

ИЗВЕСТИЯ

НА СЪЮЗА НА УЧЕНИТЕ - РУСЕ

СЕРИЯ
ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ



СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ - РУСЕ

2009

ИЗВЕСТИЯ

НА СЪЮЗА НА УЧЕНИТЕ - РУСЕ

СЕРИЯ
ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ



СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ - РУСЕ

2009

ИЗВЕСТИЯ

НА СЪЮЗА НА УЧЕНИТЕ - РУСЕ

Известията на Съюза на учените - Русе са годишни научни трудове, които се издават от 1998 г. Годишно списанието излиза във вид на една или няколко серии. Основни езици са български и английски, с тенденция постепенно да се премине към цялостното му отпечатване на английски.

Всяка серия се подготвя от съответния редакционен съвет, одобрен от Управителния съвет на СУ – Русе. **Редакционният съвет** урежда всички организационни и технически въпроси, свързани с издаването, одобряването на рецензентите и научната редакция на постъпващите материали.

За публикуване се приемат научни и научноприложни статии, съобщения, обзори с конкретни приноси в областта на физико-математическите, хуманитарните, технологичните, техническите и социалните науки.

Авторите носят отговорност за своите материали. Текстовете се представят в редакцията на електронен носител, придружен с един отпечатък. Оформлението на материалите трябва да бъде съобразено с приложения на последната страница модел.

Всички материали се рецензират от хабилитирани специалисти в съответната научна област. Тези материали, неполучили положителна рецензия, няма да бъдат отпечатани. Ръкописи не се връщат. Хонорари на авторите не се изплащат.

След отпечатването на серията авторският колектив получава безплатно 3 отделно оформени отпечатъка от статията; при желание – може да си закупи и цялата книжка.

Известията на Съюза на учените - Русе се изпращат във всички големи библиотеки в страната и в редица български и чуждестранни университети.

ГЛАВЕН РЕДАКТОР: доц. д-р Димитрина Цонева

РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ: доц. д-р Божидар Колев, доц. д-р Борис Сакакушев, доц. д-р Георги Кръстев, доц. д-р Руси Г. Русев

КОРЕКТОР: Маргарита Душкова

ПРЕДПЕЧАТНА ПОДГОТОВКА: д-р Ивайло Стоянов

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА: Русе 7000, ул. "Константин Иречек" 16,

Е-поща: suruse@ru.acad.bg, URL: www.ru.acad.bg/suruse.

© СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ – РУСЕ

ISSN 1311- 106X

Печатница на Русенския университет „Ангел Кънчев”

СЪДЪРЖАНИЕ

ТРАНСПОРТНА ТЕХНИКА

Руси Русев

Механо-математичен модел за изследване на вибрационното поведение на самоходно колесно енергетично средство7

Александър Стоянов

Анализ на методите за определяне на маршрутните норми за разход на гориво на автобуси. част първа – изчислително-аналитичен и статистико-изчислителен метод15

МАШИНОСТРОИТЕЛНА ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

Борис Сакакушев, Тихомир Тодоров, Господин Стефанов

Стереофотограметричен метод за измерване на деформации на машиностроителни конструкции.....19

Борис Сакакушев, Михаил Кършаков, Тихомир Тодоров

Приложение на фотограметричния метод за измерване в машиностроенето22

Господин Стефанов

Обработване на тънкостенни втулки чрез повърхностно пластично деформиране.....26

Господин Стефанов, Стефан Костадинов

Обработване на вътрешни цилиндрични повърхнини в корпусни детайли30

Цветелин Георгиев

Планиране на качеството на процес за получаване на сферографитен чугун чрез приложение на QFD метод.....36

КОМУНИКАЦИОННА ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

Георги Кръстев, Борислав Христов

Микрокомпютърен уред за диагностика на автомобилни двигатели43

Маргарита Теодосиева

Информационна система за експериментално изследване на двигатели с вътрешно горене47

Георги Христов, Теодор Илиев

Метод за подобряване усвояването на мрежови ресурси при транспортния протокол.....52

CONTENTS

TRANSPORT TECHNIQUE

Rusi Rusev

Mechano-mathematical Model for the Studying Vibration Loads of the Wheeled Vehicle7

Aleksandar Stoyanov

Analysis of the Existing Methods for Evaluation of Standard Norms for Bus Fuel Consumption. Part One – Computing and Statistic Methods15

MECHANICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGIES

Boris Sakakushev, Tihomir Todorov, Gospodin Stefanov

A Stereo Photogrammetric Method for Measuring the Deformations of Mechanical Structures19

Boris Sakakushev, Mihail Karshakov, Tihomir Todorov

An Application of the Photogrammetric Method for Measuring in Mechanical Structures.....22

Gospodin Stefanov

Machining of Thin-walled Bushes by Surface Plastic Deformation.....26

Gospodin Stefanov, Stefan Kostadinov

Machining of Inner Tubular Surfaces in Corps Details30

Tzvetelin Gueorguiev

Planning the Quality of the Production Process of Spheroidal Graphite Iron Using the QFD Method36

COMMUNICATION TECHNIQUE AND TECHNOLOGIES

Georgi Krastev, Borislav Hristov

Microcomputer Device for the Diagnostics of Automotive Engines.....43

Margarita Teodosieva

Information System for Experimental Research of Internal Combustion Engines.....47

Georgi Hristov, Teodor Iliev

A Method to Improve the Network Resources in TCP52

МЕХАНО-МАТЕМАТИЧЕН МОДЕЛ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ ВИБРОНАТОВАРВАНЕТО НА САМОХОДНО КОЛЕСНО ЕНЕРГЕТИЧ- НО СРЕДСТВО

Руси Русев

Русенски университет "Ангел Кънчев"

Mechano-mathematical Model for the Studying Vibration Loads of the Wheeled Vehicle

Rusi Rusev

"Angel Kanchev" – University of Ruse

Abstract: A mechano-mathematical model, describing the torsion and linear oscillations of a wheeled tractor-implement aggregate, was created. On the basis of the worked out equations, natural frequencies and transfer functions is possible to be determined and the influence of the dynamic system processes going off, on the vibration protection quality of a tractor cab and transmission loads may be studied.

Keywords: Vehicle dynamics, Tractor, Torsion and linear oscillations

1. ВЪВЕДЕНИЕ

При решаване на проблемите, свързани с вредните условия на труд, особено място заемат въпросите, отнасящи се до снижаване на производствените вибрации и шум. По степен на вредност тези фактори стоят на едно от първите места между другите неблагоприятни фактори на производствената среда. Шумът и вибрациите в кабините на самоходните земеделски машини зависят от компоновката, конструкцията, херметичността, шумоизолацията, от количеството и разположението на точките на окачване на кабината и от характеристиките на използваните виброизолатори [10].

Основно нивата на вибрациите в кабината зависят от режима на работа на двигателя и от начина на окачването му към рамата, а също така и от характера на микропрофила на терена при движение на машината, като в този случай обуславящи са скоростта на движението и динамичните параметри на машинния агрегат, включително и схемата на виброизолация на кабината. Максималните вибрации и вторичният шум в кабината се дължат на резонансните явления, в резултат на съвпадане честотата на собствените трептения на кабината или отделни нейни елементи с честотата на външните въздействия.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

За да се оцени вибронатоварването на определен елемент от самоходния земедел-

ски агрегат(СЗА) по даден вход, е необходимо да се разработи пространствен механо-математичен модел на машинния агрегат, да се определи предавателната функция по този вход на натоварване и с нейна помощ да се изчисли спектралната плътност на дисперсията на трептене на този елемент. Структурата на механо-математичния модел зависи от конструктивните особености, изпълняваните от агрегата технологични операции и поставената за изследване задача. Сумарната спектрална плътност на вибронатоварването на дадения елемент от конструкцията се получава съгласно принципа на суперпозицията чрез предавателните функции от различните входове до този елемент.

За изучаване на динамичните натоварвания в нискочестотния диапазон, например при движение на машината по неравен терен или при въздействие от страна на работния орган на навесната машина, особеното разглеждане на трансмисията от еластичното окачване като независими трептящи системи може да доведе до значителни грешки. В подобни случаи трансмисията и окачването трябва да се разглеждат като обща "затворена" динамична система, имаща следните съществени динамични връзки между тези подсистеми на СЗА:

- чрез завъртанията на корпуса на СЗА около напречната и надлъжната централна

ос и преместванията в надлъжна и вертикална посока;

- чрез пневматичните колела, които при трептенията са подложени на усукващи, радиални и надлъжни деформации;

- чрез окачването на силовия агрегат и мостовете към рамата на енергетичното средство.

При избора на механичната схема на инерционно-еластичното колело по съществуващите опитни данни [2, 7] се отчитат реалните връзки между отделните видове деформации и силови фактори, а именно изместването на вертикалната реакция пред оста на колелото и това, че прилагането на тангенциална сила в петното на контакта довежда до едновременно завъртане и преместване каркаса на гумата относно джантата.

При поставена задача за изучаване вибрациите на работното място в нискочестотния диапазон се осъществява намаляване броя на степените на свобода на динамичната система [3] и кабината се разглежда като твърдо свързана с корпуса на машината. Механичната схема на машинния агрегат на разглежданото енергетично средство е представена на фиг.1 и включва следните елементи:

- масови инерционни моменти:

I_o - на маховика на двигателя;

I_T - на трансмисията;

I_{Ki} - на колелата на СЗА;

J_a - на силовия агрегат относно надлъжната хоризонтална ос;

J_y - на корпуса на относно напречната хоризонтална централна ос;

J_x - на корпуса на СЗА относно надлъжната централна ос;

J_m - на предния мост относно оста на шарнира на закрепването му към рамата.

- маси:

m_{mp} - на СЗА, преместваща се в надлъжна посока;

m_0 - на СЗА без тази на предния мост.

- коравини:

c_T - ъглова на трансмисията от маховика до изходния вал на разпределителната кутия;

c_{T1}, c_{T2} - ъглова на задвижването от разпределителната кутия съответно до колелата на предния и задния мост;

c_a - ъглова на еластичното окачване на силовия агрегат относно надлъжната ос;

c_{ki} - ъглова на гумата на i -тото колело;

C_{zi} - радиална коравина на гумата на i -тото колело.

На всяка от горните коравини съответстват съпротивителни коефициенти k_i , а също и реципрочните им податливости e_i .

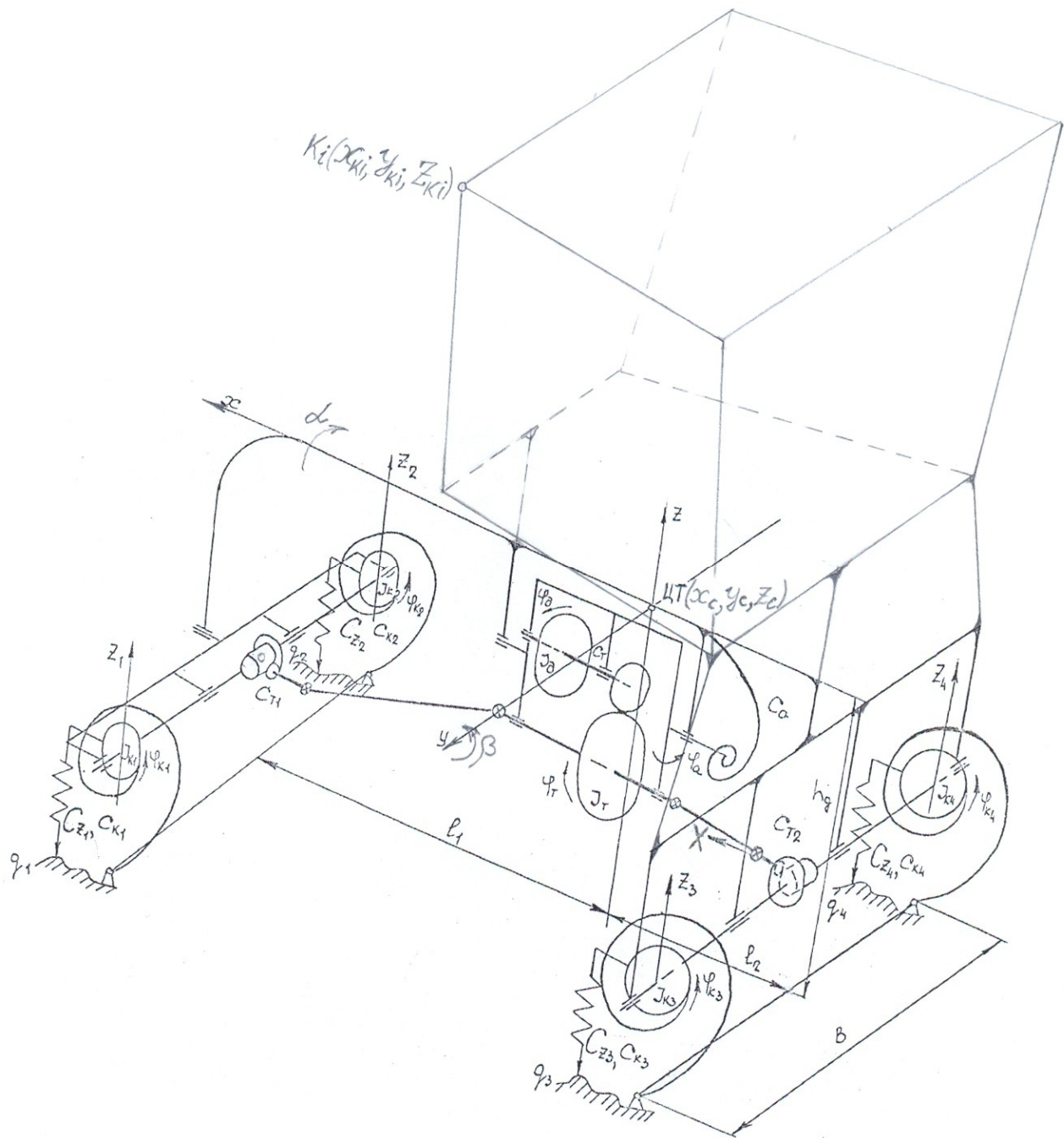
- линейни размери

l_1, l_2 и h_g - координати на центъра на масите на трактора;

B - напречна база на машината;

$L = l_1 + l_2$ - надлъжна база на машината.

Изразите за кинетичната и потенциалната енергия и на функцията на Релей за смутеното движение на механичната схема, след изключване на постъпателното движение на СЗА, имат вида:



Фиг.1 Пространствен модел на навесен земеделски самоходен агрегат

$$\begin{aligned}
 E_K = & \frac{1}{2} J_g \dot{\phi}_g^2 + \frac{1}{2} J_T \dot{\phi}_T^2 + \frac{1}{2} J_a \dot{\phi}_a^2 + \frac{1}{2} J_{K1} \dot{\phi}_{K1}^2 + \frac{1}{2} J_{K2} \dot{\phi}_{K2}^2 + \frac{1}{2} J_{K3} \dot{\phi}_{K3}^2 + \\
 & + \frac{1}{2} J_{K4} \dot{\phi}_{K4}^2 + \frac{1}{2} m_{TP} \left(\dot{X} - \frac{\Delta h}{L} \frac{\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2}{2} + \frac{\Delta h}{L} \frac{\dot{Z}_3 + \dot{Z}_4}{2} \right)^2 + \\
 & + \frac{1}{2} m_{TP} \left(\frac{l_2}{L} \frac{\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2}{2} + \frac{l_1}{L} \frac{\dot{Z}_3 + \dot{Z}_4}{2} \right)^2 + \frac{1}{2} J_y \frac{1}{L^2} \left(\frac{\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2}{2} - \frac{\dot{Z}_3 + \dot{Z}_4}{2} \right)^2 + \\
 & + \frac{1}{2} m_0 \frac{\Delta h^2}{B^2} (\dot{Z}_4 - \dot{Z}_3)^2 + \frac{1}{2} J_x \frac{1}{B^2} (\dot{Z}_4 - \dot{Z}_3)^2 + \frac{1}{2} J_M \frac{1}{B^2} (\dot{Z}_1 - \dot{Z}_2)^2;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_{\Pi} = & \frac{1}{2} C_T [\varphi_g - i_{K\Pi} \varphi_T - (1 - i_{K\Pi}) \varphi_a]^2 + \frac{1}{2} C_a \left(\varphi_a - \frac{Z_4 - Z_3}{B} \right)^2 + \\
 & + \frac{1}{2} C_{T1} \left[\varphi_T - \varphi_{K1} i_0 i_{\partial\Pi} - \varphi_{K2} i_0 i_{\partial\Pi} - \frac{Z_2 - Z_1}{B} - \frac{Z_1 + Z_2 - Z_3 - Z_4}{2L} i_0 \right]^2 + \\
 & + \frac{1}{2} C_{T2} \left[\varphi_T - \varphi_{K3} i_0 i_{\partial\Pi} - \varphi_{K4} i_0 i_{\partial\Pi} - \frac{Z_4 - Z_3}{B} - \frac{Z_1 + Z_2 - Z_3 - Z_4}{2L} i_0 \right]^2 + \\
 & + \frac{1}{2} C_{K1} \left[\varphi_{K1} - \frac{X}{r_1(1 - \delta_1)} \right]^2 + \frac{1}{2} C_{Z1} (\varphi_{K1} Q_C - Z_1)^2 + \frac{1}{2} C_{K2} \left[\varphi_{K2} - \frac{X}{r_2(1 - \delta_2)} \right]^2 + \\
 & + \frac{1}{2} C_{Z2} (\varphi_{K2} Q_C - Z_2)^2 + \frac{1}{2} C_{K3} \left[\varphi_{K3} - \frac{X}{r_3(1 - \delta_3)} \right]^2 + C_{Z3} (\varphi_{K3} Q_C - Z_3)^2 + \\
 & + \frac{1}{2} C_{K4} \left[\varphi_{K4} - \frac{X}{r_4(1 - \delta_4)} \right]^2 + \frac{1}{2} C_{Z4} (\varphi_{K4} Q_C - Z_4)^2; \\
 R = & \frac{1}{2} k_T [\dot{\varphi}_g - i_{K\Pi} \dot{\varphi}_T - (1 - i_{K\Pi}) \dot{\varphi}_a]^2 + \frac{1}{2} k_a \left(\dot{\varphi}_a - \frac{\dot{Z}_4 - \dot{Z}_3}{B} \right)^2 + \\
 & + \frac{1}{2} k_{T1} \left[\dot{\varphi}_T - \dot{\varphi}_{K1} i_0 i_{\partial\Pi} - \dot{\varphi}_{K2} i_0 i_{\partial\Pi} - \frac{\dot{Z}_2 - \dot{Z}_1}{B} - \frac{\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2 - \dot{Z}_3 - \dot{Z}_4}{2L} i_0 \right]^2 + \\
 & + \frac{1}{2} k_{T2} \left[\dot{\varphi}_T - \dot{\varphi}_{K3} i_0 i_{\partial\Pi} - \dot{\varphi}_{K4} i_0 i_{\partial\Pi} - \frac{\dot{Z}_4 - \dot{Z}_3}{B} - \frac{\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2 - \dot{Z}_3 - \dot{Z}_4}{2L} i_0 \right]^2 + \\
 & + \frac{1}{2} k_{K1} \left[\dot{\varphi}_{K1} - \frac{\dot{X}}{r_1(1 - \delta_1)} \right]^2 + \frac{1}{2} k_{Z1} (\dot{\varphi}_{K1} Q_C - \dot{Z}_1)^2 + \frac{1}{2} k_{K2} \left[\dot{\varphi}_{K2} - \frac{\dot{X}}{r_2(1 - \delta_2)} \right]^2 + \\
 & + \frac{1}{2} k_{Z2} (\dot{\varphi}_{K2} Q_C - \dot{Z}_2)^2 + \frac{1}{2} k_{K3} \left[\dot{\varphi}_{K3} - \frac{\dot{X}}{r_3(1 - \delta_3)} \right]^2 + k_{Z3} (\dot{\varphi}_{K3} Q_C - \dot{Z}_3)^2 + \\
 & + \frac{1}{2} k_{K4} \left[\dot{\varphi}_{K4} - \frac{\dot{X}}{r_4(1 - \delta_4)} \right]^2 + \frac{1}{2} k_{Z4} (\dot{\varphi}_{K4} Q_C - \dot{Z}_4)^2.
 \end{aligned} \tag{1}$$

Началното положение на масовия център на агрегата C съвпада с началото на координатната система. Използвайки уравнения на Лагранж от втори род [8], се получава система от диференциални уравнения, описващи свободните трептения на механичния модел на СЗА. Една част от координатите на тези уравнения имат линейна, а останалите координати – ъглова размерност. При изследване на пространствената вибрация с отчитане на усукващите трептения в трансмисията, свързани с надлъжните премествания на самоходната машина, всички обобщени координати на механичната схема се привеждат към осите на задвижващите колела. Това се осъществява, като се изхожда от равенствата на кинетичната и потенциалната енергия, дисипативната функция и работите на външните сили

за участъците, за които се извършва привеждането. За да се изпълнят тези условия при привеждането, коравините, коефициентите на демпфиране и инерционните коефициенти се делят на квадрата на предавателното число i от елемента, към който става привеждането, до елемента, чиито параметри се привеждат [9]. При наличие на елементи с реактивни връзки в равнината на въртене на входящия и изходящия вал делим на $(1 - i)^2$. В случая i е предавателното число от входящия към изходящия вал при неподвижен елемент на реактивния контур.

При конусна предавка привеждането се осъществява като:

- за реактивен елемент, трептящ около оста на вала, към който привеждаме, стой-

ностите на параметрите остават същите, т.е. привеждането се извършва чрез единица;

- за реактивен елемент, трептящ около ос, под ъгъл на вала, към който привеждаме, стойностите на параметрите се делят на квадрата на предавателното число на конусната двойка.

Така, ако със звездичка се означат приведените координати и динамични параметри на системата, се използват следните изрази:

$$\begin{aligned} J_{\delta}^* &= J_{\delta} i_{\kappa\pi}^2 i_0^2, \quad C_T^* = C_T i_{\kappa\pi}^2 i_0^2, \\ J_T^* &= J_T i_0^2, \quad C_{Ti}^* = C_{Ti} i_0^2, \\ J_a^* &= J_a \frac{i_{\kappa\pi}^2 i_0^2}{(1-i_{\kappa\pi})^2}, \quad C_a^* = C_a \frac{i_{\kappa\pi}^2 i_0^2}{(1-i_{\kappa\pi})^2}, \end{aligned} \quad (2)$$

$$J_{TP} = m_{Tp} r^2 (1-\delta)^2,$$

$$J_0 = m_0 a_c^2, \quad J_M^* = J_M i_0^2,$$

$$J_X^* = J_X i_0^2, \quad c_{Zi} = C_{Zi} a_c^2.$$

$$J_g \dot{v}_g + M_T + K_T (v_g - v_T - v_a) = 0,$$

$$e_T \dot{M}_T - v_g + v_T + v_a = 0,$$

$$J_a \dot{v}_a - M_T + M_a - K_T (v_g - v_T - v_a) + K_a [v_a - A(v_{Z4} - v_{Z3})] = 0,$$

$$e_a \dot{M}_a - v_a + A(v_{Z4} - v_{Z3}) = 0,$$

$$J_T \dot{v}_T - M_T + M_{T1} + M_{T2} - k_T (v_g - v_T - v_a) +$$

$$+ K_{T1} [v_T - i_{\partial\pi} (v_{K1} + v_{K2}) - C(v_{Z2} + v_{Z1}) - D(v_{Z1} + v_{Z2} - v_{Z4})] +$$

$$+ K_{T2} [v_T - i_{\partial\pi} (v_{K3} + v_{K4}) - C(v_{Z4} - v_{Z3}) - D(v_{Z1} + v_{Z2} - v_{Z3} - v_{Z4})] = 0,$$

$$e_{T1} \dot{M}_{T1} - v_T + i_{\partial\pi} (v_{K1} + v_{K2}) + C(v_{Z2} - v_{Z1}) + D(v_{Z1} + v_{Z2} - v_{Z3} - v_{Z4}) = 0,$$

$$e_{T2} \dot{M}_{T2} - v_T + i_{\partial\pi} (v_{K3} + v_{K4}) + C(v_{Z4} - v_{Z3}) + D(v_{Z1} + v_{Z2} - v_{Z3} - v_{Z4}) = 0,$$

$$\frac{J_{TP}}{(1-\delta)} [\dot{v}_X - M(\dot{v}_{Z1} + \dot{v}_{Z2} + \dot{v}_{Z3} + \dot{v}_{Z4})] - \sum_{i=1}^4 N_i M_{Ki} - \sum_{i=1}^4 N_i K_{Ki} (v_{Ki} - P_i v_X) = 0,$$

$$e_{Ki} \dot{M}_{Ki} - N_i (v_{Ki} - P_i v_X) = 0, \quad (i=1,2,3,4),$$

$$J_{Ki} \dot{v}_{Ki} - i_{\partial\pi} M_{T2} + M_{Ki} - i_{\partial\pi} K_{T2} [v_T - i_{\partial\pi} (v_{K3} + v_{K4}) - C(v_{Z4} - v_{Z3}) - D(v_{Z1} + v_{Z2} - v_{Z3} - v_{Z4})] +$$

$$+ K_{Ki} (v_{Ki} - P_i v_X) = 0, \quad (i=3,4),$$

$$J_{Ki} \dot{v}_{Ki} - i_{\partial\pi} M_{T1} + M_{Ki} - i_{\partial\pi} K_{T1} [v_T - i_{\partial\pi} (v_{K1} + v_{K2}) - C(v_{Z2} - v_{Z1}) - D(v_{Z1} + v_{Z2} - v_{Z3} - v_{Z4})] +$$

$$+ K_{Ki} (v_{Ki} - P_i v_X) = 0, \quad (i=1,2),$$

$$- M J_{TP} [\dot{v}_X - M(\dot{v}_{Z1} + \dot{v}_{Z2} - \dot{v}_{Z3} - \dot{v}_{Z4})] + L_2 J_0 [L_2 (\dot{v}_{Z1} + \dot{v}_{Z2}) + L_1 (\dot{v}_{Z3} + \dot{v}_{Z4})] + D^2 J_y$$

$$(\dot{v}_{Z1} + \dot{v}_{Z2} - \dot{v}_{Z3} - \dot{v}_{Z4}) + \text{sign}(-1)^{i+1} J_M C^2 (\dot{v}_{Z1} - \dot{v}_{Z2}) - (D + \text{sign}(-1)^i C)$$

$$\{M_{T1} + K_{T1} [v_T - i_{\partial\pi} (v_{K1} + v_{K2}) - C(v_{Z2} - v_{Z1}) - D(v_{Z1} + v_{Z2} - v_{Z3} - v_{Z4})]\} - \quad (4)$$

$$- D \{M_{T2} + K_{T2} [v_T - i_{\partial\pi} (v_{K3} + v_{K4}) - C(v_{Z4} - v_{Z3}) - D(v_{Z1} + v_{Z2} - v_{Z3} - v_{Z4})]\} -$$

$$- M_{Zi} - K_{Zi} (v_{Ki} - v_{Zi}) = 0, \quad (i=1,2).$$

При това се извършва следната замяна на променливите:

$$\begin{aligned} \varphi_{\delta} &= \varphi_{\kappa\pi} i_0, \quad \varphi_T = \varphi_T^* i_0, \\ \varphi_a &= \frac{\varphi_a^* i_{\kappa\pi} i_0}{(1-i_{\kappa\pi})}, \end{aligned} \quad (3)$$

$$X = \varphi_x r (1-\delta), \quad Z_i = \varphi_{Zi} a_c.$$

Така след изравняване по ниво на сило-вите и скоростни фактори, чрез привеждане на различните по вид трептения към ъглови относно осите на колелата, уравненията на усукващата динамична схема, записани в нормална форма, приемат вид на система диференциални уравнения от първи ред и се използват за изчисляване на предавателните функции по различни входи:

$$\begin{aligned}
 & M J_{TP} [\ddot{v}_x - M(\ddot{v}_{z1} + \ddot{v}_{z2} - \ddot{v}_{z3} - \ddot{v}_{z4})] + L_1 J_0 [L_2(\ddot{v}_{z1} + \ddot{v}_{z2}) + L_1(\ddot{v}_{z3} + \ddot{v}_{z4})] \\
 & - D^2 J_y (\ddot{v}_{z1} + \ddot{v}_{z2} - \ddot{v}_{z3} - \ddot{v}_{z4}) - \text{sign}(-1)^{i+1} J_0 Q^2 (\ddot{v}_{z4} - \ddot{v}_{z3}) - \\
 & - \text{sign}(-1)^{i+1} A \{M_a + K_a [v_a - A(v_{z4} - v_{z3})]\} + \\
 & + D \{M_{T1} + K_{T1} [v_T - i_{\partial II} (v_{K1} + v_{K2}) - C(v_{z2} - v_{z1}) - D(v_{z1} + v_{z2} - v_{z3} - v_{z4})]\} + \\
 & + (D + \text{sign}(-1)^{i+1} C) \{M_{T2} + K_{T2} [v_T - i_{\partial II} (v_{K3} + v_{K4}) - C(v_{z4} - v_{z3}) - D(v_{z1} + v_{z2} - v_{z3} - v_{z4})]\} - \\
 & - M_{zi} - K_{zi} (v_{Ki} - v_{zi}) = 0, \quad (i = 3, 4), \\
 & e_{zi} \dot{M}_{zi} - v_{Ki} + v_{zi} = 0 \quad (i = 1, 2, 3, 4),
 \end{aligned}$$

където $i_{kn}, i_o, i_{\partial n}$ са предавателните числа съответно на предавателната кутия, на централната предавка и от корпуса на диференциала до полуоста;

r е средноаритметичният радиус от радиусите на лявото и дясно колела;

δ - буксуването на трактора;

$$A = \frac{(1 - i_{kn})a_c}{i_{kn}i_o B}, \quad C = \frac{a_c}{i_o B},$$

$$D = \frac{a_c}{2L}, \quad M = \frac{\Delta h a_c}{2(1 - \delta)Lr},$$

$$N_i = \frac{r}{(1 - \delta_i)r_i}, \quad (i = 1, 2, 3, 4), \quad \Delta h = h_g - r,$$

$$P_i = N_i(1 - \delta), \quad L_i = \frac{l_i}{2L}, \quad Q = \frac{\Delta h}{B}.$$

При СЗА се използват Декартови координатни системи, като се приема една неподвижна система, свързана с повърхността на земята. При СЗА е удобно началото на тази координатна система да съвпада с началното положение на масовия център на агрегата. Същевременно с началото в масовия център C на корпуса на разглеждания ЗСА са свързани две помощни координатни системи.

Едната от тях $Cxuz$ се движи транслационно със скоростта на агрегата и осите ѝ определят неизменните надлъжно, напречно и вертикално направление. Другата помощна система $Cx'u'z'$ е неизменно свързана с корпуса и се движи заедно с него. В изходното (равновесно) положение на агрегата осите на двете координатни системи съвпадат и са успоредни на неподвижните.

В избраните системи на отчитане и при приетите движения на телата положението на системата $Cx'u'z'$ относно осите на $Cxuz$ ще се определя с координатите на съответния полюс C и посочните косинуси на ъглите α_{ij} , ($i, j=1, 2, 3$) между осите.

Както е известно от аналитичната механика [5, 6], преминаването на осите на триедъра $Cx'y'z'$ от началното положение в крайно, съответстващо на разглежданото (смутено) положение, може да се осъществи с три независими завъртания около избрани специални оси. Ъглите на тези завъртания (Ойлерови ъгли) представляват три независими параметъра. Изборът на Ойлеровите ъгли трябва да е такъв, че да остават малки, при малко произволно отклонение на системата от началното положение [1]. Това свойство притежават т.нар. самолетни и корабни ъгли, които са Ойлерови ъгли с подходящо избрани основни оси и равнини. За СЗА са подходящи Ойлеровите ъгли от корабен(на Крилов) тип с избрани за основни оси x , y и z , и наречени крен α , диферент(тангаж) β , и извъртане γ .

На малки техни изменения съответстват завъртанията на корпуса на СЗА около надлъжната, напречната и перпендикулярната на тях ос. В теорията на трактора те са известни като поклащане, галопиране и извъртане [4].

За малки стойности на ъглите α , β и γ , пренебрегвайки стойностите на величините, по-високи от първи ред, посочните косинуси α_{ij} , ($i, j=1, 2, 3$) са дадени в табл. 1

Таблица 1
Стойности на посочните косинуси на Ойлеровите "корабни" ъгли

	x	y	z
x'	1	γ	$-\beta$
y'	$-\gamma$	1	α
z'	β	$-\alpha$	1

Съгласно тази таблица уравненията на връзките между съответните координати в приетите системи на отчитане ще бъдат

$$\begin{aligned}x_i &= x_c + x_i' - y_i' \varphi + z_i' \psi, \\y_i &= y_c + y_i' + x_i' \varphi - z_i' \psi, \\z_i &= z_c + z_i' - x_i' \psi + y_i' \varphi,\end{aligned}\quad (5)$$

където x_i', y_i', z_i' са координатите на разположение на i^{ma} точка спрямо центъра на масите C .

Съотношенията (5) определят координатите x_i, y_i, z_i на всяка i^{ma} точка на телата при смутеното движение на агрегата, изразени чрез обобщените координати x_c, y_c, z_c на масовия му център C и ъглите α, β и γ

В разглежданата механична схема (фиг.1) корпусът на енергетичното средство при нискочестотни трептения се разглежда като едно тяло с кабината и в случая има пет степени на свобода: три транслационни, по осите x, y, z , и две ъглови премествания около надлъжната и напречната хоризонтална ос. Те могат да се изразят с пет от обобщените координати на разглеждания модел (X, Z_1, Z_2, Z_3, Z_4). Връзката на преместванията x_c, y_c и z_c на центъра на масите на корпуса на машината, с преместването на едно от колелата, изразено чрез координатите X и Z_3 и като се има предвид (5), е следната:

$$\begin{aligned}x_c &= X - z_{z3} \beta, \quad y_c = z_{z3} \alpha, \\z_c &= Z_3 - y_{z3} \alpha + x_{z3} \beta, \\ \alpha &= \frac{Z_3 - Z_4}{B}, \quad \beta = \frac{Z_3 + Z_4 - Z_1 - Z_2}{2L},\end{aligned}\quad (6)$$

където α и β са ъглите на завъртане на корпуса съответно около надлъжната и напречната ос на машината (завъртането около вертикалната ос не се отчита).

Координатите x_{z3}, y_{z3}, z_{z3} на разположение на колелото спрямо центъра на масите в (6) се отчитат със своите знаци и в конкретния случай са: $x_{z3} = -l_2$, $y_{z3} = B/2$ и $z_{z3} = -\Delta h$.

Тогава могат да бъдат определени линейните премествания X_{ki}, Y_{ki}, Z_{ki} на k_i^{ma} точка от корпуса на машината, имаща координати на разположение x_{ki}, y_{ki}, z_{ki} спрямо центъра на масите, с изразите:

$$\begin{aligned}X_{ki} &= x_c + z_{ki} \beta, \\Y_{ki} &= y_c - z_{ki} \alpha, \\Z_{ki} &= z_c + y_{ki} \alpha - x_{ki} \beta.\end{aligned}\quad (8)$$

Така с определените премествания по различни входове на смущението, чрез използване за линейните системи, на принципа на суперпозицията (на независимост на въздействията), може да се определи сумарното вибрационно натоварване на точка от конструкцията на земеделския самоходен агрегат.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Освен за определяне вибронатоварването на избрани точки от корпуса на СЗА, предложеният модел при различни входове може да се използва за изследване и на натоварванията във валовите и реактивните контури на трансмисията на енергетичното средство.

Моделът има универсален характер с възможността в зависимост от задачата усукващата система да се усложнява от колелата към двигателя, а също и откъм корпуса, като чрез еластични звена се добавят маси на различни конструктивни възли и работни оръдия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Василенко, П.М., В.П. Василенко. О выборе систем координат и уравнений динамики для построения математических моделей функционирования мобильных машинных агрегатов, Вестник с-х науки № 3, 1989.
2. Велев Н., Р. Русев, Д. Лозанов, В. Альгин. Опитно определяне на характеристиките на пневматична гума. Научни трудове на ВНВУ "Васил Левски", книжка №12, ремонт и експлоатацията на техниката и въоръжението, ДВГ и механика на машините, Велико Търново, 1982, с.476-483.
3. Гришкевич А.И. и др. Применение ЭВМ при конструировании и расчете автомобиля. Минск, Высшая школа, 1978
4. Гуськов, В.В. Тракторы часть II Теория, Минск, "Высшая школа", 1977.
5. Лойцянский, Л. Г., А. И. Лурье, Теоретическая механика, часть III, ГТТИ, Ленинград-Москва, 1934.

6. Лурье, А.И. Аналитическая механика, Москва, "Физико-Математической литературы", 1961.
7. Любенов, С., Трактори и автомобили (теория), София, Земиздат, 1988, 238с.
8. Русев Р. Автомобилна техника 2, Русе, РУ "А. Кънчев", 2006, 204с.
9. Русев Р. Г., Динамика и надеждност на АТК, Русе, Печатна база РУ "А.Кънчев", 1992, с.264.
10. Русев Р. Г., Л. Г. Даскалова, М. С. Жечев, Изследване на шума и вибрациите в кабината на самоходно енергетично средство, предизвикани от работата на ДВГ), НТС по машиностроене, Научно-технически семинар "Производство и изпитване на ДВГ", Сборник доклади, Русе 26-27 юни 1992, с.80-84.
11. Gillespie, T.D., Fundamentals of vehicle dynamics. Society of Automotive Engineers, 1992, ISBN1-56091-199-9. машините, Велико Търново, 1982, с.476-483.

Рецензент: проф. д-р инж. Емил Маринов

Адрес за контакти

Доц. д-р инж. Руси Гецов Русев, Катедра "Автомобили, трактори и кари" Русенски университет "Ангел Кънчев", ул. "Студентска" № 8, 7017 Русе, тел.: (082) 888 526, Е-поща: rgr@ru.acad.bg

Contact address

Assoc. Prof. Roussi Roussev, Department of Automobiles, Tractors and Fork-lift Trucks, University of Ruse, 8 Studentska Streey, Rouse 7017, Bulgaria, tel.: (+359 82) 888 526, E-mail: rgr@ru.acad.bg.

АНАЛИЗ НА МЕТОДИТЕ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МАРШРУТНИТЕ НОРМИ ЗА РАЗХОД НА ГОРИВО НА АВТОБУСИ. ЧАСТ ПЪРВА – ИЗЧИСЛИТЕЛНО-АНАЛИТИЧЕН И СТАТИСТИКО-ИЗЧИСЛИТЕЛЕН МЕТОД

Александър Стоянов
Русенски университет "Ангел Кънчев"

Analysis of the Existing Methods for Evaluation of Standard Norms for Bus Fuel Consumption. Part One – Computing and Statistic Methods

Aleksandar Stoyanov
"Angel Kanchev" – University of Ruse

Abstract: The article present complete analysis and evaluation of the existing methods for tracking the standard norms for bus fuel consumption. Recommendations for the conditions of application of each method are provided too.

Keywords: Bus Fuel Consumption, Route Standard Norms, Characteristic Parameters, Traveled Distance

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Работата на транспортните фирми в условията на свободния пазар на услугите налага основни промени на концепциите, свързани с разходите на транспортните средства. За тази цел е необходимо да се разработи нова нормативна база.

Нормативната база представлява система от норми, установяващи количествените характеристики на използваните експлоатационни материали (горива, масла, охлаждащи течности и др.).

Съществуващата сега система за нормиране разходите на гориво (наредба No 3 на Министерството на транспорта за нормиране разходите на горива и смазочни материали от 01.12.1989г.) на практика не може да се използва. Тя е разработена за други условия на работа на транспортните средства и не отчита многообразието от техническите, експлоатационните и организационните фактори, определящи ефективността на използване на горивото. Един от начините за решаването на този проблем за пътническите превози е разработването на диференцирани маршрутни норми [5].

Основавайки се на изследванията в литературните източници [1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14], може да се формулира определението за маршрутна норма за разход на гориво за автобусите, нейното предназначение и приложение.

Маршрутна норма за разход на гориво е

нормата, определена индивидуално за всяка марка автобуси и за даден маршрут. Нормите за разход на гориво могат да се определят по изчислително-аналитичен, статистико-аналитичен, опитно-експериментален и аналитико-експериментален метод.

2. МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО Изчислително-аналитичен метод.

Същността на този метод се състои в това, че нормата за разход на гориво се определя въз основа на математически модел за отделните съставляващи на разхода.

Теоретичната основа на този метод са аналитичните зависимости, които се установяват в резултат от съвместното решаване на уравнението на движение на автобуса и характеристиките на двигателя.

Основните изчисления се извършват по формулата [2]

$$Q_n = \frac{g_e(G_a\psi + \frac{kF}{12}V_a^2)}{2700\eta\rho}, \quad (1)$$

където Q_n е разходът на гориво, $l/100km$;

g_e - специфичният разход на гориво, $g/PS.h$;

G_a - масата на автобуса, kg ;

ψ - коефициентът на измерено пълно пътно съпротивление;

k - коефициентът на оптекаемост на автобуса;

F - челната площ на автобуса, m^2 ;

V_a - скоростта на движение на авто-

буса, km/h;

η – КПД на трансмисията;

ρ – плътността на горивото.

Величините F и G_a се определят посредством измервания или се вземат от техническата документация на фирмата производител на автобуса.

Коефициентът на сумарното пътно съпротивление

$$\psi = f_0 + f_{\text{доп}} \pm i,$$

където f_0 е основният коефициент на съпротивление от търкалянето на гумите по плоска повърхност;

$f_{\text{доп}}$ – допълнителният коефициент на съпротивление при търкаляне по път с неравности (отчитат се загубите в гумите, ресорите и амортизаторите).

Скоростта V_a се приема да бъде равна на 0,6 от V_{max} .

Анализът на формула (1) показва, че тя отчита всички основни фактори, оказващи влияние върху разходът на гориво – конструкцията на двигателя и автобуса, собственото тегло и натоварването. С тази формула не може да се определи разхода на гориво при работа на автобусите в преходен неустановен режим (ускоряване, забавяне), който е доминиращ особено за градските автобусни превози. Формула (1) не отчита също и влиянието на климатичните условия върху разхода на гориво.

За повишаване точността на нормирането на разхода на гориво, като се отчита и влиянието на преходните неустановени режими и климатичните условия, проф. Н. Я. Говорушченко предлага да се използва формулата [10,13]

$$Q = \frac{1}{\eta_i} \left[A_{ik} + B_{ik}^2 V_b + C \left(G_a \psi + 0,077 k F V_a^2 \pm \frac{0,1 \beta G_a d V_a}{dt} \right) \right] \quad (2)$$

$$A = \frac{7,95 a_1 V h i_0}{H_u \rho r_k};$$

$$B = \frac{0,69 b_1 V_n S_n i_0^2}{H_u \rho r_k^2};$$

$$C = \frac{100}{H_u \rho \eta_{\text{тр}}},$$

където η_i е индикаторният КПД;

i_k, i_0 са предавателните числа на скоростната кутия и главното предаване;

V_a е скоростта на автобуса;

$\frac{dV_a}{dt}$ – ускорението на автобуса;

kF – факторът на оптекаемостта;

$$k = 0,5 C_x \rho_b,$$

където C_x е коефициентът на челното аеродинамично съпротивление;

ρ_b – плътността на въздуха.

$$\rho_b = \rho_0 273 / (273 + t^0) p_0, \quad \text{където}$$

$$\rho = 1,22 \text{ kg/m}^3;$$

$$p_0 = 101325 \text{ Pa};$$

t^0 – температурата на околния въздух;

$\beta = 1 + a_k i_k^2$ е коефициентът, отчитащ влиянието на въртящите се маси на колелата и трансмисията;

Vh – работният обем на двигателя;

H_u – долната топлина на горене;

r_k – радиусът на търкаляне на колелата, за диагонални гуми

$$r_k \approx 0,51 D_{o6} + 0,91 B_{ш};$$

за радиални гуми $r_{o6} \approx 0,52 D_{o6} + 0,93 a_k B_{ш};$

D_{o6} – диаметърът на джантата;

$B_{ш}$ – ширината на гумата;

a_k – коефициентът на профилност на гумата;

S_n – ходът на буталото;

a_1, b_1 са емпиричните коефициенти (за дизеловите двигатели $a_1 \approx 48 Pa, b_1 \approx 48 Pa$).

Статистико-изчислителен метод за определяне на маршрутните норми за разход на гориво.

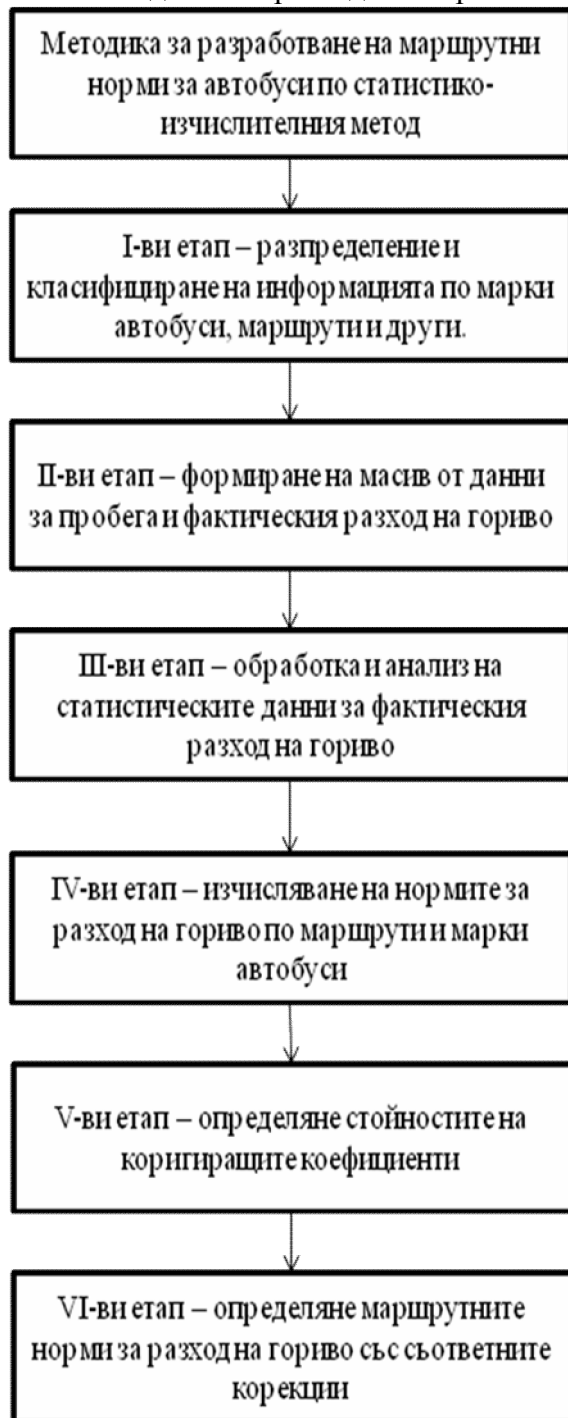
Принципът на метода се основава на това, че върху разхода на гориво на автобусите в условията на експлоатация оказват влияние голям брой фактори и за това той може да бъде описан с нормален закон на разпределение.

При статистико-изчислителния метод нормите за разхода на гориво се определят на базата на статистическите данни за фактическите разходи на гориво [2].

Методиката за обработка на информацията при разработване на маршрутните норми включва следните етапи (фиг. 1).

През първия етап се извършва класификация на автобусите по марки, модифика-

ции, изминат пробег от началото на експлоатацията, сложност на маршрута и период на експлоатацията. Въз основа на месечните отчетни данни за даден маршрут и марки автобуси се формира масив от статистически данни за разхода на гориво.



Фиг.1. Етапи при разработване на маршрутни норми за разход на гориво за автобуси

Вкарването на месечния разход на гориво като единица наблюдение е обусловено от това, че за такъв период от време се извършва изглаждане на отделните неизбежни отклонения на стойностите на разхода

на гориво за смяна, ден или седмица.

Минималният обем от извадката n_{min} се изчислява по формулата (3) въз основа на разсейването на статистическите данни, допустимата грешка от изчисляването на разхода и приетата доверителна вероятност

$$n_{min} \geq \frac{t_{\gamma k}^2 S^2}{\delta^2}, \quad (3)$$

където $t_{\gamma k}$ е коефициентът на Стюdent при доверителна вероятност γ ;

S – средноквадратичното отклонение;

δ – допустимата грешка.

Спрямо извадката се предявяват следните изисквания:

- избраните автобуси да работят постоянно на един и същ маршрут;
- средният пробег на автобусите от началото на експлоатацията им да се намира в една от следните възрастови групи: от 0 до 300 хил. km.; от 300 до 800 хил. km.; над 800 хил. km.

Обработката и анализът на статистическата информация включват следните основни процедури:

- проверяване дали разпределението на данните за разхода на гориво се описва с нормален закон;
- изключване от извадката данните, които се приемат за груба грешка според условието:

$$\bar{X} - 3\sigma \leq x \leq \bar{X} + 3\sigma; \quad (4)$$

- изчисляване средната стойност на разхода на гориво за маршрута.

Изчислената средна стойност за разхода на гориво за определена група автобуси, обслужващи даден маршрут, се приема за маршрутна норма за автобусите от дадената марка и модел.

3. ИЗВОДИ

1. Анализът на изчислително-аналитичния метод показва, че за да се използва, е необходимо да се разполага: а) с подробна технико-икономическа характеристика за дадения модел автобус;

б) резултати от предварителни изследвания за динамиката на изменение скоростта на автобуса (работа на място, ускоряване, движение с постоянна скорост, забавяне и спиране);

в) информация за динамиката на изме-

нение натоварването на автобусите (пътникопотока) в отделните етапи на маршрута и в отделните времеви интервали.

Вследствие на това може да се каже, че методът е подходящ за случаите, когато е известен маршрутът на автобусите и е необходимо да се подберат и съпоставят различни марки и модели автобуси, с цел да се постигне максимална енергийна ефективност.

2. За да може да се използва статистико-изчислителният метод за нормиране разхода на гориво, е необходимо да се разполага със значителен брой автобуси от една и съща марка и модел и да се води строга, точна и коректна отчетност за изминатия пробег и изразходваното гориво.

3. Чрез сравняване на маршрутните норми с действителния разход на гориво може да се оцени общото техническо състояние на всеки отделен автобус и квалификацията на водача.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асенов, А., Нормиране разхода на гориво на автобус "Мерцедес Бенц О 405 G". XI Научно-техническа конференция с международно участие, ЕКОВарна '2005, с.178.
2. Аринин, И.Н., Д. А. Колов, Использование новых информационных технологии на автомобильном транспорте. Сб. науч. статей Международной научн. – техн. конф., Н. Новгород 2003.
3. Белоев, Хр. Анализ на компютърни системи за контрол на енергийната ефективност на земеделски и транспортни мобилни машини. Селскостопанска техника, № 3, София, 2009.
4. Белоев, Хр. Относно измерването на разхода на гориво на земеделски мобилни агрегати – проблеми и решения. Селскостопанска техника, № 3, София, 2009.
5. Гарбер А., В. Зотов, А. Ковалев, Опыт помаршрутного нормирования расхода топлива, сп. Автомобильный транспорт, 1985 №12, с.32-33.
6. Гербер, А., П. Лупачев, Методика дифференцированного помаршрутного нормирования., сп. Автомобильный транспорт, 1983 №6, с.32-33.
7. Головных, И., С. Команов, Р. Салыхов, Расчет групповых норм расхода топлива., сп. Автомобильный транспорт, 1987 №11, с.30-31.
8. Головных, И., О. Молодых, Р. Салыхов, Опыт внедрения маршрутных норм расхода топлива, сп. Автомобильный транспорт, 1985 №8, с.33-34.
9. Головных, И., В. Колчик, Маршрутное нормирование, сп. Автомобильный транспорт, 1988 №4, с.28-30.
10. Говорощенко, Н.Я., Основы управления автомобильным транспортом. Харьков, Вища школа, 1988.
11. Коновалов, С. И., Д. А. Колов, Методика нормирования расхода топлива в составе АСУ предприятия., материалы X международной научн. прак. конф., Вл. ГУ, 2003г., с.378-380.
12. Наредба №3 на Министерството на транспорта за нормиране разхода на горива и смазочни материали на автомобилите и мотоциклетите., ДВ бр. 93 от 1.12.1989.
13. Рабинович Э. Х, Техническая эксплуатация автомобилей., Харьков, изд. ХНАДИ 2004.
14. Шаталов Г., Расчет маршрутных норм расхода топлива, сп. Автомобильный транспорт, 1989 №8, с.35-36.

Адрес за контакти

Д-р инж. Александър Йорданов Стоянов, Катедра "Транспорт", Русенски университет "Ангел Кънчев", ул. "Студентска" № 8, 7017 Русе, тел. (082) 888 231, Е-поща: astoyanov@ru.acad.bg

Contact address

Aleksandar Stoyanov, PhD, Department of Transport, University of Ruse, 8 Studentska Street, Ruse 7017, Bulgaria, Tel. (+359 82) 888 231, E-mail: astoyanov@ru.acad.bg.

СТЕРЕОФОТОГРАМЕТРИЧЕН МЕТОД ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ДЕФОРМАЦИИ НА МАШИНОСТРОИТЕЛНИ КОНСТРУКЦИИ

Борис Сакакушев¹, Тихомир Тодоров¹, Господин Стефанов²
¹ Русенски университет "Ангел Кънчев", ² ТУ – София, колеж Сливен

A Stereo Photogrammetric Method for Measuring the Deformations of Mechanical Structures

Boris Sakakushev¹, Tihomir Todorov¹, Gospodin Stefanov²
¹ "Angel Kanchev" – University of Ruse, ² Technical University – Sofia

Abstract: The report presents a stereophotogrammetric method for measuring the deformations of mechanical structures.

1. УВОД

Освен като снимачен метод за създаване на планове и карти, земната фотограмметрия се използва в различни специални области на науката. Нейното широко приложение се обуславя от големите предимства, които има пред всички други снимачни и картировъчни методи. Фотограметричните начини за измерване носят в себе си съвременност и перспективност и предлагат големи възможности за автоматизиране на всички картировъчни и измервателни процеси [1, 2]. Земното фотограметрично снимане на далечни и близки обекти се използва с успех в три негови разновидности:

- а) фотографиране и създаване на числени модели на обекта [1, 2, 3, 4, 9];
- б) съставяне на едромасщабни фотопланове във вертикална и хоризонтална проекция;
- в) фотографиране и аналогово стереокартиране.

Тук ще се разгледа идеята за едно нетипично приложение на фотограметричния метод – за измерване деформациите на машиностроителни обекти. Напоследък са разработени и се предлагат на пазара такива измервателни установки (измервателни проектори и измервателни микроскопи), работещи върху принципа на разпознаването на образи, но техните цени са изключително високи за нашите условия. Основите на измерването на деформации на машиностроителни обекти са заложи в [9].

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

Класическият фотограметричен метод се изгражда върху закономерностите между образните, пространствените координати и

свойствата на централната проекция [8,9]. Прилагането на фотограметричните методи за определяне на деформациите има за цел да се установят състоянието им и скоростта на тяхното изменение в пространството (а защо не и във времето – това е достижимо в светлината на съвременното развитие на дигиталната фотография и компютърна техника). От анализа на получените резултати ще се открият евентуалните причини за появилите се деформации и ще се проследи тяхното развитие. Определянето на деформациите може да се извършва успешно по еднообразен фотограметричен начин и по стереофотограметричен начин [9]. Развитието на съвременната дигитална техника (и в частност съвременната дигитална фотография) прави възможно и достъпно използването в машиностроенето на тези методи и средства за измерване, които до скоро имаха много тесен ареал на разпространение, предимно в строителството.

Стереофотограметричният начин има предимството, че е по-точен (базирайки се на пространствени измервания и наблюдения) и че деформациите се определят в пространството, от което може да се съди за първоизточника и първопричината за тяхното появяване и развитие. Фотоснимането се извършва от двете станции (точки) на снимачната база преди и след появата на деформациите (възможен е и вариант на заснемане по време на тяхното развитие и то даже дистанционно и на различни интервали от време – т.нар. цайттраферни снимки). След това по зависимостите

$$\Delta Y = Y' - Y = B \left(\frac{f}{p'} - \frac{f}{p} \right); \quad (1)$$

$$\Delta X = X' - X = B \left(\frac{x'}{p'} - \frac{x}{p} \right); \quad (2)$$

$$\Delta Z = Z' - Z = B \left(\frac{z'}{p'} - \frac{z}{p} \right), \quad (3)$$

се намират съответните деформации по пространствените координатни оси. В общия случай имаме:

$$\Delta Y = -Bf \frac{\Delta p}{p^2}; \quad (4)$$

$$\Delta X = B \left[\frac{(x' - x)p - x\Delta p}{p^2} \right] = \frac{B}{p^2} (\Delta x_{\text{л}} p - x_{\text{л}} \Delta p); \quad (5)$$

$$\Delta Z = B \left[\frac{(z' - z)p - z\Delta p}{p^2} \right] = \frac{B}{p^2} (\Delta z_{\text{л}} p - z_{\text{л}} \Delta p), \quad (6)$$

където $\Delta p = p' - p$;

x и z са образните координати от първото стереофотограметрично снимане;

x' и z' - образните координати от второто фотограметрично снимане;

$x_{\text{л}}$, $z_{\text{л}}$, $\Delta x_{\text{л}}$ и $\Delta z_{\text{л}}$ - образните координати и техните разлики между двете леви снимки.

Средните квадратни грешки при определянето на деформациите по осите на координатната система са грешките на земното фотограметрично снимане. Техните стойности се определят от формулите:

$$m_{\Delta Y} = \pm \sqrt{2\Delta Y^2 \frac{m_p^2}{\Delta p}}; \quad (7)$$

$$m_{\Delta X} = \pm \frac{Y}{f} \sqrt{m_x^2 + \frac{x^2}{p^2} m_p^2} \sqrt{2}; \quad (8)$$

$$m_{\Delta Z} = \pm \frac{Y}{f} \sqrt{m_z^2 + \frac{z^2}{p^2} m_p^2} \sqrt{2}. \quad (9)$$

Тъй като второто събираемо в подкоренния израз на зависимости (8) и (9) е много малка величина в сравнение с останалите [9], то зависимостите могат да се запишат в следния опростен вид:

$$m_{\Delta X} \approx \pm \left(\frac{Y}{f} m_x \right) \sqrt{2}; \quad (10)$$

$$m_{\Delta Z} \approx \pm \left(\frac{Y}{f} m_z \right) \sqrt{2}. \quad (11)$$

Точността на измерване по осите x и z при класическите двукоординатни средства за измерване обикновено е еднаква, следователно:

$$m_{\Delta x} = m_{\Delta z}, \text{ а } m_{\Delta x} < m_{\Delta y} > m_{\Delta z}.$$

Очевидно е, че точността на определянето на деформации по стереофотограметричен метод зависи изключително от снимачното разстояние Y и големината на снимачната база B , която може да се изрази по следния начин:

$$B = \frac{Y}{f} p. \quad (12)$$

По тази причина, за да се определи дължината на базата, така че точността на нейното измерване като фактор при определяне големината на деформациите да оказва минимално влияние, трябва да се използва зависимостта за грешката от нейното измерване:

$$m_B = m_{\Delta Y} \frac{B}{\Delta Y}, \quad (13)$$

или

$$B = \frac{m_B}{m_{\Delta Y}} \Delta Y. \quad (14)$$

Така определената големина на базата за заснемане не трябва да се отличава силно от максимално допустимата големина на базата [7,8], определена за конкретния случай по зависимостта

$$B_{\text{max}} \approx \frac{Y}{4}. \quad (15)$$

При деформации от сравнително малък порядък (може би е удачно да се въведе терминът „микродеформации“) е необходимо в методиката за тяхното откриване и определяне по разглеждания метод да се вземе под внимание и сумарната грешка от заснемането (сферичните aberации на оптичната част на камерата, при монохроматично заснемане и хроматичните aberации при пълноцветно заснемане), както и грешката на проекционната и/или измервателна оптика (обективи и окуляри).

Когато деформациите в разглежданото съоръжение (машина, апаратура, детайл) протичат с много висока скорост, може да се използва методът на серия от високоскоростни снимки (3 – 5 кадъра в секунда), което не е проблем за съвременната дигитална

фотоапаратура

При този метод за определяне и измерване на деформациите е необходимо предварително да се определят и индикатът възловите точки от конструкцията или детайла с предполагаеми нулеви деформации [8], които да послужат за предварително калиброване на стереоснимката.

3. АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

1. Обосновано е използването на един перспективен, достатъчно точен и производителен метод за реализиране на координатни и линейно-ъглови измервания в областта на измерването на деформации. Методът е приложим както за измерване параметрите на конструкции, така и за измерване деформациите на детайли с големи, малки и микроразмери.

2. Метода се реализира при използването на съвременните достижения на дигиталната и изчислителната техника. Обосновано предимство на метода е възможността за използване на универсално, широко достъпно и евтино оборудване – дигитални фотоапарати, персонални компютри и сравнително евтин и достъпен софтуер за обработка на данните.

3. Положени са основите на методика за анализ на точността на измерване чрез определяне средноквадратичните грешки на измерване на деформациите, при включване в техния анализ и определяне на основните съставляващи на тези грешки.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фотограметричните и стереофотограметричните методи за измерване са достатъчно точни и високопроизводителни методи за измерване. В съчетание със съвременните постижения на дигиталната фотографска и компютърна техника, те стават приложими и за измервания в областта на

общото машиностроене – както за измерване на линейни и ъглови размери, така и за измерване и наблюдение в реално време на деформации на конструкции, машини и детайли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hartley, R., A. Zisserman. Multiple View Geometry in Computer Vision. Newnes Butterworths, London, 1999, p. 270.
2. Pollefeys, M. 3D Modelling from Images. Boston, Allyn and Bacon, 2003, p. 200.
3. Clarke, J. Modelling uncertainty: A primer. Boston, Allyn and Bacon, 2004, p. 75.
4. Погребинский, А. Математическое обеспечение автоматизированного проектирования изделий сложной формы с учетом реальной геометрии. „Зинатне”, Рига, 1995, стр.180.
5. Поляков, И. Использование анаглифов в областях науки, связанных с пространственными построениями. [http://www. Really.ru](http://www.Really.ru) 2002.
6. Първанов, С., Б. Сотиров, Б. Сакакушев. Приложения на визуалното оценяване на машиностроителни изделия. Научни трудове на РУ „А. Кънчев”, том 45, серия 2.1, Русе, 2006г. стр.104-109.
7. Сакакушев Б. Основни показатели на калиброваната стереоснимка и приложението и във фотограметрични измервания на реални машиностроителни обекти. XVI Национален научен симпозиум „Метрология и метрологично осигуряване”, Созопол, 2006, стр.211-215.
8. Сакакушев, Б., С. Стоев, С. Първанов. Анализ на метода за измерване координатите на точки от повърхнината при използване на калибрована стереоснимка. Journal of the technical university at Plovdiv “Fundamental sciences and applications”, том 14, 2007г.
9. Сакакушев, Б., М. Кършаков, Т. Тодоров. Приложение на фотограметричния метод за измерване в машиностроенето. Сп „Известия на Съюза на учените – Русе”, серия 1 Технически науки, том 6, ISSN 1311 – 106X, под печат.

Рецензент

Доц. д-р инж. Цвятко Станев Корийков

Адрес за контакти

Доц. д-р инж. Борис Сакакушев, Катедра “Технология на машиностроенето и метало-режещите машини”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел. (082) 888 493, Е-поща: bsak@ru.acad.bg.

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ФОТОГРАМЕТРИЧНИЯ МЕТОД ЗА ИЗМЕРВАНЕ В МАШИНОСТРОЕНЕТО

Борис Сакакушев, Михаил Кършаков, Тихомир Тодоров
Русенски университет "Ангел Кънчев"

An Application of the Photogrammetric Method for Measuring in Mechanical Structures

Boris Sakakushev, Mihail Karshakov, Tihomir Todorov
Angel Kanchev" – University of Ruse

Abstract: The report presents an application of the photogrammetric method for measuring in mechanical structures.

1. УВОД

Освен като снимачен метод за създаване на планове и карти, земната фотограмметрия се използва в различни специални области на науката. Нейното широко приложение се обуславя от големите предимства, които има пред всички други снимачни и картировъчни методи. Фотограметричните начини за измерване носят в себе си съвременност и перспективност и предлагат големи възможности за автоматизиране на всички картировъчни процеси [1, 2]. Земното фотограметрично снимане на далечни и близки обекти се използва с успех в три негови разновидности:

- а) фотографиране и създаване на числени модели на обекта [1, 2, 3, 4, 9];
- б) съставяне на едромащабни фотопланове във вертикална и хоризонтална проекция;
- в) фотографиране и аналогово стереокартиране.

Тук ще се разгледа идеята за едно нетипично приложение на фотограметричния метод – за измерване на машиностроителни обекти. Напоследък са разработени и се предлагат на пазара такива измервателни установки (измервателни проектори и измервателни микроскопи), работещи върху принципа на разпознаването на образи, но техните цени са изключително високи за нашите условия.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

Класическият фотограметричен метод се изгражда върху закономерностите между образните, пространствените координати и свойствата на централната проекция [8].

Класическият начин на числено картиране се състои в използване на измерените стойности на базата, образните координати и хоризонталния паралакс [3,5,8] при определяне на пространствените координати

$$Y = \frac{Bf}{p}; X = \frac{Bx'}{p}; Z = \frac{Bz'}{p} \quad (1)$$

Координатите X , Y и Z , се определят с точност

$$\begin{bmatrix} dY \\ dX \\ dZ \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \frac{dp}{p} & X \\ Y & Z \end{bmatrix} \quad (2)$$

Ако се изразят X и Z със снимачното разстояние Y , формулата добива вида

$$\begin{bmatrix} dX \\ dZ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} dY \\ df \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x' \\ z' \end{bmatrix}, \quad (3)$$

или записано по общо

$$\begin{Bmatrix} dX \\ dZ \end{Bmatrix} = \Psi \begin{Bmatrix} n \\ x' \\ z' \end{Bmatrix} \quad (4)$$

Грешките в определяне на пространствените координати по горната формула са в зависимост от фокусното разстояние - f на фотокамерата и са толкова по-малки, колкото по-голямо е фокусното разстояние, защото

$$dY = - \frac{Y^2}{B} \cdot \frac{dp}{df} \quad (5)$$

Поради това при измервания за картиране с висока точност са за предпочитане фототеодолитите с дългофокусни обективи (фотокамерното съоръжение ("Цайс", фототеодолитите „Вилд" и др.). По тази причина

и при измерване в областта на машиностроенето е за предпочитане да се използват дългофокусни качествени обективи в съчетание с цифрови камери, съоръжени с матрици с висока резолюция. От начина и средствата на фотографирането се определя и начинът на картирането. Ако снимането е извършено еднократно с обикновен дигитален фотоапарат, образът може да се увеличи неколkokратно и да служи за добиване на обща представа за обекта (неговата повърхнина и основните му габаритни и присъединителни размери). Когато обектът е фотографиран от две близки едно до друго места (предварително известна стереобаза) [5,8], от увеличените две снимки, поставени под обикновен джобен или огледален стереоскоп, може да се наблюдава пространственият модел на обекта (или детайла). Наблюдателят има възможност да моделира от макета или да извлича измервателни данни за тази цел, ако към стереоскопа е включен и специално пригоден за това стереомикрометър или измервателен стереомикроскоп (за микроизмервания) или да се извършат координатни измервания с достатъчно висока точност на екрана на РС, със съответния софтуер за стереоизображения.

Мащабът на трансформирането (мащабният коефициент за измерването - K_T) се определя чрез най-малко две изкуствени или естествени реперни точки (или размер, предварително измерен с най-високата достижима точност), като разстоянието между тях се измерва по друг метод или е предварително известно.

Тъй като снимането с фототеодолит (например с „Фототео 19/1318“) е напълно аналогично на снимането в областта на машиностроенето, то се извършва при строго хоризонтална (или вертикална) снимачна ос, равнината XU на пространствената координатна система се явява също така хоризонтална (вертикална), съответстваща на геодезическата равнина, а пространствената координата Z се получава като превишение между проекционния център (обектива на фотокамерата) и проектната точка P от проектираното пространствено тяло (детайл). Следователно, за да се изчислят образните координати на една точка от пространствените ѝ координати, е необходимо

да се определят пространствените координати на снимачната станция (S) (а те са известни), посочният ъгъл на снимачната ос (той също е известен) и пространствените координати на точка (P) (измерват се) [4,5,8].

Точността на измерването по фотограметричния метод се вижда от средните квадратни грешки в координатите на точките от перспективния образ, получени съгласно Гаусовия закон за разпределение на грешките:

$$m_x = \pm x' \sqrt{\frac{m_p^2}{p^2} + \frac{m_B^2}{B^2} + \frac{m_X^2}{X^2}}; \quad (6)$$

$$m_z = \pm z' \sqrt{\frac{m_p^2}{p^2} + \frac{m_B^2}{B^2} + \frac{m_Z^2}{Z^2}}. \quad (7)$$

След заместване и отстраняване на изразите с базата, понеже тя е предварително определена с достатъчно висока точност, се получава:

$$m_x = \pm x' \sqrt{\frac{m_y^2}{Y^2} + \frac{m_X^2}{X^2}}; \quad (8)$$

$$m_z = \pm z' \sqrt{\frac{m_p^2}{Y^2} + \frac{m_Z^2}{Z^2}}. \quad (9)$$

Деформациите на инженерни съоръжения и конструкции се пораждат от структурните изменения в частиците на строителния материал под действието на външни сили (натоварването). Ако натоварването не превишава границата за издръжливостта на дадения материал, след прекратяване на натоварването съоръжението или конструкцията (вследствие взаимодействие на частиците на материала) придобива своята първоначална форма. При големи натоварвания се появяват остатъчни деформации, а при много големи връзката между частиците на материала се прекъсва и настъпват разрушения. Това може да стане не само със сгради и съоръжения, но и с машини, детайли [6,7], земни пластове и др. За да не се получат разрушения, строежите се проектират при определени деформации (критични моменти на деформиране), чиято големина при различните обекти е различна. Прилагането на фотограметричните методи за определяне на деформациите има за цел да се установи тяхното състояние и ско-

ростта на изменението им в пространството. От анализа на получените резултати ще се открият причините за появилите се деформации. Определянето на деформациите може да се извършва успешно по еднообразен фотограметричен начин и по стереофотограметричен начин. Фотограметричният еднообразен начин може да се използва при определяне на деформациите във фотографияната вертикална равнина, дефинирана с координатните оси X и Z . От една неизменна

станция (контролна точка) се фотографира обектът и координатите на наблюдаваните точки за деформации се определят от формулите

$$X' = Y \frac{x'}{f}; Z' = Y \frac{z'}{f}. \quad (10)$$

След определено време от същата станция (контролна точка) се извършва второ фотоснимане и координатите на същите точки се определят по същите формули

$$X = Y \frac{x}{f}; Z = Y \frac{z}{f}, \quad (11)$$

където (x, z) и (x', z') са образните координати от първото и второто заснемане.

От разликите между пространствените равнинни координати се получават и съответните линейни деформации

$$\Delta X = X' - X = Y \frac{\Delta x}{f} \quad \Delta Z = Z' - Z = Y \frac{\Delta z}{f}. \quad (12)$$

Координатните разлики Δx и Δz в образната координатна система се получават на дисплея със съответния софтуер, като снимката от първото измерване (извършена преди появата на деформации) се поставя на левия носач на стекометъра или стереокомпаратора, а втората (извършена след поява на деформации) - на десния носач. Отчитат се стойностите на образните координати и паралаксите на наблюдаваните точки и на една или две фотографирани неизменни (твърди, реперни) точки извън обекта, към които се редуцират направените отчети. Средните квадратични грешки (в опростен вид) за определяне на деформациите по този метод се изчисляват с известно приближение по формулите

$$m_{\Delta x} = \pm \frac{Y}{f} m_{\Delta x} \quad m_{\Delta z} = \pm \frac{Y}{f} m_{\Delta z}, \quad (13)$$

където $m_{\Delta x} \approx m_{\Delta z}$ са в интервала 0,01 – 0,02 mm [2].

3. АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

1. Обосновано е използването на един достатъчно точен и производителен метод за реализиране на координатни и линейно-ъглови измервания в областта на машиностроенето. Методът е приложим както за измерване параметрите на конструкции, така и за измерване параметрите на детайли с големи, малки и микроразмери и на техните деформации.

2. Методът се реализира при използването на съвременните постижения на дигиталната и изчислителната техника. Обосновано предимство на метода е възможността за използване на универсално, широко достъпно и евтино оборудване – дигитални фотоапарати, персонални компютри и сравнително евтин и достъпен софтуер за обработка на данните.

3. Положени са основите на методика за анализ на точността на измерване чрез определяне средноквадратичните грешки на измерване на координатите.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитието на съвременната дигитална техника (и в частност съвременната дигитална фотография) прави възможно и достъпно използването в машиностроенето на методи и средства за измерване, които до скоро имаха много тесен ареал на разпространение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hartley R., A. Zisserman. Multiple View Geometry in Computer Vision. Newnes Butterworths, London, 1999, p. 270.
2. Pollefeys M. 3D Modelling from Images. Boston, Allyn and Bacon, 2003, p. 200.
3. Clarke J. Modelling uncertainty: A primer. Boston, Allyn and Bacon, 2004, p. 75.
4. Погребинский А. Математическое обеспечение автоматизированного проектирования изделий сложной формы с учетом реальной геометрии. „Зинатне”, Рига, 1995, с.180.
5. Поляков И. Использование анаглифов в областях науки, связанных с

- пространственими построениями.
<http://www.Really.ru> 2002.
6. Първанов С., Б. Сотиров, Б. Сакакушев. Приложения на визуалното оценяване на машиностроителни изделия. Научни трудове на РУ „А. Кънчев”, том 45, серия 2.1, Русе, 2006г. с.104-109.
 7. Сакакушев Б., Б. Сотиров, С. Първанов. Органолептично оценяване на точни отвори с малки диаметри и голяма дължина. XVI Национален научен симпозиум „Метрология и метрологично осигуряване”, Созопол, 2006, с.211-215.
 8. Сакакушев Б., С. Стоев, С. Първанов. Анализ на метода за измерване координатите на точки от повърхнината при използване на калибрована стереоснимка. Journal of the technical university at Plovdiv “Fundamental sciences and applications”, том 14, 2007.
 9. Стефанов Г. Възможности за коригиране на овалността и промяна на ориентацията на осите на овален отвор за въртен лагер. Сп „Машиностроене и машинознание”, Варна, кн.2, 2007., ISSN 1312-86112, с.71-74.

Рецензент

Доц.д-р инж. Цвятко Станев Корийков

Адрес за контакти

Доц. д-р инж. Борис Сакакушев, Катедра “Технология на машиностроенето и метало-режещите машини”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел. (082) 888 493, Е-поща: bsak@ru.acad.bg.

ОБРАБОТВАНЕ НА ТЪНКостЕННИ ВТУЛКИ ЧРЕЗ ПОВЪРХНОСТНО ПЛАСТИЧНО ДЕФОРМИРАНЕ

Господин Стефанов

Инженерно-педагогически факултет при ТУ, София, филиал Сливен

Machining of Thin-walled Bushes by Surface Plastic Deformation

Gospodin Stefanov

TU-SOFIA, Faculty of Engineering and Pedagog - Sliven

Abstract: In the paper the basic problems, which are raised through machining of the thin-walled bushes' holes are exposed. Towards these surfaces there are high requirements for quality. The technological equipment for finishing machining by surface plastic deformation, which allow the realization of the process without external fixed forces is described. The technological potentialities in reference to the concrete detail's quality are pointed out.

Keywords: Thin-Walled Bushes, Surface Plastic Deformation, Tools With Radial Feed.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

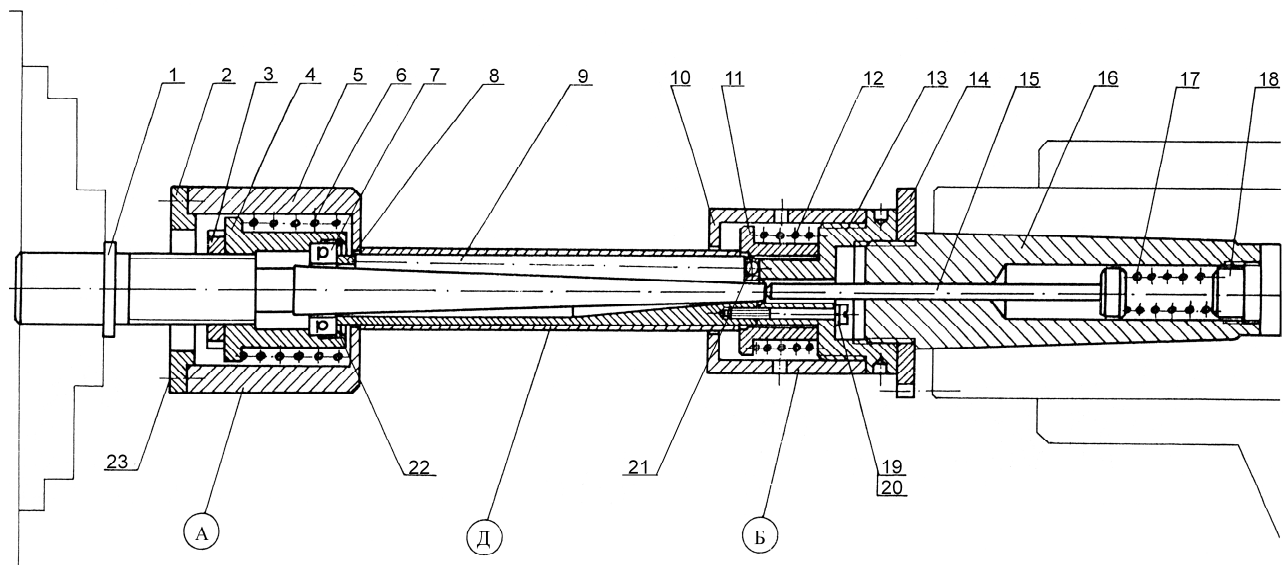
В машиностроенето съществуват детайли, при които прилагането на класическия подход за организация на технологичните процеси е невъзможно без използването на сравнително сложна и скъпа технологична екипировка [1, 7, 9]. Това се отнася особено за равностенни втулки с малка дебелина на стената. Обработването им се усложнява, когато целостта на вътрешните им повърхнини е нарушена поради наличието на отвори или канали [4, 6]. Трудностите произтичат главно от невъзможността да се използват универсални приспособления за установяване на детайлите по външните цилиндрични повърхнини поради деформациите на стените им, а прекъсванията могат да се окажат източник на грешки на формата. Наличието на тези предпоставки е в състояние да компрометира резултата от приложението на съществуващите абразивни довършващи методи. Към това може да се добави и неприложимостта им при цветните сплави, остатъците от вбити абразивни микрочастици в обработените повърхнини и понижена производителност [9].

В настоящата работа се предлага проблемът да се решава, като за довършващо обработване на отворите се приложи повърхностно пластично деформиране (ППД). Предимствата, ефективността и областта на приложение на метода са добре известни [1, 3, 8]. В случая нещата се свеждат до избора

на подходяща схема и инструмент за обработване, осигуряващи установяване на заготовките без закрепване от външни сили. Серийното производство предлага търсенето на максимална производителност на обработването, при благоприятно съчетаване на изискванията за точност и грапавост на цели и прекъснати повърхнини. На тези условия отговарят сепараторните инструменти за ППД и в частност работещите с радиално подаване на деформиращите елементи [2, 3, 5].

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

Реализация на подобен инструмент е направена за обработване цилиндъра на амортизатор за автомобил. Той представлява втулка от стомана 45 с дължина 145 mm и диаметри – вътрешен 27 mm и външен 30mm. Инструментът е изпълнен на базата на универсален струг С11М и общият му вид, показан на фиг.1, е в работно положение. В действителност той се състои от две самостоятелни части. Частта А се установява в патронника на машината и включва: опорен конусен вал 1, капачка 2, контрагайка 3, регулираща гайка 4, чаша 5, спирална пружина 6, аксиален лагер 7 и осигурителен пръстен 22. Частта Б се установява в пинолата на задното седло посредством опашка 16 и съдържа: сепаратор 8, закрепен неподвижно към специална гайка 13



Фиг.1. Инструментална екипировка за обработване на тънкостенни втулки чрез ППД

с помощта на винтове 19; конусни деформиращи ролки 9, поместени в прорези на сепаратора; кожух 10; втулка 11; центроваща ос 15; спирална пружина 17; тапа 18 и сачми 21. Заготовката Д заема положение, симетрично спрямо трите деформиращи ролки 9 благодарение на чашата 5 и втулката 11.

Работният размер на инструмента (диаметърът на описания около ролките цилиндър) се определя от взаимното осово разположение на двете части.

При осъществяване на плътен контакт между повърхнините на отвора, ролките 9 и опорния конусен вал 1, завъртането на последния води до въртене на заготовката в посока, обратна на неговата. Използвана е схема на работа, при която ролките се въртят единствено около собствените си оси на симетрия, изпълнявайки ролята на паразитни зъбни колела.

Работният цикъл започва с изтеглянето на частта Б надясно чрез бърз ход на надлъжния супорт. Крайното ѝ положение трябва да бъде такова, че да се получи разстояние между лявото чело на сепаратора и дясното чело на опорния конусен вал. То трябва да е по-голямо с десет милиметра от дължината на заготовката, за да се установи тя свободно върху сепаратора, опирайки в челото на втулката 11. В хода на придвижването, под действие на пружините 12 и 17, втулката 11 и центроващата ос 15 се пре-

местват в крайно ляво положение. Центроващата ос 15 заема частично мястото на опорния вал, а втулката обхваща ролките около големия диаметър, фиксирайки ги към сепаратора така, че работният размер на инструмента да е по-малък от долния граничен диаметър на отвора от последния предшестваш преход.

Частта Б се връща в показаното на фиг.1 положение, преминавайки през два етапа:

- бърз ход на супорта, докато заготовката докосне челото на чашата 5 (заемаща под действие на пружината 6 крайно дясно положение);
- включване въртенето на опорния конусен вал 1 и работен ход на супорта до упор, реализиран при срещата на сепаратора 8 с аксиален лагер 7.

През втория етап деформиращите ролки получават радиално подаване и въртене, а инструментът достига работен размер, надвишаващ горния граничен диаметър на отвора с големината на стегнатостта. Максималната стегнатост се определя по зависимостта

$$C_{\max} = C_{\min} + T, \quad (1)$$

където $C_{\min}$ е минималната стегнатост, mm;
 T - допускът на отвора, mm.

Големината на работния размер се определя от положението на регулиращата гайка 4 и има решаващо значение за стойността на деформиращата сила и ефекта от деформационното въздействие, чиято про-

дължителност съответства на 5-7 оборота на заготовката при достигнат работен размер.

Проведено е експериментално изследване, като е обработена партида от 35 заготовки при следните режимни условия:

- минимална стегнатост $C_{min} = 0,15 \text{ mm}$;
- честота на въртене на опорния конусен вал $n = 63 \text{ min}^{-1}$;
- кратност на деформационното въздействие, съответстваща на $m = 5 \div 7$ оборота на заготовката;
- скорост на радиалното подаване $f_r = 0,13 \text{ mm/rev}$.

Трябва да се има предвид още следното:

- заготовките са обработени предварително чрез струговане, като отворът е разстърган с двуножов плаващ блок [8, 9], с допуск $T = 0,05 \text{ mm}$, грапавост $Ra_{изх.} = 1,5 \div 4,3 \mu\text{m}$, а външният диаметър е 36 mm ;
- кратността на деформационното въздействие m се отчита чрез визуално броене след достигане до упора. Това обаче изисква наличието на белег върху външната повърхнина на втулката;
- скоростта на обработване, производна на честотата на въртене, не влияе съществено върху ефекта от ППД и затова се избира от съображения за производителност и лесно отчитане продължителността на обработване.

Скоростта на радиалното подаване е

$$f_r = f \cdot t g \alpha_k, \quad (2)$$

където f е подаването през втория етап от движението на супорта;

α_k - ъгълът на наклона на конуса на опорния вал, $\alpha_k = 2^\circ$.

Подаването се избира от съображения за максимална производителност и надеждност при спиране до упор. Като се има предвид това, за определяне на подаването f е използвана зависимостта

$$S = \frac{l_{p.x}}{n \cdot t_{p.x}}, \quad (3)$$

където $l_{p.x}$ е дължината на хода през втория етап, mm;

$t_{p.x}$ - времето за реализиране на работния ход, $t_{p.x} = 0,05 \text{ min}$.

В резултат от обработването, при необходимост $Ra = 0,32 \mu\text{m}$ и точност Н9

($0,052 \text{ mm}$), е получена грапавост $Ra = 0,21 \div 0,28 \mu\text{m}$ в рамките на разсейването от предварителното разстъргване.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение могат да се посочат следните обобщения:

- Инструментът, работещ по описаната схема, позволява довършващото обработване на отворите на тънкостенни втулки да се осъществява без външни закрепващи сили. Това опростява технологичния процес. Налице е възможност заготовки от стомана или цветни сплави да се изработват от тънкостенни тръби с размери, близки до окончателните, при което едновременно с ППД да се осъществи и малка степен на обемна пластична деформация.
- От изложеното се вижда, че при обработването на всяка заготовка работният размер на инструмента остава постоянен. Големината му предизвиква съпротивителна реакция от еластични и пластични деформации на материала, пораждащи силата на деформиране. В рамките на партидата тя се колебае в съответствие с допуската от отвора от предшестващото обработване, причинено от промяна на стегнатостта от C_{min} до C_{max} . Конструкцията на инструмента позволява вграждането на динамометрично устройство, осигуряващо обработване с постоянна сила на деформиране чрез еднаква осова сила на притискане на частите А и Б. В този случай упорът се отстранява.

Вторият вариант е препоръчителен при ниска точност на отворите.

- Инструментът и схемата на работа са приложими и при пробивни машини с вертикална ос на въртене. Достатъчно е частта Б да се монтира върху масата на машината, а частта А – към вретеното ѝ. Необходимо е обаче максималният ѝ вертикален ход да бъде в съответствие с преместването на частта А за смяна на заготовките.

ЛИТЕРАТУРА

1. Костадинов, В. С., М. К. Кършаков, Н. Георгиева. Относно приложимостта на инструментите за ППД, работещи с радиално и периодично подаване. Машиностроене и машинознание, бр.1, Варна, 2006, с.22-25.
2. Костадинов, В. С. Инструмент для поверхностного пластического деформирования с радиальной подачей. МГТУ „СТАНКИН”, „Производство. Технология. Экология.”, Сборник научных трудов №10, Москва, 2007, с.681-685.
3. Костадинов, В.С. Комбинирани инструменти за повърхностно пластично деформиране с радиално подаване. Машиностроене и машинознание, бр.3, Варна, 2007, с.92-95.
4. Костадинов, В.С., М.К.Кършаков. Алгоритъм за избор на схема за прилагане на повърхностно пластично деформиране при обработване на отвори. Машиностроене и машинознание, т.6, Варна, 2008, с.64-69.
5. Костадинов, В. С., М. К. Кършаков. Относно производителността и приплъзването в точка на контакт на деформиращите ролки при обработване чрез ППД. Машиностроене и машинознание, т.6, Варна, 2008, с.70-75.
6. Костадинов, В. С. Конструктивни особености на инструменти за повърхностно пластично деформиране с радиално подаване. XVII ННТК с международно участие „АДП-2008”, бр.3/106, Семково, 2008, с.84-90.
7. Кършаков, М.К., Г.Д. Стефанов, Н.А.Георгиева. Относно обработването на цилиндрови отвори на ДВГ в ремонтни условия. Национален семинар „Синтез и анализ на механизми 2003”, Сливен.
8. Кършаков, М.К., Г.Н.А.Георгиева, С.В. Костадинов. Инструмент за комбинирано обработване на отвори. Сп. „Механика на машините”, ТУ Варна, кн.6, 2005, с.86-89.
9. Стефанов, Г.Д., М.К.Кършаков. Прогнозиране на стойностите на параметрите на грапавостта на цилиндрови втулки след ППД. Сп. „селскостопанска техника”, кн.1, 2003.

Рецензент

доц.д-р инж. Борис Борисов Сакакушев

Адрес за контакти

Господин Стефанов, Инженерно-педагогически факултет при ТУ - София, филиал Сливен, Е-поща: gstefanov@abv.bg.

Contact address

Gospodin Stefanov, TU-SOFIA, Faculty of Engineering and Pedagogy – Sliven, E-mail: gstefanov@abv.bg.

ОБРАБОТВАНЕ НА ВЪТРЕШНИ ЦИЛИНДРИЧНИ ПОВЪРХНИНИ В КОРПУСНИ ДЕТАЙЛИ

Господин Стефанов¹, Стефан Костадинов²,

¹Инженерно-педагогически факултет при ТУ, София, филиал Сливен,

²Русенски университет „Ангел Кънчев”

Machining of Inner Tubular Surfaces in Corps Details

Gospodin Stefanov¹, Stefan Kostadinov¹

¹TU-Sofia, Faculty of Engineering and Pedagogy - Sliven, ²“Angel Kanchev” – University of Ruse

Abstract: The tools for plastic surface deformation (PSD) have durability and allow their application for machining of all elementary surfaces, from which the details are compound. Особено Especially important is a advantage, that the machining by the PSD is realized by a kinematic scheme, which is a same as a turning (skiving or inner turning) of the details' surfaces. The nature of the two processes is the same.

Keywords: surface plastic deformation, combined tool, roughness, precision

1. ВЪВЕДЕНИЕ

За осигуряване на високите изисквания за точност и грапавост на вътрешни цилиндрични повърхнини в технологичната практиката широко се използват абразивните методи. Те обаче се характеризират с някои недостатъци, като висока енергопоглъщаемост; получаване по обработената повърхнина на неблагоприятни опънови напрежения; повреждане на повърхностния слой метал от прегряване, от попаднали абразивни частици и други дефекти [4, 5, 7].

Алтернативен метод на довършващото обработване чрез рязане е повърхностното пластично деформиране (ППД) на повърхностния слой метал [1, 2, 3]. Като метод за довършващо обработване ППД се основава на способността на металите пластично да се деформират в студено състояние и има следните предимства:

- значително по-висока производителност;
- съхранява се целостта на влакната на повърхностния слой метал;
- липсват вбити абразивни частици по обработените повърхнини;
- релефът на получаваната грапавост и нейните параметри имат по-благоприятно влияние върху експлоатационните свойства на детайлите;
- нагряването на повърхнините е незначително, с което се изключва получаването на нежелани местни прегрявания, де-

формации и други дефекти, причинявани от топлинния фактор;

- остатъчните напрежения в повърхностния слой са напреженията на натиск.

Инструментите за ППД имат висока трайност и позволяват прилагането му за обработване на всички елементарни повърхнини, от които са съставени детайлите, както и във всички видове машиностроителни производства.

Особено съществено предимство е, че обработването чрез ППД се извършва по кинематична схема, по която се осъществява и струговането (обстъргване или разстъргване) на повърхнините на детайлите. Една и съща е физиката на двата процеса. При струговането напрегнатото състояние се локализира в тясна зона около режещия клин. Това предизвиква откъсване на обем метал във формата на стружка. За разлика при ППД напрегнатото състояние се разпростира в границите на петното на контакта (на значително по-голям обем метал) на деформиращия елемент с обработваната повърхнина. Вследствие на това част от метала се деформира пластично в повърхностния слой. Тези особености обуславят възможността за съвместяване на двата процеса, чрез което се постига висока производителност на обработването [2].

В исторически план комбинираното обработване (струговане и ППД) на вътрешни повърхнини е намерило приложение значително по-рано в сравнение с прилагането

му при обработване на външни повърхнини [3]. Перспективно направление за осъществяване на струговането при комбинираното обработване е чрез плаващ режещ блок.

За някои голямогабаритни корпусни детайли като редуктори, шасита, стрели и други е невъзможно прилагането на абразивни методи за довършващо обработване по отношение на грапавостта и точността. Използването на райбероването не винаги осигурява грапавост. Тогава за предпочитане е използването на комбинирани инструменти за рязане и ППД, които осигуряват едновременно грапавост, точност и повишаване на повърхностната твърдост [8, 9].

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

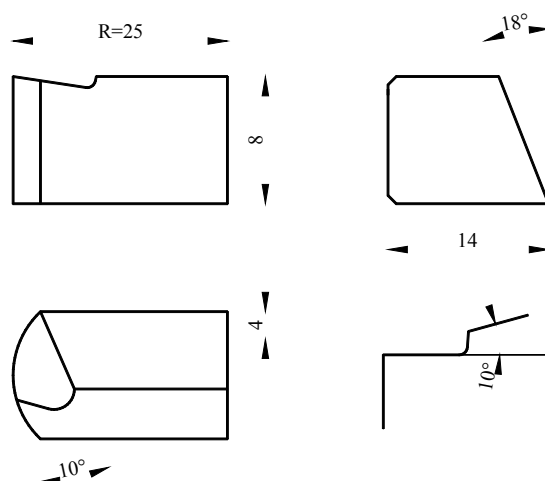
Конструирани и изработени са инструменти за обработване на отвори, съчетаващи едновременно последния разстъргващ преход и ППД на обработваната повърхнина. Инструментите са проектирани като комбинирани и конструкцията им се състои от разстъргващ модул, деформиращ модул и присъединителна част [1, 2, 3].

В зависимост от начина на прилагане на деформиращата сила за ППД могат да се получат различни видове комбинирани инструменти – с твърдо и с еластично действие.

Според вида на разстъргващия модул те могат да са с подвижен (плаващ) или с неподвижен режещ блок.

В конструкцията на двата вида представени комбинирани инструменти е търсена възможно най-малка обща дължина, за по-голяма стабилност.

При разстъргващите модули са използвани твърдосплавни пластини с криволинейни режещи ръбове [1, 6]. Използването на този вид пластини осигурява съпоставимост между подаването за разстъргването и това за ППД. В плаващия блок са вградени две режещи пластини от P10 (T15K6) с радиус на закръгление при върха $R=18\text{ mm}$ и конструктивни параметри, показани на фиг.1.



Фиг.1. Режеща пластина

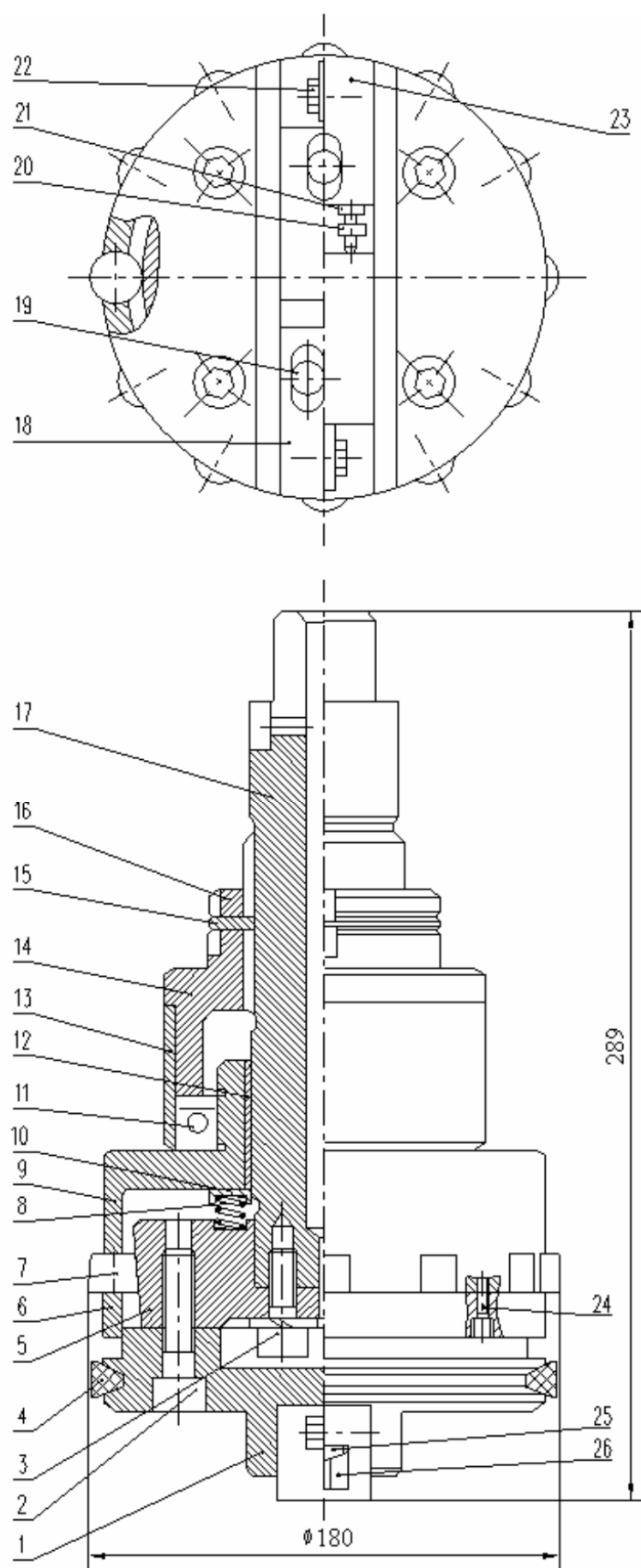
Режещите ръбове на пластините в плаващия блок са срещуположно установени.

Като деформиращи елементи са използвани стандартни къси конусни ролки от лагерното производство с дължина 22 mm, голям диаметър 12,95 mm и малък диаметър 11,99 mm.

Към ролките се предявяват още следните изисквания:

- деформиращата тороидна повърхнина при челото на ролките към големия им диаметър да е с радиусно закръгление – $r=4\text{ mm}$;
- задният ъгъл или ъгълът на установяване на ролките спрямо обработваната повърхнина да е $\alpha_0=40^\circ$;
- броят на ролките да е $z=12$;
- върху обработваната повърхнина ролките да прилагат “твърдо” деформационно въздействие, т.е. настроени са на размер.

При конструирани комбинирани инструменти с твърдо действие (фиг.2) разстъргващият модул се състои от тяло 1. В него е направен канал, в който е поставен плаващ блок, състоящ се от две части 18 и 23. Тялото 1 се закрепва чрез винтове 2 към опорния конус 5, а плаващият блок – чрез болтове 19 към тялото 1. Винтовете 19 са поставени в канали, които предпазват блока от изпадане от канала, като ограничават и движението му. Върху всяка от частите на ПРБ са изработени леглата на режещите пластини 26, които се закрепват чрез притискачите 25 и винтовете 22.



Фиг.2. Комбиниран инструмент с твърдо действие

Настройването на размера на плаващия блок се осъществява чрез раз местване на двете части 18 и 23 посредством болта 20 и гайката 21 и измерване с микрометър. Върху тялото 1 е изработен канал за поставяне на гумен ремък, „О” пръстен или кече, които да обират стружките.

Деформиращият модул е реализиран като сепараторен инструмент с твърдо действие. Той се състои от деформиращи конусни ролки 7, опорен конус 5, сепаратор 9, капачка на сепаратора 6, пружини 8 (десет броя), шайба за легла на пружините 10, лагерна втулка 12, аксиален лагер 11, гайка 14, шайба 15, контрагайка 16. Регулирането на размера се извършва чрез навиване и развиване на гайката 15 по резбата на вала 17. Върху вала 17 е изработен шпонков канал, в който влиза оформеният по вътрешната цилиндрична повърхнина на шайбата 15 зъб. Върху дъното на канала е нанесена скала за отчитане осовото положение на сепаратора, респективно размера на деформиращия модул.

Действието на инструмента се осъществява чрез прилагане към него, от вретеното на хоризонтално разстъргваща машина, въртящ момент, възприеман от шпонковото съединение, разположено в десния край на вала 17. Чрез вала 17 въртящият момент се предава на опорния конус 5 и към разстъргващия модул. Приложеният на опорния конус въртящ момент предизвиква търкалянето на деформиращите ролки, чрез което се осъществява ППД. Комбинираният инструмент с еластично действие (фиг.3) има режещ блок, в който са използвани същите режещи пластини (фиг.1), установени по подобен начин, както е в режещия модул на инструмента с твърдо действие (фиг.2). Разликата е в това, че режещият блок се състои от две отделни части 11, свързани с винт 9 с лява и дясна резба, поставени в направляващите 10 и 12. Настройването му на размер се извършва чрез завиване или развиване на винт 9 и измерване с микрометър.

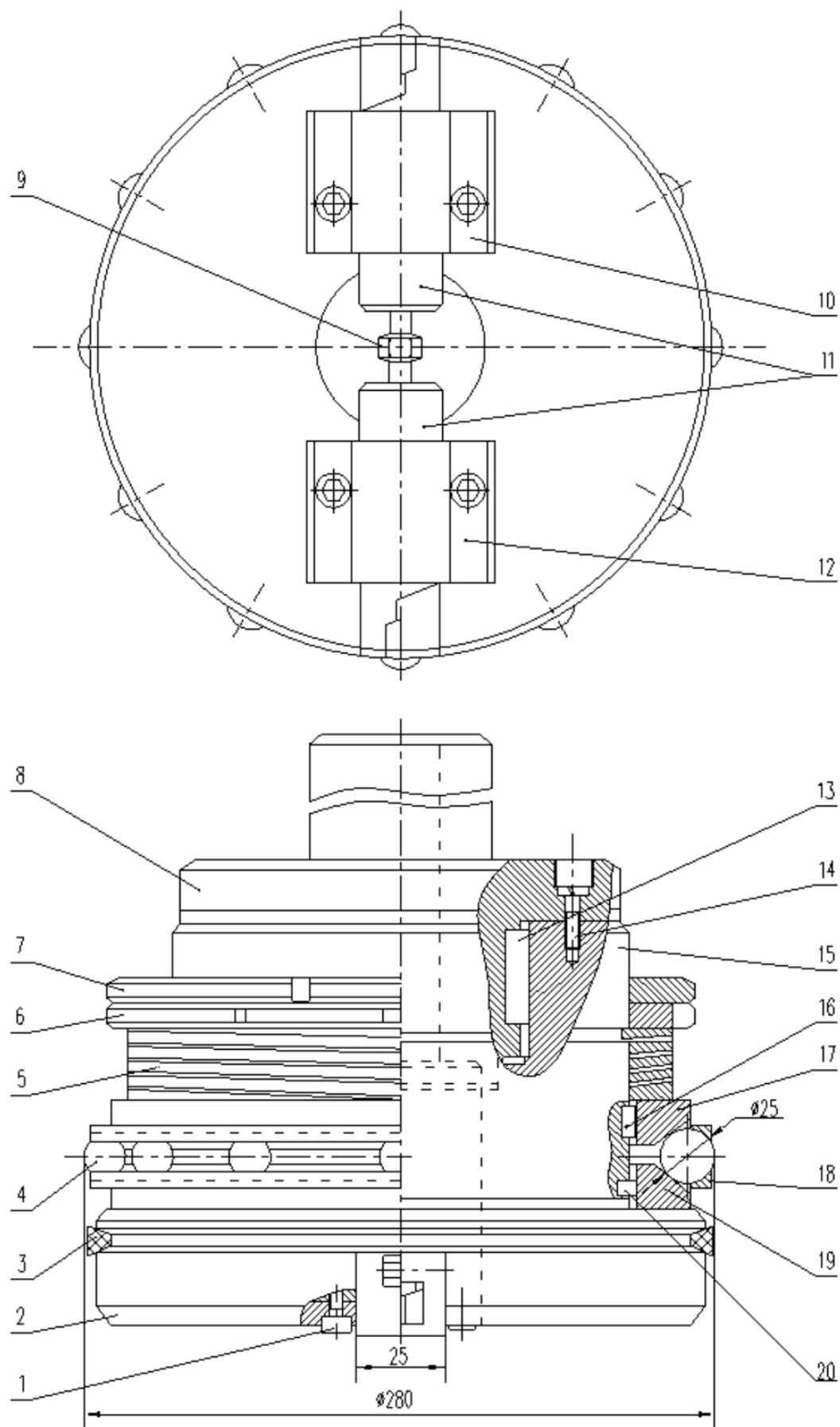
Модулът за ППД е реализиран като сепараторен инструмент с еластично действие, състоящ се от вал 8 с оформена присъединителна част; корпус 15, присъединен към вала 8, посредством шпонка 13 и винтове 14; опорни конуси 17 и 19, разположени върху корпуса 15; деформиращи сачми 4, поместени в гнездата на сепаратора 18; пружина 5, разположена между опорен конус 17 и гайка 6, която създава необходимата деформираща сила и контрагайка 7.

Инструментът се установява във вретеното на машината чрез присъединителната част на вала 8. Въртящият момент се предава на корпус 15 посредством шпонка 13 и на опорен конус 19, сглобен със стегнатост върху корпуса и осигурен с щифт 20. Опорен конус 16 се осигурява срещу превъртане спрямо корпус 15 чрез шпонка 13, а под действие на силата, създавана от пружината 5, се премества и реализира деформиращата сила. Стойността на последната се регулира чрез осовото положение на гайките 6 и 7. Предвиден е и гумен пръстен 3 за почистване на стружките. Режещият модул на инструмента получава въртящ момент също от корпус 15.

И в двата типа инструменти има канали и отвори (непоказани на фигурите) за довеждане на мазително-охлаждащата течност в зоната на рязане и ППД. Тя помага за отнасяне на стружките и същевременно смазва деформиращите ролки и обработваната повърхнина.

С посочените инструменти са обработени отворите на тръбни заготовки от ст45. Точността на отворите е измерена с индикаторен вътромер с точност 0,01 mm, а грапавостта - с профиломер SURTRONIC.

Постигната е точност до 0,063 mm и грапавост (оценявана по параметъра Ra) в границите от 0,45 μm до 0,37 μm . Точността и грапавостта ще удовлетворят предписанията по конструктивната документация за корпуса на редуктора.



Фиг.3. Комбиниран инструмент с еластично действие

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Създадената технологична екипировка е приложима за обработване както на хоризонтално разстъргващи машини, така и за каруселни стругове. С използването ѝ могат ефективно да бъдат заменени операциите райбероване, шлифване и хонинговане при осигуряване високи показатели на качеството на обработените повърхнини, които са $T = 0,080 \text{ mm}$ и $Ra=0,63 \text{ }\mu\text{m}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григоров, В., С. Костадинов. Особенности на схемните варианти за комбинирано обработване на гладки валове, обусловени от разположението на режещи елементи с криволинейни режещи ръбове в плаващия блок. Трудове на Научна сесия РУ'2004.
2. Костадинов, В. С. Особенности на повърхностното пластично деформиране осъществено от деформиращия модул в комбинирания инструмент. Машиностроение и машинознание №4, ТУ-Варна, 2008, с.95-98.
3. Костадинов, В. С. Комбинируемый инструмент для обработки отверстий путем ППД. МЕCHANINĖ TECHNOLOGIJA XXX, Kaunas, 2002, с.136-139
4. Куликов, С. И. и др. Хонинговане. Техника, София, 1975.
5. Кутяков, В. Н. Качество поверхностей, доведенных свободным абразивом. Машиностроение, в сб. „Прогрессивная технология и автоматизация управления процессами обработки деталей машин”, Ленинград, 1970.
6. Кършаков, М. К. Параметри на срязвания слой при струговане с кръгли режещи пластини. Сборник доклади от 8 международна конференция АМО-09, 2008, с.191-198.
7. Лакирев, С. Г. Обработка отверстий. Машиностроение, Москва, 1984.
8. Стефанов Г. Д., М. К. Кършаков. Влияние на схемата на обработване чрез повърхностно пластично деформиране върху грапавостта на повърхнините. Селскостопанска техника, 2002, № 6, с.36-38.
9. Стефанов, Г. Д. Микротвърдост на работната повърхнина на цилиндрови втулки с различни довършващи обработки. Известия на Съюза на учените, Сливен, 2007, том 3, с. 157-159.

Адрес за контакти

Господин Стефанов, Инженерно-педагогически факултет – Сливен при ТУ - София,
Е-поща: gstefanov@abv.bg.

Contact address

Gospodin Stefanov, TU-SOFIA, Faculty of Engineering and Pedagog – Sliven,
E-mail: gstefanov@abv.bg.

ПЛАНИРАНЕ НА КАЧЕСТВОТО НА ПРОЦЕС ЗА ПОЛУЧАВАНЕ НА СФЕРОГРАФИТЕН ЧУГУН ЧРЕЗ ПРИЛОЖЕНИЕ НА QFD МЕТОД

Цветелин Георгиев
Русенски университет "Ангел Кънчев"

Planning the Quality of the Production Process of Spheroidal Graphite Iron Using the QFD Method

Tzvetelin Gueorguiev

University of Rousse 'Angel Kanchev'

Abstract: The paper presents an application of the quality function deployment (QFD) method for planning the Quality of a Process for Production of spheroidal graphite iron. The whole process is divided into four stages and the critical quality indices for each one of them are established.

1. УВОД

Методът „разгръщане на функциите на качеството” (от английски quality function deployment (QFD)) е разработен от японските професори Shigeru Mizuno и Yoji Akao в края на 60-те години на XXв. QFD представлява цялостна система за проектиране на нови продукти и процеси, която свързва показателите за качеството на продукта с процесите в организацията. Прилаган съвместно със статистическия контрол на качеството, той е мощно средство за осигуряване на качеството. С помощта на QFD удовлетвореността на клиентите се залага още при проектирането на продукта, т.е. преди неговото реално производство [6, 7].

По препоръки на American Supplier Institute (ASI) [3] подробното прилагане на QFD метода се извършва на четири стъпки (Фиг.1):

- *планиране на крайния продукт* - дешифриране на нуждите на клиентите в ясни и конкретни технически изисквания; *планиране на отливката* - критичните / основните технически изисквания се разглеждат подробно с цел да се оп-

ределят изискванията към проектирането на отливката;

- *планиране на процеса* - за критичните изисквания към отливката се определят стъпките на процеса, на които ще бъдат получавани;
- *планиране на производството* - разработва се план за действие и прилагане на предложените решения.

В съответствие с принципите за управление на качеството, по-конкретно системния и процесния подход, изходът (резултатът) от даден процес следва да се разглежда като вход (ресурс) за следващия.

Продуктите от сферографитен чугун (СЧСГ) намират широко приложение в машиностроенето, автомобилостроенето, железопътния транспорт, изработването на водопроводна арматура, минното дело и др.

Изискванията към проектирането на продукти са дефинирани в т.нар. перспективно планиране на качеството на продуктите (Advanced Product Quality Planning (APQP)) [2].



Фиг. 1 Етапи на прилагане на QFD метода (адаптирано от [4])

Насоките за прилагане на този метод за планиране на качеството [1] са в пряка връзка с международния стандарт за системи за управление на качеството в автомобилостроенето ISO/TS 16949. Прилага се от лидери като Chrysler, Ford Motor Co. и General Motors Corp., които разширяват планирането на качеството с разработване на планове за контрол на най-важните показатели на продукта.

Интересно продължение на QFD е представено от Dr. Kerstin Kosche. Предлага се методология, наречена „Small QFD/FMEA”, която води до подобряване на продуктите, като се определя рискът от получаване на несъответствия, които вече са били открити от клиентите [8]. За разлика от обикновения QFD метод тук входните величини не са изискванията на клиентите, а техните рекламации към съществуващи продукти. Редовете на матрицата са оценките за критичността на съответния проблем според мнението на клиента, а в колони са описани всички несъответствия, които трябва да се отстранят, за да се предотврати напълно проблемът при клиента.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

За да се утвърдят и развият процесите и продуктите на всяка фирма, тя трябва да познава много добре изискванията на своите вътрешни и външни клиенти. Проблемите при реализиране на продажби дори на годни продукти понякога са причинени от лоша комуникация или неразбиране. Всяка организация има представа какъв може да бъде даден продукт на базата на предходни разработки, стандарти, съвместни производства и др. Когато се появи клиент, то кръгът на възможни решения се стеснява, но не винаги всички изисквания на клиента са посочени в явен вид.

Целта на QFD е да се намери такава комбинация от показатели, която да удовлетвори както договорените (*Voice of the Customer*), така и предполагаемите (*Mind of the Customer*) изисквания на клиентите. Според проф. *Noriaki Kano* [5] всеки клиент има свое „очаквано” равнище на качество. Той разделя нуждите на клиентите (показателите за качество) на три групи:

- **очаквани показатели** (*basic needs*) –

минимални, задължителни, подразбирани. Ако са удовлетворени, клиентът може и да не забележи или да не реагира, но ако не са, то той ще бъде изключително недоволен;

- **желани показатели** (*performance needs*) – важни за клиента, определят избора на продукт и са критични по отношение на неговото съответствие (годност), документиран са в поръчката или договора;
- **показатели, които предизвикват възхищение у клиента** (*excitement needs*). Те са емоционални, неизказани от клиента, различават фирмата от конкурентите ѝ. Те предизвикват възхищение у клиента, но ако липсват, той не изразява недоволство. В някои фирми те се наричат *уникални показатели*, които предизвикват продажби.

При конкретизиране на изискванията за получаване на СЧСГ е взета предвид особеността, че често крайният продукт включва и други детайли, освен отливки от СЧСГ. С други думи клиентите на леярните на отливки от СЧСГ са производителите на крайния продукт, които вече са определили съвкупността от технически изисквания към отливките.

След задълбочен анализ на данни от редица български и чуждестранни фирми са обобщени техните изисквания към поръчаните отливки и към леярните, които произвеждат СЧСГ. Те са групирани според трите категории на Кано (Табл.1):

Направената класификация е условна и се основава на **обобщаване на изисквания, посочени в реални поръчки** за производство на отливки от СЧСГ. Трябва да се отбележи, че за конкретен клиент някой от *очакваните* показатели може да се явява критичен, например доставката точно навреме. Също така рециклирането на отпадни води и отработени материали може да не е от съществено значение за други клиенти, т.е. за тях този показател може да се причисли и към първата група. За създаването на QFD матрици са използвани предимно показателите от втората група (желани), които са елементи от договори и поръчки.

Таблица 1

Обобщени изисквания на клиентите

Очаквани показатели	Желани показатели	Възхитителни показатели
капацитет (възможности) на леярната	функционални изисквания (<i>предвидено приложение</i>)	специални изисквания по желание на клиента
асортимент, гъвкавост на производството	количество (обем на партида)	експертен опит (<i>квалификация на персонала, ноу-хау</i>)
финансова стабилност и контрол на разходите (<i>производствени, за несъответствия, енергийни, глоби и др.</i>)	скица или подробен чертеж (CAD) на отливката	консултантски услуги (<i>разработване на технологии, екипировка, провеждане на контролни дейности и изпитвания и др.</i>)
начин на плащане (<i>отстъпки, срокове, метод и др.</i>)	избор на материал, марка	сертификати
доставка (<i>Just In Time</i>) и достъпност (<i>близост до транспортни мрежи, мрежа от дистрибутори</i>)	маса (<i>единично, на цялата партида</i>)	ангажимент за непрекъснато подобряване на качеството (<i>Система за управление на качеството</i>)
разработване на технология, моделно-касова екипировка и др.	срокове	ангажимент за опазване на околната среда (<i>Система за управление на околната среда, MSDS</i>)
наличие на софтуерни продукти за разработване на чертежи, за симулиране на леярските процеси и др.	(конкурентни) цени	наличие на EDI (<i>електронна система за обмен на данни-заявки за закупуване, договори, фактури, плащания</i>)
взаимоотношения с други организации от цикъла на производство на отливката, респ. готовия продукт	производствени методи и добри практики	обслужване на клиентите (<i>имидж, рекламации</i>)
надеждност (<i>гаранционен срок</i>)	сертификати на суровините и материалите	аксесоари
проверка (съпоставяне) на резултатите от изпитвания с такива от акредитирани лаборатории или от трета страна	контрол на качеството за осигуряване ниски равнища на дефектност, т.е. способност да се постигнат изискванията към качеството (<i>способност на процеса - C_p, C_{pk}, FMEA, SPC</i>), стабилност и ефикасност на процесите	спазване на международни и национални изисквания за социална отговорност, прилагане на здравословни и безопасни условия на труд, опазване на околната среда (пречистване на въздух, отпадни води, рециклиране на отработените материали) и др.
мостри, модели и документация, <i>предоставени от клиента</i>	сертификат за съответствие (<i>на готовия продукт</i>) със стойности на всички критични показатели на качеството	
доставчици на леярната	повтаряемост и възпроизводимост на резултатите	
складови запаси	термообработване	
условия на съхранение	обработваемост	
опаковка	покрите / боядисване	

За определяне на критичните технически изисквания е необходимо в разумни срокове да се постигне съгласие между конструктори, технолози, ръководители на

производството, поддръжката и др. При това трябва да се следи „червената нишка”, т.е. всички операции да се извършват с оглед удовлетворяване на изискванията на клиента.

Типичният процес на проектиране включва:

1. Уточняване на изискванията - преглед на материала и стандартите;

2. Разработване на идеен проект / модел / чертеж – конструктивна и технологична разработка, инструментална екипировка, пробна серия;

3. Симулиране на натовареното състояние и анализ на проекта;

4. Оценка на данните от анализ;

5. Промени съгласно направения анализ и изпълнение на стъпка 3;

6. Разработване на чертеж след оптимизиране на проекта.

За да се произведе каквато и да е отливка, е необходимо да има **техническа информация** за: проект на отливката (чертеж), използвания материал и необходимите измервания и изпитвания. По-подробно тези елементи са:

– **чертеж и/или модел на отливката.** Чертежите трябва да съдържат: допуски на размерите, тъй като те се променят при кристализация и при термообработване, отклонения от формата (успoredност, перпендикулярност, съосност), обработваеми повърхнини, бази, допълнителна обработка (термообработване, боядисване), идентификация (производител/лого, дата, партида, сериен номер, размер; местоположение на надписа). Ако е предоставен модел, то размерите на отливката са предопределени от него;

– **спецификация и марка на материала.** Материалът често е стандартен (със зададени механични свойства и химичен състав) или се посочва от клиента вследствие на направени якостни изчисления. Свойствата, установени от пробата, не съответстват напълно на свойствата на отливката поради условията на кристализация, скорост на охлаждане при термообработване, размери, форма и дебелини на стените на отливката. За избягване на конфликти между клиентите и леярните се препоръчва определяне на минимални механични

свойства за различни дебелини на стените на отливката;

– **необходими измервания и изпитвания:**

A. Методи за изпитвания - изпитванията са задължителни за доказване на съответствието на материала с изискванията. По договореност между клиента и леярната могат да се определят техният вид, брой и честота. Всички допълнителни изпитвания осъществяват отливките, трябва да бъдат документирани в договора. Това включва и местата за провеждане на изпитванията, които трябва да са посочени на чертежа на детайла и чертежа на отливката;

B. Критерии за приемане - зависят от изпитванията, т.е. колкото повече са изпитванията, толкова повече се усложнява и осъществява приемането. Механичните свойства се установяват чрез изпитване на пробни тела към отливката и *определят качеството на материала (СЧСГ)*. Качеството на отливката освен от механичните свойства зависи и от: форма, размери и дебелини на стените на отливката, скорост и условия на кристализиране, режим на термообработване и др.

Когато са изяснени техническите изисквания, те се съпоставят с изискванията на клиентите в т.нар. „къща на качеството” (*House of Quality*). Взаимовръзката между гореспоменатите показатели се дава в матричен вид (9 - силна връзка, 3 - средна връзка, 1 - слаба връзка и 0 - няма връзка). В редовете на матрицата се посочват очакваните резултати (следствия), т.е. КАКВО трябва да се постигне. В колони се записват условията и показателите, които влияят върху тяхното получаване (причини), т.е. КАК да се получи. Желателно е да се определи относителният тегловен коефициент на резултатите. След обработване на данните се пресмята техническата важност (критичност) на техническите изисквания от гледна точка на по-пълното удовлетворяване на нуждите на клиентите. Оценката на техническата важност е сумата от произведенията от относителния тегловен коефициент и оценките за сила на връзката за

всеки отделен показател. Получените стойности за техническата важност се превръщат в относителни (дробна част от сумата от техническата важност за всички показатели), подреждат се във низходящ ред и впоследствие се използват като относителни тегловни коефициенти за следващата стъпка от QFD метода.

Критичните елементи (изисквания), които трябва да се включат в договора за производство на отливки са:

- номер и дата на поръчката;
- номер на модела и / или номер на отливката;
- чертеж на модела и отливката с посочени текущи версии;
- необходимо количество;
- спецификация на материала;
- цена на отливката;
- условия на доставка;
- инструкции за експедиция.

Допълнителни изисквания: тегло на отливката, брой отливки, проектиране на наливната система, производствени разходи, срокове, функция на детайла, условия на работа, видове несъответствия, допълнителни операции и др. Понякога се налага да се добавят и други изисквания. Такива случаи са:

- ако се изискват **пробни отливки**;
- ако **моделите** трябва да се изработят **от доставчика (леярната)**;
- ако **моделите** се предоставят **от купувача**;
- ако **доставяните отливки** са подложени на процес със **специални изисквания**.

По време на **втория етап** се определя връзката между най-съществените технически изисквания от първия етап и изискванията към конкретна отливка. Дефинират се всички изисквания към отливката, като те могат да се причислят към следните групи:

- **материал:** стандарт (за материала, за изпитвания, за конкретно приложение - отливки, работещи под високо налягане, водопроводна арматура), химичен състав, механични, физични и леярски свойства на материала, вид на металната основа, графит (форма, количество и разпределение);
- необходима **документация:** процедура

за леене, *инструкция* за основните операции, *чертеж* (на детайла и отливката): сложност, конфигурация, размери (габарити, дебелини на стените), наличие, брой, размери, форма и разположение на сърца, ребра, точност на размерите, грапавост на повърхността, издатъци по отливката за вземане на проба от клиента и др.;

- **функционални изисквания** (предвидено приложение и условия на работа на детайла): климатични условия, натоварване (големина, посока, интензивност);

- **изисквания към качеството:**

- входящ контрол на шихтови материали, модификатор, екипировка и др.
- съответствие на: външен вид, размери, механични свойства, метална основа, графитни включения, плътност и др.;
- критерии за приемане (стойности на всички критични показатели на качеството), спецификации и сертификати на материалите, доклади от изпитвания, сертификати за съответствие;

- **изисквания за безопасност**

- **идентификация** за осигуряване на проследимост: производител, клиент, материал, детайл, сериен номер / бар код, дата на производство и др.;

- **тегло:** единично, на партидата;

- **количество:** серийност, обем на партида;

- **анализи** — напрежения, физико-механични свойства, леярски свойства на СЧСГ (тънколивност, свиване, склонност към образуване на всмукнатини, склонност към напрежения и всмукнатини, склонност към повишено газосъдържание и съдържание на неметални включения и др.), надеждност;

- **пригодност за последващи процеси:** контрол, механична обработка, термообработка, нанасяне на покрития, опаковане, складиране и транспортиране.

На **третия етап** от прилагането на метода се разглежда връзката между критичните (с най-висок тегловен коефициент) изисквания към отливката и стъпките на процеса, на които се получават.

На Фиг.2 е показано протичането на процеса на получаване на отливки от СЧСГ (при модифициране в кофата). Някои стъпки, свързани с обработване на отливката и

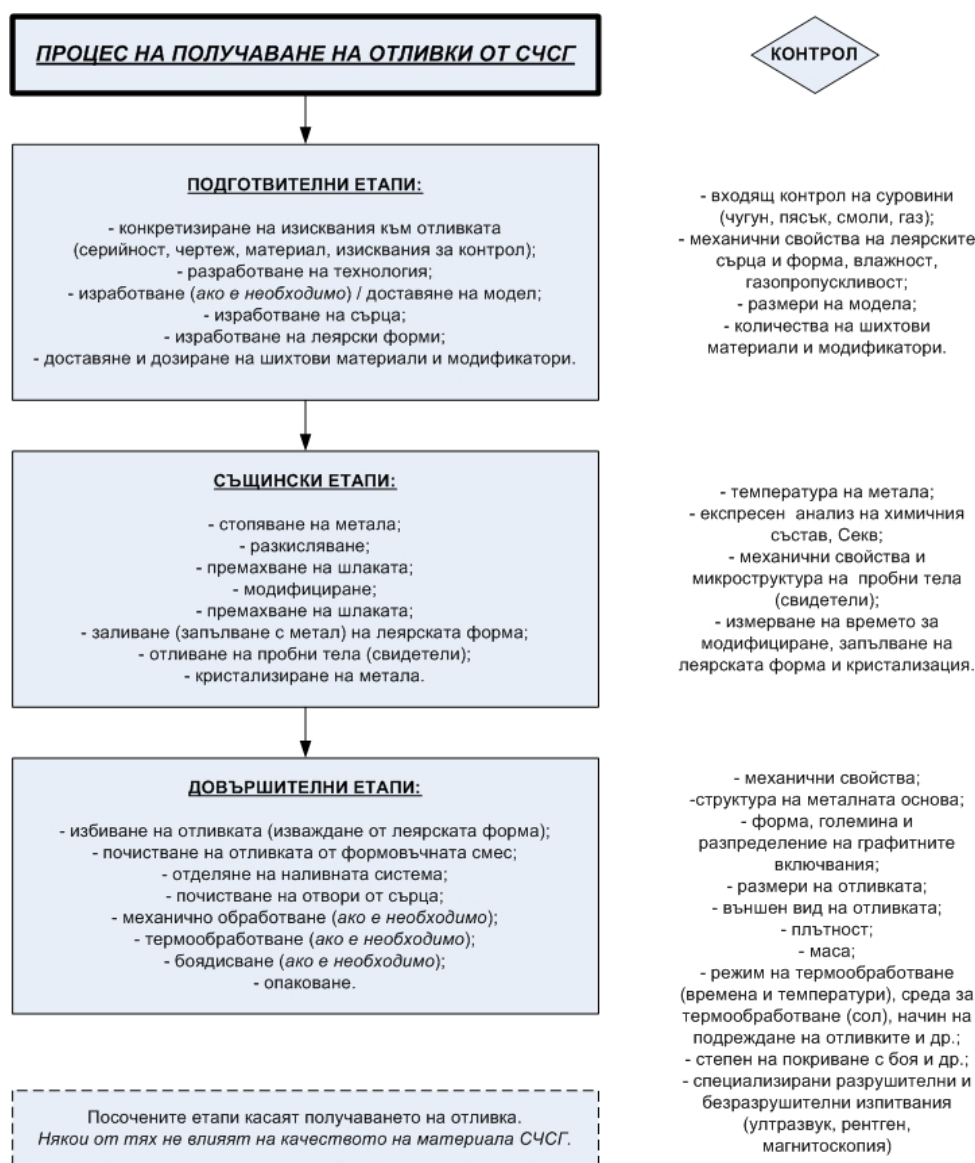
осигуряване на качеството, могат да се допълнят или да отпаднат от договора.

Съществено влияние върху качеството на СЧСГ оказват следните особености на процеса:

- контрол на **шихтови материали**: химичен състав, количества, състояние, размери;
- изработване на **леярски форми и сърца**: състав, влажност, газопропускливост, количества на свързващото вещество, противопопригарни покрития;
- **стопяване на метала**: количество, химичен състав, температура;
- прилаган **метод на модифициране**,

както и: химичен състав, количество, едрина на модификатора, време за модифициране;

- **запълване на формата с метал**: време, сечения на леяковата система, способност за отделяне на газове и влага;
- **кристализация**: време-температурен режим / скорост на охлаждане, среда;
- **термообработване**: режим „време-температура”, среда (сол).



Фиг. 2. Процес за получаване на отливки от сферографитен чугун

Последният етап се състои в планиране на изискванията към производството. За

разлика от предходните три етапа, които са главно аналитични, тук се определят конк-

ретните действия, необходими за осъществяване на производствените процеси. В областта на производството на отливки трябва да се опишат подробно последователността и продължителността на операциите, режимите на обработване и др. Тази част от QFD метода се разработва съгласно съществуващата практика в съответната леярна.

Целта на този етап е да се гарантира, че съществува разработен план за действие, т.е. за изпълнение на определените процеси, за да се постигне удовлетворяване критичните (най-съществените) изисквания на клиента. Необходимо е:

- да се съберат данни за производителността на оборудването и персонала (произвеждани обеми), броя и честотата на откриване на несъответствия;

- да се осигурят документи с изисквания за всеки етап на процеса: инструкции, планове за контрол (контролиран показател, измервателно средство, честота на контрола, критерии за съответствие), информационни табла и др.;

- да се оптимизира работното пространство по отношение на разположение, разход на време, здравословни и безопасни условия на труд;

- да се съхрани постигнатото качество на отливките до приемането им от клиента, т.е. при преместване и транспортиране в леярната, опаковане, складиране и др.

3. АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

1. Приложен е QFD методът за планиране качеството на процес за получаване на сферографитен чугун;

2. Направен е анализ на показателите от

момента на получаване на поръчка от клиент до експедиция на отливките.

3. Определени са критични показатели на качеството на процеса за получаване на сферографитен чугун.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предимство на QFD метода е, че се осигурява качеството на нов продукт, като се намаляват разходите за несъответствия по време и след производство. Този метод подпомага управлението на качеството в всички функционални звена на организацията, които влияят върху качеството на продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системы менеджмента качества в автомобилестроении, Менеджмент качества при планировании, разработке и подготовке производства автомобильных компонентов (на основе Руководства “Перспективное планирование качества продукции” (APQP)) Нижний Новгород, 2003.
2. <https://www.aiag.org> - Automotive Industry Action Group (AIAG)
3. <http://www.amsup.com> - American Supplier Institute (ASI)
4. http://www.hksq.org/02_07_29_QFD_Seminar.pdf - **Kwang-Jae K.**, Recent Advances in Quality Function Deployment, 2002
5. <http://kanomodel.com/index.html>
6. www.mazur.net - **M. Glenn**, QFD, 2004
7. www.qfdi.org - QFD Institute, 2004
8. http://www.qfd-id.de/qfd_forum/23/23-06-small_qfd.html

Рецензент

доц.д-р инж. Борис Борисов Сакакушев

Адрес за контакти

ст.ас.инж. Цветелин Георгиев, катедра „Технология на машиностроенето и металоорежещи машини”, Русенски университет „Ангел Кънчев”, Тел. (082) 888 493, Е-поща: cid@abv.bg

Contact address

Senior assistant Tzvetelin Georgiev, “Angel Kanchev” University of Rousse, Tel. (+359 82) 888 493, E-mail: cid@abv.bg.

МИКРОКОМПЮТЪРЕН УРЕД ЗА ДИАГНОСТИКА НА АВТОМОБИЛНИ ДВИГАТЕЛИ

Георги Кръстев, Борислав Христов
Русенски университет „Ангел Кънчев”

Microcomputer Device for the Diagnostics of Automotive Engines

Georgi Krastev, Borislav Hristov

“Angel Kanchev” – University of Ruse

Abstract: A microcomputer device for diagnostics of automotive engines, realised via single chip microcomputer AT89S53, has been described in the following paper. The two-way connection with the board controller has been organized via interface K-Line and a protocol of information exchange Keyword 2000. The device operates in the following three regimes: a regime for examining the inner parameters of the electronic management block (EMB); a regime for examining the codes of failures in EMB; a regime for managing the operational mechanisms of EMB.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

През последните десетилетия автомобилната електроника се развива с много бързи темпове. Това дава предпоставки за разработване и проектиране на нови средства, чрез които по-лесно и бързо да се прави диагностика на параметрите на двигателя, което е нужно не само на персонала, грижещ се за поддръжката на автомобила, но и на неговия водач. Решението на този проблем е разработването на бордови компютър, който вече се включва към всички нови автомобили. Благодарение на него може да се извършва пълна диагностика на системите за управление на двигателя, както и облекчаване откриването на неизправностите, което е много важно за обикновения водач на автомобила по време на път. От друга страна, освен диагностика могат да се изпълняват и някои регулировки, улесняващи поддръжката и настройката на системите за управление на двигателя. Навлизането на електрониката и най-вече използването на все по-евтините едночипови микрокомпютри дава възможност освен при диагностика [4] да се дава информация на водача за параметрите на маршрута, в който се намира - време в маршрута, изразходено гориво, скорост и др., т. е. изработване на икономичен стил за управление на автомобила.

Предлага се голямо разнообразие от диагностична апаратура, позволяваща диагностика в реално време на различни типове двигатели и автомобили. Цената на подоб-

ни системи е сравнително висока и това ги прави доста трудно достъпни.

В настоящата работа се предлага диагностичен уред, който е с ниска цена и информира водача на автомобила за параметрите и състоянието на двигателя и неговите системи. Той е предназначен да показва в реално време стойностите на вътрешните параметри и кодовете на неизправности на електронния блок за управление, както и за управление на изпълнителните механизми на двигателя с разпределено впръскване на горивото и контролер Bosch Motronic.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

Диагностичният уред е създаден на базата на съществуващите стандарти [1, 2, 3] и работи в три различни режима, като във всеки от тях показва различни параметри на дисплей:

- Режим на преглеждане на вътрешните параметри на електронния блок за управление (ЕБУ) – извеждат се параметри като: ъгъл на изпреварване на запалването, честота на въртене на колянния вал и др.
- Режим на преглеждане кодовете на неизправностите в ЕБУ – показва кодовете на неизправности.
- Режим за управление на изпълнителните механизми на ЕБУ – достъпни са изпълнителни механизми като запалване, дюзи, регулатора за празен ход и др.

Блоковата схема на уреда е показана на фиг.1. Той е изграден на базата на едночипов микрокомпютър AT89S53 на фирма Atmel с вътрешна електрически препрограмируема памет за програми с размер от 12 KB, позволяваща препрограмиране и по SPI интерфейс, 32 програмируеми входно/изходни линии, три 16 битови таймера/бройча, стражеви таймер, девет източника на прекъсване. Тактовата честота е кварцово стабилизирана на 24 MHz. Всеки 100 ms той изисква от системата за управление на двигателя необходимите (желани) параметри и ги извежда на течнокристален дисплей HD 44780 с два реда по 16 символа със светодиодна подсветка. Обменът на данните между микроконтролера и индикатора се извършва по 8-разрядна шина. Клавиатурата е с четири бутона.

За потвърждение на натиснатия бутон и промяна на режим, както и при откриване на гранични и недопустими стойности на получаваните параметри служи светодиодна индикация

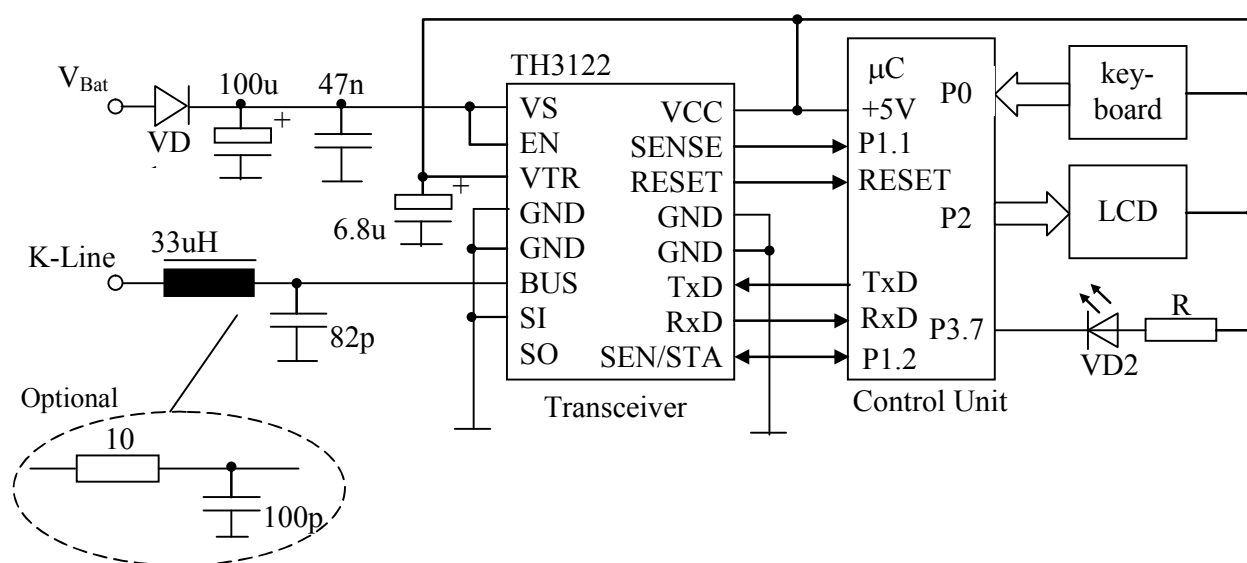
Двупосочната връзка с контролера Bosch Motronic е организирана чрез интерфейс *K-Line* съгласно спецификация ISO 9141 и протокол за обмен на информацията Keyword 2000.

Преобразуването на сигналите от TTL нива в нива на сигнали на диагностичната

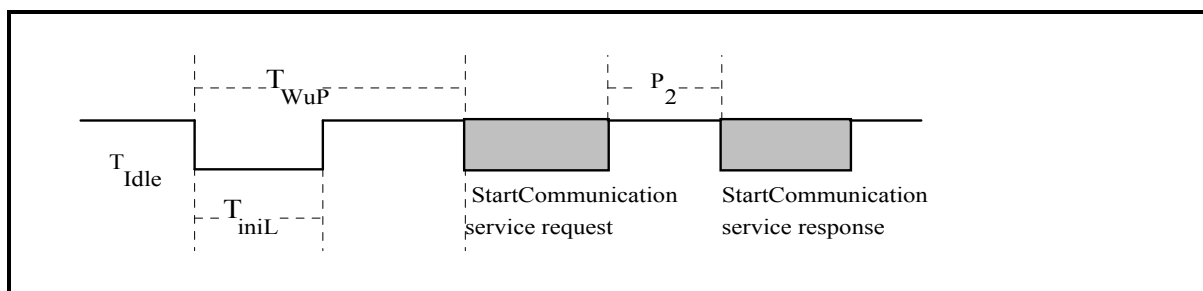
линия (*K-Line*) се осъществява от схемата за връзка с диагностичната линия, изпълнена със специален приемопредавател (transceiver) TH3122 на фирмата Melexis. Той е специално разработен за такива приложения и напълно отговаря на спецификации ISO 9141, ISO 14230-1 и OBDII, регламентиращи физическите параметри на сигналите. Той включва и линеен регулатор на напрежение с изходно напрежение 5 V/100 mA (с необходимите защиты) за осигуряване на захранване на диагностичния уред от бордовата мрежа. Допълнително включва схема за начално установяване, схема за температурно изключване и универсален компаратор с работни входни напрежения в диапазона от -24 V до 30 V и с цифров изход.

K-линията се използва за инициализация и обмен на диагностични съобщения между различните блокове за управление и диагностичния уред.

Bosch Motronic поддържа само “бърза” инициализация. За инициализиране и предаване на съобщенията микрокомпютърът трябва да използва скорост на предаване на данните 10,4 Kb/s и формат - 8 даннови бита, 1 стоп бит, без контрол по четност. Механизмът на “бърза” инициализация е показан на фиг. 2.



Фиг. 1. Блокова схема



Фиг. 2. Времени параметри на протокола.

Допустимите стойности на времевите интервали T_{WuP} и T_{iniL} са следните:

$$T_{WuP} = 25 \pm 1 \text{ ms};$$

$$T_{iniL} = 50 \pm 1 \text{ ms}.$$

Възможни стойности на периода T_{Idle} :

- Първо предаване след включване на захранването: $T_{Idle} \geq 200 \text{ ms}$.
- След изпълнение на запитване Stop Communication Service $T_{Idle} = P_3 \text{ min}$.
- След завършване на комуникация при таймаут P_{3max} : $T_{Idle} = 0$.

Стандарт ISO 14230-2 [3] определя следните времеви параметри:

P_1 – междубайтов интервал за отговора от ЕБУ;

P_2 – време между запитването от диагностичния уред и отговора от ЕБУ;

P_3 – време между завършването на отговора от ЕБУ и началото на следващото запитване от диагностичния уред;

P_4 – междубайтов интервал за запитване от диагностичния уред.

Времеви съотношения са показани в табл. 1, като всички стойности са в милисекунди:

Таблица 1

Стойности на времевите параметри

Времени параметри	Минимално време	Максимално време
P_1	0	20
P_2	25	50
P_3	100	5000
P_4	0	20

Уредът в режим на **преглед на параметрите** показва в реално време един от следните параметри:

- идентификатора на ЕБУ;
- положението на дроселната клапа в %;
- температурата на охлаждащата течност в $^{\circ}\text{C}$;

- честотата на въртене на колянвия вал на двигателя в min^{-1} ;
- зададената честота на въртене на празен ход в min^{-1} ;
- ъгъла на изпреварване на запалването в deg ;
- текущото положение на регулатора за празен ход в стъпки (при изпълнителен механизъм стъпков двигател);
- зададеното положение на регулатора за празен ход в стъпки;
- коефициента на корекция на времето за впръскване на гориво;
- напрежението в V от λ преобразувател;
- въздушното отношение;
- напрежението на бордовата мрежа в V ;
- продължителността на импулсите за впръскване на гориво в ms ;
- разхода на гориво за един такт в mg ;
- разхода на въздух в kg/h ;
- часовия разход на гориво в l/h ;
- флага за наличие на детонация (да/не);
- флага за блокиране на горивоподаването (да/не);
- флага за празен ход (да/не);
- флага за обогатяване по мощност (да/не).

Уредът в режим на **преглеждане на вътрешните параметри** на ЕБУ издава светлинен сигнал в един от следните случаи:

- в режим на показване на температурата на охлаждащата течност при превишаване над 110°C ;
- в режим на показване на оборотите на двигателя при превишаване над 5520 min^{-1} ;
- в режим на показване на напрежението на бордовата мрежа при по-ниско от $10 V$ и по-високо от $15 V$;
- в режим на показване на признака за детонация - при детонация;
- в режим на показване на признака за блокиране на горивоподаването - при

блокиране подаването на гориво;

- в режим на показване на признака за мощностно обогатяване - при обогатяване на сместа по мощност.

Преглеждането на показваните параметри се осъществява с бутони “Ляво” и “Дясно”.

В режим на **показване кодовете на неизправностите** уредът в цикъл получава от ЕБУ кодовете на неизправности и ги показва на дисплея с техната числена стойност. Ако няма такъв код, то е достъпен само бутон “Режим”, при натискането на който се излиза от този режим. Ако има код на неизправността, то за неговото преглеждане е необходимо да се натиснат бутони “Избор”, “Ляво” или “Дясно”. За излизане от режима без изтриване на неизправност трябва да се натисне бутон “Режим”.

В режим за **управление изпълнителните механизми на двигателя** чрез ЕБУ са достъпни следните изпълнителни механизми и вътрешни параметри на ЕБУ:

- светодиод Check Engine;
- реле на вентилатора за системата на охлаждане на двигателя;
- реле за управление на бензиновата помпа;
- бобина на запалването 1 (1 и 4 цилиндър);
- бобина на запалването 2 (2 и 3 цилиндър);
- дюзи 1, 2, 3 и 4;
- честота на въртене на празен ход;
- положение на регулатора за празен ход.

За преход към управление на текущия изпълнителен механизъм е необходимо да се натисне бутон “Избор”. След това може да се промени състоянието на изпълнителния механизъм с еднократно натискане или натискане и задържане на бутони “Ляво” и

“Дясно”. Изменението на състоянието на изпълнителния механизъм се посочва със символ “*” в първата позиция на дисплея. За връщане на управлението на изпълнителния механизъм в ЕБУ се натиска отново бутон “Избор”.

Предлаганият диагностичен уред позволява на водача самостоятелно да решава редица задачи, свързани с диагностиката на съвременните автомобили, снабдени с електронни системи за управление на двигателя Bosch Motronic. Чрез устройството се получава допълнителна информация за състоянието на двигателя и неговите системи. То може да намери широко приложение в сервизната дейност при диагностиката и ремонта на съвременна автомобилна електроника.

Разработката е финансирана по договор № 09-ФЕЕА-02/2009 г. на ФНИ на тема „Създаване на мобилна научноизследователска лаборатория”

ЛИТЕРАТУРА

1. ISO 14230-1 Road Vehicles - Diagnostic Systems. Keyword Protocol 2000 Part 1: Physical Layer
2. ISO 14230-2 Road Vehicles - Diagnostic Systems. Keyword Protocol 2000 Part 2: Data Link Layer
3. ISO 14230-3 Road Vehicles - Diagnostic Systems. Keyword Protocol 2000 Part 3: Implementation
4. Popov, A., B. Traykov, I. Plachkov, D. Manova, R. Romanski, E. Saramov, V. Mollov, P. Manoilo, R. Ilarionov, Automated Test System for Electronic Circuits. E+E, 3-4/2001, p. 20-24, 2001.

Адрес за контакти

доц. д-р инж. Георги Кръстев, Катедра “Компютърни системи и технологии”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, ул. “Студентска” 8, 7017 Русе, тел. (082) 888 672, Е-поща: gkrastev@ecs.ru.acad.bg.

Contact Address

Assoc. prof. Georgi Krastev, PhD, Department of Computer System and Technologies, University of Ruse, 8 Studentska Street, 7017 Ruse, Bulgaria, Tel. (+359 82) 888 672, E-mail: gkrastev@ecs.ru.acad.bg.

ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ДВИГАТЕЛИ С ВЪТРЕШНО ГОРЕНЕ

Маргарита Теодосиева
Русенски университет „Ангел Кънчев”

Information System for Experimental Research of Internal Combustion Engines

Margarita Teodosieva
“Angel Kanchev” – University of Ruse

Abstract: At the present publication are described an information system for experimental researches of internal combustion engines for taking and processing of the results of the following characteristics' types: Characteristic control of a carburator engine according to the air-to-fuel ratio; Characteristic control according to the angle of advance of the ignition; speed characteristic and load characteristic of the carburator engine.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Експерименталните изследвания на ДВГ [1, 4] са свързани с необходимостта от обработване на голямо количество информация с цел вземане на решение за продължаване на експериментите, изследванията, изпитването, завършването и получаването на математическите модели на изследваните явления и процеси. За автоматизирането на тези трудоемки операции е разработена описваната в публикацията информационна система за експериментални изследвания на ДВГ. Работата на ДВГ се оценява по множество параметри. Пълният и минимално необходимият списък на тези параметри за оценка на работата на двигателя при серийни изпитания се представя в таблица. При провеждането на експериментални изследвания този списък съществено се увеличава.

Основен проблем при провеждането на експерименти е определянето на продължителността на всяка една от дейностите. За да бъдат сведени до минимум неточностите, в системата е предвиден подход, който изисква предварително да се определят за всяка една дейност максималната, минималната и най-вероятната продължителност. Впоследствие чрез използване на формула се определя очакваната продължителност на съответната дейност. Резултатите, постигнати до този момент чрез стандартните методи, са незадоволителни. Оказва се, че експериментаторите се нуждаят от структуриран подход, който е внедрен в информационната система и им позволява да определят и детайлно да опишат

отделните дейности, като по този начин грешките се свеждат до минимум.

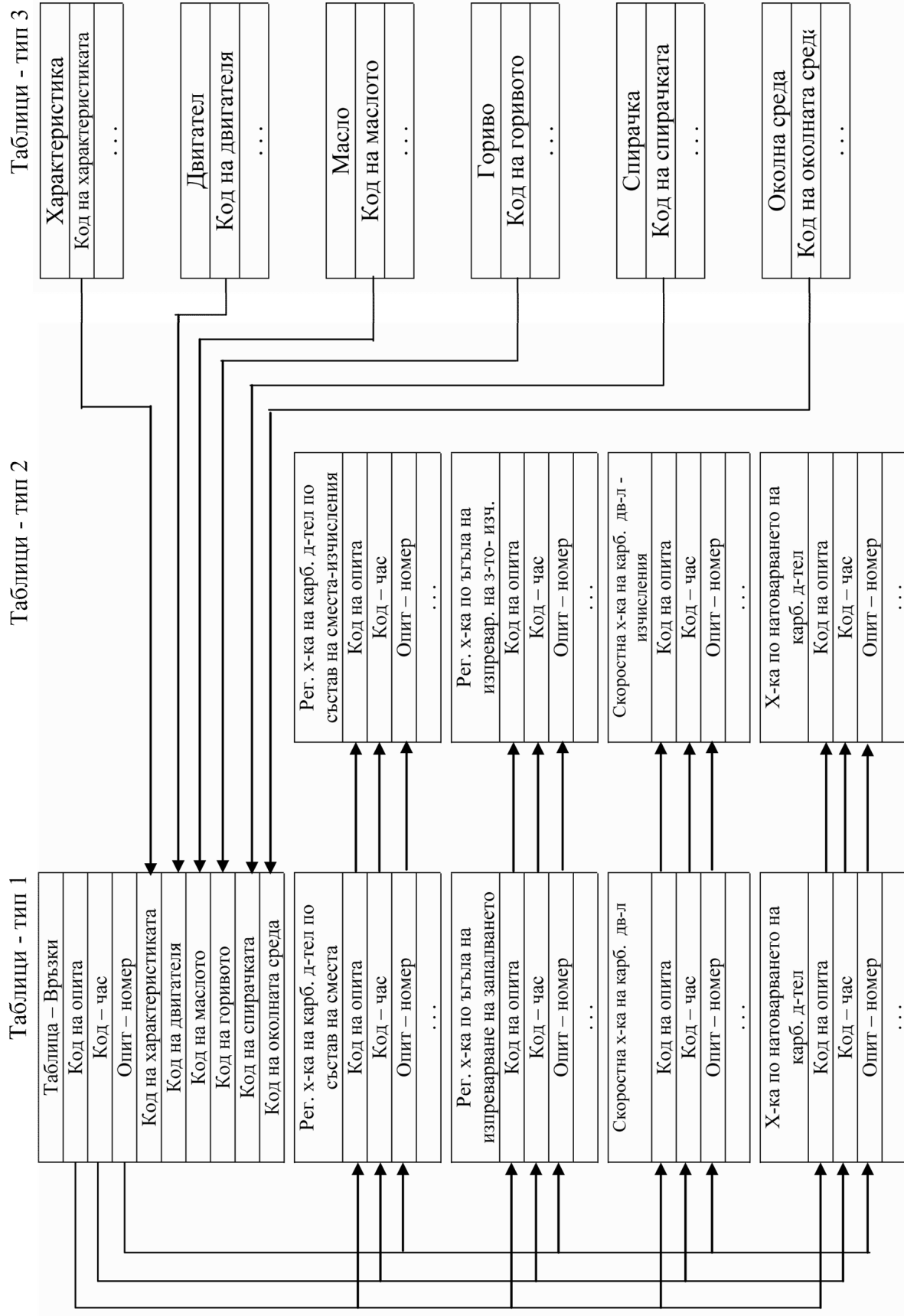
В информационната система е реализирана обработката на следните типове характеристики: регулаторна характеристика на карбураторен двигател по състав на сместа, регулаторна характеристика по ъгъла на изпреварване на запалването, скоростна характеристика на карбураторния двигател и характеристика на натоварването на карбураторен двигател.

2. ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА

В информационната система, реализирана в програмната среда Delphi IV, са използвани и реализирани релационни бази от данни. Релационният модел групира данните в двумерни таблици – релации, представляващи обектите и техните взаимоотношения. За отстраняване повторение на данните е извършена нормализация, която има за цел да определи най-добрата структура на тези таблици.

На фиг. 1 са показани таблиците и връзките между тях. Използвани са три типа таблици. Първият тип е представен от пет основни таблици, в които се записват получените експериментални резултати. Таблиците от втория тип (четири) се получават от основните таблици чрез изчисления. Третият тип таблици са спомагателни.

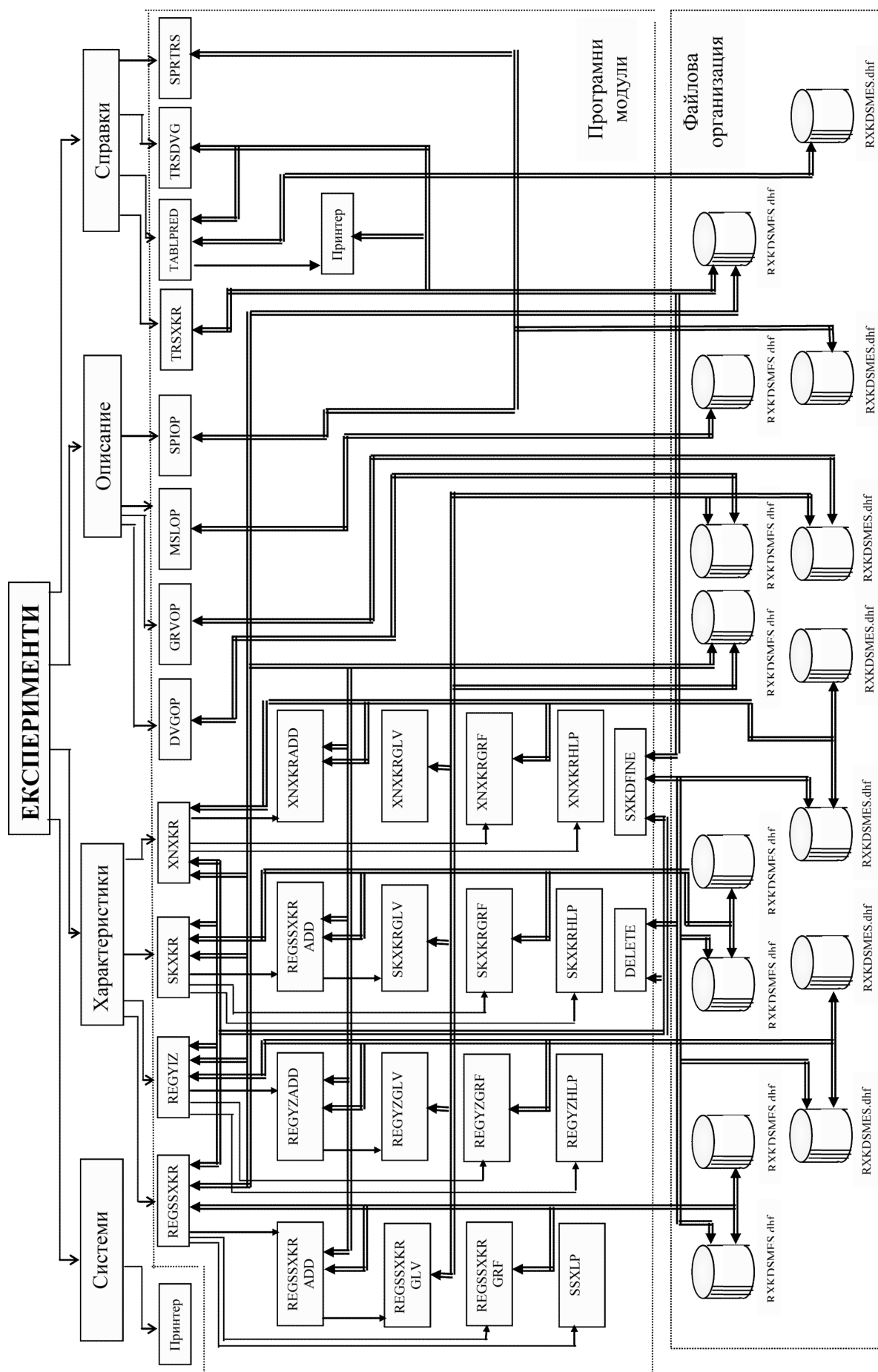
Функционалната връзка между отделните програмни модули и файловата организация е показана на фиг. 2. Даден модул чете, обработва и отново записва информацията, използвана и от другите модули.



Фиг. 1.

При стартиране на приложението на екрана се появява формата “Експерименти”. В нея са разположени петте главни менюта,

които позволяват по-нататъшна работа – “Системни”, “Справки”, “Характеристики”, “Описание” и “Помощ”.



Фиг. 2.

От меню “Справки” се активират командите, с които се осъществява претърсване на базата данни - търсене по дата, по характеристика на карбураторен двигател, по двигател и по вид на спирачка. Намерената информация се изобразява по подходящ начин на екрана и по желание може да се отпечата.

Основно за системата се явява меню “Характеристики” със следните команди: “Регулировъчна характеристика”, “Скоростна характеристика”, “Товарна характеристика”, “Нетоварни режими”, “Динамични режими” и “Универсална характеристика”. Някои от командите имат и подкоманди.

При избор на командата “Регулировъчна характеристика” на карбураторния двигател има възможност за снемане и обработване на характеристиката по състав на сместа или по ъгъл на изпреварване. Регулировъчната характеристика по състав на

сместа изразява зависимостта на ефективната мощност и средното ефективно налягане и ефективния специфичен разход на гориво от въздушното отношение или часовия разход на гориво, а тази по ъгъла на изпреварване изразява зависимостта на мощността, разхода на гориво от ъгъла на изпреварване на запалването – постоянни величини са положението на дроселната клапа, честотата на въртене на колянния вал, постоянен температурен режим и постоянна регулировка на горивната уредба.

Командата “Скоростна характеристика” отваря форма за обработване скоростната характеристика на карбураторния двигател – зависимостта на мощността, въртящия момент, разхода на гориво от параметъра, определящ честотния режим на двигателя (честотата на въртене) при постоянно положение на дроселната клапа.

Характеристика по състав на сместа - въвеждане на данни

Въведете дата

година месец ден

Въведете час

час минути

Време на опита	top	50	s	Опит 1
Въртящ момент	Me	40.71	Nm	
Честота на въртене	n	2000	min ⁻¹	
Разход на гориво	Gh	3.08	kg/h	
Разреждане	dpk	340	mmHg	
Въглероден окис	CO	1.8	об.%	
Въглеродороди	CH	150	ppm	
Азотни окиси	NOx	2100	ppm	

Изчислени стойности

Мощност	Ne	Разход на въздух	Gb
8.67	KW	42.5	kg/h
Разход на гориво	ge	Въздушно отношение	
3.55	g/kWh	0.92	

Фиг. 3

Командата “Товарна характеристика” се активира при обработване на характеристиката по натоварване на карбураторния двигател – зависимостта на разхода на гориво от натоварването при постоянна честота на въртене на колянвия вал и различно отваряне на дроселната клапа.

Командата “Нетоварни режими” позволява да се обработват данните, снети при “Празен ход” и “Принудителен празен ход”, като за целта трябва да се активират посочените команди.

Екранът “Характеристика по състав на сместа - въвеждане на данни”, показан на фиг. 3, е типичен за информационната система. Екранът е разделен условно на три части. От първата част “Въведете дата” се формира код на опита (година, месец, ден, час, минути). Втората част е представена от основните данни за конкретната характеристика. Задава се и номерът на опита. Стойностите в третата част “Изчислени стойности” се получават чрез изчисления.

Резултатите от провежданите изпитания се представят в т. нар. протокол на изпитанията. За разлика от автоматичните системи автоматизирани предвиждат в своята работа функционирането на човека. За ефективната работа на хората в състава на автоматизирано изследване на двигатели с вътрешно горене всички оперативни данни, характеризиращи работата на двигателя, трябва да се представят в удобен нагледен вид. Поради това че протоколът от изпитването се явява основна цел при работата на системата, се отделя особено внимание на неговото формиране. Достоверността на данните, записвани в протокола, се осигурява в съответствие с нормативните документи (в частност БДС).

Адрес за контакти

Доц. д-р Маргарита Теодосиева, кат. Информатика и информационни технологии,
Е-поща: mst@ami.ru.acad.bg

Contact address

Assoc. Prof. Margarita Teodosieva, PhD, Department of Informatics and information technologies, E-mail: mst@ami.ru.acad.bg

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представената информационна система е проектирана с възможност за разширение: добавяне на нови видове характеристики, подобряване на потребителския интерфейс, усъвършенстване на обработката и печата на справки и т.н. За подобряване на планирането във времето се предвижда в бъдеще вграждане и оценка на ефективността в системата на две основни средства – диаграми на Гант (Gantt Charts) и мрежови графици (PERT Diagrams; Program Evaluation and Review Techniques).

Информационната система е внедрена в система за автоматизирано изследване на двигатели с вътрешно горене (АСНИ [2, 3]) във РУ “А. Кънчев” гр. Русе и обслужва специалисти, занимаващи се с експериментални изследвания на двигатели с вътрешно горене. Тя може да бъде полезна на много лаборатории и фирми, които имат подобен род дейности. Работата с нея е лесна и общодостъпна – специалистите по изследване на ДВГ могат да работят с нея без предварителна подготовка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bell, D., I. Morrey, J. Pugh. Software Engineering. A programming Approach. 2nd ed. Prentice-Hall, 1992.
2. Krastev G, M. Teodosieva, Preprocessor of the automated system for research of petrol engines. НК с международно участие “Автоматика и информатика ‘96”, Октомври 9-11, 1996.
3. Krastev G., M. Teodosieva, Arhitecture of Automated System Software for Testing Petrol Engines, Proceedings of the XXVI Summer School, Sozopol, 2000.
4. Senn, J. Analysis and Design of Information Systems. 2nd ed. McGraw-Hill, 1996.

МЕТОД ЗА ПОДОБРЯВАНЕ УСВОЯВАНЕТО НА МРЕЖОВИ РЕСУРСИ ПРИ ТРАНСПОРТНИЯ ПРОТОКОЛ

Георги Христов, Теодор Илиев
Русенски университет „Ангел Кънчев”

A Method to Improve the Network Resources in TCP

Georgi Hristov, Teodor Iliev

“Angel Kanchev” – University of Ruse

Abstract: Due to the fundamental end-to-end design principle of the TCP/IP for which the network cannot supply any explicit feedback, today TCP congestion control algorithm implements an additive increase multiplicative decrease (AIMD) algorithm. It is widely recognized that the AIMD mechanism is at the core of the stability of end-to-end congestion control. In this paper we describe a new mechanism. The key concept of the adaptive decrease mechanism is to adapt congestion window reductions to the bandwidth available at the time the congestion is experienced.

Keywords: TCP/IP, TCP Behaviour, Additive INCREASE Multiplicative Decrease

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Стабилността на гръбначните мрежи изисква осъществяване управлението на потоците, за да може те да се адаптират спрямо наличните ресурси. Управлението на претоварването е добавено към TCP през 1980 г. след появата на няколко последователни срива на глобалната мрежа [1], [2].

Управлението на претоварването в мрежите се реализира чрез адаптивна промяна на скоростите на предаване на източниците, като функция на състоянието на мрежата [3]. Необходимо е управлението да се прави по закона за разпределение, който удовлетворява три основни изисквания:

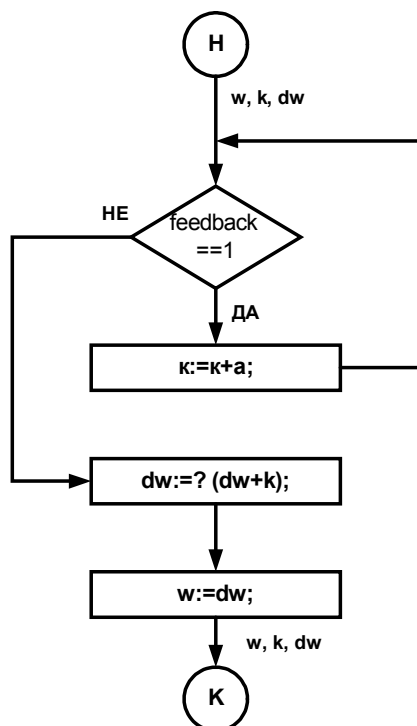
- Максимално използване на мрежовите ресурси, като се избягва претоварването на мрежата;
- Гарантиране разпределението на достъпните ресурси между различните потоци;
- С цел по-висока ефективност може да се добави и допълнително изискване към механизма за управление на претоварването: бързо преразпределение на ресурсите при промяна на броя на сесиите, използващи обща среда;

Адитивното увеличение или мултипликативното намаление е подходящо при разпределено управление на претоварването. Отделните потоци трябва да увеличават интензивността си по адитивен закон (например линейно) при липса на претоварване и да ги намаляват чрез мултипликативен коефициент, при наличие на претоварване.

Условието за достигане на равновесие (без претоварване) е всички потоци да увеличават или намаляват интензивностите си с еднакъв наклон. От TCP се изисква да осъществява такъв метод на управление [4]. И други протоколи за управление на претоварването, като ABR в ATM мрежите, използват подобни принципи [4], [5]. Известно е от дефинициите за управление в TCP/IP стека, за които мрежата е черна кутия, която не може да даде никаква допълнителна информация за състоянието и контролът на претоварването в TCP се осъществява на принципа на плъзгащия се прозорец.

2. СТАНДАРТЕН AIMD МЕХАНИЗЪМ

Алгоритъмът на стандартния AIMD механизъм и пример за алгоритъм на AIMD базирана система от m потока са дадени на фиг.1. Той се отличава с възможност за точно определяне на количеството сегменти, с които се разширява прозореца по време на адитивната фаза. Това количество се отбелязва с променливата k . Използваните ресурси от потоците в IP базирана мрежа се представят чрез вектор $(w_1, w_2, \dots, w_m)$, където i елемент на вектора представя прозореца на поток с номер i .



Фиг. 1. Действие на AIMD алгоритъма

На базата на обстоен анализ се достига до следните изводи, които се използват като основа за модифицирането на стандартния AIMD алгоритъм:

- При справедливо разпределение на ресурсите между потоци, увеличението на използваните ресурси се извършва по права с наклон 45° . По време на тази фаза всеки от потоците усвоява по k единици, като стойността на k е известна на всички потоци;
- Началният прозорец (x) и количеството на ресурсите k , усвоени по време на адитивната фаза, се променят по време на мултипликативната фаза. Стандартната схема на AIMD механизма променя текущата големина на прозореца, а не началната, тъй като тя не е известна;
- Когато системата е в равновесие, разстоянието между прага и линията на ефективност зависи единствено от мултипликативно намаляващия коефициент. Колкото по-близо са двете прави, толкова използването на наличния ресурс е по-ефективно.

2.1. Оценка на ефективността на TCP с AIMD алгоритъм

TCP с AIMD алгоритъм е разгледан в

литературата по отношение на средната интензивност на предаване и средната ефективна интензивност [3], [4], [5]. За да се оцени ефективността на този протокол, е необходимо да се изолира единичен поток от AIMD базирана система, която е в равновесно състояние, да се запишат най-високите стойности на прозореца и да се изчисли средният брой на предадените сегменти за време на една пълна обиколка.

Ако времетраенето на изпращането на всички сегменти и всички потвърждения в даден прозорец е минимално в сравнение с времето за пълна обиколка r , тогава може да се изведе следната дефиниция за обиколка.

Дефиниция: Обиколката е период от време между изпращането на първия сегмент от текущия прозорец и пристигането на неговото потвърждение.

Прави се предположение, че в дадена обиколка загубата на един сегмент води до загубата на следващите сегменти (корелативни загуби), както е при високоскоростните IP мрежи.

Ако k сегменти са предадени преди претоварването в обиколката, където възникват загуби, тогава тези сегменти ще генерират потвърждения и прозорецът ще се увеличи. Това означава, че k нови сегменти ще се предадат в следващата обиколка, обозначена с термина остатъчна обиколка.

Ефективната интензивност на AIMD базирана система с капацитет C сегмента за една пълна обиколка r може да се изрази с отношението

$$V_{ex} = \frac{M}{r} \frac{3}{4} C, \quad (1)$$

където M е големината на сегментите.

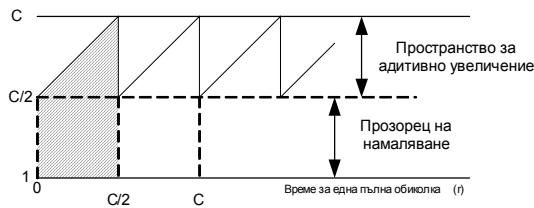
В случаите на периодични загуби p изразът (2) се преобразува до

$$V_{ex} = \frac{M}{r} \sqrt{\frac{3p}{2}} = \frac{M}{r} \frac{C_1}{\sqrt{p}}, \quad (2)$$

където $C_1 = \sqrt{\frac{3}{2}}$.

На фиг. 2 е показано изменението на прозореца на единичен поток чрез AIMD алгоритъм при периодични загуби. Ефективността се определя като отношение на

средната ефективна интензивност към теоретичната интензивност на предаване [5]. Следователно ефикасността на TCP, използващ стандартния AIMD алгоритъм, е 0,75 от общите налични ресурси.



Фиг. 2. Изменение на прозореца на AIMD алгоритъм при периодични загуби

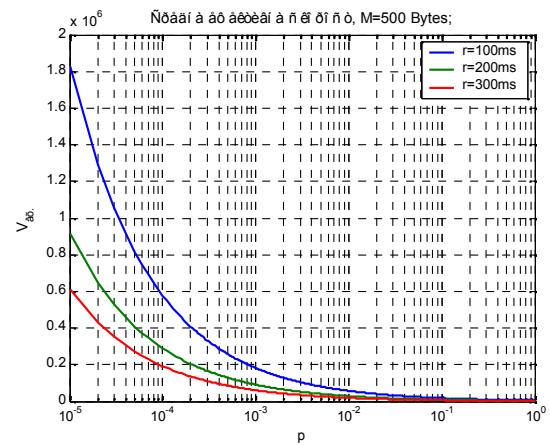
Въз основа на изследване степента на разпределение на ресурсите при използването на AIMD алгоритъма е доказано е, че в синхронна система с m потока функцията на разпределение на ресурсите $F(x)$ е не-намаляваща [5]. Следователно при синхронно предаване на данни се достига до оптимална степен на разпределение ($\lim_{t \rightarrow \infty} F(x) = 1$).

При асинхронно предаване не се достига до оптимална степен на разпределение на ресурсите. В система с m потока, където x_i е ефективната интензивност на предаване на потока i , с време за една пълна обиколка r_i , разпределението на ресурсите на потоците се дава с израза

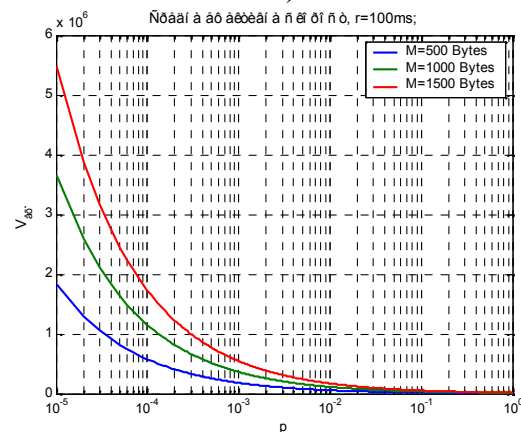
$$F = \sum_i^m \frac{1}{r_i} \log \frac{x_i}{a_i + b_D x_i}, \quad (3)$$

където a_i и b_D са адитивният и мултипликативният коефициент съответно.

Израз (3) дава възможност за апроксимирано изчисление на ефективната скорост на предаване на всеки поток, когато системата достигне равновесно състояние (фиг.3).



а)



б)

Фиг. 3. Зависимост на ефективната интензивност на предаване на система от времето за пълна обиколка (а) и големината на сегментите (б)

3. МОДИФИЦИРАНЕ НА AIMD МЕХАНИЗМА

Разглежда се случай на постъпване на два потока (f_1, f_2) в система с начална големина на прозорците, съответно равни на x_1 и x_2 ($x_1 < x_2$, $x_1 + x_2 < W$). Потоците започват да използват адитивно наличните ресурси на канала и в момента $t + \delta t$ се получава двоичен сигнал за намаляване на използваните ресурси ($x_1 + x_2 + 2k > W$). От момента време t до момента време $t + \delta t$ те използват точно k ресурсни единици. Когато системните ресурси се изчерпят, началните прозорци (x_1 и x_2) на потоците намаляват мултипликативно. Възможно е това мултипликативно намаляване да представлява част от големината на прозореца на претоварване. Тази част може да се нарече прозорец на намаляване. Посоченият извод е в основата на подхода за модифициране на стандартния AIMD алгоритъм (MAIMD1) [1].

Прозорецът на намаляване представлява тази част от прозорецът на претоварване, която се умножава с коефициента b_D . При MAIMD1, w е прозорецът на намаляване, а $(w+k)$ - прозорецът на претоварване. При AIMD сумата $(w+k)$ интерпретира двата прозореца.

Ако $x_1, x_2 (x_1, x_2 \in N)$ са началните прозорци на два потока, то броят на циклите $n (n \in N, n > 0)$, за които AIMD и MAIMD1 системата достига до равновесно състояние, е еднакъв.

Псевдокод на MAIMD1 е даден в таблица 1, а алгоритъмът е показан на фиг. 4.

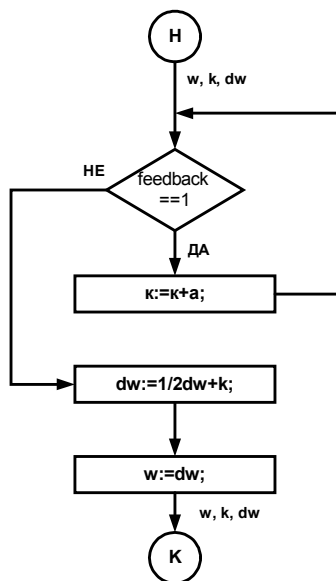
Таблица 1

Псевдокод на MAIMD1

```

MAIMD1 алгоритъм:
P2(w,k,dw){
    while (feedback==1)do
    {
        k:=k+a;
    }
    dw:=1/2w+k;
    w:=dw;
    return (w,k,dw);
}

MAIMD1 система:
System ((x1,x2,...,xm),m,n)
i:=1
if (i<m)
{ w[i]:=x[i];
  i:=i+1; }
j:=1; i:=1;
if (j<n)
{ if (i<m)
  {w[i]:=P2(w[i]);
   i:=i+1;}
  j:=j+1;}
return (w1,w2,...,wm)
    
```

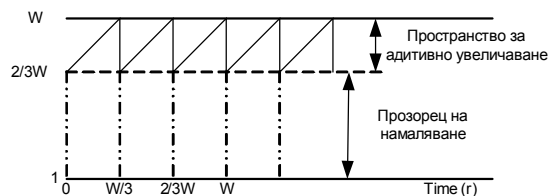


Фиг. 4. MAIMD1 алгоритъм

3.1. Ефективност на MAIMD1 механизма

На фиг. 5 е показана промяната на прозореца на TCP с MAIMD1 алгоритъм. Въз основа на графичното представяне на неговото изменение, се прави изчисление на средната изходна скорост на TCP трансфер.

Анализира се система с един поток с капацитет B . Капацитетът на системата в пакети е W . Нека $w=yW$ е прозорецът на намаляването на този поток. По време на мултипликативното намаляване $(y/2)W$ ресурси ще бъдат освободени и следователно по време на адитивното увеличаване, ще бъдат усвоени отново ($k=(y/2)W$). Общата големина на прозореца е $W = w + k = yW + (y/2)W$ и следователно $y=2/3$. Големината на прозореца на намаляване ще бъде $2/3W$, а пространството за адитивно увеличаване - $1/3W$.



Фиг. 5. Промяна на прозореца при MAIMD1 с периодични загуби

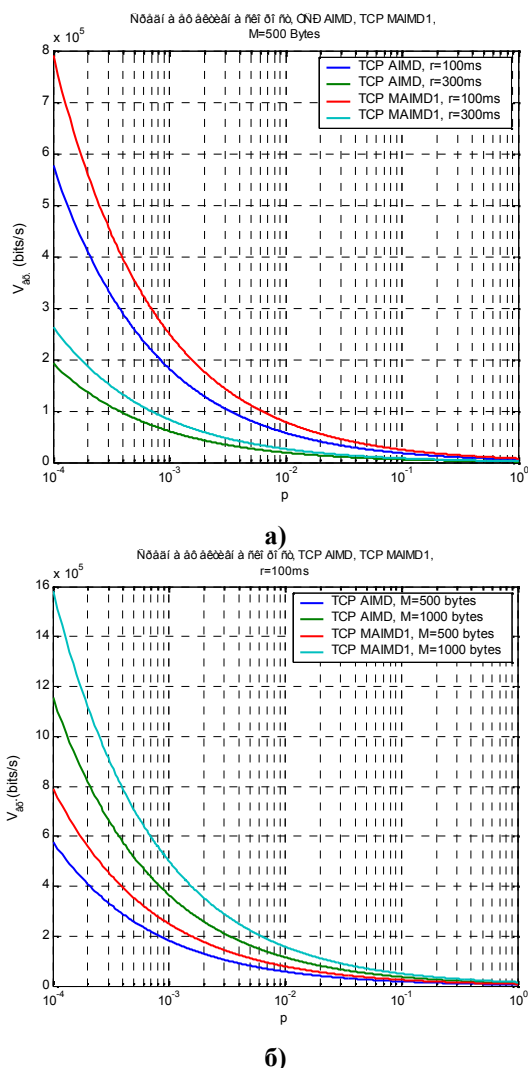
Ако се използва анализът направен в точка 2.1, но базиран на промяната на прозореца, от фиг. 5 може да се изведе следният израз за средната ефективна интензивност на TCP поток с MAIMD1 алгоритъм

$$V_{ex.} = \frac{M}{r} \frac{5}{6} W. \quad (4)$$

Изразено чрез вероятността за поява на загуби p , ефективната интензивност на този поток е (фиг.6)

$$V_{ex} = \frac{M}{r} \sqrt{\frac{5p}{2}} = \frac{M}{r} \frac{C_2}{\sqrt{p}}, \quad (5)$$

$$\text{където } C_2 = \sqrt{\frac{5}{2}}.$$



Фиг. 6. Зависимост на ефективната интензивност на предаване на система с MAIMD1 механизъм от времето за пълна обиколка (а) и големината на сегментите (б)

4. УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА МОДИФИЦИРАНИЯ АЛГОРИТЪМ

MAIMD1 променя границите $[(2/3)W, W]$ на изменение на прозореца на претоварване и увеличава ефективността на TCP потоците с $1/3$. Разбира се, това не е максималния капацитет, който може да се използва от AIMD алгоритъма.

Функциите на мултипликативното намаляване на AIMD и MAIMD1 могат да се дадат с изразите:

$$w \leftarrow 1/2(w+k) \text{ (AIMD);} \quad (6)$$

$$w \leftarrow 1/2(w) + k \text{ (MAIMD1).} \quad (7)$$

MAIMD1 алгоритъмът увеличава прозореца на претоварване с определен коефициент $1/2k$. Това подобрява степента на раз-

пределение на ресурсите и ефективността на системата. Изменението на стойността на прозореца с коефициент, води до получаване на нова категория от алгоритми, имащи висока ефективност и висока степен на разпределение на ресурсите, за един и същ брой цикли. Целта е, да се определи в какъв диапазон може да се променя стойността на коефициента на изменение на прозореца, т.е. трябва да се определят границите на изменение, които да не нарушават условията на фазата на избягване на претоварването и условията за равновесие на системата.

Основният критерий при определяне стойността на коефициента е избягване на увеличаване, което може да доведе до внезапно претоварване. От израз (7) може да се определи, че големината на прозореца на намаляване е $w \leftarrow w/2 + k$. Следователно, определена в най – тесни граници, стойността на коефициента е наполовина от големината на текущата стойност на прозореца на намаляване.

Основната цел е да се определи количеството на ресурсите, които могат да се добавят към прозореца на претоварване, след мултипликативното намаляване. Съгласно анализа, направен в предходния параграф, това количество трябва да е по – малко от половината на максималната големина на прозореца на претоварване. В противен случай няма да се достигне до равновесно състояние на системата.

Разглежда се MAIMD1 система с големина на прозореца на намаляване w_j в началото на цикъл j , като след k_j стъпки настъпва претоварване в мрежата. В следващия цикъл се извършва инкрементиране на големината на прозореца : $w_{j+1} \leftarrow w_j/2 + k_j$. В състояние на равновесие се изпълнява равенството $k_j = w_j/2$. Добавянето на k_j ресурси към w_{j+1} ще наруши свойствата на фазата за избягване на претоварването. Ако системата се намира в равновесно състояние и изтича времето на TCP сесията, тогава системата отново е в равновесие, но $k_j > w_j/2$. Добавянето на k_j към w_{j+1} в този случай ще предизвика превишаване на капацитета на системата

($\sum (w_{j+1} + k_j) \geq X$). За системата в тези случаи са в сила следните зависимости:

$$w_j \leftarrow w_{j-1} / 2 + k_{j-1}; \quad (8)$$

$$k_{j-1} < w_j. \quad (9)$$

От израза (9) може да се определи количеството на ресурсите, които могат да се добавят към прозореца на претоварване. Това количество е еквивалентно на $k_{j-1} / 2$ и отговаря на поставените изискванията ($k_{j-1} / 2 < w_j / 2$). Добавянето на $k_{j-1} / 2$ към прозореца на претоварване подобрява действието на MAIMD1 и може да се разглежда като изцяло нов алгоритъм (MAIMD2).

Функцията на мултипликативно намаляване на MAIMD2 се дава с израза

$$w_{j+1} \leftarrow w_j - 1/2(w_{j-1}) + k_{j-1} / 2. \quad (10)$$

4.1. Ефективност на MAIMD2 механизма

Минималната стойност на прозореца на претоварване на MAIMD2 алгоритъма е $dw + k_{j-1} / 2$. Определянето на стойностите на dw и k_{j-1} позволява да се изчисли средната изходна скорост на TCP поток с MAIMD2 алгоритъм.

Разглежда се система с един поток. След k стъпки на адитивно увеличаване прозорецът на претоварване ($w + k$) достига до максималната стойност $W_{\max}$.

От израз (10) може да се определи, че е в сила следното равенство:

$$w + k - dw = k + k_{j-1} / 2, \quad (11)$$

където dw е масивът, в който се записва стойността на w , а записът в този масив за текущия момент от време е със стойност $2/3W$.

От фиг. 5 се установява, че големината на прозореца на намаляване при MAIMD1 е $2/3W$ и пространството за адитивно увеличаване $1/3W$. Следователно прозорецът на намаляване при MAIMD2 алгоритъма има същата стойност (11).

Като се вземе предвид това условие, се приема, че q_{j-1} е броят на стъпките във фазата на адитивно увеличаване за последния

цикъл, а пространството, подлежащо на изменение, се определя с израза

$$\phi = W - dw = 1/3W. \quad (12)$$

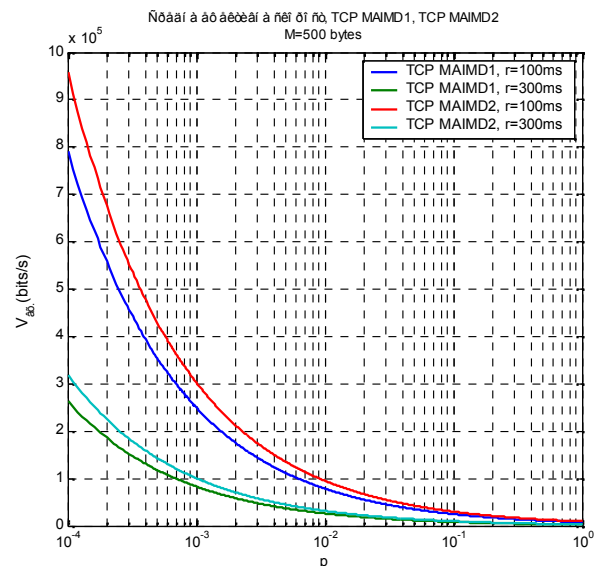
Реалното увеличаване по време на j цикъл може да се представи с формулата $k_{j+1} = \phi - k_{j-1} / 2$, откъдето следва, че

$$k_{j-1} / 2 = \frac{1}{3}\phi = \frac{1}{9}W. \quad \text{Оттук следва, че}$$

$$dw + k_{j-1} / 2 = \frac{7}{9}W.$$

Ако се използва анализът, направен в точка 2.1, но базиран на промяната на прозореца от (11, 12), може да се изведе следният израз за средната ефективна скорост на TCP поток с MAIMD1 алгоритъм

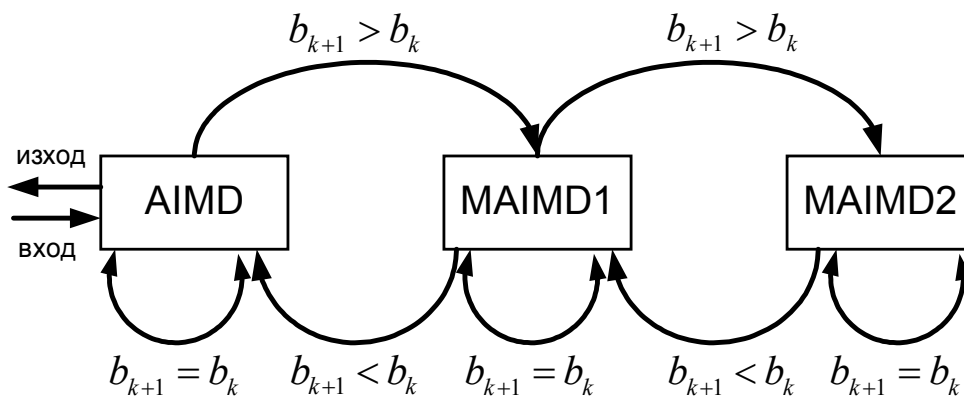
$$V_{ex.} = \frac{M}{r} \frac{8}{9} W. \quad (3.50)$$



Фиг. 7. Зависимост на ефективната скорост на предаване на система с MAIMD2 алгоритъм от времето за пълна обиколка

5. СИНТЕЗ НА АЛГОРИТЪМ ЗА ЕФЕКТИВНО ИЗПОЛЗВАНЕ НА РЕСУРСИТЕ ПРИ TCP СЕСИЯ

Въз основа на анализирания стандартен AIMD алгоритъм и предложените модифицирани MAIMD алгоритми се предлага комбиниран алгоритъм за адаптация на системата към по-ефикасно използване на наличните ресурсите.



Фиг. 8. Обобщена схема на комбиниран алгоритъм за адаптация на системата

Предложеният алгоритъм осигурява преминаване на системата през три възможни състояния, като неговата блокова схема е дадена на фиг.8. Преходът на системата от едно състояние в друго се определя от изменението на прогнозираната стойност на наличните ресурси в текущия и в момента $t + 1$.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Моделирането, анализът и оценката, извършени на алгоритмите (AIMD, MAIMD1, MAIMD2) и предложеният комбиниран алгоритъм за адаптация на системата, за по-ефикасно използване на ресурсите дават основание да се направи изводът, че последният съчетава в определена степен простотата и практическата реализируемост на първите три, с възможността за по-висока степен на използване на системните ресурси, т.е. за осигуряване на по-висока ефективност. В този смисъл той комбинира преимуществата на анализирания алгоритми и ограничава техните недостатъци.

Публикуваните резултати са получени при работата по договор № ВУ-ТН-105/2005 г. на МОН на тема „Планиране на мултимедийни телекомуникационни мрежи

Адрес за контакти:

Инж. Георги В. Христов, Катедра „Комуникационна техника и технологии“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, ул. „Студентска“ № 8, 7017 Русе, България, Тел. +359 82 888 663, Е-поща: ghristov@mbox.contact.bg

Contact address

Eng. Georgi Hristov, Department of Communication Technique and Technologies, University of Ruse „Angel Kanchev“, 8 Studentska Street, 7017 Rousse, Bulgaria, Tel. (+359 82) 888 663, E-mail: ghristov@mbox.contact.bg

с управление на трафика и качеството на обслужване”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Илиев, М., Г. Христов, Оптимизационни области на TCP протокола. Трудове на Научна конференция на Русенски университет, Русе, 2006, с. 212 – 218
2. Altman, E., Avrachenkov K., Barakat C., TCP in presence of bursty losses, Proceedings of the International Conference on Measurement and Modeling of Computer Systems SIGMETRICS'2000, pp. 124 – 133, 2000.
3. Bolot J., Turetti T., Experience with rate control mechanisms for packet video in the Internet. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, vol. 28, no.1, pp. 4 – 15, 1998
4. Jacobson, V., Congestion avoidance and control. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, vol.25, no.1, 1995, pp. 157 – 187
5. Misra, A., Ott T., Baras, J., The window distribution of multiple TCPs with random loss queues. Proceedings of the Global Telecommunications Conference GLOBECOM'99, pp. 1714 – 1726, 1999.

УКАЗАНИЯ ЗА ПОДГОТВЯНЕ НА СТАТИИТЕ ЗА ОТПЕЧАТВАНЕ В “ИЗВЕСТИЯ НА СЪЮЗА НА УЧЕНИТЕ – РУСЕ”

1 x Шрифт 12 →

1 x Шрифт 14 →

1 x Шрифт 12 *Italic* → ¹Русенски университет “Ангел Кънчев”, ²Технически университет - Габрово

1 x Шрифт 12 →

Заглавието на публикацията на английски език

Авторите на публикацията на латиница (Ivan Ivanov, Petar Petrov, Stoyan Stoyanov)

Организациите, които представят авторите на английски език (University of Rousse)

Abstract: В резюмето (на английски език) се посочват целта и задачите на разработката, коментират се математическите и графичните зависимости, пояснява се текстът под илюстрациите, дава се и заключението.

1 x Шрифт 12 →

1. ОТПЕЧАТВАНЕ

Авторите представят работите си в обем до 8 страници (формат А4), записани на дискета, и един отпечатан на лазерен принтер екземпляр, необходим за научния и литературния редактор. Текстобработващата програма трябва да бъде MS Word.

1 x Шрифт 2 →

2. ФОРМАТ

Текстът трябва да бъде поместен в две колони с ширина – 8 cm и височина – 25,7 cm и подравнен от двете страни (Format → Paragraph → Alignment → Justified). За секцията с цитираната литература да се използва ляво подравняване на текста. Границите на текста трябва да бъдат на 2 cm от границите на листа.

3. ШРИФТ

Използваният шрифт трябва да е Times New Roman с големина 12 и разстояние между редовете -1 линия (Format → Paragraph → Line spacing → Single).

4. ТАБЛИЦИ, ФИГУРИ И ИЛЮСТРАЦИИ

Таблиците, фигурите и илюстрациите трябва да бъдат разположени в текста и по възможност да бъдат на страницата, на която се споменават за пръв път. Ширината им трябва да бъде до 8 cm (при разполагане в две колони) или до 17 cm (една колона, разположени в горния или долния край на листа). Те трябва да са номерирани и да имат пояснителен текст. Фигурите трябва да бъдат изчистени от текст. Всички необходими означения се изнасят под основното заглавие на фигурата или в текста. Фотографиите трябва да са черно-

бели и контрастни. Задължително се използва Международната система за обозначаване на измерителните единици - SI.

5. ФОРМУЛИ

Формулите трябва да са подравнени в лявата част на текста. Те трябва да бъдат номерирани в скоби (), разположени отдясно.

ЛИТЕРАТУРА

Литературните източници, цитирани в текста, се означават с цифра, заградена в средни скоби [] по азбучен ред на първия автор. Посочва се само литературата, която е цитирана в текста. Изписват се фамилията и инициалите на авторите, названието на статията, списанието, том, година, страници, а за книги - фамилията и инициалите на авторите, точното название, издателство, място и година на издаване. Например

1. Брюханов, А. Н., А.В. Ребелский, Горячая штамповка - конструирование и расчет штампов, ГНТИМЛ, Москва, 1962, с. 123 – 127.
2. Zhao, G., E. Wright, Computer aided preform design in forging, International Journal of Machine Tools & Manufacture № 36, 1996, p. 755-769.

Адрес за контакти:

В края на статията авторът вписва имената си, научната степен и научното звание и адрес за контакти (на български и английски език). Ако авторите са няколко, отбелязват се данните на първия автор.

ISSN 1311-106X



9 771311 106002 >