

АВТОРСКА СПРАВКА

за научните и научно-приложните приноси на трудовете
на гл. ас. д-р инж. Полина Илиева Милушева-Мандаджиева

представени за участие в конкурс за заемане на академична длъжност „ДОЦЕНТ“ в област на висше образование 5. Технически науки, професионално направление, 5.1. Машинно инженерство, по научна специалност „Приложна механика (Механика на покрития)“, публикуван в Държавен вестник - бр. 5/17.01.2020 г.; дата на публикуване в сайта на Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ – Бургас - 17.01.2020 г., със срок три месеца от датата на публикуване в ДВ.

НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ В СПЕЦИАЛИЗИРАНИ СПИСАНИЯ И СБОРНИЦИ И ЦИТИРАНИЯ

За участие в конкурса са представени 40 научни публикации (Приложение 1), от които 10 в реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (Scopus) (Показател В 4.) и 30 в нереферирани списания с научно рецензиране Приложение 1 (Показател Г*8.). От всичките 40 публикации 13 са на английски език, 27 на български, в 18 кандидатът е самостоятелен автор, а 22 са в съавторство. 28 от представените научни публикации са докладвани на конференции – 1 в чужбина и 27 на международни и национални конференции в България.

Забелязани са 32 цитата в научни трудове (Приложение 4), от които 5 по Показател Д*12 и 27 по Показател Д14.

Едно участие в международен научен или образователен проект по Показател Е19. и 5 участия в теми разработени в НИС на Университет „Проф. д-р Асен Златаров“, Бургас (т.9 от приложените документи).

Подадени са 2 заявки за патент, публикувани в официалния бюлетин на Патентното ведомство (Показател Е25.). (т.14.Документи по чл.70(8)).

Посочените показатели са в съответствие с декларацията за минимален брой точки по показатели.

НАУЧНИ И НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

Основните научни и научно-приложни приноси на гл. ас. д-р инж. Полина Милушева са в областта на механиката и материалознанието и могат да се обобщят в следните направления:

- 1. Нанасяне на метални, графенови и износоустойчиви покрития върху полимерни материали*
- 2. Изследване на механичните характеристики на нанесени покрития и повърхностните свойства на тънки слоеве.*
- 3. Симулационни изследвания и оптимизиране на механични конструкции с нанесени покрития.*
- 4. Други направления.*

1. Нанасяне на метални, графенови и износоустойчиви покрития върху полимерни материали

Правилният избор на материалите и рационалното конструиране на елементите на машиностроителните конструкции, са важен етап в цикъла изследване – внедряване, от който зависят постигането на високи технико-икономически показатели и експлоатационна надеждност на детайлите. Пестеливото използване на суровините и материалите, с високо качество и голяма надеждност на крайния продукт, може да се реализира само чрез прилагането на нови технологии и постижения.

Изискванията към материалите, които се използват за производството на различни конструкционни детайли и изделия, непрекъснато се повишават. Това е причината, която налага новаторски изменения във всички области на техниката за преодоляване на несъответствието между съвременните изисквания и ограничените възможности на използваните материали и технологии.

Едно от решенията на този проблем е използването на полимерни материали, върху които е нанесен тънък слой метално или графеново покритие.

В съвременното производство на детайли и изделия все по-често се забелязва използването на комбинация от тези материали.

Заменяйки металните изделия с изделия от метализирана пластмаса, се постига рационално използване на металите, употребяването им в такова количество и само там, където са необходими техните метални свойства, намаляване на цената, икономия на материали и енергия, както и намаляване теглото на изделията.

Полимери, с нанесени метални и графенови покрития, намират все по-широко приложение:

- в електрониката и микроелектрониката – за изработване на печатни платки, които практически се използват във всички отрасли на икономиката;
- в електротехниката като екрани, отразяващи лъчения с различна дължина на вълната;
- материали за космонавтиката и авиацията: всички видове материали за топлинна екран-вакуумна изолация, включително и постелки, комбинирани материали на основата на ленти от полиамид и метализирани материали;
- метализирани листи и рула; като панелни нагревателни елементи, слънцезащитни и теплоотражателни покрития за бита;
- огледални листи на основата на пластмасов материал, с нанесен слой от алуминий, хром и други метали; за създаване на триизмерни букви, външни елементи, сложни продукти за външна реклама, декорация на вътрешните зали и др.;
- детайли от интериора и екстериора на автомобила: арматурно табло, панели и други вътрешни части; решетки на радиатора на автомобила; капаци за автомобилните колела; корпусни детайли, части от домакинските уреди и офис техника, структурни части електрически приложения, прекъсвачи, превключватели, оборудване за въздухоплавателни средства, ВИК оборудване и др.
- в бита за декоративни цели – дръжки на врати, обков на мебели, дискове, брони, декоративни елементи, осветителни тела и др., като имитация на метални елементи.

Изследванията и приложението на конструкционни полимерни материали с метални и графенови покрития за използването им като машиностроителни елементи: зъбни колела, плъзгащи лагери, втулки и др., са ограничени.

Целта на изследванията в това направление е да се разработят нови материали и да се подобрят показателите на вече използваните такива. На базата на новаторски решения се предлагат нови композитни материали за преодоляване на несъответствието между съвременните изисквания и ограничените възможности на използваните материали и технологии.

Основните приноси в това направление, могат да се сведат до:

Научни приноси:

- ✚ Направено е научнообосновано изследване на процесите за нанасяне на метални покрития, чрез магнетронно разпрашване във вакуум, върху полимерни материали PS/SB190 crystal, PS/SB793 shockproof и POLIPOM®-POM, както и на възможностите за оптимизиране на процесите на отлагане. Установено е влиянието на технологичните режими за получаване на покритията, върху основни технологични характеристики (адхезия, твърдост, износоустойчивост) на компонентната система полимер – метално покритие. Разработени са конкретни режими за магнетронно разпрашване на металите X18H9T, Ti и Al, които успешно могат да се използват за нанасяне на покрития върху различни конструктивни материали. Заснета е и е изследвана морфологията на нанесените покрития.
- ✚ Направено е научнообосновано изследване на процесите за нанасяне на Ni-Cr и TiN покрития върху полимерни подложки PS/SB190 crystal, PS/SB793 shockproof и POLIPOM®-POM, чрез постоянно-токово магнетронно разпрашване във вакуум. Експериментално са определени стойностите на технологичните параметри на режима на катодно разпрашване. Изследвано е влиянието на основните параметри на процеса – напрежение, температура, дълбочина на вакуума и времетраене на процеса разпрашване, върху режимите на отлагане. Изследвана е адхезията на

покритието и е направено заключение за допълнително оптимизиране на технологичните параметри на режима на отлагане.

- ✚ Направено е научнообосновано изследване на процесите за нанасяне на $Pt-SiO_2$ резистивни слоеве, върху подложка от политетрафлуоретилен, чрез високочестотно катодно разпрашване. Проследени са измененията на електро-физичните параметри на слоя след термообработка. Експериментално е определена скоростта на отлагане на слоя, като са изследвани процесите на разпрашване на металната структура, пренасяне и кондензация на парите върху подложката. Изследвано е влиянието на основните параметри на процеса на нанасяне - напрежение, температура, дълбочина на вакуума и времетраене на предразпрашване и разпрашване, върху режимите на отлагане на резистивните слоеве от $Pt-SiO_2$.
- ✚ Направено е научнообосновано изследване на процесите за нанасяне на метално медно нанопокритие, чрез високоволтова технология за нанасяне, във вакуум върху полимерен материал *Polikes®PA6 G*, както и възможностите за оптимизиране на процесите на отлагане. Експериментално са определени режимите на нанасяне на медно нанопокритие. Заснета е морфологията на нанесеното покритие и е направен рентгенофазов анализ на структурата му. Разработени са конкретни оптимални режими за високоволтово разпрашване на Cu , които успешно могат да се използват за нанасяне на медни нанопокрития върху различни полимерни материали.
- ✚ Направено е научнообосновано изследване на процесите за получаване на графен и нанасяне на монослой от графеново покритие, върху полимерна подложка. За целта е използвана високоволтова технология за разпрашване на графитен електрод, във вакуум върху полимерен материал *PS/SB793 shockproof*. Експериментално са изследвани и определени оптимални режимите на нанасяне на графеновото покритие. Заснета и изследвана е микроструктурата на нанесеното покритие и е направена инфрачервена спектроскопия на повърхността на подложката с графеново покритие. Извършен е анализ на получените резултати и са разработени конкретни оптимални режими за високоволтово разпрашване на въглерода, които успешно могат да се използват за получаване и нанасяне на графеново покритие върху различни полимерни материали.
- ✚ Направено е научнообосновано изследване на процесите на нанасяне на износоустойчиво покритие от алуминиев оксид, върху полиамидни структури *Polipa®PA6* и *Polikes®PA6G*. Доказано е, че нанасянето на покрития, чрез постоянно-токово магнетронно-йонно разпрашване, върху тези полимерни материали, е неподходящо. Вследствие на свръх газоотделянето на тези полимери се получава некачествено покритие. От друга страна те са широко използвани, поради високото им молекулно тегло и кръстосани връзки. Устойчиви са на огъване, износване и скъсване. Подходящи са за работа при голямо натоварване за дълги периоди. За решаването на този проблем е предложен нов подход и е разработен нов метод за нанасяне на износоустойчиво покритие, върху полимерна повърхност. Същността на метода се състои в нанасяне на покритие с използване на кипящ слой от алуминиев оксид Al_2O_3 , Алуминиевият оксид се характеризира с устойчива хексагонална α -фаза, наречена корунд или α -алуминиев оксид. Тази фаза е термодинамично стабилна форма, устойчива на киселини и основи, с ниско топлоотделяне, висока твърдост (твърдост 9,0 Mohs), отлични изолационни качества, рефрактерен период и добри термични свойства. Частиците от алуминиев оксид се флуидизират и се нагряват до температури при които, след потапяне на образеца в слоя, се получава частично разтопяване на повърхността на полимера. Частиците алуминиев оксид проникват в зоната на разтапяне. Разтопеният материал, покрива частиците на армиращата фаза и при понижаване на температурата ги свързва в плътна структура. Изследвано е влиянието на температурата на кипящия слой и времето на обработка на детайла, върху дълбочината на повърхностното разтопяване и дебелината на формираното покритие. С помощта на микроскопски анализи е определено разположението, големината на покритието от алуминиев оксид върху полиамидната повърхност, както и границата между износоустойчивия слой и полиамидната повърхност. Извършен е анализ на структурата на покритието и са разработени конкретни оптимални режими за работа, които успешно могат да се използват за получаване и нанасяне на износоустойчиво покритие, върху различни полимерни

материали.

Научно-приложни приноси:

- ✚ Доказана е възможността за нанасяне на метални покрития от X18H9T, Ti и Al, чрез магнетронно разпрашване във вакуум, върху полимерните материали PS/SB190 crystal,, PS/SB793 shockproof и POLIPOM®-POM.
- ✚ Доказана е възможността за конкретно приложение на покрития от X18H9T и Ti, нанесени върху машинни елементи, изработени от полимерния материал POLIPOM®-POM, което очертава нови възможности за практическо приложение на вакуумните технологии.
- ✚ Доказана е възможността за нанасяне на метални покрития от TiN върху полимерни подложки POLIPOM®-POM, чрез постояннотоково магнетронно разпрашване във вакуум.
- ✚ Доказана е възможността за конкретно приложение на покрития от TiN, за повишаване износоустойчивостта на материалите и за нуждите на оптиката като отражателни и селективни покрития.
- ✚ Доказана е възможността за нанасяне на метални покрития от Ni-Cr върху полимерни подложки PS/SB793 shockproof и POLIPOM®-POM, чрез постояннотоково магнетронно разпрашване във вакуум.
- ✚ Доказана е възможността за използване на сплавни мишени, резултат от възстановяването на никел и хром от промишлени отпадни води. Използването на вакуумните технологии за отлагане и възстановяването на ценен метал, със смекчаване на въздействието върху околната среда е икономически и екологично целесъобразна обработка.
- ✚ Доказана е възможността за нанасяне на нанасяне на $Pt-SiO_2$ резистивни слоеве, върху подложка от политетрафлуоретилен, чрез високочестотно катодно разпрашване.
- ✚ Доказана е възможността, за конкретно приложение на технологията на високочестотно катодно разпрашване във вакуум, за получаване на тънкослойни резистивни слоеве и тяхното приложение в хибридните и монолитни интегрални схеми. Доказано е, че електрофизичните параметри на получените слоеве, силно се променят след термообработка. Доказано е, че планарната катодна мишена води до простота при реализацията на процеса, както и до възможност за промишлено приложение.
- ✚ Доказана е възможността за нанасяне на метално медно нанопокритие, чрез високоволтово разпрашване във вакуум, върху полимерен материал Polikes®PA6 G.
- ✚ Доказана е възможността, за конкретно приложение на технологията на високоволтово разпрашване във вакуум, за подобряване електрическите и капацитивните характеристики на полимерната повърхност, чрез нанасяне на медно нанопокритие, което очертава нови възможности за практическо приложение.
- ✚ Доказана е възможността за нанасяне на износоустойчиво покритие от алуминиев оксид, върху полиамидна структура Polira®PA6 и Polikes®PA6G, чрез използване на технологията на кипящ слой.
- ✚ Доказана е възможността, за конкретно приложение на технологията на кипящия слой, за нанасяне на износоустойчиви покрития, върху Polira®PA6 и Polikes®PA6G, което очертава нови възможности за практическо приложение. Разработена е технология и оптимални хидродинамични режими на флуидизация на слоя.
- ✚ Доказана е възможността за нанасяне на графенови покрития, чрез високоволтово разпрашване на графит, върху полимерния материал POLIPOM®-POM.
- ✚ Доказана е възможността за конкретно приложение на покрития от графен, нанесено върху полимерния материал POLIPOM®-POM, което очертава нови възможности за практическо приложение, с цел подобряване електрическите и капацитивните характеристики на повърхността и разработване на електроди за суперкондензатори от ново поколение.
- ✚ Доказано е, че времето за нанасяне на покритията зависи от термичната устойчивост на полимерите.

В това направление са публикувани общо 12 научни публикации, от които 5 в издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (SCOPUS) [B4.(3,4,6,8,10)] и 7 в реферирани списания в България [Г*8.(2,4,13-15,18,28)] от Приложение 1.

2. Изследване на механичните характеристики на нанесени покрития и повърхностните свойства на тънки слоеве.

Съвременните тенденции на промишленото развитие изискват нови технико-икономически решения за повишаване на експлоатационна надеждност на изделията. Едно перспективно направление, за постигане на тези изисквания е използването на метализирана пластмаса.

Металният слой, нанесен върху полимерен материал, защитава същият от УВ-лъчението, топлинните потоци, намалява проникваемостта на влага и кислород. Тези свойства на металните покрития предпазват полимерните материали от бързо стареене. Нанасянето на метално покритие върху полимерен материал води до повишаване на механичните свойства на повърхностния му слой. Това разширява асортимента на пластмасовите изделия и позволява тяхното целенасочено използване, напр. за изработване на високонатоварени детайли и механизми.

Разработени са ефективни технологии за нанасяне на покрития, както във вакуум, чрез магнетронно разпрашване при температура на обработка под температурата на топене на основния материал, така и при ниски температури, с използване на технологията на кипящия слой, вследствие на които се постига значително повишаване на механичните качества на контактната повърхност, при сравнително ниска цена.

Това решение дава възможност за заменяна на скъпо струващите метални изделия с получените нови структури, чието използване води до намаляване на цената и теглото на изделията, икономия на материали и енергия, рационално използване на металите, при запазване на якостните и технологичните характеристики на изделията.

Целта на изследванията в това направление е да се изследват якостните и механичните и характеристики на получени метални покрития върху полимерни материали. На база на предложени оптимални режими на нанасяне на покритията, се доказва постигането на по-добри механични характеристики.

Основните приноси в това направление, могат да се сведат до:

Научни приноси:

- ✚ Направено е научнообосновано изследване на адхезията на получени покрития от X18H9T, Ti и Al, върху PS/SB190 crystal, PS/SB793 shockproof и POLIPOM®-POM. Адхезионното напрежение е изследвано по метода на нормален опън, като е изчислено въз основа на отлепените площи, които са определени чрез сканиране на разрушената повърхност. Получените стойностите на адхезионното напрежение, са анализирани и систематизирани за различни режими на нанасяне покритията. Направени са изводи, за зависимостта между адхезията на покритието и катодното почистване на повърхността на полимера. За материалите PS/ SB190 crystal и PS/SB793 shockproof тя се подобрява, когато в технологичния режим е включена предварителна обработка с кислород, а е изключен процеса „катодно почистване“, а за материала POLIPOM®-POM – когато в технологичния режим е включено „катодно почистване“ и не се прилага допълнителна обработка с кислород.
- ✚ Направено е научнообосновано изследване на твърдостта на нанесени покрития от легирана стомана X18H9T, титан и алуминий върху полимерите POLIPOM®POM, PS/SB793 shockproof и PS/SB190 crystal. Тези материали се използват широко в инженерни проекти, демонстрират добри конструкционни качества и химическа устойчивост, което дава възможност за приложение в различни области на индустрията. Новите технологии, предлагат материали на базата на полимери, които гарантират дълготрайна употреба, при температури значително над 260 °C, а също така и устойчивост на радиация, отлична термоустойчивост, негоримост, добри електроизолационни свойства и др.
- ✚ Направено е научнообосновано изследване на твърдостта на метални покрития с малка дебелина, което е трудна задача, поради попадането на индентора на твърдомера в междузърнените

пространства, а не в централната зона на зърната. Доказано е, че нейното решаване е възможно само, чрез използването на нанотвърдомери за измерване на микротвърдост на покрития с дебелина в границите от 3 до 0,7 μm .

- ✚ Режимите и условията на провеждане на изследванията се избират в зависимост от якостните характеристики, дебелината и адхезията на изследваното покритие. Направените наноиндентационните изпитания са прости, бързи и безразрушителни. Тези методи позволяват да се проведат изпитания при малки и свръхмалки натоварвания; да се контролира скоростта на проникване на индентора в материала; да се отчетат директно стойностите на еласто-пластични характеристики на материалите; да се оцени анизотропията и т.н..
- ✚ Направено е научнообосновано изследване на износоустойчивостта на покрития от легирана стомана X18H9T, титан и алуминий, върху POLIPOM®POM, PS/SB793 shockproof и PS/SB190 crystal по тегловния метод. Избраният метод дава реална представа за съпротивлението на материалите на износване, като процес на загуба на маса от контактната повърхност между детайлите на изделието и зависи от условията при които то работи (триене и натоварване) и свойствата на използваните материали. Направени са експериментални изпитания, в зависимост от продължителността на работа, до достигане на предварително зададена или гранична стойност на износване. Режимите и условията на провеждане на тестовите изпитания са избрани в зависимост от реалните условия на работа на изследваното покритие. С цел ускоряване на процеса на изследване, се добавя подходящ абразив във вид на прах, паста или др. Получените стойности са анализирани и систематизирани и са направени изводи за кинетиката на изменение на масата на покритието при за различни режими на нанасяне покритието.
- ✚ Направени са задълбочени експериментални изследвания и е установено влиянието на технологичните условия за получаване на покритията, върху основни механични характеристики, като приведения модул на еластичност E^* , степента на пластичната енергия за деформация W_p , общата енергия на деформация W_t и твърдостта HV за покрития от X18H9T, Ti и Al.

Научно-приложни приноси:

- ✚ Доказано е, че разработените оптимални режими за магнетронно разпръскване на металите X18H9T, Ti и Al, са предпоставка за постигане на по-добри стойности на механичните характеристики и могат да се използват за нанасяне на покрития върху различни полимерни конструктивни материали.
- ✚ Доказано е, че при магнетронно разпръскване, катодното почистване и предварителната обработка с кислород на повърхността на полимера преди нанасяне на покритието, оказват съществено влияние върху стойностите на механичните характеристики. Доказано е, че оптимални стойности на механичните характеристики за PS/SB190 crystal, PS/SB793 shockproof се получават, когато в технологичния режим не е включено катодно почистване, а при POLIPOM®POM – обработка с кислород.
- ✚ Доказано е, че точни и коректни измервания на твърдостта на тънки покрития върху полимерна структура, се постига само с използването на микротвърдомер, позволяващ попадане на индентора в централната зона на зърната, а не в междузърнестите пространства.
- ✚ Доказано е, че върху износоустойчивостта и адхезията на покритието, съществено влияние оказва материала на подложката.
- ✚ Доказано е влиянието на технологичните условия за получаване на покритието, върху еласто-пластичните характеристики на покритието.

В това направление са публикувани общо 19 научни публикации, от които 6 в издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (SCOPUS) [B4.(1,3-5,7,9)] и 13 в реферирани списания в България [Г*8.(1,3-10,13,21,25,29)] от Приложение 1.

3. Симулационни изследвания и оптимизиране на механични конструкции и нанесени покрития.

Метализацията на полимерите широко се използва в съвременната промишленост. Методите за нанасяне на метално покритие върху пластмаса, както предимствата и недостатъците на тази технология са описани подробно в литературата.

В случаите, когато нанасянето на метално покритие се използва за повишаване на якостните свойства на контактната повърхност на полимера е много трудно да се прогнозира, каква дебелина на покритието е необходима за гарантиране на механичните качества на повърхността. Експерименталното изследване на този проблем е много скъпа и продължителна процедура, която може да се избегне с използването на съвременните компютърни технологии. При създаден физичен модел на двойката „покритие-подложка“, се разработва методика за симулационно прогнозиране на механичните свойства за различни покрития, при зададена дебелина.

Целта на изследванията в това направление е да се разработи надеждна методика за симулация и прогнозиране на механичните свойства на нанесено метално покритие върху полимер и възможностите за оптимизиране на процесите на отлагане. На базата на новаторски решения се предлага нов подход при прогнозиране на механичните характеристики на новите материали.

Друг приоритет, в това направление е изследване работата и оптимизиране на конструктивните характеристики на механични възли при използване на компютърно моделиране и изследване на примерните модели.

Много от съвременните високоефективни машини и апарати работят с опасни и агресивни среди при високи налягания и температури. Евентуални аварии, свързани с некоректно избрани материали или неподходящо избрана конструкция, биха нанесли големи материални загуби, човешки жертви и екологични поражения. Ето защо е необходимо да се съобразят редица изисквания, регламентиращи технико-икономическите, експлоатационните и екологичните показатели и изискванията за сигурност, надеждност и дълготрайност на изделието. Детайлите и елементите на конструкциите трябва да бъдат изчислени и конструирани така, че да осигуряват безаварийна работа и достатъчна дълготрайност на машините и апаратите и техните възли. За тази цел, те трябва да имат достатъчна якост и издръжливост на умора, устойчивост на вибрации, малко износване и амортизация, устойчивост на термични, химични, механични, ерозионни и корозионни въздействия на околната среда.

Трябва да бъдат съобразени условията на работа и натоварване на отделните елементи на конструкцията и те да бъдат запасени с подходящи коефициенти на дълготрайност, якост и устойчивост. А тези от тях, тези които са подложени на по-голям риск от износване и разрушаване, да бъдат разположени така, че да могат лесно да се демонтират и заменят при ремонтите на съоръженията.

Коефициентите на сигурност на елементите трябва да бъдат съобразени и с последствията, които биха настъпили при евентуална авария. Най-високи коефициенти се избират в случаите, при които аварията биха причинили човешки жертви и големи материални загуби.

Целта на изследванията в това направление е с използване на компютърни средства, да се симулират работни условия и натоварване на конструкцията и да се подберат оптимални конструктивни характеристики за подобряване работата, надеждността и якостните характеристики на съоръжението. На базата на множество симулации, се предлага нов подход при прогнозиране на механичните характеристики на изследваните конструкции.

Основните приноси в това направление, могат да се сведат до:

Научни приноси:

Направено е научнообосновано изследване на методите за прогнозиране на механичните характеристики на нанесените покрития. Използвани са съвременни компютърни технологии за създаване на физичен модел на двойката „покритие-подложка“ при използван математичен модел, описващ усилията, възникващи в системата под действието на външно натоварване.

Предложен е нов подход при прогнозиране на механичните свойства на нанесено метално покритие върху полимер и възможностите за оптимизиране на процесите на нанасяне. За тази цел се предлага методика за симулационно прогнозиране на механичните характеристики на нанесените покрития. Използването на същата позволява да се съкрати експерименталното изследване, за определяне на желаната дебелина на покритието, което се е много скъпа и продължителна процедура.

С използваната методика за симулационно прогнозиране на механичните характеристики на нанесените покрития, е установено и влиянието на технологичните условия на процеса за получаване на покритията, върху основни технологични характеристики (адхезия, твърдост, износоустойчивост) на компонентната система полимер – метално покритие.

Доказана е възможността за конкретно приложение на симулационния модел за прогнозиране на механичните характеристики на метални покрития, нанесени върху машинни елементи, изработени от полимерния материал POLIPOM®-POM, което очертава нови възможности за практическо приложение на тези технологии.

Направено е научнообосновано изследване на технологиите за прогнозиране на механичните характеристики, изследване работата и оптимизиране на конструктивните характеристики на механични възли с помощта на компютърно моделиране и изследване на тримерните модели. Използвани са съвременни компютърни технологии за създаване на физичен модел на механична конструкция и математичен модел, описващ усилията, възникващи в системата под действието на външни натоварвания.

Научно-приложни приноси:

Доказана е възможността за използване на компютърните технологии за прогнозиране на механичните характеристики на нанесените метални покрития, чрез магнетронно разпръскване на във вакуум, върху полимерния материал POLIPOM®-POM.

Разработен е физичен и математичен модел, описващ усилията, възникващи, между подложката и покритието, под действието на външното натоварване и влиянието адхезията.

Създадена е надеждна методика за симулация и прогнозиране на механичните свойства на нанесено метално покритие върху полимер и възможностите за оптимизиране на дебелината на нанесеното покритие, съобразно желаните резултати.

Симулирани са сложни външни натоварвания от нормална сила, огъващ и усукващ момент на двойка „покритие-подложка“. Критерии за стабилността на системата са допустимите напрежения на устойчивост на материалите на системата. Получените симулационни резултати са сравнени с експериментално определените при нанасяне на X18H9T, Ti покритие върху полиацетал POLIPOM®POM и дават добро съвпадение с експериментално определените.

На база на компютърно симулиране се прогнозира и предлага оптимална дебелина на покритията от X18H9T и Ti. Използването на методиката за симулация съкращава експерименталните изследвания, икономисва средства и време и предлага възможност за нанасяне на качествени покрития върху различни детайли.

Разработен е физичен и математичен модел, описващ усилията, възникващи под действието на външното натоварване, в конструкцията на аксиален лагерен възел на парна турбина, работеща на фреон с монтиран електрически генератор вътре в турбината.

Създадена е надеждна методика за симулация и прогнозиране на натоварванията в конструкцията за оптимизиране геометричните характеристики на вала, турбинните колела и статора на генератора, съобразно желаните резултати.

Симулирани са сложни външни натоварвания от нормална сила, огъващ и усукващ момент на детайлите включени в конструкцията. Критерии за стабилността на системата са допустимите напрежения на устойчивост на материалите на системата.

С получените симулационни резултати е конструиран радиално-аксиален лагерен възел за турбина. Турбината е с вграден електрически генератор за 16 kW електрическа мощност и работи с фреон 507A, при налягане на топлоносителя на вход от 1,5 MPa и дебит 0,122 kg/s.

Получените симулационни резултати са сравнени с експерименталните данни, заснети в процеса на работа на турбината и дават добро съвпадение. Това показва, че предлагания подход за оразмеряване и конструктивно оформяне на радиално-аксиален лагерен възел, може да се използва за разработване на нестандартно оборудване.

Използването на методиката за симулационно прогнозиране, съкращава процеса на създаване на експериментален прототип и тестовите изпитания на конструкцията, което е целесъобразно и икономически изгодно, от гл. т. на времеви и финансов ресурс.

В това направление са публикувани общо 4 научни публикации, от които 1 в издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (SCOPUS) [B4.(2)] и 3 в реферирани списания в България [Г*8.(26,27,30)] от Приложение 1.

4. Други направления.

4.1 Непрекъснато нарастващата степен на автоматизация и компютризация на процесите в различни области на човешката дейност, използването на нови материали, както и влиянието на външни фактори от случайно естество, поставят все по-големи изисквания към надеждността на системите. Това е причина за задълбочаване на изследванията в областта на надеждността.

Все по-широкото използване на полимерни материали за отговорни конструкции и елементи, е предпоставка за разширяване на изследванията в посока тяхната надеждност. Изследвана е надеждността на механична конструкция от полимерен материал, подложена на стареене от слънчевото въздействие. За изследване на деформацията на полимерната конструкция се детерминира „протичането (движението) на материята” в близката околност на дадена точка M от нея. Изведено е общо уравнение за движение на материята на конструкция от полимерен тип, без да се достига до нейното разрушаване. Получено е конкретно решение за стойността на деформацията на конструкция, разположена в хоризонтална равнина.

При конструирането, поддържането и експлоатацията на летателните апарати се поставя задачата за повишаване на надеждността, както на съществуващите вече образци авиационна техника, така и на новосъздаваните летателни апарати. Едно от възможните решения е чрез внедряване на композитни материали. Замяната на отделни елементи, възли и агрегати, изработвани от стомана, с такива, от композитни материали, позволява да се намали масата на летателния апарат, да се снижи нивото на стареене на конструкцията, а с това да се повиши значително технически ресурс и надеждност. По механични свойства композитни материали превъзхождат традиционните метални сплави, значително по-устойчиви са на умора, поради което вероятността от разрушаване на конструкцията от появата и развитието на пукнатини, силно се снижава. Като единствен недостатък се отчита намаляване на обема на вътрешните отсеци на летателния апарат (граждански и военни).

През периода на своята експлоатация корабите са подложени на редица външни въздействия, които могат да имат постоянен или случаен характер. Въпреки постоянното развитие на методите, способите и техническите средства за осигуряване на безопасността на корабоплаването, всяка година се случват значителни морски катастрофи, които водят до загуби на милиони тонове товари, разливане на морски продукти и други вреди за околната среда и загуба на човешки живот. Интерес представлява въпросът за работоспособността на корабите след откази на някои или всички техни системи и елементи. В последните години се отделя внимание на проблемите, възникващи при оценяването на здравината на корабния корпус след нарушаване на неговата цялост, вследствие на външни въздействия или удари от различно естество. След удара, освен корабният корпус, повреди получават и неговите машини, механизми, оборудване, загуба или травми на екипажа. Пораженията водят до намаляване на работоспособността на кораба, а в някои случаи и до пълната загуба на такава. Запазването на основните функции на плавателния съд и изпълнението на неговите задачи след повреди от удари е важно както за гражданското корабоплаване, така и за военните кораби.

4.2. Движението на точка в пространството може да се опише по векторния, координатния и естествения метод. Трите метода са взаимосвързани и еквивалентни. Провеждайки изследването в координатна система, движението на точка може да се разглежда в полярни, цилиндрични, а също така и в сферични координати.

Съществува широк кръг от области в човешкото познание, изискващи прецизен контрол не само на скоростта и ускорението, но и на следващите производни от по-висок порядък - популярни като джерк, снап, кракъл и др. Визуализацията на такъв тип величини е от особено значение при изследването на редица движения, от това на човешкото тяло, до това на Вселената като цяло.

Предложен е кинематичен метод, който позволява чрез разработена интегрална графика, ходографът – отсечка да бъде заменен със затворена крива, която може да бъде определена като „разгънат или полицентрален ходограф” на снап или кракъл. Резултатът от предлагания кинематичен метод бързо и ефективно може да бъде свързан с действителния му ходограф. Предложеният кинематичен метод

разширява възможностите за детайлно изследване и анализ на промените, практичен и разбираем е, а резултатите му са съпоставими с тези на другите методи, като ги допълва и доразвива, без взаимно да се изключват.

4.3. Зависимостта от изкопаемите горива като основен и едва ли не единствен енергиен носител в областта на транспорта и производството на енергия в продължение на много десетилетия, предизвика задълбочени изследвания в областта на алтернативните горива. Изгарянето на изкопаеми горива, води до вредни емисии и неблагоприятни ефекти върху околната среда, включително и глобалното затопляне. Това налага да се търсят заместители на част от конвенционалните горива при дизеловите двигатели и възможности за бързи и ефективни решения, водещи до подобряване на работата и екологичността им. Едно от решенията в това направление е прилагането на водород като добавка към горивата и произтичащите от това ефекти. Изследвани са възможностите за бързи и ефективни решения при дизеловите двигатели, водещи до подобряване на работата и екологичността им.

4.4. Отпадните води от редица добивни и преработвателни предприятия, както и такива за нанасяне на галванични покрития, се характеризират обикновено с високо съдържание на тежки метали като Cu, Ni, Cr и др. Директното отделяне на цветни метали, извършвано чрез утаяване, изпарение и др., предполага по-нататъшна обработка на получения отпаден продукт, който трябва да постъпи в металообработващите производства или да се доведе до безопасна за съхранение форма. Ето защо, е изследвана възможността за тяхното отделяне чрез един по-различен подход – електролиза. Вследствие на това, че металните катйони Cu^{2+} , Ni^{2+} , Cr^{2+} , имат доста различен електроафинитет, медта може да бъде отделена чрез непосредствена електролиза, а никелът и хромът могат да бъдат възстановени електролитно само след концентриране, което се извършва с помощта на ултрафилтрация. Използван е мембранен метод за сепарация, който освен възможността за концентрация на моделния разтвор, позволява да се снижат енергийните разходи на процеса. Електролитното възстановяване започва с никела и след приключване на електролизата на никела, при завишено напрежение, продължава отлагането на хрома. Чрез електролитно възстановяване, металите се отделят директно върху катода. Получените катоди, могат да се използват като мишени при получаване на метални покрития при постояннотоково магнетронно разпрашване във вакуум.

Научни приноси:

- ✚ Направено е научнообосновано изследване на деформацията на материята на полимерна конструкция. Изведено е общо уравнение за движение на материята на полимерна конструкция без нейното разрушаване. Получено е конкретно решение за стойността на деформацията на конструкция, разположена в хоризонтална равнина.
- ✚ Изследвани и анализирани са възможните решения на задачата за повишаване на надеждността на летателните апарати, вследствие използване на композитни материали. С внедряването им се постига намаляване на масата и нивото на стареене на конструкцията на летателния апарат, което е предпоставка за повишаване значително на техния технически ресурс и надеждност.
- ✚ Направено е научнообосновано изследване на работоспособността на кораба след ударно въздействие, на база опростена идеализация, в която корабът е моделиран като система, състояща се от подсистеми, обхващащи основните негови елементи. Изведени са изрази за функцията на разпределението на отказите. Предложен е математичен модел за определяне и прогнозиране на работоспособността на кораба след удар.
- ✚ Направено е научнообосновано изследване и е Предложен е кинематичен метод, който разширява възможностите за анализ и оценка на динамичните промени в снап и кракъл на точката, в случаи на специално движение на точка.
- ✚ Разработена е интегрална графика, при която ходографът - отсечка е заменен със затворена крива, която е определена като „разгънат или полицентрален ходограф“.
- ✚ Направено е научнообосновано изследване на възможностите за прилагането на водород, като алтернативно добавъчно гориво и произтичащите от това ефекти, водещи до подобряване на работата и екологичността на дизеловите двигатели.
- ✚ Направено е научнообосновано изследване на влиянието на водорода върху процеса на горене и емисиите при дизелови двигатели.

- ✚ Направено е научнообосновано изследване на възможността за възстановяване на Cu, Ni и Cr от моделни разтвори на промишлени отпадни води чрез електролиза.
- ✚ Направено е научнообосновано изследване на процесите на възстановяване на тежки метали и е предложена технология за пречистване на отпадни води.

Научно-приложни приноси:

- ✚ Изведен е математичен апарат за теоретично определяне на стойността на деформацията на полимерна конструкция, разположена в хоризонтална равнина и подложена на стареене от слънчевото въздействие.
- ✚ Доказана е възможността за повишаване на надеждността на летателните апарати, вследствие използване на композитни материали.
- ✚ Предложен е математичен модел, който може да се използва за оценяване на надеждността на кораба, като се включат и възможностите за ремонт на повредените системи.
- ✚ Предложена е математична формулировка за определяне на функцията на разпределението на отказите, с която да се оцени вероятността за работоспособност след удар.
- ✚ Доказана е възможността за приложение на предлагания кинематичен метод за анализ и оценка на динамичните промени в снап на точка, в случаи на специално движение.
- ✚ Доказана е възможността за приложение на предлагания кинематичен метод за анализ и оценка на динамичните промени в кракъл на точка, в случаи на специално движение.
- ✚ Доказана е връзката и съпоставимостта между резултатите на предложения кинематичен метод и прилаганите други до момента.
- ✚ Доказана е възможността за използването на водород, като добавка към горивото при дизелови двигатели, с цел осигуряване на по-плавен, икономичен и екологосъобразен процес на горене в тях.
- ✚ Доказана е възможността за възстановяване на Cu, Ni и Cr от моделни разтвори на промишлени отпадни води чрез електролиза.
- ✚ Доказана е възможността за използване на предложената технология.
- ✚ Доказана е възможността за приложение на катодите получени, от възстановяването на мед, никел и хром от промишлени отпадни води, като мишени нанасяне на метални покрития чрез постояннотоково магнетронно разпръскване във вакуум.

В това направление са публикувани общо 9 научни публикации, от които 7 в реферирани списания в България [Г*8.(11,12,16,17,22-24)] и 2 в рецензирани списания в България [Г*8.(19,20)].

УЧЕБНО-ПРЕПОДАВАТЕЛСКА ДЕЙНОСТ

Представени са документи за учебно-преподавателската дейност на гл. ас. д-р инж. Полина Милушева (Приложение 2):

- Справка за участие в разработването на учебни програми за последните три години:
 - нови учебни програми за Образователно-квалификационна степен "Бакалавър", редовна форма на обучение – 5 броя;
 - актуализирани на учебни програми за Образователно-квалификационна степен "Бакалавър", редовна форма на обучение – 7 броя.
- Справка за участие в разработвани лекционни курсове за последните три години:
 - за Образователно-квалификационна степен "Бакалавър", редовна и задочна форма на обучение – 2 броя;
 - за Образователно-квалификационна степен "Магистър", редовна форма на обучение – 2 броя.
- Публикуван е 1 учебник (Показател E23.) и 1 учебно помагало. (Показател E24.).
- Ръководство на трима дипломанти.

Гл. ас. д-р инж. Полина Милушева е член на „Съюз на учените в България“ и член на редакционната колегия на Списание „Наука, образование, култура“, ISSN 1314-717X. (Документи по чл.70(8)).

Изготвил:

/гл. ас. д-р инж. Полина Милушева/

01. 04. 2020 г.