

Българско списание за **Инженерно ПРОЕКТИРАНЕ**

брой №7, февруари 2011г.

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

Членове

М. 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. Петров	ТУ-София, България	V. Lepadatescu	Transilvania University of Brashov, Romania
В. Панов	ТУ-София, България	N. Zrnic	University of Belgrad, Serbia
М. Георгиев	ТУ-София, България	M. Jovanovic	University of Nish, Serbia
Ст. Карапетков	ТУ-Сливен, България	D. Michalopoulos	University of Patras, Greece

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; **Дизайн на корицата:** Радослав Козарев

Bulgarian journal for **Engineering Design**

issue №7, february 2011

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

Members

M.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.Petrov	TU-Sofia, Bulgaria	B.Lepadatescu	Transilvania University of Brashov, Romania
V.Panov	TU-Sofia, Bulgaria	N.Zrnic	University of Belgrad, Serbia
M.Georgiev	TU-Sofia, Bulgaria	M.Jovanovic	University of Nish, Serbia
St.Karapetkov	TU-Sliven, Bulgaria	D.Michalopoulos	University of Patras, Greece

Editor

R.Mitrev, TU-Sofia, Bulgaria

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

СЪДЪРЖАНИЕ

Стенд за функционална проверка, изпитание и настройки на управляеми и неуправляеми аксиално-бутални хидравлични помпи	5
Л.Димитров, В.Николов, Г.Татаров	
Размерен анализ с Autodesk Inventor	11
П.Горанов	
Адаптивен агрегиращ механизъм с предаване на фрагменти за високоскоростни безжични мрежи	15
В.Христов, Б.Гуджаров	
Design of Test Targets for Objective Image Quality Evaluation	23
V.Kamenov, V.Ivanov	
Определяне на мястото на удар между превозни средства при криволинейно равномерно движение чрез графо – аналитично решение в среда на програмен продукт „AutoCAD®”...	31
В.Пенчев, Б.Гуджаров	
Механична конструкция на уред за инициране на вълновод за неелектрически системи за взривяване	35
Г.Станчев, М.Вичева	
Test control in The Basics of designing for the specialty ‘Industrial engineering’	39
G.Dinev, E.Chalakov	
Структурна схема на механично изделие от гледна точка конструиране с CAD система	43
П.Горанов, А.Стойков	
Построяване на пресичането на ротационни повърхнини с успоредни оси в общо положение	49
М.Теофилова, Л.Балтова	
Разширената структурна схема като основа за организиране на съвместен проект	55
Е.Тодорова, П.Горанов	
Уред за инициране на вълновод за неелектрически системи за взривяване	61
Г.Станчев, М.Вичева	
Конструиране и сравнително изследване на помпа с гъвкав полиуретанов и гумен импелер	67
А.Стойков, П.Горанов	

CONTENTS

Design of a test rig for the control, testing and regulation of axial piston hydraulic pumps	5
L.Dimitrov, V.Nikolov, G.Tatarov	
Stack-up tolerance analysis with Autodesk Inventor	11
P.Goranov	
An adaptive mechanism with aggregation and retransmission of fragments for high-speed wireless networks.....	15
V.Hristov, B.Tudjarov	
Design of Test Targets for Objective Image Quality Evaluation.....	23
V.Kamenov, V.Ivanov	
Determination of impact location in conditions of curvilinear nonaccelerating vehicle movement with AutoCad.....	31
V.Penchev, B.Tudjarov	
Mechanical construction of a device for initiating the tube for non electric detonators.....	35
G.Stanchev, M.Vicheva	
Test control in The Basics of designing for the specialty ‘Industrial engineering’.....	39
G.Dinev, E.Chalakov	
Structural scheme of mechanical assembly with respect to design with CAD system.....	43
P.Goranov, A.Stoev	
General position of cross-section of rotation surfaces to parallel axis.....	49
M.Teofilova, L.Baltova	
Extended structural scheme as basis for organizing of collaboration.....	55
E.Todorova, P.Goranov	
Device for initiating the tube for non electric detonators.....	61
G.Stanchev, M.Vicheva	
Construction and comparative investigation of pump with flexible polyurethane and a rubber impeller.....	67
A.Stoev, P.Goranov	

СТЕНД ЗА ФУНКЦИОНАЛНА ПРОВЕРКА, ИЗПИТАНИЕ И НАСТРОЙКИ НА УПРАВЛЯЕМИ И НЕУПРАВЛЯЕМИ АКСИАЛНО-БУТАЛНИ ХИДРАВЛИЧНИ ПОМПИ

Любомир ДИМИТРОВ¹ Владимир НИКОЛОВ¹ Георги ТАТАРОВ²

¹катедра „Машинни елементи и неметални конструкции”, Технически университет-София, България

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

²ХЕС АД, Ямбол, България

Резюме: Аксиално-буталните хидравлични елементи (мотори и помпи) са нова гама в производствената листа на завода за хидравлични елементи ХЕС в гр. Ямбол. Разработването на прототипните изделия беше направено с помощта на проект, финансиран от Националния Иновационен Фонд. Изключително важен и отговорен етап от производството на аксиално-буталните хидравлични елементи е тяхното изпитване и настройка. За целта в завода бяха разработени стендове. В статията са представени два стенда за изпитване и настройка на хидравлични неуправляеми и управляеми аксиално-бутални помпи. Те позволяват бърза и лесна настройка и изпитване на изработваните елементи съгласно изискванията на клиента. На изпитване и настройка се подлагат 100% от произведените аксиално-бутални помпи.

Ключови думи: Стенд за изпитване, аксиално-бутални хидравлични помпи

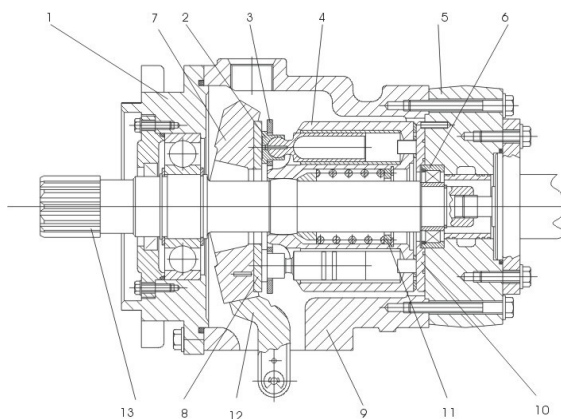
1. ВЪВЕДЕНИЕ

Производството на аксиално-бутални хидравлични елементи (помпи и мотори) е ново за България. Наред с множеството технологични проблеми, които трябваше да се решат при усвояването на тяхното производство [1,2,3] трябваше да се реши и проблемът с проверката, изпитването и настройката на готовите изделия. Стендове за подобни изпитвания има разработени от световните лидери в производството на аксиално-бутални елементи като Bosch Rexroth [4], Sauer Danfos [5], Venus DSH [6] и други. Тези стендове обикновено са know how, на производителите, защитени са с множество патенти, и ако се продават, то те са на изключително високи цени. Това наложи за нуждите на ХЕС АД гр. Ямбол да се разработи оригинална гама от стендове за проверка, изпитване и настройката на аксиално-бутални хидравлични елементи.

2. ФОРМУЛИРАНЕ НА ПРОБЛЕМА

На фиг.1 е показана една регулируема аксиално-бутална помпа, за чиято проверка, регулиране и настройка трябваше да се разработи стенд [3]. На практика трябваше да се разработят два стенда за изпитване на аксиално-бутални помпи: за нерегулируеми помпи и за регулируеми пом-

пи. Тези стендове бяха успешно проектирани и реализирани в рамките на проект АБХЕл [3].



фиг.1 Регулируема аксиално-бутална помпа

2.1. Стенд за проверка, регулиране и настройка на нерегулируеми помпи

При изпитване на неуправляеми аксиално-бутални хидравлични помпи стенда дава възможност да се определят следните параметри [7,8,9]:

1. Обемен коефициент на полезно действие;
2. Общият коефициент на полезно действие;
3. Обемният разход в зависимост от работното налягане, при различни честоти на въртене (различни обороти).

4. Консумираната мощност в зависимост от работното налягане, при различни честоти на въртене (различни обороти).

На фиг.2 е показана блок-схемата на този стенд.

2.2. Стенд за проверка, регулиране и настройка на регулируемите помпи

При функционално изпитване на управляеми аксиално-бутални хидравлични помпи стенда дава възможност да се определят следните параметри и извършат следните проверки на системите за управление и защита на помпите в зависимост от техния вид [7,8,9].

1. Разработване на проверяваните образци при температура на работната течност 50⁰C и 80⁰C в двете посоки на хидравличния поток.

2. Механични нулиране на управляващото устройство.

3. Проверка на максималния работен обем.

4. Определяне на КПД – обемен и общ.

5. Проверка на номиналния дебит при номинални обороти.

6. Проверка на номиналната мощност при номинални обороти.

7. Измерване на обемен КПД на подхранващата помпа.

8. Проверка на функционалното действие на предпазния клапан за ниско налягане на подхранващата помпа (ППК-НН).

9. Проверка на функционалното действие и настройка на предпазните клапани за високо налягане (ППК-ВН).

10. Проверка на функционалното действие на регулиращо устройство тип НW.

11. Проверка на функционалното действие на регулиращо устройство тип НD.

12. Проверка на функционалното действие на регулиращо устройство тип DA.

13. Проверка на функционалното действие на отсичащия клапан.

На фиг.3 е показана блок-схемата на този стенд.

3. НАЧИН НА ФУНКЦИОНИРАНЕ НА СТЕНДОВЕТЕ

Блок схемата на стенда за проверка, изпитване, и настройка на параметрите на управляема

аксиално-бутална хидравлична помпа е показана на фиг.3, а на фиг.4 е показан общият вид на стенда. Изпитваната помпа се присъединява към управляем асинхронен мотор, който реализира чрез система за управление необходимите за изпитанието режими. Предаваният въртящ момент и оборотите се измерват на вала на помпата, с което се определя входящата мощност. Помпата се натоварва с натоварващо хидравлично устройство, като моментния дебит и налягане се измерват на изхода на помпата, като се отчита и подхранващото налягане. Данните от датчиците за момент, обороти на въртене, налягане на входа и изхода и моментния дебит се предават в системата за събиране и обработване на данните. В стенда при тази конфигурация се включват допълнително още два датчика за налягане до 60 bar и дебит до 30 l/min, които служат за определяне параметрите на подхранващата помпа (ПП) и настройка на управляващото устройство (УУ) в зависимост от неговия тип. За определяне на настройките и параметрите на предпазно-преливните клапани за високо налягане (ППК-ВН), вградени в аксиално-буталните управляеми помпи се включва и източник за налягане до 450 bar и дебит до 100 l/min, като параметрите се измерват от датчиците за налягане и дебит с които се определят параметрите на изпитваната помпа, след съответното превключване. Данните от датчиците се предават в системата за събиране и обработване на данните. На изхода на системата за събиране и обработване на данните се получават параметрите описани по горе. Към стенда има система за управление, регулираща температурата на хидравличната течност, поддържаща необходимите температурни интервали при които стават изпитанията.

4. РЕЗУЛТАТИ ОТ ТЕСТОВИТЕ ИЗПИТВАНИЯ

Резултатите от изпитанията се извеждат в цифров вид. Разработен с софтуер за автоматизирана обработката на статистическите данни за извеждането им в графичен вид [3].

В табл.1 са показани данните, които се извеждат в резултат на изпитването, отнасящо се за определяне на механичния, обемен и общия кпд.



фиг.4 Общ вид на стенда за проверка, регулиране и настройка на регулируеми помпи

Показани са резултатите получени вследствие изпитанието на помпа тип А4V с работен обем 90 dm³.

Механичният КПД $\eta_{мех}$ се определя по познатата зависимост за определяне на КПД [10]

$$\eta_{мех} = N_{изх} / N_{ex}$$

където:

$$N_{ex} = T_{ex} \cdot n / 9554,$$

като стойностите за въртящия момент и оборотите се отчитат от съответните датчици;

$$N_{изх} = Q_{изх} \cdot \Delta p / 600,$$

където:

$$\Delta p = p_{ex} - p_{изх},$$

като стойностите се отчитат от съответните датчици.

Обемният КПД η_Q се определя по зависимостта:

$$\eta_Q = Q_{теор} / Q_{изх}$$

като,

$$Q_{теор} = q_v \cdot n,$$

където q_v е работния обем на изпитваната помпа а n са измерените обороти върху вала на помпата;

$Q_{изх}$ е измереният дебит при съответните обороти на въртене.

Общият кпд η се определя като:

$$\eta = \eta_Q \cdot \eta_{мех}$$

табл.1 Формуляр за оценка на параметрите от проверката, регулирането и настройката на аксиално-бутални помпи.

№	t ⁰	n	p _{вх}	p _{изх}	Δp	Q _{изх}	Q _{теор}	η _Q	T _{вх}	N _{вх}	N _{изх}	η _{мех}	η
---	----------------	---	-----------------	------------------	----	------------------	-------------------	----------------	-----------------	-----------------	------------------	------------------	---

5. ИЗВОДИ

В резултат от работата по проекта АБХЕЛ (Усвояване на аксиално-бутални хидравлични елементи: мотори и помпи), бяха разработени два стенда за проверка, регулиране и настройка на нерегулируеми и за регулируеми аксиално-бутални хидравлични помпи. По време на работата по стендовете бяха решени много конструктивни и технологични проблеми, които позволиха стендовете да бъдат изработени.

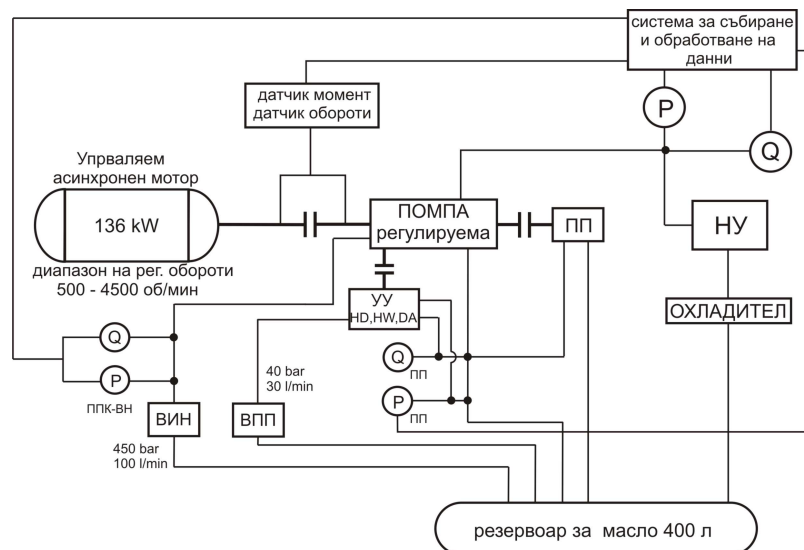
Благодарности

Стенда е разработен и произведен по проект АБХЕЛ (Усвояване на аксиално-бутални хидравлични елементи: мотори и помпи), финансиран от Националния Иновационен фонд.

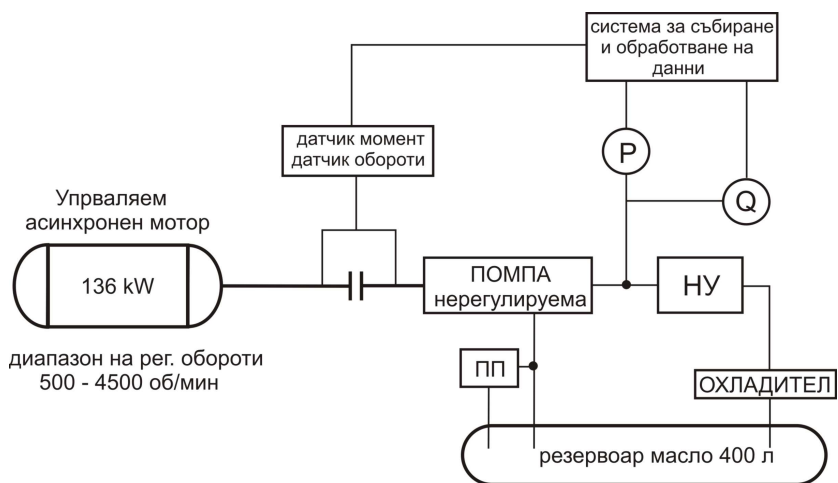
Литература

- [1] **Николов В., К. Гочева** Съвременни методи за почистване на чугунени отливки със сложни вътрешни кухини за хидравлични елементи. В: IV международна конференция "Машинознание и машинни елементи", София, 2008, Херон Прес, 2009, 134-143.
- [2] **Николов В., Л. Димитров.** Двустранно плоско шлифоване на канали с повишени точности изисквания. В: IV международна конференция "Машинознание и машинни елементи", София, 2008, Херон Прес, 2009, 192-197.
- [3] **Отчет** на проект АБХЕЛ, Ямбол, октомври, 2009.
- [4] **Axial Piston Units.** Rexroth Bosch Group. www.boschrexroth.com/mobile-hydraulics-catalog/Vornavigation/Vornavi.cfm
- [5] **Axial Piston Units.** Sauer Danfos. <http://www.sauer-danfoss.com>.
- [6] **Axial Piston Units.** Venus DSH. <http://www.venusdsh.com/products.htm>
- [7] **Грозев, Г., М. Лазаров, В. Обретенов.** Хидравлични машини. Техника, София 2006.
- [8] **Лазаров Ст.** Основи на хидравликата. Бош Рексрот АГ, 2008.
- [9] **Halat, J.A., Gallaway, P.W.** High pressure hydraulic pumps. Recent Advances in Aerospace Hydraulics, November 24-26, Toulouse, France, 1998.
- [10] **Экснер, Х., Р. Фрейтаг** и др. Гидропривод. Основы и компоненты. Т.1, Бош Рексрот АГ, 2003.

	C ⁰	min ⁻¹	bar	bar	bar	dm ³	dm ³		N.m	kW	kW		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	756	382	6.8	375.2	40.9	41.58	0.98	333	26.37	25.58	0.97	0.95
2	52	1413	402	6.5	395.5	75.8	77.72	0.975	350	51.8	49.96	0.964	0.94
3	51	1370	390	6.6	383.4	73.5	75.35	0.976	339	48.6	47	0.967	0.94
4	81	2010	388	6.1	381.9	107	110.55	0.968	337	70.8	68.1	0.962	0.93
5	79	1516	385	6.2	378.8	80.9	83.38	0.97	333	52.8	51.1	0.968	0.94



фиг. 2 Блок схема за изпитване на аксиално-бутална регулируема помпа



фиг. 3 Блок схема за изпитване на аксиално-бутална нерегулируема помпа

DESIGN OF A TEST RIG FOR THE CONTROL, TESTING AND REGULATION OF AXIAL PISTON HYDRAULIC PUMPS

Lubomir DIMITROV¹ Vladimir NIKOLOV¹ Georgi TATAROV²

¹Department of Machine Elements, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: lubomir_dimitrov@tu-sofia.bg

²HES AD, Yambol, Bulgaria

Abstract: Axial piston hydraulic devices (motors and pumps) are new products for Bulgarian producing industry and they are new for the HES company as well. Those products have been implementing in the company production list due to a project financed by the Bulgarian Innovation Fund. One of the important procedures in the production of these devices is the process of control, testing and regulation of their parameters. A number of test rigs have been developed in the factory in order to handle with this problem. In this paper two test rigs are presented. They are designed for the examination of variable displacement and for non variable displacement pumps. The test rigs allow to make fast end effective control, testing and regulation of 100% of manufactured in the factory axial piston pumps.

Keywords: Test rig, axial piston pumps

РАЗМЕРЕН АНАЛИЗ С AUTODESK INVENTOR

Петър ГОРАНОВ

катедра „Основи и технически средства за конструиране“, Технически университет – София, България
e-mail: pygor@tu-sofia.bg

Резюме: Допуските на размерите определят приемливата неточност, която осигурява желаната функционалност на изделието. Размерният анализ осигурява точността на функционални размери в сглобената единица. Независимо от важността на размерния анализ, редица CAD системи не предлагат инструмент за размерен анализ в основния пакет. В настоящата работа се разглеждат възможностите за размерен анализ, като се използва основната функционалност на Autodesk Inventor. Разсъжденията включват само отклоненията на размерите.

Ключови думи: Autodesk Inventor, размерен анализ, точност на размерите, САТ системи

1. УВОД

Допуските на размерите определят приемливата неточност, която не влияе върху желаната функционалност на изделието. Размерният анализ осигурява точността на функционалните размери в сглобената единица.

Размерният анализ представлява изследване на натрупването на допуските. Необходимостта от това изследване е обстоятелството, че въпросният размер не е зададен изрично. Изследваният размер може да бъде както размер на детайл, така и размер на сглобена единица.

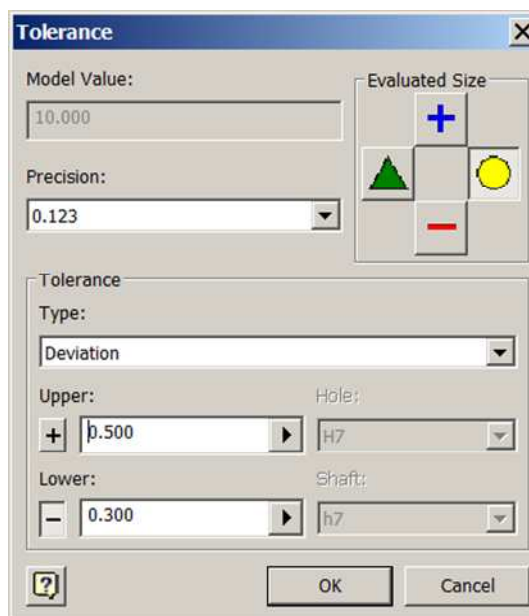
Съществуват редица системи за автоматизация на размерния анализ (САТ – системи), които се различават по нивото на своята функционалност. САТ инструментите може да са самостоятелни или да са интегрирани с CAD системата, като в последния случай функционалността е много по-разширена [3].

Независимо от важността на размерния анализ, редица CAD системи не предлагат инструмент за размерен анализ в основния пакет. В настоящата работа се разглеждат възможностите за размерен анализ, като се използва основната функционалност на Autodesk Inventor. Разсъжденията включват само отклоненията на размерите.

2. РАЗМЕРЕН АНАЛИЗ С AUTODESK INVENTOR

Autodesk Inventor предлага възможност при създаване на скица да се задават граничните отклонения на размерите. На фиг.1 е показан диа-

логовият прозорец, посредством който се задават граничните отклонения.



Фиг.1. Диалогов прозорец за въвеждане на гранични отклонения

При въвеждане на размер Autodesk Inventor автоматично създава параметър. На фиг.2 е показана таблицата с параметри за детайл. Има възможност да се задава при каква стойност на размерите (максимална, минимална или номинална) да се изчислява геометрията на детайла. Така може да се проверява стойността на функционални размери в сглобената единица, когато размерите на детайлите приемат различни гра-

нични стойности. В частност, може да се прави проверка дали при определени условия ще има колизии между детайлите (ако целта е да се провери дали има гарантирана хлабина между два детайла).

3. ПРАКТИЧЕСКИ ПРИМЕР

На фиг.3 е показана конструкция от 3 тела, като примерът е взет от [2]. Интерес представлява размерът в сглобената единица, означен с „?”.

По принцип е възможно да се направи предположение за влиянието на отделните размери на детайлите върху изследвания размер в сглобената единица. След това да се зададат подходящи гранични размери на детайлите и да се установяват граничните стойности на изследвания размер.

При по-сложни конструкции е възможно да не се преценят всички обстоятелства и да се направи грешно предположение. Поради това е най-добре да се изследват всички възможни комбинации. За разглеждания пример размерът в сглобената единица зависи от 6 параметъра (функционални

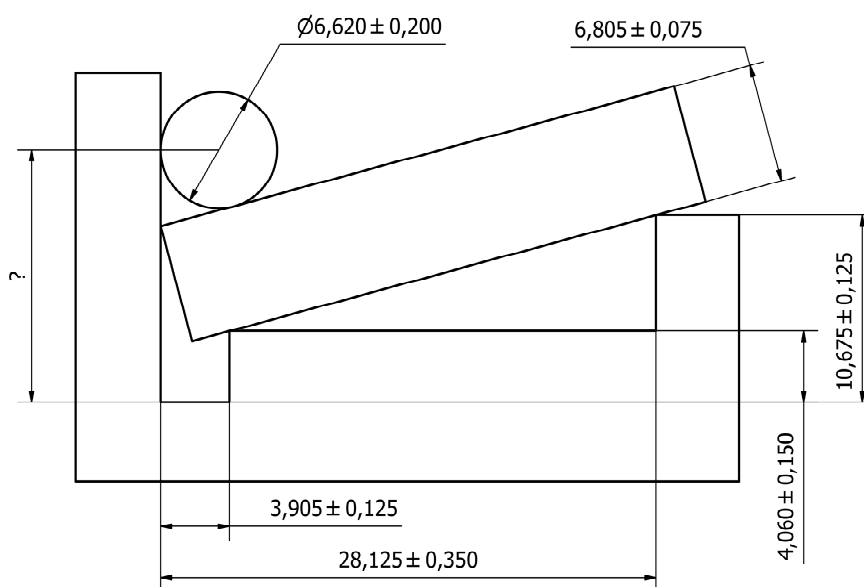
размери на детайлите) или възможностите са $2^6=64$.

Ръчното изследване на 64 варианта е твърде трудоемко, поради това е създадена кратка програма на VBA за Autodesk Inventor [1], която автоматично генерира всички възможни комбинации от граничните стойности на параметрите. Резултатът от работата на програмата е показан на фиг.4. В диалогов прозорец са показани граничните стойности на изследвания размер, както и стойностите на функционалните размери на детайлите, при които те се постигат (с 0 е означен минималният, а с 1 – максималният граничен размер).

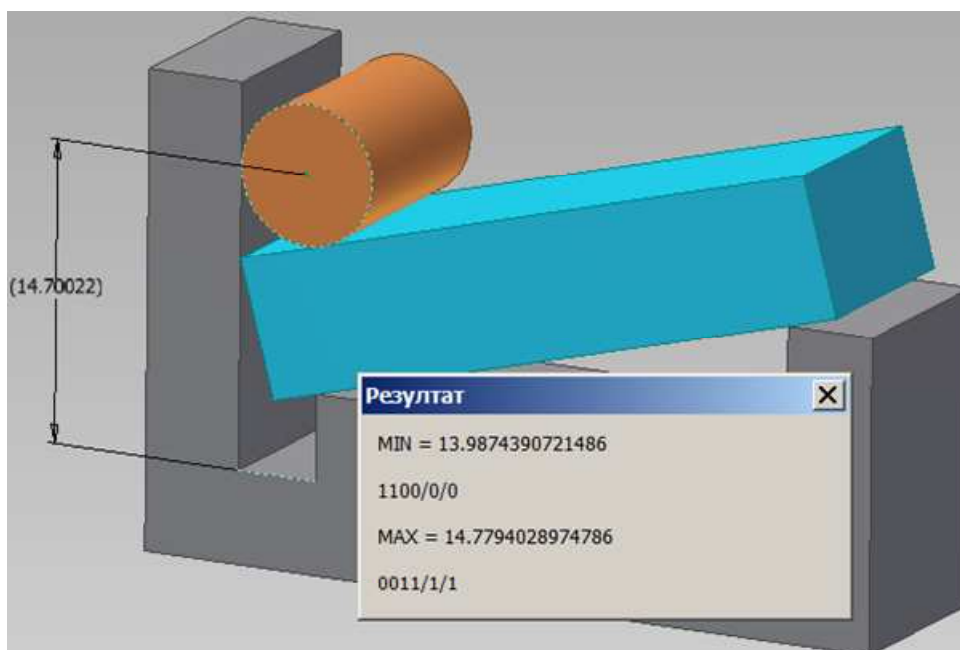
Резултатите от размерния анализ на конструкцията от фиг.3 са обобщени в табл.1. В таблицата са поместени имената на параметрите (съответстващи на функционален размер) в модела на съответния детайл, тяхната номинална стойност и гранични отклонения. Показани са също и стойностите на параметрите, при които се получават съответно минималната и максималната стойност на изследвания размер в сглобената единица.

Parameter Name	Unit/T	Equation	Nominal v	Tol.	Model Val	Ke	Comment
d0	mm	3.905 mm	3.905000	●	3.905000	<input type="checkbox"/>	
d1	mm	28.125 mm	28.1250...	●	28.1250...	<input type="checkbox"/>	
d2	mm	4.06 mm	4.060000	●	4.060000	<input type="checkbox"/>	
d3	mm	10.675 mm	10.6750...	●	10.6750...	<input type="checkbox"/>	
d4	mm	10 mm	10.0000...	●	10.0000...	<input type="checkbox"/>	
d5	deg	0.0 deg	0.000000	●	0.000000	<input type="checkbox"/>	

фиг.2 Таблица с параметри за детайл



фиг.3 Пример



фиг.4 Резултат от размерния анализ

табл.1 Резултати от размерния анализ

	Параметър	Номинална стойност	Гранични отклонения	MIN	MAX
Основа	d0	3,905	±0,125	4,030	3,780
	d1	28,125	±0,350	28,475	27,775
	d2	4,060	±0,150	3,910	4,210
	d3	10,675	±0,125	10,550	10,800
Греда	d0	6,805	±0,075	6,730	6,880
Цилиндър	d0	6,620	±0,200	6,420	6,820
Сглобена единица		14,383		13,987	14,779

4. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализът на получените резултати показва, че е възможно да се използва 3D геометричният моделиер за провеждането на размерен анализ. Основният проблем, който може да възникне е времето, за което се изчисляват резултатите – при всяка промяна на стойностите на функционалните размери е необходимо моделът да се преизчислява. При сложни конструкции и голям брой параметри, изчисленията може да продължат дълъг период от време. Изчислителната

работа може да се намали, ако се изолират детайлите, които образуват размерната верига.

Литература

1. Autodesk Inventor 2011 COM API Reference, Autodesk, 2010.
2. Chase, K. W., J. Gao and S. P. Magleby "General 2-D Tolerance Analysis of Mechanical Assemblies with Small Kinematic Adjustments," Journal of Design and Manufacturing, v 5 n 4, 1995.
3. Shah Jami J., Gaurav Ameta, Zhengshu Shen and Joseph Davidson, Navigating the Tolerance Analysis Maze, Computer-Aided Design & Applications, Vol. 4, No. 5, 2007, pp 705-718, ISSN 1686-4360.

STACK-UP TOLERANCE ANALYSIS WITH AUTODESK INVENTOR

Petar GORANOV

Fundamentals and Techniques of Design department, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: pvgor@tu-sofia.bg

Abstract: Dimensional tolerances determine the acceptable inaccuracy, which provides the desired functionality of the mechanical assembly. Dimensional analysis provides the accuracy of the functional dimensions in the assembled unit. Despite the importance of dimensional analysis, a number of CAD systems do not offer a tool for dimensional analysis in the basic package. The present work discusses the possibilities for dimensional analysis using only the core functionality of Autodesk Inventor. Investigations include only the deviations of dimensions.

Keywords: Autodesk Inventor, tolerance analysis, accuracy of dimension, CAT systems

АДАПТИВЕН АГРЕГИРАЩ МЕХАНИЗЪМ С ПРЕПРЕДАВАНЕ НА ФРАГМЕНТИ ЗА ВИСОКОСКОРОСТНИ БЕЗЖИЧНИ МРЕЖИ

Валентин ХРИСТОВ¹ Борис ТУДЖАРОВ²

¹катедра „Компютърни системи и технологии“, Югозападен университет "Н.Рилски" - Благоевград, България
e-mail: v_hristov@swu.bg

²катедра „Основи и технически средства за конструиране“, Технически университет - София, България
e-mail: bntv@tu-sofia.bg

Резюме: Цел на настоящата работа е на базата на анализ на известните механизми за агрегиране на пакети и особеностите на IEEE802.11 безжичните мрежи да се предложи адаптивен механизъм за агрегация с препредаване на фрагменти. При този адаптивен агрегиращ механизъм се определя прага на утилизацията, над който праг се преминава към AFR агрегиране. По този начин, приложения предаващи поточни аудио и видео сигнали ще могат да се възползват от предимствата на агрегирането на пакети поради запазване на закъсненията същите както без агрегиране.

Ключови думи: високоскоростни безжични мрежи, адаптивен агрегиращ механизъм, аудио и видео сигнали

1. ВЪВЕДЕНИЕ

С цел поддържане на качество на обслужване (QoS - Quality of Service) и различни мултимедийни приложения (например, HDTV- 20Mbps, DVD- 9.8Mbps и други) безжичните компютърни мрежи предоставят все по-висока скорост на предаване на данните във физическия слой (PHY). Освен това използват и високо ефективни протоколи в слоя за управление на достъп до съобщителната среда (MAC - Media Access Control).

По-високите скорости на физическия слой, обаче не водят директно до увеличение на ефективността на MAC слоя. Причината за това е, че увеличаването на скоростта води до по-бързо предаване на MAC частта (в кадъра), но времето за предаване на PHY заглавието и т.нар. backoff време за избягване на конфликтите не намаляват съществено. Например, новоприетият стандарт 802.11n предлага скорости до 600 Mbps и подобрения при MAC, обаче PHY заглавието е 48μs, а максималният размер на кадъра е ограничен до 7955 B, т.е. 424μs при скорост 150 Mbps или делът му в кадъра- h надвишава 10%.

Известно е, че дори при най-добрите условия, ефективността на MAC слоя (MAC_Layer_Speed/PHY_Layer_Speed) при 802.11n пада от 42% при скорост от 54Mbps на едва 10% при 432Mbps [6]. В реални условия, реализираните скорости в 802.11n безжичните мрежи са значително по-

ниски и зависят от разстоянието между приемник и предавател, препятствията по пътя и интерференцията. Целесъобразно решение за преодоляване на този феномен при високоскоростните безжични мрежи е използването на механизми за агрегиране на пакети [2].

В общия случай предимствата на агрегирането на пакети/кадри се постигат за сметка на увеличаване на закъсненията. Например, при определени условия механизмите за агрегиране могат да увеличат средното закъснение, тъй като без тях, вторият и следващите кадри ще се предадат много по-бързо (без да чакат за агрегиране в буфера).

Целта на настоящата статия е като се анализират известните механизми за агрегиране на пакети и особеностите на IEEE802.11 безжичните мрежи да се предложи адаптивен механизъм за агрегация с препредаване на фрагменти.

2. ПОДОБРЕНИЯ ПРИ MAC И ЕФЕКТИВНОСТТА ПРИ 802.11 БЕЗЖИЧНИТЕ МРЕЖИ

802.11n осигурява скорост на обмен на данните (измерена при физическия слой) до 600 Mbps, разширено покритие на безжичната мрежа, наличие на тъй наречените насочени пространствени канали за радиосигнала, по-ниска чувствителност към интерференция, по-малко влияние на обкръжаващата инфраструктура (чрез испол-

зването на MIMO технологията), по-висока пропускателна способност и съвместимост с двата честотни обхвата -2.4 GHz и 5 GHz.

Спецификацията 802.11e подобрява ефективността, чрез нова координираща функция-Hybrid Coordination Function (HCF) използваща два метода за достъп до канала- състезателен метод- EDCA и с разпитване- HCCA.

При EDCA, се поддържат множество класове трафик- AccessCategories (AC). Така трафикът с висок приоритет реализира по-голяма скорост в сравнение с трафика с нисък приоритет, тъй като станция, разполагаща с данни с висок приоритет чака по-малко, преди да ги изпрати. EDCA дефинира за всеки клас трафик специфични стойности за:

- времеви интервал- Arbitration Interframe Space (AIFS);
- размера на backoff прозореца- Contention Window (CW);
- параметъра за възможност за предаване [4]- Transmit Opportunity (TXOP).

Времеви интервал- Arbitration Interframe Space (AIFS) за всеки клас трафик ($k = 0, 1, 2$ и 3 , където 3 е най-високо приоритетния, а 0 – е най-ниско приоритетния AC клас) се определя [5] по формулата:

$$AIFS[k] = SIFS + AIFSN[k] \times \tau, \quad (1)$$

където $AIFSN[k]$ е AIFS константа за съответния клас трафик k , и τ е времеви слот.

Backoff броячът не намалява докато радиоканала не е свободен поне $AIFS[k]$ време.

Преди обмен на данни (за да се предотврати възникването на конфликт) се изчаква backoff time, което време се избира чрез генератор на случайни числа в интервала между 0 и $CW-1$. Стойността CW - Contention Window, зависи както от броя на неуспешните трансмисии за дадения пакет, така и класа трафик (AC). При първата трансмисия, CW е CW_{min} - Minimum Contention Window. След всяка неуспешна трансмисия, CW се удвоява до достигане на максималната стойност ($CW_{max} = 2^m \times CW_{min}$) за съответния клас трафик.

В допълнение, на всяко ниво на приоритетизация се присвоява т. нар. възможност за предаване (TXOP- Transmit Opportunity). TXOP е интервалът от време, през който станция получила веднъж достъп до канала може да изпраща данни,

като през този интервал други станции не могат да изпращат данни.

Функцията HCCA - Hybrid Coordination Function Controlled Channel Access реализира централизиран метод за достъп по време на тъй нар. фаза за контролиран достъп(CAP). Хибридният координатор (HC - Hybrid Coordinator), или точката за достъп- AP, контролира достъпа до преносната среда, като разпитва последователно мобилните хостове (МН) за наличие на пакети за обмен (polling), след което последователно във времето разрешава на готовите МН да предават.

HCCA се счита за най-сложната координираща функция, която позволява, мобилните станции, които поддържат QoS да могат да изискват специфични параметри на обмен, което позволява на приложения като VoIP и видео-стрийминг да работят по-ефективно в безжични мрежи.

Освен това на станциите се дават (от координатора) TXOP интервали време, през които могат да пращат множество кадри (директно един след друг, без прекъсване между кадрите).

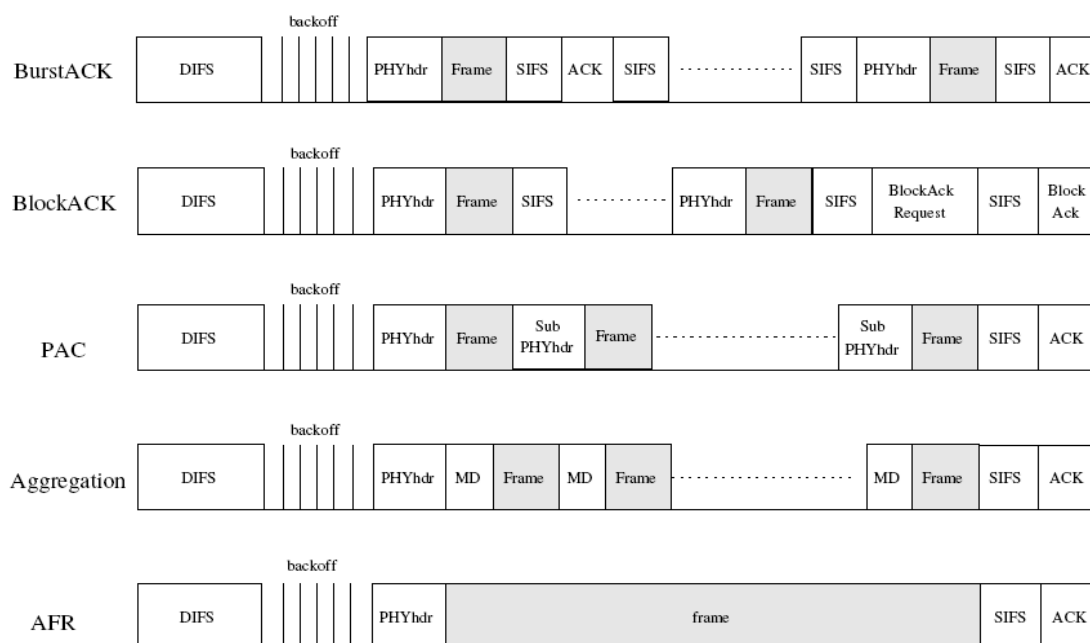
Блоковите потвърждения подобряват MAC ефективността като позволяват 802.11n устройствата да предават през TXOP последователно кадри, без междинни потвърждаващи кадри (ACK). Вместо това, приемникът изпраща един ACK за целия блок, за да покаже успешно или неуспешно е бил приет всеки предаден кадър.

802.11n устройствата могат да използват и протокол с предаване в обратна посока, така предоставят част от своя TXOP интервал от време за предаване на приемника. По такъв начин, при необходимост, приемникът може да изпрати данни в обратна посока, без да чака съответния backoff период от време. Тази функция е от много голямо значение за поддръжка на протоколи от горните слоеве като TCP, който изпраща потвърждения или VoIP, който създава двупосочен трафик.

Освен това, 802.11n увеличава максималния си размер на кадрите до 7955В, така няколко пакета с данни може да се включат в един агрегиран кадър.

По- долу се анализират най- широко известните механизми [4, 5, 6, 7, 8, 9] за агрегиране на пакети.

Съществуват две категории механизми за агрегиране и различни техни модификации.



фиг.1 Механизми за агрегиране на пакети

Механизмите в първата категория или Burst ACK и Block ACK предават няколко кадъра в тъй нар. интервал с възможност за предаване (TXOP). Механизмите, във втората категория или Packet Concatenation (PAC) и Aggregation предават единични кадри за формирането, на които използват агрегация на пакети.

Механизмът за агрегиране на блокове данни на MAC услугата (A-MSDU - Aggregation MAC-level Service Data Units) агрегира отделни кадри с размер до 2304 байта (subframes) в един по-голям кадър с общо MAC заглавие. A-MSDU увеличава максималния размер на предавания кадър от 2304 байта на 7955байта. Механизмът A-MPDU - Aggregation MAC-level Protocol Data Units създава по-голям кадър чрез комбиниране на по-малки кадри с едни и същи предавател и приемник и клас трафик (т.е. QoS) в голям кадър с общо PHY заглавие. A-MPDU позволява кадри с размер до 64K байта.

При AFR механизма, множество пакети се агрегират в един голям кадър и се изпращат, обаче ако възникват грешки по време на предаването, само повредените фрагменти от кадъра се предават отново. Механизмът AFR постига по-висока производителност и по-малки “разхо-

ди” (overhead) в сравнение с предишни подобни механизми.

Следователно за да се преодолее ефекта от загубата на данни в WLAN (поради шумове и интерференция в радиоканала) е целесъобразно да се разшири 802.11 MAC слоя (за да се поддържа висока производителност и ефективност, независимо от PHY скоростите) като се използва механизма за агрегиране с препредаване на фрагменти AFR. Основен недостатък на този и анализирания по-горе механизми са по-високите закъснения при предаване като неизбежен резултат от използването на агрегация.

3. АДАПТИВЕН МЕХАНИЗЪМ ЗА АГРЕГИРАНЕ С ПРЕПРЕДАВАНЕ НА ФРАГМЕНТИ

Предлаганият по-долу адаптивен механизъм за агрегиране с препредаване на фрагменти (A-AFR) е модификация на AFR, при която допълнително следва да се решат 3 основни проблема:

Първият е, че AFR агрегирането следва да се прави при утилизация над определен праг (т. нар. минимално системно използване; зависи от раз-

мера на header). При интензивност на пристигане на пакетите в буфера, под този праг, агрегиране не се прави, т.е. всеки новопристигащ пакет формира кадър. Така се подобряват закъсненията в системата.

Вторият е свързан с присъщите на безжичните мрежи загуби на кадри и по точно определяне на оптималната дължина на фрагментите, които формират агрегирания кадър, като се използва т. нар. коефициент на ефективност като критерий за оптималност.

Третият проблем е определяне оптималния брой на пакетите, които да се агрегират (зависи от дължината на пакетите), така, че да се минимизира средното закъснение при предаване на пакетите.

При A-AFR както и при AFR механизма, MAC кадър се състои от заглавие и тяло (фиг. 2). Всички полета на MAC заглавието остават непроменени, само са добавени три нови полета - размер на фрагмента, номер на фрагмента и резервирано (свободно) поле.

Тялото на кадъра съдържа заглавията на фрагментите и телата на фрагментите и контролно поле за проверка на съответният фрагмент (FCS- Fragment Check Sequences). Всяка заглавна част на фрагмента се състои от шест полета: ID на пакета (PID), дължина на пакета (pLEN), начална позиция (startPos), отместване (offset), резервиран за бъдеща употреба полета и FCS. startPos се използва за да се посочи позицията на тялото на фрагмента в този кадър и offset (отместване) се използва за регистриране на позицията на този фрагмент в пакета.

Пример. Нека имаме два пакета (pkt1 и pkt2) с дължини, $L_{p1} = 1025$ байта и $L_{p2} = 40$ байта. Предполагаме, че дължините на кадъра и фрагмента са съответно $LF = 2048$ байта, а $L_{frag} = 512$ байта. Тогава AFR разделя pkt1 и pkt2 съответно на 3 и 1 фрагмента и ги поставя в опашката за изпращане. Създава се кадър с размер на фрагмента 512 байта и брой на фрагментите 4.

табл.1 Фрагменти

	packet ID	packet length	StartPos	offset
fragment 1	1	1025	0	0
fragment 2	1	1025	512	1
fragment 3	1	1025	1024	2
fragment 4	2	40	1025	0

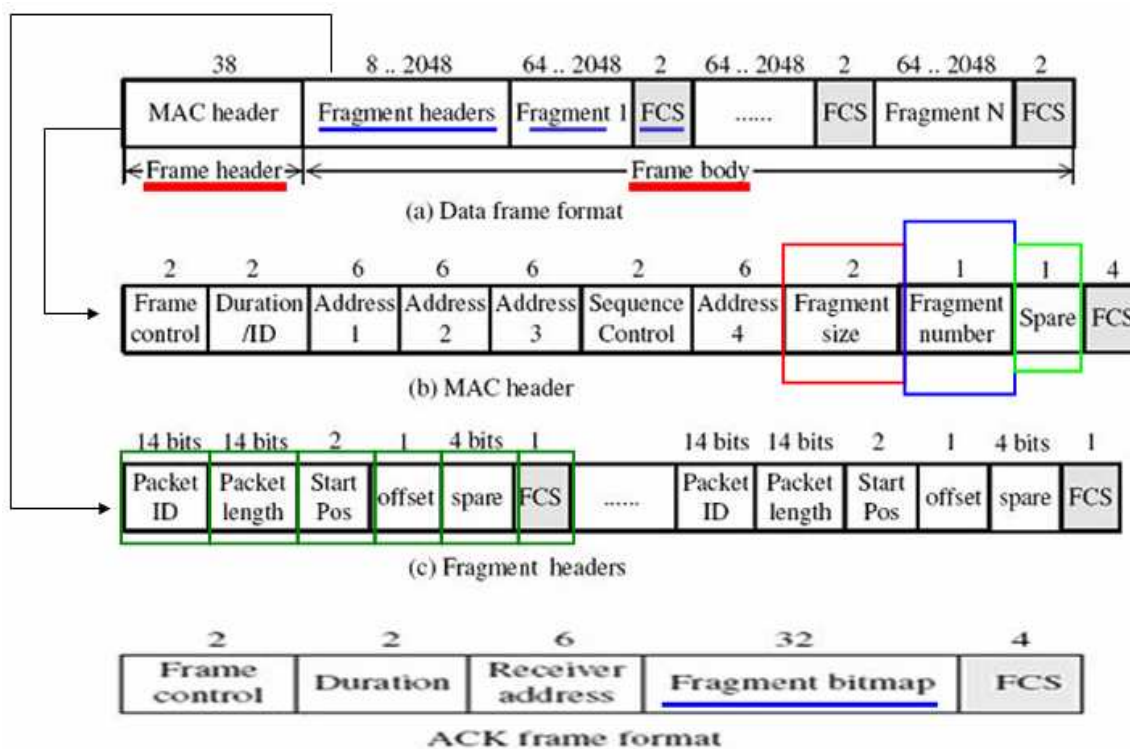
При формата на кадъра с потвържения (ACK) е добавена и 32-битова карта. Всеки бит на картата се използва за показване на правилността на съответния фрагмент.

Пристигащите пакети се съхраняват в буфер, агрегират се и се изпращат до получателя. Пакетите с данни, получени от мрежовия слой биват агрегирани в един кадър като в предната част на кадъра се добавя и заглавие. Всеки кадър се състои от заглавие и определен брой пакети с данни, и не надвишава максималния размер за кадъра 64К байта, т.е. максималният брой на пакетите с данни, които могат да бъдат агрегирани е ограничен. Нека означим интензивността на пристигане на пакетите с λ , максималния брой агрегирани пакети с J , $1/\mu$ да е съответно времето за обслужване на един пакет, а коефициентът на натоварване или утилизацията - $\rho = \lambda\mu$. Считаме, че времето за предаване на един агрегиран кадър

е сумата от времената за предаване на заглавието на този кадър и всички отделни пакети/фрагменти в него.

Когато системата е готова за предаване и буферът не е празен, кадърът се създава от пакетите намиращи се в момента в буфера, започвайки от пристигналите най-рано (FIFO). Ако броят на пакетите в буфера е по-малък от J , тогава всички пакети в буфера се агрегират в кадъра. Ако броят на пакетите в буфера е по-голям от J , тогава само първите J пакета се агрегират, а другите пакети чакат в буфера за следващия кадър. Пакетите пристигащи по време на предаването на агрегиран кадър не могат да се агрегират към текущия кадър и чакат в буфера до следващото агрегиране на кадър.

При пристигане на пакет в празен буфер, когато няма предаване, пристигащият пакет формира кадър и неговото предаване започва незабавно.



фиг.2 MAC кадър

В литературата [3] е предложена формула за намиране на утилизацията (системното използване), при която средното закъснение на пакетите в двата крайни случая – без и с агрегиране да е едно и също:

$$\rho^* = \frac{1}{4}(7 - 3\sqrt{1+8h}) \quad (2)$$

Предлаганият в настоящата статия адаптивен агрегиращ механизъм използва горната формула за да се определи прага на утилизацията, над който праг, да се преминава към AFR агрегиране. По този начин, приложения предаващи поточни аудио и видео сигнали ще могат да се възползват от предимствата на агрегирането на пакети поради запазване на закъсненията същите както без агрегиране.

4. ОПТИМАЛЕН РАЗМЕР НА ФРАГМЕНТА

Адаптивният механизъм A-AFR използва и технология на фрагментиране на пакетите, при която, ако пакетите са по-големи от даден праг, те

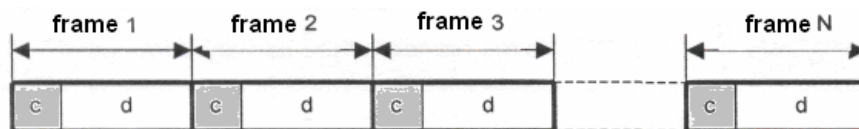
се разделят на фрагменти, които биват повторно предавани в случай на загуби. Фрагментът е единицата, която се препредава при загуби в безжичната мрежа, а не целите агрегирани кадри, т.е. кадрите се фрагментират с цел по-ефективното им пренасяне в мрежата при увеличаване на загубите (BER- Bit Error Rate). Когато се използва малък размер на фрагмента, минимално количество излишни (освен сгрешените) битове ще се препредават, но тъй като всеки фрагмент има и заглавие, разходите за предаване на същите ще е сравнително голям. При използване на големи по размер фрагменти, разходите за предаването на заглавните части на фрагментите ще са по-малки, но при загуби- броя на излишно препредаваните битове ще е по- голям (отново се изпраща целият фрагмент).

Алгоритъмът за определяне на оптималната дължина на фрагментите използва т. нар. коефициент на ефективност като критерий за оптималност. При отсъствие на грешки на физическо ниво (фиг. 3а), коефициентът на ефективност на предаването се дефинира като разликата до еди-

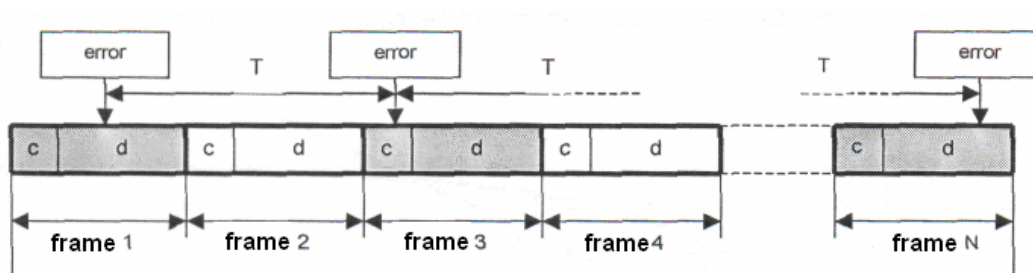
нища на частта на разходите за предаване в един фрагмент, т.е:

$$K_e = 1 - \frac{c}{c+d} = \frac{d}{c+d}, \quad (3)$$

където c - дължината на заглавието и d - дължината на полето за данни в фрагмента.



а)



б)

фиг.3 Физическо ниво а) без и б) при наличие на грешки

Коефициентът на ефективност при отсъствие на грешки в зависимост от дължината на полето за данни в фрагмента е парабола, която асимптотично клони към единица.

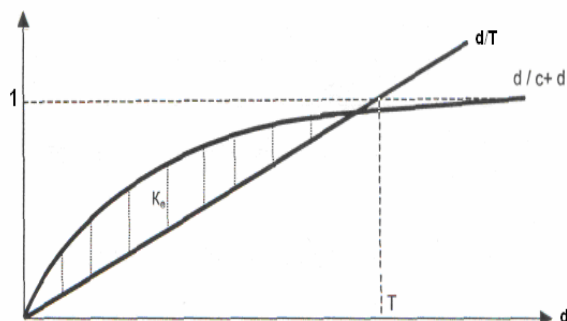
На фиг. 3б е показан случая при наличие на грешки на физическо ниво при допускането, че грешките възникват през равни интервали от време- T бита ($T=1/BER$). Както е видно от фиг.3б, коефициентът на ефективност от предишния случай следва да се намали още с усреднените загуби (полетата за данни) за всеки T бита, т.е. може да се запише:

$$K_e = \frac{d}{c+d} - \frac{d}{T} \quad (4)$$

Защрихованата част на фиг.4 представя графично коефициента на ефективност при възникване на грешки (в зависимост от дължината на полето за данни в фрагмента).

Алгоритъмът за определяне оптималната дължина на фрагмента включва намирането на първата производна на горната функция относно d - дължината на полето за данни в фрагмента и приравняването ѝ на нула:

$$cT - (c+d)^2 = 0 \quad (5)$$



фиг.4 Коефициент на ефективност - графично представяне

Следователно, оптималната дължина на фрагмента се получава при дължината на полето за данни в фрагмента равна на положителния корен на горното квадратно уравнение, т.е. при:

$$d = -c + \sqrt{cT} \quad (6)$$

Пример. Замествайки в горната формула за $c=8+2V=80$ bits и $BER=2.5 \times 10^{-4}$ получаваме, че оптималната дължина на фрагмента е 486 бита.

Платото на графиката за коефициента на ефективност (Фиг. 4) е сравнително равно и широко. Поради това може да се очаква, че за широки граници на загубите- BER, ефективността няма да намалее значително при използване на размер на фрагмента близък до оптималния. Целесъобразно е при хардуерната реализация на A-AFR, например, чрез FPGA схеми [1], размерът на фрагмента да се фиксира на 256 или 512 бита (почти оптимален размер).

При определяне оптималния брой на пакетите, които да формират агрегиращия кадър, трябва да се има предвид, че агрегиращият механизъм AFR постига по-голяма производителност с увеличаване размера на агрегиращия кадър, т.е. при максималния размер на кадъра се постига максималната производителност. Разбира се, това се постига за сметка на увеличаване на закъснението на пакетите.

Едно възможно решение е броя на агрегираните пакети в кадъра да бъде по-голям от определен праг (threshold) като общата дължина на агрегиращия кадър трябва да бъде по-малка от друг праг. На практика, използването на производно големи по размер кадъри не е възможно. Горната граница на размера на кадъра зависи от способностите на РНУ слоя и е ограничена от вътрешната памет и от размера на буфера за изпращане на предавателните станции. За да се достигне 90% ефективност на MAC ниво, максималният размер на кадъра следва да е 32768 байта при скорост на предаване на данни 216 Mbps. Аналогично, максималният размер на кадъра е 65536 байта за скорост на предаване на данните 648 Mbps.

Оптималният брой на агрегираните пакети, от гледна точка на закъсненията им, е функция на два параметъра, а именно системното използване ρ и коефициента на вариация на размера на пакетите - c^2 . Ако системното използване е по-малко от прага ρ^* , агрегиране не се прави. В противен случай, оптималния брой на агрегираните пакети може да се определи евристично [3], при което се достига до следната формула:

$$J^* = \max\left(1, \left[\frac{1}{3(1-\rho)}\right]\right), \rho \geq \rho^*, 0 \leq c^2 \leq 1,$$

$$J^* = \max\left(1, \left[\frac{1+c^2}{6(1-\rho)}\right]\right), \rho \geq \rho^*, c^2 \geq 1, \quad (7)$$

където [...] означава най-голямото цяло число, което не превишава аргумента.

Предстоят работи по изследване оптималния брой на агрегираните пакети посредством използване на генетични алгоритми, като за целта се разработва XML калкулатор за генетични алгоритми (в етап на експериментиране и публикуване).

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На базата на анализ на известните механизми за агрегиране е предложен адаптивен механизъм за агрегация с препредаване на фрагменти.

Предстоят работи по изследването на производителността на предложения в настоящата статия механизъм за агрегация, като за целта е разработен съответния симулационен модел.

Литература

1. **Chen W. and all** Synchronous fine-adjustable rate control circuit for Ethernet congestion management, Electronics Letters, febr. 2008, vol.44, no. 4, pp.325- 326.
2. **Hristov V.** An adaptive mechanism with aggregation and fragment retransmission for 802.11 wireless networks, Proc. of the Conference FMNS'11, Blagoevgrad, Bulgaria, 8 - 11 June, 2011, accepted
3. **Hong J. and K. Sohraby** "On Modeling, Analysis, and Optimization of Packet Aggregation Systems", IEEE Transactions On Communications, vol. 58, no. 2, February 2010, pp 660-668.
4. **R. Teixeira, A. Shaikh, T. Griffin and Jennifer Rexford** "Impact of Hot-Potato Routing Changes in IP Networks", IEEE/ACM Transactions On Networking, vol. 16, no. 6, December 200, pp 1295-1307.
5. **R. Jain, C. So-In and A. Tamimi** "Level Modeling Of IEEE 802.16e Mobile Wimax Networks: Key Issues", IEEE Wireless Communications, October 2008, pp 73-79.
6. **Tianji Li** . Aggregation with fragment retransmission for Very High-Speed WLANs , IEEE/ACM Transactions on Networking, Volume: 17 , Issue: 2 2009 , pp. 591 – 604.
7. **Olteanu A. and Yang Xiao** Security overhead and performance for aggregation with fragment retransmission (AFR) in very high-speed wireless 802.11 LANs IEEE Transactions on Wireless Communications, Volume: 9, Issue: 1 ,2010., pp. 218 – 226.
8. **Maaroufi S., Ajib W. and Elbiaze H.** Performance Evaluation of New MAC Mechanisms for IEEE 802.11n,

Global Information Infrastructure Symposium, 2007, pp. 39 – 45.

9.Kah Heng N. and all Efficient Multi-element Ray Tracing with Site-Specific Comparisons Using Measured

MIMO Channel Data, IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol.53, No 3 , MAY 2007, pp.1019-1032.

AN ADAPTIVE MECHANISM WITH AGGREGATION AND RETRANSMISSION OF FRAGMENTS FOR HIGH-SPEED WIRELESS NETWORKS

Valentin HRISTOV¹ Boris TUDJAROV²

¹Computer systems and technologies department, Southwest university "N.Rilski" - Blagoevgrad, Bulgaria
e-mail: v_hristov@swu.bg

²Design fundamentals department, Technical university - Sofia, Bulgaria
e-mail: bntv@tu-sofia.bg

Abstract: Presented work is based on analysis of known mechanisms for aggregating packages and features of IEEE802.11 wireless networks. It offers an adaptive mechanism for aggregation retransmission of fragments. This adaptive mechanism determines a certain threshold of utilization, over that threshold is used AFR aggregation. Thus, the applications with streamed audio and video signals will be able to benefit from the aggregation of packets with the preservation of the delays same as without aggregation.

Keywords: high-speed wireless networks, adaptive aggregating mechanism, audio and video signals

DESIGN OF TEST TARGETS FOR OBJECTIVE IMAGE QUALITY EVALUATION

Vladimir KAMENOV¹ Valentin IVANOV²

¹Department of Precision engineering and measurement instruments, Technical University - Sofia, Bulgaria
e-mail: vladokamenov@tu-sofia.bg

²Department of Precision engineering and measurement instruments, Technical University - Sofia, Bulgaria
e-mail: vgi@tu-sofia.bg

Abstract: Image quality is imperative in the design and selection of digital imaging systems and technologies. End-users typically evaluate image quality subjectively, while technologists prefer quantitative analysis to support objective and rational decisions. The concepts of objective image quality analysis and the use of test targets are not new. Unfortunately, the literature on the subject is generally quite scattered or specialized. In this paper, we present a review on the image quality requirements for different imaging applications, the basic concepts in objective image quality evaluation and the corresponding test target design principles and practical considerations..

Keywords: Image quality, Printing, Noise measurement

1. INTRODUCTION

What to measure, how to measure, and why to measure — the answers to these questions establish the foundation for objective print quality evaluation. Unfortunately, for a newcomer to the field, the literature on the subject is often difficult to comprehend due to an unfamiliar vocabulary, or the highly specialized subject. This paper presents a useful framework for the development of image analysis systems and test targets. Of course, in a short paper, a comprehensive treatise is not possible, but the authors hope, at the least, readers will find the basics provided helpful in their next image quality evaluation or test target design projects.

Imaging involves both input and output devices. In this paper, the focus is on output devices & their output, i.e., printers and prints. However, the principle of target design for output devices is generally applicable to input devices as well

2. IMAGE QUALITY EVALUATION METHODOLOGIES

Image quality evaluation is a basic tool in the imaging industry for research, development, technology and product benchmarking, production quality control, process control, and troubleshooting. Image evaluation methods can be broadly classified in three categories:

1. Subjective evaluation of finished prints: This

type of testing, commonly practiced in the printing industry, uses a sample of the finished product with actual pictorial images, text, or graphic designs, and the evaluator decides on the acceptance of a product purely based on subjective judgment or by comparing with a proof. While this type of testing provides a “reality check,” it is nonetheless subjective, qualitative, and subject to variability from person to person and from time to time.

2. Psychometric scaling: this is basically a subjective method that uses “calibrated” test targets or “quality rulers”. The results from such tests can be very effective in predicting user preference if the test targets are chosen carefully and the tests are conducted properly. In fact, some such methodologies have been standardized [3] or hold promise to become important standards [4]. Scaling experiments usually require special viewing conditions; proper analysis of the test results often demands the expertise of specialists; and designing good test targets for this type of testing is often difficult. All these factors limit the application of such methods.

3. Test target-based evaluation: In this type of testing, print quality is evaluated with a specialized test target or targets (rather than on the finished product). The test target(s) may be one of many “standard” targets available commercially, usually based on industry standards [5-10], or proprietary targets designed for internal applications [11,12] or commercial purposes [13]. The majority of test

target-based image quality evaluation to-date is performed by visual judgment; and to a lesser extent, by means of instruments such as a densitometer for optical density, or a spectrophotometer for color. While the use of visual test target evaluation is a major step towards process control and product quality assurance, it is nonetheless qualitative and its reliability suffers from variations due to all the pitfalls of subjective testing.

Since its publication in 2001, the ISO/IEC 13660 international image quality standard [14] provides an alternative to visual image quality testing and has served as a cornerstone for a new generation of objective image quality analysis systems.

Test target design today generally falls under two categories: a) those concerned primarily with density and color measurements [15], and b) those focusing almost exclusively on print defects such as graininess, mottle, banding, streaking, etc. [16,17]. Both categories are important contributors to overall image quality, and a good test target must therefore include all these attributes. Density and color alone do not guarantee adequate image quality. Similarly, the lack of defects in a print does not necessarily imply high image quality either [18]. Image quality is a complicated subject. Design of a good test target must begin with a basic understanding of image quality and an appreciation of a print user's requirements, i.e., "How to print pictures and please people?" [19].

3. USER REQUIREMENTS FOR TEST TARGET DESIGN

The answer to the above question lays the groundwork for choosing the proper test target elements and the corresponding analysis method. Since pictorial images are very important in print applications, we start by establishing the user requirements for pictorial images, and then design corresponding test targets and analysis methods to measure the prints with respect to such requirements. At the highest level, pictorial image quality consists of 5 major categories of attributes:

1. Tone quality (tone reproduction)
2. Color quality
3. Sharpness and details
4. Image artifacts (defects)
5. Gloss and distinctness of image (DOI)

The authors believe that the above list represents the order of importance in terms of image quality to most users of a print, as supported by the discussion in the rest of this paper.

Tone Quality

Tone quality or tone reproduction in prints refers to the overall appearance (including brightness and details in the highlight, through midtone, to the shadow) and the contrast in a pictorial image. Correctness in tonal quality is of fundamental importance in determining the perceived quality of a pictorial image [19-21]. In photography or printing, tonal quality is considered by many as the most important appearance quality attribute. The great American photographer, Ansel Adams, is well known for his Zone system²³, which provides a method to guide a photographer to visualize and compose an image and to set the exposure or the processing for good tonal quality. Indeed, if the tonal quality in a pictorial image is "off", nothing else matters. For example, a print does not look good if the contrast (gamma) is too low, leading to a "flat" and "uninteresting" image as shown in Fig. 1a; or too high, in which the image looks posterized, over-saturated or cartoon-like as in Fig. 1c. Similarly, if the highlight and shadow are not right, such as the "blown" highlight and "plugged" shadow, also evident in Fig. 1c, the image is not pleasing either. Overall, for an image to appear pleasing and natural, it needs to have not only a sufficient dynamic range (i.e. the range between D_{min} and D_{max}), but also a "properly shaped" tone curve from light to dark through highlight, mid-tone and shadow. The optimum tone curve shape, however, depends on the application and the user preference.

The emphasis on the shape and the details in the tone curve as a determinant of image quality is a strong departure from the classical emphasis on measurement of D_{max} (maximum optical density) as the sole judge of image quality.

Characterization of the tonal quality can be accomplished by measuring a tone scale, for example, with 11 tint steps from 0 to 100% in equal increments of 10%. This step wedge is typically included in a basic test target design. In a more advanced design, finer steps may be added, often to the shadow to better characterize this end of the tone scale. In addition, equal increments in lightness (L^*) can be

used instead of equal tint increments to better simulate how human perceives the gray world. An

example of such a design can be found in the Kodak Q60 test target [26].

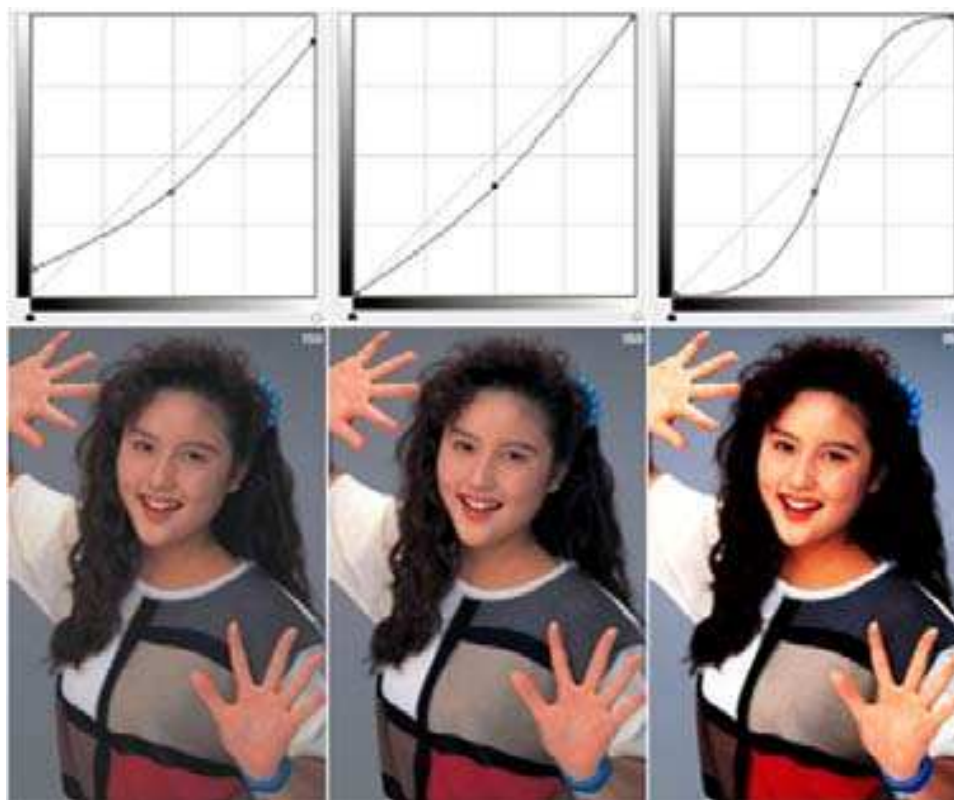


fig.1 Importance of Tonal Quality on Image Appearance

Measurement of the tone scale can be done using a densitometer, spectrophotometer or a calibrated image analysis system. A standard methodology is provided by ISO 13660. Note that in the testing of image input devices, tonal quality is characterized in terms of OECF, the Opto-Electronic Conversion Function as detailed in the international standard ISO-13524 [23].

Color Quality

Color tone reproduction can be analyzed by extending the gray tone scale to include the different color separations such as C, M, and Y in the print. These tone scales serve to evaluate the tonal quality in color similar to that in the gray or lightness scale.

In addition to color tone reproduction, another critical attribute in perceived quality is gray balance (to a printer, or white balance to a photographer). The eye is extremely sensitive to the neutrality of gray. If

the gray balance in a photograph is not right, it is not “neutral” and will not look natural or pleasing. An example is shown in Fig. 2, in which R, G, and B color casts are introduced intentionally to simulate poor gray balance. This example demonstrates that in a portrait, a greenish color cast is particularly objectionable in the skin tone. Maintaining gray balance is in fact central to the G7 calibration methodology, an industry standard in commercial printing to achieve appearance matching from proof to print [6].

To analyze gray balance, a gray tone step wedge composed of the “balanced” process colors (CMY or CMYK) should be included as an integral part of a test target. Such step wedges are shown below each portrait in Figure 2.

Measurements of gray balance can be done by means of a spectrodensitometer, a

spectrophotometer, or a calibrated image analysis system to obtain a^*b^* data as shown in Fig. 2. For the Neutral image with proper gray balance, the

a^*b^* values are all zero. But for the images with color casts the a^*b^* measurements deviate from the ideal value at the origin.

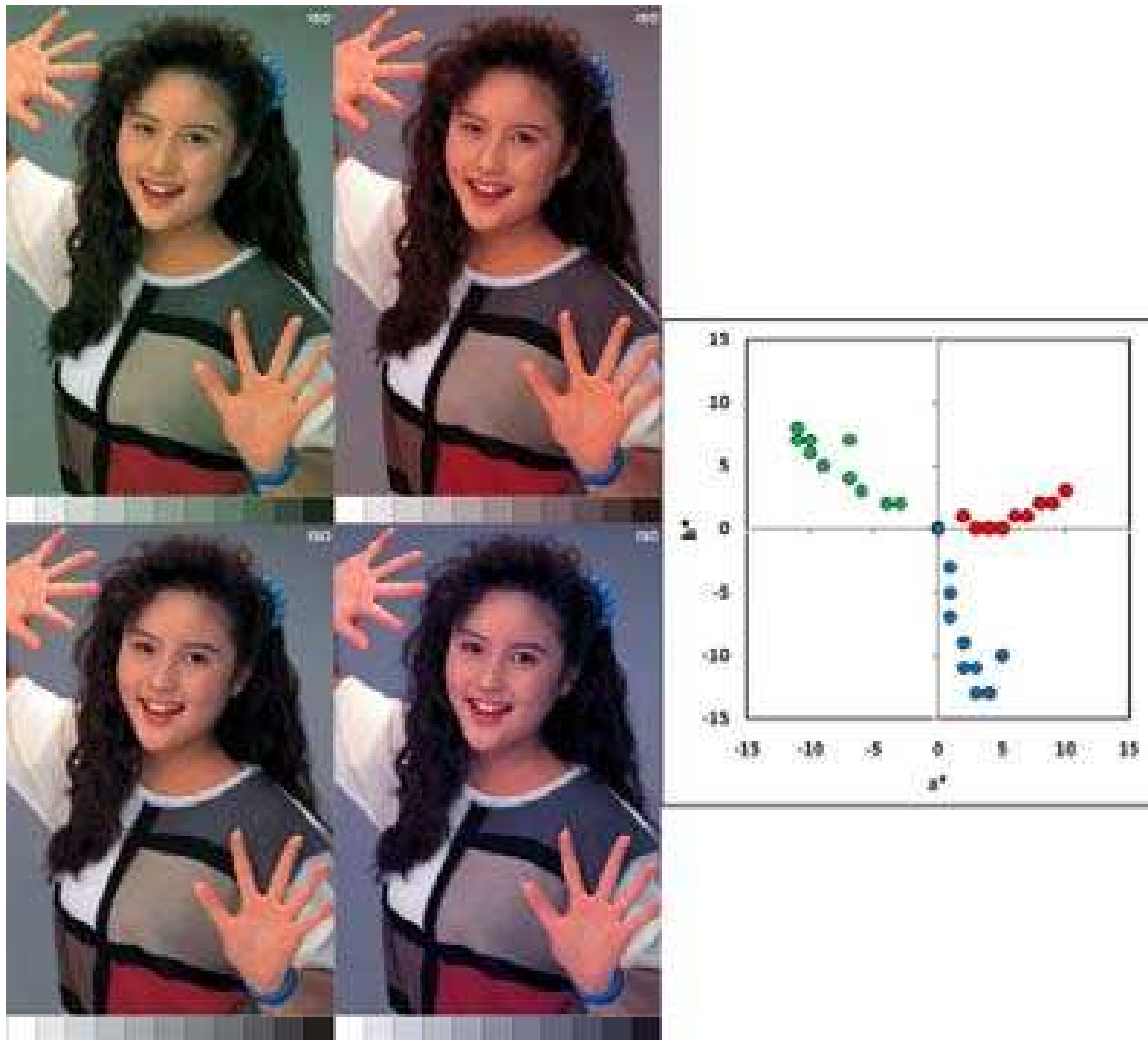


fig.2 Perceived Image Quality due to Color Cast – “Girl Portrait” from left to right clockwise: green, red, blue, neutral

In rendering color, several other attributes are considered very important; these include: contouring, color gamut and color fidelity [24,25]. Contouring refers to the lack of smoothness in a color gradient. Human vision is very sensitive to jumps or steps in a tone gradient, e.g., the sky. Contouring can be analyzed by adding a set of color vignettes (CMYK) to the test target and is best measured by

using a calibrated, scanner-based image analysis system. Color gamut and color fidelity of a printing system are always very important. For serious color gamut measurement, the test target must contain many color patches covering the entire color space (typically on the order of 1000 patches). An example of such a target is the IT8.7/3 or IT8.7/4 [26]. In case of test

target space limitations, a reduced set that maintains a broad range of lightness, hue and chroma (Lch) such as those in IT8.7/2 [26] is a possibility. For color fidelity, the basic idea is to select color patches that are a good representation of the color content in the application. Some of the color bars based on industry standards [5-10] provide guidance on the choice of color patches. Measuring large numbers of color patches by hand is not practical. Therefore, an automated scanning system is essential for accurate color gamut characterization.

Sharpness and Details

Tone and color deals with the contents in an image in terms of lightness, hue and chroma. Another attribute fundamental to image quality relates to the spatial content, or sharpness and details in the image, which are critical in, for example, photos, text and barcodes. Sharpness and details are controlled by the resolution of the imaging system and the interaction of the marking materials (ink and toner) with the print substrate.

Historically, resolution in an imaging system is measured using resolution targets consisting of line patterns of increasing frequency such as the USAF 1951 target [13]. A relatively new approach to determine the resolution of an imaging system is to measure the Spatial Frequency Response (SFR) using the slanted edge technique as specified in an international standard ISO 12233 [27]. The basic target design is deceptively simple – a rotated square (typically at 5 deg). A major advantage of the SFR technique is its simplicity in execution and its potential for automated measurements. Figure 3 provides an example where image A is sharper as clearly quantified by the SFR measurement.

In addition to SFR, line quality analysis is a common and useful technique to measure the ability of an imaging system to reproduce sharp features and details. ISO 13660 provides an excellent foundation for the design of line test targets and analysis of line quality.

Text quality is also affected by a printing system's ability to produce sharpness and details. Text quality analysis is much more complicated than the analysis of lines and in fact a new appearance based standard is currently under development [4,25].

Image Artifacts

The previous image quality attributes measure the "signal" in an image. Unfortunately, "noise" (image

defects) is often unavoidable in real imaging systems. This is a category that covers a broad range of defects, some are generic in printing systems in general, and others are specific to an individual technology. Generic noise types include graininess, mottle, banding, streaking, ghosting, and color mis-registration. Technology specific noise types include satellites and inter-color bleed in inkjet; and background, deletion, and blistering in electrophotography. The design of test targets for different image defects are well-covered in the literature [16-17] and are not detailed in this paper due to space constraints. Two new international standards are also under development to address many image noise measurement issues. These include ISO 24790 [28] as an update of ISO 13660, and ISO 19751 with an emphasis on appearance based image quality evaluation (including text quality analysis) [4,25]. Image defect testing may require the use of large target areas and multiple test pages.

Image artifacts are best analyzed by means of camera or scanner-based image analysis systems.

Image Artifacts

The previous image quality attributes measure the "signal" in an image. Unfortunately, "noise" (image defects) is often unavoidable in real imaging systems. This is a category that covers a broad range of defects, some are generic in printing systems in general, and others are specific to an individual technology. Generic noise types include graininess, mottle, banding, streaking, ghosting, and color mis-registration. Technology specific noise types include satellites and inter-color bleed in inkjet; and background, deletion, and blistering in electrophotography. The design of test targets for different image defects are well-covered in the literature [16-17] and are not detailed in this paper due to space constraints.

Two new international standards are also under development to address many image noise measurement issues. These include ISO 24790 [28] as an update of ISO 13660, and ISO 19751 with an emphasis on appearance based image quality evaluation (including text quality analysis) [4,25]. Image defect testing may require the use of large target areas and multiple test pages.

Image artifacts are best analyzed by means of camera or scanner-based image analysis systems.

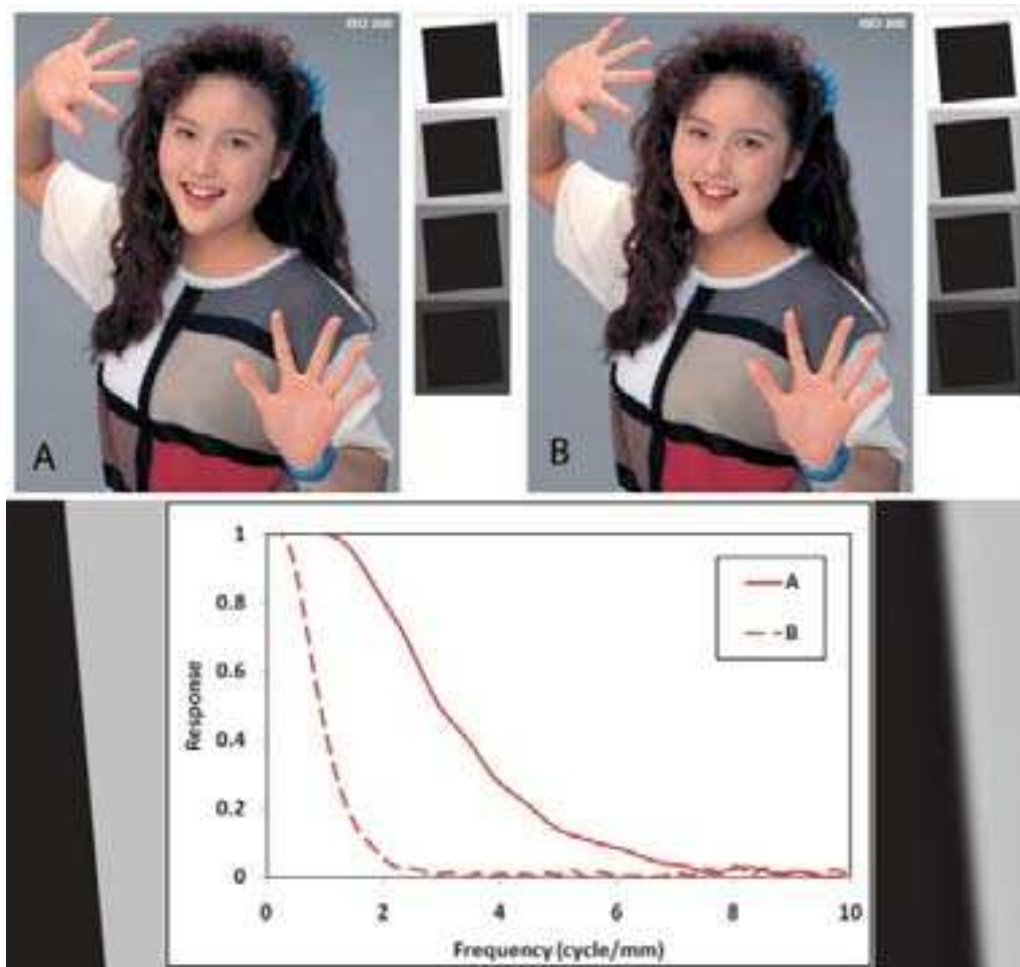


fig.3 Use of Slant Edge Spatial Frequency Response (SFR) Method For Printer Resolution Analysis

Gloss and DOI Gloss

The latest international image quality standard on gloss measurement is ISO 19799 [29], which details the target design and analysis methodology for differential gloss measurements.

For Distinctness of Image (DOI) Gloss, there is no need for special target design - measurements are made on the actual sample, printed or un-printed.

Credits

The results obtained and presented in this article are as a result of a science project for young engineers supported and financed by the Bulgarian Ministry of education and science – National Science Fund. The current science

4. SUMMARY

Built on an understanding of the basic print user requirements, supported by relevant literature, industry standards, and international standards, this paper presented a framework for the design of test targets for instrumented, objective print quality analysis.

project number is: DMU02/10, Project leader – PhD eng. Vladimir Kamenov.

References

1. **Brian Keelan**, Handbook of Image Quality –, Marcel Dekker, Inc., New York (2002).
2. **Peter G. Engeldrum**, Psychometric Scaling, Imcotek

- Press, Winchester (2000).
3. **ISO 20462-3**, Photography – Psychophysical experimental methods for estimating image quality – Part 3: Quality ruler method, 2005.
4. **ISO/WD 19751-1**, Office Equipment – Appearance-based image quality standards for printers – Part 1: Overview, procedure and common methods, 2004.
5. **Printing Industries of America** (PIA/GATF); www.pia.org
6. **IDEAlliance**, www.idealliance.org
7. **Fogra**, www.fogra.org.
8. **BVDM**, www.bvdm-online.de
9. **Altona Test Suite**; www.altonatestsuite.de/en/index.php
10. **Test Targets**, RIT, <http://cias.rit.edu/~gravure/tt/>
11. **Edul N. Dalal et al**, Evaluating the overall image quality of hardcopy output, PICS, pp.169-173, Portland (1998).
12. **D.R. Rasmussen et.al**, Image quality metrics: applications and requirements,” PICS, pp.174-178, Portland (1998)
13. A partial list of commercially available test target suppliers: www.appliedimage.com; www.imatest.com;
14. **ISO/IEC 13660** – Office technology – Office equipment – Measurement of image quality attributes for hardcopy output – Binary monochrome text and graphic images (2001).
15. **ISO 12647-2** - Graphic technology — Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints - Part 2: Offset lithographic processes (2004).
16. **J.Grice and Jan P. Allebach**, The print quality toolkit: an integrated print quality assessment tool, J. Imaging Science & Technology, 43 (2), pp.187-199 (1999).
17. **Woonyoung Jang et.al.**, Print quality test page, J. Imaging Science and Technology, 48 (5) pp. 432-446 (2004)

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МЯСТОТО НА УДАР МЕЖДУ ПРЕВОЗНИ СРЕДСТВА ПРИ КРИВОЛИНЕЙНО РАВНОМЕРНО ДВИЖЕНИЕ ЧРЕЗ ГРАФО – АНАЛИТИЧНО РЕШЕНИЕ В СРЕДА НА ПРОГРАМЕН ПРОДУКТ „AUTOCAD®”

Васил ПЕНЧЕВ¹ Борис ТУДЖАРОВ²

¹катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет - София, България
e-mail: vasil_penchev@tu-sofia.bg

²катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет - София, България
e-mail: bntv@tu-sofia.bg

Резюме: В работата е представен един метод за определяне на местоположението на превозните средства по време на удар между тях без да има оставени следи на местопроизшествието. В среда на програмен продукт „AutoCAD®” се извършва ретроспективен графичен анализ на движението на участниците в произшествието при определени от местопроизшествието факти и параметри и с помощта на аналитични зависимости.

Ключови думи: автотехническа експертиза, маневра, местоположение на удара, „AutoCAD®”

1. УВОД

Една от основните задачи, които се поставят за решаване към автоексперта във всяка една експертиза на произшествие, имащо участие на две и повече превозни средства е задачата за определяне мястото на удара.

Ударът между автомобили (или превозни средства) има важно значение, тъй като се явява ключов фактор за изясняване на причините за възникването на пътно-транспортното произшествие. В част от случаите, поради не добри процесуално – следствени действия и различни субективни и/или обективни причини, на местопроизшествието липсват (не са отразени наличието на) следи, който биха подпомогнали работата на експерта по определянето на точното местоположение на участниците в момента на удара. В такива случаи решаването на тази задача е сложна, като се изисква предприемането на адекватен подход към намирането на вярното решение на проблема. При тези условия не може да има унифицирана методика за решение на задачата и за всеки един конкретен случай експертът в зависимост от неговите познания, опит и способности приема начин за работа. В литературата се предлага да се извършва специален динамичен анализ в комбинация със свидетелските показания, които в този случай могат да служат като опорни или корекционни в зависимост от резултатите на експерта.

2. ПРОБЛЕМ И НАЧИН НА РЕШАВАНЕТО МУ

За решението на такава задача е необходимо да се съберат колкото се може повече данни за фактическата обстановка при която е настъпило произшествието.

1) Марка модел и модификация; година на производство и геометрични и технически характеристики на превозните средства – участници в произшествието (пълна и собствена маса на автомобила, минимален радиус на завой, максимална скорост на движение, габаритни размери, мощностни показатели на двигателя, предавателни числа на трансмисията и т.н.);

2) Машабна скица на произшествието с нанесени точни координати на находките;

3) Информация за метеорологичните и пътните условия при които е настъпило произшествието;

4) Протоколи за оглед на местопроизшествието и участниците в него (при условие, че такива са изготвени), както и снимков материал;

5) По възможност – информация за психофизиологичното състояние на водачите на превозните средства (употреба на алкохол или друго упойващо вещество, умора, здравословни проблеми и др.) – данни от химическа и/или медицинска експертиза;

При наличието на горните условия се извършва анализ на представената фактология – обра-

ботват се и се анализират всички по-горе представени данни. От тях до голяма степен зависи определянето на постоянните коефициенти и конкретните стойности на съставните на формулите от аналитичното решение. Определя се типа на движението на превозното средство – за разглеждания случай – криволинейно, равномерно движение без наличие на странично плъзгане в моментите на промяна на праволинейното движение.

2.1. Графо-аналитично решение

За да се направи анализ на движението на превозното средство е необходимо първо да се извършат няколко аналитични пресмятания:

Определяне на максималната скорост на криволинейно движение без да настъпи загуба на странична (напречна) устойчивост.

$$v_{пл} = \sqrt{g \cdot R \cdot \varphi_y} \quad (1)$$

където $v_{пл}$ – скоростта, при която настъпва плъзгане в напречно направление, [m/s], R – радиуса на завой, при който се определя скоростта, [m]; g – земно ускорение [m/s^2], φ_y – коефициент на плъзгане в напречно направление.

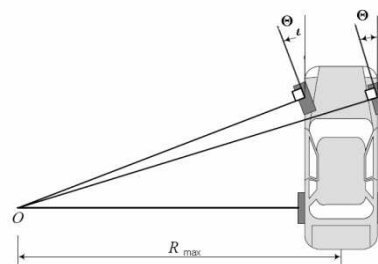
Съгласно формула (1) се определят няколко стойности на скоростта и радиуса на завой, които определят числени значения, които „ограничават“ скоростта и радиуса на завой при предприемането на маневра „промяна на посоката“.

1) Определяне на радиусът на завой при който би се получила загуба на напречна устойчивост при определена максимална скорост на движение: - извършва се с цел определянето на максималния радиус R_{max} (фиг.1) на завой при който ще настъпи загуба на устойчивост в напречно направление. Чрез анализ на геометрията на кормилното управление се намира ъгълът на отклонение на управляемите колела θ .

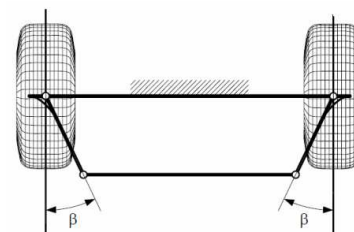
2) Определяне на скоростта при която се загубва напречна устойчивост, при минимален радиус на завой R_{min} . – изчислява се с цел определяне на максималната скорост на движение в завой с минимален радиус;

3) Определяне на максималния радиус на завой в граничен случай за загуба на напречна устойчивост при определена от експерта скорост, близка до максималната (използвана в т.1) – определя се с цел получаване на радиуса на завой

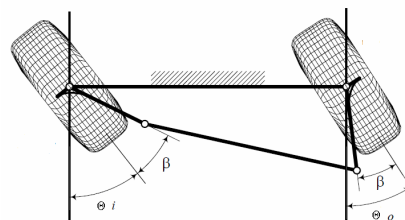
без наличие на странично плъзгане, който радиус на завой R_{lim} се осъществява чрез ъгъл на отклонение на управляемите колела θ_{lim}^0 (θ_{lim}^0 – определя се графично (при липса на стойности за кинематичните параметри на кормилното управление).



фиг.1 Автомобил в момент на завой



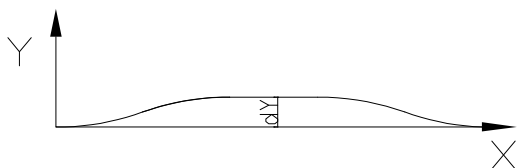
фиг.2 Положение на кормилния трапец при движение „напред“



фиг.3 Положение на кормилния трапец при движение в завой

4) Извършва се анализ на движението на автомобила при извършване на маневра. Разглеждаме движението му в лента с ширина равна на максималната ширина на свободната му за движение лента (Y_{max}) при определените в т.3 скорост, радус на завой и ъгъл на завоя е θ_{lim}^0 . От теоретична гледна точка движението на автомобил при криволинейно движение (в частност – изпълнение на маневра „промяна на посоката“) се извършва по клоноиди, но за опростяване на изчислителния модел се приема, че движението се извършва по дъги от окръжност с постоянен ра-

диус, но с обратна кривина. Изследваме движението на „изпреварващия“ автомобил, без наличието върху платното за движение на другото (изпреварваното) превозно средство. Допустимата ширина на лентата за движение на изпреварващия автомобил е Y_{max} съгласно факта, че водачът му е предприел маневра - промяна на посоката на движение”, т.е автомобилът се движи в лявата лента по посока на движението му. Допустимото разстояние е dY . (фиг. 4)



фиг.4 Изменение на положението на автомобил при извършване на „изпреварване”

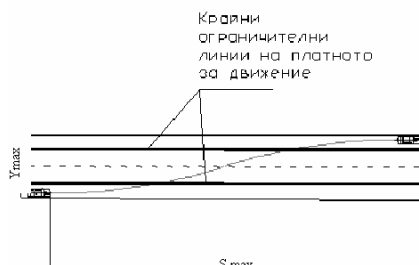
Процесът на маневриране – в случая „изпреварване”- може да бъде разделен на три етапа: 1. Престрояване в лентата за насрещно движение (който съдържа два подетапа); 2. Движение в лентата за насрещно движение; 3. Престрояване отново в лентата за движение при нормално пътно движение (който съдържа два подетапа). На фиг.5 е изобразен първия етап от процеса на изпреварване, като е определена минималната широчина на лентата за движение, необходима за извършване на част от маневрата. При движението си с приета от експерта и установена по формула (1) скорост, приемаме, че автомобилът извършва криволинейно равномерно движение. Установеният максимален ъгъл на завой на колелата, при изпълнение на това движение се определя от кинематиката на кормилния механизъм на автомобила (фиг.2 и фиг.3). При указаната скорост v , за време $t=1$ сек, автомобилът изминава път равен на

$$S = v.t \quad (2)$$

S , [m] от окръжност с радиус равен на радиуса на на окръжност, която се описва от масовия център на автомобила при криволинейното му движение, с отклонение на управляемите колела на ъгъл θ_{lim}° .

Определя се необходимата широчина на лентата за движението на автомобила при тези условия, вследствие на което се оценява възможността за започване на маневрата (възможност за съпри-

косновения с еластичната преграда, напускане на платното за движение и др.).



фиг.5 Необходима ширина и дължина на лента за извършване на маневра “престрояване”

Времето за движение t_m в първия етап е:

$$t_m = (t_r + t_{sr}) \quad (3)$$

където t_m – време за извършване на движението, [s], t_r – време за реакция на водача, [s], t_{sr} – време за сработване на кормилния механизъм, [s]. Определят се съответните стойности на времената: t_r и t_{sr} , като се отчита наличието на фактори влияещи върху техните стойности.

Пътят S изминат от автомобила за времето t_m е:

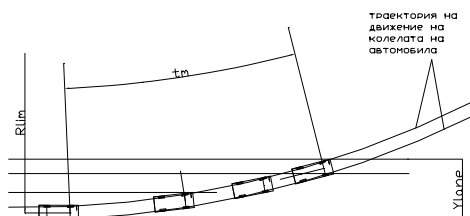
$$S = (t_r + t_{sr}).v \quad (4)$$

За определеното време, автомобилът би изминал път с дължина S м (определен от равенството (4)). Така определеният път следва да се има предвид, че е по крива линия (дъга от окръжност с радиус R_{lim} определен по-горе). За изминаването на този път графично се определя широчината Y_{lane} (фиг.6) на необходимата лента за движение и съпоставяйки с наличните пътни условия се определя техническа възможност за извършване на промяна на посоката на движението, в която е установен автомобилът, като се оценява и възможността за навлизане в другата лента за движение и/или без да има съприкосновение с еластичната предпазна ограда (при наличието на такава) или напускане на платното за движение).

За всеки един от етапите на движението (криволинейно или праволинейно) се извършват аналогични аналитични действия с дадени: посока, радиус на завой, време за изпълнение и скорост на движение.

В среда на „AUTOCAD®”, с цел да се определят местата на съприкосновенията между превозните средства се извършва ретроспективен

анализ на тяхното движение от момент, за който имаме обективна находка от местопроизшествието (доказателство за неговото съществуване) до момента на начало на събитията в изследваното произшествие.

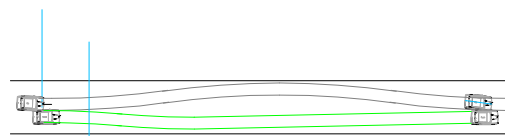


фиг.6 Траектория на движението на автомобил започнал промяна на посоката на движение

Отново в среда на „**AUTOCAD®**“, след построяване на траекторите на участниците в произшествието се извършва съпоставка между тях (фиг.7). Където лесно се намират точките на съприкосновение между коридорите им на движение (или траекториите на центъра на тежестта на превозните средства). От гледна точка на „точността“ е по-коректно да се построят „**коридорите**“ на движение на участниците (фиг.7).

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложения графо-аналитичен метод може да се прилага при изследването на произшествия настъпили в следствие на предприета маневра (промяна на посоката на движение на участник в пътното движение).



фиг.7 Траектории на движението на превозните средства с местоположение на конфликтните точки

Ефективно се прилага в случаи на изследване на криволинейно движение на пътното превозно средство, без да се разполага с достатъчно информация за основни кинематични параметри на кормилната уредба на превозното средство.

Литература

1. Ангелов А., Д. Петков, К. Косев Ръководство за експертно изследване на пътнo-транспортни произшествия – София, СБА, II част 1993г.
2. Иларионов В. А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествии, Москва, Транспорт, 1989г.
3. Карапетков Ст. Автотехническа експертиза, София, ТУ – София, 2005г.
4. Димитров. Й. Автомобилна техника – теория, София, Тракия – М, 2000 г.
5. Jazar R. N. Vehicle Dynamics. Theory and Applications, New York, Springer Science+Business Media, LLC, 2008
6. www.autodesk.com (посетен 02.02.2011)

DETERMINATION OF IMPACT LOCATION IN CONDITONS OF CURVELINEAR NONACCELERATING VEHICLE MOVEMENT WITH AUTOCAD®

Vasil PENCHEV¹ Boris TUDJAROV²

¹ Fundamentals of design department, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: vasil_penchev@tu-sofia.bg

² Fundamentals of design department, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: bntv@tu-sofia.bg

Abstract: In this paper the authors present a possible method with graphic – analytic solving for determination of impact location in crash accident investigation in „AutoCAD®” environment.

Keywords: maneuver, location of impact, road accident investigation (RAI), „AutoCAD®”

МЕХАНИЧНА КОНСТРУКЦИЯ НА УРЕД ЗА ИНИЦИИРАНЕ НА ВЪЛНОВОД ЗА НЕЕЛЕКТРИЧЕСКИ СИСТЕМИ ЗА ВЗРИВЯВАНЕ

Георги СТАНЧЕВ¹ Милка ВИЧЕВА²

¹ катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет - София, България
e-mail: gstanchev@tu-sofia.bg

² катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет - София, България
e-mail: mviceva@tu-sofia.bg

Резюме: В настоящия доклад са разгледани основни положения при проектирането изработването и тестовите изпитвания на механична конструкция на уред за инициране на вълновод за неелектрически системи за взривяване. Описани са предварителните изследвания, при които се определя вида на механичната конструкция, представени са резултати от проведените изпитвания и са очертани насоки за развитието и усъвършенстването ѝ.

Ключови думи: неелектрически системи за взривяване, вълновод, механична конструкция

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Неелектрическият метод за взривяване е най-съвременния и безопасен метод и намира все по-широко приложение във взривното дело за граждански цели. Това, което отличава този метод от останалите е начина на инициране (задействие) на детонаторите, като за тази цел се ползва вълновод и именно той прави тази система по-надеждна и по-безопасна. (Структурата и принципа на работа на вълновода са описани в отделна статия). При другите методи за тази цел се ползват електрически проводници или огнепроводен шнур.

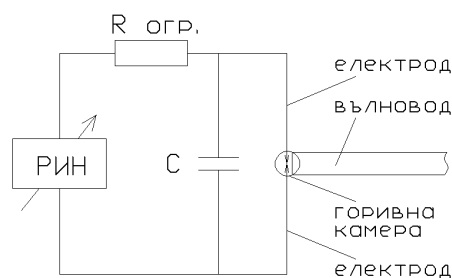
Въвеждането на вълновода като нов елемент от системата налага разработването на уреди за неговото инициране. В настоящата статия е описана механичната конструкция на такъв уред.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

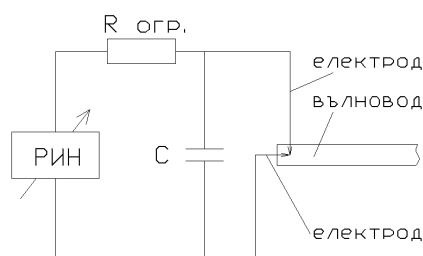
2.1 Предварителни проучвания и изследвания.

Принципът на работа на уреда се състои в зарежда не на кондензатор $2\mu\text{F}$ до напрежение $1000 \pm 1600\text{V}$, след което по механичен път двата електрода на кондензатора се “окъсяват” и освободената енергия във вид на високоволтова искра иницира вълновода. Последователно се проведе изследвания за два вида механична конструкция. При първата конструкция двата електрода се окъсяват в непосредствена близост до отвора на вълновода в горивна камера, която

представлява малко затворено пространство (виж фиг. 1). При втората конструкция двата електрода се окъсяват вътре във вълновода (виж фиг. 2).



фиг.1 Инициране на вълновод чрез горивна камера



фиг.2 Инициране вътре във вълновода

При конструкцията от фиг. 1 електродите могат да са с по-голям диаметър и износването им в следствие електрическата искра ще е по-малко, също така не е необходимо те да са със заострени върхове и няма да е необходимо усилие за пробиване на пластмасата на вълновода. При проведените изследвания се определи, че напрежени-

ето, до което трябва да се зареди кондензатора е 1500÷1600V и повече и въпреки това в около 5% от опитите вълновода не се инициира.

При конструкцията от фиг. 2 електродите трябва да са с диаметър до 1мм, което се съобразява с вътрешния диаметър на вълновода и също така да са със заострени върхове, за да може по-лесно да проникнат в него. При проведените изследвания се определи, че е достатъчно кондензатора да се зареди до напрежение 1300 V, при което всички изпитани вълноводи се иницират надеждно. Това е така, защото искрата се възпроизвежда вътре във вълновода в пряк допир с активната му субстанция и не се получава разсейване на енергията. След като се анализираха резултатите от проведените изпитвания се взе решение да се проектира механична конструкция за инициране вътре във вълновода.

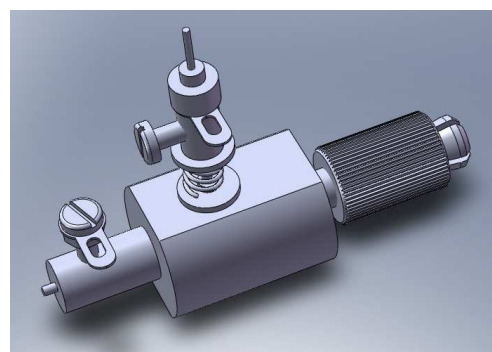
2.2 Проектиране на механична конструкция на уред за инициране на вълновод

Главната функция на конструкцията е да осигури закрепване на вълновода и иницирането му чрез “окъсяване” на два електрода вътре в него.

Механичната конструкция трябва да изпълнява следните основни функции:

- закрепване на самата конструкция към корпуса на уреда;
- лесно и надеждно закрепване на вълновода към конструкцията;
- провеждане на електрическа енергия – двата електрода трябва да са изработени от материал с висока електропроводимост;
- електрическа изолация – електродите трябва да са изолирани от корпуса на уреда;
- осигуряване на електрически контакт – на електродите трябва да се подаде ел. енергия чрез проводници;
- провеждане на механична енергия – чрез подаване на механична енергия от външен за уреда източник (оператора на уреда) единия електрод трябва да се премести, пробие вълновода и осъществи електрически контакт с другия електрод;
- връщане в изходно положение – след иницирането на вълновода подвижния електрод трябва да се върне в изходна позиция.

Като се имат предвид главната и основните функции, на SolidWorks [3] са конструирани [1] [2] 3D модели на отделните детайли. Механичната част на уреда е представена като асемблиран (сглобен) 3D модел на фиг. 3.

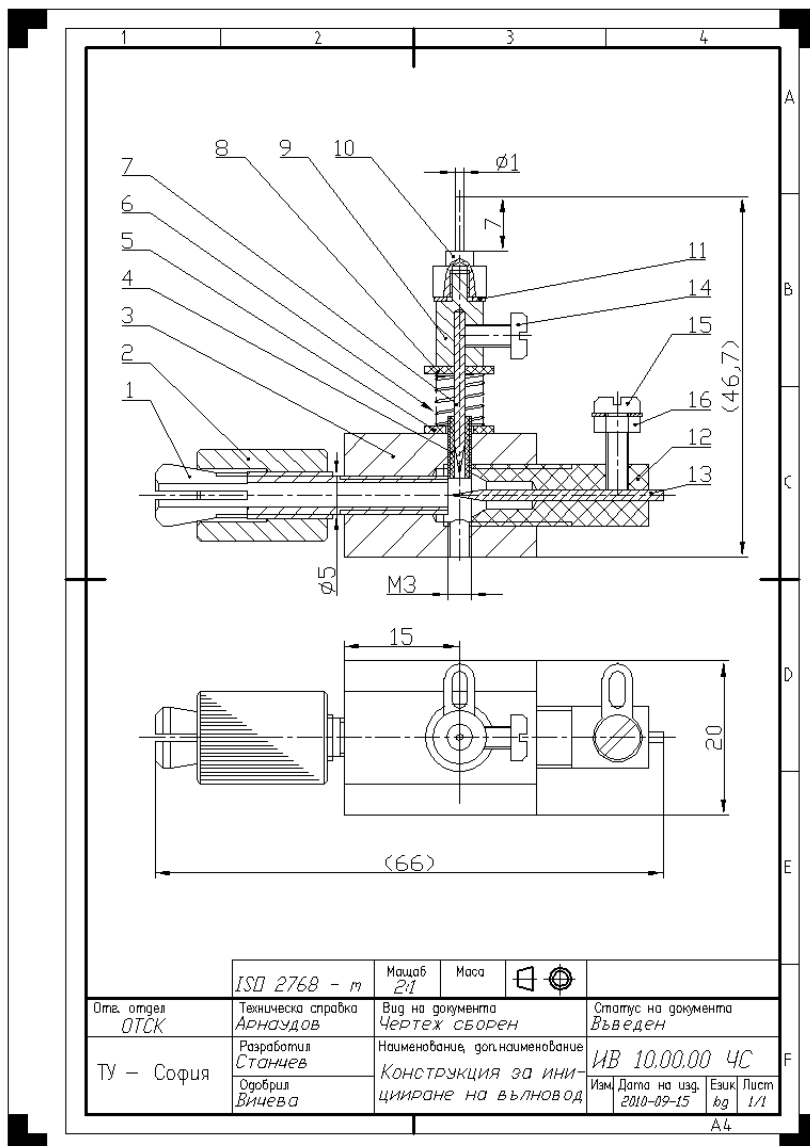


фиг.3 3D модел на механична конструкция

От 3D моделите на конструкцията са генерирани чертежи на детайлите и сборен чертеж на цялата конструкция, който е оформен на AutoCad [4] и е даден на фиг. 4. Конструкцията условно може да се раздели на детайл 3 “основа” и три отделни сглобени единици, които са закрепени към него.

Едната сглобена единица се състои от детайли 1 и 2, които представляват цанга, и служат за закрепване на вълновода към конструкцията на уреда. Вълноводът се промушва през проходния отвор на детайл 1 и се притиска докато опре в детайл 12 и по този начин неподвижния електрод 13 се явява в отвора на вълновода. На детайл 1 е оформено стъпало между двата резбови участъка M5 и M6, което служи за придърпване на детайл 3 към вътрешната стена на корпуса на уреда (корпуса на уреда не е представен на фиг. 4). За тази цел на корпуса трябва да има отвор с диаметър $\varnothing 5$ мм. На детайл 2 има накатка, за по-лесно стягане и отпускане на цангата. Втората сглобена единица се състои от детайли 11, 12, 13, 15 и 16 и реализира закрепването и осигуряването на електрически контакт със захранващия проводник на детайл 13 “електрод неподвижен”. Детайл 12 “гнездо” осигурява центрирането на детайл 13 спрямо отвора на детайл 1 и го изолира от детайл 3. Винт 15 фиксира електрод 13 към гнездото 12. Гайка 16 притиска ухото 11 към главата на винт

15. Неподвижния електрод 13 е със заострен връх, за да се подведе вълновода по него.



фиг.4 Сборен чертеж на механична конструкция

Третата сглобена единица се състои от детайли от 4 до 14 и реализира закрепването, осигуряването на електрически контакт със захранващия проводник, воденето и връщането на подвижния електрод в изходна позиция. Детайл 4 “втулка изолационна” осигурява водене на “подвижен електрод” 7 и електрическата му изолация

спрямо детайл 3. Шайбите 5 и 8 осигуряват достатъчна допирна площ за “пружина” 6. Детайл 8 “електрод подвижен” е със заострен връх и под действието на механична сила, която чрез подходящ бутон се предава на детайл 10 се премества надолу, пробива пластмасата на вълновода и осъществява късо съединение с неподвижния

електрод 13. Към детайл 9 “държач” чрез винт 14 е закрепен електрод 7. Ухото 11, чрез което се подава ел. енергия се стяга между детайли 9 и 10.

По представената документация е изработена механична конструкция и са проведени тестови изпитвания, при които от 150 опита за инициране има само 8 неуспешни. За да се подобри още конструкцията и да няма неуспешни опити предстои да се проведат още изпитвания, като се тестват електроди от различни материали, различен ъгъл на заостряне на върховете им и с различни диаметри.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работата са описани предварителните изследвания, чрез които е определен вида на конструкцията.

Даден е 3D модел на конструкцията, който е разработен на SolidWorks и сборен чертеж на AutoCad и описан принципа на работа.

Представени са резултати от проведените изпитвания и са очертани насоките за усъвършенстване на конструкцията.

Благодарности

Проектирането, изработването и изпитванията са реализирани по договор за подпомагане на докторанти, финансиран от Научно-изследователски сектор при Технически университет – София.

Литература

1. Ганева Н., Лепаров М., Станчев Г. Основи на инженерното проектиране, “Софттрейд”, София, 2009.
2. Лепаров М., Вичева М., Георгиев М. Основи на инженерното проектиране, “Софттрейд”, София, 2008.
3. SolidWorks 2009. User guide. SolidWorks, 2008
4. Autodesk Mechanical Desktop 2009. User guide. Autodesk, 2009.

MECHANICAL CONSTRUCTION OF A DEVICE FOR INITIATING THE TUBE FOR NON ELECTRIC DETONATORS

Georgi STANCHEV¹ Milka VICHEVA²

¹Department of Fundamentals and Techniques of Design, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: gstanchev@tu-sofia.bg

²Department of Fundamentals and Techniques of Design, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: mviceva@tu-sofia.bg

Abstract: Basic principles in design, development and testing of a mechanical construction of a device for initiating the tube for non electric detonators are considered in this report. The preliminary research which determines the type of mechanical construction is described, the results of testing are presented and the guidelines for its development and improvement are outlined.

Keywords: non electric detonators, tube, mechanical construction.

TEST CONTROL IN THE BASICS OF DESIGNING FOR THE SPECIALTY 'INDUSTRIAL ENGINEERING'

Georgi DINEV¹ Emilia CHALAKOVA²

¹OTSK department, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: gdinev@tu-sofia.bg

¹OTSK department, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: e_chalakova@tu-sofia.bg

Abstract: The article presents the results of developed versions for conduct of test control in The Basics of designing for assessment of the students studying 'Industrial Engineering'. The training is conducted in English language at The Technical University- Sofia- Plovdiv branch. The test control versions are appropriated for the formation of a temporary grade in the specialty 'Applied geometry and engineering graphics' throughout the first semester, and for the conduct of examination in the specialty 'Basics of engineering' throughout the fourth semester. The results which have been obtained from the conducted tests are presented by histograms. They can be used later throughout the development of automated test control in the environment of a computer equipped premise for the purpose of development of a suitably based software.

Ключови думи: test control, test, control

1. INTRODUCTION

The assessment of students' skills is an issue which is in constant development throughout the last few decades. Most frequently it concerns the improvement of efficiency of the control and the objectivity of the assessment process of the acquired knowledge and skills (1). That is the reason for development of appropriations of example tasks and tests for control in accordance with a certain graphic. Some of them offer versions of examples for training of two stages through manual table test control (2). Similar solutions are reviewed in (3) on the basis of designing, etc. These circumstances require the use of test control which necessitates the formation of a temporary grade regarding the subject 'Applied geometry and engineering graphics' as well as for a conducted examination on the subject 'Basics of engineering' throughout the training of the students studying the specialty 'Industrial engineering' in English language.

In relation to all mentioned above, the present article proposes an example for development, usage and assessment of the skills of students by a test control approach.

The main tasks which are to be solved are the following:

- Development of versions of test control according to 'PGIG' and 'Basics of engineering';

- Testing of the developed versions;
- An analysis of the obtained results and of the efficiency of their usage.

With the innovation of computer tests for maintenance of the students' knowledge and skills by the systems of SOPKO, there have been also developed tests for training and control through the use of computer systems.

TEST CONTROL – Applied Geometry and Engineering Graphic

Theory

Name the elements and methods in following questions:

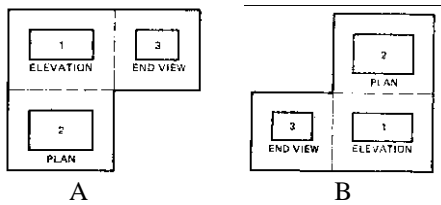
- Type of projections;
- Type of Orthographic projection of a point, line and plane in space;
- Intersections. Methods for Intersection of Line and Plane, Line and Surface;
- Intersections. Methods for Intersection of Solids;
- Intersection of Body with Holes. Show the use methods;
- Developments. Method of developments;
- Types of standard axonometric projection;
- Methods for orthographic projection;
- Type of sectional vies - classification;
- Type of special sectioning conventions;

- Dimensioning. Types of dimensional size by prepare drawings;
- Tolerances. Type of tolerances use in drawings;
- Types of geometrical tolerances;
- Surface roughness. Types of machining symbols.

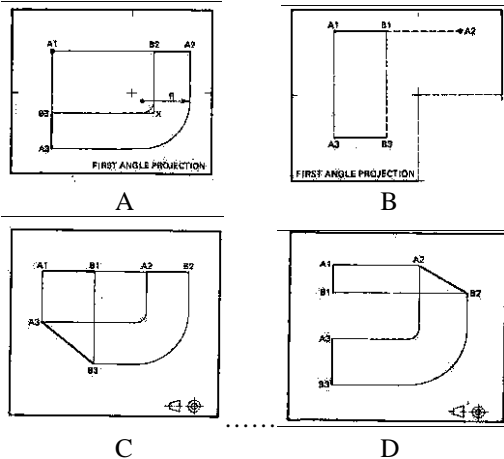
Part One

The first group questions:

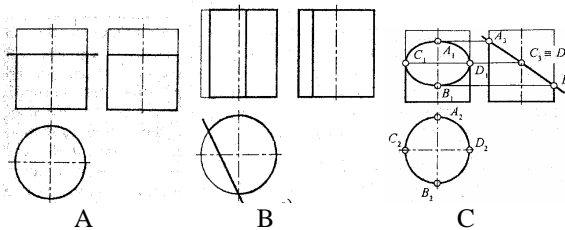
1. Show the third angle projection from given figures?



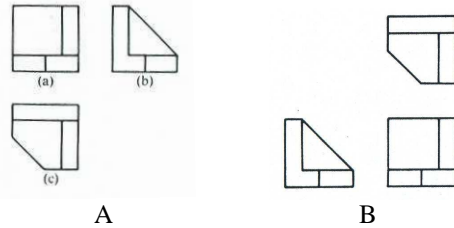
2. Show the correct projections from given figures, if line AB is $AB \perp VP$; $AB \parallel HP$ and AVP ?



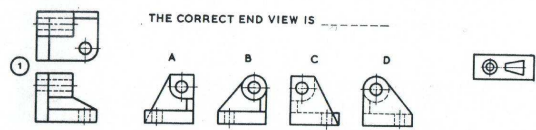
3. Show from given figures decision with section line ellipse?



4. Show the three views in first angle projection of given figures ?

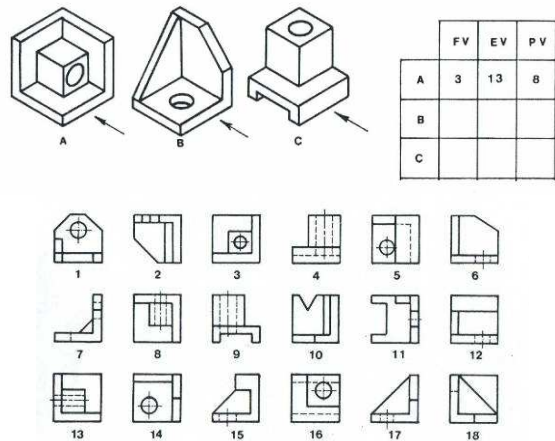


5. Show the correct end view of given figures (1,4,6,8)?

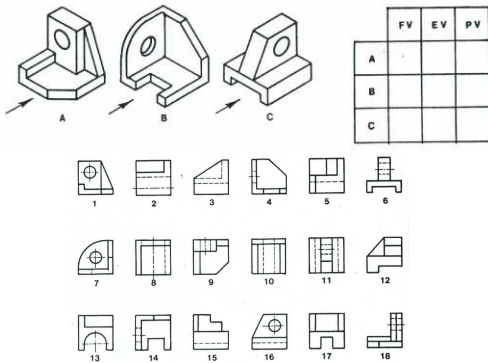


The second group – task control:

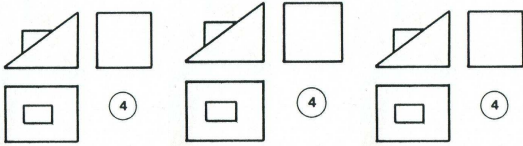
1. The Figure shows the components A, B, C, D, E, and F in pictorial projection. The direction of viewing indicated by the arrow corresponds to the front view. Select from the given orthographic views the relevant front views (FV), end (EV), and plan views (PV), and insert your answers in a table like the one provided.



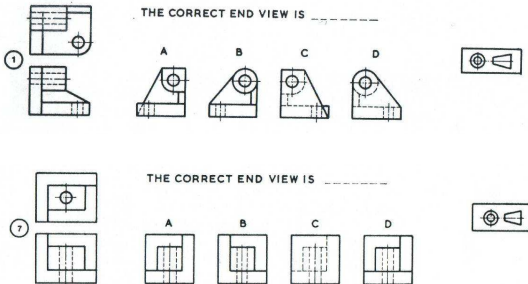
2. The Figure shows the components A, B, C, D, E, and F in pictorial projection. The direction of viewing indicated by the arrow corresponds to the front view. Select from the given orthographic views the relevant front views (FV), end (EV), and plan views (PV), and insert your answers in a table like the one provided.



3. Select the correctly view drawing in first-angle projection.



4. Select the correct end view – A, B, C, or D – for each object shown in next figure.



Results and Discussion:

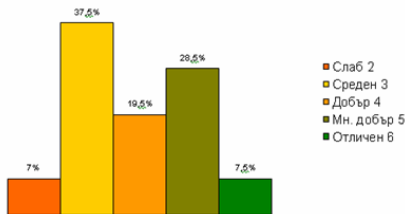


Table. 1 Results

Nr.	A	B	S	D
1	X			

2			X		
3					X
4				X	
5		X			
6				X	
7					X
8			X		
9		X			
10.1	Fig. 1	X			
10.2	Fig. 4			X	
10.3	Fig. 6				X
10.4	Fig. 8		X		
11		X			
12				X	
13					X
14.1			X		
14.2				X	
14.3					X
14.4		X			
14.5				X	
14.6					X
14.7			X		
15.1		X			
15.2				X	
15.3					X
15.4			X		
Total Result:					

2. CONCLUSION

The developed versions for conduct of test control are efficient, and they can be used for the purpose of objective assessment of skills and knowledge. They can be applied throughout the training of the students throughout 'Industrial engineering' specialty by English language. Also, they can be utilized for the end of designing of a software product for the conduct of a computer test since the number of the

students within the tuition groups offers the necessary conditions for that.

References

1. **Динев Г., В. Джаджев** Някои изследвания относно оценяване на обучението по инженерна графика . Journal of the Technical University at Plovdiv, vol. 13(5), 2006, 31-36.
2. **Динев Г., Р. Ангелова, В. Станчева, Л. Балтова** Тестов контрол в конструкторското документиране по основи на конструирането и САД, Научни доклади на 8 международна конференция „Авангардни машиностроителни обработки“, 18-20 юни 2008, Кранево, 2008, 391-394.
3. **Митева Р., В. Енчева** В. Примери по инженерна графика на Русенски университет «Ангел Кънчев», Руссе, 1999, Том 37, Серия 5, 221-226.
4. **Bertoline G., E. Wiebe** Fundamentals of graphics communication, 4th Edition, Mc Graw Hill Higher Education, New York, 2005, ISBN 0-07-286458-3.
5. **Dinev G.** Course on applied geometry and engineering graphics, Edited by AVANGARD PRIMA, Sofia, 2010, ISBN 978-954-323-750-0.
6. **Dinev G.** A concise course course of lectures on principles of design, Edited by Technical university of Sofia, 2010, ISBN 978-954-438-845-4.

СТРУКТУРНА СХЕМА НА МЕХАНИЧНО ИЗДЕЛИЕ ОТ ГЛЕДНА ТОЧКА КОНСТРУИРАНЕ С CAD СИСТЕМА

Петър ГОРАНОВ¹ Атанас СТОЕВ²

¹катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет – София, България
pygor@tu-sofia.bg

²катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет – София, България
atstoev@tu-sofia.bg

Резюме: CAD моделът на сглобена единица съдържа множество геометрични връзки между различни елементи. При всяко по-съществено преобразуване на модела тези връзки се губят и се налага да се създават отново. В настоящата работа разширената структурна схема се разглежда като основа за създаване на удачен CAD модел, който позволява лесно да се правят корекции и да се анализират различни варианти.

Ключови думи: CAD модел на сглобена единица, разширена структурна схема, механично изделие, предварително конструиране

1. УВОД

Всяко ново изделие се конструира въз основа на анализ на очакванията на потребителите. Директният преход от изискванията на потребителите към крайното решение зависи до голяма степен от опита на конструкторския колектив и не винаги води до очакваните резултати. Подобряването на процеса на конструиране изисква разделяне на решението на няколко отделни стъпки [2].

Първата стъпка в процеса на конструиране е моделиране на функциите на изделието – обикновено се прави пряка връзка между изискванията на потребителите и функционалното описание на изделието. Функционалното описание в последствие се използва за генериране и избор на технологии, които може да осъществят функционалните изисквания.

В настоящата работа се разглежда структурната схема като основа на геометричното оформяне на компонентите на механично изделие. Проблемите, свързани със създаването и съдържанието на структурната схема се обсъждат от гледна точка на конструиране с CAD система.

2. СТРУКТУРНАТА СХЕМА КАТО ОСНОВА НА ГЕОМЕТРИЧНОТО ОФОРМЯНЕ

Структурната схема може да се разглежда като първи етап от геометричното конструиране

на механично изделие. Структурната схема определя основните функционални части на изделието, тяхното предназначение и взаимна връзка. Служи за най-общо запознаване със структурата на обекта и като база за разработване на други технически документи [1].

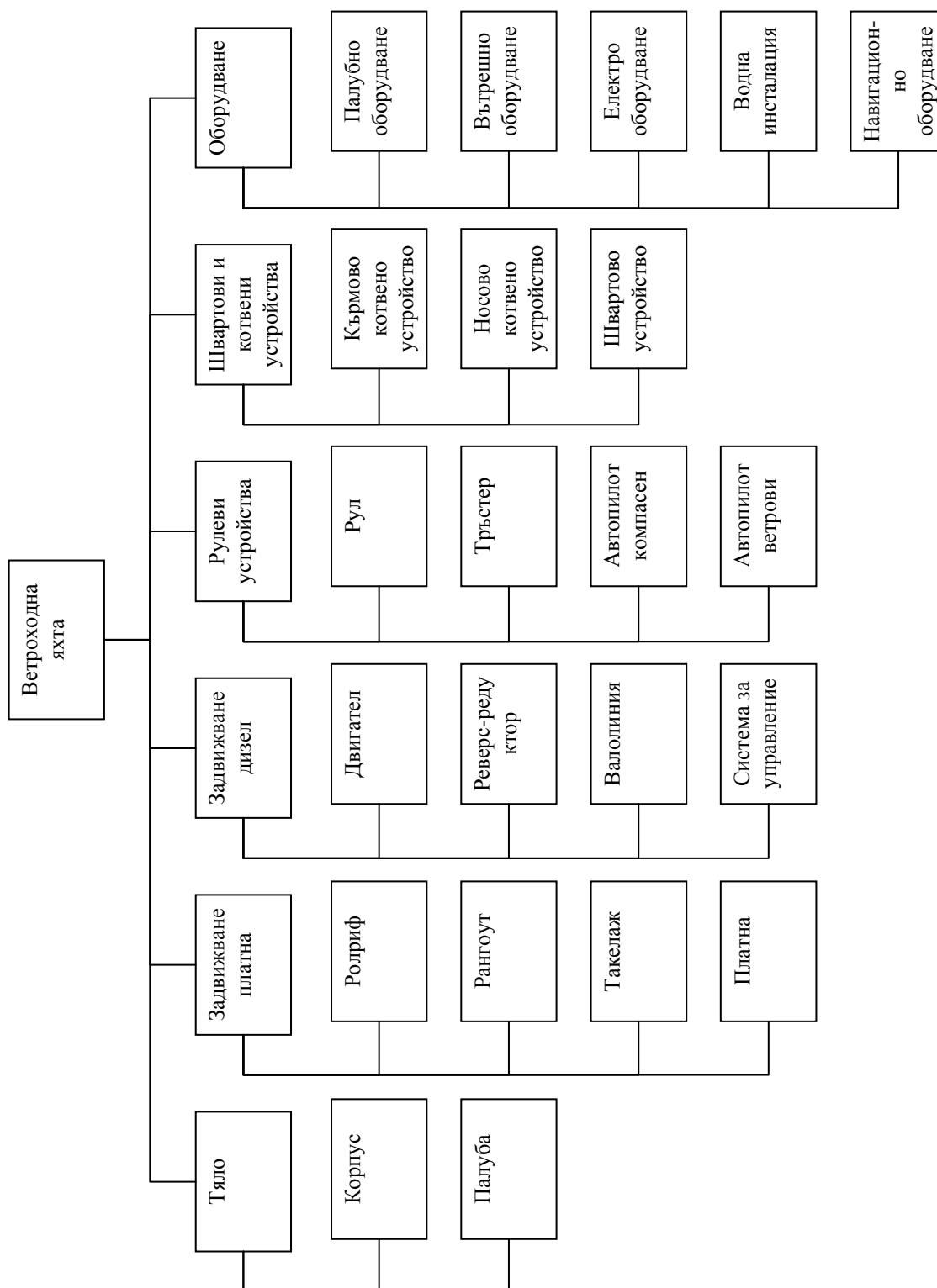
При създаване на геометрията на изделието с CAD система най-общата представа за структурата на изделието в редица случаи не е достатъчна. За организиране на конструкторски проект е необходимо да се решат следните задачи:

- да се създаде структурата на CAD модела на изделието;
- да се разпредели работата между участниците в колектива.

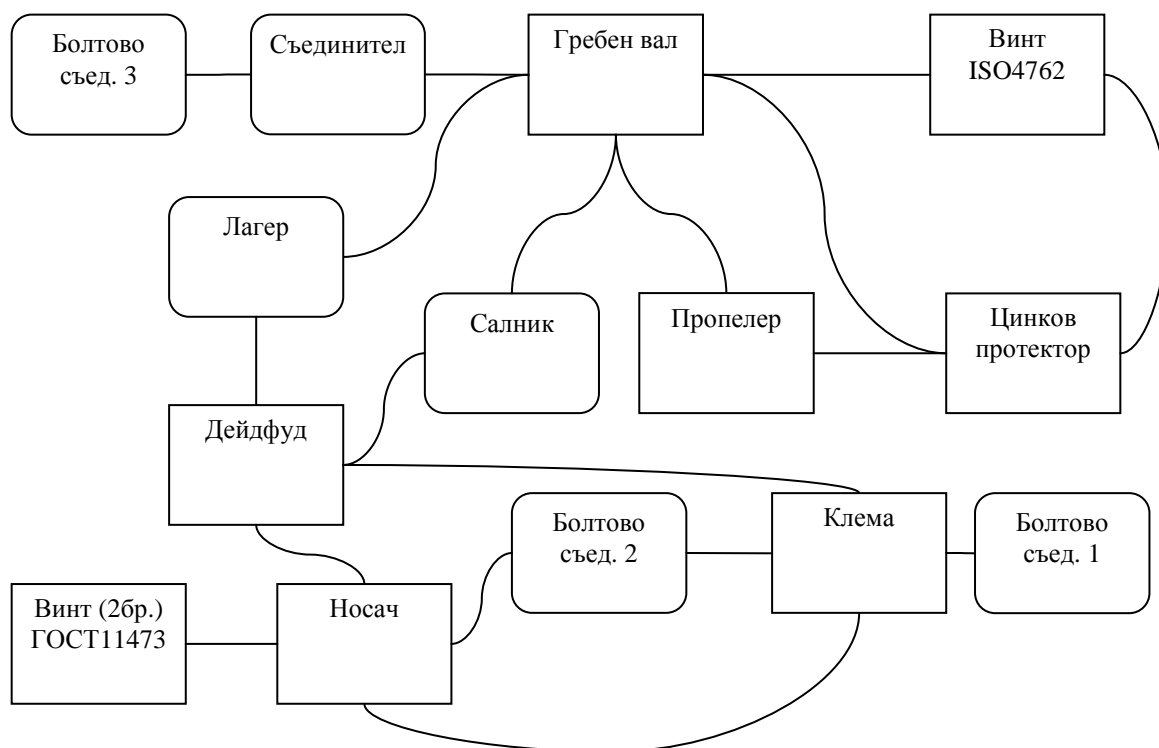
За улесняване на решаването на посочените задачи, в [3] е въведено понятието „разширена структурна схема”. Разширената структурна схема съдържа всички компоненти на изделието, както и действителните геометрични връзки между тях.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

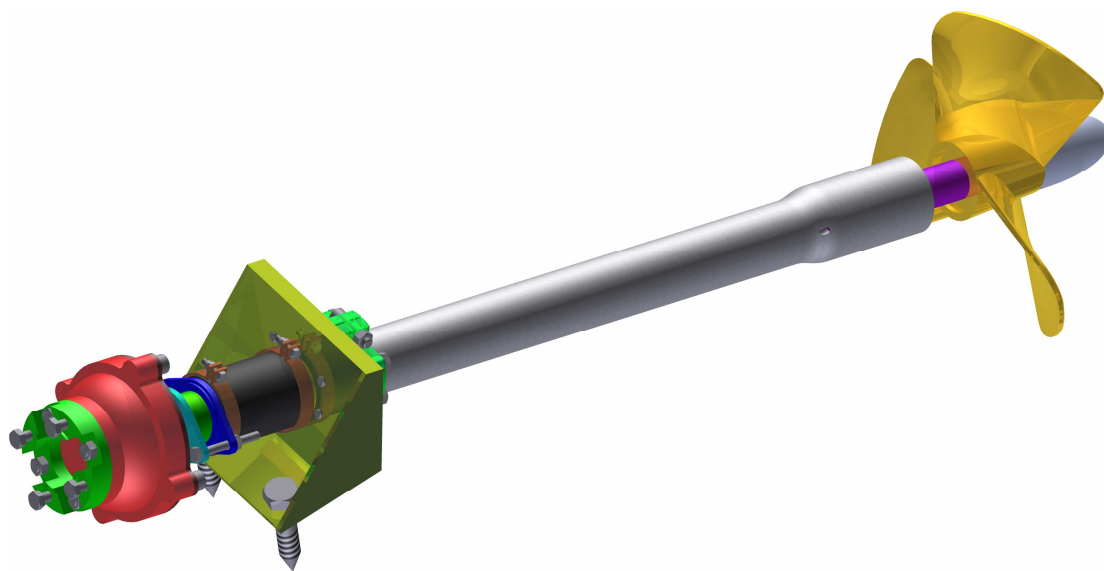
Едно механично изделие може да съдържа стотици и хиляди детайли. Създаването на пълна структурна схема в този случай е твърде сложно. Решението е създаване на структурна схема на няколко нива.



фиг.1 Структурна схема на Ветроходна яхта



фиг.2 Пълна структурна схема на Валолия



фиг.3 Геометричен модел на Валолия, съобразно пълната структурна схема от фиг.2

На най-високото ниво структурната схема включва обобщени компоненти, които може да се разглеждат като относително независими изделия. За всеки от обобщените компоненти се създава отделна структурна схема.

Създадената йерархична последователност от структурни схеми съответства на организацията на компютърния модел, т.е. модели на какви сглобени единици трябва да се създават и съответно какво е тяхното съдържание.

На фиг.1 е показана структурната схема на Ветроходна яхта. Структурната схема показва основните агрегати и системи, които осъществяват очакваната функционалност.

За да се създаде удачен CAD модел, който позволява да се правят корекции и да се анализират различни варианти, трябва внимателно да се проектира неговата организация, или как отделните компоненти да се представят под формата на детайли или сглобени единици.

На фиг.2 е показана разширената структурна схема на Валолиния. Валолинията съдържа няколко сглобени единици от по-ниско ниво,

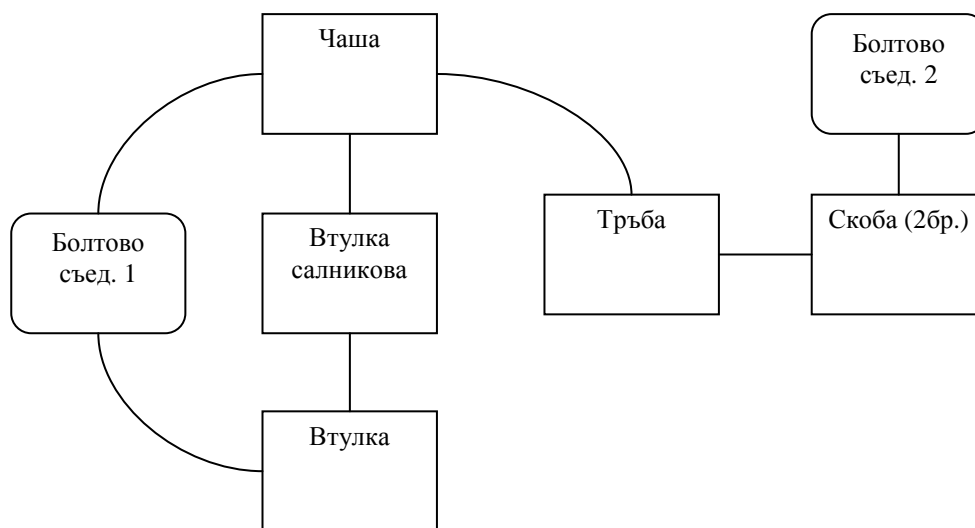
поради което пълната структурна схема е опростена (CAD моделът на Валолинията, показан на фиг.3 съдържа 59детала).

За сглобените единици от най-ниско ниво пълната структурна схема съдържа само детайли. На фиг.4 е показана разширената структурна схема на Салник, а на фиг.5 – CAD моделът.

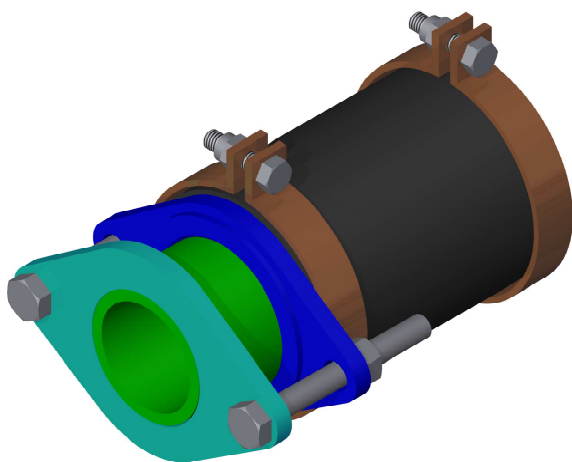
4. АНАЛИЗ НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

При липса на ясна представа за структурата на изделието често компоненти, които реално представляват сглобени единици, започват да се моделират като детайли. На даден етап от развитието на процеса на конструиране се налага тези компоненти да се преобразуват в сглобени единици (CAD моделът на детайл да се преобразува в CAD модел на сглобена единица).

Трябва да се има предвид, че при създаване на CAD модел се формират множество геометрични връзки между различни елементи. При всяко по-съществено преобразуване на модела тези връзки се губят и се налага да се създават отново.



фиг.4 Пълна структурна схема на Салник



фиг.5 Геометричен модел на Салник, съобразно пълната структурна схема от фиг.3

Напр. Съединителят от Валолинията (фиг.2 и фиг.3) е създаден като детайл. Изработването на Съединителя изиска наличие на пълна конструкторска документация, т.е. моделът на Съединителя трябва да се преобразува от модел на детайл в модел на сглобена единица, за да може да се конструират всички негови компоненти. В разглеждания модел на Валолинията върху съединителя има наложени 6 геометрични ограничения за позициониране,

които ще се изгубят при това преобразуване. В разглеждания пример компонентът е сравнително елементарен. В зависимост от сложността на конструкцията е възможно броят на геометричните връзки да е значително по-голям и съответно да са необходими значителни усилия и време за тялото възстановяване.

5. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Създаването на разширената структурна схема е част от предварителното конструиране. Съкращаването на тази дейност може да доведе до сериозни затруднения в следващите етапи от процеса на конструиране. За да се избегне евентуалното възникване на труднорешими проблеми, трябва преди да започне създаването на CAD модела на изделието да има ясна представа за неговата структура.

Литература

1. **Стоев А., П. Горанов**, Инженерна графика и CAD, Софттрейд, 2010, ISSN 978-334-109-2.
2. **Otto K., K. Wood**, Product design, Prentice Hall, 2001, ISBN 0-13-0221271-7.
3. **Stoiev A., P. Goranov**, Modelling of mechanical assembly structure in CAD environment using Theory of basing, RECENT, Vol.8 (2007), nr.1 (19).

STRUCTURAL SCHEME OF MECHANICAL ASSEMBLY WITH RESPECT TO DESIGN WITH CAD SYSTEM

Petar GORANOV¹ Atanas STOEV²

¹Fundamentals and Techniques of Design department, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: pvgor@tu-sofia.bg

²Fundamentals and Techniques of Design department, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: pvgor@tu-sofia.bg

Abstract: CAD model of the assembly unit contains many geometric relationships between elements. In any substantial transformation of the model these connections are lost and need to be created again. In the present work the extended structural scheme is considered as a basis for establishing a proper CAD model, which allows you to easily make alteration and to analyze various versions.

Keywords: CAD assembly model, extended structural scheme, mechanical assembly unit, preliminary design

ПОСТРОЯВАНЕ НА ПРЕСИЧАНЕТО НА РОТАЦИОННИ ПОВЪРХНИНИ С УСПОРЕДНИ ОСИ В ОБЩО ПОЛОЖЕНИЕ

Маруся ТЕОФИЛОВА¹ Людмила БАЛТОВА²

¹катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет - София, България
e-mail: mat@tu-sofia.bg

²катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет - София, България
e-mail: lbaltova@tu-sofia.bg

Резюме: В работата е решена примерна задача за построяване на пресичането на ротационни повърхнини с успоредни оси в общо положение като са съчетани методът на допълнителните проекционни равнини и методът на спомагателните равнини.

Ключови думи: ротационни повърхнини, проекционни равнини, спомагателни равнини

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Неразделна част от обучението на студентите от специалността „Инженерен дизайн” е усвояването на построятелни техники и алгоритми по дисциплината „Дескриптивна геометрия”, спомагащи за развиване на пространствено мислене. Темата за построяване на взаимно пресичане на повърхнини е застъпена в учебната програма. За построяване кривата на пресичане се прилагат съответно:

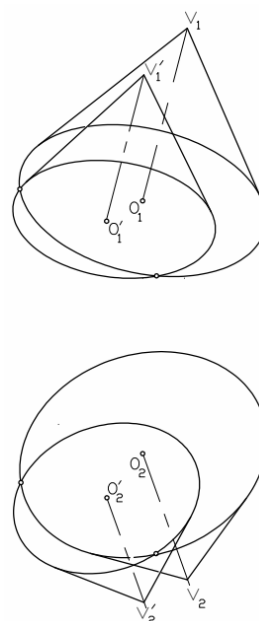
- метод на спомагателните равнини, ицидентни на т.н. върхова права – при праволинейни образувателни на повърхнините;
- метод на спомагателни равнини, успоредни на основите – при ротационни повърхнини с успоредни оси;
- метод на концентричните сфери – при ротационни повърхнини с пресичащи се оси;
- метод на ексцентричните сфери – при ротационни повърхнини с непресичащи се оси – въвеждат се подходящо концентрични сфери, пресичащи в окръжност повърхнините. Центровете на сферите не съвпадат [1,2,3].

Обикновено решаваните задачи се разглеждат за удобство в частните случаи – повърхнините са с проектиращи към основните проекционни равнини оси.

Настоящата работа предлага решение на общия случай – успоредни оси в общо положение, като за целта се съчетават метода на допълнителните проекционни равнини с метода на спомагателните равнини.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

Алгоритъмът е илюстриран с проследяване на построенията на кривата на пресичане на два прави кръгови конуса с успоредни произволно ориентирани оси. (фиг.1)

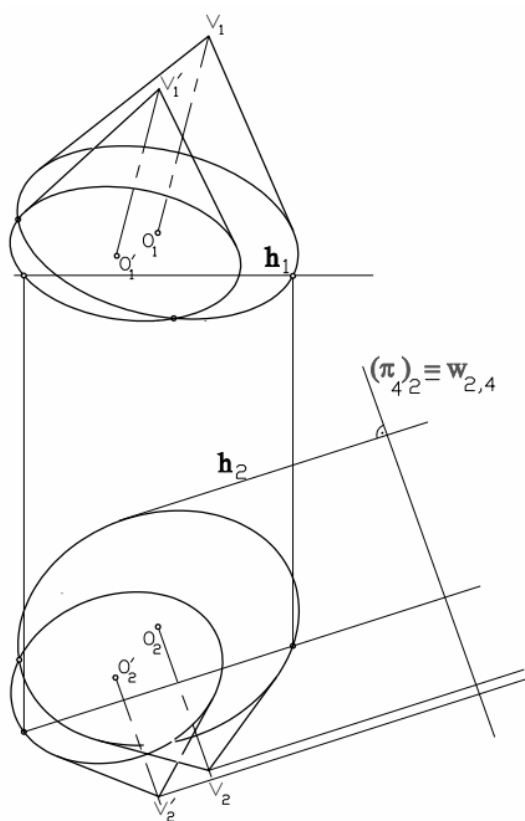


фиг.1 Пресичащи се конусни повърхнини

Етапите за построения са следните:

2.1 Въвеждат се допълнителни проекционни равнини:

- π_4 – перпендикулярна на хоризонталната проекционна равнина π_2 и едновременно с това на хоризонталната права h от равнината на основите, следователно – перпендикулярна на последната. Проекцията $(\pi_4)_2 \equiv w_{2,4}$ (оста на завъртане на π_4 до π_2) по познатия начин се построява перпендикулярна на хоризонталната проекция на хоризонталната права h_2 ; (фиг. 2)



фиг.2 Въвеждане на допълнителна проекционна равнина π_4

- π_5 – допълнителна проекционна равнина, минаваща през основите на конусите. Проекцията ѝ в π_4 е означена $(\pi_5)_4 \equiv w_{4,5}$; $w_{4,5}$ е оста, около която се завърта π_5 до π_4 ;
- π_6 –допълнителна проекционна равнина, перпендикулярна на π_5 и инцидентна на осите на конусите. Въвеждането ѝ е необходимо за определяне на най-високата точка от кривата на пресичане. Проекцията ѝ в π_5 е означена с $(\pi_6)_5 \equiv w_{5,6}$, където $w_{5,6}$ е оста, около която се завърта π_6 до π_5 .

Построяване на допълните проекции на характерни точки от първообразите се извършва по известните правила и с използването на съответните разстояния.

2.2 Прилагане на методи на спомогателни успоредни на основите на конусите равнини:

- При така избраната ориентация на π_4 равнината на основа на конусите се проектира в права, а четвъртата проекция на конусните повърхнини – позволява въвеждането на спомогателните, успоредни на основите на конусите равнини σ^1 (фиг.3)

- В явен вид сеченията на всяка от спомогателните равнини с конусните повърхнини се построяват след завъртането на π_5 до π_4 около $w_{4,5}$. Общите точки на двойките сечения (съответните окръжности) са търсените точки от кривата на пресичане (фиг. 4).

- Необходимо за определяне на най-високата точка от тази крива е завъртането на π_6 до π_5 около ос $w_{5,6}$. Въпросната точка се явява пресечена на двете контурни образователни на конусите. Построяват се проекциите на точките от кривата на пресичане в π_4 (фиг. 5).

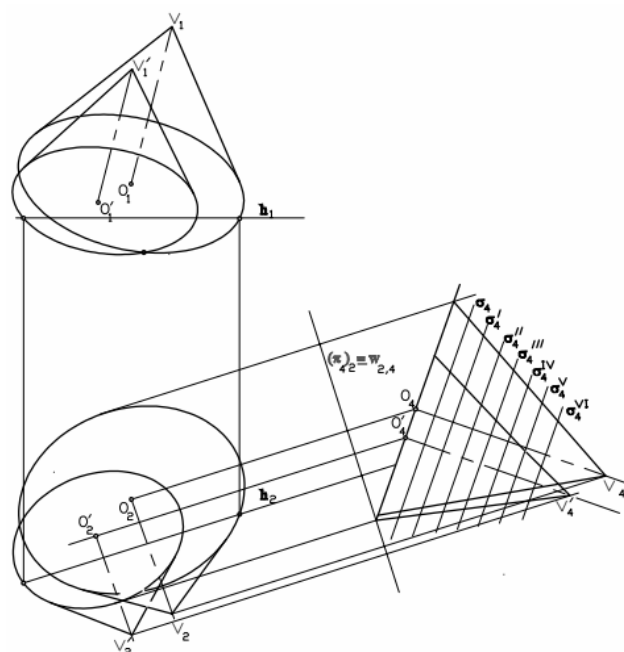
2.3 Връщане точките от кривата на пресичане до основните проекции (фиг. 6).

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

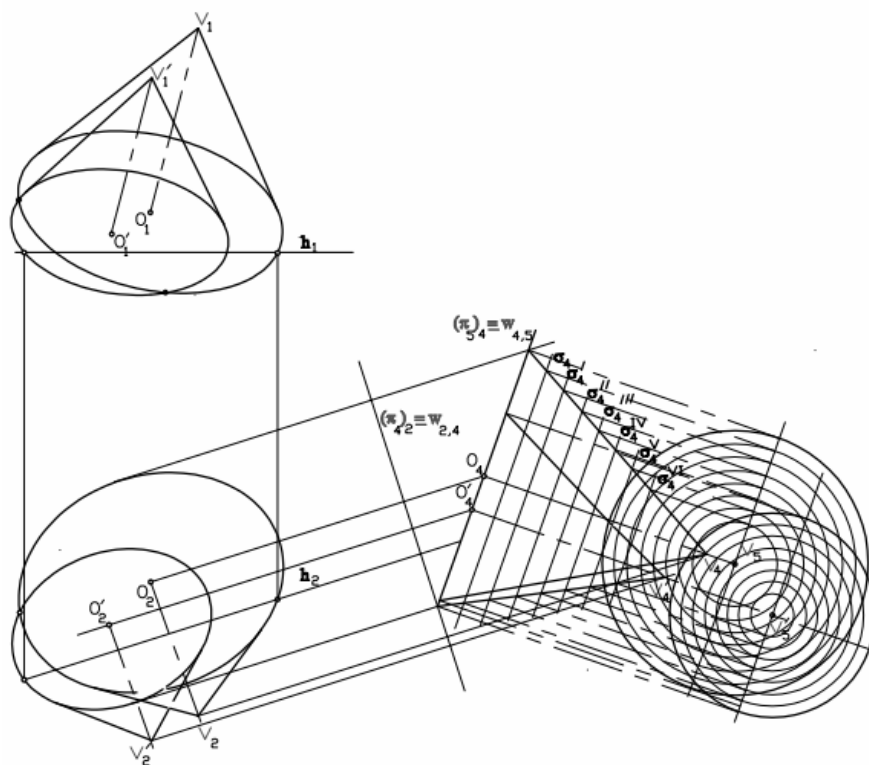
Съчетаването на метода на допълнителните проекционни равнини с метода на спомогателните равнини и описания алгоритъм са приложими при построяването на кривите на пресичане и при съчетанията конус – цилиндър, сфера – конус, сфера – цилиндър.

Литература

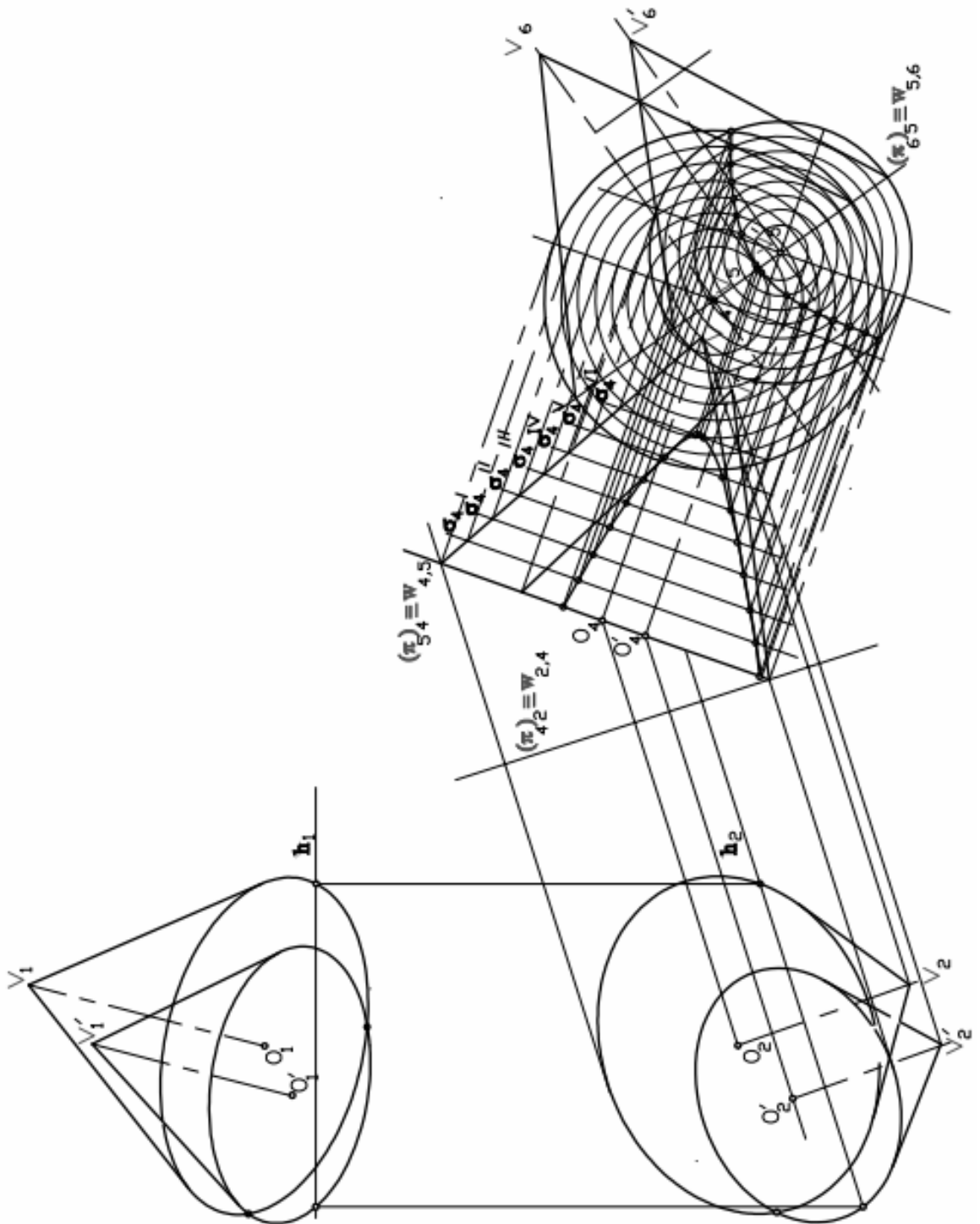
- 1.Златанова Е., Ст. Иванов, Н. Цървенков, Приложна геометрия и инженерна графика – част I, София, Паралакс, 1998.
- 2.Кирилов А. Ф., Черчение с рисование. Москва. “Высшая школа”. 1984.
- 3.Крылов Н., Г. Икономова, В. Николаев, Н. Лаврухина, Начертателна геометрия. Москва. “Высшая школа”. 1984.



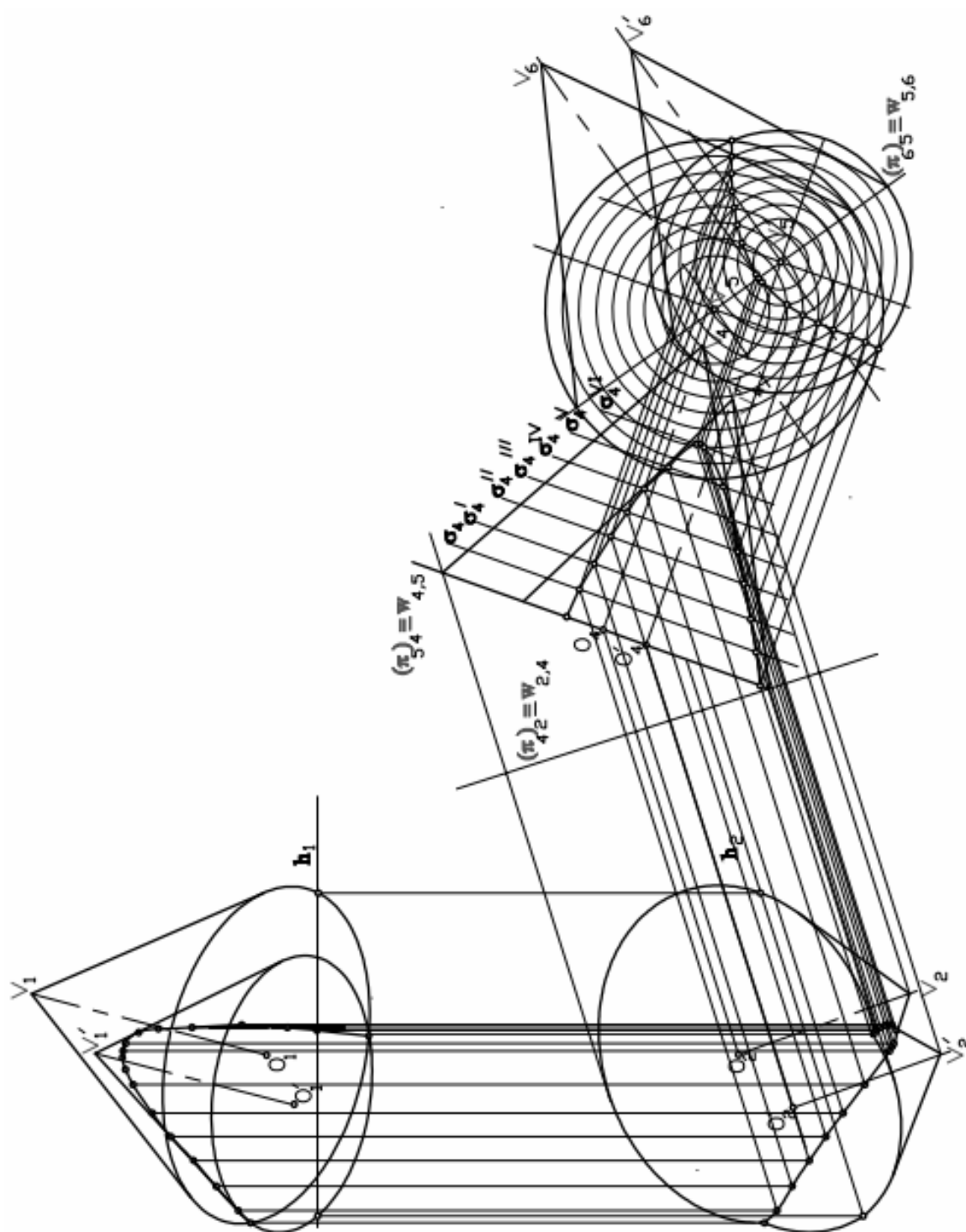
фиг.3 Построяване на четвъртата проекция на конусните повърхнини и въвеждане на спомагателни равнини σ^i



фиг.4 Въвеждане на допълнителна проекционна равнина π_5



фиг.5 Въвеждане на допълнителна проекционна равнина π_6 и построяване на кривата на пресичане в π_5



фиг.6 Построяване на основните проекции на кривата на пресичане

GENERAL POSITION OF CROSSECTION OF ROTATION SURFACES TO PARALLEL AXIS.

Marusya TEOFILOVA¹ Lyudmila BALTOVA²

¹department "Fundamentals and Techniques of Design", Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: mat@tu-sofia.bg

²department "Fundamentals and Techniques of Design", Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: lbaltova@tu-sofia.bg

Abstract: This work gives samples how to build general position of crossection of rotation surfaces to parallel axis, using together method of additional project-plain surfaces and method of subsidiary plain-surfaces.

Keywords: rotation surfaces, project-plain surfaces, subsidiary plain-surfaces

РАЗШИРЕНАТА СТРУКТУРНА СХЕМА КАТО ОСНОВА ЗА ОРГАНИЗИРАНЕ НА СЪВМЕСТЕН ПРОЕКТ

Елена ТОДОРОВА¹ Петър ГОРАНОВ²

¹катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет - София, България
e-mail: etodorova@tu-sofia.bg

²катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет - София, България
e-mail: pygor@tu-sofia.bg

Резюме: Разширената структурна схема включва всички компоненти на сглобената единица и описание на взаимното им ориентиране чрез инженерната информация “схеми на базиране”. Тази информация позволява автоматично да се генерират скелетите на геометричните модели на детайлите. Това позволява окончателният вид на CAD модела на сглобената единица да се създаде още на етапа на концептуално проектиране преди да е създадена геометрията на детайлите. Настоящата работа предлага разширената структурна схема да се използва като основа за организиране на съвместен проект.

Ключови думи: CAD, сглобена единица, структурна схема

1. УВОД

Голяма част от CAD системите не позволяват геометричния модел да се редактира едновременно от двама конструктора. За да се осигури съвместна дейност на множество специалисти трябва общата работа да се раздели на условно независими части, които се изпълняват от отделни участници.

Когато се моделира сглобена единица логичният подход е всеки от участниците да работи самостоятелно върху отделен компонент (детайл или сглобена единица от по-нисък ред). В този случай проблематичен е моделът на сглобената единица, който е общ за всички участници в проекта.

Съгласно [3] моделът на сглобената единица не съдържа геометричното описание на детайлите, а само информация за тяхната ориентация. В такъв случай конфликти възникват само когато се вмъкват или позиционират нови детайли.

Организирането на съвместен проект предполага наличие на някаква PDM система. PDM системата контролира достъпа до файловете на проекта и не позволява двама участника едновременно да правят промени в различни копия на един и същ документ. Когато един конструктор прави промени в модела на сглобената единица, файлът се блокира за редактиране от останалите. Ако в същото време се наложи и друг конструктор

да прави промени, той трябва да изчака освобождаването на модела на сглобената единица.

В настоящата работа се разглежда разширената структурна схема като основа за организиране на съвместен проект. Разширената структурна схема позволява окончателния вид на модела на сглобената единица да се създаде още на етапа на концептуално конструиране преди да е създадено геометричното описание на компонентите. Така не се налага неговото редактиране по време на геометричното оформяне. В резултат се премахват условията за възникване на конфликти, при които се налага едни конструктор да изчака друг.

2. МОДЕЛ НА СГЛОБЕНАТА ЕДИНИЦА ЗА СЪВМЕСТНО КОНСТРУИРАНЕ

При съвместна работа всички конструктори споделят един общ модел на сглобената единица. За да не възникват конфликти е най-добре моделът на сглобената единица да е създаден предварително и да не се налага да се извършват промени или корекциите да бъдат сравнително малки.

Трябва да се посочи, че в разглеждания случай геометричното оформяне на детайлите не е извършено и практически липсва геометрично описание. Моделът на сглобената единица трябва да може да се създаде само въз основа на ин-

формацията, която е налице на етапа на концептуално конструиране.

На етапа на концептуално конструиране се създава сравнително пълен списък на съставните части. Списъкът е необходим за предварителна оценка на стойността на изделието и служи за разпределяне работата между отделните конструктори. Въз основа на този списък може да се създаде моделът на сглобената единица.

В модела на сглобената единица се включват имената на всички детайли (файлове). На този етап моделите на детайлите не съдържат геометрично описание, но CAD системата автоматично ориентира координатните системи на всички компоненти. След създаване на геометричното описание, конструкторът трябва сам да ориентира детайла спрямо останалите посредством подходящо разполагане на геометрията спрямо основната координатна система.

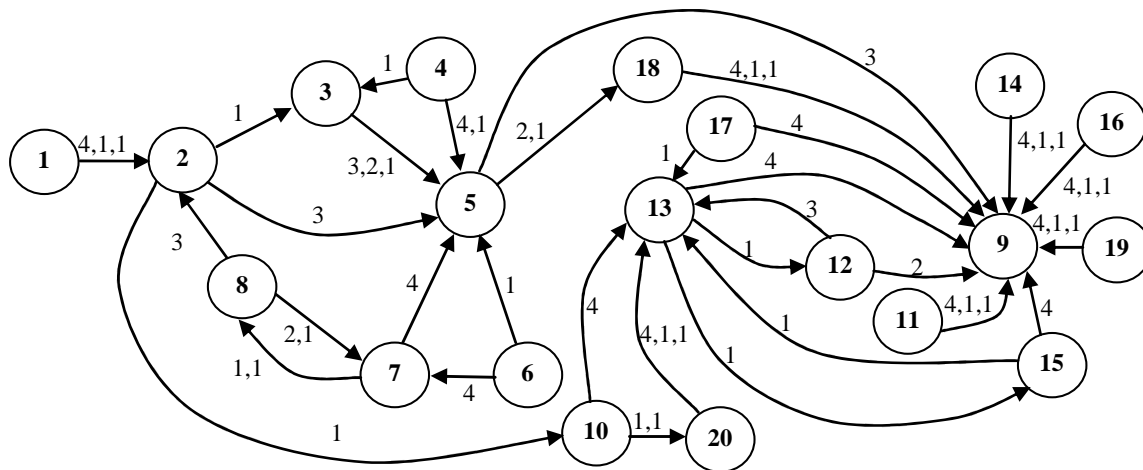
Основен недостатък на този подход е, че не се поставят геометрични ограничения между елементи на детайлите. Ако са предвидени последващи инженерни изследвания на сглобената единица, е необходимо впоследствие да се поставят геометрични ограничения, които отразяват действителните геометрични връзки между де-

тайлите, което е свързано с разход на време и допълнителни усилия.

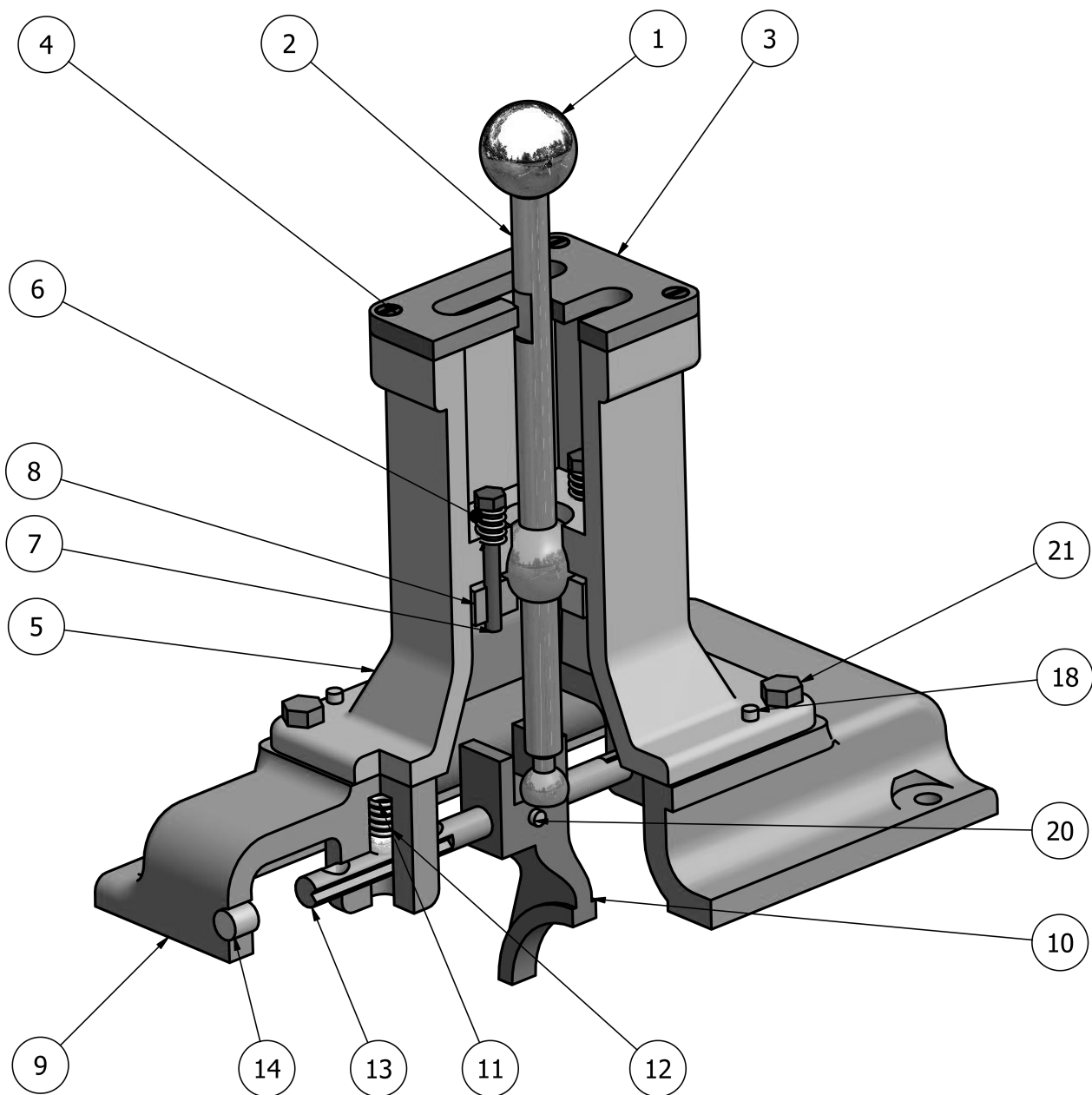
3. РАЗШИРЕНА СТРУКТУРНА СХЕМА

В [4] е предложено понятието разширена структурна схема. При създаване на разширена структурна схема се отчита обстоятелството, че на първоначалните етапи от процеса на конструиране се създават концептуални скици, които дават обща представа както за геометрията на основните детайли, така и за начина на тяхното съединяване. Тази информация се добавя към структурната схема на изделието.

На фиг. 1. е показан пример за разширена структурна схема на “Механизъм превключващ”, показан на фиг.2. Начинът на съединяване на детайлите осмислен от инженерна гледна точка и е представен като начин на базиране на детайлите. На схемата основните и спомагателните бази (базиран/базиращ детайл) са отбелязани със стрелки. Като означения към стрелките са показани степените на свобода, които се отнемат от съответната база.

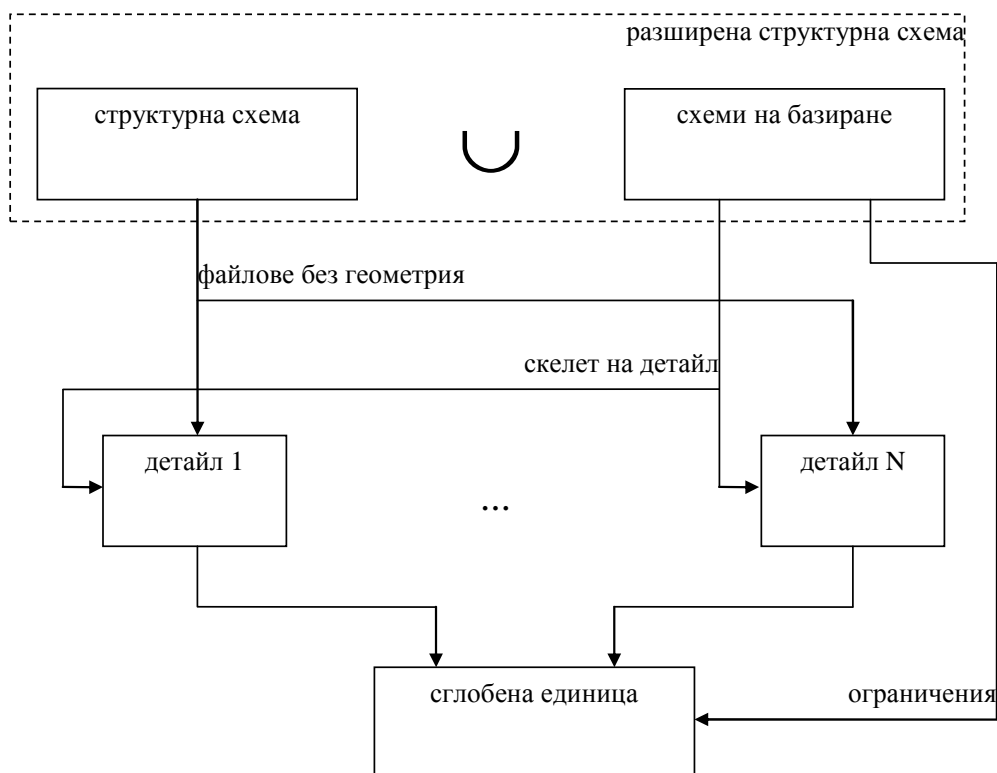


фиг.1 Разширена структурна схема на сглобена единица “Механизъм превключващ” [1]



фиг.2 “Механизъм превключващ”

1.Сфера	4.Винт1	7.Винт2	10.Вилка	13.Прът	16.Винт3	19.Пружина3
2.Лост	5.Корпус	8.Чаша	11.Пружина2	14.Тапа	17.Ключ	20.Щифт2
3.Капак	6.Пружина1	9.Основа	12.Сачма	15.Палец	18.Щифт1	21.Винт4



фиг.3 Създаване CAD модел на сглобена единица, предназначен за съвместно проектиране, въз основа на разширената структурна схема

3. МОДЕЛ НА СГЛОБЕНА ЕДИНИЦА ВЪЗ ОСНОВА НА РАЗШИРЕНАТА СТРУКТУРНА СХЕМА

Разширената структурна схема включва информация за схемите на базиране на детайлите. Тази информация позволява да се генерират спомагателни геометрични елементи (координатни равнини и оси), които са необходими и достатъчни за ориентиране на детайла в рамките на сглобената единица. Тези справочни геометрични елементи формират скелета на детайла от гледна точка модела на сглобената единица, в която той участва.

На фиг.3 е показана схемата, според която от разширената структурна схема се генерират справочните геометрични елементи на детайлите, необходими за тяхното позициониране, както и геометричните ограничения, които се налагат в модела на сглобената единица.

Информацията в разширената структурна схема е достатъчна за генериране на скелетите на детайлите (от гледна точка на тяхното позициониране) и геометричните ограничения за позициониране в модела на сглобената единица. Разработени са програмни реализации, които правят тази дейност напълно автоматично [2].

4. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлага се CAD модел на сглобена единица, предназначен за организиране на съвместен конструкторски проект. Моделът е създаден въз основа на разширената структурна схема на изделието.

Разширената структурна схема съдържа описание на ориентирането на детайлите и начините за отнемане на степените на свобода. Тази информация позволява автоматично да се генерират скелетите на геометричните модели на детайлите.

Накрая ще се посочи, че разширената структурна схема позволява да се прави анализ на начините на базиране (ориентиране) на детайлите. Поради това може да се разглежда като необходима част от етапа на концептуално проектиране.

Казаното по-горе дава основание да се направи заключение, че предложения подход не усложнява предварителната подготовка по организиране съвместния проект и е свързан с значителни допълнителни усилия.

Литература

1. **Горанов П., Стоев А.**, Нов подход за моделиране на сглобена единица в CAD, Седемнадесета национална научно-техническа конференция с международно участие "Автоматизация на дискретното производство –

АДП 2008", Семково, септември 2008, Сборник доклади, стр.370-376, ISSN 13 10 3946.

2. **Горанов П., Тодорова Е., Стоев А.**, Практическа реализация на модела на структурата на механично изделие със схеми на базиране, Научни известия, Година XIII, Брой 10/93, Ноември 2006, XV Национална научно-техническа конференция с международно участие "Автоматизация на дискретното производство АДП 2006, София, стр.278-283.

3. **Стоев А., Горанов П.**, Инженерна графика и CAD, Софттрейд, 2010, ISBN: 978-334-109-2.

4. **Тодорова Е.**, Структурната схема като интегриращ елемент при създаване на cad модел на механична сглобена единица, Научни известия, Година XIII, Брой 10/93, Ноември 2006, XV Национална научно-техническа конференция с международно участие "Автоматизация на дискретното производство АДП 2006, София, стр.309 – 314.

EXTENDED STRUCTURAL SCHEME AS BASIS FOR ORGANIZING OF COLLABORATION

Elena TODOROVA¹ Petar GORANOV²

¹Fundamentals and Techniques of Design, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: etodorova@tu-sofia.bg

²Fundamentals and Techniques of Design, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: pvgor@tu-sofia.bg

Abstract: Extended structural design includes all the components of the assembly unit and a description of their mutual orientation through engineering information 'schemes of basing'. This information allows to automatically generating framework of geometric models of parts. This allows creating the final CAD model of the assembled unit even the stage of conceptual design before the geometry of parts was established. This work offers extended structural scheme to be used as a basis for organizing the collaboration.

Keywords: CAD, assembly unit, structural scheme

УРЕД ЗА ИНИЦИИРАНЕ НА ВЪЛНОВОД ЗА НЕЕЛЕКТРИЧЕСКИ СИСТЕМИ ЗА ВЗРИВЯВАНЕ

Георги СТАНЧЕВ¹ Милка ВИЧЕВА²

¹кафедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет - София, България
e-mail: gstanchev@tu-sofia.bg

²кафедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет - София, България
e-mail: mviceva@tu-sofia.bg

Резюме: В настоящия доклад са разгледани основни положения при проектирането, изработването и тестовите изпитвания на уред за инициране на вълновод за неелектрически системи за взривяване. Описани са предварителните експерименти, при които се определя видът и големината на енергията, необходима за инициране на вълновод за неелектрически системи за взривяване. Синтезирана е структурна схема на уреда, по която е съставена и принципна електрическа схема.

Ключови думи: неелектрически системи за взривяване, вълновод, принципна електрическа схема

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Неелектрическият метод за взривяване е най-съвременния и безопасен метод и по тези причини намира все по-голямо приложение при изграждането на тунели, магистрали, изкопи за строителни работи, добиването на полезни изкопаеми и др. Вълноводът е тази част от системата, която предава сигнала за детонация от оператора към бойните заряди и прави системата по-безопасна и надеждна, защото е проектиран така, че да не се задейства от огън и при удар, да издържа на опън и агресивни течности. Вълноводът се произвежда в два варианта – стандартен с диаметър 3мм и за тежки условия с диаметър 3,7мм [2]. Вълноводът е екструдирен в три слоя, всеки от който е от различен вид пластмаса и притежава различни свойства (фиг.1). Пластмасата на най-външния слой има добра абразивна устойчивост и служи като козметичен слой, върху който се нанася оцветяването на вълновода и притежава ултравиолетова защита. Средния слой придава на вълновода висока якост на опън и служи като предпазна преграда срещу масла и други химикали. Най-вътрешният слой има добра адхезионна способност към активната субстанция и висока радиална здравина, за да не се разкъса под влияние на налягането, което възниква при разпространяването на ударната вълна във вълновода.

В момента повечето фирми в България, които работят с неелектрически системи за взривяване

извършват първичното им инициране с електрически детонатор.



фиг.1 Структура на вълновод

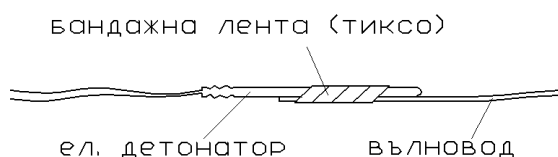
Цената на детонатора в сравнение с тази на цялата взривна мрежа е ниска и не се инвестират средства за закупуване на специализиран уред за инициране на вълновод. В изпитвателните лаборатории на ден се правят много изпитвания и използването по един електродетонатор за всяко изпитване оскъпява много този процес. В света

има разработени устройства за инициране на вълновод, но са с висока цена, което не позволява използването им от повечето фирми в България. Разработването на по-евтин и надежден уред за инициране на вълновод за неелектрически системи за взривяване ще даде възможност повече фирми да не използват електрически детонатори, което ще повиши безопасността при взривните работи.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

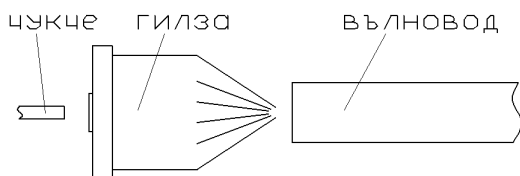
2.1 Предварителни проучвания и изследвания

За да се намали до минимум вероятността от случайно и неконтролируемо инициране, неелектрическите системи за взривяване са проектирани така, че да не се иницират при удар, триене, запалване и др., а само чрез детонационна вълна в непосредствена близост до вълновода. Към настоящия момент голяма част от фирмите в България иницират неелектрическите системи чрез електродетонатор (фиг.2), което в някаква степен води до повишаване вероятността от случайно инициране.



фиг.2 Инициране на вълновод чрез електродетонатор

Друг метод за инициране на вълновод е чрез халосен патрон - гилза, в която има определено количество барут, но без куршум. При този метод гилзата се възпламенява в непосредствена близост чело до отвора на вълновода и детонационната вълна навлиза във вълновода и иницира неговата активна субстанция (фиг.3).

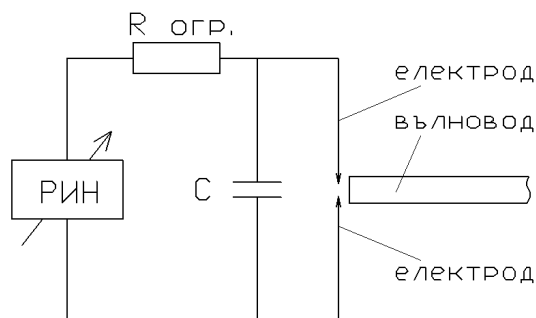


фиг.3 Инициране на вълновод чрез халосен патрон

Устройствата за инициране по този метод често се изработват под формата на пистолет.

При този метод количеството взривно вещество е значително по-малко в сравнение с това при ел.детонатори и патрона е по-евтин, но възпламеняването на патрона става буквално в ръцете на оператора и се вдишват изгорелите газове от барута.

Друг метод за инициране на вълновод е чрез разряд на кондензатор[1]. При този метод кондензатор се зарежда до определено напрежение и в даден момент посредством два електрода се "окъсяват" изводите на кондензатора в непосредствена близост до отвора на вълновода и получената искра иницира неговата активна субстанция (фиг.4). При този метод разходите за инициране на вълновод се свеждат до подмяната или презареждането на батерията на уреда след определен брой иницирания в зависимост от нейния капацитет. Едновременно с по-малките разходи този метод е и най-безопасен и безвреден за хората, които извършват взривни дейности.



фиг.4 Инициране на вълновод чрез разряд на кондензатор;

$R_{огр.}$ – ограничаващо тока съпротивление; C – кондензатор; РИН – регулируем източник на напрежение.

Въз основа на горепосочените проучвания е целесъобразно да се разработи уред за инициране на вълновод за неелектрически системи за взривяване на принципа на разряд на кондензатор.

Следващата задача, която трябва да се реши е какъв трябва да е капацитета на кондензатора, до какво напрежение трябва да се зареди, конструктивно как ще се "окъсят" изводите му и как да са разположени електродите спрямо вълновода. За тази цел се реализира опитна установка, съответстваща на дадената на фиг.4. От електротехническа и схемотехническа гледна точка реализи-

рането е по-лесно при ниски напрежения и могат да се използват електролитни кондензатори с голям капацитет и малки размери. По тези причини изследванията започнаха с електролитни кондензатори с голям капацитет ($\approx 20000\mu\text{F}$) и ниско напрежение ($20\div 35\text{V}$). При нито един от експериментите не се инициира тестовия образец от вълновод. Енергията, която се освобождава при разряд на кондензатор $20000\mu\text{F}/35\text{V}$ е $12,25\text{J}$, изчислена по формула (1), е много голяма - искрата е много силна, електродите силно се разпращат и понякога се заваряват един за друг, вълновода се опушва и почернява, но не се иницира.

$$E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2, \quad (1)$$

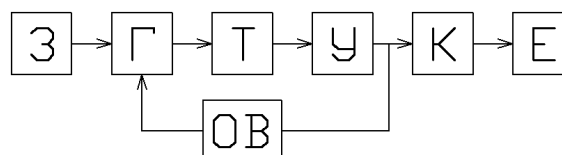
където: E – потенциална енергия на кондензатора; C – капацитет на кондензатора; U – напрежение, до което е зареден кондензатора.

Направения анализ показва, че не е от значение само количеството освободена енергия, но и нейния вид. Видимо искрата протича не много бързо, наподобява много на процеса заваряване и липсва детонация, която да иницира активната субстанция на вълновода. Всичко това наложи да се направят експерименти с кондензатори за високо напрежение ($600, 1000, 1600\text{V}$) и малък капацитет ($0.5, 1, 2\mu\text{F}$). За експериментите се ползва опитната постановка от фиг.4 като регулируемия източник на напрежение е с обхват от 50 до 2000V . След проведените експерименти се установи, че вълновода се иницира при разряд на кондензатор с капацитет $2\mu\text{F}$, който е зареден до напрежение над 1200V .

2.1 Структурна схема

Въз основа на направените проучвания и експерименти се стигна до заключение, че уреда трябва да е в състояние да зарежда кондензатор $2\mu\text{F}$ до напрежение $1200\div 1300\text{V}$. Структурната схема на предложението уред е представена на фиг.5. При включване на захранването, което представлява алкална батерия 9V или акумулаторна батерия $9\div 12\text{V}$, генераторът подава импулси със захранващото напрежение към повишаващия трансформатор, който е за малка мощност (изходен ток mA) и вторично напрежение $750\div 800\text{V}$. Умножителят на напрежение удвоява или учетворява вторичното напрежение на

трансформатора и същевременно с това го изправя и с изправеното напрежение се зарежда кондензатора. Схемата за обратна връзка управлява генератора така, че при достигане на зададеното изходно напрежение генератора спира да подава импулси към трансформатора.



З – захранващ източник; Г – генератор на импулси; Т – трансформатор; У – умножител на напрежение; К – кондензатор; Е – електроди; ОВ – схема за обратна връзка.

фиг.5 Структурна схема

2.2 Принципна схема

Принципната електрическа схема на уреда (фиг.6) напълно съответства на по-горе описаната структурна схема. Захранването е реализирано чрез алкална батерия с номинално изходно напрежение 9V . При включване на захранването чрез бутонния прекъсвач без фиксиране -S1, генераторът, реализиран чрез -R2, -R3, -R4, -C3, -K2 и двете първични намотки на трансформатора -T1, започва да генерира импулси, които се трансформират в променливо напрежение $750\div 800\text{V}$ във вторичната намотка на трансформатора. Чрез кондензатора -C4 и диодите -R8÷R11 е реализиран удвоител на напрежение по така наречената схема на Шенкел. За тази схема са в сила формулите:

$$K \cdot U = 0,85 \cdot U1 \quad (2)$$

$$U2 = 2,8 \cdot U \quad (3)$$

където: K – брой звена в умножителя; U – ефективна стойност на променливото входно напрежение; $U1$ – изходно напрежение; $U2$ – обратно напрежение върху диодите.

Като се има пред вид, че за конкретната схема $K=2$, $U=800\text{V}$ и се замести във формули (2) и (3) се получава, че $U1=1360\text{V}$ и $U2=2240\text{V}$. От получените резултати става ясно, че изходното напрежение на схемата е по-голямо от 1300V , и че диодите участващи в умножителя трябва да издържат обратно напрежение от 2240V . В предложената схема са използвани по два последователно свързани диода ВУ359, които са за обратно

напрежение 1500V. Резисторът -R13 ограничава тока, с който се зарежда кондензатора и по този начин предпазва предходните стъпала от претоварване. За получаването на капацитет 2μF при напрежение над 1360V са използвани два успоредно свързани кондензатора -С6 и -С7.

Схемата за обратна връзка е реализирана чрез резисторният делител (-R15÷-R18), компаратор -К3[3] и транзистор -К1. Резисторния делите (-S2 и -R14) и схемата за стабилизирано напрежение подсиуряват регулируемо опорно напрежение на -К3[4]. При достигане на изходно напрежение 1360V, токът който протича през резисторния делител (-R15÷-R18) е:

$$I = \frac{U}{R15 + R16 + R17 + R18} = \frac{1,36kV}{9,91M\Omega} \quad (4)$$

$$I = 0,137mA .$$

Падът на напрежението върху резистор -R18 е:

$$U_{R18} = 0,137mA \cdot 10k\Omega = 1,37V \quad (5)$$

и се подава на положителния вход на -К3. Следователно опорното напрежение на отрицателния вход не трябва да превишава тази стойност. Когато напрежението върху -R18 достигне опрното, компараторът -К3 се превключва, транзистор -К1 се насища и през диода -R1 точката между резистори -R2 и -R3 се свързва към "маса" и генераторът спира подаването на импулси към -Т1.

Светодиодът -P1 е свързан към изхода на компаратора и светва когато е достигнато зададеното изходно напрежение, като по този начин сигнализира на оператора, че кондензаторът е зареден и може да се инициира вълновод.

Схемата работи в широки граници на захранващото напрежение от 3,5V до 12V, като това се отразява на времето за зареждане и то варира от < 1s до 5-6s. Захранващото напрежение също оказва влияние на яркостта, с която свети светодиода -P1, което се явява индикатор за състоянието на батерията.

През цялото време на работа бутон -S1 трябва

да се държи натиснат и по този начин се избягва възможността от случайно задействане на уреда. Самото инициране се осъществява чрез окъсяване изводите на кондензатора по механичен начин. За целта е разработена механична конструкция за закрепване и инициране на вълновод, която е обект на разглеждане в друга статия.

Разработен е опитен образец на уред за инициране на вълновод, с който са проведени тестови изпитвания с вълноводи от неелектрическите системи за инициране "Primadet" (30 опита) и "Видексдет" (30 опита). При всички проведени опити уредът надеждно иницира вълноводите.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работата са описани конструктивните особености на вълновод от неелектрическа система за взривяване и начините за иницирането му.

Проведени са експерименти и е направен анализ за минималната енергия, която надеждно иницира вълновода.

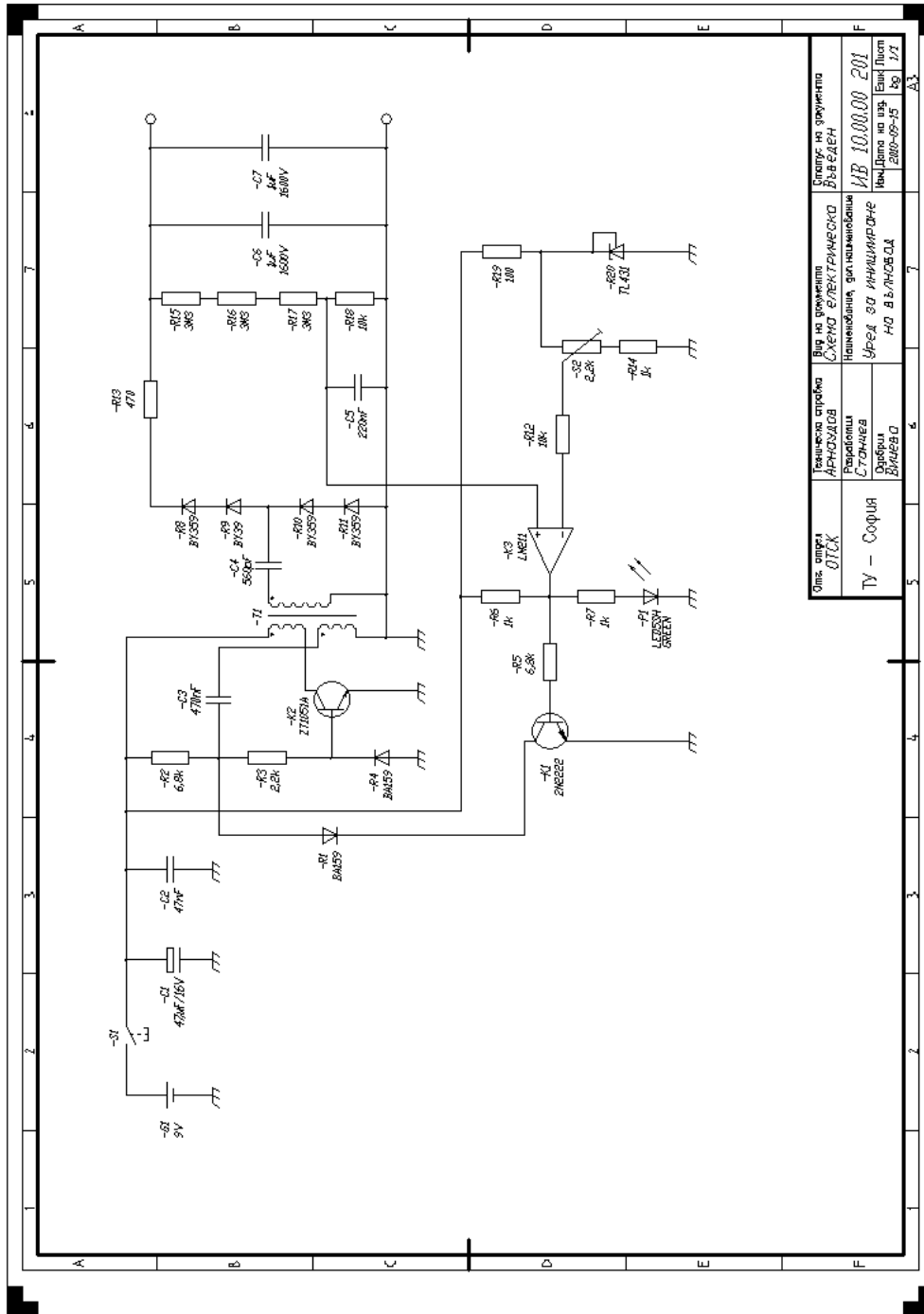
Разработени са структурна и принципна електрическа схема на уреда, направени са изчисления и е описан начина на работа.

Благодарности

Проектирането, изработването и изпитванията на уреда са реализирани по договор за подпомагане на докторанти, финансиран от Научно-изследователски сектор при Технически университет – София.

Литература

1. БДС EN 13763-26 Взривни вещества за гражданска употреба детонатори и релета Част26: Дефиниции, методи и изисквания за приспособленията и аксесоарите за надеждна и безопасна работа на детонатори и релета
2. **Dino Nobel. NONEL** - description of system
3. **Philips Semiconductors. Concise Catalogue 2008.**
4. www.datasheetcatalog.com



Фиг. 6. Принципно електрическа схема на уред за инициране на вълновод

Опис. опции УПС	Титулът на проекта АННОСАД	Вид на документа СХЕМА ЕЛЕКТРИЧЕСКА	Степанов В.В. БДЕН
ТУ - София	Разработил С.Танчев	Наименование, идентификация Уред за инициране	ИВ 10.00.00 201
	Обработил В.В. БДЕН	ИД в Б.Н.С.В.С. НД	Нов 2009-09-05
			Лист 1/2

DEVICE FOR INITIATING THE TUBE FOR NON ELECTRIC DETONATORS

Georgi STANCHEV¹ Milka VICHEVA²

¹Department of Fundamentals and Techniques of Design, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: gstanchev@tu-sofia.bg

²Department of Fundamentals and Techniques of Design, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: mvicheva@tu-sofia.bg

Abstract: Basic principles in design, development and testing of a device for initiating the tube for non electric detonators are considered in this report. The preliminary experiments to determine the type and magnitude of energy needed for initiating the tube for non electric detonators are described. A block diagram of the device is synthesized on its base a principle electric circuit is created.

Keywords: non electric detonators, tube, principle electric circuit.

КОНСТРУИРАНЕ И СРАВНИТЕЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПОМПА С ГЪВКАВ ПОЛИУРЕТАНОВ И ГУМЕН ИМПЕЛЕР

Атанас СТОЕВ¹ Петър ГОРАНОВ²

¹катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет – София, България
atstoev@tu-sofia.bg

²катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет – София, България
pvgor@tu-sofia.bg

Резюме: Помпите с гъвкав импелер са се наложили като основни подкачващи помпи във външния кръг на охладителните системи на съвременните малки плавателни съдове – в частност при спомагателните задвижвания на ветроходни яхти. Предлагат се изпълнения с гумени, неопрени и полиуретанови импелери, но няма достатъчно информация за предимствата и недостатъците на импелерите от тези материали. В настоящата работа е представен опитът на авторите в конструирането, изработването и изследването на помпа с два вида импелери – гумен и полиуретанов.

Ключови думи: помпа с гъвкав импелер, гумен импелер, полиуретанов импелер, система за охлаждане

1. УВОД

Помпите с гъвкав импелер са се наложили като основни подкачващи помпи във външния кръг на охладителните системи на съвременните малки плавателни съдове – в частност при спомагателните задвижвания на ветроходни яхти. Този вид помпи имат проста конструкция и позволяват засмукване на вода и при наличие на въздух в системата. Такива обстоятелства възникват при първоначално стартиране на двигателя и често при силно разклащане на плавателния съд поради лоши метеорологични условия. Използването на помпа с гъвкав импелер създава надежност на охладителната система и значително намалява риска от аварии.

В световен мащаб има редица производители, които предлагат помпи с гъвкав импелер с различен размер и различно предназначение (напр. [1]). Импелерите се изработват от разнообразни материали, но няма достатъчна информация за предимствата и недостатъците на отделните изпълнения. Най-общо гумени и неопрени импелери се предлагат за системите за охлаждане, а импелерите от полиуретан – за помпи за баластни цистерни.

Тук е представен опитът на авторите в конструирането, изработването и изследването на помпа с два вида импелери – гумен и полиуретанов.

2. КОНСТРУКЦИЯ НА ИЗСЛЕДВАНАТА ПОМПА

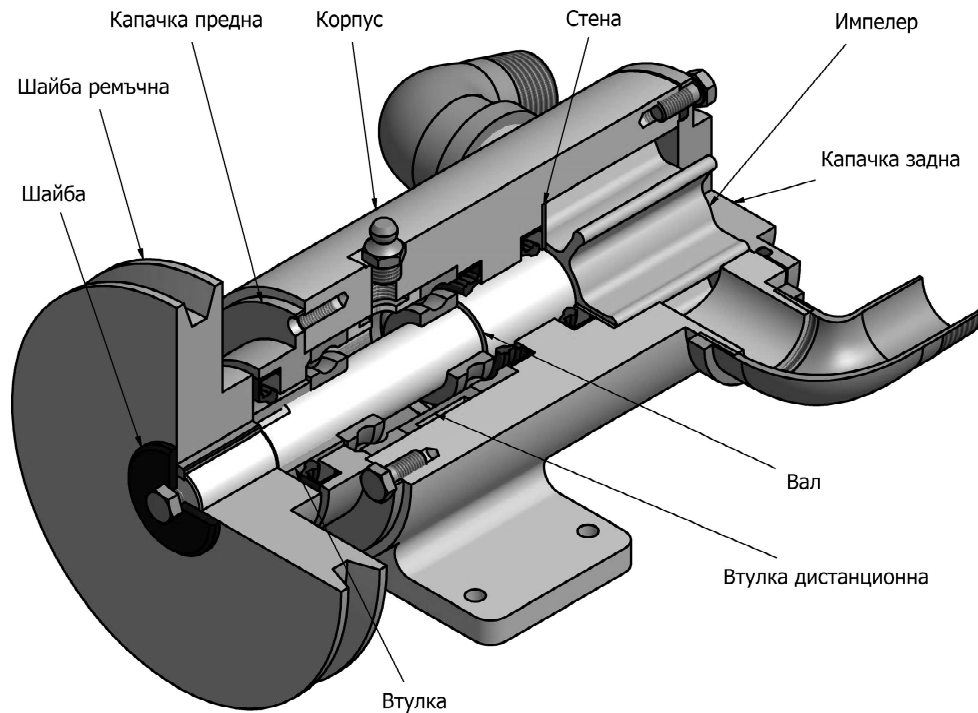
Изследваната помпа е предназначена за подаване на морска вода във външния кръг на охладителната система на дизелов двигател Mercedes модел OM626 с мощност 33 к.с. Двигателят е монтиран на ветроходна яхта с водоизместване 5,5 т, дължина 10,2 м (водолиния 8,9 м), ширина 3,3 м. На двигател яхтата развива скорост до 6,5 възла. Конструкцията на помпата е съобразена с изискванията за експлоатация в морски условия.

Конструкцията на изследваната помпа е показана на фиг.1. Помпата се задвижва от вала на двигателя посредством ремъчна шайба. Валът е лагеруван на два сачмени лагера, защитени от външни въздействия посредством семерингови уплътнения. Уплътненията имат специална конструкция, която осигурява устойчивост срещу корозийното действие на морската вода.

Конструкцията и изработването на помпата трябва да осигурят една от основните характеристики на помпата – засмукване на вода при наличие на въздух. За разглеждания случай е необходимо засмукване на вода от височина 1,5m. За тази цел трябва да се осигури плътност между импелера и задната капачка, както и между импелера и челото на корпуса. Наличието и на малък просвет между челата на импелера и съответните

елементи от корпуса и задния капак води до разхерметизиране на помпата и съответно до не-

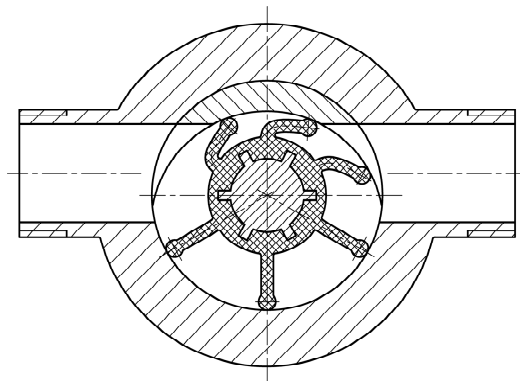
възможност за засмукване на вода от посочената височина.



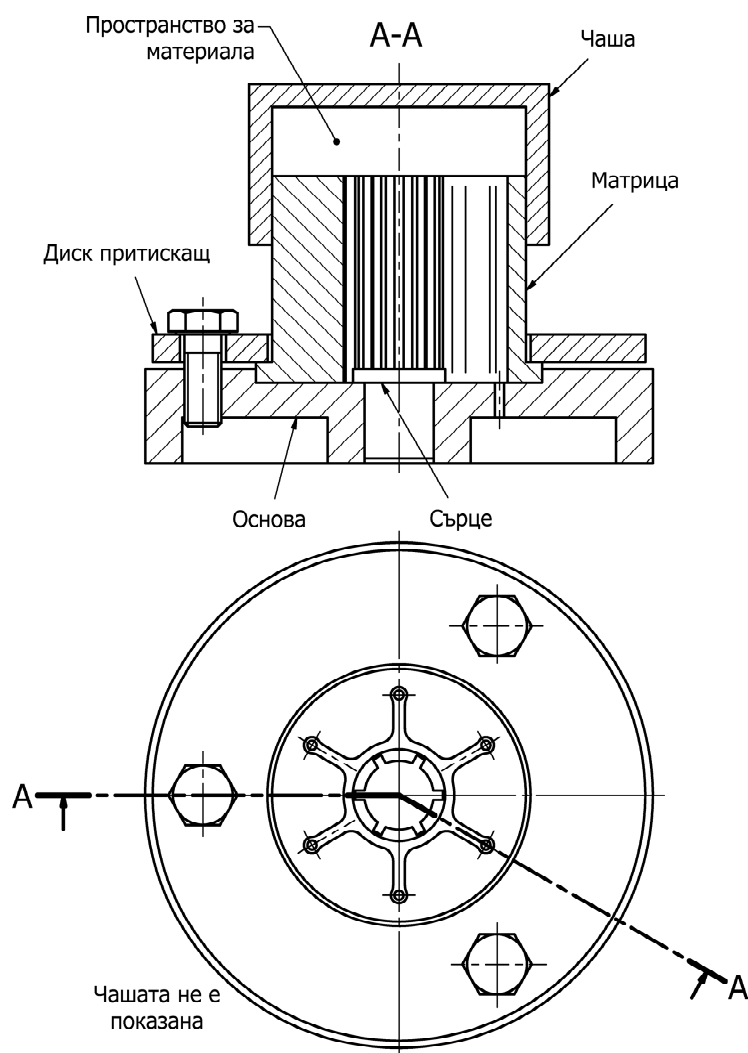
фиг.1 Конструкция на изследваната помпа с гъвкав импелер

След провеждане на серия експериментални изследвания е установено, че за да се осигури очакваната функционалност е необходимо наличие на малка стегнатост в осево направление. Поради естеството на работа на помпата, импелерът се изработва от еластичен материал. Стегнатостта предизвиква малка деформация на импелера, поради което силите на триене между челата импелера и съответните чела на корпуса и задния капак не са големи.

Най-важната функционална част на помпата е гъвкавият импелер. Работата на помпата е основана на деформацията на импелера. На фиг.2 е показана деформацията на импелера по време на работа. Трябва да се има предвид, че в разглеждания случай валът на помпата се върти с от 500 до 700 об/мин, което означава, че всяко от перата на импелера се деформира около 8÷12 пъти в секунда.



фиг.2 Деформация на импелера по време на работа



фиг.3 Матрица за изработване на импелера

Посоченото обстоятелство определя изискванията към материала, от който е изработен импелерът. Както се забелязва от фиг.2, освен устойчивостта на периодични деформации, импелерът трябва да има също така достатъчна еластичност, за да може да поддържа контакт с корпуса и достатъчна твърдост, за да осигури необходимото налягане.

Казаното по-горе определя важността на въпросите, свързани с избор на материала, от който да се изработи импелерът.

3. ПОДГОТОВКА НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Целта на експерименталните изследвания е да се изследва функционалността на помпата при импелери, изработени от различни материали. В работата се разглеждат резултатите от експерименти с импелери изработени от два материала – гума и полиуретан.

За създаване на импелери, необходими за провеждане на експеримента, са изработени

матрици, съответно за създаване на импелери от гума и импелери от полиуретан.

На фиг.3 е показана матрицата за изработване на импелер от гума. Сърцето има формата на вала, матрицата определя външната форма на импелера. Материалът се сипва в чашата, която се притиска. Въздухът и излишният материал излизат през специално направените за целта отвори в основата.

Матрицата за изработване на импелери от полиуретан е сходна на матрицата, показана на фиг.3. Поради различната технология, в матрицата за изработване на импелери от полиуретан липсва чашата.

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Продължителността на работа на двигателя е ограничена само от запаса гориво и може да достигне 100 часа. За една навигация трябва да се предвиди до 5 пъти по-дълга работа на двигател (въпреки, че това е нормално за моторна, а не за ветроходна яхта). Изискването към всички системи, свързани със задвижването, е непрекъсната надеждна работа. Поради това системата за охлаждане трябва да гарантира непрекъснато надеждно охлаждане при 100 часа непрекъсната

работа на двигателя и до 500 часа за сезонна навигация.

Направените експериментални изследвания показват, че гуменият импелер трудно издържа 100 часа работа и понякога се налага да бъде подменян в рамките на една навигация. Импелерът от полиуретан е работил цял сезон, като не са установени видими повреди.

5. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направени са сравнителни експериментални изследвания за оценка на функционалността на помпа с гъвкав импелер, изработен от полиуретан или от гума. Резултатите показват, че полиуретановият импелер осигурява по-малък дебит от гумения. За разглеждания случай този дебит се оказва напълно достатъчен. Като се има предвид значително по-голяма дълготрайност и надеждност на импелерите, изработени от полиуретан, може да се направи заключение, че полиуретанът е по-подходящ материал за изработване на импелери за помпи с гъвкав импелер.

Литература

1. Self-priming flexible impeller pumps, SPX Process Equipment AB, Örebro, Sweden.

CONSTRUCTION AND COMPARATIVE INVESTIGATION OF PUMP WITH FLEXIBLE POLYURETHANE AND A RUBBER IMPELLER

Atanas STOEV¹ Petar GORANOV²

¹Fundamentals and Techniques of Design department, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: pvgor@tu-sofia.bg

²Fundamentals and Techniques of Design department, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: pvgor@tu-sofia.bg

Abstract: Flexible impeller pumps have established themselves as the main booster pump in the outer circle of the cooling systems of modern small boats - in particular for auxiliary drives for sailing yachts. There are rubber, neoprene and polyurethane impellers, but not enough information on the advantages and disadvantages of the impellers of these materials. In the present work is the experience of the authors in designing, manufacturing and testing of two types of pump impellers - rubber and polyurethane.

Keywords: flexible impeller pump, rubber impeller, polyurethane impeller, cooling system