

ISSN 1311-3321

РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ „Ангел Кънчев“
UNIVERSITY OF RUSE „Angel Kanchev“

Факултет „Машинно-технологичен“
Faculty of Mechanical and Manufacturing Engineering

СБОРНИК ДОКЛАДИ
на
СТУДЕНТСКА НАУЧНА СЕСИЯ – СНС’16

СБОРНИК ДОКЛАДОВ
СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ СЕСИИ – СНС’16

PROCEEDINGS
of
the SCIENTIFIC STUDENT SESSION – SSS’16

Русе
Ruse
2016

Сборникът включва докладите, изнесени на студентската научна сесия **СНС'16**, която е организирана и проведена във факултет „Машинно-технологичен“ на Русенския университет “Ангел Кънчев”.

Докладите са рецензирани.

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

ISSN 1311-3321

Copyright ©

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

- ♦ **ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ**

- **Съпредседатели:**

- проф. д-р Велизара Пенчева – Ректор на Русенския университет

- чл.-кор. проф. д-н Христо Белоев, ДНС – Председател на СУ – Русе и ОС на Русенски университет

- Теодор Бояджиев - Председател на Студентски съвет

- **Научни секретари:**

- проф. д-р Диана Антонова – Зам. ректор НИД
dantonova@uni-ruse.bg; 082-888 249

- доц. д-р инж. Галина Иванова –
Координатор докторанти
giivanova@uni-ruse.bg; 082-888 855.

- **Членове:**

- Факултет „Аграрно-индустриален”**

- доц. д-р инж. Калоян Евгениев Стоянов
kes@uni-ruse.bg, 082-888 542;

- Павлинка Петкова Петкова - студентка
pavlinka_pp@abv.bg , 0885514372

- Факултет „Машинно-технологичен”**

- доц. д-р Велина Боздуганова - velina@uni-ruse.bg, 082-888 572

- маг. инж. Виктория Карачорова -
vkarachorova@uni-ruse.bg , 082-888 653.

- Факултет „Електротехника, електроника и автоматика”**

- доц. д-р Милко Маринов - mmarinov@ecs.uni-ruse.bg , 082 888 356

- Георги Георгиев - jorch123@abv.bg

- Факултет „Транспортен”**

- доц. д-р Симеон Илиев -
spi@uni-ruse.bg , 082-888 331;

- Станимир Пенев - stamba5280@gmail.com

Факултет „Бизнес и мениджмънт”

доц. д-р Драгомир Илиев -
diliev@uni-ruse.bg; 082 888 704

ас. Елизар Станев –
eastanev@uni-ruse.bg, 082 888 703

Факултет „Юридически”

ас. д-р Ваня Пантелеева
vpantelееva@uni-ruse.bg , тел. 0887412662

Факултет „Природни науки и образование”

доц. д-р Юрий Кандиларов -
ukandilarov@uni-ruse.bg , 0889 518 824

Мария Петрова - petrovamariq7@gmail.com

Факултет „Обществено здраве и здравни грижи”

„Здравни грижи” - доц. д-р Т. Недева -
teddy_nedeva@yahoo.com, 0887468695

„Здравна превенция и социални дейности” - гл. ас. д-р Ирина
Караганова - ikaraganova@uni-ruse.bg, 0884203004

„Физическо възпитание и спорт”
гл. ас. д-р Искра Илиева - isilieva@uni-ruse.bg, 0885089779

Филиал Разград

доц. д-р Цветан Димитров - tz_dimitrow@abv.bg, 0887 631 645

Атанас Атанасов - manager.atanasov@gmail.com, 0893 339 749

Филиал Силистра

доц. д-р Тодорка Георгиева - knidor@abv.bg; 086 821 521

Мария Томова; tomova_maria@abv.bg

Докладите са рецензирани.**Рецензенти:**

доц. Красимир Атанасов Иванов

доц. Руси Минев Минев

доц. Борис Борисов Сакакушев

доц. Петър Недялков Ангелов

доц. Милко Димитров Енчев

доц. Росен Христов Радев

доц. Стоян Ганчев Стоянов

гл. ас. д-р Светлана Колева Йорданова

гл. ас. д-р Ваня Георгиева Захаријева

С Ъ Д Ъ Р Ж А Н И Е

1.	Структурни промени в листов аустенитен материал след едномерен опън	7
	автор: Кремена Станчева научен ръководител: гл. ас. д-р Мария Николова	
2.	Подход за осигуряване на минимални грешки от позициониране на обработващ център	15
	автор: маг. инж. Виктория Карачорова научен ръководител: гл.ас. д-р инж. Димитър Димитров	
3.	Стратегия на произвеждания продукт	20
	автор: маг.инж. Виктория Карачорова научни ръководители: проф.д-р инж. Юлиан Младенов, гл.ас. д-р инж. Димитър Димитров	
4.	Съвременни съоръжения и технологии за нанасяне на покрития чрез физично парно отлагане (PVD)	26
	автор: маг. инж. Ангел Генов научен ръководител: гл. ас. д-р Мария Николова	
5.	Структурни и трибологични промени след оксикарбонитриране на стомани 3X3M3Ф и 4X5MФС	33
	автор: Елис Кадир научен ръководител: гл. ас. д-р Мария Николова	
6.	Еластично-пластични характеристики на многослойни нитридно-карбидни покрития, отложени върху стомана 9XC	40
	автор: Зайде Мехмед научен ръководител: гл. ас. д-р Ваня Захаријева	
7.	Повърхностно закаляване на зони с големи размери чрез електродъгов разряд с кух катод във вакуум	47
	автори: Петър Петров, Христомир Христов, Фунг Фонг научни ръководители: доц. д-р Данаил Господинов, гл. ас. д-р Николай Фердинандов	
8.	Разработване на мобилен робот за сумо битки тип LEGO	53
	автор: Станислав Дерменжи научен ръководител: инж. Чавдар Костадинов	
9.	Разработване и изследване на Терморобот	57
	автор: Теодор Донев научен ръководител: инж. Чавдар Костадинов	
10.	Студентски клуб Роботика Русе	61
	автор: Теодор Донев научен ръководител: инж. Чавдар Костадинов	
11.	Методи за формообразуване на резби и червяци с големи стъпки и дължини	66
	автор: Георги Демирев научен ръководител: доц. д-р Александър Иванов	
12.	Златните порти – симфония от стомана	73
	автори: Росица Стоянова, Антоана Босева, Биргюл Бекирова научен ръководител: гл. ас. д-р Мария Николова	
13.	Разработване на 4WD колесен робот за Мини сумо	78
	автор: Владимир Плагов научен ръководител: инж. Чавдар Костадинов	

-
- | | | |
|-----|---|-----|
| 14. | Конструирание и програмиране на LEGO робот за 3D лабиринт | 82 |
| | автор: Нели Маркова | |
| | научен ръководител: инж. Чавдар Костадинов | |
| 15. | Административно-правното устройство на Клуб Роботика на РУ „Ангел Кънчев“ | 86 |
| | автор: Надежда Сашева | |
| | научен ръководител: инж. Чавдар Костадинов | |
| 16. | Разработване на технология и приспособления за сглобяване на леви и десни тръби на кофи за грайфери MG1500 и MG1800 | 90 |
| | автор: Даяна Абрашева | |
| | научни ръководители: гл. ас. д-р Николай Станков,
доц. д-р Александър Иванов, инж. Росен Милков | |
| 17. | Анализ на измерването на механичните характеристики след пластично деформиране на аустенитни стомани при едномерен и двумерен опън | 102 |
| | автор: Деница Филева | |
| | научен ръководител: гл. ас. д-р Емил Янков | |

Структурни промени в листов аустенитен материал след едномерен опън

автор: Кремена Ненчева Станчева
Научен ръководител: гл. ас. д-р Мария Николова

Structure Changes in Austenitic Sheet Material after Uniaxial Tensile Test

Abstract: An austenitic sheet metal can easily be formed to complex shapes, but the regions suffering severe deformation will transform to another phases and generate a high strength. The aim of this study is therefore to investigate the phase composition, texture and microstructure to improve the current understanding of the deformation induced changes in X5CrNi18-10 austenitic steel on three main directions of the sheet metal.

Key words: chromium–nickel austenitic steel, uniaxial tension, sheet metal, microstructure, XRD, texture.

ВЪВЕДЕНИЕ

Метастабилните аустенитни стомани са пресективни инженерни материали с добра корозионна устойчивост и механични свойства. Последните силно се повлияват от наличието на деформационно получен мартензит, който се отличава с по-висока твърдост и якост. Определянето на структурните промени и количеството мартензит след деформация е от особено голяма важност за експлоатационните качества на материала [1, 2].

Математическите модели за поведението на кристалите при едноосно натоварване в редки случаи могат да определят еднозначно влиянието на пограничните повърхности в поликристалните тела, анизотропията на материала, вероятността и начина на възникване, както и количеството на мартензитните фази в метастабилните аустенитни материали. Определяне на точните металографски и кристалографски причини за различната степен на напреженията и деформацията по различните направления спрямо посоката на валцоване не са напълно изяснени. С появата не все повече нови листови материали тези проблеми се задълбочават [3]. За това е необходимо да се извършат изследвания даващи отговор за поведението на материалите при по сложни схеми на натоварване.

Изпитването на едномерен опън е един от най-разпространеното статично изпитване [4]. Влияние върху получаваните резултати има стойността на коефициента на анизотропия, която се променя в зависимост от ъгъла, който оста на пробата сключва с направлението на валцоване. Стандартизиран метод (стандартни изпитания на опън по БДС EN ISO 6892-1:2009 [5]) е отрязването на образци поне на три от основните направления 0°, 45° и 90° спрямо посоката на валцоване.

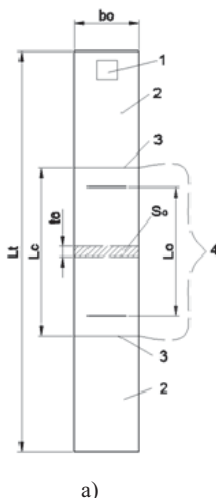
Целта на изследването е посредством микроструктурен и рентгеноструктурен анализ да се получи информация и да се сравнят настъпилите превръщания след едномерен опън в листов материал от стомана X5CrNi18-10, епруветки от който са отрязани в направления 0°, 45° и 90° спрямо посоката на валцоване.

МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

За експеримента е използвана универсална изпитвателна машина Instron (фиг. 1). Видът и размерите на изпитваните пробните тела са представени на фиг. 2.



Фиг.1. Изпитвателната машина „гсптрон-3384“



Фиг. 2. Пробни тела за едномерен опън от X5CrNi18-10: а) схема с основни параметри по стандарт ISO-6892-1, б) общ вид на образеца, 1- място за маркиране, 2 - зона за захващане, 3 - реперни линии, 4 – работна зона, $L_0=50\text{mm}$, $L_c=65\text{mm}$, $b_0=0,8\text{mm}$, $L_t=45\text{mm}$ и $b_0=25\pm 1\text{mm}$.

Химичният състав на пробните тела от стомана X5CrNi18-10 (AISI 304, DIN 1.4301, SUS 304, GOST 07Ch18N10) (Табл. 1.) е определен квантометрично с помощта на уред SPECTROMAXx.

Табл. 1. Химичен състав на изследваната стомана

Елемент	C	Cr	Ni	Mn	Mo	Si	Cu	S	P	N	Fe
%	0,05	18,47	7,8	1,13	0,28	0,535	0,277	0,007	0,035	0,03	71,1

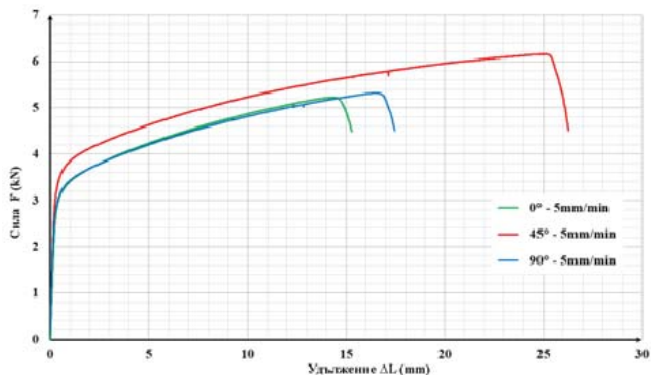
Характерни области от образците (напречни разкъсвания, топография) са наблюдавани с помощта на CEM JEOL JXCA-733 Superprobe, работещ в режим на регистриране на вторични електрони, цифровизиран по проект 15-МТФ-03 на РУ “А. Кънчев” [6]. Изображенията се заснети при ускоряващо напрежение 4,7 kV, диаметър на снопа 10 μm , обективна апертура 70 μm и работно разстояние 11 mm.

След фино шлифование и полиране с неабразивна паста, е проведено микроструктурно наблюдение с помощта на оптичен микроскоп Eruptip. Изследвани са недеформирани образци и такива след приложената деформация чрез проявяване с Царска вода ($\text{HCl}:\text{HNO}_3 = 3:1$ об.%). За отграничаване и визуализиране на мартензита и аустенитната е използван реактив на Beraha. Рентгеноструктурният анализ е проведен на рентгенов дифрактометър URD-6 в среда на $\text{FeK}\alpha$ лъчение с дължина на вълната $\lambda=1,93728$ [Å] и Брег-Брентано геометрия на падащия и дифрактирания сноп.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

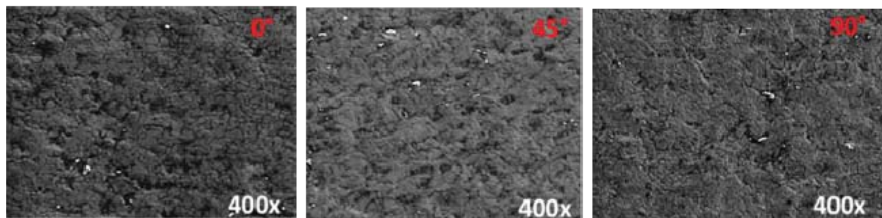
От получените криви след изпитването (фиг. 3) се вижда почти равномерното разпределение на напреженията в изпитвания материал до момента на скъсването на епруветките. Разрушението на отделните образци се развива при достигане на

различна степен на относително удължение - най-малка при образца, отрязан под 0° , следван от образца, отрязан под 90° , а най-голяма е деформацията при този под 45° - то е с около 60% по-високо, отколкото по другите две направления.

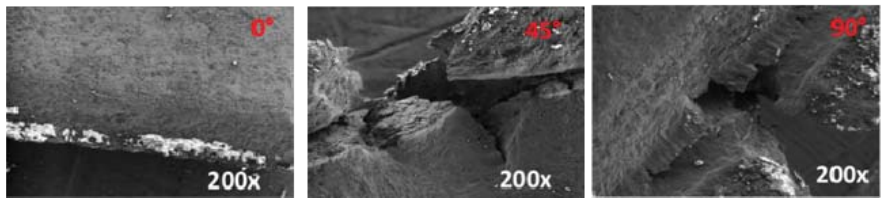


Фиг. 3. Представителни индикаторни диаграми на стомана X5CrNi18-10; $t_0=0,8$ mm

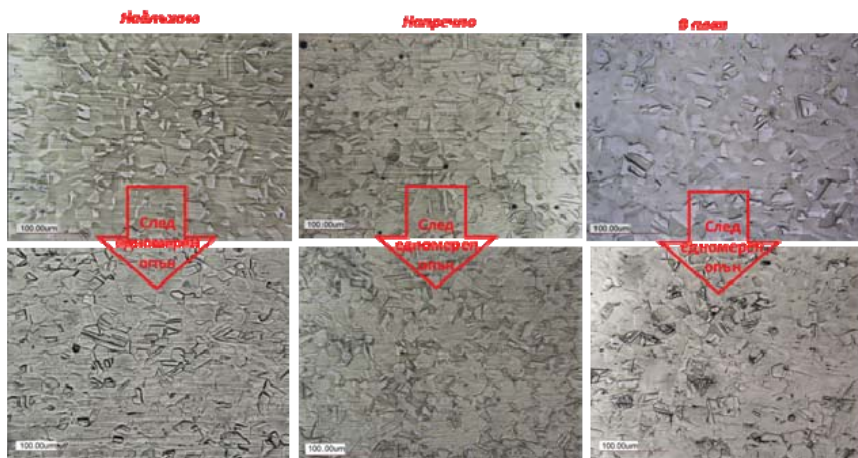
На фиг. 4 е показано изменението на пасивирания и дресирания повърхност в план след едномерния опън. Най-силна промяна във формата на зърна има при образца, отрязан под 45° и по слаба при тези при образца под 0° и 90° . Напречни разкъсвания по дължината на пробата (фиг. 5) под 0° не се наблюдават. При пробата под 45° образуваните разкъсвания имат форма на V-образен канал, докато при пробата под 90° разкъсванията са по-широки.



Фиг. 4. Топография при пробите в близост долома; ускоряващо напрежение 4,7kV;



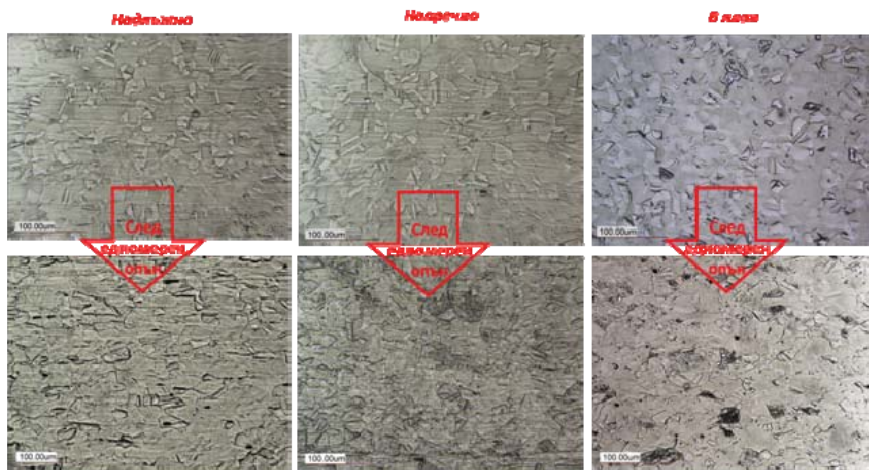
Фиг. 5. Напречни разкъсвания при пробите, ускоряващо напрежение 4,7kV



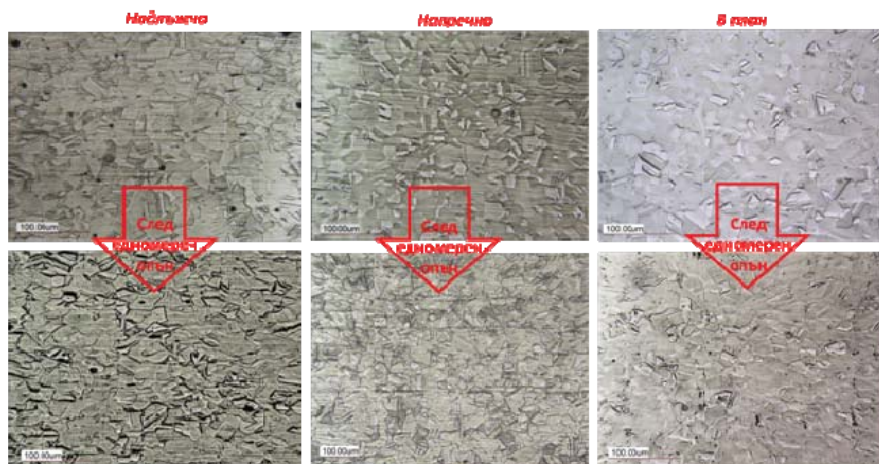
Фиг. 6. Сравнение на микроструктурата преди и след деформацията в надлъжно, напречно направление и в план при пробата, отрязана под 0°

Микроструктурните промени в образците са сравнени с първоначалната микроструктура на материала в същите направления, но в състояние на доставка.

Още в състояние на доставка в микроструктурата на листа се наблюдава наличие на деформационна текстура и ивичестост от валцоването (фиг. 6). След еднородния опън удължаването на зърната и превръщането на аустенита в мартензит е затруднено и в структурата преобладават двойници. Мартензитната фаза се наблюдава по-скоро под формата на отделни игли в зърната. В напречно направление може да се каже, че зърната са издребнени.



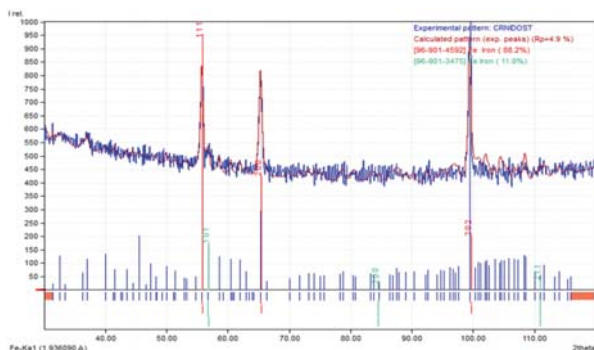
Фиг. 7. Сравнение на микроструктурата преди и след деформацията в надлъжно, напречно направление и в план при пробата, отрязана под 45°



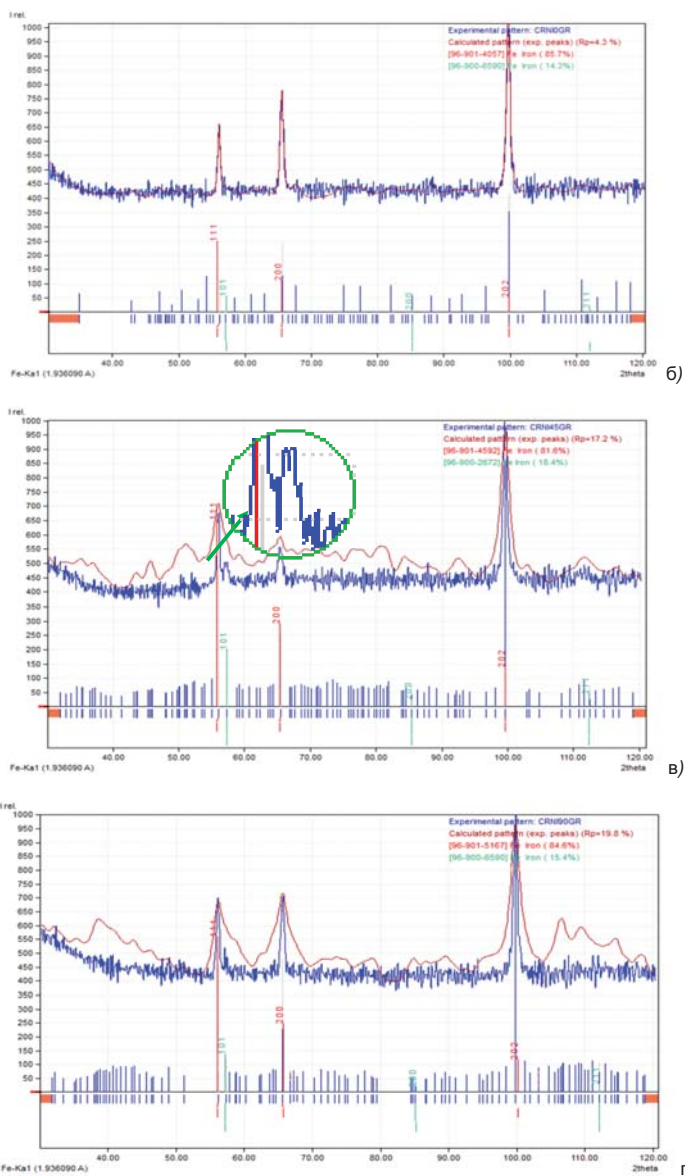
Фиг. 8. Сравнение на микроструктурата преди и след деформацията в надлъжно, напречно направление и в план при пробата, отрязана под 90°

При материалът, отрязан под 45° (фиг. 7) изходната структура в надлъжно направление не следва текстурата на листа. След деформация в надлъжно направление зърната се удължават, а количеството на по-тъмните мартензитени фази е най-много в сравнение с трите образци, особено в напречно направление. Мартензитът е организиран в пакети в зърната. Удължението и превръщането на зърната може да се наблюдава и в план, докато в напречно сечение сякаш зърната издребняват и има по-малко количество превърната фаза.

Надлъжното направление на образца под 90° (фиг. 8) се явява напречно на посоката на валцоване на листовия материал. Макар и в по-малка степен от пробата под 45° , след едномерния опън, зърната се удължават и сякаш увеличават размерите си под действие на приложеното натоварване в надлъжна посока като същевременно протича и мартензитно превръщане. Морфологията на мартензита е подобна на тази при образца, отрязан под 0° . В напречно направление спрямо оста на опън предварително текстурираните в тази посока зърна, след приложеното натоварване изглеждат по-дисперсни и без особена промяна в количеството на установените двойници, но с увеличено количество мартензит.



a)



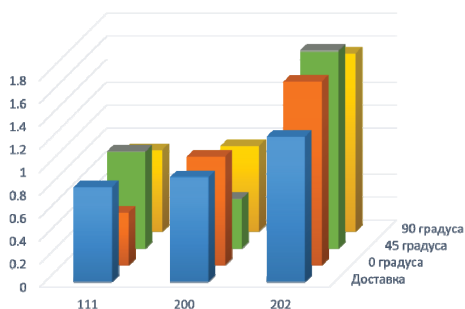
Фиг. 9. Сравнение на рентгенографските профили на: а) недеформиран образец; б) пробата, отрязана под 0° след деформация; в) пробата, отрязана под 45° след деформация; г) пробата, отрязана под 90° след деформация

В рентенограмите на материала в доставка (фиг. 9 а) присъстват 3 аустенитни пика и малко количество (около 12 %) мартензит, който се наблюдава и микроструктурно. При пробата, отрязана под 0° (фиг. 9 б) рентгеноструктурно има малка промяна в количеството на мартензита (14,3%), но интензитета на два от пиковите на аустенита намалява. Този ефект се наблюдава още по-силно при пробата под 45° (фиг. 9 в), като заедно с това и количеството на мартензита нараства до 18,4 %. Показаният дублет на пика е характерен за модификации на обемноцентрираните кристална решетка – в конкретния случай в тетрагонална на мартензита. При последната проба (фиг. 9 г) количеството на мартензита е 15,4% а аустенитните пикове са отново с намален интензитет.

При съпоставка на четирите рентгенограми може да се забележи, че най-силно променени са пиковите на направления 111 (с най-плътна опаковка) и 200.

При образците, изследвани след едномерен опън от епруветки, отрязани под 0° и 90° , резултатното отместването на аустенитните пикове е слабо, но основно наблюдавано към по-големи ъгли. Вариацията на пиковата е свързана с наличието на остатъчни напрежения, водещи до макар и слабо намаляване на междуплоскостното разстояние.

При образецът, отрязан под 45° от листовия материал, отместването на аустенитните пикове е различно – в (200) равнината той се отмества наляво (в посока към по-малките ъгли), откъдето следва, че параметърът на решетката се увеличава. Вижда се, че напреженията в кристалитите в (200) равнината за пробата, отрязана под 90° и особено при тази под 45° , са значително по-високи от тези при 0° . Това означава, че голям брой от кристалитите от направление (200) са се преориентирали под действие на приложеното напрежение.



Фиг. 10. Пресметнат коефициент на текстурираност на образците преди и след едномерен опън

Изчислението на коефициента на текстурираност (фиг. 10) показва, че в състояние на доставка листовия материал е текстуриран по направление 202. Макар че стойностите на коефициента в равнините (111) (особено при 45°) и (200) след едномерен опън за всички пробни тела се променя, по тези равнини материалът не е текстуриран (защото коефициентът има стойност по-малка от 1). След едномерен опън при всички образци в равнината (202) материалът допълнително се текстурира, като най-силно този ефект се проявява при образца, отрязан под 45° , следван от този при 90° .

ИЗВОДИ

Текстурованите зърната, които са ориентирани успоредно на опъното напрежение при пробата, отрязана под 0° , не могат да се удължат по посока на валцоването, затова е необходимо да се преориентират (при възможност) под определен ъгъл спрямо оста на опън. Тази текстурованата структура се оказва устойчива на пълзене по най-благоприятните системи на пълзгане. Ето защо и основната наблюдавана промяна са увеличените напрежения особено в равнините (111) и стремеж към преориентация в 202 текстурованото направление.

Зърната, ориентирани под 45° на посоката на валцоване са ориентирани благоприятно спрямо оста на опън и се преориентират лесно под действие на приложеното напрежение в равнините (111) и (202). Промените, настъпващи в зърната благоприятстват най-силно трансформацията на аустенита в мартензит. Различното отместване на пика на (200) равнината свидетелства за наличие на зависимости от ориентацията на зърната остатъчни напрежения.

При пробата, отрязана под 90° , по-голям брой зърна, ориентирани напречно на оста на опън, успяват да се преориентират под малки ъгли спрямо оста на опън, което благоприятства по-високата степен на относително удължение спрямо образеца, отрязано под 0° . Част от зърната в структурата сякаш увеличават своя размер под действие на приложеното усилие. Въпреки това направленията на пълзгане са ограничени за повечето възможните равнини и големините на напреженията в тях са различни – най-високи в равнината (200). В зърната се наблюдава допълнителен стремеж към преориентация в равнината (202). Напречната текстурованата структура има по-силна междофазова кохезия, което ограничава преориентацията на зърната.

Благодарности

Докладът отразява резултати от работата по проект № 16 – МТФ – 02, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Е. Янков, М. Николова, В. Захариева, Фазово превръщане на аустенитни листови материали при едномерен опън на студена пластична деформация, НАУЧНИ ТРУДОВЕ НА РУСЕНСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ - 2013, том 52, серия 2, стр. 159 – 165;
- [2] Е. Янков, М. Николова, В. Захариева, В. Гагов, Д. Господинов Промени в механичните свойства на аустенитни листови материали при едномерен опън, НАУЧНИ ТРУДОВЕ НА РУСЕНСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ - 2013, том 52, серия 2, pp 153-159
- [3] Емил Янков, Изпитване на листови материали при двумерен опън чрез хидравлично издуване, Дисертация, Русе, 2014 г.
- [4] Желев А., „Материалознание техника и технология“ – том II: Технологични процеси и обработваемост, София, Булвест, 2003 г;
- [5] БДС EN ISO 6892-1:2009. Метални материали. Изпитване на опън. Част 1: Метод за изпитване при стайна температура.
- [6] Project No 15-FMME-03, “Improvement of the system of electron microscopic analysis of the materials realized by digitalization of the information received”, 2015, headed by Maria Nikolova.

За контакти:

Кремена Ненчева Станчева, спец. ТММ, фак. № 111551, e-mail: kremi_stancheva@abv.bg

Докладът е рецензиран.

Подход за осигуряване на минимални грешки от позициониране на обработващ център

маг. инж. Виктория Карачорова
научен ръководител: гл.ас. д-р инж. Д. Димитров

Approach to ensure minimal positional errors of machining center

Abstract: In the mechanical engineering processing of the same holes located on a circle is an often found mission. The presence of such holes is typical for parts type “cover”, “flange”, “carrier” and others. The aim is for them to be treated so as to provide the required performance of the technology. Achieving quality is the main task. In many cases (as an element of accuracy) a requirement for tolerance in the location of the centers of the holes is being set. In theory and in engineering practice has been established approaches who depending of the requirements and specific production conditions ensure the accuracy. When series of parts are small or medium, machining centers are used (MC) and rely on the accuracy of the positioning of the machine. There are two options. The choice of option can be justified by random error in positioning. The publication describes how this can be done automatically using parametric NC - subprogram of MC. The Subprogram calculates, compares and selects the option for processing. Criteria for comparison is probability fields scattering of random errors in positioning for both options.

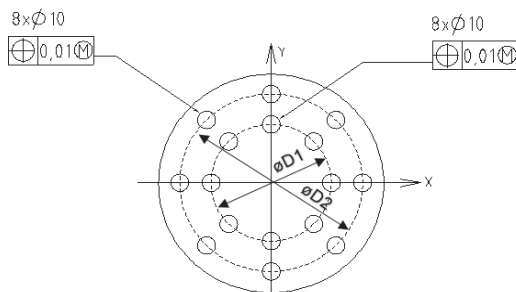
Key words: Processing, machining centers, accuracy, error in positioning

ВЪВЕДЕНИЕ

В машиностроенето често срещана задача е обработването на еднакви отвори, разположени по окръжност. Наличието на такива отвори е характерно за детайли тип капак, фланец, водило и др. Целта е те да бъдат обработени така, че да се осигури изискването за ефективност на технологията, а постигането на качеството е основната задача. В много случаи като елемент на точността е зададено и изискване за допустимо отклонение в разположението на центровете на отворите. В теорията и в машиностроителната практика има утвърдени подходи, които в зависимост от изискванията и конкретните производствени условия осигуряват точността. Когато серията от детайли е малка или средна се използват обработващи центри и се разчита на точността на позициониране на машината.

ИЗЛОЖЕНИЕ

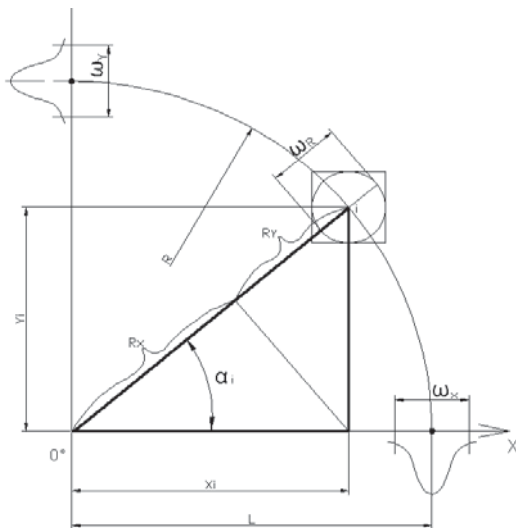
На фиг. 1 е представен условен детайл, на който следва да се обработят две групи от по осем отвора, разположени равномерно по две окръжности, като е зададен и допуск на разположението им.



Фиг. 1. Условен детайл

С оглед конструктивните възможности на обработващите центри (имат въртяща маса) за осъществяване на взаимно преместване на инструмента и заговката обработването им може да се осъществи в два варианта:

При първия вариант може да се подходи чрез линейно позициониране на инструмента срещу центъра (координатите) на всеки отвор по осите ХУ. При обработването на отворите върху точността на тяхното разположение е известно, че оказват влияние различни фактори. Сред тях проблемни са тези, които имат случаен характер на проявление [2,3,4,5]. Такива са и случайните грешки при позициониране, породени от подавателните преводи на машината [1,6,7,8]. На фиг. 2 е представен общ случай и два от частните случаи на позициониране в равнината със съответните им вероятностни полета, имащи нормален закон на разпределение.



Фиг. 2. Грешка при позициониране в равнината OXY

От построението на фиг. 1 може да се изведе обобщена зависимост за пресмятане на сумарното поле ω_R на случайната грешка при позициониране в равнината [2,4]:

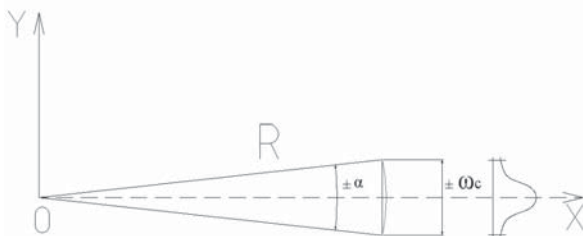
$$\omega_R = \sqrt{\cos^2 \alpha \cdot \omega_{Xi}^2 + \sin^2 \alpha \cdot \omega_{Yi}^2} \quad (1)$$

Вижда се, че всяка от съставните (ω_X и ω_Y) по двете оси X и Y ще участва с дял, съответстващ на позицията, т.е на ъгъла α . Следователно при равни съставни сумарната грешка ω_R ще е практически равна по големина на всяка от съставните.

$$\omega_R = \sqrt{1 \cdot \omega_{X,Y}^2} = \omega_{X,Y} \quad (2)$$

Вторият вариант на обработване се осъществява чрез позициониране на инструмента в равнината OXY в оста на даден отвор (който се приема условно за първи). Останалите отвори се обработват чрез завъртане на масата на определен ъгъл (позициониране по ос C за ОЦ MC032).

При този вариант реално положението на центровете на всеки отвор ще е съпътствано от вероятността за проявяване на грешки от позициониране, разположени по дъга ω_c и с нормален закон на разпределение. В случая поради относително малките стойности на дъгата с известно приближение същата може да се замени с хордата, свързваща двата ѝ края. Така разсейването на центровете на отворите в равнината OXY може да бъде онагледено графично с построението, показано на фиг. 3. В получения равнобедрен триъгълник със страни, равни на радиуса R и ъгъл при върха 2α основата $2\omega_c$, представлява разсейването (хордата). От построението се вижда, че абсцисата (оста) X разделя равнобедрения триъгълник на два еднакви правоъгълни триъгълника.



Фиг. 3. Определяне на случайната грешка от завъртане на масата

За получените еднакви триъгълници може да се изведе следната зависимост:

$$\sin \alpha = \frac{\omega_c}{R} \quad (3)$$

или

$$\omega_c = R \cdot \sin \alpha \quad (4)$$

където ω_c е $\frac{1}{2}$ от вероятностното поле на разсейване в резултат на ъгловото позициониране на масата, R е радиусът на разположение на отворите, а ъгълът $\pm \alpha = 2\alpha$.

Тъй като обикновено големината на радиуса R е зададена чрез диаметъра, а ъгловата грешка от позициониране α при завъртане на масата е известна (от паспорта на машината или опитно установена), може да се пресметне и прогнозира в какви граници да се очаква разсейване на положението на центровете на отворите. От зависимостта е видно, че ако се приеме стойността на α за константа, то големината на полето ω_c ще се променя пропорционално при промяна на R.

Следователно за примера от фиг. 1 центровете на отворите, разположени по външната окръжност с диаметър D1 ще се получат с по-голямо ω_c .

Коректно е да се отчете, че при втория вариант първоначалното позициониране в равнината OXY срещу първия отвор предполага възникването на случайна грешка от позициониране с вероятностно поле ω_R , аналогична на вариант едно. Особено в случая е, че тя се проявява като случайна грешка еднократно, само за първия отвор. За всички останали тя остава една и съща, т. е. по начина си на въздействие следва да се определи като постоянна грешка:

$$\Delta_R = \omega_R \quad (5)$$

Следователно изразът за определяне на предполагаемата грешка от позициониране придобива вида:

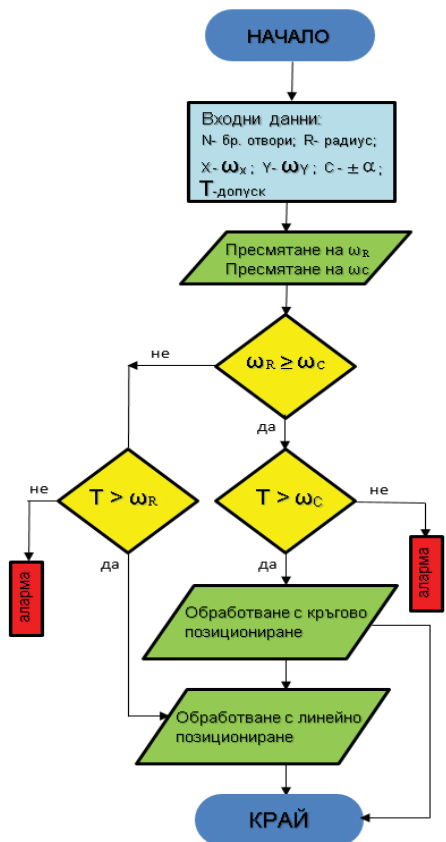
$$\omega_\Sigma = \Delta_R \pm \omega_c \quad (6)$$

Трябва да се има предвид, че има случаи, когато операцията се изпълнява само с един режещ инструмент. Позициониране на инструмента в равнината OXY ще

се изпълнява еднократно и само за първия детайл от партидата. Тогава, ако е необходимо, Δ_R би могло да се установи и евентуално да се компенсира. Изразът (6) съответно в такъв случай ще приеме вида:

$$\omega_{\Sigma} = \omega_C$$

(7)



Фиг. 4. Блок-схема на алгоритъм за избор на вариант

Получените до тук зависимости могат да намерят и практическо приложение. Сравняването на двата разгледани по-горе подхода за позициониране по големината на очакваните им полета на разсейване би могло да се използва за осъществяване на обоснован автоматичен избор на единия от тях по критерий осигуряване на точност на разположение на отворите.

За целта е необходимо да се разработи параметрична NC – подпрограма (т.нар. макрос), която да се използва в такива случаи. Алгоритъмът, по който може да се състави въпросната подпрограма е представен на фиг. 4.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Позиционирането с линейните оси в равнината OXY и с въртящата се маса на обработващ център генерира случайни грешки, чиито вероятностни полета на разсейване могат да бъдат различни по големина.
2. С помощта на параметрична NC – подпрограма (т.нар. макрос) е възможно автоматично да се пресметнат вероятностните полета за всеки конкретен случай и да се избере по-точното позициониране.
3. С такава параметрична подпрограма е възможно да се провери предварително дали точността на обработване ще се вписва в границите на зададения технологичен допуск.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Димитров Д., Г. Ненов и М. Енчев. Система за координатни измервания. В: Изв. съюза на учените - Русе "Техн. науки" т.4, №1, с. 35-40, Русе, 2002
- [2] Димитров Д., В. Карачорова. Изследване на случайната грешка при едномерно и двумерно позициониране на обработващ център. В: НК на РУ и СУ - 2012, Русе, под печат, Механика и машиностроителни технологии, Русе, 2012, РУ, 2012
- [3] Димитров Д. Изследване точността на статичното настройване на обработващи центри при вариантност на базите. В: НК на РУ и СУ 2011, том 50, серия 2, Механика и машиностроителни технологии, Русе, 2011
- [4] Димитров Д.. Експериментално установяване на статичната грешка на следящи преводи с индиректна обратна връзка в равнината. В: Научна конференция - РУ&СУ'13 в България, Русе, 2013 под печат, Механика и машиностроителни технологии, Русе, РУ "Ангел Кънчев", 2013, Русе, 2013
- [5] Енчев, М., Д. Димитров и Г. Ненов. Система за автоматизирана проверка на точността на позициониране на MPM с ЦПУ. В: Advanced Mechanical Engineering & Technology -AMTECH '99, том I, с. 45-50, Пловдив, 1999
- [6] Карачорова В., Автоматична диагностика на геометричната точност на обработващ център MC 032 чрез координатни измервания – CNC'2011. В: CNC-2011, РУ, 2011
- [7] Карачорова В., и др.. "Изследване на случайната грешка при едномерно и двумерно позициониране на обработващ център". В: СНС'12, РУ "Ангел Кънчев" Русе, 2012
- [8] Ненов Г., Д. Димитров. Управление на металообработваща техника, Електронна форма на учебник за дист. обучение., 2013, <http://e-learning.uni-ruse.bg>
- [9] Dimitrov D. (1), V. Karachorova (2), T. Szecsi (3). System for Controlling the Accuracy and Reliability of Machining Operations on Machining Centres. IN: Proceedings of the 5th Manufacturing Engineering Society International Conference– June 2013, Zaragoza, 2013

За контакти:

маг.инж. Виктория Карачорова, Катедра "Технология на машиностроенето и металоорежещите машини", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 653, e-mail: vkachorova@uni-ruse.bg

Гл.ас. д-р инж. Димитър Димитров, кат. ТММРМ, Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 653, e-mail: ddimitrov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.

Стратегия на произвеждания продукт

маг.инж. Виктория Карачорова

научни ръководители: проф.д-р инж. Ю. Младенов, гл.ас. д-р инж. Д. Димитров

Strategy of manufactured product

Abstract: *Much of the output that is produced in its primary form, has a limited period, which is sold, search and realize. Each product has different stages of its development. The period from the time of occurrence until cessation of use of the product is called its life cycle. For separated phases of the life cycle are typical certain organizational and economic conditions, resulting in funding, type of chosen policy, market behavior, size of production and marketing and others. Therefore, each Production plant must correctly identify the phases of the life cycle of the products. The planned and timely chosen scheme as a result of analysis of transition can be an important prerequisite for sustainable development of the enterprise.*

Key words: Strategy, product, management, stages

ВЪВЕДЕНИЕ

Характеристиките на отрасъла, в който фирмата ще произвежда своите продукти, оказват влияние върху дейността на всички етапи от жизнения цикъл на произвежданите продукти, което налага те да бъдат идентифицирани и прогнозирани. Въпросът е анализиран от редица автори [1,5,6,7,8,9] и др.

ОСОБЕНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕНИЯ МЕНИДЖМЪНТ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ЖИЗНИЯ ЦИКЪЛ НА ПРОДУКТА

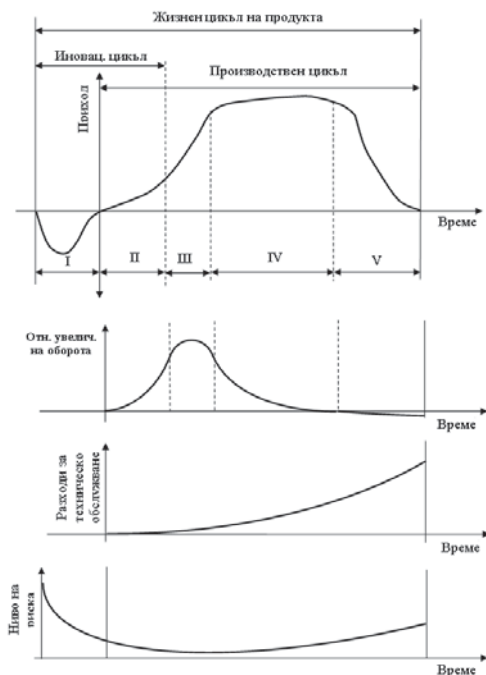
От правилността и адекватността на организационните решения, приемани на всяка фаза на жизнения цикъл, зависи неговата продължителност и ефективното му развитие. Икономическите резултати на производството и реализацията на продукта зависят в значителна степен от фазата на жизнения цикъл, на която се намира в конкретния момент от времето. Динамиката на икономическите параметри на продукта на различни фази от неговото развитие е показана на фиг.1.

Във своята производствена дейност като ново предприятие или съществуващо всяка фирма създава нови продукти с възникването на определени иновационни идеи: усвояване на нов пазар, разширяване или появяване на нови начини на производство, възникване на нови или разширяване на налични възможности, появата на нови функционални продукти и т.н. Разпределението на основните задачи на производствения мениджмънт по фазите на жизнения цикъл на произвеждания продукт са показани на фиг. 2.

I. Създаване на продукта. Това е концептуален стадий от развитие на продукта, на който иновационните идеи се оценяват от гледна точка на възможности, целесъобразност и мащаб за тяхната реализация. Управленските решения на този стадий са насочени към маркетингови проучвания на пазара за новия продукт, търсене на потенциални ниши на пазара и изучаване на възможностите за търговско използване на иновационните идеи. При маркетинговото проучване се предвижда големината на пласмента, необходимите обеми и срокове на производство в съответствие с възможното и очакваното търсене на произвежданата продукция. При положителна оценка на идеите се провеждат необходимите изследвания и опитно-конструкторски разработки.

За управление на процеса на тази фаза от жизнения цикъл на продукта се използват методите и средствата на иновационния мениджмънт. Основните от тях са дадени в табл.1. Финансирането за тази дейност обикновено става от собствените финансови средства на фирмата. Кредит от банки или външни инвеститори също могат да се получат, но по-трудно. На този етап трябва да се докаже жизнеспособността на иновационните идеи, да се определят факторите за

търговския успех и се подготви необходимата техническа документация за производство на продукта.



Фиг. 1. Изменение на икономическите параметри на продукта на фазите от неговия жизнен цикъл : I-създаване; II - усвояване; III - растеж; IV - зрялост; V - остаряване

Периодът е характерен с генериране на разходи и в същото време без приходи от новия продукт, т. е. с "отрицателни" приходи (фиг. 1).

II. Усвояване на продукта. Началото на тази фаза предвижда промишлено усвояване на иновационните идеи и появата на новия продукт на пазара. Производственият мениджмънт най-напред трябва да осъществи сложен комплекс от дейности по техническа подготовка на производството: разработване на конструктивна документация, технологична подготовка, организационно проектиране на новото производство. Трябва да се има предвид, че процесът на производствено усвояване на новия продукт – това е началният период на новото производство, през което се достигат проектните значения на техническите, производствените и икономическите параметри на изделието. Съответно се различават технически, производствени и икономически основи на новия продукт.

Табл. 1. Основни методи на иновационния мениджмънт

Тип на метода	Наименование на метода
1. Методи за изказване на мнения	Интервю, анкетиране, насочващи въпроси, експертиза.
2. Аналитични методи	Системен анализ, написване на сценарий, функционално-стойностен анализ, икономически анализ.
3. Методи за оценяване	Оценяване на продукта, оценяване на научно-техническото ниво и конкуретоспособността на разработването, оценка на организационно-техническото ниво на производството, оценка на разходите, оценка на прага на печалба, оценка на рисковете, оценка на ефективността на иновацията.
4. Методи за генериране на идеи	Мозъчна атака, синтетичен метод, морфологичен анализ, делови игри и ситуации.
5. Методи за приемане на решения	Икономико-математически модели, таблици с решения, построяване дърво на решенията, сравняване на алтернативи.

6.Методи за прогнозиране	за	Експертни методи, екстраполационни методи, метод на аналогията, метод на Делфи, регресионен анализ, економетрически методи, имитационни модели.
7. Методи за нагледно представяне		Графически модели, физически модели, описание и инструкция за продукта.
8.Методи за аргументиране на продукта	на	Презентации, водене на преговори.

- Техническо усвояване. Характеризира се с достигане в производствения процес на зададените технически и експлоатационни параметри на качеството на продукцията, заложи в техническата документация. Проектираните технически параметри се достигат, като правило, чрез реализиране на опитни образци и опитна нулева серия.

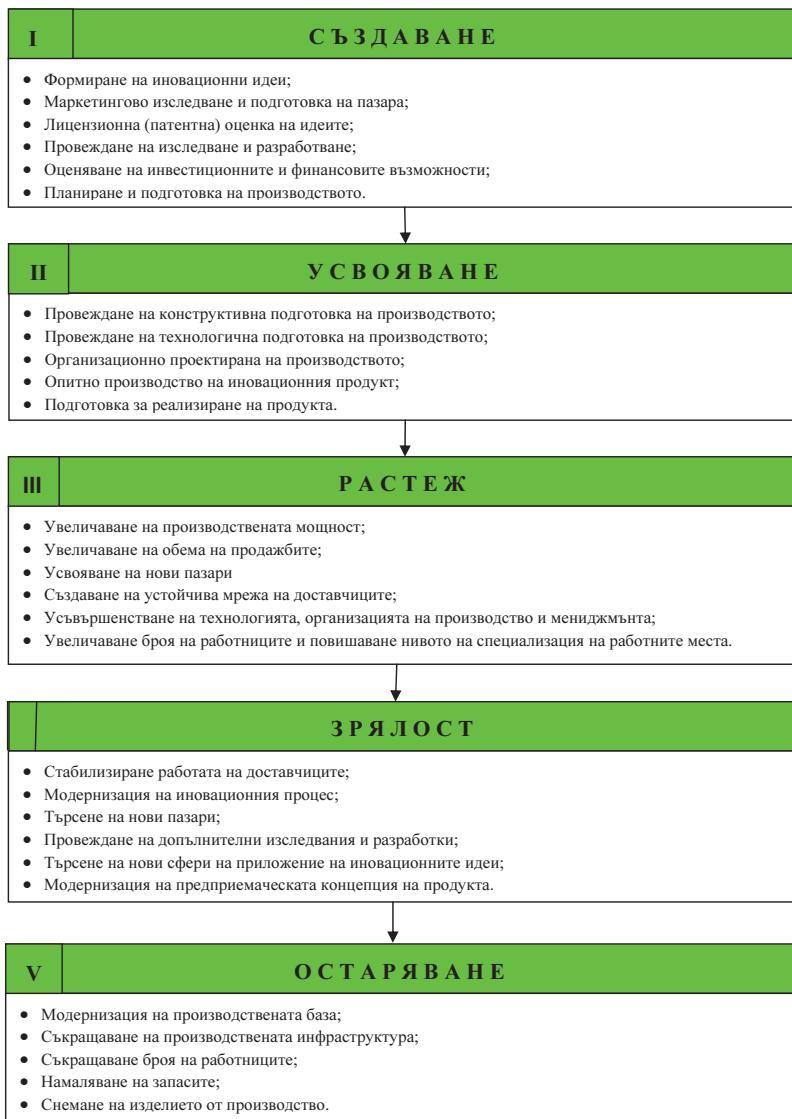
- Производствено усвояване. Отличава се с достигане на зададения обем на производството, изпълнение на зададените календарно-планови нормативи, осигуряващи ефективна организация на производствените процеси.

- Икономическо усвояване. Икономическото усвояване на новия продукт се характеризира с достигане на определени значения на приетите икономически показатели на производството и неговото реализиране. Това се отнася най-напред към такива показатели на производството като трудоемкост, себестойност и рентабилност.

Производственият мениджмънт през периода на усвояване на производството трябва да гарантира минимални срокове за изпълнение на отделните задачи. Едновременно с подготовката на производството се търсят избрани ниши от пазара, където ще се реализира продукцията. Това е най-капиталоемката фаза, изискваща странични инвестиции. Реалните икономически инвестиции на този етап могат да се осигурят, както от собствени средства, така и от банки и външни физически и юридически лица.

III. Растеж (развитие) на продукта. През тази фаза се разширяват мащабите на иновационната дейност, разширява се производството и обема на продадените продукти, търсят се и се усвояват нови пазари, търсят се нови организационни решения и усъвършенстване на мениджмънта. Производственият мениджмънт на тази фаза търси и реализира вътрешни резерви за повишаване ефективността на производството, осигуряване на гъвкаво планиране в съответствие с изменящото се търсене, намаляване на производствените запаси и запасите на готова продукция, разработване на динамична ценова политика. Разширяване на мащабите на дейността е свързано с недостигане на собствени обороти, в това число и платежни средства, необходими за създаване на необходимите запаси. По време на успешно развиващото се производство на новия продукт се създава положителна репутация във финансовите и икономическите кръгове, които са основен източник за кредитиране на предприятието.

IV. Зрялост на продукта. Характеризира се с максимален обем на производството и реализацията на пазара. Това се достига при условия, когато неговите основни параметри по-нататък не се очаква да се развиват. За намаляване на издръжката и увеличаване на печалбата предприятието се стреми към усъвършенстване на мениджмънта и технологията на производство, повишаване на нейната ефективност. Главна задача и грижа на фирмата на тази фаза става търсенето на нови иновационни идеи, модернизация на иновационния продукт, негова модификация за специфични условия или търсене на нови пазари. Отново се увеличава потребността от инвестиции, свързани с научните изследвания и експерименталните конструкторски разработки, изпитване на нови иновационни продукти



Фиг. 2. Основните задачи на производствения мениджмънт по фазите на жизнения цикъл

Осъществяването на последното пък е свързано, както с наличието на компетентни и мотивирани служители, така и с осигуряването на приемственост на процесите [2,3,7]. За финансирането на тези дейности от етапа могат да се използват кредити от банковите институции. Могат да се използват и други организации и юридически лица.

V. Остаряване на продукта. Тази фаза не е органическо следствие от зрелостта на продукта. Тя може да настъпи във всеки момент от време под влияние

на неблагоприятни външни и вътрешни фактори и възникване на кризисни ситуации. Главен симптом на фазата на остаряване е намаляване на продажбите и ограничените възможности за реализиране на продукта на нови пазарни сегменти. Кардинален способ за излизане от тази кризисна ситуация е модернизация на продукта, търсене на нови пазарни ниши или нови пазари за пласиране. При своевременно подготовка на модернизирания или заменен продукт предприятието има възможност да запази потребителското търсене и съответно да продължи жизнения цикъл на продукта. Производственият мениджмънт на тази фаза трябва да се ориентира към търсене на нова модификация на изработвания продукт или търсене на нов такъв, който да има пазарно търсене и да може по възможност да се произвежда със съществуващото оборудване на предприятието. В зависимост от формата на съвместяване на периодите на пускане на новия и усъвършенстван продукт се различават три схеми на прехода – последователна, паралелна и паралелно-последователна.

- Последователна схема. Тя предвижда пълно прекратяване производството на стария продукт, освобождаване на производствените площи и организиране на новото производство. Такава последователна схема на прехода е най-проста от гледна точка на управлението, но е свързана със значителни икономически загуби и рискове поради рязкото прекъсване на производствения процес и загуба на част от потребителите.

- Паралелната схема предвижда организиране с действащото производство и такова на новия иновационен продукт на други производствени площи. Постепенно усвояването на новото производство измества старото. Паралелната схема изисква квалифициран мениджмънт, свързан с големи разходи на средства и ресурси, но без да се прекъсва производствения процес на стария продукт и се съкращава периода на усвояване на новия.

- Паралелно-последователната схема се характеризира с това, че последователно се замества отделни възли и агрегати на стария продукт в рамките на действащото производство. За тази схема се изработват специални графици на прехода, при разработени преходни модели на продукта. Паралелно-последователната схема позволява бързо да се усвои новия продукт, но това е възможно при условие на висока степен на заимстване и подобия на новия и стария продукти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Обективното определяне на фазите на жизнения цикъл на продукта способства за правилен избор на стратегия за развитие на предприятието и рационално използване на финансовите ресурси.

- Планираната и своевременно избрана в резултат на анализ схема на прехода може да бъде важна предпоставка за устойчиво развитие на предприятието.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Голъдштейн Г., Основи мениджмента, Таганрог, 2003

[2] Димитров Д. Статистически анализ на мястото на инженерното машиностроително образование в съществуващата социално-икономическа среда., Научна конф. - РУ&СУ'13 в България, Механика и машиностроителни технологии, Русенски университет "Ангел Кънчев", Русе, 2013

[3] Димитров Д., Юлиан Младенов, Виктория Карачорова. Предизвикателства пред инженерното образование през XXI век. Научна конференция - РУ&СУ'13 в България, Механика и машиностроителни технологии, Русенски университет "Ангел Кънчев", Русе, 2013

[4] Дракър П., Практика на мениджмънта. Класика и Стил, София, 2001

[5] Йегерс и др., Ефективно управление на персонала, Информа интелект,София, 1996

[6] Мескон М.,Ал.Майкл, Фр.Хедоури, Основм менеджмента. Дело, Москва, 1997

[7] Младенов Ю., Д. Димитров, Структура и организация на фирмата, Университетски издателски център – Русенски Университет “Ангел Кънчев” ISBN-978-954-712-683-1,Русе, 2016

[8] Adizes, I. Managing corporate lifecycles. – California, US: Adizes Institute, 2004

[9]http://eprints.nbu.bg/1531/1/%D0%96%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D0%BD_%D1%86%D0%B8%D0%BA%D1%8A%D0%BB%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%20%201.pdf (12.01.2016)

За контакти:

маг.инж. Виктория Карачорова, Катедра “Технология на машиностроенето и металоорежещите машини”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, e-mail: vkarachorova@uni-ruse.bg

Проф. д-р инж. Юлиян Младенов, кат. ТММРМ, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 716, e-mail: jmladenov@uni-ruse.bg

Гл.ас. д-р инж. Димитър Димитров, кат. ТММРМ, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 653, e-mail: ddimitrov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.



Съвременни съоръжения и технологии за нанасяне на покрития чрез физично парно отлагане (PVD)

автор: маг. инж. Ангел Генов

научен ръководител: гл. ас. д-р М. Николова

Modern Facilities and Technologies for Obtaining of Coating by Physical Vapour Deposition (PVD)

Abstract: In this article, a review of the technique and technology of vacuum deposition coatings of metals is presented. Some advantages and disadvantages of the PVD technology are analyzed and discussed. Conclusions about the effectiveness of technology have been exposed.

Key words: vacuum systems and technologies, technology, metalization; multilayered thin coatings, physical vapor deposition (PVD)

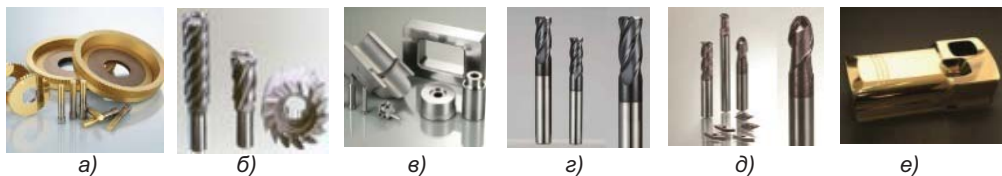
ВЪВЕДЕНИЕ

Днес материалното производство във всички развити сектори се разраства в условията на икономии на суровини и материали, енергия и скорост на технологичното производство и предмета на труда. Това налага високи изисквания за качество и ефективност както на изделията, така и на инструментите за обработката им. За целта е необходима нова стратегия при избора на материалите и на технологичния процес, както и внедряването на новите технологии. Това са въпроси, свързани пряко с изискванията на научно-техническата революция и с необходимостта от създаване и бързо внедряване на нови технологични решения [1].

Вакуумното метализиране е технологичен процес, който отговаря на съвременните изисквания за ефективност, ергономичност, екологичност и др. на обработваните продукти. Инсталациите, които се използват за метализация, дават възможността да се нанасят еднослойни и многослойни покрития от металите и техните съединения. Тези покрития се получават чрез т. нар. физичен метод или познат в техниката като PVD (физично парно отлагане) [1].

Покритията, които се нанасят най-често, намират широко приложение в практиката. Пример за това са:

- *Режещи инструменти* – при защита от корозия, повишаване на износоустойчивостта, повишаване на твърдостта и др.
- *Инструменти за щанцоване (щанци)* – повишаване на износоустойчивостта на работните повърхнини на поансоните;



Фиг.1 Видове покрития, нанасяни със съвременните инсталации – а) TiN – термозащитно и корозионно устойчиво покритие; б) TiCN – карбонитридно покритие с висока твърдост за високи скорости на рязане в металообработването; в) CrN – покритие с добра адхезия, корозионна защита и висока химическа устойчивост; г) AlTiN – за минимална употреба на смазочни материали в процеса на рязане и защита от окисляване; д) TiAlN – покритие повишаващо твърдостта и износоустойчивостта на инструментите и осигуряващо високи скорости на рязане; е) покрития от чисти метали – Ti, Ag, Au, и др. с декоративни цели;

• *Металообработващи инструменти* – защита от корозия, повишаване на износоустойчивостта, повишаване на твърдостта и др.

- *Електротехника и електроника* – за полупроводникови материали в промишлеността, за печатните платки в електрониката, за защита на електронни продукти от химическата ерозия и др.

- *Декоративни покрития* – за красив метален блясък на сувенири, огради, корпуси на машини и др.

- *Материали, използвани в медицината* – биосъвместими покрития, защита на органичната материя при контакт с металната повърхност на медицински инструменти и др.

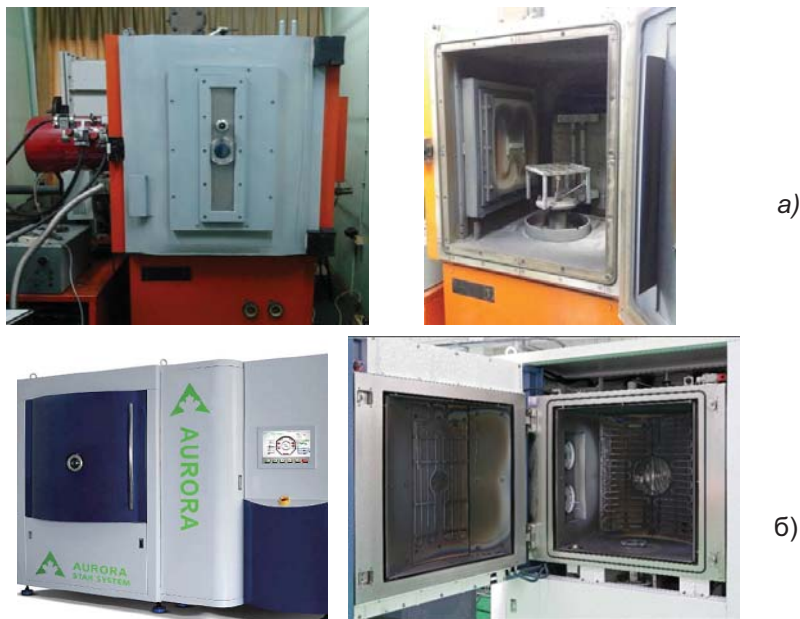
На фиг. 1 са показани различни видове покрития според приложението им и възможностите на настоящите технологии.

Във връзка с разглежданите разнообразни видове покрития, целта на настоящия доклад е запознаване с техниката и технологията за получаване на PVD покрития от металите и техните съединения. Основни задачи на работата са установяване и сравнение на предимствата и недостатъците на използваните и съвременните инсталации за нанасяне на PVD покрития и определяне на факторите, които влияят върху качеството на получените покрития.

Инсталациите, които са разглеждани са "TITAN 1-4", с която разполага катедра Материалознание и технология на материалите при РУ „Ангел Кънчев“ и съоръжението „AURORA“, което е аналогично по конструктивно-технологичните си характеристики и се предлага днес на пазара [2]. Тяхната актуалност и приложение, се определя от нуждите на техниката и производствените операции от подобряване и развиване на ефективността на производството и пратиката.

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НА ВАКУУМНОТО МЕТАЛИЗИРАНЕ И ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ОТЛАГАНЕ НА ПОКРИТИЯ

Външният вид на инсталациите е даден на Фиг. 2.



Фиг. 2. Инсталации за нанасяне на PVD покрития: а) TITAN 1-4; б) AURORA

Като съоръжения, и двете притежават двойни стени на кожуха (корпуса), което дава възможност за водно охлаждане. При това, спрямо материалът на изработване, AURORA е с предимството си с кожух от неръждаема стомана, а TITAN 1-4 – от конструкционна стомана поради което се налага поддръжка за защита от корозия – най-често с лакобояджийски покрития. Инсталациите се характеризират с относително голям работен обем - 650 x 650 x 650 mm за TITAN 1-4 и 300 x 300 x 300 mm за AURORA. От това следва, че TITAN 1-4 е с по-голям работен обем.

МЕТОДИ ЗА НАНАСЯНЕ НА ПОКРИТИЯ

Към кожусите на вакуумните камери, са монтирани метални изпарители. Тези изпарители са източниците на метални пари, от които отлагат по атомен път металът от мишената на изпарителя към продукта на метализирането. При този процес, се сформира покритието с необходимата дебелина и характеристики. Изпарителите, с които са захранени вакуумните камери са двоен електродъгов изпарител за AURORA (Фиг. 3 а), единичен електродъгов изпарител и магнетронен източник на пари (изпарител) за TITAN 1-4 (Фиг. 3 б).



Фиг. 3. Външен вид на изпарителите: а) двоен електродъгов изпарител на AURORA; б) електродъгов изпарител (в ляво) и магнетрон (в дясно) на TITAN 1-4;

При инсталацията AURORA се наблюдава съществено предимство на двойният електродъгов изпарител да се нанасят различни и многослойни покрития като се презкочи навъздушаването (развакумирането) на камерата. Това е предимство на двойният електродъгов изпарител в случаите на две различни мишени.

Това увеличава производителността на инсталацията. Към TITAN 1-4 е монтиран магнетронен източник на пари. Той притежава редица технологични предимства. Това са магнитните силови линии, които концентрират потока метални пари към детайлите.

В някои от случаите, в процеса на отлагане на покритията се налага допълнително нагряване на подложките (обектите), с цел подобряване на някои характеристики на покритията в процеса на изграждането им - адхезия, кохезия, скорост на получаване и др. За да се постигнат по-високи работни температури, във вакуумните камери са инсталирани нагреватели със съответната устойчивост на условията, при които се нанасят покритията.

Инсталацията „TITAN 1-4“ е снабдена с графитов нагревател, който е показан на фиг. 4 а, а при инсталацията „AURORA“ е поставен никелов нагревател, който е даден на фиг. 4 б.



Фиг. 4. Външен вид на: а) графитовият нагревател на „TITAN 1-4“; б) никеловият нагревател на „AURORA“

В таблица 1 са представени предимствата и недостатъците на двата вида нагреватели.

Таблица 1. Предимства и недостатъци на нагревателите

Нагреватели Предимства и недостатъци	Графитов електросъпротивителен нагревател (TITAN 1-4)	Никелов електросъпротивителен нагревател (AURORA)
Предимства	- Адсорбира кислорода от атмосферата; - С повишаване на температурата, увеличава якостта си; - Възможност за работа при по-лош вакуум;	- По-бързо се охлажда; - По-лесна изработка;
Недостатъци	- Изисква време за постигане на работната температура в камерата и след това за охлаждането си; - Предизвиква замърсяване на пробите с въглерод;	- Уедряване на структурата – става крехка, поради процес на рекристализация; - Деформира се при дълговременна работа;

ПОЛУЧАВАНЕ НА РАБОТНО НАЛЯГАНЕ (ВАКУУМ)

За да се постигне работното налягане във вакуумната камера, се използват помпени агрегати или т. нар. вакуумпомпи. „TITAN 1-4“ разполага с дифузионна помпа, а „AURORA“ с турбомолекулярна помпа. Тя развива по-висок работен вакуум, но има по-сложно устройство и от там – по-висока цена от дифузионната помпа, която няма механични части, но чрез нея се получават маслени пари в камерата, което е съществен недостатък. В таблица 2 са дадени предимствата и недостатъците на помпените агрегати.

Таблица 2. Предимства и недостатъци на помпените агрегати

Помпи за вакуумиране	Дифузионна помпа (TITAN 1-4)	Турбомолекулярна помпа (AURORA)
Предимства и недостатъци		
Предимства	• Няма механични части (елементарно устройство)	• По-дълбок работен вакуум; • Безмаслен вакуум;
Недостатъци	• По-нисък работен вакуум; • Поява на маслени пари в камерата;	• Сложно устройство; • Висока цена;

ПОЛУЧЕНИ (НАНЕСЕНИ) ПОКРИТИЯ ВЪРХУ КЕРАМИКА

Основните структурни характеристики на покритията са тяхната *морфология*, която зависи от температурата на субстрата, налягането, степента на йонизация на работният газ и енергия на йоните; *текстурата*, зависеща от потенциалът на подложката и от движението на приспособлението, *топографията*, която зависи от хомологичната температура. Това е отношението на температурата на подложката към температурата на топене на материала на кондензата [3]. Тези фактори, също така влияят и на механичните характеристики като стойностите за твърдостта на покритието, износоустойчивостта и др. На фиг. 5 са показани снимки на покрития от TiN, които са нанесени върху керамична повърхност и заснети с помощта на сканиращ електронен микроскоп (SEM) JEOL JSM-5510.



а)



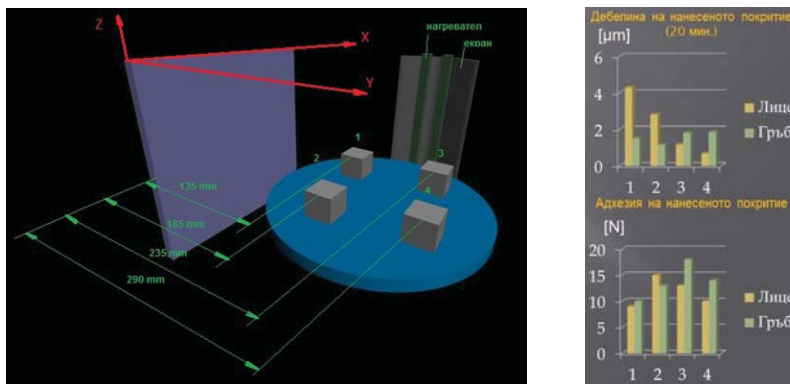
б)

Фиг. 5. Напречен шлиф на покритие от TiN нанесено върху керамична повърхност

От микроструктурата на фиг. 5а се вижда напречното сечение на покритието, а на фиг. 5б – неговата топография. Наблюдават се множество несъвършенства в структурата, поради факта, че потенциал към керамичната подложка не е подаван. От фиг. 5, ясно се вижда недобрата адхезия. Това се дължи главно на разликата в химичния състав както и от различната природа на материала, върху който се нанася покритието.

ОСОБЕНОСТИ ПРИ МЕТОДИТЕ ЗА НАНАСЯНЕ НА ПОКРИТИЯ

Във вакуумните инсталации са монтирани приспособления, които служат за установяване и позициониране на детайлите. На фиг. 6 е показано схематично как влияе това разположение върху дебелината и адхезията на покритията [4].



Фиг. 6. Позициониране на пробните тела спрямо магнетронният източник на метални пари и влиянието върху дебелината и адхезията на покритията

Дебелината на нанесеното покритие пряко зависи от разстоянието между изпарителя и повърхността на подложките и детайлите. Върху подложките, които са по-близо до източника на пари покритията са с по-големи дебелини, т.е. с увеличаване на разстоянието, дебелините на отложените покрития намаляват. Тези дебелини имат пряка зависимост за адхезията и кохезията на покритията. С увеличаване на дебелините, тези характеристики, показващи устойчивостта на покритията намаляват.

При "TITAN 1-4" и „AURORA“ приспособленията са въртящи. Това осигурява равномерност на покриването на различни видове детайли, както и детайли със сложна геометрична форма.

КОНСТАТАЦИИ И ИЗВОДИ

1. Нанасянето на покрития е един от най-перспективните начини за подобряване качествата на материалите, за получаване на нови композиционни материали с непознати в миналото качества, начин с който могат да се удовлетворяват разнообразни потребности на научно-техническият прогрес.
2. В последно време използваните технологии за получаване на физичните вакуумни покрития позволяват получаването на повърхнини с висока степен на точност, покрития с висока чистота в желания състав и дебелина за кратко време.
3. Тези технологии са високо екологични и чрез тях и принципите им на работа се избягва замърсяването на околната среда.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] М. Кънев, Д. Дочев и др., Вакуумно метализиране, ДИ „Техника“ София 1988.
- [2] <http://www.aurorascicorp.com/pvd-coating-equipment/coating-types>
- [3] Р. Шишков, Ив. Дерменджиев, М. Николова, Д. Господинов, В. Захаријева, Електронно пособие "Вакуумно термично и химикотермично обработване", IV

раздел, лекция 1: Основи на вакуумното метализиране; 2014; <http://e-learning.uni-ruse.bg/index.php>;

[4] Светослав Димитров, Нанасяне на еднослойни покрития от титанов и хромов нитрид с електродъгов изпарител и магнетронен източник на пари, Дипломен проект, РУ „А. Кънчев“, дипломен ръководител доц. д-р инж. Дочо Дочев, Русе, 2007;

За контакти:

маг. инж. Ангел Генов, Катедра “Материалознание и технология на материалите”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 0883 413 743, e-mail: agenov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.



Структурни и трибологични промени след оксикарбонитриране на стомани 3Х3М3Ф и 4Х5МФС

Елис Лютфи Кадир

Научен ръководител: гл. ас. д-р Мария Николова

Structure and Tribological Changes after Oxy-nitrocarburizing of 3X3M3F and 4X5MFC tool steels

Abstract: This paper considers the structure and tribological characteristics of two different vacuum oxy-nitrocarburized tool steels in quenched and tempered condition. With regard to the process conditions, the cross-sectional microstructure and the phase composition near the surface are analyzed. The hardness of the compound and diffusion layer as well as the friction coefficient are compared.

Key words: oxy-nitrocarburizing, tool steels, microstructure, phase composition, hardness

ВЪВЕДЕНИЕ

Терминът „оксикарбонитриране“ (ОКН) обозначава единния процес на насищане на металните повърхости с трите химични елемента - N, C и O при подкритични температури на Fe-C сплави [1]. За разлика от карбонитрирането, при ОКН не се налага провеждане на последващо оксидиране, тъй като кислородът е участник в процеса на насищане [2].

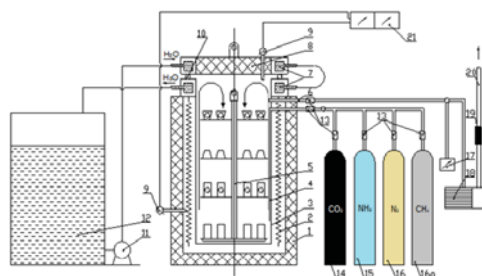
При средно- и високолегираните инструментални стомани ХТО се извършва при температури 550 - 600°C, чрез обогатяване предимно с азот, за повишаване на твърдост, износостойчивостта, границата на умора и корозионна устойчивост, като не на последно място, от значение за дълготрайната работа на инструмента е и ударната жилавост на подложката [3].

Инструменталната стомана 4Х5МФС и 3Х3М3Ф се използва за направа на малки и средно големи с проста геометрия щампи за горещо деформиране на конструкционни стомани и цветни (най-често алуминиева) сплави [4]. След ОКН на легирани стомани получената висока твърдост е резултат от дисперсно твърдеене след насищане. За получаване на оптимални свойства не е необходима по – голяма дебелина на слоя. При по–дебела свързана зона се понижава не само якостта на умора, но нарастват значително деформациите на детайлите. При изследване на азотирани повърхнини, при които ϵ -карбонитридът е главният компонент на слоя, е установено изменение на свойствата, когато азотиращата атмосфера съдържа водни пари. Полученият слой показва по – малка склонност към задиране, но и понижена пластичност. Затова цел на настоящия доклад е да се установят промените в структурата и трибологичните свойства на ОКН зони на инструментални стомани 3Х3М3Ф и 4Х5МФС, получени при вакуумно ОКН след закаляване и отвърщане.

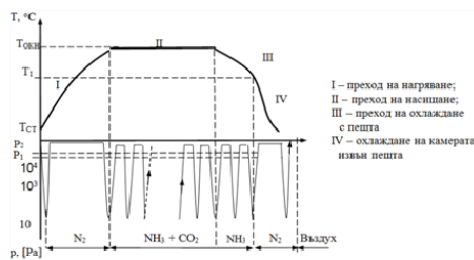
МЕТОДИКА НА ЕКСПЕРИМЕНТА

Пробните тела от стомани 3Х3М3Ф и 4Х5МФС с химичен състав, посочен в табл. 1, подложени на ОКН, са наситени при реално провеждан промишлен режим в промишлена инсталация, чиято схема е посочена на фиг. 1. Използваният цикличен режим на натичане на реакционните газове в камерата е обозначен на фиг. 2.

Пробните тела от инструменталните стомани 3Х3М3Ф и 4Х5МФС са с цилиндрична, форма и приблизителни размери $\varnothing 20 \times 10$ mm. Те са предварително подобрени по режими, посочени в таблица 2. След това са шлифовани и полирани, обезмаслени и ОКН по 7-часов режим за износостойчивост [5].



Фиг. 1. Схема на основните инсталационни елементи: 1 – кожух с изолация; 2 – нагреватели; 3 – камера; 4 – газоотводи; 5 – приспособление; 6 – газопроводи за вакуумиране; 7 – охлаждащи пръстени; 8 – капак на камерата; 9 – термодвойка; 10 – уплътнители; 11 – водна помпа; 12 – водна вана; 13 – клапи; 14, 15, 16, 16а – газово стопанство - бутилки с течни газове; 17 – вакуумметър; 18 – вакуумна помпа; 19 – маслен филтър; 20 – изход за отработени газове; 21 – блок за управление и регистриране на температурата



Фиг. 2. Схема на процеса на вакуумно ОКН на стоманени изделия по периодичен режим на насищане

Табл. 1. Химичен състав на стомани 3Х3М3Ф и 4Х5МФС

Стомана	C, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	Mo, %	V, %	S, %	P, %	Fe, %
3Х3М3Ф	0.27-0.34	0.20-0.40	0.30-0.50	2.80-3.50	2.80-3.50	0.40-0.60	<0.015	<0.015	Ост.
4Х5МФС	0.32-0.40	0.80-1.20	0.15-0.40	4.50-5.50	1.20-1.50	0.30-0.50	<0.015	<0.015	Ост.

Табл. 2. Температури на закаляване и отвързване и получена твърдост

Материал	3Х3М3Ф	4Х5МФС
Температура на закаляване, °C	1000-1020	1040-1050
Температура на отвързване, °C	540-550	540-550
Твърдост след закаляване и отвързване (HRC)	45-46	55-56

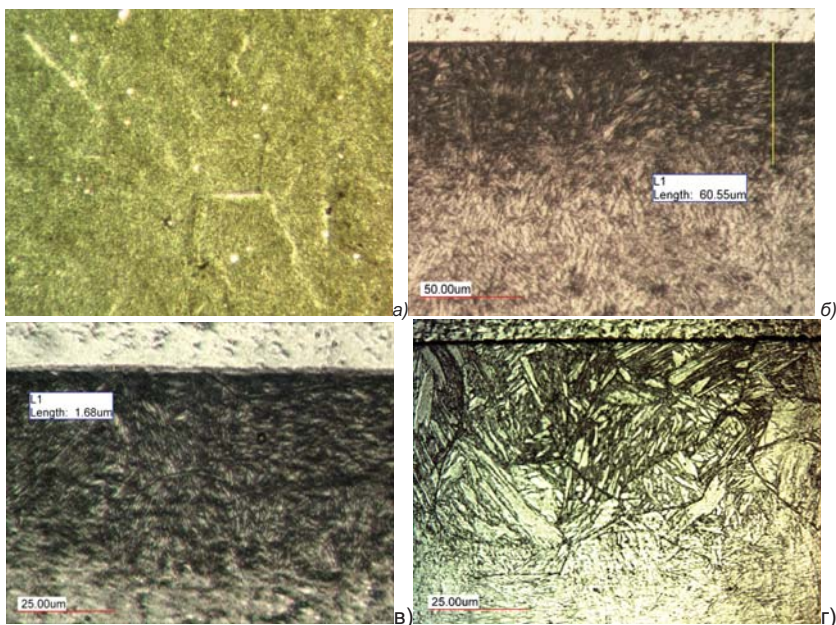
За изследване на състава, структурата и свойствата на наситените зони са използвани са класически и модерни методите и средства, а именно: изследвана е топографията с помощта на оптичен микроскоп Epytip; изследвана е микроструктурата на наситения слой отново с оптичен микроскоп; определен е рентгеноструктурно фазовия състав с рентгенов дифрактометър URD-6, работещ с Fe-катод; измерена е твърдостта на свързаната в план и на дифузионната зона в дълбочина с микротвърдомер ПМТ-3 (натоварване 50 г) и Wilson Wilpert (натоварване 1 kg), измерващи по метода на Викерс; определени са

трибологичните свойства на зоните чрез Scratch test с Роквелов диамантен накрайник.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

По отношение на топографските особености, може да се каже, че повърхностната морфология на двете проби е много подобна, както се вижда от фиг. 3 а и 4 а.

Както е характерно за повечето средно и високолегирани стомани, дебелината на свързаната зона е малка. От микроструктурата на стомана 3Х3М3Ф се вижда, че дълбочината на дифузионната зона, съдейки по интензитета на проявяване, надхвърля 60 μm (фиг. 3 а), докато свързаната зона е близо 1,68 μm (фиг. 3 б). След проявяване на реактив на Мураками (фиг. 3 в) се вижда, че по-тъмни карбонитридни фази съдържа не само свързаната зона, но такива има и в дифузионната. Цементит се отделя и по границите на зърната в следствие от карбид-нитридното превръщане. В дифузионната зона ясно се очертават границите на бившите аустенитни зърна с по-светлите фаза са отвърнат мартензит и дисперсни (фини) карбиди/карбонитриди, съдържащи Cr.

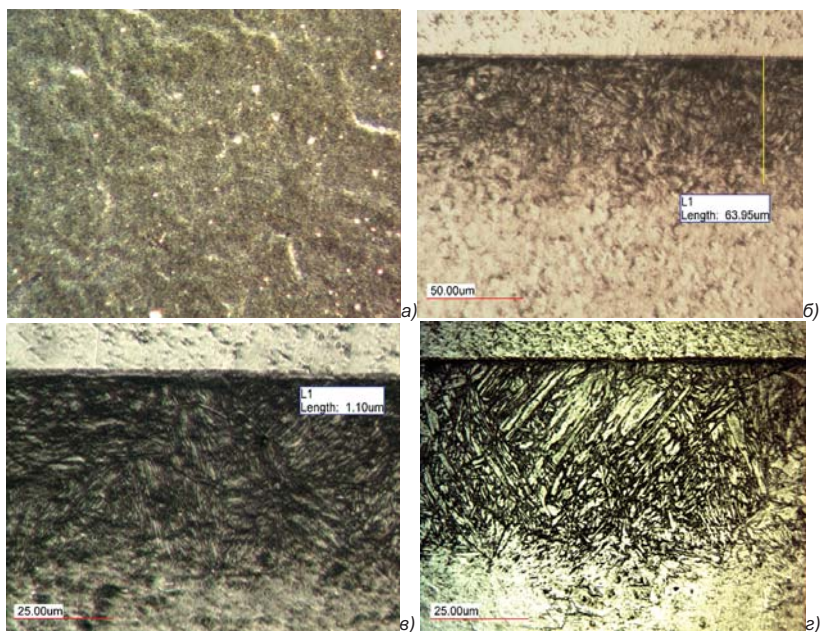


Фиг. 3. Микроструктура на стомана 3Х3М3Ф: а) топография; б) дълбочина на дифузионната зона; в) дебелина на свързаната зона; г) морфология на фазите в дифузионната зона

Свързаната зона при стомана 4Х5МФС е още по-тънка от тази при предходната марка – 1.10 μm (фиг. 4 а), а според интензивността на проявяването, дълбочината на дифузионната зона е почти същата – 60-65 μm (фиг. 4 б).

Количеството на отвърнатия мартензит в сравнение с този при стомана 3Х3М3Ф е повече. В дифузионната зона (фиг. 4 в) се установяват и по-светли карбиди (най-вероятно хром-съдържащи) с форма, близка до сферичната. В дифузионната зона на пробите от тази марка се наблюдава също отделен по границите цементит.

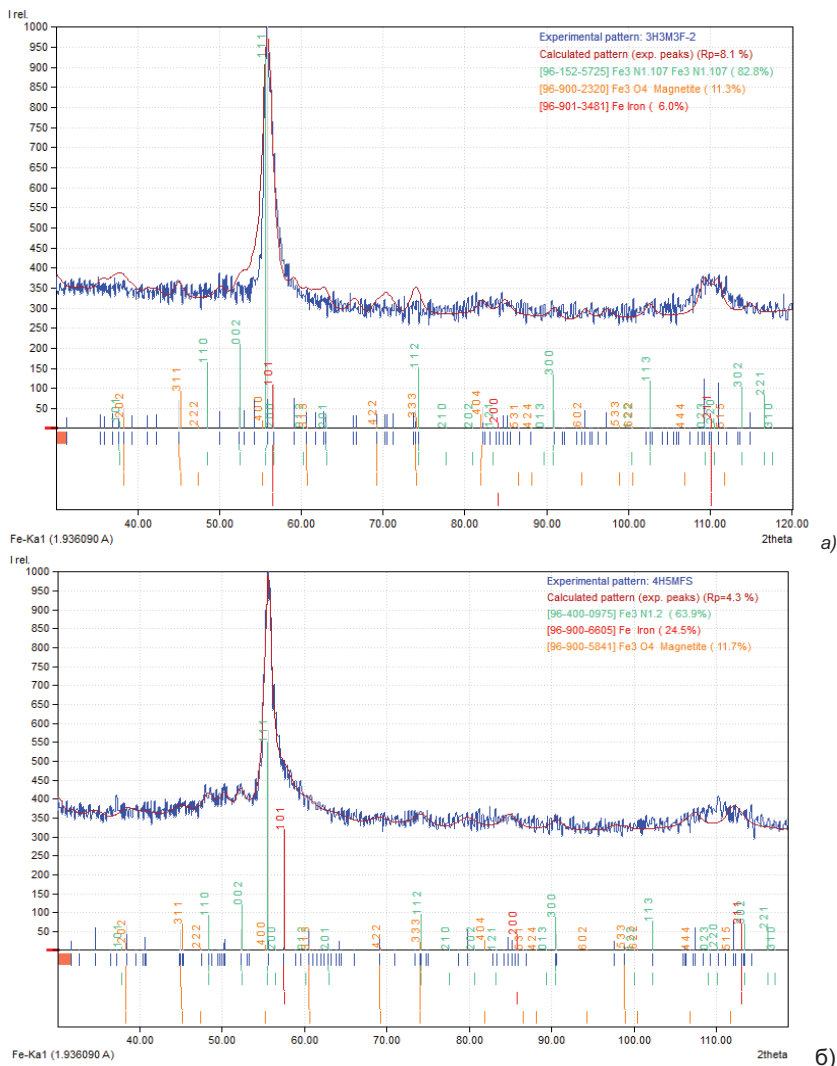
Повишеното съдържание на въглерод в стомана 4Х5МФС, забавя образуването на перлит като запазва по-високо съдържание на легиращи елементи и въглерод в себе си, което благоприятства уякването от формиране на дисперсни нитриди.



Фиг. 4. Микроструктура на стомана 4Х5МФС: а) топография; б) дълбочина на дифузионната зона; в) дебелина на свързаната зона; г) морфология на фазите в дифузионната зона

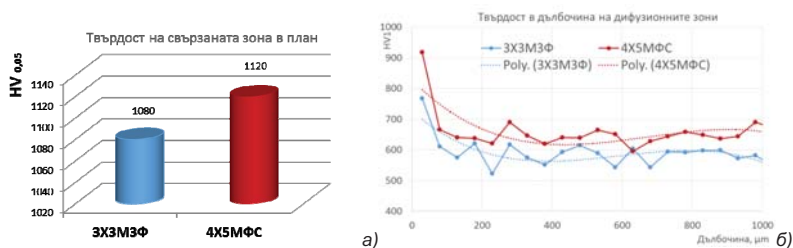
Преобладаващо количество от фазите, установени на повърхността на ОКН стомана 3Х3МЗФ (фиг. 5 а) е карбонитридната фаза, богата на металоиди, $\text{Fe}_3\text{N}_{1.107}$ (82.8 %). В малко количество (6 %) от подложката прозират пикова на отвърнат мартензит. В ренгенограмата присъстват и пикове на магнетитна фаза – Fe_3O_4 с кубична кристална решетка.

При по-високо легираната с Сг стомана (фиг. 5 б) се установява само един вид нитрид от свързаната зона $\text{Fe}_3\text{N}_{1.2}$ (63,9%) с хексагонална решетка, с параметри, по-големи от тези при нитридната фаза при стомана 3Х3МЗФ. Феритът е повече (24,5%) и с по-малък параметър на решетката. Установената оксидна фаза е чисто магнетитна Fe_3O_4 (11.7%) с кубична кристална решетка.



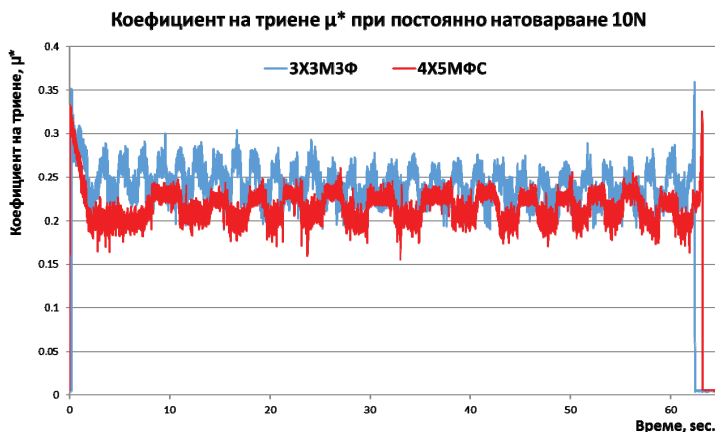
Фиг. 5. Рентгенограма от повърхността на ОКН стомани: а) 3Х3М3Ф; б) 4Х5МФС

От фиг. 6 а се вижда, че твърдостта на свързаната зона на стомана 4Х5МФС е по-висока от тази на 3Х3М3Ф. Тенденцията в изменението на твърдостта в дълбочина на дифузионната зона на двете стомани е много подобно, но при стомана 4Х5МФС твърдостта е с около 50-70 единици по-висока.



Фиг. 6. Твърдост на свързаната зона в план (а) и изменение на твърдостта на пробите в напречно сечение на дифузионната зона (б)

За дълбочина на дифузионната зона се приема областта, където са измерени стойности над 10% по-високи от тези на сърцевината. От изменението на твърдостта може да се каже, че дълбочината на дифузионната зона надхвърля 400-600 μm , т.е. по-голяма от определена микроструктурно. Това разминаване се дължи на факта, че микроструктурно активно се проявява само сърцевината на зона или областта, където протичат най-активни фазови превръщания. Трябва да се отбележи, че както е характерно за средо и високолегираните стомани, в близост до повърхностния слой се появява слой с леко понижена твърдост.



Фиг. 7. Изменение на коефициента на триене при постоянно натоварване

Сравнението на изменението на коефициента на триене μ ($\mu^* = F_t/F_n$) при постоянно натоварване 10 N, определено с помощта на Скрач тест показва, че μ при стомана 3X3M3F варира при по-високи стойности (около 0,25) от 4X5MFC. Оттук следва, че определящо значение за стойността на коефициента има разликата в твърдост на повърхността.

ИЗВОДИ

1. Свързаната зона при стомана 3X3M3F е по-дебела от същата при 4X5MFC – 1.68 и 1.10 μm , съответно. Микроструктурно дълбочината на дифузионните зони на двете стомани е между 60 - 70 μm , но според стойностите на твърдостта, зоната е значително по-дълбока.

2. Установената по-висока с около 50-70 единици твърдост на дифузионната зона при стомана 4Х5МФС, се дължи освен на уякчване от дисперсионно твърдеене, но и вследствие от по-високата топлоустойчивост и, следователно, по-голямото количество отвърнат мартензит в нея.

3. ϵ -карбонитрида на свързаната зона на стомана 3Х3М3Ф има по-ниско съдържание на металоиди в себе си и по-ниска плътност от този, установен при 4Х5МФС. Независимо, че свързана зона е по-тънка, твърдостта на повърхността при стоман 4Х5МФС е по-висока, поради по-високото съдържание на въглерод в подложката и по-високата топлоустойчивост на стоманата.

4. Въпреки подобната морфология на повърхността, разликата в състава и повърхностната твърдост са причината за малките различия в иначе ниските стойности на коефициента на триене при двете изследвани марки инструментални стомани.

Благодарности

Докладът отразява резултати от работата по проект № 16 – МТФ – 02, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] М. Николова, Вакуумно оксикарбонитриране на желязо-въглеродни сплави, Дисертация, 2013, стр. 179;
- [2] M. Nikolova, M. Jordanov, I. Dermendzhiev, Structure and Properties of Vacuum Oxy-nitrocarburized Tool Steels Before and After a Reinforced Thermal Treatment, Conference: Material Science, Hydro- and Aerodynamics and National Security, Sofia, Vol. 3
- [3] Данаил Николов, Възможности на вакуумно окси-карбонитриране за инструментални стомани., Студентска Научна Сесия – СНС'14, стр. 7-12;
- [4] Ю.А. Геллер, Инструментальные стали, Металлургия-Москва, 1968, стр. 568;
- [5] P. Danev, in: Proceedings of Scientific Session, RU'2004, Engineering Sciences, 2004, 41, series 2, p. 73-77

За контакти:

Елис Лютфи Кадир, спец. ИИ, фак. № 121050, e-mail: elissile@mail.bg

Докладът е рецензиран.

Еластично-пластични характеристики на многослойни нитридно-карбидни покрития, отложени върху стомана 9ХС

автор: Зайде Мехмед

научен ръководител: гл. ас. д-р В. Захариева

Elasto-plastic properties of multilayered nitride- and carbide containing coatings deposited on 9HS tool steel

Abstract: The article studied the mechanical properties and more accurately elastic - plastic characteristics of pre-coated multilayer, solid and wear-resistant coatings deposited on a magnetron tool steel 9HS in a NTSVTS the Department MTM at UR "A.Kanchev" coatings are titanium base type TiN / TiC ... and TiC / TiN ... survey data were obtained after measuring the hardness in the plan with the help of nanotester FISCHERSCOPE® H100 ..

Keywords: TiN / TiC coating, MS- magnetron sputtering, steel 9HS

ВЪВЕДЕНИЕ

Повърхностните свойства на голям брой материали се подобряват чрез нанасяне на вакуумни покрития на титанова и хромова основа.

Получените еднослойните нитридно-карбидни покрития са с висока твърдост, добра износостойчивост и са сред най-често използваните в металообработващата промишленост.

С приложението на многослойните покрития от подобен тип, широко употребявани от редица фирми, произвеждащи инструменти, се повишава тяхната жилавост и твърдост. Същевременно остават неразрешени редица въпроси, свързани с определянето на различните механични характеристики, а именно измерването на твърдост /еластична и пластична/, модул на Юнг, обща енергия за изразходвана за еластична и пластична деформация на покритието при потъването на индентора в него. А как биха се отчитали тези параметри при дву-, три-, четири-, до петслойни покрития.

Предварителните изследвания и задълбочен теоретичен анализ показват [1], че измерването в план може да даде много сложна картина. Трудно биха могли да се обяснят тези свойства при многослойността на покритията и факта, че всеки следващ подслой се явява на практика подложка на предходния.

Като се имат предвид изискванията за измерване на твърдост на тънкослойни покрития с нанотестер [2] в план и в зависимост от дебелината на отделните подслое, както и последователността им на редуване, всеки следващ подслой ще оказва влияние върху крайния резултат.

Изследователски интерес представляват въпросите: как се променят механичните свойства и някои еластично-пластични характеристики като се има предвид, че по време на измерванията вземат участие един, два или повече подслое, както и междинни такива с различен химичен състав променящ се в дълбочина и различни дебелини.

Цел на настоящата работа е да даде отговор на някои от тези въпроси.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЧАСТ

Методика на експеримента

Покритията са нанесени върху образци с размери $d = 20$ [mm] и $h = 6$ [mm] от стомана 9ХС (C -0.85÷0.95%; Mn- 0.30÷0.60%; Si-1.20÷1.60%; Cr-0.95÷1.25%). Преди нанасяне на покритията е проведена стандартна механична обработка за стомани – шлифование и полиране.



Фиг.1. ВЕП-1 – външен вид



Фиг. 2. Магнетронен разряд

Сплавната мишена е изработена от техническа титанова сплав ВТЗ-1 (Ti-89.5288%; Al-5.7718%; Cr-1.4205%; Mo-2.3636%; Fe-0.38275; Si-0.2806%). Използвана е еднокамерна вакуумна водоохлаждаема пещ, оборудвана е с небалансиран DC магнетрон (фиг. 1 и 2). Нагряването на изделията се осъществява от цилиндричен графитов нагревател с размер $\varphi = 200$ mm и $H = 150$ mm и температура до 1350°C [6]. Технологичния режим включва начално вакуумиране до $6 \div 8 \cdot 10^{-4}$ [mbar], преди отлагането, подложките са нагрявани до съответната температура на метализиране $T_m = 500^{\circ}\text{C}$. След вакуумиране до $4 \div 6 \cdot 10^{-4}$ [mbar], подложките са почистени с тлеещ разряд в поток от Ar 30 [sccm], налягане $1,5 \cdot 10^{-1}$ [mbar] за 10 [min] при напрежение - 900 [V]. Покритията са отлагани в продължение на 120 [min] работното налягане по време на отлагане на покритията е $4,0 \div 5,9 \cdot 10^{-3}$ [mbar] и мощност на разпръскване 2 [kW], (I_p 7 A) в смес от потоци: Ar – 11 [sccm], CH_4 ~22 [sccm] и N_2 – 4 [sccm], осигуряващи скорост на кондензация $0,09 - 0,15$ [$\mu\text{m}/\text{min}$] за разстояния мишена - подложка $L_{\text{мп}} = 75$ и 90 mm (таблица 1).

Таблица 1. Режими на отлагане на TiN покритие върху стомана 9XC

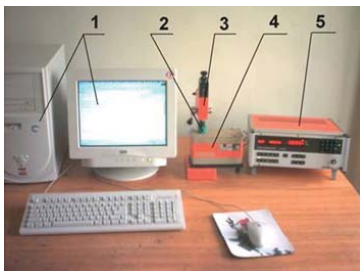
Ре- жим №	Покритие	$P_{\text{нач}}$ [mbar]	$P_{\text{раб}}$ [mbar]	U [V]	U_n [V]	I [A]	G_N [sccm]	G_{CH_4} [sccm]	Време [min]
0	TiN	$9,5 \cdot 10^{-4}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$	300	0	7	$3 \div 3,2$	-	120
1	TiN	$6,2 \cdot 10^{-4}$	$4,7 \cdot 10^{-3}$	320	0	7	5,3	-	120
2	TiC	$3,8 \cdot 10^{-4}$	$5,9 \cdot 10^{-3}$	$340 \div 360$	0	7		$21 \div 23$	120
3	TiN/TiC	$4,7 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-3}$	$320 \div 340$	~	7	4,1	21	60/60
4	TiN/TiC/TiN	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-3}$	320	*	7	4,1	21	40/40/40
5	TiN/TiC/TiN/TiC	$9,5 \cdot 10^{-4}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	340	**	7	4,1	21	30/30/30/30
6	TiN/TiC/TiN/TiC/TiN	$3,6 \cdot 10^{-4}$	$4,7 \cdot 10^{-3}$	$320 \div 340$	0	7	4,1	21	24/24/24/24/24
7	TiC/TiN	$5,9 \cdot 10^{-4}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$	$320 \div 380$	0	7	$4 \div 4,2$	$21 \div 22$	60/60
8	TiC/TiN/TiC	$9,2 \cdot 10^{-4}$	$4,7 \cdot 10^{-3}$	$300 \div 400$	0	$7 \div 7,2$	4,1	$21 \div 23$	40/40/40
9	TiC/TiN/TiC/TiN	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$320 \div 380$	0	7	4,1	$22 \div 23$	30/30/30/30
10	TiC/TiN	$7,2 \cdot 10^{-4}$	$5,3 \cdot 10^{-3}$	380	0	7	4,1	$23 \div 24$	60/60

*ЗАБЕЛЕЖКА: За всички режими потенциалът на подложките U_n е бил плаващ.

Методика на изследванията

Измерванията са извършени по метода на Викерс. Представените данни са резултат от усредняване на 4-6 измервания на всеки образец, което е извършено автоматично от нанотестера. Твърдостта и механичните характеристики на покритията са определени чрез измерване в план при натоварване 50, 100, 500, 1000 [mN];

Определянето на механичните характеристики микротвърдост, модул на еластичност E и степен на еластична деформация W_e в настоящата работа е извършено чрез използване метода на посочения на (фиг. 3) специализиран микротвърдомер-нанотестер с компютърно управление, марка FISCHERScope® H100 (Германия).



Фиг.3. Общ вид на нанотестер FISCHERScope® H100 (Германия)

1-управляващ компютър; 2-образец; 3-стойка; 4-измерваща глава;
5-изчисляващо устройство.

Измерванията са извършени при режима на работа, посочен в табл. 2.

Таблица.2. Режим на измерване с нанотестер FISCHERScope® H100

FISCHER HARDNESS TESTING H100
ПАРАМЕТРИ НА ЦИКЪЛА

Начин на работа:	Натоварване в точка
Индентор :	Викерс
Режим на работа :	Натоварване + разтоварване
Натоварваща сила :	Нарастваща от 0.4 mN до 100.00 mN
Брой стъпки за 1 цикъл :	30 стъпки през 0.323 mN
Задържане между две стъпки :	1 s
Общо време на натоварване:	30.00 s
Време на задържане преди старта :	2 s

След приключване на измерването имаме достъп до следните данни:

HU – универсална твърдост (когато инденторът е в максимално натоварено положение преди да започне процеса на разтоварване), отчита еластични и пластични деформации на покритието;

H_{plast.} – пластична твърдост (когато инденторът е в крайно разтоварено положение след процеса на натоварване и разтоварване, т. е. с отчитане само на остатъчната пластична деформация, оставена от индентора). По смисъл H_{plast.} отговаря на μHV от PMT-3 (там измерваме диагоналите на отпечатъка след разтоварване);

h – дълбочина на проникване на върха на индентора (пирамидата) когато е в максимално нотварено положение;

E^* – приведен модул на еластичност (на Юнг). Действителния модул E се пресмята от зависимостта $E^* = E/(1-\nu^2)$, където ν е коеф. на плъзгане (на Поасон), т.е. $E = E^* \cdot (1-\nu^2)$. За сурова стомана $\nu = 0,30$, за TiN $\nu = 0,27$, а за диамант $\nu = 0,07$. За покритие от TiC не зная колко е. Според мен трябва да е $\nu = 0,27-0,26$, защото колкото HV на материала расте, толкова ν е с по-ниска стойност.

$W_{total} = (W_e + W_p)$ – общата енергия, изразходвана за еласт. и пласт. деформация на покритието при потъването на индентора в него, изразена в nJ ;

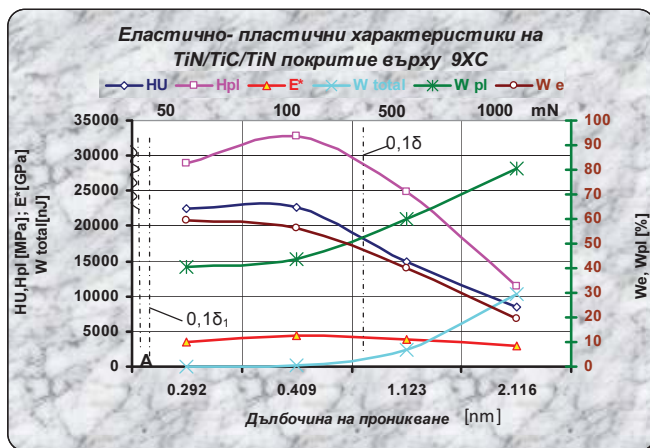
W_p – пластичната част от W_{total} , изразена в проценти (показва степента на пластичност на покритието). Останалите % до 100% представляват еластичната част W_e .

ИЗЛОЖЕНИЕ

При определяне на твърдостта на тънкослойни покрития чрез непрекъснато проникване на наноиндентор независимо от неговата форма (Викерс, Кнуп или Беркович) могат да се определят и някои еластично- пластични характеристики като: приведен модул на Юнг – E^* , разходваната енергия за totally деформиране – W_{total} [nJ] и енергията за еластично деформиране – W_e [%].

На фиг. 4 и 5 са показани стойностите на тези характеристики по дълбочина на покритията за две трислойни такива, съответно с водещ нитриден и карбиден слой за подложка от стомана 9XC. Резултатите показват, че картината е много сложна поради слоистия характер на покритията и взаимовлиянието на отделните слоеве след първия, което с навлизане по дълбочина в покритието се изменя постепенно и непрекъснато.

Видно е, че има връзка между двете твърдости (HU, Hpl) от една страна и характеристиките W_e и E^* от друга страна за първите две натоварвания (50 и 100 mN), при които е спазено условието – дълбочината на проникване на индентора (h)



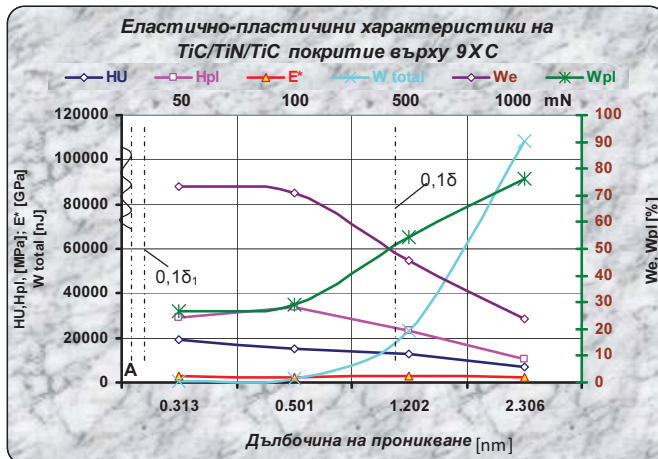
Фиг.4. Трислойно покритие върху X12M с водещ TiN подслей

да бъде по-малка от $0,1\delta_p$. И в двата случая обаче поради малката дебелина на първия подслей от страна на повърхността е нарушено горното условие конкретно за него, поради което следващият подслей оказва влияние на резултата като подложка. Това обяснява защо при редуване TiN/TiC твърдостите, W_e и E^*

нарастват, а при редуване TiC/TiN от към повърхността обратно намаляват, като за E^* може да се каже, че остава сравнително постоянен. При по-големи дълбочини /натоварвания/ картината се усложнява поради вазимовлиянието на повече подслоеве, но общо може да се каже следното:

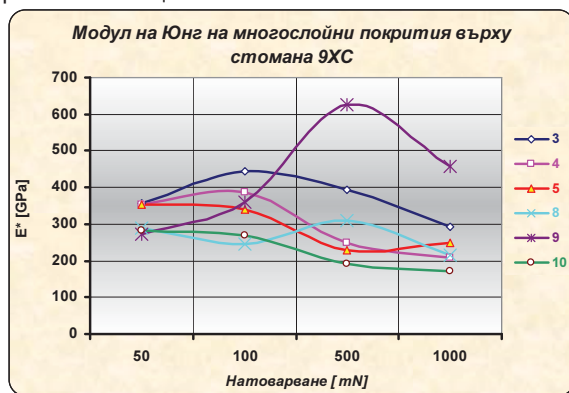
- Намалява твърдостта, поради влиянието на подложката.

Нараства енергията за пластичната деформация – W_{pl} и намалява за еластичната – W_e ;



Фиг.5. Трислойно покритие върху 9XC с водещ TiC подслей

- Модулът на Юнг не се променя съществено за което все още нямаме обяснение. По принцип този въпрос все още не е напълно изяснен и в литературните източници.



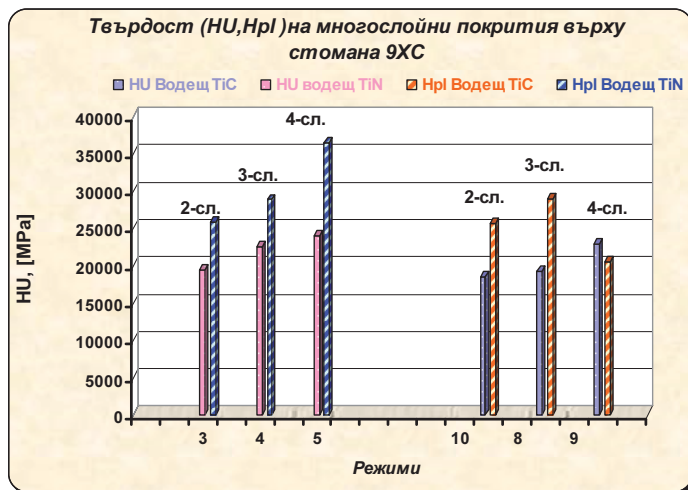
Фиг.6. Изменение на E^* по дълбочина при режими: 4, 5 и 6 /3-,4-, и 5-сл./ с водещ TiN – подслей; и за режими 8,9, и 10 /3-,4- и 2-сл. с водещ TiC подслей

Би трябвало E^* да бъде право пропорционален на HU и особено на W_e , но на практика не е така. Различни изследвания на редица автори засега не дават отговор на този въпрос.

На фиг. 6 е показано изменението на E^* по дълбочина на покритието за различни случаи по отношение броя на подслоеве и вида на водещия подслей. За

първата дълбочина /50 mN/ може да се направи сравнение с измерената твърдост на различните покрития, отразена на Фиг.4.4.

При първата група покрития /4, 5 и 6/ (Фиг. 4.3) модулът на Юнг е около 350 [GPa], а при втората група /8, 9 и 10/ е около 280 [GPa]. Това корелира с тенденцията в изменението на твърдостта на тези групи покрития, която съответно е: около 22 000 [MPa] за първата група и съответно около 20 000 [MPa] за втората.



Фиг.7. Твърдост (H_U, H_{pl}) на многослойни покрития с водещ TiN или TiC подслоев върху подложка от 9XC

С навлизане по дълбочина на покритието картината се усложнява, поради взаимовлиянието на повече подслоеве, както при твърдостите. За съжаление в литературата няма достатъчно данни, които да дадат възможност за тълкуването и обясняването им. Това налага извършване на допълнителни изследвания – теоретични и експериментални фиг. 7.

ИЗВОДИ

1. При измерване на твърдостта в план на многослойни покрития е необходимо да се вземе предвид: дебелината на слоевете, общата дебелина на покритието, както и фазовия състав и твърдостта на отделните подслоеве.
2. Невинаги увеличаването броя на подслоеве благоприятства увеличаването на твърдостта.
3. В рамките на проведените изследвания на твърдостта и еластично-пластичните характеристики от една страна и приведения модул на Юнг-E* от друга, не бе установена строга корелация.
4. Подобно на твърдостта, промяната на еластично-пластичните характеристики зависи от броя на подслоеве и вида на водещия, но поради слоистия характер на покритието и взаимовлиянието на отделните подслоеве картината е още по-сложна.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Huang Yuan a,*, Jian Chen b, Computational analysis of thin coating layer failure using a cohesive model and gradient plasticity, Received 12 October 2002; received in revised form 21 February 2003; accepted 24 February 2003.

[2]. V. Teixeira*, M. Andritschky, W. Fischerb, H.P. Buchkremerb, D. Stöckerb, Analysis of residual stresses in thermal barrier coatings, a Departamento de Física, IMAT-Instituto de Materiais, Germany 2003.

[3]. A. Portinhaa, V. Teixeira*, J. Carneiroa, J. Martinsb, M.F. Costac, R. Vassend, D. Stöckerb, Characterization of thermal barrier coatings with a gradient in porosity aGRF-Functional Coatings Group, Physics Department, University of Minho, Campus de Azulem, 4800 Guimarães, Portugal, Germany 2004.

[4]. S. Kundu a, M. Ghoshb, A. Laik c, K. Bhanumurthy c, G.B. Kale c, S. Chatterjee a, Diffusion bonding of commercially pure titanium to 304 stainless steel using copper interlayer a Department of Metallurgy and Materials Engineering, Mumbai,, India 2005

[5]. Шишков Р. „Вакуумно дифузионно метализиране“ Дисертация, РУ „А.Кънчев“, Русе, 2004 г.

За контакти: Зайде Неджми Мехмед, редовно обучение IV курс, специалност ИИ, МТФ, Русенски университет “Ангел Кънчев”, e-mail: zydncm@abv.bg

Гл. ас. д-р инж. Ваня Захариева, Катедра “Материалознание и технология на материалите”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 317, e-mail: vzaharieva@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.

Повърхностно закаляване на зони с големи размери чрез електродъгов разряд с кух катод във вакуум

автори: Петър Великов Петров, Христомир Валентинов Христов, Фунг Трунг Фонг
научни ръководители: доц. д-р Данаил Господинов, гл. ас. д-р Николай Фердинандов

Surface quenching of extensive zones by hollow cathode arc

Abstract: *The results obtaining for surface hardened layers with large dimensions - width and length by hollow cathode arc in vacuum are presented in the work. Hardened layers are obtained in two ways – multi-pass and by means of scanning of the arc on the surface of the test body.*

Key words: *Surface hardening, Quenching, Hollow cathode arc.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Термичното уякчаване на повърхностните слоеве на изделията създава високи физико-механични свойства у тях при запазване на изходните качества на сърцевината. Практическо приложение са намерили закаляването с токове с висока честота (Т.В.Ч.), газопламъчното, плазменото и лазерното закаляване [4].

Уякчаването може да се провежда без или с разтопяване на повърхностния слой, като това с разтопяване се получава в резултат на високи и свръхвисоки скорости на охлаждане.

При съсредоточаване на енергия с висока концентрация в тънкия повърхностен слой на изделието например при използване на лазерен или електронен лъч, плазмена дъга и др. [2], последният може да се нагрее до такива температури, че напълно да премине в течно състояние. След прекратяване на нагряването слойът затвърдява с много голяма скорост на охлаждане поради бързото отвеждане на въведената топлина навътре в студения обем на изделието. При такова самозакаляване на тънкия повърхностно разтопен слой на изделието в него може да се формира структура, която да осигурява подобряване на експлоатационните му свойства.

Закаляването с разтопяване на повърхността намира приложение при обработване на детайли от различни материали – въглеродни и легирани стомани, включително инструментални, сиви чугуни, различни сплави – титанови, циркониєви, алуминиеви, медни, металокерамични сплави и т.н. Процесът гарантира повишена производителност, съществено подобряване на експлоатационни свойства на изделията, голяма точност при обработването им, възможност за автоматизиране и т.н.

Според [3] прилагането на интензивно плазмено-дъгово въздействие върху обработваните метални повърхнини в повечето случаи предизвиква локално или пълно стопяване, което особено при високовъглеродните и високолегирани стомани (каквато е например X12 (1.2080 X210Cr12) формира голямо количество остатъчен аустенит с относително ниска твърдост спрямо закалените от твърдо състояние повърхностни слоеве. В повечето случаи това е нежелан момент от обработката на инструментите и се налагат действия за неговото отстраняване.

МЕТОДИКА ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТИТЕ

В работата са представени резултати свързани с получаването на повърхностни закалени слоеве с големи размери – широчина и дължина чрез въздействие с електродъгов разряд с кух катод (с диаметър 3,5 mm) във вакуум. Уякчените слоеве са получени по два начина – многопроходно и чрез сканиране на разряда по повърхността на пробното тяло. В първия случай изделието се придвижва праволинейно по ос „X“ с определена скорост, като в края се измества на разстояние 2, 2.5 и 3.0 mm по ос „Y“ (широчината на разтопената зона е около 3mm),

след което следва отново движение по ос „X“. Вследствие на това се получава закалена повърхност с големи размери състояща се от припокриващи се уячени слоеве. Във втория случай освен движението на изделието по ос „X“ е налице и колебателно движение на разряда по ос „Y“. То се осъществява с помощта на магнитна система, като чрез промяна на честотата и отклонението на разряда могат да се получат закалени зони с различна широчина и припокриване.

Експериментите са проведени в лабораторията „Технологични процеси за обработване във вакуум чрез електродъгов разряд с кух катод“ на РУ „А. Кънчев“ с помощта на полупромишлена инсталация [1].

Използвана е инструментална стомана X12, намираща приложение за изработване на матрици, поансони, ролки, измерителни и режещи инструменти. Химичният ѝ състав е даден в таблицата по-долу.

Табл. 1. Химичен състав на стомани X12

Химичен елемент	X12, %
Въглерод (C)	2 - 2,2
Хром (Cr)	11,5 - 13
Силиций (Si)	0,1 - 0,4
Манган (Mn)	0,15 - 0,45
Фосфор (P), не повече	0.030
Сяра (S), не повече	0.030
Желязо (Fe)	~ 83

При провеждане на експериментите са използвани пробни тела с размери 100x80x10mm (ДxШxВ). Режимите на работа в двата случая са дадени в таблица 2, като дълбочината на вакуума е $P=3 \cdot 10^0 \text{ Pa}$.

Табл. 2. Режими на работа при провеждане на повърхностното уякване

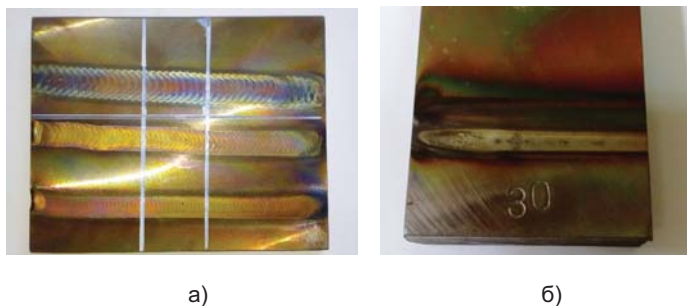
Начин на закаляване	Големина на тока I_p , A	Скорост на движение по ос "X" v , mm/s	Количество на плазмообразуващия газ G_{Ar} , l/h	Диаметър на кухия катод d_{KK} , mm	Честота на сканиране, Hz	Общо отклонение на разряда, mm
Многопроходно	100	11	2,5	3,5	-	-
Чрез сканиране	120	3,3	2,5	3,5	1; 2; 3; 4	8-10

След многопроходното повърхностно уякване проведено във вакуум част от пробните тела (с изместване 2,0 mm) са охлаждадени на въздух до стайна температура, а другата част (с изместване 2,5 и 3,0mm) интензивно до около 10°C. При закаляването чрез сканиране по повърхността охлаждането е само интензивно.

Общ вид на повърхностно уяквените пробни тела е показан на фигура 1.

За измерване на геометричните размери на получените зони и техните твърдости предварителното са подготвени макрошлифове, като за проявяването им е използван 4% разтвор на HNO_3 в етилов спирт.

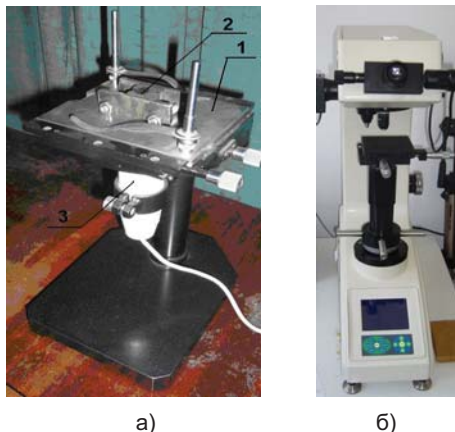
Измерването на геометричните размери на отделните зони е направено чрез приспособление (фиг. 2а) включващо стойка с масичка (поз. 1), върху която се поставя предварително подготвеният шлиф (поз. 2) и камера (поз. 3) свързана с компютър, на който чрез специализиран софтуер се наблюдават и измерват съответните размери.



Фиг. 1. Общ вид на повърхностно уякчените пробни тела

- а) многопроходно уякчени зони;
б) уякчени зони чрез сканиране;

Измерването на твърдостта на получените зони е осъществено с помощта на твърдомер "Wilson Hardness" (фиг. 2б). Измерването е по метода на Викерс, като получената твърдост автоматично се конвертира и в такава по Роквел. Използваното натоварване е 1kg, а времето за въздействие е 10s.



Фиг. 2 Общ вид на използваните технически средства за измерване на геометричните размери (а) и твърдостта (б) на получените зони

РЕЗУЛТАТИ

Външният вид, геометричните размери и средната твърдост на получените зони след многопроходно уякчаване при различните припокривания са представени в таблица 3 и на фигура 3.

Табл. 3. Геометрични размери и твърдост на получените зони при многопроходно уякчаване

	Дълбочина и твърдост на 1-ви проход		Дълбочина и твърдост на 2-ри проход		Дълбочина и твърдост на 3-ти проход		Дълбочина и твърдост на 4-ти проход		Обща ширина, mm
	Дълбочина, mm	Твърдост, HV1/HRC	Дълбочина, mm	Твърдост, HV1/HRC	Дълбочина, mm	Твърдост, HV1/HRC	Дълбочина, mm	Твърдост, HV1/HRC	
Изместване 2,0mm	0,91	936,5 (67,9)	0,9	899,7 (67,0)	0,44	930,2 (67,8)	0,51	848,5 (65,5)	9,23
Изместване 2,5mm	0,75	643,1 (57,5)	0,72	601 (55,3)	0,70	570,8 (53,6)	0,36	563,2 (53,2)	9,38
Изместване 3,0mm	0,63	628,9 (56,8)	0,63	633,6 (57,0)	0,52	623,2 (56,5)	-	-	8,57



а)



б)



в)

Фиг. 3. Външен вид на получените зони

а) при изместване 2mm;

б) при изместване 2,5mm;

в) при изместване 3mm;

Външният вид, геометричните размери и средната твърдост на получените чрез сканиране с различни честоти уякчени зони са представени на фигура 4 и в табл. 4.



а)



б)



в)



г)

Фиг. 4. Външен вид на получените чрез сканиране зони при честоти на сканиране както следва: а) 1 Hz; б) 2 Hz; в) 3 Hz; г) 4 Hz

Табл. 4 Геометрични размери и твърдост на получените чрез сканиране уячени зони

	Дълбочина, mm	Широчина, mm	Твърдост, HV1/HRC
Сканиране с 1Hz	0,3...0,69	9,88	828,9 (64,9)
Сканиране с 2Hz	0,54	9,09	750,2 (62,1)
Сканиране с 3Hz	0,64	8,23	770,8 (63)
Сканиране с 4Hz	0,8	7,18	756,8 (62,4)

ИЗВОДИ

1. Чрез използването на електродъгов разряд с кух катод във вакуум е възможно получаването на повърхностно уячени зони с големи размери. За целта могат да се използват два подхода (начина) – чрез сканиране с различна честота по повърхността на изделието с помощта на магнитна система и многопроходно чрез различни степени на припокриване.

2. При многопроходното повърхностно закаляване се наблюдава намаляване на дълбочината на отделните уячени зони с увеличаване на броя на проходите, като това зависи от степента на припокриване. Твърдостта на отделните проходи остава сравнително постоянна.

3. При закаляване чрез сканиране по повърхността на пробното тяло е налице тенденция за нарастване на дълбочината и намаляване на широчината на получените зони с увеличаване на честотата на сканиране.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Величков Г., Георгиев Г. с научни ръководители: доц. Данаил Господинов, д-р Николай Фердинандов. Повърхностно закаляване на стомани X12Ф1 и ХВГ чрез електродъгов разряд с кух катод във вакуум. СНС 15. Русе.

[2] Кемилев Н. ЛАЗЕРНА ТЕРМИЧНА ОБРАБОТКА НА НИСКОЛЕГИРАНИ ИНСТРУМЕНТАЛНИ СТОМАНИ. Научно списание „Механика, Транспорт, Комуникации“. Бр. 2. 2005г.

[3] Киров С., Иванов И. Структура и свойства на стомана Х12 след комбинирано плазмено-дъгово въздействие и повърхностна пластична деформация. Международен конгрес “Машиностроителни технологии – МТ 06”. 2006г.

[4] Михайлов И., Данев Пл. Термично обработване на металите и сплавите. Русе. 1992. 288с.

За контакти:

Петър Петров, Христомир Христов, Фунг Фонг – студенти IV курс, специалности “Машинно инженерство” и “Материалознание и технологии”, МТФ, Русенски университет “А. Кънчев”.

Доц. д-р инж. Данаил Господинов, Катедра “Материалознание и технология на материалите”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 206, e-mail: dgospodinov@uni-ruse.bg

Гл. ас. д-р инж. Николай Фердинандов, Катедра “Материалознание и технология на материалите”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 206, e-mail: nferdinandov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.

Разработване на мобилен робот за сумо битки тип LEGO

автор: Станислав Дерменжи

научен ръководител: инж. Чавдар Костадинов

Development of mobile robot for sumo fights type LE.

Abstract: The submitted article the robot is an original positioning system and is designed to lead sumo battles. The mobile platform consists of a chassis, which is driven by two chains with independent drive of each of them. Used two sensors: light and ultrasonic. In sumo battles solve two problems: 1. not to leave the ring - by using the light sensor; 2. To find the enemy and be pushed out of the ring - by using the ultrasonic sensor located in the front of the robot.

Key words: robot, LEGO education system, ultrasonic sensor, sumo battle, light sensor.

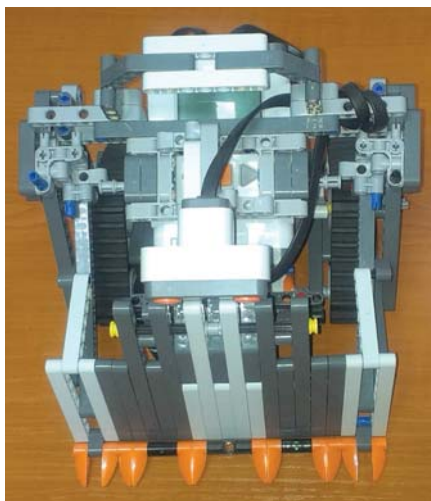
ВЪВЕДЕНИЕ

Откакто през 1998 година LEGO Group създава серията LEGO MINDSTORMS NXT, тя се превръща в най продавания продукт в историята на LEGO Group. LEGO MINDSTORMS NXT прави възможно създаването и програмирането на функциониращи роботи и механизми и в домашни условия.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Представеният мобилен робот има оригинална манипулационна система и е предназначен да води сумо битки. Мобилната платформа се състои от шаси, което се задвижва от две вериги с независимо задвижване на всяка от тях. При сумо битките се решават две задачи:

1. да не се напуска ринга – с помощта на светлинен сензор;
2. да се открие противника и да се избута от ринга – с помощта на ултразвуков сензор, разположен в предната част на робота.

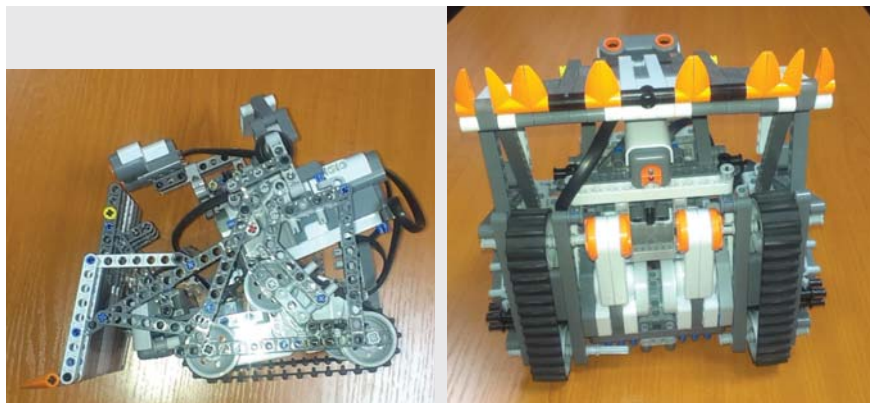


Фиг. 1. Робот за ЛЕГО сумо

Формулираните по-горе задачи са решени чрез създаването на конструкция на робота, базирана на шаси задвижвано от две вериги и ултразвуков сензор (фиг. 1).

Задвижването на веригите става чрез задвижване директно от моторите (фиг. 2.б). Това е необходимо, за да се осигури бързото придвижване на робота. И

достатъчно голям въртящ момент, необходим при директно противопоставяне по време на сумо битки. Управляващият блок е разположен отгоре, хоризонтално на робота (фиг. 2.а). Сензорът за светлина е разположен в предната част на робота зад щита, ултразвуковият сензор е разположен над него, за да се осигури максимална възможност за засичане на противниковия робот.



а) б)
Фиг. 2. Общ изглед на робота за ЛЕГО сумо

За участието на робота и в други категории може да се използва и сензор за следене на линия на фирмата Mindsensors.

Ултразвуковият сензор (фиг. 3.а) е разположен в предната част на робота и осигурява откриването на противниковия робот.

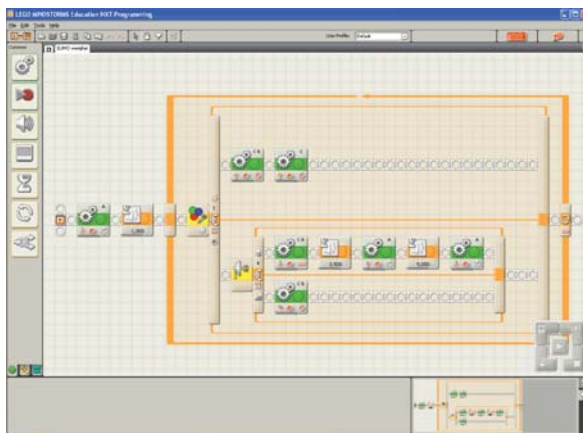
Сензорът за следене на линия (фиг. 3.б) е цифров и осигурява движението на робота по линия, която трябва да е черна на бял фон с дебелина най-малко 1 см. В нашия случай се следи дохиото, което е черен кръг с диаметър 74.5 см, който има бяла ивица с ширина 2.5 см в края си. Роботът не трябва да напуска дохиото.



а) б)
Фиг. 3. Сензори на робота

Програмирането на роботите LEGO Mindstorms се извършва на специален графичен език за програмиране „Mindstorms NXT-G“, който съчетава стандартни програмни примитиви (променливи, конструкции за управление, цикли, паралелност и други) с API за вход от сензорите на робота (разпознаване на цветове, разстояние, звукови сигнали и други) и управление на изходната периферия (звук, светлини и други). Програмирането се осъществява, чрез модул

на Labview за програмиране на MINDSTORMS NXT. Labview е продукт на National Instruments [2]. Специално за Lego са създадени възможности за визуално конфигуриране и управление на NXT с помощта на джойстик или клавиатура. Дава възможност за графично конфигуриране и тестване на моторни и сензорни връзки. Осигурява лесен достъп и анализиране на данните събрани от NXT блока.



Фиг. 4. Програма за управление на робота за ЛЕГО сумо

Програмата може да се адаптира и за метода First Right, който работи по аналогичен начин, но първо проверява вдясно, а после вляво.

За другите категории в състезанията с роботи е необходимо да се използва други подходящи за решаването им програми.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С използването на LEGO MINDSTORMS NXT 2.0 от замисъла на конструкцията на робота до самото му реализиране пътят е много кратък в сравнение с други платформи за роботи.

Друго предимство на комплектите LEGO е по-лесното програмиране, поради опростения начин за програмиране на NXT блока, който работи със сервомоторите и сензорите.

Представеният модел на мобилен сумо робот позволява участие в сумо битки.

ЛИТЕРАТУРА

[1] NXT User guide LEGO Mindstorms education, The LEGO Group, 2006.

[2] <http://www.lego.com/en-us>

За контакти:

Станислав Дерменжи, спец. ИИ, Катедра TMMPM, Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 683,

Инж. Чавдар Костадинов, Катедра TMMPM, Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 742, e-mail: chkostadinov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.



РУ "АНГЕЛ КЪНЧЕВ"
Atlas Copco - Русе



ГРАМОТА

Награждава се студентът

СТАНИСЛАВ ДЕРМЕНЖИ

за участие в
СТУДЕНТСКА НАУЧНА СЕСИЯ 2016

организирана от
МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧНИЯ ФАКУЛТЕТ

с любезното съдействие на
Фирма „Atlas Copco” - Русе

класиран на **ТРЕТО** място
за доклада

**„РАЗРАБОТВАНЕ НА МОБИЛЕН РОБОТ ЗА
СУМО БИТКИ ТИП ЛЕГО“**

Научен ръководител: инж. Чавдар Костадинов

12. 05. 2016 г.
гр. Русе

ДЕКАН:
/проф. д-р Бранко Сотиров/

Разработване и изследване на Терморобот

автор: Теодор Донев

научен ръководител: инж. Чавдар Костадинов

Development and testing of Thermo Robot

Abstract: The paper is presented the development of the construction of Thermo Robot. it involves the enforcement of its main task, namely measuring the temperature of an object in liquid or gaseous form. The developed Thermo Robot can be used to measure the temperature of objects at a temperature in the range between -20 °C to + 120 °C.

Key words: robot, LEGO education system, temperature sensor, data logging.

ВЪВЕДЕНИЕ

През 1998г. фирма ЛЕГО пуска на пазара серията Mindstorms, която представлява комплект за сглобяване и програмиране на роботи. Към момента това е най-продаваната им серия. За образователни цели това е най-добрата платформа предвид възможността да се конструират и програмират множество по вид и предназначение конструкции роботи и механизми.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Разработването на конструкцията на Терморобота е свързано с осигуряване на изпълнението на основната му задача, а именно измерване на температура на обект. Предварително той трябва да намери обекта, да се придвижи до него, да измери температурата му, като тя може да се изписва на дисплея на управляващото устройство на робота, или да се запомня във временен файл на компютъра, към който е свързан робота. След което той трябва да се отдалечи от обекта.

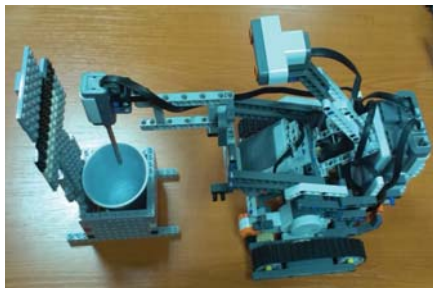
За създаването на робота се използва образователната платформа на фирма ЛЕГО. Нейните възможности са свързани с използването до 4 сензора и 3 сервомотора [1].



Фиг. 1. Терморобот

Формулираният по-горе проблем е решен чрез създаването на конструкция на робота, базирана на шаси задвижвано от две вериги и модул за придвижване на температурния сензор. За намиране на обекта, цел на изследването се използва ултразвуков сензор, разположен най-отгоре на робота (фиг. 1).

Задвижването на веригите става чрез два сервомотора, които посредством понижаваща предавка ги задвижват. За задвижването на температурния сензор се използва шарнирен четиризвенник, който осигурява движение на сензора по една вертикална линия. Управляващият блок е разположен отзад, вертикално на робота.



а)



б)



в)

Фиг. 2. Конструкции на Терморобота

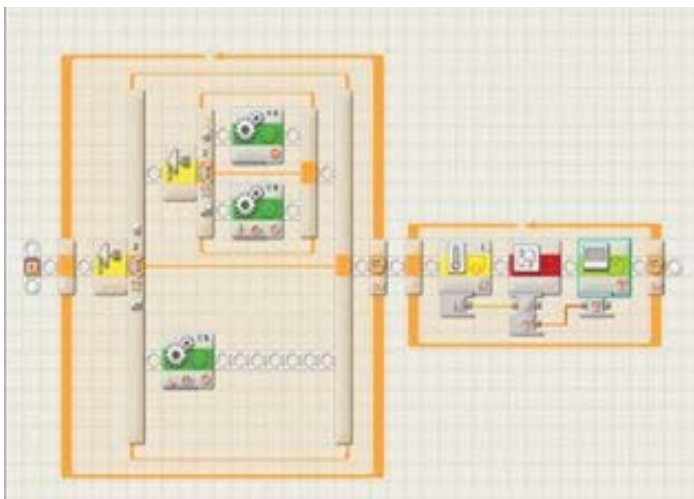
На фиг. 2 са представени двете версии на конструкцията на робота. Задачата, която се решава с този робот е една и съща. На фиг. 2.а. е показана първата конструкция, която поради своята особеност, а именно модула за движение на температурния сензор има разположен ултразвуков сензор много високо, което изисква да има специално пригодно за целта устройство на приспособлението за задържане на обекта. То трябва да има широка част високо, за да може да бъде видян от робота.

На фиг. 2 б и 2 в са показани втората версия на конструкцията на робота, при която са отстранени тези недостатъци като ултразвуковият сензор е разположен най-близо до основата на робота. Поради тази особеност не се изисква специално устройство на приспособлението за задържане на обекта.

Сензорът за температура е цифров сензор захранван от устройството за управление NXT. Служи за измерване на температура по две скали – Целзий: -20°C до $+120^{\circ}\text{C}$ и Фаренхайт: -4°F до $+248^{\circ}\text{F}$. Точността на измерване е $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. В него е вградена интегрална схема на Texas Instruments TMP275, която използва интерфейса I^2C . Той е подходящ за различни измервания на температура както с помощта на компютър, така също и за измервания от различни устройства.

Температурният сензор измерва температура чрез непосредствен контакт с обекта, като за целта е необходимо да бъде докоснат с неговият накрайник. Отчитането на температурата се настройва предварително за каква продължителност в секунди и за брой отчитания за секунда. Като измерените стойности се запаметят във временен текстов файл.

На фиг. 3 е представена програмата за управление на терморобота за непосредствено показване на дисплея на измерената температура [2]. В първата част на програмата е зададено търсенето на обекта, а във втората част е самото измерване и изписване на екрана на дисплея.



Фиг. 3. Програма за управление на Терморобот

При използване на програмата за запис на измерените резултати от изследването на температура на обект или така наречения data logging се задават предварително параметрите на измерването: време за измерване, брой отчитания за секунда и вид на скалата за отчитане.

Когато завърши позиционирането на самоходното шаси започва отчитането и записването на измерената температура. Показани са две измервания: след основното измерване, при изстиване на водата до температурата на околната среда – серия 1, в контакт с топлата вода, регистрира се температурата на водата – серия 2.



Фиг. 4. Графика на изменение на температурата на топла вода

След като завърши записването на измерените стойности следва да се запомни временният файл. За получаване на графиките може да се използва Excel. Записаният текстов файл се отваря с Excel и се построява диаграмата за изменението на температурата (фиг. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практическото използване на създадения програмен модел в упражненията по Разработеният Терморобот може да се използва за измерване на температура на обекти в течно или газообразно състояние и температура в диапазона между -20°C до +120°C.

ЛИТЕРАТУРА

[1] NXT User guide LEGO Mindstorms education, The LEGO Group, 2006.

[2] Programming LEGO NXT Robots using NXC, the LEGO Users Group Network, 2007.

За контакти:

Теодор Донеv, Катедра ТММРМ, Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 683, e-mail: teodor_donev@abv.bg

Инж. Чавдар Костадинов, Катедра ТММРМ, Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 742, e-mail: chkostadinov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.

Студентски клуб Роботика Русе

автор: Теодор Донев

научен ръководител: инж. Чавдар Костадинов

Student's club Robotics Ruse

Abstract: The paper presents the development of the Robotics Club from the moment of its foundation to the present day. Presented are some moments competitions and events that have left a lasting impression on participants. They have won many cups and medals over the years, as well as students from the club participated in other events in the work of other clubs.

Key words: robots, championships, tournaments.

ВЪВЕДЕНИЕ

Клубът е създаден на 01.04.2013г като „Студентски клуб Роботика“ от студенти от следните факултети на Русенския университет: Машинно-технологичен, Електротехника, електроника и автоматика и Аграрно-индустриален. Приет е основния документ на клуба – Правилник за устройството и дейността на Студентски клуб Роботика на РУ „Ангел Кънчев“ [1], в съответствие с нормативните документи на Русенски университет „Ангел Кънчев“.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Първото събитие, на което студенти от клуба взеха участие беше „Ден на Роботиката 2013“ на ТУ София, който се проведе на 6.04.2013г.



Фиг. 1. Моменти от състезанията в София 2013

Състезанията с роботи бяха в 4 категории, като студентите от клуба завоюваха медали в три от тях, а именно: първо и второ място в Следене на Линия и Мини сумо и трето място в свободния стил (фиг. 1).



Фиг. 2. Моменти от Новините на БНТ 2 от 15.11.2013

През 2013 година се проведоха още няколко състезания с роботи, на които студентите от клуба се представиха отлично [2] и завоюваха много медали и купи.

Освен това те взеха участие и в Студентската научна сесия на университета и в Третата Научна конференция и изложба „РОБОТИКА И ИНТЕЛИГЕНТНИ СИСТЕМИ 2013“, организирана от Института по Системно инженерство и роботика към БАН, провела се в София на 29.11.2013г. (фиг. 2).

Равносметката от представянето на клуба за 2013 година е показана в табл. 1.

Таблица 1

Събитие	1 място		2 място		3 място		общо		
 Ден на Роботиката 2013, ТУ София, 6.04.2013г.	Следене на Линия		Следене на Линия		Свободен стил		1 място	2	
	Мини Сумо		Мини Сумо				2 място	2	
							3 място	1	
							Общо	5	
 Студентска научна сесия РУ „Ангел Кънчев“, Русе, .май.2013г.	 МАШИНО ТЕХНОЛОГИЧЕН ФАКУЛТЕТ РУСЕ								
	5				3				
								Общо	8
 София, 9.11.2013г.	Следене на Линия		Следене на Линия				1 място	2	
	Супер Линия		Мини Сумо		Мини Сумо		2 място	4	
			Лабиринт по Линия				3 място	1	
			Свободен стил						
							Общо	7	
 Трета НКИ „РОБОТИКА И ИНТЕЛИГЕНТНИ СИСТЕМИ 2013“, София, 29.11.2013г.	Участие в работата по секции с 2 доклада и в изложбата на работи								
 Седмица на роботиката 2013, ТУ Варна, 5.12.2013г.	Следене на Линия		Следене на Линия				1 място	1	
			Лабиринт по Линия				2 място	3	
			Свободен стил				3 място	-	
							Общо	4	
							отборно	2	
Общо за 2013 г. 5 купи и 16 медала									

През 2014 година клубът участва в няколко събития и се представи отлично. Равносметката от представянето на клуба за 2014 г. (фиг. 3) е показана в табл. 2.

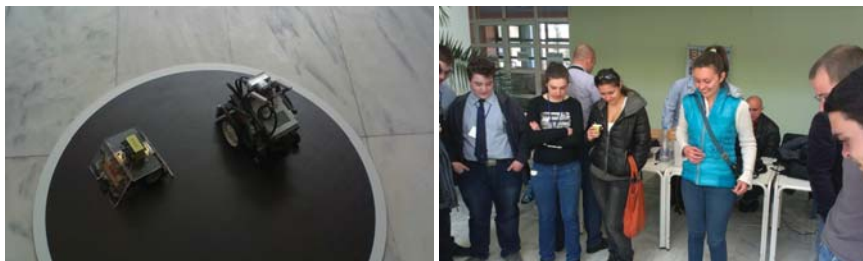


Фиг. 3. Моменти от 2014 г.

За първи път в Русе се организираха „Празници на роботиката и мехатрониката 2014“, които се проведоха в Канев център Русенски университет „Ангел Кънчев“ на 26-27.05.2014г. През първия ден се проведе семинар, на който се изнесоха доклади, а през втория се проведоха състезания в 10 категории. С помощта на клуба бяха сформирани и ученически отбори на училища от Русе и Разград, които се състезаваха отделно в 3 категории.

Таблица 2

Събитие	1 място	2 място	3 място	общо	
 Ден на Роботиката 2014, ТУ София, 24.03.2014г.	Следене на Линия 3Pi	Софтуерен лабиринт	Следене на Линия	1 място	2
	Сумо 10/10	Сумо 10x10		2 място	5
		Сумо 15x15		3 място	1
		3D лабиринт			
		Танкове			
	Общо				8
 Празници на роботиката и мехатрониката 2014, Русенски университет „Ангел Кънчев“, Русе, 26-27.05.2014г.	2D лабиринт	2D лабиринт	2D лабиринт	Общо	
	Сумо 15x15	3D лабиринт	Сумо Лего	1 място	5
	Сумо Лего	Сумо 10x10	Скоростна отсечка	2 място	6
	Следене на Линия	Следене на Линия		3 място	3
	Балансиращи роботи	Свободен стил			
		Балансиращи роботи			
 София, 29.11.2014г.	-	-	-	Общо	
	Отборно 1 място				
 Ден на роботиката 2014, ТУ Варна, 12.12.2014г.		Свободен стил	3D Лабиринт	общо	
			Сумо 15*15	1 място	-
				2 място	1
				3 място	2
				Общо	3
	Общо за 2014 година 2 купи и 25 медала				



Фиг. 4. Моменти от 2015 година

През 2015 година клуба участва в няколко събития и се представи по традиция отлично (фиг. 4). За първи път клубът се представи в „Нощ на учените 2015“, организирана от Русенския университет. Равносметката от представянето на клуба за 2015 година е показана в табл. 3.

Таблица 3

Събитие	Място и дата	1 място	2 място	3 място
„Аз инженерът 2015“	11.03.2015г. Интер Експо Център София	-	-	-
"Дни на роботиката – 2015" на ТУ София	30 и 31.03.2015г. в ТУ София	Сумо 15х15	Свободен стил	-
		отборно ВТОРО място		
„Празници на роботиката 2015" на РУ "Ангел Кънчев"	2.06.2015г. РУ "Ангел Кънчев"	-	Сумо 15х15	Следене на линия
„Нощ на учените 2015" в РУ "Ангел Кънчев"	25.09.2015г. РУ "Ангел Кънчев"	Презентация на клуба, успехите му и няколко разработки. Демонстрация на сумо битка с 3 робота.		
"Роболига – 2015"	14.11.2015г. Интер Експо Център София	-	-	-
"Ден на Роботиката 2015" на ТУ Варна	11.12.2015г. ТУ Варна	Сумо 15х15	-	Сумо 15х15
				Мини сумо
Общо за 2015 година 1 купа и 7 медала				

Представянето на клуба през 2016 година започна с участие в „Аз, инженерът 2016“, където се представи отлично (фиг. 5) като завоюва първото място в състезанията с роботи за студенти. След това студентите от клуба участваха в организирания от ТУ София „Дни на роботиката 2016“ (фиг. 6).



Фиг. 5. Моменти от „Аз, инженерът 2016“



Фиг. 6. Моменти от „Дни на роботиката 2016“ на ТУ София

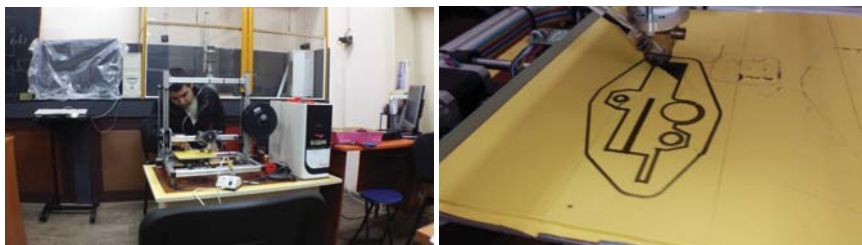
Равносметката от представянето на клуба за 2016 година е показана в табл. 4.

Таблица 4

Събитие	Място и дата	1 място	2 място	3 място
„Аз инженерът 2016“	11.03.2016г. Интер Експо Център София	Михаил Маркопулос и Красен Димитров	-	-
"Дни на роботиката – 2016" на ТУ София	4 и 51.04.2016г. в ТУ София	Сумо 10x10	Линия за готови платформи	3D лабиринт
		Свободен стил		Линия за готови платформи
		Следене на линия		Свободен стил
		отборно ПЪРВО място		
„Празници на роботиката 2016“ на РУ "Ангел Кънчев"	6.06.2016г. РУ "Ангел Кънчев"	Следене на линия ЛЕГО	Следене на линия ЛЕГО	Следене на линия ЛЕГО
		ЛЕГО Сумо	ЛЕГО Сумо	ЛЕГО Сумо
		3D лабиринт	Свободен стил	Свободен стил
		Bluetooth race		
		отборно ПЪРВО място		

Общо за 2016 година до този момент са спечелени: 2 купа, 8 златни медала, 4 сребърни медала и 6 бронзови медала и отборно 2 Първи места.

Съвместна работа с други клубове (фиг. 7).



Фиг. 7. Моменти от работата в клуба по 3D принтери

Студентите от клуб Роботика участваха с щанд на проведеното на 13.05.2016 г. Първо Иновативно Младежко ЕКСПО в рамките на XVIII Русенско изложение на РУ „Ангел Кънчев“. На него бяха представени постиженията на клуба за последните три години. Показани бяха роботите, с които беше спечелена отборната надпревара на проведените в ТУ София състезания с роботи в рамките на Дни на роботиката 2016.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Студентски клуб Роботика се представя достойно на организираниите в България събития, свързани със състезания и семинари по роботика и автоматизирани системи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Правилник за устройството и дейността на Студентски клуб Роботика на РУ „Ангел Кънчев“, Русе, 2013.
[2] <http://archive.bnt.bg/bg/productions/140/edition/36299/>

За контакти:

Теодор Донеv, Катедра ТММРМ, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 683, e-mail: teodor_donev@abv.bg

Инж. Чавдар Костадинов, Катедра ТММРМ, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 742, e-mail: chkostadinov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.

Методи за формообразуване на резби и червяци с големи стъпки и дължини

автор: Георги Владимир Демирев
научен ръководител: доц. д-р Александър Иванов

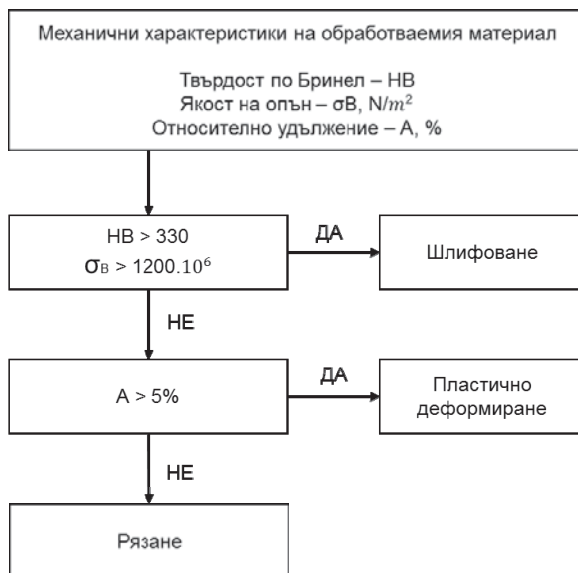
Methods for shaping threads and helical surfaces with large pitches and lengths

Abstract: The paper presents the basic methods of shaping thread as more fully examined methods for shaping threads and helical surfaces with large pitches and lengths by cutting.

Key words: thread shaping, threading, warm cutting, thread milling, warm milling.

ВЪВЕДЕНИЕ

Формирането на резби се осъществява чрез *стружкоотнемане*, чрез *пластично деформиране* на обработваемия материал в ненагрято състояние и при *първичното формообразуване* на детайлите. Основни и най-разпространени са първите два метода. Изборът им зависи преди всичко от механичните характеристики на обработваемия материал, като възможността за използване на една или друга група методи за формообразуване може да бъде определяна според алгоритъма представен на фиг. 1. Третия метод осигурява формирането на резбови повърхнини или част от тях чрез леене, пресоване и други. Точността на формираните резбови повърхнини е ниска.



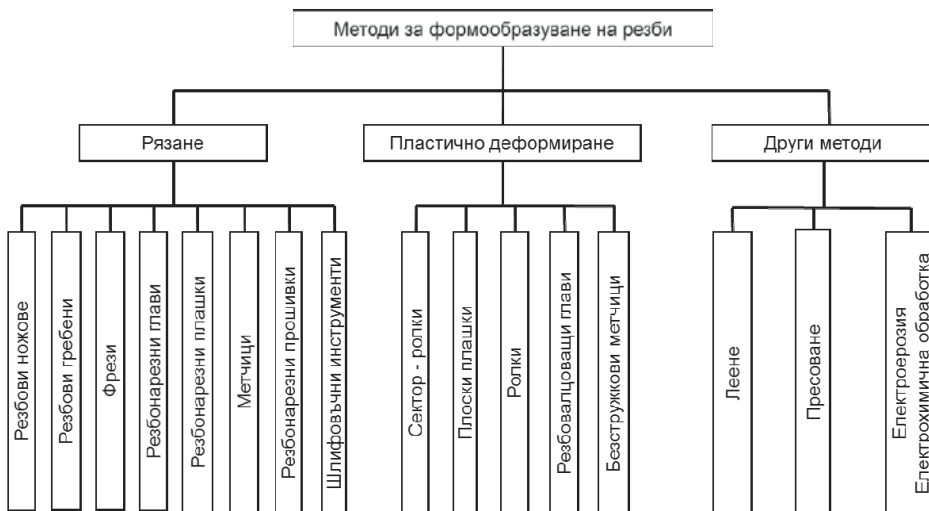
Фиг. 1. Схема за избор на метод на формообразуване [3]

При формиране на резбови повърхнини в особено твърди метали както топлоустойчиви и магнитни стомани, твърди сплави, полупроводникови материали, феритни и други материали, при които е особено трудно или невъзможно

използването на изброените методи, се използват електрофизични, електрохимични и ултразвукови методи за обработка.

Изборът на екипировка за реализиране на определен метод за резбоформиране зависи от обема на производството, от конструктивните особености на детайлите и винтовите повърхнини, от точността и грапавостта на резбовите повърхнини, от наличното оборудване и ефективността на реализирания технологичен процес.

МЕТОДИ ЗА ФОРМООБРАЗУВАНЕ НА РЕЗБИ

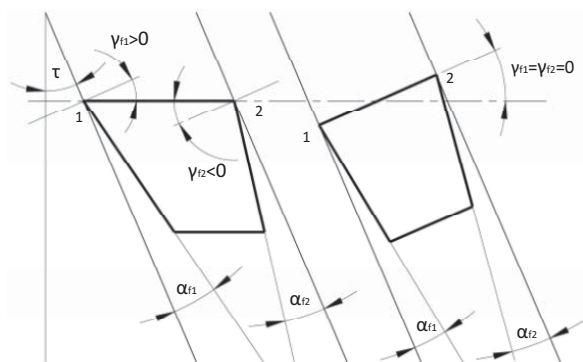


Фиг. 2. Методи за формообразуване на резби [3]

Предварителното нарязване на червяците е трудоемък процес. В специализираната литература са приведени редица методи (фиг. 2), всеки от които намира приложение при конкретни технологични условия и има определени предимства и недостатъци.

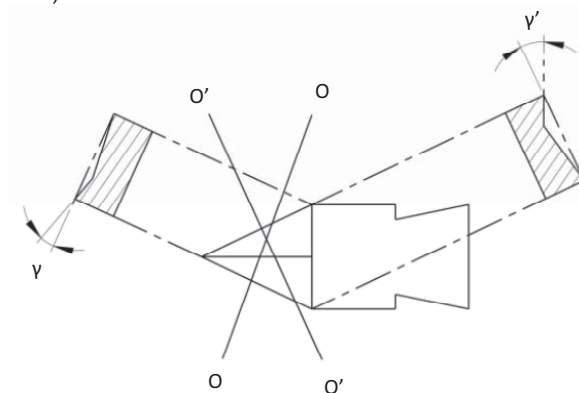
ОСНОВНИ МЕТОДИ ЗА ФОРМООБРАЗУВАНЕ НА РЕЗБИ ЧРЕЗ РЯЗАНЕ

Най-разпространеният метод - многопроходното струговане - се реализира най-често на стругове с ЦПУ. Въпреки че се осъществява при автоматичен цикъл, производителността е ниска. При нарязване на винтови повърхнини с ъгли на подем до 3 или 4 градуса, ножът се установява така, че предната повърхнина на ножа да е успоредна на оста на заготовката. При по-големи стойности на този ъгъл и особено при нарязване на трапецовидни резби, е необходимо предната повърхнина на ножа да е перпендикулярна на навивките на винтовата повърхнина (фиг. 3).



Фиг. 3. Схема на разположение на предната повърхнина на резбови ножове

В първия случай предните ъгли за лявата страна са положителни, а за дясната отрицателни. Във втория случай предните ъгли и за двете страни са с нулеви стойности. В тези случаи за получаване на точен профил на резбата е необходимо профилиране на инструмента. Положителни предни ъгли и на двата режещи ръба могат да се гарантират чрез оформяне на специална предна повърхнина (фиг. 4).



Фиг. 4. Призматичен нож с предна повърхнина осигуряваща положителни предни ъгли

За нарязване на винтови повърхнини на машини с ЦПУ, се използват ножове с непрезаточваеми твърдосплавни пластини (фиг. 5). В повечето случаи страничните режещи ръбове на пластините са праволинейни, а профилният им ъгъл е по-малък от профилния ъгъл на нарязваната резба.

При избор на такива режещи пластини е нужно са отчитат:

- Видът на резбата;
- Стъпката на резбата;
- Ъгълът на подем на винтовата линия на средния диаметър на резбата.



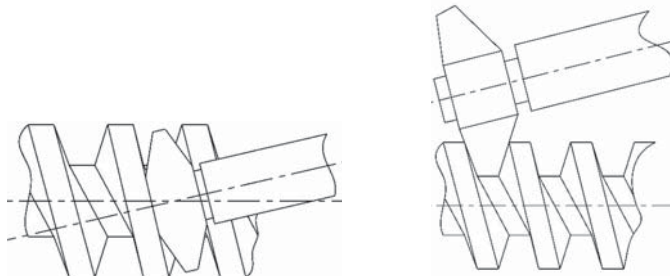
Фиг. 5. Непрезаточваеми пластини на фирмата Sandvik Coromant и профил на режещите им ръбове

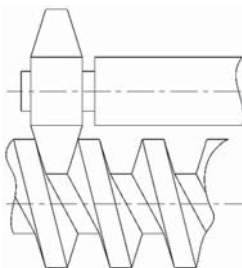
Формирането на винтовите повърхнини с ножове се осъществява при въртливо движение на заготовката и съгласувано с него осово преместване на ножа, равно на хода на резбата. Изрязването на прибавката се осъществява чрез радиално подаване (профилна схема), ъглово подаване (генераторна схема) или комбинирано на всеки проход (фиг. 6). Профилната схема се използва при нарязване на винтови повърхнини със стъпки $P < 2.5 \text{ mm}$. За по-големи стъпки се предпочита комбинираната схема. Броят на проходите, необходими за пълното формиране на профила на резбата, зависи от стъпката на резбата, от обработваемия материал и от материала на режещата част на инструмента.



Фиг. 6. Схема на изрязване на прибавката с резбови ножове

Фрезоването на червяци с многозъбови дискови фрези се прилага най-често за предварително обработване на червяци с големи стъпки и дължини над 100 mm. Изпълнява се на фрезови машини [10]. Използват се специални дискови фрези с острозаточени зъби, оформени така, че всеки зъб е с върхов и с един страничен режещ ръб (фиг. 7).



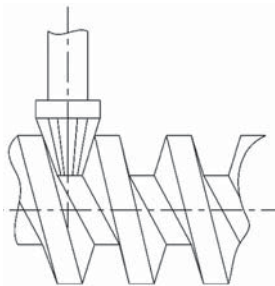


Фиг. 7. Схема на ориентиране на дискови фрези спрямо заготовката

Така се осигурява по-голям брой едновременно режещи зъби и по-голяма дебелина на срязвания слой за страничните ръбове, което повишава равномерността на фрезование и понижава специфичната сила на рязане.

За предварително и окончателно нарязване на червяци с големи размери при модул $m=10\div50$ се използват и палцеви фрези (фиг. 8). При предварително нарязване зъбите са с праволинеен профил, а при окончателно нарязване профила на фрезата съответства на профила на междузъбието [5, 6].

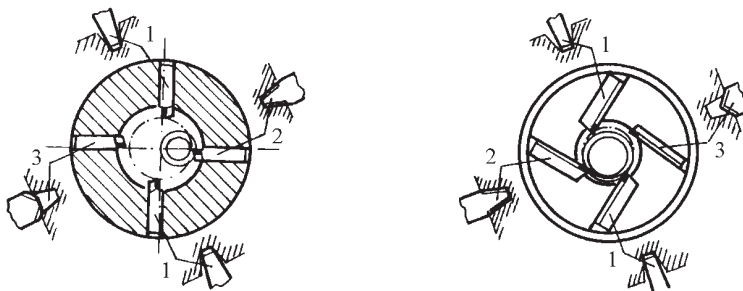
За гарантиране на рационални задни ъгли затиловането е ъглово под ъгъл $\tau=15^\circ$. Броят на зъбите $z=4\div8$, а диаметралните им размери зависят от параметрите на междузъбието. Методът е с ниска производителност, а след претачването им се променят параметрите на червяка.



Фиг. 8. Схема на фрезование с палцова фреза

Скоростта на рязане и на двата метода на фрезование е в диапазона $V=15\text{--}30\text{ m/min}$.

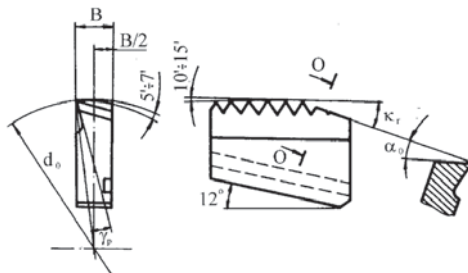
Вихровото фрезование на червяци, е високопроизводителен метод [7], реализиращ се при скорости на рязане в диапазона $V=120\text{--}180\text{ m/min}$ със специални приспособления на универсални стругове (фиг. 9) [8]. Използва се специална инструментална екипировка - многоножови глави, работещи с вътрешно и външно докосване [9]. Вторият вариант се реализира с по-технологични решения, но процесът на рязане не е плавен и обработваната повърхнина се получава с по-висока грапавост. Ефективно вихрово фрезование се извършва и на специализираните машини на фирмата „Валдрих Кобург“.



Фиг. 9. Схема на радиално и тангенциално разположение на ножовете при глави за вихрово нарязване на външни резби

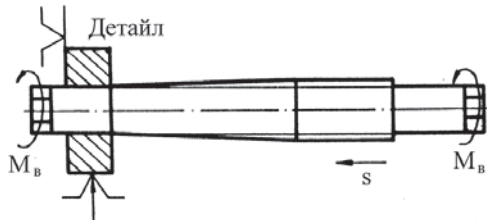
Резбонарезните гребени (фиг. 10) са многозъбови инструменти. Използват се за формиране както на външни, така и на вътрешни едноходови и многоходови резби на един проход.

Основен момент при използването на резбонарезни гребени е прилагането им само при нарязване на резби с малки стъпки.



Фиг. 10. Резбонарезен гребен

Резбовите прошивки се използват за нарязване на вътрешни резби в светли отвори. Те се изграждат от две захващащи части, режеща и калибруваща част. Зъбите на режещата част са с различна височина и степенно профилирани това предопределя груповата схема на изрязване на прибавката. Режещите зъби са стилизовани (фиг. 11). Този тип инструменти са скъпи и изискват използването на специализирано оборудване.



Фиг. 11. Резбонарезна прошивка

ИЗВОДИ

На база на представеното до тук в публикацията могат да се направят и следните обобщения и изводи:

1. Съществуват три основни групи методи за формообразуване на резби: чрез стружкоотнемане; пластична деформация и методи от групата на първичното формообразуване;

2. При формообразуване на винтови повърхнини чрез струговане и фрезозане е възможно реализирането на резби както с малки, така и с големи стъпки и дължини;

3. За нарязване на резби и червяци с големи стъпки се използват основно многопроходно струговане, вихрови глави, дискови и палчеви фрези;

4. При нужда от подобряване условията на рязане, се налага допълнително профилиране на фрезите, резбонарезните ножове, резбонарезните твърдосплавни пластини;

5. Често при формообразуването на резби чрез рязане се използва скъпо струващо специализирано оборудване.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Иванов В., Ал. Иванов. Профилиране на челно-цилиндрични фрези за фрезозане на червяци чрез използване на CAD системи. В: Сборник научни трудове, том 46, серия 1, "Машиностроителни науки", Русе, стр. 189-195, 2007.

[2] Карцев С.П. Инструмент для изготовления резьб. М.,Машиностроение, 1955.

[3] Иванов В., Режещи инструменти. Русе 1998

[4] Събчев П., Металорежещи инструменти. Техника, София 1982

[5] Иванов В., Ал. Иванов. Профилиране на резбообразуващи инструменти, Русе 2012

[6] Иванов В., Ал. Иванов. Профилиране на палчеви фрези за формообразуване на винтови повърхнини. В: Сборник научни трудове, том 49, серия 2, "Машиностроителни технологии и механика", Русе, 2010, стр. 103-107, ISBN 1311-3321

[7] <https://www.youtube.com/watch?v=PGXYeEsavY0&feature=youtu.be&t=5m50s>

[8] <https://www.youtube.com/watch?v=MUiCrP9ECuk>

[9] <https://www.youtube.com/watch?v=PhUzR552C4g>

[10] https://www.youtube.com/watch?v=L7i_QDehseg

За контакти:

Георги Владимиров Демирев, Факултет „Машинно-технологичен“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, e-mail: demirev.georgi@gmail.com

Докладът е рецензиран.

Златните порти – симфония от стомана

автори: Росица Стоянова, Антоана Босева, Биргюл Бекирова
Научен ръководител: гл. ас. д-р Мария Николова

The Golden Gate – Symphony of Steel

Abstract: *The Golden Gate Bridge, that brings the communities of San Francisco and Marin counties closer together, is probable one of the most famous and beautiful bridges in the world. A review of the history, conception and construction of the Golden Gate Bridge, heralded as one of the top ten constructions, is assessed in the present study.*

Key words: *Golden Gate Bridge, history, construction, design, technical data*

ВЪВЕДЕНИЕ

Голдън Гейт или в превод мостът “Златна порта” е от типа висящ мост, който свързва северната част на полуострова Сан Франциско с окръг Мерин (Marin County). Грандиозната структура е изградена над пролива Голдън Гейт, който отделя Санфранциския залив от Тихия океан.

Голдън Гейт Бридж (Golden Gate Bridge) е ненадминато за времето си творение на инженерния гений и не случайно е считан за едно от чудесата на света, сътворени от човешка ръка. Според изданието „Форбс Травелър“ мостът Голдън Гейт наистина заслужава първото място в света сред най-величествените мостове, като задминава шедьоври като Тауър Бридж и Лондон Бридж в английската столица.

ИСТОРИЯ

Идеята за моста не е нова, предложението, което в крайна сметка се смята като начало, е направено през 1916 г. в статия на San Francisco Bulletin от бившия студент-машиностроител Джеймс Уилкинс. Градският архитект на Сан Франциско изчислява цена от \$ 100 млн. като непрактична за времето, както и отправя въпрос до специалистите дали може да бъде построен за по-малко.

На 28 юни 1921 г. един млад инженер изпраща своя проект за съоръжение, състоящо се от две масивни конзоли от двете страни на пролива, свързани с един централен окачен сегмент, а разходите за построяването му възлизат на 27 млн. щатски долара. С известни условности и промени властите одобряват вариант е висящ мост, проектиран от Джоузеф Штраус (Joseph Strauss). Строежът започва на 5 януари 1933 г. - повече от десет години от публикуването на първоначалните планове за моста.



Фиг.1. Протоктът Голдън гейт

На 5 януари 1933 г. започва строежът на един от символите на Америка и най-вече на тихоокеанското й крайбрежие – мостът Голдън гейт в Сан Франциско.

До изграждането му протоктът Голдън гейт, свързващ залива на Сан

Франциско с Тихия океан, се пресича с фериботи (фиг. 1). Името му е дадено от инженера на града М. М. О'Шонеси. Самата структура е проектирана от Джоузеф Строс (фиг. 2), виден мостостроител, автор на над 400 съоръжения, повечето от които обаче са по-малки и разположени над сушата. Той започва да тръби за нуждата от подобен мост още през 1921 г. и му трябва над десетилетие, за да набере нужната подкрепа за започване на строежа. При дизайна и точните математически пропорции на съоръжението му помагат архитектът Ървинг Мороу и инженерите Чарлс Елис и Лиън Мойсеф. Проектът набира скорост, когато е подкрепен от полк. Хърбърт Дийкин от името на министерството на отбраната.

След създаването на специално дружество по строежа на моста през 1928 г. започва набирането на средства и през 1930 г. е натрупан първоначален капитал от 35 млн. долара. Строежът започва през 1933 г. и завършва през април 1937 г [1].

Емблематичният висящ мост над пролива Голдън Гейт в Сан Франциско е завършен през 1937 г. и остава мостът с най-голям отвор в света (1280м) до построяването на Веразено Нероуз в Ню Йорк през 1964 г (фиг. 3). Той е с обща дължина 2737 метра, височина над водата от 67 метра и широчина 27,5 метра. Golden Gate Bridge е проектиран от Джоузеф Строс, Ървинг Мороу и Чарлз Алтън Елис, а в последните пет години по него преминават по над 110 000 коли дневно. Джоузеф Строс е основен инженер, отговорен за цялостния дизайн и конструкцията на моста.



Фиг. 2. Портрет Дж. Строс



Фиг.3 Мостът в експлоатация

ПОСТРОЯВАНЕТО

Строежът на моста е започнал на 05.01.1933 г. Той има две носещи кули с тегло всяка около 44 хил. тона. Два носещи кабела минават над двете опорни кули (фиг. 4). С това количество тел във въжетата, може да се обиколи Земята три пъти. Диаметърът на всеки кабел е 924 mm с дължина 2331 m.

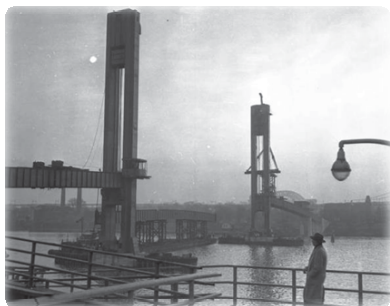


Фиг. 4. Макет - Голдън гейт

Най-високата точка на моста е 152 m над пътното платно и 227 m над морската повърхност. Общото използвано количество стомана е 83 000 тона и бетон – 297 000 m³.

Природните условия са били много неподходящи – силно течение и ограничена видимост от мъгли.

Конструкцията е проектирана да издържи порив на вятъра до 137 km/h и земетресения с магнитуд до 8.0 по Рихтер. Съоръжението, построено за по-малко от 20 години (фиг. 5 и 6), е сравнимо с новия мост над залива, който се строи на няколко километра. Предполага се, че през 2013г. след инвестиция от \$6.2 милиарда, той ще бъде готов. Това ще стане 24 години, след като земетресение в района накара властите да се разбързат за алтернативен мост, устойчив на подобно бедствие.



Фиг. 5. Етап от строежа - двете колони

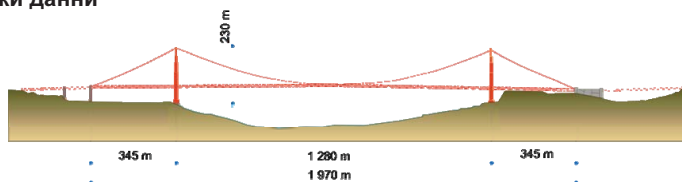


Фиг.6. Последен етап на строежа

"Голдън гейт" струва около \$1.2 млрд. в днешни цени, но истинското предизвикателство е било инженерно, а не финансово. Идеята се ражда в "лудешкото" десетилетие на 20-те години, но когато правят първата копка, страната вече е пропаднала в дълбока икономическа депресия и милиони хора отчаяно търсят работа.

"Започнат сред хиляди надежди и страхове; прокълнат от хиляди враждебни гримаси" - така главният инженер Джоузеф Строс описва моста в стихотворението, което написал по повод завършването му през 1937г. Той умира по-малко от година по-късно. Против строежа се обявяват собствениците на фериботи, както и първите еколози в страната. Мнозина инженери се съмнявали, че изобщо е възможно да се построи висящ мост над опасните води на Тихия океан. Военните се опасявали, че ако рухне или бъде взривен по време на война, ще препречи достъпа до залива на Сан Франциско [2].

Технически данни



Фиг. 7. Схема на съоръжението

Технически данни	
Конструкция	Висящ мост
Материал	Горещо валцовани конструкционни стомани (въглеродни и легирани).
Обща дължина	2737 m
Ширина	27,4 m
Височина	227 m (стълб)
Главен отвор	1280 m
Брой отвори	13
Височина на пътя	4,3 m
Височина под моста	67 m

Схема и технически харктеристики на съоръжението са дадени на фиг. 7 и табл. 1, съответно.



Фиг. 8. Сигналният цвят на моста



Фиг. 9. Панорамен изглед на конструкцията на моста

Първоначално от военоморският флот искали мостът да е боядисан в жълти и черни раета. В последствие съоръжението е покрито с антикорозионен грунд със сигнален оранжев цвят (фиг. 8), за да се предаде по-добра видимост на моста (фиг. 9). За поддръжката на съоръжението непрекъснато се грижат 13 металурга и 28 бояджии, за да се избегне корозията [3].

ПУСКАНЕ В ЕКСПЛОАТАЦИЯ

На 28. 05. 1937 г. е отворен за пешеходци. Празненствата по откриването продължават една седмица, като в първия ден от пускането му в експлоатация по него минават над 200 хил. пешеходци. Колите и товарните автомобили са пуснати на следващия ден. Отбелязването на 50-та годишнина се запомня със зловещото люлеене на моста и изравняването на централната му дъга под тежестта на 300 000 души, струпали се по него. Този път мостът ще бъде затворен за пешеходци и коли по време на фойерверките, отбелязващи кулминацията на тържествата по бреговете на залива. Годишнината е повод да се спомни и за мрачната история на моста. Около 1400 души са се самоубили, скачайки от него. Властите се опитаха да сложат край на това като обсъждат опъване от двете страни на защитни мрежи. Повод за действията им стана документалният филм "Мостът (2006) на Ерик Стийл, в който той тайно заснема над 20 скока на самоубийци [4].

ИЗВОДИ

В наши дни мостовете по света са символи от дългата поредица уникални съоръжения, плод на промишлената революция на XX век. Най-модерни в последно време са висящите и високите мостове, които олицетворяват радикалното развитие на тази индустрия. При тях се набляга на високоякостните стомани, устойчиви на опън, на стоманобетона и камъка.

В света има около 70 най-известни моста. Сред динозаврите са Голдън гейт бридж в Сан Франциско, който бе построен през 1937 г. и е висок 224 метра. Мостът в Бруклин е строен през 1983 г. и е дълъг 486 м, като за пръв път при него са изградени и отделни алеи за пешеходци, велосипедисти и автомобили. Голдън Гейт е най-фотографираният мост в света и символ на Сан Франциско.

ЛИТЕРАТУРА

[1] <http://www.obekti.bg/chovek/5-yanuari-1933-g-zapochva-stroezht-na-mosta-goldn-geyt>

[2] <http://fakti.bg/search/s/?q=%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%B4%D1%8A%D0%BD+%D0%B3%D0%B5%D0%B9%D1%82>

[3] https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%B4%D1%8A%D0%BD_%D0%93%D0%B5%D0%B9%D1%82

[4] http://pochivka.com/zabelejitelnosti/n2718060%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%B4%D1%8A%D0%BD_%D0%93%D0%B5%D0%B9%D1%82_%D0%91%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%B6

За контакти:

Росица Стайкова Стоянова, спец. МКМ, фак. № 151067,

e-mail stoqnova.rosi@abv.bg

Докладът е рецензиран.

Разработване на 4WD колесен робот за Мини сумо

автор: Владимир Плагов

научен ръководител: инж. Чавдар Костадинов

Developing 4WD wheeled robot for Mini sumo

Abstract: The article presents the design of a robot designed to participate in sumo fights in the category Mini sumo. The construction of the robot is consistent with the constraints in size and weight for this category. It has 4 wheel drive, sensor line, center distance sensor and two auxiliary sensors to detect enemy robot. The program is consistent with the unit, namely the driver for each of the four servomotors. When using the appropriate program the robot can participate in other competitions with robots.

Key words: robot, Mini sumo, infrared sensor, robot control system.

ВЪВЕДЕНИЕ

Сумо битките с роботи се извършват по строго регламентирани правила. Роботите се разделят в отделни категории по своите размери и тегло.

Извадка от правилата за битките с роботи в категория Мини сумо 10*10 [1].

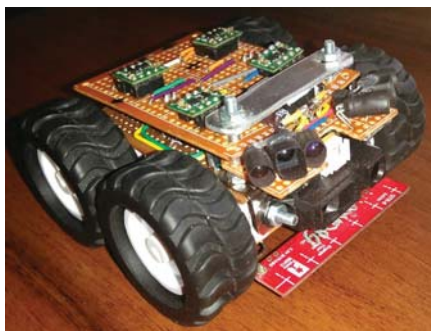
1. Изисквания към роботите

1.1 Роботът трябва да се побира в квадрат 10x10cm (ДxШ).

1.2 Теглото на робота в началото на състезанието трябва да е до 0,5 кг.

1.3 Роботът може да разширява размера си след началото на рунда, но не може да се разделя на части – трябва да запази целостта си.

1.4 Роботът трябва да е автономен.



Фиг. 1. Колесен робот 4WD за Мини сумо

2. Забрани

2.1 Забраняват се блокиращи устройства, които да объркват нормалния процес на работа на противниковите сензори.

2.2 Елементи, които могат да повредят или счупят ринга или противниковия робот.

2.3 Устройства, които съхраняват течност, прах, газ, или друга субстанция за хвърляне по опонента.

2.4 Забраняват се огнехвъргачки.

2.5 Устройства за хвърляне на предмети срещу опонента.

2.6 Лепкави субстанции за подобрене на сцеплението. Гумите и другите компоненти на робота, контактуващи с ринга, не трябва да задържат стандартен лист A4 във въздуха за повече от 2 секунди.

2.7 Устройства за увеличаване притискането към земята – като турбини или

магнити.

2.8 Прекалено остри ръбове, които могат да наранят ринга или противниковия робот. По съдийска преценка прекалено острите ръбове могат да се покрият.

ИЗЛОЖЕНИЕ

При проектирането на робота основната идея за конструкцията на робота е съобразена с модулния принцип на изграждане на конструкцията:

1. Шази (фиг. 1), на което са разположени моторите, сензора за трасето и батерията;

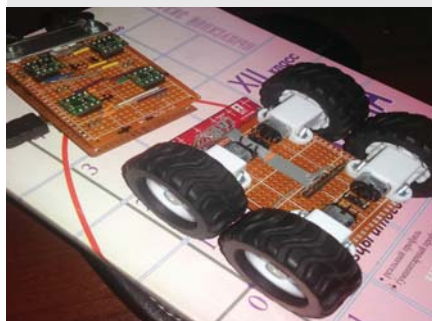
2. Платка с драйверите и основното захранване на робота (фиг. 2 а);

3. Платка със сензорите за откриване на противниковия робот:

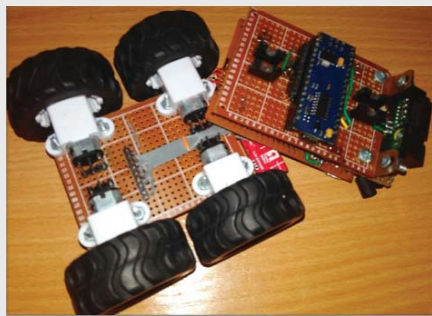
3.1. основен сензор – централно разположен (фиг. 1);

3.2. спомагателни сензори – разположени на 30^0 спрямо надлъжната ос на робота (фиг. 2 б).

Задвижването на колелата става чрез сервомотори (фиг. 2 б). Тази схема на задвижване е избрана, за да се осигури по-голям момент при движение на робота. Когато бъде открит противниковият робот е необходимо той да бъде избутан от дохиото, но такава задача стои и пред него и затова често се случва двата робота да се бутат един друг докато единият от тях не напусне терена. В такива моменти от състезанията е желателно роботът да има по-голям въртящ момент, който в предложената конструкция се осигурява от четирите задвижващи колела.



а)



б)

Фиг. 2. Общ изглед на робота за Мини сумо

На фиг. 2 а се виждат основната платка с моторите и сензора за линия и платката с драйверите (drv 8838) [2], сензора за препятствие и платката на допълнителните сензори за препятствие.

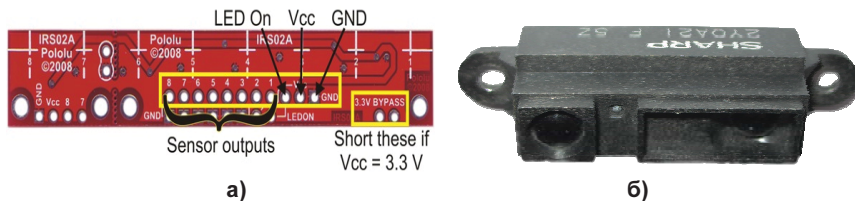
На фиг. 2 б се виждат основната платка с моторите и сензора за линия и платката с блока за управление и основния сензор за препятствие.

При сума битките се решават две задачи паралелно – да не се напуска дохиото и да се намери противника и да се избута от него.

Сензорът за следене на линия QTR-8RC Reflectance Sensor Array (фиг. 3 а) е аналогов и осигурява движението на робота по дохиото, което е черно с диаметър 74.5 см и има бяла лента по края с ширина 2.5 см. Роботът не трябва да го напуска. По такъв начин се решава първата задача. За решаването на втората се използва сензор на фирмата Sharp 2Y0A21 (фиг. 3 б).

Той е предназначен за откриване на препятствия в диапазона от 10 до 80 см. Поради сравнително тясната зона на чувствителност на този сензор се използват

два допълнителни сензора, разположени на 30° спрямо надлъжната ос на робота. По този начин се осигурява чувствителност на робота в цялата част на дохиото и се гарантира, че няма да бъде пропуснат противниковият робот.



Фиг. 3. Сензори на робота

Програмата за работа на робота е разработена за осигуряване на движението на робота по дохиото и търсене на противниковия робот. По долу е представена самата програма, тя е разработена в среда на Arduino, защото за управляващо устройство на робота се използва Arduino mini (фиг. 4).

Програма за работа на робота

```
void setup()
{
    // uncomment if necessary to correct motor directions
    //motors.flipLeftMotor(true);
    //motors.flipRightMotor(true);
    motors.setSpeeds(0, 0);
    pinMode(LED, HIGH);
    reflectanceSensors.init();
}

void loop()
{
    if (counter == 0)
    {
        waitForButtonAndCountDown();
        CalibrateSensors();
        digitalWrite(LED, HIGH);
        digitalWrite(LED, LOW);
        buzzer.playNote(NOTE_G(3), 200, 15);
        counter = 1;
    }
    if (counter == 1)
    {
        digitalWrite(LED, HIGH);
        button.waitForButton();
        //delay(4900);
        digitalWrite(LED, LOW);
        counter=2;
    }
    if (counter == 2)
    {
        unsigned int position = reflectanceSensors.readLine(sensorValues);
        if (sensorValues[0] < reflectanceSensors.calibratedMinimumOn[0])
        {
            // if left sensor detects line, reverse and turn to the right
            motors.setSpeeds(-REVERSE_SPEED, -REVERSE_SPEED);
            delay(350);
            motors.setSpeeds(TURN_SPEED, -TURN_SPEED);
            delay(200);
            motors.setSpeeds(FORWARD_SPEED, FORWARD_SPEED);
        }
    }
}
```

```
else if (sensorValues[5] < reflectanceSensors.calibratedMinimumOn[5])  
{
```



Фиг. 4. Arduino mini

За другите категории в състезанията с роботи е необходимо да се използват други програми, подходящи за решаването им.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеният Робот 4WD колесен робот за Мини сума може да решава задачата за битка с противников робот в категория Мини сума 10*10, като е осигурен по-голям въртящ момент, необходим при директната битка с противника. За участие в другите категории в състезанията с роботи е необходимо да се подготви подходяща програма, съобразена с изискванията на категорията.

ЛИТЕРАТУРА

[1] <http://robochallenge.ro/en/regulations/view/id/21>

[2] <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

За контакти:

Владимир Плагов, спец. КСТ, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 683, 0879656087.

Инж. Чавдар Костадинов, Катедра ТММРМ, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 742, e-mail: chkostadinov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.

Конструиране и програмиране на LEGO робот за 3D лабиринт

автор: Нели Маркова

научен ръководител: инж. Чавдар Костадинов

Designing and programming LEGO robots for 3D maze

Abstract: The paper presents the design of a robot designed to solve the problem of traffic maze. The program is written in the rule First Left. Developed Robot 3D maze can solve the problem of traffic maze, as is provided for mazes with predominantly left or right turns, it is also suitable for other categories racing robots.

Key words: robot, LEGO education system, ultrasonic sensor, maze solver.

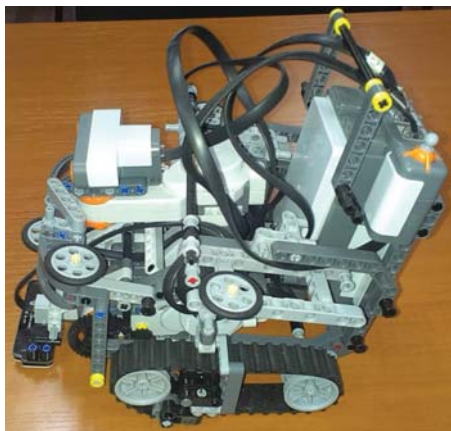
ВЪВЕДЕНИЕ

За образователни цели серията Mindstorms на фирма LEGO е най-добрата платформа поради възможността да се конструират и програмират множество по вид и предназначение конструкции механизми и роботи, след което се разглобяват и са готови за следващата група обучавани [1]. Откакто фирма ЛЕГО пуска на пазара серията си Mindstorms, може да се сглобяват и програмират роботи много по-лесно, даже и от любители. Към момента това е една от най-подходящите платформи за обучение.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Разработването на конструкцията на робота е свързано с осигуряване на изпълнението на основната му задача, тя може да се определи по следният начин:

- ▶ Роботът да има по-скоро универсална конструкция, с идеята да може да участва в повече категории;
- ▶ Да има максималният брой мотори – 3, по един за движение напред/назад, наляво/надясно и един за завъртане на ултразвуковия сензор;
- ▶ Да не се получи прекалено обемист предвид факта, че ширината на лабиринта може да се променя от 25 до 35 см;

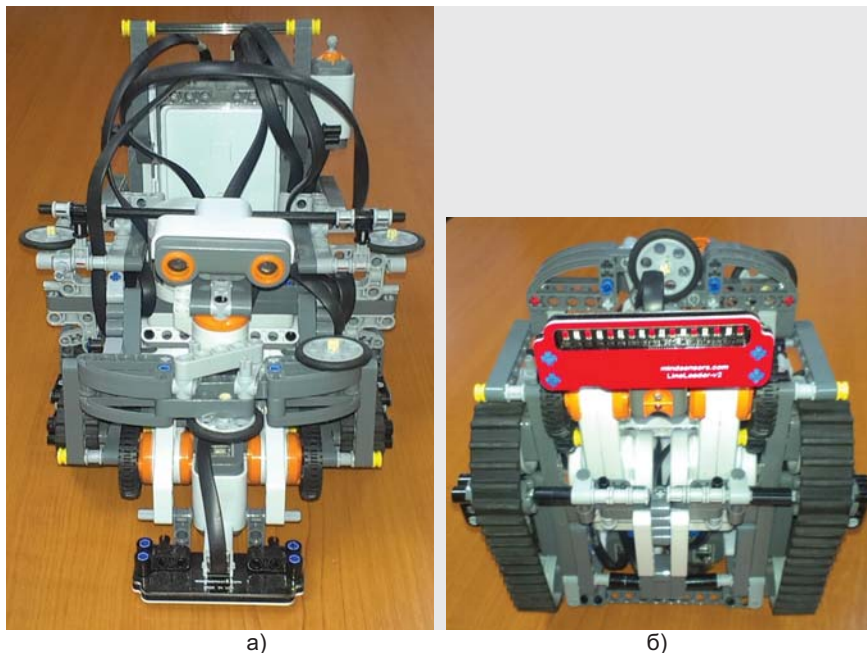


Фиг. 1. Робот за 3D лабиринт

Формулираните по-горе задачи са решени чрез създаването на конструкция на робота, базирана на шаси задвижвано от две вериги и модул за движение на

ултразвуковия сензор (фиг. 1).

Задвижването на веригите става чрез два сервомотора, които посредством повишаваща предавка се задвижват по-бързо отколкото е движението на задвижващите ги мотори (фиг. 2 б). Това е необходимо, за да се осигури бързото придвижване на робота. За движението на ултразвуковия сензор се използва третият мотор, който е разположен така, че да има вертикална ос на ротация, с което се осигурява движение на сензора в хоризонтална равнина. Управляващият блок е разположен отзад, вертикално на робота (фиг. 2 а).



Фиг. 2. Общ изглед на робота за 3D лабиринт

На фиг. 2 а се виждат помощните колела, които трябва да осигурят приплъзването на робота, когато грешката при движението му се натрупа достатъчно много и той започне да се движи много близо до някоя от стените на лабиринта.

Движението на ултразвуковия сензор (фиг. 3 а) е на 90 или 180 градуса в една от двете посоки, когато трябва да се провери правилната посока на движение на робота в лабиринта. Той е разположен в предната част на робота.

За осигуряване на участието на робота и в други категории е използван и сензор за следене на линия на фирмата Mindsensors [2].

Сензорът за следене на линия (фиг. 3 б) е цифров и осигурява движението на робота по линия, която трябва да е черна на бял фон с дебелина най-малко 1 см. Закона за движение е заложен от фирмата производител и не може да се променя, използва се интерфейс I²C.

На фиг. 4 е представена програмата за управление на робота за 3D лабиринт. Роботът е LEGO и е програмиран с LEGO Mindstorms NXT. В първата част на

програмата е зададено стартирането на робота, а във втората част е самото движение на робота в лабиринта.



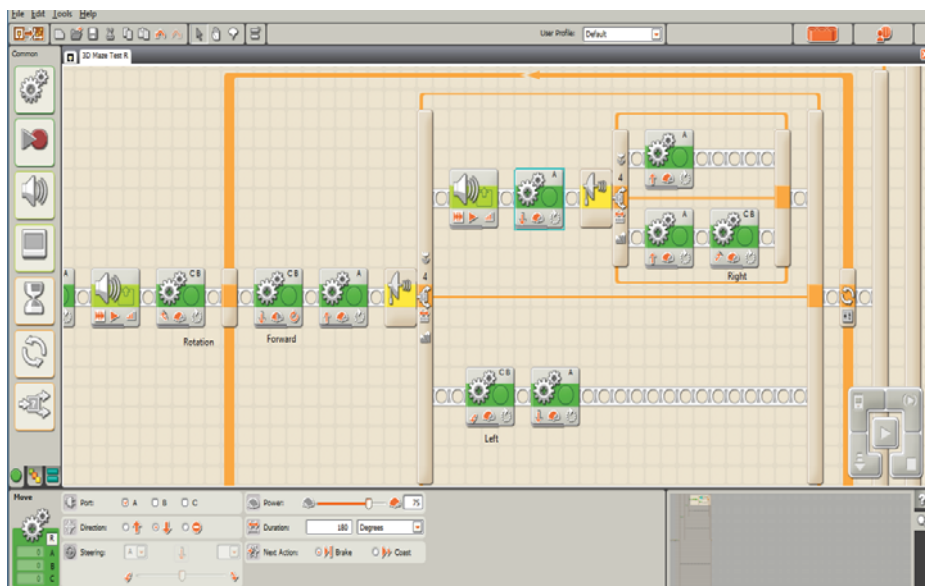
а)



б)

Фиг. 3. Сензори на робота

Програмата е разработена по метода First Left, тоест робота върви на право, докато не „види“ препятствие, след което проверява дали вляво е свободно и завива наляво, ако не е – проверява вдясно и завива надясно, ако е свободно. Когато и от двете страни има преграда, прави обратен завой.



Фиг. 4. Програма за управление на робота за 3D лабиринт

Програмата може да се адаптира и за метода First Right, който работи по аналогичен начин, но първо проверява вдясно, а после вляво.

За другите категории в състезанията с роботи е необходимо да се използва други подходящи за решаването им програми.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеният Робот за 3D лабиринт може да решава задачата за движение в лабиринт, като е осигурен за лабиринти с преобладаващи леви или десни завои, освен това е подходящ и за други категории в състезанията с роботи.

ЛИТЕРАТУРА

1] NXT User guide LEGO Mindstorms education, The LEGO Group, 2006.

[2] <http://www.mindsensors.com/ev3-and-nxt/48-line-follower-sensor-for-nxt-or-ev3>

За контакти:

Нели Маркова, спец. МКМ, Катедра ТММРМ, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 683, 0884124838.

Инж. Чавдар Костадинов, Катедра ТММРМ, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 742, e-mail: chkostadinov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.

Административно-правното устройство на Клуб Роботика на РУ „Ангел Кънчев“

автор: Надежда Сашева

научен ръководител: инж. Чавдар Костадинов

Legal and administrative structure of the Robotics Club of RU "Angel Kanchev".

Abstract: Club Robotics has existed as a student's club since 01.04.2013 until now under the supervision of the Faculty of Machine Technology, and now only under the direction of Ruse University "Angel Kanchev" without the clarification "courses" to enable all who wish to participate and join in together. Updating the legal and administrative structure of the club invariably follows the interests of university students and above all the strive for the development of scientific research progress, as the most supreme goal!

Key words: Students club Robotics, legal and administrative structure, rules, membership.

ВЪВЕДЕНИЕ

При създаването си през 2013 година клубът имаше за цел да привлича студенти от различни специалности и факултети на русенския университет, които имат желание да се занимават допълнително с роботика. Към днешна дата, три години след основаването си клубът стана привлекателно място за работа и изява в областта на роботиката и автоматизацията. По тази причина са наложителни някои малки корекции в основния документ на клуба, а именно Правилник за устройството и дейността на „Студентски клуб Роботика“.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Клубът е създаден на 01.04.2013г като „Студентски клуб Роботика“ със свой Правилник [1], приет от Общото Събрание в съответствие с Правилник за дейността на Русенски университет „Ангел Кънчев“ [2] и Правилник за устройството и дейността на Студентския съвет на РУ „Ангел Кънчев“ [3].

Защото според глава „**V. СТРУКТУРА И ОРГАНИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА КЛУБА**“

Чл.14. Органите за управление на Клуба са:

1) Общо събрание; 2) Управителен съвет; 3) Председател (по настоящем – Теодор Донев); 4) Секретар (по настоящем Надежда Кукова). Но се предвижда и като обновление в нормативният текст – длъжността Заместник председател, която в момента практически се осъществява

Чл.15. Мандатът на Председателя, Секретаря и членовете на Управителния съвет на Клуба е две години.

Чл.16. В срок от две седмици след изтичане на двугодишния мандат се свиква Общо събрание на Клуба за избор на нови органи за управление. До избора на нови, старите органи за управление на клуба остават действащи.

В първата глава се полага общата линия на нормативната уредба на клуба:

I. ОСНОВНИ ПОЛОЖЕНИЯ

Чл.1. Този Правилник урежда устройството и организацията на Клуб „Роботика“ при Русенски университет „Ангел Кънчев“, наричан по-долу за краткост Клуба, при спазване на разпоредбите на действащото законодателство на Република България и Правилника за дейността на Русенски университет „Ангел Кънчев“.

Правилникът е съобразен с правилника на „РУ Ангел Кънчев“ и според Чл. 2 от него клубът е:

Клубът е демократична студентска организация към Студентски съвет на Русенски университет „Ангел Кънчев“ и функционира на принципите за доброволност и равнопоставеност. Дейността на клуба е независима от държавните институции, политическите партии и обществените организации. Клубът е под научно-методичното ръководство на Факултет Машинно-технологичен.

В правилника се изяснява дейността на Клуба, като се посочват основните посоки в които клуба и неговите членове ще се развиват: глава 2^{ра} – **ПРЕДМЕТ НА ДЕЙНОСТ, ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И СРЕДСТВА** и по-точно в **Чл. 3** до **Чл. 5** включително:

Чл.3. Дейността на Клуба се фокусира в областта на роботиката и свързани с нея научни области.

Чл.4. Основна цел на клуба е да подпомага научното, професионалното и духовното развитие на своите членове, както и да изразява и защитава техните общи интереси и права.

Чл.5. Основните задачи на Клуба са подчинени на **Чл. 4** и обхващат:

- 1) Организиране на семинари и дискусии в областта на роботиката;
- 2) Участие в научно-изследователски проекти в областта на роботиката;
- 3) Подпомагане на учебния процес в областта на роботиката;
- 4) Поддържане, обновяване и усъвършенстване на материалната и информационна база на Клуба;
- 5) Участия в състезания, както и други мероприятия в областта на роботиката;
- 6) Установяване и поддържане на контакти с други университети, студентски организации и фирми, чиято дейност е в областта на роботиката.

Тук се обуславя една сериозна преграда пред желаещите свободно да се занимават с роботика и да се разширят контактите и връзките между заинтересованите в тази сфера, а именно това, че клубът се идентифицира като студентски и това определя, че единствено студенти могат да бъдат членове на клуба.

III. ЧЛЕНСТВО

Чл.7. Членове на Клуба могат да бъдат студенти и докторанти, обучаващи се в Русенски университет "Ангел Кънчев", проявяващи задълбочен интерес към роботиката.

Чл.8. Допуска се членство в Клуба и от страна на студенти и докторанти, учащи в други учебни заведения, както и на прекъснали обучението си за срок от една година студенти от Русенски университет "Ангел Кънчев", но без право на глас в Общото събрание и без право да заемат управленска позиция в структурата на Клуба. Тези членове се записват в Клуба като „Асоциирани членове“.

Чл.9. Записването на нови членове става по всяко време при Секретаря на Клуба, Председателя на Клуба, и Научно-методичния ръководител на Клуба. При записване новите членове попълват декларация, че са запознати с настоящия правилник и са съгласни да го спазват.

Чл.10. Членството се прекратява по решение на Общото събрание на Клуба, при една от следните причини и обстоятелства:

- 1) По собствено желание, чрез писмено уведомление до Председателя на клуба;
- 2) При прекратяване на студентските права от Русенски университет "Ангел Кънчев";
- 3) Автоматично, при две поредни пропуснати Общи събрания на Клуба без уважителна причина;
- 4) Автоматично, при неизпълнение на задължение по **Чл.13. точка 4.**
- 5) За действие и/или бездействие, в следствие, на които са накърнени доброто име, честта, престижа и достойнството на Клуба, Факултет Машинно-технологичен, Студентски съвет при Русенски университет "Ангел Кънчев" или Русенски университет "Ангел Кънчев";
- 6) При форсмажорни обстоятелства.

Чл.11. Не се допуска подновяване на членство, прекратено по Чл. 10. точка 5.

Единствено, като възможност за членовете след като завършат да останат част от клуба, като автоматично се превърнат в „почетни членове“, които обаче нямат право да гласуват при вземането на решенията, което е уредено в глава 3

ЧЛЕНСТВО Чл. 8 Допуска се членство в Клуба и от страна на студенти и докторанти, учащи в други учебни заведения, както и на прекъснали обучението си за срок от една година студенти от Русенски университет „Ангел Кънчев“, но без право на глас в Общото събрание и без право да заемат управленска позиция в структурата на Клуба. Тези членове се записват в Клуба като „Асоциирани членове“.

Самото присъединяване към клуба може да се осъществи по всяко време при Секретаря на клуба, Председателя на Клуба или при Научно-методичния ръководител на клуба, като желаещото лице попълва декларация, че е запознат с настоящия правилник и е съгласен да го спазва – регламентирано в **Чл. 9**.

През 2016 година членовете поставиха на дневен ред намирането на изход от този проблем. След множество обсъждания на положителни и слаби страни на различни предложения, пред ръководството на Русенския Университет „Ангел Кънчев“ се представи идеята за промяна.

Предложението бе приветствано от ръководните органи на университета и така от 18.05.2016 година клубът бе преобразуван в Клуб Роботика на Русенски Университет „Ангел Кънчев“.

Тази промяна отваря вратите за нови и неограничени контакти, пред учащи – потенциални студенти на университета и също за завършили не само студентското си образование ами изобщо хора – работещи, развиващи се, които биха са радвали да осъществяват контакти с млади заинтересовани, търсещи, искащи умове и, с които биха контактували, за да им предадат опит, знания, насоки и съвети. Събитията, на които клубът взима участие и тези, които самият той организира дават възможност на участниците да представят себе си и своите възможности – на какво са способни и да се запознаят с потенциални работодатели и да добият впечатления за търсенето и предлагането на пазара на труда в тази сфера.

Така с тази промяна може да се реализира целта по **Чл.4**, а именно се акцентира върху стремежа за подпомагане научното и кариерното развитие на членовете.

Освен това се приема и друга промяна и по-точно до сега клубът функционира под научното ръководство на Машинно-технологичен факултет, а сега с промяната на името му, се измества и административно-иерархичното му положение, като минава под прякото ръководство на Русенският Университет „Ангел Кънчев“, което цели да подсигури по-добър контакт с администрацията при осъществяването на планиваните събития, проекти и изяви, както и с аудиторията, която се интересува от дейността му.

Клубът поддържа контакти с фирми от сферата на роботиката, механиката и електротехниката, които освен като спонсори на някои техни проекти били те събития или разработки, често техни представители с удоволствие контактуват с младите хора искащи да почерпят от тях знания и опит.

След приетата промяна ще отпаднат следните разпоредби:

От глава 1^{-ва} – **Общи разпоредби** част от **Чл. 2** където се уточнява: „Дейността на клуба е независима от държавните институции, политическите партии и обществените организации. Клубът е под научно-методичното ръководство на Факултет Машинно-технологичен.“

От глава 3^{-та} – **Членство Чл. 7 и Чл. 8** ще бъдат както следва:

Чл.7. Членове на Клуба могат да бъдат студенти и докторанти, обучаващи се в Русенски университет „Ангел Кънчев“, проявяващи задълбочен интерес към роботиката.

Чл.8. Допуска се членство в Клуба и от страна на студенти и докторанти, учащи в други учебни заведения, както и на прекъснали обучението си за срок от една година студенти от Русенски университет „Ангел Кънчев“, но без право на глас в Общото събрание и без право да заемат управленска позиция в структурата на Клуба. Тези членове се записват в Клуба като „Асоциирани членове“.

– Ще отпаднат на първо време, а по-късно ще се подложат на гласуване предложения за нови текстове съответстващи на промяната, които да влязат в действие на тяхно място.

От глава 4^{та} **Права и задължения на членовете Чл.12 т.1, т.2 и Чл. 13 т.3**, които гласят :

Чл.12. Членовете на клуба имат право:

1) Да участват в Общото събрание на Клуба (наричано по-долу ОС) с право на един глас. Асоциираните и Почетните членове участват без право на глас;

2) Да избират и да бъдат избирани в органите за управление на клуба, с изключение на Асоциираните и Почетните членове.

Като от **т.1** ще бъде премахнато „Асоциираните и Почетните членове участват без право на глас“.

А от **т.2** „.... с изключение на Асоциираните и Почетните членове.“

Чл.13. Членовете на Клуба са длъжни:

3) Да не използват по какъвто и да е начин участието си в Клуба за цели, противоречащи на настоящия правилник и да не уронват с действията и/или бездействието си доброто име, престижа и честта на Клуба, Студентски съвет при Русенски университет “Ангел Кънчев”, Факултет Машинно-технологичен или Русенски университет “Ангел Кънчев”.

От него ще бъде премахнато единствено уточнението „Факултет Машинно-технологичен или Русенски университет “Ангел Кънчев“.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Актуализирането на административно-правното устройство на клуб Роботика на Русенски университет „Ангел Кънчев“ следва неизменно интересите на университета, студентите и преди всичко устрема за развитието на научно-изследователският прогрес, като най-висша цел!

ЛИТЕРАТУРА

[1] Правилник за устройството и дейността на Студентски клуб Роботика на РУ „Ангел Кънчев“, Русе, 2013.

[2] http://local.uni-ruse.bg/docs/html/Ndo_4_2015.htm.

[3] http://local.uni-ruse.bg/docs/html/ndo_26_2016.htm.

За контакти:

Надежда Сашева Кукова, спец. “Право”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 683, 0988389366

Инж. Чавдар Костадинов, Катедра ТММРМ, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 742, e-mail: chkostadinov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.

Разработване на технология и приспособления за сглобяване на леви и десни тръби на кофи за грайфери MG1500 и MG1800

автор: Даяна Милкова Абрашева

научни ръководители: гл. ас. д-р инж. Николай Тодоров Станков,

доц. д-р инж. Александър Кирилов Иванов, инж. Росен Милков

Developing a technology and equipment for assembling of the left and right tubes of buckets for grabs MG1500 and MG1800.

Abstract: Technology has been developed for assembling of left and right tubes of buckets for grabs MG1500 and MG1800. By the CAD system SolidWorks is designed specialized equipment performing the developed assembling technology.

Key words: Technology, assembling, grabs, design, equipment, CAD system.

ВЪВЕДЕНИЕ

Грайферът е специализирана екипировка, която се монтира на багери, кранове, товарици и други специални машини.

Разнообразието на грайферите е голямо и основно зависи от предназначението им. Използват се за товарно-разтоварни дейности на насипни материали (въглища, руда, пясък, чакъл, пръст), за драгиране, за разрушаване на сгради, за сортиране на материали (строителни и метални отпадъци), за изкопни работи, в строителството, в дърводобива, в кариерите и други.

Едни от големите фирми производители на грайфери това са Atlas (Германия) [1], Atlas Copco (Швеция, България) [2], Demarec (Дания) [3], Kinshofer (Австрия) [4], Mantovanibenne (Италия, България) [5], Nomag (Холандия) [6] и други. На следващите фигури са показани различни конструкции на грайфери и приложението им.



Фиг. 1. Грайфер за товарно-разтоварни дейности на фирма Atlas.



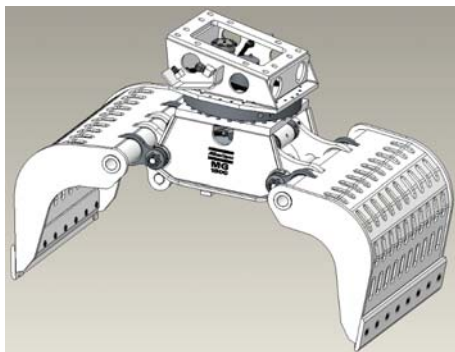
Фиг. 2. Грайфер за разрушаване на фирма Kinshofer.



Фиг. 3. Грайфер за разрушаване на фирма Demarec.



Фиг. 4. Грайфер за сортиране на материали на фирма Mantovanibenne.



Фиг. 5. Грайфер MG1800.

ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Обща характеристика на грайфери MG1500 и MG1800.

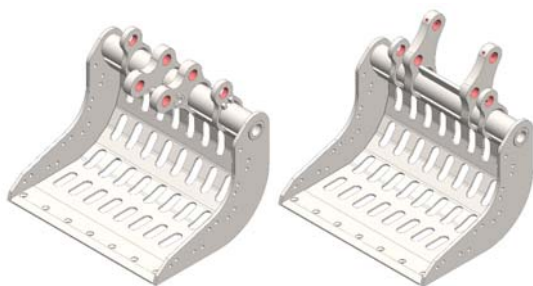
Общия вид на грайфер MG1800 е показан на фиг. 5. Предназначението на грайфери MG1500 и MG1800 е основно в строителството, за разрушаване на сгради и за сортиране на различните по вид материали (строителни и метални отпадъци).

Двата модела грайфери са разработка на фирма „Строително оборудване“ ЕООД, гр. Русе [2], а се изработват от фирма СЛ Индъстрис ЕООД, град Русе [7].

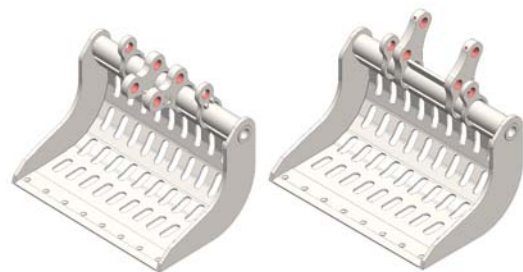
2. Особенности при изработването на грайферите.

На фиг. 6 и фиг. 7 са показани основните конструктивни елементи на грайфери MG1500 и MG1800, това са кофите им. Основен проблем при изработване на подобен тип изделия е сложната форма и конструкция, която имат. Необходимо е постигането на точното разположение на детайлите, за да се получат зададените в конструкторската документация форма и размери, за да може изделието да изпълнява функционалното си предназначение [8, 9, 10].

Сглобяването на изделията трудно би се постигнало при нормални условия на работа, затова за изработването им трябва да се използват специализирани приспособления или т.н. нестандартна технологична екипировка.

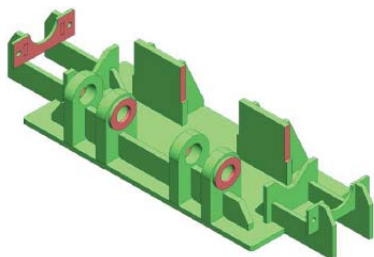


Фиг. 6. Лява и дясна кофа на грайфер MG1500.

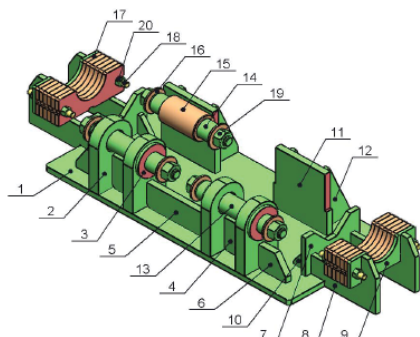


Фиг. 7. Лява и дясна кофа на грайфер MG1800.

Съгласно разработената технология за сглобяване на всяка една кофа – лява или дясна, първо със специализирано приспособление се изработва тръбата ѝ с ъглово ориентирани в определено положение уши и с точно определени разстояния между тях. След прихващане, заваряване и контрол на размерите на тръбата с друго специализирано приспособление се сглобяват всички останали детайли на кофата на грайфера. Тъй като двата модела грайфери се различават конструктивно само по ширината си, то за изработването на тръбите им може да се използват едни и същи приспособления. Това значително ще намали времето за разработване и конструиране на необходимата технологична екипировка, както и разходите свързани с производството ѝ.



Фиг. 8. Механична обработка на функционалните повърхнини на приспособлението за сглобяване на леви тръби.



Фиг. 9. Съставни елементи на приспособлението за сглобяване на леви тръби.

- 1 – основа, 2 – опора, 3 – шайба I, 4 – ребро I, 5 – ребро II, 6 – ребро III, 7 – призма, 8 – планка, 9 – упор I, 10 – ребро IV, 11 – упор II, 12 – ребро V, 13 – дорник I, 14 – дорник II, 15 – втулка, 16 – шайба II, 17 – упор III, 18 – шпилка M16, 19 – гайка M30, 20 – гайка M16

3. Разработване на технология и приспособление за сглобяване на лява тръба на грайфери MG1500 и MG1800.

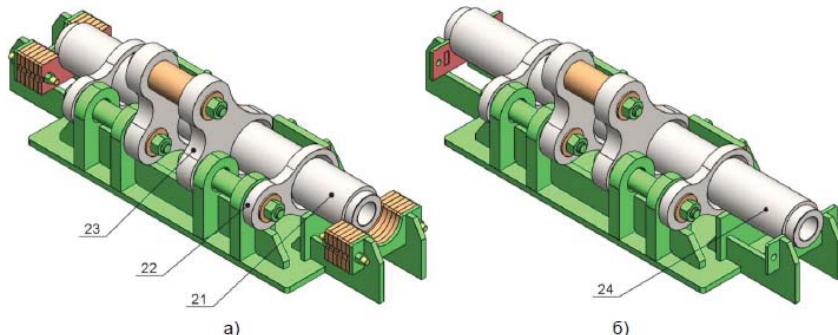
Разработена е технология за сглобяване на лявата тръба на кофите на двата модела грайфери и специализирано приспособление за реализиране на тази технология.

Приспособлението е разработено, чрез CAD системата SolidWorks. То е механично обработено, като с механичната обработка на приспособлението се постига точност на размерите и на взаимното разположение на функционалните му повърхнини. Обработените повърхнини са показани с червен цвят – фиг. 8.

На фиг. 9 е показано приспособлението с всичките му съставни елементи. То осигурява получаването на левите тръби на кофите с ъглово ориентирани в определено положение уши и с точно определени разстояния между тях.

Приспособлението осигурява висока производителност, не е сложно за манипулация, с цел да се избегнат всякакви грешки от субективен характер.

Приспособлението, заедно с всички установени детайли на лявата тръба за двата модела грайфери е показано на фиг. 10.



Фиг. 10. Приспособлението с установени детайли на лявата тръба.
а) лява тръба на грайфер MG1500, б) лява тръба на грайфер MG1800

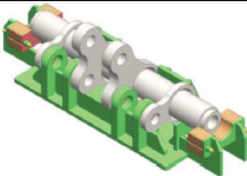
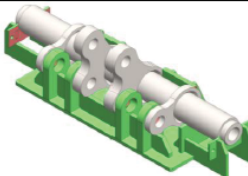
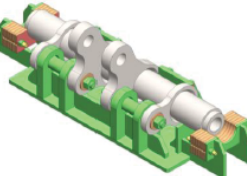
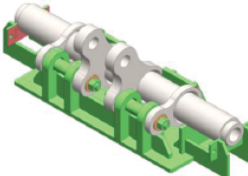
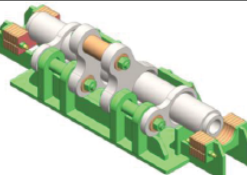
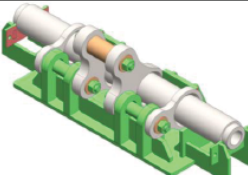
Технологията на сглобяване включва предварително поставяне на детайли ухо 22 и ухо тройно 23 към тръба 21 за грайфер MG1500 или тръба 24 за грайфер MG1800. Тръбата заедно с ушите се базира в приспособлението на призмите 7. Тъй като тръба 21 на грайфер MG1500 е по-къса, за центроването ѝ към приспособлението предварително трябва да се поставят упорите 17. Тръбата се центрова чрез контакта ѝ в упорите. Упорите 17 се закрепват с шпилки 18 и гайки 20. Центроването на тръбата на грайфер MG1800 се извършва чрез контакта ѝ в упори 9. Ушите 22 и 23 се центроват към опорите 2 с дорници 13 и се фиксират с шайби 16 и гайки 19. Следва центроване на втория отвор на ухо тройно с дорник 14 като разстоянието между ушите се определя от втулката 15. Дорника се фиксира с шайби 16 и гайки 19. Необходимо е задната страна на ушите да опира плътно в упори 11.

Чрез използване на приспособлението се гарантира успоредност на осите на отворите на ушите с оста на тръбата, съвпадане на осите на отворите на детайли ухо и ухо тройно, както и перпендикулярност на контактните челни повърхнини на ушите с оста на отворите.

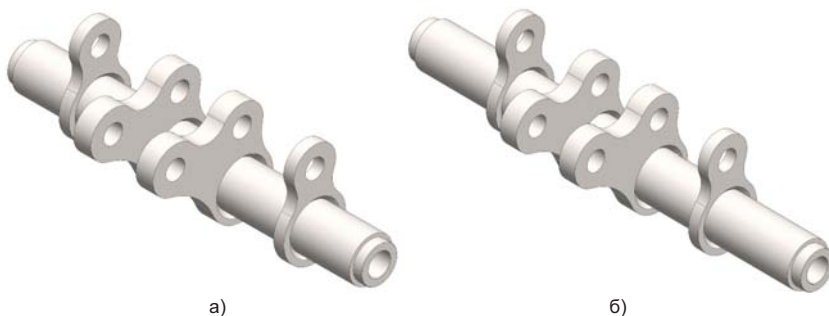
Всички детайли се закрепват в съответното им положение чрез прихващане. За да се гарантира неизменност на разположението на ушите след изваждане на тръбата от приспособлението, задължително трябва да се поставят т.н. разпорки. Това са допълнителни планки, които се прихващат към ушите. След заваряване на тръбата те се премахват.

В табл. 1 е показана технологията за сглобяване на левите тръби на кофи за грайфери MG1500 и MG1800, която включва следните операции:

Табл. 1. Технология за сглобяване на левите тръби на кофи за грайфери MG1500 и MG1800.

№	Операция	Лява тръба на грайфер MG1500	Лява тръба на грайфер MG1800
1.	Операция I – Поставяне на детайли ухо и ухо тройно към тръбата.		
2.	Операция II – Базиране и центроване на тръбата заедно с ушите в приспособлението.		
3.	Операция III – Центроване и фиксиране на детайли ухо и ухо тройно с дорници към приспособлението.		
4.	Операция IV – Центроване и фиксиране на втория отвор на ухо тройно с дорник и втулка.		
5.	Операция V – Прихващане на ушите и тръбата. Поставяне на т.н. разпорки.		

Получената чрез приспособлението сглобена единица на лявата тръба е показана на фиг. 11.

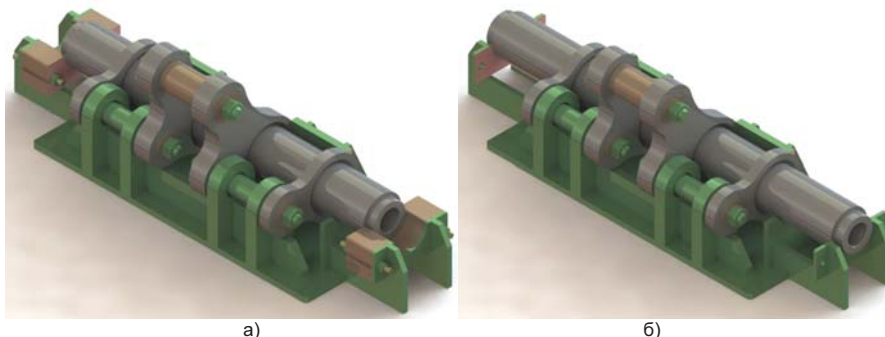


Фиг. 11. Лява тръба след сглобяване с приспособлението.
а) лява тръба на грайфер MG1500, б) лява тръба на грайфер MG1800

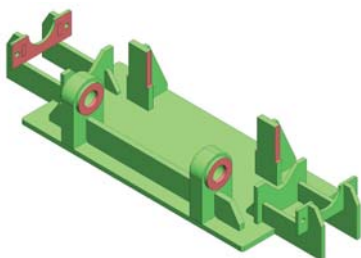
След като са прихванати всички детайли на лявата тръба, следва цялостното ѝ заваряване. След заваряване тръбата и ушите се почистват от пръски. Извършва се контрол на разположението на ушите съгласно конструктивната документация на кофата на грайфера и ако има някакви отклонения в разположението им те се рихтоват до постигане на нужните размери. Извършва се също контрол за качеството на изпълнение на заваръчните шевове и ако има някакви отклонения и дефекти те се отстраняват.

След като тръбата е заварена, може да се пристъпи към следващия етап от технологията за сглобяване – сглобяване на тръбата и всички останали детайли на лявата кофа на грайфера. За целта също се използва специализирано приспособление.

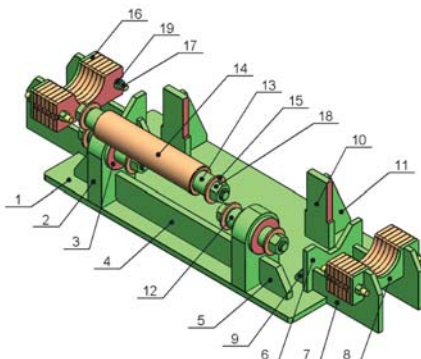
На фиг. 12 и показан реалистичен изглед на приспособленията за сглобяване на левите тръби за грайфери MG1500 и MG1800, направен чрез модула PhotoView 360.



Фиг. 12. Реалистичен изглед на приспособлението за сглобяване на леви тръби.
а) лява тръба на грайфер MG1500, б) лява тръба на грайфер MG1800

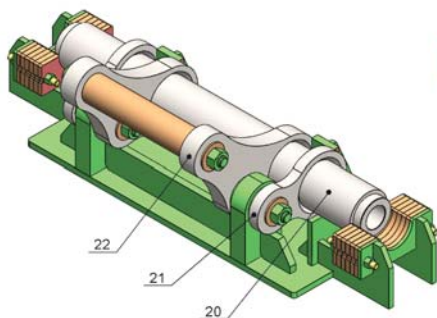


Фиг. 13. Механична обработка на функционалните повърхнини на приспособлението за сглобяване на десни тръби.

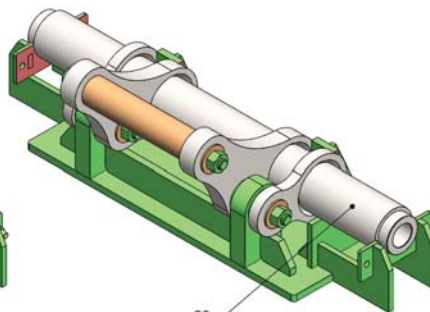


Фиг. 14. Съставни елементи на приспособлението за сглобяване на десни тръби.

- 1 – основа, 2 – опора, 3 – шайба I, 4 – ребро I, 5 – ребро II, 6 – призма, 7 – планка, 8 – упор I, 9 – ребро III, 10 – упор II, 11 – ребро IV, 12 – дорник I, 13 – дорник II, 14 – втулка, 15 – шайба II, 16 – упор III, 17 – шпилка M16, 18 – гайка M30, 19 – гайка M16



а)



б)

Фиг. 15. Приспособлението с установени детайли на дясната тръба.
а) дясна тръба на грайфер MG1500, б) дясна тръба на грайфер MG1800

4. Разработване на технология и приспособление за сглобяване на дясна тръба на грайфери MG1500 и MG1800.

Разработена е технология за сглобяване на дясната тръба на кофите на двата модела грайфери и специализирано приспособление за реализиране на тази технология.

Приспособлението е разработено, чрез CAD системата SolidWorks. То е механично обработено, като с механичната обработка на приспособлението се постига точност на размерите и на взаимното разположение на функционалните му повърхнини. Обработените повърхнини са показани с червен цвят – фиг. 13.

На фиг. 14 е показано приспособлението с всичките му съставни елементи. То осигурява получаването на десните тръби на кофите с ъглово ориентирани в определено положение уши и с точно определени разстояния между тях.

Приспособлението осигурява висока производителност, не е сложно за манипулация, с цел да се избегнат всякакви грешки от субективен характер.

Приспособлението, заедно с всички установени детайли на дясната тръба за двата модела грайфери е показано на фиг. 15.

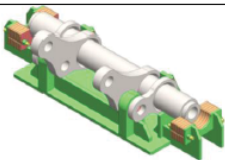
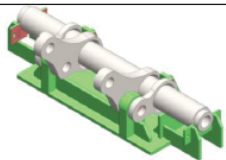
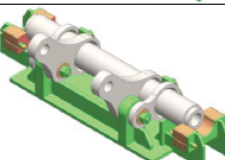
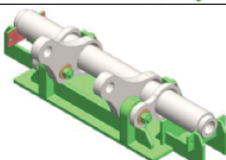
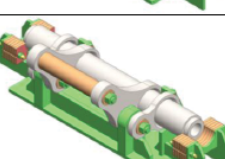
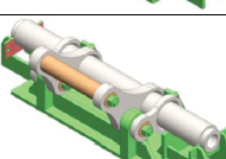
Технологията на сглобяване включва предварително поставяне на детайли ухо 21 и ухо тройно 22 към тръба 20 за грайфер MG1500 или тръба 23 за грайфер MG1800. Тръбата заедно с ушите се базира в приспособлението на призмите 6. Тъй като тръба 20 на грайфер MG1500 е по-къса, за центроването ѝ към приспособлението предварително трябва да се поставят упорите 16. Тръбата се центрова чрез контакта ѝ в упорите. Упорите 16 се закрепват с шпилки 17 и гайки 19. Центроването на тръбата на грайфер MG1800 се извършва чрез контакта ѝ в упори 8. Ушите 21 и 22 се центроват към опорите 2 с дорници 12 и се фиксират с шайби 15 и гайки 18. Следва центроване на втория отвор на ухо тройно с дорник 13 като разстоянието между ушите се определя от втулката 14. Дорника се фиксира с шайби 15 и гайки 18. Необходимо е задната страна на ушите да опира плътно в упори 10.

Чрез използване на приспособлението се гарантира успоредност на осите на отворите на ушите с оста на тръбата, съвпадане на осите на отворите на детайли ухо и ухо тройно, както и перпендикулярност на контактните челни повърхнини на ушите с оста на отворите.

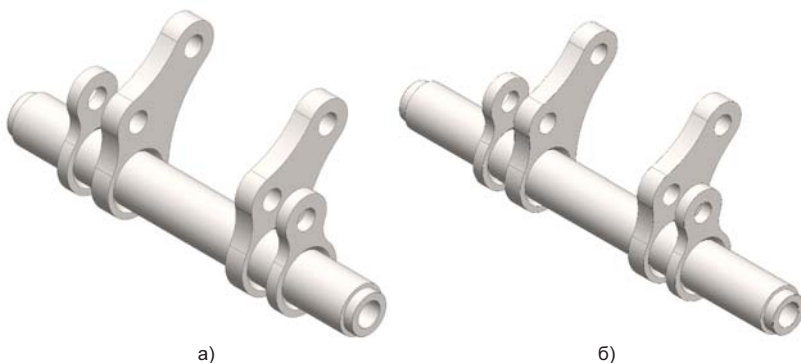
Всички детайли се закрепват в съответното им положение чрез прихващане. За да се гарантира неизменност на разположението на ушите след изваждане на тръбата от приспособлението, задължително трябва да се поставят т.н. разпорки. Това са допълнителни планки, които се прихващат към ушите. След заваряване на тръбата те се премахват.

В табл. 2 е показана технологията за сглобяване на десните тръби на кофи за грайфери MG1500 и MG1800, която включва следните операции:

Табл. 2. Технология за сглобяване на десните тръби на кофи за грайфери MG1500 и MG1800.

№	Операция	Дясна тръба на грайфер MG1500	Дясна тръба на грайфер MG1800
1.	Операция I – Поставяне на детайли ухо и ухо тройно към тръбата.		
2.	Операция II – Базиране и центроване на тръбата заедно с ушите в приспособлението.		
3.	Операция III – Центроване и фиксиране на детайли ухо и ухо тройно с дорници към приспособлението.		
4.	Операция IV – Центроване и фиксиране на втория отвор на ухо тройно с дорник и втулка.		
5.	Операция V – Прихващане на ушите и тръбата. Поставяне на т.н. разпорки.		

Получената чрез приспособлението сглобена единица на дясната тръба е показана на фиг. 16.

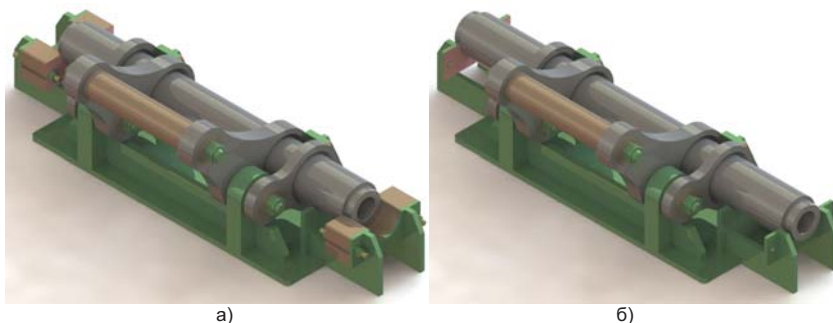


а) б)
Фиг. 16. Дясна тръба след сглобяване с приспособлението.
а) дясна тръба на грайфер MG1500, б) дясна тръба на грайфер MG1800

След като са прихванати всички детайли на дясната тръба, следва цялостното ѝ заваряване. След заваряване тръбата и ушите се почистват от пръски. Извършва се контрол на разположението на ушите съгласно конструктивната документация на грайфера и ако има някакви отклонения в разположението им те се рихтоват до постигане на нужните размери. Извършва се също контрол за качеството на изпълнение на заваръчните шевове и ако има някакви отклонения и дефекти те се отстраняват.

След като тръбата е заварена, може да се пристъпи към следващия етап от технологията за сглобяване – сглобяване на тръбата и всички останали детайли на дясната кофа на грайфера. За целта също се използва специализирано приспособление.

На фиг. 17 е показан реалистичен изглед на приспособленията за сглобяване на десните тръби за грайфери MG1500 и MG1800, направен чрез модула PhotoView 360.



а) б)
Фиг. 17. Реалистичен изглед на приспособлението за сглобяване на десни тръби.
а) дясна тръба на грайфер MG1500, б) дясна тръба на грайфер MG1800

5. Особенности при моделирането на тримерните модели в CAD системата SolidWorks.

Всички тримерни модели на детайлите на кофите и на приспособленията са създадени чрез командите и функциите за твърдоделно моделиране на модула Features. Някои от тримерните модели на детайлите на кофите са разработени с модула за листов материал Sheet Metal, по този начин се получава разгъвката им, необходима за разкроя на детайлите от листов материал.

Всички стандартизирани детайли, като болтове, шайби, гайки и други, са създадени чрез библиотеката Toolbox на CAD системата SolidWorks.

При създаването на тримерните модели на детайлите и на сглобените единици са използвани шаблонни файлове за Part и Assembly документите. За всеки един тримерен модел на детайл или сглобена единица, от меню File Properties, в прозореца Summary Information, в секцията Custom се избират необходимите потребителски атрибути. При разработването на конструктивната документация са използвани шаблонни файлове за Drawing документите, които представляват стандартните чертожни формати – A4, A3, A2, A1 и A0 [11, 12].

При създаването на тримерните модели на детайлите са използвани шаблонни файлове за Part документите, които съдържат следните потребителски атрибути – Description (Наименование), PartNo (Означение), AssemblyNo (Сглобена единица), Weight (Тегло), Material (Означение на материала), Assortment (Вид на материала), Type (Операции за изработване), DrawnBy (Разработил документа), CheckedBy (Проверил документа), ApprovedBy (Одобрил документа) и Revision (Ревизия на документа). Попълнения шаблон за детайл „Основа“ е показан на фиг. 18.

Задава се вида и марката на материалите на детайлите, като по този начин се получава информация за специфичното тегло за всеки един от тях и като цяло за самата сглобена единица.

Summary Information

Summary Custom Configuration Specific

Delete BOM quantity: - none - Edit List

	Property Name	Type	Value / Text Expression	Evaluated Value
1	Description	Text	Основа	Основа
2	PartNo	Text	P 3376685030 - 00 00 01	P 3376685030 - 00 00 01
3	AssemblyNo	Text	P 3376685030 - 00 00 00, P 3376685056 - 00 00 00	P 3376685030 - 00 00 00, P 3376685056 - 00 00 00
4	Weight	Text	"SW-Mass@P 3376685030 - 00 00 01.SLDPRT"	56.147
5	Material	Text	"SW-Material@P 3376685030 - 00 00 01.SLDPRT"	1.0545 (S355N)
6	Assortment	Text	Ламарина 20x400x900	Ламарина 20x400x900
7	TYPE	Text	Газо-кислородно рязане/Плазмено рязане	Газо-кислородно рязане/Плазмено рязане
8	DrawnBy	Text	Д.Абрашева	Д.Абрашева
9	CheckedBy	Text	Н.Станков	Н.Станков
10	ApprovedBy	Text	Р.Милков	Р.Милков
11	Revision	Text	A	A
12	<Type a new property>			

OK Cancel Help

Фиг. 18. Потребителски атрибути, които се задават в тримерния модел на детайл „Основа“.

Информацията от потребителските атрибути е необходима при разработването на конструктивната документация, тъй като излиза автоматично в таблиците на чертежите (фиг. 19).

 SL Industries LTD Rouse, Bulgaria		Мащаб 1:6	Тегло, кг 56.147		Наименование Основа	
Разработил Д.Абрашева	22.5.2016 г.	Означение на материала 1.0545 (S355N)			Вид на материала Ламарина 20x400x900	Лист 1/1
Проверил Н.Станков	10.6.2016 г.	Сглобена единица Р 3376685030 - 00 00 00, Р 3376685056 - 00 00 00			Означение Р 3376685030 - 00 00 01	Ревизия А
Одобрил Р.Милков	10.6.2016 г.					
Допуските на размерите, съгласно: EN 22768-1 m						

Фиг. 19. Таблица на чертежа, автоматично попълнена на база информацията, която се съдържа в потребителските атрибути на примерния модел на детайл „Основа“.

При създаването на примерните модели на сглобени единици са използвани шаблонни файлове за Assembly документите, които съдържат следните потребителски атрибути – Description (Наименование), PartNo (Означение), AssemblyNo (Сглобена единица), Weight (Тегло), Type (Операции за изработване), DrawnBy (Разработил документа), CheckedBy (Проверил документа), ApprovedBy (Одобрил документа) и Revision (Ревизия на документа). Попълнения шаблон на сглобена единица „Приспособление за сглобяване на тръби леви за грайфери MG1500 и MG1800“ е показан на фиг. 20. На фиг. 21 е показана таблицата на чертежа на приспособлението.

Summary Information

Summary
Custom
Configuration Specific

Delete

BOM quantity:
- none -

Edit List

	Property Name	Type	Value / Text Expression	Evaluated Value
1	Description	Text	Приспособление за сглобяване на тръби леви за грайфери MG1500 и MG1800	Приспособление за сглобяване на тръби леви за
2	PartNo	Text	Р 3376685030 - 00 00 00	Р 3376685030 - 00 00 00
3	AssemblyNo	Text	-	-
4	Weight	Text	"SW-Mass@P 3376685030 - 00 00 00.SLDASM"	158.392
5	TYPE	Text	Приковане/Заваряване/Механична обработка	Приковане/Заваряване/Механична обработка
6	DrawnBy	Text	Д.Абрашева	Д.Абрашева
7	CheckedBy	Text	Н.Станков	Н.Станков
8	ApprovedBy	Text	Р.Милков	Р.Милков
9	Revision	Text	A	A
10	<Type a new property>			

OK
Cancel
Help

Фиг. 20. Потребителски атрибути, които се задават в примерния модел на сглобената единица на приспособлението за сглобяване на леви тръби.

 SL Industries LTD Rouse, Bulgaria		Мащаб 1:5	Тегло, кг 116.494		Наименование Приспособление за сглобяване на тръби леви за грайфери MG1500 и MG1800	
Разработил Д.Абрашева	31.10.2015 г.	Означение на материала			Вид на материала	Лист 1/1
Проверил Н.Станков	18.6.2016 г.					
Одобрил Р.Милков	18.6.2016 г.	Сглобена единица -			Означение P 3376685030 - 00 00 00	Ревизия А
Допуските на размерите, съгласно: EN 22768-1 m						

Фиг. 21. Таблица на чертежа, автоматично попълнена на база информацията, която се съдържа в потребителските атрибути на примерния модел на сглобената единица на приспособлението за сглобяване на леви тръби.

6. Награди.

С разработения проект – „Разработване на технология и приспособления за сглобяване на леви и десни тръби на кофи за грайфери MG1500 и MG1800“, е спечелена следната награда – **ТРЕТО МЯСТО** в конкурса за най-добър студентски проект, разработен с CAD системи – “Проектирай с CAD... и с мен!”, на Машинно-технологичния факултет на РУ „Ангел Кънчев“, проведен на 12.05.2016г.



Фиг. 22. Грамота от конкурса за най-добър студентски проект, разработен с CAD системи – “Проектирай с CAD... и с мен!”.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на направеното може да се обобщи:

1. Разработена е технология за сглобяване на леви и десни тръби на кофи за грайфери MG1500 и MG1800.

2. Разработени са две специализирани приспособления за сглобяване на левите и десните тръби.

3. Приспособленията осигуряват получаването на левите и десните тръби на кофите с ъглово ориентирани в определено положение уши и с точно определени разстояния между тях. Те осигуряват висока производителност, не са сложни за манипулация, с цел да се избегнат всякакви грешки от субективен характер.

4. За разработените приспособления е направена пълна конструктивна документация.

5. Процеса на създаване на конструктивната документация е автоматизиран чрез използването на шаблонни файлове за Part, Assembly и Drawing документите.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. www.atlasgmbh.com.

[2]. www.atlascopco.com, www.atlascopco.bg.

[3]. www.demarec.com.

[4]. www.kinshofer.com.

[5]. www.mantovanibenne.com, www.mbibulgaria.bg.

[6]. www.nemag.com.

[7]. www.sl-industries.com.

[8]. Цонева Д., Н. Станков, Ал. Иванов. Разработване на технология и приспособление за сглобяване на грайфер SL500G на фирма ATLAS. Сборник доклади на студентска научна сесия – СНС'13, Русе, 2013, стр. 77-87, ISSN 1311-3321.

[9]. Мичев Т., Д. Цонева, Н. Станков, Ал. Иванов. Разработване на технология и приспособление за сглобяване на хващач SL331H на фирма ATLAS. Сборник доклади на студентска научна сесия – СНС'13, Русе, 2013, стр. 88-93, ISSN 1311-3321.

[10]. Ахмед Е., Н. Станков, Ал. Иванов. Разработване на технология и приспособление за сглобяване на „Долна част“ на грайфер MG300. Сборник доклади на студентска научна сесия – СНС'15, Русе, 2015, стр. 31-37, ISSN 1311-3321.

[11]. Станков Н. Лекции по дисциплината „Управление на жизнения цикъл на продуктите“. Русе, 2015.

[12]. <http://e-learning.uni-ruse.bg> – Web базирани материали за обучение по дисциплината „Управление на жизнения цикъл на продуктите“. Русе, 2015.

ЗА КОНТАКТИ:

Даяна Милкова Абрашева, Факултет „Машинно-технологичен“, Русенски университет „Ангел Кънчев“,

e-mail: dayana.abrasheva@abv.bg

гл. ас. д-р инж. Николай Тодоров Станков, Катедра ТММРМ, Факултет „Машинно-технологичен“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, тел.: 082 888 714,

e-mail: nstankov@uni-ruse.bg

доц. д-р инж. Александър Кирилов Иванов, Катедра ТММРМ, Факултет „Машинно-технологичен“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, тел.: 082 888 714,

e-mail: akivanov@uni-ruse.bg

инж. Росен Милков, Технически директор „СЛ Индъстрис“ ЕООД, гр. Русе,

тел.: 089 3347085, *e-mail: rmilkov@sl-industries.com*

Докладът е рецензиран.

Анализ на изменението на механичните характеристики след пластично деформиране на аустенитни стомани при едномерен и двумерен опън

автор: Деница Романова Филева
научен ръководител: гл.ас. д-р инж. Емил Янков

Analysis for changing of mechanical properties after plastic deformation of austenitic steel sheets in uniaxial tensile and dualaxial tensile

Abstract: In this report are analyzed the changes in mechanical properties after uniaxial tensile and dualaxial tensile based on previous studies of austenitic steel sheet X5CrNi18-10. They are confirmed to the high mechanical indexes with % real strength and % real deformation of the material under investigation in dualaxial tensile rather than the maximum received from a uniaxial tensile. It is built comparative nomogram for the changing of real strength and real tensions compared to the measured hardness by the Vickers method. The developed model allows quick analysis of the degree of hardening and strengthening only by measuring the hardness in Vickers method. The curve for the hardness is amended equidistant compared to the curve for real tensions or real deformation.

Key words: chromium–nickel austenitic sheet steel, uniaxial tensile, dualaxial tensile, tensile strength, relative extension, a real deformation, Vickers hardness, equivalent tension

ВЪВЕДЕНИЕ

В съвременното машиностроене все по често се използват неръждаеми стомани от аустенитната група с цел подобряване механичните характеристики на получаваните изделия и тяхната последваща трайност. За тяхното получаване трябва да се познаят техните особености на предварително получаване и последващо обработване.

По време на деформирането на листовия материал X5CrNi18-10 и експлоатацията му настъпват промени в механичните свойства, дължащи се на вътрешно междукристални промени [1, 2] и цикличното последващо натоварване. Тези промени могат да доведат до крехкост, а от там и до настъпване на разрушаване в процеса на експлоатация. Тези промени могат да бъдат установени чрез стандартни металографски изследвания - микроструктурен, рентгенов анализ, дефектоскопия и др. анализи. Освен тези методи могат да се използват и технологични методи като - изпитване на едномерен равномерен опън, натиск огъване, усукване, измерване на твърдост и изпитване на двумерен опън за установяване на различия в свойствата на материалите при доставка и след определен период от експлоатация или деформиране.

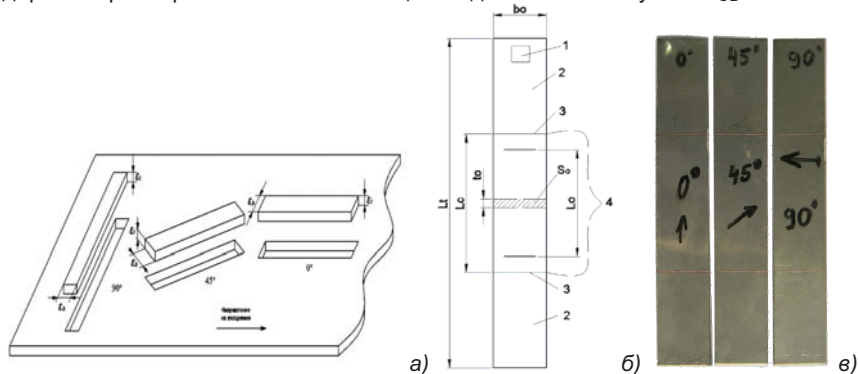
Целта на настоящата статия е да анализа и обобщи няколко годишната работа в изследването на аустенитна листов стомана X5CrNi18-10 с дебелина на материала $t_0=0,6$ mm.

МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

За сравнителния анализ на механичните характеристики от едномерен и двумерен опън са използвани разработени методи за изпитване при едномерен и двумерен опън, а така също и за определяне на анизотропията и изменението на твърдостта [3, 4].

Пробните тела за едномерен опън се разкрояват от листов материал с размери 1000x2000 mm и дебелина $t_0=0,6$ mm от стомана X5CrNi18-10 (AISI 304, DIN 1.4301, SUS304, GOST07Ch18N10) по три направления - направление съпадащо (0°), перпендикулярно (90°) и сключващо ъгъл четирисет и пет градуса (45°) спрямо посоката на валцоване (фиг.1.а.).

Изпитването на едномерен опън се осъществява с помощта на пробни тела (фиг.1), чиято форма и размери е изработена по стандарт ISO-6892-1:2009. Препоръчаната ширината на лентата b_0 по стандарта е 25 ± 1 mm и начална изчислителна дължина L_0 за изпитване 50mm, а работната дължина на изпитание е L_c да не е по-малко от 57 mm, т.е. избрана е $L_c=65$ mm. Зоната за захващане на заготовката са с ширината, равна на b_0 , а дължината $L_{оп}=45$ mm. При така подбраните размери на заготовката общата и дължина се получава $L_{об}=155$ mm.

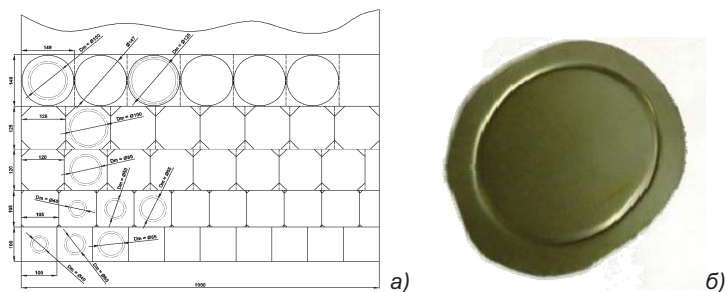


Фиг. 1. Пробни тела за едномерен опън от X5CrNi18-10: а) разкрояване на листовия материал б) схема с основни параметри по стандарт ISO-6892-1, в) общ вид на образеца, 1- място за маркиране, 2 - зона на захващане, 3 - реперни линии, 4 – работна зона, $L_0=50$ mm, $L_c=65$ mm, $t_0=0,6$ mm, $L_t=45$ mm и $b_0=25 \pm 1$ mm.

Изпитването на едномерен опън се извършва на универсална изпитвателна машина „Instron-3384“ с контролирана скорост 5mm/min до съответната степен на деформация или до настъпване на разрушение (падане на натоварването с 100N или силата до 90%). Изпитанието на опън за определянето изменението на анизотропията се извършва през равни интервали на деформиране до максималната якост на материала определена от първия опит по различните направления 0° , 45° , 90° . През всеки интервал се снемат заготовките за измерване на дебелина, ширина, дължина и твърдост по метода на Викерс.

Определянето на твърдостта на листовата стомана е направено в състояние на доставка и след определен етап на деформиране по метода на Викерс със стационарен твърдомер „Vickers Hardness Tester 432 SVD“. За определяне на твърдостта при различните етапи на деформиране ще се използват изпитаните образци, които се смъкват от изпитвателната машина за определени интервали на деформиране. Извършват се 10 последователни измервания през стъпка 0,5mm с предварително определено натоварване $F_v=5$ kg и задържане 10 секунди така, че дълбочината на проникване h_v на индентора да не надвишава 1/10 от дебелината на листа [2, 3]. За дебелина на листовия материал 0,6mm изчисления допустим размер на отпечатъка за квадрата трябва да е $a_v=0,1980$ mm, а оптималната сила на натоварване $F_v=5$ kg определена експериментално. Тогава допустимите размери на диагоналите при това натоварване не трябва да надвишават $D_1=D_2=0,280$ mm, за да се спази условието за дълбочината на проникване $h_v=1/10$. Получените стойности за твърдостта се осредняват спрямо степента на деформиране и се нанасят в Excel.

Пробните тела за двумерен опън се разкрояват от същия листов материал по схема показана на фиг.2.а. За задържане и ненавлизане на допълнителен материал в изследваната зона предварително се оформя притискащ канал на изпитвателна машина MC-2000. Общия вид на пробното тяло с диаметър $\varnothing 100$ mm на изпитване с оформен притискащ канал е показан фиг.2.б.



Фиг. 2. Пробни тела за двумерен опън от X5CrNi18-10 [5]: а) разкрояване на листовия материал б) общ вид на пробно тяло за двумерен пън

Пробното тяло от листов материал се закрепва в инструмент с кръгъл отвор и се деформира под действието на хидравлично налягане [4]. По време на изпитанието се събират данни чрез софтуерен продукт „HFM” (Hydro Forming Materials) за изменението на налягането P и височината на издуване h . Изпитването се извършва на равни етапи височини на издуване т. е. през 5 mm , като през всеки интервал изпитвания образец се подлага на 3D сканиране с помоща на софтуер за управление и контрол „MC-3DSC” [5].

Сканираните изпитани образци (фиг.3) се анализират за форма на получената повърхност чрез софтуерен продукт “SA-3DSC” (фиг.4) [5]. При наличие на сферичност се определя средния радиус на повърхнината и дебелината в полюса.



Фиг.3 Общ вид на системата за 3D сканиране [5].



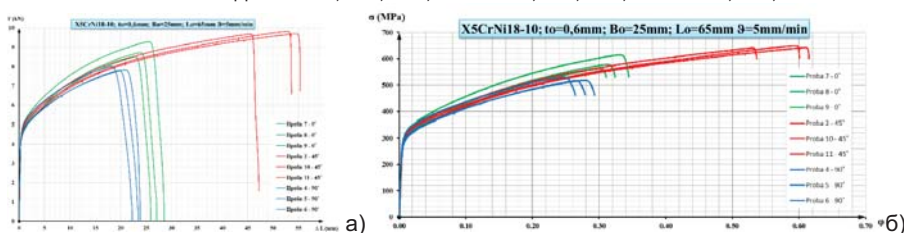
Фиг.4. Панел на софтуерен продукт SA-3DSC за анализ на сферичност и определяне радиуса на цифровия образ

Получените резултати от хидравличното издуване за височината на издуване h , налягането P и математично определени на дебелина в полюса t и радиуса на полусферата R от 3D цифров образ се събират в таблица за построяване сравнителни диаграми от експериментални резултати с известни теоретични модели.

РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ

Получените резултати от изпитването на едномерен опън с три последователни проби за всяко направление (0° , 45° , 90°) са събрани и обобщени в единна обобщена диаграма сила-абсолютно удължение [3]. За построената обобщена зависимост прави впечатление, че образците отрязани под 45° спрямо посоката на валцоване имат най-голямо удължение (фиг.5.а). Разликата от благоприятното направление на изтегляне 0° е около 2 пъти повече. Предполага се,

че това може да се дължи на благоприятните преориентации на зърната в кристалната решетка при тази посока на натоварване, получили се от предварителната обработка на материала. В този етап на пластично деформиране материалът се уякчава. Непрекъснатото намаляване на площта на напречното сечение на пробното тяло се компенсира от нарастването на съпротивлението срещу течение на метала в резултат на уякчаването. При пробите отрязани под 90° удължението е най-малко около 20 mm, както и се предполага, че зърната са разположени най-неблагоприятно спрямо посоката на натоварване. Условните граници на провлачване за всички пробни тела е почти еднаква и варира около $R_{r0,2} = 4,2 \div 4,6 \text{ kN}$, но въпреки това силата на опън в различните направления не е еднаква, т. е. за заготовките под 0° - $F = 8,6 \div 9,3 \text{ kN}$; 45° - $F = 9,6 \div 9,8 \text{ kN}$; 90° - $F = 7,8 \div 8,0 \text{ kN}$.



Фиг.5. Диаграми от едномерен опън а) Първични диаграми б) Диаграми на истински напрежения и деформации

Тъй като и натоварването F , и абсолютното удължение ΔL зависят от формата и размерите на изпитваните пробни тела, количествено сравнение между механичните показатели на различните материали по индикаторната диаграма е невъзможно. Затова натоварването F се отнася към началната площ на напречното сечение на образца A_0 , което отношение определя действащото напрежение:

$$\sigma_i = \frac{F_i}{A_i}, \quad (1)$$

а абсолютното удължение ΔL към началната дължина L_0 , определя относителната деформация, която е показател за пластичността:

$$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Истинските деформации (относително удължение) φ при едномерното напрегнато състояние се определят чрез логаритмичното отношение на дължината на пробното тяло в процеса на деформиране L_i към началната изчислителна дължина L_0 :

$$\varphi = \ln \frac{L_0 + \Delta L}{L_0} = \ln \frac{L_i}{L_0}. \quad (3)$$

Логаритмична деформация, представлява независим от началните абсолютни размери на пробните тела показател на пластичността. Тя притежава и свойството адитивност.

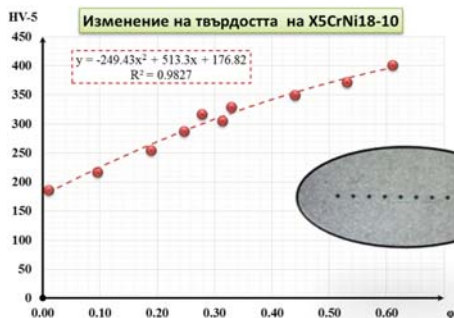
От получената се обобщена диаграма сила-удължение $F = f_1(\Delta L)$ (фиг.5.а) за всички пробни тела се преизчисляват чрез зависимостите (1) и (3) от последователните етапи от опита и се получава диаграмата за уякчаване с координати истинските напрежения и деформации $\sigma = f_2(\varphi)$ (фиг.5.б).

Получилите се диаграми представляват обобщена диаграма на уякчаване за изследвания материал по различните направления. Относителната деформация ε за различните заготовки по различните направления се колебае в интервалите: 0° - $\varepsilon = 0,35 \div 0,40$; 45° - $\varepsilon = 0,70 \div 0,82$; 90° - $\varepsilon = 0,27 \div 0,31$, а истинската деформация е по

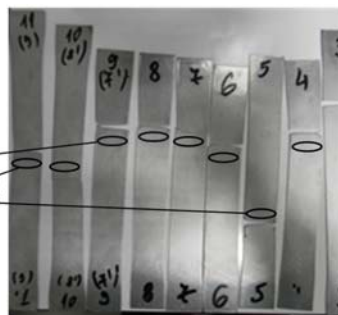
ниска при различните направления подложени на едноосен опън, т.е. за заготовките под $0^\circ - \varphi=0,30 \pm 0,33$; $45^\circ - \varphi=0,53 \pm 0,61$; $90^\circ - \varphi=0,25 \pm 0,28$.

Получените резултати от едномерния опън могат да се използват при построяване на диаграмата за изменението на твърдостта по Викерс спрямо степента на деформация.

Върху деформираните пробни тела е измерена твърдостта в работната област и близост до зоната на разрушаване при скъсване (фиг.7).

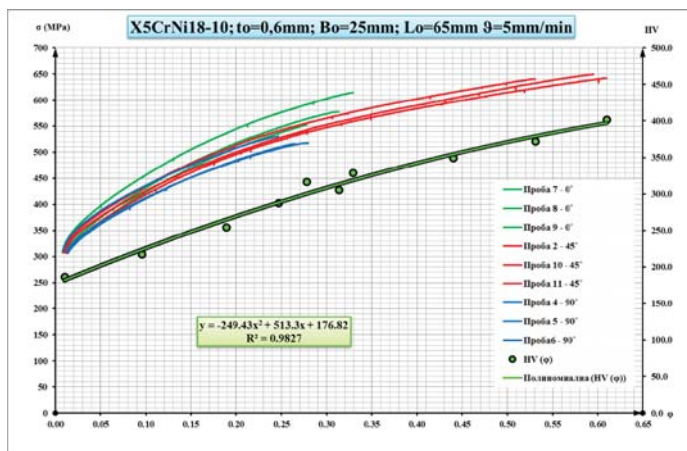


Фиг. 6. Диаграми за изменение на твърдостта с нарастване на деформацията.



Фиг. 7. Изпитани образци след едномерен опън

Получените резултати от измерената твърдост за всички образци за трите направления са нанесени в Excel файл, като се отчита при каква степен на деформация е измерена твърдостта. От получената се връзка е построена диаграма за изменение на твърдостта спрямо степента на деформиране (фиг.6).



Фиг.8. Сравнителна диаграма за изменение на твърдостта с нарастване степента на деформация и якостта на опън.

Прави впечатление, че с нарастването на степента на деформиране твърдостта нараства не по линеен закон, а по полиномен закон при доверителна вероятност близка до единица, т.е. $R^2=0,9827$. Получилата се диаграма ще бъде използвана за вмъкване в диаграмата напрежения – истински деформации. При налагане на получените се резултати от твърдостта върху диаграмата на истински

напрежения и деформации стойностите на напреженията ще са по-високи с нарастване степента на деформация. Сравнителната диаграма (фиг.8) дава възможност чрез измерването на твърдост на изделия от листов материал X5CrNi18-10 по метода на Викерс да се определи степента на деформация, а така също и напреженията за съответните направления $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ спрямо посоката на валцоване.

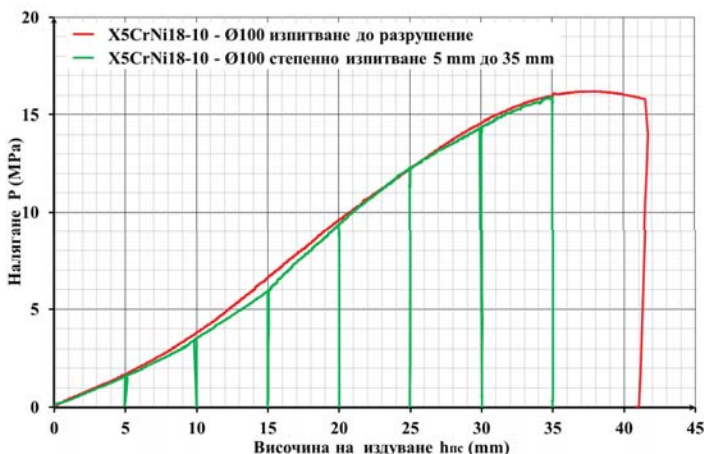
За сравнителния анализ между трите направления от едномерен опън са събрани данните от механичните характеристики на изследваният материал. Резултатите от изпитването на едномерен опън по трите направления – $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ са представени в таблица 1 и обобщени средните стойности на относителната деформация на истинската деформация и напреженията.

Таблица.1 Обобщени резултати от едномерен опън

Проба №	Относително удължение при максимална сила	Max. Сила	Относителна деформация	Средна стойност на относителната деформация	Истинска деформация	Средна стойност на истинската деформация	Истински напрежения	Средна стойност на напреженията
	ΔL	F (kN)	ϵ	$\bar{\epsilon}$	φ	$\bar{\varphi}$	σ (MPa)	$\bar{\sigma}$ (MPa)
1	25.442	9.291	0.391	0° 0.643	0.3303215	0° 0.490	902.310	0° 882.367
2	45.467	9.684	0.699		0.5303296		899.557	
3	54.567	9.708	0.839		0.6094896		845.232	
4	49.805	8.995	0.766	45° 0.771	0.5688438	45° 0.571	809.798	45° 870.873
5	52.875	9.820	0.813		0.595239		828.843	
6	47.625	10.463	0.733		0.5496779		973.978	
7	19.442	7.807	0.299	90° 0.301	0.2616776	90° 0.263	632.740	90° 680.413
8	20.984	7.822	0.323		0.279774		633.371	
9	18.234	8.017	0.281		0.2472686		775.129	

Прави впечатление, че пробите изпитани по направление 45° имат най – голяма средна относителна деформация достигаща до 0,771 и истински напрежения 870,873 MPa, Средната стойност на истинската деформация и пробата изпитана по 45° достига 0,571, която също е най – висока в сравнение с останалите две направления на изпитване. Най – малка степен на деформация се наблюдава при пробите изпитани по направление 90° , където истинската деформация е най – ниска с около 53,9% спрямо най високата. Механичната якост също по направление 90° е най – ниска с около 21,87% спрямо най високата.

Получените резултати от изпитването на двумерен опън на аустенитната стомана X5CrNi18-10 с начална дебелина $t_0=0,6$ mm и диаметър на матрицата $\varnothing 100$ mm показват, че достиганото максималното налягане без загуба на устойчивост е $P=16,19$ MPa при височина на издуване $h=37,43$ mm (фиг.9 – червен цвят), а максималната височина до поява на пукнатина $h_{max}=40,8$ mm. За определянето на дебелината в полюса и радиуса на полусферата чрез 3D сканиране и цифрово анализиране бе престъпено към етапно изпитване на проби през равен интервал на височина на издуване. Получените етапни индикаторни диаграми са сравнени с индикаторната диаграма до разрушение (фиг.9 – зелен цвят). От фигурата се вижда, че двете криви практически съвпадат. Прави впечатление при по-високите степени на издуване появата на назъбеност по диаграмата (ефект на Portevin-Le Chatelier – PLC) и при двата метода на изпитване. При по ранни изследвания на листов материал чрез едномерен опън бяха наблюдавани назъбвания по индикаторните диаграми. Вероятно това се дължи на структурни фазови промени с нарастване степента на деформиране.



Фиг.9 Индикаторни диаграми от двумерен опън

При изследване на същата марка стомана но с близък по химичен състав и дебелина $0,8\text{ mm}$ е установено е, че бързо дифундиращи атоми, които са разтворени в матрицата, взаимодействат с дислокациите, при което се получава променливо (на пулсации) движение на групи, проявяващо се в наъббеност на индикаторната диаграма. подобен материал [2]. Допълнителна причина за поява на неравномерност по индикаторната диаграма [1] се явява и аустенитно-мартензитното превръщане, протичащо в процеса на деформиране. С увеличаване степента на превръщане влиянието му вероятно се засилва, тъй като специфичното наъббване се появява във втората част на диаграмата.

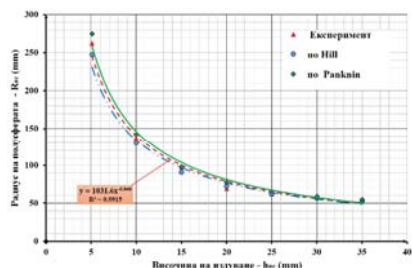
Експерименталните резултати от хидравличното издуване и геометричния анализ са обобщени в Excel таблица. Както и се очакваше с нарастване височината на издуване дебелината в полюса и средния радиус намаляват с нарастване хидростатичното налягане. Процентното изтъняване в полюса за височина на издуване $h=35,029\text{ mm}$ достига 39,3% при работно налягане $P=15,545\text{ MPa}$.

За построяването на сравнителните криви между най използваните теоретични методи на Hill, Panknin и Chakrabarty с експериментални резултати от изследването са построени графичните зависимости: радиус на полусферата спрямо височината на издуване $R=f(h)$ и изменението на дебелината в полюса спрямо височината на издуване $t=f(h)$ (фиг.10, фиг.11).

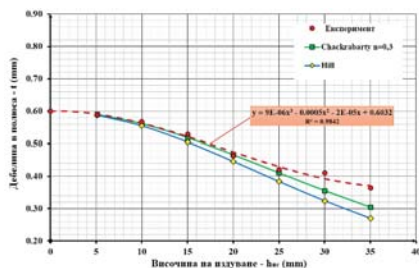
Получената зависимост $R=f(h)$ имат подобен характер и е разположена над теоретичната на крива на Hill под кривата на Panknin в началния етап на издуване, като в края намаляват разликите между трите криви, в резултат на което радиусът на полусферата клони към една определена крайна стойност, приблизително равна на радиуса на матрицата. Началната разлика се дължи, че Hill е извел уравнението чисто теоретично без да отчете дебелината на материала радиуса на закръгление в основата, а леко завишените начални стойности на Panknin се дължат на теоретичната корекция на формулата на Hill добавя влиянието на радиуса на закръгление без да отчете дебелината на материала.

Експериментални резултати от измерването на дебелината в полюса във функция от височината на издуване е представена на фиг.11. Заедно с тях са представени и кривите за изменение на дебелината според уравненията на Hill и Chakrabarty. В началния етап на издуване кривите съвпадат, но с нарастване степента на издуване експериментални резултати започват да се раздалечат.

Това се дължи на сравнително равномерното изтъняване на куполообразната форма, а не на толкова бързото изтъняване в полюса.

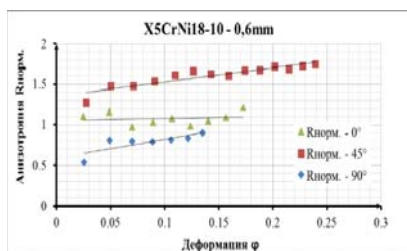


Фиг. 10 Радиус на полусферата в зависимост от височината на издуване

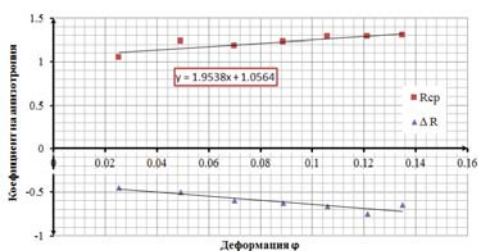


Фиг.11 Дебелината в полюса с нарастване височината на издуване

Както е известно листовите материали след валцоване придобиват влакнеста структура наричана още текстура. Тази текстура води до промяна на механичните и технологичните свойства в различните направления (0° , 45° и 90°) на изпитваните на листовите материали наричана още като анизотропия на материала. За да се определят коректно напреженията и деформациите е необходимо да се вземат под внимание изменението на средната нормална анизотропия R_{cp} и техните частните коефициенти на нормалната анизотропия $R_{норм.}$ под 0° , 45° и 90° и прилагането им в известни уравнения [6, 7, 8]. От експерименталните резултати на едномерен опън за изменението на анизотропията с нарастване степента на деформиране са построени зависимостите частните коефициенти на анизотропията под 0° , 45° и 90° (фиг.12). Както се забелязва с нарастване степента на деформиране частните коефициенти нарастват т.е. не е константа. Същата нарастваща тенденция се наблюдава и при определянето на средната нормална анизотропия R_{cp} и средната равнинна анизотропия ΔR (фиг. 13).



Фиг. 12 Зависимост на $R_{норм.}$ от степента на деформация



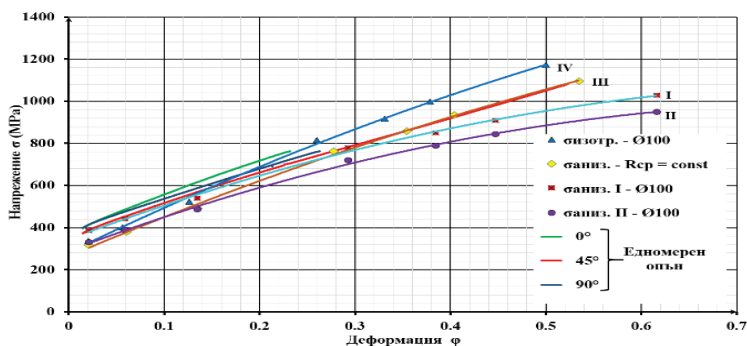
Фиг.13 Зависимост на R_{cp} и ΔR от степента на деформация

Построяването на кривата на уякчаване истинси напрежение – истинска деформация $\sigma=f(\varphi)$ е необходимо определянето на напреженията и деформациите. За тяхното определяне са необходими данни за налягането действащо за издуване на образца P , височината на издуване h , дебелината в полюсана t и средния радиус на полусферата $R_{пл.}$ сф. ср.

Теоретично погледнато експериментално получената крива $\sigma=f(\varphi)$ би следвало да бъде продължение на кривата, снета от изпитанието на едномерен опън [4]. Обикновено зависимостта $\sigma=f(\varphi)$ е разположена над кривата от изпитанието на едномерен опън. С оглед осигуряване представителност на получените данни от

хидравличното изпитване и удобство при използването им в практиката има опити за трансформиране на получените криви за $\sigma=f(\varphi)$, така че да се явят продължение на кривите от едномерен опън.

В настоящото изследване бе предположено, че кривата от двумерен опън може да се яви като продължение от едномерен опън, ако се приложи корекция за анизотропност чрез променящи се коефициенти на анизотропия. Крива I е построена като се използва корекция с двата частни коефициента на равнинна анизотропия чрез уравненията на изменението им във функция от степента на деформация. Крива II е построена със средния коефициент на нормална анизотропия чрез уравненията на изменението му във функция от степента на деформация на материала. За сравнение е построена крива III с постоянен коефициент на нормална анизотропия при степен на деформация 20%.

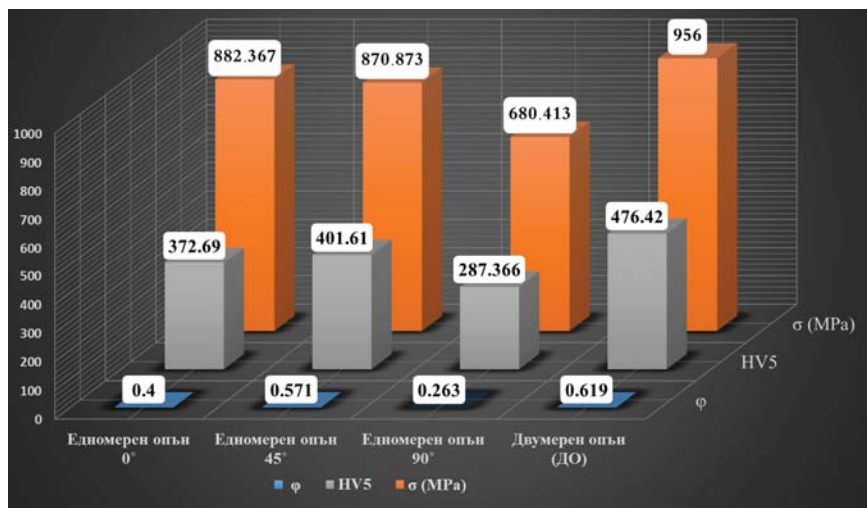


Фиг. 14 Диаграма на уякчаване на листов материал от едномерен и двумерен опън

Корекцията за анизотропност с частните коефициенти на нормална анизотропия са извършени със зависимостите за R_0 $y = 0,2489x + 1,0502$, а за R_{90} $y = 2,3374x + 0,5853$. Коригираната крива I също както крива II се оказва разположена непосредствено под кривите на уякчаване от едномерен опън, като същевременно е над крива II. Това взаимно разположение на двете криви може да се обясни с обстоятелството, че уравнението на частния коефициент за 90° е със стойности под единица, което способства за разполагане на крива I към по-високи напрежения. Причината за по-ниското разположение на крива II при по-малката дебелина на аустенитната стомана се дължи на по-високите стойности на уравнението на коефициента на нормална анизотропия за тази дебелина.

Третата корекция с постоянен коефициент на анизотропия $R_{SP} = 1,28$ дава крива III, която също като разглежданите коригирани криви I и II в началния участък е непосредствено под кривите от едномерен опън. С нарастване на степента на деформация тя постепенно клони към кривата на уякчаване по направление 45° и се слива с нея.

За сравнителния анализ между едномерен и двумерен опън са събрани данните от механичните характеристики на изследвания материал. При двумерен опън истинската деформация и истинските напрежения са с по-високи стойности в сравнение от най-високите стойности при едномерен опън (проби 45°). Механичната якост при двумерен опън надвишава с 9% сравнени от резултатите получени от едномерен опън за 45° , а спрямо най-ниската 90° надвишава 29,53%. Истинската деформация при двумерен опън е със 8% по-висока в сравнение с най-голямата от едномерен опън (проби от 45°) и спрямо най-ниската (проби от 90°) е повече от два пъти.



Фиг. 15 Сравнителна диаграма на механичните характеристики при едномерен и двумерен опън.

Изменението на твърдостта при двумерен опън е със 15,7% по-висока от твърдостта измерена от най-високата при едномерен опън и спрямо най-ниската с39,68%.

Обобщената сравнителна характеристика на механичните характеристики при едномерен и двумерен опън е представена на фиг. 4.19 и се забелязва, че истинската якост на материала, истинската деформация и изменението на твърдостта са най-големи при двумерен опън. Проведеният експеримент потвърждава необходимостта от използването на метода за хидравлично издуване за по правилно оценяване на механичните характеристики при по – сложни схеми на натоварване.

ИЗВОДИ

От получените сравнителни таблици и диаграми могат да се направят следните обещаващи изводи:

1. Установено е изменението на механични характеристики след едномерен и двумерен опън като, нарастване степента на деформиране механичната якост при двумерен опън е по – голяма в сравнение от едномерен опън спрямо трите направления - 0°, 45° и 90°;
2. Изменението на твърдостта с нарастване на деформирането се увеличава като при двумерен опън тези стойности леко нараства в сравнение от едномерен опън спрямо най – голямата степен на деформация;
3. Получена е сравнителна диаграма даваща възможност за определяне на три параметъра спрямо степента на деформиране чрез измерване на твърдост по метода на Викерс.
4. Получените резултати за изменението на механичната якост, деформацията спрямо изменението на твърдостта могат да бъдат използвани в практиката при деформиране на аустенитна стомана X5Cr Ni 18-10 с дебелина 0,6mm.

5. Необходими са допълнителни изследвания за потвърждаване на получените резултати и за други дебелини от тази група аустенитни стомани.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Янков Е., М. Николова, В. Захаријева, Фазово превръщане на аустенитни листови материали при едномерен опън на студена пластична деформация, В: Научни трудови на РУСГУ, Русе, 2013, стр. 158 – 164;
- [2] Янков Е., М. Николова, В. Захаријева, В. Гагов, Д. Господинов, Промени в механичните свойства на аустенитни листови материали при едномерен опън, В: Научни трудови на РУСГУ, Русе, 2013, стр. 152-157, Том52, серия 2, ISSN 1311-3321,.
- [3] Филева Д., Възможност за определяне на якостта на листови материали след едномерен опън чрез измерване на твърдост, В: Научни трудови на РУСГУ, Русе, 2014, стр. 41-47, ISSN 1311-3321
- [4] Филева Д., Определяне на механичните свойства на листов материал при двумерен опън чрез хидравлично издуване, В: Научни трудови на РУСГУ, Русе, 2015, стр. 53-60, ISSN 1311-3321
- [5] Янков Е. „Изпитване на листови материали при двумерен опън чрез хидравлично издуване“, Автореферат на дисертация за присъждане на научна степен „Доктор“, Русенски университет, Русе, 2014;
- [6] Христов С., „Изпитване и дефектоскопия на металите“, София, Печ. ТУ-София, 1988;
- [7] Томов Б. Технология и инструменти за щанцоване. Висше техническо училище, Русе, 1987;
- [8] Hosford W. F. Mechanical behavior of materials. Cambridge University Press, New York, 2010;

За контакти:

Деница Романова Филева, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Специалност “Мениджмънт на качеството и метрология”, e-mail: romanova.fileva@abv.bg.

Гл. ас. д-р. инж. Емил Янков, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Катедра „Материалознание и технология на материалите“, тел.: 082-888 205, к-т 3.210, e-mail: eyankov@uni-ruse.bg.

Докладът е рецензиран.

**РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ
“АНГЕЛ КЪНЧЕВ”**



СТУДЕНТСКА НАУЧНА СЕСИЯ СНС'17

П О К А Н А

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

Факултет „Машинно-технологичен“

**СБОРНИК ДОКЛАДИ
на
СТУДЕНТСКА НАУЧНА СЕСИЯ – СНС'16**

Под общата редакция на:
доц. д-р Велина Боздуганова

Отговорен редактор:
проф. д-р Диана Антонова

Народност българска
Първо издание

Формат: А5
Коли: 7.125
Тираж: 20 бр.

ISSN 1311-3321

ИЗДАТЕЛСКИ ЦЕНТЪР
на Русенски университет “Ангел Кънчев”