

Българско списание за Инженерно ПРОЕКТИРАНЕ

брой №16, октомври 2012г.

ЦЕЛ И ОБХВАТ

„Българско списание за инженерно проектиране” е периодично научно списание с широк научен и научно-приложен профил. Целта му е да предостави академичен форум за обмен на идеи между учените, изследователите, инженерите, потребителите и производителите, работещи в областта на машиностроенето, транспорта, логистиката, енергетиката, технологиите, съвременното компютърно проектиране, а също така и в областта на различни интердисциплинарни научни и научно-приложни проблеми. Издателите приветстват научни публикации с високо качество и значими научни, научно-приложни и творчески приноси.

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

Почетен председател

Л. Димитров, ТУ-София, България

Председател

Б. Григоров, ТУ-София, България

М.Т.Георгиев	ТУ-София, България	К.Деметрашвили	ТУ, Тбилиси, Грузия
Д.Ралев	ТУ-София, България	С.Симеонов	ТУ, Бърно, Чехия
Г.Дюкенджиев	ТУ-София, България	В.Иванов	Одески национален политехнически университет, Украйна
М.Денчев	ТУ-София, България	А.Янакиев	Nottingham Trent University, UK
И.Малаков	ТУ-София, България	Н.Чернев	University of Auvergne, France
П.П.Петров	ТУ-София, България	В.Lepadatescu	Transilvania University of Brashov, Romania
В.Панов	ТУ-София, България	N.Zrnic	University of Belgrad, Serbia
М.З.Георгиев	ТУ-София, България	М.Jovanovic	University of Nish, Serbia
Ст.Карапетков	ТУ-София, България	D.Michalopoulos	University of Patras, Greece
Б.Туджаров	ТУ-София, България	N.Kubota	Tokyo Metropolitan University, Japan
М.Вичева	ТУ-София, България	С.Емельянов	Юго-Западный гос. университет, Курск, Россия
Н.Л.Николов	ТУ-София, България	Л.Червяков	Юго-Западный гос. университет, Курск, Россия
М.Георгиев	МГТУ Станкин, Москва, Россия	Ch.Apostolopoulos	University of Patras, Greece
В.Христов	ЮЗУ „Н.Рилски” Благоевград, България		

Редактор

Р.Митрев, ТУ-София, България

Издател: Машиностроителен факултет, Технически университет-София. ISSN 1313-7530; **Адрес на редакцията:** София, бул.Климент Охридски №8, Технически Университет-София, бл.4, Машиностроителен факултет; **Електронна версия:** bjed.tu-sofia.bg.

Bulgarian journal for **Engineering Design**

issue №16, october 2012

AIM AND SCOPE

Bulgarian Journal for Engineering Design is a periodical scientific issue covering wide scientific and application areas of engineering activities. The aim of the journal is to provide an academic forum for exchange of ideas and information between scientists, engineers, manufacturers and customers working in the spheres of mechanical engineering, transport, logistics, power engineering, modern computer – aided design and technology and solving different interdisciplinary scientific and applied problems. The editors welcome articles of substantial quality bearing significant contribution to the engineering knowledge.

EDITORIAL BOARD

Honorable chairman

L.Dimitrov, TU-Sofia, Bulgaria

Chairman

B.Grigorov, TU-Sofia, Bulgaria

M.T.Georgiev	TU-Sofia, Bulgaria	K.Demetrashvili	TU, Tbilisi, Georgia
D.Ralev	TU-Sofia, Bulgaria	S.Simeonov	TU, Brno, Czech Republic
G.Diukendzhiev	TU-Sofia, Bulgaria	V.Ivanov	Odessa national university, Ukraine
M.Danchev	TU-Sofia, Bulgaria	A.Ianakiev	Nottingham Trent University, UK
I.Malakov	TU-Sofia, Bulgaria	N.Chernev	University of Auvergne, France
P.P.Petrov	TU-Sofia, Bulgaria	B.Lepadatescu	Transilvania University of Brashov, Romania
V.Panov	TU-Sofia, Bulgaria	N.Zrnic	University of Belgrad, Serbia
M.Z.Georgiev	TU-Sofia, Bulgaria	M.Jovanovic	University of Nish, Serbia
St.Karapetkov	TU-Sofia, Bulgaria	D.Michalopoulos	University of Patras, Greece
B.Tujarov	TU-Sofia, Bulgaria	N.Kubota	Tokyo Metropolitan Univer- sity, Japan
M.Vicheva	TU-Sofia, Bulgaria	S.Emelianov	South West State University, Kursk, Russia
N.L.Nikolov	TU-Sofia, Bulgaria	L.Cherviakov	South West State University, Kursk, Russia
M.Georgiev	MGTU Stankin, Moscow, Russia	Ch. Apostolopoulos	University of Patras, Greece
V.Hristov	SWU „N.Rilski” Blagoevgrad, Bulgaria		

Editor

R.Mitrev, TU-Sofia, Bulgaria

Publisher: Mechanical Engineering Faculty, Technical University-Sofia. ISSN 1313-7530; **Publisher Address:** Bulgaria, Sofia, Kliment Ohridski blvd. №8, Technical University-Sofia, Mechanical engineering faculty; **Electronic version:** bjed.tu-sofia.bg.

СЪДЪРЖАНИЕ

Себестойност на ползването на железопътната инфраструктура..... С.Стоядинов, С.Кирилова	5
Обобщен математичен модел за типо-метричен синтез на предавателни механизми с четиривъзвешна топологична структура и праволинейна трансляция на входа и изхода..... Н.Николов	13
Метод „Графово моделиране“ за концептуално проектиране на технически обекти..... М.Лепаров	19
Development a system for treatment and control of posttraumatic stress, based on MCU MSP430F149..... L.Taneva, V.Hristov	31
Влияние на основните конструктивни параметри върху енергийните показатели на пробивните машини..... Д.Василев, И.Минин	37
Оценка и формиране вектора сили съпротивления грунта копанию на зубьях ковша мощного одноковшового гидравлического экскаватора прямого копания..... П.Побегайло	41
Use of SAP R/3 for control and cost evaluation of the production processes for hydraulic cylinder production..... G.Kozlev, L.Dimitrov	47
Specifics in design projects for cryogenic installations..... I.Hranov	59
Подход и средства за моделиране, визуализация и симулиране в WEB среда..... Б.Туджаров, Р.Митрев, Д.Колева	65
Създаване на представителни множества от размити диагностични параметри чрез невронни методи..... К.Димитров	71

CONTENTS

The cost of using railway infrastructure	5
S.Stoyadinov, S.Kirilova	
General mathematical model for type-dimensional synthesis of function-generating mechanisms with four-bar topological structure and translation of the input and output	13
N.Nikolov	
Method “Graph Modeling” for conceptual design of technical objects	19
M.Leparov	
Development a system for treatment and control of posttraumatic stress, based on MCU MSP430F149	31
L.Taneva, V.Hristov	
The influence of basic design parameters on the energy performance of drilling machines	37
D.Vasilev, I.Minin	
Assesment of the digging resistance for single bucket hydraulic excavator	41
P.Pobegailo	
Use of SAP R/3 for control and cost evaluation of the production processes for hydraulic cylinder production	47
G.Kozlev, L.Dimitrov	
Specifics in design projects for cryogenic installations	59
I.Hranov	
Approach and means for modeling, visualization and simulation in WEB environment	65
B.Tujarov, R.Mitrev, D.Koleva	
Development of representative sets of fuzzy diagnostic parameters via implementation of neural methods	71
K.Dimitrov	

СЕБЕСТОЙНОСТ НА ПОЛЗВАНЕТО НА ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА ИНФРАСТРУКТУРА

Симеон СТОЯДИНОВ¹ Станислава КИРИЛОВА²

¹катедра „Железопътна техника”, Технически университет - София, България

e-mail: simeons@tu-sofia.bg

²Областна администрация София град

e-mail: st_mihailova@hotmail.com

Резюме: В изследването са изложени основните положения за определяне на себестойността на ползване на железопътната инфраструктура. Предложена е методика за определяне на стойностите на тази себестойност. Направени са изчисления за 7 значими показатели при използване на еднопътна и двупътна линия, съответно в тарифните железопътни участъци София-Пловдив и Пловдив-Свиленград. Резултатите за дадени в графична форма и е направен анализ и предложения за внедряване.

Ключови думи: железопътна инфраструктура, себестойност, коефициент на себестойност, железопътен тарифен участък

1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

Важен елемент в използването на железопътната инфраструктура е размерът на таксите за нейното ползване. Това от своя страна силно влияе върху транспортно-манипулационните процеси и вземането на логистични решения за осъществяване на транспортните услуги. Себестойността на ползване на железопътната инфраструктура дава базата за определяне на таксите за преминаване на даден участък от отделните видове транспортни средства.

Същевременно основен принцип за развитие е създаване на равни условия за превоз с различни видове транспорт и изграждане на конкурентна икономическа среда [1,2] при осъществяване на транспортно-манипулационните процеси за използване на наземната инфраструктура с железопътен или автомобилен транспорт. Характерна особеност на железопътния транспорт е това, че задминаване и разминаване на две возила в еднопътните жп линии и задминаване на две возила в двупътните жп линии се извършва само в разделните пунктове (железопътните гари), което трябва да бъде отчетено при определяне на себестойността за ползване на железопътната инфраструктура.

За определяне на себестойността за ползване на железопътната инфраструктура се предлага да се въведе „коефициент на себестойност $r_{ж}$ ”. Стойността му се определя при следните базови

условия:

- на базата на разходите за поддържане на пътната инфраструктура в работоспособно състояние и условията за нейното развитие;
- на базата на функциониране на инфраструктурата с оптимална пропускателна възможност, с осигурен рационален резерв от пропускателна възможност (за железопътния транспорт [3,4,9,15] тя е в границите на 25-35%), с отчитане на прекъсванията за ремонт и поддържане;
- при предварително оптимизиране на най-вероятна структура на движение на транспортните средства;
- за даден тарифен участък.

В зависимост от техническите и технологични параметри на железопътната инфраструктура тя може да се декомпозира на отделни елементи, всеки от които по-нататък ще се нарича „Тарифен железопътен участък (ТЖУ)”. Дължината му се определя от хомогенността на показателите й. Този подход дава възможност за един по-дълъг участък от наземна инфраструктура, да има различна себестойност за всеки ТЖУ.

Изложеното тук изследване е направено за определяне на размера на себестойността поотделно за четна и нечетна посока на движение, а също и обобщено за двете посоки. Коефициентите на себестойността са изследвани, както за двупътна жп линия, така и за еднопътна жп линия. Приема се, че размерът на годишните разходи за функциониране на един ТЖУ при симет-

рична структура се разпределят поравно за двете посоки на движение. Железопътните возила (влакове, локомотиви, дрезини и т.н.), които се движат в ТЖУ ще бележим с ЖВ. Те са систематизирани в две групи:

- ЖВ, които преминават през целия ТЖУ (транзит);
- ЖВ, които ползват само част от ТЖУ.

Когато в един предварително определен тарифен участък ограничаващ елемент от него (междугарие, стеснение на пътя и т.н.) влияе чувствително върху параметрите на движение, тогава този тарифен участък може условно да се разглежда като съставен от два независими елемента или за ЖВ, които преминават през ограничаващия елемент да се използват смесен критерии от няколко фактора.

При изложената постановка размерът на годишните разходи $C_{\text{тж}}$, върху които трябва да се определя себестойността може да се представят в параметричен вид по следния начин:

$$C_{\text{тж}} = R_{\text{нс}}(T_p, V_g, q_g) + R_{\text{ме}}(T_p, V_g, q_g) + R_{\text{ен}} + R_z - R_{\text{дс}}, \text{ лв./год.} \quad (1)$$

където $R_{\text{нс}}(T_p, V_g, q_g)$ и $R_{\text{ме}}(T_p, V_g, q_g)$ са съответно годишните разходи за амортизационни отчисления, вкл. за основен ремонт на постоянните съоръжения на ТЖУ (железен път, гари, спирки, тягова електрическа мрежа, осигурителна инсталация, инсталация за диспечерско управление и др.) и годишните разходи за техническа експлоатация (текущи и аварийни ремонти) на постоянните съоръжения на ТЖУ (железен път, гари, спирки, тягова електрическа мрежа, осигурителна инсталация, инсталация за диспечерско управление и др.). Разходите зависят от трафика T_p , от скоростта на движение на возилата V_g и от статичното натоварване на пътя от возилата q_g , лв./год.; $R_{\text{ен}}$ - годишните разходи за енергия, необходими за функционирането на ТЖУ (осветление, осигурителни инсталации, вентилация и др., лв./год.; R_z - годишните разходи за заплати на служителите, които осигуряват оптимално функциониране на ТЖУ, вкл. и за управление на движението, лв./год.; $R_{\text{дс}}$ - държавната субсидия за поддържане на функционирането на пътната

инфраструктура в ТЖУ, с цел осигуряване на пазарни икономически отношения в превозите на товари и хора, лв./год.

Тук не са отчетени разходите $R_{\text{ос}}$, които се пораждат от замърсяване на околната среда от ЖВ.

Размерът на себестойността трябва да отразява участието на превозвача в консумирането на разходите, посочени в (1). Същевременно трябва да се има предвид, че характеристиката на даден превоз има различно отношение и тежест към тази консумация.

2. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СЕБЕСТОЙНОСТТА НА ПОЛЗВАНЕ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА ИНФРАСТРУКТУРА

2.1. Методика за определяне на себестойността на ползване на железопътната инфраструктура

В изпълнение на закона за железопътния транспорт Националната компания "Железопътна инфраструктура" е обособена самостоятелна структурна единица. Тя осигурява поддържането и използването на железопътната инфраструктура. Железопътната инфраструктура пък е за публично ползване от превозвачи в условията на пазарна среда. Това изисква, при определяне на размера на себестойността за ползване на железопътната инфраструктура да се отчитат няколко основни положения: характеристиката на железопътния превоз; създаване на условия за коректна конкурентна среда, както между железопътните превозвачи, така и между видовете транспорт (основно автомобилния); държавната политика в развитието на Единната транспортна система.

Изложените по-горе постановки изискват всеки превозвач да плаща само услугата, която ползва. Другата експлоатационна дейност трябва да се заплаща, само когато се ползва. Същевременно при непълно използване на пропускателната възможност на железопътната инфраструктура (каквото е сегашното състояние), трябва да се реши стратегически, дали недостигът на средства за поддържане на инфраструктурата в работоспособно състояние ще се осигурява чрез повишаване на таксите за ползване или чрез държавна субсидия за определен период.

Прилаганите понастоящем такси за ползване на железопътната инфраструктура у нас [10] са изградени върху математичен модел, който има някои несъвършенства [5,7], изразяващи се в следното:

- Таксите не са определени в зависимост от реалното използване на инфраструктурата;
- Съществува разграничение между постоянни и променливи разходи, но не се оценяват маргиналните обществени разходи за железопътна инфраструктура;

На лице е нестабилност на коефициента на еластичност, тъй като е приет на базата на двегодишен период, докато в теоретичните постановки той трябва да се основава на минимален период от 10-15 години. Това поражда нестабилност и при определяне на маргиналните разходи и на стойностите на коефициентите в използвания математичен модел и същевременно включва и недостатъците от предходните 2 години.

Тук се предлага методика и математичен модел за определяне на себестойността на ползване на железопътната инфраструктура, чрез отчитане на реални разходи от предходни периоди или на предвидени бъдещи разходи. Тя се основава на базата на максимален график за ТЖУ при най-вероятна структура на ЖВ в него.

При отчитане на гореизложеното за определяне на себестойността на ползване на железопътната инфраструктура няма да се включват:

- издръжката на разпределителните гари, товарните гари, индустриалните клонове и др., които са обект на допълнителна експлоатационна дейност;
- разходите, които се правят за тягови нужди от ЖВ;
- разходите за извършване на маневрена дейност за влакообразуване, за подаване и изваждане на/от товарно-разтоварните фронтове, индустриални клонове и др. подобни (те са обект на допълнителна експлоатационна дейност);

Предложени са седем значими показатели, за които е извършено изследването. Тяхното влияние ще се отразява чрез коефициентите на себестойност $r_{ж}$, а именно:

- **Вариант 1ж** – Отчитане на пребиваването на ЖВ в ТЖУ в движение, без да се включва престоя му в гарите;

- **Вариант 2ж** – Отчитане на пребиваването на ЖВ в ТЖУ в движение, като се включва и престоя му в гарите;

- **Вариант 3ж** - Отчитане на брутотонкилометровата работа на ЖВ в ТЖУ;

- **Вариант 4ж** - Отчитане на возилокилометровата (влакилометровата) работа на ЖВ в ТЖУ;

- **Вариант 5ж** - Отчитане на оскилометровата работа на ЖВ в ТЖУ;

- **Вариант 6ж** - Отчитане на пребиваването на ЖВ в ТЖУ;

- **Вариант 7ж** - Отчитане на пребиваването на ЖВ в ТЖУ, отчетено в броя на осите им.

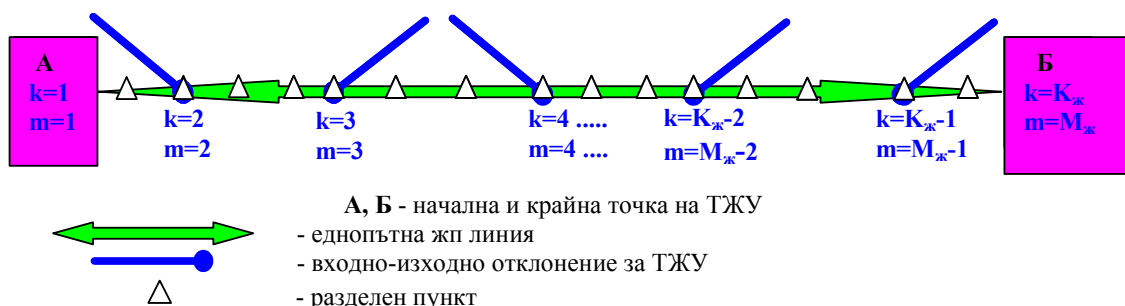
На фиг. 1 е показана принципната схема на един ТЖУ от еднопътна железопътна линия, а на фиг. 2 – принципната схема на един ТЖУ от двупътна железопътна линия, за които е изграден матема При определяне на коефициентите на себестойност ще бъдат използвани следните символи:

$L_{тжж}$ е дължината на ТЖУ, km ; $J_{ж}$ - броят на категориите на ЖВ, които ползват ТЖУ - ($j = 1, 2, \dots, J_{ж}$), $бр.$; $K_{ж}$ - броят на входните отклонения за ТЖУ (вкл. началната и крайната точки на ТЖУ) - ($k = 1, 2, \dots, K_{ж}$), $бр.$; $M_{ж}$ - броят на изходните отклонения за ТЖУ (вкл. началната и крайната точки на ТЖУ) - ($m = 1, 2, \dots, M_{ж}$), $бр.$; Приема се, че броят на входните отклонения в разглеждания ТЖУ е равен на броя на изходните отклонения в същия ТЖУ, т.е. $K_{ж} = M_{ж}$;

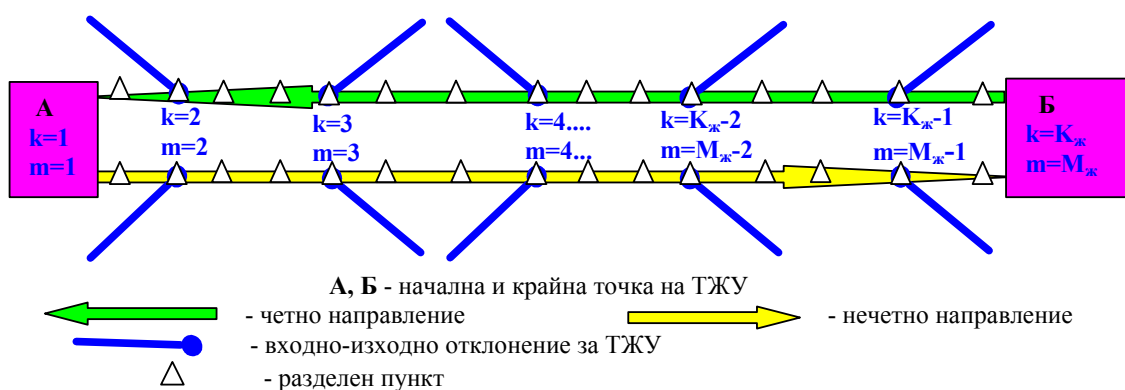
$N_{жч, km}$, $N_{жн, km}$ - броят на ЖВ от j -та категория, които ползват през едно денонощие ТЖУ от входно отклонение k до изходно отклонение m , съотв. в четно направление и в нечетно направление, $жв./ден.$;

$L_{жч, km}$, $L_{жн, km}$ - дължината на разстоянието, което изминава едно ЖВ от j -та категория, когато ползва ТЖУ от входно отклонение k до изходно отклонение m , съответно в четно и нечетно направление, km ;

Приемат се следните условия: Когато $k=1$ и $m=M_{ж}$ или $k=K_{ж}$ и $m=1$, то $L_{жч, km} = L_{жн, km} = L_{тжж}$, при ($j = 1, 2, \dots, J_{ж}$);



фиг.1 Тарифен железопътен участък от еднопътна жп линия



фиг.2 Тарифен железопътен участък от двухпътна жп линия

Когато $k = m$, то $L_{жч\ jkm} = L_{жн\ jkm} = 0$ и $N_{жч\ jkm} = N_{жн\ jkm} = 0$ при $(j = 1, 2, \dots, J_{ж})$.

$V_{жч\ jkm}$, $V_{жн\ jkm}$ - средната техническа скорост, с която се движи едно ЖВ от j -та категория при ползване на ТЖУ от входно отклонение k до изходно отклонение m , съответно в четно и нечетно направление, km/h ; $k_{жс}^{изп}$ - коефициентът на използване на пропускателната възможност на ТЖУ. Редица изследвания [3,4,9,15] препоръчват за оптимална стойност на $k_{жс}^{изп}$ да се приема стойност 0.65-0.75, *коэф.*; $k_{жс}^{рез}$ - коефициентът на резерв от пропускателна възможност на ТЖУ ($k_{жс}^{рез} = 1 - k_{жс}^{изп}$), *коэф.*; $Q_{жч\ jkm}$, $Q_{жн\ jkm}$ - брутната маса на едно ЖВ (вкл. и теглото на локомотива) от j -та категория, които ползват ТЖУ от входно отклонение k до изходно отклонение m , съотв. в четно и нечетно направление, t ; $n_{жч\ jkm}^{ос}$, $n_{жн\ jkm}^{ос}$ - броят на осите на едно ЖВ от j -та категория,

които ползват ТЖУ от входно отклонение k до изходно отклонение m , съотв. в четно и нечетно направление, *бр.*;

По-долу е изложен подходът за определяне на себестойността при ползване на ТЖУ за характерните варианти 1ж и 3ж.

ВАРИАНТ 1ж

Отчитане на пребиваването на ЖВ в ТЖУ в движение, без да се включва престоя му в гарите

Общата заетост през едно денонощие на междугарията на ТЖУ е

$$T1_{жч} = \sum_{j=1}^{J_{ж}} \sum_{k=1}^{K_{ж}} \sum_{m=1}^{M_{ж}} \frac{N_{жч\ jkm} \cdot L_{жч\ jkm}}{V_{жч\ jkm}}, \text{ h/ден.} \quad (2)$$

$$T1_{жн} = \sum_{j=1}^{J_{ж}} \sum_{k=1}^{K_{ж}} \sum_{m=1}^{M_{ж}} \frac{N_{жн\ jkm} \cdot L_{жн\ jkm}}{V_{жн\ jkm}}, \text{ h/ден.}$$

където $T1_{жч}$, $T1_{жн}$ са общата продължителност на заетостта на междугарията на ТЖУ за едно денонощие от всички ЖВ в движение (без да се отчита престоя в гарите) при максимален график

на движение, съответно в четно и в нечетно направление, $h/ден$.

Коефициентите на себестойност се изчисляват по следния начин:

$$r1_{жсч} = \frac{Ц_{тжсу}}{2.365 \cdot k_{жс}^{изп} \cdot T1_{жсч}}, \text{ лв./}h \quad (3)$$

$$r1_{жсн} = \frac{Ц_{тжсу}}{2.365 \cdot k_{жс}^{изп} \cdot T1_{жсн}}, \text{ лв./}h \text{ и}$$

$$r1_{жсчн} = \frac{Ц_{тжсу}}{365 \cdot k_{жс}^{изп} \cdot (T1_{жсч} + T1_{жсн})}, \text{ лв./}h$$

където $r1_{жсч}$, $r1_{жсн}$ и $r1_{жсчн}$ са коефициентите на себестойност при отчитане само на заетостта на междугарията от ЖВ в движение, съответно в четно, нечетно и общо за двете направления, $лв./h$;

Тогава

$$R1_{жсч_{jkm}} = r1_{жсч} \cdot \frac{L_{жсч_{jkm}}}{V_{жсч_{jkm}}}, \text{ лв./жсв.} \quad (4)$$

$$R1_{жсн_{jkm}} = r1_{жсн} \cdot \frac{L_{жсн_{jkm}}}{V_{жсн_{jkm}}}, \text{ лв./жсв. и}$$

$$R1_{жсчн_{jkm}} = r1_{жсчн} \cdot \frac{L_{жсчн_{jkm}}}{V_{жсчн_{jkm}}}, \text{ лв./жсв.,}$$

където: $R1_{жсч_{jkm}}$, $R1_{жсн_{jkm}}$, $R1_{жсчн_{jkm}}$ е себестойността при ползване на ТЖУ от едно ЖВ от j -та категория, когато ползва ТЖУ от входно отклонение k до изходно отклонение m , съответно в четно направление и нечетно направление или общо за двете направления, $лв./жсв$.

ВАРИАНТ 3ж

Отчитане на брутотонкилометровата работа на ЖВ в ТЖУ

Общата брутна тонкилометрова работа на ЖВ при движението им в ТЖУ се определя по:

$$Q_{жсч}^{бр} = \sum_{j=1}^{J_{жс}} \sum_{k=1}^{K_{жс}} \sum_{m=1}^{M_{жс}} Q_{жсч_{jkm}} \cdot N_{жсч_{jkm}} \cdot L_{жсч_{jkm}}, \text{ } km/ден. \quad (5)$$

$$Q_{жсн}^{бр} = \sum_{j=1}^{J_{жс}} \sum_{k=1}^{K_{жс}} \sum_{m=1}^{M_{жс}} Q_{жсн_{jkm}} \cdot N_{жсн_{jkm}} \cdot L_{жсн_{jkm}}, \text{ } t.km/ден. \quad (6)$$

$$Q_{жсчн}^{бр} = Q_{жсч}^{бр} + Q_{жсн}^{бр}, \text{ } t.km/ден. \quad (7)$$

Тук $Q_{жсч}^{бр}$, $Q_{жсн}^{бр}$, $Q_{жсчн}^{бр}$ са общата брутна тонкилометрова работа на всички ЖВ за едно денонощие при ползване на ТЖУ, съотв. в четно и нечетно направление, а също така общо за двете направления, $t.km/ден$.

Оттук коефициентите на себестойност са:

$$r3_{жсч} = \frac{Ц_{тжсу}}{2.365 \cdot k_{жс}^{изп} \cdot Q_{жсч}^{бр}}, \text{ лв./}t.km \quad (8)$$

$$r3_{жсн} = \frac{Ц_{тжсу}}{2.365 \cdot k_{жс}^{изп} \cdot Q_{жсн}^{бр}}, \text{ лв./}t.km$$

$$r3_{жсчн} = \frac{Ц_{тжсу}}{365 \cdot k_{жс}^{изп} \cdot (Q_{жсч}^{бр} + Q_{жсн}^{бр})}, \text{ лв./}t.km$$

където: $r3_{жсч}$, $r3_{жсн}$, $r3_{жсчн}$ са коефициентите на себестойност за извършената брутотонкилометрова работа на ЖВ в ТЖУ, съответно в четно, нечетно и общо за двете направления, $лв./t.km$.

Отчитайки гореизложеното за едно ЖВ (влак, изолиран локомотив) може да се определи

$$R3_{жсч_{jkm}} = r3_{жсч} \cdot Q_{жсч_{jkm}} \cdot L_{жсч_{jkm}}, \text{ лв./вл.} \quad (9)$$

$$R3_{жсн_{jkm}} = r3_{жсн} \cdot Q_{жсн_{jkm}} \cdot L_{жсн_{jkm}}, \text{ лв./вл.};$$

$$R3_{жсчн_{jkm}} = r3_{жсчн} \cdot Q_{жсчн_{jkm}} \cdot L_{жсчн_{jkm}}, \text{ лв./вл.};$$

$$R3_{жсчн_{jkm}} = r3_{жсчн} \cdot Q_{жсчн_{jkm}} \cdot L_{жсчн_{jkm}}, \text{ лв./вл.}$$

където: $R3_{жсч_{jkm}}$, $R3_{жсн_{jkm}}$, $R3_{жсчн_{jkm}}$ са себестойността при ползване на инфраструктурата от едно ЖВ от j -та категория при преминаване през ТЖУ от входно отклонение k до изходно отклонение m , съответно в четно направление и в нечетно направление, а така също и независимо в какво направление се движи, $лв./вл$.

2.2. Числен експеримент и анализ

Проведен е числен експеримент с предложената методика, което позволи да се анализира влиянието на отделните критерии. Като базова основа са приети двупътния участък София–Пловдив и еднопътния участък Пловдив–Свиленград. Използвани са действителните икономически показатели за 2010 г. и разработеният

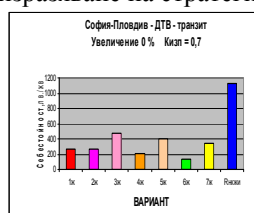
график на движение на влаковете за същата година [11,12,13,14].

В графика за движение по двата участъка са включени 10 вида ЖВ: Международен бърз влак сезонен (МБВ сезонни); Международен бърз влак ежедневен (МБВ ежедневни); Бърз влак (БВ); Пътнически влак (ПВ); Крайградски пътнически влак (КПВ); Международен директен товарен влак (МДТВ); Директен товарен влак (ДТВ); Локален товарен влак (ЛТВ); Маневрен влак (МВ); Изолиран локомотив (ИзЛ).

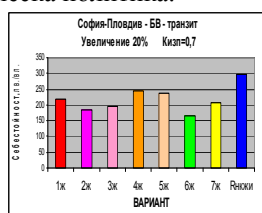
Изчисленията са направени при използване на 70% от максималната пропускателна възможност за всеки участък, което състояние, както бе отбелязано, се приема за оптимално [11,12,16,14]. При по-голяма стойност разходите от престой на ЖВ в резултат на наличната недерминираност на процеса. Същевременно са проведени изчисления, които да покажат, каква е стойността на себестойността, увеличена с 10% и 20%, което дава възможност да се реализират печалби до 20%.

$C_{R_{\text{НСЖИ}}}$ е представена актуалната такса за ползване на железопътната инфраструктура [10]. По-долу са показани някои характерни резултати от изследването.

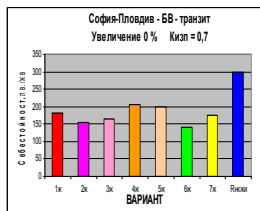
На фиг.3 до фиг.10 са показани характерни резултати за ТЖУ София-Пловдив и Пловдив-Свиленград при цялостно (транзит) и частично използване на ТЖУ. На фиг.4 е показано увеличението на себестойността с 20%, с което да се осигури необходимата печалба и възможност за изразяване на стратегическа политика.



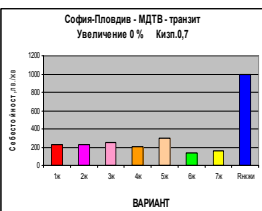
фиг. 3



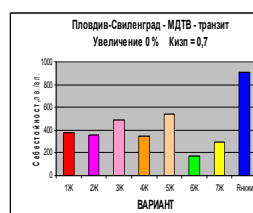
фиг. 4



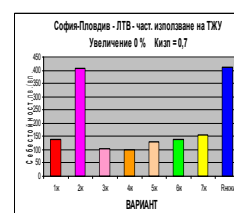
фиг. 5



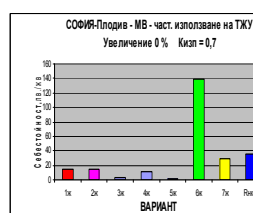
фиг. 6



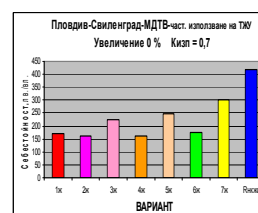
фиг. 7



фиг. 8

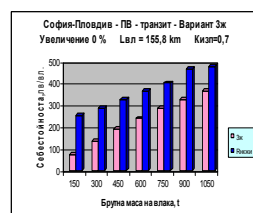


фиг. 9

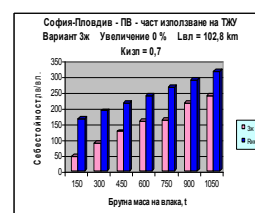


фиг. 10

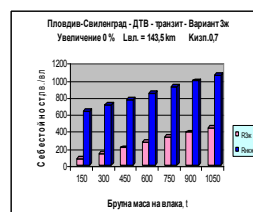
На фиг.11 до фиг.18 са показани влиянието на основни показатели на влаковете върху себестойността на ползване на ТЖУ, сравнено с актуалната инфраструктурна такса.



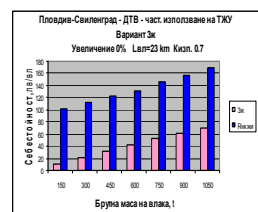
фиг. 11



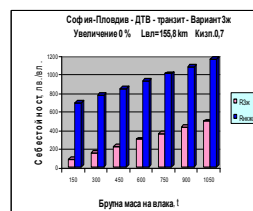
фиг. 12



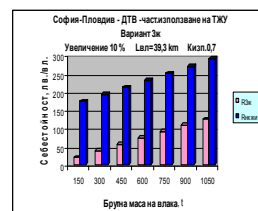
фиг. 13



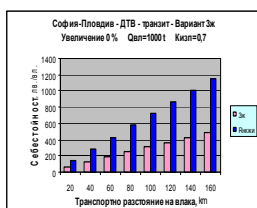
фиг. 14



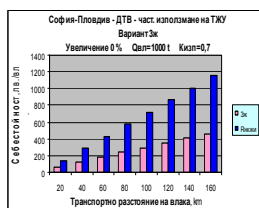
фиг. 15



фиг. 16

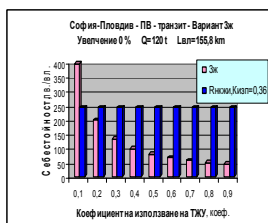


фиг. 17

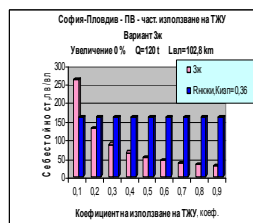


фиг. 18

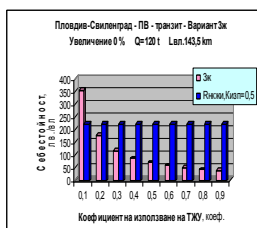
На фиг.19 до фиг.22 са показани влиянието на степента на използване на ТЖУ върху себестойността на нейното ползване $R_{3ж} = f(K_{изп})$, сравнено с актуалната инфраструктурна такса.



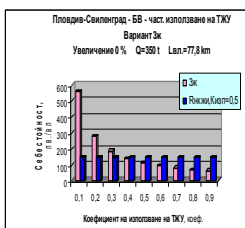
фиг. 19



фиг. 20



фиг. 21



фиг. 22

Трябва да се има предвид, че в посочените графични зависимости не са отчетени рязкото покачване на разходите в резултат на нарастване на престоите на ЖВ, породени от стохастичния характер на транспортния процес.

Посоченото по-горе позволява да се направят следните основни изводи:

- При относително еднакво пребиваване на различните категории влакове се използват различни тарифни такси;
- Себестойността на ползване на еднопътен и двупътен ТЖУ е идентична, което е резултат на различната максимална пропускателна възможност;
- Пътническите влакове са с малка брутна маса и имат малка тарифна такса, а същевременно

но заемат ТЖУ колкото останалите категории влакове;

- Прилаганата тарифа осигурява покриване на разходите за ползване на железопътната инфраструктура в двупътния ТЖУ София-Пловдив дори при използване на 36% от максималната му пропускателна възможност, а за еднопътния ТЖУ Пловдив-Свиленград при използване на 50% от максималната пропускателна възможност осигурява 83% по-големи приходи от разходите за експлоатация на ТЖУ;

- Целесъобразно е при определяне на таксите за ползване на ТЖУ да се използва досегашния критерий „тонкилометрова работа”, както за еднопътна линия, така и за двупътна линия. Същото важи както за ЖВ, преминаващи през целия ТЖУ, така и за ЖВ, които ползват частично ТЖУ. Този показател позволява да се отчетат и два други фактора на ползване на железопътната инфраструктура – скорост на движение и статично натоварване на железния път;

- При изчерпване на пропускателната възможност на ТЖУ в ограничаващи участъци (междугария) е целесъобразно за ЖВ, които преминават през тях да се използва тарифа, основана на повече от един критерий – например „тонкилометрова работа” и „пребиваване на ЖВ в движение”;

- Критериите 1ж, 2ж и 4ж не са подходящи за приложение при пътническите влакове, когато те са с малка брутна маса;

- Товарните влакове с голяма брутна маса осигуряват малка себестойност за ползване на железопътната инфраструктура;

- Критерии 6ж и 7ж са подходящи за допълнителна информация при определяне на използването на ТЖУ;

- За влакове, които имат голямо транспортно разстояние, тарифата за превоз в абсолютна стойност спрямо себестойността нараства значително. Същото се отнася и за КПВ.

Литература

1. Директива 2001/14/ЕО на Европейския парламент
2. Директива 2004/49/ЕО на Европейския парламент и на съвета от 29 април 2004 година
3. **Карагъзов К.С.** Избиране на оптимални технически параметри и определяне на надеждността на влакообразуващите гари и прилежащи участъци (Автореферат). С., ТУ. 1997.

4. **Качаунов Т.Т.** Усъвършенстване и оптимизация на взаимодействащите процеси на железопътния с другите видове транспорт. С., Дисертация, 1983
5. **Николова Х.** Анализ на инфраструктурните такси в жп транспорта. Научни трудове на УНСС.
6. **Николова Х.** Определяне на инфраструктурните такси в транспорта. <http://www.jptactis.com/Archives/jpt1006/nikolova.htm>.
7. **Николова Х.** Анализ на инфраструктурните такси в жп транспорта. <http://www.jptactis.com/Archives/jpt207/nikolova.htm>.
8. **Николова Х.** Оценка на разходите и приходите при определяне на инфраструктурните такси. <http://www.jptactis.com/Archives/jpt107/nikolova.htm>. УНСС
9. **Петров, Д., Стоядинов С.** Оптимизация на товарно-разтоварни и складови процеси, Печатница на ВВТУ «Т. Каблешков». С., 1993
10. **Петров Д.П., С.Б. Стоядинов.** Ръководство за курсово и дипломно проектиране по “Механизация, автоматизация и технология на товарно-разтоварни и складови работи”. С., ВВТУ “Т. Каблешков”.
11. Разписание за движението на влаковете по железопътните линии – 1А. ДП „НК Железопътна инфраструктура”, 2010
12. Разписание за движението на влаковете по железопътните линии – 1Б. ДП „НК Железопътна инфраструктура”, 2010
13. Разписание за движението на международни и бързи влакове по железопътната мрежа на Република България – А и Б. . ДП „НК Железопътна инфраструктура”, 2010
14. Разписание за движението на международни и бързи влакове по железопътната мрежа на Република България. ДП „НК Железопътна инфраструктура”, 2010
15. **Стоядинов С.Б.** Оптимизация на транспортно-манипулационните процеси в товарните гари. С., Дисертация, 1984

THE COST OF USING RAILWAY INFRASTRUCTURE

Simeon STOYADINOV¹ Stanislava KIRILOVA²

¹Railway technics department, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: simeons@tu-sofia.bg

²Sofia town District Administration

e-mail: st_mihailova@hotmail.com

Abstract: The study outlines the main principles for determining the cost of railway infrastructure use. A methodology for determining the values of this cost is proposed. Calculations are done for seven major indicators related to using a one-way and a two-way rail line on the tariff railway routes Sofia-Plovdiv and Plovdiv-Svilengrad, respectively. The results are shown graphically. An analysis related to implementation is conducted and suggestions for implementation are offered

Keywords: railway infrastructure, cost, cost coefficient, tariff railway route

ОБОБЩЕН МАТЕМАТИЧЕН МОДЕЛ ЗА ТИПО-МЕТРИЧЕН СИНТЕЗ НА ПРЕДАВАТЕЛНИ МЕХАНИЗМИ С ЧЕТИРИЗВЕННА ТОПОЛОГИЧНА СТРУКТУРА И ПРАВОЛИНЕЙНА ТРАНСЛАЦИЯ НА ВХОДА И ИЗХОДА

Николай НИКОЛОВ

катедра „Теория на механизмите и машините”, Технически университет - София, България
e-mail: nickn@tu-sofia.bg

Резюме: Настоящата работа е посветена на създаването на обобщен математичен модел за типо-метричен синтез на предавателни механизми с четиризвонна топологична структура и праволинейна транслагация на входа и изхода. От обобщения математичен модел като следствие могат да бъдат получени известните частни случаи на механизми с гъвкав елемент и гърбични механизми.

Ключови думи: предавателни механизми, типо-метричен синтез.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Типо-метричният синтез [1], [2] на предавателни механизми с четиризвонна топологична структура – центроидни механизми, механизми с гъвкав елемент, гърбични механизми и лостови механизми, може да бъде разделен на три етапа: селекция на конкуриращи се видове механизми – извършва се въз основа на възможностите на механизмите да генерират зададени предавателни функции; обобщен синтез на конкуриращите се видове механизми – извършва се на базата на обобщен математичен модел, посредством който едновременно се синтезират всички конкуриращи се механизми; перспективни кинематични схеми и избор на механизма – получените след обобщеният синтез кинематични схеми се оценяват по четири обобщени критерия (геометричен, технологичен, точностен и експлоатационен), въвежда се целева функция и се отделят схемите, имащи най-висока оценка (перспективните кинематични схеми), като окончателен избор се прави след конструктивна разработка на механизмите и евентуално прототипиране и експериментален анализ.

Цел на настоящата работа е на базата на създаден обобщен математичен модел за типо-метричен синтез на предавателни механизми с четиризвонна топологична структура и ротация на входа и изхода [3] да бъде изграден обобщен математичен модел за типо-метричен синтез в частния случай на праволинейна транслагация на входа и изхода.

2. ОБОБЩЕН МАТЕМАТИЧЕН МОДЕЛ ЗА ТИПО-МЕТРИЧЕН СИНТЕЗ

Синтезът на конкуриращи се видове механизми се извършва по зададени функция на положението $S_3(\sigma)$ и нейните производни посредством обобщена кинематична схема и обобщен математичен модел (фиг.1), основаващ се връзката между предавателните функции и геометричните размери на механизма. Варируеми при синтеза са предавателната функции $S'_\sigma(\sigma)$ (фиг.1.a) и нейните производни.

На първия ред от математичния модел (фиг.1.б) се определя стойността на ъгловия коефициент $k_2 = \tan \alpha$ на правата 2, зависещ от $S'_3(\sigma)$. На втория ред от математичния модел се определя стойността на предавателната функция $NA(\sigma)$, зависеща от $S'_\sigma(\sigma)$, $S''_\sigma(\sigma)$, $S'_3(\sigma)$ и $S''_3(\sigma)$.

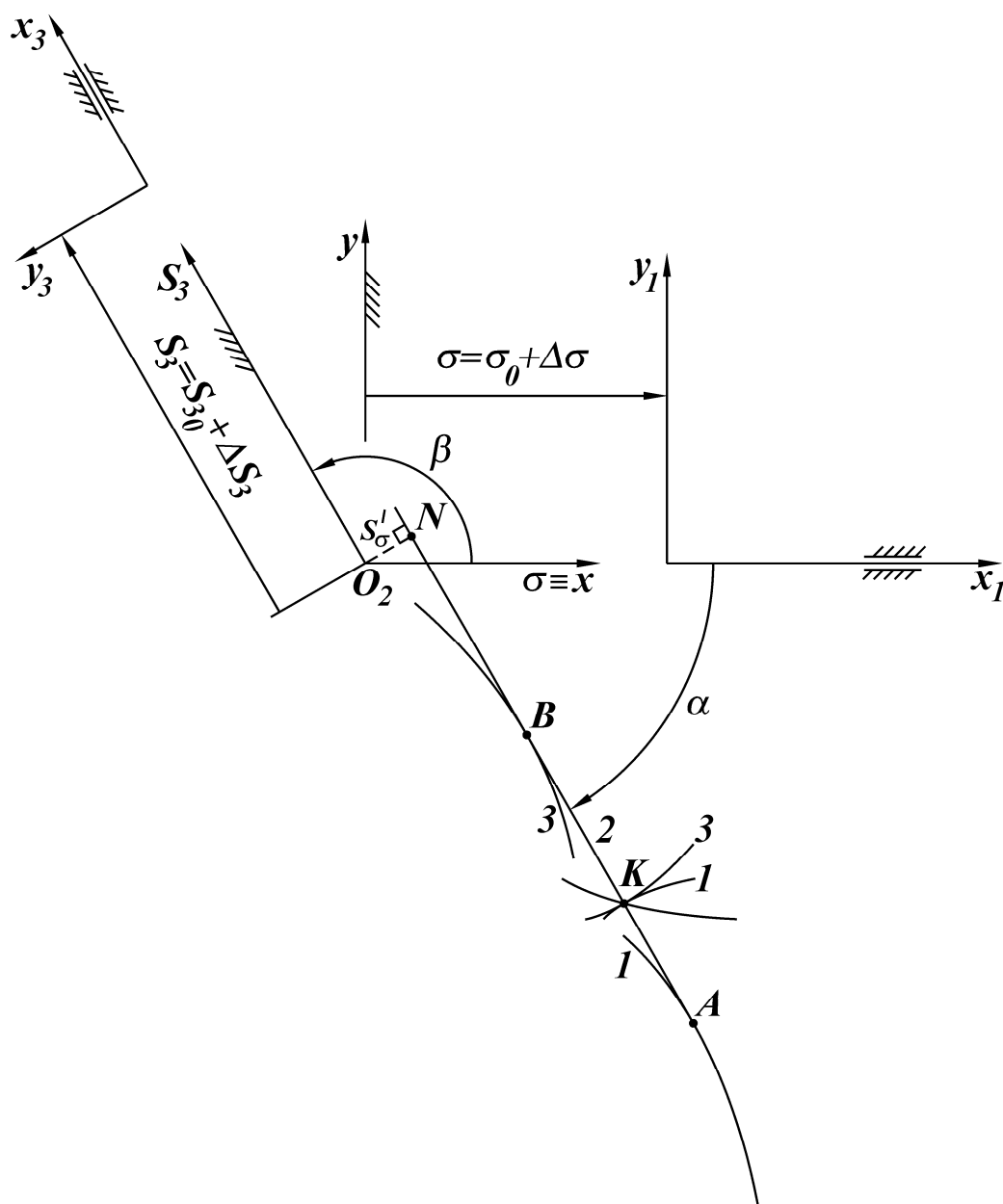
На третия ред от модела се определя положението на точка A в неподвижната координатна система O_2xy , зависещо от $S'_\sigma(\sigma)$, $S''_\sigma(\sigma)$, $S'_3(\sigma)$ и $S''_3(\sigma)$.

На четвъртия ред се определят стойностите на предавателната функция $AB(\sigma)$, зависеща от $S'_\sigma(\sigma)$, $S''_\sigma(\sigma)$, $S'_3(\sigma)$ и $S''_3(\sigma)$.

На петия ред от математичния модел се определя положението на точка B в неподвижната координатна система O_2xy , зависещо от $S'_\sigma(\sigma)$, $S''_\sigma(\sigma)$, $S'_3(\sigma)$ и $S''_3(\sigma)$.

Последователните положения на точка A в равнината x_1y_1 на входното звено 1 и на точка B в равнината x_3y_3 на изходното звено 3 (фиг.1.а) представляват съответно профилите на входното

и изходното звено на механизма с гъвкав елемент, явяващи се същевременно еволути на входния и изходния гърбичен профил на гърбичния механизъм (ред 6 на фиг.1.б).



фиг.1.а Обобщена кинематична схема на предавателните механизми с четиризвенна топологична структура и праволинейна трансляция на входа и изхода

Тип на механизма		
№	лентов	гърбичен
1	$k_2(\sigma) = \left[\frac{1}{\sin \beta} \left(\frac{1}{S_3'(\sigma)} - \cos \beta \right) \right]$	
2	$NA = \frac{(S_\sigma'' + \sin \alpha) S_3'^2 \sin \beta}{S_3'' \cos^2 \alpha}$	
3	$x_A = -S_\sigma' \sin \alpha + NA \cos \alpha$ $y_A = S_\sigma' \cos \alpha + NA \sin \alpha$	
4	$AB = \frac{S_3'^4 \sin^2 \beta \cos(\beta - \alpha)}{S_3'' \cos^4 \alpha}$	
5	$x_B = -S_\sigma' \sin \alpha + NA \cos \alpha - AB \cos \alpha$ $y_B = S_\sigma' \cos \alpha + NA \sin \alpha - AB \sin \alpha$	
6	$x_{1A} = x_A - \sigma \quad x_{3B} = x_B \cos \beta + y_B \sin \beta - S_3$ $y_{1A} = y_A \quad y_{3B} = -x_B \sin \beta + y_B \cos \beta$	
7	$x_K = x_A + (\pm \rho_0 \pm \int_0^\sigma \sqrt{x_{1A}' + y_{1A}'} d\sigma) \frac{1}{\sqrt{1+k_2^2}}$ $y_K = y_A + (\pm \rho_0 \pm \int_0^\sigma \sqrt{x_{1A}' + y_{1A}'} d\sigma) \frac{k_2}{\sqrt{1+k_2^2}}$	
8	$x_{1K} = x_K - \sigma$ $y_{1K} = y_K$ $x_{3K} = x_K \cos \beta + y_K \sin \beta - S_3$ $x_{3K} = -x_K \sin \beta + y_K \cos \beta$	

фиг.1.6 Обобщен математичен модел за синтез на конкуриращите се видове механизми с праволинейна трансляция на входното и изходното звено

На седмия ред от математичния модел се определя положението на точка K от гъвкавия елемент, явяваща се контактна точка между двата гърбични профила на гърбичния механизъм (фиг.1.а), в неподвижната координатна система XU . Варируемия параметър

$$\rho_0 = \sqrt{(x_{A_0} - x_{K_0})^2 + (y_{A_0} - y_{K_0})^2}$$

представлява разстоянието между точките A и K при $\Delta\sigma = 0$. Интегралът

$$\int_0^{\sigma} \sqrt{x'_{1A} + y'_{1A}} d\sigma$$

представлява дължината на входната еволута I (входното звено на механизма с гъвкав елемент) от началното положение A_0 на точка A при $\Delta\sigma = 0$ до текущото и положение A при съответната стойност на $\Delta\sigma$, равна на дължината на навития върху, респ. развития от, входната еволута I гъвкав елемент (между еволутата I и гъвкавия елемент поради центроидния характер на връзката отсъства относително приплъзване). Знаците „+“ и „-“ пред знака на интегралите на седмия ред се определят от това дали в съответния участък от гърбицата I на лентовия механизъм профилът е вдлъбнат (намира се над правата 2) или изпъкнал (намира се под правата 2 – вж. фиг.1.а) и от знака на $\alpha'(\sigma)$ – знак „+“ при изпъкнал профил и $\alpha'(\sigma) > 0$ или вдлъбнат профил и $\alpha'(\sigma) < 0$ и знак „-“ - при изпъкнал профил и $\alpha'(\sigma) < 0$ или вдлъбнат профил и $\alpha'(\sigma) > 0$. Знакът пред ρ_0 се определя от знака на координатната разлика $(x_{K_0} - x_{A_0})$.

Последователните положения на точка K в равнините x_1y_1 на входното звено I и x_3y_3 на изходното звено 3 представляват съответно входната и изходната гърбица на гърбичния механизъм (фиг.1.а), явяващи се съответно некръгови еволвенти на входното и изходното звено на механизма с гъвкав елемент (ред 8 на фиг.1.б).

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящата работа е изграден обобщен математичен модел за типо-метричен синтез на

предавателни механизми с четиризвенна топологична структура и трансляция на входа и изхода, който се характеризира със следното:

- при синтеза едновременно се получават профилите на двете звена с просто движение на лентовия и гърбичния механизъм (представляващи в общия случай некръгли гърбици), за разлика от съществуващи математични модели за синтез, при които априори се избира профила на едно от звената с просто движение, а в резултат на синтеза се получава профила на другото звено;
- създаденият математичен модел дава възможност да бъдат получени условия, при които профилите на гърбиците на лентовия и гърбичния механизъм представляват гладки криви;
- могат да бъдат получени еволутите на входното и изходното звено на лентовия механизъм, зависещи от производните на варируемата предавателна функция $S_{\sigma}(\sigma)$ и зададената предавателна функция $S_3(\sigma)$ до четвърти ред вкл., което води до пълно разкриване на геометрията на механизма;
- от обобщения математичен модел като следствие могат да бъдат получени известните частни случаи на механизми с гъвкав елемент и гърбични механизми.

Благодарности

Изследванията, свързани с настоящата работа, са финансирани по Договор № ДУНК-01/3 ”Създаване на Университетски научно-изследователски комплекс (УНИК) за иновации и трансфер на знания в областта на микро/нанотехнологии и материали, енергийната ефективност и виртуалното инженерство” между НИС при ТУ-София и Фонд „Научни изследвания”, МОМН на РБ.

Литература

1. **Гълъбов В.** Синтез на механизми в робототехниката. ТУ-София, 1992, 264 с.
2. **Гълъбов В.** Структурно-метричен синтез на механизми. Дисертация за д.т.н., ТУ-София, 1998, 491 с.
3. **Nikolov N.** General mathematical model for type-dimensional synthesis of function-generating mechanisms with four-bar topological structure. Recent, ISSN 1582-02462012, (под печат).

**GENERAL MATHEMATICAL MODEL FOR TYPE-DIMENSIONAL SYNTHESIS
OF FUNCTION-GENERATING MECHANISMS WITH FOUR-BAR TOPOLOGICAL
STRUCTURE AND TRASLTATION OF THE INPUT AND THE OUTPUT**

Nikolay NIKOLOV

Department „Theory of Mechanisms and Machines”, Technical University of Sofia, Bulgaria

e-mail: nickn@tu-sofia.bg

Abstract: The present work is devoted to the developing of a general mathematical model for type-dimensional synthesis of function-generating mechanisms with four-bar topological structure and translation of the input and the output. The known cases of particular belt mechanisms and cam mechanisms can be obtained as corollary from the mathematical model.

Key words: function-generating mechanisms, type-dimensional synthesis.

МЕТОД „ГРАФОВО МОДЕЛИРАНЕ” ЗА КОНЦЕПТУАЛНО ПРОЕКТИРАНЕ НА ТЕХНИЧЕСКИ ОБЕКТИ

Михаил ЛЕПАРОВ

катедра „ОТСК”, Технически университет - София, България

e-mail: mleparov@tu-sofia.bg

Резюме: В работата се предлага метод за концептуално проектиране на произволен технически обект. Методът се базира на граф-модела на изделиято и разработената програма “Граф”. Той е представен чрез евристичен алгоритъм и е илюстриран чрез пример.

Ключови думи: проектиране, концептуално проектиране, технически обект

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Различни видове описания на произволен технически обект (ТО) и техните взаимни трансформации, които се използват като метод за концептуално проектиране, са предложени в [1]. Един друг възможен вид описание е „графово моделиране” („граф- модел”), което ще бъде разгледано по- долу с цел създаване на нов метод за концептуално проектиране на ТО.

При концептуално проектиране се уточнява принципа на работа на изделиято, а крайният резултат са опростени сборни чертежи (схематични изображения). Като правило концептуалното проектиране е творчески процес, поради което всеки нов метод за неговото реализиране разширява арсенала от средства за неговото изпълнение.

Предложеният по- долу метод е получен чрез логичен анализ и синтез, а използваната в изследването терминология е в съответствие с тази от [2] и [3].

Описание „Граф- модел” G на съществуващ ТО представлява [3]

$$G = \langle V, U \rangle \quad (1)$$

където V са върховете (съставните части на ТО), U - ребрата (връзките/ контактите между съставните части), а $\langle \rangle$ - наредбата между V и U .

При граф –модел на произволна сглобена единица (СЕ) важи [3]

Исходно твърдение

Всеки връх на СЕ е свързан чрез неподвижна връзка с друг връх или участва в цикъл (затворена съвкупност от върхове и ориентирани ребра между тях), който се състои от едностранно ориентирани ребра и едно противоположно на-

сочено на тях затварящо ребро, което осигурява неподвижната връзка.

2. МЕТОД

Методът се основава на уточняване на основните съставни части на обекта, определяне на контактите помежду им, моделиране с помощта на ориентиран граф и декодиране на графа до получаване на опростен сборен чертеж на проектирания ТО.

Основна идея: Абстрактното представяне на обект разширява възможностите за търсене на вариантни решения

Методът се прилага по следния
Общ алгоритъм

1. Съставяне на граф- модел.

2. Определяне на възможното положение на контактните повърхнини.

3. Декодиране на граф- модела.

По- долу тези точки се разглеждат по- подробно.

2.1. Съставяне на граф-модел

Получаването на граф- модел в етапа на концептуалното проектиране на ТО може да се извърши по различни начини. Единият от тях е да се избере ТО- аналог на проектирания обект и по него да се състави граф- модел.

Граф- моделът като правило съдържа съществена, но малко като количество информация и това се явява предимството на този вид описание на обект.

Втори начин на съставяне на граф- модел е чрез използване на физическия принцип на действие (ФПД)- вж. пример 2 към т.2.4.

По- долу е представен алгоритъм за съставяне на граф- модел по първия начин.

Алгоритъм 1

Зададено: сборен чертеж на ТО

1. Уточняване на съставните части на ТО. Препоръчително е работата със съществените съставни части.

2. Приема се координатна система за ТО, като тя се насочва по характерните му оси (равнини) на симетрия.

3. По всяка ос на координатната система:

3.1. Уточняват се контактните съединения, които са перпендикулярни на оста и детайлите (съставните части), които образуват тези контактни съединения.

3.2. Построява се част от графа, която включва като върхове съставните части от т.3.1.

3.3. Всеки два върха от графа, които образуват контактна повърхнина (т.3.1) се свързват помежду си както следва:

- ако контактните повърхнини образуват подвижно съединение (обикновено то е непълно) - чрез една линия;
- ако контактните повърхнини образуват неподвижно съединение (обикновено то е пълно) - чрез две линии;

Заб. Чрез вида на линиите се кодира вида на съединението.

3.4. Ориентират се ребрата на графа. Ребрата са насочени от върха- детайл, който е разположен по дадената ос на координатната система (по отношение на контактното съединение) след свързвания с него връх-детайл.

4. Проверява се графът за спазване на изходното твърдение.

Ако твърдението не е спазено, то се извършват подходящи действия над графа (отпадане на върхове и/или ребра, добавяне на върхове и/или ребра, промяна на вида на ребра и др.), с цел спазването му.

Пример

Нека е зададен опростеният сборен чертеж на ТО „Ел. прекъсвач“ (фиг.1а).

1. Съставните части са отбелязани чрез позициите им: 1- бутон, 2- капак, 3- винт, 4-

пластина контактна, 5- корпус, 6- пружина. Контактът е нормално затворен и се затваря през бутона 1. При натиск върху бутона контактът се отваря.

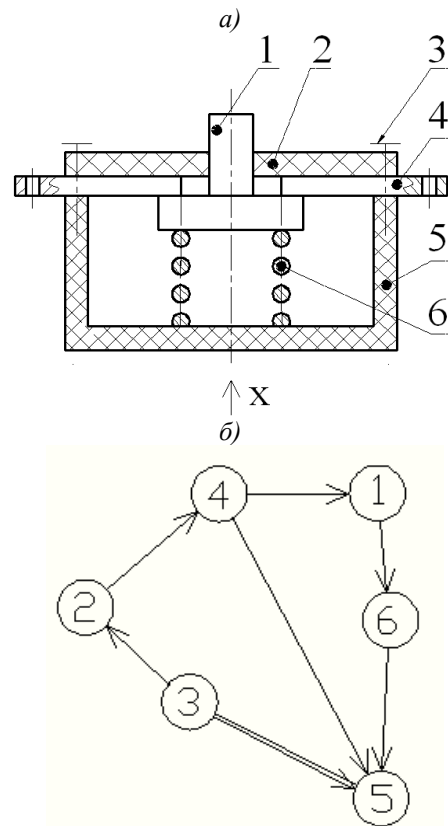
2. Оста *x* е посочена под чертежа.

3.1. Контактните съединения са: 1/4, 1/6, 2/4, 2/3, 3/5, 4/5, 5/6.

3.2, 3.3. Върховете и ребрата са показани на фиг.1б. Неподвижна е само връзката между 3 и 5 (резба).

3.4. Насочването на ребрата е представено на фиг.1б. Напр. реброто 3/2 е насочено от 3 към 2 защото частта 3 (по отношение на контактната повърхнина при зададеното положение на оста *x*) се намира след (над) частта 2 (фиг.1а).

4. Изходното твърдение е спазено.

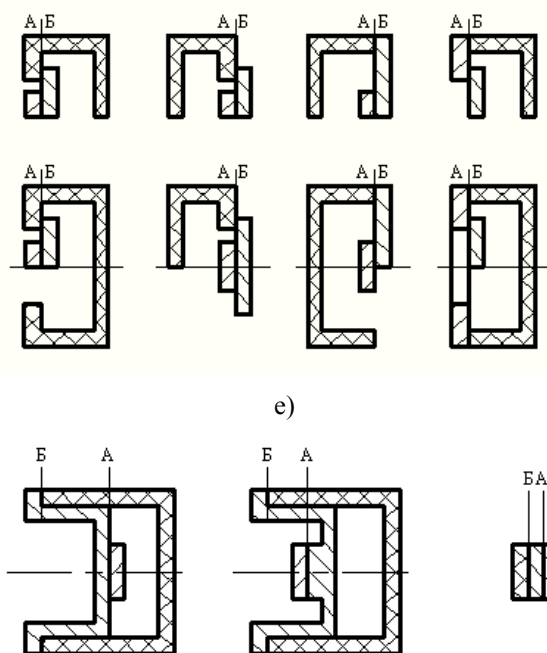
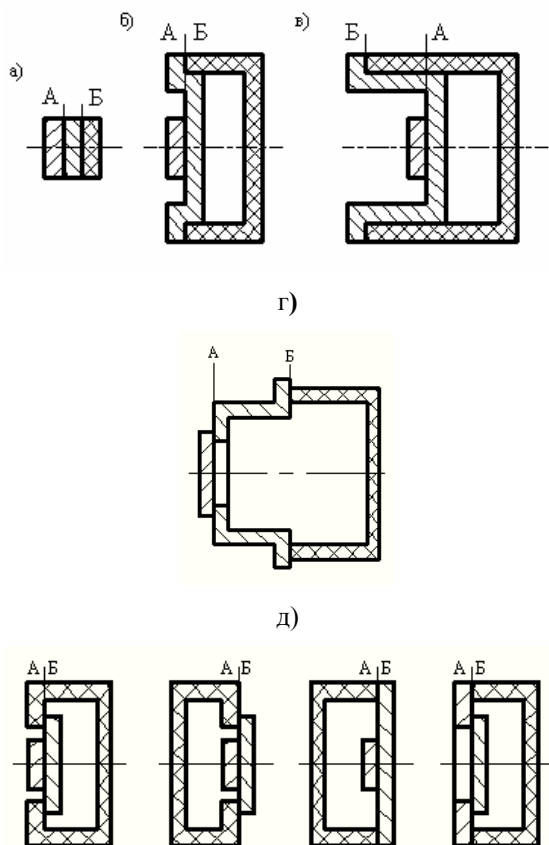


фиг.1 Опростен сборен чертеж (а) и граф- модел (б) на ТО „Ел.прекъсвач“

2.2. Контактни повърхнини на СЕ

При наличие на две непълни съединения, в които участва един детайл, може да се говори за взаимно разположение на контактните повърхнини. Фиг.2 илюстрира тези възможности, като на фиг.2а двете контактни повърхнини- непълни съединения А и Б са отдалечени една от друга, на фиг.2б- те съвпадат, а на фиг.2в- местата има са разменени.

Някои варианти на тези три случая са представени съответно на фиг.2г,д,е. В горната част на фиг.2д участващите детайли са симетрични, в средната част на фигурата- несиметрични, а в долната- комбинирани (едни детайли са симетрични, а други- не). Подобно деление може да бъде приложено и към фиг.2г и 2е.



фиг.2 Взаимно положение на две контактни повърхнини (непълни съединения)

2.3. Декодиране на граф-модел

Под декодиране на граф-модела се разбира получаване по модела на опростен сборен чертеж на СЕ. Особеностите по декодирането са дадени в [3]. В алгоритъмът, представен по-долу е даден опростен вариант на декодирането, включващ сглобяване само по една ос.

Алгоритъм 2

Зададено: граф- модел на проектирана СЕ

1. Всеки връх на графа се представя чрез правоъгълна форма.
2. Всички правоъгълници се разполагат един под друг като се следва ориентацията на ребрата на графа.

Ако два върха имат ребро тип „подвижно съединение” помежду си, то двата правоъгълника се допират (наличие на контактна повърхнина) като частта, отговаряща на върхът- вход (върхът, към който е насочено реброто) се разполага над върха-изход (върхът, от който е насочено реброто).

Движението по насочените ребра определя подреждането на контактуващите съставни части.

Ако два върха имат ребро тип „неподвижно съединение” то между двата детайла трябва да се приеме някакво съединение, което осигурява взаимна неподвижност на двата детайла, *напр. резба, щифтово съединение, заварено съединение и т.н.* Това съединения по- късно може да се промени ако някакви проектни съображения налагат това.

3. Анализ на предназначението на всеки връх-съставна част с цел определяне на необходимата специфична форма (ако има такава).

4. По резултатите от анализа от т.3 се промяна формата на съответните правоъгълници.

5. Проверка на получената конструкция от гл.т. на функциониране (изпълнение на главната функция на СЕ), сглобяване и разглобяване. При необходимост се извършват промени в конструкцията, *напр. добавяне или премахване на детайли и съединения, промяна на формите и/или разположението им.*

Получената структура представлява опростен сборен чертеж на проектираната СЕ.

6. Варианти конструкции:

6.1. Уточняване на броя двойки контактни повърхнини, който е равен на броя на ребрата на граф- модела.

6.2. Определяне на други възможни взаимни положения на контактните повърхнини (различни от това от т.2). Съставяне на списък от положения.

6.3. За всеки елемент от списъка от т.6.2 се прилагат тт.1-5, като съответните правоъгълници (т.2) контактуват помежду си съобразно особеностите на разглеждания елемент от списъка.

Пример

Нека е зададен граф- моделът от фиг.1б.

1,2. На фиг.3 е дадено едно възможно подреждане на правоъгълниците, като връзката 4/5 не е отчетена. Трябва да се отбележи, че няма пречки тя да се отчете. Контурът, който остава след нейното премахване отговаря на Изходното твърдение за СЕ, а същевременно липсата на реброто ще разшири възможностите за търсене на по-отдалечени решения от изходното такова (фиг.1а).

3. Съставна част 4 представлява контактни пластини, а част 6 е пружина.

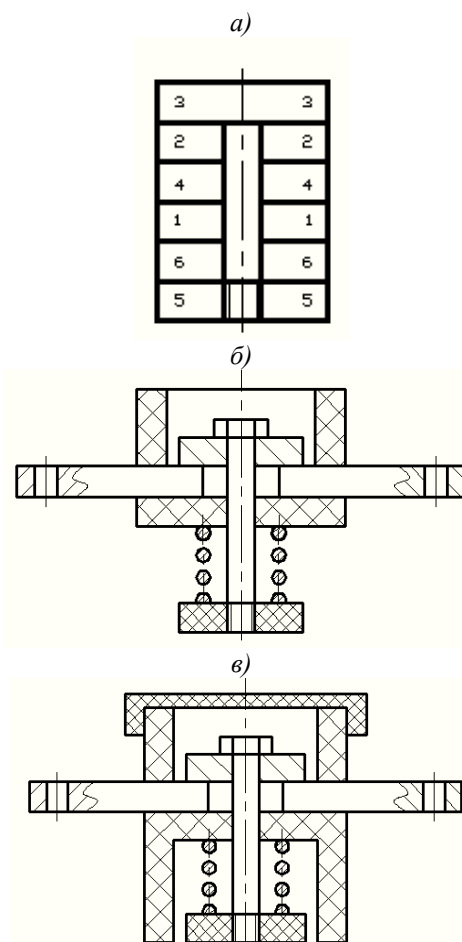
4,5. Два варианта от декодирането на графа са дадени на фиг.3б,в, като при в) е добавен ка-

пак, чрез който се упражнява натиск върху бутона, а освен това долната част на бутона е оформена във вид на корпус.

6.1. Брой на двойките контактни повърхнини-б (фиг.1б).

6.2. Някои възможни взаимни положения на две двойки контактни повърхнини са дадени на фиг.2.

6.3. Примери за различни взаимни разположения са представени в примерите по- долу (вж. фиг.8-13 и фиг.16-20).



фиг.3 Декодиране на граф-модела от фиг.1б

Дадените по- горе алгоритми 1 и 2 служат за „ръчно” прилагане на метода „Графово моделиране”. Известна формализация на метода е направена чрез разработена програма “Graph”.

2.4. Програма “Graph”

Терминология

схематична структура- технически обект, представен схематично чрез контактните повърхнини на съставните части;

базова схематична структура- схематична структура, при която съставните части са разположени една над друга;

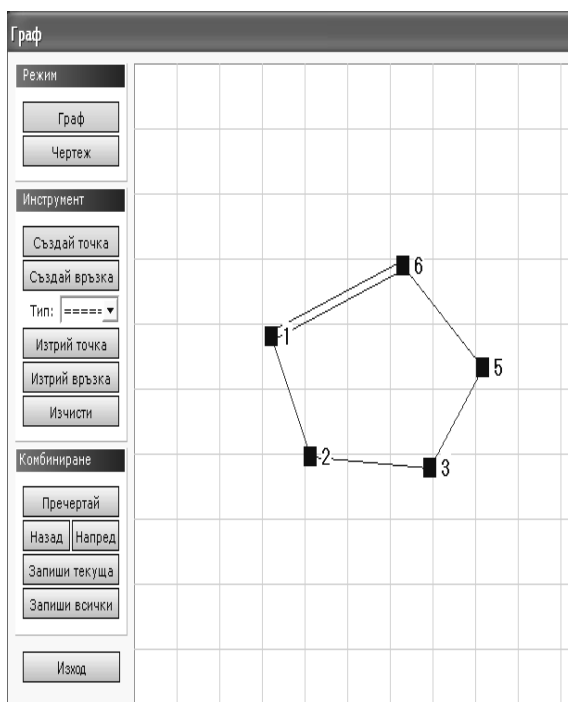
Програмата е изпълнена чрез Visual Basic for Applications (VBA). Елементи от потребителския интерфейс са видни от фиг.4.

Описание: чрез програмата могат да бъдат извършвани следните дейности:

- построяване на неориентиран граф чрез съставяне на върховете му, наименоването им и построяване на ребрата между върховете;
- редактиране на графа чрез изтриване на връх или ребро, или целия граф;
- проверки за: липса на еднакви означенията на върховете, свързаност на графа, наличие на затварящо ребро, наличие само на един цикъл;
- съставяне на базова схематична структура („чертеж”), отговаряща на съставения граф;
- съставяне на всяка една структура от съвкупност от схематични структури; разликата между структурите е във взаимното положение на контактните повърхнини на съставните части на ТО, които са представени като върхове на графа;
- Save на разглежданата или на цялата съвкупност от схематични структури във формат *.bmp.

Тъй като разглежданият граф се състои от един цикъл, ориентацията на графа практически губи смисъл. По тази причина ориентацията на ребрата в програмата не се разглежда.

Схематичната структура следва граф- модела. Чрез нея са посочени условните очертания на съставните части и контактните повърхнини. Наречени са условни, защото те могат да се променят. Частта от структурата, дадена на фиг.5 трябва да се тълкува така: съставните части (детайли) 1 и 3 контактуват по хоризонталната линия (непълно и подвижно съединение); вертикалните линии, които са странично от 1 и 3: от горната страна на контактната повърхнина е частта 1, а от долната страна- частта 3. Наличието на две хоризонтални линии означава, че двете части са неподвижно свързани помежду си.



фиг. 4 Елементи на потребителския интерфейс на програмата „Graph”



фиг.5 Част от структура

Работа с програмата

Алгоритъм 3

1. Уточняване на съществените съставни части, връзките (контактните повърхнини) между тях и вида на връзките (непълно подвижно съединение, неподвижно съединение).
2. Построяване чрез програмата на граф- модела на проектираното изделие.
3. Автоматизирано получаване на базовата схематична структура на изделието.
4. По структурата съставяне на опростен сборен чертеж при използването на т.3-5 на Алгоритъм 2.
5. Автоматизирано получаване на вариантни схематични структури.

6. За всяка структура съставяне на опростен сборен чертеж при използването на т.3-5 на Алгоритъм 2.

Пример 1

Задача: Да се извърши концептуално проектиране на хидравличен клапан.

1. Една възможност за определяне на съставните части и контактните повърхнини е да се взаимодействат от избран клапан-аналог (фиг.6). Съставните части са 1- винт, 2- корпус, 3- пружина и 4- съчма.

2. Граф- моделът, построен чрез програмата и отчитащ контактните повърхнини от фиг.6 е даден на фиг.7.

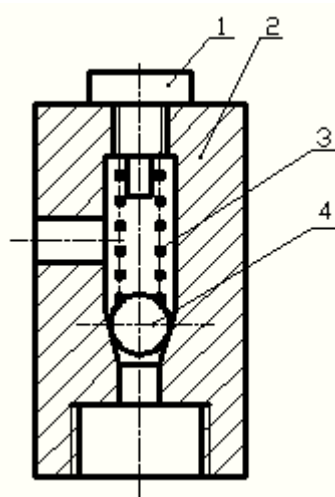
3. Базовата схематична структура, получена от програмата, е представена на фиг.8.

4. Последователните стъпки по получаване на опростения сборен чертеж на проектирания клапан са дадени на фиг.9.

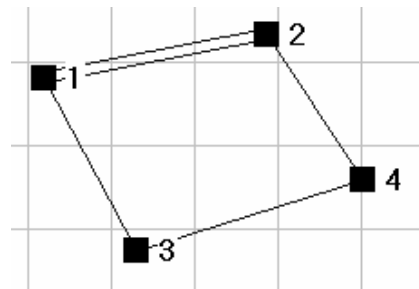
5. Една вариантна структура, получена по програмен път, е изобразена на фиг.10.

6. Опростен сборен чертеж е представен на фиг.11а (начален етап) и фиг.11б (краен етап).

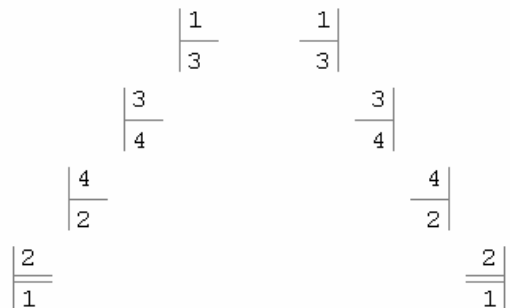
5',6'. Втора вариантна структура е дадена на фиг.12, а сборният чертеж- на фиг.13а (начален етап) и фиг.13б (краен етап). За отбелязване е, че пружината работи на опън.



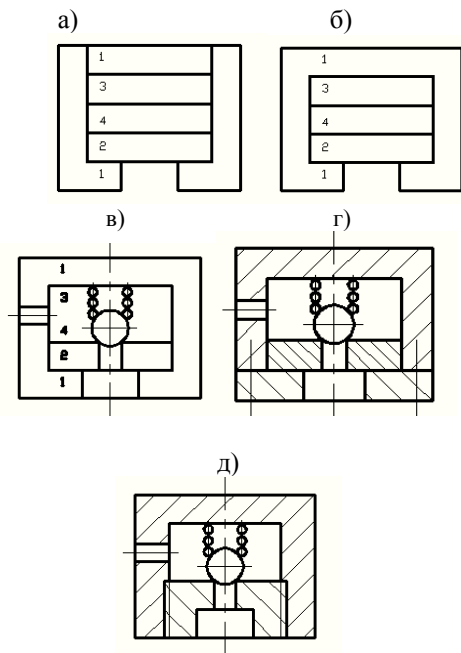
фиг.6 ТО „Клапан“



фиг.7 Граф- модел на клапан



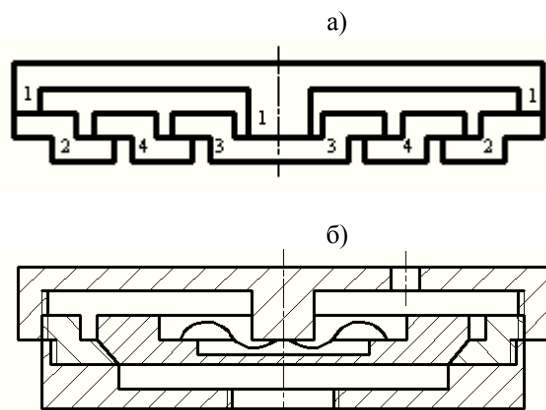
фиг.8 Схематична структура 1 на клапан



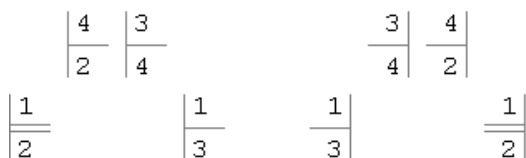
фиг.9 Концептуално проектиране на клапан по структурата от фиг.8



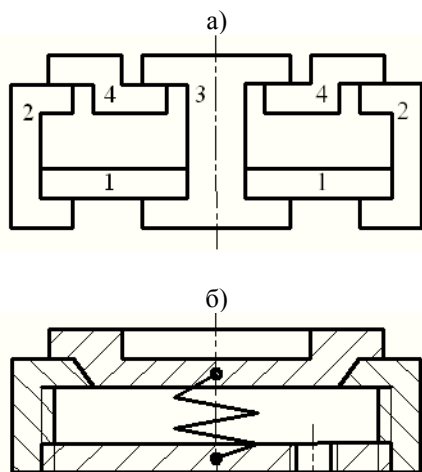
фиг.10 Схематична структура 2 на клапан



фиг.11 Концептуално проектиране на клапан по структурата от фиг.10



фиг.12 Схематична структура 3 на клапан



фиг.13 Концептуално проектиране на клапан по структурата от фиг.12

Пример 2

Задача: Да се извърши концептуално проектиране на кафеарка.

1. Друга възможност за определяне на съставните части и контактните повърхнини е да се използва ФПД на проектираното изделие (фиг.14). Анализът на ФПД показва, че основните съставни части, чрез които се реализират инженерните ефекти (ИЕ) и входовете и изходите им са показаните на фиг.15 [4] (с Р е означен преминаващия през частта поток).

Тъй като ел. проводите и тръбите са съставни части, които лесно могат да достигнат всяка точка на пространството на проектираното изделие, а топлопровода се осъществява през стената на нагревателя, то тези съставни части не са съществени от гл.т. на разположението на съставните части, поради което при първоначалното разглеждане няма да се вземат предвид. Същото се отнася за контейнер 1 и контейнер 2 поради приемането, че става дума за ръчна кафеарка, в която зареждането на насипно кафе и вода става не от „склад“ в кафеарката, а от ползувачия кафеарката.

И така налице са три съставни части, което означава 3 върха на графа. Ребрата следват от ФПД (фиг.15), като контактите са между съседните наименования в редицата „ел. провод-нагревател- топлопровод- изпарител- тръба 2-екстрактор- тръба 4“. Трите основни съставни части от една страна могат да бъдат отделени помежду си и свързани с останалите елементи, а от друга страна те могат да бъдат долепени един за друг, като тръбите могат да се оформят като кухни вътре в тях. С оглед намаляване на габаритите на изделието се приема втория вариант, т.е. от една страна контактуват нагревател и изпарител, а от друга страна изпарител и екстрактор. Затварящото звено остава да бъде между екстрактора и нагревателя.

2. Граф- моделът е даден на фиг. 16, където с 1 е означен нагревателя, с 2- изпарителя, а с 3- екстрактора.

Формите и на трите съставни части могат да се приемат като кухи и затворени, в които се реализират съответните ИЕ. Конкретната форма от функционална гл.т. може да бъде ци-

линдрична или призматична, като тя не е задължителна.

3. Базовата схематична структура, получена от програмата, е представена на фиг.17.

4. Последователните стъпки по получаване на опростения сборен чертеж на проектирания клапан са дадени на фиг.18.

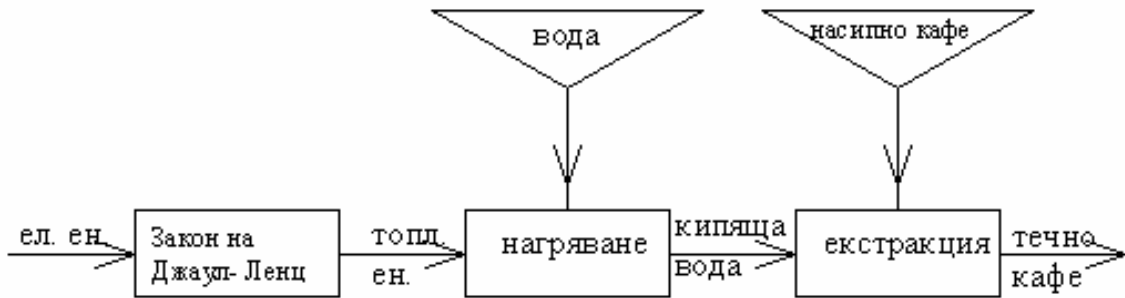
Устройството на кафеварката е следното: водата е поставена в изпарителя 2, който се нагрява от нагревател, разположен в 1 (не е показан в детайли); кипящата вода преминава през тръбопровода 2, продължава през перфорирания цилиндър 4 и навлиза в контейнера 5, който съ-

държа насипното кафе; контейнерът е решетъчен, тъй че полученото течно кафе слиза в долната част на нагревателя 1; кафето се излива през перфорирания втулка 6 и отвори в 1; капакът 7 чрез уплътнител закрепва конструкцията.

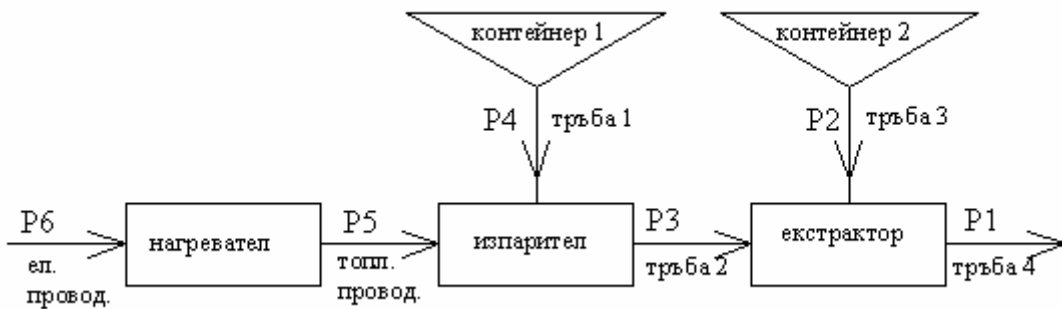
Трябва да се отбележи, че преобръщането на конструкцията на кафеварката от фиг.18 на 180° представлява сравнително проста задача.

5. Една вариантна структура, получена по програмен път, е изобразена на фиг.19.

6. Опростен сборен чертеж е представен на фиг.20а (начален етап) и фиг.20б (краен етап).

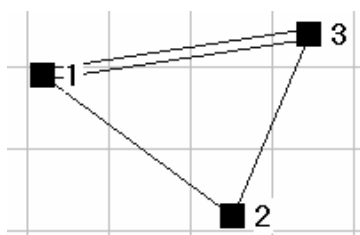


фиг.14 ФПД на проектираната кафеварка

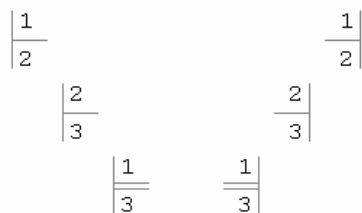


фиг.15 ФПД с основните съставни части на кафеварка

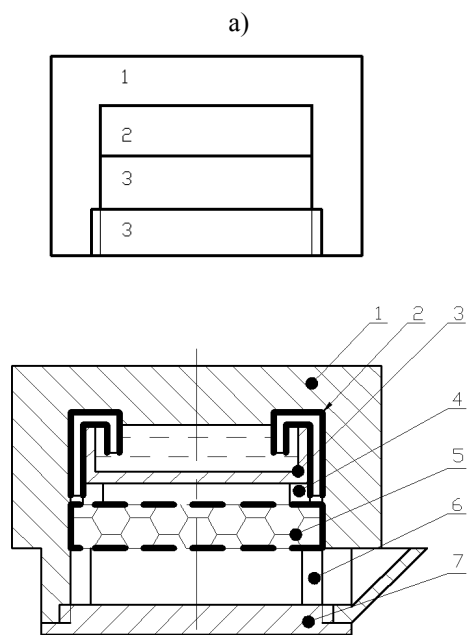
б)



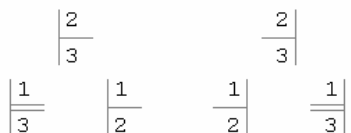
фиг.16 Граф- модел на кафеварка



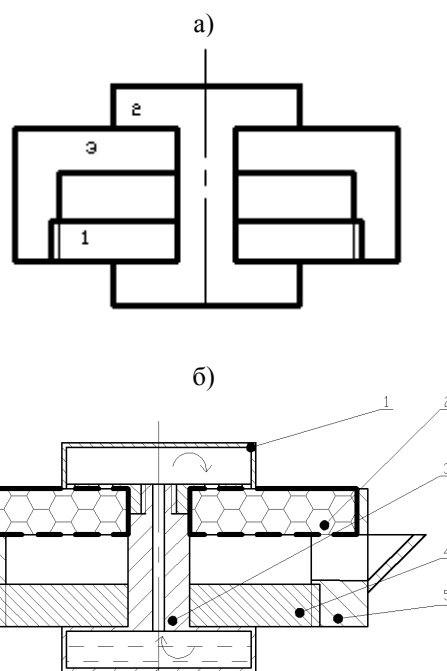
фиг.17 Схематична структура 1 на кафеварка



фиг.18 Концептуално проектиране на кафеварка по структурата от фиг.17



фиг.19 Схематична структура 2 на кафеварка



фиг.20 Концептуално проектиране на кафеварка по структурата от фиг.19

За отбелязване е, че методът “Graph” позволява в една немалка степен формализация на процеса на концептуалното проектиране на техническите обекти. За тази цел е необходимо съставяне на база данни със структури и съответни структурни чертежи. Под структурни чертежи в настоящата работа се разбира опростени сборни чертежи, които съответствуват на зададената структура. Тези структури и чертежи са независими от конкретния вид изделие, а са свързани единствено с вида на графа. Така например за граф с 3 върха се съставят чрез програмата 9 вида структури, а по тях съответните опростени сборни чертежи, при 4 върха- те са 27 броя, а при 5- 81 броя. Използуването на базата данни може да се извърши по метода, даден по-долу.

3. МОДИФИКАЦИЯ „БАЗА ДАННИ СЪС СТРУКТУРИ И СТРУКТУРНИ ЧЕРТЕЖИ”

Една модификация на метода, даден по-горе, може да се получи чрез използване на База данни по следния

Алгоритъм

1. Съставяне на граф- модела на проектираното изделие.

2. Привежда се графът в съответствие с изискванията на програмата "Graph".

Ако графът се състои от повече от един цикъл, то следва да се премахнат ребра или всеки цикъл да се разглежда като самостоятелен такъв.

В първият случай премахнатото ребро (контактна връзка) по- късно следва да бъде добавено в структурния чертеж.

Във втория случай след приключване с единия цикъл и получаване на структурния чертеж, се преминава към втория цикъл като се приема, че общата част за двата цикъла е фиксирана/ известна, т.е. тя се приема за една съставна част.

3. Уточняват се особените съставни части на проектираното изделие. Особени части са тези, в които настъпват промени при функциониране на изделие, напр. се деформират или са със специфична форма.

4. Извеждат се от базата данни със структури и структурни чертежи тези от тях, които отговарят на графа от т.2.

Заб. Използването на всички възможни структури и чертежи не е задължително. Броят им се определя от приетия брой варианти на изделието, които ще се търсят.

5. За всеки структурен чертеж от т.4:

5.1. Отразяват се особените детайли.

5.2. Дооформя се структурният чертеж от гл.т. на функциониране, сглобяване и разглобяване на изделието. При необходимост се премахват или добавят съставни части. Полученият чертеж представлява опростен сборен чертеж.

Задачите, които могат да се решат с помощта на разработения метод са:

1. Концептуално проектиране на ТО.

Определянето на върховете и ребрата на графа може да се извърши чрез:

- ФПД (вж. пример 2);

- друг вид описание, дадено в [1].

2. Геометрично проектиране (пространствено геометрично оформление на СЕ).

В случая то се свежда до търсене на варианти на получено по някой метод за проектиране на проектно решение на ТО. За тази цел решението се представя като изходен обект (обект- аналог)- вж. пример 1.

3. Редизайн.

При препроектирането изделието е изработено и се търси нов негов вариант. Задачата се решава както задачата за геометрично проектиране, т.е. изделието се явява изходен обект.

Чрез по- горните задачи се решават и трансформациите на описанията [1]:

4. По ФПД- ЧС (чертеж сборен) и

5. По СЧас (съставни части)- ЧС.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работата е разработен метод за концептуално проектиране на технически обекти, наречен „Графово моделиране“. Методът може да се използва както при проектирането, така и при редизайн на произволен технически обект.

Литература

1. **Лепаров М.** Метод „Описания“ за концептуално проектиране на технически обекти, Българско списание за инженерно проектиране, 2012, № 10.

2. **Лепаров М., М. Вичева, М. Георгиев** Основи на инженерното проектиране, С., Софттрейд, 2011.

3. **Лепаров М.** Методология за геометрично проектиране на механично изделие, хабил. труд, С., България, Технически университет, 1997.

4. **Лепаров М.** Относно пресмятанята в процеса на проектиране на технически обекти, Българско списание за инженерно проектиране, 2011, № 9.

METHOD “GRAPH MODELING” FOR CONCEPTUAL DESIGN OF TECHNICAL OBJECTS

Mihail LEPAROV

“OTSK” department, technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: mleparov@tu-sofia.bg

Summary: A method for conceptual design of any technical object is proposed in the paper. The method is based on graph model of the designed object and developed software “Graph”. It is represented by the heuristic algorithm and illustrated by an example.

Keywords: design, conceptual design, technical object

DEVELOPMENT A SYSTEM FOR TREATMENT AND CONTROL OF POSTTRAUMATIC STRESS, BASED ON MCU MSP430F149

Ljudmila TANEVA¹ Valentin HRISTOV²

¹Department of Electronic Engineering and Technology, Technical University of Sofia, Kliment Ohridski Boulevard 8, Sofia, Bulgaria, e-mail: lusy_t@yahoo.com

²Computer systems and technologies department, Southwest University "N.Rilski" - Blagoevgrad, Bulgaria e-mail: v_hristov@swu.bg

Abstract: Eye Movement Desensitization and Reprocessing therapy is a new form of psychotherapy and its effect has been earlier obtained in a subjective way of the therapist's assessment. Based on MCU MSP430Fx architecture a complex microprocessor system for objective evaluation of the treatment is developed and this paper presents the structure and main characteristics of the device, which consists of three main modules: 1) Block for bilateral stimulation, including: speed control of monitoring, color background control, management of the tactile transducers, tone generators 2) Block of physiological signals including: limbs peripheral temperature measurement, ECG, pulse wave, the trend of change in arterial systolic blood pressure, galvanic skin response 3) Control block for transfer and visualization of the results.

Keywords: Microprocessor system, Treatment evaluation, Eye Movement Desensitization and Reprocessing.

1. INTRODUCTION

This article presents a system for objective evaluation of results during and after Eye Movement Desensitization and Reprocessing (EMDR) therapy. The aim is to improve the effectiveness of the EMDR method by changing the parameters of the bilateral stimulation, with the possibility of simultaneous application of bio-feedback therapy.

EMDR is a form of psychotherapy that uses a structured approach for addressing past, present and future aspects of memory disorder. [3] The basis of this therapy is the subject recalling the disturbing remembrance in many short intervals of 10-15 seconds each, while focusing on led by the therapist stimulation of bilateral attention through two-way eye movement, successive hands tapping or two-sided auditory stimulation. After each session of bilateral stimulation of attention, the subject is asked what associations have emerged during this procedure. It is usual, this new material to become the focus of the next session. During a session this process of bilateral stimulation of the attention and the emergence of associations is performed multiple times.

It is believed that EMDR works directly with the memory networks and enhances the processing of information, accumulating the associations of traumatic remembrance and the more adaptive information contained in other semantic networks of

memory [4]. It is believed also that stressful material transforms, when links with more positive and realistic information. The result is a transformation of the emotional, sensory and cognitive components of the remembrance, so when it reappears, the individual will not be in distress anymore.

2. EFFICACY OF THE EMDR THERAPY

Many authors studied the efficacy of EMDR therapy and some of them consider that there is no empirically received evidence capable of giving a convincing explanation for the effects of this method. Now the therapist's assessment of the patient's condition during EMDR therapy is subjective and this affects the way the therapy is conducted as well as the final results. For solution of this problem is developed a complex microprocessor system for objective evaluation of the EMDR treatment. The main goal is to obtain independent results and answer the questions: What is the efficacy of EMDR and what is the efficacy of EMDR compared to other treatments?

The developed system must answer the questions about EMDR efficacy and the results could be used as a base of future theoretical model that can explain the effects of EMDR therapy. The bilateral stimulation could be further evaluated, using this system, which might result in change to the method of EMDR.

3. SYSTEM FOR TREATMENT AND CONTROL OF POSTTRAUMATIC STRESS DURING EMDR THERAPY

The developed system for objective evaluation of the EMDR treatment is built on 16-bit RISC microcontroller (MCU) MSP430F149 [5]. The MCU consist of 16-bit RISC core, 16-bit registers and big sets of peripherals. The developed system has hardware multiplication, communication capability using asynchronous and synchronous protocols, 12 bit analog-to-digital converter, two timers, Watchdog timer, 60kB Flash memory and 2kB RAM. The Timer modules have similar functions although some of them could be very different. The Timer system includes other devices with timer functions – Watchdog timer, pulse-width modulation (PWM) module, Pulse Accumulator. The basic functions used in the experiments are:

1) Input Capture (IC) - to capture the timer value when an external event occurs. Applications of Timer Input Capture include:

- counting pulses from external sources;
- measuring the parameters of input signals (wave form analysis)

2) Output comparison (OC) - to program an action to occur at a specific time when 16-bit counter reaches a specific value. The value of the Capture/Compare Register is compared to the value of the free-running counter on every bus cycle. When matching occurs, a programmed event takes place, such as changing the state of output, or generating an interrupt. The function OC here is used for:

- generating of time intervals;
- generating a pulse or sequence of pulses with programmable parameters;
- PWM signals;
- generating interrupts;
- programmable delays;

A digital –controlled oscillator, together with the frequency lock-loop, provides a fast wake up from the low power mode to the active mode in less than 6 μ s. The MSP430F149 architecture, combined with five low power modes is very useful for medical purposes.

The block diagram of the proposed system (Fig. 1) consists of three main modules:

1. Block for bilateral stimulation, including: speed control of monitoring, color background control, management of the tactile transducers (vibrators for left/right hand) and tone generators (left/right ear).

2. Block of physiological signals including: limbs peripheral temperature measurement, electrocardiogram (ECG), pulse wave, the trend of change in arterial systolic blood pressure and galvanic skin response.

3. Control block including microcontroller and PC with software for control and visualization of the results, interconnected via USB interface

The block for stimulating eye movement is controlled by the microcontroller through a 48-bit shift register. The glow time t_e for each light element of the light bar is determined by the correlation (1).

$$t_e = T_s / 2.n \quad (1)$$

where: T_s is the duration of two eye saccades (left to right and right to left). Typically T_s is in the range 1000~4000 ms; n is the number of the light bar elements.

For t_e generation is used one of the microcontroller's timers. Upon t_e expiration the shift register content is shifted one step and the next light element of the light bar is activated, forming "running light" effect.

The effectiveness of the EMDR therapy depends also on the color of the background behind the light bar, which is controlled by the Background Color Control block. There are various methods for color generation and one of them is by use of red, green and blue LEDs, controlled with pulse-width modulation, which is used in this system. For generation of the pulse patterns for PWM are used another three timers of the microcontroller and this is an easy and resource efficient solution. The generated color E_c is expressed by the formula (2):

$$E_c = f(T_R, T_G, T_B) \quad (2)$$

where the above three arguments are the respective PWM duty cycles for the three colors red, green and blue.

For generation of the audio stimulation tones are used Timer A and Timer B, where the desired frequency is programmed by PC in Hz. The timers are configured to work in Up Mode (toggle set mode).

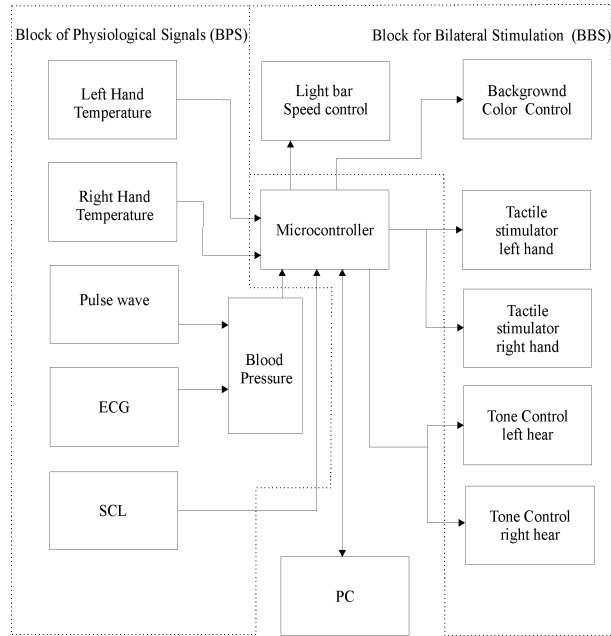


fig. 1. Block diagram of the proposed system for conducting EMBR therapy

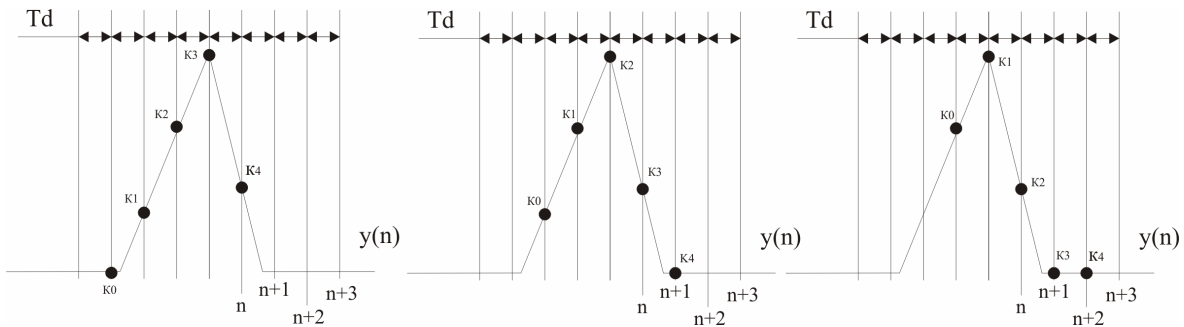


fig. 2. Algorithm for extremum detection using the midpoint method: a – Extremum in the left part of the array, no max; b – Common extremum for the both parts of the array, there is max; c- Extremum in the right part of the array, no max

For sensorimotor stimulation of both hands is used micro-electric motor with weights attached to its axle eccentrically.

The result of the session is evaluated subjectively by the test person in accordance with patient's condition before and after the session and objectively using the block for physiological signals.

By measuring the temperature of the limbs (left and right hand) is estimated the intensity of the work of the left and the right hemispheres of the brain. The temperature is measured using thermal sensors.

An important criterion for determining the status of the autonomic (visceral) nervous system is the heart rate. The lower the heart rate the calmer the examined person is. The heart rate could be obtained by processing the data from the ECG block channel or from the data of the pulse wave block. For this purpose it is necessary the period of each cardiac cycle, which is typical for both considered channels, to be measured. The period is determined by measuring in real-time the time between the maximums of the cycle for any of the two channels. Since ECG has clearly expressed maximum in the

zone of the QRS complex, it is convenient to work with data coming from the block of ECG. The method for determining the extremum (maximum) is the “method of midpoint” [1, 2]. In this method is used one-dimensional array with N elements:

$$M[N], N = 2 \cdot k + 1 \quad (3)$$

where $k = 1, 2, 3, \dots, n$.

The array $M[N]$ is always with odd number of elements and is updated by LIFO (LastIn FirstOut) method:

$$\begin{aligned} M[0] &= M[1], \\ M[1] &= M[2], \\ &\dots \\ M[2k+1] &= y(n) \end{aligned} \quad (4)$$

where $y(n)$ is the current converted discrete from the ECG signal. At each change of the array content the Inx index of the element with the highest value is defined. If the condition (5) is satisfied it is assumed that a local extremum (maximum) is found. The work of the algorithm is illustrated in Fig. 2 for $k = 2$ and $N = 5$ in formula (3).

$$Inx = \max \{M[N]\} = M\left[\frac{N-1}{2}\right] \quad (5)$$

If there is a local extremum the condition (5) must be satisfied, i.e. $K2=M[2]$ must have the highest value of all elements of the array of $M[N]$. The satisfaction of this condition is illustrated in Fig. 2 b.

The heart rate (HR) is determined by the number of discrete intervals between the two maximums of the signal. It is measured in contractions per minute (6):

$$HR = \frac{60000}{(n_{p+1max} - n_{pmax}) \cdot T_d} \quad (6)$$

where n_{p+1max} and n_{pmax} are the indexes of two adjacent peaks of the signal $y(n)$; T_d is the sampling period in ms.

Another important physiological parameter that provides information on the autonomic nervous system is the blood pressure and more specifically the trend of its systolic component. The method is based on the timing of distribution of pulse wave in a closed hydraulic system such as the human blood circulatory system.

In order to conduct the measurement, it is necessary to register propagation time of pulse wave

using the related with it QRS complex from ECG in the remote point of human body.

Usually the remote section is one of the limbs - hand or leg, but the ear could be used as well. A block diagram of such a device is shown in Fig. 3.

While measuring the time for distribution of a pulse wave, as starting point is selected the registered R-wave of the ECG, which corresponds to the full contraction of the heart chambers [5, 6, 7]. As end point for the measuring of the of the distribution time TDPW is used the maximum of the pulse wave PW registered at the remote location of the measurement.



fig. 3. Block diagram for time measurement for AKH

The characteristic points for both channels are determined using the described algorithm (3-5). The pulse wave pick always lags behind the pick of the QRS-complex. The systolic component of the blood pressure is a function of the time delay of the PW maximum, to the maximum of the QRS complex (See formulae (7), and formulae (8).

$$T_{DPW} = (n_{PWmax} - n_{QRSmax}) \cdot T_d \quad (7)$$

$$BP_{SYS} = f(T_{DPW}) \quad (8)$$

The galvanic skin response SCL (skin conductance level), similarly to the arterial blood pressure, also provides objective information about the condition of the examined person. The change in skin resistance provides information on the electrolyte balance of the subject. Calm state is characterized by values 1-2 MOhm, while in a state of anxiety SCL can reach values as low as 200-500 kOhm. The SCL block is built as a device for measuring of the electrical resistance with DC current. The generator current is 30 μ A. The information recorded by all physiological channels is forwarded to a PC via USB interface and there it is displayed, secondary processed and stored in a database.

4. CONCLUSIONS

This paper presents structure and main experimental characteristics of the device for objective evaluation of the results during and after eye movement desensitisation and reprocessing therapy. The presented microprocessor system allows not only bilateral stimulation of the eyes, but also activation of other receptors, for example the auditory receptors and the sense the touch. With the help of the information from the block of physiological channels an objective assessment of the result of the treatment by use of the EMDR method could be made. The availability of other stimulators and the ability to vary their parameters, allows more complex study of the EMDR method to be conducted and the effectiveness of therapy to be increased.

All the source code for the experiments provided in this report are completed with the integrated development environment IAR Embedded Workbench. The programs are tested on demo board and could be performed on others with some corrections. The experiments could be upgraded with adding some new components and the area of applications could be extended..

References

1. **Pan J., Tompkins W.** A Real Time QRS-detection Algorithm // IEEE Trans. Biomed. Eng. - 1985. - No 33. - P. 1157-1165.
2. **Lin P., Chang W.** A Technique for Automated Arrhythmia Detection of Holter ECG // In Proceedings of Engineering in Medicine and Biology. - 1997. - No 35. - P. 626-631.
3. **Shapiro F.** Eye Movement Desensitization and Reprocessing (EMDR) and Anxiety Disorders. Clinical and Research Implications of an Integrated Psychotherapy Treatment // Journal of Anxiety Disorders. – 1999. - No. 13. – P. 35-68.
4. **Coetzee R., Regel S.** Eye Movement Desensitisation and Reprocessing: an update // Advances in Psychiatric Treatment. – 2005. – No 11. – P. 247-354.
5. **Daubechies I.** Orthonormal Basis of Compactly Supported Wavelets // Comm. Pure Applied Mathematics. -1988. – No 41. – P. 909-996.
6. **Morlet D., Couders J., Touboul P., Rubel P.** Wavelet Analysis of High-resolution ECGs in Point-Infarction Patients Role of the Basic Wavelet and of the Analyzed Lead // International Journal Biomedicine Computing. – 1995. – No 39. – P. 311-325.
7. **Mallat S.** A Theory of Multiresolution Signal Decomposition: The Wavelet Representation // IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 1989. – No 11. – P. 429-457.
8. **Texas Instruments** MSP430 Family Mixed Signal Microcontroller // Application Reports. - 2003.

ВЛИЯНИЕ НА ОСНОВНИТЕ КОНСТРУКТИВНИ ПАРАМЕТРИ ВЪРХУ ЕНЕРГИЙНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ПРОБИВНИТЕ МАШИНИ

Димитър ВАСИЛЕВ¹ Иван МИНИН²

¹ катедра „Механизация на мините“, Минно-геоложки университет - София, България
e-mail: vaskovas@tea.bg

² катедра „Механизация на мините“, Минно-геоложки университет - София, България
e-mail: minin@dir.bg

Резюме: В статията се разглежда влиянието на различните конструктивни параметри на пробивните машини върху енергийните им показатели. Изследвано е влиянието на площта на работната повърхност, работния ход и масата на буталото и налягането на съгъстения въздух или масло върху скоростта на пробиване, относителният разход на работен флуид, коефициентът на полезно действие, енергията и честотата на ударите и ударната мощност. Показани са и специфичните изисквания при избора на основните конструктивни параметри на различните типове пробивни машини.

Ключови думи: пробивни машини, бутало, флуид, налягане, енергия, ударна мощност

При конструирането на нови пробивни машини, както и при изборът им, от голямо значение е да се познава влиянието на различните конструктивни параметри върху основните технологични показатели.

Основните технологични и качествени показатели на тези машини са скоростта на пробиване, относителният разход на работен флуид, коефициентът на полезно действие, енергията и честотата на ударите и ударната мощност.

Поради това се направи теоретично изследване показващо влиянието на площта на работната повърхност, работния ход и масата на буталото и налягането на съгъстения въздух или масло върху тези показатели.

1. ТЕОРЕТИЧНА ПОСТАНОВКА

Изследването се извършва съгласно следните теоретични [1] зависимости:

Определянето на енергията на удара се определя съгласно следната зависимост:

$$A_v = \frac{m_B \cdot v_B^2}{2} = P \cdot S \cdot l_B, J \quad (1)$$

Където:

- m_B е масата на буталото, kg ;
- v_B - пред ударна скорост на буталото, m/s ;
- P - работно налягането на флуида, Pa ;
- S - работна площ на буталото, m^2 ;

- l_B - работен ход на буталото, m .

Честотата на ударите се определят съгласно следната зависимост:

$$n = \left(\frac{P \cdot S}{l_B \cdot m_B} \right)^{\frac{1}{2}}, s^{-1} \quad (2)$$

Ударната мощност може да се определи от формулата:

$$N = A_v \cdot n = \frac{P^{\frac{3}{2}} \cdot S^{\frac{3}{2}} \cdot l_B^{\frac{1}{2}}}{m_B^{\frac{1}{2}}}, W \quad (3)$$

Скоростта на пробиване се определя от израза:

$$v_{np} = \frac{A_v \cdot n}{d^2 \cdot \sigma_{CM}}, m/s \quad (4)$$

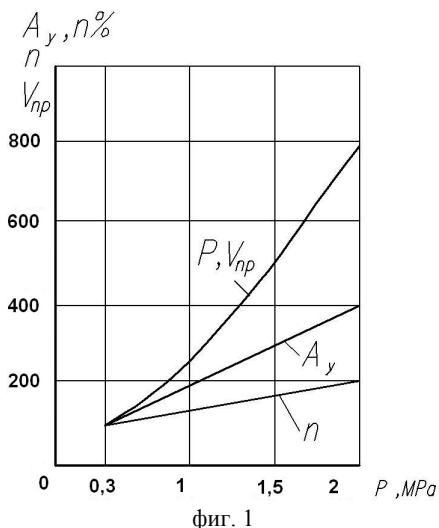
Където:

- d е диаметърът на пробивания отвор, m ;
- σ_{CM} - напрежение на смачкване на материала, N/m^2 .

При настоящото теоретично изследване се променя само един от участващите в уравнението параметри, а останалите се приема, че са постоянни. За да бъдат обхванат всички видове пробивни машини промяната на параметрите е направена в проценти, а на променящите се показатели в пъти.

2. РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗСЛЕДВАНЕТО

Влиянието на налягането на работния флуид P и работната повърхност на буталото S , върху енергията и честотата на ударите, ударната мощност и скоростта на пробиване е еднозначно (фиг.1).



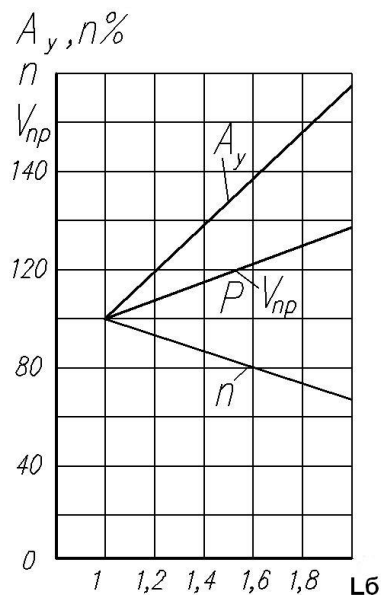
С нарастване на налягането на работния флуид и на работната повърхност на буталото, най-бавно нараства честотата на ударите. При увеличение на P и S четири пъти, честотата на ударите нарастват два пъти. Двукратно по-бързо в сравнение от честотата на ударите, нараства енергията на удара A_y . Ударната мощност и скоростта на пробиване, като произведение на P и S нарастват най бързо. При четирикратно нарастване на P и S , n и v_{np} нарастват осем пъти. Видно е, че съществуват големи резерви при увеличение на работното налягане на флуида и активната площ на буталото, но това понякога е невъзможно.

На фигура 2 е показано влиянието на дължината на хода на буталото върху енергията и честотата на ударите, ударната мощност и скоростта на пробиване.

С нарастване на дължината на хода на буталото l_B , честотата на ударите намалява.

Обратно, поради увеличение на пред ударната скорост на буталото, най-бързо расте енергията

на удара, а произведението на n и A_y осигурява едно средно нарастване на ударната мощност P и скоростта на пробиване v_{np} .



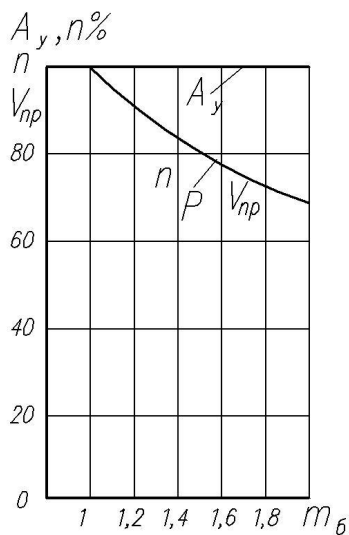
В повечето случаи нарастването на дължината на хода на буталото се отразява положително върху постигнатите резултати. Това увеличаване трябва да бъде съобразено с критичната пред ударна скорост на буталото и неговата маса. Тези два параметъра оказват противоположно влияние. При еднакво увеличение на l_B и m_B резултатите не се променят.

Влиянието на масата на буталото върху изследваните параметри е показано на фиг.3.

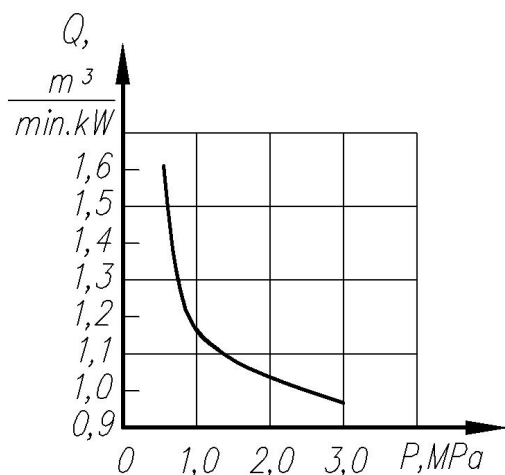
Масата на буталото не влияе на енергията на удара. Причина за това е фактът, че масата на буталото влияе на пред ударната скорост на буталото.

В израза за енергията на удара скоростта на буталото е на втора степен. Масата на буталото влияе еднакво върху честотата на ударите, ударната мощност и скоростта на пробиване. С увеличаване на тази маса тези показатели намаляват на степен $\frac{1}{2}$.

Влиянието на налягането на работния флуид P върху относителния му разход Q е показано на фигура 4.



фиг. 3



фиг. 4

Относителният разход е параметър, който представлява изразходваното количество масло или сгъстен въздух в минута за единица мощност. Относителният разход се припокрива с коефициентът на полезно действие на машината. С нарастване на налягането на работния флуид, той намалява, като най-бързо е това намаление в диапазона $0,5 \div 1 \text{ MPa}$.

Показаните на фигурите зависимости дават най-общи изисквания при избор на конструктивни параметри на всички видове пробивни и къртачни машини с ударно действие и с хидравлично или въздушно задвижване. Всяка група машини, разбира се, има свои особености, които трябва да се вземат по внимание.

Сравнително малки са възможностите за подобряване на показателите при ръчните пробивни машини чрез по-рационално подбиране на основните конструктивни параметри. При тях възможностите за увеличаване на ударната мощност и скоростта на пробиване са ограничени поради нарастване на вибрациите в машината и от необходимостта от по-голям осев натиск.

За тежките пробивни машини работещи върху манипулатори такива ограничения не съществуват. За тях трябва да се приемат параметри, които едновременно осигуряват увеличение на честотата и енергията на удара. Това по-трудно се постига при пневматичните пробивни машини поради ограничената енерго осигуреност. Най-големи възможности за това имат хидравличните пробивни машини. За тях ограничаващо условие е единствено критичната предупредна скорост на буталото и издръжливостта на пробивния инструмент. При нарастване на предупредна скорост на буталото над критичната, трябва да се увеличи масата на буталото.

Много ограничени са възможностите за подобряване на показателите на потопяемите пневмоударници, тъй като работната площ на буталото е ограничена от диаметърът на сондажа. Също така трудно може да се осигури по-нататъшно нарастване на налягането на сгъстен въздух. От друга страна съществува сериозен проблем с охлаждането на подвижните компресори, а от друга страна за постигане на високи налягания е необходима голяма задвижваща мощност, което би намалило ефекта от предприетите мерки. Големи резерви съществуват при създаване на хидравличните потопяеми пробивни машини [2]. Създаването на такива машини позволява пробиването на дълбоки сондажи с голямо сечение при неколкосткратно по-високи скорости.

3. ИЗВОДИ

Въз основа на извършените изследвания могат да се направят следните изводи:

1. Качествата на пробивните машини зависят от налягането на работния флуид и от основните конструктивни параметри – работна площ, дължина на хода и масата на буталото.

2. Главните критерии за оценка на пробивните машини са скоростта на пробиване, относителният разход и коефициентът на полезно действие.

3. Изборът на основни конструктивни параметри на пробивните машини трябва да бъдат съобразени със специфичните особености на различните видове пробивни машини.

Литература

1. Шейретов Х., и др. – Курсово проектиране на минни машини. София, Техника 1980.

2. Дроздов, Н. Е. и др. – Строительные машины и оборудование. Курсовое и дипломное проектирование. Стройиздат, Москва, 1988.

THE INFLUENCE OF BASIC DESIGN PARAMETERS ON THE ENERGY PERFORMANCE OF DRILLING MACHINES

Dimitar VASILEV¹ Ivan MININ²

¹Department “Mechanization of mines”, University of mining and geology “St. Ivan Rilski” – Sofia, Bulgaria
e-mail: vaskovas@tea.bg

²Department “Mechanization of mines”, University of mining and geology “St. Ivan Rilski” – Sofia, Bulgaria
e-mail: minin@dir.bg

Abstract: This paper examines the impact of various design parameters of drilling machines onto their energy parameters. It is carried out a study of the influence of the working surface area, the working stroke and the mass of the piston, also the pressure of compressed air or oil on the drilling speed, the relative consumption of working fluid, the energy conversion efficiency, the energy and frequency of strikes and the impact energy. The specific requirements in the choice of basic design parameters of various types of drilling machines are also presented

Keywords: drilling machines, piston, fluid, pressure, energy, impact energy

ОЦЕНКА И ФОРМИРОВАНИЕ ВЕКТОРА СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА КОПАНИЮ НА ЗУБЬЯХ КОВША МОЩНОГО ОДНОКОВШОВОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА ПРЯМОГО КОПАНИЯ

Пётр ПОБЕГАЙЛО

ИМАШ им. Благодирова А.А. РАН, Россия

e-mail: petrp214@yandex.ru

Резюме: В настоящей работе рассмотрен вопрос об оценке и формировании вектора силы сопротивления грунта копанию на зубьях ковша мощного одноковшового гидравлического экскаватора прямого копания

Ключевые слова: одноковшовый гидравлический экскаватор; рабочее оборудование; сила сопротивления грунта копанию

Настоящая работа продолжает исследования начатые Крикуном А.В. [1] в МГСУ.

Одной из причин неудачного отечественного опыта промышленного освоения мощных гидравлических экскаваторов (МГЭ) стало отсутствие целого ряда теоретических положений, необходимых на стадии проектирования, в частности, касающихся вопросов определения нагрузок, действующих на рабочее оборудование (РО) экскаватора в процессе копания.

Речь идет об ориентации вектора силы сопротивления грунта копанию относительно радиуса копания, точнее, о количественном соотношении касательной P_{01} и нормальной P_{02} составляющих силы сопротивления грунта копанию. Для механических экскаваторов этот вопрос подробно исследован [2, 3 и др.], однако для МГЭ полученные результаты не приемлемы. В области строительных гидравлических экскаваторов была создана программа МЕСН [4 и др.]. В ней указанная неопределенность устраняется перебором направлений силы P_0 в диапазоне от 60 до 120 градусов относительно радиуса копания, т.е. в диапазоне от -30 до +30 градусов относительно направления ее касательной составляющей. Иными словами, нормальная составляющая варьируется в интервале 57,7% от касательной. Формальное распространение данного интервала на МГЭ не допустимо.

На базе экспериментального материала для экскаватора ЭГ-12А проведена статистическая обработка рассматриваемого параметра при выполнении операции копания. Движущими механизмами являлись гидроцилиндры рукояти и

ковша. Копания гидроцилиндрами стрелы не встречалось. В таблице 1 приведена статистическая информация по распределению угла наклона вектора силы сопротивления грунта копанию к радиусу копания. За 100% принято количество измерений угла в каждом из восьми рассматриваемых режимов копания. Полученный интервал от 70 до 150 градусов несколько смещен относительно предложенного для строительных гидравлических экскаваторов. Указанное смещение в сторону верхней границы особенно заметно при дросселировании рабочей жидкости из поршневых полостей гидроцилиндров стрелы (колонки 4, 5, 10 и 11 в таблице 1).

Рассмотрение причин этого явления выявило взаимосвязь ориентации вектора суммарной силы сопротивления грунта копанию с податливостью рабочей жидкости и жесткостью разрабатываемого грунта [1]. Для конкретизации, в качестве копающего механизма выберем рукоять. В этом случае отрезок ВD (рис. 1) имитирует радиус копания. Перпендикулярная к радиусу копания реакция грунта R, которую в первом приближении можно считать касательной составляющей P_{01} суммарной силы сопротивления грунта копанию P_0 , определяется давлением в поршневых полостях гидроцилиндров рукояти P_p :

$$R = \frac{0,25 \cdot P_p \cdot \pi \cdot D_p^2 \cdot k_p \cdot h_p - M_B^G}{BD} \quad (1)$$

где D_p – диаметр поршня гидроцилиндра рукояти; k_p – количество гидроцилиндров рукояти; h_p – плечо силы P_p , развиваемой гидроцилинд-

ром рукояти, относительно шарнира стрела – рукоять; M_B^G – суммарный момент от веса рукояти, ковша, гидроцилиндров ковша и половины

веса гидроцилиндров рукояти относительно шарнира стрела-рукоять.

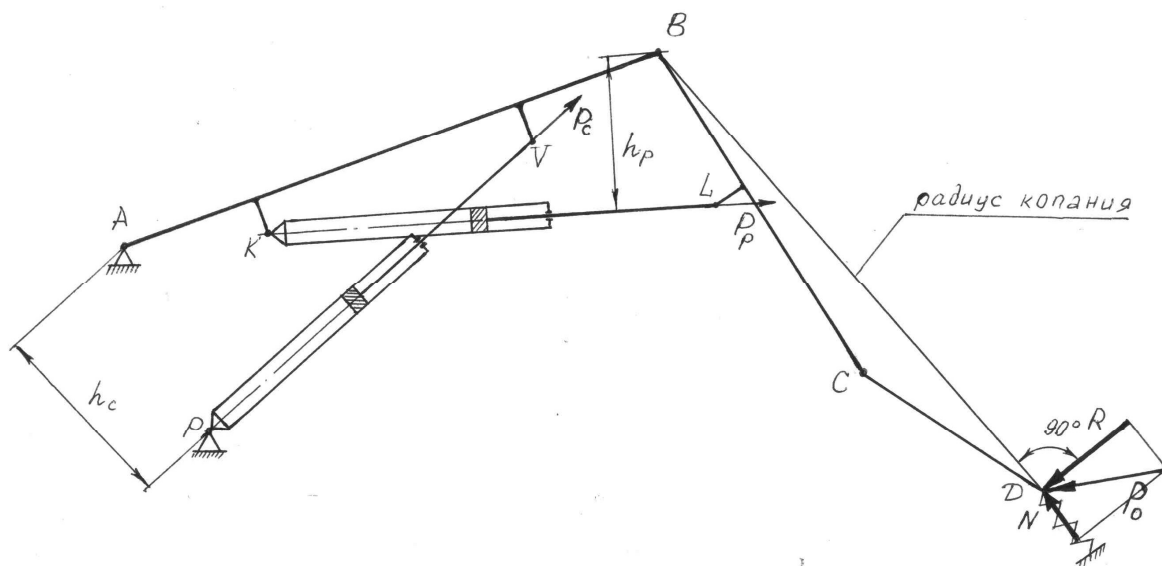


Рис. 1 Схема взаимодействия режущей кромки ковша с грунтом

Для равенства суммы моментов относительно пяты стрелы (точка А), потребуется дополнительное (относительно удерживающего собственный вес) усилие на штоках ее гидроцилиндров ΔP_c , или, что то же самое, дополнительное реактивное давление Δp_c в поршневых полостях. Так как приращение давления Δp_c связано со сжатием дополнительного объема рабочей жидкости ΔV [5], то:

$$\Delta p_c = \chi_V \cdot \frac{\Delta V}{V} \quad (2)$$

где V – текущий объем жидкости в исследуемых полостях; χ_V – объемный модуль упругости рабочей жидкости; и понадобится линейное перемещение поршня Δl , приводящее к повороту конструкции относительно пяты стрелы по часовой стрелке. В результате появляется реактивная составляющая N , пропорциональная жесткости грунта C_r и его сжатию Δm :

$$N = C_r \cdot \Delta m \quad (3)$$

Баланс моментов относительно пяты стрелы определяется следующим образом [6]:

$$-\chi_V \cdot \frac{\Delta V}{V} \cdot \frac{\pi \cdot D_c^2}{4} \cdot h_c \cdot k_c + R \cdot AD \cdot \cos(\angle ADB) - N \cdot AD \cdot \sin(\angle ADB) = 0 \quad (4)$$

где D_c – диаметр поршня гидроцилиндра стрелы; k_c – количество гидроцилиндров стрелы; h_c – плечо силы P_c , развиваемой гидроцилиндром стрелы, относительно пяты стрелы.

Выразим сжатие дополнительного объема рабочей жидкости ΔV через линейное перемещение поршня Δl и его диаметр D_c :

$$\Delta V = \Delta l \cdot \frac{\pi \cdot D_c^2}{4} \quad (5)$$

Используя выражения (3) и (5), а также выполнив деление на AD , формулу (4) можно представить так:

$$-\chi_v \cdot \frac{\Delta l}{V \cdot AD} \cdot \frac{\pi^2 \cdot D_c^4}{16} \cdot h_c \cdot k_c + R \cdot \cos(\angle ADB) -$$

$$-C_r \cdot \Delta m \cdot \sin(\angle ADB) = 0$$

Полученное выражение однозначно связывает между собой линейное перемещение штока гидроцилиндра стрелы Δl и сжатие грунта Δm в каждом расчетном положении РО.

С другой стороны параметры Δl и Δm жестко связаны между собой геометрически, т.е. сжатие грунта Δm есть ни что иное, как проекция на радиус копания перемещения кромки зуба ковша (рис. 2), следующей зависимостью:

$$\Delta m = 2 \cdot AD \cdot \sin\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi - (\alpha - \beta)}{2} - \angle ADB\right)$$

$$(7)$$

где угол α определяется так:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{AP^2 + AV^2 - PV^2}{2 \cdot AP \cdot AV}\right)$$

$$(8)$$

а угол β находится по формуле:

$$\beta = \arccos\left(\frac{AP^2 + AV^2 - (PV - \Delta l)^2}{2 \cdot AP \cdot AV}\right)$$

$$(9)$$

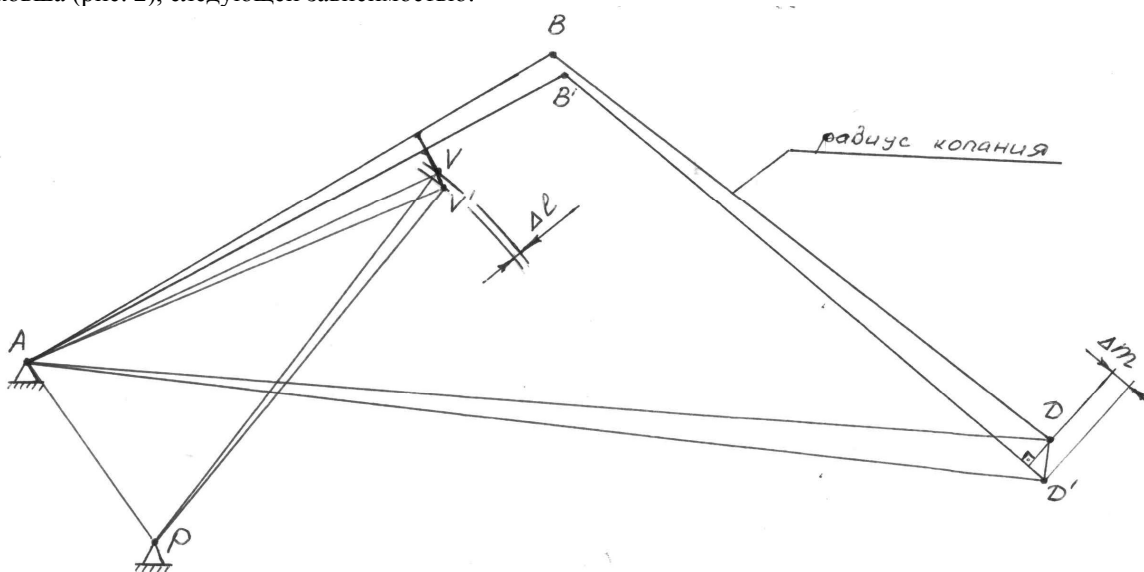


рис. 2 Схема определения сжатия грунта в зависимости от величины просадки штока гидроцилиндра стрелы при копании рукоятью

Подставляя формулу (7) в формулу (6) получим трансцендентное уравнение с одним неизвестным:

$$-\chi_v \cdot \frac{\Delta l}{V \cdot AD} \cdot \frac{\pi^2 \cdot D_c^4}{16} \cdot h_c \cdot k_c + R \cdot \cos(\angle ADB) -$$

$$-C_r \cdot \sin(\angle ADB) \times \left(2 \cdot AD \cdot \sin\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{\pi - (\alpha - \beta)}{2} - \angle ADB\right) \right) = 0$$

$$(10)$$

Для решения этого уравнения можно воспользоваться методом половинного деления [7], легко реализуемого на ЭВМ.

Решением уравнения (10) является величина Δl – линейное перемещение штока гидроцилиндра стрелы. Подставляя ее значение в уравнение (9) по формуле (7) можно определить сжатие грунта Δm , что, в дальнейшем приведет к определению конкретных значений реактивных составляющих R и N , а следовательно и вектора силы сопротивления грунта копанию P_0 в данном конкретном положении РО, при заданных геометрических размерах РО и при заданных

физико-механических характеристиках рабочей жидкости и грунта.

Описанный выше подход к определению вектора силы сопротивления грунта копанию P_0 и ее реактивных составляющих R и N при копании рукоятью можно распространить и на режим копания ковшом, учитывая лишь кинематические особенности схемы соответствующего механизма копания.

Необходимо отметить, что в описанном подходе не учтено влияние еще одного упругого звена – третьей пары гидроцилиндров. При анализе механизма копания рукоятью это гидроцилиндры ковша, а при анализе копания ковшом – гидроцилиндры стрелы.

Учет податливости рабочей жидкости при формировании нагрузки на режущей кромке обусловлен значительными размерами столба запертой жидкости в гидроцилиндрах, что приводит к необходимости существенного перемещения поршня для создания дополнительного реактивного давления. Так, для прибавки 10МПа при высоте столба жидкости в 1,2 м (половина хода гидроцилиндров стрелы ЭГ-12А) линейное перемещение поршня оценивается в 8 мм.

В дальнейшем при использовании описанного подхода и статистических данных о работе МГЭ, таких, как траектория движения кромки зуба ковша, доля копания рукоятью или ковшом от всей продолжительности копания, разрабатываемого грунта и ряда других данных, предполагается провести анализ зависимости нормальной составляющей силы сопротивления грунта ко-

панию N в процессе копания с учетом с одной стороны, изменения силовых и геометрических параметров во времени и, с другой стороны с учетом податливости рабочей жидкости и грунта.

Результатом решения поставленной задачи будет методика формирования внешнего нагружения РО и гидропривода МГЭ в процессе копания на стадии проектирования, реализованная к тому же на ЭВМ в виде программы, позволяющей на стадии проектирования исследовать нагруженность элементов гидропривода и металлоконструкций и, таким образом, повысить надежность и долговечность МГЭ при одновременном снижении металлоемкости и, возможно, определенной оптимизации параметров гидропривода.

Литература

1. Крикун А.В. Нагруженность рабочего оборудования карьерного гидравлического экскаватора прямого копания: Дисс. ... канд. техн. наук. М., 1991.
2. Домбровский Н.Г., Гальперин М.И. Строительные машины. В 2 частях. Часть 2. М.: Высшая школа, 1985.
3. Домбровский Н.Г., Панкратов С.А. Землеройные машины. М.: Госстройиздат, 1961.
4. РД 22-158-86. Экскаваторы одноковшовые гидравлические. Рабочее оборудование. Расчет металлоконструкций на статическую прочность. М.: ВНИИСДМ, 1987.
5. Прокофьев В.Н. и др. Машиностроительный гидропривод. М.: Машиностроение, 1978.
6. Гельфанд И.М., Львовский С.М., Тоом А.Л. Тригонометрия. М.: МЦНМО, 2003.
7. Демидович Б.Н., Мирон Н.А. Основы вычислительной математики. М.: Наука, 1970.

ASSESSMENT OF THE DIGGING RESISTANCE FOR SINGLE BUCKET HYDRAULIC EXCAVATOR

Petr POBEGAILO

Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute of RAS, Russia

e-mail: petrp214@yandex.ru

Abstract: In the present work we discuss evaluation and the formation of the digging resistance for single bucket hydraulic excavator

Keywords: hydraulic excavator, digging resistance

Табл. 1 Распределение угла наклона вектора силы сопротивления грунта копанью к радиусу копания

Диапазон угла наклона вектора силы сопротивления грунта копанью к радиусу копания, град	Режим копания									
	Руко- ятью %	Ковшом %	Рукоятью при про- садке стрелы %	Ковшом при про- садке стрелы %	Ковшом при про- садке рукояти %	Ковшом при про- садке стрелы и рукояти %	Рукоятью и ков- шом %		Рукоятью и ков- шом при про- садке стрелы %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
70-80	5	3	0	0	0	0	3	0	2	0
80-90	4	16	1	0	2	0	16	6	7	1
90-100	34	35	7	0	17	8	21	29	12	17
100-110	21	26	21	17	35	34	42	42	28	22
110-120	9	10	13	65	27	47	13	17	31	22
120-130	14	4	19	10	6	4	3	4	17	23
130-140	10	3	19	6	10	4	2	2	2	10
140-150	3	3	20	2	3	3	0	0	1	5

USE OF SAP R/3 FOR CONTROL AND COST EVALUATION OF THE PRODUCTION PROCESSES FOR HYDRAULIC CYLINDER PRODUCTION

Georgi KOZLEV Lubomir DIMITROV

English Language Department of Engineering, Technical University of Sofia, Bulgaria
e-mail: gkozlev@mail.bg

Abstract: The need for a more streamline manufacturing process has made many companies look for ways to increase their information gathering and analyzing methods. One way companies could do that is by using Enterprise Resource Planning (ERP) software. There are many benefits of using such type of software: it increases the quality and efficiency of the business, it provides crucial information to top management for decision making and keeps the company agile, making it react faster and adjust better to outside changes. The purpose of this paper is to illustrate the implementation of SAP ERP software in the low-volume production process of a hydraulic cylinder in HES factory in Yambol and review the details of this production. The two major aspects that will be focused on are the cost of the production, in terms of material, operation and labor costs, and the Material Resource Planning (MRP) procedure used to plan for expected demand for a certain point in the future.

Keywords: Enterprise Resource Planning (ERP), SAP, cost estimation, MRP.

1. INTRODUCTION

The modern industrial production is characterized by:

- *Demassovization*, i.e. decrease of number of products produced in series. As a result, most of modern industry production can be described as small series production.
- *reduction of the time needed for commodity production*, which is a result of the severe competition on the market and of the need of very fast introduction of the new products.
- *reduction of products prime cost*: it is important to reduce the cost in such a way that small series products can compete the mass production.

These features are satisfied in nowadays industry by employing highly productive reconfigurable equipment with proper software for planning, designing and production. On the point of view of software, these features can be solved by the use of flexible production systems run by proper software, known as Enterprise Resource Planning (ERP) system [1,2,3].

The hydraulic cylinder in question is produced by HES factory, seated in Yambol, Bulgaria [4,5]. The task given from the factory was to implement the manufacturing with SAP ERP system and evaluate the cost and production time of the cylinder.

2. USING SAP

SAP uses a system of roles [2,6,7]. Every user has its own predefined role in the system. The purpose of the "role" in SAP is to prevent employees or suppliers to gain access to information they need not know or should not know. It is used to set restrictions and/or privileges as well as to prevent the vision of specific fields in a document, which do not concern the user. These are also called authorizations.

Authorizations are used for many reasons, most of which are mainly security expectations:

- To protect sensitive business data, on the basis of laws, regulations and agreements - the company must meet certain legal requirements based on their country of operation. It must be able to adhere to agreements with and requirements of partners and vendors, and to ensure their implementation and it must publish and enforce security policies, so that a secure environment can be established and maintained. This applies both to data used externally and to data used internally.
- To preserve cost-benefit relations - for it to be possible for the system to deal with the multitude of threats, the security must be achieved with cross-dimensional assignment of authorizations. However, the benefits achieved in this way are often not relative to the costs incurred. With some values, it is cheaper to replace a loss than to protect the data at great expense. A company should concentrate on areas in which a clear benefit can be realized. This saves unnecessary investments of time and money.

- Prevent obstruction of business processes - It is disadvantageous if business processes are controlled with authorizations to such an extent that almost every call leads to an error message. A situation of this type is not favorable for the processes in a company. The assignment of authorizations should be structured in a way that is clear for the administrator, by using a smaller number of roles. If this is not done, it is often difficult to remove undesired obstructions to business processes in complex, nested authorizations. Only with a transparent structure can this be avoided.

In order to work with an SAP system, users require unique user IDs. A user master record must be created in the system for each user. This user master record also contains the password that the system prompts the user to enter when logging on.

There are numerous mechanisms for preventing unauthorized access to an SAP system that can raise the security level of a system if configured appropriately. These configurable settings include, for example, the minimum length and the expiry date of passwords.

To protect business data and functions against unauthorized access, SAP programs utilize authorization checks. In order to pass an authorization check of this type, a user needs the appropriate authorization. Authorizations are assigned using profiles in the form of roles, which are entered into the user master record.

Roles in SAP can be created only by users with administrative privileges. The key combination is Shift+Ctrl+F12. This opens the screen for creating or modifying an existing role. It can be assigned to different projects and can be denied access to others. Information about the dates on which it was created or last edited can also be viewed. The authorizations for the role can be modified and viewed as well. This is what an example list with authorizations looks like picture at fig.1.

3. DEFINITION OF THE MATERIALS USED IN PRODUCTION AND THE BOM

In order to evaluate and comment on the parameters of the manufacturing process of the hydraulic cylinder, first the required materials and their relations in the Bill of Materials (BOM) need to be defined in the system.

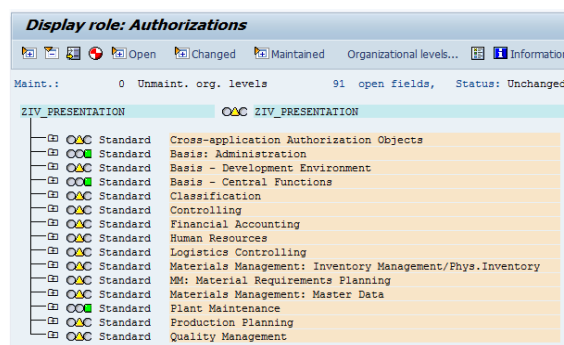


fig.1 Role authorizations list

A material for SAP is everything that can be stored, processed and sold. In this production process there are three types of materials:

- Raw materials - used in the first step of production. They are always procured externally;
- Semi-finished materials - they are considered as such after the first step of production until they are used to create the finished product;
- Finished materials - products ready for sale or shipping, with no more operations to be done on them.

In SAP commands are also called transactions. The transaction for the creation of a new material is "mm01". It is entered in the main role screen in a textbox in the upper left corner.

3.1 Raw materials creation procedure

The first type of material that will be defined is the raw materials. In the system they will have the name GK.LEV03**. The last two digits correspond to the unique number of the material.

After entering the transaction code and pressing Enter, user is presented the initial screen – fig.2.

Here the material name, industry sector and material type have been assigned as required.

After hitting Enter again the user is presented a list with the parameters of the material to be available for configuration (fig.3).

On the bottom the buttons are from left to right as follows:

- Accept the changes and go forward;
- Organizational levels;
- Data;
- Select all of the above fields;
- Deselect all of the above fields;
- Save the selected fields as default for future materials creation and viewing;

- Cancel the changes and go back;

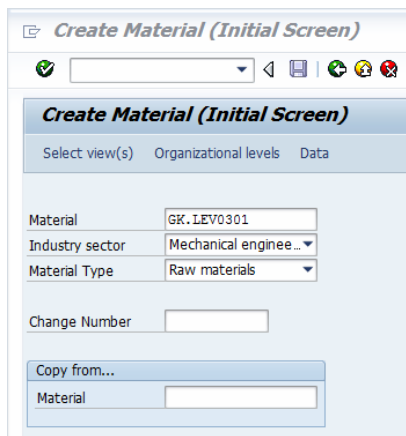


fig.2 Initial material creation screen, configured for raw materials

Purchasing in the above figure is selected because all raw materials will be externally procured.

However, warehouse management is not selected, as the production in question is low-volume and the necessary materials can be stored on-site, in the factory.

After hitting Enter again, the user will be prompted to select the plant number, the storage location, warehouse number and storage type from lists in the system.

After the selection is complete and the user is satisfied with the locations he has chosen, hitting the Enter key again starts a series of screens, connected with the parameters, selected from the list in fig.3. They are as follows:

- Basic data 1 - general data as material group, unit of measure, dimensions and packaging data can be entered here;
- Basic data 2 - environmental data and links to drawings, either in the system or external, can be given;
- Purchasing - cost related parameters and dates can be entered here;
- MRP 1 - gives the general outline of the strategy to be employed;
- MRP 2 - concerned with the different factors connected with buying and storing of the material;
- MRP 3 - deals with the forecast and planning of the material production;

- MRP 4 - gives the user the opportunity to configure the different paths, which production can follow, depending on the BOM and different manufacturing strategies;



fig.3 List of configurable parameters for raw materials

- Forecasting - deals with the models for consumption of reference material and plant, if there are any. Also here the forecasting model, used for this material has to be selected;
- General plant data 1 - deals with storage conditions and configurations in the plant;
- General plant data 2 - the geometrical parameters of the material in storage conditions can be determined;
- Quality management - the information for the strategy of quality management and its implementation can be entered;
- Accounting 1 - unit of measure, valuation method and price, currency, divisions for sales and business areas and price determination can be entered here;
- Accounting 2 - concerned with determination of the lowest value, different taxes and whether the

material or the movement type is relevant to LIFO and FIFO valuation;

- Costing 1 - different parameters, related to the costs of producing this material can be entered;
- Costing 2 - estimations for the future costs are being calculated.

These were the basic parameters, that can be configured for a raw material, while it was created. At a later moment the user can always come back to any of these screens with the command "mm02", entered in the role screen, and change any of the parameters, except for the name of the material.

3.2 Semi-finished materials creation procedure

The next type of materials, needed to be defined in SAP for the production, are the semi-finished. In the system they will have the name GK.LEV02**. The procedure for creating a semi-finished material is the same, with only the difference that in the screen from figure 2 the material type is set to semi-finished from the drop-down menu.

When creating the raw materials the tab "Purchasing" had to be chosen. Here the semi-finished materials are created in the factory, so this tab will not be selected for configuration. The other tabs from the raw material creation procedure are selected again. When creating semi-finished materials a new tab appears for selection - Work scheduling.

In the Work scheduling tab the user can define the following:

- Base unit of measure;
- Unit of issue;
- Production unit;
- Production scheduler;
- Production scheduler profile;
- Production storage location;
- Material grouping;
- Serial number profile;
- Overall profile.

It can also be pointed out whether the part is critical for production, if batch production is present and the batch entry in the production/process order can be determined.

Also the values concerning underdelivery and over-delivery tolerances can be entered.

In the last part of the tab, the user can choose whether the time for production is lot size dependent or independent. After that values for those times in

days can be entered and the quantity for which they are related to can also be entered.

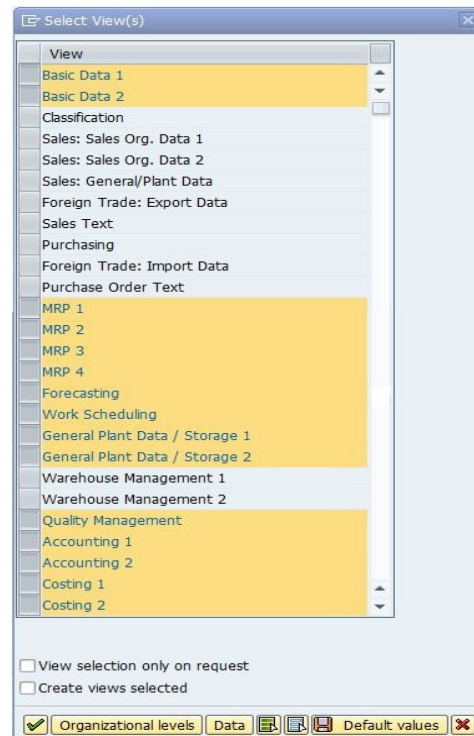


fig.4 List of configurable parameters for semi-finished materials

3.3 Finished materials creation procedure

The last material type needed to be defined in the system is finished materials type. Only one material of this type needs to be defined - the finished cylinder. In the system it will have the name GK.LEV01. The tabs from the procedure for creating semi-finished materials are still selected and those connected with sales are selected as well.

The following parameters can be configured in the respective tabs:

- Sales organization 1 - organization responsible for sales of the material is listed. Also the base unit of measure, sales division, sales unit, unit of measure group, cross-distribution chain status, distribution-chain specific material status, delivering plant, material group and cash discount can be specified. The country of sale can be entered so it can be determined whether the product is taxable and for what amount in the next sections. Information about the order quantity and what rounding profile should

be used can be entered. Also the unit of delivery can be specified and only exact multiples of it can be delivered;



fig.5 List of configurable parameters for finished materials

- Sales organization 2 - grouping terms and the product attributes can be specified. Grouping terms section the following can be specified: material statistics group, volume rebate group - definition that can be used for rebate settlement, general item category group, material pricing group, account assignment group, item category group - NORM for standard item, pricing reference material, product hierarchy and commission group.

- Sales general/plant - deals with the general sales parameters within the plant. The following is available for configuration: base unit of measure, gross and net weight of the material, whether the material is a replacement part, specify whether and for what areas the material qualifies for a discount in kind, material freight group, availability check, whether the material is managed in batches and whether an approved batch record is required. The time and transportation methods can also be speci-

fied. They include: Transportation group, Loading group indicator, Setup time, Procurement time and the quantity to which the processing time refers. The user can specify the group packaging specifications, when the materials fall under a certain category. It can be specified whether the system is to track the material in negative stocks, the code of a predetermined profit center, the serial number profile code, the distribution profile and the level on which the serial number must be unique.

- Foreign trade export - deals with parameters that need to be configured if the material is going to be sold abroad. The following can be configured: commodity Code/Import Code Number for Foreign Trade, export/import group, CAS number - a key used to mark customs-free pharmaceutical materials, PRODOCOM number - key which allows a systematic categorization of goods for production statistics, Control code - for consumption taxes in foreign trade. In the Origin preferences, for EU countries, the country and region of origin can be specified. Also the CAP (Common Agricultural Policy) product list number and product group number can be selected. In the legal control section the following can be configured: whether the material requires an import or export license or not, the number of this exemption certificate, the issue date of this exemption certificate and whether the material in question falls under the category of military goods.

3.4 Bill of materials configuration

The last part for configuration of the materials is the configuration of the Bill of materials (BOM) for the cylinder. A BOM for every semi-finished material has to be constructed. The command for this action is "cs01" and it is written in the textbox in the top right of the role screen. After hitting Enter the following screen appears - fig.6.

In it the material name, the number of the production plant, what the BOM will be used for (production, maintenance, costing, stability study) and whether an alternative BOM for an existing material is being created, can be specified. In the lower section it can be entered if there is a planned change in the BOM and from when it should be taken into account. Also the revision level can be specified.

A commonly used practice is to start building the BOM tree from the top. In this case the first part to be defined is the finished cylinder.

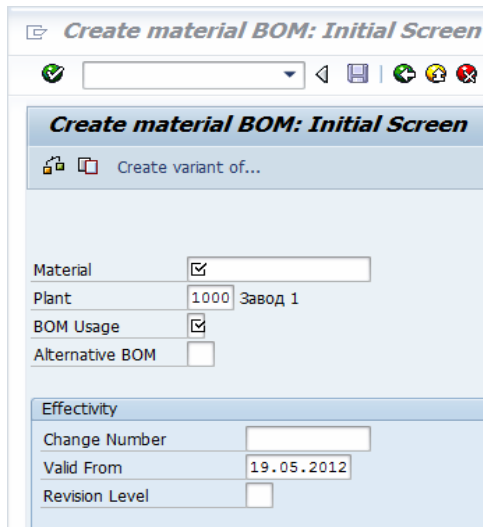


fig.6 Initial BOM configuration screen

In the initial screen the name of the material has to be entered (GK.LEV01), the plant number, the BOM usage (in this case production) and alternative BOM variants have to be entered. In the bottom part it can be entered if there is a planned change in the BOM and form when it should be taken into account. Also the revision level can be specified. After pressing the Enter key, the user is presented the General item

The columns form left to right are as follows:

- Item number in the list of materials in the BOM;
- ICt - Item Category (Bill of Material) - Categorization of the items in a BOM according to set criteria, such as whether they refer to or whether they are kept in stock. L in this case stands for stock items;
- Component name;
- Component description;
- Item quantity;
- Unit of measure;
- Asm - is the component an assembly;
- SIs - are there any sub-items for this component;
- Valid from and valid to;
- Change number if there were any changes.

The procedure for adding new items in the BOM is the following:

- first the user has to click in the field ICt in an empty line and determine the category of the material;
- next is to search for a material by its name - a search window will appear;
- the description will automatically be shown in the adjacent field after a material is chosen;
- the quantity of the newly added material in the assembly has to be set,

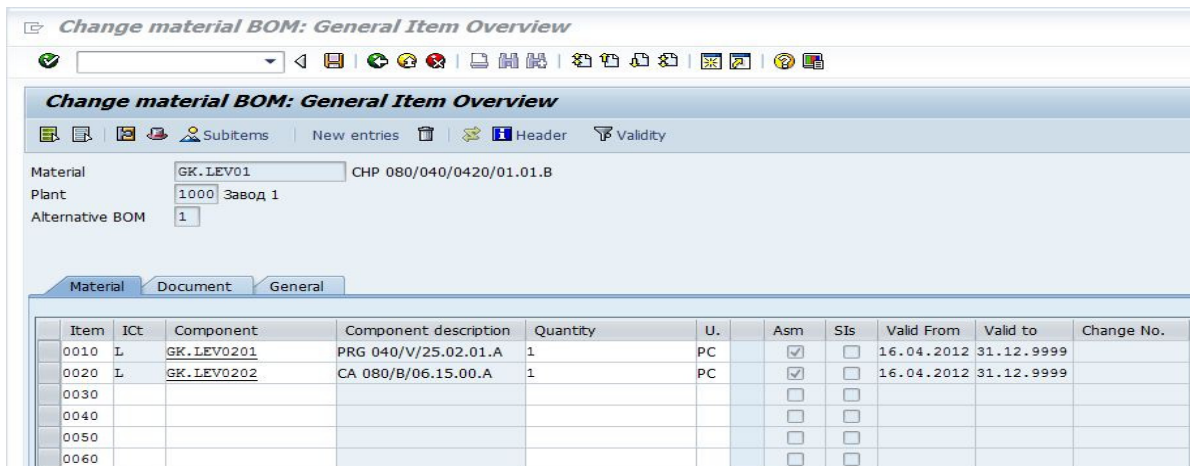


fig.7 BOM configuration screen for the finished cylinder

overview screen. There the items used to assemble the cylinder have to be selected and their quantities chosen. After configuration the screen should look as shown in fig.7.

- the unit of measure and the last three column's data will be set by default form the record for the material in the material database.

After repeating the procedure for all assemblies in the product tree the Bill of materials for the cylinder is complete and SAP can display it with basic information for every part in it. The command for this is "ih05" and is entered in the textbox at the right top corner in the role screen. This command opens the material structure selection screen(fig.8). The important information, except of course the material name, for input in this screen is:

- Explosion depth of the BOM - how many levels below the main should it display;
- Plant number;
- BOM application - whether the BOM will be used for inventory management, costing, plant maintenance or other applications. In this case PP01 means the BOM in question will be used for general production purposes.

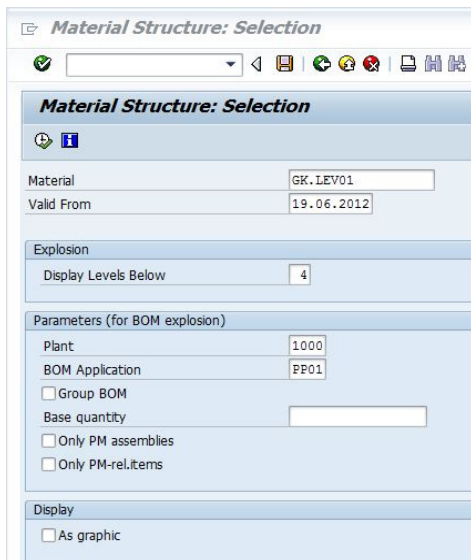


fig.8 BOM display configuration screen

The user can also choose to view the BOM as a graphic. After configuring all the parameters as above, the actual display of the BOM is done by clicking on the icon with a clock in the top left corner, under the textbox. For the cylinder it is displayed in fig.9.

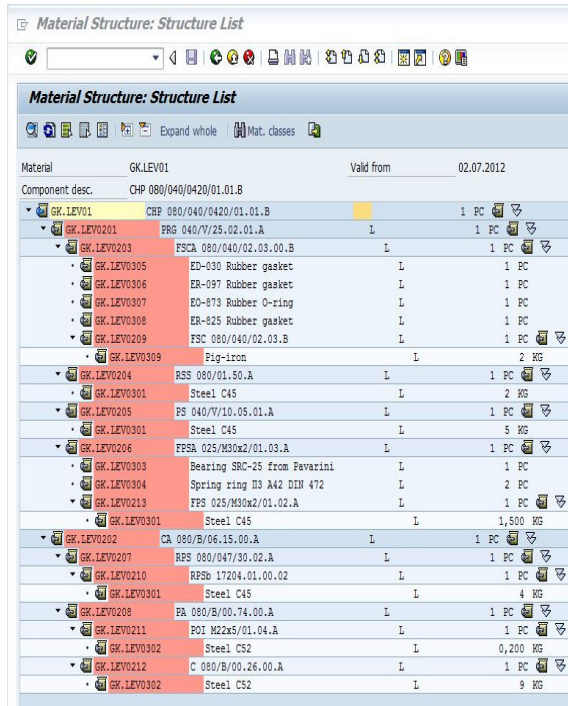


fig.9 Fully Expanded BOM of the cylinder

4. ASSEMBLY OPERATIONS

After selecting the appropriate materials for the production of the cylinder, the next step is to set the production and assembly operations and their parameters. For that the so-called technological map should be constructed. In SAP it is called a routing as well. It contains all of the information for the workstations, operations, worker and machine tariffs, and manufacturing times. In this simulation the times are chosen just as examples, they are not calculated by the appropriate methodology.

Again the procedure starts from the role screen. The code for creating such a map is "ca01". It again has to be entered in the textbox in the top left of the role screen. After hitting Enter the routing creation screen will open (fig.10).

The mandatory information that has to be entered here is the material for which the routing is going to be created. The plant number is present by default, as it was the last one used in the system. The other information can be left to be input at a later time.

Let us first create a routing for the finished cylinder. It will display the operations needed to com-

bine the two major assemblies that are a step before the finished cylinder. In that case the name of the finished cylinder has to be entered in the textbox as it was first saved in the material selection.

After entering the name and hitting Enter the user is presented with the header details configuration screen. The information here that the user can enter is connected with planning, ordering and size of the order and production quantities. The important information is the group counter, the usage of the routing and status of the material.

After entering the desired information, the button "operations" on the top should be clicked. It opens a large table with many columns, but only the first few are important for the simulation.

There the operations are listed in the order in which they are carried out with the description and time for setup, machining and labor, as well as other information. To get detailed information for a certain operation, the user has to simply click twice on its number in the left most column. This opens a series of configurable menus.

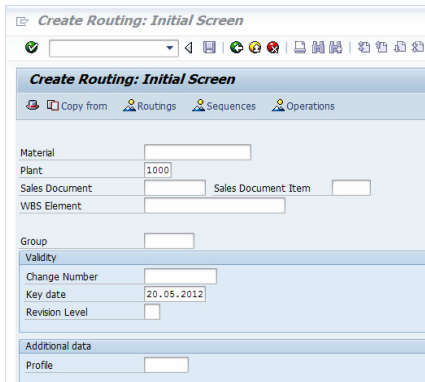


fig.10 Routing creation screen

5.COST ESTIMATION

5.1 Additional input data

Before the next part, where the cost estimation is carried out, additional information will need to be input into the system, like the price of the raw materials, used in the production. It can also be set while the materials are first created.

In table.1 prices and quantities of the raw materials used in the assemblies will be given, as well as the direct costs for the total amount of those materials

SAP has a built-in material overhead of 20%. Taking it into account leads me to believe the total material cost of the cylinder will be around 56 BGN.

Also the work centers used in production have their own costs and overhead preconfigured in the system, according to the type of work center. These determine the fixed material overhead, personnel time, machine time and set-up time costs.

5.2 Cost estimation

The next part of this simulation is to estimate the cost of the finished cylinder. It will incorporate the data configured in the previous section of the simulation. Again the user has to return to the role starting screen and enter the code for material cost estimation "ck11n". It opens a screen (fig.11) where the material name and production plant have to be entered.

In the costing data section the costing variant has to be set. The choices are as shown in fig.12.

Table.1 Material cost data

Name	Description	Unit	Price/Unit	Quantity	Total
GK.LEV0301	Steel C45	kg	1	12.5	12.5
GK.LEV0302	Steel C52	kg	1.2	9.2	11.4
GK.LEV0303	Bearing SRC 25 from Pavarini	pc	15	1	15
GK.LEV0304	Spring ring II3 A42 DIN 472	pc	2	2	4
GK.LEV0305	ED-030 Rubber gasket	pc	0.5	1	0.5
GK.LEV0306	ER-097 Rubber gasket	pc	0.5	1	0.5
GK.LEV0307	EO-873 Rubber O-ring	pc	0.8	1	0.8
GK.LEV0308	ER-825 Rubber gasket	pc	0.6	1	0.6
GK.LEV0309	Pig-iron	kg	1	2	2
	Direct material cost				47.3

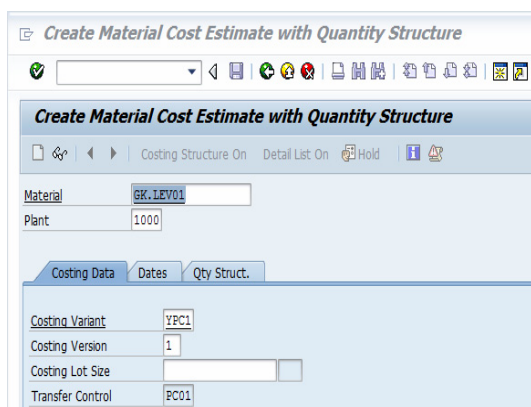


fig.11 Material cost estimation creation screen

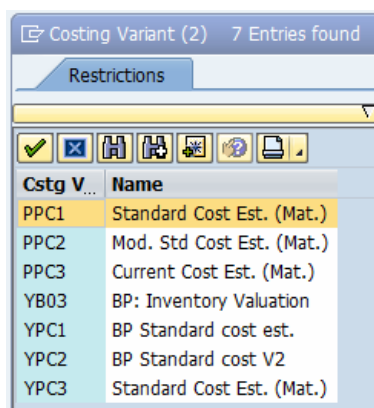


fig.12 Costing variant choices

It will chosen YPC1 for standard cost estimation. The costing version is set to 1 automatically by the system. The transfer control is set to PC01 by default.

In the Dates tab the user has to select from which date the costing profiling should be carried out.

After hitting Enter the user is presented with the screen in fig.13. In it the cost components are broken down in a technological tree and various details about them can be viewed.

In the left part of the screen the tree, displaying every item in the cylinder, and for each item the following is shown:

- Description;
- Total value;
- Currency;
- Quantity;
- Unit of measure;
- Resource - plant number and material name.

In this case only the material costs are visible. The processing costs are calculated but are not visible in this view. If the user wishes to see them as well, the button outlined in red has to be clicked. It includes those costs in the tree view, connected with all operations, for each and every material. There every level of the assembly will be accompanied with the according production costs.

On the right side of the tree detailed information about the highlighted material is shown. The most important tab here is the Costs tab. It gives the user the ability to view fixed, variable and total costs for the material and in the bottom table all of the component and operation costs can be tracked.

If the user wants to see the information about the cost components of the finished cylinder, or any part for that matter, first he has to select it form the tree view by double-clicking on its description and then on the row "Costs of goods manufactured". The information for the finished cylinder is shown (fig.14). Also a graphical representation of those components can be viewed (fig.15).

6. MRP PROCEDURE

6.1 Sales forecasting

The final part of the simulation is to create the sales forecast and run an MRP procedure. It is done in different steps. The first one is to create the forecast. This is completed with the transaction "MD61" that has to be entered in the textbox in the role screen. The user can select for what type of product he wishes to run the procedure for:

- Material;
- Product group;
- Requirements plan.

In this simulation we will run it for the finished cylinder, so the type material will selected and the name will be entered in the textbox. Also the plant number has to be entered.

In the version section the simulation is selected to be a requirements plan. Other options are included in fig.16. In the planning horizon section the period for forecast has to be entered as well as the period indicator.

The next step in setting up the MRP procedure is to enter data in the planning table. It consists of several columns, first of which are the material name, plant number and base unit of measure. Those that

follow present the months following the current one. amount, which will be simulated for production. There the user can enter a number, representing the

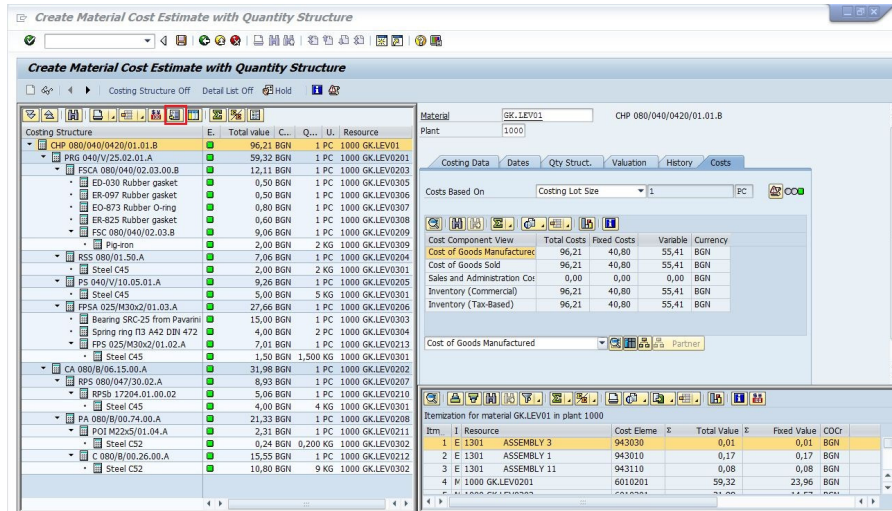


fig.13 Cost estimation general screen

CC..	Name of Cost Comp.	Σ	Overall Σ	Fixed Σ	Variable Σ	Crcy
101	Direct Material		46,94		46,94	BGN
102	Credits (Co/By-Pr)Cr					BGN
103	Third Party					BGN
109	Material Overhead		13,17	4,70	8,47	BGN
201	Personnel time		8,71	8,71		BGN
202	Machine time		26,64	26,64		BGN
203	Set-Up time		0,75	0,75		BGN
209	Production Overhead					BGN
301	Miscellaneous					BGN
			96,21	40,80	55,41	BGN

fig.14 Cost components for the finished cylinder

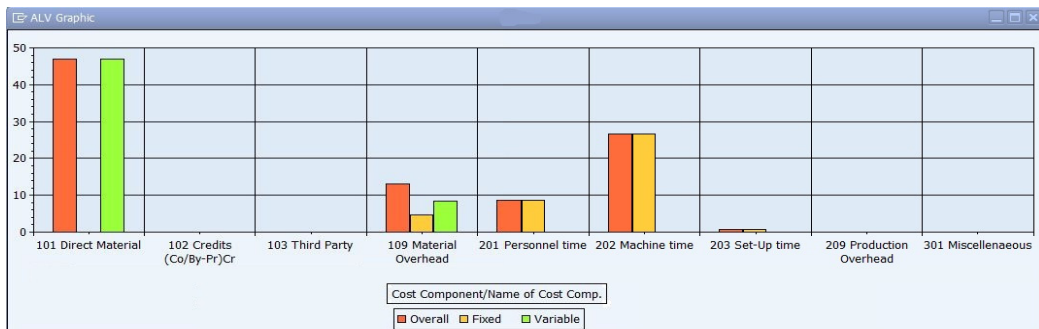


fig.15 Cost components for the finished cylinder in graphical form

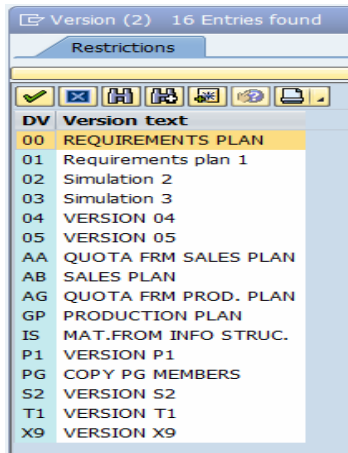


fig.16 Version options for the forecast

6.2 MRP procedure execution

The next step is the actual MRP procedure. It is started with the command "MD02". First the material name and plant for production have to be selected.

The MRP control parameters are:

- Processing key - specifies the type of the MRP run;
- Create purchase requisition indicator;
- Delivery schedules ;
- Create an MRP list;
- Planning mode;
- Scheduling.

In the process control parameters the following can be configured:

- Whether all of the components contained in the bill of material are planned even if these components have not been changed in any way relevant to the planning run;
- Display the results before they are saved;
- Display the material list;
- Simulation mode of the MRP.

After hitting Enter the user is shown the following screen in fig. 17, showing the MRP run data.

The important data here is contained in the third section, called Database statistics:

- Planned orders created - the number of all semi-finished and finished materials;
- Purchase requisitions created - number of raw materials that have to be procured in so that the order can be fulfilled;

- Dependant requirements created - the number of all of the materials needed for the finished cylinder, both raw and semi-finished.

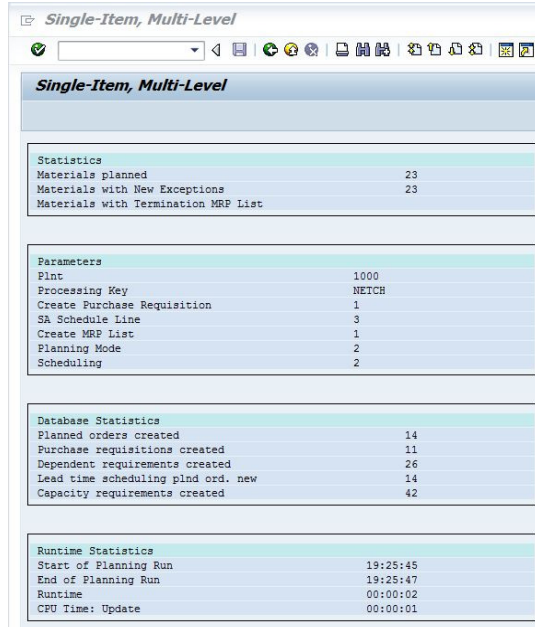


fig.17 MRP procedure screen

6.3 MRP procedure results

To view the result of the MRP procedure the transaction code "MD04" has to be entered. It opens a screen, where the material name and plant of production have to be entered. Fig.18 shows the results of the MRP procedure for 20 cylinders, that should be ready for first of August.

The information is for the twenty cylinders, for which the forecast was made. The columns in the table form left to right are as follows:

- Planed order - the name of the ordered material;
- Requirements date - date, on which the material needs to be available;
- Requirement element - PldOrd for finished product, DepReq for other materials;
- Requirement element item - the item number on a certain BOM level, by which the assembly is carried out;
- Required quantity - quantity of the material, needed for production;
- Receipt date;

Plnd order	Description	Requirements Date	Requirement Element	Reqmt Element Item	Rec./reqd qty	B	Receipt Date	Receipt Element	Receipt Element No.	Recl...
0000007443										
GK.LEV01	CHP 080/040/0420/01.01.B		PldOrd		20,000	PC	01.08.2012	PldOrd		7443
GK.LEV0201	PRG 040/V/25.02.01.A	31.07.2012	DepReq		1	20,000-PC	31.07.2012	PldOrd		7444
GK.LEV0203	FSCA 080/040/02.03.00.B	27.07.2012	DepReq		1	20,000-PC	27.07.2012	PldOrd		7446
GK.LEV0305	ED-030 Rubber gasket	25.07.2012	DepReq		1	20,000-PC	25.07.2012	PurRqs		10000694 10
GK.LEV0306	ER-097 Rubber gasket	25.07.2012	DepReq		2	20,000-PC	25.07.2012	PurRqs		10000695 10
GK.LEV0307	EO-873 Rubber O-ring	25.07.2012	DepReq		3	20,000-PC	25.07.2012	PurRqs		10000696 10
GK.LEV0308	ER-825 Rubber gasket	25.07.2012	DepReq		4	20,000-PC	25.07.2012	PurRqs		10000697 10
GK.LEV0209	FSC 080/040/02.03.B	25.07.2012	DepReq		5	20,000-PC	25.07.2012	PldOrd		7452
GK.LEV0309	Pig-iron	20.07.2012	DepReq		1	40- KG	20.07.2012	PurRqs		10000702 10
GK.LEV0204	RSS 080/01.50.A	27.07.2012	DepReq		2	20,000-PC	27.07.2012	PldOrd		7447
GK.LEV0301	Steel C45	25.07.2012	DepReq		1	40- KG	25.07.2012	PurRqs		10000700 10
GK.LEV0205	PS 040/V/10.05.01.A	27.07.2012	DepReq		3	20,000-PC	27.07.2012	PldOrd		7448
GK.LEV0301	Steel C45	25.07.2012	DepReq		1	100- KG	25.07.2012	PurRqs		10000700 10
GK.LEV0206	FPSA 025/M30x2/01.03.A	27.07.2012	DepReq		4	20,000-PC	27.07.2012	PldOrd		7449
GK.LEV0303	Bearing SRC-25 from Pavarni	25.07.2012	DepReq		1	20,000-PC	25.07.2012	PurRqs		10000692 10
GK.LEV0304	Spring ring П3 A42 DIN 472	25.07.2012	DepReq		2	40,000-PC	25.07.2012	PurRqs		10000693 10
GK.LEV0213	FPS 025/M30x2/01.02.A	25.07.2012	DepReq		3	20,000-PC	25.07.2012	PldOrd		7456
GK.LEV0301	Steel C45	20.07.2012	DepReq		1	30- KG	20.07.2012	PurRqs		10000698 10
GK.LEV0202	CA 080/B/06.15.00.A	31.07.2012	DepReq		2	20,000-PC	31.07.2012	PldOrd		7445
GK.LEV0207	RPS 080/047/30.02.A	27.07.2012	DepReq		1	20,000-PC	27.07.2012	PldOrd		7450
GK.LEV0210	RPSb 17204.01.00.02	25.07.2012	DepReq		1	20,000-PC	25.07.2012	PldOrd		7453
GK.LEV0301	Steel C45	23.07.2012	DepReq		1	80- KG	23.07.2012	PurRqs		10000699 10
GK.LEV0208	PA 080/B/00.74.00.A	27.07.2012	DepReq		2	20,000-PC	27.07.2012	PldOrd		7451
GK.LEV0211	POI M2x5/01.04.A	25.07.2012	DepReq		1	20,000-PC	25.07.2012	PurRqs		7454
GK.LEV0302	Steel C52	23.07.2012	DepReq		1	4- KG	23.07.2012	PurRqs		10000701 10
GK.LEV0212	C 080/B/00.26.00.A	25.07.2012	DepReq		2	20,000-PC	25.07.2012	PldOrd		7455
GK.LEV0302	Steel C52	23.07.2012	DepReq		1	180- KG	23.07.2012	PurRqs		10000701 10

fig.18 MRP results

- Receipt element - PldOrd for produced materials, PurRqs - external procurement;
- Receipt element number - Alphanumeric key uniquely identifying the document of the transaction.

7. CONCLUSIONS

As a result of this work a model of a factory for hydraulic cylinders production has been modeled by the use of SAP ERP software.

This model allows to:

- specify operations, needed for production of hydraulic cylinders from raw materials to the assembly and packing.
- calculate the production final cost as a sum of raw material, associated costs, and other costs.

Finally an MRP procedure was executed so that it could give us deadlines for purchase and production of the dependant materials, required for production.

References

1. "ERP (enterprise resource planning)" In: *SearchSap* (<http://searchsap.techtarget.com> accessed on 15.06.2012)
2. "What is SAP?" "What is ERP?" In: *SAP Career and Learning Resources* (<http://www.best-career-guide-for-erp.com> accessed on 22.06.2012)
3. "Enterprise Resource Planning" In: *Wikipedia, the Free Encyclopedia* (http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_Resource_Planning accessed on 24.06.2012)
4. **Dimitrov, L., R. Shikov, and Hr. Bankov.** "Computerized system for automatic assembly and testing of hydraulic cylinders." *AMO* 1, 2009, 65- 73.
5. **Dimitrov, L. and S. Yordanova.** "Optimal Fuzzy Logic Based Enterprise Resource Planning System for Hydraulic Cylinders Assembly." *International Journal of Systems Application, Engineering & Development* (UK) 5.5, 2011, 634-641
6. www.sap.com
7. "What is SAP?" (<http://www.magnatraining.com> accessed on 20.06.2012)

SPECIFICS IN DESIGN PROJECTS FOR CRYOGENIC INSTALLATIONS

Ivo HRANOV

Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: hranow@gmail.com

Abstract: The specific nature of cryogenic technology demands detailed view of the implemented design projects. With their wide field of application, ranging from food and beverage to steel production, the industrial gases have a quite interesting and unique story to tell. We will review some project designs concerning cryogenic installations, located in Bulgaria, starting from heavy industry production, laboratories and research to food and healthcare industries. The aim of this article is to show the specifics of these designs and familiarize the reader with the technical gases field.

Keywords: industrial gases, cryogenic installations

1. INTRODUCTION

The course of many processes in the chemical industry is related to the use of technical gases. These gases are used to improve the economic performance of many chemical processes to achieve better quality of manufactured products and to enhance the security of production. Extracted from the atmosphere by physical processes or recovered from production cycles, these gases can be stored either in liquid form (cryogenic liquids in insulated tanks) or in gaseous form (cylinders or pipelines). In the course of presenting the designs, the importance of the technical gases in the given fields is noted. The contents of this article will give the reader a clear view of how technical gases are implemented in different production lines and industries, thus emphasizing their importance in everyday life. As a designer in this specific field I will give some examples of cryogenic installations.

2. RANGE OF APPLICATION OF TECHNICAL GASES

It's not exaggerated to say that some production sites cannot function properly without the specific properties of technical gases. In this article we will observe some examples of how technical gases are used in different fields of industry and how they make the production process more simple and raise the quality of the product itself.

2.1 Technical gases in heavy industry

The first one is in the sea city of Varna and it is the biggest ship building and ship repairing company in

Bulgaria. It's foundations have been laid back in 1907 and it's still working despite the lack of clients and hard economy. The specifics of their production require technical gases in order to operate. Main activities in the plant are metal cutting and of course welding of metal sheets. This is a very large scale production line. The company can construct and repair ships up to 100 000 DWT.

It is a plant that needs big quantities of oxygen and acetylene to cut and shape the metal sheets. This is the main reason why we chose to construct on-site station with a 30 m³ reservoir containing liquid oxygen.

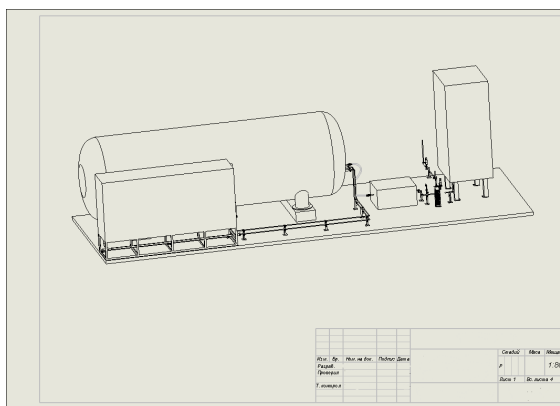


fig.1 Liquid oxygen reservoir with evaporator

After leaving the reservoir the liquid oxygen passes through and evaporator and takes gaseous form after which it is distributed via pipelines trough out the plant. After some time we observed that one reservoir is not enough so we designed plans for one more – a 10 m³ liquid oxygen tank. These are the design plans.

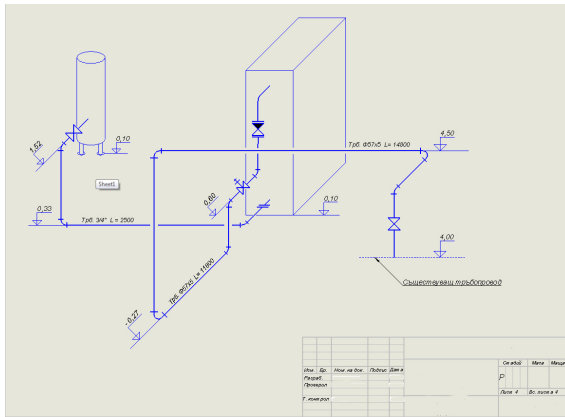


fig.2 The two oxygen reservoirs connected to each other

The new tank is connected with the pipeline of the old one. Trough out the plant there are metal cutting stations. Gaseous oxygen is fed from the pipeline and acetylene gas is delivered in cylinders under pressure. Metal cutting torch is used to cut the metal sheets needed for the production.

For the welding process we supply the shipbuilding yard with CO₂ and gas-mixes. We designed an on-site reservoir station with an 12 m³ CO₂ tank. The liquid carbon-dioxide with pressure 19-20 bars passes through evaporator and takes gaseous form. After that the pressure is reduced from 20 to 5 bars using pressure-reducing valve. After the reduction the carbon-dioxide enters a main pipeline from where every welding station is supplied. The pressure in the main pipeline is kept at 5 bars, because different metal sheets are being welded together. For example at one station the worker is welding a thin metal sheet and needs around 1.5 bars but at another station a metal sheet with bigger thickness is being welded and around 4 bars of pressure is needed. Apart from CO₂ we supply the construction site with gas-mixes. They are a mix from argon and CO₂ and are ideal for welding process. They come in cylinders with different size and volume. More expensive than regular CO₂ but the quality of the welding is higher. These gases are used for welding in places like the cabins, the deck, the crew room. The idea is that welding made with these gases are more fine, more esthetic and no not need finishing processes.

The other plant I observed is located in Plovdiv. It is a leading firm for processing and production of non-ferrous metals.



fig.3 Difference between welds

Founded in 1962 the firm aims to become a leader in its field. It's production line includes production of zinc dust, production of lead and zinc alloys, process fluids and recycling water cooling, technology for recovering of gold from gravity concentrate, production of silver and production of cadmium.

For its production processes the plant uses large quantities of oxygen. Oxygen is mainly used in the heating processes of ore. Since the plant is using oxygen in quantities of up to 500 000 m³ an on-site production site has been build. This is a picture of the layout of the production site.

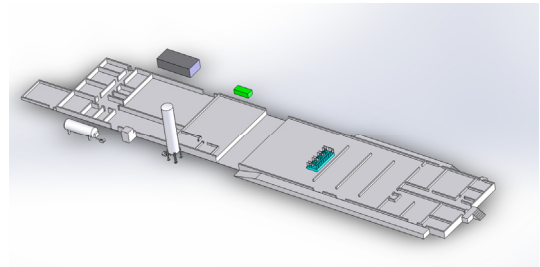


fig.4 Layout of the oxygen production site

From the Air Separation Unit (ASU) the liquid oxygen passes through an evaporator and takes gaseous form. From there it passes through a large buffer of 150 cylinders and then using a pressure-reducing valve the pressure of the gas is reduced from 200 bars to 50 bars. Large pipelines spread throughout the plant supplying the furnaces with oxygen. Lead furnaces have the higher debt of oxygen. One of the disadvantages is that the nitrogen produced in the ASU is thrown away, despite its value.

In contrast with the above-mentioned plants, another company located also in Plovdiv uses technical gases for its high-tech laser cutting machine. The main activity of the company is to produce technology for the food and beverage industry. For the machine to function properly we supply the plant monthly with 6 m³ nitrogen, stored in a reservoir, used for the blow out of the machine at a pressure of 30 bars, 10 m³ oxygen for cutting of non-ferrous metals at pressure of 23 bars. The oxygen is stored and delivered in “bundles” (a metal cage containing 16 cylinders at a pressure of 200 bars which are connected to one outlet valve).



fig.5 “Bundle”

The laser itself is made out of helium, pure carbon-dioxide and pure argon. These pure gases are delivered only in cylinders and are positioned near the machine. Their debt is not high – cylinder per year of each gas. This is a typical scheme of the head of a laser cutting machine.

2.2 Technical gases in food industry

The development of today’s food industry is closely connected with technical gases. They are used in the processing and preparation of the products before they reach the customer. Gases are used in cooling, packaging, aerating of drinks and sterilizing of foods.

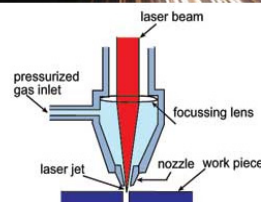


fig.6 Typical scheme of the head of a laser cutting machine

Most commonly used gases are the carbon-dioxide used to cool and freeze, regulating the temperature and transport of food. CO₂ is also used to aerate drinks like beer, soda and other. Another gas used for cooling is the liquid nitrogen. In gaseous form nitrogen is used to prevent oxidation of food. Gases are also used to kill micro-organisms and prevent the food from becoming bad. These gases include nitrogen and ozone. Technical gases used in the food industry must meet appropriate standards [2].

A leading plant located in Shumen is currently using nitrogen to prevent oxidation in ready products and thus making the product more lasting. Our installation on-site consists of a 10 m³ reservoir with liquid nitrogen, connected to an evaporator. The gas leaves the evaporator with pressure of around 15 bars and then passes through a reduction-valve. It enters the plastic pipes with pressure of 3 bars and enters the building. Machines insert exact quantity of nitrogen into every pack of products. I can give an example for the long lasting of ready products. If a pack of peanuts does not contain nitrogen it’s expiration date is one month after production but if nitrogen is inserted into the pack of peanuts the expiration date becomes 3 months – 3 times more. This is a scheme of our installation there.

2.3 Technical gases in research and laboratories

Today’s technology is evolving very intensively. Science, computers, even astrology are changing every day. New achievements and developments push the boundaries of our knowledge in the goal to

make our lives easier. Some of these achievements are a fact thanks to technical gases.

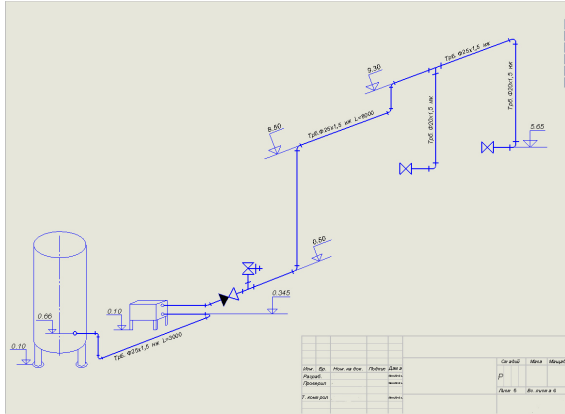


fig.7 Liquid nitrogen installation

Interesting example is a company located in Chelopech that deals in the ore collecting business - large production line and very heavy machinery. Apart from this they have a very advanced research laboratory. Main activities in the laboratory are testing and analyzing ore samples. This is important responsibility for the laboratory because quality relies on the test results they measure.

In order for the tests to occur the following gases are needed: pure argon, acetylene, oxygen, di-nitrous-oxide (laughing gas). Each gas has a unique set of properties necessary for different kinds of analysis and tests. We designed the layout for the laboratory. First we designed a 3 m³ reservoir outside the building with an evaporator for argon.

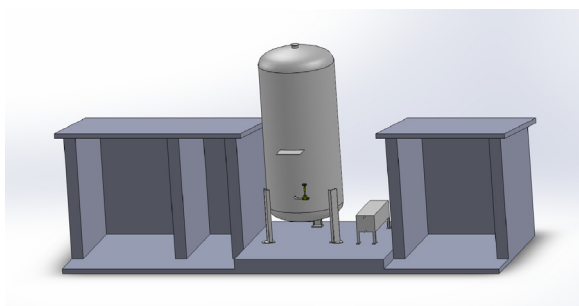


fig.8 Liquid argon reservoir connected to an evaporator

The gas-cabins on the side of the reservoir are a storage facilities for cylinders filled with the other gases. From the outside installation, pipelines enter

the laboratory building. Specific machines use specific gases so pipelines spread throughout the laboratory.

Another project we did is for a research laboratory located in Sofia. They came to us with idea of designing and constructing a hydrogen, nitrogen and oxygen installation on-site. Until then they used only air under pressure.

The new installation was designed in the following way: a metal cage

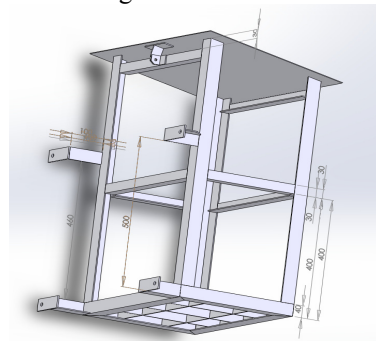


fig.9 Metal cage for cylinders under pressure

should be placed in the building. The cage is a storage place for the cylinders filled with hydrogen, nitrogen, oxygen and air. Another requirement was to replace the old flow meters with new and more precise ones.

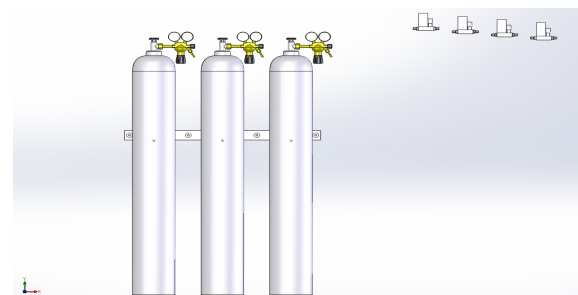


fig.10 Cylinders with flow meters and pressure regulating vales.

This way the new installation meets the regulation for safety and it is easier to operate with.

2.4 Technical gases in healthcare industry

Technical gases play an important role in healthcare. Their medical applications range from respiratory therapy gases, laboratory gases and sterilizing gases. Respiratory gases are used for diagnosis, anesthetics, gas-mixtures for laser therapy,

gas-mixtures for blood. Most important of them is oxygen needed for short and long-term therapy. The laboratory gases include aerobic and anaerobic gas-mixtures, instrument gases and clinical stable isotopic gases like carbon monoxide-neon, carbon monoxide-acetylene-helium, pure gases, carbon dioxide, hydrogen etc.. The sterilizing gases are used in the sterilization processes of a variety of medical devices, surgical equipment and similar materials used in healthcare.

Liquid helium, for example, is used as a component of breathing mixtures to reduce the density of the mixture to facilitate breathing under certain physical and physiological conditions. In Magnetic Resonance Imaging (MRI), helium cools electromagnetic coils to superconductive levels. This decreases the metal's ordinary resistance to the electrical current and results in high-resolution images.

Another example is Nitrogen - It is used as a non-oxidizing displacement medium in pharmaceutical vials and as a propellant in pressurized aerosol type dispensers. Nitrogen provides a source of pneumatic pressure to power gas-operated medical devices and as a coolant for carbon dioxide surgical lasers. Nitrogen is also used to freeze and preserve blood, tissue, semen and other biological specimens and to freeze and destroy diseased tissue in cryosurgery and dermatology.

Carbon dioxide is used for close-to-physiologic atmospheres for the operation of artificial organs and in cryosurgery with insufflators during laparoscopic surgery. Carbon dioxide is also used as a component in a mixture of oxygen or air as a respiratory stimulant to promote deep breathing.

Nitrous oxide is used as an analgesic, often in combination with other agents for the production of anesthesia. Nitrous oxide is also used in cryosurgery [1,3].

We designed a project for a big hospital located in Plovdiv. There was an existing reservoir with volume – 10 m³. According to the design we replaced the existing reservoir with ours and installed one more reservoir with volume 10m³. The reservoirs are connected to an evaporator that can produce around 250 m³/h gaseous oxygen. This is the design – fig.11.

After the evaporator the pressure of the gas is around 12 bars so it passes through a pressure-regulating valve and drops to 5 bars.

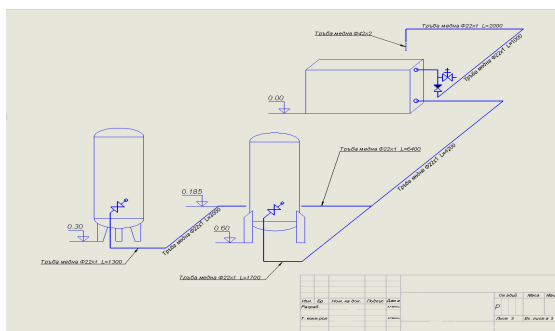


fig.11 Two 10m³ oxygen reservoirs connected to each other

Afterwards through pipelines the gas enters the building of the hospital. Before being given to the patients the oxygen passes another reduction which drops its pressure to little above atmospheric. Another interesting detail is that before the oxygen reaches the human it passes through a humidifier. A humidifier is needed because the oxygen from the evaporator is very dry and can harm the sick human. The supply of oxygen to the hospital is 24-hour non-stop. Apart from the reservoir there is a storage room with some 10 cylinders filled with oxygen. In case of breakdown of the reservoir installation, these cylinders are a safe plan. They assure that the feed of oxygen to the sick people does not stop. Like every other cryogenic equipment the reservoirs at the hospitals need inspection which means stopping operation of the system. In this case a mobile reservoir with less volume 1-2 m³ is delivered on-site and assures oxygen supply to the hospital while the main reservoir is being inspected or fixed.

Another example a hospital in Gabrovo. Like the previous hospital we had to re-design the existing reservoir. We installed a reservoir with volume – 10 m³ and an evaporator. This is the design plan of the on-site installation – fig.12.

After the evaporator, there is a flow meter and a safety valve.

There is also a reverse valve. If the reservoir fails, cylinders under pressure of 200 bars are used to supply the hospital. The reverse valve prevents high-pressure from entering the reservoir. After the evaporator, the pressure is reduced to 7-8 bars and enters the pipeline that spreads throughout the hospital. Once in the hospital the oxygen is reduced again to near atmospheric pressure and passes through a humidifier.

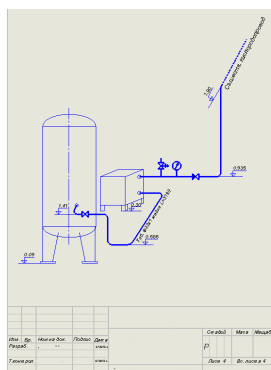


fig.12 Oxygen site in Gabrovo

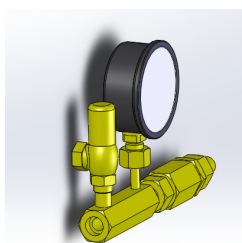


fig.13 Flow meter and safety valve

3. CONCLUSIONS

The main objective of this article is to present the world of technical gases to the reader, using analysis and complex studies. Using my personal experience in this field helps me sieve the vast amount of information and choose what I think is most important and interesting from a reader's point of view

Writing this article I wanted to show the reader the importance of technical gases. Today's world is evolving constantly and new technology is introduced every day. Some of these achievements would not be here today if it wasn't for technical gases. The history of these gases show that they have

been making our lives easier, even though few people are aware of that.

Today we aim to live "green". We realized that our planet is not an endless supply of resources and this pushes scientists all over the world to come up with new ideas of how we can maintain our lifestyle without destroying the planet. Today everyone is talking about fuel cells, main component of which is hydrogen. As I see it, the future without doubt will be very different from now. Technical gases will be in the center of that future and the main reason for that is because they are in abounded quantities and also because they are environmentally friendly.

The study I've made in the article concerning the application of technical gases was aimed to familiarize the reader with real life examples of what gases are capable of. The different fields we observed support my thesis that technical gases have a wide range of application. I chose what I think were interesting examples, showing how the design of a given project is made and how the economics are taken into account. It is an interesting question for the reader to ask himself/herself: "Where have I had contact with technical gases?" and the answer will support my thesis for the wide range of application of technical gases.

The world of technical gases is yet unexplored. I think more money should be directed towards research in this field, because history really repeats itself. Maybe tomorrow will be a day for big breakthrough in engineering thanks to the properties of technical gases.

References

1. www.praxair.com/praxair.nsf/1928438066cae92d85256a63004b880d/742e0ba8d7f6868785256819006eb0f4!OpenDocument (Accessed July 23, 2012)
2. <http://engineering-review.bg/engineering-statiieng.aspx?br=68&rub=727&id=1717> (Accessed July 26, 2012)
3. www.airproducts.com/products/Gases.aspx (Accessed August 7, 2012)

ПОДХОД И СРЕДСТВА ЗА МОДЕЛИРАНЕ, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И СИМУЛИРАНЕ В WEB СРЕДА

Борис ТУДЖАРОВ¹ Росен МИТРЕВ² Десислава КОЛЕВА³

¹катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет - София, България

e-mail: bntv@tu-sofia.bg

²катедра „Инженерна логистика”, Технически университет - София, България

e-mail: rosenm@tu-sofia.bg

³катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет - София, България

e-mail: desislawa_p@abv.bg

Резюме: В момента Internet не се използва рационално в инженерната и научноизследователската дейност. Основно се търсят, обменят и цитират различни електронни документи, които включват текст, цифри, таблици и др., без да се използва знанието, което тези документи могат да осигурят за директно моделиране. Могат да се посочат следните три основни вида на съвременното използване на Internet за обмен на информация и изпълнение на конкретни инженерни задачи: обмен на файлове във формата на конкретни CAD и офис системи (например: AutoCAD, SolidWorks, MS Office и др.); използване на обменни файлове с информация за продукта, с цел интегриране на различни системи (например: STEP и IGES) – преодолява се ограничението потребителите да имат една и съща система и от двете страни; използване на Web базирани приложения в работата (например: калкулатори на генетични алгоритми и др.), което е перспективно решение, но все още има ограничено приложение и е в етап на разработване и експериментиране.

Най-важните въпроси тук са: какъв вид технология за моделиране да се използва и как да се реализира възможно най-лесно връзката 2D/3D модел, изчисления, визуализация и симулиране в Web среда.

В работата се предлага подход базиран на XML (eXtensible Markup Language), който е еднакво добре четим както от различни устройства, така и от хората. XML всъщност е стандарт за създаване на езици, които отговарят на правилата на XML - той описва синтаксиса, който да се използва при създаването на нови езици за решаване на конкретни проблеми (каквото е използваният в работата X3D – eXtensible 3D).

Описана е последователността на работа с предложения подход и средства, като са дадени конкретни примери.

Ключови думи: моделиране, визуализация, симулиране, XML, Internet, Web

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Работата е посветена на решаването на проблема за рационално комбиниране на възможностите на: съвременните CAD системи, Web технологии за моделиране (в случая XML[6] и X3D[5]) и Web презентирани и комуникирани в реално време, с възможности за лесно вграждане на различни изчислителни резултати. Предложен е подход, чрез който реализиран с CAD (AutoCAD, SolidWorks и т.н.) модел се експортира в X3D (като посредник може да се ползва Virtual Reality Modeling Language – VRML, който в последствие да се трансформира в X3D). VRML или X3D файла се обработва с Flux/Vivaty Studio [3,4] и едва тогава е готов за публикуване, анимиране или комуникиране в реално време, чрез SAI (Scene Access Interface) и Ajax [2]. В работата е направено кратко описание на XML и X3D като

са посочени конкретни примери с различна функционалност и са уточнени конкретните етапи на предложения подход.

2. XML - РАЗШИРЯЕМ МАРКИРАЩ ЕЗИК

Въпреки че, за XML се говори като за стандарта на бъдещето и че днес XML е една от най-нашумелите думи, все още много малко хора са запознати с неговата същност.

XML е бързо развиваща се технология, която навлиза навсякъде: в Web, в програмирането, в софтуера, в операционната система на Microsoft и дори в игровата конзола Sony PlayStation 3 чрез XML базирания език Collada.

Чрез XML информацията се представя в дървовидна (йерархична) структура при спазването на определените в стандарта на World Wide Web Consortium (W3C - <http://www.w3.org>) синтак-

тични правила. Целта му е да описва данните по такъв начин, че да се реализира възможно най-безпроблематично: обмена им между софтуерните приложения; автоматичното им обработване; организирането на платформено-независима комуникация и лесното разширяване и еволюция на приложенията.

XML всъщност не е "език", а стандарт за създаване на езици, които отговарят на правилата на XML или казано с други думи, той описва синтаксиса, който да се използва при създаването на нови езици за решаване на конкретни проблеми. Могат да се посочат много примери за такива езици: Electronic Business XML (ebXML) - за нуждите на електронния бизнес; Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL) за презентация на мултимедия в Web; Mathematical Markup Language (MathML) – за представяне на математически формули и означения; Scalable Vector Graphics (SVG) – за описание на векторни изображения и т.н.

Сам по себе си XML не прави нищо. За да се използва силата му е необходимо да се познават технологиите, които го съпътстват и съставляват неговото "семејство".

С XML може да се работи с ,различни технологии: Java, ASP, JSP, PHP, JavaScript и т.н., но в своето развитие XML е довел до съществуването на множество тясно свързани с XML, специализирани технологии, които именно са членовете на XML семейството. Такива са: Document Type Definition (DTD) и XML Schema Definition (XSD) – за дефиниране съдържанието на XML документ; Simple API for XML (SAX) и Document Object Model (DOM) – за осъществяване на достъп и обработка на XML документи от приложни програми; Extensible Stylesheet Language (XSL) - за трансформиране на XML документи и за описване на начина на тяхното показване; XPath – за адресиране на секции от XML документи; XLink и XPointer – за свързване на XML документи и т.н.

Голямата гъвкавост и свобода, която дава XML и лесното му адаптиране за различни нужди са причината днес XML да се използва почти навсякъде: от представяне на лесно за модификация Web - съдържание до изграждане на многослойни приложения и достъп до бази от данни.

3. X3D - ВЪЗМОЖНОСТИ И ИЗПОЛЗВАНЕ ЗА МОДЕЛИРАНЕ, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ, СИМУЛИРАНЕ И 3D КОМУНИКИРАНЕ В РЕАЛНО ВРЕМЕ

XML позволява създаването на нови стандарти и един от тези стандарти е Extensible 3D (X3D).

X3D е ISO стандарт – XML базиран файлов формат за представяне на 3D компютърна графика, наследник на Virtual Reality Modeling Language (VRML).

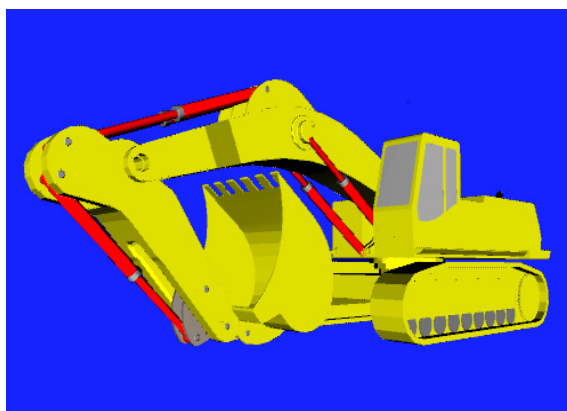
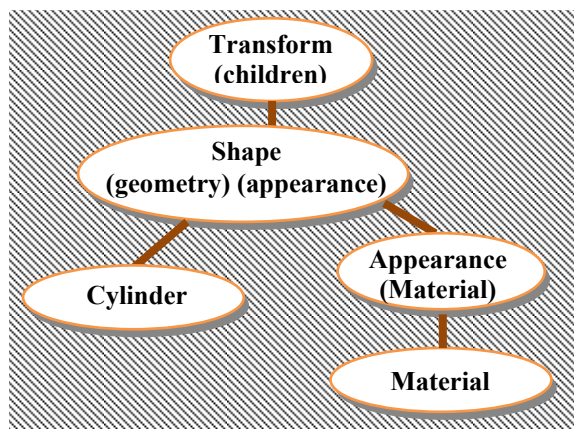
За да си представим възможностите на езика, по-долу са дадени някои обяснения и примери.

X3D моделът (виж фиг.1) се състои от различни геометрични обекти, които са цилиндри, конуси, сфери и т.н. Всеки от тези обекти се поставя в възел „Transform“, който се използва за трансформиране на обекта, например промяна в разположението му. Самите обекти са „Shape“ възли. Всеки възел е разделен на две части: геометрия и външен вид. Геометричната част на Shape съдържа информация за физическата форма на обекта. „Appearance“ областта на Shape възел съдържа информация за показването на обекта, като възелът „Material“ се използва за задаване на цвят на повърхнината.

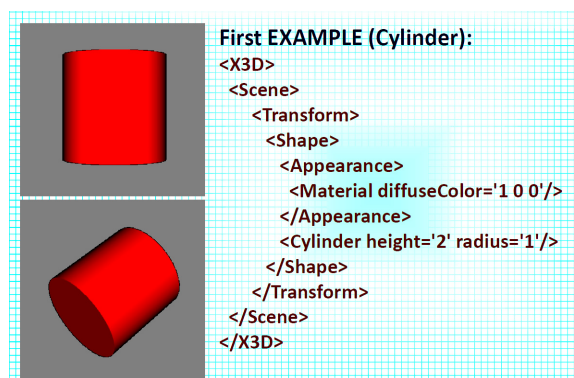
Възможностите за моделиране и симулиране на X3D и някои от използваните средства на езика са както следва:

- представяне на обекти в 3D – само интерактивните действия мащабиране, преместване и въртене са допустими (виж фиг.2.a); анимации на 3D обекти - фиксирана анимация и само мащабиране, преместване и въртене са възможни, като за реализиране на анимацията се използват: времева линия (времето се задава между 0 и 1 – напр. чрез атрибута key='0 0.8 0.9 1'), за трансляции се използва възела "Position Interpolator", който описва координатите на разположение на обекта във всеки времеви момент от координати (X, Y, Z – напр. чрез атрибута keyValue='0 .12 0 2.89 .12 0 2.89 .12 0 0 .12 0'), за ротации се използва "OrientationInterpolator" и осите и ъглите за всеки един момент са дадени (фиг.2b);
- ръководени от потребителя анимации на обекти в 3D - потребителят управлява анимацията: времето на стартиране и етапи (за реализа-

цията на такива модели се използва "TouchSensor");



фиг.2 а)

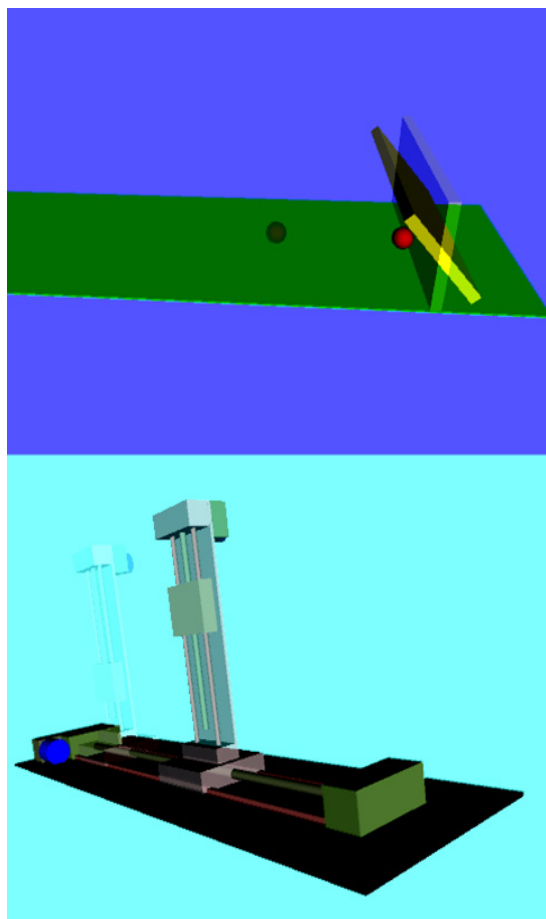


фиг.1 X3D модел – основна структура

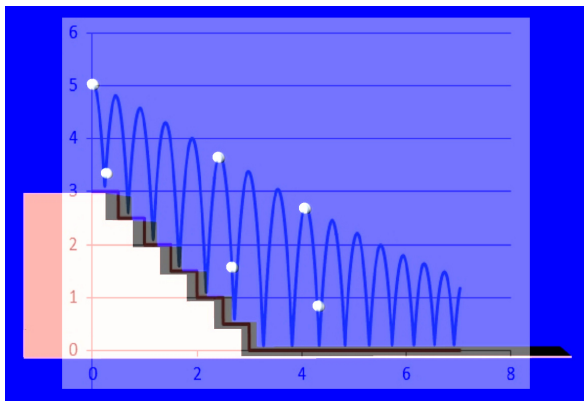
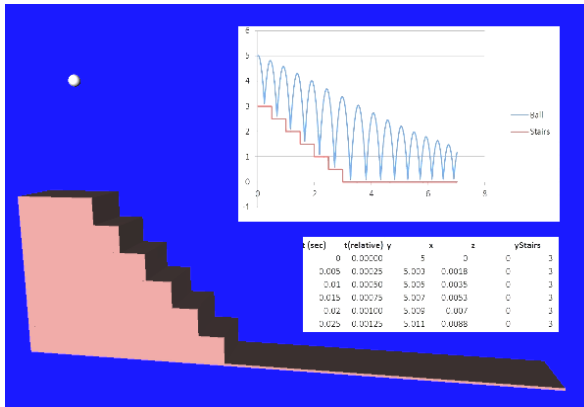
- ръководени от потребителя анимации на обекти в 3D въз основа на физически модели на изчисления в компютърна графика връзка между изчисления и моделиране и визуализация се осъществява (фиг.2с);

- X3D комуникации в реално време включват работа в реално време с 3D моделите – възможна е промяна на повърхнини, размери и разположения (фиг.2d - Web базиран конфигурактор е показано [1]).

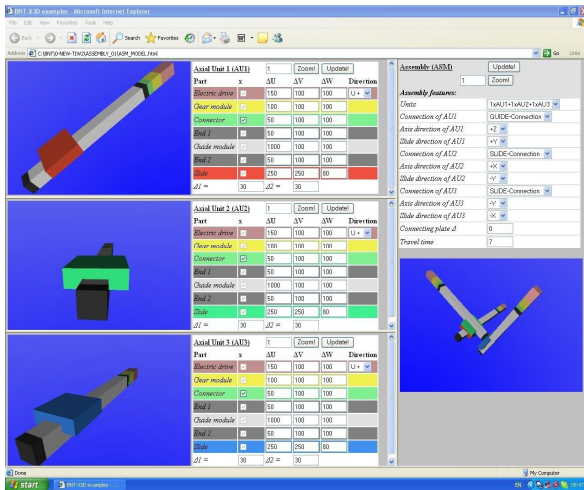
За реализиране на комуникация в реално време с модела следва да се организира четене на устройството за въвеждане на информация (клавиатура и/или мишка) - натиснати бутони. При натискането на съответен бутон се активира специална функция за работа със SAI.



фиг.2 б)



фиг.2 с)

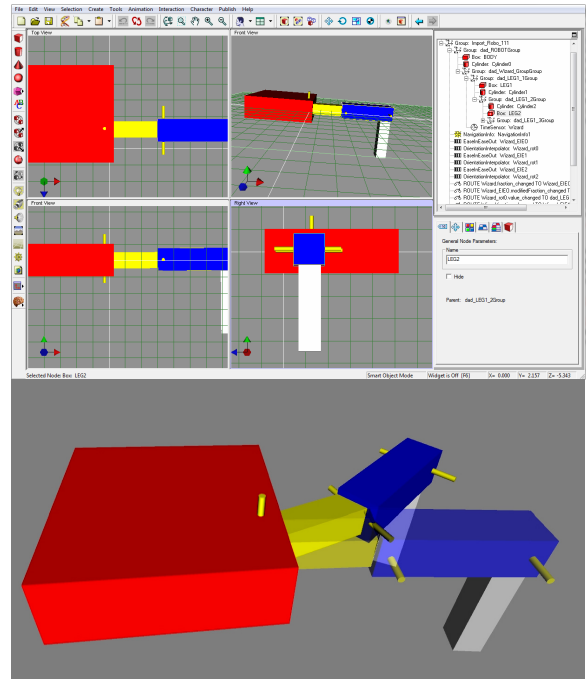


фиг.2 д)

4. ПОДХОД И СРЕДСТВА ЗА РЕАЛИЗИРАНЕ НА ВРЪЗКАТА: CAD – X3D - ИЗЧИСЛЕНИЯ – ПУБЛИКУВАНЕ В WEB

Предложеният подход за работа съдържа следните етапи:

- разработване на 3D сцена/модел/и с достъпна CAD система (AutoCAD, 3D Studio Max, SolidWorks и др.) и експортиране на файла в VRML или друг формат, който лесно след това може да се трансформира в X3D;
- импортиране на VRML файла във Flux/Vivaty Studio и генериране на X3D файл (в случай, че целта е само публикуване на 3D обекта в Internet, то работата по 3D модела може да се прекрати и със средствата на WebGL или ползване на съответен Player обекта се инсталира на съответната Web страница /забележка WebGL все още не се поддържа от MS Internet Explorer/);
- редактиране на X3D модела във Flux/Vivaty Studio (фиг.3) – след избор чрез посочване на определен елемент от модела,



фиг.3 Редактиране на X3D файл

фиг.2 X3D – Web базирано моделиране, визуализация, симулиране и комуникация в реално време

визуализиран в лявата част на екрана, този елемент бива намерен в дървовидната текстова

структура на X3D в дясната част и е достъпен за редактиране: смяна на име и др. параметри (смяната на името с подходящо такова е необходимо за улесняване на потребителя при организиране на достъпа до модела, като по този начин вече имаме X3D модел с имена на елементите познати и избрани от самия потребител);

- инсталиране на X3D модела на Web страница съгласно изискванията на Flux/Vivaty Player;
- организиране на достъп до модела посредством Ajax – използва се SAI и се реализира достъп до X3D елементите в реално време, което става лесно защото вече сме наименовали (маркирали) елементите на модела с познати и избрани от самите нас имена и именно те се използват при достъпа (т.е. потребителят следва само да посочи с кой елемент какво да се случи при настъпване на определено събитие, като е възможно всичко това да е релирано към съответни изчислителни модули).

5.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложен е подход за използване на съвременни Web технологии за моделиране, визуализи-

зиране, симулиране и осигуряване на комуникация с обектите в реално време. Дадена е кратка информация за XML и производния му X3D документ. Представени са етапите на подхода и възможните средства за реализирането им. Възможностите на подхода са илюстрирани с конкретни примери.

Литература

1. **Tudjarov B., Bachvarov A., Boyadjiev I.**, Web-based VR for Pre-Sales Service Customization, Proceedings of the 3rd Joint Conference PETO'08 and IMCM'08: Mass Customization of Services, Copenhagen, Denmark, 2008.
2. Ajax3d, <http://hypermultimedia.com/ajax3d/T2.htm>, Посетен на 09.08.2012г.
3. Flux Player and Flux Studio, <http://mediamachines.wordpress.com/flux-player-and-flux-studio/>, Посетен на 09.08.2012г.
4. Vivaty Studio, <http://www.web3d.org/realtime-3d/x3d-vrml/vivaty-studio-download>, Посетен на 09.08.2012г.
5. X3D, <http://www.web3d.org/x3d/>, Посетен на 09.08.2012г.
6. XML, <http://www.w3.org/XML>, Посетен на 09.08.2012г.

APPROACH AND MEANS FOR MODELING, VISUALIZATION AND SIMULATION IN WEB ENVIRONMENT

Boris TUDJAROV¹ Rosen MITREV² Desislava KOLEVA¹

¹Fundamentals and technical means of design department, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: bntv@tu-sofia.bg, e-mail: desislawa_p@abv.bg

²Logistics engineering department, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: rosenm@tu-sofia.bg

Abstract: Currently Internet is not used rationally in engineering and development. Mainly, the engineers are looking for sharing and citation various electronic documents that include text, figures, tables and etc., without using the knowledge that they can provide for direct modeling. Three main types of contemporary usage of the Internet to exchange information and perform specific engineering tasks are identified: file-sharing in the format of specific CAD and office systems (eg: AutoCAD, SolidWorks, MS Office, etc.); Exchange of files with product information, to integrate different systems (eg: STEP and IGES) - overcomes the restriction that consumers have the same system on both sides, using Web-based applications in the work (eg: calculators of genetic algorithms, etc.), a promising solution, but still has limited use and is in the stage of development and experimentation. The most important questions here are: what kind of modeling technology to use and how to implement the easiest possible relation between 2D/3D model calculations, visualization and simulation in Web environment. The present paper proposes an approach based on XML (eXtensible Markup Language), which is equally readable for different devices and people. XML is actually a standard for creating languages that conform to the rules of XML - it describes the syntax to use when creating new languages to solve specific problems (as is used in the work X3D - eXtensible 3D). The sequence of work with the proposed approach and tools is described and specific examples are given.

Keywords: Modeling, Visualization, Simulation, XML, Internet, Web technologies

СЪЗДАВАНЕ НА ПРЕДСТАВИТЕЛНИ МНОЖЕСТВА ОТ РАЗМИТИ ДИАГНОСТИЧНИ ПАРАМЕТРИ ЧРЕЗ НЕВРОННИ МЕТОДИ

Константин ДИМИТРОВ

Катедра „Инженерна логистика“, Технически университет - София, България

e-mail: konstantin.dimitrov@tu-sofia.bg

Резюме: Главната цел на настоящата публикация се състои в разработването на алгоритмизирана методика, с помощта на която да бъде възможно да се създават представителни множества от размити диагностични параметри като при това се прилагат специализирани невронни структури за идентифициране и обработване на базите от размити правила и съответно се използват и теоретичните предпоставки на „*T-H*“ метода.

Ключови думи: размити диагностични параметри, бази от размити правила, невронни мрежи, невронни методи

1. ВЪВЕДЕНИЕ.

Главните цели на техническата диагностика се състоят в изследването, оценяването и (по възможност) прогнозирането на отклоненията в развитието на технологични и логистични процеси от техните номинални стойности, както и в определянето на действителните технически състояния на обектите (т.е., детайли, възли, системи, машини и др.), включени в структурите на индустриални комплекси – [4].

За да бъде възможно да се извърши коректно изследване на развитието на технологичните процеси и да се определят действителните технически състояния на обектите е необходимо да се използват *представителни множества* от *диагностични параметри*, които да имат способности да представят адекватно както развитието на специфичните процеси така и характеристиките на техническите състояния (напр., степен на износване, гранично състояние преди отказ, симптом за отказ и т.н.) – [4].

В много случаи се налага да се работи с диагностични параметри изразявани единствено чрез *размити стойности* [7, 9], т.е., на практика съществуват редица обективни затруднения за реализирането и използването на точни (твърди) стойности на диагностичните параметри (напр., смущения при измерване, стохастичност при моделиране, корелации между величини и т.н.) – [3, 4, 5, 7].

Освен това, практически не е възможно да се въвеждат някакви специални изисквания ограничаващи избора на размити диагностични параметри, (напр. изисквания за използване единс-

твено на диагностични параметри с „твърди“ стойности) [1, 4], тъй като развитието на процесите и оценяването на характеристиките на техническите състояния трябва да се извършва адекватно, т.е., от множества диагностични параметри, които отразяват действителните – [1, 4, 6, 7] (и представителни) параметрични реализации – [2, 4, 7, 8].

Следователно, при много и различни по характер ситуации е необходимо да се използват представителни параметрични множества изградени както от твърди така и от *размити диагностични параметри* – [2, 4, 6, 9]. Това всъщност означава, че диагностичната система трябва да притежава и размити системни модули с помощта на които да бъде в състояние да обработва и размити диагностични променливи – [4, 9].

От анализа на базите знания получени при разработването и въвеждането в експлоатация на различни видове диагностични системи става ясно, че почти винаги *оптималния брой на диагностичните параметри* (използвани при диагностиката на процеси и състояния в индустриални комплекси) се избира да бъде от 6 до 10 параметъра, като в по-редки случаи може да достигне и до 12 – 16 параметъра [1, 3, 4, 5].

На практика това означава, че голяма част от диагностичните системи които работят с размити диагностични параметри, трябва да бъдат в състояние да обработват около 4 – 8 размити променливи – [2, 3, 7].

От теорията на размитите множества обаче е известно, че в размити системи, които трябва да обработват повече от 3 до 4 размити променливи съществуват сериозни трудности при формиране

на базите от размити правила от вида „*IF – THEN*” – [2, 3, 5], т.е., желателно е подобни бази от размити правила да могат да бъдат изтегляни („извлечени”) директно от базите данни при моделиране и/или извършване на сензорни измервания в системите и процесите (които са предмет на диагностика) – [2, 6, 8].

Всъщност процеса на директното извличане на базите от размити правила е предмет на усилията на много инженери и изследователи от различни компании и изследователски центрове и институти – [2, 3, 6, 8, 9].

Същността на проблема по директното извличане на размити множества дефиниращи размити стойности на диагностични параметри, може да се формулира по следния начин:

- разглежда се една примерна ситуация, при която е необходимо да се работи с представително множество съставено от шест диагностични параметъра, като два от параметрите се дефинират само от *размити* стойности (характеризиращи например някои специфични технически състояния на области на износване), докато останалите четири параметъра могат да се представят адекватно и от *твърди* (точни) стойности;

- тогава, вече става необходимо да се анализира специфичната ситуация при която входящото пространство се представя от два размити входа от вида x_1 и x_2 (напр. измервани от сензорна система и/или моделирани размити стойности изразяващи различни степени на износване);

- предварително известен е и крайният (желаният.) изход (т.е., решение), който представя необходимите аналитични заключения относно вида и текущия стадий на износване (за разглежданата ситуация).

- като се използва невронна мрежа с контролирано обучение се извършва нелинейно разделяне на изходящото пространство на три представителни области (съдържащи нужните решения за размитите диагностични параметри), които съответстват на три *специфични размити правила* от вида „*IF – THEN*” (т.е., размити правила тип „Сугено”);

- генерираните от размитите правила следващи (желани, търсени) стойности за размитите диагностични параметри всъщност предс-

тавяват специфична функционална трансформация на предварително получените стойности, която се осъществява с помощта на специално обучена невронна мрежа (или множество от невронни мрежи). Това обстоятелство се базира на известен (от теорията на невронните системи) факт, че при инженерни пресмятания почти всеки вид непрекъсната функция може да се представя (т.е., еквивалентна е) от невронна мрежа притежаваща поне един скрит слой.

Една от най-обещаващите разработки на методика за изтегляне и обработване на размити правила от базите данни (чрез използване на невронни мрежи), е предложена от двама японски електроинженери - Такаги (*Takagi*) и Хаяши (*Hayashi*) – [8]. Методиката е изпробвана главно при създаването на размити контролери за управление на електрически машини, и е известна като „метод на Такаши – Хаяши” (т.е., „*T – H*” метод) – [8].

Същността на „*T – H*” метода се базира на следните главни теоретични предпоставки:

А) Определяне на необходимия брой размити правила чрез разделяне (т.е., клъстериране) на областта използвана за генериране на контролни решения;

Б) Идентифициране на предходните стойности на размитите правила чрез невронна мрежа, т.е., на практика се осъществява дефиниране на функциите на принадлежност за всяко размито правило;

В) Определяне на следващите (т.е., желаните, търсените) стойности на размитите правила при контролирано (супервизирано) обучение на невронната мрежа, като за целта се използват обучаващи извадки от данни и контролни стойности за всяко размито правило.

Главната цел на настоящата публикация е (като се използват теоретичните предпоставки на „*T–H*” метода), да се разработи алгоритмизирана методика, с помощта на която да бъде възможно да се създават представителни множества от размити диагностични параметри като при това се прилагат невронни методи за идентифициране и обработване на базите от размити правила.

2. РАЗРАБОТВАНЕ НА СПЕЦИФИЧНИ НЕВРОННИ СТРУКТУРИ И ЕТАПИ НА АЛГОРИТМИЗИРАНАТА МЕТОДИКА

ЗА ГЕНЕРИРАНЕ НА МНОЖЕСТВА ОТ РАЗМИТИ ДИАГНОСТИЧНИ ПАРАМЕТРИ

За създаване на базите от размити правила (при използване на размити диагностични параметри), се прилагат правила тип *Сугено* (*Sugeno*), при които генерираните изходи са функция на входящите данни, и съответно имат вида,

$$\text{IF } x_1 \text{ is } A_1 \text{ AND } x_2 \text{ is } A_2, \dots, \text{ THEN } y = F(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

където

x и y са размити променливи изразяващи съответно избраните диагностични параметри и диагностичните решения; A_1, A_2 и т.н., - размити множества от стойности на диагностичните параметри; F – функцията на входящите променливи x_1, x_2, \dots, x_n .

Ако, вместо традиционните методи за създаване и обработване на размити правила се приложат теоретичните предпоставки на „ $T-H$ ” – метода (т.е., за изтегляне и обработка на размитите правила чрез невронни мрежи), то функцията F ще бъде заменена от специално изградена невронна(и) мрежа(и).

Тогавя, едно изтегляно (извлечено) размито правило би имало вида,

$$\text{IF } (x_1, x_2) \text{ is } A_r, \text{ THEN } y_r = N_r(x_1, x_2) \quad (2)$$

където

N_r е специално създадената невронна мрежа, която определя изхода y_r за r -то размито правило; A_r – функцията на принадлежност на предходната реализация на r -то размито правило.

За изтегляне (извлечане) на базите от размити правила използвани при създаване на множества от размити диагностични параметри се създава специфична невронна структура (като се прилагат и теоретичните предпоставки на „ $T-H$ ” метода).

Създадената невронна структура е доста сложна (комплексна) и е съставена съответно от няколко на брой различни невронни мрежи.

Общият вид на комплексната невронна структура е показан на фиг. 1.

За синтезирането на невронната структура и извършване на изчисленията в съставлящите я

невронни мрежи и размити оператори е използвана програмната система MATLAB® и по-конкретно два от нейните специализирани модули, а именно: *Toolbox „Neural Networks”* и *Toolbox „Fuzzy Logic”*.

Невронната мрежа NM от така изградената структура, се използва за генерирането на функции на принадлежност за предходните реализации на размитите правила, докато невронните мрежи N_1, N_2, \dots, N_k се използват за определянето на следващо развитие на размитите правила, т.е., на практика за изразяването на функциите F_i включени в размитите правила от вида (1).

В създадената невронна структура се използват трислойни невронни мрежи с предно захранване, които се обучават чрез обратно-разпространяващ се (т.е., „*backpropagation*”) алгоритъм.

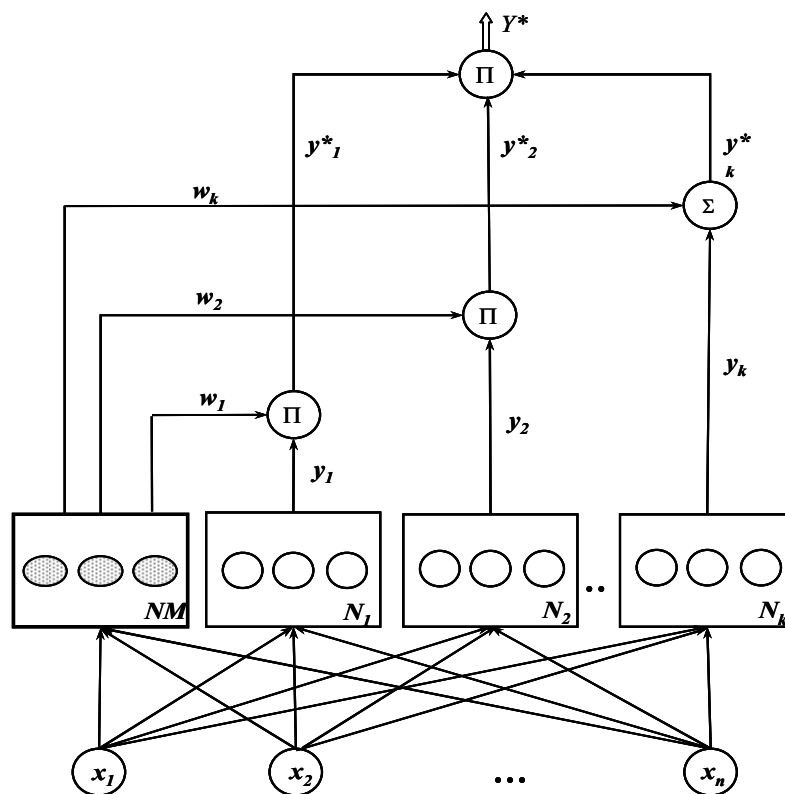
При действие на комплексната невронна структура се извършва специфично поетапно трансформиране (адаптиране) на генерираните от всички мрежи тегловни изходи (като за целта се използват размитите стойности на функциите на принадлежност), докато накрая се дефинира и крайната (комплексната) изходяща стойност, която всъщност изразява нужното диагностично решение.

За генериране и обработване на множествата от *размити диагностични параметри* е необходимо да се създаде (и съответно приложи) специализирана алгоритмизирана методика (като за целта отново се използват някои от теоретичните предпоставки на „ $T-H$ ” метода).

Главните етапи на такава методика се разработват както следва:

Етап 1. Дефинира се предварително известния (т.е., търсения) изход y_i (като $i = 1, 2, \dots, k$), за всяка невронна мрежа, както и входящите стойности x_j (като $j = 1, 2, \dots, r$) за всеки избран диагностичен параметър.

В този етап, на практика се използват предварителни знания, които дефинират вида на търсените изходи, (т.е., конкретна реализация на процес, характеристика на техническо състояние, реализация на отказ и/или симптом на отказ и т.н. Входящите стойности за използваните диагностични параметри от размит тип също са размити и се дефинират съответно или чрез сензорни измервания или чрез симулационно моделиране.



фиг.1 Комплексна невронна структура

Еман 2. Множеството от входящи и изходящи стойности $\{M\}$, се подразделя на две подмножества, а именно – подмножеството от обучаващи стойности $\{M_T\}$ и подмножеството от проверяващи (контролни) стойности $\{M_C\}$, като при това

$$\{M\} = \{M_T\} + \{M_C\} \quad (3)$$

Еман 3. Подмножеството от обучаващи стойности се подразделя на r – броя групи (класове) като за целта се използват методи на клъстеризация от вида *разпознаване на образи и форми* (англ. *Pattern Recognition*) при предварително известни (еталонни) класове от реализации и/или състояния.

Всяка една група (клъстер) $C^{(k)}$ съответно се изразява от размитите стойности $[x_i^{(k)}, y_j^{(k)}]$.

Тъй като (в дадения случай), подразделянето на подмножеството от обучаващи данни е реализирано като r броя групи (класове), то и *броят*

на заключителните (решаващите) размити правила също се приема да бъде r .

Еман 4. Предходната (т.е., предварително известната и/или избрана) реализация на всяко разрито правило се изразява чрез невронната мрежа NM (т.е., чрез невронната мрежа, която се използва за генериране на съответната функция на принадлежност).

На входящия слой на невронната мрежа NM се подават както входящите размити стойности (на избраните диагностични параметри) от вида x_i , така и синаптичните тегла $w_i^{(k)}$ във вид на контролирани (т.е., избрани) данни които трябва да бъдат генерирани (получени) на изходящия слой на NM , като при това,

$$w_i^{(k)} = 1, \text{ ако } x_i \in C^{(k)} \quad (4)$$

$$w_i^{(k)} = 0, \text{ ако } x_i \notin C^{(k)} \quad (5)$$

По такъв начин, невронната мрежа NM се обучава да действа по подразбиране (т.е., по асоциация), т.е., размитите неврони изграждащи нейната структура придобиват способности за генериране на нужните синаптични тегла (които трябва да се подават към другите мрежи от невронната структура), при подаването на съответния входящ вектор x , (изразяващ измервани и/или моделирани размити стойности в избраните множества от представителни диагностични параметри).

Следователно, невронната мрежа NM притежава способности за определяне на *специфичната степен на принадлежност* $w_i^{S(k)}$ на всеки един от обучаващите входящи вектори x_i към съответната група (кълстер) $C^{(k)}$, (т.е., всъщност към съответното *размито правило*).

Това е така поради факта, че специфичната функция на принадлежност $\mu_{A_k}(x_i)$ на *предходната реализация* A_k (за k -то размито правило) се дефинира като заключителна (т.е., решаваща) стойност на $w_i^{S(k)}$, т.е., на практика това представлява изхода на невронната мрежа NM .

Функцията на принадлежност $\mu_{A_k}(x_i)$ може да се определи от израза,

$$\mu_{A_k}(x_i) = w_i^{S(k)}, \text{ като } i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Етап 5. При този етап е необходимо да се дефинира *следващата (бъдещата) реализация на размитите правила* (след като тяхната предходна реализация вече е била дефинирана в Етап 4), като при това се използват зависимостите между входящите и изходящи стойности в останалите невронни мрежи изграждащи комплексната невронна структура (т.е., N_1, N_2, \dots, N_k).

За целта, входящите и изходящи стойности от обучаващото подмножество $\{M_T\}$ се въвеждат като примери за обучение (изразени като комбинирани множества от входящи и изходящи стойности) на невронните мрежи N_1, N_2, \dots, N_k , т.е., на мрежите които трябва да моделират следващите развития (реализации) на размитите правила.

При реализацията на тези процеси, като допълнителен вход на обучаващите алгоритми се използват и проверяващите (т.е., контролните) стойности съставляващи съответно подмножеството

$\{M_C\}$, тъй като в случая се прилага с т.нар. *контролирано (супервизирано) обучение* (т.е., търсените изходи, които трябва да се генерират от невронните мрежи вече са известни).

В обучаващите алгоритми се работи с т.нар. *сумарна средноквадратична грешка* $E_m^{(k)}$, при минимизирането на която се реализира и търсеното ниво на обучение. За определянето на сумарната средноквадратична грешка се използва следната зависимост,

$$E_m^{(k)} = \sum_{i=1}^{M_c} [y_i - \hat{y}_k(x_i) \times \mu_{A_k}(x_i)]^2 \quad (7)$$

където,

y_i е търсената (контролираната) стойност (т.е., желания изход) генериран от невронна мрежа N_i , включена в комплексната невронна структура (моля вижте отново фиг. 1); \hat{y}_k - текущо изчисляваната (получавана при обучение) размита стойност, генерирана от невронните мрежи във вид на k -мо размито правило.

Етап 6. При този последен (заключителен) етап на алгоритмизираната методика се определя крайното (комплексно) решение Y_i^* , генерирано от комплексната невронна структура. Използва се следната зависимост,

$$Y_i^* = \frac{\sum_{k=1}^r \mu_{A_k}(x_i) \times [\hat{y}_k(x_i)]_{E_{opt}}}{\sum_{k=1}^r \mu_{A_k}(x_i)}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

където,

$[\hat{y}_k(x_i)]_{E_{opt}}$ представлява оптималната размита стойност, получена съответно при най-добра реализация на обучаващия процес (т.е., съответно на минималното отклонение между търсения и действителния изход генериран от невронна мрежа N_i).

Като *представителен пример* за използване на разработената алгоритмизирана методика в реална индустриална система, са показани част от резултатите получени при диагностиране на развитието и характеристикните състояния за специфичен технологичен процес състоящ се в предварително обработване на стоманени изделия непосредствено преди тяхното горещо галванизиране чрез потапяне.

Обработката на стоманените изделия се извършва в киселинни разтвори които се съдържат в загрявани технологични резервоари с големи обеми (около 55 – 60 m³).

Поради големите обеми на резервоарите, изключителното разнообразие на форма, размери и тегло на обработваните стоманени изделия, реализираните технологични процеси имат силно стохастичен характер. Поради това, на практика е изключително трудно да се получават (и съответно обработват) *точни* стойности на представителните множества от диагностични параметри, т.е., на практика почти всички параметрични стойности са *размити*.

В подобни случаи почти винаги съществуват и обективни затруднения за адекватното и директно определяне на базите от размити правила по традиционните методи (т.е., чрез използване на натрупаните знания и/или моделни симулации) особено когато техният брой е по-голям (напр. 4, 5 и повече). По тези причини, за осъществяване на диагностичните изследвания могат да се приложат невронни методи за генериране (т.е., изтегляне, извличане на необходимите бази от размити правила от наличните множества от размити данни), като за целта се използва и разработената методика.

В настоящия представителен пример се използват следните видове *входящи и изходящи променливи*:

- Y - *обобщен изход*: изразяван във вид на реализирана специфична комбинация от постигнатото киселинно число, (т.е., киселинността) на технологичните разтвори A (KOH/mg), и достигнатите температурни нива в разтворите (т.е., на практика постигане на оптимален технологичен режим в загряваните резервоари);

- x_1 – *входяща размита променлива 1*: текущи температурни нива реализирани в загряваните резервоари, C°;

- x_2 – *входяща размита променлива 2*: количества подавана прясна киселина в загряваните технологични резервоари, l;

- x_3 – *входяща размита променлива 3*: количества отстраняван (изпомпван) технологичен разтвор (т.е., отработен технологичен разтвор подаван към специализирана система за преработване на течни отпадни продукти), l;

- x_4 – *входяща размита променлива 4*: количества инхибитори (забавители) на изпарения от повърхностния слой на разтворите, kg ;

- x_5 – *входяща размита променлива 5*: количества подавана технологична вода в загряваните резервоари (с цел компенсиране на постоянните загуби, които се получават при обработването на стоманени изделия и отстраняването на количествата отработен разтвор), l;

В съответствие с процедурите разработени в *Етап 2* на методиката, множествата от стойности на всички размити променливи са разпределени в две подмножества – съответно в *обучаващо* и в *контролно* подмножество.

За реалното оценяване на характеристиките на размитите диагностични параметри са използвани 28 точки (прозорци) на отчитане, а за изпитване адекватността на получаваните данни – съответно 10 точки на отчитане.

Осъществен е и целеви (планиран) експеримент базиран на обратното елиминиране, с помощта на който е определено, че всичките 5 вида входящи размити променливи трябва да се използват при генерирането на крайните (обобщаващи) диагностични решения (т.е., комплексните изходи) за системата

За да се осъществи определянето на предходните множества от реализации на размитите правила се използва специална невронна мрежа (т.е., мрежата *NM*). Изградената невронна мрежа е съставена от четири слоя – съответно един входящ слой, два скрити слоя и един изходящ слой. Входящият невронен слой на мрежата *NM* (за настоящия пример), е изграден от пет броя неврони, двата скрити слоя на мрежата съдържат по дванадесет броя неврони, а изходящият слой съдържа съответно два броя неврони.

По подобен начин се постъпва и при определянето на следващи (бъдещи) реализации на размитите правила. За целта се използва гама (множество) от четирислойни невронни мрежи (т.е., мрежите N_i), при които входящите и скритите слоеве са изградени съответно от по пет и дванадесет броя неврони (подобно на структурата на мрежата *NM*), докато изходящият слой на тези мрежи съдържа само по един неврон (който генерира съответното комплексно решение за дадената мрежа N_i).

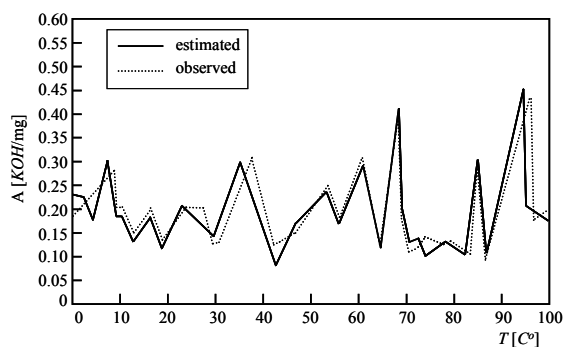
Така създадената невронна структура се подлага на контролирано обучение, реализирано като процес съставен от 1500 броя „епохи” (т.е., итерации, цикли).

След успешното приключване на процеса на обучение, невронната структура се използва за дефинирането (т.е., извличането) на база от две размити правила (изразени като клъстери), които съответно имат вида:

$$C^{(1)} : \text{IF } (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \text{ is } A^{(1)} \text{ THEN } y_1 = N_1(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \quad (9)$$

$$C^{(2)} : \text{IF } (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \text{ is } A^{(2)} \text{ THEN } y_1 = N_2(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \quad (10)$$

Някои представителни резултати, получени при действието на комплексната невронна структура са показани на фиг. 2.



фиг. 2. Представителни резултати, получени при действието на комплексната невронна структура

На фигурата всъщност е показано едно сравнение между експериментално получени резултати и генерираните с помощта на невронната структура резултати (решения).

От анализа на получените представителни резултати стават ясни два вида факти:

1. Създадената невронна структура успява (след успешно приключило обучение) да се справя сравнително успешно с генерирането на комплексните резултати относно комбинациите реализирани от киселинност и температура на технологичните разтвори. Това се вижда от сравнението на реалните резултати (прекъснатата линия) с предполагаемите резултати (плътна линия).

2. От резултатите представени на фигурата се вижда още че технологичният режим се характеризира с висока степен на стохастичност и съответно размиване в параметричните данни. Това всъщност означава, че на практика директното определяне на базите от размити правила при 5 размити променливи (т.е., диагностични параметри) ще бъде трудно реализируемо без използването на невронни структури с контролирано обучение, (с помощта на които да се извърши тяхното извличане от налични множества от размити стойности).

3. ОБОБЩЕНИЯ И ИЗВОДИ

3.1. В настоящата публикация са разработени главните етапи на една алгоритмизирана методика, както и специфични невронни структури с помощта на които могат да се изтеглят (извличат) бази от размити правила използвани в представителни множества от размити диагностични параметри.

3.2. Разработените методически етапи и невронни структури са приложени за диагностиране на реални технологични процеси характеризирани се с висока степен на стохастичност в своето развитие и съответно размиване в представителните си стойности.

Литература

1. **Blanco, A., etc.**, Learning procedure to identify weighted rules by neural networks, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 69, pp. 29-36, 1995.
2. **Higgins, C.M., R.M. Goodman**, Fuzzy rule-based networks for control, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 2, No1, pp. 82-88, 1994.
3. **Jang, J.S.**, Self – learning fuzzy controller based inference systems, IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 3, No 5, pp. 714 – 723, 2002.
4. **Dimitrov, K.D.**, Fault Diagnosis in Industrial Systems, Publisher Propeller, Press Dailycont, Sofia 2012.
5. **Keller, J.M., Y. Hayashi, Z. Chen**, Additive Hybrid Networks for Fuzzy Logic, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 66, No 3, pp. 307 – 313, 1994.
6. **Kuo, R., etc.**, Neural network driven fuzzy inference systems, IEEE International Conference on Neural Networks, Conference Proceedings 3, Piscataway, NJ, 1994, pp. 1532 - 1536.
7. **Tsoukalas, L.H., R.E.Uhrig**, Fuzzy and Neural Approaches in Engineering, John Willey and Sons, New York, 1997.

8. **Takagi, H., I. Hayashi.**, NN-Driven fuzzy reasoning, International Journal of Approximate Reasoning, Vol. 5, No 3, 1991, pp. 191 – 212.
9. **Wang, I. X.**, Adaptive fuzzy systems and control, Prentice –Hall, Englewood Cliffs, 2002.

DEVELOPMENT OF REPRESENTATIVE SETS OF FUZZY DIAGNOSTIC PARAMETERS VIA IMPLEMENTATION OF NEURAL METHODS

Konstantin DIMITROV

Logistics engineering department, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: konstantin.dimitrov@tu-sofia.bg

Abstract: The purpose of this paper includes the development of particular algorithmic methodologies, that may be implemented for creation processing of representative sets fuzzy diagnostic parameters via specific neural structures. The developed methods and neural structures are in fact applied for identification, extraction and processing of the fuzzy rule bases (implemented in the sets of fuzzy diagnostic values). The theoretical aspects of the “T – H” method are also included in the developed methodology.

Keywords: fuzzy diagnostic parameters, fuzzy rule bases, neural networks, neural methods.