит под 0,1 l/h, поради което може да се използва едната или другата схема, без това да се отрази на точността.



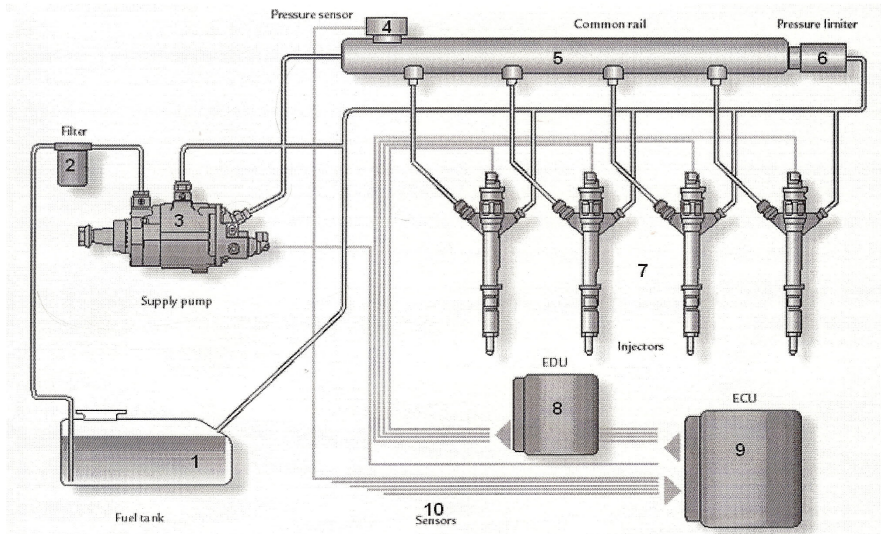


Фиг.1. Автомобил Мерцедес бетоновоз

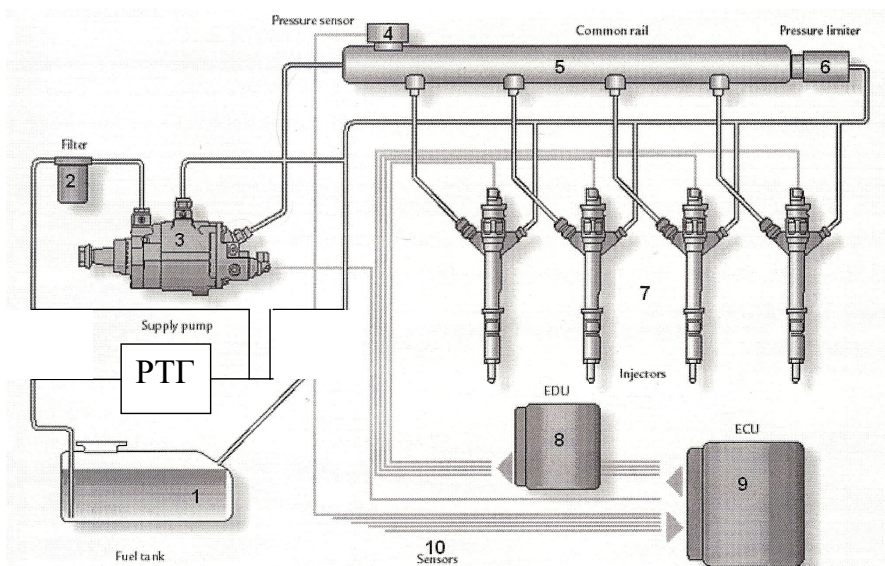


Фиг.2. Място на свързване на разходомера към хранителната система на автомобила

На фиг.3 и 4 са показани общият вид на хранителна система за товарни автомобили и място на вграждане на първичния преобразувател РТГ-2 в хранителната система.



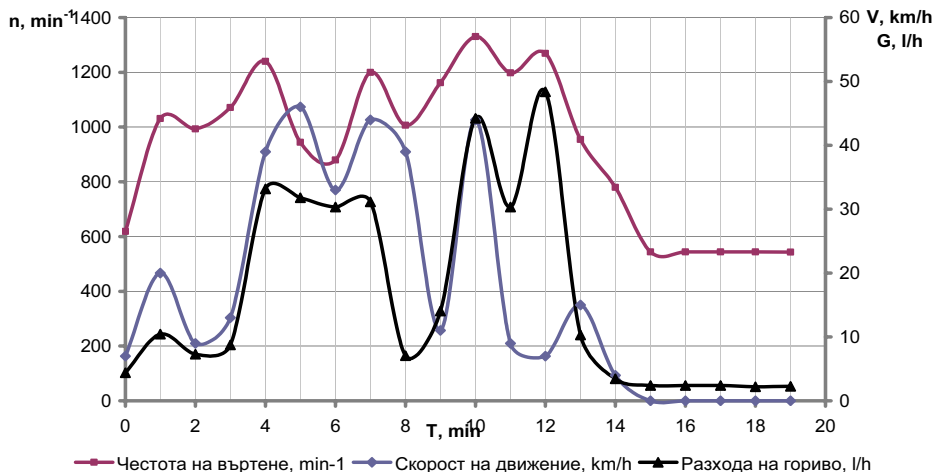
Фиг.3. Общ вид на хранителна система с обща рампа



Фиг.4. Място на вграждане на първичния преобразувател РТГ-2 в хранителната система тип обща рампа

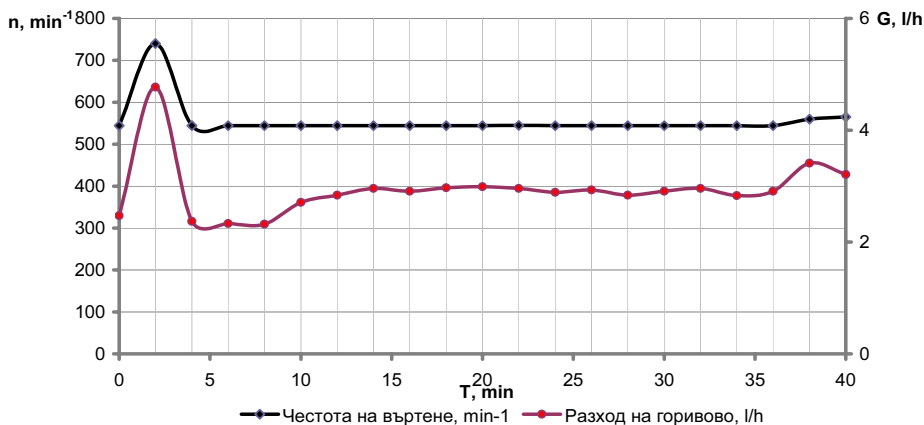


На фиг.4 и 5 са приведени извадки на графични зависимости за скоростта на движение, за честотата на въртене и за часовия разход на гориво при работа в реални условия за произволно избран участък на движение или време на работа.



Фиг.4. Изменение честотата на въртене на колянния вал, скоростта на движение и разхода на гориво на бетоновоз при работа в градски условия

От фигурата се вижда изменението на разхода на гориво в литри за час, скоростта на движение на автомобила и честотата на въртене на колянния вал за един кратък период от време. Часовият разход на гориво на двигателя при движение на автомобила в градски условия е средно от 21 до 22  $\text{l/h}$ , при честота на въртене на колянния вал около  $1000\text{--}1300 \text{ min}^{-1}$ .



Фиг.5. Изменение честотата на въртене на колянния вал и разхода на гориво на бетоновоз при разтоварване на бетона

На фиг.5 са представени резултати за бетоновоза, при работа в режим на разтоварване на бетона от цистерната (крушата). При този режим на работа, разходът на гориво на двигателя е около 2,5 - 3 l/h, при честота на въртене на колянния вал около 550 min<sup>-1</sup>.

Анализът на тази и друга аналогична информация показва, че разходът на гориво на този автомобил се изменя в много широки граници и зависи от голям брой разнообразни фактори, които могат да се обобщят като субективни - от условията на работа, режимите на натоварване и техническото състояние. Ето защо практически е много трудно да се определи разходна норма за да се оценява изразходваното от автомобила гориво по измината път или по време на работа. Единствено точно разходът на гориво може да бъде определен само въз основа на директното му измерване. Регистрирането на измерваните величини дава и едно много голямо предимство, свързано с възможността да се анализира и оценява възможността за намаляване на разхода на гориво и като цяло да се контролира и управлява енергийната ефективност на машината.

### ИЗВОДИ

1. Използваният първичен преобразувател за разход на гориво тип РТГ-2 работи надеждно в реални условия и може да се използва в системи за контрол на енергийната ефективност на мобилни машини.

2. Точното определяне на изразходваното от мобилните машини количество гориво може да се определи само чрез неговото непосредствено измерване.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Белолев Хр. Теоретични изследвания на геометричните характеристики на почвообработващ, прорязващ работен орган. Селскостопанска техника, №6, София, 2007.
- [2] Станчева Н., Е. Иванов, Д. Станчев, И Илиев, Д. Трендафилис. Методика за прогнозиране на оптималните режими на работа на двигателя и предавателната кутия. ЕКО-Варна, ТУ-кат. ТТТ, 1996.
- [3] Тодоров Г., Н. Бенчева, Н. Костадинов, Д. Иванов, А. Смрикаров, Д. Станчев. Бордова информационно – съветваща система за трактор ТК-45. Сп. Механизация на селското стопанство, бр.1, 1991.
- [4] Цомпов С., Т. Тотев, Д. Станчев, А. Смрикаров. Една възможност за вграждане на разходомер за течни горива в двигатели с вътрешно горене. ЕКО– Варна, 1995.
- [5] Dimitrov P., Hr. Beloev. Power research on a breaker and dead-furrower with a hopper for vertical mulching. Energy efficiency and agricultural engineering, Third conference, Rouse, 2006.

### За контакти:

Ерол Камбуров – студент в РУ „Ангел Кънчев“, Транспортен факултет, спец. „Транспортна техника и технологии“, курс четвърти.

инж. Баръш Хамид Бехчед, докторант в РУ „Ангел Кънчев“, катедра РНХТ  
e-mail: bbehched@ru.acad.bg

## Изследване горивната икономичност на комбайн в реални условия на работа

Кемал Каймак, доц. д-р Тодор Деликостов

**Research fuel consumption rate of agricultural combine in real work conditions:** It is committed to incorporating flowmeter for liquid fuel type RTG-2 in fuel systems of harvester and the data mode and parameters of their work on fuel consumption in real terms. Incorporation has taken place in mobile machines with different systems for fuel scheme "Return fuel after flowmeter". Following are data for registered condition parameters of various machines, which enable the analysis and different conclusions depending on the purpose for which will be used. Results give rise to further research in this area.

**Key words:** flowmeter for fuel consumption, measure, analyze regimes, harvester

### ВЪВЕДЕНИЕ

Необходимостта от контрол на енергийната ефективност на земеделските машини става все по-неизбежна за съвременните фирми. Ние сме свидетели на нарастващо потребление на течни горива в световен мащаб и на непрекъснатото нарастване на техните цени. Разкриване на режимите на работа на комбайните и контролът им по разход на гориво е една от възможностите за осъществяване на енергийната им ефективност и правилното им използване. За различни видове комбайни това може да стане чрез режимометриране в реални условия на работа. Регистрираните при такива изследвания величини трябва да позволяват да се оценяват основните техникоикономически и експлоатационни показатели, както и производни такива. От извършените до сега изследвания се вижда, че при измерване на разхода на гориво и честотата на въртене на коляновия вал на двигателя в реално време е възможно да се определи и въртящият момент, а следователно и натоварването на двигателя [1].

### ИЗЛОЖЕНИЕ

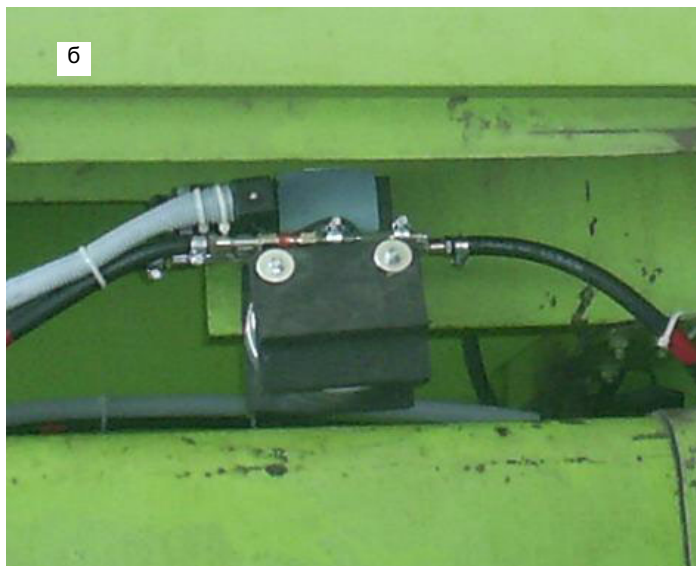
За изследване на горивната икономичност на комбайн е използвана система за енергийна ефективност състояща се от:

- Разходомер за течни горива тип РТГ-2 вграден в горивната уредба на комбайна;
- Електронен блок за управление на разходомера и съхранение на получените данни;
- Електронен блок за позициониране и определяне скоростта на движение - GPS и предаване на данните реално време - GPRS;
- Програмно усигуряване, което служи за изобразяване на комбайните върху географска карта, и отчитане на контролираните параметри;
- Приложна програма за изчертаване на графики от получените данни, разработена от колектива.

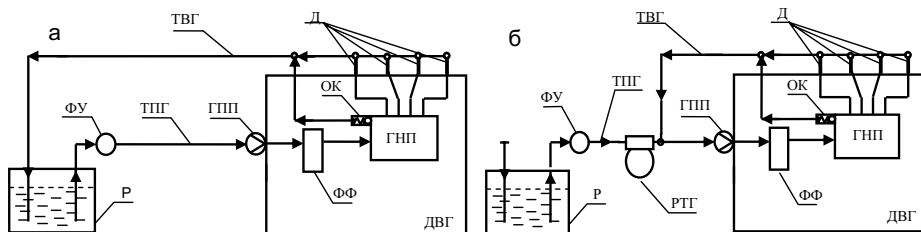
За целта е реализирано вграждане на разходомер за течни горива тип РТГ-2 в горивната уредба на комбайн и е извършено режимометриране на работните им параметри по разход на гориво в реални условия на работа. Вграждането е извършено по схема "върщащо гориво след разходомера". При тази схема се използва един първичен преобразовател за разход на гориво, което дава възможност да се повиши точността при измерване [4].

На фиг.1, а и б е показано съответно мястото на вграждане на първичния преобразовател в комбайна и общия вид на вградения разходомер. На фиг.2, а е показан общият вид класическа горивна уредба на дизелов двигател, а на фиг. 2, б – мястото на вграждане на разходомер РТГ-2 в хранителната система на комбайна. След вграждането машината са извършвала работа в реални условия безотказно в продължение на 1 година. В резултат на това са получени и оригинални данни за

регистрираните параметри от режимометрирането на комбайна, които дават възможност за последващ анализ и изводи в зависимост от целите, за които ще се използват.

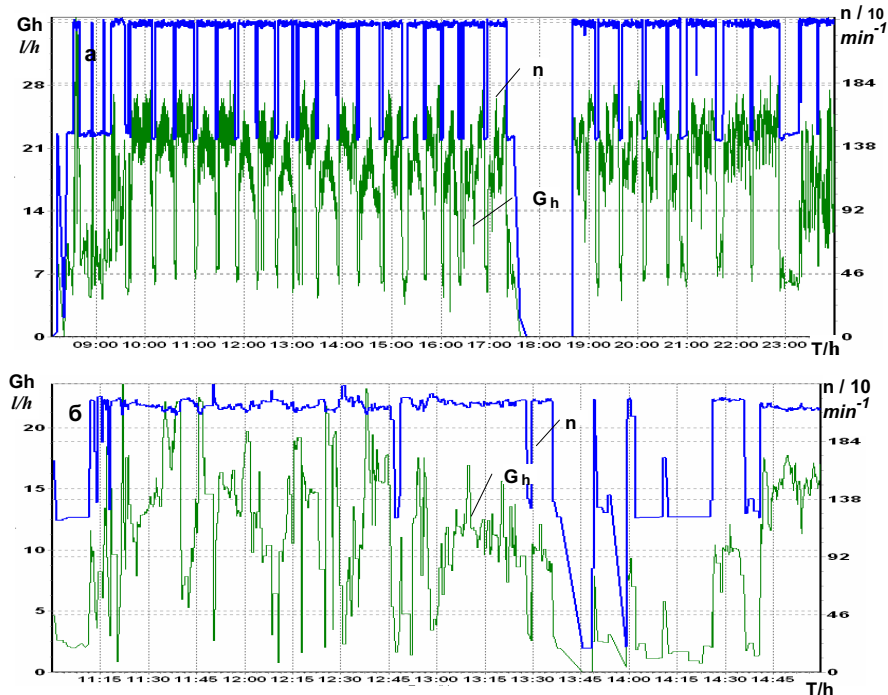


Фиг.1. Общ вид и място на вграждане на разходомера: а – място на вграждане на разходомера в земеделски зърнокомбайн; б - общ вид на вградения първичен преобразувател за разход на гориво в комбайна



Фиг.2. Хранителна система на комбайн: а – без разходомер: Р - резервоар; ФУ - филтър-утайник; ТПГ - тръбопровод постъпващо гориво; ГПП - горивоподаваща помпа; ФФ - фин филтър; ГНП - горивонагнетателна помпа; ОК - обратен клапан; Д - дюзи; ТВГ - тръбопровод връщащо гориво; ДВГ - двигател с вътрешно горене; б – с разходомер: Р - резервоар; ФУ - филтър-утайник; ТПГ - тръбопровод постъпващо гориво; РТГ - разходомер за течни горива; ГПП - гориво-подаваща помпа; ФФ - фин филтър; ГНП - гориво-нагнетателна помпа; ОК - обратен клапан; Д - дюзи; ТВГ - тръбопровод връщащо гориво; ДВГ - двигател с вътрешно горене.

Резултатите от направените изследвания са показани на фиг.3. На фигурата се вижда изменение на часовия разход и честотата на въртене на колянния вал в различни режими на работа на комбайна в експлоатационни условия.

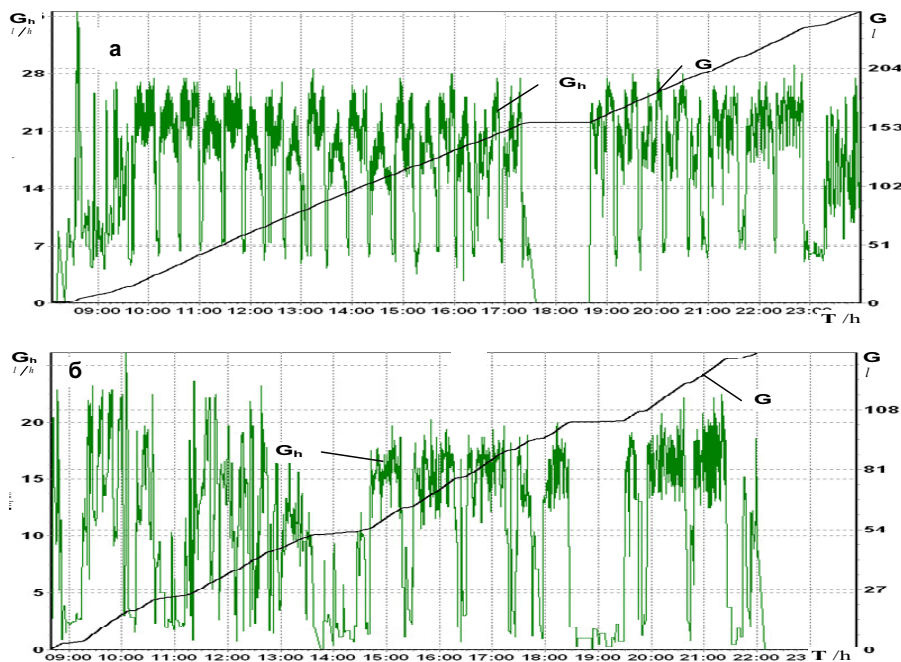


Фиг.3. Резултати от изследването на комбайн Claas Dominator в реални условия на работа: а – изменение на честотата на въртене на двигателя  $n$  и на часовия разход на гориво  $G_h$  по време на жътва; б - изменение на честотата на въртене на двигателя  $n$  и на часовия разход на гориво  $G_h$  по време на движение по асфалт

Честотата на въртене на двигателя е в същите граници (фиг.3) и в двата режима на работа поради особеностите на регулаторния клон. По-съществена е разликата в часовия разход на гориво. При жътва часовия разход на гориво се изменя от 16 до 23 l/h, а при движение по асфалт е около 10 – 11 l/h. Това е така, защото натоварването на двигателя е по-голямо при жътва и за да се поддържа честота на въртене в определени граници е нужно по-голямо количество гориво.

На фиг.4 е показано изменението на изразходеното количество гориво и часовия разход на гориво при същите режими на работа. От фигурата се вижда, че натрупването на гориво при жътва за един и същ интервал от време на работа е по-голямо.

Получените резултати дават основание експерименталните изследвания в тази насока да продължат и се задълбочат. Особен интерес представлява възможността на базата на регистрираните параметри за разход на гориво, честота на въртене на колянвия вал двигателя да се получават различни производни таблични и графични зависимости, даващи възможност на потребителите бързо, точно и нагледно да правят всестранен анализ за енергийната ефективност на изследваната машина [2]. Получената информация може също така да се използва при разработването на превантивни системи за диагностика на дизеловите двигатели по обобщаващи параметри [3].



Фиг.4. Изменение на часовия разход на гориво и изразходеното количество гориво комбайн Claas Dominator в реални условия на работа: а – изменение на изразходваното гориво  $G$  и на часовия разход на гориво  $G_h$  по време на жътва; б - изменение на изразходваното гориво  $G$  и на часовия разход на гориво  $G_h$  по време на движение по асфалт

## ИЗВОДИ

1. Извършено е вграждане на разходомери тип РТГ-2 в зърнокомбайн и е реализирана продължителна работа в реални условия. Резултатите от изпитването показват, че използваните разходомери и схеми на вграждане работят надеждно и могат да се използват за аналогични цели.

2. Резултатите от изследването показват, че вградените разходомери е възможно да се използват за режимометриране на зърнокомбайни по разход на гориво.

3. Получени са реални данни за режимите на работа на различни зърнокомбайни и данни за разхода на гориво за характерни режими на работа, които могат да се приложат за подобряване на енергийната ефективност и оптималното използване на изследваните машини

## ЛИТЕРАТУРА

[1]. Белоев Х. Теоретични изследвания на геометричните характеристики на почвообработващ прорязващ работен орган. Селскостопанска техника, №6, София, 2007

[2]. Станчева Н., Е. Иванов, Д. Станчев, И. Илиев, Д. Трендафилис. Методика за прогнозиране на оптималните режими на работа на двигателя и предавателната кутия. ЕКО-Варна, ТУ-кат. ТТТ, 1996.

[3]. Стоянов А.Й. Методика и система за дигнозиране на дизеловите двигатели по обобщаващи параметри, Научни трудове РУ"А. Кънчев", Том 41, серия 4, Русе 2004 с.100-103.

[4]. Станчев Д., Т. Деликостов и др. Относно развитието на средствата и методиките за отчитане на разхода на течни горива. ЕКО Варна, 2004.

## За контакти:

Кемал Каймак – студент в РУ „Ангел Кънчев“, Транспортен факултет, спец. „Транспортна техника и технологии“, курс четвърти.

доц. д-р Тодор Деликостов, катедра “Ремонт надеждност и химични технологии”, Русенски университет “А. Кънчев”, e-mail: delikostov@ru.acad.bg

## Изследване на горивната икономичност на товарни автомобили в реални условия на работа

Пламен Петров, проф. Димитър Станчев

*Research of Real Working Condition Fuel Economy of Trucks: Research's results of trucks fuel economy for real working condition, with characteristic working regime are presented. Results for fuel consumption per hour, RPM of the engine and velocity of movement were obtained and analyzed. Results from researching for trucks with different types of application were compared. Conclusions were made regarding implementation of computerized system for energy efficiency and for permanently building in this system on trucks.*

**Key words:** : Fuel Economy, Trucks, Computerized System, Energy Efficiency

### ВЪВЕДЕНИЕ

През последните 15 години се повиши интересът към системите за контрол на енергийната ефективност на различни мобилни машини. Особено голям е интересът възможността за контрол на разхода на гориво на товарни автомобили, където те са значителни. В различни литературни източници този интерес е разгледан и обоснован [1, 3, 7], като са описани основните проблеми на енергийната ефективност на мобилните машини и на възможността за тяхното решаване. В съответствие с това през последните години различни колективи у нас и в чужбина извършват вграждане на различни компютризиранни системи, предназначени предимно за транспортни машини и земеделски енергетични машини [5, 6]. Основен проблем при вграждането на системи за контрол на енергийната ефективност е типа на първичния преобразувател за разход на гориво и неговото свързване в хранителната система на различните двигатели. В съответствие с това през последните години авторите на работата участват в колектив, който извършва вграждане на расходомери тип РТГ-2 в различни видове мобилни машини. Целта и е да се изясни възможността за постоянно вграждане на посочените расходомери, използване на предлаганата от авторите схема на свързване в хранителните системи на различни двигатели и на възможността за контрол на енергийната ефективност на изследваните машини и за оценка на горивната им икономичност.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

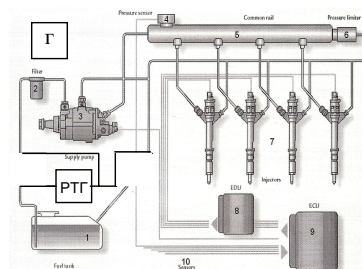
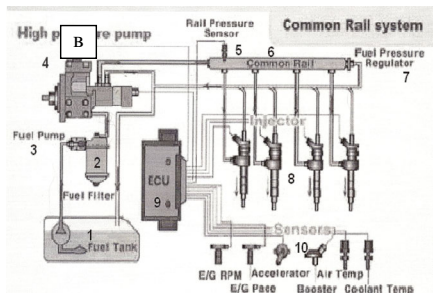
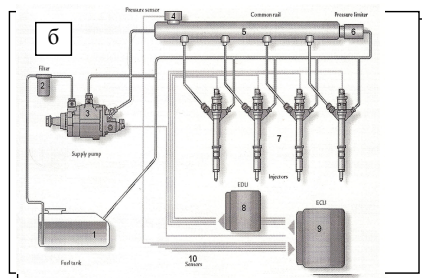
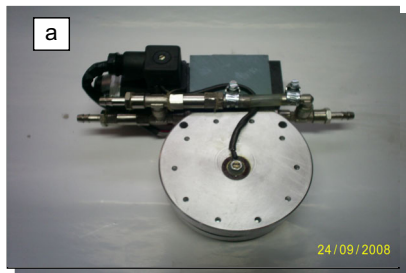
По-долу са приведени част от резултатите, като са анализирани данни за четири групи машини. Това са две бетон-помпи, два бетоновоза, три самосвала и два автомобиля с малка товароносимост. Избрани са автомобили работещи в различни условия, с различно предназначение и с различна мощност на двигателя, изменяща се от 60 до 350 kW. Последното дава възможност освен това да се оцени работоспособността на расходомера при изменение на дебита в широки граници и при различен тип хранителни системи. Извършените вграждания са реализирани в автомобили с хранителни системи класически тип, с обща рампа и с помпа-дюза.

На фиг.1 е показан общият вид (фиг.1, а) и мястото на вграждане на първичния преобразувател за разход на гориво тип РТГ-2 в хранителната система на двигателя (фиг.1, г). На същата фигура са показани и две оригинални хранителни системи тип обща рампа (фиг.1, б и в). Основният въпрос, който се дискутира и представлява интерес за специалистите при вграждането е мястото, схемата на свързване на първичния преобразувател в хранителната система на двигателя. При това изследване за всички автомобили е възприета схема на свързване с един расходомер и връщащо гориво след расходомера (фиг.1, г) [2].

Практически при повечето машини, поради особеност на връзките на връщащото се гориво от дюзите, за всеки конкретен случай се решава дали то да се върне в резервоара или след расходомера. Най-често това гориво е с дебит под 0,1



l/h, поради което може да се използва едната или другата схема, без това да се отрази на точността. Друг проблем, който е обсъждан и на който изследването трябва да даде отговор е свързан с натрупването на въздух в хранителната система. За тези случаи е необходимо да се търсят решения, за което беше разработен автоматичен обезвъздушител, който при необходимост да се вражда на подходящо място в системата.

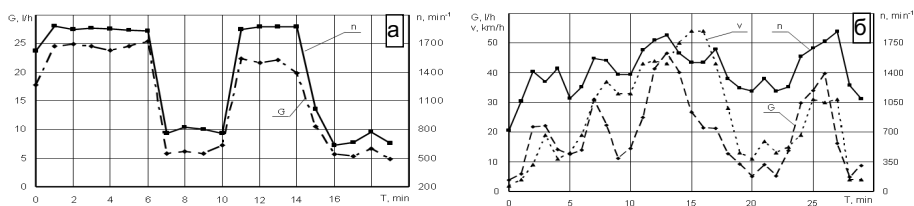


Фиг.1. Общ вид на първичния преобразувател за разход на гориво и на хранителна система с обща рампа за товарни автомобили: а – общ вид на РТГ - 2 ; б и в – хранителна система с обща рампа ; г – място на враждане на РТГ - 2

Извършеното изследване показва, че вградените първични преобразуватели работят надеждно независимо от големите температурни разлики, на които са подложени през летния и зимния период. Такива наблюдения са извършвани и в други машини в продължение на две години. През целия период са следени показанията на расходомера в реални условия на работа, което дава основание да се приеме, че РТГ осигурява и необходимата точност. На фиг.2, 3, 4 и 5 са приведени извадки на графични зависимости за скоростта на движение, за честотата на въртене и за часовия разход на гориво при работа в реални условия.

На фиг.2 са представени резултати за регистрираните величини за автомобил бетон - помпа за два характерни режима - при движение (фиг.2, б) и при работа в режим на помпа (фиг.2, а), когато бетонът се прехвърля до строителната площадка. От фигурите се вижда изменението на разхода на гориво в литри за час и честотата на въртене на колянвия вал за един кратък период от време. На фиг.2, б е показана и скоростта на движение на автомобила бетон-помпа. Часовият разход на гориво на двигателя в режим на помпа е около 20-25 l/h, при честота на въртене на колянвия вал около 1500-1700 min<sup>-1</sup>. Разходът на гориво в този случай зависи от височината на която се извършва разтоварване на бетона и честотата на въртене на колянвия вал. При транспорт разходът на гориво е от 35 до 50 l/h, при скорост на движение в градски условия от 15 до 40 km/h. Честотата на въртене на колянвия вал за тези режими се изменя от 550 до 1450 min<sup>-1</sup>. Анализът на тази и друга аналогична

информация [4] показва, че разходът на гориво на този тип автомобили се изменя в много широки граници и зависи от голям на брой разнообразни фактори, които могат да се обобщат като субективни, от условията на работа, режимите на натоварване и техническото състояние. Ето защо практически е много трудно да се определи разходна норма за да се оценява изразходваното от автомобила гориво по измината път или по време на работа. Единствено точно разходът на гориво може да бъде определен само въз основа на директното му измерване. Регистрирането на измерваните величини дава и едно много голямо предимство, свързано с възможността да се анализира и оценява възможността за намаляване на разхода на гориво и като цяло да се контролира и управлява енергийната ефективност на



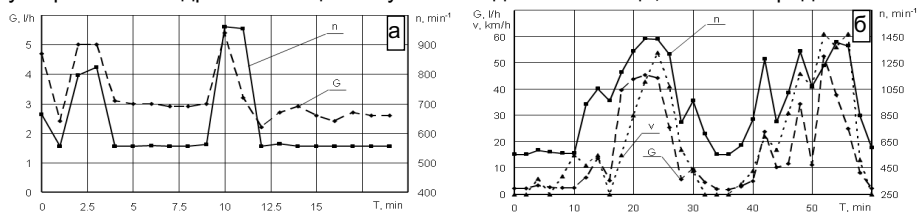
машината.

Фиг.2. Графични зависимости за честотата на въртене на колянвия вал, за моментния разход на гориво и за скоростта на движение на автомобил бетон-помпа: а - при разтоварване на бетона; б - движение при градски условия

На фиг.3 са представени резултати за автомобил бетоновоз. Регистрирани са аналогични величини за два характерни режима – при движение (фиг.3, б) и при работа в режим на разтоварване на бетона от цистерната (крушата) (фиг.3, а). От фигурите се вижда изменението на разхода на гориво, на честотата на въртене на двигателя и на скоростта на движение на автомобила за произволно избран участък на движение или време на работа. Данните за разхода на гориво, за скоростта на движение и за честотата на въртене (фиг.3, б) са аналогични по характер и по големина на анализирания по-горе данни за бетон - помпата при движение. При работа в режим на разтоварване данните по характер са близки, но по големина се различават от тези на бетон-помпата при разтоварване. В този случай разходът на гориво на двигателя е много по-малък и е около 5  $\text{l/h}$ . Това означава, че натоварването на двигателя е много по-малко от този на бетон-помпата. Анализът на тези и други аналогични данни показва, че и тук разходът на гориво се изменя в много широки граници. Единствено при разтоварване на бетона от цистерната разходът на гориво за еднотипните автомобили е много близък. Като цяло обаче разходът на гориво за изминат път или време на работа се изменя в много широки граници. С това отново се потвърждава извода, че точното изразходвано от автомобила разход на гориво за може да се определи само чрез непосредственото му измерване.

На следващата фиг.4 данни за разхода на гориво, за честотата на въртене и за скоростта на движение на три автомобила самосвали, от една и съща марка и работещи при едни и същи условия на работа. От представените на фигурите данни за един и същи участък на движение и практически равно натоварване се вижда, че те имат много близък разход в литри на 100 километра измината път. За разгледаните три случая при движение в градски условия разходът е 53,5; 56,5 и 53,7  $\text{l}/100\text{km}$ . Тази минимална разлика може да се обясни с известни различия в натоварването, режима на работа и влиянието на водача. За по-дълъг период от време или изминат път, обаче за някои от автомобилите, тази разлика става по-голяма, което се обяснява с влиянието на условията на работа, на управлението на

водача и други фактори. Например в много от случаите се вижда че водачът не поддържа честота на въртене на двигателя в „зеления“ диапазон, извършва резки ускорения и др. Ето защо и тук може да се обобщи, че за определяне на



изразходваното гориво е необходимо това да става чрез вградената система за контрол на изразходваното гориво.

Фиг.3. Графични зависимости за честотата на въртене на колянвия вал, за



Фиг.4. Изменение честотата на въртене на колянвия вал, на моментния разход на гориво и на скоростта на движение на автомобили самосвали в градски условия: а, б и в - за три еднотипни автомобиля.

моментния разход на гориво и за скоростта на движение на автомобил бетоновоз: а - при разтоварване на бетона; б - движение при градски условия

Фиг.5. Графични зависимости за честотата на въртене на колянвия вал, моментния разход на гориво и скоростта на движение на лекотоварен автомобил с класическа хранителна система: а и б - за два еднотипна лекотоварни автомобиля

Извършените цели експериментални изследвания на групата товарни автомобили, свързани с непрекъснати наблюдения за дълъг период от време показват, че използваният разходомер за течни горива тип РТГ-2 работи надеждно, има висока точност и може да се използва за вграждане в мобилни машини с различни хранителни системи.

Може да се приеме, че проблеми с натрупването на въздух не са наблюдавани. За един от случаите при класическа хранителна система, поради неизправност в помпата се наблюдаваше значително количество въздух. Преди да се пристъпи към ремонт на помпата, в хранителната система беше вграден разработен от авторите

автоматичен обезвъздушител. Продължителните наблюдения на работа на този автомобил показваха, че използваният обезвъздушител осигурява ефективно отделянето на въздуха, поради което може да се препоръча за използване при наличие на такива проблеми.

Резултатите от извършените изследвания потвърждават, че на този етап може да се пристъпи към постоянно вграждане на разработените първични преобразуватели в различни мобилни машини. В същото време е необходимо изследванията да продължат с цел да се постигне развитие на компютризираните системи за контрол на енергийната ефективност и на отделните им елементи.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Използваните първични преобразуватели за разход на гориво тип РТГ-2, работят надеждно в реални условия и могат да се използват в системи за контрол на енергийната ефективност на мобилни машини.

2. Получени са данни за разхода на гориво на различни товарни автомобили, които потвърждават направените при други изследвания изводи, че точното определяне на изразходваното от мобилните машини количество гориво може да се определи само чрез неговото непосредствено измерване.

### **ЛИТЕРАТУРА**

[1] Белоев Хр. Теоретични изследвания на геометричните характеристики на почвообработващ, прорязващ работен орган. Селскостопанска техника, №6, София, 2007.

[2] Станчев Д., Т. Деликостов и др. Относно развитието на средствата и методиките за отчитане на разхода на течни горива. ЕКО Варна, 2004.

[3] Станчева Н., Е. Иванов, Д. Станчев, И Илиев, Д. Трендафилис. Методика за прогнозиране на оптималните режими на работа на двигателя и предавателната кутия. ЕКО-Варна, ТУ-кат. ТТТ, 1996.

[4] Стоянов А. Й. Подобряване на технико-икономическите и екологични параметри на дизеловите двигатели в експлоатация чрез оптимизиране на регулировъчните параметри на горивната уредба. Научни трудове на РУ"Транспорт и машиностроене"-2005г.121-125стр.

[5] Тодоров Г., Н. Бенчева, Н. Костадинов, Д. Иванов, А. Смрикаров, Д. Станчев. Бордова информационно – съветваща система за трактор ТК-45. Сп. Механизация на селското стопанство, бр.1, 1991.

[6] Цомпов С., Т. Тотев, Д. Станчев, А. Смрикаров. Една възможност за вграждане на разходомер за течни горива в двигатели с вътрешно горене. ЕКО–Варна, 1995.

[7] Dimitrov P., Hr. Beloev. Power research on a breaker and dead-furrower with a hopper for vertical mulching. Energy efficiency and agricultural engineering, Third conference, Rousse, 2006.

### **За контакти:**

Пламен Петров, студент, Русенски университет "А. Кънчев", специалност ТТТ, курс четвърти, e-mail: [plam100@abv.bg](mailto:plam100@abv.bg)

проф. д-р Димитър Станчев, катедра "Автомобили, трактори и кари", Русенски университет "А. Кънчев", тел.: 082/888 545, e-mail: [dstanchev@ru.acd.bg](mailto:dstanchev@ru.acd.bg)

## Система за предварително подгряване на двигателя на противопожарен автомобил “Шкода Европа”

Добромир Миладинов, дипломант, специалност ТТТ  
Ръководител: доц. д-р Росен Иванов

*ICE pre-heating system for fire vehicle “Skoda Europe”: This paper presents possibility for built-in the preheating system in exiting fire vehicles in town of Ruse. An achievement for effect evaluation (fuel consumption and emissions reduction) is done.*

**Key words:** ICE pre-heating, reduction of fuel consumption and emissions

### ВЪВЕДЕНИЕ

Когато на двигателя му се налага да работи при ниски температури, преди да стартирането, по време на самия старт и известно време след това, хлабините в коляно-мотовилковия механизъм са сравнително големи, маслото в картера е с повишен вискозитет и всичко това води до едно интензивно износване, повишаване разхода на гориво и отделяне на по-голямо количество вредни емисии в изгорелите газове. Този ефект най-ясно се забелязва при автомобили със специален режим на движение (противопожарни автомобили, линейки и други). За избягване на този нежелателен ефект се използват различни видове системи за предварително подгряване на двигателите.

Целта на разработката е да се подбере подходяща система за предварително подгряване на двигателя на противопожарен автомобил Шкода Европа.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

Ще разгледаме системите за предварително подгряване на двигатели с течност охлаждаване. Системите за допълнително подгряване на охлаждащата течност захранвани с енергия от самия автомобил се делят на два основни типа: системи захранвани с електрическа енергия и системи захранвани с течно гориво (най-вече с такова с каквото работи самият двигател).

Система за първоначално подгряване с електрическа енергия използвана от автомобила е разработана от “Фолксваген груп”. Тя се задейства при поставяне на контактният ключ на положение контакт. Системата се управлява от централния управляващ блок на двигателя. Той получава информация от показанията на температурния датчик за водата, от температурния датчик на постъпващия въздух и информация за състоянието на алтернатора. В зависимост от получената информация управляващият блок подава напрежение към едно от двете реле, или към двете реле едновременно, които от своя страна захранват три подгревни свещи. Трите подгревни свещи са еднакви но две от тях се захранват от реле с висок капацитет а едната от реле с нисък капацитет. Системата се включва автоматично при температури по ниски от 5°C. Подгревните свещи се монтират на фланец в задната част на цилиндровата глава - до температурния датчик. Тук подгряването става в зоната на цилиндровата глава, респективно на горивните камери на цилиндрите.

Друг основен вид подгряващи системи са тези, които използват гориво (най-често използвано от самия двигател).

Такава система има разработена от “Пежо” за дизелови двигатели с директно впръскване HDI. Характерно за този вид система е, че също работи при включен двигател (минимум 60 s, оборотите на двигателя - минимум 700 min<sup>-1</sup>, напрежението в акумулатора да е над 12V и температурата на охладителната течност да е над -40°C.). Командата за включване на отоплителя се прекратява в момента, в който температурните условия го позволят. Изключването на системата става в повечето

случаи при 64°C на охладителната течност. За различните видове двигатели, температурата на изключване може да е различна.

Апаратурата функционира по така наречения метод на изпарението с регулиране отоплението получено чрез контрол на захранването с гориво- пълно, частично и с прекъсване. Дозиращата помпа захранва с гориво смесителя чрез изпарение, турбината пуска количество въздух необходимо за горенето, керамичния контролер на пламъка предизвиква това изпарение и последвало запалване на гориво въздушната смес. След това котролера загасва и горенето се самоподдържа.

### **ПОДГРЕВАТЕЛНИ СИСТЕМИ ЗА ОХЛАДИТЕЛНАТА ТЕЧНОСТ И МАСЛОТО, ИЗПОЛЗВАЩИ ВЪНШЕН ИЗТОЧНИК НА ЕНЕРГИЯ**

Тук също се използват различни източници на енергия. В бившия Съветски съюз, за поддържане на двигателите на автомобилите в работен температурен режим / става въпрос за държавните автомобили / са били изградени специални стоянки с отвори през които е излизала гореща пара. Тази пара е обдухвала двигателите на автомобилите и по този начин е поддържала температурата им висока.

Съвременните системи за подгряване се монтират на самия двигател, като се използва електрическа енергия от централната електропреносна мрежа. Тези системи са най- разнообразни. При едни от тях се набляга главно за загряване на смазочно масло в картера на двигателя при други – на охлаждащата течност . Използват се различни типове отоплители фиг.1-4.



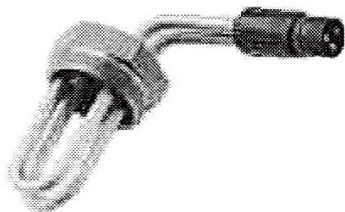
Фиг.1. Отоплител на масления картер



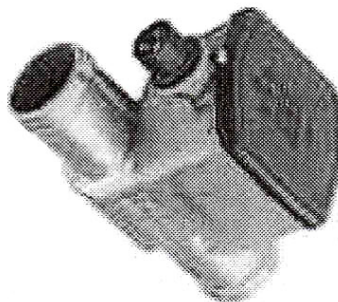
Фиг.2. Отоплители на двигателното масло "KIM HOTSTART".

Знаем, че при ниски температури вискозитета на маслото се увеличава, а от там се увеличава и съпротивлението при стартирането, има проблеми и при първоначалното мазане и за това се налага това първоначално подгръване. С подгръване на маслото се подгръва и цялата долна област на двигателя включително и охладителната му система. Температурата на охладителната течност се покачва, но не достига до желаните параметри.

Други видове отоплители, това са така наречените контактни отоплители. (Фиг.3).



Фиг.3. Контактен отоплител.



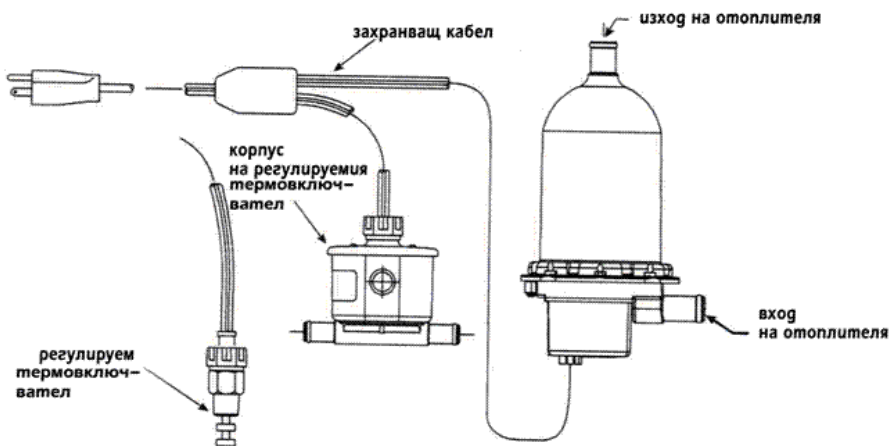
Фиг.4. Блок – отоплител

Като устройство те са сравнително прости, монтажа може да се извърши както в близост до цилиндровата глава / на местото на предпазна тапа/ , така и около охладителя на масления филтър. При тях изцяло се подгръва охладителната течност. Монтажът се извършва по следния начин. Избира се точно определения контактен отоплител за съответния автомобил. Охладителната течност се източва от охладителната система. Обезопасителната тапа се демонтира от цилиндровия блок и отвора хубаво се почиства, както и зоната около него. След това се поставя контактният отоплител, като се внимава уплътнението да е поставено добре

Трети вид отоплители, това са така наречените блок – отоплител. Наричат така, защото отоплителя е монтиран в специална камера, която посредством маркучи е свързана към охладителната система (Фиг.4). Монтажът и поддържането на този вид отоплител е най-лесно в зависимост от посочените по горе други видове отоплители. Нагръването на охлаждащата течност в системата и движението и се осъществява по термосифонния метод. Подгрятата течност първо постъпва в зоната на цилиндровата глава или в зоната непосредствено около нея и по този начин имаме оптимално подгръване на силно натоварените движещи се части.

#### **ПРИНЦИПНА СХЕМА НА СИСТЕМА, ИЗПОЛЗВАЩА СТАЦИОНАРЕН ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ИЗТОЧНИК НА ЕНЕРГИЯ**

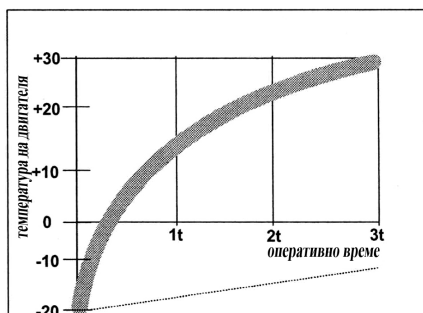
Трети тип отоплител-блок-отоплителя ще разгледаме по-подробно. Към блок –отоплителя може да се монтира управляем термовключвател. По този начин можем да регулираме в сравнително широки граници регулируемата температура. Принципна схема на цялата система е показана на фиг.5.



Фиг. 5. Блок-отоплител с управляем термовключател

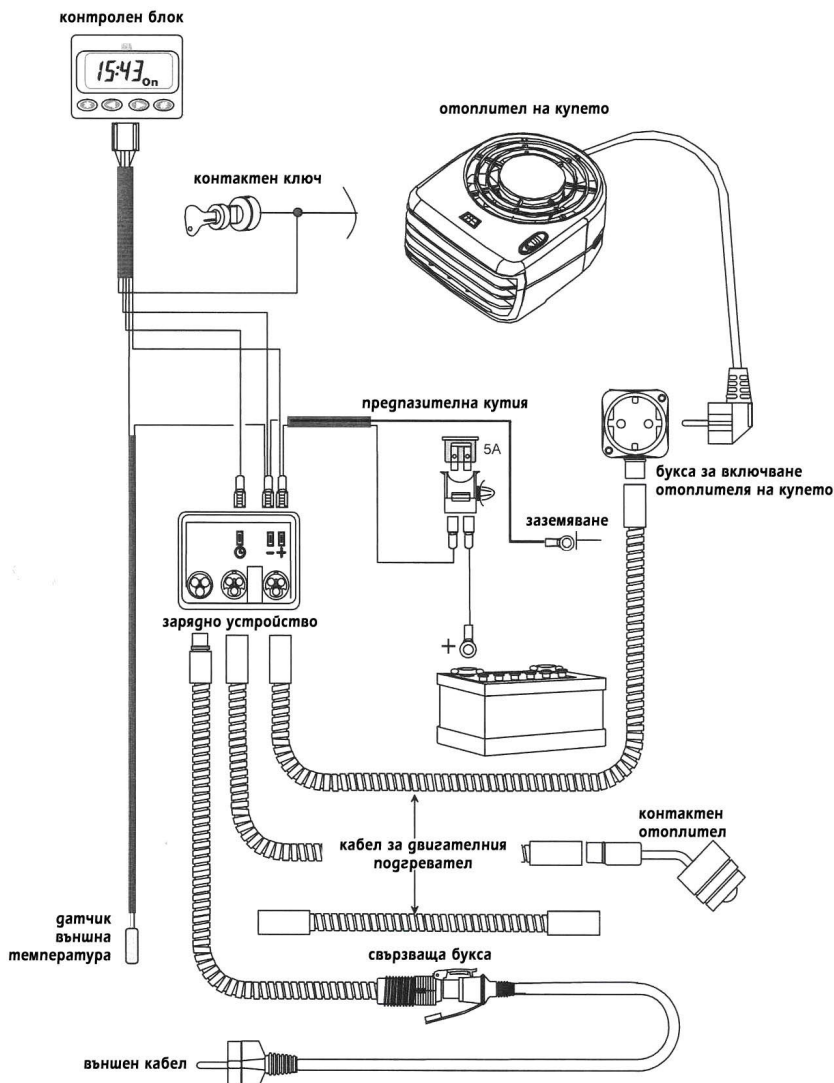
Блок-отоплителя се монтира близо до водната помпа за да може подгрятата охлаждаща течност по термо-сифонен път да достигне за кратко време до зоната на цилиндровата глава - горна част на цилиндровия блок. Управляемият термовключател се монтира преди блок-отоплителя. Целта е течността с по-ниска температура да дава по-точна информация на управляващия термовключател. Има блок-отоплители с фиксиран термовключател- монтиран в корпуса на отоплителя.

Друга водеща фирма в областта е норвежката "DEFA". Всички отоплители за двигатели са проектирани от "DEFA" да нагреват ефективно независимо от метода на монтиране. Повечето отоплители се инсталират с нагревателен елемент директно в охладителната течност или двигателното масло. Тези отоплители, които се монтират към охладителната система осигуряват бавна циркулация на загряваната течност в охладителната система. С отоплителите "DEFA" температурата на двигателя може да бъде повишена до  $50^{\circ}\text{C}$  над външната температура в зависимост от разположението на отоплителя в двигателя и обема на охладителната течност в системата. Идеалното оперативно време за загряване зависи от външната температура. След три часа при  $-17^{\circ}\text{C}$  системата достига до температурен баланс (фиг.6). В системата може да се включва и отоплител за вътрешното пространство в кабината или купето (фиг.7).



Фиг. 6. Зависимост на температурата на двигателя от времето за подгриване





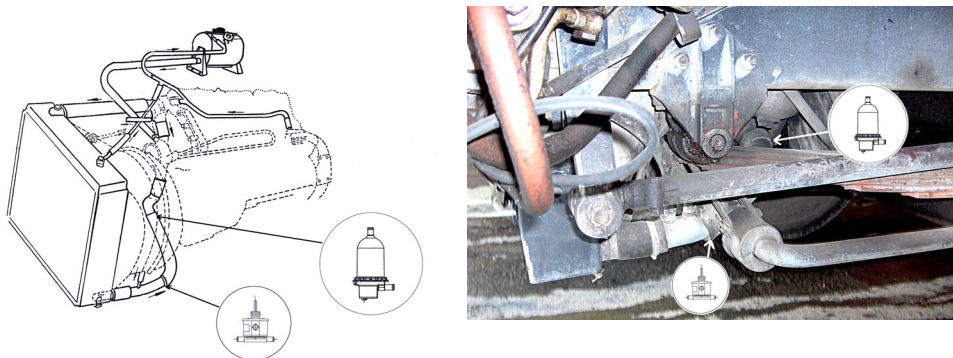
Фиг.7. Схема на всички елементи от подгревателната система DEFA.

### ОБОСНОВКА И ИЗБОР НА ЕЛЕМЕНТИТЕ НА СИСТЕМАТА

Както посочих по рано двигателите на автомобилите със специално предназначение и най-вече противопожарните автомобили, зимно време, при потегляне и малко след това са подложени на интензивно износване. Целта на нашата задача е да се сведе до минимум това износване както и ред други нежелателни явления (повишено съдържание на вредни емисии в отработените газове, повишен разход на гориво). Обект на нашето изследване ще бъде

противопожарен автомобил разработен на базата на “Шкода-Европа”. При досегашната експлоатация е установено, че двигателя на този автомобил MS-637 издържа пробег до 50000-60000 км. Това е с около 4-5 пъти по-малко отколкото на същият двигател експлоатиран при нормални условия. Какво имаме в предвид, че противопожарните автомобили не се експлоатират при нормални условия, в студените дни и то от стартирането до влизане в нормален температурен режим. При стартиране в зимни условия, когато температурата в гаражната клетка е около или под 0°C, автомобила се стартира и работи на сравнително високи обороти за да може компресора да покочи налягането в спирачната система. Докато не се достигне до определеното налягане в спирачната система, автомобила не може да потегли. От друга страна автомобила трябва по най-бързия начин да стигне до адреса, от който е повикан. Поддържането на високи обороти в този начален момент допълнително натоварва двигателя.

Поради тези причини предлагаме използването на допълнителен отоплител в студения период на годината. Що се отнася до това, какъв да бъде вида отоплител ще изхождаме от това къде може да го монтираме, за да бъде най-ефикасен и в зависимост от това какви най-малко промени ще е нужно да направим по охладителната система на двигателя. Изхождайки от разглежданите по-напред системи отоплители се спряхме на системата блок-отоплител и разглеждайки структурата на охладителната система преценихме, че е възможно и използването на управляем термовключвател (фиг.8).



Фиг.8. Двигател MS 637 и местата за монтаж на управляемия термовключвател и отоплителя

За определяне на мощност на нагревателя бяха направени опити за сваляне на температурната характеристика на топлоотделяне на двигателя. Измерителната термо двойка бе поставена в долната част до водната помпа. Поради не зависещи от нас причини времето за опита беше много малко / 7 min /.

Като се има в предвид, че температурата на околната среда е току  $\approx 23^{\circ}\text{C}$  имаме :

Количеството топлина отдадено от двигателя;

$$Q = m_{\text{дв}} \cdot C \cdot (T_2 - T_1)$$

където  $m_{\text{дв}}$  – масата на двигателя ( $m_{\text{дв}} = 825 \text{ kg}$ );

$C$  – коефициент на топлоотдаване (  $C = 440 \text{ J/kg.K}$  )

$$Q = 825 \cdot 440 \cdot (62,9 - 61,4) = 544500 \text{ J}$$

Погледнато по обратен път каква мощност ще ни трябва за подгръвяне от  $T_1 = 61,4^\circ\text{C}$  до  $T_2 = 62,9^\circ\text{C}$  при температура на околната среда  $t_{ok} = 23^\circ\text{C}$  имаме :

$$P = Q/ts$$

където:  $t_s$  - времето за подгръвяне в секунди

$$P = 544500 / 420 = 1296 \text{ W}$$

Като сравним съществуващите отоплителни избираме най близкия възможен стандартен отоплител с мощност от 1500W на американската фирма "KIM HOTSTART". Типът на отоплителя както вече казахме е блок-отоплител.

### ИКОНОМИЧЕСКА ОЦЕНКА

Икономическите преимущества от използването на допълнителен отоплител можем да видим при следните сравнения.

Нека да определим количеството електроенергия за поддържане на температурата на двигателя през студения период на годината ( 180 дни). При направени проучвания един противопожарен автомобил излиза средно по задачи около 1,2 пъти на ден. Автомобиля отсъства около 3,5 часа средно на задача. Ако приемем, че през зимния период излизанията по различни задачи е в рамките на 0,9 излизания на ден, то за целия зимен период имаме около 162 излизания. Автомобиля ще отсъства около 567 часа от гаража. При завръщането си в гаража автомобиля е загрят и дори да се включи допълнителния отоплител, то той няма да заработи, защото температурата в охладителната система ще е по висока. За да спадне температурата до около  $40-45^\circ\text{C}$  , при която да включи управляемият термовключвател е нужно време, което ние отчитаме около 42-45 min. Или за всички излизания през зимния период отоплителя няма да работи около 681 часа. За останалото време автомобиля ще е в гаража и приемаме, че отоплителя ще е включен. При достигане на температура от  $50^\circ\text{C}$  на охлаждащата течност, термовключвателя изключва. Фазите включен/изключен на отоплителя са 1:3, т.е една част е включен, а три части изключен. От останалите 3639 часа, 1213 часа отоплителя е включен. При цена на  $1 \text{ KW} / \text{h}$  електроенергия 0,14 лв. и мощност на отоплителя  $1,5 \text{ KW}$  получаваме около 255 лв. за целия зимен период за една година.

От друга страна амортизацията на двигателя до основен ремонт настъпва след около две години експлоатация. Като се има в предвид, че тарифата на един час ремонт за тежкотоварни автомобили е 60 лв. По-долу ще изброим времетраенето на някои операции свързани с основния ремонт на двигателя;

- сваляни и качване на двигателя - 14,4 h
- демонтаж и монтаж на бутала - 19 h
- демонтаж и монтаж на ризи – 3 h
- демонтаж и монтаж на колян вал- 2.6 h
- монтаж на семеринги – 2,6 h
- демонтаж и монтаж на картер – 1 h
- допълнителни операции от 6,5 h до 10 h

В най-добрият случай един ремонт ще излезе около 1 956 лв., като тук не е включена цената на материалите.

Сравнявайки цените за консумирана електрическа енергия за два зимни сезона – около 510 лв. и цената на един ремонт 1 956 лв. ( без цената на материалите ) ясно се вижда преимущество от използването на допълнителния отоплител.

**ЕКОЛОГИЧНА ОЦЕНКА**

Опитите , проведени с подгреватели на DEFA и различни марки автомобили (табл.1), показват значително намаление на вредните емисии и известно намаление на разхода на гориво в резултат на предварителното подгриване. Това е основание да се предполага, че и при автомобила Шкода Европа ще има подобен екологичен ефект използването на системата.

**Таблица 1****Намаление на разхода на гориво и вредните емисии за различни автомобили**

| Модел                       | Разход на гориво, % | CO % | CO <sub>2</sub> % | CH % | NO <sub>x</sub> % | PM % |
|-----------------------------|---------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|
| <b>Дизелови автомобили</b>  |                     |      |                   |      |                   |      |
| Citroen Xsara Beak 2.0 HDI  | 5                   | 3    | 10                | 23   | 14                | 36   |
| Volvo S60 Sedan 2.4         | 3                   | 16   | 2                 | 17   | 7                 | 23   |
| Toyota Corolla STW 2.0      | 6                   | 66   | 3                 | 59   | 19                | 36   |
| VW Golf 1.9 TDI             | 4                   | 40   | 60                | 44   | 8                 | 14   |
| <b>Бензинови автомобили</b> |                     |      |                   |      |                   |      |
| Renault Laguna Break 1.6    | 14                  | 88   | 3                 | 84   | -250              | -    |
| Mazda 6 2.0 Hatchback       | 8                   | 86   | 3                 | 80   | -115              | -    |
| Volvo V70 STW               | 6                   | 28   | 4                 | 65   | -25               | -    |
| Peugeot 307 1.6             | 10                  | 95   | 2                 | 88   | -29               | -    |
| Toyota Corolla Verso 1.8    | 7                   | 56   | 0                 | 83   | -33               | -    |
| BMW-525                     | 7                   | 31   | 5                 | 49   | 10                | -    |
| VW Golf 1.6                 | 8                   | 54   | 5                 | 64   | 25                | -    |

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

С приложението на предварително подгриване при отрицателни температури на околната среда, освен улесненото пускане и намаленото износване на автомобилните двигатели, се получава и значително намаление на разхода на гориво и емисиите CO и CH, отделяни от автомобилните двигатели при първоначално пускане и в първите изминати километри.

Разходите за изразходваната електрическа енергия са по-ниски от икономията на гориво.

**ЛИТЕРАТУРА**

- [1]. Фирмени материали на производителите на подгревателни системи KIM HOTSTART и DEFA
- [2]. Оберемок В. З., Юрковский И. М. Пуск автомобильных двигателей. Москва. Транспорт. 1979 г.
- [3]. Янков К., А. Димитров. Устройство за пускане на дизелови двигатели при ниски температури с искров разряд. НС – ВНТИ- София, 1995.
- [4]. Byron T. Modelling and Control of Automotive Coldstart Hydrocarbon Emissions. UNIVERSITY OF CALIFORNIA, BERKELEY. 2002.
- [5]. Gerard W. Malaczynski, David B. Miller. Low Volatility Fuel Delivery Control during Cold Engine Starts. 2005 SAE World Congress. Detroit, April 11-14, 2005.
- [6]. <http://cor.defa.com/>

**За контакти:**

Добромир Миладинов, Русенски университет “Ангел Кънчев”, специалност “Транспортна техника и технологии”

Доц. Росен Иванов, Русенски университет “Ангел Кънчев”, катедра „Автомобили, трактори и кари“, тел.: 082-888 528, e-mail: [rossen@ru.acad.bg](mailto:rossen@ru.acad.bg)

## Уредба за изпитване на елементи от пневматична спирачна система

Павлин Нонов, дипломант, специалност ТТТ

Ръководител: доц. д-р Росен Иванов

***Testing device for elements of vehicle pneumatic brake system:** This paper presents the development of a testing device for some elements of the vehicle pneumatic brake system. The device construction and experimental results are given in the paper.*

***Key words:** test device, pneumatic brake system*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Първите автомобилни спирачни уредби са заимствани от конните дилижанси. Самодвижещата се кола на руски механик е била снабдена със спирачно устройство във вид на еластичен съединител. През 1920 година започват да се използват топлоустойчиви азбестови материали за спирачните обшивки и се комбинират с мед и други метали в различни съотношения, тогава е създадена и първата пневматична спирачка. През 1926 година фирмата Крайслер внедрява масово в европейските товарни автомобили пневматичната спирачна уредба.

По настоящем в света широко се използват две системи за пневматично задвижване на автомобилните ремаркета: еднопроводна с обратно действие и двупроводна с право действие. И двете системи са автоматични и осигуряват автоматично спиране на ремаркетото при откъсването му от автовлака.

Еднопроводното задвижване на автовлаковете има един съединител пневматичен тръбопровод, с които са съединени влекачът и ремаркетото. През него се запълва резервоарът на ремаркетото със състен въздух за управление спирачките на ремаркетото. В свободно състояние резервоарите се запълват с въздух. При спиране, а също така и при откъсване на ремаркетото въздухът от тръбопровода се изпуска, което заставя въздухоразпределителят да подаде състен въздух от резервоарите към спирачните механизми и ремаркетото спира. Излизането на въздуха от резервоара на влекача се предотвратява от обратния клапан, който е поместен в съединителната глава.

Еднопроводното задвижване е система с обратно действие, т. е. основната задача си изпълнява при изпускане на състения въздух. И захранването и управлението на задвижването на ремаркетото се реализират с един тръбопровод.

При двупроводно задвижване влекачът и ремаркетото са съединени с два тръбопровода. По единия от тях (захранващия и аварийния) състения въздух се подава в резервоарите на ремаркетото. Вторият тръбопровод, който е управляващ в свободно състояние, е свързан с атмосферата. При спиране състения въздух се подава в ремаркетото, спирачния кран сработва и състения въздух от резервоарите се подава в спирачните механизми, като се осигурява спирането. Ремаркетото спира и при откъсване от влекача, тъй като спирачния кран сработва и при падане на налягането в захранващия тръбопровод. Двупроводното задвижване е с право действие, тъй като основната му функция се изпълнява при подаване на състен въздух. Двата тръбопровода се съединяват с еднакви съединителни глави, които са оцветени различно: главата на захранващия тръбопровод - в червено, а главата на управляващия тръбопровод – в синьо.

Предимствата на еднопроводното задвижване са в по-малкия брой апарати и тръбопровода, поради което то е по просто и евтино. При еднопроводно задвижване налягането в резервоара на ремаркетото трябва да бъде по-малко от налягането в резервоарът на влекача, иначе освобождаването на спирачките ще се извършва много бавно.

Пневматичното задвижване се оценява по няколко характеристики, които

отразяват нарастващите изисквания към спирачните уредби, формулирани от ИКЕ ООН :

1. Характеристика на напълването ,с която се оценява времето за запълване на резервоарите със сгъстен въздух(при дадена честота на въртене на компресора), а също така редут на запълване на отделните кръгове на задвижването.

2. Разходна характеристика, която представлява зависимостта на налягането на сгъстения въздух в резервоарите и броят на пълните сработвания на уредбата. При това компресорът може да работи с постоянна честота или да не работи.

3. Защитна характеристика- изменението на налягането в задвижването при последователно възникване на откъси в различни точки. При това се определя работоспособността на задвижване както в момента на възникване на отказа, така и в определен промеждутък от време след това.

4. Динамична характеристика - изменението на налягането в изпълнителните органи на задвижването и във въздухопроводите за управлението на спирачките на ремаркетото във функция от времето при рязко натискане на спирачния педал. С тази характеристика се определя времето на сработване на задвижване.

5. Статична характеристика- зависимост на налягането в изпълнителните органи на задвижването от силата на органа за управление при бавно и плавно нарастване на тази сила. Тази характеристика се отчитат възможните регулировки на пневматичните уреди, които съставляват предавателния механизъм на задвижването.

Целта на разработката е да се създаде уредба за изпитване на главния спирачен кран и спирачните камери от задвижването на пневматична спирачна система

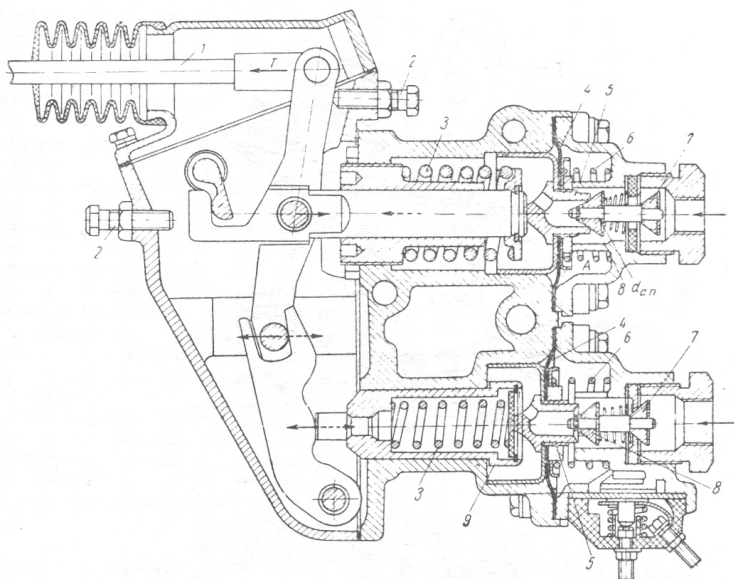
### **КОНСТРУКЦИЯ НА ИЗПИТВАНИТА ЕЛЕМЕНТИ**

Главния спирачен кран управлява подаването на сгъстен въздух от резервоарите към работните камери или цилиндри. Той осигурява „следящо“ действие, т.е. пропорционалност на налягането на въздуха в работните пневматични кранове и натискането на спирачния педал. Задейства се кранчо от водача. На новите конструкции педалът е монтиран непосредствено върху крана. Използват се още кранове, които са свързани с педал чрез лостове и щанги .

В зависимост от вида на спирачното задвижване се използват главни спирачни кранове с различна конструкция. Те са различни за еднородна и двупроводна, еднокръгова, двукръгова или многокръгова спирачна уредба. Според принципа на действие биват с право и обратно действие и комбинирани. Според конструкцията на следящия механизъм – бутални, мембранни и клапанни и т.н.

С най-добри експлоатационни показатели са крановете от мембранен тип. На фиг.1 е показан комбиниран главен спирачен кран за еднородно задвижване със следящ механизъм мембранен тип. Той се използва в автомобилите ЗИЛ 130. В долната част е поместен кранът на влекача, а в горния – кранът на ремаркетото. Той работи при изпускане на въздуха. В крана има два следящи механизма с унифицирана конструкция, състоящи се от две мембрани 4 с кухи пръти 5 , въздушен 7 и атмосферен 8 гумено-метален клапан.

При отпуснат спирачен педал прътът 1 се премества на дясно до опората 2. При това спирачните камери на влекача (на долната част на фигурата)са съединени с атмосферата, тъй като атмосферният клапан е отворен , а въздушният 7 е затворен (в крайно ляво положение).



Фиг.1 Главен спирачен кран – двусекционен за еднопроводно спирачно задвижване

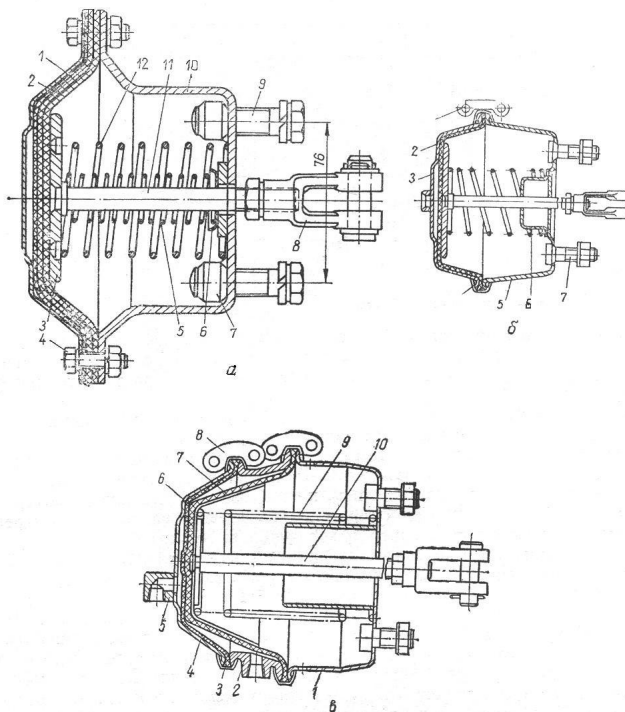
Спирачните камери биват фланцови и безфланцови. Фланцовата спирачна камера се състои от тяло 10 (фиг. 2), мембрана 2 и капак 1, съединен с тялото с болтове 4. Към капака е заварена планка с конусна резба за съединяване с щуцера на гъвкавия тръбопровод. В тялото е разположен пръта 11 с диска 3, в които опира възвратната пружина 12, втория край на пружината опира в дъното на тялото на камерата. Към дъното на камерата постоянно се притиска от пружината 5 уплътнителната шайба 6, която предпазва камерата от замърсяване. Камерата се закрепва с два болта 9, които са завити в заварени гайки 7 към конзолата, монтиран към моста на автомобила. Прътът на камерата с разтварящия лос се съединява с вилката 8.

При спиране съгстения въздух попада по маркуча в пространството между капака 1 и мембраната 2, като премества мембраната с пръта 11 надясно. При освобождаване съгстения въздух от спирачните камери излиза през спирачния кран в атмосферата.

Преместването на мембраната при спиране е правопрпорционално на големината на хлабината между триещите накладки на челюстите и спирачните барабани.

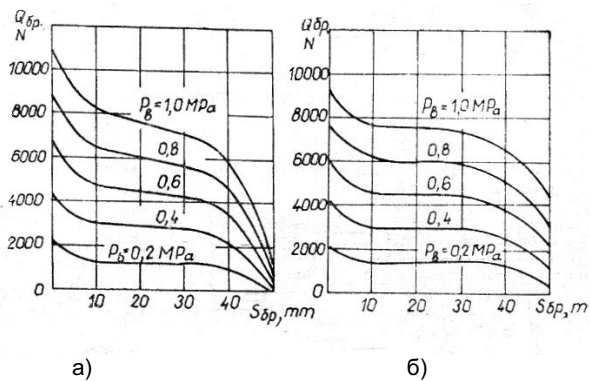
Безфланцовата спирачна камера се състои от същите главни части както фланцовата, но конструктивното изпълнение на частите се различава от това на фланцовите камери.

Мембраната 3 (фиг. 2 б) е притисната между тялото 5 и капака 2 с помощта на обръча 4, които е стегнат с два болта 1. Необходимата сила за платно съединяване на тялото, мембраната и пружината се създава от конусните ръбове в тялото на капака на камерата. Ходът на мембраната се ограничава от чашата 6, която е заварена на дъното на тялото. Към конзолата на спирачката камерата се прикрепя със заварени към тялото болтове 7. Принципът на действие на безфланцовата камера е като при фланцовата.



Фиг.2 Спирални камери:

а – фланцова; б – безфланцова ; в – двумембранна



Фиг. 3 Характеристика на камерите:

а – на фланцова камера; б – на безфланцова камера



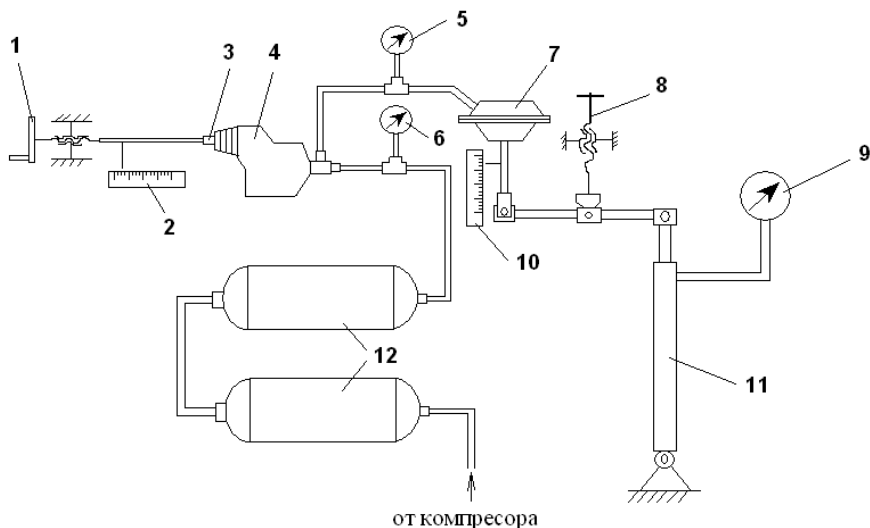
## ИЗБОР И ОБОСНОВКА НА ПРИНЦИПНАТА СХЕМА И ЕЛЕМЕНТИТЕ НА УРЕДБАТА

За уредбата бе избрана следната принципна схема , показана на фиг.4.

Избрани са елементи от спирачната система на автомобили ЗИЛ-130. Това са: комбиниран главен спирачен кран за еднотробоно задвижване със следящ механизъм мембранен тип (фиг.1), спирачна камера (фиг.2 а) тип „24“, бутилки за налягане от автомобил ЗИЛ, хидравличен цилиндър от прикачна машина, чрез който да се измерва силата от спирачната камера и компресор за налягане, който е отделно от уредбата и я захранва с въздух под налягане.

### МЕТОДИКА И ИНСТРУКЦИЯ ЗА РАБОТА С УРЕДБАТА

Компресорът който е отделно от уредбата се пуска и се следи налягането от манометъра показан на позиция 1 , изчаква се налягането на въздуха да достигне желаната стойност. Чрез винта 1 се имитира натискането на спирачния педал, като хода се следи по скала 2. Налягането в резервоарите за съгстен въздух се следи по манометъра 6, а това подавано към спирачната камера - с манометъра 5. За промяна на хода на пръта на спирачната камера се използва винта 8, който мести опората на кобилицата разположена между спирачната камера и измерителния цилиндър 11. Самия ход се следи по скалата 10. Силата, създавана от спирачната камера се определя по налягането в измерителния цилиндър, което се отчита по 9.

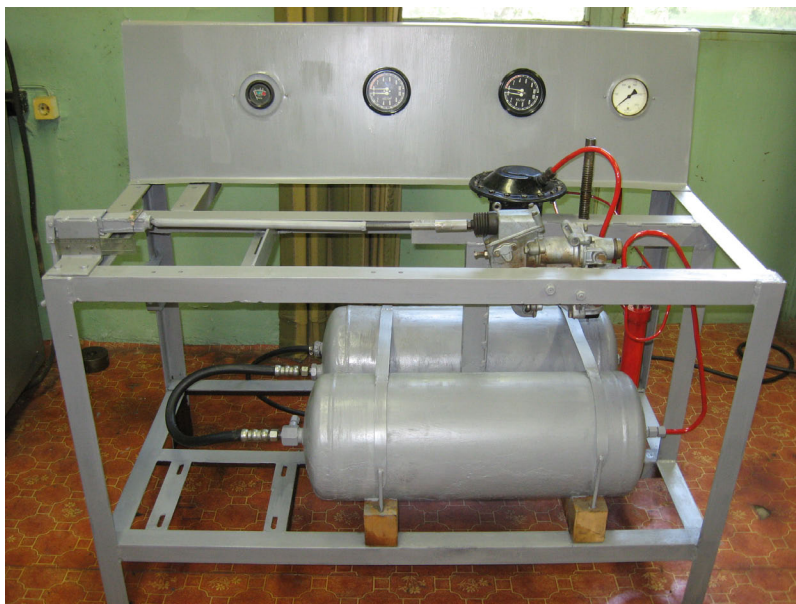


Фиг. 4. Принципна схема на уредбата :

1 – винт с ръкохватка за задействане на главния спирачен кран; 2 – скала за отчитане на хода на пръта на спирачния кран; 3 – прът за задействане на главния спирачен кран; 4 – главен спирачен кран; 5, 6 –манометри за отчитане налягането съответно в спирачната камера и в резервоарите за съгстен въздух; 7 – спирачна камера; 8 – винт за промяна хода на пръта на спирачната камера; 9 – манометър за отчитане налягането в измервателния цилиндър ; 10 – скала за отчитане на хода на пръта на спирачната камера; 11 – измервателен цилиндър; 12 – резервоари за съгстен въздух.



Фиг. 5. Захранващ компресор



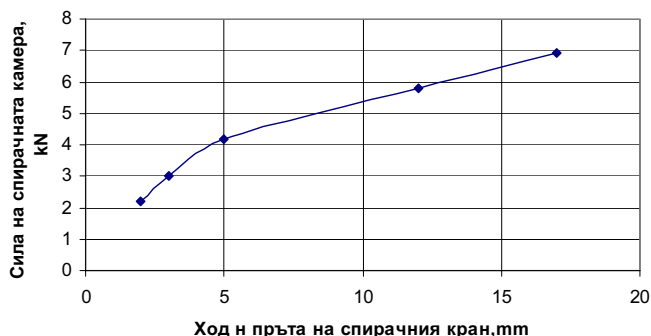
Фиг. 6. Общ вид на уредбата за изпитване на елементи от задвижването на пневматична спирална система

## РЕЗУЛТАТИ, ПОЛУЧЕНИ С УРЕДБАТА

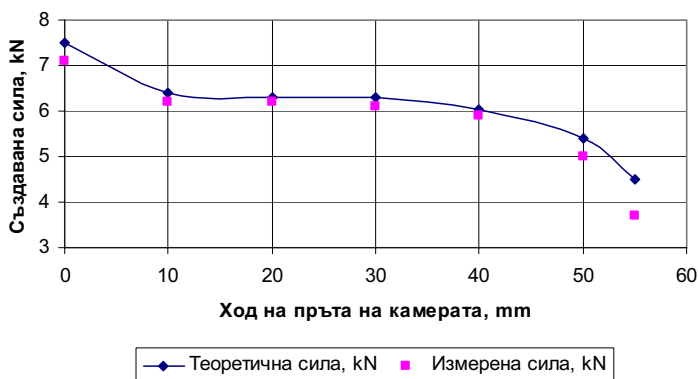
С разработената опитна уредба са проведени две серии опити с уредбата. Първата е при налягане в резервоарите 5 atm при различен ход на пръта за задействане на главния спирачен кран, което съответства на различна степен на натискане на спирачния педал. Втората серия опити е проведена при налягане в резервоарите 4,5 atm и реализиран различен ход на пръта на спирачната камера за да се получи характеристиката и при това налягане.

Резултатите са представени на фиг. 7 и 8. Първата фигура показва как се реализира следящото действие на главния спирачен кран. Вижда се при по малък ход пръта на спирачния кран, съответно при по-малък ход на натискане на спирачния педал се получава по-малка сила от спирачната камера при постоянно налягане на въздуха в системата.

На фиг.8. са сравнени теоретичната и получената експериментална характеристика на спирачната камера тип 24. Вижда се, че експерименталните данни потвърждават характера на теоретичната характеристика, следователно уредбата може да се използва за снемане на тази характеристика. Разликите се дължат на неточности при визуалното отчитане и на триенето в шарнирите на кобилицата между камерата и измервателния цилиндър.



Фиг.7. Следящо действие на спирачния кран



Фиг.8. Характеристика на спирачна камера тип 24

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Получените опитни резултати за следящото действие на главния спирачен кран и характеристиката на спирачната камера потвърждават теоретичния характер на съответните зависимости и доказват работоспособността на уредбата. Тя осигурява достатъчно точни резултати и може да се използва в учебния процес.

**ЛИТЕРАТУРА**

[1] Богданов П. Автомобилни спирачни уредби. София, Техника, 1986.

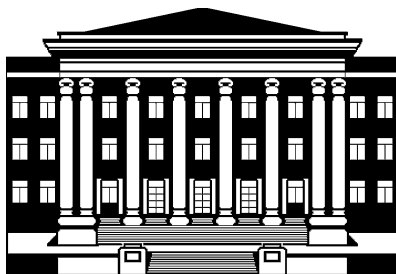
**За контакти:**

Павлин Нонов, Русенски университет “Ангел Кънчев”, специалност “Транспортна техника и технологии”

Доц. Росен Иванов, Русенски университет “Ангел Кънчев”, катедра „Автомобили, трактори и кари“, тел.: 082-888 528, e-mail: [rossen@ru.acad.bg](mailto:rossen@ru.acad.bg)



**РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ  
“АНГЕЛ КЪНЧЕВ”**



# **СТУДЕНТСКА НАУЧНА СЕСИЯ СНС'10**

# **П О К А Н А**

**Русе, ул. "Студентска" 8  
Русенски университет  
“Ангел Кънчев”**

**Факултет „Транспортен“**

**СБОРНИК ДОКЛАДИ  
на  
СТУДЕНТСКА НАУЧНА СЕСИЯ – СНС'09**

Под общата редакция на:  
**доц. д-р Валентин Иванов**

Отговорен редактор:  
**доц. д-р Ангел Смикаров**

Народност българска  
Първо издание

Формат: А5  
Коли: 6  
Тираж: 25 бр.

ISSN 1311-3321

Печатна база  
при Русенски университет “Ангел Кънчев”

<http://conf.ru.acad.bg/bg/>

Научна конференция на Русенски университет - 2009 - Windows Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

★ Научна конференция на Русенски университет - 2...

 РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ "АНГЕЛ КЪНЧЕВ"  
СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ - РУСЕ

- ENGLISH
- Начало
- Поиска за участие
- Организатори
- Организационен комитет
- Тематични направления
- Работни езици
- Изисквания към оформлението на докладите
- Публикуване на докладите
- Такса за право на участие
- Фирмено участие
- Срокове
- График на провеждане
- Адрес за кореспонденция
- Телефонии за резервация
- Програма на конференцията
- Сборници с доклади

**СТУДЕНТСКА НАУЧНА СЕСИЯ**

- Поиска за участие
- Сборници с доклади

"Work, finish, publish" Michael Faraday



**НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ**

**30 - 31.10.2009**  
**ПОСВЕЩАВА СЕ**  
**НА ДЕНЯ НА НАРОДНИТЕ БУДИТЕЛИ**

Copyright © 2008-2009

Internet 100%