

А. Тухтакузиев<sup>1</sup>, К. Баймаханов<sup>2</sup>, Б. Калымбетов<sup>2</sup>, Д. Алтынбеков<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, пос. Гульбахор, Узбекистан

<sup>2</sup>Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан

<sup>3</sup>Тассайский агроколледж, Шымкент, Казахстан

---

## АНАЛИЗ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ВЫСАЖИВАЮЩЕГО АППАРАТА РАССАДОПОСАДОЧНОЙ МАШИНЫ

---

**Аннотация.** Рабочий процесс высаживающего аппарата рассадопосадочной машины складывается из вкладывания (вручную) рассады в гнезда револьвера, падения их из гнезда револьвера в воронки и из воронки в высаживающий сошник посадочной секции, сошник, пробивает отверстия в пленке и высаживает рассады в почву, обеспечивая их вертикальное положение на глубине 7-8 см. Это обеспечивается за счет правильного выбора скорости движения агрегата, угловой скорости посадочной секции и числа высаживающих сошников. Применяемые машины для посадки рассады овощных культур слишком громоздки, поэтому созрела необходимость создания рассадопосадочной машины, отвечающей требованиям фермеров - простой и дешевой. Теоретическим путем были изучены происходящие процессы в подобном агрегате.

**Ключевые слова:** рассада, воронка, сошник, пленка, рассадопосадочные машины.

...

**Түйіндеме.** Мақалада кекеністердің кешетін топыраққа отырғызу машинасының жұмысы қаралды, яғни адамның кешетті револьверге салуы, одан кешеттің воронкаға түсу арқылы кешет отырғызу секциясының сошнігіне баруы, сошниктің кешетті алып, пленканы тесе отырып топыраққа 7-8 см ұя жасау арқылы кешетті отырғызып шығуы теориялық жолмен тексеріліп, кешеттің ұяда тік тұруын қамтамасыз ететін байланыс анықталды. Бұл құрылғының қозғалыс жылдамдығын дұрыс таңдау арқылы қону аймағының бұрыштық жылдамдығымен және кегалдандыру саңылауларының санымен қамтамасыз етіледі. Көкөніс дақылдарының кешеттерін отырғызу үшін қолданылатын машиналар тым кеп. Сондықтан фермерлердің талаптарына

жауап беретін кешет отырғызу машинасын құру қажеттілігі – қарапайым әрі арзан. Осы агрегатта болып жатқан процестер теориялық тұрғыда зерттелді.  
**Түйінді сөздер:** кешеттер, шұңқыр, сошник, пленка, кешет машиналар.

• • •

**Abstract.** The workflow of the transplanting machine of the transplanter consists of putting (manually) the seedlings into the nests of the revolver, dropping them from the nest of the revolver into the funnels and from the funnel into the landing opener of the planting section, and depth of 7-8cm. This is ensured by the correct choice of the speed of movement of the unit, the angular velocity of the landing section and the number of planting coulters. The machines used for planting vegetable seedlings are too cumbersome, so there is a need to create a transplanting machine that meets the requirements of farmers - simple and cheap. Theoretically, the processes taking place in such an aggregate were studied.

**Keywords:** seedlings, funnel, vomer, film, seedling machines.

**Введение.** Учитывая, что численность населения страны с каждым годом возрастает, причем численность городского населения увеличивается, а сельского уменьшается, особую остроту приобретает проблема нехватки овощей и механизации сельскохозяйственного производства в особенности овощеводства. Если в других отраслях сельскохозяйственного производства сейчас успешно решается задача перехода на повышение скорости машинотракторного агрегата, то в овощеводстве пока еще в основном работы ведутся вручную [1].

В рассадном методе возделывания овощей важную роль на величину и динамику поступления урожая оказывает качество и своевременность проведения посадочных работ, выполняемых в настоящее время в основном вручную. Широкое применение рассадопосадочных машин сдерживается несовершенством конструкций и низким качеством посадки. Низкое качество работы существующих машин приводит к большим затратам труда и денежных средств, вследствие необходимости применения ручного труда при посадке и opravке неправильно высаженных растений. Так, применение рассадопосадочных машин СКН-6 в условиях юга Казахстана сопровождается затратами труда 50-70 чел.-час/га при прямых затратах до 3000 тг. [2].

Кроме того, низкое качество посадки ведет к снижению урожайности из-за отклонения условий жизнеобеспеченности растений от оптимальных [3].

Созданный [4] комбинированный агрегат для посадки рассады овощных культур слишком громоздкий и применение его фермерами не дало необходимых результатов. Поэтому созрела необходимость создания рассадопосадочной машины, отвечающей требованиям фермеров: во-первых, простой, во-вторых, дешевой. Для создания такой машины изучен теоретическим путем происходящий процесс в этой машине.

**Методы исследований.** Исходя из вышеизложенного, были проведены теоретические исследования по анализу рабочего процесса высаживающего аппарата рассадопосадочной машины. Рабочий процесс высаживающего аппарата рассадопосадочной машины (рисунок 1) складывается из вкладывания (вручную) рассады в гнезда револьвера, падения их из гнезда в воронки и из воронки в высаживающий сошник посадочной секции, пробивания отверстия в пленке и высадки рассады в почву (рисунок1).

При скорости движения машины  $V_m$  и шаге посадки  $l_n$  частота посадки, а следовательно частота пробивания отверстий выражается в формуле

$$n = \frac{V_m}{l_n}, \quad (1)$$

Так как рассаду закладывают в гнезда револьвера вручную, то частота закладки  $n$  ограничивается физическими возможностями сажальщиков.

Зная среднюю частоту закладки рассады ( $n_{med} = 35-40$  шт./мин.) можно определить расчетную скорость движения машины (м/с)

$$V_m = n_{med} l_n / 60, \quad (2)$$

При частоте закладки рассады  $n_{med}$ , средний период закладки

$$t = \frac{1}{n_{med}} = \frac{l_n}{V_m}. \quad (3)$$

Средний период закладки выразим через конструктивные параметры высаживающего аппарата

$$t = \frac{2\pi R}{uz}, \quad (4)$$

где  $R$  – радиус окружности, на котором расположены центры рассадодержателей (высаживающих сошников);

$u$  – окружная скорость центров рассадодержателей;

$z$  – число рассадодержателей (высаживающих сошников).

Приравнивая правые части выражений (3) и (4), заменив  $u/V_m$  на  $\lambda$  и решив полученное уравнение относительно  $\lambda$ , получим

$$\lambda = \frac{2\pi R}{z l_n}, \quad (5)$$

где  $\lambda$  – показатель кинематического режима работы высаживающего рассадопосадочного аппарата.

Выражение (5) связывает в единую зависимость показатель кинематического режима  $\lambda$  с конструктивными параметрами рассадопосадочного аппарата  $R$  и  $z$  и шагом посадки  $l_n$ . Пользуясь им, можно настроить рассадопосадочную машину на заданный режим работы.

Направление движения рассадочно-посадочной машины

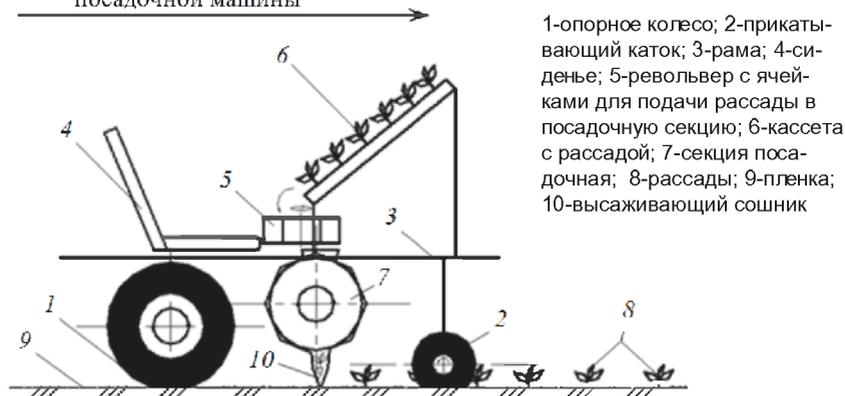


Рисунок 1 - Схема технологического процесса работы рассадопосадочной машины

Каждая точка рассадодержателя, а следовательно рассады, в процессе работы машины совершает сложное движение: относительное с угловой скоростью  $\omega$  и переносное вместе с машиной со скоростью  $V_m$ . Приняв за начало координат, центр посадочной секции  $O$  (рисунок 2) и направив ось  $X$  в сторону движения машины, а ось  $Y$  по вертикали вниз, рассмотрим движение некоторой  $i$  точки рассадодержателя (рассады).

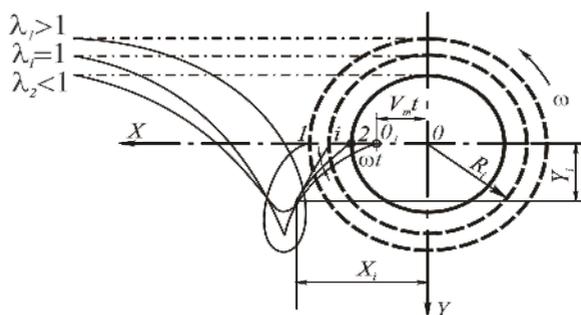


Рисунок 2 - Схема к определению кинематики рассады в процессе ее высадки

Уравнения абсолютного движения  $i$ -й точки рассады будут иметь следующий вид

$$X_i = V_m t + R_i \cos \omega t; \quad (6)$$

$$Y_i = R_i \sin \omega t. \quad (7)$$

где  $t$  – время;

$\omega$  – угловая скорость посадочной секции.

Эти уравнения определяют траекторию движения  $i$ -й точки рассады, представляющую собой циклоиду [5]. Продифференцировав уравнения (6) и (7) по времени, получим

$$V_x = V_m - \omega R_i \sin \omega t; \quad (8)$$

$$V_y = \omega R_i \cos \omega t. \quad (9)$$

Пользуясь этими уравнениями определяем абсолютную скорость  $V_a$  рассады

$$V_a = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V_m^2 - 2V_m\omega R_i \sin \omega t + \omega^2 R^2}. \quad (10)$$

В крайнем нижнем положении рассады, т.е. при  $\omega t = \pi/2$  произойдет ее высадка. При этом

$$V_x = V_m - \omega R_i; \quad (11)$$

и

$$V_z = 0. \quad (12)$$

Если принять для  $i$ -й точки  $\lambda_i = 1$  (т.е.  $\omega R_i = V_m$ ), то ее траекторией движения будет обыкновенная циклоида, при этом  $V_{a_i} = 0$ . В этом случае для точки 1 будут такие условия  $\lambda_1 > 1$  ( $\omega R_1 > V_m$ ), траектория движения – удлинненная циклоида,  $V_{a_1} = V_{\dot{\alpha}_1} < 0$ ; для точки 2 соответственно  $\lambda_2 = 1$  ( $\omega R_2 < V_m$ ), траектория движения – укороченная циклоида,  $V_{a_2} = V_{\dot{\alpha}_2} > 0$ . Таким образом, в момент посадки нулевую скорость будет иметь лишь одна точка рассады, скорость других точек будут отличны от нуля. При этом возможны различные варианты кинематических режимов работы аппарата.

Теоретически скорость корешка рассады в момент посадки должна равняться нулю (рисунок 3, а-в). Однако из-за скольжения колес, приводящих в движение высаживающие аппараты, осуществить это условие практически невозможно.

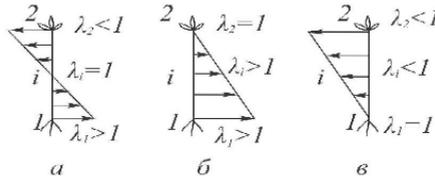


Рисунок 3 - Эпюры распределения скоростей различных точек рассады при различных режима ее высадки

Поэтому, для придание стеблям рассады вертикального положения для корешков должно быть обеспечено условия  $\lambda > 1$ . При известном значении шага посадки и для заданных условий работы оптимальное значение  $\lambda$  устанавливается за счет правильного выбора скорости движения агрегата, угловой скорости посадочной секции и числа высаживающих сошников.

**Выводы.** В результате исследования модели процесса посадки выявлено условие, при котором обеспечивается вертикальная посадка растений. Для придания стеблям высаженной рассады вертикального положения в момент высадки показатель кинематического режима работы ее корешков должен быть больше единицы ( $>1$ ). Для заданных условий работы и шага посадки это условие обеспечивается за счет правильного выбора скорости движения агрегата, угловой скорости посадочной секции и числа высаживающих сошников.

### Список литературы

- 1 Чубарин М.И. Рассадопосадочные машины. – Москва: Машиностроение, 1972. – 209 с.
- 2 Сахаров И.В. и др. Рекомендации к разработке операционно-технологических карт выращивания рассады и возделывания томатов на промышленной основе. – Алма-Ата, 1980. – 36 с.
- 3 Каплина Г.Т. Рассадные овощные культуры в Южном Казахстане. – Алма-Ата: Кайнар, 1976. – 188 с.
- 4 Хазимов М.Х. Интенсификация производства овощей путем разработки комплекса машин для ресурсосберегающей технологии. Отчет о НИР. – Алматы. 2015.–62 с.
- 5 Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике – Москва: Наука, 1972. – 872 с.