

АГРАРЕН УНИВЕРСИТЕТ – ПЛОВДИВ

Пловдив 4000; бул. «Менделеев» № 12; тел. +359/32/654 300
Факс +359/32/633 157; www.au-plovdiv.bg



Факултет по Лозаро-градинарство

Утвърждавам:

Декан:

(.....подпис и печат.....)

**ИНДИВИДУАЛЕН УЧЕБЕН ПЛАН**

на Карлис Пигожнис, № РД-27-03/15.02.2024

Област на висшето образование	5. Технически науки
Професионално направление	5.13. Общо инженерство
Научна специалност	Механизация и електрификация на растениевъдството
Форма на обучение	редовна
Продължителност на обучение	3 години
Тема на дисертационния труд	Сравнително изследване на лазерни технологии за уякчаване на повърхностния слой на детайли от земеделската техника, работещи в абразивна среда
Научен ръководител/и или консултант	доц. д-р инж. Георги Георгиев Комитов
Обсъден и приет на КС	Протокол № 31 / 10.04.2024 г.
Утвърден на заседание на ФС	Протокол № 1 / 12.04.2024 г.

ОБЩ УЧЕБЕН ПЛАН

Учебна и преподавателска работа на докторанта		
ПЪРВА ГОДИНА		
Дейност	Период	Кредити
Участие в обучителни курсове		
Английски език	10.2024	5
Теория на експеримента	09.2024	5
Структура на дисертационния труд	06.2024	3
CAD моделиране с CATIA	06.2024	5
Изпит минимум	10.2024	20
Сума за I година		38
ВТОРА ГОДИНА		
Дейност	Период	Кредити
Участие в обучителни курсове		
Основи на Scilab-XCOS	04.2025	3
Сума за II година		3
ТРЕТА ГОДИНА		
Дейност	Период	Кредити
Участие в обучителни курсове		
Извеждане на упражнения	12.2026	7
Сума за III година		7
Общо		48
Научноизследователска работа на докторанта Анотация: Експлоатационните свойства на детайлите от земеделската техника и техният експлоатационен срок на работа в значителна степен се определят от геометричните параметри на детайлите. Формата и размерите, образувани при технологичната обработка на производството и формата и размерите, формирани в процеса на експлоатация са различни. Те са различни по геометрия и микрогеометрия, а така също и по всички свойства на повърхностните слоеве и тяхното напрегнато състояние. В процеса на експлоатация триещите се повърхности от земеделската техника, работещи в абразивна среда са подложени на различни натоварвания. Частиците се допират до върхчетата на микрограпавините и интензивно износват детайлите. Поради интензивното износване на повърхностите работещи в абразивна среда се прилагат различни технологични въздействия за подобряване на износоустойчивостта на тези детайли. Най-известните уякчавания на повърхностния слой са цементацията и закаляването. В редица случаи обаче поради самата специфика на работата на тези детайли се получават натоварвания, които чупят крехкия, но закален детайл. Удачен вариант е повърхностното наваряване на детайла или нанасяне на износоустойчиво покритие. При наваряването е необходимо наличието на специализирана апаратура и специализиран добавъчен материал, осигуряващ необходимите механични качества този повърхностен слой. Нанасянето на износоустойчиво покритие е съпроводено с редица трудности. Самото покритие е добро, но е влошена адхезията с основния материал. Лазерната технология не е нова, но самият технологичен процес на обработка на повърхността е технологична новост, а прилагането и върху повърхностни слоеве води до подобрена адхезия на повърхностния слой на материала.		

Съчетаването на двете технологии лазерна и нанасяне на изнosoустойчиво покритие ще доведе до подобряване на повърхностния слой на детайлите, работещи в абразивна среда.

Това от своя страна ще доведе до по-малкото износване на детайлите и до редуциране на загубата на метали.

- Цел и задачи на дисертационният труд:

Целта на настоящата разработка е да се изследват различни варианти на лазерна обработка на повърхностния слой на статичната и динамичната, надлъжна и напречна устойчивост на земеделски самоходен робот при извършване на растителнозащитни операции.

За изпълнението на целта е необходимо решаването на следните задачи:

- Анализ на състоянието на проблема
- Разработване на обща методика на изследването
- Разработване на методика за лабораторни изследвания
- Разработване на методика на полските експерименти
- Провеждане на лабораторни и полски опити по изследване на уякнените повърхности, работещи в абразивна среда.
- Обработка и анализ на резултатите от експериментите

Обект на изследване са работни органи от земеделската техника, обработени по разработената технология за подобряване на уякчаването.

При разработване на общата методика се изхожда от провеждането на лабораторни опити и опити върху реални детайли.

Лабораторните опити се провеждат на два етапа. При първият етап се провеждат опити за уточняване на нивата на вариране на факторите, от които зависи подобряването на работната повърхност на детайлите, работещи в абразивна среда. Ще се изследва влиянието на лазерните технологии за самостоятелно подобряване на работната повърхност, както и прилагането им като адхезивна основа за нанасяне на изнosoустойчиво покритие. Като такива ще се използват покрития на база химичен никел и химичен хром. Отделно от това ще се изработят и образци, които ще са еталонни. Подготвените образци ще се изследват за твърдост на покритието чрез измерване на микротвърдостта. Отделно от това ще се проведат експерименти за определяне на дебелината на самото покритие чрез микроскопски анализ от подготвени шлифове на самото нанесено покритие и определяне на адхезията на последващото покритие с основния метал. Адхезията ще се определи чрез провеждането на опити с машина за изпитване на образци работещи в абразивна среда. Изнosoустойчивостта ще се оценява чрез тегловно измерване с точност на везната 0,0001 g.

Следващият етап е провеждането на пълнофакторен експеримент за получаването на изнosoустойчиво покритие. Ще се провеждат паралелни опити за самостоятелно използване на лазерната технология за подобряване на изнosoустойчивостта на образците и последващо покритие от никел и хром. Ще се използва планиране на експеримента по план В2 с два фактора. Факторите и нивата на варирането им ще се определят след предварителните изследвания. Факторите няма да се отнасят за нанасянето на покритието от никел и хром, а само за лазерната обработка. Подготвените образци по разгледаните технологии ще се изследват в машина за абразивно изпитване. Машината ще се проектира за конкретния случай и подготвените образци при използване на абразивна среда с

определена контролирана влажност. При определената влажност на абразивната среда се провеждат изследвания за определяне на изнosoустойчивостта на образците.

Изнosoустойчивостта на образците ще се определя по няколко параметъра, разпределени в макрогеометрията и в микрогеометрията. Първият параметър от макрогеометрията това е тегловният, чрез използване на везна с точност от 0,0001 g. Образците след определена работа в абразивната среда ще се свалят и ще се претеглят. Разликата между стойността на теглото в началото на етапа и в края на етапа ще даде реалното износване на повърхността. Вторият параметър от макрогеометрията, по който ще се определя изнosoустойчивостта на покритието това е промяната на геометричните размери на образца. В определени равнини и сечения ще се измерват геометричните размери на образците в началото и в края на етапа. Разликата между началния етап и крайния показват износването на образца. Измерванията ще се провеждат с подходящ микрометър с точност 0,01 mm. От микрогеометрията първият контролиран параметър това е грапавостта на повърхността. За целта ще се използва профилограф-профиломер, който отчита грапавостта Rz в определена равнина. Отново ще се отчита грапавостта в началото и в края на етапа. Другият параметър от микрогеометрията, това е микроскопски анализ на повърхността на работилото покритие. За износването се съди по броят на следите които остават върху определена равнина в началото и в края на етапа от изследването.

Етапите на отчитане на резултатите са разпределени в етап на ускорено сработване и в етапа на ускорено износване. Етапа на ускореното сработване включва в себе си отчитане на резултатите през всеки 15 min работа на образците в абразивната среда. За симулиране на работни условия близки до реалните се задава определено натоварване върху образците, отговарящо на реалното. Движенията на образците в абразивната среда също са контролирани и отговарят на реалните. Отчитането на резултатите от проведените експерименти през етапа на ускорено износване през период от 1h се отчитат резултатите.

На база проведените експерименти се прави анализ на състоянието на всяко отделно покритие и се прави сравнение между тези само с лазерна обработка и покритията от никел и хром с предварителна обработка на повърхностния слой чрез лазер.

Резултатите ще послужат за написването на втора и трета глава от дисертацията, както и за публикуването на две статии.

Следващият етап от работата на докторанта е оптимизиране на резултатите от проведените експерименти, като целева група е подобряването на изнosoустойчивостта на покритието.

След получаването на оптимизираните уравнения за изнosoустойчивостта на образците се пристъпва към нанасяне на изнosoустойчив слой върху реални детайли. Отново ще се изпитват само лазерно уякчаване на повърхностния слой и на покритие от никел и хром. Поради спецификата на нанасяне на покритията от никел и хром е удачно използването на детайли с неголеми размери.

Опитите ще се проведат в района на гр. Пловдив и паралелно в района на гр. Резекне, Латвия върху минимум два вида почви.

Ще се обработят детайлите чрез лазер и ще се нанесе изнosoустойчиво покритие от никел и хром с оптимизираните режими. Детайлите с нанесено изнosoустойчиво покритие ще се изпитват в реални условия на работа. Отново ще се определят макро и микро параметрите на изнosoустойчивостта по разработената методика.

Първоначално отново ще се изпитва сработваемостта на покритията, а в последствие изнosoустойчивостта им. Опитите приключват след определена работа на детайлите в абразивната среда.

Резултатите от тези полски експерименти ще послужат за сравнение на моделите на изнosoустойчиви покрития в лабораторни и реални условия. Ще се направят сравнения между различните покрития и само тези с лазерно покритие.

На база анализиранияте резултати ще се направят изводи и ще се дадат предложения за използването на даденото покритие за конкретния тип почва.

Получените резултати от експерименталните изследвания ще послужат за написване на четвърта глава.

В нея ще се направи и анализ на себестойността на нанасяното изнosoустойчиво покритие. Тя ще се сравни със себестойността на изработката на нови детайли и ще се направят изводи за ефективността на използването на лазерните технологии за подобряване на изнosoустойчивостта на детайли, работещи в абразивна среда.

Методичен план

ПЪРВА ГОДИНА

Дейност	Период	Кредити
Научноизследователска работа	2024	15
Анализ на състоянието на проблема	08.2024	
Написване на първа глава от дисертацията	10.2024	
Доклад за първо шестмесечие	2024	
Годишен отчет	12.2024	10
Сума за I година		25

ВТОРА ГОДИНА

Дейност	Период	Кредити
Участие в международна конференция	2025	5
Научноизследователска работа	2025	15
Разработване на обща методика	04.2025	
Разработване методика на лабораторни изследвания	06.2025	
Разработване на методика на полските експерименти	08.2025	
Написване на втора глава от дисертацията	10.2025	
Провеждане на лабораторни изследвания	10.2025	
Обработка на резултатите от проведения експеримент	11.2025	
Написване на трета глава от дисертацията	12.2025	
Научна публикация (1 бр.)	2024-2025	5
Доклад за първо шестмесечие	06.2025	
Годишен отчет	12.2025	10
Сума за II година		40

ТРЕТА ГОДИНА

Дейност	Период	Кредити
Участие в международна конференция	2026	5
Научна публикация (2 бр.)	2026	10
Научноизследователска работа	2026	20
Провеждане на полски експерименти	06.2026	
Обработка на резултатите от проведения експеримент	08.2026	
Написване на четвърта глава от дисертацията	09.2026	
Окончателно оформяне на дисертацията и	11.2026	

написване на автореферата		
Доклад за първо шестмесечие	06.2026	
Годишен отчет	2026	10
Вътрешна защита	12.2026	50
Сума за III година		95
Общо за курса		208(180 минимум)


 Научен ръководител:
 (доц. д-р инж. Г. Комитов)

Докторант: /п/.....
 (инж. К. Пигожнис)