П.Ф. Алиева, Н.А. Мусаев // Достижения в области биологии и наук о Земле. – Баку: Институт Ботаники Национальной АН Азербайджана, 2018. – Том 3. – № 1. – С. 60-68.

2. Понятов А. Сложная судьба электрокультуры / А. Понятов // Наука и жизнь.– М.: АНО, 2020. – С. 20-30.

3. Экологически чистые электротехнологии в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheski-chistye-elektrotehnologii-v-selskom-hozyaystve/viewer (дата обращения: 12.11.2024).

4. Электрокультурное земледелие: революционный метод повышения урожайности и устойчивости? [Электронный ресурс] https://agtecher.com/ru/electro-culture-agriculture/ (дата обращения: 12.11.2024).

© *Манойлина С.З., Ворохобин А.В., 2024*

УДК 629.3.02

Мельник Юрий Виссарионович
Технический университет Молдовы, доцент, доктор технических наук, Молдова, Кишинев,
e-mail: iurie.melnic@im.utm.md

Бадюл Владимир Георгиевич
Технический университет Молдовы, кафедра Технологии и технические средства для сельского хозяйства и развития села, аспирант, Молдова, Кишинев,
e-mail: badiulvladimir@gmail.com

Теоретические основы технологического процесса работы рассадопосадочных маши

Аннотация. В статье предложена классификация, основанная на способе перемещения рабочих органов посадочного аппарата, в которой выделены три группы рассадопосадочных машин: с перемещением рабочих органов в вертикальной плоскости, горизонтальной плоскости и комбинированным способом. Скорость посадки рассады зависит от следующих основных факторов: частоты m подачи рассады, шага посадки *l*, конструкции посадочного аппарата с держателями рассады, состояния посадочного материала, а также от опыта и квалификации операторов рассадопосадочных машин. Изучение технологического процесса работы рассадопосадочной машины, а также фазовый анализ рабочего процесса рассадопосадочной машины. В результате теоретического исследования технологического процесса рассадопосадочной машины была получена зависимость между различными факторами, от которых зависит максимальная рабочая скорость посадки рассады.

Ключевые слова: рассадопосадочная машина, скорость работы, рассада, шаг посадки рассады, рассадопосадочная машина карусельного типа.

Yuri Melnik V.
Technical University of Moldova, Associate Professor, Doctor of Technical Sciences, Moldova, Kishinev,
e-mail: iurie.melnic@im.utm.md

Vladimir Badyul G.
Technical University of Moldova, department Technologies and technical means for Agriculture and Rural Development, graduate Student, Moldova, Chisinau,
e-mail: badiulvladimir@gmail.com

Abstract. The article proposes a classification based on the movement method of the working elements of the planting apparatus, which distinguishes three groups of transplanting machines: those with working elements moving in the vertical plane, in the horizontal plane, and in a combined manner. The speed of seedling planting depends on the following key factors: the frequency of seedling supply (m), the planting step (l), the design of the planting apparatus with seedling holders, the condition of the planting material, as well as the experience and qualifications of the operators of transplanting machines. Study of the technological process of the transplanting machine operation, as well as the phase analysis of the working process of the transplanting machine. As a result of the theoretical study of the technological process of the transplanting machine, a relationship was established between various factors that influence the maximum working speed of seedling planting.
Keywords: transplanting machine, working speed, seedlings, planting step, carousel-type transplanting machine.

Введение. Рассадный способ выращивания овощных культур является наиболее эффективным агротехническим приемом, позволяющим получать высокие урожаи в достаточно короткие сроки. В результате внедрения в производство современных технологий выращивания рассады и создания все более производительных конструкций посадочных машин проблема увеличения производства овощей в открытом грунте может быть решена.

По сравнению с другими сельскохозяйственными машинами рассадопосадочные машины изучены меньше всего. Это связано и с тем, что в целом в мире площадь плантаций культур, выращиваемых рассадой (овощи, табак, клубника и т.д.), незначительна по сравнению с другими полевыми культурами. Поэтому ученых, занимающихся машинами для посадки рассады, немного, а проблем для изучения в этой области достаточно много.

Формулировка проблемы. Согласно нескольким классификациям, основанным на принципе работы [1, 2, 3], машины для высадки рассады делятся на простые, полуавтоматические и автоматические.
Технологический процесс машин этих категорий в основном отличается от способа выполнения операций: ручного или автоматического. В простых машинах большинство операций выполняется вручную и только одна или две операции - автоматически, без фактического участия рабочего.

В автоматических рассадопосадочных машинах все операции выполняются автоматически, но такие машины недоступны для большинства фермеров из-за их высокой стоимости. Поэтому наибольшее распространение получили полуавтоматические рассадопосадочные

машины, технологический процесс которых будет рассмотрен ниже.

Анализ последних исследований и публикаций. Процесс высадки рассады с помощью полуавтоматических рассадопосадочных машин состоит из следующих основных технологических операций:

- ручное извлечение оператором рассады из ящика или кассеты и подача их в держатель рассады (выполняется вручную);
- формирование борозд (выполняется автоматически);
- перемещение и укладка рассады в борозду, открытую сошником (выполняется автоматически);
- полив рассады в борозде с помощью оросительной системы, установленной на тракторе (осуществляется автоматически);
- посадка растений с уплотнением почвы вокруг корней рассады с помощью уплотняющих колес (выполняется автоматически)

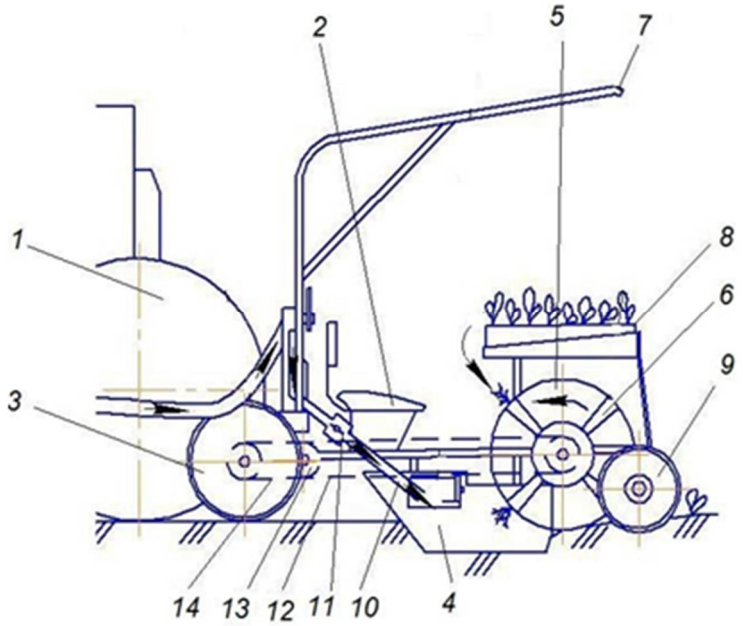
В зависимости от способа перемещения рабочих органов посадочного аппарата, вы можете получить различные возможности для усовершенствования этих машин.

Итак, по способу перемещения рабочих органов посадочного аппарата выделяют три группы рассадопосадочных машин:

- с перемещением рабочих органов посадочного аппарата в вертикальной плоскости (с вертикальным диском) (рис. 1);
- с перемещением рабочих органов высаживающего аппарата в горизонтальной плоскости (с горизонтальным диском) (рис. 2);
- совместный метод

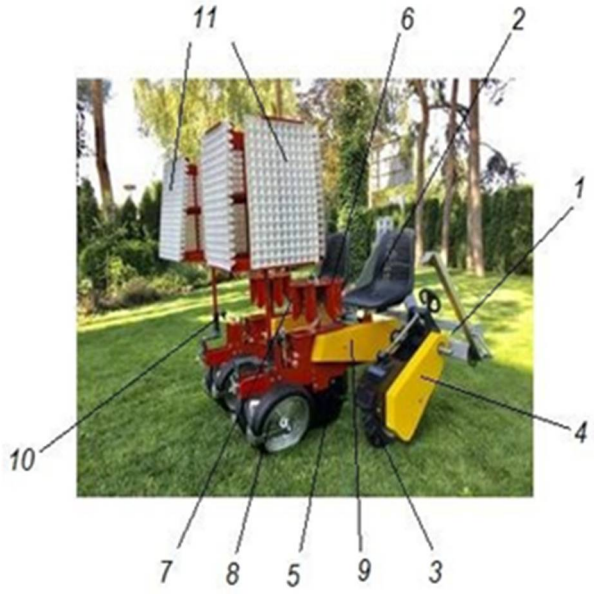
Многие ученые занимались проблемами всестороннего изучения рассадопосадочных машин МПР-5, СКН-6А и др. с вертикальным диском, на котором закреплены держатели рассады [1, 2, 3]. Процесс работы таких машин достаточно хорошо изучен как в теоретическом, так и в практическом плане.

Однако в последние десятилетия началось бурное развитие технологий выращивания рассады в кассетах [4, 5]. Одновременно началась интенсивная работа по совершенствованию конструкций рассадопосадочных машин карусельного типа [6, 7, 8, 9], которые в настоящее время являются наиболее распространенными. Поэтому необходим более универсальный и комплексный подход к изучению технологического процесса высадки рассады и проанализировать процесс работы рассмотренных конструкций пересадочных машин.



1 – трактор; 2 – переднее сиденье; 3 – опорно-приводное колесо; 4 – сошник; 5 – вертикальный посадочный диск; 6 – держатель рассады; 7 – навес; 8 – ящик с рассадой; 9 – уплотняющие катки; 10 – поливная труба; 11 – идозатор для системы полива; 12 и 14 – цепные передачи; 13 – коробка передач

Рис. 1. Схема пересадочной машины с движением рабочих органов посадочного аппарата в вертикальной плоскости



1 – органами перемещения посадочного аппарата в вертикальной плоскости (с вертикальным диском): 1 рама; 2 – сиденье оператора сажалки; 3 – опорно-приводное колесо; 4 – цепная передача; 5 – сошник; 6 – горизонтальный диск высаживающего аппарата; 7 – стаканы; 8 – прижимные колеса (ролики); 9 – трансмиссия; 10 – подставка для рассады; 11 – кассеты с рассадой

Рис. 2. Пересадочная машина Solan с рабочими органами перемещения посадочного аппарата в горизонтальной плоскости

Известно [2, 3, 8], что скорость посадки рассады зависит от многих факторов, основными из которых являются: частота подачи рассады, шаг посадки, конструкция посадочного аппарата с держателями рассады, состояние посадочного материала, а также опыт или мастерство операторов посадки и др.

Шаг высадки рассады устанавливается в соответствии с сельскохозяйственными требованиями для посадки соответствующей культуры. При уменьшении шага высадки рассады необходимо также уменьшить скорость работы высаживающего аппарата. Подача рассады в держатели или стаканчики посадочного аппарата также ограничена физическими возможностями человека, а именно количеством рассады, подаваемой в минуту, или частотой m. Оператор средней квалификации может подавать в среднем 35-40 саженцев в минуту в держатель или стаканчики [2, 3].

Результаты исследования. 1. Скорость посадки

Рабочая скорость передвижения рассадопосадочной машины при условии Vм = Vр – определяется по формуле

$$V_M = \frac{\pi D m}{iz(1-\varepsilon)} \quad (1)$$

где D – диаметр ведущего колеса м;
i – передаточное отношение привода;
z – число рассадодержателей;
ε – коэффициент скольжения;
m – частота закладки рассады в рассадодержатель.

Как видно из уравнения (1), скорость определяется без непосредственного учета шага посадки t. Этот показатель определен и представляет собой следующее уравнение:

$$\mathrm{t} = \frac{\pi \mathrm{D}}{\mathrm{z}} * \frac{1}{\lambda} \quad (2)$$

где λ – показатель кинематического режима работы рассадопосадочной машины.

$$\lambda = \frac{V_d}{V_m}, \quad (3)$$

где V_d – скорость диска в рассматриваемой точке, расположенной на некотором радиусе r, совпадающем с точкой на рассаде в рассадодержателе, которая, попадая в борозду будет соприкасаться с почвой

$$\mathrm{V_d} = \omega * r, \quad (4)$$

где ω – периферийная скорость диска высаживающего аппарата 1/с;
r – радиус до рассматриваемой точки на диске, м.

Таким образом, скорость рассадопосадочной машины определяется с помощью формул (1) и (2), в результате чего мы получим.

$$V_m = \frac{60lm}{i(1-\varepsilon)}. \quad (5)$$

Подставляя формулы (1) и (4) в формулу (3), получим показатель

кинематического режима работы λ:

$$\lambda = \frac{\omega r * i(1-\varepsilon)}{60lm}. \quad (6)$$

Учитывая, что показатель кинематической работы λ при условии, что $V=V_{md}$ равен единице, то из формулы (6) легко найти частоту m подачи рассады:

$$60l\text{m}=\omega\text{r}*\text{i}(1-\varepsilon),$$

$$\text{m}=\frac{\omega\text{r}*\text{i}(1-\varepsilon)}{60l}. \quad (7)$$

Отсюда можно определить зависимость от этапа высадки рассады *l* на частоту m подачи рассады:

$$l = \frac{\omega\text{r}*\text{i}(1-\varepsilon)}{60m}. \quad (8)$$

Таким образом, увеличение скорости движения рассадопосадочной машины *V*м возможно за счет увеличения частоты закладки рассады в рассадодержатель m.

Следовательно, чтобы увеличить скорость посадки рассады, необходимо увеличить частоту подачи рассады m в посадочной секции.

Этого можно добиться следующими способам:

1. Установкой дополнительного устройства, облегчавшего подачу рассады и позволявшего увеличить темпы работы между сажальщиком и посадочным аппаратом;

2. Увеличением количества сажальщиков на посадочной секции машины.

3. Использовать карусельные рассадопосадочные машины для посадки. [7, 8].

4. Использовать хорошо обученных и опытных сажальщиков при выполнении посадки рассады. [8,10].

Ранее было отмечено, что сажальщик может поместить в среднем 35-40 саженцев в держатель или стаканчик в минуту. Это справедливо для сажальщика, работающего одной рукой на вертикально дисковой рассадопосадочной машине.

Однако в случае с использованием карусельного типа посадки, сажальщик имеет возможность работать двумя руками одновременно, а следовательно он может поместить в стаканчик рассадопосадочной машины в среднем 60 саженцев. Опытный и хорошо обученный сажальщик может поместить в стаканчики до 60-80 саженцев в минуту [10].

Следовательно, скорость подачи саженцев в стаканчики (держатели) или частота m фактически определяет максимальную рабочую скорость рассадопосадочной машины, которая может быть найдена по следующей формуле [11]:

$$V_{mmax}=0.06\text{m}l, \quad (9)$$

где V_{mmax} – максимальная рабочая скорость рассадопосадочной машины, км/ч;

l – шаг посадки рассады, м.

Для удобства изучения переведем скорость в м/с, и тогда

$$V_{mmax}=0.0167m_{max}\,l\,, \tag{10}$$

где m_{max} – максимальная величина постановок саженцев в стаканчики (держатели) для рассады.

Время необходимое для нахождения одного саженца в рассадодержателе определяем из выражения

$$t_{lmax}=\frac{60}{m}, \tag{11}$$

где t_{lmax} – максимальное время пребывания одного саженца в рассадодержателе, с.

Например, при частоте m=40 саженцев /мин. Получается время посадки, равное t_{lmax}=1,5 сек.

Этот показатель очень важен для изучения фазового анализа процесса работы рассадопосадочных машин, так как для машин карусельного типа время попадания саженцев из стаканчика в сошник для одного и того же вида рассады является постоянной величиной. Это напрямую влияет на качество работы рассадопосадочной машины при увеличении скорости посадочного агрегата. Подставив формулу (10) в (11), можно получить:

$$t_1=\frac{l}{V_{mmax}}\,, \tag{12}$$

$$V_{mmax}=\frac{l}{t_1}, \text{ м/с}. \tag{13}$$

Например, при шаге посадки l = 0,3 м и максимальном времени подачи одного саженца t_1 = 1,5 с, получается V_{mmax} = 0,2 м/с или V_{mmax} = 0,72 км/ч.

Тогда в производственных условиях, зная шаг посадки l и возможности сажальщика и, выраженные через частоту m, можно легко определить максимальную рабочую скорость рассадопосадочной машины:

$$V_{mmax}=\frac{m_{max}l}{60}, \tag{14}$$

$$V_{mmax}=0{,}06m_{max}l. \tag{15}$$

Повышение рабочей скорости V_m движения рассадопосадочной машины возможно за счет увеличения частоты подачи рассады m в рассадодержатель. Только решив эту задачу с помощью предложенных ранее методов, можно переходить к техническим вопросам совершенствования конструкции машины и ее рабочих органов [13].

Изучение теории технологического процесса работы рассадопосадочной машины, а также фазовый анализ рабочего процесса рассадопосадочной машины карусельного типа позволяет лучше понять пути совершенствования конструкции машины, ее рабочих органов и даст

важные практические решения по повышению скорости ее работы [14, 15, 16].

2. Укладка рассады рабочими органами рассадопосадочных машин

2.1. Процесс укладки рассады в борозду рассадопосадочными машинами с вертикальным дисковым рабочим органом

Существенной особенностью рабочего процесса любой рассадопосадочной машины является то, что укладка рассады в открытую борозду и заделка ее почвой производится на ходу при определенной скорости V_M. Очевидно, что при выполнении указанных операций абсолютная скорость рассады должна быть равна нулю, т е.

$$V_M + V_P = 0, \qquad (16)$$

где V_P – линейная скорость точки захвата рассады держателем в момент высадки ее в почву, м/с.

Для обеспечения этого условия необходимо, чтобы в некоторый промежуток времени, необходимый для высадки рассады, линейная скорость захвата аппарата была равна скорости машины и противоположно ей направлена. Так как привод рассадопосадочных аппаратов в большинстве случаев осуществляется от ходовых или прикатывающих колес, имеющих скольжение, то условие (1) практически не выполняется. Поскольку рассада имеет вполне определенную (установленную агротехническими требованиями) длину (рис. 3), то получить необходимую абсолютную скорость в момент заделки рассады в почву возможно только для одной точки рассады [16].

$$x = V_M t + R_i cos\omega t,$$
$$y = R_i + h_i - R_i sin\omega t.$$

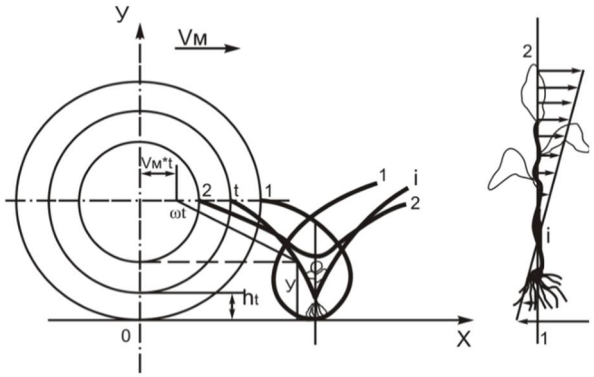


Рис. 3. Траектория движения рассады при посадке

Оптимальные результаты по качеству высадки рассады при использовании дискового аппарата достигаются, когда эта точка находится на уровне поверхности поля, с глубиной бороздки hi. В этом случае уравнение траектории абсолютного движения точки 1 в параметрической форме в выбранной системе координат будет следующим:

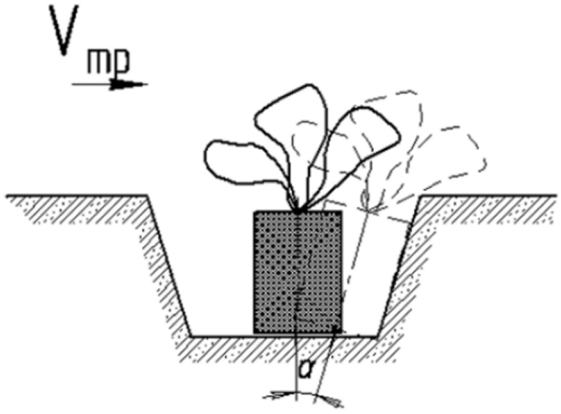
Скорость точки i по оси x в момент заделки растения Vx=0 и угол поворота конца зажима $\omega t = \frac{\pi}{2}$, т.е. выражение будет иметь следующий вид:

$$V_X = V_M - R_1\omega = 0.$$

Таким образом, $V_X = R_1\omega = 0$. Это соотношение показывает отношение линейной скорости движения крайней точки захвата рассады к поступательной скорости всего агрегата.

2.2. Процесс укладки рассады в борозду с горизонтальным рабочим органом

В исследовании В.И. Константинова [19] указано, что скорость растения при движении в распределительно-высаживающем механизме рассадопосадочной машины складывается как сумма горизонтальной скорости Vгор и вертикальной составляющей Vверт. В этом случае рассада, высвобожденная из посадочного стакана, будет стремиться упасть в борозду под некоторым углом α к вертикали в профиле борозды – по направлению движения транспортёра и в направлении борозды – в сторону движения МТА (рис. 4).

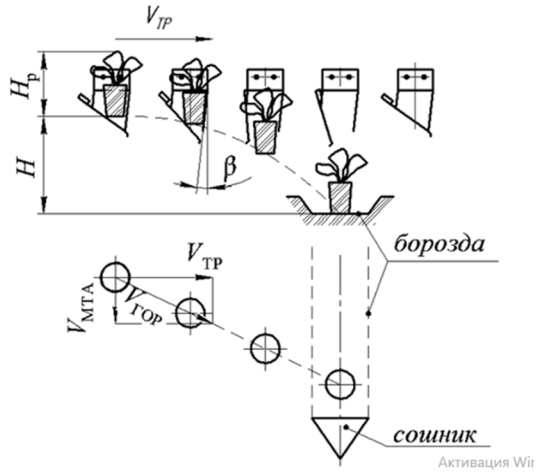


Vтр – скорость транспортёра, м/с;
α – угол отклонения рассады в профиле борозды, град.

Рис. 4. Расположение рассады в профиле борозды

Такая ориентация растения в борозде является причиной его повреждения после присыпания почвой и уплотнения почвы прикатывающими колесами, и, как следствие, увеличивается период восстановления после высадки и снижается урожайность культуры.

Особенностью конструкций при движении распределительно высаживающего устройства так же, как и во всех машинах является наличие горизонтальной составляющей скорости Vгор (рис. 5).



H – высота падения, м; Hp – высота растения, м; Vтр – скорость транспортёра, м/с; VMTA – скорость движения машинно-тракторного агрегата, м/с; Vгор – горизонтальная составляющая скорости транспортёра, м/с; β – угол наклона подвижной части посадочного стакана относительно неподвижной, град

Рис. 5. Схема пространственного перемещения ТПК с рассадой из посадочного стакана в борозду

Посадочный стакан с рассадой отклоняется в сторону против хода машины, благодаря чему ТПК с рассадой получает горизонтальную скорость против хода распределительно высаживающего аппарата и частично компенсирует его скорость Vгор.

Исходя из приведенных ранее данных и расчетов видно, что скорость посадки является важным показателем работы рассадопосадочной машины. Однако качество посадки рассады при этом не должно теряться.

Эти два основных параметра в современных конструкциях рассадопосадочных машин напрямую зависят друг от друга. Также имеется и еще один немаловажный параметр, такой как шаг посадки. От него напрямую зависит скорость агрегата и как следствие качество укладки рассады в борозду.

Как отмечалось ранее процесс посадки рассады рассадопосадочными машинами особенно современных конструкций еще недостаточно изучен и потребует еще немало времени.

В связи с этим, необходимо провести дополнительные исследования, направленные на оптимизацию работы рассадопосадочных машин с учетом всех трех параметров: скорости посадки, качества укладки и шага посадки. Это позволит не только повысить эффективность работы машин, но и улучшить общие показатели урожайности.

Одним из возможных направлений для улучшения качества посадки может стать внедрение современных технологий автоматизации и сенсорных систем, которые позволят более точно контролировать процесс посадки. Например, использование датчиков для определения глубины

закладки рассады и ее положения в борозде может значительно повысить точность и равномерность укладки.

Кроме того, стоит рассмотреть возможность применения адаптивных алгоритмов, которые будут настраивать параметры работы машины в зависимости от условий поля и характеристик рассады. Это может включать в себя автоматическую коррекцию скорости движения в зависимости от типа почвы, влажности и других факторов.

Комплексный подход к исследованию и разработке новых технологий для рассадопосадочных машин позволит создать более эффективные и надежные решения, которые будут отвечать требованиям современного сельского хозяйства. Это, в свою очередь, окажет положительное влияние на производительность и устойчивость агросектора в целом.

Выводы

1. Важность скорости и качества посадки: Скорость посадки является ключевым показателем работы рассадопосадочных машин, но не менее важным остается качество укладки рассады. Эти два параметра взаимосвязаны и должны оптимизироваться одновременно для достижения наилучших результатов.

2. Роль шага посадки: Шаг посадки является третьим критически важным параметром, который влияет на скорость работы агрегата и качество укладки рассады. Правильный выбор шага посадки может существенно улучшить эффективность работы машин.

3. Необходимость дальнейших исследований: Процесс посадки современными рассадопосадочными машинами требует более глубокого изучения. Исследования должны сосредоточиться на оптимизации трех основных параметров: скорости посадки, качества укладки и шага посадки.

4. Внедрение технологий автоматизации: Использование современных технологий, таких как автоматизация и сенсорные системы, может существенно повысить точность и равномерность укладки рассады. Датчики для контроля глубины и положения рассады могут улучшить качество посадки.

5. Адаптивные алгоритмы: Применение адаптивных алгоритмов для настройки параметров работы машин в зависимости от условий поля и характеристик рассады может привести к улучшению производительности и качества посадки.

6. Комплексный подход: Разработка новых технологий и комплексный подход к исследованию рассадопосадочных машин позволят создать более эффективные и надежные решения для агросектора, что положительно скажется на его производительности и устойчивости.

Таким образом, для достижения высоких результатов в процессе посадки рассады необходимо интегрировать современные технологии и

проводить дальнейшие исследования, что в конечном итоге приведет к улучшению общей эффективности сельского хозяйства.

Список источников

1. Caproiu S. Masini agricole de lucrat solul, semanat si intretinerea culturilor / S. Caproiu // Bucuresti: Editura Didactica si Pedagogica, 1982. – 242 p.
2. Кубарин М. Рассадопосадочные машины / Кубарин М. – М.: Машиностроение, 1972.– 208 с.
3. Balan O. Realizari si tendinte in constructia masinilor de plantat. Lucrari stiintifice / O. Balan, V. Neculaiasa // Universitatea Agronomica, Vol. 35. Iasi: Universitatea Agronomica, 1992. – P. 103-106.
4. Bumacov V. Aspectele tehnologiilor modern de crestere a rasadului / V. Bumacov, R. Rosca // Lucrari stiintifice, UASM, Vol. 3. – Chisinau: Tipografia UASM, 1995. – P. 105-108.
5. Уайт Р. Производите расады бобовых в целюлозной палете. / Р. Уайт, В. Рошка // Chisinau: Editura Prometeu, 1999. – 5 p.
6. Мельник И.Ю. Optimizarea parametrilor constructivi ai sectiei de plantat rasaduri / И.Ю. Мельник // Lucrari stiintifice, UASM, том 7. – Chisinau: UASM, 1999. – P. 230-232.
7. Виневский Е. Элементы научных основ средств механизации посадки рассады табака в поле / Е. Виневский // Вопросы. Гипотезы. Ответы. Наука XXI века: Коллективная монография. – Книга 8. – Краснодар, 2014. – С. 204-222.
8. Бумаков В. Процессы освещения и параметры рассадопосадочной машины / В. Бумаков // Лукрари штинтификэ, том 4. УАСМ. – Кишинев: UASM, 1996. – С. 349-352.
9. Георгиев Г. Посадочные машины / Г. Георгиев, А. Цернек // Справочник конструктора с/ч машин. – Том 2. – М.: Машиностроение, 1967. – С. 290-316.
10. Мельник И.Ю. Фазный анализ рабочего процесса рассадопосадочной машины карусельного типа / И.Ю. Мельник // Mijnapodna naucino-practicina konferenţia. "Problemî konstruirovannea, virobniţtva ta eksploataţiii siliskogospo-darskoi tehniki". Zbirnic naukovîh praţi. Кировоград, 1999. – P. 103-107.
11. Мельник И.Ю. Повышение рабочей скорости движения рассадопосадочного агрегата / И.Ю. Мельник / /Конструювання, виробництво та експлуатація сільскогосподарських машин. Zbirnic naukovîh praţi, випуск 39. – Кировоград, 2009. – С. 356-362.
12. Мельник И. Математическое моделирование операционной системы пересадочной машины карусельного типа / И. Мельник, В. Мельник // III Международная научная конференция "Математическое моделирование". Боровец, Болгария, International Scientific Journal "Mathematical modeling", Vol. 3, Issue 4. – 2019. – P. 124-126, Print ISSN 2535-0986, Web ISSN 2603-2929.
13. Чубарин М.И. Рассадопосадочные машины / М.И. Чубарин // М.: Машиностроение, 1972.
14. Абашкин А.С. Технологические свойства рассады как посадочного материала / А.С. Абашкин // Сб. трудов МолдНИИОЗиО. – 1972. – Вып. 2, т. 10. – С. 30-141.
15. Беляев Е.А. Исследование процесса автоматической подачи рассады в посадочный аппарат рассадопосадочной машины. /Беляев Е.А., Шульженко Б.А.// Тр. ВИСХОМ. М., 1978.– Вып. 93. – С. 25-27.
16. Мун В.Ф. Обоснование конструктивных параметров и режимов работы посадочных аппаратов рассадопосадочных машин: спец. 05.20.01 «Механизация сельскохозяйственного производства» / В.Ф. Мун // дис. … канд. техн. наук. Алма-Ата, 1984. – 183 с.
17. Константинов В.И. Условия повышения производительности рассадопосадочной машины / В.И. Константинов // Инновационный потенциал сельскохозяйственной науки XXI века: вклад молодых ученых-исследователей: материалы Всероссийской научно-практической конференции: сборник статей. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. 2017. – С. 241-243.

© Мельник Ю. В., Бадюл В. Г.,2024