

<https://doi.org/10.61308/UTYF6285>

Метод и параметри на техническо средство за странична резитба в близост до основата на храстите в насаждения с маслодайна роза

Снежан Божков^{1*}, Атем Качанов²

¹Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкиров“, отдел „Механизация на земеделието и хидромелиоративни системи“, ул. „Шосе Банкя“ № 3, София, 1331, Селскостопанска академия, България

²Розопроизводител, гр. Крън, 6140, общ. Казанлък, обл. Стара Загора, България

*E-mail: sn.bozhkov@issapp-pushkarov

ORCID Снежан Божков: 0000-0002-5702-4893

Резюме: Резитбата на стъбла от храсти, които са ниско разположени и полегли в междуредията на насажденията с маслодайна роза, е сред ръчно извършваните дейности при отглеждането на маслодайната култура.

В статията са представени резултати от изследване върху механизирани на технологичната операция, изразяващи се в дефиниран метод и обосновани параметри на техническо средство за механизирани странична резитба в близост до основата на розовите храсти. Очакванията от използването на работна машина, изработена в съответствие с дефинирания метод и с определените параметри, са многократно съкращаване на сроковете и необходимата работна ръка за реализиране на резитбената дейност, повишаване на производителността на технологичната операция.

Ключови думи: маслодайна роза; полегли стъбла; странична резитба; механизирани; метод; параметри

Method and parameters of a technical means for side pruning near the base of the bushes in oil-bearing rose plantations

Snezhan Bozhkov^{1*}, Atem Kachanov²

¹Nikola Pushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection 3, Shose Bankya St., Sofia, 1331, Agricultural Academy, Sofia, Bulgaria

²town of Kran, Kazanlak municipality, region Stara Zagora, Bulgaria - rose producer

*E-mail: sn.bozhkov@issapp-pushkarov.org

ORCID Snezhan Bozhkov: 0000-0002-5702-4893

Citation: Bozhkov, S., & Kachanov, A. (2025). Method and parameters of a technical means for side pruning near the base of the bushes in oil-bearing rose plantations. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 62(1) 122-132 (Bg).

Abstract: Pruning the stems of bushes that are low and lying in the inter-rows of oil-bearing rose plantations is among the manual activities in the cultivation of the oil-bearing crop.

The article presents the results of a study on the mechanization of the technological operation, expressed in a defined method and substantiated parameters of a technical means for mechanized side pruning near the base of the rose bushes. The expectation from the use of a farm machine, made in accordance with the defined method and with the substantiated parameters, are a multiple shortening of the terms and the necessary manpower for the realization of the pruning activity, increasing the productivity of the technological operation.

Keywords: oil-bearing rose; stems; side pruning; mechanization; method; parameters

ВЪВЕДЕНИЕ

В началото на пролетта, особено след обилна снежна зима осезаема в насажденията с маслодайна роза е появата на полегнали в междуредията стъбла от храсти, които възпрепятстват провеждането на технологичните операции, свързани с грижите за растенията и брането на розовия цвят. Скъсяването на дължините на основната маса от тях се извършва механизирано чрез странична резитба на храстите. Недостатък на използваната за целта специализирана техника е, че не позволява резитба на нискоразположените полегнали розови стъбла. Резитбата им се извършва ръчно от оператори-резачи, самопридвижващи се в междуредията на насажденията. Събирането на изрязаната растителна маса и процедурите по нейната обработка за използване като възобновяем източник на енергия (Asenov et al., 2011; Enakiev et al., 2020), за заораване, за изгаряне и т.н. са обект на други видове дейности.

Резитбата на нискоразположените полегнали в междуредията стъбла от розови храсти е трудоемка операция. За реализирането ѝ операторите-резачи използват в повечето случаи ръчни механични ножици, продължителната работа с които води до физическа преумора. Частично намаляване на натоварването позволява използването на предлаганите на пазара ножици за резитба на трайни насаждения с електрическо и пневматично задвижване, но необходимостта от навеждане към всяко подлежащо на премахване стъбло и самопридвижване в междуредията на насаждението остава.

Проведен литературен обзор и анализ на достъпната в интернет-пространството информация не установи наличието на техническо средство (земеделска машина), позволяващо механизирана резитба единствено на нискоразположените полегнали в междуредията стъбла от храсти в насажденията с маслодайна роза. За разработването му в Института по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкиarov“

в тясно сътрудничество с представители на розопроизводителната практика се реализира изследване, явяващо се продължение на провежданата повече от едно десетилетие научноизследователска дейност за механизиране на операции от технологичния процес при отглеждането на маслодайна роза.

Резултатите, представени в статията, са от изследване, чиято цел е дефинирането на метод и обосноваване параметрите на техническо средство за резитба във вертикалната равнина на розовите храсти в близост до почвената повърхност. На тяхна база се предвижда конструирането и изработването на земеделска машина от тип „работен инвентар“, използването на която в състава на машинно-тракторен агрегат (МТА) със земеделски трактор да позволи съкращаване на сроковете и необходимата работна ръка за реализиране на резитбената дейност, както и повишаване на производителността на технологичната операция.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Дефинирането на метод за механизиране резитбата на нискоразположени полегнали в междуредията на насаждения с маслодайна роза стъбла и обосноваването на параметрите на техническо средство за неговата реализация са базирани на информация, отнасяща се до морфологичните особености на маслодайното растение, спецификата на резитбената дейност при розовите храсти, технологичните схеми за изграждане на розовите насаждения (Doncheva, 2020; Rusanov et al., 2020) и издигната хипотеза, относно възможността, мястото и начина за срязване на нискоразположените полегнали в междуредията розови стъбла. При дефинирането на метода е отчетено, че мястото на срязване трябва да не е извън зоната под короните на храстите, а разположението на режещия елемент трябва да не допуска контакт с почвената повърхност. На базата на метода е разработен идеен проект на техническо решение за странична резит-

ба на розови храсти в близост до почвената повърхност (Bozhkov et al., 2024). Основните опорни точки при съставянето му са: възможност за използване в розови насаждения с различни технологични схеми на изграждане (с основно значение при определяне на габаритните размери на техническото средство); регулируемост на разположението на режещия елемент по вертикалата (за реализиране на различни височини на резитба); възможност за копиране на неравностите на почвената повърхност (за елиминиране на контакт на режещия елемент с почвената повърхност); регулируемост на разположението на режещия елемент по хоризонталата (за осигуряване на резитба в зоната, ограничена от контура на короните на розовите храсти); агрегатируемост към енергетични средства, допустими за използване в насаждения с маслодайна роза.

Определяните параметри на техническото средство за резитба във вертикалната равнина на розови храсти в близост до почвената повърхност са разгледани в конструктивен и технологичен план. Изборът им е съобразен с изискванията за свободно движение в пространството между розовите храсти в насаждения, изградени по трите най-разпространени технологични схеми (2.8 m, 3.0 m, 3.2 m), конструктивно съответствие на присъединителните елементи на триточковата стойка за агрегиране към навесни механизми на трактори от тип „малогобаритни“ и със средна мощност, каквито се използват в розо-производителната практика, осигуряване на необходимите технологични режими на въртене на режещия елемент за безподпорна резитба на розовите стъбла, нескъпа изработка, лесно обслужване и експлоатация.

За комплектуването на техническото средство са използвани оригинални елементи (детайли и възли, конструирани специално за случая) и стандартни изделия. Основанието при избора на стандартните изделия (възли и детайли) е не само да са функционално пригодни, но и леснодостъпни в търговската мрежа. Параметрите на част от оригиналните елементи от конструкцията първоначално са

подбрани на базата на натрупан опит в конструирането на машини за земеделието, като са отчетени изискванията, заложили в национални и международни стандарти. За определяне параметрите на друга част са съставени графо-аналитични модели. Изборът на параметрите на трета част е базиран на проучвания и резултати, получени в рамките на дисертационно изследване (Bozhkov, 2024). Параметрите на останалите елементи от конструкцията са определени чрез изчисления с доказали своята приложимост функционални зависимости от теорията на трактора и други комплексни механически системи (Mastinu et al., 2006; Macmillan, 2010; Lyubenov et al., 2013; Matthers, 2016), от класическата механика и машиностроителната практика.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Обосноваване и дефиниране на метод за механизирани резитба във вертикалната равнина на розови храсти в близост до почвената повърхност

Полегналите в междуредията стъбла в насаждения с маслодайна роза се скъсяват при оформяне на храстите във вертикалната равнина. По-високо разположените позволяват механизиранието им скъсяване до границите на короните на храстите с предлаганата на пазара специализирана техника за странична резитба. Въпреки наличието на извити нагоре участъци, намаляването на дължините на нискоразположените полегнали стъбла с посочената техника е нерелизуемо. Причината - налаганото от неравностите на почвената повърхност ограничение за минимална височина на разположение на режещите елементи на машините за странична резитба.

Механизирането на резитбата на нискоразположени полегнали в междуредията розови стъбла се основава на идеята за позициониране на изпълнителния орган, извършващ среза, в зоната, ограничена от короните на розовите храсти. Позиционирането му по вертикалата се избира така, че да осигурява срезове без

да влиза в контакт с неравностите на почвената повърхност, а позиционирането му по хоризонталата – да не допуска стърчащи стъбла извън короните на розовите храсти след проведената резитба.

По своята същност резитбената дейност за намаляване на дължините на нискоразположени полегнали в междуредията стъбла може да бъде причислена към страничния вид резитби в насаждения с маслодайна роза. Може да бъде приета и като нейна разновидност, която за разлика от известната, позволяваща механизирано провеждане, е немеханизирана. Особеността обект на среза да са нискоразположените розови стъбла дава основание методът за нейното механизирано извършване да бъде именуван „метод за механизирана странична резитба в близост до основата на розовия храст“ и да се дефинира като:

МЕТОД ЗА МЕХАНИЗИРАНА СТРАНИЧНА РЕЗИТБА В БЛИЗОСТ ДО ОСНОВАТА НА РОЗОВИЯ ХРАСТ - метод за резитба в насаждения с маслодайна роза, при който нискоразположени полегнали в междуредията стъбла се отрязват механизирано във вертикалната равнина в зоната, ограничена от короните на розовите храсти, самостоятелно или едновременно с контурната им резитба в безконтактна близост на

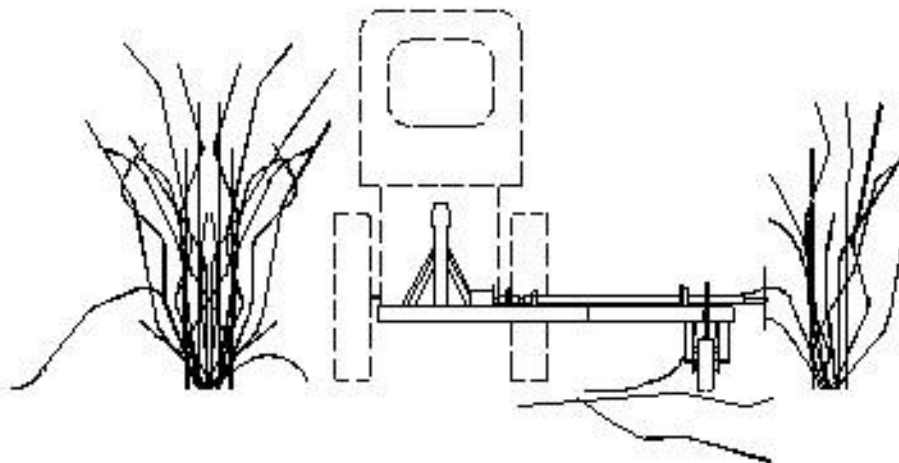
режещия елемент с неравностите на почвената повърхност“.

Схематично онагледяване на дефинирания метод е представено на фиг. 1.

Базирайки се на дефинирания метод за механизирана странична резитба в близост до основата на розовия храст и разработения идеен проект за практическата му реализация, могат да бъдат очертани насоки за избор на основните елементи от конструкцията на техническо средство за резитба на нискоразположени полегнали в междуредията стъбла от розови храсти и определени техни параметри.

Насоки при избора на елементи от конструкцията на техническо средство и определяне на техни параметри

В съответствие с разработения на базата на дефинирания метод идеен проект конструкцията на техническото средство за неговата реализация включва носеща рама, резитбен модул, опорно-ходова част. Шина с изработени в нея отвори свързва резитбения модул и опорно-ходовата част. Тя е елемент от регулиращо устройство, осигуряващо възможност за позициониране по вертикалата на режещия елемент на различни разстояния от почвената повърхност. Притискащи пласти-

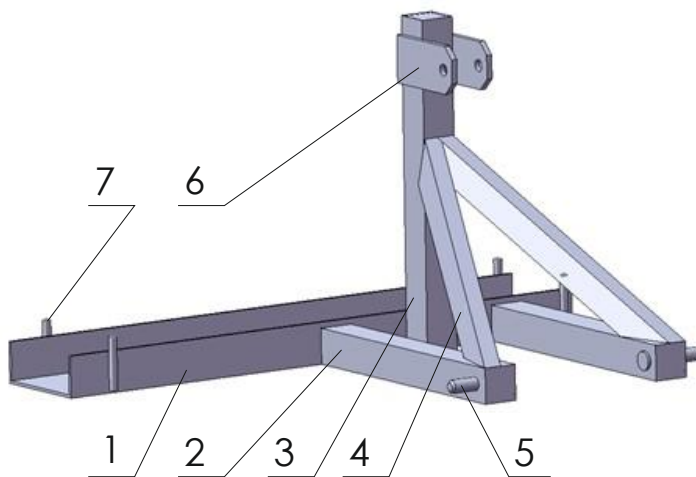


Фигура 1. Идейна схема за механизирана странична резитба в близост до основата на розовия храст
Figure 1. Conceptual scheme for mechanized side pruning near the base of the rose bush

ни в комплект с прикрепени върху носещата рама шпилки осигуряват възможност за фиксиране на резитбения модул към носещата рама и позициониране по хоризонталата на режещия елемент в зоната на среза.

Носещата рама на техническото средство се изработва като неразглобяема конструкция (фиг. 2), включваща носеща греда, триточкова стойка за агрегиране към тракторни навесни механизми и шпилки за планковите фиксатори. Триточковата стойка е захваната към носещата греда несиметрично. За изработване на носещата греда (1) е избран П-образен профил, който да гарантира изпълнението на определените ѝ функции без компрометиране на конструктивната здравина на разработваното техническо средство. Дължината на носещата греда (1000 mm) е събразена с практикуваните технологични схеми за изграждане на розовите насаждения, габаритите на използваните в розопроизводството земеделски трактори и предвиденото в идейния проект на техническото средство несиметрично разположение на триточковата стойка по отношение на нея.

Триточковата стойка на носещата рама е конфигурирана, като са отчетени съществуващи варианти при работни машини в земеделската практика. Размерите на присъединителните ѝ елементи се съобразяват с типа на навесния механизъм на трактора, към който се предвижда да бъде агрегирано техническото средство. За агрегиране към широкоизползваните в розопроизводството малобабитни трактори с навесни механизми от тип „тесен“ се изпълняват като за тип на навесен механизъм ТНУ-1Т в съответствие с националния стандарт БДС 16251:85 (Трактори и машини селскостопански. Устройство навесно триточково тясно. Присъединителни размери) или за тип на навесен механизъм 1N в съответствие с международния стандарт ISO 730:2009 (Agricultural wheeled tractors-Rear-mounted three-point linkage - Categories 1, 1N, 2, 2N, 3, 3N, 4 and 4N). За агрегиране на техническото средство към трактори със средна мощност, каквито също се допускат за използване в розови насаждения, триточковата стойка се изработва с параметрите, регламентирани в стандартите за навесни системи



Фигура 2. Общ вид на носещата рама

1 – носеща греда; 2 – надлъжна греда; 3 – вертикална греда; 4 – наклонена греда; 5 – присъединителен палец;
6 – присъединителна планка; 7 – шpilка на планковия фиксатор

Figure 2. General view of the supporting frame

1 – supporting beam; 2 – longitudinal beam; 3 – vertical beam; 4 – inclined beam; 5 – connecting thumb;
6 – connecting plate; 7 – stud of the plank retainer

за тракторите със средна мощност – от тип „ТНУ-2“ на БИС (БДС 15648-83 Трактори и машини селскостопански. Устройства навесни триточкови. Присъединителни размери.) и за категориите 2 и 2N на ISO 730:2009.

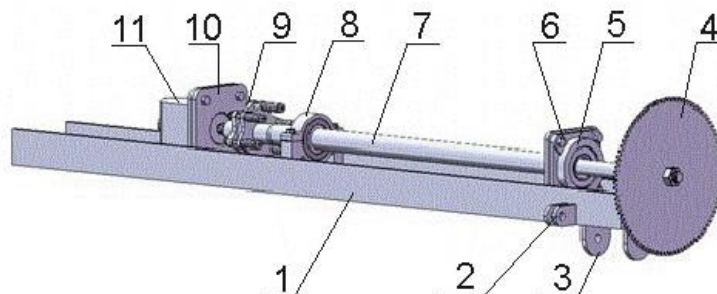
Изместването на триточковата стойка (100 mm) по отношение на напречната равнина на симетрия на носещата греда е изчислено по графо-аналитичен път, като са отчетени дължината на носещата греда, препоръчителната ширина на розовия храст след извършване на странична резитба, изискването за позициониране на резитбения МТА в средата на междуредието по време на движение, възможността за използването на техническото средство в насаждения, формирани по технологичните схеми на засаждане на розовите храсти с междуредия 2.8 m, 3.0 m и 3.2 m.

Резитбеният модул на техническото средство (фиг. 3) представлява сборна конструкция, включваща стандартни изделия и оригинални елементи. Стандартните изделия, в т.ч. хидродвигателят (11), предпазният съединител (9), лагерните опори (5) и (8) с лагерите, крепежните елементи се подбират в зависимост от изискванията за осигуряване на технологичните режими за реализиране на резитбената дейност. Оригиначните елементи

(останалите елементи от фиг. 3) се конструират, изработват и обединяват за осигуряване на функционалността и здравината на техническото средство.

За изработване на модулната греда (1) на резитбения модул е избран П-образен профил, който да осигурява освен устойчивото й осово преместване по дължината на носещата греда от носещата рама при позициониране на режещия елемент по отношение на реда с розови храсти, но и безстепенното фиксиране на двете греди по възможно най-опростен, лесен за използване и не скъп за изработка начин. Дължината на модулната греда (1445 mm) е изчислена като са отчетени особености от конструктивен и технологичен характер, гарантиращи функционалността и ефективното използване на разработваното техническо средство, в т.ч. дължината на носещата греда, ширината на опорно-ходовата част, препоръчаната ширина на розовите храсти след странична резитба, възможността за резитба на нискоразположени полегнали в междуредията стъбла в зоната под короните на розовите храсти в насаждения с междуредови разстояния 2.8 m, 3.0 m и 3.2 m.

Конфигурацията и размерите на планковите (2) и (3) връзки и фланцовите (6) и (10) връз-



Фигура 3. Общ вид на резитбения модул

1 – модулна рама; 2 – горна планкова връзка на регулиращото устройство; 3 – планкова връзка за колесната рама; 4 – режещ елемент; 5 – предна лагерна опора; 6 – фланец за предната лагерна опора; 7 – задвижващ вал; 8 – задна лагерна опора; 9 – предпазен съединител; 10 – фланец за хидродвигателя; 11 – хидродвигател.

Figure 3. General view of the pruning module

1 – modular frame; 2 – upper plank connection of the regulating device; 3 – plank connection for the wheel frame; 4 – cutting element; 5 – front bearing support; 6 – flange for the front bearing support; 7 – drive shaft; 8 – rear bearing support; 9 – safety clutch; 10 – flange for the hydraulic motor; 11 – hydraulic motor.

ки са определени да осигуряват функционалното предназначение на конструкцията като цяло.

Основният изпълнителен елемент в конструкцията е режещия елемент, който отрязва нискоразположените полегнали в междуредията розови стъбла в резултат на въртеливото си движение в комбинация с постъпателното на резитбения МТА. На фиг. 3 той е изобразен като диск (4), но конструктивното му изпълнение може да бъде и друго. Ширината на обслужваната от режещия елемент зона по вертикалата е определена от презумпцията при позиционирането му в най-ниското положение да не влиза в контакт с неравностите на почвената повърхност, но обхваща ивица на рязане в интервала до 400 mm над опорната повърхност, до която най-ниско реализират срезове по-голямата част от известните в розопроизводството машини за странична резитба на храсти. Отчитайки наличието на извит нагоре участък в мястото на срязване на полегналите розови стъбла (вж. фиг. 1), е избрана ширината на обслужваната зона да е 300 mm. В съответствие с това за случая на използване на дисков режещ елемент за негов диаметър е избран 300 mm.

Режещият елемент на резитбения модул получава своето въртеливо движение чрез вал, задвижван от хидродвигател. Задвижващият вал (поз. 7 на фиг. 3) е позициониран по дължината на модулната греда (1) симетрично на вертикалните ѝ страни и на разстояние от оста на закрепване на опорно-ходовата част по вертикалата на 140 mm. Конфигурацията и дължината на задвижващия вал са определени съобразно параметрите на модулната греда, изискванията за позициониране и габаритните размери на хидродвигателя, предпазния съединител, режещия елемент.

Съпротивителният момент, който трябва да бъде преодолян за реализиране на срез, е в пряка зависимост от силата на рязане, която от своя страна е правопрпорционална на сечението на снеманата стружка. От теорията на рязане на дървесина (Grigorov, 1992) е из-

вестна формула за изчисляване на силата на рязане, която има следния вид:

$$F_p = k_p b_c h_c, \quad (1)$$

където: F_p е силата на рязане, N;

k_p – специфичното съпротивление при елементарно рязане, МПа;

b_c – ширината на снеманата стружка, mm;

h_c – дебелината на снеманата стружка, mm.

При срез на розовото стъбло стойността на силата на рязане е максимална, когато срезът е по диаметъра на сечението. За вариант на режещ елемент с дебелина 3 mm, отрязващ розово стъбло с диаметър \varnothing 26,7 mm, измерен като максимален при проведеното проучване върху диаметрите на розовите стъбла в близост до основата на храста (Bozhkov, 2024), и средна стойност на специфичното съпротивление от интервала ($k_p = 5 \dots 10$ N/mm²), посочен от специалисти в бранша за дървесен вид „мека дървесина“, изчислената с формула (1) сила на рязане е 600 N. Получената стойност е използвана, освен за оразмеряване на режещия диск и вала за неговото задвижване, но и при избора на параметрите на стандартните изделия при предварителния им подбор за комплектоване на техническото средство.

Стандартните изделия в конструкцията на техническото средство са: хидродвигателя, предпазния съединител, лагерните тела за предната и задната лагерни опори, лагерите, крепежните елементи. Хидродвигателят се избира да позволи режим на въртене на режещия елемент, който осигурява периферна скорост, необходима за реализиране на безподпорна резитба на розовите стъбла. По литературни данни, потвърдени при разработването на близки по предназначение земеделски работни машини (Bozhkov and Kachanov, 2021; Kanev et al., 2005), периферната скорост на режещия елемент за реализиране на безподпорно срязване на стъбла е около 1 m/s. Базирайки се на функционални зависимости от класическата механика, даващи връзката между периферна скорост (V), ъглова скорост (ω) и честота на въртене (n), може да бъде изчисле-

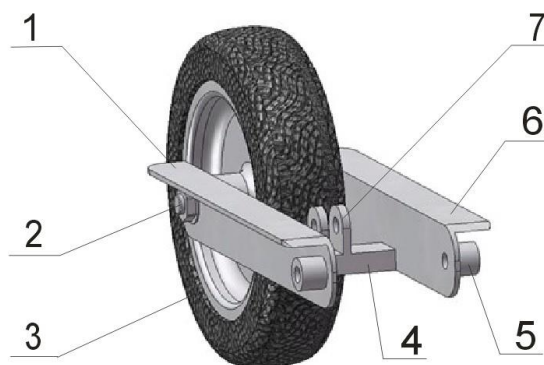
но, че за реализиране на безподпорно рязане с резитбен елемент от тип „диск“ с диаметър $\varnothing 300 \text{ mm}$ е достатъчна честотата на въртене $n = 63,7 \text{ min}^{-1}$, която е напълно възможна да бъде осигурена от хидромотор, задвижван от хидравлична система на земеделски трактори, в т.ч. и от тип „малогобаритни“. Подходящ за използване е хидромоторът марка ORSTA модел TGL-10860, както и други с аналогични по техническа характеристика работни показатели.

Предпазният съединител (поз. 9 на фиг. 3) трябва да осигури прекъсване въртенето на задвижващия вал при инцидентно повишаване на съпротивителния момент над 180 N.m , което отговаря на сила на рязане 600 N .

Конфигурацията на телата за предната и задната лагерни опори трябва да осигуряват надеждно позициониране на задвижващия вал, както и неговия монтаж/демонтаж. Видът и размерите им, както и на лагерите, с които се комплектуват, се съобразяват с натоварванията в опорните зони и размерите на задвижващия вал. Подходящи за вграждане са моделите лагерни тела UCF и UCP, съответно за предната и задната лагерни опори, комплектувани със сачмени лагери модел 308, всичките налични в търговската мрежа.

Опорно-ходовата част на техническото средство (фиг. 4) се изработва като сборна конструкция от стандартни и оригинални елементи. Стандартните елементи в конструкцията са опорното ходово колело и крепежните елементи (гайки, шплентове). Подбират се от търговската мрежа. Размерите на опорното колело трябва да гарантират необходимия пътен просвет (клиренс) под рамата на техническото средство и възможност за спускане и позициониране на режещия елемент в допустима близост до почвената повърхност. Изпълняват изискванията използваните при земеделски машини колела с еластична гума с размери $3,5\text{-}7''$ и товароносимост $100\text{-}150 \text{ kg}$.

Оригиналните елементи в структурата на опорно-ходовата част са колесната рама (1), оста (2) за закрепване на ходовото колело (3) към колесната рама и оста (не е показана на фиг. 4) за закрепване на колесната рама към планковата връзка на резитбения модул (поз. 3 на фиг. 3). Колесната рама е неразглобяема конструкция от „вилков“ тип с места за присъединяване на оста на ходовото колело и оста на колесната рама. Състои се от свързани с напречната опора (4) надлъжни рамене (6), към които са закрепени цилиндричните опори (5) и планковата връзка (7), служеща



Фигура 4. Общ вид на опорно-ходовата част

1 - колесна рама; 2 - колесна ос; 3 - ходово колело; 4 – напречна опора; 5 - цилиндрична опора; 6 – надлъжно рамо; 7 - долна планкова връзка на регулиращото устройство

Figure 4. General view of the support-running part

1 - wheel frame; 2 - wheel axle; 3 - running wheel; 4 – transverse support; 5 - cylindrical support; 6 – longitudinal shoulder; 7 - lower plank connection of the regulating device

за присъединяване на долния край на регулиращата шина от регулиращото устройство. Параметрите на оригиналните елементи са съобразени с размерите на ходовото колело и изискванията за изменение на височината на позициониране на режещия елемент по отношение на почвената повърхност.

Регулиращото устройство е сборна конструкция от „планков“ тип. Състои се от регулираща шина, свързваща с помощта на крепежни елементи (цифтове и шплентове) опорно-ходовата част и резитбения модул чрез закрепените върху тях планкови връзки, съответно долна и горна. Долната планкова връзка е позиционирана върху напречната опора на колесната рама (поз. 7 на фиг. 4), а горната - върху модулната греда на резитбения модул (поз. 2 на фиг. 3).

Разположението на отворите върху регулиращата шина се определя по графо-аналитичен път. С приетите при композирането на техническото средство диаметър на ходовото колело – $\varnothing 320$ mm, диаметър на режещия диск – $\varnothing 300$ mm, координати на позициониране на оста на въртене на задвижващия вал и др. размери се построява графо-аналитичен модел. Моделира се различно (по височина) позициониране на режещия елемент по отношение на опорната повърхност в границите на диапазона, в който трябва да бъде проведен срез на полегалите розови стъбла. С помощта на графо-аналитичния модел е определено местоположението на всеки от отворите върху регулиращата шина на регулиращото устройство при изменение на позицията на ходовото колело по вертикалата със стъпка 50 mm от определената като най-ниско допустима позиция (приета като „базова“) до 350 mm над нея. След анализ на получените резултати и оценка на възможността за изработка на регулиращото устройство е избран вариант, осигуряващ 5-степенно позициониране на режещия елемент за механизирана резитба на полегнали в междуредията розови стъбла в границите 177 – 553 mm над опорната повърхност. Разработената на базата на графо-аналитичния модел схема за определя-

не на диапазоните при всяка от петте позиции на регулиращото устройство е представена на фиг. 5. Граничните стойности на всеки от диапазоните са изчислени с математическите зависимости (2) и (3), изведени с помощта на фиг. 5. Получените резултати (закръглени до цяло число) са представени в табл. 1.

$$h_{p\min_i} = (r_k + h_d) - D_d / 2 + \varnothing_{\max} + \Delta_i, \quad (2)$$

$$h_{p\max_i} = (r_k + h_d) + D_d / 2 - \varnothing_{\max} + \Delta_i, \quad (3)$$

където:

$h_{p\min_i}$ - минималната височина на резитба в i -тата позиция на регулиращото устройство, mm;

$h_{p\max_i}$ - максималната височина на резитба в i -тата позиция на регулиращото устройство, mm;

r_k - радиусът на търкаляне на ходовото колело, mm;

h_d - вертикалната координата на оста на задвижващия вал по отношение на оста на завъртане на колесната рама, mm;

D_d - диаметърът на режещия диск, mm;

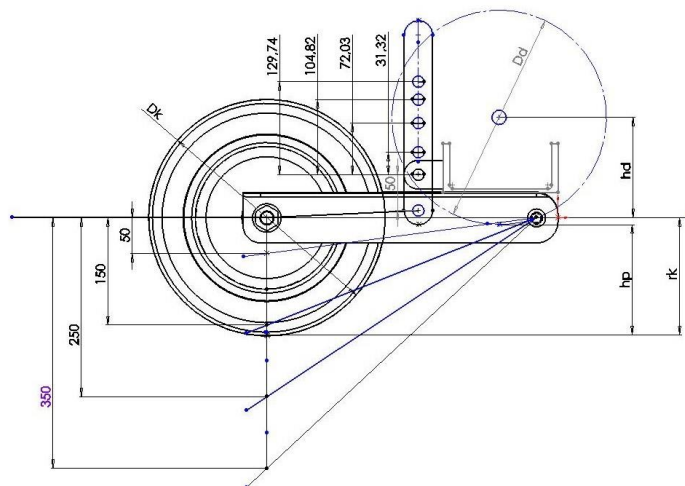
\varnothing_{\max} - максималният диаметър на стъбло в близост до основата на розовия храст, mm;

Δ_i - изменението на височината на резитба на i -тата позиция на регулиращото устройство по отношение на базовата позиция, mm;

i - номерът на позицията на регулиращото устройство, $i = 1...5$.

При изчисленията е прието „ r_k “ да е равен на свободния радиус на ходовото колело, т.е. на половината от диаметъра му (D_k), което от теорията на трактора и автомобила е известно, че се отнася за случая при търкаляне на недеформируемо ходово колело по твърда опорна повърхност. При други условия стойността му е по-малка, но разликата е не особено значителна, за да дискредитира резултатите от изследването. За гарантиране отрязването на стъбла от розови храсти с всякаква дебелина в изчисленията стойността на параметъра „ \varnothing_{\max} “ е максималната ($\varnothing 26.7$ mm), измерена при проведеното проучване върху диаметричните параметри на стъбла от храсти в насаждения с маслодайна роза (Bozhkov, 2024).

Размерите на елементите на регулиращото устройство, в т.ч. дължината, ширината и де-



Фигура 5. Схема за изчисляване на границите на диапазоните на резитба по височина при петте позиции на регулиращото устройство

Figure 5. Scheme for calculating the limits of the height pruning ranges at the five positions of the regulating device

Таблица 1. Диапазони за резитба на полегнали в междуредията розови стъбла при 5-те фиксирани позиции на регулиращото устройство

Table 1. Pruning ranges of rose stems lying down in the inter-rows at the five fixed positions of the regulating device

Позиция на регулиращото устройство/ Position of the regulating device	Изместване на ходовото колело по вертикалата/ Displacement of the running wheel along the vertical, mm	Изменение на височината на резитба по отношение на базовата позиция/ Changing the cutting height relative to the base position, mm	Резитбен диапазон/ Pruning range, mm
1 – базова/ base	0	0	177 - 423
2	50	31,32	208 - 454
3	150	72,03	249 - 495
4	250	104,82	282 - 528
5	350	129,74	307 - 553

белината на регулиращата шина и планките на планковите връзки, диаметрите на отворите и др., са определени на базата на натрупан опит в създаването на аналогични конструкции за земеделската практика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамките на изследване върху механизирването на резитбата на нискоразположени

полегнали в междуредията стъбла от храсти в насаждения с маслодайна роза е дефиниран метод за странична резитба в близост до основата на розовия храст и подбрани параметрите на техническо средство за неговата реализация. Конструкцията на техническото средство е комплектувана от стандартни изделия и оригинални елементи, видът и основни размери на които са обосновани и определени. Проверка правилността на избора на конструкционните материали за изработване

на оригиналните елементи от конструкцията се осъществява с провеждането на теоретични изследвания, в рамките на които чрез имитационно моделиране се моделират ситуации, свързани с предстоящото използване на техническото средство в розопроизводството. Решения за промяна на избора се вземат след анализ на фиксираните деформации и напрежения в конструкцията. Коригиране на размери, замяна на стандартни изделия и материали за изработване на оригинални елементи от конструкцията се прави при доказване на необходимост от това в процеса на експериментални изследвания за проверка на конструктивната здравина, функционалната пригодност и ефективността на техническото средство при работа в реални условия.

Конфликт на интереси

Авторите на статията декларираме, че липсва конфликт на интереси.

ЛИТЕРАТУРА

- Asenov, L., Ivanov, I. & Enakiev, Yu.** (2011). Preliminary research on granulation of plant residues. *Selskostopanska tehnika*, No. 4, 11-15 (Bg).
- Bozhkov, S.** (2024). Mechanized growing and harvesting of oil-bearing rose. DSc dissertation. ISSAPP “Nikola Pushkarov”, Agricultural academy, Sofia (Bg).
- Bozhkov S. & Kachanov A.** (2021). Experimental Research of a Farm Implement for Resource-saving Pruning in Oil-bearing Rose Plantations. *Journal of Balkan Ecology*, 24(3), 229-238.
- Bozhkov, S., Kachanov, A. & Gyorina, Ts.** (2024). Technical solution for mechanized side pruning close to the soil surface in oil-bearing rose plantations. In: *Proceedings of the Scientific Forum with international participation “Ecology and agrotechnologies - fundamental science and practical implementation”*, Sofia, vol. 5, 238-244 (Bg).
- Doncheva, A.** (2020). Oil-bearing rose. *Enyovche*, Sofia (Bg).
- Enakiev, Y., Morteve, I., Arabadzhiev, Dobromir & Arabadzhiev, Dimo** (2020). Development of a technological process for the use of lavender waste biomass for energy purposes. In: *Proceedings of the 7-th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering Conference*. Rouse, Bulgaria. DOI:10.1109/EEAE49144.2020.9279050.
- Grigorov, P.** (1992). Cutting wood, *Zemizdat*, Sofia (Bg).
- Kanev, K., Nedkov, N., Todorov, M., Tsachev, S. & Georgiev, G.** (2005). Mechanization and Irrigation in Essential Oil and Medicinal Crops. *Helikon*, Kazanlak, Bulgaria (Bg).
- Lyubenov, S., Angelov, B. & Evtimov, I.** (2013). Cars and tractors (Operational properties). *Publishing complex RU “Angel Kanchev”*, Ruse, Bulgaria.
- Macmillan, R.** (2010). The Mechanics of Tractor-Implement Performance: Theory and Worked Examples. *Custom Book Centre at the University of Melbourne*, Australia.
- Mastinu, G., Gobbi, M. & Miano, C.** (2006). Optimal Design of Complex Mechanical Systems. *Springer-Verlag Berlin*, Heidelberg, Germany.
- Matthers, H.** (2016). The Strategies of a Design of Complex Mechanical Systems. Think Up Innovations. <https://thinkup.org/the-strategies-of-a-design-of-complex-mechanical-systems/>
- Rusanov, K., Kovacheva, N., Dobрева, A. & Atanassov, I.** (2020). Rosa x damascena Mill. (Rose). In: Novak, J., Blüthner, WD. (eds) Medicinal, Aromatic and Stimulant Plants. *Handbook of Plant Breeding*, vol 12. *Springer*, Cham.

Received: November, 04, 2024; Approved: December, 12, 2024; Published: February, 2025