

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И МАШИН ДЛЯ ПОСАДКИ РАССАДЫ

Владимир БАДЮЛ^{1*}, Михаил КЭТАНЭ²

¹Департамент Инженерия производства, докторант 2-го года, Факультет Инженерной механики, промышленности и транспорта, Технический Университет Молдовы, Кишинёв, Республика Молдова

²Департамент Инженерия производства, докторант 1-го года, Факультет Инженерной механики, промышленности и транспорт, Технический Университет Молдовы, Кишинёв, Республика Молдова

*Corresponding author: Владимир БАДЮЛ, vladimir.badiul@doctorat.utm.md

Научный руководитель: **Юрий МЕЛЬНИК**, доктор технических наук, конференциар университетар

Реферат. В статье проведен анализ основных технологий и конструкций машин для посадки рассады и представлена классификация рассадопосадочных машин и их основные отличительные признаки. Проведен анализ существующих рассадопосадочных машин и выявлены основные их недостатки и отмечены преимущества, который позволяет определить наиболее перспективные для сельского хозяйства Республики Молдова конструкции рассадопосадочных машин и наиболее рациональные направления их совершенствования, а также дает возможность сформулировать предъявляемые к усовершенствованным конструкциям требования. Выполненная классификация рассадопосадочных машин по основным признакам функционирования наглядно представляет наиболее важные для рассмотрения аспекты конструкции рассадопосадочных машин. В работе выделены наиболее важные и перспективные конструктивные схемы для дальнейшего совершенствования и исследования рассадопосадочных машин карусельного типа, основными признаками функционирования которых являются: горизонтально-плоскостное движение рассады в распределительном механизме усовершенствованной конструкции посадочной машины, самостоятельное падение рассады через направляющую к заделывающим в почву органам машины.

Ключевые слова: анализ технологии, рассадопосадочные машины, рабочие органы.

Rezumat. În articol a fost efectuat un studiu al tehnologiilor și schemelor constructive de bază ale mașinilor de plantat răsaduri cu prezentarea clasificării lor și a principalelor caracteristici distinctive ale acestora. S-a efectuat o analiză a mașinilor de plantat răsaduri existente și au fost identificate principalele dezavantaje ale acestora și evidențiate avantajele. Studiul permite determinarea unei scheme constructive a mașinii de plantat răsaduri mai promițătoare pentru agricultură în Republica Moldova și cele mai raționale direcții de îmbunătățire a acestora și, de asemenea, care face posibilă formularea cerințelor impuse față de mașina de plantat perfecționată. Clasificarea realizată a mașinilor de plantat răsaduri în funcție de principalele caracteristici de funcționare prezintă în mod clar cele mai importante aspecte ale construcției mașinilor studiate. În lucrare au fost identificate schemele constructive esențiale și de perspectivă pentru perfecționarea și cercetarea ulterioară a mașinilor de plantat răsaduri de tip carusel, ale căror caracteristici principale sunt: mișcarea în plan orizontal a răsadurilor în mecanismul de distribuție a mașinii perfecționate de plantat și căderea independentă a răsadurilor prin tubul de conducere către organele de încorporare a răsadurilor în sol.

Cuvinte cheie: analiza tehnologiei, mașini de plantat răsaduri, organe de lucru.

Введение

Овощеводство является важной отраслью сельского хозяйства страны. Рассадный способ возделывания овощных культур является одним из наиболее эффективных агротехнических приемов для получения высоких урожаев в короткие сроки.

В условиях современных технологий выращивания овощей (механизация, автоматизация, высокая цифровизация) процессы овощеводства приобретают все более выраженный индустриальный характер. В результате внедрения в производство современных технологий выращивания рассады и использования более производительных рассадопосадочных машин можно улучшить ситуацию с созданием овощных плантаций. Рассадный способ возделывания овощных культур является одним из наиболее эффективных агротехнических приемов получения высоких урожаев в наиболее короткие сроки [1]. Одной из существующих проблем в технологии выращивания овощей является посадка рассады, которая на небольших площадях до сих пор выполняется вручную с использованием более дешевой рассады с голым корнем. Современные технологии предусматривают использование более качественного посадочного материала (рассады, саженцев), выращенного в кассетах [2]. Этот вид рассады более перспективен и имеет приживаемость в пределах 98-100%.

Выявление конструктивных особенностей посадочных машин различного назначения и их технический уровень, а также прогрессивные решения и возможность их использования в совершенствовании техники для посадки рассады является целью исследований. Обоснование параметров универсальной рассадопосадочной машины создаст возможность разработки новых универсальных комплексов и усовершенствует их применение, что приведет к уменьшению количества машин в технологической цепочке производства овощей и повысит качество работы и использования агрегатов [3].

Материалы и методы

Выявление потребностей в создании новых рассадопосадочных машин и их конструкций позволит выбрать верное перспективное направление. Для этого необходимо провести анализ и выявить классификацию по нескольким основным признакам функционирования рассадопосадочных машин [4].

Для обоснования параметров универсальной рассадопосадочной машины необходим анализ различных видов существующих машин для посадки рассады, для выполнения которого необходимо использование таких научных методов познания как индукция и дедукция, а после выявления преимуществ и недостатков рассмотренных конструкций при помощи сравнительного анализа предложить наиболее приемлемые направления совершенствования конструкций. Причем классификация машин для посадки рассады как метод упорядочения рассматриваемых конструкций дает возможность сгруппирования выявленных преимуществ и недостатков и их совершенствования [3, 5].

Результаты и обсуждения

С каждым годом возрастают объемы машинной посадки рассады овощных культур, клубне- и корнеплодов. Несмотря на многообразие посадочного материала, а также технологий и предъявляемых требований к качеству посадки и технико-экономическим показателям, посадочные машины имеют много общего, что является положительным в разработке универсальных посадочных устройств. Однако, их широкое применение сдерживается как несовершенством конструкций, так и низким качеством посадки. В настоящее время в Молдове используются рассадопосадочные машины широкого спектра производителей, а это означает, что существуют сложности с подготовкой и обслуживанием машин, и как следствие стоимость обслуживания повышается. Низкое качество работы существующих машин определяет большие затраты труда и денежных

средств, вследствие необходимости применения ручного труда при посадке и оправке неправильно высаженных растений.

При разработке универсальной рассадопосадочной машины предлагается учитывать более широкий спектр условий и требований, предъявленных к ней для успешного внедрения в производство (Таб. 1).

Таблица 1

Требования предъявленные к рассадопосадочным машинам	
Параметр	Влияние на рабочий процесс
Регулируемые параметры	
Глубина посадки	Возможность регулировки глубины посадки позволяет адаптировать машину к различным типам почвы и требованиям для оптимального укоренения рассады
Расстояние между растениями	Регулируемое расстояние между растениями дает возможность адаптировать посадку к конкретным требованиям культуры и условиям выращивания.
Многорядность	
Универсальность в использовании	Возможность проводить посадку нескольких рядов рассады одновременно увеличивает производительность и делает машину более универсальной для различных культур.
Экономия времени	Многорядная посадка позволяет существенно сократить время работы, особенно на больших полях
Автоматизация технологии управления	
Системы GPS и автоматизированный контроль	Интеграция современных технологий, таких как GPS и автоматизированные системы управления, повышает точность посадки и снижает вероятность ошибок.
Датчики для адаптации к условиям	Использование датчиков для сбора данных о почвенных и климатических условиях позволяет машине автоматически адаптироваться к окружающей среде
Эргономичность и обслуживание	
Простота обслуживания	Универсальная машина должна быть сконструирована так, чтобы обслуживание было простым и доступным
Удобство использования	Эргономичный дизайн и простой интерфейс обеспечивают удобство использования для оператора.
Гибкость и модульность	
Использование различных рабочих органов	Машина должна быть спроектирована с учетом возможности быстрой замены или настройки рабочих органов для посадки различных видов рассады и на разных почвах.
Модульность	Возможность добавления дополнительных модулей или оборудования для расширения функциональности машины с учетом изменяющихся потребностей сельскохозяйственного производства
Точность и скорость	
Точность	Параметры машины должны обеспечивать точность в посадке рассады, что обеспечивает более здоровый рост
Скорость	Машина должна быть способна работать на высокой скорости, чтобы обеспечить производительность процесса.
Частота использования	
Многоразовое использование	Конструктивные параметры должны позволять машине эффективно использоваться для посадки различных видов рассады.
Срок службы	
Долговечность и надежность	Конструктивные параметры должны обеспечивать прочность и надежность машины, чтобы снизить риски неплановых поломок.

Такие машины подразделяют на специализированные и унифицированные. Специализированные машины менее интересны из-за узкого спектра выполняемых работ и услуг. Унифицированные машины наиболее распространены и подходят для выполнения большего количества операций. Таким образом, проанализировав существующие признаки функционирования и требования к рассадопосадочным машинам, можно сделать вывод, что они делятся на ручные и механизированные.

Для полноты анализа будет представлен обзор начиная с ручных рассадопосадочных машин, т.е. от примитивных к более совершенным конструкциям.

Ручные рассадопосадочные машины (рис. 1) в настоящее время встречаются крайне редко. Примером может быть ручная рассадопосадочная машина РРМ-1 [6]. К плюсам данной конструкции следует отнести ее простоту и долговечность. Учитывая, что машина не будет агрегатироваться с каким-либо трактором, следует иметь в виду минимальное негативное воздействие на почву. Недостатками машины являются высокие требования к подготовке поля, низкая производительность и малая возможность маневрирования, ограниченный запас рассады на самой машине и невозможность его увеличения, высокие трудозатраты и большое влияние человеческого фактора на процесс посадки, что делает машину непривлекательной для использования. Отсюда, ручные посадочные машины не являются перспективными с точки зрения и дальнейшего их совершенствования.

Наиболее распространенные из механизированных это полуавтоматические машины. Примером может быть тип модели МРП-2 (4) (6) [7]. Наиболее интересной частью машины является высаживающий аппарат револьверного типа с приемным устройством овальной формы и двенадцатью стаканчиками (рис. 1).

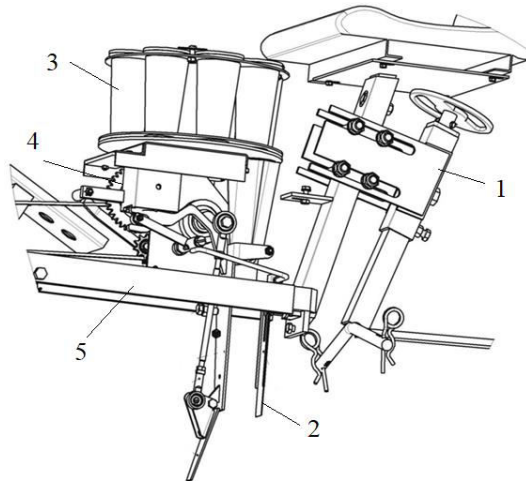


Рисунок 1. Высаживающий аппарат револьверного типа машины МРП:

1 - регулировочный винт сидения сажальщика; 2 - планка, направляющая рассаду;
3 - барабан; 4 - приводной механизм; 5 - рама посадочной секции.

Недостатком данного устройства является необходимость в дополнительном трубопроводе для вертикального перемещения рассады от питателя к сошнику. Вертикальное перемещение рассады от стаканов к сошнику происходит за счет неконтролируемого свободного падения рассады. Дополнительная деталь - трубопровод - усложняет конструкцию машины. В приемном устройстве восемь стаканов движутся друг за другом, последовательно доставляя рассаду в сошник [7]. Недостатком машины является низкая скорость машины и соответственно производительность.

Интересной в конструктивном и технологическом плане является рассадопосадочная машина МР-2/-4 [8]. Одной из важнейших частей машины является высаживающий аппарат, представляющий собой корпус, в котором установлены ведомые шестерни (рис. 2) с закрепленными между ними высаживающими сошниками (рис. 3). Корпус секции установлен на параллелограммном механизме, тем самым обеспечивая копирование рельефа почвы при работе машины и постоянство глубины посадки рассады. Машина обладает рядом недостатков. В состав каждого высаживающего блока входит индивидуальный привод и вертикальные высаживающие элементы, что существенно усложняет конструкцию машины и ее настройку на необходимое междурядье. К недостаткам следует отнести вертикальное перемещение стаканов при работе машины, что

повышает требования к точности установки рассады в стакан и приводит к быстрой утомляемости и снижению производительности труда сажальщика.

В конструктивном и в технологическом плане интерес вызывает машина с водяным колесом RAIN-FLO IRRIGATION 1670 для посадки рассады под мульчу [9]. При движении водяное колесо шипом пробивает мульчирующую пленку и подает порцию воды в образующуюся лунку, а затем операция посадки осуществляется вручную.

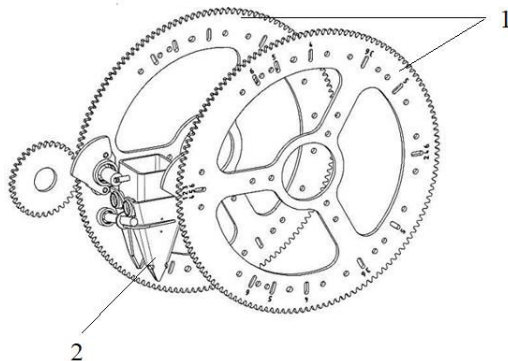


Рисунок 2. Ведомые шестерни с сошником рассадопосадочной машины MP-2/-4:
1 - ведомые шестерни; 2 - сошник.

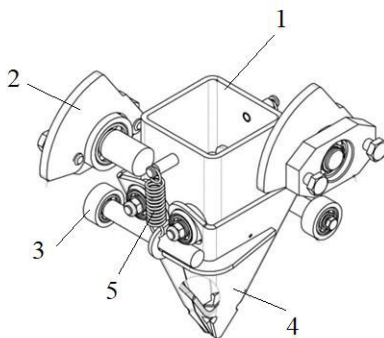


Рисунок 3. Высаживающий сошник, рассадопосадочной машины MP-2/-4:
1 - чашка; 2 - эксцентрик; 3 - толкатель; 4 - сошник; 5 - возвратная пружина.

Подача воды осуществляется через колесо (рис. 4). Основным недостатком машины: ручная высадка приводящая к утомляемости сажальщика и огрехам.

Автоматические рассадопосадочные машины позволяют снизить до минимума простой при ее использовании. Она может изготавливаться в двух вариантах: навесная и самоходная. Их рационально использовать в больших хозяйствах, специализирующихся на выращивании овощей. Наиболее распространенной автоматической рассадопосадочной машиной является FUTURA TWIN фирмы FERRARI. Этот рассадопосадочный автомат разработан для пересадки рассады овощных культур из ячеек кассетной рассадницы [10]. Для обслуживания данной машины требуется всего 1 оператор - для осуществления подачи рассады на щитки внутри загрузочных направляющих каждого отдельного высаживающего элемента [10]. Автоматические рассадопосадочные машины довольно производительны, технологичны, затраты труда - минимальны, качество и точность высадки - на высоте, однако стоят такие машины, довольно дорого. К недостаткам машины можно отнести повреждение рассады при выталкивании ее цилиндрами из ячеек, а также невозможность контроля за процессом посадки.

Анализ показал, что наиболее востребованными являются полуавтоматические рассадопосадочные машины, в которых совмещен принцип работы ручных и автоматических машин отчего уменьшается воздействие человеческого фактора [5].

Усовершенствование конструкции полуавтоматических рассадопосадочных машин является наиболее рациональным, поэтому самыми перспективными для дальнейшего исследования являются следующие основные признаки функционирования:

- плоскостное движение рассады в рассадопосадочной машине;
 - конструктивное исполнение рабочих органов машины и их параметры.
- Составляя классификацию, были определены следующие группы машин (Таб. 2).

Таблица 2

Классификация рассадопосадочных машин

По автоматизации	ручные
	полуавтоматические
	автоматические
По типу высаживающего аппарата	револьверного типа
	вертикального типа
	горизонтально-вертикального типа
По виду высаживаемой рассады	выращенной в общем ящике
	из ячеек
	выращенной в торфяных таблетках
По типу высаживающего стакана	без стакана
	универсальный
	для рассады с голым корнем
	специфические
По виду перемещения рассады в пространстве	горизонтальное
	вертикальное
	смешанное
По способу укладки рассады в грунт	с сошником-борозделом
	с открывающимся стаканчиком
По способу привода высаживающего аппарата	вал отбора мощности
	гидравлический двигатель
	колесный привод

Классификация более наглядно представляет наиболее важные для рассмотрения аспекты конструкции рассадопосадочных машин. Два основных параметра - вид движения и рабочие органы - определяют выполнение основных функций. Из-за многообразия рабочих органов и конструкций рассадопосадочных машин непонятно, что является структурообразующим. Поэтому необходимо выделить следующие требования к технике:

1) машины должны высаживать рассаду, распределяя ее на поверхности почвы по возможности узкой полосой, с четко вымеренным междурядьем и расстоянием между высаживаемой рассадой. Процент огрехов не должен превышать 5-8%;

2) при посадке не должно быть повреждений рассады, так как поврежденные растения больше подвержены болезням, а их жизнеспособность ухудшается в разы;

3) высаживаемый материал рассады должен иметь три листочка и довольно крепкую корневую систему - это два основных фактора приживаемости рассады;

4) машины для посадки рассады должны быть просты по конструкции и обеспечивать повышение производительности труда в сравнении с ручной посадкой;

5) для лучшего и плотного контакта корней с почвой и поддержания устойчивого вертикального положения необходимо выполнить прикатывание рассады.

В результате проведенного анализа установлены следующие основные требования и направления в развитии рассадопосадочных машин:

1. *Точность посадки:* производители все больше уделяют внимание точности посадки и возможности настройки машины под различные типы рассады.

2. *Увеличение производительности:* с/х постоянно сталкивается с растущим спросом на машины обеспечивающие высокую скорость и производительность.

3. *Экологическая устойчивость:* современные машины должны быть эффективными в использовании ресурсов и неуклонно уменьшать их негативное воздействие на окружающую среду.

4. *Автоматизация и инновации*: важный тренд в развитии рассадопосадочных машин связан с автоматизацией процессов и использованием инновационных технологий, таких как искусственный интеллект и роботизация.

Выводы

1. Анализ существующих технологий показал, что в условиях Республики Молдова для посадки рассады используют разные типы рассадопосадочных машин, но зачастую посадка в поле производится вручную.

2. Рабочие органы посадочных машин требуют конструктивных изменений, которые позволили бы удовлетворить требования к технологии и решение технологических и технико-экономических проблем при выращивании культур рассадой.

3. Предлагаемая классификация наглядно представляет наиболее важные для рассмотрения аспекты конструкции рассадопосадочных машин.

4. В результате изучения специальной научной литературы и существующих конструкций рассадопосадочных машин были определены основные требования к процессу посадки рассады. Выявленные недостатки позволили установить, что наиболее важными и перспективными для дальнейшего исследования основными признаками функционирования машин являются: плоскостное движение рассады в рассадопосадочной машине и конструктивное исполнение рабочих органов машины.

Библиографический список

- [1] ПАТРОН, П. Интенсивное овощеводство Молдавии. Chișinău: Картеа молдовеняскэ, 1985. 448 стр.
- [2] MELNIC, Iu., MELNIC, A. Calculul parametrilor constructivi ai paletei pentru creșterea răsadului. Revista “Intellectus”, nr.1. Chișinău: AGEPI, 2008. p.12-14. ISSN 1810 7079.
- [3] MELNIC, Iu. Argumentarea elaborării mașinii universale de plantat. Lucrări științifice, Vol.13., UASM. Chișinău: UASM, 2005. p. 95-97.
- [4] КАСИМОВ, Н., КОНСТАНТИНОВ, В. Повышение эффективности рассадопосадочной машины. Материалы Всероссийской студенческой научной конференции. 17-20 марта 2015 г. Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2015. 403 с.
- [5] МЕЛЬНИК, Ю. Совершенствование рассадопосадочных машин карусельного типа. Revista științifică de producție “Agricultura Moldovei”, nr.12. Chișinău: 2007. p.16-18. ISSN 0582 5229.
- [6] Ручная рассадопосадочная машина PPM-1 <https://www.rosta.ua/katalog/sredstva-mexanizacii/ruchnaya-rassadoposadochnaya-mashina-rrm-1.html>
- [7] Рассадопосадочная машина МРП. Руководство по эксплуатации. Лида: 2016. 21 с. https://agtg.ru/upload/iblock/f26/instruction_re_mrp_2_4_6.pdf
- [8] Машина рассадопосадочная МР-4 Руководство по эксплуатации 00.000 РЭ <https://fermer.ru/files/v2/forum/290937/rassadoposadochnyemehanzimmp4.pdf>
- [9] Рассадопосадочная машина Rain-Flo IRRIGATION 1670 с водяным колесом. <https://manuals.plus/ru/rain-flo-irrigation/1670-water-wheel-transplanter-manual>
- [10] Рассадопосадочные машины FERRARI. <https://ferrarirowtech.com/ru/>