



Научная статья
УДК 631.332:635.262
doi: 10.55186/25876740_2023_66_4_408

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ МАШИНЫ ДЛЯ ПОСАДКИ ЧЕСНОКА

А.П. Тарвердян, А.В. Алтунян, А.С. Григорян

Национальный аграрный университет Армении, Ереван, Республика Армения

Аннотация. Придавая важное значение роли чеснока, как важной культуры, и учитывая тенденции растущих требований к его разностороннему потреблению, обосновывается необходимость резкого увеличения объемов производства этой ценной культуры в разных странах, так как в настоящее время удовлетворяется лишь 50% спроса. Посевные площади чеснока в Республике Армения составляют около 1050 га, годовой объем производства — 14000 т. Несмотря на благоприятные почвенно-климатические условия, в настоящее время основным ограничивающим фактором увеличения производства чеснока является ручное выполнение основных работ, предусмотренных агротехническими требованиями отрасли. Учитывая, что земельные участки производителей чеснока в республике составляют до 0,5 га, в основном с изрезанными участками, очевидно, что использование дорогостоящих чеснокосажалок и обрабатывающих машин высокой производительности, разработанных и произведенных примерно в 10 странах-производителях чеснока — нереально. Учитывая вышеизложенное, мы поставили задачу разработать принципиальную схему простой, энергосберегающей, экономически выгодной чеснокосажалки и провести кинематический анализ механизма управления заслонкой регулирования периодичности падения зубчиков чеснока или шага посадки. В результате кинематического анализа механизма управления клапаном направляющего отверстия зубцов из воронкообразной емкости чесночно-посадочного аппарата получены выражения для определения перемещения, скорости и ускорения затвора, позволяющие установить связь между заданными агротехническими условиями, исходными данными и геометрическими и кинематическими параметрами механизма. Полученные результаты и предварительные результаты испытаний макетного образца позволяют спроектировать и изготовить образец предлагаемой машины для проведения лабораторно-полевых испытаний.

Ключевые слова: чеснокосажалка, точная посадка, ориентировка зубчика, заслонка подачи зубчика, управление заслонкой, кинематический анализ

Original article

TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL BASIS OF THE DEVELOPMENT OF GARLIC SEEDER

A.P. Tarverdyan, A.V. Altunyan, A.S. Grigoryan

Armenian National Agrarian University, Yerevan, Republic of Armenia

Abstract. Being well aware of the highly significant role of garlic as an important crop, and taking into account the trend of growing demands for its comprehensive use, the need for a sharp increase in the production of this valuable crop in different countries is justified, since only 50% of demand is currently satisfied. The sown area of garlic in the Republic of Armenia makes about 1050 ha, the annual production is 14000 tons. Despite favorable soil and climatic conditions, at present the main limiting factor in increasing the garlic production is the manual performance of the main works stipulated by the agrotechnical requirements of the branch. Considering that the land plots of garlic producers in the republic are up to 0.5 hectares, mostly with fragmented plots, it is obvious that the use of expensive garlic seeders and high-performance processing machines designed and manufactured in about 10 countries by garlic producers is unrealistic. Considering the above stated facts, an objective has been set up to develop a schematic diagram of a simple, energy-saving, cost-effective garlic seeder and conduct a kinematic analysis of the damper control mechanism for regulating the frequency of falling garlic cloves or planting step. As a result of the kinematic analysis of the mechanism for controlling the valve guiding the teeth hole from the funnel-shaped container of the garlic-planting apparatus, expressions were derived for determining the movement, speed and acceleration of the shutter, which enable to establish a connection between the given agrotechnical conditions, initial data and the geometric and kinematic parameters of the mechanism. The obtained results and preliminary mock-up sample testing results enable to design and manufacture a sample of the proposed machine for laboratory and field tests.

Keywords: garlic seeder, precision planting, clove orientation, clove feed damper, damper control, kinematic analysis

Введение. Чеснок — культура, имеющая важное значение, как пищевой продукт в свежем виде и как ценный сырьевой компонент в промышленности мясопереработки и консервирования овощей. Кроме того, чеснок с древних времен известен лечебными и профилактическими свойствами, и не случайно, что он считается одной из древнейших культур, сопровождающих человечество, причем одной из колыбелей диких сортов чеснока является армянское нагорье [1].

Сейчас с каждым годом в мире растут объемы производства чеснока, по данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO) — это более 17 млн т, что, однако, составляет лишь около 50% от общего спроса. Есть два способа увеличения объемов производства: увеличить посевные площади или повысить урожайность. По данным FAO, общая посевная площадь чеснока в мире составляет около 1,6 млн га, средняя урожайность — 10,8 т/га.

Если учесть, что у отдельных производителей урожайность достигает в среднем 20 т/га, то очевидно, что эффективным путем увеличения объемов производства является в первую очередь повышение урожайности. А это значит, что комплексные мероприятия по посадке, выращиванию и сбору чеснока необходимо проводить в строгом соответствии с требованиями агротехнических и технологических условий. Чеснок выращивают практически во всех странах мира, но в первую десятку входят Китай, Индия, Южная Корея, Египет, США, Россия, Бангладеш, Испания, Мьянмар и Украина [2]. Посевные площади чеснока в Республике Армения составляют около 1050 га и годовой объем производства — 14000 т. Средняя урожайность за последние годы составляет 13,5 т/га.

В целом оценки производства чеснока на примере Армении и региона подробно и обстоятельно представлены в статье [3]. Важным условием повышения эффективности производства

чеснока, как и любой другой культуры, является полная механизация процессов посева, обработки и сбора урожая. В комплексе технологических процессов производства чеснока подготовка почвы и посадка наиболее трудоемки, а их выполнение в соответствии с агротехническими требованиями является одним из важных условий высокой урожайности. Существующие посадочные машины чесночника условно можно классифицировать по принципу отбора семян из бункера [4, 5]:

- механический, в котором дозировка семян осуществляется с помощью пружинных или рычажных ложечек;
- пневматический, при котором стучный отбор семени осуществляется с помощью вакуума или избыточного давления.

Посадочным машинам, работающим по механическому принципу, разработанным и применяемым раньше, чем работающие по пневматическому принципу, присущ ряд недостатков,



обулавливающих их ограниченное применение. Из этих недостатков можно отметить строгие требования к калибровке посевного материала и обусловленное этим оснащение машины, заменяемыми ячеисто-дисковыми и ячеисто-ленточными деталями машины разного размера, кроме того, посевной материал в процессе посадки в некоторой степени подвергается механическим повреждениям.

Что касается машин, работающих по пневматическому принципу, то они лишены вышеуказанных недостатков, однако им также присущи некоторые недостатки. Во-первых, их структура несравненно сложна, следовательно — низкая эксплуатационная надежность, еще, они не обеспечивают большой точности посадки, что в данном случае является важным показателем. Кроме того, их эксплуатация оправдана в условиях крупномасштабного производства, их товарная цена и большие эксплуатационные расходы делают экономически невыгодным их использование для малых и средних производителей [6].

В тех 10-12 странах мира, где объемы производства чеснока относительно высоки, в последние годы были разработаны и внедрены более 100 марок только чесночно-посадочных машин, аппаратов и приспособлений. При этом они охватывают большой диапазон по производительности и мощности [6, 7, 8].

Что касается Республики Армения, то ставится задача увеличить производство чеснока как минимум в 2 раза. Очевидно, что решить такую проблему можно будет только путем полной механизации сложных производственных процессов.

Таким образом, цель данной статьи — обосновать и теоретически рассчитать конструктивные параметры чеснокосажалки, которые соответствуют требованиям к агротехнике выращивания чеснока.

Материалы и методы. Учитывая результаты исследования и анализа текущего состояния производства чеснока в Республике Армения, а также данные прошлых лет [3], можно отметить, что практически все технологические процессы производства чеснока на изрезанных мелких участках фермерских хозяйств в настоящее время выполняются вручную. На сравнительно больших участках частично применяются машины российского или белорусского производства. Что касается эффективных машин, производимых в ведущих странах отрасли, то они пока недоступны для производителей чеснока в республике по чисто финансовым соображениям.

Из вышесказанного следует, что единственным путем увеличения объемов производства чеснока в республике, роста урожайности, обеспечения требуемого качества урожая является разработка принципов механизации производственно-технологических процессов и осуществляющих их машин. Они должны быть эффективными, энергосберегающими и доступными для производителей различных объемов.

В представленной статье делается попытка решить проблему механизации процесса посадки чеснока в Республике Армения и разработки соответствующей машины.

В работах, посвященных описанию эффективных способов выращивания чеснока и передовых агротехнических условий, подробно и обстоятельно изложены основные положения, соблюдение и реализация которых гарантируют высокую урожайность и качество урожая [9, 10].

Однако следует отметить, что любая агротехника эффективна только в данных почвенно-климатических условиях, изменение которых предполагает разработку, испытание и корректировку новых агротехнических условий.

Важным фактором в агротехнике озимого чеснока являются сроки посадки, которыми обусловлена успешная зимовка посева и гарантированный урожай, в частности, эксперименты показали, что при выборе правильных сроков посева в различных почвенно-климатических условиях Российской Федерации (Краснодар, Саратов, Новосибирск, Томск, Сахалин) можно добиться повышения урожайности на 50-60% [10].

В Республике Армения, где климатические зоны различны, различны и сроки посева, в частности, в Араратской долине предпочтительны последняя декада октября и первая декада ноября.

Следующий важный фактор — это способ и схема посадки чеснока, глубина и норма посадки. В зависимости от почвенно-климатических условий применяются в основном два способа посадки: бороздно-рядный с междурядьями шириной 20-25 см и ленточный с шириной 45-70 см и с межленточными бороздками и шириной внутриполосных рядов 15-20 см. Выбор расстояния между растениями в ряду обусловлен размерами зубчиков: для крупных зубчиков — 8-10 см, для зубчиков среднего размера — 6-7 см. В основе принципа выбора расстояния между растениями и междурядья лежит размер питательной площади одного растения (особенно для стрелкующихся сортов), которая не должна быть меньше 200-250 см² [10].

Многие исследователи в качестве важного агротехнического требования к выращиванию

чеснока предъявляют также положение чесночных зубчиков при посадке, отмечая, что посадка донцем книзу гарантирует высокую урожайность и качество.

Исследования показывают, что направление зубчиков чеснока при посеве имеет решающее значение и влияет на вегетацию, урожайность, а в некоторых случаях и на товарный вид чеснока [11, 12].

Отмечается, что благоприятными являются также положения, при котором наклон к вертикали не превышает 30 градусов. Для гарантирования вертикального положения зубчиков чеснока при посеве были проведены различные исследования [13, 14]. Предложенные методы основаны на структуре зубчиков чеснока, на положении центра тяжести и т.д. В другой работе было разработано устройство, которое регулирует направление зубчиков чеснока во время их падения, направляя их с помощью устройств компьютерного зрения, собирая изображения и обрабатывая их по соответствующему алгоритму. Все эти исследования, наряду с их важностью, инновациями и применяемыми технологическими решениями, носят характер теоретических исследований, которые проводились в лабораторных условиях. Однако в практическом плане, на современном этапе технико-технологического развития, их применимость и внедрение в производство экономически не выгодны.

Особый интерес представляют исследования, целью которых является сравнительная оценка различных дозирующих устройств. Было выяснено, что у дозирующего оборудования пальцеажимного типа влияние угла наклона подложки на эффективность оборудования не так существенно, как геометрические параметры посевного материала [15, 16].

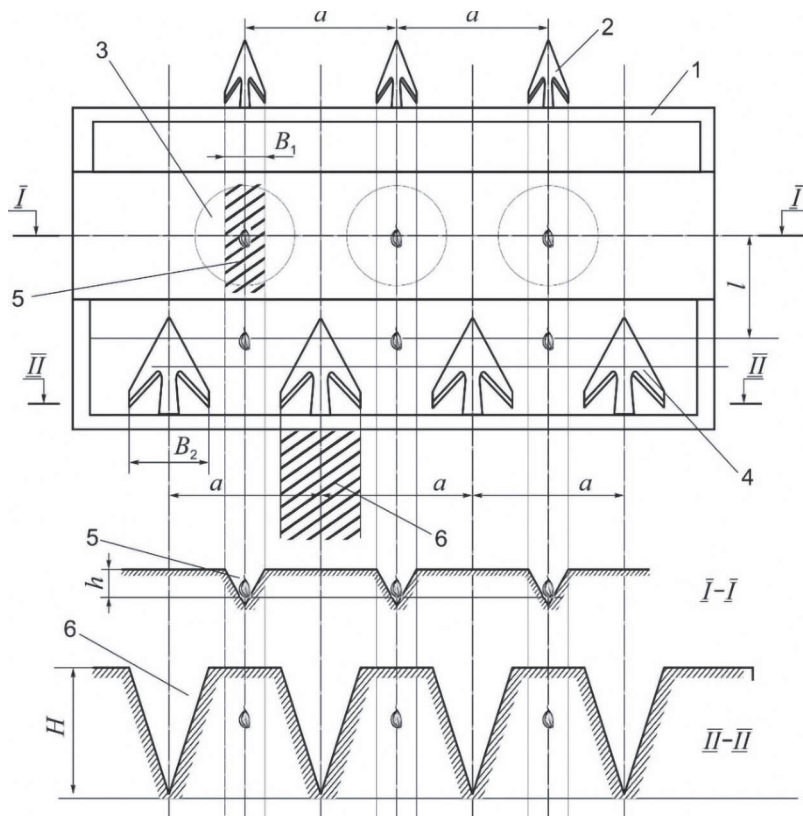


Рисунок 1. Укрупненная схема машины для посадки чеснока. Поперечное сечение поля по I-I и по II-II
Figure 1. An enlarged diagram of a garlic planting machine. Cross section of the field along I-I and along II-II



Ставится задача разработать простую по конструкции, удобную в эксплуатации и обслуживании машину для посадки чеснока, которая будет доступна крестьянским и фермерским хозяйствам.

Результаты и обсуждение. Анализируя и оценивая устройство и принципы работы существующих машин, а также параметры, обоснованные эффективной агротехникой, предлагается чеснокопосадочная машина, схема которой представлена на рисунке 1. Она состоит из корпуса 1 и трех основных секций: стрелчатой лапы культиватора борозды 2 — с относительно небольшой шириной захвата (B_1)

и обеспечением глубины посадки зубчиков (h). Основная новинка машины — собственно посадочный аппарат 3, структура и принцип работы которого будут представлены ниже.

Следующая секция машины — стрелчатые лапы культиватора для покрытия, орошения и питания посаженных зубцов. Эта секция имеет относительно большую ширину захвата (B_2) и обеспечивает относительно большую глубину борозды (H).

Расстояние расположения лапок (a) обусловлено междурядьем посадки. Продольные оси посадочных борозд 5 и оросительных борозд 6 смещены на расстояние $a/2$. Из соображений

обеспечения одинаковой глубины покрытия посадочного материала зону посадки можно выравнять с помощью накатывающего цилиндра, прикрепленного к машине. Следует отметить, что он не оказывает существенного влияния на размеры и форму оросительных борозд.

Упрощенная схема машины для посадки чеснока (рис. 1, секция 3) представлена на рисунке 2. Она состоит из прикрепленной к корпусу 1 воронкообразной емкости посадочного материала (отобранных и откалиброванных зубцов) 2, к внутренней поверхности нижней цилиндрической части которой прикреплены по определенной траектории и упругости эластичные направляющие — ориентирующие шупальцы 3, клапана 4, открывающий-закрывающий отверстие падения посадочного материала, рычага управления 5 клапаном, жестко закрепленный на нем молоточка 6, рычаг соединен свободным шарниром 7 с ползуном 8 кривошипно-шатунного механизма, который совершает возвратно-поступательное движение вдоль прикрепленной к корпусу направляющей 9. Ползун посредством шатуна 10 соединен с кривошипом 11, насаженным на оси звездочки 12.

Звездочка 12 вращательное движение получает от колеса машины с помощью цепной передачи. Машина агрегируется с трактором соответствующей мощности.

Машина для посадки чеснока работает следующим образом. Во время движения агрегата по намеченным рядам посевного поля кривошип 11 получает вращательное движение от катящегося колеса машины с помощью цепной передачи 12, ползун кривошипно-шатунного механизма 8 приводит в движение рычаг 5 управления клапаном 4, вследствие чего клапан открывается и пропускает уже сориентированный в цилиндре донцем книзу зубчик чеснока, который под действием силы тяжести падает на дно посадочной бороздки. При дальнейшем движении клапан закрывается-открывается с периодичностью, обусловленной геометрическими размерами и кинематическими параметрами механизма, которые, в свою очередь, определяются агротехническими исходными данными для посадки.

Во время работы машины молоточек 6 ударяет по воронкообразной емкости посадочного материала с периодичностью открытия-закрытия клапана во избежание закупорки. Чтобы не повредить зубцы при закрытии клапана, его края закруглены (рис. 2).

При одном обороте кривошипа (11) клапан 4 дважды закрывает и открывает отверстие для отпускания зубчика чеснока. В мертвых точках механизма (рис. 3, A_0 ; A_1) клапан находится в предельных положениях колебания — отверстие для посева открыто, а когда клапан перпендикулярен оси x и клапан находится в среднем положении (A_2 ; A_2') — отверстие закрыто. В период, соответствующий двум последовательным открытым положениям клапана или полуобороту кривошипа, скорость поступательного движения агрегата должна быть такой, чтобы перемещение было равно расстоянию ℓ между растениями в ряду (рис. 1). Следовательно, основным исходным данным для определения кинематических параметров машины является это расстояние (ℓ).

Для установления связи между параметрами проведем кинематический анализ предложенного механизма (рис. 3).

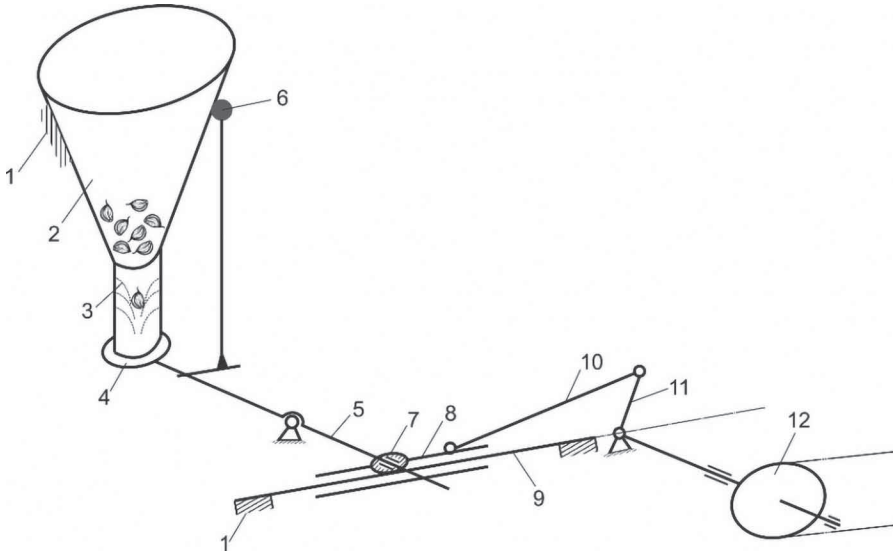


Рисунок 2. Схема машины для посадки чеснока
Figure 2. Diagram of a garlic planting machine

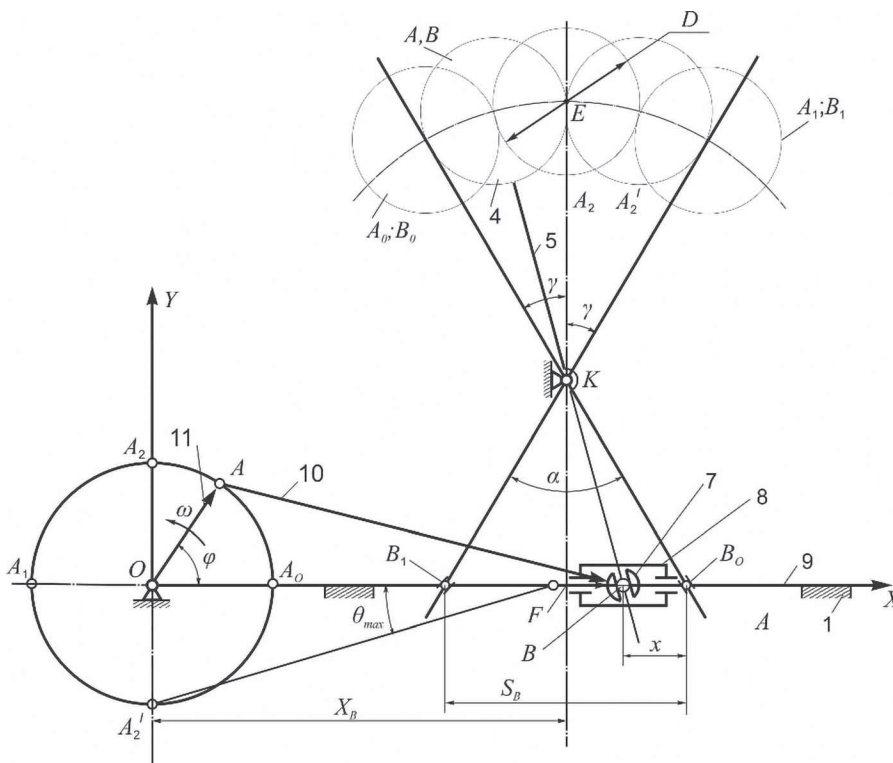


Рисунок 3. Кинематическая схема механизма управления клапаном посадочного аппарата чеснока
Figure 3. Kinematic diagram of the garlic planter valve control mechanism



Сначала определим связи между важными исходными параметрами. Время, в течение которого агрегат проходит вдоль ряда путь, равный шагу посадки (ℓ), будет равен $t = \frac{\ell}{V_M}$, и за это время клапан (4) должен дважды от-крыть отверстие выпуска зубчика, то есть кривошип механизма должен совершить пол-оборота (π). Угловая скорость кривошипа будет:

$$\omega = \frac{2\pi \cdot V_M}{2\ell} = \frac{\pi V_M}{\ell}, \text{сек}^{-1}.$$

Для определения скоростей и ускорений звеньев механизма, а также клапана представим замкнутой контур OABO (рис. 3) как векторную сумму:

$$\begin{aligned} \vec{\ell}_{OA} + \vec{\ell}_{AB} - \vec{\ell}_{BO} &= 0 \text{ или} \\ \vec{\ell}_{BO} &= \vec{\ell}_{AB} - \vec{\ell}_{OA} \end{aligned} \quad (1)$$

Проектируя (1) по направлениям осей ox и oy получим:

$$\begin{cases} x_B = \ell_{OA} \cdot \cos\varphi + \ell_{AB} \cdot \cos\alpha, \\ \ell_{OA} \cdot \sin\varphi + \ell_{AB} \cdot \sin\alpha = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Определив $\sin\alpha$ из второго выражения (2) и поместив его в первое, получим:

$$x_B = \ell_{OA} \cos\varphi + \ell_{AB} \sqrt{1 - \left(\frac{\ell_{OA} \sin\varphi}{\ell_{AB}}\right)^2}. \quad (3)$$

Отношение длин кривошипа и шатуна ($\frac{\ell_{OA}}{\ell_{AB}} = \lambda$) определяет величину угла давления (θ_{max}), следовательно и равномерную и длительную работу механизма. Это один из важных параметров синтеза механизма.

Угол давления $\theta_{max} = \frac{\ell_{OA}}{\ell_{AB}} = \lambda$ в предлагаемой машине и в подобных случаях обычно выбирается в диапазоне $12^\circ \leq \theta_{max} \leq 20^\circ$, что соответствует соотношению $\frac{1}{3} \geq \lambda \geq \frac{1}{5}$ [17].

В свою очередь, длина кривошипа обусловлена шагом ползуна (S_B), $\ell_{OA} = 0,5S_B$.

Целесообразно вычислять перемещение ползуна от какой-либо из мертвых точек ($B_0; B_1$). Определим перемещение (x) от правого предельно-го положения (B_0) (рис. 3). Величина перемещения будет:

$$x = OB_0 - x_B \text{ или } x = \ell_{AB} \left[\lambda(1 - \cos\varphi) + 1 - \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2\varphi} \right]. \quad (4)$$

Полученное выражение позволяет определить перемещение точки В ползуна или, что то же самое, перемещение шарнира (7) рычага управления (5) клапана (4).

Для определения угловых скоростей, ускорений, а также скорости и ускорения ползуна, представляющие интерес с точки зрения решаемой задачи, последовательно продифференцируем выражение (2).

Для угловой скорости ω_{10} шатуна (10) и скорости V_B ползуна (8) получим:

$$\begin{cases} -\ell_{OA} \sin\varphi - Z_{AB/OA} \cdot \ell_{AB} \cdot \sin\alpha = x'_B, \\ \ell_{OA} \cos\varphi + Z_{AB/OA} \cdot \ell_{AB} \cos\alpha = 0 \end{cases} \quad (5)$$

где $Z_{AB/OA} = \frac{d\alpha}{d\varphi}$, $x'_B = \frac{dx_B}{d\varphi}$ — аналоги скоростей.

Из второго уравнения (5) $Z_{AB/OA} = -\frac{\ell_{OA} \cos\varphi}{\ell_{AB} \cos\alpha}$. Подставив это значение в первое уравнение (5) будем иметь:

$$x'_B = \ell_{OA} \cdot \frac{\sin(\alpha - \varphi)}{\cos\alpha}. \quad (6)$$

Для определения аналогов угловой скорости шатуна и ускорения ползуна продифференцируем выражение (5) по φ и получим:

$$\begin{cases} -\ell_{OA} \cos\varphi - (Z_{AB/OA})^2 \cdot \ell_{AB} \cos\alpha - Z'_{AB/OA} \cdot \ell_{AB} \sin\alpha = x''_B, \\ -\ell_{OA} \sin\varphi - (Z_{AB/OA})^2 \cdot \ell_{AB} \sin\alpha + Z'_{AB/OA} \cdot \ell_{AB} \cos\alpha = 0 \end{cases} \quad (7)$$

Из второго уравнения (7):

$$Z'_{AB/OA} = \frac{\ell_{OA} \cdot \sin\varphi + (Z_{AB/OA})^2 \cdot \ell_{AB} \cdot \sin\alpha}{\ell_{AB} \cos\alpha}. \quad (8)$$

Подставив это значение в первое уравнение (7), получим:

$$x''_B = -\ell_{AB} \left[\lambda \cdot \cos(\alpha - \varphi) + (Z_{AB/OA})^2 \right]. \quad (9)$$

Фактическая скорость (V_B), ускорение (a_B) точки В ползуна и угловая скорость (ω_{10}) и ускорение (ε_{10}) шатуна будут:

$$\left. \begin{aligned} V_B &= \omega \cdot x'_B; \quad a_B = \omega^2 \cdot x''_B + \varepsilon \cdot V_B; \\ \omega_{10} &= \omega \cdot Z_{AB/OA}; \quad \varepsilon_{10} = \omega^2 \cdot Z'_{AB/OA} + \varepsilon \cdot Z_{AB/OA} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

где ω и ε — заданные угловая скорость и ускорение кривошипа (0А).

Для расчета кинематических параметров примем следующие числовые значения геометрических и исходных кинематических параметров для механизма управления клапаном предлагаемой машины.

Расстояние между зубчиками чеснока в ряду при посадке: $\ell = 0,1$ м; скорость агрегата: $V_M = 1,2$ км/ч (средняя скорость для класса предлагаемой машины); угловая скорость кривошипа: $\omega = 10,9$ сек⁻¹; диаметр клапана: $D = 50$ мм (рис. 3); длина кривошипа: $\ell_{OA} = 80$ мм; длина шатуна: $\ell_{AB} = 280$ мм; $\lambda = 0,2857$; длина плеча рычагов управления клапаном: $KE = 187,5$ мм; $KF = 137,5$ мм; $\theta_{max} = 16^\circ 36'$; $\gamma = 30^\circ$.

При выполнении вычислений с полученными выражениями (4)-(10), исходя из целей сформулированной задачи, интерес представляют данные, соответствующие значениям $\varphi = 0$; $\varphi = \pi/2$ и $\varphi = \pi$.

При $\varphi = 0$ из (4) получим:

$$x = 0; \quad \varphi = \frac{\pi}{2}; \quad x = 91,2 \text{ мм и } \varphi = \pi; \quad x = S_B = 160 \text{ мм}$$

С практической точки зрения особый интерес представляет скорость ползуна.

Из (6) и (10)

$$V_B = \omega \cdot \ell_{OA} \cdot \frac{\sin(\alpha - \varphi)}{\cos\alpha},$$

при $\varphi = 0$ и $\varphi = \pi$, ($\alpha = 2\pi$) $V_B = 0$, это мертвые точки, что соответствует положениям A_0B_0 и A_1B_1 клапана, при $\varphi = \pi/2$; ($\alpha = 2\pi - \theta_{max}$), $V_B = \pm 0,872$ м/с — максимальная скорость ползуна.

Ускорения ползуна в указанных характерных точках будут:

при $\varphi = 0$ и $\varphi = \pi$, ($\alpha = 2\pi$) $a_B \approx \pm 9,7$ м/с²;

при $\varphi = \pi/2$, $a_B = 0$

Полученные данные будут положены в основу разработки, расчета и проектирования конструкции предлагаемой машины.

Выводы.

1. Предложена и разработана энергосберегающая машина для посадки чеснока, которая позволяет осуществлять процесс посадки зубчиков в соответствии с требованиями агротехнических условий.

2. В результате кинематического анализа механизма управления клапаном выпускного отверстия зубчиков чеснока были получены аналитические выражения для определения перемещения, скорости и ускорения задвижки клапана, устанавливающие связь между исходными данными посадки и геометрическими и кинематическими параметрами механизма.

3. Полученные результаты дают возможность разработать, спроектировать и изготовить пробный образец машины и провести лабораторные и полевые испытания.

Список источников

1. Меликян А. Овощеводство. Ереван: ДАР, 2005.
2. Major Food and Agricultural Commodities and Producers by Commodity. Available at: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (accessed: 17.02.2023).
3. Altunyan, A.V., Grigoryan, A.S. (2018). The Problems of Intensification of Garlic Production in Armenia. *Bulletin of National Agrarian University of Armenia*, no. 1, pp. 61-65.
4. Чичкин В.П. Овощные сеялки и комбинированные агрегаты. Теория, конструкция, расчет. Кишинев: Штинца, 1984.
5. Будагов А.А. Точный высеv на высоких скоростях. Краснодар, 1971.
6. Машины и оборудование для возделывания и уборки чеснока. Режим доступа: <http://hada-korea.com/en> (дата обращения: 17.02.2023).
7. Техника для выращивания чеснока J.J. Broch: Каталог ООО «Ньютехагро», 2010. С. 227-237.
8. Базилиев Н., Калиниченко А., Фоменко В. Переоборудование сеялки СПН-6 для посадки чеснока // Картофель и овощи. 1970. № 138. С. 19-20.
9. Базилиев Н.А., Лахин А.С., Фоменко В.А. Механизированное возделывание чеснока // Картофель и овощи. 1980. № 6. С. 18-19.





10. Сузан В.Г. Агротехника озимого чеснока // Аграрный вестник Урала. 2007. № 4 (40). С. 46-48.
11. Ahn, Y., Choi, G., Choi, H., Yoon, M., Suh, H. (2007). Effect of planting depth and angle of non-cloved bulb garlics on the garlic growth and yield. *Korean J. Horticult. Sci. Technol.*, no. 25 (2), pp. 82-88.
12. Jin, C.Q., Yuan, W.S., Wu, C.Y., Zhang, M. (2008). Experimental study on effects of the clove direction on garlic growth. *Trans. Chin. Soc. Agric. Eng.*, no. 4, pp. 155-158. Available at: <https://doi.org/10.3901/JME.2008.09.177>
13. Hou, J.L., Huang, S.H., Niu, Z.R., Wu, Y.Q., Li, T.H. (2018). Mechanism analysis and test of adjusting garlics upwards using two duckbill devices. *J. Agric. Machinery*, no. 49 (11), pp. 94-103. Available at: <https://doi.org/10.6041/j.issn.1002-1298.2018.11.010>
14. Geng, A.J., Li, X.Y., Hou, J.L., Zhang, Z.L., Zhang, J., Chong, J. (2018). Design and experiment of automatic directing garlic planter. *Trans. Chinese Soc. Agric. Eng. (Trans. CSAE)*, no. 34 (11), pp. 17-25. Available at: <https://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2018.11.003>
15. Xinyan, Zhang, Shujuan, Yi, Guixiang, Tao, Dongming, Zhang, Jun, Chong (2022). Design and Experimental Study of Spoon-Clamping Type Garlic Precision Seeding Device. *Wireless Communications and Mobile Computing*, vol. 2022, Article ID 5222651, 10 p. Available at: <https://doi.org/10.1155/2022/5222651>
16. Wang, J., Han T., Wenqi, Z. (2015). Improved design and experiment of finger clip precision corn seeder. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, vol. 9, pp. 68-76.
17. Зиновьев В.А. Курс теории механизмов и машин. М.: Наука, 1975.

Информация об авторах:

Тарвердян Аршалуйс Погосович, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела механизации полеводства и животноводства Научно-исследовательского института механизации и автоматизации сельского хозяйства, arshaluystar@gmail.com

Алтунян Артур Вагинакович, кандидат технических наук, доцент, заведующий отделом механизации полеводства и животноводства Научно-исследовательского института механизации и автоматизации сельского хозяйства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7198-5220>, arturaltunyan@gmail.ru

Григорян Альберт Суменович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры сельхозмашиностроения, автоматизации и эксплуатации техники, algrig1968@mail.ru

Information about the authors:

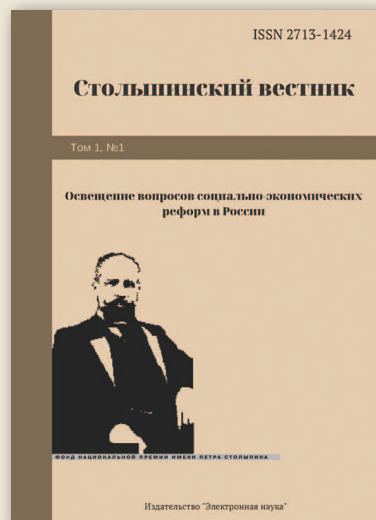
Arshaluys P. Tarverdyan, doctor of technical sciences, professor, chief researcher of the division of livestock and fodder production mechanization of Scientific Research Institute for Agricultural Mechanization and Automation, arshaluystar@gmail.com

Artur V. Altunyan, candidate of technical sciences, associate professor, head of the division of livestock and fodder production mechanization of Scientific Research Institute for Agricultural Mechanization and Automation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7198-5220>, arturaltunyan@gmail.com

Albert S. Grigoryan, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of agriculture automation and exploitation of agricultural machinery, algrig1968@mail.ru

✉ arturaltunyan@gmail.com

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»

**Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник»**

- Издаётся при поддержке **Государственного университета по землеустройству и Фонда национальной премии имени П.А.Столыпина.**
- Журнал освещает опыт и актуальные вопросы социально-экономических реформ в России.
- Цитируется в РИНЦ И КиберЛенинка.

Контакты: <https://stolypin-vestnik.ru/vestnik/>,
stolypin_vestnik@mail.ru