СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ
СОФИЯ
Вх. № НУ1-1
08.04.2022г.

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен „ДОКТОР" в област на висше образование 5.0 „ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ", професионално направление 5.1 „МАШИННО ИНЖЕНЕРСТВО", научна специалност „МЕХАНИЗАЦИЯ И ЕЛЕКТРИФИКАЦИЯ НА РАСТЕНИЕВЪДСТВОТО"

Тема и автор на дисертационния труд: ***ИЗСЛЕДВАНЕ НА РОТАЦИОННИ РАЗПРЪСКВАЧИ ЗА ЩАНГОВИ ПРЪСКАЧКИ,*** **с автор маг. инж. Елена Димитрова**

Член на научното жури: ***проф. д-р инж. Борис Георгиев Борисов,*** Русенски университет „Ангел Кънчев"- пенсионер, научна специалност „МЕХАНИЗАЦИЯ И ЕЛЕКТРИФИКАЦИЯ НА РАСТЕНИЕВЪДСТВОТО", назначен за член на НЖ със заповед N:РД 05-228/16.12.2021 на ССА.

I. Кратко представяне на докторанта

Маг. инж. Елена Тодорова Димитрова завършва средното си образование през 1994 г. в техникума по Механоелектротехника гр. Враца и висшето си образование през 2000 г. в ТУ – София, специалност Машиностроене и уредостроене.

Производственият й трудов стаж преминава през различни фирми в София, като търговски координатор и технически секретар, а от 2007 г. до момента е на щат като гл.експерт-инженер към секция „Механизация на земеделието и хидромелиоративни системи " при ИПАЗР «Никола Пушкаров» – София.

Представеният от докторанта комплект материали е изготвен съгласно изискванията на нормативната база и съдържа: Заповеди от Председателя на ССА за зачисляване в доктурантура на самостоятелна подготовка N:НП 08-60/18.05.2017 и за отчисляване с право на защита N:РД 05-158/25.06.2020 на маг. инж. Елена Димитрова; Протокол от заседанието на разширен научен съвет на отдел "Механизация на земеделието и хидромелиоративни системи" за предварителната защита и отчисляване с право на защита, от който се вижда, че докторантката е изпълнила работната си програма и е положила успешно необходимите изпити; Заповед N:РД 05-228/16.12.2021 на Председателя на ССА за сформиране на НЖ за официалната защита на дисертационен труд на инж. Елена Димитрова; Професионална автобиография; Списък на научните публикации и друга научна продукция; Дисертационен труд и автореферат на кандидата инж. Димитрова.

II.Обща характеристика на дисертацията и автореферата – обем и структура

Представеният за рецензиране дисертационен труд е написан на 127 страници и е структуриран в увод и 4 глави, последователно и логично свързани една с друга и с изводи към тях. В отделните раздели са ситуирани 95 фигури, 9 таблици и 84 зависимости /формули/. Използвани са 198 литературни източника, от които 147 са на английски и други чужди езици. Предложени са 15 общи изводи.

Представеният автореферат в обем от 32 стр. отговаря на изискванията и отразява най-важните елементи, получените резултати и същностната част от проведените изследвания.

III. Актуалност на изследвания проблем

Населението на земята непрекъснато нараства като увеличението през последните 50 г. е средно с 80 мил. годишно. За да се осигури прехраната му е необходимо със същия

темп да нараства и производството на храни. При тези условия е нереалистично в близко бъдеще да се очаква производство на храни без използване на пестициди.

Европейският парламент и Съветът на Европа регламентираха, че неблагоприятното въздействие на пестицидите върху човешкото здраве и околната среда трябва още повече да се намали, с т.н. нитратна директива. Съвременните пестициди са все по-ефективни и от това се налага изискването за тяхното много по-прецизно прилагане. За растителна защита се използват основно два типа пръскачки – вентилаторни и щангови. Най-масово разпространение са намерили щанговите пръскачки. Те имат хидравлични разпръсквачи, които генерират капки с различна големина в широк спектър. Всичко това налага усъвършенстване на разпръскващите системи на щанговите пръскачки. С този дисертационен труд се цели да се изследват и предложат нови технически решения на разпръсквачи за щангови пръскачки и да се обосновават техните параметри и режими на работа. Търси се реализиране на желаното капково покритие за да бъдат създадени предпоставки за намаляване на разходите за извършване на дадено растително защитно мероприятие и на замърсяването на околната среда и земеделската продукция.

Всичко това обуславя актуалността и приложимостта на резултатите от разработката.

IV. Литературна осведоменост и теоретична подготовка на кандидата

Познаване състоянието на проблема.

Докторантът е извършил задълбочен анализ на 198 литературни източници от наши и чужди автори в т.ч. 51 на кирилица. Прави впечатление, че основната част от тези източници са от чужди автори, което определя автора като един от специалистите в страната по тази проблематика. Анализът е построен логически и по удачна схема, използвайки системния подход. Изготвен е задълбочено и критично, като завършва разглеждането на всеки елемент с ясно очертана убедителна позиция по отделните нерешени въпроси. Литературният анализ показва, че докторантът притежава много добра теоретична подготовка, ерудиция и компетентност в сложна интердисциплинарна научна област, където се изискват задълбочени познания в различни области. Докторантът е успял да събере, изучи и практически осмисли достъпната му информация.

Всичко това му е позволило да формулира правилно целта и задачите на изследването, отчитайки състоянието и актуалността на проблема.

V. Методичен подход

Подход и решение на проблема.

В настоящата разработка докторантът се е стремил да изясни проблема в неговата цялост. Използван е традиционен, за разглежданата област, подход за решаване на формулирания проблем. На базата на задълбочен анализ са формулирани 5 изследователски задачи, като за тяхното решаване са създадени методики и експериментални устройства в резултат, на което се стига до решаване на поставения проблем. Използваният подход води освен до натрупване на опит и знания, но и до получаване на резултати с практическа полза. Докторантът е демонстрирал умения за планиране и провеждане на експерименти.

Научна новост

Разработена е методика за определяне на оптималното разположение на ротационни разпръсквачи върху рамата на щангова пръскачка. Обоснован и разработен е Софтуер за машинно изчисляване параметрите на разпределението по дължината на щангата. Разработени са нови ротационни разпръсквачи с хидравлично задвижване и стендове за

изследването им. Модифицирани са съществуващи разпръсквачи и са изследвани и анализирани техните параметри.

Пратическа полезност

В настоящата разработка са изследвани и предложени технически решения на разпръсквачи за щангови пръскачки и са обосновани техните параметри и режими на работа за реализиране на желаното капково покритие, с цел създаване на предпоставки за намаляване на разходите при извършване на дадено растително защитно мероприятие и на замърсяването на околната среда и земеделската продукция.

Обект на изследването

Обект на изследването са няколко вида ротационни разпръсквачи. Изследвани са четири модификации на ротационни разпръсквачи собствена конструкция и оригинален ротационен разпръсквач Micromax III на английската фирма Micron Sprayers Ltd и модифициран такъв разпръсквач, в различно разположение спрямо опръсканата повърхност.

Предмет на изследването

Предмет на изследването са параметрите и режимите на работа на ротационни разпръсквачи към щангова пръскачка.

Въз основа на представеното по-горе, считам че докторантът правилно и коректно е подбрал и дефинирал обекта и предмета на своето изследване, базирайки се на научни методи и подходи.

VI. Значимост и убедителност на получените резултати, интерпретации и изводи

Оценка на съдържанието

Представеният за рецензиране дисертационен труд в своята структура оценявам положително, както следва:

Уводът е кратък и целенасочен. Синтезирано въвежда читателя в проблематиката на разработката. В него авторът обосновава необходимостта от търсене и прилагане на ефективни принципи, технологии и технически решения за екологосъобразни растително защитни мероприятия.

Представеният в **глава първа** анализ на състоянието на проблема включва известните методи за растителна защита, специфичните понятия, терминология и начини за растителна защита, техническите средства за механизация на процесите при растителната защита, класификация и устройство на пръскачките за растителна защита, контрол и оценка на качеството при използване на пръскачките. Установено е, че технологията за контролирано капково покритие не е изследвана комплексно и не е разкрит цялостно нейният потенциал. Не са изучени комплексно влиянието на честотата на въртене, диаметърът на разпръскващия диск и дебитът върху разпределението на капковото покритие. Не са изучени достатъчно възможностите за хидравлично задвижване на ротационните разпръсквачи при щанговите пръскачки.

Анализът като цяло е оформен тематично. Прави впечатление добрата литературна осведоменост и свободното боравене на докторанта с терминологията и неговите професионални коментари и обобщения. Първа глава завършва със 7 извода.

Задълбоченият анализ позволява на автора да формулира правилно във **втора глава целта и задачите на изследването,** отчитайки състоянието, актуалността на проблема и получените резултати от други изследователи. Подходящо и коректно е дефиниран обектът на изследването - няколко вида ротационни разпръсквачи. Изследвани са четири модификации ротационни разпръсквачи, собствена разработка и оригинален ротационен разпръсквач Micromax III на английската фирма Micron Sprayers

Ltd в различно разположение спрямо опръскваната повърхност, за които чрез сравнителни изследвания е направена коректна оптимизация.

В тази глава е представена и методиката на експерименталните изследвания Тя е изградена на основата на общата методика за комплексно научно изследване. При изследване на основните параметри са заложени сравнителният и формалният метод и методът на априорното ранжиране на факторите. Сравнителният метод се използва на всички етапи от изследването за получаване на информация относно ефективността на прилаганите мероприятия при организиране на изследването. Най-ефективно средство за анализ на сложни системи и избор на ефективно решение е формалният подход. Същността му се състои в построяване на математически модели за изследваната величина и анализ на този модел с математически методи.

Разработената от докторанта методика позволява да се решат успешно задачите на изследването и да се постигне поставената цел. Структурата и елементите на методиката за експериментално изследване са правилно обосновани, а взаимовръзката им е логична и позволява да се получат достоверни резултати за изследваните параметри. За провеждането на лабораторните изследвания са проектирани и създадени опитни уредби и стендове за обективно провеждане на изследванията.

Критичният и съдържателен анализ е позволил на докторанта в **глава трета** да пристъпи към задълбочено разглеждане на теоретичните предпоставки и теоретичните изследвания на процеса на разпръскване при работа на ротационен разпръсквач от щангова пръскачка. Чрез теорията на разпръскване теоретично са обосновани основните фактори, влияещи върху разпръскването и принципна схема на теоретичния модел на капкообразуването – взаимодействието между факторите и параметрите при разпръсквача, Теоретично са определени характеристиките при движение на капките – в радиални канали и по повърхността на диска. Чрез моделиране и симулиране е обосновано капкообразуването при различни режими на работа на различните ротационни разпръсквачи и е представен факелът при работа на ротационен и барабанен разпръсквач. Анализирано е движението на капките след напускане на разпръсквача с определяне на абсолютната им скорост при свободния полет. Теоретично е обосновано определянето на необходимия разход на работна течност. Чрез моделиране на разпределението на работна течност при работата на ротационен разпръсквач е визуализирана пространствената интензивност на разпределение на работната течност. Главата завършва със 17 извода.

В глава 4 са представени резултатите от експерименталните изследвания и направените анализи от тях.

Показани са резултати от изследванията на разпръсквач Micromax III за влиянието на честотата на въртене на диска върху изменение силата на тока при три режима на работа без и с течност при три дебита на разпръсквача. Установена е силата на тока в пусков и в работен режим при три дебита на разпръсквача, съответно 3; 3,6 и 4,2 l/min. Изследвано е разпределението на работната течност по повърхността и параметрите на факела в зависимост от честотата на въртене на диска и дебита на разпръсквача. Установена е възможността за разположението на разпръсквачите по дължина на щангата, в зависимост от дебита при различни честоти на въртене. Установен е характерът на разпределение на работната течност при три вида височини на разполагане на разпръсквачите над улавящата повърхностна и при трите дебита, но при постоянна честота на въртене на диска 3500 min^{-1}.

Аналогично са показани резултатите от експерименталните изследвания на модифицирания разпръсквач Micromax III и на създадените разпръсквачи, собствена конструкция, съответно с диаметър на диска 254mm и 330mm при обърнати нагоре и

надолу спрямо улавящата повърхност. Експериментите са провеждани при различни честоти на въртене на диска -1120, 1540 и 1960min^{-1} и при различни дебити 0,8; 1,8 и 2,8 l/min. Представени са резултати от изследванията на разпръсквачи тип мрежа при работа с различни дебити, определена е формата на капковия факел при различни честоти на въртене и съответно обърнати надолу и нагоре. Обосновани са технологична схема и параметрите на пръскачка с ротационни разпръсквачи и е предложени структурна схема и създаден опитен образец на машина с опръскваща система от ротационни разпръсквачи. Четвърта глава завършва с 15 извода.

Въз основа на проведените множество експерименти и анализи са **формулирани петнадесет общи извода,** които отразяват същността на получените резултати.

Списъкът с използваната литература е изготвен съгласно библиографските изисквания. Литературните източници са в областта на темата на дисертационния труд, което показва, че докторантът се е запознал задълбочено със същността на проблема. Нужно да е се отбележи, че дисертационният труд е написан на много добър стил и език, в хронологическа и логична последователност, лесен и удобен за четене.

Достоверност на получените резултати

Научният потенциал на колектива, в който е обучаван докторантът, изнесените резултати на научни форуми, в България и чужбина, както и използваните от докторанта методики, програми, апаратура и съвременни средства за обработване, оценка и интерпретация на получените резултати дават основание за приемане на получените резултати като достоверни.

Оценка съсдържанието на Автореферета

Представеният автореферат отговаря на изискванията и отразява най-важните елементи, получените резултати и същностната част от проведените изследвания. Съдържа 15 общи изводи и вижданията на автора за получените приноси. Приложен е списък на публикациите, свързани с дисертационния труд. Към оформлението на авторефератa имам следните две забележки:

- във вътрешната му страница трябва да бъде отразен съставът на НЖ и рецензентите;
- липсва резюме на английски език.

VII. Приноси на дисертационния труд

Авторът предлага свои приноси, които по същество приемам, и които потвърждават изпълнението на поставената цел и отразяват получените резултати. От моя гледна точка, приносите могат да се отнесат към следните три групи:

- ДОКАЗВАНЕ С НОВИ СРЕДСТВА НА СЪЩЕСТВЕНИ НОВИ СТРАНИ НА ВЕЧЕ СЪЩЕСТВУВАЩИ ТЕОРИИ И ХИПОТЕЗИ:

- Установено е, че технологията за контролираното капково покритие не е изследвана комплексно и не е разкрит цялостно нейният потенциал. Изследвано е комплексното влияние на честотата на въртене, диаметъра на разпръскващия диск и дебита върху разпределението на капковото покритие, като са обосновани основни конструктивни и технологични параметри;
- Обоснована е процедура с програмно осигуряване /разработен софтуер/ за определяне на възможните разстояния на разполагане на разпръсквачите по дължината на щангата в зависимост от разпределението на работната течност при различни режими на работа на опръскващата система;
- Разработеният софтуер за симулиране на разпределението на работната течност по широчината на щангата позволява на базата на разпределението от един разпръсквач да се оптимизира стъпката на разполагане на разпръсквачите по щангата в

зависимост от използваните разходни норми и параметри на желаното капково покритие. С това се създават предпоставки за избор на оптимални конфигурации на разположение на разпръсквачите, съобразно конкретните разходни норми, условия и вид на неприятелите;

- СЪЗДАВАНЕ НА НОВИ КЛАСИФИКАЦИИ, МЕТОДИ, КОНСТРУКЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ:

- Предложена е структура на елементите на процеса на разпръскване на работната течност при ротационен разпръсквач, което позволява той да се изследва комплексно и да се получи ясна представа за явленията, които протичат при откъсване на капките от разпръскващия елемент и тяхното придвижване до третираните обекти;
- Определени са параметрите на разпределението на работната течност по широчината на щангата в зависимост от режима на работа на разпръсквача;
- Установени са възможните разстояния на разполагане на ротационните разпръсквачи по дължината на щангата;
- Обосноваван е оптимален режим на работа и разположение на ротационни разпръсквачи към щангова пръскачка в зависимост от конструкцията на разпръсквача;
- Обоснована е технология и техническо средство за работа по технологията за контролирано капково покритие.
- Изработен е моделен образец на машина за растителна защита с ротационни разпръсквачи.

- ПОЛУЧАВАНЕ И ДОКАЗВАНЕ НА НОВИ И ПОТВЪРДИТЕЛНИ ФАКТИ:

- Установено е влиянието на параметрите на процеса на разпръскване и конструктивните характеристики на ротационните разпръсквачи върху напречното разпределение на работната течност;
- Обоснована е възможността за използване на разходни норми, реализиращи ефективна растителна защита при минимални екологически последствия и финансови разходи;
- Установено е, че пусковият ток на разпръсквача Micromax е два пъти по-голям от този в работен режим, което може да бъде полезно при определяне на възможния брой разпръсквачи, задвижвани от електрическата система на трактора;
- Установено е, че при ротационните разпръсквачи, основно влияние върху разпределението на работната течност по повърхността, оказва честотата на въртене и разполагането на диска.
- Върху диаметъра на капката най-голямо влияние оказва диаметърът на разпръсквача. С нарастването му диаметърът на капките намалява. С увеличение на дебита на работната течност нараства диаметърът на капките.
- За осигуряване на необходимите разходни норми опръскващата система, съобразно работната широчина от 5 m, трябва да има дебит 0,22-2,2 l/min при налягане 0,1-0,15 MPa.

VIII. Оценка на качеството на научните публикации, отразяващи резултатите в дисертацията

Кандидатът е представил три научни публикации към дисертационния си труд. На една е самостоятелен автор и на една е първи автор. Една публикация е от участие в Международен конгрес Mechanization and Energy in Agriculture в Истанбул, една е от Международна научна конференция „Балкани-еко“ и една е публикувана в научното сп.

Растениевъдни науки. Една от публикациите е на английски език. Публикациите отразяват съществена част от разработката.

Използване на получените резултати в практиката.

В настоящата разработка са изследвани и предложени технически решения на разпръсквачи за щангови пръскачки и са обосновани техните параметри и режими на работа за реализиране на желаното капково покритие. Създадени са предпоставки за намаляване на разходите за извършване на дадено растително защитно мероприятие и на замърсяването на околната среда и земеделската продукция. Получените резултати от теоретичните и експериментални изследвания могат да се използват при разработване и конструиране на машини за растителна защита, от научни колективи и от учебни заведения.

Оценка на степента на участие на докторанта в разработката на дисертацията и приносите. Личен принос на автора.

Смятам, че докторската дисертация и реализираните приноси са лично дело на маг. инж. Елена Димитрова, основание за което ми дават представените публикации по дисертацията, в страната и в чужбина, създадената експериментална уредба и разработеният в ИПАЗР "Н.Пушкаров" опитен образец на щангова пръскачка с ротационен разпръсквач.

Считам определено, че основните постановки, резултати, анализи и направените изводи, разработените методики и създадените опитни уредби и образци са с участието или са лично дело на докторанта.

IX. Критични бележки, въпроси и препоръки към кандидата

По представения дисертационен труд имам следните въпроси, забележки и препоръки:

1. Как са избрани или обосновани двата диаметъра на разпръсквачите 254 mm и 330 mm и от какви съображения са приети точно тези стойности?
2. В представения материал има незначителни логически, граматически и технически непрецизности, пропуски и грешки, като: на стр.16 липсва фигура над текста, на стр. 49 и 50 са представени шест фигури, но без номерация.
3. На много места в текста на дисертацията и автореферата некоректно е използвано понятието консумиран ток. Считам за подходящо да бъде - измерена сила на тока или измерен ток.
4. Липсват документи за авторска защита на създадените разработки. Считам, че полезно би било да се патентоват разработеният ротационен разпръсквач.
5. От списъка със значително големия брой литературни източници 198, не всички са използвани в текста. От направената проверка 19 броя не са включени в дисертацията (N: N: 14, 24, 25, 51, 60, 61, 69, 74, 93, 96, 98, 99, 118, 132, 140, 141, 165, 166, 172).

X. Обща оценка

Дисертационният труд заинтригува със своята многостранност, богат експериментален материал и многопластов анализ в една интердисциплинарна област. Ясно са очертани и следвани етапите на разработката. Балансиран и задълбочен е анализът на литературните източници. Докторантът демонстрира компетентност и познаване на материята. Успешно се е справил с теоретичната обосновка и с експерименталната работа. От представения труд личи, че той е изключително негово дело, но под вещия и взискателен контрол на неговите ръководители. Той добре борави с професионалния език и научната материя. Запознат е с голям брой литературни

източници. Използва умело съвременни методически и програмни средства за симулация, обработка и интерпретация на получените резултати. Направените изводи от дисертационния труд и формулираните приноси свидетелстват за изградено научно мислене. Демонстрирана е способност за дефиниране на научен проблем и неговото стриктно преследване и решаване. В този смисъл са изпълнени образователната и научна роля на дисертацията за ОНС - доктор. Направените от мен забележки и препоръки не омаловажават извършеното от докторанта и трябва да се приемат, като друго мнение, което ако той счита за целесъобразно, може да го има впредвид при бъдещата си работа като учен, защото това е само началото.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на приложените от докторанта съвременни методи на изследване, правилно изведените експерименти, направените обобщения и изводи считам, че представеният дисертационен труд по своя обем, съдържание и приносна част напълно отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ССА.

Основание за тази оценка ми дават постигнатата цел, демонстрираните познания, използването на съвременен методичен подход, технически и програмни средства и получените резултати.

Това ми дава основание да оценя **ПОЛОЖИТЕЛНО** дисертационния труд и да предложа да се присъди на **маг. инж. Елена Тодорова Димитрова** образователната и научна степен **„Доктор"** в област на висше образование **„Технически науки"**, професионално направление **5.1 „Машинно инженерство"** и научна специалност **„Механизация и електрификация на растениевъдството"**

Дата:20.01.2022 г. **ИЗГОТВИЛ РЕЦЕНЗИЯТА:**

Заличено на основание ЗЗЛД

/проф. д-р инж. Борис Борисов/

REVIEW

of dissertation for obtaining the educational and scientific degree "DOCTOR" in the field of higher education 5.0 "TECHNICAL SCIENCES", professional field 5.1 "MECHANICAL ENGINEERING", scientific specialty "MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION OF PLANT PRODUCTION"

Topic and author of the dissertation: ***INVESTIGATION OF ROTARY SPRAYERS,*** **with author mag. Eng. Elena Dimitrova**

Member of the Scientific Jury: Prof. Dr. Eng. Boris Georgiev Borisov, University of Ruse "Angel Kanchev" - retired, scientific specialty "MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION OF PLANT PRODUCTION", appointed a member of the NJ by order N: 16 RD 05-228 .2021 of the SAA.

I. Brief presentation of the doctoral student

Mag. Eng. Elena Todorova Dimitrova completed her secondary education in 1994 at the Technical School of Mechanical and Electrical Engineering in Vratsa and her higher education in 2000 at the Technical University of Sofia, majoring in Mechanical Engineering and Instrument Making.

Her work experience passes through various companies in Sofia, as a trade coordinator and technical secretary, and since 2007 she has worked as a chief expert engineer in the section "Mechanization of Agriculture and Reclamation Systems" at IPAZR "Nikola Pushkarov" - Sofia.

The set of materials presented by the doctoral student is prepared in accordance with the requirements of the legislation and contains: Orders of the Chairman of the AA for enrollment in doctoral studies in self-study N: NP 08-60 /18.05.2017 /25.06.2020 of mag. Eng. Elena Dimitrova; Minutes of the meeting of the Extended Scientific Council at the Department of Mechanization of Agriculture and Land Reclamation Systems for preliminary protection and deduction with the right to protection, which establishes that the doctoral student has completed her work program and successfully passed the required exams; Order N: RD 05-228 / 16.12.2021 of the Chairman of the AA for the formation of the NJ for official defense of the dissertation of Eng. Elena Dimitrova; Professional autobiography; List of scientific publications and other scientific products; Dissertation and abstract of the candidate Eng. Dimitrova.

II. General characteristics of the dissertation and the autoreferee - volume and structure

The dissertation presented for review is written on 127 pages and is structured in an introduction and 4 chapters, consistently and logically connected with each other and with conclusions to them. In the separate sections are situated 95 figures, 9 tables and 84 dependencies / formulas /. 198 literature sources were used, of which 147 were in English and other foreign languages. 15 general conclusions are proposed.

The presented abstract in a volume of 32 pages meets the requirements and reflects the most important elements, the results obtained and the essential part of the research.

III. Relevance of the studied problem

The population of the earth is constantly growing and the increase in the last 50 years is on average by 80 million. per year. In order to provide for his food, it is necessary for food production to grow at the same rate. Under these conditions, it is unrealistic to expect food production without the use of pesticides in the near future.

The European Parliament and the Council of Europe have regulated that the adverse effects of pesticides on human health and the environment must be further reduced by the well-known nitrate directive. Modern pesticides are becoming more effective and therefore require much more precise application. Two types of sprayers are used for plant protection - fan and the boom. The boom sprayers are the most widespread. They have hydraulic sprinklers that generate drops of different sizes in a wide range. All this requires the improvement of the spray systems of the boom sprayers. This dissertation aims to study and propose new technical solutions for sprayers for boom sprayers and to justify their parameters and modes of operation. The realization of the desired drip coating is sought in order to create preconditions for reducing the costs of carrying out a plant protection measure and the pollution of the environment and agricultural products.

All this determines the relevance and applicability of the development results.

IV. Literary knowledge and theoretical competence of the candidate

Knowing the state of the problem.

The doctoral student has performed an in-depth analysis of 198 literary sources by Bulgarian and foreign authors, incl. 51 in Cyrillic. It is noteworthy that most of these sources are from foreign authors, which defines the author as one of the experts in the country on this issue. The analysis is built logically and according to a suitable scheme, using a systematic approach. It has been prepared in depth and critically, concluding the examination of each element with a clearly defined convincing position on the individual unresolved issues. The literature analysis shows that the doctoral student has very good theoretical training, erudition and competence in a complex interdisciplinary scientific field, where in-depth knowledge in various fields is required. The doctoral student has managed to collect, study and practically make sense of the information available to him.

All this has allowed him to properly formulate the purpose and objectives of the study, taking into account the state and relevance of the problem.

V. Methodical approach

Approach and solution to the problem

In the present study, the doctoral student sought to clarify the problem in its entirety. A traditional, for the considered area, approach for solving the formulated problem is used. On the basis of in-depth analysis, 5 research tasks have been formulated, and for their solution methodologies and experimental devices have been created, as a result of which the problem has been solved. The approach used leads not only to the accumulation of experience and knowledge, but also to obtaining results with practical benefits. The doctoral student has demonstrated skills in planning and conducting experiments.

Scientific novelty

A methodology for determining the optimal location of rotary sprinklers on the frame of a boom sprayer has been developed. Software for machine calculation of the parameters of the distribution along the length of the bar has been substantiated and developed. New rotary sprinklers with hydraulic drive and stands for their research have been developed. Existing sprinklers have been modified and their parameters have been studied and analyzed.

Practical utility

In the present study are investigated and proposed technical solutions for sprayers for boom sprayers and substantiate their parameters and modes of operation to achieve the desired drip coating, in order to create conditions for reducing costs in carrying out a plant protection measure and pollution. environment and agricultural production.

Object of the study

The object of the study are several types of rotary sprinklers. Four modifications of rotary sprayers of our own design and an original Micromax III rotary sprayer of the English company Micron Sprayers Ltd and a modified such sprayer, in different positions relative to the sprayed surface, were studied.

Subject of the research

The subject of the study are the parameters and modes of operation of rotary sprayers to a boom sprayer.

Based on the above, I believe that the doctoral student has appropriately and correctly selected and defined the object and subject of his research, based on scientific methods and approaches.

VI. Significance and persuasiveness of the results obtained, interpretations and conclusions

Content evaluation

I positively evaluate the dissertation presented for review in its structure as follows:

The introduction is short and purposeful. Synthesized introduces the reader to the issues of development. In it, the author justifies the need to seek and apply effective principles, technologies and technical solutions for environmentally friendly plant protection measures.

The analysis of the state of the problem presented in **Chapter One** includes the known methods of plant protection, specific concepts, terminology and methods of plant protection, technical means for mechanization of plant protection processes, classification and design of plant protection sprayers, quality control and evaluation when using sprayers. It was found that the technology for controlled drip coating has not been comprehensively studied and its potential has not been fully revealed. The influence of the speed of rotation, the diameter of the spray disk and the flow rate on the distribution of the drip coating have not been studied comprehensively. The possibilities for hydraulic drive of rotary sprayers in boom sprayers have not been sufficiently studied.

The analysis is generally thematic. The good literary awareness and the free handling of the doctoral student with the terminology and his professional comments and summaries are impressive. The first chapter ends with 7 conclusions.

The in-depth analysis allows the author to correctly formulate in **the second chapter the purpose and objectives of the study**, taking into account the state, relevance of the problem and the results obtained by other researchers. The object of the research is appropriately and correctly defined - several types of rotary sprinklers. Four modifications of rotary sprayers, own development and original rotary sprayer Micromax III of the English company Micron Sprayers Ltd in different locations relative to the sprayed surface were studied, for which correct optimization was made through comparative studies.

This chapter also presents the methodology of experimental research. It is based on the general methodology for complex scientific research. In the study of the main parameters the comparative and formal method and the method of a priori ranking of the factors are set. The comparative method is used at all stages of the study to obtain information about the effectiveness of the measures taken in organizing the study. The most effective tool for analyzing complex systems and choosing an effective solution is the formal approach. Its essence consists in building mathematical models for the studied quantity and analysis of this model with mathematical methods.

The methodology developed by the doctoral student allows to successfully solve the research tasks and to achieve the set goal. The structure and elements of the methodology for experimental research are properly justified, and their relationship is logical and allows to obtain reliable results for the studied parameters. Experimental systems and stands for objective research have been designed and created for the conduct of laboratory tests.

The critical and substantive analysis has allowed the PhD student in **Chapter Three** to proceed to an in-depth examination of the theoretical prerequisites and theoretical studies of the spraying process during the operation of a rotary sprayer from a boom sprayer. The theory of scattering theoretically substantiates the main factors influencing the scattering and the schematic diagram of the theoretical model of droplet formation - the interaction between factors and parameters in the sprinkler. Through modeling and simulation the drip formation is substantiated in different operating modes of the different rotary sprayers and the torch is presented during the operation of the rotary and drum sprayer. The movement of the droplets after leaving the sprinkler was analyzed by determining their absolute speed in free flight. The determination of the required consumption of working fluid is theoretically justified. By modeling the distribution of working fluid during the operation of a rotary sprayer, the spatial intensity of the distribution of working fluid is visualized. The chapter ends with 17 conclusions.

Chapter 4 presents the results of experimental research and the analyzes made by them. The results of studies of the Micromax III sprayer on the influence of the speed of rotation of the disk on the change in current in three modes of operation without and with liquid at three flow rates of the sprayer are shown. The current strength in start-up and operating mode at three flow rates of the sprinkler, respectively 3; 3.6 and 4.2 l/min. The distribution of the working fluid on the surface and the parameters of the torch depending on the frequency of rotation of the disk and the flow rate of the sprayer were studied. The possibility for the location of the sprinklers along the length of the rod has been established, depending on the flow rate at different speeds. The nature of the distribution

of the working fluid at three types of heights of placement of the sprinklers above the catching surface and at all three flows, but at a constant speed of 3500 min^{-1}.

Similarly, the results of the experimental studies of the modified Micromax III sprayer and the created sprayers, own construction, respectively with a disc diameter of 254mm and 330mm when turned up and down relative to the catching surface, are shown. The experiments were performed at different disk speeds -1120, 1540 and 1960 min^{-1} and at different flow rates 0.8; 1.8 and 2.8 l/min. The results of the research of network type sprinklers when working with different flow rates are presented, the shape of the drip torch at different rotational frequencies and respectively turned down and up are determined. The technological scheme and the parameters of the sprayer with rotary sprayers are substantiated and a structural scheme is proposed and a prototype of a machine with a spraying system of rotary sprayers is created. The fourth chapter ends with 15 conclusions.

Based on the conducted numerous experiments and analyzes, **fifteen general conclusions** have been formulated, which reflect the essence of the obtained results.

The list of used literature is prepared according to the bibliographic requirements. Literary sources are in the field of the topic of the dissertation, which shows that the doctoral student is thoroughly acquainted with the nature of the problem. It should be noted that the dissertation is written in a very good style and language, in chronological and logical sequence, easy and convenient to read.

Reliability of the results obtained

The scientific potential of the team in which the doctoral student was trained, the results of scientific forums in Bulgaria and abroad, as well as the methods, programs, equipment and modern tools used by the doctoral student to process, evaluate and interpret the results give grounds for acceptance. results as reliable.

Evaluation of the content of the Abstract

The presented abstract meets the requirements and reflects the most important elements, the results obtained and the essential part of the research. Contains 15 general conclusions and views of the author on the contributions received. A list of publications related to the dissertation is attached. I have the following two remarks on the layout of the abstract:

- the composition of the NJ and the reviewers must be reflected in its internal page;
- No summary in English.

VII. Contributions of the dissertation

The author offers his contributions, which I essentially accept, and which confirm the fulfillment of the set goal and reflect the results obtained. From my point of view, the contributions can belong to the following three groups:

- PROVING WITH NEW MEANS OF SIGNIFICANT NEW COUNTRIES OF ALREADY EXISTING THEORIES AND HYPOTHESES:

- It has been established that the technology for the controlled drip coating has not been comprehensively studied and its potential has not been fully revealed. The complex influence of the speed of rotation, the diameter of the spreading disk and

the flow rate on the distribution of the drip coating has been studied, and the main design and technological parameters have been substantiated;

- A procedure with software / developed software / for determining the possible distances of the spreaders along the length of the rod depending on the distribution of the working fluid in different modes of operation of the spraying system is substantiated;
- The developed software for simulating the distribution of the working fluid along the width of the boom allows based on the distribution of one sprinkler to optimize the step of placement of the sprinklers on the boom depending on the used consumption norms and parameters of the desired drip coating. This creates the preconditions for choosing the optimal configurations available to the sprinklers, according to the specific cost norms, conditions and type of enemies;

• CREATION OF NEW CLASSIFICATIONS, METHODS, STRUCTURES, TECHNOLOGIES:

- The structure of the elements of the process of spraying the working fluid in a rotary sprayer is proposed, which allows it to be studied comprehensively and to get a clear idea of the phenomena that occur during detachment of droplets from the spraying element and their movement to treated objects;
- The parameters of the distribution of the working fluid along the width of the rod are determined depending on the mode of operation of the sprayer;
- The possible distances of placement of the rotary sprinklers along the length of the rod are determined;
- The optimal mode of operation and location of rotary sprayers to the boom sprayer is justified, depending on the design of the sprayer;
- Technology and technical means for work on the technology for controlled drip coating are substantiated.
- A model of a plant protection machine with rotary sprinklers has been made.

• OBTAINING AND PROVING NEW AND CONFIRMATIVE FACTS:

- The influence of the parameters of the spraying process and the design characteristics of the rotary sprinklers on the transverse distribution of the working fluid has been established;
- The possibility for using cost norms, realizing effective plant protection with minimal ecological consequences and financial costs, is substantiated;
- The starting current of the Micromax sprayer has been found to be twice that of the operating mode, which can be useful in determining the possible number of sprayers powered by the tractor's electrical system;
- It has been found that in rotary sprinklers, the main influence on the distribution of the working fluid on the surface is the speed of rotation and the location of the disk.
- The diameter of the sprayer has the greatest influence on the diameter of the drop. As it increases, the diameter of the drops decreases. As the flow rate of the working fluid increases, the diameter of the droplets increases.
- To ensure the required flow rates, the spray system, according to the working width of 5 m, must have a flow rate of 0.22-2.2 l/min at a pressure of 0.1-0.15 MPa.

VIII. Quality evaluation of scientific publications, presenting the dissertation results

The candidate has presented three scientific publications for his dissertation. One is an independent author and one is the first author. One publication is from the International Congress Mechanization and Energy in Agriculture in Istanbul, one is from the International Scientific Conference "Balkans-Eco" and one was published in the scientific journal Plant Breeding Sciences. One of the publications is in English. The publications reflect a significant part of the development.

Using the obtained results in practice.

In the present study are investigated and proposed technical solutions for sprayers for boom sprayers and substantiate their parameters and modes of operation to achieve the desired drip coating. Preconditions have been created for reducing the costs of carrying out a plant protection measure and the pollution of the environment and agricultural products. The results obtained from theoretical and experimental research can be used in the development and construction of plant protection machines, research teams and educational institutions.

Assessment of the degree of participation of the doctoral student in the development of the dissertation and the contributions. Personal contribution of the author.

I believe that the doctoral dissertation and the realized contributions are the personal work of Eng. Elena Dimitrova, the reason for which are the publications presented on the dissertation, in the country and abroad, the created experimental system and the developed in IPAZR "N. Pushkarov" prototype of a boom sprayer with a rotary sprayer.

I definitely believe that the main formulations, results, analyzes and conclusions made, the developed methodologies and the created experimental systems and samples are with the participation or personal work of the doctoral student.

IX. Critical remarks, questions and recommendations to the candidate

According to the presented dissertation I have the following questions, remarks and recommendations:

1. How were the two sprinkler diameters 254 mm and 330 mm selected or justified, and for what reasons were these values accepted?

2. There are insignificant logical, grammatical and technical inaccuracies, omissions and errors in the presented material, such as: on page 16 there is no figure above the text, on pages 49 and 50 six figures are presented, but without numbering.

3. In many places in the text of the dissertation and the abstract the term consumed current is incorrectly used. I consider it appropriate to be - measured current or measured current.

4. There are no documents for copyright protection of the created works. I think it would be useful to patent the developed rotary sprayer.

5. From the list of the significantly larger number of literature sources 198, not all of them are used in the text. Of the inspections, 19 were not included in the dissertation (N: N: 14, 24, 25, 51, 60, 61, 69, 74, 93, 96, 98, 99, 118, 132, 140, 141, 165, 166, 172).

X. Overall assessment

The dissertation is intriguing with its versatility, rich experimental material and multi-layered analysis in an interdisciplinary field. The stages of development are clearly outlined and followed. The analysis of the literary sources is balanced and thorough. The doctoral student demonstrates competence and knowledge of the subject. He has successfully coped with the theoretical justification and experimental work. From the presented work it is clear that it is exclusively his work, but under the skillful and demanding control of its leaders. He is good at professional language and science. He is familiar with a large number of literary sources. Skillfully uses modern methodological and software tools for simulation, processing and interpretation of the results. The conclusions made from the dissertation and the formulated contributions testify to the developed scientific thinking. The ability to define a scientific problem and its strict pursuit and solution has been demonstrated. In this sense, I believe that the educational and scientific role of the dissertation for ONS - Doctor is fulfilled. My remarks and recommendations do not belittle the doctoral student's work and should be accepted as another opinion, which, if he deems it appropriate, he may have in mind in his future work as a scientist, because this is just the beginning.

CONCLUSION

Based on the modern research methods applied by the doctoral student, correctly performed experiments, summaries and conclusions, I believe that the presented dissertation in its volume, content and contribution fully meets the requirements of ZRASRB and Regulations on the terms and conditions for obtaining scientific degrees and to hold academic positions in the SAA.

The reason for this assessment is the achieved goal, the demonstrated knowledge, the use of a modern methodological approach, technical and software tools and the results obtained.

This gives me a reason to **POSITIVELY EVALUATE** the dissertation and to propose to award a **mag. Eng. Elena Todorova Dimitrova** educational and scientific degree **"Doctor"** in the field of higher education **"Technical Sciences"**, professional field 5.1 **"Mechanical Engineering"** and scientific specialty **"Mechanization and electrification of crop production"**

Date: 20.01.2022

REVIEWER:

Заличено на основание ЗЗЛД

/prof. eng. Boris Borisov, PhD/