

**АГРАРЕН УНИВЕРСИТЕТ – ПЛОВДИВ
ФАКУЛТЕТ ПО ЛОЗАРО-ГРАДИНАРСТВО
КАТЕДРА „МЕХАНИЗАЦИЯ НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО”**

ИНЖ. ЙОРДАНКА ЗАПРЯНОВА ЗАПРЯНОВА

**ИЗСЛЕДВАНЕ НА САДАЧЕН АПАРАТ ЗА ЗАСАЖДАНЕ НА
ПРИСАДЕНИ И ВКОРЕНЕНИ ЯБЪЛКОВИ ПОДЛОЖКИ**

АВТОРЕФЕРАТ

**НА ДИСЕРТАЦИЯ ЗА ПРИСЪЖДАНЕ
НА ОБРАЗОВАТЕЛНАТА И НАУЧНА СТЕПЕН „ДОКТОР”**

**НАУЧНА СПЕЦИАЛНОСТ 02.18.01
„МЕХАНИЗАЦИЯ И ЕЛЕКТРИФИКАЦИЯ НА РАСТЕНИЕВЪДСВОТО”**

**РЕЦЕНЗЕНТИ: 1. ПРОФ. Д-Р ИНЖ. САВА МАНДРАДЖИЕВ
2. ДОЦ. Д-Р ИНЖ. ДИМИТЪР КЕХАЙОВ**

ПЛОВДИВ, 2016

Проучването е проведено през периода 2012–2016 г. на производствената база на фирма “ Савел Агро” ООД и в катедра „Механизация на земеделието” при АУ – Пловдив.

Дисертацията е с обем 114 страници и съдържа 26 таблици и 33 фигури. Цитираната литература включва 96 източника, от които 47 на кирилица и 49 на латиница.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на разширен катедрен съвет на катедра „Механизация на земеделието”, състоял се на 28.06.2016.

Дисертантката работи като асистент в катедра „Механизация на земеделието”, при Аграрен университет – Пловдив.

Защитата на дисертацията ще се състои на 16 декември 2016 год. в Зала1 на катедра „Механизация на земеделието”

РЕЦЕНЗЕНТИ: 1. ПРОФ. Д-Р ИНЖ. САВА МАНДРАДЖИЕВ
2. ДОЦ. Д-Р ИНЖ. ДИМИТЪР КЕХАЙОВ

Становища от:1. Проф. д-р инж. Димитър Попов
2. Доц. д-р инж. Неделчо Делчев
3. Доц д-р инж. Кирил Стефанов

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в библиотеката на Аграрен университет – Пловдив.

ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на проблема. Производството на овощен посадъчен материал е свързано с голям разход на ръчен труд в целия му цикъл. В условията на непрекъснато повишаване на цената на труда, на социалните и здравни осигуровки и липсата на квалифицирана работна ръка на пазара на труда водят до нарастване на себестойността на продукцията, а оттам до намаляване на конкурентността и на печалбата от производството.

Възможност за намаляване на разхода на труд и увеличаване на ангажираността на работната сила през годината т.е. намаляване на сезонността в работата на овощните разсадници, дава методът за присаждане на подложките „на маса” и следващото им механизирано засаждане.

В световен мащаб са разработени садачни апарати и машини за засаждане на вкоренени подложки, които се използват в страните членки на Европейския съюз и Съединените щати. Те не се прилагат в момента в нашата страна поради високата им цена, малкия размер на нашите фирми за производство на овощен посадъчен материал и сравнително големите им стъпки на засаждане, което води до няколкократно увеличение на площите на разсадниците.

Целесъобразно е разработването на садачен апарат с параметри отговарящи на физико – механичните характеристики на присадените вкоренени подложки, осигуряващи по-малки стъпки на засаждане.

Цел и задачи на изследването. Целта на разработката е да се обосноват и изследват параметрите на дисков садачен апарат, приспособен за засаждане на вкоренени и присадени ябълкови подложки.

За постигане на така поставената цел се решават следните задачи:

1. Определяне на физико-механичните показатели на вкоренените и присадени ябълкови подложки.

2. Обосноваване на вида на садачния апарат и конструктивните му параметри във връзка с физико-механичните показатели на вкоренените и присадени ябълкови подложки и проведени кинематични изследвания на садачния апарат.

3. Разработка на конструкция на щипка на садачния апарат за вкоренени и присадени ябълкови подложки.

4. Изследване на факторите, влияещи върху качеството на работата на садачния апарат и тяхната оптимизация.

Методи на изследването. Изследването е теоретико – експериментално. При провеждането му са използвани елементи от теоретичната механика, методите на планиране на експеримента, дисперсионния, регресионния анализи и елементи на математичната статистика.

Научна новост на изследването. Напрвени са изследвания на физико – механичните показатели на присадени и вкоренени слаборастящи ябълкови подложки M9 и Supporter 4Pi80, във връзка с механизираното им засаждане.

Теоретично е обоснована връзката между кинематичния показател на дисковия садачен апарат и броя на засаждащите щипки с цел избягване на механичните повреди по присадените подложки.

Проведени са експериментални изследвания на разработения експериментален образец и са изведени зависимости между изследваните параметри и управляемите фактори.

Практическа ценност на изследването. Обоснована е конструктивна концепция на садачен апарат за засаждане на присадени и вкоренени ябълкови подложки.

Разработена е оригинална конструкция на засаждаща щипка, която е приспособена към садачния апарат на съществуваща разсадо-садачна машина. Обоснован и е изследван режимът на работа на приспособения садачен апарат. От проведените изследвания са определени стойностите на работните параметри.

Апробация на работата. Резултатите на отделните етапи, както и крайните резултати са докладвани пред катедрения съвет на катедра „Механизация земеделието“, при Аграрен университет – Пловдив и публикувани в научните трудове на Аграрния университет, научни трудове на Русенския университет и в списание „Механизация на земеделието“.

С разработения експериментален образец е извършено демонстрационно засаждане на производствената база на фирма „Савел-Агро“ – ООД.

Цялостното представяне на дисертационния труд е проведено на 28.06.2016г. пред разширен катедрен съвет на катедра „Механизация на земеделието“ при Аграрен университет – Пловдив.

Публикации по темата. Основните резултати от дисертационната работа са отразени в 3 научни статии, публикувани в периода от 2013 до 2015г.

Обем и структура на дисертационния труд. Дисертационния труд съдържа: увод, пет глави, общи изводи и списък на ползваната литература. Той е изложен на 114 страници и включва 33 фигури, 26 таблици и списък на ползваната литература с 96 заглавия, 47 на кирилица и 49 на латиница.

СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Глава I. АНАЛИЗ НА СЪЩЕСТВУВАЩИТЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРОБЛЕМИ ПРИ МЕХАНИЗИРАНОТО ЗАСАЖДАНЕ НА ПРИСАДЕНИ И ВКОРЕНЕНИ ЯБЪЛКОВИ ПОДЛОЖКИ ¹.

Възможност за намаляване на разхода на труда при производство на овощен посадъчен материал, скъсяване на производствения цикъл и ангажиране на персонала на фирмите през зимния сезон дава методът „присаждане на маса“ и следващо механизирано засаждане на присадените подложки. Този метод се прилага у нас през последните години в някои фирми за производството на посадъчен материал, най-често при производството на ябълкови дръвчета на слаборастяща подложка М9 или Supporter 4Pi80.

Характерна особеност на метода е, че подложките се присаждат преди да се засадят в почвата. Присаждането се извършва през неактивния период на работа в разсадниците – месеците януари, февруари и март, като присадените подложки веднага се засаждат или в подходящ момент в зависимост от времето .

Извадените през есента подложки се сортират по диаметър в две фракции: едната с диаметър $8\div 10\text{ mm}$, а другата $10\div 12\text{ mm}$. Така сортираните подложки се присаждат в затворено помещение по метода на „подобрената английска копулация“ на дву-трипъпкови калемки. Така присадените подложки се пристягат с PVC лента в зоната на присаждане и се парафинират. Присадените по този начин подложки се засаждат в разсадника за доотглеждане.

Сравнително изравнените размери на така присадените подложки създават добри условия за механизираното им засаждане, а оттам и до няколкократно намаляване на ръчния труд.

Съществуващите садачни апарати, които се използват за засаждане на присадени подложки обикновено са предназначени за засаждане на млади дръвчета и вкоренени подложки и се използват без специални преустройства. Стъпката на засаждане която осигуряват, без да повреждат калемите в този случай е над 20 – 25 cm , което води до значително увеличаване на площите на разсадниците.

Извършеното проучване и анализ на съществуващите конструкции на разсадосадачни машини и апарати дава основание да се направят следните изводи:

1. Дисковите садачни апарати удовлетворяват изискванията за качественото засаждане на млади дръвчета и вкоренени и присадени подложки.

2. Сравнително голямата дължина и маса на присадените вкоренени подложки създават проблеми при стабилното им захващане от засаждащата щипка.

3. Контактът на засаждащите щипки със засадените присадени подложки при стъпка на засаждане по-малка от $14 \div 15\text{ cm}$ води до механичното им повреждане, представляващо събаряне или разместване на калемите.

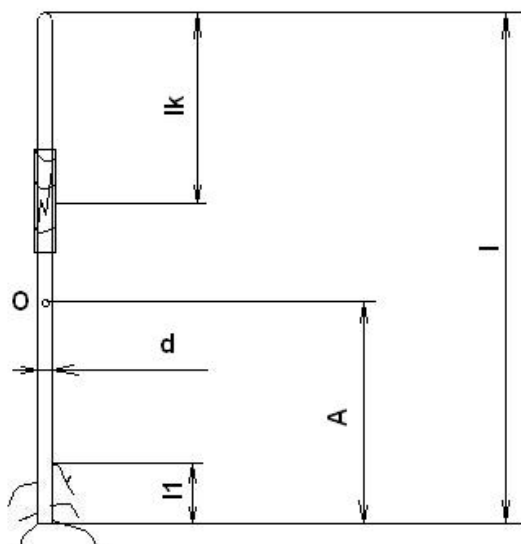
4. Анкърният ботуш с остър ъгъл при върха е най-подходящ за засаждане на млади дръвчета и вкоренени и присадени подложки.

1 - Номерацията на отделните глави, фигури, таблици и формули съответства на възприетата в дисертационната работа.

Глава II. МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Методиката на изследването се базира на общата методика за комплексно научно изследване.

По аналогия с други подобни обекти размерните характеристики на вкоренените и присадени ябълкови подложки могат да се представят както е показано на фиг 2.1.



Фиг.2.1 Размерни характеристики на вкоренени и присадени ябълкови подложки

Отчитат се следните размерни характеристики:

- общата дължина l на вкоренените и присадени ябълкови подложки;
- дължината на кореновата зона l_1 ;
- дължината на калема l_k ;
- диаметърът на подложката d ;
- масата на присадените вкоренени подложки – m ;
- масата на кореновата зона – m_k .

Размерите на вкоренените и присадени ябълкови подложки: обща дължина – l , дължината на кореновата зона – l_1 , и дължината на калема – l_k се измерват с ролетка с точност $\pm 1\text{ mm}$, а диаметърът на подложката се измерва с шублер с точност 0.1 mm .

Измерва се общата маса m на вкоренените присадени подложки и масата на кореновата зона m_k с точност до 1 g .

Измерванията се извършват по на 30 броя присадени вкоренени подложки от изследван сорт и фракция на подложките.

Координата на центъра на тежестта A се определя аналогично на реакциите на „гредата на две опори“ [15].

С така отчетените размерни характеристики, маса и координати на центъра на тежестта се определят доверителните интервали с на изследваните параметри.

Чрез механизма на съвременната механика се извършват теоретичните изследвания на садачния апарат. Определят законите на движение и

скоростите на разсада. Чрез кинематичен анализ на апарата се определят границите на изменение на основните му параметри.

Определят се границите на следните параметри:

- кинематичен показател;
- ъгълът на освобождаване на разсада от засаждащата щипка;
- връзка между стъпката на засаждане и кинематичния показател на захванатия и присаден резник.

Експерименталното изследване се състои от две основни части:

а) определяне на нивата на вариране на управляемите фактори ;

б) изследване на процеса на засаждане чрез въздействието на определените по т. а фактори.

Като управляеми фактори се въвеждат:

- кинематичния показател;
- ъгълът на освобождаване на щипката;
- разстоянието между края на ботуша и оста на садачния апарат.
Нивата на вариране на управляемите фактори се определят чрез:
 - теоретични изследвания;
 - провеждане на предварителни експерименти
 - априорна информация

Като изходни параметри се отчитат:

- Процентът на механично повредени засадени и присадени подложки.
Отчита се след засаждане, като се определя процентът на засажените растения със съборени или разместени калеми, спрямо общия брой на засажените растения .

- Процентът на недозасажените присадени подложки. Отчитат се след засаждане падналите на повърхността на полето и недозасажените присадени подложки, като се изчислява процентът им спрямо общия брой на засажените подложки по формулата:

- Отклонение от стъпката на засаждане. Определя се след засаждане, като за засажените подложки се определят средната стойност на стъпката на засаждане с точност до 0,5 cm и доверителния интервал по формула .

- Отклонение от вертикалната ос на засажените подложки . За всяко засадено растение се измерва ъгълът на отклонение от вертикалната ос. Изчислява се средната стойност и доверителния интервал. Измерванията се извършват със специално изработен за целта ъгломер.

Определянето на влиянието на параметрите на земеделските машини се извършва чрез планиран експеримент. Подходящи за случая се явяват планове от тип „В”.

С отчетените параметри се извеждат уравненията, които описват процеса и се определят стойностите на управляемите фактори при които се получава най – качествена работа на садачния апарат.

С така определените стойности на управляемите фактори се провежда полско изпитване на опитния образец, при което се сравнява качеството на работа на садачния апарат и ръчното засаждане на присадените и вкоренени подложки . Чрез еднофакторен дисперсионен анализ се определя съществува ли доказана разлика между ръчното и механизираното засаждане.

Глава III. РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗСЛЕДВАНИЯТА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРИСАДЕНИТЕ И ВКОРЕНЕНИ ЯБЪЛКОВИ ПОДЛОЖКИ

Физико-механичните характеристики на присадените и вкоренени ябълкови подложки пряко влияят върху параметрите на засаждащите машини и върху качеството им на работа.

Изследванията са проведени през 2011-2012 година на овощния разсадник на фирма „Савел-Агро“ООД, гр.Пловдив, намиращ се в землището на село Строево, община „Марица“, гр.Пловдив.

Изследванията са проведени с подложки М-9, сортирани по диаметър в две фракции: едната с диаметър $8 \div 10 \text{ mm}$, а другата с диаметър $10 \div 12 \text{ mm}$.

Калемите са от сортове „Златна превъзходна“, „Гала“ и „Пинова“.

Резултатите от изследванията са дадени в таблици 3.1; 3.2; 3.3; 3.4.

В по-горе цитираните таблици координатата на центъра на тежестта е определена по формула (2.1), доверителния интервал по формула (2.2), а средното квадратично отклонение по формула (2.3).

Резултатите т изследванията в таблица 3.1, 3.2, 3.3 и 3.4 са обработени по метода на дисперсионния анализ съответно таблица 3.1 и 3.1. за тънка фракция и таблица 3.2 и 3.4 за дебели фракции.

За параметрите маса на присадения резник, обща дължина и координата на центъра на тежестта не е отчетена доказана разлика.

Определена е масата на присадените подложки, тя е в границите:

за тънка фракция $31.57 \text{ g} \pm 19.98 \text{ g}$

за дебела фракция $58.33 \text{ g} \pm 31.98 \text{ g}$

Координата на центъра на тежестта и за двете изследвани фракции на подложките е в рамките на $20.45 \text{ cm} \pm 8.1 \text{ cm}$.

Разсейването на размерите на координата на центъра на тежестта е $\pm 8.1 \text{ cm}$.

Общата дължина на изследваните присадени подложки е в рамките на $48,5 \div 51,2 \pm 7,8 \text{ cm}$.

Глава IV. ТЕОРЕТИЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

4.1. Изследване на кинематичните параметри на дисков садачен апарат

Най-подходящ за засаждане на присадени ябълкови подложки, според проведените проучвания в Глава I се явява дисковия садачен апарата със захващащи щипки. Основният проблем в случая се поражда от значително по-голямата коравина на присадените подложки, в сравнение със зеленчуковите разсади. Това от една страна не позволява засаждащите присадени подложки да бъдат огъвани и навеждани от засаждащата щипка, а от друга – съприкосновението на щипката с присадения калем води до разместването му или събарянето му. Правилният подбор параметрите на садачния апарат осигурява минимален контакт между щипката и засадените присадени подложки, което води до намаляване на механичните повреди по засадения материал.

За да се избегне повреждане на калемите и на засадените присадени подложки е необходимо траекторията на върха на засаждащата щипка да не пресича засадената от предната щипка присадена подложка [4].

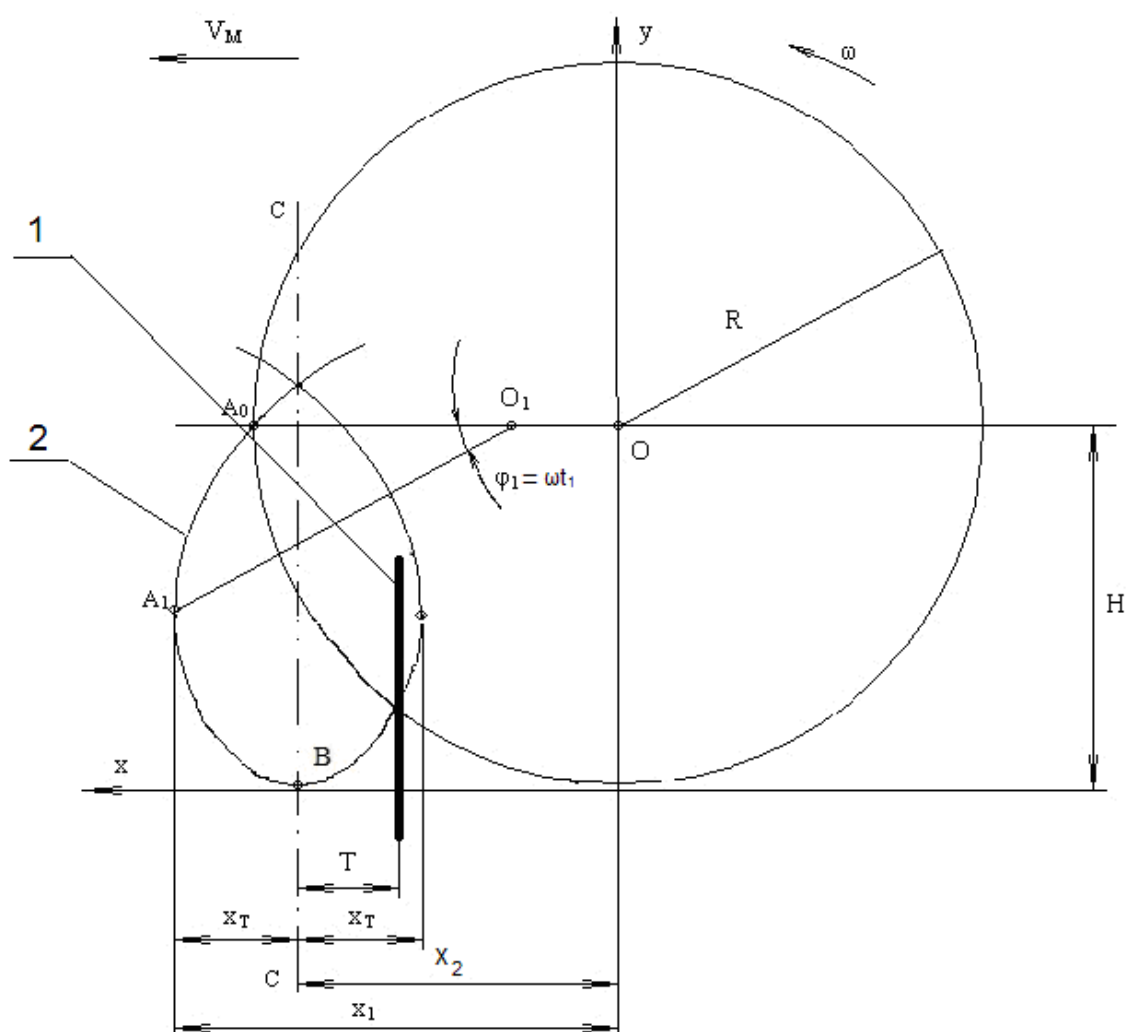
Върхът на щипката участва едновременно в две движения: въртливо около оста на садачния апарат (относително движение) и постъпателно (преносно) заедно с рамата на машината. Периферната скорост $V_p = \omega \cdot R$ е по-голяма от постъпателната скорост на машината, което произлиза от основното изискване на дисковия садачен апарат :

$$V_p = \lambda \cdot V_M \quad (4.1)$$

където: $\lambda > 1$ е безразмерен коефициент,

V_p – периферната скорост на върха на щипката,

V_M - постъпателната скорост на машината.



Фиг. 4.1 Взаимодействие на траекторията на върха на засаждащата щипка и засадения от предната щипка присаден резник.

- 1 – засадена от предната щипка присадена подложка,
- 2 – траектория на върха на засаждащата щипка.

За да се определи законът на движение на щипката се въвежда неподвижна координатна система XOY (фиг. 4.1.) и се допуска че:

- Постъпателната скорост на машината $V_M = \text{const}$ и ъгловата скорост на диска $\omega = \text{const}$.
- Височината на оста на засаждащия диск е постоянна спрямо повърхността на полето и е равна на H .

Законът на движение при тези условия добива вида:

$$\begin{cases} x = V_M \cdot t + R \cdot \cos \omega t \\ y = H - R \cdot \sin \omega t \end{cases} \quad (4.2)$$

Получените уравнения на закона на движение са уравнения на трохоида.

За да не пресича траекторията на върха на щипката засаждения от предната щипка резник е необходимо (фиг. 4.1):

$$T > x_T \quad (4.3)$$

където: T е стъпката на засаждане,

x_T е дължината на половин „бримка“ на трохоидата.

Стъпката на засаждане T е зададена от агротехническите изисквания.

Бримката на трохоидата е симетрична спрямо правата с-с (фиг. 4.1)[32], така че нейната дължина може да се определи спрямо т.А₁, в която абсолютната скорост на върха на щипката по оста X става отрицателна т.е.:

$$\frac{dx}{dt} < 0 \quad (4.4)$$

Диференцираме (4.2) спрямо времето t и получаваме:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = V_x = V_M - R \cdot \omega \cdot \sin \omega t \\ \frac{dy}{dt} = V_y = -R \cdot \omega \cdot \cos \omega t \end{cases} \quad (4.5)$$

Заместваме (4.4) в (4.5) и се получава:

$$\frac{dx}{dt} = V_M - R \cdot \omega \cdot \sin \omega t < 0 \quad (4.6)$$

Предвид, че $\omega \cdot R = V_P$; $\frac{V_P}{V_M} = \lambda$ заместваме в (4.6):

$$\sin \omega t > \frac{1}{\lambda} \quad (4.7)$$

За точка А₁, ъгълът $\varphi_1 = \omega t_1$, тогава:

$$\varphi_1 = \arcsin \frac{1}{\lambda} \quad (4.8)$$

За дължината x_T (фиг. 4.1.)се получава

$$x_T = x_1 - x_2 \quad (4.9)$$

При известен ъгъл φ_1 за дължината x_1 се получава:

$$x_1 = V_M \cdot t_1 + R \cdot \cos \varphi_1 \quad (4.10)$$

заместваме $V_M = \frac{R\omega}{\lambda}$ и $\cos \varphi_1 = \frac{1}{\lambda} \sqrt{\lambda^2 - 1}$ в (4.10):

$$x_1 = \frac{R\omega}{\lambda} t_1 + \frac{R}{\lambda} \sqrt{\lambda^2 - 1} \quad (4.11)$$

Замества се $\omega t_1 = \varphi_1$ в (4.11):

$$x_1 = \frac{R}{\lambda} (\varphi_1 + \sqrt{\lambda^2 - 1}) \quad (4.12)$$

За т.В ъгълът $\varphi_2 = \frac{\pi}{2} = \omega t_2$.

Тогава за x_2 се получава:

$$x_2 = \frac{\omega R}{\lambda} t_2 = \frac{\pi R}{2\lambda} \quad (4.13)$$

Заместват се (4.12) и (4.13) в (4.9). За дължината на половината бримкана трохоида се получава:

$$x_T = x_1 - x_2 = \frac{R}{\lambda} \left(\varphi_1 + \sqrt{\lambda^2 - 1} - \frac{\pi}{2} \right) \quad (4.14)$$

Замества се (4.14) в (4.3):

$$T < \frac{R}{\lambda} \left(\varphi_1 + \sqrt{\lambda^2 - 1} - \frac{\pi}{2} \right) \quad (4.15)$$

Броят щипки на садачния апарат се означава със z , времето за едно завъртане на садачния диск е $t_g = \frac{2\pi}{\omega}$. За времето на което се засаждат последователно растенията t_z се получава:

$$t_z = \frac{t_g}{z} = \frac{2\pi}{\omega \cdot z}$$

Тогава за стъпката на засаждане се получава:

$$T = V_M \cdot t_z = \frac{2\pi}{\omega \cdot z} V_M = \frac{2\pi}{\omega \cdot z} \cdot \frac{\omega \cdot R}{\lambda} = \frac{2\pi \cdot R}{z \cdot \lambda} \quad (4.16)$$

Замества се (4.16) в (4.15):

$$\frac{2\pi \cdot R}{z \cdot \lambda} < \frac{R}{\lambda} \left(\varphi_1 + \sqrt{\lambda^2 - 1} - \frac{\pi}{2} \right) \quad (4.17)$$

След преобразувания се получава:

$$\lambda < \sqrt{\left(\varphi_1 - \frac{2\pi}{z} + \frac{\pi}{2} \right)^2} + 1 \quad (4.18)$$

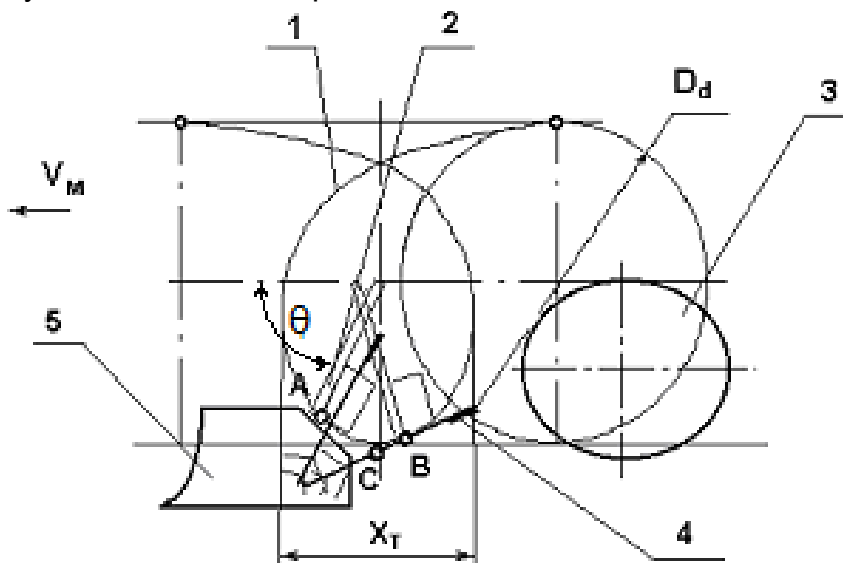
Получената в (4.18) зависимост дава връзка между кинематичния показател λ и броя на засаждащите щипки. Чрез нея може да се определи максималната стойност на кинематичния показател в зависимост от броя на щипките, при което се гарантира не пресичане на траекторията на върха на щипките на засаждения от предната щипка резник.

4.2. Изследване на въздействието на върха на щипката върху засадената вкоренена подложка.

Процесът на засаждане на присадени подложки от дисков садачен апарат със задно разположение щипки включва няколко етапа и характерни точки (фиг. 4.2.)

- Етап 1 – транспортиране на захванатата от щипката присадена подложка. Това е етапът преди засаждащата щипка да достигне точка А (фиг.4.2.)

- Етап 2 – донаклоняване на присадената подложка от върха на щипката и плъзгане на върха на щипката по присадената подложка. Това е етапът между точките А и В на фиг. 4.2.



Фигура 4.2. Принципна схема на процеса на засаждане на присадени лозови резници и овощни подложки.

1 – траектория на движение на върха на засаждащата щипка, 2 – засаждаща щипка, 3 – притъпкващо колело, 4 – присадена подложка, 5 – ботуш.

- Етап 3 – изправяне на засадената подложка от притъпкващите колела, вследствие хоризонтално уплътнение на почвата. Това е етапът след като щипката премине в точка В и контактът между нея и засадените подложки се преустановява.

- Точка А – освобождаване на присадената подложка от засаждащата щипка.

- Точка В – преустановяване на контакта между върха на щипката и засадената подложка.

Критичен етап за нанасяне на механични повреди по присадената подложка е етап 2, в който освободения от щипката резник се донаклонява от стойката на щипката и върхът на стойката се плъзга по резника на разстояние равно на отсечката СВ (фиг. 4.2.)

Факторите, които оказват влияние върху донаклоняването на присадените подложки и плъзгането на върха на щипката по тях могат да се разделят на 2 групи:

1. Агротехнически изисквания за качествено отглеждане на присадено отглеждане на присадените подложки: дълбочина на засаждане, обща дължина

на присадените подложки, дължината на калемите и др. В случая тези фактори се приемат за зададени, защото се определят от изискванията на растенията за най-доброто им развитие.

2. Конструктивни параметри на садачния апарат:

- диаметърът на засаждащия диск D_d (Фиг.4.2),
- кинематичният показател λ ,
- ъгълът на освобождаване на подложката θ .

Изходните параметри, от които се определят въздействието върху засажданите подложки и резници са донаклоняването им от върха на щипката – ъгълът ψ и плъзгането по резника – отсечката СВ (фиг.4. 2).

Аналитичното определяне на изходните параметри е затруднено, за това решението се осъществява графо – аналитично.

По закона за движение на върха на щипката , формула (4.2) се построява траекторията на върха на щипката. Решението се осъществява при три кинематични показателя – $\lambda = 1.15$; 1.43 и 1.72 и два ъгъла на освобождаване на щипката $\theta=80^\circ$ и $\theta=90^\circ$.

Върху траекторията се нанася мащабно средната дължина на присадената подложка като графично се отчита за всяка ситуация дължината на отсечката СВ и ъгълът на донаклоняване ψ .

Траекторията на върха на щипката при $\lambda = 1.15$ е дадена на Фиг. 4.3.; при $\lambda = 1.43$ – Фиг. 4.4.; при $\lambda = 1.72$ – Фиг. 4.5. От цитираните фигури се отчитат съответно ъглите ψ и дължините на отсечките СВ.

Минималните стойности на ъгъла ψ и отсечката СВ се отчитат при $\lambda = 1.15$ и $\theta=90^\circ$ - Фиг. 2б; съответно СВ=4 см и $\psi=8.7^\circ$. Максималните стойности се отчитат при $\lambda = 1.72$ и $\theta=80^\circ$ - Фиг. 4.5а, съответно СВ= 23 см и $\psi = 42^\circ$.

При средна стойност на дължината на присадения резник заедно с калема около 51 см и дължина на калема при максимална стойност на плъзгането на върха на щипката – отсечката СВ=23 см, щипката не достига до калема т.е. не съществува реална опасност той да бъде съборен или разместен.

4.3. Обосноваване на параметрите на садачен апарат за присадени и вкоренени ябълкови подложки.

Конструктивните параметри на садачния апарат за присадени и вкоренени ябълкови подложки се подбират в зависимост от физико-механичните характеристики на засажданите присадени подложки и агротехниката на отглеждането им.

Изследванията върху физико-механичните параметри на вкоренените и присадени ябълкови подложки са проведени в Глава III.

За получената дължина на присадените подложки от двете фракции в рамките на $48\div 52$ см според априорна информация[19,22,41] се явява дисковия садачен апарат със захващащи щипки с диаметър при върха на щипките:

$$D_d=1\div 1,1\text{ m} \quad (4.18)$$

Важно изискване при засаждането на присадени и вкоренени ябълкови подложки е избягването на механичния контакт между присадения калем и зоната на присаждане с твърди тела, което причинява счупване на калема или неговото разместване спрямо подложката. Това води до негодност на продукцията. Механичният контакт е възможен при захващане на присадените

подложки от засаждащата щипка, транспортирането и до ботуша и при контакт на засажените подложки със щипките.

Избягването на механичния контакт при захващане и транспортиране на присадената подложка от щипката на садачния апарат, изисква конструкция на щипката, позволяваща стабилно захващане на присадения резник извън зоните на калема и присаждане. В сравнение с другите разсади (зеленчуковите) присадените ябълкови подложки са със значително по-голяма дължина, от порядъка на $48 \div 52 \text{ cm}$, по-голяма маса $31 \div 56 \text{ g}$ и значителна коравина. За избягване на механичните повреди на присадените калеми е необходимо тяхното стабилно захващане от щипката да се извърши в зоната на центъра им на тежестта. Гумените щипки, които масово се използват в садачните машини в случая са неподходящи, поради невъзможността им стабилно да захванат сравнително дебелия - $8 \div 12 \text{ mm}$ присадени резници. При диаметър на садачния диск от порядъка на $1 \div 1,1 \text{ m}$ (формула 4.18), дължина на присадените подложки $48 \div 52 \text{ cm}$ и координата на центъра им на тежестта спрямо основата на подложките $25 \div 29 \text{ cm}$, необходимата дължина на щипката $l_{щ}$ се получава (фиг. 4.3.):

$$l_{щ} > 25 \div 30 \text{ cm} \quad (4.19)$$

Броят на щипките на засаждащия диск – z е в пряка връзка със стъпката на засаждане, но от друга страна води до пресичане на засажените присадени подложки от траекторията на върха на следващата щипка. Въпросът за връзката между тези величини е разгледан подробно, по-горе в Глава IV, точка 4.1.

От агротехнически изисквания стъпката на засаждане T е от порядъка на [37,83,84]:

$$T = 12 \div 14,5 \text{ cm} \quad (4.20)$$

Замества се в (4.20) и (4.15) за стъпка $T = 0,15 \text{ m}$ и $\lambda = 1,75$, във формула (4.15) за броя на щипките се получава:

$$z = 11,8 \\ \text{приема се } z = 12 \quad (4.21)$$

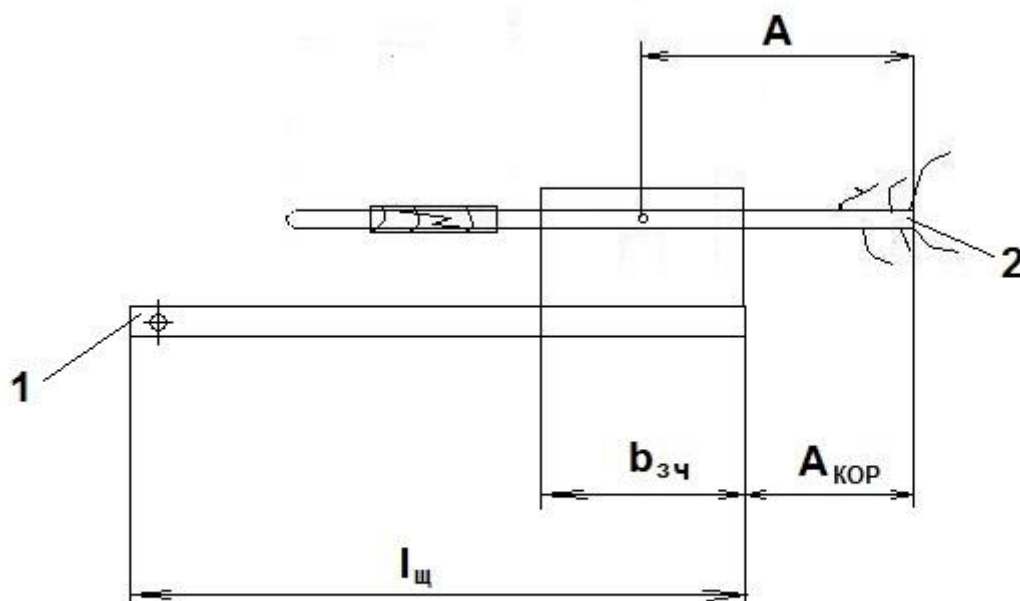
Така приетият брой на щипките е приемлив за използване в садачен апарат, този брой щипки масово се използва в дисковите садачни апарати [41,73]. Приетият в (4.21) брой щипки z се замества в (4.17) и се получава максималната стойност на кинематичния показател λ до който се гарантира непресичане на траекторията на върха на щипката на засаждения от предната щипка резник:

$$\lambda_{\max} = 1.86 \quad (4.22)$$

Дълбочината на засаждане на вкоренените и присадени ябълкови подложки според агротехническите изисквания [37,83,84] е от порядъка на $12 \div 15 \text{ cm}$. За тази дълбочина на засаждане подходящ се явява анкърен ботуш за садене с остър ъгъл при върха (фиг. 1.6 б). Ъгълът при върха на ботуша – α се определя по формула (1.10). Според литературна информация ъгълът φ от формула 1.10 е в рамките на $14,5^\circ \div 25,5^\circ$ [24,25,26,33,35], замествайки стойностите на ъгълът φ в 1.10 за минимална стойност на ъгълът при върха на ботуша се получава:

$$\alpha_{\min} = 90^\circ - (14,5^\circ - 25,5^\circ) \\ \alpha_{\min} = 64,5^\circ \quad (4.23)$$

Мястото на захващане на присадената подложка от засаждащата щипка се определя от координатата A на центъра на тежестта. Стабилното захващане и неразместване на присадената подложка спрямо щипката при транспортирането и до ботуша за засаждане се постига при захващането и в зоната на центъра на тежестта – фиг. 4.6.



Фиг. 4.6. Място на захващане на подложката от щипката
1. Засаждаща щипка; 2. Вкоренен и присаден резник

При широчина на захващащите челюсти на щипката – $b_{зч}$, за разстоянието от върха на щипката до края на резника $A_{КОР}$ се получава:

$$A_{КОР} = A - \frac{1}{2} \cdot b_{зч}. \quad (4.24)$$

Широчината на захващащите челюсти се определя от условието центърът на тежестта на присадената и вкоренена подложка винаги да попада между челюстите за да се изпълни това изискване е необходимо:

$$b_{зч} \geq 2 \cdot D_{ЦТ} \quad (4.25)$$

където: $D_{ЦТ}$ е доверителният интервал на разсейването на координата на центъра на тежестта на подложката.

Стойността на $D_{ЦТ}$ е определена в Глава III.

Заместваме $D_{ЦТ} = 8,1 \text{ cm}$, определен в Глава III, във формула (4.25) за $b_{зч}$ се получава:

$$\begin{aligned} b_{зч} &\geq 2 \cdot 8,1 \\ b_{зч} &\geq 16,2 \end{aligned} \quad (4.26)$$

Изработване на захващащите челюсти с такава широчина при диаметър на садачния диск е невъзможно. Конструктивно е възможно щипката да се изработи с размер:

$$b_{зч} = 9 \text{ cm} \quad (4.27)$$

При този размер на захващащите челюсти няма да е възможно всички присадени и вкоренени подложки да бъдат захванати в зоната им на центъра на тежестта.

Чрез размера $A_{\text{КОР}}$ се определя широчината на позициониращата подложка – 8 (фиг. 5.2), по формула 4.24, като се замести избрания във формула (4.27) размер на $b_{3,ч.}$. За стойността на $A_{\text{КОР}}$ се получава:

$$\begin{aligned} A_{\text{КОР}} &= 20,45 - 4,5 \\ A_{\text{КОР}} &= 15,95 \text{ cm} \end{aligned} \quad (4.28)$$

Глава V. КОНСТРУКЦИЯ НА ЗАХВАЩАЩАТА ЩИПКА, ЕКСПЕРИМЕНТАЛЕН ОБРАЗЕЦ, РЕЗУЛТАТИ ОТ ПОЛСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА РАБОТНИЯ ОРГАН И АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

5.1. Конструкция на захващащата щипка

Въз основа на теоретичните изследвания и обосновка на конструктивните параметри на засаждащия апарат е разработена конструкция на засаждащата щипка, която отговаря на физико-механичните параметри на присадените и вкоренени ябълкови подложки и осигурява стабилното им захващане и транспортиране.

За разлика от другите садачни апарати в тази конструкция [12] захващането на подложките се осъществява не от гумени щипки, а от еластична пластмасова лента, монтирана към подвижната и неподвижната част на захващащата щипка. Стабилността на захващане на присадените и вкоренени подложки се постига чрез еластичната деформация на пластмасовата лента при захващане на подложките от една страна и от друга чрез по-големия ъгъл на обхвата на подложката от лентата. Този ефект се постига когато присадената и вкоренена подложка се постави в пространството между лентите на двете челюсти на щипките и ограничителя (фиг.5.1), монтиран към неподвижната челюст на щипката. Допълнително обтягане на пластмасовата лента, а оттам и повишаване на стабилността на захващане се постига чрез разминаване на външния край на подвижната и неподвижна челюст на захващащата щипка.

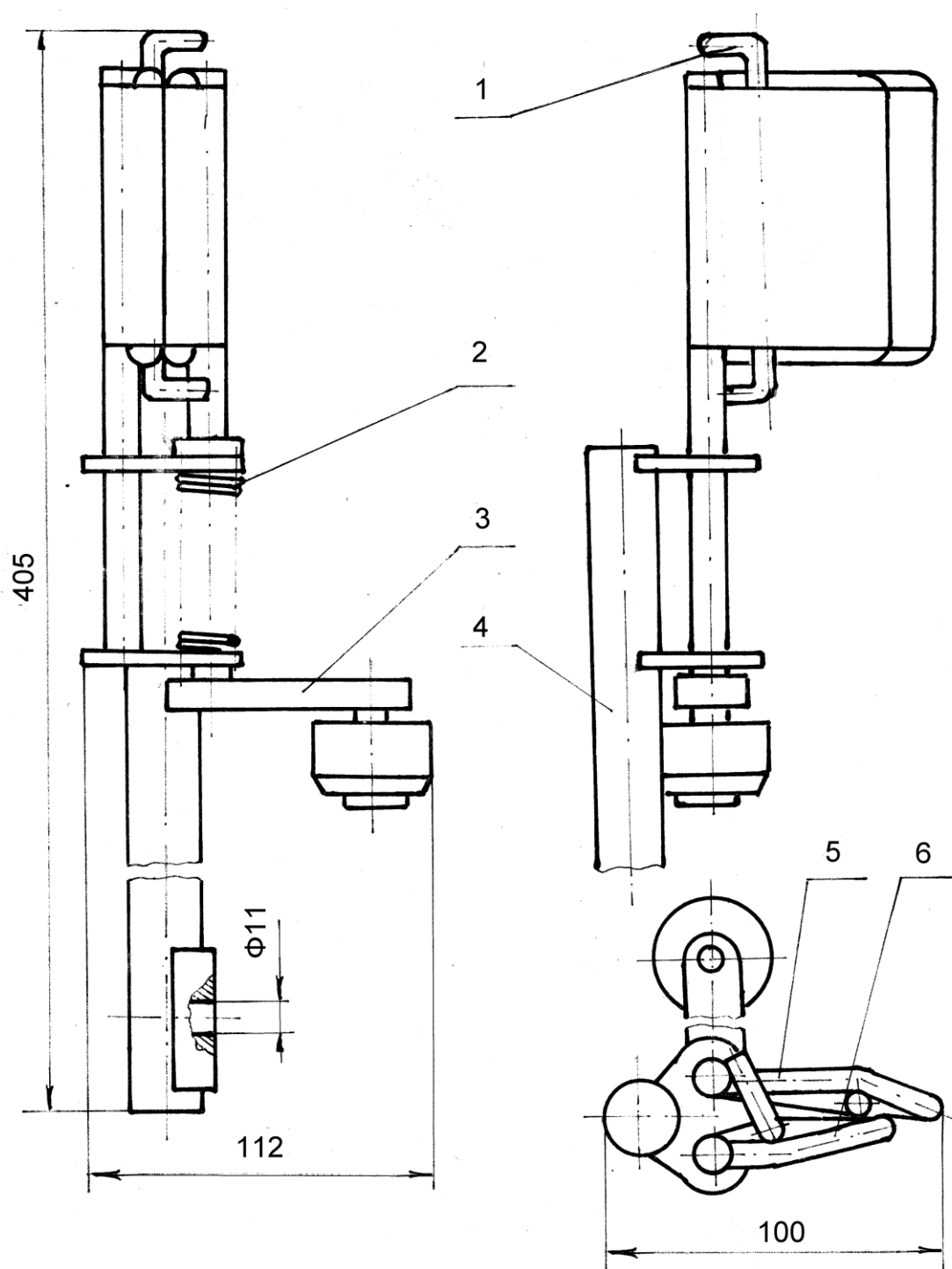
Това се постига чрез изработване на двете челюсти на щипката с различна широчина (фиг. 5.1).

На фиг. 5.1 е изобразена конструкцията на разработената захващаща щипка. Тя се състои от:

1. Ограничител
2. Пружина
3. Лост с ролка
4. Стойка
5. Подвижна челюст
6. Неподвижна челюст

Ограничителят – (фиг. 5.1) е монтиран неподвижно към неподвижната челюст на засаждащата щипка. Той осигурява:

- еднакво позициониране на присадените и вкоренени ябълкови подложки спрямо засаждащата щипка, а от там и равномерност на засаждането.



Фиг. 5.1 Конструкция на засаждащата щипка

1. Ограничител; 2. Пружина; 3. Лост с ролка; 4. Стойка; 5. Подвижна челюст; 6. Неподвижна челюст.

- ограничава захващането на присадените подложки, като им предпазва калемите от повреждане
- служи за опора на захванатите присадени подложки от еластичните пластмасови ленти. Пространството между тях (лентите и ограничителя) е с клиновидна форма, като по този начин лентите притискат подложките към ограничителя и подобряват захващането на подложките.

5.2. Експериментален образец.

Принципната схема на разработения експериментален образец е дадена на фиг. 5.2. Разработените захващащи щипки, описани в 5.1. се монтират към садачния апарат - 7 (фиг. 5.2) на съществуващата разсадосадачна машина СШН-3. Машината е с три засаждащи секции с по две работни места. Оборудвана е с анкърни ботуши – 6 (фиг. 5.2.) с остър ъгъл при върха, които позволяват работа на машината до 25 cm дълбочина на засаждане. Ботушите са неподвижно монтирани към рамата на машината, като дълбочината на засаждане се регулира чрез опорните колела на машината - 1, за трите секции едновременно, чрез регулиращия винт – 5.

Положението на садачните апарати спрямо ботуша – 6, се регулира за всеки садачен апарат поотделно, чрез изместване на надлъжните греди на садачния апарат -12 напред или назад по посоката на движение на машината. За тази цел надлъжните греди са изработени телескопични и са оборудвани с винтове за регулиране.

Задвижването на садачните апарати- 4 е централно – от двете опорни колела на садачната машина, които чрез верижна предавка -2 задвижват централен вал, лагеруван на рамата на садачката. За всеки садачен апарат движението се предава чрез верижна предавка. Кинематичната схема на задвижването е дадена на фиг. 5.3.

Отварянето на щипките и освобождаването на присаденани и вкоренени подложки се осъществява при достигане на щипката до освобождаващата планка – 8 (фиг. 5.2) и отъркаване на ролката на щипката по нея.

На експерименталния образец е монтирана освобождаваща планка конструкцията на която позволява завъртането и около оста на засаждащия диск – 7. Целта на тази конструкция е да се променя ъгъла на освобождаване на присадените подложки.

Позиционирането на подложките спрямо щипката се постига чрез поставяне на засаждания материал преди захващането му от щипката на позициониращата подложка – 9.

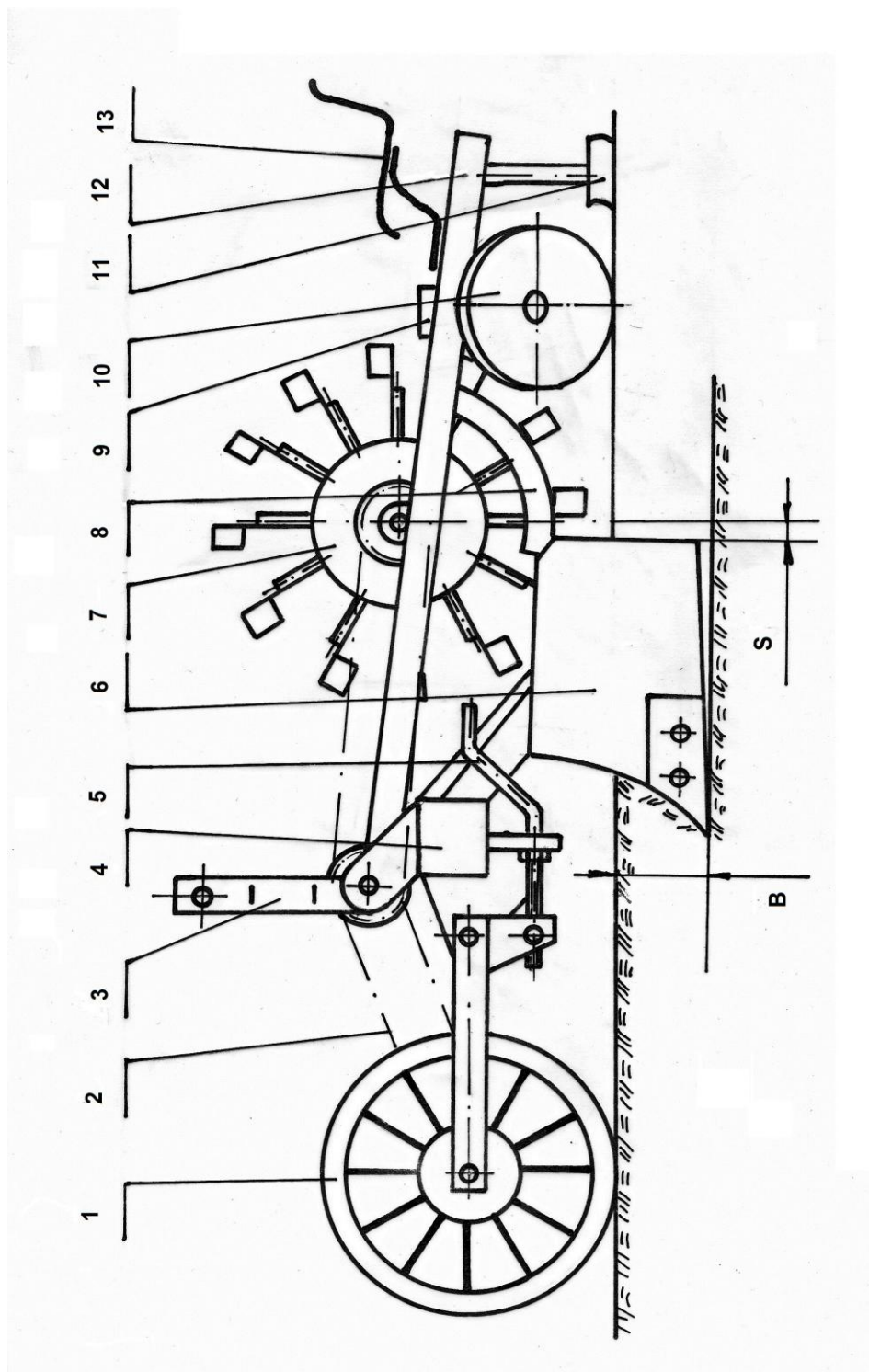
Притъпкването и изправянето на засадените присадени подложки се осъществява от притъпкващите колела – 10.

Заривачите - 11 дозират следите оставени от притъпкващите колела.

5.3. Нива и интервали на вариране на управляемите фактори.

- Кинематичният показател – λ .

Той се определя по формула 1.4. и е основен фактор за работата на дисковия садачен апарат. Влиянието му е подробно разгледано в Глава IV. За конкретния случай максималната стойност на кинематичния показател е определена във формула 4.22, $\lambda_{\max} = 1.86$. Тази стойност значително превишава



Фиг. 5.2.Принципна схема на разработения експериментален образец

1. Опорни колела; 2. Верижна предавка; 3. Навесна система; 4. Садачни апарати; 5. Регулиращ винт; 6. Анкърни ботуши; 7. Садачен апарат; 8. Освобождаваща планка; 9. Позиционираща подложка; 10. Притъпкващи колела; 11. Заривачи; 12. Надлъжна греда на садачната секция; 13. Седалка; s – Разстояние между оста на засаждащия диск и задния ръб на ботуша; B – Дълбочина на засаждане.

интервала на λ определен от предварителната информация от различни автори във формула 1.8 :

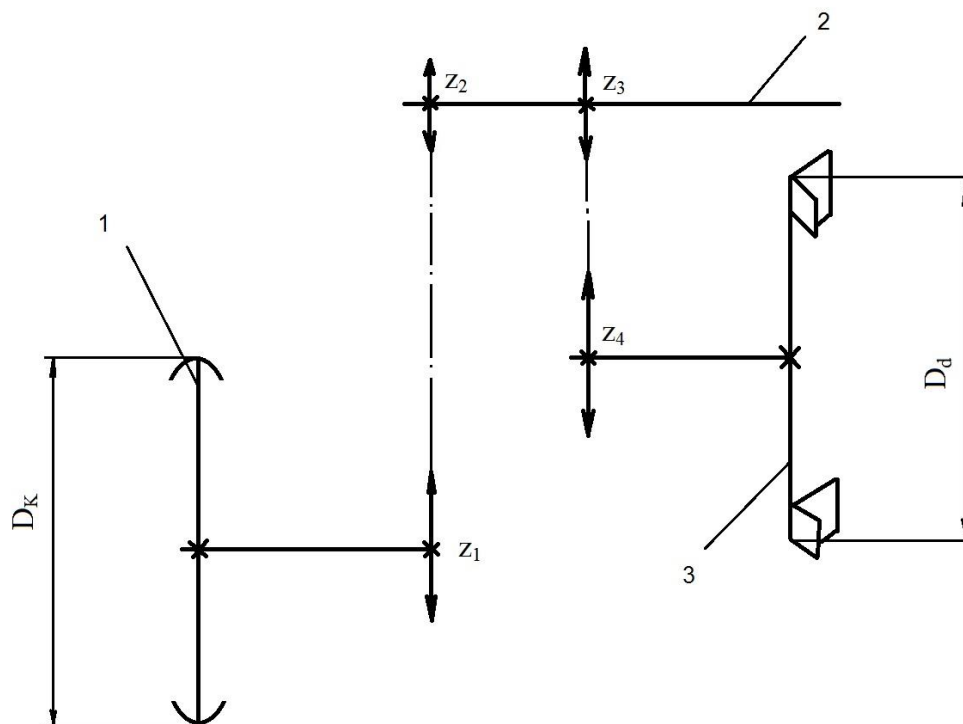
$$\lambda = 1,23 \div 1,68$$

Кинематичната схема на задвижване на садачния апарат от опорното колело на садачната машина е изобразена на фиг. 5.3, като различни стойности на кинематичния показател λ се постига чрез сменяемите зъбни колела z_1, z_2, z_3, z_4 .

Известно е (формула 1.4), че :

$$\lambda = \frac{V_P}{V_M} \quad (5.1)$$

където: V_P е периферната скорост на върха на засаждащата щипка;
 V_M е постъпателната скорост на машината.



Фиг. 5.3. Кинематична схема на задвижването на садачния апарат.

1. Опорно колело; 2. Централен вал; 3. Садачен апарат; z_1, z_2, z_3, z_4 – сменяеми верижни зъбни колела.

Приема се, че опорното колело – 1 (фиг. 5.3.) се търкаля без приплъзване. След съответни преобразования се получава:

$$\lambda = \frac{D_d}{i \cdot D_K} \quad (5.2)$$

където: D_d е диаметърът на садачния апарат по върха на засаждащите щипки
 D_K - диаметърът на опорното колело
 i - предавателното число на верижния предавателен механизъм на фиг. 5.3.

Садачната машина СШН-3 е оборудвана със сменяеми верижни зъбни колела съответно с 10; 12; 14 и 16 зъба. Тяхното комбиниране води до регулиране на различни стъпки на засаждане и получаване на различни стойности на кинематичния показател λ .

Чрез комбиниране на набора от сменяеми зъбни колела z_1, z_2, z_3 и z_4 , постигаме различните нива на управляемия фактор λ , като конструкцията на експерименталния образец (фиг. 5.2.), позволява най-лесно да се заменят верижните зъбните колела z_1 и z_4 от фиг. 5.3.

За избраните нива на кинематичния показател се определят предавателните числа на верижната предавка по формула 5.2, чрез които се определя комбинацията на верижните зъбни колела.

За горно и долно ниво на управляемия фактор кинематичен показател λ се избират границите му определени във формула 1.7, а за средно ниво средното аритметично на горното долното ниво. За нивата на вариране на фактора се получава :

$$\begin{aligned} \lambda_{\min} &= 1,23 \\ \lambda_{\text{cp}} &= 1,43 \\ \lambda_{\max} &= 1,63 \end{aligned} \quad (5.3)$$

За така определените стойности на управляемия фактор – кинематичен показател λ , диаметър на садачния диск $D_d=1m$ и диаметър на опорното колело $D_K=0,7m$ за съответните предавателни числа i , след преобразуване на формула 5.2 се получава:

$$\begin{aligned} \text{За: } \lambda_{\min}, i &= 1,16; \\ \lambda_{\text{cp}}, i &= 1; \\ \lambda_{\max}, i &= 0,875. \end{aligned}$$

Долното ниво $\lambda_{\min} = 1,23, i = 1,16$ се постига чрез комбинация на зъбните колела:

$$\begin{aligned} z_1 &= 10 \\ z_2 &= 14 \\ z_3 &= 10 \\ z_4 &= 12 \end{aligned}$$

Средното ниво $\lambda_{\text{cp}} = 1,43, i = 1$ – чрез комбинация:

$$\begin{aligned} z_1 &= 16 \\ z_2 &= 12 \\ z_3 &= 12 \\ z_4 &= 16 \end{aligned}$$

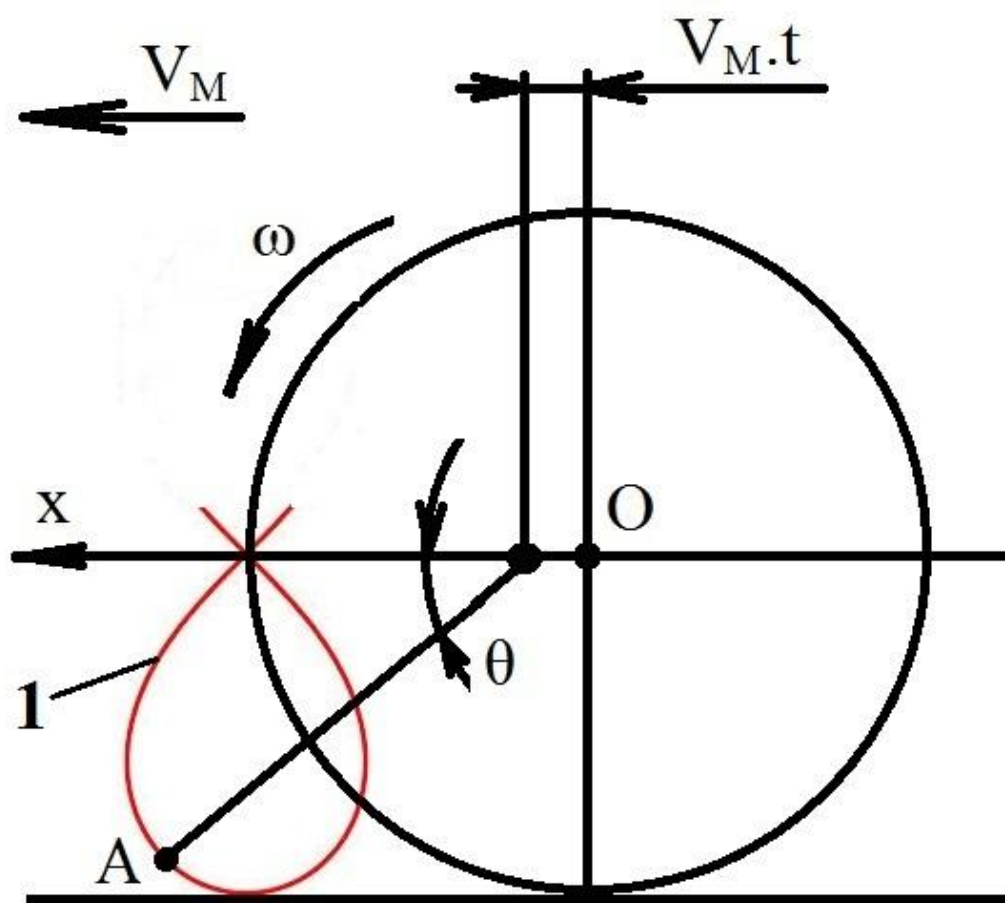
Горното ниво $\lambda_{\max} = 1,63, i = 0,875$:

$$z_1 = 10$$

$$\begin{aligned} z_2 &= 14 \\ z_3 &= 12 \\ z_4 &= 10 \end{aligned}$$

Приетата максимална стойност на кинематичния показател $\lambda_{\max} = 1,63$, се различава от максималната стойност във формула 1.8, поради невъзможност тя да се постигне с комбинация от набора от зъбни колела и да се постигне симетрична средна стойност.

- Ъгълът на освобождаване на присадената подложка от щипката – θ .



Фиг. 5.4 Ъгъл на освобождаване на присадената подложка от щипката.

1 - траектория на върха на щипката; А – точка на освобождаване на присадената подложка; θ – ъгъл на освобождаване

Представлява ъгълът на завъртане на щипката спрямо хоризонталната ос, на който тя освобождава присадената и вкоренена подложка (фиг.5.4).

Това е важен управляем фактор при работата на садачния апарат, който според източниците оказва силно влияние върху качеството на работа, особено върху надлъжния наклон на засадените и присадени подложки. При работа на

дисковия садачен апарат със зеленчукови разсади източниците [12,14] ъгълът θ при който се получава най-качествено засаждане е в рамките $\theta=75^{\circ} \div 80^{\circ}$.

Информация относно влиянието на ъгълът θ при засаждане на материали с по-голяма коравина от зеленчуковите разсади (присадени подложки) липсва.

На експерименталния образец ъгълът θ се регулира чрез завъртане около оста на въртене на садачния диск на освобождаващата планка - 8 (фиг. 5.2).

Границите на изменение на този управляем фактор[] се избират съответно:

за долно ниво $\theta_{\text{MIN}}=70^{\circ}$

за средно ниво $\theta_{\text{CP}}=80^{\circ}$

за горно ниво $\theta_{\text{MAX}}=90^{\circ}$

- Растоянието между оста на засаждащия диск и задния ръб на ботуша – s (фиг.5.2).

Важен управляем фактор, от който в най-голяма степен зависи заравянето на коренчетата на разсада, а от там и качеството на засаждане. Липсва информация за големината на този фактор в литературните източници.

На експерименталния образец регулирането на този фактор се осъществява чрез преместване на цялата садачна секция напред или назад по посоката на движение, спрямо ботуша, посредством винтове.

За определяне на нивото на изменение на този фактор се провеждат предварителни еднофакторни опити като управляем фактор е растоянието s, а изходни параметри – надлъжен наклон за засажените и присадени подложки и процентът на недозасажените и лошо засажените подложки.

Нивата на вариране при предварителния еднофакторен опит се избират:

$s=0 \text{ mm}$

$s=100 \text{ mm}$

$s=200 \text{ mm}$

С всяко от избраните нива на управляемия фактор се провеждат опити с трикратна повтаряемост. Резултатите се обработват по метода на еднофакторния дисперсионен анализ като за контрола се избира нивото $s=0$.

Предварителните опити за определяне на границите на управляемия фактор s са проведени през 2012г. в овощния разсадник на фирма “ Савел – Агро ООД ”. След обработка на данните от експериментите по метода на регресионния анализ е установено, че този фактор оказва влияние в границите $s=0 \div 100 \text{ mm}$. В този случай за нива на вариране се избират:

$s_{\text{min}}= 0 \text{ mm}$

$s_{\text{cp}} =50 \text{ mm}$

$s_{\text{max}}=100 \text{ mm}$

5.4. Резултати и анализи от многофакторните изследванията на опитния образец.

Изследването се извършва чрез планиран експеримет заложен по план ВЗ като управляеми фактори са кинематичният показател λ , ъгълът на освобождаване на подложката θ и растоянието от задния ръб на ботуша до оста на въртене на садачния диск – s. Нивата на вариране на факторите в натурален и кодиран вид са дадени в таблица 5.5.

Като изследвани параметри според методиката описана в Глава II се отчитат процентът на механично повредените засадени подложки Y_1 , процентът на недозасажените присадени подложки Y_2 , отклонение от стъпката на засаждане Y_3 и отклонение от вертикалната ос на засажените присадени подложки Y_4 .

Общите условия на проведените опити са дадени в таблица 5.1.

Таблица 5.1. Условия на провеждане на опитите

№		Размерност	
1	Механичен състав на почвата		Песъклива
2	Тип на почвата		Алувиално-ливадна
3	Наклон на терена	°	0÷1
4	Абсолютна влажност на почвата по време на опитите на дълбочина 0÷20 cm	%	14÷18
5	Предшестваща обработка: -оран -култивиране с брануване	cm cm	30÷35 12÷15
6	Наличие на растителни остатъци по повърхността на полето	-	няма
7	Дълбочина на засаждане на присажените подложки	cm	13÷15

Нивата на вариране на управляемите фактори в кодиран и натурален вид са дадени в таблица 5.5.

Таблица 5.5 Нива на вариране на управляемите фактори

Фактор Нива на вариране	Кодирани стойности	Натурални стойности		
		λ	θ градус	s mm
	$\dot{X}_i$	$\dot{X}_1$	$\dot{X}_2$	$\dot{X}_3$
Основно ниво	0	1,43	80°	50
Долно ниво	-1	1,23	70°	0
Горно ниво	+1	1,63	90°	100
Интервал на вариране	1	0,2	10°	50

Опитният образец на разсадосадачната машина е агрегиран с трактор МТЗ-80, без ходонамалител. Необходимата скорост на движение от порядъка на 0,36÷0,4 km/h (0,1÷0,11 m/s) се постига на първа бавна предавка с включен редуктор. Скоростта на трактора в този случай е 0,756 km/h (0,21 m/s) при максимална честота на въртене на двигателя от порядъка на 2200 min⁻¹. Необходимата скорост в случая се получава при 1100÷1150 min⁻¹, която се

контролира от бордовия оборотомер на трактора и се регулира от ръчката за газта (акселератора).

Планът на експеримента и обобщените резултати от изследването са дадени в таблица 5.

Таблица 5. План на експеримента и обобщени резултати от изследването

№	Матрица на плана на опита			Средни стойности на изследваните параметри			
				Y1 [%]	Y2 [%]	Y3 [cm]	Y4 [°]
1	+1	+1	+1	17,7	23,3	3	34
2	-1	+1	+1	13,3	21,3	1,5	22
3	+1	-1	+1	14	14,7	2,8	25
4	-1	-1	+1	1,7	14	1,8	7,67
5	+1	+1	-1	15,7	10	3,2	10,33
6	-1	+1	-1	5,3	10,3	1,2	5,33
7	+1	-1	-1	10,7	3,7	2,8	6
8	-1	-1	-1	0,7	5	1	3,33
9	+1	0	0	12,3	3,5	3,5	18,67
10	-1	0	0	1,7	2,7	1,2	3
11	0	+1	0	4	5	2	9,67
12	0	-1	0	1	6	2,5	3,33
13	0	0	+1	2,3	8,7	1,8	6,67
14	0	0	-1	1,3	3,33	2,2	2,33

Така получените резултати са обработени чрез програма STATISTICA 7, раздел за множествен регресионен анализ за всеки от изследваните параметри по отделно.

За параметъра процентът на механично повредените засадени подложки Y_1 след обработка, изключване на незначимите коефициенти и преизчисляване на значимите се получава следното уравнение:

$$Y_1 = 4,77 \cdot \dot{X}_1 + 2,73 \cdot \dot{X}_2 + 6,29 \cdot \dot{X}_1^2 \quad (5.4)$$

Критерият на Фишер $F_{(9,4)} = 13,832$ и вероятността му $p < 0,01115 < 0,05$ показват, че той е адекватен.

При равнище на значимост $\alpha = 0,05$ значими са само коефициентите $b_1 = 4,77$, $b_2 = 2,79$ и $b_{11} = 6,29$.

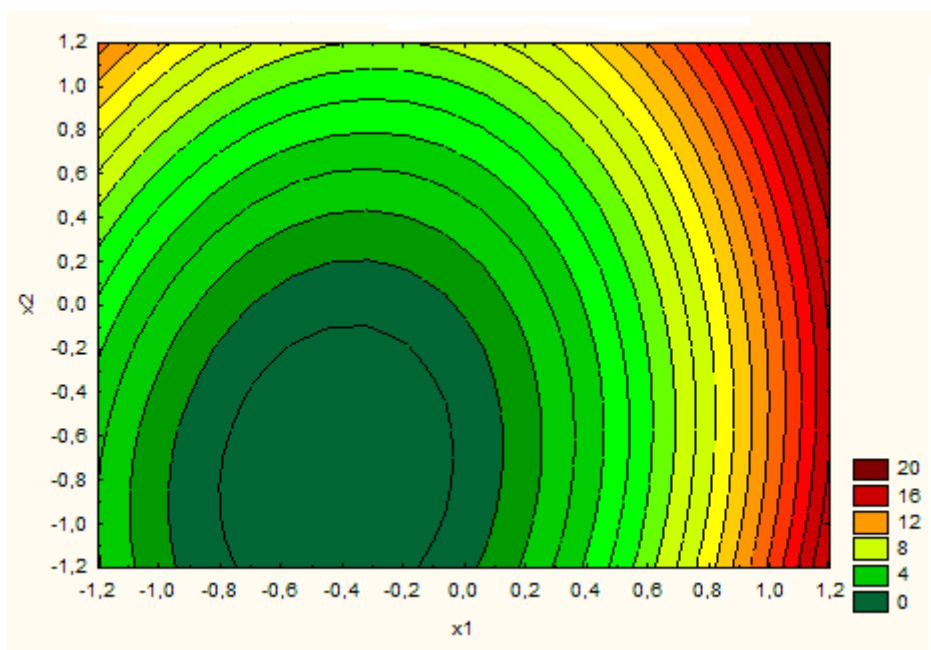
Факторът $\dot{X}_3$ в този случай несъществено влияе върху Y_1 .

Линиите на еднакво ниво за този параметър са дадени на фигура 5.6.

На фигура 5.6. ясно се вижда изразена зона на локален минимум за $\dot{X}_1$ от -0,8 до 0,0 и за $\dot{X}_2$ от 0,0 до -1,2.

От данните за изследвания параметър Y_2 – незасадени и лошо засадени подложки в % след обработка и изключване на незначимите коефициенти се получава следното уравнение:

$$Y_2 = 2,659 \cdot \dot{X}_2 + 4,97 \cdot \dot{X}_3 + 5,10 \cdot \dot{X}_2^2 + 5,62 \cdot \dot{X}_3^2 \quad (5.5)$$

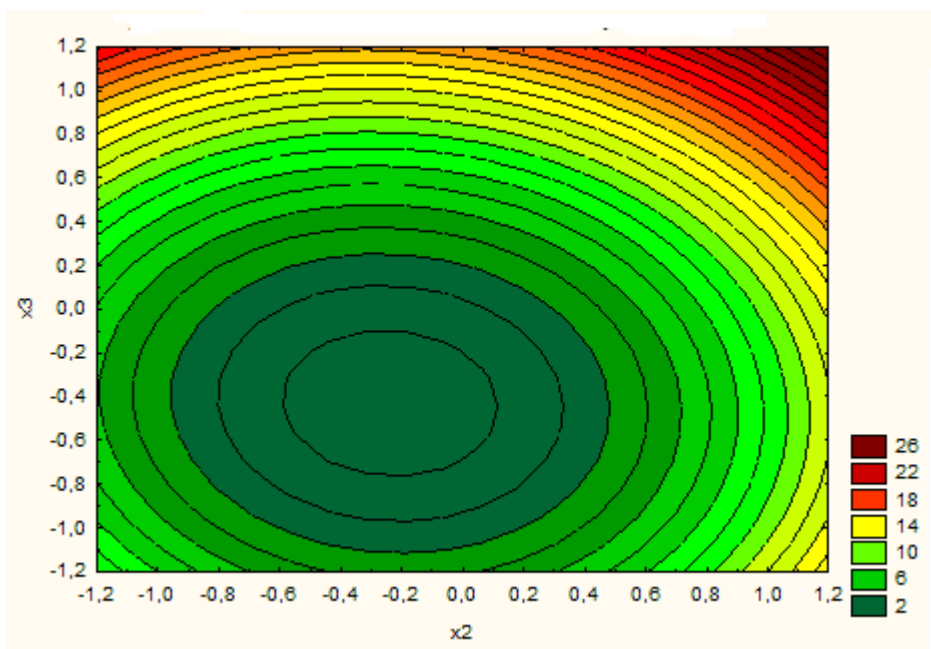


Фиг. 5.6. Линии на еднакво ниво за $Y_1 = 4,77 \cdot \dot{X}_1 + 2,73 \cdot \dot{X}_2 + 6,29 \cdot \dot{X}_1^2$

Моделът е адекватен $F_{(9,4)} = 6,396$ при вероятност $p = 0,04479$.

Управляемият фактор X_1 , който в случая не оказва съществено влияние е

Линиите на еднакво ниво са дадени на фиг. 5.8.



Фиг.5.8. Линии на еднакво ниво за $Y_2 = 2,659 \cdot \dot{X}_2 + 4,97 \cdot \dot{X}_3 + 5,10 \cdot \dot{X}_2^2 + 5,62 \cdot \dot{X}_3^2$

На фиг. 5.8. ясно е изразена зона на локален минимум за $\dot{X}_2$ -0,6 до 0,1, за $\dot{X}_3$ от -0,8 до -0,1.

За параметъра отклоненията от стъпката на засаждане – Y_3 , след обработката на данните се получава уравнението (5.6).

Моделът е адекватен $F_{(9,4)}=6,5664$ при вероятност $p<0,0428<0,05$.

$$Y_3=2,22+0,86.\dot{X}_1 \quad (5.6)$$

Значими са само коефициентите $b_0=2,22$ и $b_1=0,86$ и при ниво на значимост $\alpha=0,1$.

Коефициентът на определеност $R^2=0,9366$ е с твърде висока стойност т.е. може да се приеме, че линейния модел точно описва процеса за Y_3 .

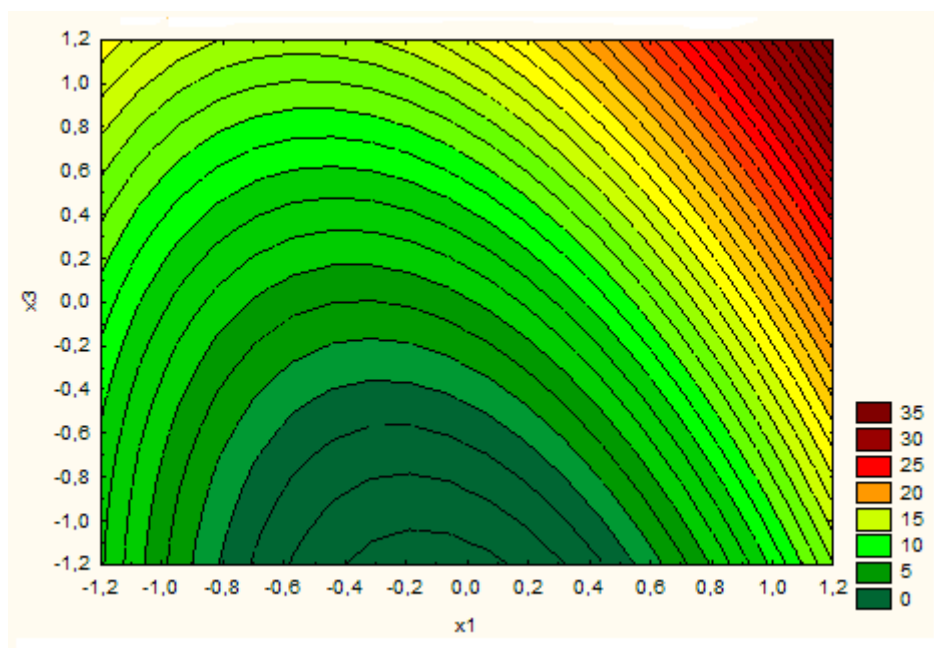
Резултатите от изследванията на засадените подложки с наклон спрямо вертикалната ос по голям от 10° - Y_4 , след обработката им по метода на множествения регресионен анализ дават следното уравнение:

$$Y_4=5,27.\dot{X}_1+6,80.\dot{X}_3 \quad (5.7)$$

Моделът е адекватен $F_{(9,4)}=6,6856$ при $p<0,04149$.

Несъществено влияещ в случая се оказва факторът X_2 .

Линиите на еднакво ниво за този параметър са дадени на фигура 5.



Фиг.5.10. Линии на еднакво ниво за $Y_4=5,27.\dot{X}_1+6,80.\dot{X}_3$

От така изведените регресионни модели на изследваните параметри формули 5.4; 5.5; 5.6 и 5.7 е видно че всеки параметър е функция от различна комбинация от управляемите фактори – Y_1 от $\dot{X}_1$ и $\dot{X}_2$; Y_2 от $\dot{X}_2$ и $\dot{X}_3$; Y_3 от $\dot{X}_1$ и Y_4 от $\dot{X}_1$ и $\dot{X}_3$. При така създалата се ситуация е невъзможно да се проведе условна оптимизация т. е. на един от моделите да се търси условен екстремум, а другите са въведени като ограничителни условия [27,29,30].

На графиките на линиите за еднакво ниво на параметрите Y_1 и Y_2 (фиг. 5.6 и фиг. 5.8) се наблюдават изразени зони на локални минимуми [7], а на графиката на линиите на еднакво ниво на параметъра Y_4 локалният минимум е на границата на изследваната област.

Само изследваният параметър Y_3 – отклонение от стъпката на засаждане е линейна функция на един управляем фактор - $\dot{X}_1$ - кинематичния показател. Разглеждайки уравнението от формула 5.6 е явно че отклонението от стъпката на засаждане нараства с нарастването на управляемия фактор. Важно е да се отбележи, че нарастването на отклонението от стъпката на засаждане е с положителен знак т.е. по посока на увеличаването и. Това е нормално като се има предвид, че увеличаването на кинематичния показател се осъществява чрез намаляването на предавателното число от опорното колело към садачния апарат (фиг. 5.3). При един и същи съпротивителен момент при задвижване на садачния апарат при по-малко предавателно число към опорното колело се предава по-голям съпротивителен момент, от там съпротивителната периферна сила на опорното колело нараства, а с нея нараства приплъзването му и стъпката на засаждане.

Управляемият фактор $\dot{X}_1$ – кинематичният показател е значим за параметрите Y_1 – механично повредени засадени подложки в % и Y_4 присадени подложки засадени с наклон по-голям от 10° от вертикалната ос. От фиг. 5.6 зоната на локален минимум за Y_1 е при $\dot{X}_1 = -0,4 \div 0,2$, а от фиг. 5.10 зоната за локален минимум за $Y_4=0$ е при $\dot{X}_1 = -0,8 \div 0,0$. Постигането на минимуми за $Y_1=0$ и $Y_4=0$ се осъществява за $\dot{X}_1 = -0,4 \div 0,0$. Преизчислявайки в реални стойности за управляемия фактор кинематичен показател се приемат стойностите:

$$\lambda = 1,31 \div 1,43 \quad (5.8)$$

Факторът $\dot{X}_2$ – ъгълът на освобождаване на присадената подложка от засаждащата щипка е значим за параметрите Y_1 и Y_2 . От фиг. 5.6 зоната на локален минимум $Y_1=0$ е при стойности на $\dot{X}_2 = -1 \div -0,2$, а от фиг. 5.8 за $Y_2=0$ е при $\dot{X}_2 = -0,6 \div -0,1$. За оптимални граници на факторът $\dot{X}_2$ може да се приемат потесните граници т.е. $\dot{X}_2 = -0,6 \div -0,2$. В реални стойности за ъгълът на освобождаване на подложката се получава:

$$\theta = 74^\circ \div 78^\circ \quad (5.9)$$

Аналогично факторът $\dot{X}_3$ – разстояние между задния ръб на ботуша и оста на въртене на садачния диск, е значим за Y_2 и Y_4 . От фиг. 5.8 минимумът на $Y_2=0$ е при $\dot{X}_3 = -1 \div 0,2$, а от фиг. 5.10 минимумът на $Y_4=0$ е при $\dot{X}_3 = -1 \div -0,4$. В този случай се приема $\dot{X}_3 = -1 \div -0,4$. В реални стойности се получава:

$$s = 0 \div 20 \text{ mm} \quad (5.10)$$

5.5. Резултати от полските изследвания на опитния образец.

С приетите за стойности на управляемите фактори са проведени [5] полски изпитания на експерименталния образец.

Опитите са проведени през 2013 ÷ 2015 г. на овощен разсадник на фирма „Савел-Агро“ ООД, в землището на село Строево, община „Марица“, Пловдив. Условието, при които са проведени опитите са дадени в таблица 5.1.

За задвижване на садачните апарати са подбрани зъбни колела както следва (фиг. 5.3.)

$$\begin{aligned} z_1 &= 16; \\ z_2 &= 14; \\ z_3 &= 10; \end{aligned}$$

$$z_4=12. \quad (5.11)$$

при тази комбинация се постига за кинематичен показател $\lambda=1,36$ и стъпка на засаждане –Т:

$$T = \frac{\pi \cdot D_k \cdot i}{z(1-\eta)} \quad (5.12)$$

където: D_k е диаметърът на опорното колело на садачната машина в m ,
 z – броят на щипките на садачния апарат,
 η – приплъзването на опорното колело.

След заместване в 5.12. за стъпката на засаждане се получава:

$$T \approx 20 \text{ cm} \quad (5.13)$$

Ботушът е регулиран на дълбочина на засаждане $15 \div 18 \text{ cm}$.

Разстоянието s (фиг.5.2.) е регулирано на 20 mm , а ъгълът на освобождаване на захванатата от щипката подложка θ е регулиран на 78° .

Опитният образец на разсадосадачната машина (фиг. 5.2) е агрегиран с трактор МТЗ-80. Изследванията са проведени на първа бавна предавка на трактора, с включен редуктор без ходонамалител. Скоростта на трактора в този случай е $0,756 \text{ km/h}$ ($0,21 \text{ m/s}$) [13], при 2200 min честота на въртене на двигателя. Необходимата скорост в случая от $0,7 \div 0,72 \text{ km/h}$ се постига при $2050 \div 2100 \text{ min}$. Честотата на въртене на двигателя се контролира от бордовия оборотомер на трактора и се регулира от ръчката на газта (акселератора).

Проведени са изследвания с 3 сорта присадени и вкоренени ябълкови подложки на подложка М 26 присадени сортове „Златна превъзходна“, „Гала“ и „Пинова“.

Опитите са проведени с трикратна повтаряемост за всеки сорт като контрола е ръчното засаждане, а вариант е машинното засаждане, като изходни параметри след изваждане на дърветата са отчитани: стандартни дървета в %, механично повредени дървета в % и нестандартни дървета в %.

Резултатите от изследванията са дадени в таблица 5.17, таблица 5.18 и таблица 5.19.

Таблица 5.17. Резултати от изследванията за сорт „Златна превъзходна“

Повторения Варианти	Стандартни дървета %			Нестандартни дървета %			Механично повредени дървета %		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ръчно засаждане	74,2	79,6	80,1	25,1	18,2	17,2	0,7	3,2	2,7
Механизирано засаждане	75,1	78,8	81,2	21,8	18,4	18,2	3,1	2,8	0,6

Таблица 5.18. Резултати от изследванията за сорт „Гала”

Повторения Варианти	Стандартни дървета %			Нестандартни дървета %			Механично повредени дървета %		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ръчно засаждане	82,5	88,7	96,1	13,3	9,7	3,4	1,2	1,6	0,5
Механизирано засаждане	80,6	84,3	92,5	13,2	15,3	6,2	1,7	0,4	1,3

Таблица 5.19. Резултати от изследванията за сорт „Пинова”

Повторения Варианти	Стандартни дървета %			Нестандартни дървета %			Механично повредени дървета %		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ръчно засаждане	72,1	76,2	83,4	25,1	21,6	15,6	2,8	2,2	1,0
Механизирано засаждане	73,5	74,2	82,2	25,1	25,2	14,5	1,4	0,6	3,3

Данните за стандартните дървета в % за трите изследвани сорта са обработени по метода на еднофакторния дисперсионен анализ [29] за всеки сорт по отделно, като за контрола е прието ръчното засаждане, а за вариант – машинното.

И при трите изследвани сорта изчисления критерий на Фишер F_A е по-малък от табличния $F_{0,05;1;4}=8,37$, което означава че изследваният фактор – механизано засаждане, не оказва съществено влияние върху процентът на стандартните дървета т.е. така разработения садачен апарат и експериментален образец са функционално годни за производството на овошен посадъчен материал.

5.6. Изводи:

1. Разработена е конструкция на засаждаща щипка, която осигурява стабилно захващане на присадените подложки.
2. Определени са границите в които разстоянието от оста на засаждащия диск до задния ръб на ботуша оказва влияние върху изследваните параметри.
3. Определени са стойностите на управляемите фактори при, които разработения опитен образец осигурява най-качествена работа.
4. Разработения експериментален образец с конструираната засаждаща щипка, осигурява качество на работата съгласно агротехническите изисквания.
5. Количеството годни за продажба дървета, засадени с експерименталния образец е същото, както при ръчно засаждане.

ОБЩИ ИЗВОДИ

1. Дисковите и конвейерни садачни апарати удовлетворяват изискванията за качествено засаждане на млади дръвчета и присадени подложки.

2. Контактът на засаждащите щипки със засадените присадени подложки води до механичното им повреждане, представляващо събаряне или разместване на калемите.

3. Определени са основните размерни характеристики на присадените ябълкови подложки, във връзка с механизираното им засаждане:

- масата им:
за тънка фракция $31.57\text{ g} \pm 19.98\text{ g}$,
за дебела фракция $58.33\text{ g} \pm 31.98\text{ g}$,
- координата на центъра на тежестта и за двете изследвани фракции на подложките е в рамките на $20.45\text{ cm} \pm 8.1\text{ cm}$.
- разсейването на размерите на координата на центъра на тежестта е $\pm 8.1\text{ cm}$.
- общата дължина на изследваните присадени подложки е в рамките на $48,5 \div 51,2 \pm 7,8\text{ cm}$.

4. Изведена е зависимостта между броя на щипките и кинематичния показател, чрез нея може да се определи максималната стойност на кинематичния показател в зависимост от броя на щипките, при което се гарантира не пресичане на траекторията на върха на щипките на засаждения от предната щипка резник.

5. Установени са максималната дължина на плъзгане на върха на щипката по засаждения резник, която е от порядъка на 23 cm и максималното и максималното му донаклоняване, от порядъка на 42° .

6. Определени са стойностите на управляемите фактори при, които разработения опитен образец осигурява най-качествена работа:

- за кинематичния показател са в границите $1,31 \div 1,43$,
- за ъгъла на освобождаване на захванатата подложка са в границите $74^\circ \div 78^\circ$,
- за разстоянието между оста на въртене на садачния апарат и задния ръб на ботуша са в границите $0 \div 20\text{ mm}$.

7. Разработения експериментален образец с конструираната засаждаща щипка, осигурява качество на работата съгласно агротехническите изисквания.

8. Количеството годни за продажба дървета, засадени с експерименталния образец е същото, както при ръчно засаждане, т.е. той е функционално годен.

ПРИНОСИ ОТ ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Научно – приложни приноси:

Установена е връзката между кинематичния показател и броя на щипките на дисковия садачен апарат, с цел траекторията на върха на щипката да не прасича засадената от предната щипка присадена подложка, за да не и нанася механични повреди.

Приложни приноси:

Разработена е конструкция на засаждаща щипка съобразена с конкретните физико – механични характеристики на присадените подложки.

С разработената щипка е разработен експериментален образец, като тя е монтирана към дисковия садачен апарат на съществуваща машина.

Определени са стойностите на управляемите фактори при, които разработения опитен образец осигурява най-качествена работа.

Проведено е изследване на разработения експериментален образец и е установено, че качеството на получените стандартни дръвчета удовлетворява изискванията на потребителите.

СПИСЪК на публикациите по дисертационния труд

4. **Запрянова Й.**, З. Запрянов. 2013 Изследване на кинематичните параметри на дисков садачен апарат, Научни трудове на Русенски университет "А. Кънчев", том 52, серия 1.1, Русе, стр 99-101
5. **Запрянова Й.**, Запрянов З., Табаков С. 2014. Изследване на прототип на садачен апарат за засаждане на присадени и вкоренени ябълкови подложки, II Международен научен конгрес **"МАШИНИ ЗА СЕЛСКОТО СТОПАНСТВО"**, Международно научно, научноприложимо и информационно списание, Механизация на земеделието, книжка 4/2014, стр 6-8, София, България
6. **Запрянова И.** 2015. ИЗСЛЕДВАНЕ НА НЯКОИ ОТ ФИЗИКО-МЕХАНИЧНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРИСАДЕНИТЕ И ВКОРЕНЕНИ ЯБЪЛКОВИ ПОДЛОЖКИ ВЪВ ВРЪЗКА С МЕХАНИЗИРАНОТО ИМ ЗАСАЖДАНЕ, Юбилейна научна конференция с международно участие, Научни трудове на АУ-Пловдив 2015.

INVESTIGATION OF PLANTING UNITE FOR GRAFTING APPLES ROOTSTOCKS

Abstract

The question discussed concerns the mechanized planting of grafting apples rootstocks. An analysis has been conducted and the necessity of selectoin construtural parameters of planting unite, accordance the sizes of grafting rootstocks.

An investigation has been conducted at the at the physics – mechanical index of the grafting rootstocks, interrelated with machinery planting.

On the basis of a cinematic analysis has been proved cinematic index of disc planting unit.

On the basis of the physics – mechanical index of grafting rootstocks and cinematic parameters has been designed planting clips and planting unite.

On the basis of multiple factors experiment the planting unite was tasted.