

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’15

СБОРНИК ДОКЛАДОВ
СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ СЕСИИ – СНС’15

PROCEEDINGS
of
the SCIENTIFIC STUDENT SESSION – SSS’15

Русе
Ruse
2015

Сборникът включва докладите, изнесени на студентската научна сесия **СНС'15**, организирана и проведена във факултет **“Машинно-технологичен”** на Русенския университет “Ангел Кънчев”.

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

ISSN 1311-3321

Copyright ©

- ♦ **СТУДЕНТСКАТА НАУЧНА СЕСИЯ** се организира от **АКАДЕМИЧНОТО РЪКОВОДСТВО** и **СТУДЕНТСКИЯ СЪВЕТ** на **РУСЕНСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ** 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:**
чл.-кор. проф. д-н Христо Белоев, DHC mult. –
РЕКТОР на Русенския университет
Елена Захаријева
ПРЕДСЕДАТЕЛ на Студентския съвет
elena_zaharieva91@abv.bg; 082-888 390
 - **Научни секретари:**
проф. д-р Ангел Смиркаров –
Ръководител УНИКОМП
ASmrikarov@ecs.uni-ruse.bg; 082-888 249
Габриела Попова –
Член на Студентския съвет
Gabriela_popova_@abv.bg; 082-888 390
 - **Членове:**
 - **Факултет „Аграрно-индустриален”**
доц. д-р Калоян Стоянов
kes@uni-ruse.bg; 082-888 542
Гергана Везирска; geri_vezirska@yahoo.com
 - **Факултет „Машинно-технологичен”**
доц. д-р Стоян Стоянов
sgstoyanov@uni-ruse.bg; 082-888 572
Мариета Станоева; mstanoeva@uni-ruse.bg
 - **Факултет „Електротехника, електроника и автоматика”**
доц. д-р Теодор Илиев
tiliev@ecs.uni-ruse.bg; 082-888 839
Георги Цанков; g.tsankov93@gmail.com
 - **Факултет „Транспортен”**
доц. д-р Валентин Иванов
vdivanov@uni-ruse.bg; 082-888 373
Димо Иванов; dimich@abv.bg

- **Факултет „Бизнес и мениджмънт”**
доц. д.ик.н. Дянко Минчев,
dminchev@uni-ruse.bg; 082 888 357
Елизар Станев, eastanev@uni-ruse.bg
- **Факултет „Юридически”**
доц. д-р Кремена Раянова
k_raynova@abv.bg; 0889 205921
Боян Войков; bvoikov@abv.bg
- **Факултет „Природни науки и образование”**
доц. д-р Емилия Великова
evelikova@uni-ruse.bg; 0885 635 874
Йоана Тасева; ioana.taseva@abv.bg
- **Факултет „Обществено здраве и здравни грижи”**
доц. д-р Стефан Янев
snyanev@uni-ruse.bg ; тел. 082-821 883
Емануил Панайотов; emo7700@abv.bg
- **Филиал - Разград**
доц. д-р Цветан Димитров
tz_dimitrow@abv.bg; 0887-631 645
Нурхан Хюдаим; n.hyudaim@gmail.com
- **Филиал - Силистра**
Гл.ас. Цветанка ПавловаCwetanka Pawlowa
knidor@abv.bg; 086 821 521
Мария Томова; toмова_maria@abv.bg

С Ъ Д Ъ Р Ж А Н И Е

1.	Антоанета Петрова Изследване силовото натоварване на детайли за земеделски машини при нарязване на резби с метчик Научен ръководител:Свилен Стоянов	6
2.	Александър Русев Новото в системите за управление на качеството Научен ръководител:д-р Цветелин Георгиев	11
3.	Диана Трухчева Възможности и перспективи за органолептично оценяване на високи температури в областа на техниката Научен ръководител:доц.д-р Борис Сакакушев	14
4.	Диана Трухчева Управление и организация на конструкторска документация чрез SolidWorks и SolidWork Enterprise PDM Научни ръководители: доц. д-р Александър Иванов,д-р Николай Станков	20
5.	Елис Ахмед Разработване на технология и приспособление за сглобяване на "Долна част" на грайфер MG300 Научни ръководители: д-р Николай Станков,доц. д-р Александър Иванов Георги Величков, Георги Георгиев	31
6.	Повърхностно закаляване на стомани X12Ф1 и ХВГ чрез електродъгов разряд с кух катод във вакуум Научни ръководители: доц. д-р Данаил Господинов, д-р Николай Фердинандов	38
7.	Хасан Хасанов Магнитна система за управление на електродъговия разряд с кух катод във вакуум Научен ръководител: д-р Николай Фердинандов	44
8.	Теодор Колев Конструиране на детайл тип мелачка и валидиране с помощта на RP технологии Научен ръководител: доц. д-р Руси Минев	48
9.	Деница Филева Определяне на механичните свойства на листов материал при двумерен опън чрез хидравлично издуване Научен ръководител: д-р Емил Янков	53

Изследване на силовото натоварване на детайли за земеделски машини при нарязване на резби с метчик

автор: Антоанета Петрова,
научен ръководител: Свилен Стоянов

Research of force load of details for agricultural machinery in threading with tap: In this report has been developed measuring system for testing the force loads at different technological operations. Researched is the torque at threading M8 in detail: flange for a bearing box from header for harvesting of sunflower. Is an innovative method used to survey and record the data. The results are presented in tabular and graphic form, have been made and the conclusions.

Key words: research, strain gauges, time converter, tap, torque.

ВЪВЕДЕНИЕ

Нарязването на резби е една от най-разпространените операции при производство на земеделски машини и приспособления за тях.

Нарязването на вътрешни резби може да се извърши с различни инструменти, но при нарязване на резби с малки диаметри основно се използват метчици. Те имат форма на винт, върху който са направени надлъжни прави или винтови стружкови канали [6]. Рязането се извършва при две съгласувани движения, главно въртливо и подавателно осово. Главното движение може да бъде машинно или ръчно. Подавателното движение може да бъде принудително, при строго съгласуване с главното движение или самоподаване. В повечето случаи се работи чрез самоподаване, като в началото е необходим само малък осов натиск. По нататък, при извършване на въртливо движение метчикът се води по нарязваната резба.

Аналитично определянето на въртящия момент е трудно и сравнително неточно, поради факта, че тангенциалните сили на рязане се изчисляват приблизително на базата на специфичното съпротивление на рязане и лицето на срязвания слой метал в зоната на рязане.

Моментът на рязане M_p може да се изчисли по следната формула [6]:

$$M_p = 10^{-9} p_z \cdot S \cdot \frac{d_2}{2} \quad [1]$$

където:

- p_z - специфично съпротивление на рязане, Pa;
- S – сумарна площ на срязвания слой от едновременно режещите зъби, mm^2 ;
- d_2 – среден диаметър на резбата, mm.

Специфичното съпротивление на рязане зависи основно от геометричните параметри на метчика, броя на каналите, дебелина на срязвания слой метал, дължината на режещата част, вида на обработвания материал и др. Определя се по следната емпирична формула [3]:

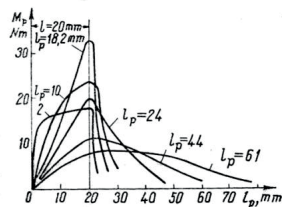
$$p_z = C \cdot a_z^y = C \left(\frac{s \cdot h}{z \cdot l_p} \right)^y \quad [2]$$

където:

- C – силова константа, зависеща главно от механичните свойства на обработвания материал;
- y – корекционен коефициент;
- s – дължина на основата на зъба на метчика;
- a_z – дебелина на слоя метал, която отделният зъб на метчика сменя;
- z – брой на каналите на метчика;
- h – височина на профила на резбата;

- l_p – дължина на режещата част на метчика.

Най-голямо влияние върху силовото натоварване на метчика оказва дължината на режещата част. В момента се произвеждат метчици с различна дължина на режещата част и правилният подбор на метчик е от съществено значение. По правило най-голям момент на рязане се получава, когато дължината на режещата част е равна или близка до дължината на нарязваната резба. На фиг.1 [6] е показана диаграма на изменение на момента на рязане при нарязване на резби M_p с метчици с различна дължина на режещата част l_p . На диаграмата ясно се вижда, че при правилен подбор на метчик, на един и същ технологичен процес, стойността на въртящия момент може да бъде намалена 3-4 пъти. Нещо повече, високата стойност на въртящия момент при работа с метчици с малки диаметри води до честото им чупене и в повечето случаи до бракуване на детайлите. Това още веднъж доказва изключителната важност за изследване на въртящия момент при нарязване на резби.



Фиг.1 Зависимост на M_p от l_p

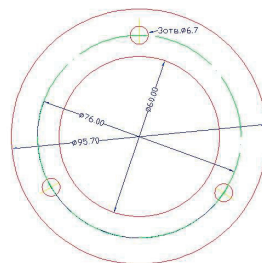
Изследването на въртящия момент при нарязването на резби с метчик е сложна и многофакторна задача. В практиката се използват емпирични формули, получени на базата на множество експерименти.

Измерването на въртящия момент при нарязване на резби с метчик се извършва с датчици, които се закрепват на специално създадени приспособления. Известни са множество методи, базирани на различни видове датчици като капацитивни, индуктивни, потенциометрични, оптични, тензометрични и мн. др. [7]. За извършване на настоящите изследвания е избран тензометричният метод на измерване [1] със специално проектирани и изработени за целта приспособления [4].

ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Обект на изследване

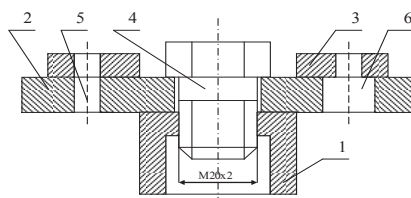
Поставена е задачата за изследване въртящия момент при нарязване на вътрешни резби с метчик във фланец за лагерна кутия, монтирана в хедер за сълнчоглед. На фиг.2 е даден чертеж на фланеца. Необходимо е изследване на силовото натоварване при последователно нарязване на три резби M8. Отворите за резбите са направени предварително. Фланецът е изработен от нисковъглеродна стомана Ст.3, посредством лазерно рязане.



Фиг.2 Фланец за лагерна кутия, Ст.3, 07

2. Разработване на приспособление за закрепване на детайла.

За изследване на момента на рязане е изработено приспособление за закрепване на фланеца – фиг.3. Приспособлението се състои от устройство за измерване на малки въртящи моменти 1, собствена конструкция [4]. За закрепване на фланеца 3 допълнително е изработен алуминиев диск 2, който се завива с винта 4 към устройството 1. На диска 2 са направени три отвора – два $\phi 6$ – позиция 5 и един $\phi 10$ – позиция 6. Малките отвори служат за закрепване на фланеца към диска с болтове M6-фиг.4. Нарязването на резба ще се



Фиг.3 Приспособление за закрепване на фланеца

М6-фиг.4. Нарязването на резба ще се

извърши през отвора $\phi 10$. Външният вид на приспособлението с детайла в глобен вид е показано на фиг.4.

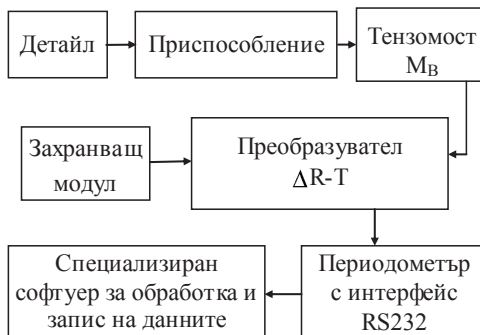
3. Опитна постановка

Измерването на въртящия момент е сложна задача, поради факта, че изходният сигнал от тензодатчиците е няколко милivolта, т.е. нивото на шумовете и напреженията от контактни и термо е.д.с. са съизмерими, дори по-високи по-стойност от нивото на полезния сигнал [1]. Това предполага прецизно изпълнение на измервателните вериги и внедряване на нови методи за преобразуване и измерване [5] с цел повишаване на точността, разширяване на измервателните диапазони при работа с двустранно натоварване, изискващи бързи преходи през нулевата стойност специално при работа с метчици.

а. Блок схема

Блок-схемата за изследване на въртящ момент на фланеца е дадена на фиг.5.

Детайлът се закрепва неподвижно в приспособлението на което има залепен Уитстонов мост, реагиращ само на усукване. Полученият сигнал от разбаланса на тензомоста се усилва и преобразува в цифров код. Използвано е иновативно схемно решение - преобразуване на



Фиг. 5 Блок-схема



Фиг.6 Опитна постановка

изменението на съпротивлението на тензодатчиците в изменение на периода при двустранен разбаланс и измерването му с периодометър – фиг.6 [5]. Изходният период чрез интерфейса RS232 се подава по COM Port на специално разработена програма VSystem_v1.0 за обработка и запис на данните. Периодометърът, интерфейса и софтуера са разработени от колектив на Добруджански технологичен колеж (ДТК) гр. Добрич и Високотехнологичен парк (ВТП) ТУ-Варна [2].

б. Тарирание на апаратурата

Тарирането на апаратурата се извършва с еталонни тежести, еталонно рамо и електронен калибратор –Calibrate Device. Той е част от специализирания софтуер VSystem_v1.0 и преди започване на измерванията е необходимо калибриране на измервателната система като цяло чрез записване на измерени еталонни стойности в съответния работен диапазон. След свързване на периодометъра към COM1Port на компютъра и настройки (Port Settings) на калибратора се въвежда първа еталонна стойност и се включва системата за еталониране, след това втора еталонна стойност и т.н. След запомняне на настройките системата е готова за работа. Възможностите за работа на измервателна система са до $\pm 50\text{Nm}$, което е напълно достатъчно за извършване на изследванията.

4. Изследване на въртящия момент

Изследването на въртящия момент се извършва при ръчно нарязване на резби -

фиг.7. Предварително са направени фаски на трите отвора. Нарязването на резби се извършва със стандартни метчици за метрична резба. Използвани са само нови инструменти, с цел изключване влиянието на износването на режещия инструмент като фактор. След тариране с електронния калибратор се преминава в режим на измерване. Програмата се стартира с бутона Start Measurement, като се индицират време и измервана величина. Необходимото време за извършване на едно измерване е 150ms, или системата прави 4 измервания за една секунда. За разлика от използвания до този момент високоточен измервателен прибор UT803 със софтуер на фирмата Uni Trend Groupe Limited with RS 232, времето за едно измерване е 300ms, или разработената измервателна система е два пъти по-бърза.



Фиг.7 Опитна постановка за изследване на Мв

След приключване на измерването (Stop Measurement) програмата генерира файл от типа CSV, който се разпознава от Excel и така получените данни могат да се съхранят и обработят допълнително.

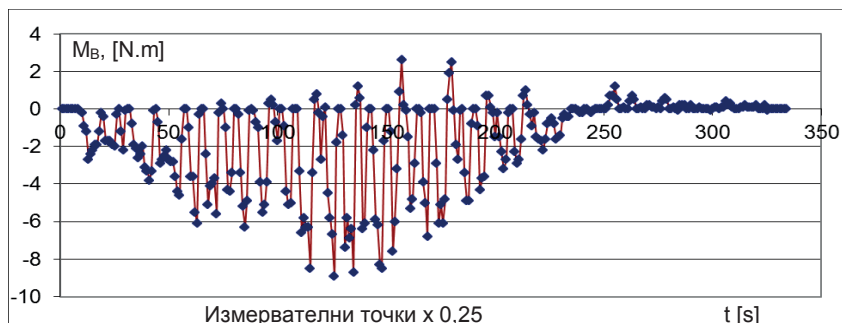
Направени са шест измервания с два предоставени детайла. Получените резултати са дадени в таблица 1 и графично на фиг. 8.

Таблица 1 Опитни данни от експериментите

Параметри / Детайли		1 детайл			2 детайл		
Нарязване на резба	Мvmax	8,9	9,31	9,2	10,4	10,7	10,2
	Мvnom	5,829	6,165	5,983	5,935	5,795	6,019
Връщане на метчика	Мvmax	1,2	1,38	1,3	1,7	1,5	1,6
	Мvnom	1,03	1,047	1,1	1,124	0,975	1,038

В таблицата е дадено максималното натоварване на метчика за всеки технологичен процес. Показано е и номиналното натоварване на детайлите. То се определя на базата на средното натоварване през времето в което се намират едновременно в работа по-голямата част от режещите зъби на метчика.

При обработката на двата детайла се отчита, че номиналното натоварване при нарязване на резба е около 6 Nm, а при връщане на метчика около 1 Nm. Максималното натоварване се отчита средно 9 Nm за първия детайл и 10 Nm за втория, което вероятно се дължи на нееднородност на материала и/или наличие на по-твърди участъци. Същото се отчита и при връщане на метчика.



Фиг.8 Натоварване на метчика във времето t

На фиг.8 е показано реалното натоварване на метчика във времето при нарязване на метрична резба М8 на първия детайл. Натоварването на метчика е по параболичен закон и се състои от две параболи, като първата показва процеса на нарязване на резба във фланеца, а втората връщането на метчика по вече направената резба. Въртящият момент при нарязване на резба е с отрицателен знак, а момента на връщане на метчика е с положителен знак. Пълният технологичен процес е 334 измервателни точки, което е 83,5 секунди, от които 61,5 секунди (246 точки) са за нарязване на резба и 22 секунди (88 точки) за връщане на метчика. Получените положителни пикове в процеса на нарязване на резба се дължат на процесите на стружкочупене, които при ръчно нарязване са задължителни. Обратната параболола е слабо изразена. Тя зависи основно от вида на обработвания материал, остатъчните грапавини и процесите на триене. При работа с нови инструменти и правилно нарязване на резбата въртящия момент по правило е малък. Последния нараства силно при отклонение от перпендикулярност при нарязването на резбата и/или износване зъбите на метчика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На базата на изложения материал, проектираните и изработени приспособления, направените и обработени експериментални данни, са формулирани следните изводи:

1. Разработена е измервателна система за изследване на въртящия момент на детайли от земеделски машини.
2. Изработено е приспособление за закрепване на изследвания детайл- фланец за лагерна кутия, към съществуващото тензометрично устройство.
3. Извършени са две серии експерименти за определяне на въртящия момент, като са спазени ограниченията от дължината на режещата част на метчика.
- 4.Получените данни показват реалното натоварване на режещия инструмент и и са база за оптимизиране и/или автоматизиране на технологичния процес.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Джуров, "Тензометрично измерване на сили", ТУ Варна, 1984.
- [2] Михайлов Р., Стоянов С., Петрова А., „Разширяване приложението в земеделската практика на технологии, техники и съоръжения за прецизно земеделие“, Резюме на проект НП30/ 2014, под печат.
- [3] Попов С., „Рязане на металите“, Техника, София, 1983.
- [4] Стоянов С., „Измерване на малки въртящи моменти при нарязване на вътрешни резби с метчик“, НТС-Варна, ТУ-Варна, списание „Машиностроителна техника и технологии“, 2009, стр.82-84, ISSN 1311-3321.
- [5] Стоянов С., Станков С., Гигов Х., „Преобразувател на двупосочен разбаланс на тензомост в период“, Годишник на ТУ-Варна, т.2, стр.48-52, 2013, ISSN 1311-896X;
- [6] Събчев П., „Металорежещи инструменти“, София, Техника, 1982.
- [7] Тодоров, „Преобразуватели в уредостроенето“, София, Техника, 1992г.

За контакти:

Антоанета Драгнева Петрова, студент, спец. ЗТТ, III курс, ДТК - гр. Добрич в структурата на ТУ-Варна, тел. 058604712, E-mail: an2222@abv.bg
Ас. инж. Свилен Христов Стоянов, ДТК- гр. Добрич в структурата на ТУ-Варна, тел. 058604712, E-mail: svilen.stoyanov@tu-varna.bg

Благодарности: Настоящите изследвания са извършени по проект НП22/2015, финансиран от ТУ-Варна.

Докладът е рецензиран.

Новото в системите за управление на качеството

автор: Александър Русев
научен ръководител: д-р Цветелин Георгиев

***What's new in Quality Management Systems.** This paper discusses the changes in the new version of ISO 9001, the world's most popular standard for quality management. Its current version is now being revised with the new standard ISO 9001:2015 which will be available in September 2015.*

Key words: Quality management, QMS, revision, standard, ISO

ВЪВЕДЕНИЕ

Серията международни стандарти ISO 9000 за управление на качеството е позната и призната в цял свят. Публикуван за пръв път през 1987 година, ISO 9001 е най-популярният международен стандарт, предназначен за сертификация на системи за управление на качеството (СУК). Предимствата от сертифицирането по стандарта са значими. Основните от тях са увеличаването на конкурентоспособността на вътрешния и външен пазар, получаването на международно признание за качество, подобряване на процесите в организацията, повишаване на удовлетвореността на клиентите и др. Стандартът е въведен в над 800 000 организации в 162 държави. В текущата версия на стандарта (ISO 9001:2008) се основава на осем основни принципа, които гарантират успешно ръководене и функциониране на една организация: насоченост към клиента; лидерство, приобщаване на хората, в; процесен подход; системен подход за управление; непрекъснато подобряване; взимане на решение, основано на факти; взаимноизгодни отношения с доставчиците[1].

Подобно на всички ISO стандарти, 9001 минава през цялостен процес на преглед на приблизително всеки пет години. Процесът на преразглеждане гарантира, че стандартът продължава да отговаря на нуждите и изискванията на заинтересовани страни по отношение на СУК. Също така нуждата от обновяването на стандартите е предизвикана както от възникналите промени в бизнес средата, така и от необходимостта тези стандарти да бъдат синхронизирани помежду си, за да бъде създадена възможност за едновременно им използване в интегрираните системи за управление, например такива касаещи управлението на околната среда и здравословните и безопасни условия на труд. Публикуването на новата версия ISO 9001:2015 се очаква през септември 2015г.[2]

НОВОВЪВЕДЕНИЯ И ПРОМЕНИ В ISO 9001:2015

В новата версия на стандарта са въведени множество промени, които са пряко свързани с паралелно извършващите се промени в стандарта ISO 9000. Основната промяна е в структурата на стандарта, която е определена в Директивата Annex SL. Тя осигурява най-малко 30% общ текст между всеки стандарт за система за управление чрез насърчаване на еднакви заглавия на клаузите, последователност на заглавията на клаузите, текст и определения. Целта е всички стандарти за управление да имат идентична структура, общ основен текст, общи термини и определения. По този начин се подобрява съвместимостта на стандарта и привеждането му в съответствие с други стандарти за управление. В таблица 1 е представена структурата на новия стандарт [3].

Таблица 1 Структура на ISO 9001:2015

Клауза №	Наименование
0	Въведение
1	Обект на област и приложение

2	Позоваване
3	Термини и определения
4	Контекст на организацията
5	Лидерство
6	Планиране
7	Поддръжка
8	Оперативна дейност
9	Оценка на изпълнението
10	Подобрене

Както се вижда, броят на клаузите е увеличен от 8 до 10. Клаузите от 0 до 3 не се различават от тези във версията от 2008г. Въпреки това, в следващите клаузи от стандарта има значителни промени. По долу са изброени най-съществените от тях [4].

1. Въвеждането на „контекст на организацията“, описано в клауза 4. Тя изисква организацията сама да определи факторите, които могат да повлияят на планирането на СУК и постигането на поставените ѝ цели.
2. Изтъкването на важността за въвеждането на процесен подход в организацията. Фокусът върху ефективното управление на процесите е запазен, но в новата версия се акцентира повече върху постигането на желаните резултати и осигуряването на доверие в продукта.
3. Въвеждането на подход, основан на риска. Той е съвсем нова концепция в ISO 9001. Той е разгледан в детайли в клауза 6.1 – *Действия за разглеждане на риска и възможности*. Организацията трябва да открие рисковете и възможностите, които трябва да бъдат разгледани, за да се гарантира, че СУК може да постигне своите планирани цели, включително тези, свързани с контекста на организацията или определени от него. Организацията трябва да планира действия за справяне с тези рискове и възможности, да ги интегрира и прилага в процесите на СУК, както и да оценява ефективността на тези действия [5].
4. Разбиране на нуждите и очакванията на заинтересованите страни. Заинтересованите страни представляват групи или лица, които имат възможността да влияят на способността на организацията постоянно да предоставя стоки и услуги, отговарящи на изискванията на клиентите и на нормативната уредба. Този аспект се разглежда в клауза 4.2 *Разбиране на нуждите и очакванията на заинтересованите страни*.
5. Отпадане на изискването на представител на ръководството. Промяната е въведена с цел, отговорността за СУК да се поема от цялото ръководство, а не само от едно лице, което го представлява. По този начин се засилва участието на ръководството в процесите в организацията.
6. Обединяване на външни подизпълнители и доставчици, чрез въвеждането на клауза 8.6 *Управление на външното предоставяне на стоки и услуги*. Клаузата поставя изисквания за контрол предоставянето стоки и услуги от външни организации.
7. Трансформирането на документи и записи в „Документирана информация“ и премахване на нуждата от наръчник по качество.
8. Заменянето на „продукти“ със „стоки и услуги“. Тази промяна има за цел разширяване на обхвата на стандарта и по-добрата му приложимост в областта на услугите.

9. Отпадане на възможността и необходимостта от изключения от стандарта. Причината за това е разбирането, че всички организации, независимо от вида и големината си могат да отговорят на изискванията на новата версия на стандарта.
10. Заменяне на „Проектиране и разработване“ по „Разработване“. По този начин организациите вече не се обвързват с точно установен модел на разработване и могат сами да определят такъв, в зависимост от собствените си процеси.

Организациите, сертифицирани по настоящия стандарт ISO 9001:2008, ще разполагат с тригодишен преходен период, след датата на публикуване на стандарта (септември 2015), за да преминат към новото издание на стандарта. Освен новата версия на ISO 9001 се очаква и излизането на новите версии на други стандарти, включително ISO 14001.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новата версия на ISO 9001:2008, която се очаква да излезе през септември 2015, дава едно изцяло ново мислене за СУК. Тя е пригодена към променящия се свят на бизнеса и технологиите и е шанс за фирмите да преразгледат съществуващи СУК и да продължат да ги прилагат.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Български институт за стандартизация. Системи за управление, 2013.
- [2] ASQ Quality Progress Magazine. ISO 9001 revision planning is under way, 2012
- [5] ASQ Quality Progress Magazine. Not a Game- Is it risk management or preventive action—and does it matter, 2015.
- [3] Draft International Standard ISO/DIS 9001. Quality management systems — Requirements, 2014.
- [4] Intertek Academy. 9001:2015 Време за промяна, 2014.

За контакти:

Александър Русев, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Специалност “Мениджмънт на качеството и метрология”, e-mail: a.rusev@hotmail.com
гл.ас. д-р Цветелин Георгиев, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Катедра „Технология на машиностроенето и металорежещи машини”, e-mail: tzgeorgiev@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.

Възможности и перспективи за органолептично оценяване на високи температури в областта на техниката

автор: Диана Трухчева
научен ръководител: доц. д-р Борис Сакакушев

Opportunities and prospects for organoleptic assessment of the high temperatures in the field of the technique: The report discusses some important moments of sensory evaluation of high temperatures in the area of technology and a method for its objectification

Key words: organoleptic evaluations, organoleptic measurement, high temperatures.

ВЪВЕДЕНИЕ

Интересният въпрос, който всички специалисти в областта на техниката, когато се сблъскат с приложение и използване на органолептичните методи на измерване си задават е - ЗАЩО? Отговорът е прост:

Това е един переспективен и алтернативен на традиционните методи за измерване – *органолептичният* е резултат на процеси възникнали като съпътстващи и непрекъснати още с началото на човечеството. Той има безспорни предимства, но е съпроводен с редица проблеми, грешки, неопределености, неясноти и несъответствия.

Казаното води до извода, че качествените и количествени показатели са представителни тогава когато са метрологично проследими, измерими и повторяеми.

ИЗЛОЖЕНИЕ

С увеличаването на изискванията към качеството на изделията, техния асортимент, количествени показатели и производствени специфики се засилва влиянието на стандартизацията в различните области. Същевременно се прилагат множество *субективни критерии и индивидуални виждания*, което поражда редица проблеми и производствени неясноти. Това води до използването на *размити, неточни, трудно повторяеми, определими и възпроизводими* критерии и оценки за качество. Методите, техниките, процедурите и стандартите прилагани в редица области позволяват да бъдат адаптирани за редица сфери от машиностроенето. Това поражда необходимостта от прилагането на известния принцип на стандартизация - „обобщаване на прогресивна практика“, осигуряващ разпространяване на опита на най-напредналите стопански субекти, както и на принципа „комплексност на стандартизацията“, осигуряващ взаимната обусловеност на стандартите.

Тук е момента да цитираме класиката - **измерването** представлява процес на експериментално получаване на информация за числовата стойност на величина. *То е основополагащо за науката метрология.* Съществен за този процес е и използвания метод за измерване.

По същество измерването е сравнение чрез *физически експеримент* на дадена величина с определена нейна стойност, приета за единица. И тъй като **органолептичният метод също представлява процес на сравняване на показателите на даден обект, оценени посредством сетивата ни с аналогични показатели на еталон** /референтен образец/, то и те се определят като **методи за измерване!** Ето това е същината на отговора на изначалния въпрос, зададен в увода.

Позволяваме си това допълнение поради факта, че инженерите профани, особено у нас не оценяват или направо пренебрегват тези методи за измерване,

къде поради непознаване /некомпетентност/, къде поради псевдо „ненаучност“ /липса на „обективна“ оценка в техните очи/.

В отрицание на тези разбирания ще посочим, че две много сериозни области на техниката се ползват почти на 80% от тези методи.

Достатъчно е да се поровите в световната мрежа, за да научите, че световните лидери в часовникарското производство – швейцарските фирми - **Patek Philippe & Co, Vacheron Constantin, Zenith, Omega** и др. използват в своите произведения над 80% такива методи при производството, сглобяването и окончателния контрол на своите щедьоври, струващи стотици хиляди евро [5,6,7,8].

Втората област на техниката е оръжейното производство на огнестрелно оръжие. Използването на тези методи и тяхното споменаване в тази област придизвиква снизходителен присмех у хората, смятащи себе си за специалисти, но незапознати със спецификата на тези производства, където един артикул е на цена от десетки хиляди евро [9,10].

Много съществено е в случая да се отбележи, че органолептичните анализ и практика са дейности, при които теоретичната подготовка предшества практическото приложение. С оглед подготовка за практическата част е необходимо предварително да се решат следните задачи, свързани с теорията на органолептичния анализ:

- Подготовка на информационното осигуряване;
- Обучение и подготовка;
- Изясняване на видовете грешки.

Съществуват основно два вида задачи, които изследователите решават в практиката:

- Първи вид, при който изследователят оценява непроменящи се показатели. *Той е по – лесен за изпълнение;*

- Втори вид, представляващ по – сложна задача, при който оценяваните показатели на образеца се намират в преходно състояние (в следващия момент те са променени).

При практическото решаване на такъв тип задачи, основния проблем е свързан с «информационното осигуряване». То включва изготвяне на ръководство (в случай, че няма такова), съдържащо несъответствията (оценяваните показатели) за даден детайл [1].

Ръководството може да включва:

- описан опит на работещите в момента специалисти;
- вербални описания;
- схеми;
- снимков материал на оценяваните показатели - спомага за тяхното възприемане.

Подготовката на информационното осигуряване е важно поради необходимостта от начално формиране на **информационен модел**.

В. П. Зинченко и Д. И. Панов [2] наричат **информационен модел** данните, даващи информация и *описващи състоянието на даден обект* (детайл, продукт, машина).

Информационният модел трябва да отговаря на следните изисквания:

- съдържанието на информационния модел трябва да отразява адекватно състоянието на образеца;
- количеството информация, която предоставя, трябва да осигурява оптимален информационен баланс, без информационен дефицит или претоварване;
- информационният модел е длъжен да отразява най съществените показатели и да не съдържа второстепенни, които биха разсеяли изпитателя;
- информационният модел трябва да съответства и на възможностите на изследователя.

Проведеното и представено в [4], експериментално изследване има за цел да „открехне вратата“ на обективизирането на този тип измервания. На съвременния етап на развитие на техниката, не е необходимо да се убеждаваме колко е важно точното измерване на високите температури при различните металургични процеси, процесите на термообработка на материалите и различните процеси в химическата промишленост.

От представените резултати в Таблица 1. се вижда, че това т.н. обективизиране не е достатъчно успешно.

От анализа на резултатите, първото нещо, което прави впечатление е относително голямата разлика между показанията на термодвойката на пеща и показанията на пирометрите, което не е изненада за колектива, който не за първи път се сблъсква с това явление, което дава основание за едно такова изследване. Второто нещо, което се забелязва е големия диапазон на определението на цвета – по т.н. цветни таблици – еталони - „*светло вишнев*“.

Таблица 1 [4] Данни от експерименталното изследване

№ №	Образец №	Температура на пеща според термодвойката – °C	Температура пирометър – °C		Цвят	№ на снимка
			Оператор 1 – 400mm	Оператор 2 – 300mm		
11	1	800	847,0	830,0	Светло вишнев	1
22	2	800	845,5	828,4	Светло вишнев	1
33	3	800	843,2	825,6	Светло вишнев	1
44	4	790	834,4	816,6	Светло вишнев	2
55	5	790	831,2	814,3	Светло вишнев	2
66	6	790	828,8	811,7	Светло вишнев	2
77	7	760	795,2	785,0	Светло вишнев	3
88	8	760	793,4	783,2	Светло вишнев	3
99	9	760	791,5	780,1	Светло вишнев	3
11 0	10	590	662,5	640,5	Не свети	4
11 1	11	590	659,4	638,3	Не свети	4
11 2	12	590	657,1	636,1	Не свети	4

Действителната грешка на термодвойката при тези високи температури се простира в диапазона - $\pm 20^{\circ}\text{C}$, */там характеристиката става силно нелинейна/*. Оказва се също така, че разстоянието от което измерва електронния пирометър има решаващо значение за точността на измерването при тези високи температури. Но това намаляване на разстоянието е свързано със *сериозно нагриване* на пирометъра. На практика той навлиза в работната зона на пеща и съществува реална опасност да се повреди т.е. не е възможно да го доближаваме оптимално до измервания обект – на практика това е още едно ограничение, както за уреда, така и за оператора, извършващ измерването.

Следващият неблагоприятен факт е “размиването” на понятието – *начало на светенето* според таблицата еталон, използвана в [3 и 4]. Констатираме, че при температура, отчетена по термодвойката на пеща – 590°C , т.е. над температурата за

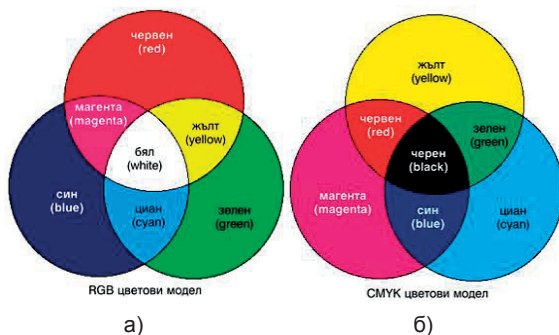
начало на светенето и тримата участници в експеримента не констатираха начало на светенето. Този факт най-вероятно е свързан с образуването на окисен слой върху опитните образци /т.н. окалина/, която възпрепятства установяването на началото на „светенето“. Това натрупване на неблагоприятни фактори, продуктува следващата стъпка в това изследване а именно визуализирането, а от там и обективизирането на органолептичното определяне на цвета на нагрятото тяло, респ. неговата температура чрез цветови анализ на снимка на работната площ на пеща с помоща на подходящ софтуер.

Именно по тази причина в момента на измерването на съответните температури на нагретите опитни образци в пеща е извършено и засменане на работната зона на пеща, заедно с опитните образци.

Една част от източниците на светлина светят благодарение на превръщането на топлинната енергия в светлина, като цветът на светлината зависи от температурата, до която е нагрятото тяло – това са така наречените “първични” източници на светлина или самосветещи източници. Мярка за спектралния състав на светлината е нейната **цветна температура**. Цветната температура е условна температура (в градуси по **Келвин** – $1^0 \text{ K} = 273 + ^0 \text{ C}$), до която би трябвало да се нагрее едно абсолютно черно тяло, така че да излъчва светлина със съответната дължина на вълната предизвикваща усещане за съответния цвят.

От теорията на цветното виждане следва, че при смесване на трите основни излъчвания – червено, зелено и синьо – съществува възможност да се получат всички цветни тонове. Полученият цвят е резултат от независимото въздействие на всяко излъчване върху нервните центрове на окото, което сумира светлинните потоци и дава усещане за определен цвят. Този начин за получаване на различни цветни оттенъци се нарича адитивен (събирателен), а съществуващите цветове – син, зелен и червен – основни или първични - фиг.1а, **R-червен (red) G-зелен (green) B-син (blue) C-синьо-зелен (cyan) M-пурпурен (magenta) Y-жълт (yellow)**.

Получаването на цветове чрез използване на пигменти (бои) при наслагване на допълнителните цветове се нарича субтрактивно смесване на цветовете. Поради избиращелното поглъщане и отразяване предметите се характеризират с едно от най-важните си качества – цвета – фиг.1б, **R-червен (red) G-зелен (green) B-син (blue) C-синьо-зелен (cyan) M-пурпурен (magenta) Y-жълт (yellow)**.



а) б)
Фиг.1 Адитивно – а) и субтрактивно – б)
представяне на цветовете

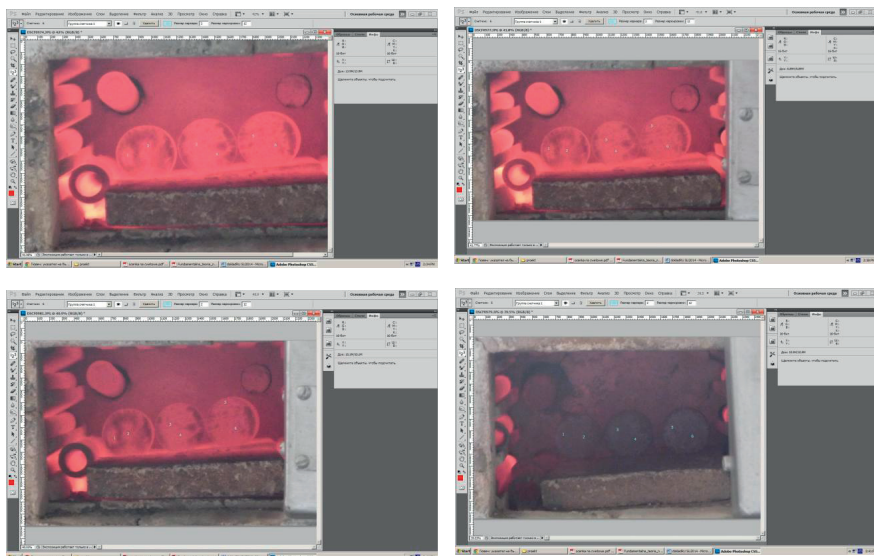
Абсолютно целенасочено не се споменава марката фотоапарат и неговите оптични и спектрални характеристики, за да се запази чистотата на експеримента.

По тази причина няма да се използва специализиран софтуер за

цветови инализ, каквито съществуват доста, а ще се използва широко разпространен в практиката редактор за фотоизображения.

На всеки един от опитните образци, който са по три на брой в съответната серия, ще се индикират по две точки за измерване в сравнително чисти от окалината

зони. Общо точките са 6 – по две на всеки от образците в четирите серии – фиг.2.



Фиг.2 Снимки на работната част на пеща с опитните образци за четирите серии опити

Резултатите от измерването в RGB среда са показани в Таблица 2.

	Снимка - 1	Снимка – 2	Снимка - 3	Снимка - 4
1	31740 – 822.3 °C	27756 – 719.1 °C	26214 – 679.1 °C	12722 – 329.6 °C
2	32254 – 835.6 °C	29041 – 752.4 °C	25315 – 655.8 °C	12336 – 319.6 °C
3	32328 – 837.5 °C	28784 – 745.7 °C	26343 – 682.5 °C	11951 – 309.6 °C
4	32125 – 832.3 °C	29555 – 765.7 °C	26214 – 679.1 °C	11694 – 303.0 °C
5	31097 – 805.6 °C	28399 – 735.7 °C	25443 – 659.1 °C	11794 – 305.5 °C
6	31354 – 812.3 °C	27885 – 722.4 °C	25572 – 662.5 °C	11565 – 299.6 °C
А	824.3 °C	740.2 °C	669.7 °C	-

От таблица 2 се вижда, че резултатите на метода дават достатъчна точност около диапазона на температурата на калибриране 800°C, както и че е необходимо действително да се регистрира „светене“ на пробите за да се осигури неговата работоспособност /виж снимка 4 и нейните резултати/ [11].

Разработения метод е перспективен, както за регистриране на резултати от производствени измервания, така също при разработване на подходящи приложения към съществуващ софтуер за безконтактни измервания в реално време.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализирани са методичните основи на разработения метод за визуализиране на органолептично измерване на високи температури.

Проведено е експериментално изследване за проверка на работоспособността

на предложения метод.

Доказана е работоспособността на метода в зоната около температурата на калиброване.

ЛИТЕРАТУРА

[1] ISO 6658:2005 - Анализ органолептический. Методология. Общее руководство.

[2] Сергеев С.Ф., Инженерная психология и эргономика - Учебное пособие. М.: НИИ школьных технологий, 2008, ISBN 978-5-91447-010-1.

[3] Първанов С. Д. Изследване и приложение на органолептичните методи. Дисертация за получаване на образователната и научна степен доктор. Русе, Печатна база на РУ „А. Кънчев“, 2013г.

[4] Първанов С. Д., Б. Сакакушев, Б. Сотиров. Експериментално изследване на органолептично измерване на високи температури. 24th National Scientific Symposium “Metrology and metrology assurance”, 2014, ISSN 1313-9126, 530-534pp.

[5] <http://www.youtube.com/watch?v=3cgh83Yste0>

[6] <http://www.youtube.com/watch?v=o-XJagX1H4>

[7] <http://www.youtube.com/watch?v=OLkuHed8KtQ>

[8] http://www.youtube.com/watch?v=uo8AB3c_pTI

[9] <http://www.youtube.com/watch?v=2dBvOkE3Z84>

[10] Dichev, D., Koev, H., Bakalova, T., Louda, P. A Kalman. Filter-Based Algorithm for Measuring the Parameters of Moving Objects. *Measurement Science Review*, 15 (1), 2015, 19-26, ISSN 1335-8871.

[11] Дичев Д., Х. Хасанов, Хр. Коев. Математическо моделиране на кинематиката на стендова апаратура за изследване на точностните характеристики на уреди за измерване на параметри на подвижни обекти. Сп. “Механика на машините”, кн. 1, ТУ – Варна, 2014, ISSN 0861-9727.

За контакти:

Доц. д-р инж. Борис Сакакушев, Катедра “Технология на машиностроенето и металоорежещите машини”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 237, e-mail: bsak@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.

Управление и организация на конструкторска документация чрез SolidWorks и SolidWorks Enterprise PDM

автор: Диана Трухчева
научни ръководители: д-р инж. Николай Станков,
доц. д-р Александър Иванов

Резюме: В доклада е представено разработването на шаблони в CAD системата SolidWorks и карти в PDM системата SolidWorks Enterprise PDM. Те се разработват за Part, Assembly и Drawing документи. Шаблоните и картите са необходими при създаването на конструкторската документация и за реализиране на комуникацията между двете системи.

Ключови думи: CAD система, PDM система, Part документ, Assembly документ, Drawing документ, шаблони, карти.

Abstract: The paper presents the development of templates for CAD system SolidWorks and cards for SolidWorks Enterprise PDM. They are developed for the Part, Assembly, and Drawing documents. Templates and cards are needed during the design process and also to support the communication between the two systems.

Key words: CAD system, PDM system, Part document, Assembly document, Drawing document, SolidWorks templates, PDM cards.

ВЪВЕДЕНИЕ

SolidWorks е CAD система, която служи за разработване и конструиране на различни видове изделия. Тя намира приложение във всички области на машиностроенето. С нея се разработват тримерни модели на детайли и сглобени единици, и се създава конструкторска документация на база на разработените модели. За да се автоматизира процеса на създаването ѝ, е необходимо да се използват т.н. потребителски атрибути (мета данни), които се задават за всеки един тримерен модел на детайл или сглобена единица.

SolidWorks Enterprise PDM е PDM система, която служи за управление и организация на конструкторска документация. За да изпълнява основните си функции тя използва информацията, която е зададена в тримерните модели или това е информацията, която се задава с потребителските атрибути.

Това какви потребителски атрибути ще се използват, зависи от изикванията към документацията, които има съответната фирма или организация. В доклада ще бъдат представени примерни варианти на шаблони за Part, Assembly и Drawing документи, които могат да се използват в CAD системата SolidWorks. Когато фирмата разполага и с PDM система, за да се реализира комуникацията между двете системи, в PDM система SolidWorks Enterprise PDM трябва да има създадени съответните карти за Part, Assembly и Drawing документи.

ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Разработване на шаблони в средата на CAD системата SolidWorks

1.1. Разработване на шаблон за документ от типа Part

В Part документа се създава тримерния модел на детайла.

За всеки един тримерен модел на детайл, от меню File Properties, в прозореца Summary Information, в секция Custom се избират необходимите потребителски атрибути. В колоната Property Name се задават нужните потребителски атрибути, а в колоната Value се попълва тяхната стойност (значение) [4].

На фиг. 1 е показан примерен шаблон за Part документ. В случая са използвани следните атрибути – Description (Наименование), PartNo (Означение), Weight (Тегло), Material (Тип на материала – марката на стоманата), StockSize (Размери на

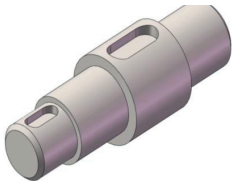
заготовката – вида на материала), Author (Разработил документа), CheckedBy

	Property Name	Type	Value / Text Expression	Evaluated Value
1	Description	Text	Наименование	Наименование
2	PartNo	Text	Означенение	Означенение
3	Weight	Text	"SW-Mass@Part1.SLDPR1"	0.00
4	Material	Text	Материал	Материал
5	StockSize	Text	Размери на заготовката	Размери на заготовката
6	Author	Text	Разработил	Разработил
7	CheckedBy	Text	Проверил	Проверил
8	CompanyName	Text	Русенски Университет	Русенски Университет
9	<Type a new property>			

Фиг. 1 Примерен шаблон с потребителски атрибути, които се задават за всеки един тримерен модел на детайл (Проверил документа) и CompanyName (Името на фирмата или организацията).

	Property Name	Type	Value / Text Expression	Evaluated Value
1	Description	Text	Вал	Вал
2	PartNo	Text	ЛВ - 00 00 03	ЛВ - 00 00 03
3	Weight	Text	"SW-Mass@LV - 00 00 03.SLDPR1"	0.76
4	Material	Text	"SW-Material@LV - 00 00 03.SLDPR1"	1.0545 (S355N)
5	StockSize	Text	Прът Ø45x125	Прът Ø45x125
6	Author	Text	Д.Трухчева	Д.Трухчева
7	CheckedBy	Text	Н.Станков	Н.Станков
8	CompanyName	Text	Русенски Университет	Русенски Университет
9	<Type a new property>			

Фиг. 2 Попълнен шаблон с потребителските атрибути на детайл „Вал“



Фиг. 3 Общ вид на примерния модел на детайл „Вал“ [8, 9]

На фиг. 2 е показан как изглежда попълнен шаблона на детайл „Вал“ (фиг. 3).

Когато е нужен потребителски атрибут, който липсва в CAD системата SolidWorks, той може да бъде създаден. Такъв е случая с PartNo, който е създаден допълнително и трябва да се задава за всеки документ.

Като вариант може да се използва атрибута Number, който задава името на файла в Part документа.

1.2. Разработване на шаблон за документ от типа Assembly

В Assembly документа се създава примерния модел на сглобената единица.

За всеки един примерен модел на сглобена единица, от меню File Properties, в прозореца Summary Information, в секция Custom се избират необходимите потребителски атрибути. В колоната Property Name се задават нужните потребителски атрибути, а в колоната Value се попълва тяхната стойност (значение) [4].

На фиг. 4 е показан примерен шаблон за Assembly документ. В случая са използвани следните атрибути – Description (Наименование), PartNo (Означение), Weight (Тегло), Author (Разработил документа), CheckedBy (Проверил документа) и CompanyName (Името на фирмата или организацията).

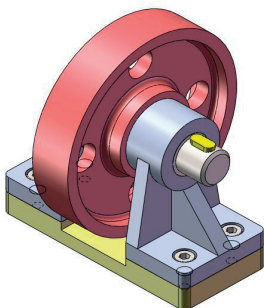
Property Name	Type	Value / Text Expression	Evaluated Value
1 Description	Text	Наименование	Наименование
2 PartNo	Text	Означение	Означение
3 Weight	Text	"SW-Mass@Assem1.SLDASM"	0.00
4 Author	Text	Разработил	Разработил
5 CheckedBy	Text	Проверил	Проверил
6 CompanyName	Text	Русенски Университет	Русенски Университет
7 <Type a new property>			

Фиг. 4 Примерен шаблон с потребителски атрибути, които се задават за всеки един примерен модел на сглобена единица

На фиг. 5 е показан как изглежда попълнен шаблона на сглобена единица „Лагерен възел“ (фиг. 6).

Property Name	Type	Value / Text Expression	Evaluated Value
1 Description	Text	Лагерен възел	Лагерен възел
2 PartNo	Text	ЛВ - 00 00 00	ЛВ - 00 00 00
3 Weight	Text	"SW-Mass@LV - 00 00 00.SLDASM"	1.41
4 Author	Text	Д.Трухчева	Д.Трухчева
5 CheckedBy	Text	Н.Станков	Н.Станков
6 CompanyName	Text	Русенски Университет	Русенски Университет
7 <Type a new property>			

Фиг. 5 Попълнен шаблон с потребителските атрибути на сглобена единица „Лагерен възел“



Фиг. 6 Общ вид на тримерния модел на сглобена единица „Лагерен възел” [8, 9]

1.3. Разработване на шаблони за документ от типа Drawing

Чрез Drawing документа се създава конструкторска документация на детайли или сглобени единици.

Необходимо е да създадат шаблони за стандартните чертожни формати – A4, A3, A2, A1 и A0. В полетата на таблицата, чрез команди се извежда информацията зададена със съответния потребителски атрибут в модела на детайла или сглобената единица [4].

На фиг. 7 е показана таблицата на чертежа на детайл „Вал”, попълнена автоматично на база зададените потребителски атрибути в Part документа.

					Мащаб	Маса		1.0545 (S355N)
					1:1	0.76		Прът Ø45x125
					Лист	Вал Русенски Университет ЛВ - 00 00 03		
Изм.	Бр.	Опис	Подпис	Дата	1/1			
Разработ		Д.Труччева		07.04.2015				
Проверил		Н.Станков		07.04.2015				
Т. контрол								
Н. контрол								
Утвърдил								

Фиг. 7 Таблица на чертежа на детайл „Вал”

На фиг. 8 е показана таблицата на чертежа на сглобената единица „Лагерен възел”, попълнена автоматично на база зададените потребителски атрибути в Assembly документа.

					Мащаб	Маса		
					1:2	1.41		
					Лист	Лагерен възел		
					1/1			
Изм.	Бр.	Опис	Подпис	Дата	Русенски Университет			ЛВ - 00 00 00
Разработ		Д.Труччева		07.05.2015				
Проверил		Н.Станков		07.05.2015				
Т. контрол								
Н. контрол								
Утвърдил								

Фиг. 8 Таблица на чертежа на сглобена единица „Лагерен възел”

2. Разработване на карти в средата на PDM системата SolidWorks Enterprise PDM

Повечето PDM системи са основани на архитектурата клиент – сървър, като PDM сървърът включва хранилище за файлове и база от данни, съдържаща метаданни. Метаданните представляват информация за електронните документи, най-често под формата на атрибути. Те имат съществено значение и без тях PDM системата не може да работи [1, 10].

Тоест, за да работи PDM системата, тя трябва да използва потребителските атрибути на Part, Assembly и Drawing документите, зададени в CAD системата SolidWorks.

Part, Assembly и Drawing картите се създават с Card Editor в SolidWorks Enterprise PDM Administration [2, 3].

2.1. Разработване на карта за документ от типа Part

Part картата се разработва според нуждите и изискванията на фирмата или организацията, която използва PDM системата. Картата е шаблон, който съдържа необходимата информация за Part документа, която системата извежда чрез подбраните в частност потребителски атрибути в тримерния модел на детайла или се попълва от потребителя на системата.

На фиг. 9 е показана примерна карта за Part документ. В случая са използвани следните атрибути, които могат да бъдат разделени на три групи: *Атрибути от/за Part документа* – Description (Наименование), PartNo (Означение), Weight (Тегло), Author (Разработил документа), Data (Дата на създаване на документа), Material (Тип на материала – марката на стоманата) и StockSize (Пазмери на заготовката – вида на материала); *Атрибути, които PDM системата добавя* – Project Name (Име на проекта), Project Number (Номер на проекта), Revision (Ревизия на документа), Current State (Текущо състояние на документа в PDM системата) и Checked Out By (Проверил документа в PDM системата); *Атрибути, които потребителя добавя* – Vendor (Доставчик – при закупни изделия) и Part Type (Тип на изделието – Закупно/Производство).

SolidWorks Part Card_EPDM

Информация | Коментари

Наименование: Description

Означение: PartNo Ревизия: Revision

Тегло: Weight

Автор: Author Дата: Date

Материал: Material Заготовка: StockSize

Доставчик: Vendor Тип изделие:
☐ Закупно
☐ Производство

Име на проект: Project Name

Проект №: Project number

Статус на документа

Текущо състояние
<Current state>

Проверено от
<Checked out by (Full)>

Коментар
<Version Comment>

Фиг. 9 Примерна карта с потребителски атрибути, които се задават или извеждат за всеки един тримерен модел на детайл

Когато е нужен потребителски атрибут, който липсва в PDM системата SolidWorks Enterprise PDM, той може да бъде създаден. Такъв е случая с PartNo, който е създаден допълнително и трябва да се задава за всеки документ.

На фиг. 10 е показана как изглежда попълнена картата на детайл „Вал“.

The screenshot shows a PDM card for a detail part named "Вал". The card is divided into two tabs: "Информация" (Information) and "Коментари" (Comments). The "Информация" tab is active, showing the following fields:

- Наименование (Name): Вал
- Означение (Designation): ЛВ - 00 00 03
- Ревизия (Revision): А
- Тегло (Weight): 0.76
- Автор (Author): Д. Трухчева
- Дата (Date): 07 Май 2015
- Материал (Material): 1.0545 (S355N)
- Заготовка (Blank): Прът Ø45x125
- Тип изделие (Part Type): ☒ Производство (Production)
- Доставчик (Supplier):
- Име на проект (Project Name): Лагерен Възел
- Проект № (Project Number): 1

On the right side of the card, there is a status section titled "Статус на документа" (Document Status). It shows the current status as "Approved" and "Проверено от System Administrator" (Checked out by System Administrator). There is also a "Коментар" (Comment) field.

Фиг. 10 Попълнена карта с потребителските атрибути на детайл „Вал“

2.2. Разработване на карта за документ от типа Assembly

Assembly картата се разработва според нуждите и изискванията на фирмата или организацията, която използва PDM системата. Картата е шаблон, който съдържа необходимата информация за Assembly документа, която системата извежда чрез избраните в частност потребителски атрибути в тримерния модел на сглобената единица или се попълва от потребителя на системата.

На фиг. 11 е показана примерна карта за Assembly документ. В случая са използвани следните атрибути, които могат да бъдат разделени на три групи: *Атрибути от/за Assembly документа* – Description (Наименование), PartNo

The screenshot shows a SolidWorks Assembly Card template titled "SolidWorks Assembly Card_EPDM". The card is divided into two tabs: "Информация" (Information) and "Коментари" (Comments). The "Информация" tab is active, showing the following fields:

- Наименование (Name): Description
- Означение (Designation): PartNo
- Ревизия (Revision): Revision
- Тегло (Weight): Weight
- Автор (Author): Author
- Дата (Date): Date
- Доставчик (Supplier): Vendor
- Име на проект (Project Name): Project Name
- Проект № (Project Number): Project number

On the right side of the card, there is a status section titled "Статус на документа" (Document Status). It shows the current status as "<Current state>" and "Проверено от <Checked out by (Full)>". There is also a "Коментар" (Comment) field with the placeholder "<Version Comment>".

Фиг. 11 Примерна карта с потребителски атрибути, които се задават или извеждат за всеки един тримерен модел на сглобена единица

(Означение), Weight (Тегло), Author (Разработил документа) и Data (Дата на създаване на документа); *Атрибути, които PDM системата добавя* – Project Name (Име на проекта), Project Number (Номер на проекта), Revision (Ревизия на документа), Current State (Текущо състояние на документа в PDM системата) и Checked Out By (Проверил документа в PDM системата); *Атрибути, които потребителя добавя* – Vendor (Доставчик – при закупни изделия).

На фиг. 12 е показана как изглежда попълнена картата на сглобена единица „Лагерен възел“.

The screenshot shows a software window titled 'Default' with two tabs: 'Информация' (Information) and 'Коментари' (Comments). The 'Информация' tab is active, displaying a form for a unit named 'Лагерен възел'. The form includes the following fields:

- Наименование: Лагерен възел
- Означение: ПВ - 00 00 00
- Ревизия: A
- Тегло: 1.45
- Автор: Д. Трухчева
- Дата: 07 Май 2015
- Доставчик: (empty field)
- Име на проект: Лагерен Възел
- Проект №: 1

Below the form, there are two small 3D icons: a red cube with 'SW' and a yellow cube with 'SW'. To the right of the form, there is a section titled 'Статус на документа' (Document Status) with the following text:

- Текущо състояние: **Approved**
- Проверено от: **System Administrator**
- Коментар: (empty field)

Фиг. 12 Попълнена карта с потребителските атрибути на сглобена единица „Лагерен

2.3. Разработване на карта за документ от типа Drawing

Drawing картата се разработва според нуждите и изискванията на фирмата или организацията, която използва PDM системата. Картата е шаблон, който съдържа необходимата информация за Drawing документа, която системата извежда чрез подбраните в частност потребителски атрибути на тримерните модели на детайла или на сглобената единица. Потребителските атрибути се попълват автоматично от PDM системата в Drawing документа в средата на CAD системата SolidWorks, в секция Custom на прозореца Summary Information.

На фиг. 13 е показана примерна карта за Drawing документ. Атрибутите на картата се попълват на база потребителските атрибути на Drawing документа, автоматично попълнени в CAD системата SolidWorks, чрез команда Save. В случая са използвани следните атрибути – PartNo (Означение), Description (Наименование), Revision (Ревизия на документа), Weight (Тегло), Author (Разработил документа), CheckedBy (Проверил документа – задава се в Part или Assembly документа в CAD системата SolidWorks, фиг. 1 и фиг. 4), Data (Дата на създаване на документа), Checked Data (Дата на проверка на документа), Vendor (Доставчик – при закупни изделия), Material (Тип на материала – марката на стоманата), Project Name (Име на проекта), Project Number (Номер на проекта), Current State (Текущо състояние на документа в PDM системата) и Checked Out By (Проверил документа в PDM системата).

Фиг. 13 Примерна карта с потребителски атрибути, които се попълват автоматично за всеки един чертеж на тримерен модел на детайл или сглобена единица
На фиг. 14 е показана как изглежда попълнена картата на детайл „Вал“

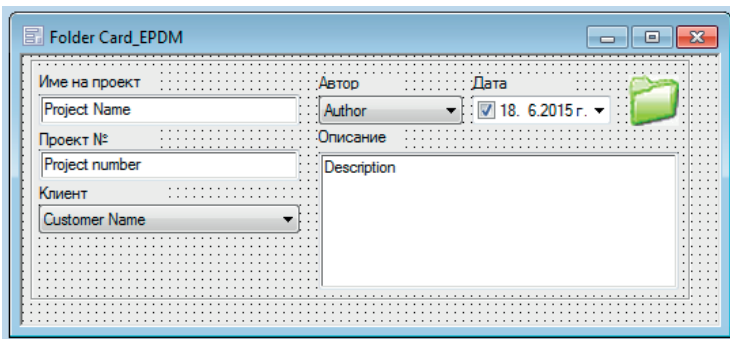
Фиг. 14 Попълнена карта с потребителски атрибути на детайл „Вал“

2.4. Разработване на карта за проект в средата на PDM системата SolidWorks Enterprise PDM

Когато се разработва дадено изделие, обикновено всички негови файлове и документи се намират в определена папка. В PDM системата SolidWorks Enterprise PDM тази папка е проекта, по който се работи, тоест папката е проекта на изделието. Всяка нова папка, която се създава, представлява нов проект в PDM системата.

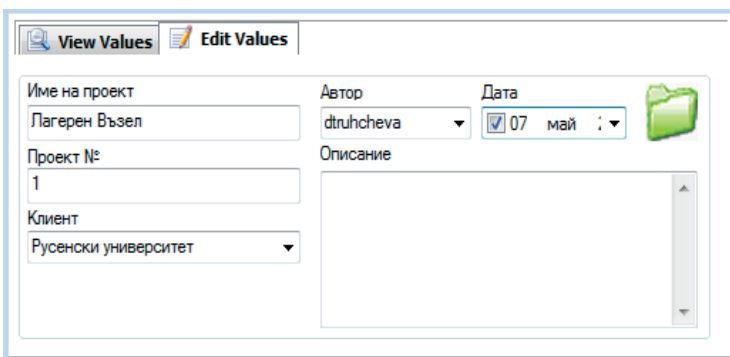
Картата за проект се създава със SolidWorks Enterprise PDM Administration и представлява шаблон, който съдържа необходимата информация за проекта, зададена с потребителски атрибути [2, 3].

На фиг. 15 е показана примерна карта за проект. В случая са използвани следните атрибути – Project Name (Име на проекта), Project Number (Номер на проект), Customer Name (Клиент), Author (Разработил проекта) и Data (Дата на създаване на проекта).



Фиг. 15 Примерна карта с потребителски атрибути, които се попълват при създаването на нов проект

На фиг. 16 е показана попълнена карта на проект „Лагерен възел“



Фиг. 16 Попълнена карта с потребителски атрибути на проект „Лагерен възел“

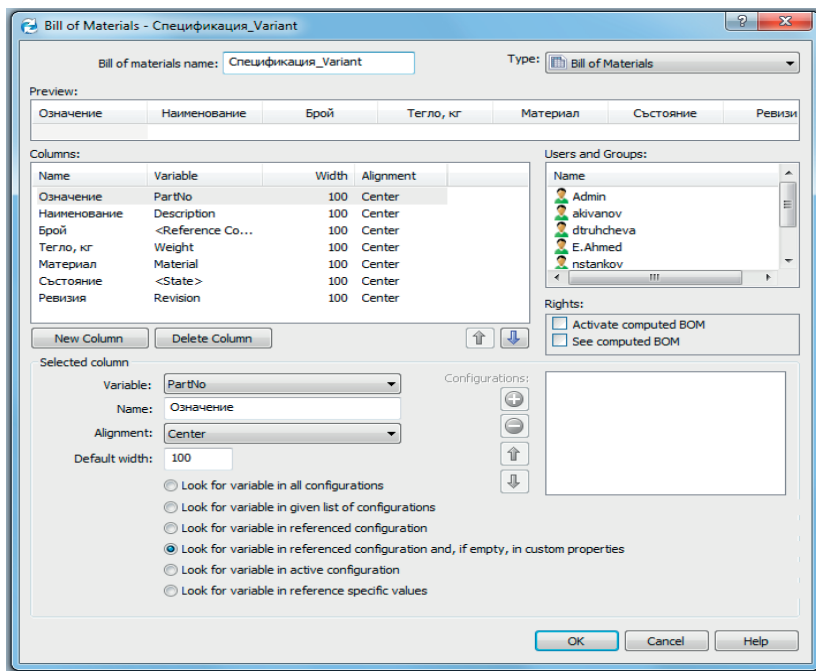
Информацията от атрибутите Project Name и Project Number се добавя автоматично от PDM системата в картите на Part, Assembly и Drawing документите.

3. Създаване на спецификации в SolidWorks Enterprise PDM

Спецификацията в SolidWorks Enterprise PDM показва структурата на сглобената единица и визуализира определена информация, която се задава чрез потребителските атрибути в тримерните модели на детайлите и на сглобената единица. Шаблонът на спецификацията в SolidWorks Enterprise PDM се създава със SolidWorks Enterprise PDM Administration [2, 3].

На фиг. 17 е показан как изглежда шаблона на примерна спецификация. Необходимите колони на спецификацията се създават в полето Columns, а вида на спецификацията се появява в полето Preview. Създадени са следни колони – Означение, Наименование, Брой, Тегло, Материал, Състояние и Ревизия.

Информацията в колоните се извежда чрез потребителските атрибути, които се задават в Part и Assembly документите. В случая са използвани следните атрибути – PartNo (Означение), Description (Наименование), Reference Component (Брой), Weight (Тегло), State (Състояние на документа в PDM системата) и Revision (Ревизия на документа).



Фиг. 17 Примерен шаблон за спецификация

На фиг. 18 е показана попълнената спецификация на сглобена единица „Лагрен възел“.

Preview Data Card Version 7/7 Bill of Materials Contains Where Used							
Спецификация_Variant							
Not Activated Hide Selected Version: 7 ("<No comment>") As Built Default							
LV - 00 00 00.SLDASM							
	Означение	Наименование	Брой	Тегло, кг	Материал	Състояние	Ревизия
	ЛВ - 00 00 01	Основа	1	1.14	1.0545 (S355N)	Approved	A
	ЛВ - 00 00 06	Шпонка	1	0.007	1.0545 (S355N)	Approved	A
	ISO 4762 M8x12	Винт M8x12	4			Approved	A
	ЛВ - 00 00 02	Лагрен	2	0.11	C4 20	Approved	A
	ЛВ - 00 00 03	Вал	1	0.76	1.0545 (S355N)	Approved	A
	ЛВ - 00 00 05	Колело	1	0.25	C4 20	Approved	A
	ЛВ - 00 00 04	Шпонка	1	0.02	1.0545 (S355N)	Approved	A

Фиг. 18 Спецификация на сглобена единица „Лагрен възел“

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на направеното може да се обобщи:

1. Разработени са примерни шаблони за документи от типа Part и Assembly, в средата на CAD системата SolidWorks.

2. Разработени са шаблони на Drawing документи за формати A4, A3, A2, A1 и A0, съгласно изискванията на БДС.

3. Разработени са примерни карти за документи от типа Part, Assembly и Drawing, в средата на PDM системата SolidWorks Enterprise PDM.

4. Разработена е примерна карта за проект в средата на SolidWorks Enterprise PDM.

5. Разработен е примерен шаблон на спецификация в средата на SolidWorks Enterprise PDM.

6. С разработените документи (шаблони и карти) се реализира управлението и организацията на конструкторската документация в SolidWorks и SolidWorks Enterprise PDM.

ЛИТЕРАТУРА

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

[2]. Administering SolidWorks Enterprise PDM. DS SolidWorks Corporation, 2014.

[3]. Using SolidWorks Enterprise PDM. DS SolidWorks Corporation, 2014.

[4]. SolidWorks: Базово моделиране и чертежи. ТехноЛогика ЕАД, София, 2012.

[5]. SolidWorks: Базово моделиране. Чертежи - книга 1. ТехноЛогика ЕООД, София, 2008.

[6]. SolidWorks: Разширени възможности - книга 2. ТехноЛогика ЕООД, София, 2008.

[7]. SolidWorks. Книга за потребителя. София, ТехноЛогика ЕООД, 2006.

[8]. Ангелов П. Компютърно проектиране. Русе, Печатна база на РУ „А. Кънчев“, 2009.

[9]. Ангелов П. Компютърно проектиране. Ръководство за упражнения. Русе, Печатна база на РУ „А. Кънчев“, 2011.

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

[11]. www.solidworks.com.

ЗА КОНТАКТИ:

Диана Людмилова Трухчева, Факултет „Машинно-технологичен“, Русенски университет “Ангел Кънчев”,
e-mail: didi_ntm@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

Докладът е рецензиран.

Разработване на технология и приспособление за сглобяване на „Долна част“ на грайфер MG300

автор: Елис Ахмед

научни ръководители: д-р инж. Николай Станков,
доц. д-р Александър Иванов, инж. Росен Милков

Резюме: Разработена е технология за сглобяване на „Долна част“ на грайфер MG300. Чрез CAD системата SolidWorks е конструирано специализирано приспособление, чрез което се реализира разработената технология за сглобяване на изделието.

Ключови думи: Технология, сглобяване, приспособление, грайфер, CAD система.

Abstract: A technology for assembling the lower part of the grapple MG300 is developed. Using the CAD system SolidWorks, a specialized device implementing the presented technology is designed.

Key words: Technology, assembling, device, grapple, CAD system.

ВЪВЕДЕНИЕ



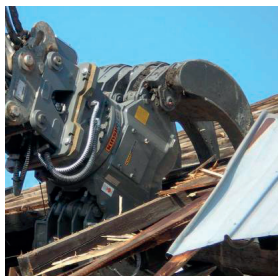
Фиг. 1 Грайфер за товарно-разтоварни дейности – Atlas (Германия) [1]

Грайфера е специализирано приспособление, което се монтира на подемен кран или багер.

Разнообразието на грайферите е голямо и основно зависи от предназначението им. Използват се за товарно-разтоварни дейности на насипни материали (въглища, руда, пръст, пясък, камъни и др.), разрушаване, сортиране на материали, почистване, изкопни работи, в дърводобива, в кариери за добив на камъни и др.

Едни от големите фирми производители на грайфери, това са Atlas (Германия), Kinshofer (Австрия), Demarec (Дания), Mantovanibenne (Италия, България), Nemaq (Холандия) [5], Atlas Corpe (Швеция, България) [6] и др. На следващите фигури са показани различни конструкции на грайфери и приложението им.

ИЗЛОЖЕНИЕ



Фиг. 2 Грайфер за разрушаване – Kinshofer (Австрия) [2]



Фиг. 3 Грайфер за разрушаване – Demarec (Дания) [3]

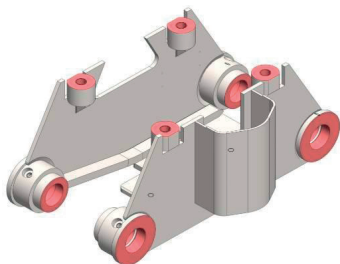


Фиг. 4 Грайфер за сортиране на материали – Mantovanibenne (Италия) [4]

1. Обща характеристика на „Долна част“ на грайфер MG300

На фиг. 5 е показано изделието „Долна част“, което е елемент от грайфер MG300 (фиг. 6).

Изделието се изработва от фирма СЛ Индъстрис ЕООД, град Русе [7], по поръчка на фирма „Строително оборудване“ ЕООД, гр. Русе [6].



Фиг. 5 „Долна част“ на грайфер MG300



Фиг. 6 Грайфер MG300, разработка на фирма „Строително оборудване“ ЕООД, гр. Русе

2. Особенности при изработването на „Долна част“ на грайфер MG300

Основен проблем при изработване на подобен тип изделия е сложната конструкция и форма, 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.

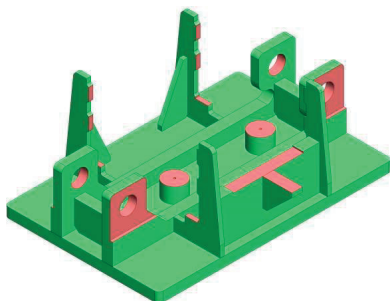
Сглобяването на изделието трудно би се постигнало при нормални условия на работа, затова трябва да се разработи и използва специализирано приспособление.

3. Разработване на технология и приспособление за сглобяване на „Долна част“ на грайфер MG300

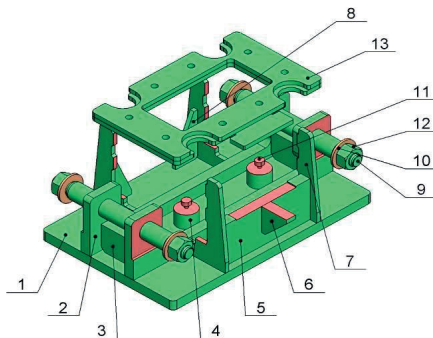
Разработена е технология за сглобяване на изделието и специализирано приспособление за реализиране на тази технология.

Приспособлението е разработено, чрез CAD системата SolidWorks [8]. 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. 7. На фиг. 8 е показано приспособлението с всичките му съставни елементи. То осигурява получаването на формата и на габаритните размери на „Долна част“ на грайфер MG300.

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



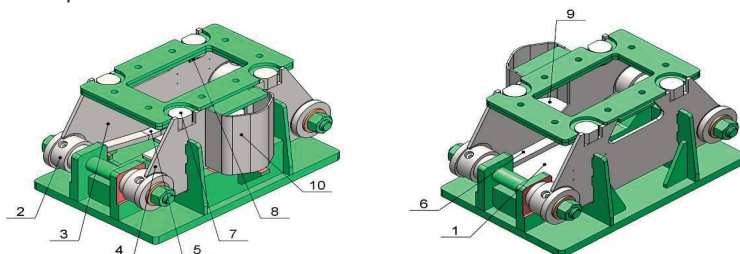
Фиг. 7 Механична обработка на функционалните повърхнини на приспособлението



Фиг. 8 Съставни елементи на приспособлението.

1 – основа, 2 – страница, 3 – ребро I, 4 – тяло,
5 – планка I, 6 – планка II, 7 – упор, 8 – ребро II,
9 – дорник, 10 – шайба, 11 – винт,
12 – гайка, 13 – шаблон

Приспособлението, заедно с всички установени детайли на изделието е показано на фиг. 9.

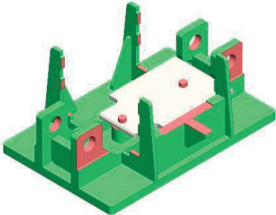
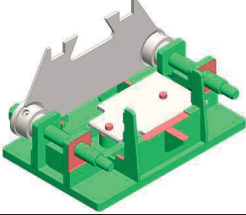
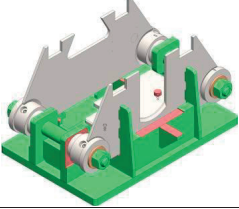
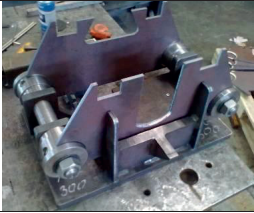


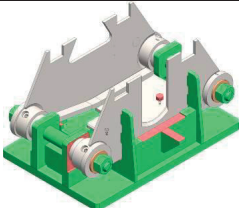
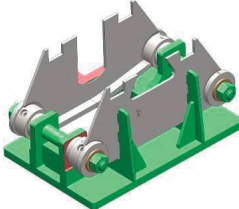
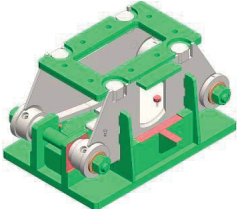
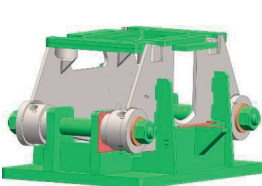
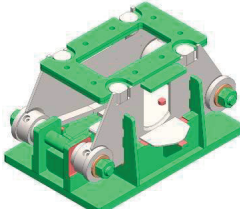
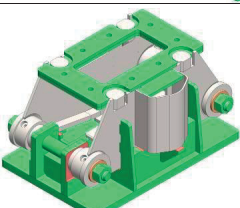
Фиг. 9. Приспособление за сглобяване на „Долна част“ на грайфер MG300 с установени детайли

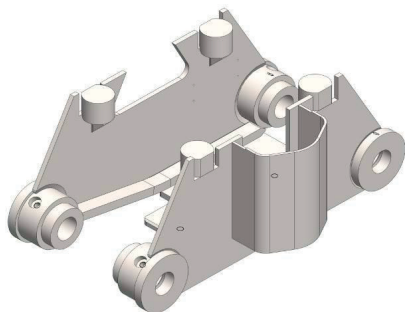
Технологията на сглобяване включва поставяне в приспособлението и закрепване в конкретно им положение на дънната плоча 1, лагерните втулки 2, страничните плочи 3 и 4, и на ребрата 5 и 6. Лагерните втулки 2 се монтират чрез дорници за да се гарантира междуцентровото им разстояние. С шаблона се поставят втулките 7, добавят се и ребрата 8. След това се поставя плоча 9 и протектора 10. Всички детайли се закрепват в съответното им положение чрез прихващане.

В табл. 1 е показана технологията за сглобяване на „Долна част“ на грайфер MG300, която включва следните операции.

Таблица 1. Технологията за сглобяване на „Долна част“ на грайфер MG300.

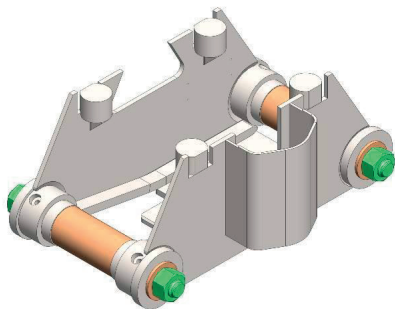
№	Технология за сглобяване	Изображение
1.	Операция I – Базиране и закрепване на дънната плоча.	 
2.	Операция II – Базиране и закрепване на лявата странична плоча и лагерните втулки.	
3.	Операция III – Базиране и закрепване на дясната странична плоча и лагерните втулки.	 

4.	Операция IV – Базиране и закрепване на лявото ребро.		
5.	Операция V – Базиране и закрепване на дясното ребро.		
6.	Операция VI – Базиране и закрепване на втулките с шаблона.		
7.	Операция VII – Базиране и закрепване на ребрата.		
8.	Операция VIII – Базиране и закрепване на плочата на протектора.		
9.	Операция IX – Базиране и закрепване на протектора.		



Фиг. 10 „Долна част“ след сглобяване с приспособлението

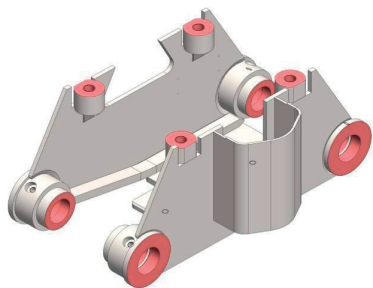
Получената чрез приспособлението сглобена единица на „Долна част“ е показана на фиг. 10. След като са прихванати всички детайли на изделието, следва цялостното му заваряване. За да се намали влиянието на деформациите, които възникват в резултат на заваряването, е необходимо укрепване на изделието. За целта се монтират допълнителни втулки между челата на лагерните втулки и се прихващат допълнителни планки между страниците на изделието – фиг. 11.



Фиг. 11 „Долна част“ преди заваряване



След
ед
заваряване
на
изделието
то
следва
механична
на
обработка
на
функционалните



Фиг. 12
„Долна част“ след механична обработка

е му повърхнини, показани с червен цвят (фиг. 12). Обработват се челните вътрешни и външни повърхнини, отворите на лагерните втулки и резбовите отвори.

След механичната обработка, следва монтаж на изделието и на всички останали компоненти на грайфер MG300, показан на фиг. 6.

След монтажа на всички подвижни възли и детайли, трябва да се гарантира пълното съвпадане в затворено и отворено състояние на кофите на грайфера. При затворено състояние не трябва да има разминаване на ножовете и на страниците на дясната и лявата кофа на грайфер MG300.

4. Особенности при моделирането на тримерните модели на приспособлението

Някои от тримерните модели на детайлите от „Долна част“ са разработени с модула за листов материал (Sheet Metal), по този начин се получава разгъвката им, необходима за предварителния разкрой на детайлите от листов материал.

Всички стандартизирани детайли, като болтове, шайби, гайки, шпилки и др., са създадени чрез библиотеката (Toolbox) на SolidWorks.

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. В случая са използвани следните атрибути – Description (Наименование), Weight (Тегло), Part No (Означение), Material (Тип на материала – марката на стоманата), Assortment (Вид на материала – листов, прътов или тръбен материал), Assembly No (Номера на сглобената единица, към която принадлежи детайла), Type (Вида обработка чрез която се получава детайла), Rev (Ревизията на документа) и др. (фиг. 13).

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.

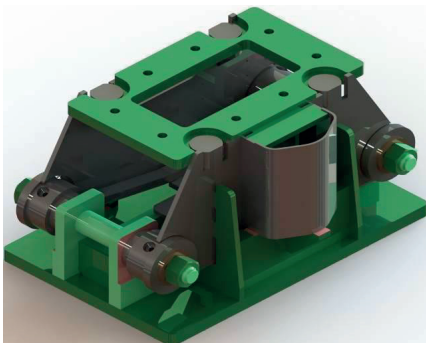
Property Name	Type	Value / Text Expression	Evaluated Value
1 Description	Text	OCHOBA	OCHOBA
2 Weight	Text	"SW-Mass@P 3376679012 - 00 00 01.SLDPR1"	38.242
3 Part No	Text	P 3376679012 - 00 00 01	P 3376679012 - 00 00 01
4 Material	Text	Steel EN10025 S355	Steel EN10025 S355
5 Assortment	Text	PLATE 25x1500x6000	PLATE 25x1500x6000
6 RPPM	Text	-	-
7 RPPM	Text	-	-
8 RPPM	Text	-	-
9 Assembly No	Text	P 3376679012 - 00 00 00	P 3376679012 - 00 00 00
10 TYPE	Text	F	F
11 REV	Text	00	00
12 <Type a new property>			

Фиг. 13 Потребителски атрибути, които се задават за всеки един тримерен модел на детайл или сглобена единица

Информацията от потребителските атрибути е необходима при разработването на конструктивната документация, тъй като излиза автоматично в таблиците на чертежите (фиг. 14).

 SL Industries LTD Rouse, Bulgaria			SCALE	Weight kg.		Title		
			1:5	38.242		OCHOBA		
DRAWN	E.AHMED	March 2015	Material Steel EN10025 S355 -			Assortment PLATE 25x1500x6000		Sheet1
CHECKED	N.STANKOV	March 2015						
APPROVED	R.MILKOV	April 2015						
Tolerances, unless noted: EN 22768-1 m			Model	Assembly No.		Drawing No.		Rev.
				P 3376679012 - 00 00 00 -		P 3376679012 - 00 00 01 -		00

Фиг. 14 Таблица на чертеж, автоматично попълнена на база информацията, която се съдържа в потребителските атрибути на тримерния модел на детайл „Основа“.



Фиг. 15 Реалистичен изглед на приспособлението за сглобяване на „Долна част“ на грайфер MG300

На фиг. 15 е показан реалистичен изглед на приспособлението и на установените детайли на „Долна част“ на грайфер MG300, направен чрез модула PhotoView 360.

5. Награди.

С разработения проект – „Разработване на технология и приспособление за сглобяване на „Долна част“ на грайфер MG300, е спечелена следната награда – **ВТОРО МЯСТО** в конкурса за най-добър студентски проект, на Машинно-технологичния факултет на РУ „Ангел Кънчев“, проведен на 21.05.2015 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на направеното може да се обобщи:

1. Разработена е технология за сглобяване на „Долна част“ на грайфер MG300.
2. Разработено е специализирано приспособление за сглобяване на изделието.
3. Приспособлението осигурява получаването на формата и на габаритните размери на „Долна част“ на грайфер MG300. То осигурява висока производителност, не е сложно за манипулация, с цел да се избегнат всякакви грешки от субективен характер.
4. За разработеното приспособление е направена пълна конструктивна документация.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] www.atlasgmbh.com.
- [2] www.kinshofer.com.
- [3] www.demarec.com.
- [4] www.mantovanibenne.com, www.mbibulgaria.bg.
- [5] www.nemag.com.
- [6] www.atlascopco.com, www.atlascopco.bg.
- [7] www.sl-industries.com.
- [8] www.ditra.bg.

ЗА КОНТАКТИ:

Елис Реджеб Ахмед, Факултет „Машинно-технологичен“, Русенски университет „Ангел Кънчев“,
e-mail: elis.2009@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.

Повърхностно закаляване на стомани X12Φ1 и ХВГ чрез електродъгов разряд с кух катод във вакуум

автори: Георги Величков, Георги Георгиев
научни ръководители: доц. Данаил Господинов, д-р Николай Фердинандов

Abstract: *The report examined the possibility of obtaining layers hardened by arc discharge with hollow cathode in a vacuum as an alternative to traditionally used laser and plasma sources. The influence of the parameters of the system and the subsequent annealing on the hardness and dimensions of the resulting areas.*

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 [2].

Всички методи на повърхностно уякчаване на изделията се характеризират с висока скорост на нагряване. Времето за достигане на температурата на закаляване е от части от секундата до няколко десетки. Задържането продължително време при температурата на закаляване е недопустимо, тъй като металните материали са с добра топлопроводност и следователно, ефектът от повърхностното уякчаване се загубва.

Закаляването с разтопяване на повърхността представлява повърхностно термично уякчаване, при което главният процес е бързото затвърдяване на разтопения повърхностен слой метал, като се получава в резултат на достигането на високи и свръхвисоки скорости на охлаждане. 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. То намира приложение при обработване на детайли от различни материали – въглеродни и легирани стомани, включително инструментални, сиви чугуни, различни сплави – титанови, циркониеви, алуминиеви, медни, металокерамични сплави и т.н.

Лазерното и плазменото закаляване са два от методите намерили широко приложение за уякчаване на работни повърхнини на различни инструменти.

МЕТОДИКА ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТИТЕ

В работата са представени, някои резултати свързани с възможността за получаване на повърхностни закалени слоеве чрез електродъгов разряд с кух катод във вакуум, като алтернатива на традиционно използваните лазерни и плазмени енергийни източници.

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, състояща се от вакуумна камера, помпен агрегат, устройства за микронатичане и отчитане на количеството на плазмообразуващия газ и заваръчни токоизточници, заваръчната горелка използваща многостепенна схема на възбуждане на разряда и спомагателно заваръчно оборудване гарантиращо постъпателното движение на изделието.

Използвани са две марки инструментални стомани – X12Φ1 и ХВГ, намиращи приложение за изработване на инструменти за студено пластично деформиране – щанци (матрици, поансони), ролки, измерителни и режещи инструменти, резбови

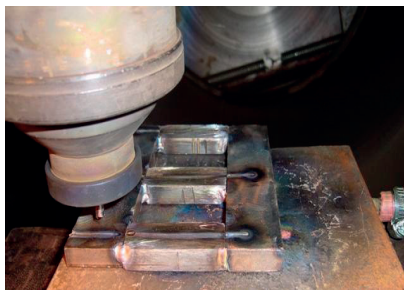
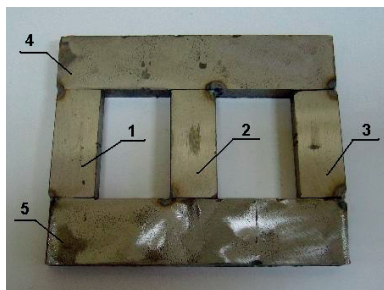
калибри, протяжки, дълги метчици и др. Химичният им състав е даден в таблицата по-долу.

Таблица 1 Химичен състав на стомани X12Ф1 и ХВГ

Химичен елемент	ХВГ, %	X12Ф1, %
Въглерод (C)	0,9 - 1,05	1.25-1.45
Ванадий (V)	-	0.70-0.90
Силиций (Si)	0,1 - 0,4	0.15-0.35
Мед (Cu), не повече	0.30	0.30
Манган (Mn)	0,8 - 1,1	0.15-0.40
Никел (Ni), не повече	0,35	0.35
Фосфор (P), не повече	0,03	0.030
Хром (Cr)	0,9 - 1,2	11.0-12.50
Сяра (S), не повече	0,03	0.030
Волфрам (W)	1,2 - 1,6	-

Това, което е важно да бъде отбелязано за стомана X12Ф1 е, че поради високото съдържание на въглерод и легиращи елементи в нея количеството на остатъчния аустенит след закаляване може да достигне 80-100% [1], което е свързано с по-ниската твърдост $HRC \leq 55$ и съответно намалена опасност от пукнатини. Провеждането на последващо високотемпературно отвярщане би трябвало да повиши твърдостта до около 61-63 HRC.

При провеждане на експериментите са използвани пробни тела (поз. 1, 2 и 3) с размери 50x20x10mm (фиг. 1). Същите са разположени на разстояние 30mm едно от друго, като са установени неподвижно (чрез ВИГ заваряване) към позиции 4 и 5 служещи, като входно изходни планки, върху които става възбуждането и изгасянето на разряда. Последните са изработени от нисковъглеродна стомана от типа на S235.



Фиг. 1 Външен вид на използваните пробни тела преди и в процеса на работа

Експериментите са проведени при различни големина на тока, а останалите параметри на режима – скорост на придвижване на пробното тяло, количество на плазмобразуващия газ и диаметър на кухия катод са константни. Същите са описани в таблица 2.

След повърхностното уякчаване проведено във вакуум с електродъгов разряд с кух катод пробните тела от стомана ХВГ са отвярщани при температури 180 и 280°C, задържани са 2h и са охлаждадени на въздух, а тези от X12Ф1 са отвярщани при температури 560°C, задържани са отново 2h и са охлаждадени на въздух.

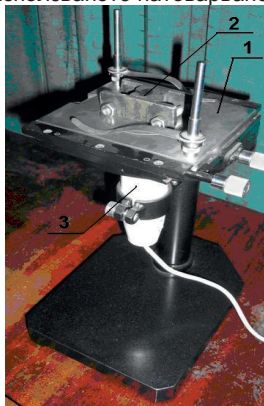
За измерване на геометричните размери на получените зони и техните твърдости предварително са подготвени макрошлифове, като за проявяването им е използван 4% разтвор на HNO_3 в етилов спирт.

Таблица 2 Режими на работа при провеждане на повърхностното уякчаване

№ на опита	Големина на тока I_p , A	Скорост на движение v , mm/s	Количество на плазмо образуващия газ G_{Ar} , l/h	Диаметър на кухия катод d_{KK} , mm	Дълбочина на вакуума P , Pa
1	100	11	2,5	3,5	$3 \cdot 10^0$
2	90	11	2,5	3,5	$3 \cdot 10^0$
3	80	11	2,5	3,5	$3 \cdot 10^0$
4	70	11	2,5	3,5	$3 \cdot 10^0$
5	60	11	2,5	3,5	$3 \cdot 10^0$

Измерването на геометричните размери на отделните зони е направено чрез специално разработено за целта 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.

След определяне на размерите, на получените зони е измервана и твърдостта им. За целта е използван твърдомер "Wilson Hardness" (фиг. 2б). Измерването е по метода на Викерс, като получената твърдост автоматично се трансформира и в такава по Роквел. Използваното натоварване е 1kg, а времето за въздействие е 10s.



а)



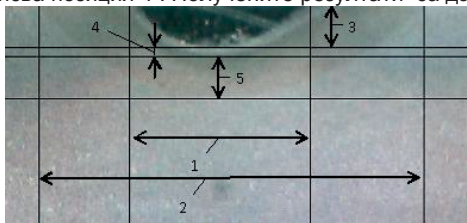
б)

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

РЕЗУЛТАТИ

Геометрични размери на получените зони след повърхностно уякчаване чрез електродъгов разряд с кух катод във вакуум - след проявяване на структурата се наблюдават няколко зони показани на фигура 3. Зона на разтопяване със съответната ѝ ширина (поз. 1) и дълбочина (поз. 3), полуразтопена зона със съответната ѝ дебелина (поз. 4) и зона на термично влияние (ЗТВ) със съответната

й широчина (поз. 2) и дълбочина (поз. 5). Тъй като полуразтопената зона не винаги е ясно различима, размерите ѝ са дадени само там където могат да бъдат отчетени. В останалите случаи липсва позиция 4. Получените резултати са дадени в таблица 3.



Фиг. 3 Характерни зони при проявяване на шлифове

Таблица 3 Геометрични размери на получените зони

Големина на тока I_p , A	Марка стомана	Размери на зоната на стопяване		Размери на зоната на термично влияние		Размери на полуразтопената зона
		Широчина, mm	Дълбочина, mm	Широчина, mm	Дълбочина, mm	Дебелина, mm
100	ХВГ	2.3	0.6	1.4	0.55	0.21
	X12Ф1	3.02	0.8	1.2	0.51	0.08
90	ХВГ	2.0	0.4	1.15	0.6	0.2
	X12Ф1	2.7	0.77	1.3	0.45	0.13
80	ХВГ	1.65	0.2	1.2	0.65	0.3
	X12Ф1	2.6	0.76	1.05	0.52	0.12
70	ХВГ	1.4	0.15	1.15	0.6	0.3
	X12Ф1	2.3	0.64	1.0	0.43	0.12
60	ХВГ	1.3	0.14	1.05	0.5	0.2
	X12Ф1	-	-	3.41	0.57	0.1

Твърдост на отделните зони - твърдостта е измервана след повърхностното уякчаване с електродъгов разряд с кух катод и след последващото отвърщане, като резултатите са показани в таблици 4 и 5.

Табл. 4 Твърдости на стомани ХВГ и X12Ф1 в отделните зони след повърхностно уякчаване

	Твърдост в зоната на стопяване, HV1 (HRC)	Твърдост в полуразтопената зона, HV1 (HRC)	Твърдост в зоната на термично влияние, HV1 (HRC)	Твърдост на основния материал, HV1 (HRC)
Средна твърдост за стомана X12Ф1 при $I=100A$	435,2(44,1)	512,4(49,9)	441,9(44,6)	210,0 (-)
Средна твърдост за стомана ХВГ	772,45(63,05)	688,65(59,65)	645,2(57,05)	255,0 (23,0)

при I=100A				
Средна твърдост за стомана X12Ф1 при I=90A	425,9(42,9)	504,0(49,4)	423,9(43,0)	210,0 (-)
Средна твърдост за стомана ХВГ при I=90A	704(60,3)	622,1(56,5)	640,9(57,4)	255,0 (23,0)
Средна твърдост за стомана X12Ф1 при I=80A	402,9(41,1)	542,5(51,9)	433,6(44)	210,0 (-)
Средна твърдост за стомана ХВГ при I=80A	711,9(60,4)	624,3(56,4)	604,4(55,2)	255,0 (23,0)
Средна твърдост за стомана X12Ф1 при I=70A	430.3(43.7)	544.7(52.0)	471.2(47.0)	210,0 (-)
Средна твърдост за стомана ХВГ при I=70A	713(60,7)	699,2(60,1)	681,9(59,4)	255,0 (23,0)
Средна твърдост за стомана X12Ф1 при I=60A	-	552,2(52,5)	475,5(47,3)	210,0 (-)
Средна твърдост за стомана ХВГ при I=60A	868,8(66,1)	773,9(63,1)	809,9(64,3)	255,0 (23,0)

Таблица 5 Твърдости на стомани ХВГ и X12Ф1 в отделните зони след последващо ТО

	Твърдост в зоната на стопяване, HV1 (HRC)	Твърдост в полуразтопената зона, HV1 (HRC)	Твърдост в зоната на термично влияние, HV1 (HRC)	Твърдост на основния материал, HV1 (HRC)
Средна твърдост за стомана X12Ф1 при I=100A и 560°C	729,4(61,2)	637,2(57,2)	325,8(32,9)	210,0 (-)
Средна твърдост за стомана ХВГ при I=100A и 280°C	719,4 (60,9)	-	640,7(57,4)	255,0 (23,0)
Средна твърдост за стомана X12Ф1 при I=90A и 560°C	664,9(58,5)	588,2(54,6)	280,5(27,1)	210,0 (-)
Средна твърдост за стомана ХВГ при I=90A и 180°C	725,1 (61,1)	-	701,9 (60,2)	255,0 (23,0)
Средна твърдост за стомана X12Ф1 при I=80A и 560°C	760,1(61,5)	575,8(53,9)	368,9(37,7)	210,0 (-)
Средна твърдост за стомана ХВГ при I=80A и 280°C	703,3 (60,3)	-	604,2 (55,5)	255,0 (23,0)

Средна твърдост за стомана Х12Ф1 при I=70А и 560°С	679,4(59,2)	555,1(52,7)	323,9(32,6)	210,0 (-)
Средна твърдост за стомана ХВГ при I=70А и 180°С	696,1 (60,0)	-	679,3 (59,2)	255,0 (23,0)
Средна твърдост за стомана Х12Ф1 при I=60А и 560°С	-	541(51,8)	371(37,9)	210,0 (-)
Средна твърдост за стомана ХВГ при I=60А и 280°С	703,3 (60,3)	-	611,9 (55,9)	255,0 (23,0)

ИЗВОДИ

1. Използването на електродъгов разряд с кух катод във вакуум е възможна и подходяща алтернатива на традиционно използваните лазерни и плазмени източници на енергия при повърхностно уякчаване на инструментални стомани.

2. Чрез използването на различни режими на работа могат да бъдат получени уякчени зони с различни геометрични размери, като с нарастване на големината на тока основно се променят размерите на зоните на стопяване, докато тези на полуразтопените зони и на зоните на термично влияние остават сравнително постоянни.

3. При едни и същи големини на тока размерите на зоните на стопяване са значително по-големи, а тези на зоните на термично влияние по-малки при стомана Х12Ф1 в сравнение с тези при стомана ХВГ. Причината най-вероятно е свързана със значително по-ниската топлопроводност на първата.

4. Твърдостта на стомана Х12Ф1 след повърхностно уякчаване с електродъгов разряд с кух катод във вакуум е сравнително ниска (42...45HRC) вследствие голямото количество остатъчен аустенит. Провеждането на последващо отвързване води превръщането на аустенита в мартензит и съответно до значително повишаване на твърдостта (60...62HRC).

5. Твърдостта на стомана ХВГ след повърхностно уякчаване с електродъгов разряд с кух катод във вакуум е достатъчно висока (60...63HRC). Провеждането на последващо отвързване при температури 180°С и 280°С не води до съществена промяна в твърдостта.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Данев Пл. Една възможност за частично отстраняване на карбидната нееднородност на стомани от групата на Х12. AMTECH 2001. 03-05 October 2001. Sozopol. Bulgaria. 34-39с.

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

За контакти:

Георги Иванов Величков, Георги Живков Георгиев, студенти IV курс, специалност "Машиностроителни технологии и мениджмънт", 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.

Магнитна система за управление на електродъговия разряд с кух катод във вакуум

автор: Хасан Хасанов
научен ръководител: д-р инж. Николай Фердинандов

Abstract: Within the report also developed a magnetic control system arc discharge with hollow cathode in a vacuum. Its use allows a control of the heat flux through the scanning of the discharge on the surface of the article.

Key words: Hollow cathode arc, Magnetic system for direction of the vacuum arc

ВЪВЕДЕНИЕ

Електродъговият разряд с кух катод е разработен, като източник за осъществяване на широк кръг технологични процеси – заваряване, наваряване, спояване и дори термично обработване при ниски налягания. Той представлява силноток, нисковолтов електронен сноп с автогазово фокусиране и по своя характер заема междинно положение между електронния лъч и плазмената дъга.

Разрядът съществува устойчиво при големина на тока $I_p=5+500A$, работно налягане $P_{раб}=(1+10^{-2})Pa$ и количество на подавания плазмообразуващ газ $G_{Ar}=0,3+3,0mg/s$ ($0,6+6,0l/h$) [3]. Тези величини зависят както от технологичния процес провеждащ се в камерата, така и от материалите, които се обработват.

За разряда са характерни сравнително високи технологични характеристики. Максималната плътност на топлинния поток в зоната на нагряване е в рамките на $q_{2m}=5.10^3+10^5 W/sm^2$, което го поставя на едно от първите места в това отношение и може да бъде причислен към високо концентрираните източници на енергия, отстъпвайки само на лазерния и електронен лъч.

Съществуват основно два начина за възбуждане на електродъговия разряд с кух катод: контактен – при използване в условията на космоса и безконтактен – в земни условия.

Схемите за възбуждане на разряда при безконтактния метод са разделени на три основни групи: с едностепенна, двустепенна, и многостепенна схема на възбуждане, като последната е най-универсална. При нея на някои от горелките са монтирани магнитоуправляеми катоди [4], с чиято помощ се осигурява възможност за концентриране или разконцентриране на разряда и за сканирането му по повърхността на обработваните детайли.

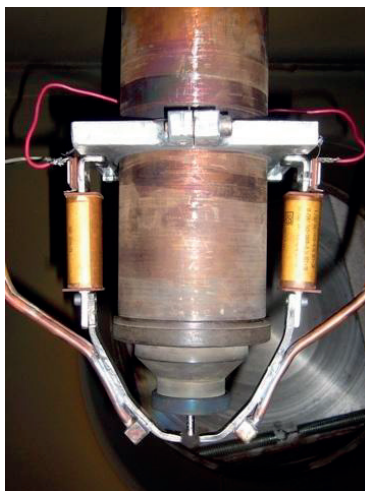
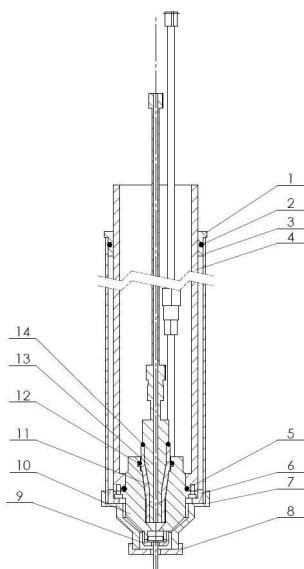
Електронната структура на стълба дава възможност използвайки електромагнитни полета да се влияе върху коефициента на съсредоточеност на топлинния поток и по този начин да се регулира топлоотделянето върху анода в широки граници. Това позволява получаването на наварени покрития с минимален коефициент на смесване, както и заваръчни шевове с различна дълбочина на провара.

ИЗЛОЖЕНИЕ

В настоящата работа е представен първоначален вариант на разработената магнитна система за управление на електродъговия разряд с кух катод във вакуум, която ще бъде основен елемент от съществуващата горелка (фиг.1), използвана в лабораторията „Технологични процеси за обработване във вакуум чрез електродъгов разряд с кух катод“ на катедра „Материалознание и технология на материалите“.

Използването на напречно магнитно поле е и един от най – рационалните начини за управление на разпределението на отделения топлинен поток на повърхността на анода чрез сканирането на разряда с кух катод. За да се изключи

влиянието на приелектродните процеси това магнитно поле най-често се създава с помощта на двуполусни накрайника разположени перпендикулярно на стълба на разряда [1]. Отклонението на разряда под действието на магнитно поле е свързано с магнитната индукция на напречното поле.



а)

б)

Фиг. 1 Напречен разрез (а) и външен вид (б) на съществуващата горелка с монтирана магнитна система за електродъгово обработване с кух катод във вакуум. 1-Втулка дистанционна горна; 2-Уплътнение; 3-Екран външен; 4-Екран вътрешен; 5-Уплътнение; 6-Втулка дистанционна долна; 7-Екран горелка; 8-Екран гайка; 9-Гайка молибденова; 10-Тяло; 11-Дюза керамична; 12-Уплътнение; 13-Електрод спомагателен; 14-Уплътнение

Според [2] благодарение на сравнително ниската средна енергия на електроните, стълба се отклонява от слаби магнитни полета ($B=1\cdot 4\cdot 10^{-3}T$), действащи на разстояние от 5 – 15mm от изхода на кухия катод.

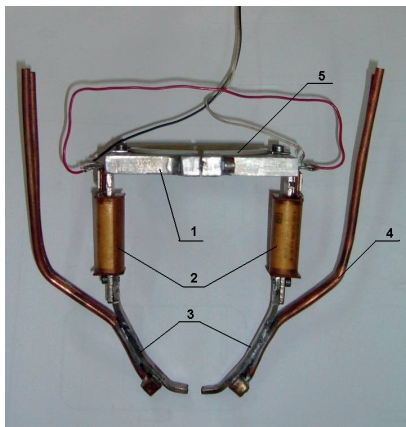
Отклонението на стълба на разряда зависи от управляващия ток (на магнитното поле), размера на накрайниците и големината на тока на разряда, в зависимост от съотношението между честотата и амплитудата на управлявания ток може да се получава петно на нагряване с различни размери и конфигурация .

Създадената магнитна система се състои от алуминиева скоба (поз. 1), към която са установени две бобини (поз. 2) с мощност около 6W и обща индуктивност $L=165mH$, измерена с помощта на полуавтоматичен RLC мост. Подвеждането на магнитното поле в зоната на горене на дъгата става с помощта на специални магнитопроводи (поз. 3) изработени от пермалой. Това е сплав състояща се от желязо и никел (45–82% Ni). Тя притежава висока магнитна проникваемост, малка коерцитивна сила и малки загуби от хистерезис, благодарение на което се използва в прецизни магнито-механични устройства и други такива, където има нужда от стабилност в среда на променящо се магнитно поле. Два края на магнитопроводите са разположени на разстояние 12mm един от друг и на 4mm от разряда (при диаметър на катода $d_{kk}=4mm$). Тъй като, така монтираните магнитопроводи пречат на освобождаването на екрана на горелката (поз. 7 от фиг. 1) с цел смяна на катода в стойката са изработени канали, по които соленоидите

заедно с водоохлаждаемите магнитопроводи се придвижват зад горелката, като осигуряват необходимия достъп.

Тъй като в зоната на горене на дъгата температурата е много висока с цел да се предотврати прекомерното им нагряване и евентуално разтопяване магнитопроводите са водоохлаждаеми (поз. 4). За да няма електрическа връзка между магнитната система и външния екран на горелката двата елемента се монтират един към друг с помощта на дистанционна втулка (поз. 5), изработена от полиамид.

Външният вид на разработената магнитна система е показана на фигура 2.

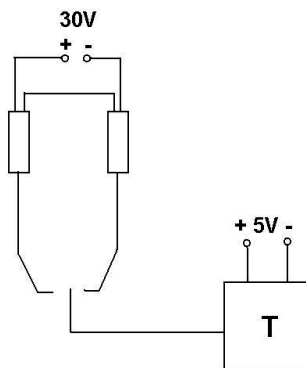


Фиг. 2 Външен вид на магнитната система за управление на електродъговия разряд с кух катод във вакуум. 1- Алюминиева скоба; 2- Бобини; 3- Магнитопроводи; 4- Охладителна система; 5- Дистанционна втулка

С помощта на тесламетър с линеен датчик на Хол (фиг. 3а) е измерена плътността на магнитното поле в зоната на разряда. Измерването става, като датчика на уреда (фиг. 3б) се поставя между магнитопроводите, там където в процеса на работа се намира кухия катод. Подава се различно захранващо в случая постоянно напрежение и съответно големината на управляващия ток и се отчита плътността на магнитното поле. Резултатите са дадени в таблицата по-долу.



а)



б)

Фиг. 3 Външен вид на използваният тесламетър (а) и схема на измерване (б)

Таблица 1 Връзка между големината на захранващото напрежение, управляващият ток и плътността на магнитното поле

Захранващо напрежение, V	Управляващ ток, mA	Плътност на магнитното поле, T
1	1,9	0,00053
2	3,7	0,0011
3	5,6	0,0016
4	7,2	0,0021
5	9,3	0,0027
7,5	14	0,004
10	18,7	0,0053
15	28	0,008
30	56	0,016

От проведените предварителни изследвания се оказва, че захранващи напрежения от порядъка на $\approx 3\text{--}5\text{V}$ са напълно достатъчни за отклонение на разряда на разстояние около 10mm в едната посока ($\approx 20\text{mm}$ двустранно) при дължина на дъговият промеждутък 15mm.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработената магнитна система за управление на електродъговия разряд с кух катод във вакуум и проведените предварителни експерименти позволяват да се направят следните по-важни изводи:

1. Възможността за сканиране чрез стълба на разряда по повърхността на обработваното изделие ще разшири възможностите на приложението му при наваряване, спояване и най-вече термично обработване във вакуум.
2. Развитието на магнитната система що се отнася до съотношение между честотата и амплитудата на управляващия ток ще гарантира получаването на петно на нагряване с различни размери и конфигурация, увеличаване на коефициента на формата на шева и ще гарантира концентрираната форма на разряда и при големина на тока под 50A.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кация К.В., Подъяпольский Г.В., Ямпольский В.М., Сварка в вакууме магнитоуправляемой дугой металла малых толщин. Сварочное производство, №12, 1983, 8-10 с.
- [2] Неровный В.М., Бояршина Л.А., Калинин А.Н., Магнитное управление дугой, горящей в вакууме, при наплавке и пайке. Сварочное производство, №12, 1983, 14с.
- [3] Ташков А., А. Петков, Ц. Беширов, М. Трифонов Н. Фердинандов. Усъвършенстване на електрическата система за захранване на електродъгов разряд с кух катод във вакуум. Студентска научна сесия – СНС'09, РУ "А.Кънчев", Русе, 14.05.2009г.
- [4] www.plasmalab.ru.

За контакти:

Хасан Ердоган Хасанов, студент IV курс, специалност "Машиностроителна техника и технологии", МТФ, Русенски университет "А. Кънчев",
e-mail: hasanerdogan@mail.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.

Конструиране на детайл тип мелачка и валидиране с помощта на технологии за бързо прототипиране

автор: Теодор Колев

научен ръководител: доц. д-р Руси Минев

The work is focused on design and validation of a consumer product type „herbs and tee mill”. The 3D models are created and transfered in “stl” format then the product is built with a 3D printer. The printed model is used to create ceramic mound and cast in copper alloy. The work also describes the existing methods for rapid prototyping and more particularly the rapid casting process.

Key words: product design, rapid prototyping, investment casting.

ВЪВЕДЕНИЕ

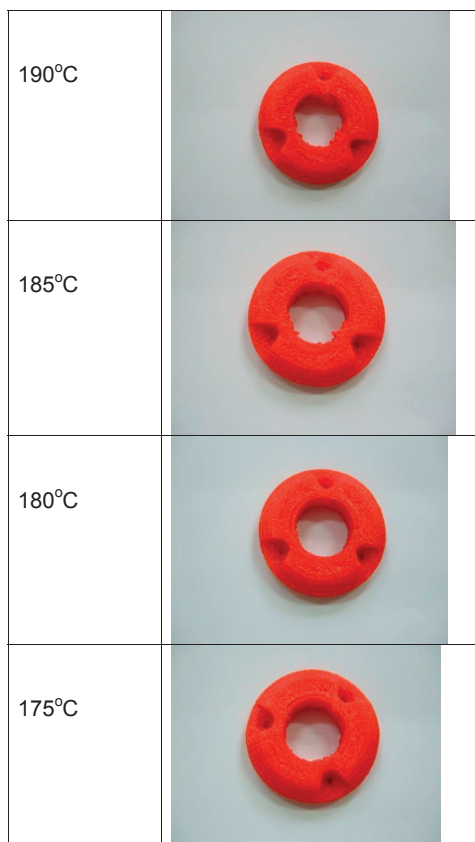
Съвременните процеси за конструиране на изделия са свързани с построяването на модели, които да покажат функционалността на детайла. За тази цел се използват 3D принтери, а също и методи за леење по стопяеми модели. В настоящата работа е използван ниско бюджетен вариант на 3D принтер Vellerman K8200. Осъществено е свързване и настройване на параметрите и основните компоненти на 3D принтера, усвоен е съпътстващия софтуер. Тази технология носи общото име RepRap, като цената на такъв принтер, работещ на принципа на FDM е 10-25 пъти по-ниска, което я прави подходяща за целите на настоящия проект.

Създадени са пробни образци на детайл тип „мелачка” предназначена за потребителския пазар. Изделието ще служи за смилане на чай, билки, подправки. Изготвени бяха пластмасови модели с помощта на които е извършено тестване на конструкцията. Установено е, че принтера има геометрична точност, която зависи преимуществено от дебелината на екструдирания струя и в по-малка степен от свиването на материала, размера на екструдирания струя, който се отлага върху образеца и определя неговата грапавост се равнява средно на $d=0.2\text{mm}$. Най-подходящата за екструдиране температура от гледна точка на качеството на повърхността на изгражданите тела е в интервала $180-190^{\circ}\text{C}$.

Показана е възможността за изграждане на технологична верига за бързо производство на метални отливки с помощта на стопяеми/изпаряеми модели от PLA. Последните се получават с помощта на машината за бързо прототипиране Vellerman K8200. Направено е изследване на възможността на материала PLA за изгаряне, което показва, че най-подходящата температура на изгаряне е 500°C , при която се получават количества остатъчни пепели (под 0.8%).

1. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ТЕХНОЛОГИЧНИТЕ ПАРАМЕТРИ НА ПРИНТЕРА

Един от важните фактори, влияещи върху качеството на повърхността на детайлите, изработени с помощта на 3D принтера е температурата на екстудиране на материала (PLA). Тази температура е свързана със стратегията на изграждане (запълване) на телата при тази технология, която е сложна и подобно на други системи не подлежи на контрол от потребителя. Механизма на прекъсване на екстудирания струя при прехвърляне на главата между отделните участъци на изграждания слой от напречното сечение е такъв, че между тези участъци, при повишена температура е възможно да остане материал, който изглежда като паяжина. Този материал влошава качеството на повърхността. От друга страна, ако температурата е твърде ниска е възможно прекъсване и незапълване на отделни участъци от слоя. Ето защо, беше проведен експеримент за определяне на оптималната температура на екстудиране с помощта на пробни тела (показани в Фиг.1), изградени при различни температури. Резултатите показваха, че най-добро качество на повърхността се получава при температура на екстудиране - 180°C .



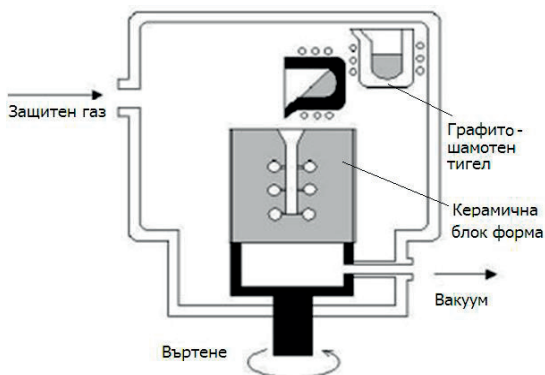
Фиг.1 Изследване влиянието на температурата на екструдирание върху качеството на повърхността на детайлите

2. ТЕХНОЛОГИЧНА ВЕРИГА ЗА ЛЕЕНЕ НА МЕТАЛНИ ПРОТОТИПИ

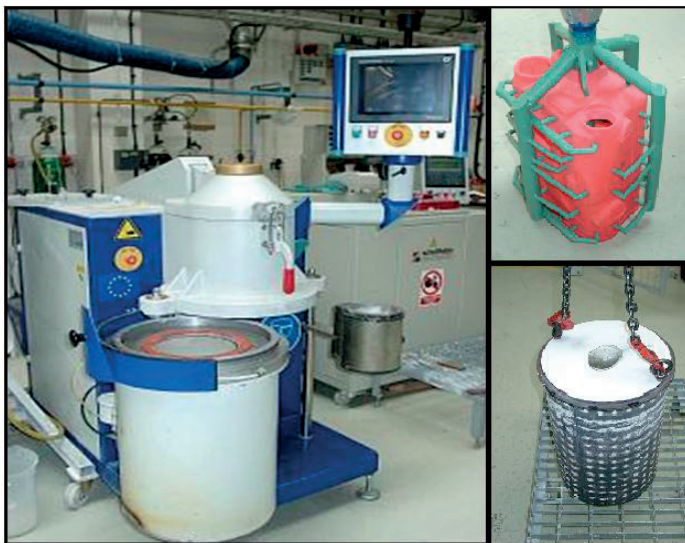
Оборудването за леене чрез индукционното стопяване във вакуум (Leybold, MCP, Schultheiss) с което разполага катедра Металознание и технология на металите в РУ е уникално за страната, както и в международен план (Фиг.2, 3). То дава възможност за получаване на сложни лигатури и сплави с разнообразен фазов и химичен състав. Предвижда се технологията да се прилага широко в следните области:

- при изработване на единични и дребно-сериен отливки;
- във фазата на концептуално разработване и тестване на нови изделия и машини;
- за изработване на резервни части и специфични корпусно-призматични тънкостенни детайли;
- за ремонт, усъвършенстване и адаптиране на машини и съоръжения;
- в художественото леене;

- при изработване на медицински импланти и зъбно протезиране.



Фиг. 2 Схема на машина за прецизно леење в блок-форми с комбинирано използване на диференциално налягане и центробежни сили Schultheiss



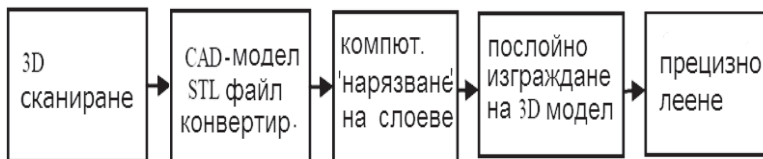
Фиг.3 Машина за леење на Al сплавѝ в блок форми МСР

Основните предимства на технологията за вакуумно прецизно леење в блок форми [1-3] в съчетание с 3D проектиране и послойно изграждане на моделите са:

- възможност за леење на отливки с висока сложност на формата;
- съкращаване на подготвителния цикъл и общото време за получаване на изделието до 3 денонощия;

- получаване на без дефектни отливки с намалена порестост и повишени механични и експлоатационни показатели;
- висока точност и размерна стабилност на изделията;
- разнообразие от леярски и нетипични леярски сплави.

Леярските технологии за прецизно леене могат да съставят затварящото звено в технологична верига за бързо изготвяне на малки серии метални изделия (Фиг.4).



Фиг. 4 Верига за бързо прототипиране (reverse engineering) с използване на технологии за вакуумно прецизно леене по стопяеми/изпаряеми модели

3. ОПИСАНИЕ НА КОНСТРУИРАНОТО ИЗДЕЛИЕ

Функция на изделието: проектираното изделие представлява мелачка за чай и подправки. То трябва да отговаря на следните изисквания:

- Малки габаритни тазмери,
- Ниска себестойност,
- Коравина и механична чкост, износоустойчивост,
- Оптимална хлабина между режещите елементи

Изделието е проектирано с помощта на CAD системата „Solid works“ в няколко варианта (Фиг. 5). Използвани са следните функции на системата и етапи на проектиране:

- Избор на равнина
- Изготвяне на двумерен чертеж
- Екструдирание на двумерния чертеж
- Създаване на нова скица с необходимия профил в екструдираната равнина
- Изрязване на скицата
- Създаване на режещия инструмент
- „Размножаване“ на инструмента
- Задаване на радиуси на закръгления

Технология за отливане на моделите: моделите се „опаковат“ в керамична смес на гипсова основа във вакуум за избягване на газови шупли. Изгарянето се осъществява в електрическа пещ при температура 700 °C и време на задържане 3 часа. Прототипите са отлети от бронзова сплав.

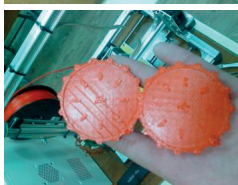


Вариант 1



Вариант 2

Вариант 3



Вариант 4

Вариант 5



Вариант 6

Фиг. 5 Варианти на конструираното издлие

4. АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ И ИЗВОДИ

Пластмасовите детайли от PLA притежават необходимите механични свойства за тестване на изделието.

Керамичните форми се получават с достатъчна якост. Леярската технология копира много точно моделите, в това число и дефектите от изграждането им (стъпала и чепаци).

Най-сполучлив се оказва вариант 3 с два концентрични реда диамантоподобни „зъби“ – съответно 10+ 5 броя. Много съществен елемент от дизайна представлява хлабината между „зъбите“, която се усънови в границите на 1 мм.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Минев Р., и др., XXII International Scientific and Technical Conference, Foundry 2015, Плевен, България, р.р. 33-36, ISSN: 1310 – 3946.
- [2]. Steve Upcraft and Richard Fletcher, The Rapid Prototyping Technologies, Assembly and Automation, v.23 Iss: 4,(2003) DOI:10.1108/01445150310698634, pp.318-330.
- [3]. http://en.wikipedia.org/wiki/RepRap_Project
- [4]. http://en.wikipedia.org/wiki/RepRap_Project

За контакти:

Доц. д-р инж. Руси Минев, Катедра “Материалознание и технология на материалите”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 312, e-mail: rus@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.

Определяне на механичните свойства на листов материал при двумерен опън чрез хидравлично издуване

автор: Деница Филева

научен ръководител: ас. д-р инж. Емил Янков

Abstract: *The development of mechanical engineering in the field of sheet materials has led to usarshenstvane methods for determining the mechanical characteristics by developing new methods or usavarshenstvane. This is also the hydraulic test, which method has not yet been standitiziran and determining the influence of anisotropy. This is due to the different results obtained by the researchers involved in this field. Recent studies show that there is a gap of theoretical models from experimental results for the mechanical properties of the sheet materials in degrees of deformation greater than 30%. One approach to determining the mechanical and technological characteristics is by conducting a series of experiments with the possibility of collecting data enabling to adequately describe the climate of the mechanical strength and the degree of deformation of the material under investigation.*

The purpose of this investigation is to determine experimental mechanical strength and the degree of deformation by hydraulic bulging tensile austenitic steel X5CrNi18-10 starting with 0.6 mm thickness and comparison with known theoretical models.

Key words: *chromium–nickel austenitic sheet steel, hydraulic bulging tensile, mechanical strength, deformation of the material, comparison with known theoretical models.*

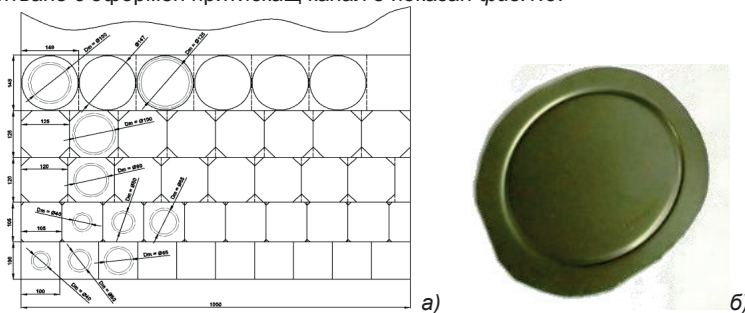
1. ВЪВЕДЕНИЕ

Непрекъснатото развитие на технологичните процеси и появата на нови материали с повишени якостни характеристики поставят все по-големи изисквания към методите и апаратурата за изследване физико-механическите свойства на материалите [14]. Преди всичко това се отнася за необходимостта от осигуряване на достатъчно пълен набор от експериментални данни с висока достоверност. Изпитването на едномерен опън е един от най-широко разпространените методи на статично изпитване. То има някои предимства пред останалите механични изпитания: сравнително лесен анализ и обработка на резултатите, като при това могат да бъдат определени едновременно няколко механични показатели на материала, явяващи се критерии за качеството му както при конструктивно, така и при технологично проектиране [1, 5]. Същеременно с развитието на технологиите за изпитване и изследване на машиностроителните материали се оказва, че при изпитването на листови материали чрез едномерния опън, получаваните резултати не дават достатъчно достоверна информация за поведението на материалите при по-големи степени на деформация над 30% [2, 3, 4]. Използването на математични модели и корекционни коефициенти за определяне на механичните характеристики често водят до разминаващи се резултати при подобни изследвания. Определянето на механичните и технологичните свойства на листовите материали в последно време е довело до разработването на различни аналитични и технологични методи решаващи проблема на дадена задача или технологичен процес [2, 5, 3, 6, 7, 8]. Един от най-известните методи за определяне на механичните характеристики е схемата на хидравлично издуване [5, 9, 10, 11, 12, 13, 15]. Тази схема на изпитване е с несложна конструкция и се обслужва лесно, а съвременната измервателната апаратура позволява достигането на достатъчно висока точност. Този метод се доближава много до един технологичен метод на листово деформиране „Хидроформоване“ [3], характеризиращ се и с възможността за определянето и на изтегляемостта на материалите при производствени условия. Съчетавайки изпитвателната машина с компютърната система и подходящ софтуер се дава възможност за надежно контролиране и регистриране процеса на изпитване.

Целта на настоящата работа е да се определят механичните свойства на листов материал от X5CrNi18-10 с дебелина 0,6mm при двумерен опън чрез хидравлично издуване.

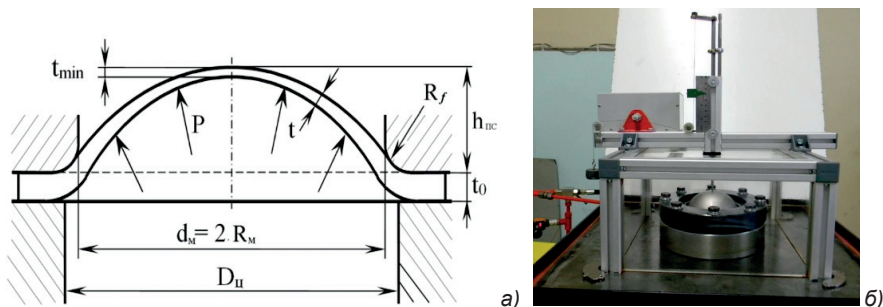
2. МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Пробните тела за двумерен опън се разкрояват от листов материал X5CrNi18-10 (AISI 304, DIN 1.4301, SUS304, GOST07Ch18N10) с размери 1000x2000 mm и дебелина $t_0=0,6$ mm (фиг.1.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.1.б).



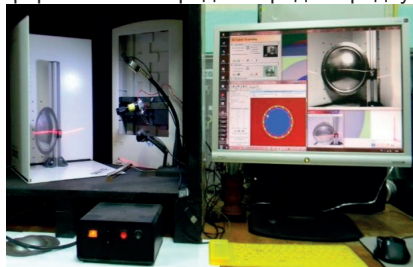
Фиг. 1 Пробни тела за двумерен опън от X5CrNi18-10 [16]: а) разкрояване на листовия материал б) общ вид на пробно тяло за двумерен пън

Пробното тяло от листов материал се закрепва в инструмент (фиг.2 а) с кръгъл отвор и се деформира под действието на хидравлично налягане. По време на изпитанието се събират данни чрез софтуерен продукт „HFM“ (Hydro Forming Materials) за изменението на налягането P и височината на издуване h . Общ вид на системата за хидравлично издуване с изпитан образец до определена степен е представен на фиг.2 б). 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“ [16].

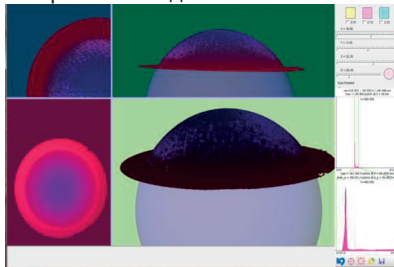


Фиг. 2 Изпитване чрез хидравлично издуване на X5CrNi18-10 [17]: а) с кръгли матрици [Туманов 1974, Hsu 1976, Аверкиев 1985, Boulila 2002, Фесчиев 2004]; б) общ вид на системата за хидравлично издуване

Сканираните изпитани образци се анализират за форма на получената повърхност чрез софтуерен продукт "SA-3DSC" (фиг.4) [16]. При наличие на сферичност се определя средния радиус на повърхнината и дебелината в полюса.



Фиг.3 Общ вид на системата за 3D сканиране [16]

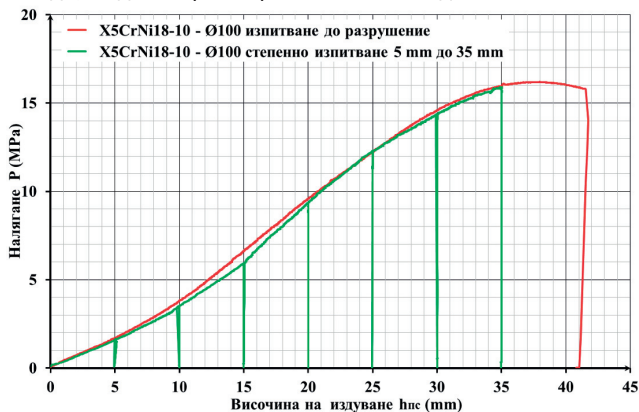


Фиг.4 Панел на софтуерен продукт SA-3DSC за анализ на сферичност и определяне радиуса на цифровия образ

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.

3. РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗИ

Получените резултати от изпитването на двумерен опън на аустенитната стомана X5CrNi18-10 с начална дебелина $t_0=0,6 \text{ mm}$ и диаметър на матрицата $\varnothing 100 \text{ mm}$ показват, че достиганото максимално налягане без загуба на устойчивост е $P=16,19 \text{ MPa}$ при височина на издуване $h=37,43 \text{ mm}$ (фиг.5 – червен цвят), а максималната височина до поява на пукнатина $h_{\max}=40,8 \text{ mm}$. За определянето на дебелината в полюса и радиуса на полусферата чрез 3D сканиране и цифрово анализиране бе пристъпено към етапно изпитване на проби през равен интервал на височина на издуване. Получените етапни индикаторни диаграми са съединени и сравнени с индикаторната диаграма до разрушение (фиг.5 – зелен цвят). От фигурата се вижда, че двете криви практически съвпадат.



Фиг.5 Индикаторни диаграми от двумерен опън

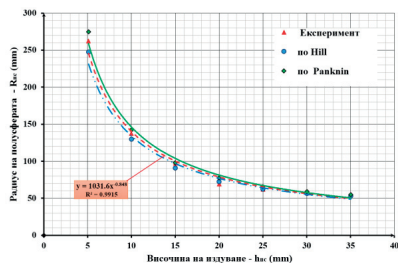
Прави впечатление при по-високите степени на издуване появата на наъбленост

по диаграмата (ефект на *Portevin-Le Chatelier* – *PLC*) и при двата метода на изпитване. При по-ранни изследвания на лисовия материал чрез едномерен опън бяха наблюдавани назъбвания по индикаторните диаграми. Вероятно това се дължи на структурни фазови промени с нарастване степента на деформиране.

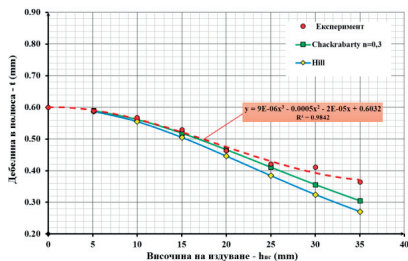
При изследване на същата марка стомана, но с близък химичен състав и дебелина $0,8\text{ mm}$ е установено е, че бързо дифундиращи атоми, които са разтворени в матрицата, взаимодействат с дислокациите, при което се получава променливо (на пулсации) движение на групи, проявяващо се в назъбеност на индикаторната диаграма [18]. Допълнителна причина за поява на неравномерност по индикаторната диаграма [19] се явява и аустенитно-мартензитното превръщане, протичащо в процеса на деформиране. С увеличаване степента на превръщане влиянието му вероятно се засилва, тъй като специфичното назъбване се появява във втората част на диаграмата.

Експерименталните резултати от хидравличното издуване и геометричния анализ са обобщени и събрани в Excel таблица. Както и се очакваше с нарастване височината на издуване дебелината в полюса и средния радиус намаляват с нарастване на 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 *Chakraborty* 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. 6, фиг.7).



Фиг. 6 Радиус на полусферата в зависимост от височината на издуване



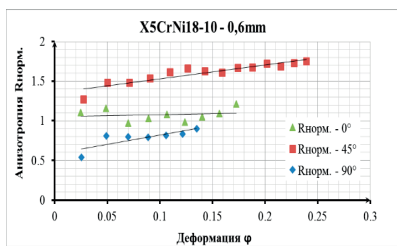
Фиг.7 Дебелината в полюса с нарастване височината на издуване

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 на това, 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* добавяща влиянието на радиуса на закръгление без да отчете дебелината на материала.

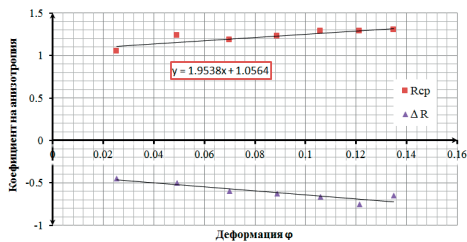
Експериментални резултати от измерването на дебелината в полюса във функция от височината на издуване е представена на *fig.7*. Заедно с тях са представени и кривите за изменение на дебелината според уравненията на *Hill* и *Chackraborty*. В началния етап на издуване кривите съвпадат, но с нарастване степента на издуване експериментални резултати започват да се раздалечават.

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

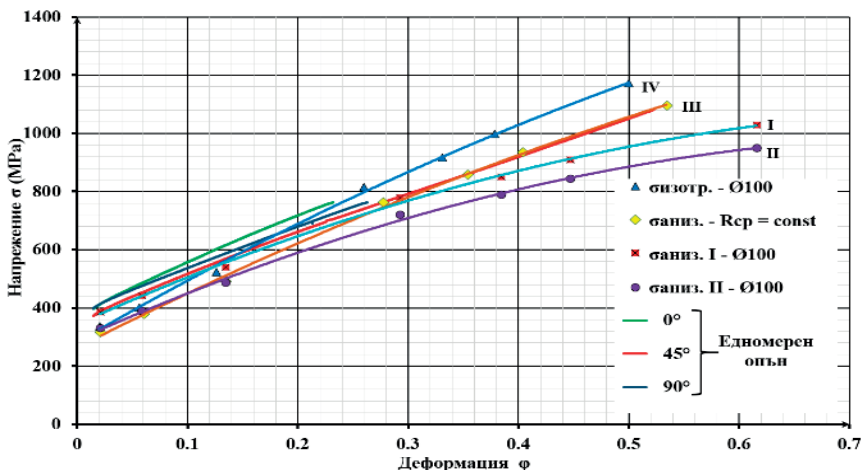
Както е известно листовите материали след валцоване придобиват влакнеста структура наричана още текстура. Тази текстура води до промяна на механичните и технологичните свойства в различните направления (0° , 45° и 90°) на изпитване на листовите материали наричана още като анизотропия на материала. За 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 [1, 2, 8]. От експерименталните резултати на едномерен опън за изменението на анизотропията с нарастване степента на деформиране са построени зависимостите за частните коефициенти на анизотропията под 0° , 45° и 90° (фиг.8). Както се забелязва с нарастване степента на деформиране частните коефициенти нарастват т.е. тя не е константа. Същата нарастваща тенденция се наблюдава и при определянето на средната нормална анизотропия R_{cp} и средната равнинна анизотропия ΔR (фиг. 9).



Фиг. 8 Зависимост на $R_{норм.}$ от степента на деформация



Фиг. 9 Зависимост на R_{cp} и ΔR от степента на деформация



Фиг.10 Диаграма на уякчаване на листов материал от едномерен и двумерен опън

Построяването на кривата на уякчаване истински напрежения – истинска

деформация $\sigma=f(\varphi)$ е необходима за 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 полюса на 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 [20]. 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 [Govik A.].

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%.

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} $y = 2,3374x + 0,5853$. Коририраната крива „I“ също както крива „II“ се оказва разположена непосредствено под кривите на уякчаване от едномерен опън, като същевременно е над крива „III“. 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 $R_{cp} = 1,28$ дава крива „III“, която също като разгледаните 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.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практическото използване на създадения метод и програмни продукти позволяват провеждането на изследване по дисциплината “Обработка на металите чрез пластична деформация” на листови материали и позволява да се направят следните изводи:

1. Резултатите от измерената дебелина и радиус с нарастване височината на издуване се различават от предлаганите теоретични модели.
2. Определено е изменението на нормалната средна анизотропия, която има нарастващ характер с увеличаване степента на деформация.
3. Приложената методика за получаване кривите за уякчаване показва възможност за получаване на няколко криви на уякчаване: - с отчитане на средната нормална анизотропия, с отчитане на двата частни коефициента 0° и 90° , а така също и с отчитане постоянен коефициент на анизотропия.

4. Необходими са допълнителни металографски и ренгеноструктурни изследвания за установяване появата на ефект на *Portevin-Le Chatelier*.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Христов С., „Изпитване и дефектоскопия на металите“, София, Печ. ТУ-София, 1988;
- [2] Томов Б. Технология и инструменти за щанцоване. Висше техническо училище, Русе, 1987;
- [3] Богоявленски К., Б. Вагин, А. Кобишев, Г. Костов, Б. Мамутов, В. Рис, А. Рябинин, Д. Чалев. Хидропластична обработка на металите. Техника, София, 1986;
- [4] Yoon J. Y. Evaluation of formability and determination of flow stress curve of sheet materials with dome test. MSc Thesis, Ohio State University, 2012;
- [5] Туманов А. Т. (ред.). Методы испытания, контроля и исследования машиностроительных материалов. Справочное пособие, том 2. Методы исследования механических свойств металлов. Машиностроение, Москва, 1974.
- [6] Золоторевский В. С. Механические свойства металлов. Московский институт стали и сплавов, Москва, 1998;
- [7] Kuhn H., D. Medlin (eds.). ASM Handbook, vol. 8: Mechanical testing and evaluation. ASM International, Materials Park, Ohio, 2000;
- [8] Hosford W. F. Mechanical behavior of materials. Cambridge University Press, New York, 2010;
- [9] Hsu T. C., H. M. Shang. Mechanics of sheet metal formed by hydraulic pressure into axisymmetrical shells. Experimental Mechanics, 1976, vol. 16, 9, 337-342;
- [10] Аверкиев А. Ю. Методы оценки штампуемости листового металла. Машиностроение, Москва, 1985;
- [11] Boulila A., M. Ayadi, A. Zghal, K. Jendoubi. Experimental validation of a spherical model of circular thin plates under hydraulic pressure. Mecanique & Industries, 2002, vol. 3, 6, 627-638;
- [12] Гагов В., Д.-С. Комса. Методи за механични и технологични изпитвания на листови материали. Машиностроителна техника и технологии, ТО на НТС и ТУ – Варна, 2003, № 4, 53-58;
- [13] Фесчиев Н., В. Гагов. Хидростатично и хидродинамично изпитване на листови метали. Научни трудове на Русенски университет „Ангел Кънчев“, Русе, 2004, том 41, серия 7, 108-112;
- [14] Тончев. Н., Относно формализирането и тенденциите за развитие на материали със специализирано приложение, ВТУ „Тодор Каблешков“, София, 2011, стр. 33-38, ISSN 1312-3823;
- [15] Tasan C. C., J. P. M. Hoefnagels, E. C. A. Dekkers, M. G. D. Geers. Multi-axial deformation setup for microscopic testing of sheet metal to fracture. Experimental Mechanics, 2012, vol. 52, 669-678;
- [16] 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;
- [17] Янков Е., В. Гагов, Р. Радев, Д. Господинов, „Уредба за изпитване на листови метални материали чрез хидравлично издуване“, Машиностроене и

машинознание, брой 17, Варна, Година VII, Книга 3, 2012, стр. 10÷13, ISSN 1312-8612;

[18] 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 РУСЦУ, Русе, 2013, стр. 152-157, Том52, серия 2, ISSN 1311-3321;

[19] Янков Е., М. Николова, В. Захаријева, Фазово превръщане на аустенитни листови материали при едномерен опън на студена пластична деформация, В: Научни трудови на РУСЦУ, Русе, 2013, стр. 158 – 164;

[20] Филева Д., Възможност за определяне на якостта на листови материали след едномерен опън чрез измерване на твърдост, В: Научни трудови на РУСЦУ, Русе, 2014, стр. 41-47, ISSN 1311-3321

[21] Das A., P. C. Chakraborti, S. Tarafder, H. K. D. H. Bhadeshia, Analysis of deformation induced martensitic transformation in stainless steelsMaterials Science and Technology 2011 VOL 27 NO 1 pp.366-369.

За контакти:

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

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'16

П О К А Н А

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

Факултет „Машинно-технологичен“

**СБОРНИК ДОКЛАДИ
на
СТУДЕНТСКА НАУЧНА СЕСИЯ – СНС’15**

Под общата редакция на:
доц. д-р Стоян Стоянов

Отговорен редактор:
проф. д-р Ангел Сфрикаров

Народност българска
Първо издание

Формат: А5
Коли: 4
Тираж: 20 бр.

ISSN 1311-3321

ИЗДАТЕЛСКИ ЦЕНТЪР
на Русенския университет “Ангел Кънчев”