

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ/ AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-26

THEORETICAL SUBSTANTIATION OF THE KINEMATIC PARAMETERS OF A COMBING MACHINE FOR REMOVING ROOT WEEDS

Tseplyaev V. A.

Volgograd State Agrarian University
Volgograd, Russian Federation

Corresponding author E-mail: can_volgau@mail.ru

Received 08.01.2024

Submitted 21.02.2024

Abstract

Introduction. One of the important factors significantly influencing the production of hydrogel of melon crops is contamination, and especially during their development from germination to the "Shatrik" phase. It is known that the main part of melons (watermelons, pumpkins, melons, squash, etc.) are cultivated on light sandy loam soils, with a feeding area of 1.0 to 6.0 m² per plant. The area of nutrition depends on the type of crop being cultivated. Before sowing melon seeds, pre-sowing tillage is carried out by cultivators to the depth of seed embedding. On the 5th-6th day, and sometimes even earlier, weed shoots appear, the most active are root weeds (field aspen, field bindweed, milkweed, etc.). It is known that the roots of these weeds reach a depth of 4.0 m. At the same time, there is a branching of the root system, the main node of which is located at a depth of 7.0 to 10.0 cm. The removal of weeds by conventional cultivators with flat-cutting paws is carried out by pruning them at a depth of 6...7 cm. A large depth is not recommended due to possible damage to the roots of cultivated plants, as well as an increase in the width of the protective zone. It is known that after pruning, additional growth points are formed at the site of the cut and the branching of the weed roots increases. The periods between treatments decrease, which leads to unnecessary costs and an increase in cost has a detrimental effect on the soil, due to repeated pruning, increases the protective zone of a row of melons, which is processed manually. Therefore, machines with working bodies are needed to ensure combing of the root system of weeds. **Object.** As an object of research, it is proposed to consider combing the roots of weeds together with the vegetative part with special working organs. **Materials and methods.** In theoretical studies, the Preston hypothesis was used in the form of a mathematical model describing the destruction of a material due to the displacement of layers depending on the limiting values of velocities and forces, taking into account the elastic properties of the material. **Results and conclusions.** When cultivating melons, the most expensive operation is the care of crops and, first of all, the treatment of crops from weeds. Therefore, a machine has been developed that can come out weeds by grabbing them by the root system. Such a technological operation is provided by special working bodies in the form of staples, capturing the root at a certain depth and pulling it out from the lower layers of the soil. In order to theoretically find a condition that excludes pruning of the root at the place of its capture, a study was carried out and the dependences of the displacement of the layers of the root crust on the force and speed of the action of the working organ were obtained. The limit values of the values are 2H.

Keywords: root-spreading weeds, root-sucking weeds, weed combing, V. P. Goryachkin's method, Preston's hypothesis, pulling efforts.

Citation. Tseplyaev V. A. Theoretical substantiation of the kinematic parameters of a combing machine for removing root weeds. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024. 1(73). 226-234 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-26.

Author's contribution. Author of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Author of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Author declare no conflict of interest.

УДК 631.334

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЫЧЕСЫВАЮЩЕЙ МАШИНЫ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ КОРНЕОТПРЫСКОВЫХ СОРНЯКОВ

Цепляев В. А., кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Российская Федерация

Актуальность. К одному из важных факторов существенно влияющих на получение продукции бахчевых культур относят засоренность и особенно в период их развития от всходов до фазы «Шатрик». Известно, что основная часть бахчевых (арбузы, тыквы, дыни, патиссоны и т.д.) возделывается на легких супесчаных почвах, с площадью питания от 1,0 до 6,0 м² на одно расте-

ние. Площадь питания зависит от вида возделываемой культуры. Перед посевом семян бахчевых проводят предпосевную обработку почвы культиваторами на глубину заделки семян. На 5...6-ой день, а иногда и раньше, появляются всходы сорняков. Наиболее активными являются корнеотпрысковые сорняки (осот полевой, вьюнок полевой, молочайник и др.). Известно, что корни указанных сорняков достигают глубины 4,0 м. При этом наблюдается ветвление корневой системы, основной узел которой находится на глубине от 0,07 до 0,1 м. Удаление сорняков обычными культиваторами с плоскорежущими лапами выполняется за счет их подрезания на глубине 0,06...0,07 м. Большая глубина не рекомендуется из-за возможного повреждения корней культурных растений, а также увеличения ширины защитной зоны. Известно, что после подрезания на месте среза образуются дополнительные точки роста и ветвления корней сорняка, т.е. динамика его прорастания увеличивается. Периоды между обработками уменьшаются, что приводит к излишним затратам, повышению себестоимости и губительно влияет на почву, за счет многократных проездов, увеличивающих защитную зону ряда бахчевых, обработка которого выполняется вручную. Поэтому необходимы машины с рабочими органами, обеспечивающими вычесывание корневой системы сорняков. **Объект.** В качестве объекта исследования предлагается рассмотреть технологию вычесывания корней сорняков вместе с вегетативной частью специальными рабочими органами. **Материалы и методы.** В теоретических исследованиях использовалась гипотеза Престона в виде математической модели, описывающей разрушение материала за счет смещения слоев в зависимости от предельных значений скоростей и сил, с учетом упругих свойств материала. **Результаты и выводы.** При возделывании бахчевых культур наиболее затратной является операция ухода за посевами и, в первую очередь, обработка посевов от сорняков. Поэтому разработана машина, способная вычесывать сорняки за счет воздействия на корневую систему. Такая технологическая операция обеспечивается специальными рабочими органами в виде скоб, которые захватывают корень на определенной глубине и выдергивают его из нижних слоев почвы. Для теоретического нахождения условия, исключающего подрезания корня в точке его захвата, проведено исследование и получены зависимости величины смещения слоев коры корня от усилия и скорости воздействия рабочего органа. Предельные значения величин составляют 2,0 Н.

Ключевые слова: корнеотпрысковые сорняки, вычесывание сорняков, методика В. П. Горячкина, гипотеза Престона, усилия тербления.

Цитирование. Цепляев В. А. Теоретическое обоснование кинематических параметров вычесывающей машины для удаления корнеотпрысковых сорняков. *Известия НВ АУК.* 2024. 1(73). 226-234.DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-26.

Авторский вклад. Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Автор настоящей статьи ознакомился и одобрил представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Известно, что бахчевые культуры весьма чувствительны к сорнякам, и особенно в период фаз «всходы – шатрик». Посев сухими семенами бахчевых, даже в относительно влажную почву, приводит к тому, что всходы появляются только на 14...15 день [2, 13]. За этот промежуток времени сорняки развиваются настолько бурно, что не только снижают динамику появления всходов, но и приводят к существенной изреженности посевов [1, 5]. Свести период появления всходов к минимуму способна технология посева проросшими семенами. [8, 9]. Применение указанной технологии снижает период: «посев» – «всходы» до 4... 5 суток после посева. И тогда нет необходимости в проведении, так называемой, слепой междурядной обработки посевов или обработке с применением «маячных» культур [1, 3, 6].

Однако в любом случае при выполнении междурядных культиваций с применением плоскорежущих и стрельчатых лап требуется не менее 3...4-х обработок. Это приводит к увеличению затрат на удаление сорняков в междурядьях, а также уплотнение почвы, образование пылевидных частиц за счет воздействия колес трактора и рабочей машины на почву [4, 7]. Кроме этого третью, а тем более четвертую культивации приходится выполнять в фазе плетевых образований и разрастания плетей бахчевых [9, 10]. В этом случае появляются еще две дополнительные операции, которые выполняются вручную – смещение плетей с междурядий на рядок, а потом, после культивации, укладка их на междурядье. Все это существенно сокращает производительность труда, повышает себестоимость единицы продукции. Поэтому нами предлагается использовать агрегат для удаления корнеотпрысковых сорняков способом вычесывания [12]. Работа машины для вычесывания сорняков основана на разности окружных скоростей роторных ножей со скобами, смонтированных на дисках, к которым крепятся звездочки

с разным числом зубьев, охваченные единой цепью [10]. Такая система обеспечивает самоторможение скоб, что позволяет им входить в почву, захватывая корневую систему сорняков и, за счет прямолинейного движения, вычесывать их из почвы. Конец лезвия скобы имеет специальный вырез для захватывания сорняков (рисунок 1).

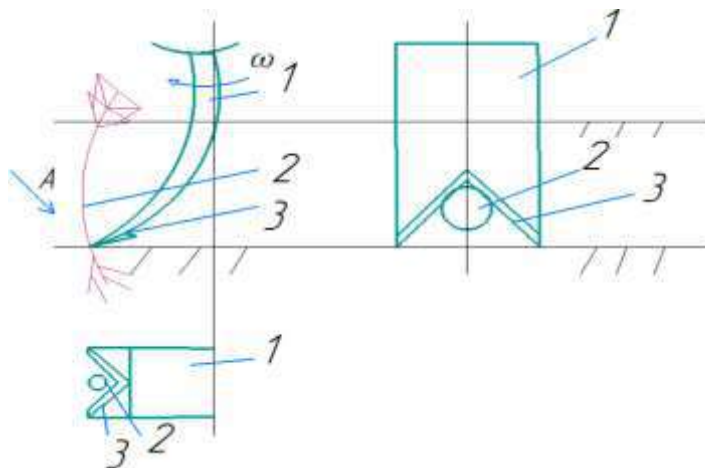


Рисунок 1 – Схема вычесывания сорняка скобой вычесывающей машины
1 – скоба; 2 – сорняк; 3 – лезвиеноса

Figure 1 – The scheme of combing a weed with a curly knife of a combing machine
1 – bracket; 2 – weed; 3 – knife blade

Корневая система выюнка полевого представляет собой разветвлённую сеть гладких корней с вегетативными почками и зачатками с расстоянием между ними от 0,035...0,04 м в малых (0,08...0,1 м) слоях почвы, до 0,103...0,124 см при большей глубине [12, 13]. На рисунке 2 представлено строение корневой системы выюнка полевого.[5] Особенность строения использована при определении кинематических и динамических параметров рабочего органа.

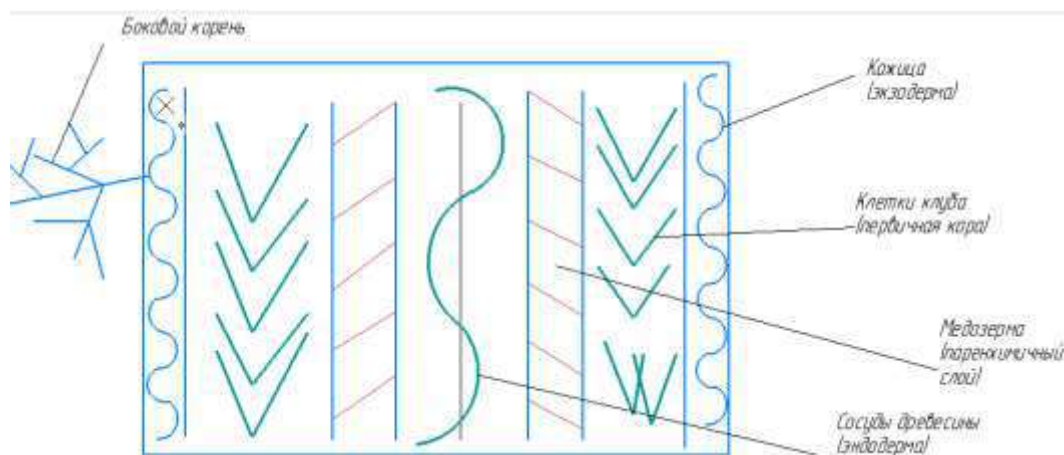


Рисунок 2 – Строение корневой системы сорняка (стержневая)

Figure 2 – The structure of the root system of a weed (stubble)

Экзодерма – это внешний слой корня, образованный несколькими слоями многоугольных и плотно прилегающих между собой клеток. По мере роста эти клетки выполняют защитную функцию.

Мезодерма – средний слой, образующий клетки паренхимы, в них происходит накопление питательных веществ. Также в этих клетках осуществляется синтез отдельных органических соединений, после чего они доставляются в ткани. Наличие межклетников обеспечивает процесс газообмена. В первичной коре – мезодерме, отводится наибольшее место.

Эндодерма – внутренний слой – составляют одного рода клетки. После отмирания они становятся водонепроницаемыми. Поэтому раствор минеральных солей находящихся в почве достигает центра корня только через тонкостенные живые пропускные клетки.

Слои экзодермы, мезодермы и эндодермы разделены между собой оболочками в виде тонкостенных (на молекулярном уровне) оболочек с низким коэффициентом трения.

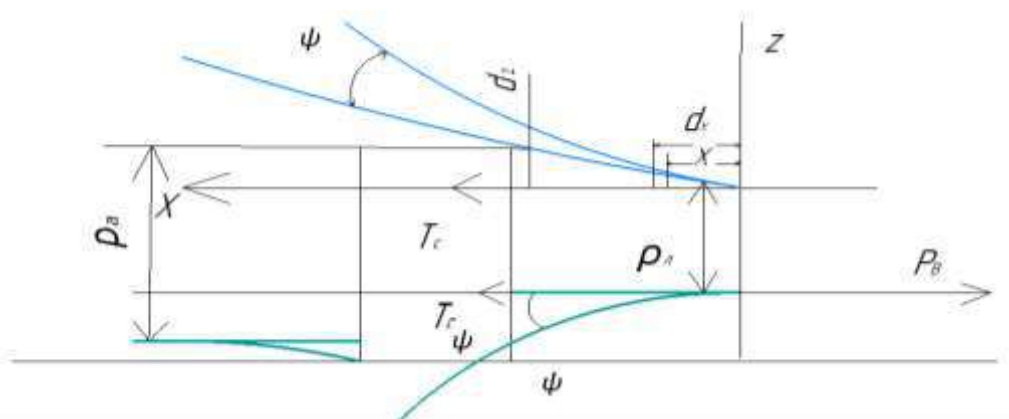


Рисунок 3 – Схема сдвига экзодермы корня при работе скобы корневычесывающего агрегата
Figure 3 – Diagram of the shift of the root exoderm during the operation of the root brace

Вычесывание корневой системы сорняка может быть при условии, исключающем его перерезание в точке контакта с рабочим органом. Наружная часть корневой системы сорняков может быть различной, от практически гладкой поверхности до шероховатой или с проростками мелких корешков [11, 12]. В соответствии с этим технологический процесс захвата корневой системы лезвием рабочего органа будет разным. Экспериментальными исследованиями установлено, что при гладкой поверхности корня (вьюнок полевой) лезвие рабочего органа захватывает наружные слои корня и сдвигает их по ходу движения скобы (рисунок 3). Этот сдвиг будет сопровождаться формированием узла из экзодерм и мезодерм корня. Далее произойдет захват узла лезвиями скобы, что приведет к образованию усилия и обеспечит вычесывание корней сорной растительности. Технологический процесс при шероховатой поверхности корня будет несколько иным. В частности, лезвие скобы в момент контакта с корнем не будет скользить по его поверхности, а вычесывание обеспечит усилие между лезвиями и ворсинками корня. При вычесывании корней с боковыми отростками (осот полевой) края лезвия подрезают его оболочку, под которой находится мезодерма, и сдвигает ее до взаимодействия с отростком, далее идет процесс вычесывания с большей глубины, чем та, на которой движется рабочий орган. Вычесывание корня может быть при условии, если основные факторы, такие как скорость и сила от действия скобы, не смогут вызвать отрыв поврежденного лезвием корня. Исходя из технологического процесса вычесывания наибольшая вероятность отрыва корня в результате подрезания может быть для первого варианта (вычесывание гладкого корня).

Результаты и обсуждения. При проведении аналитического исследования в процессах, связанных с механическим смещением слоев, часто используют гипотезу Престона, которая представляет собой математическую модель зависимости разрушения материала от предельных значений скорости и сил, а также свойств материалов:

$$\underline{d\rho_0} = \frac{\rho \vartheta * \partial t}{\tau_y} \quad (1)$$

где $\underline{d\rho_0}$ – элементарная величина сдвига экзодермы корня, м; ρ – давление в точке контакта лезвия с сорняком, Н/м²; ϑ – скорость воздействия лезвия скобы на корень сорняка, м/с; ∂t – изменение времени, с; τ_y – коэффициент, учитывающий упругие свойства материала, Н/м².

Для проведения последующих аналитических исследований обозначим некоторые условия.

1. Диаметр корня после смещения коры остается величиной постоянной ρ_k .

2. Подрезанная лезвием скобы кора сдвигается по некоторой криволинейной поверхности.

3. Сдвигаемая кора обладает упругими свойствами.

4. В начале координат – т. 0 – угол между касательной к вектору скорости и оси координат « y » равен $\varphi = \frac{\pi}{2}$.

5. Предельная величина сдвига корня не превышает значения $Q_y - 2,0H$ среднего расстояния между соседними узлами корня.

На основе условий, приведенных выше, представим выражение (1) в следующем виде:

$$\partial \rho_{\lambda} = \frac{\rho_{\kappa} \cdot \vartheta_{\kappa} \cdot s_{\lambda} \cdot \partial t}{\mu_{\kappa}}, \quad (2)$$

где $\partial \rho_{\lambda}$ – элементарное изменение диаметра корня при сдвиге его коры, м; ρ_{κ} – удельное усилие в зоне контакта лезвия с корнем, Н/м²; ϑ_{κ} – критическая скорость от действия лезвия, м/с; ∂t – элементарное изменение времени, с; μ_{κ} – коэффициент приращения усилия при сдвиге коры, н.

На схеме (рис. 3) обозначены силы, действующие на корень со стороны лезвия: T_{λ} – сила направленная перпендикулярно оси корня, н; T_c – сила, обеспечивающая сдвиг коры корня, н. Очевидно, что сила T_c определяется как произведение $T_{\lambda} \cdot f_c$, где f_c – коэффициент, учитывающий сопротивление смещенного слоя подрезанной коры относительно стержня корневой системы, т.е. $T_c = T_{\lambda} \cdot f_c$ – для сдвига элементарного слоя. Тогда полная величина силы сдвига на расстояние α_{κ} , судя по схеме (рис. 2), будет равна:

$$T_c = T_{\lambda} \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right),$$

а после преобразования:

$$T_c = T_{\lambda} \cdot f_c / \operatorname{tg} \quad (3)$$

Из условия упругости сдвигаемого слоя может быть записано дифференциальное уравнение изменения угла φ относительно изменения вертикальной оси OZ, т.е.

$$\frac{\partial \varphi}{\partial Z} = \frac{M_{cg}}{E_c l}, \quad (4)$$

где φ – изменение угла относительно траектории изменения скорости сдвига и осью OZ, рад; M_{cg} – момент сдвига слоя, н*м; E – модуль упругости сдвигаемого слоя, МПа; l – момент инерции поперечного сечения сдвигаемого слоя, относительно оси, перпендикулярной к плоскости вращения, м⁴.

Момент сдвига определится:

$$M_{cg} = T_j' \cdot l_j, \quad (5)$$

где T_j – сила в j – ом поперечном сечении, н; l_j – координата, соответствующая поперечному сечению в плоскости сдвигаемого слоя.

Исходя из методик решения подобных задач по сопротивлению материалов, где рассматривается незначительное перемещение упругого слоя консольно зашеченных балок, предельное напряжение в опасном сечении балки определится как:

$$Q = \frac{M_x \cdot h^2}{Y_z}, \quad (6)$$

где M_x – изгибающий момент в сечении н*м; h – размер сечение балки относительно оси симметрии, м; Y_z – осевой момент инерции в изучаемом сечении, м⁴.

Угол изгиба стружки φ , на ее длине dx при незначительных перемещениях dz/dx определится как:

$$\varphi = \frac{1}{E_c l_z} \cdot \int_{z_0}^z M_x \cdot dz. \quad (7)$$

Условие (7), полученное для малых перемещений, абсолютно не соответствует изучаемому процессу сдвига коры с образованием стружки, а значит, все дальнейшие аналитические анализы необходимо связывать с большими перемещениями, т.е. с текущей координатой, изменение которой связано с криволинейной зависимостью.

Следовательно, учитывая схему (рис 3.), а также зависимости (6 и 7), изменение угла φ соответствует динамике текущего угла φ_j и для криволинейной зависимости угол « φ » будет представлен:

$$\varphi = \varphi_j = \frac{T_{\lambda} * Q_y * z}{E_c Y_z} * \left(1 - \frac{z}{2l_c}\right), \quad (8)$$

где φ_j – изменение угла, определяемого положением оси координат и касательной к точке в « j » - ом сечении сдвигаемой стружки. Изменение угла « φ » – это по существу его производная относительно оси OZ:

$$\frac{d\varphi}{dz} = \varphi_z = \frac{T_{\lambda} * Q_y}{E_c Y_z}, \quad (9)$$

Предельное значение угла « φ » от воздействия лезвия скобы $z = p'_k$, при $\varphi' = 0$.

$$\varphi = \frac{T_{\lambda} * p_{\lambda}^{'2}}{2E_c Y_z}, \quad (10)$$

При работе лезвия скобы величинам z и φ приходится на конкретный сдвиг в координатах OXZ, отсюда:

$$dx = dz \sin \varphi \quad (11)$$

где dx – элементарное изменение скорости. Тогда на основе полученной зависимости (8) получим:

$$X = p'_l \int_0^{p'_k} \sin \frac{T_{\lambda} * p'_l}{E_c Y_z} \left(1 - \frac{z}{2p'_l}\right) dz \quad (12)$$

В соответствии с условием критическое значение $z = p'_l$.

Исходя из полученных ранее зависимостей (4 и 5), выразим величину:

$$T'_c = \frac{M_{cg}}{Z_j} = \frac{E_c Y \frac{d\varphi}{dz}}{z_j}, \quad (13)$$

Тогда учитывая выражения (8, 9), определим усилие T'_c :

$$T_c = \frac{T_{\lambda} * p'_l * f_l \int_0^{Q_y} \left(1 - \frac{z}{Q_y}\right) dz}{2 * tg \gamma \int_0^{Q_y} \sin \left[\frac{T_{\lambda} * p'_l}{E_c Y_z} \left(1 - \frac{z}{2Q_y}\right) \right] dz}, \quad (14)$$

где, цифра «2» в знаменателе указывает на распределение нагрузки со стороны $2^{\pm}$ лезвий, в соответствии с конструкцией скобы. Полученное предельное значение усилия T_c (выражение 14) – это сила, затраченная на вычесывание сорняка, т.е.

$$T_B = 2T_c. \quad (15)$$

Технологический процесс вычесывания сорняка вполне может быть уподоблен машинными операциями при работе теребильных аппаратов корнеуборочных машин. Условия теребления для корнеплодов сахарной свеклы может быть записано:

$$2F = 2Nf \geq G + Q + P_{un} \leq [P_Q], \quad (16)$$

где N – усилие сжатия ботвы рабочими органами, f – коэффициент сцепления ботвы с рабочими органами; G – вес корнеплода вместе с ботвой и почвой прилипшей к корнеплоду, H ; Q – сила связи корня с почвой после подкапывания, H ; P_{un} – сила инерции корнеплода, H ; $[P_Q]$ – сила отрыва ботвы.

Тогда приравниваем значение выражений 15 и 16, т.е.

$$T_B = G + Q + P_{un}. \quad (17)$$

В последующем анализе будем учитывать значение «Т_в». Используя формулу (2), определим критическую скорость « ϑ_k » воздействия лезвия скобы, на корень.

$$\vartheta_k = \frac{\frac{dp'_l}{dt} \cdot \mu_z}{p_z S_j}, \quad (18)$$

где $\frac{dp'_l}{dt}$ – изменение толщины сдвига экзодермы в единицу времени, т.е. изменение текущей координаты «Z» при сдвиге в единицу времени, $\frac{dp'_l}{dt} = \frac{dz}{dt}$; $p'_z \cdot S_j = T'_c$ – усилие при сдвиге слоя экзодермы в j – ом сечении.

Тогда:

$$\vartheta_k = \frac{tg \gamma \int_0^{Q_y} \sin \left[\frac{T_\lambda \cdot p'_l}{E_y \cdot J_z} \left(1 - \frac{z}{2Q_y} \right) \right] dz \cdot \mu_z \frac{dz}{dt}}{T_\lambda \cdot p'_l \cdot f_l \int_0^{Q_y} \left(1 - \frac{z}{Q_y} \right) dz}. \quad (19)$$

Исходя из методики В. П. Горячкина, предельное значение скорости при продольном воздействии не должно превышать величину:

$$\vartheta_{\text{прод}} = \left(\frac{E}{\rho} \right)^{1/2},$$

где E – модуль упругости корня, Н/м²; ρ – плотность материала кг/м³, отсюда $\vartheta_k \leq \vartheta_{\text{прод}}$.

Полученное выражение (19) может быть решено с использованием программы, полученной в интегрированной среде программирования *TurboPascal*. Блок-схема алгоритма программы определения скорости вычесывания корневой системы сорняка представлена на рисунке 4.

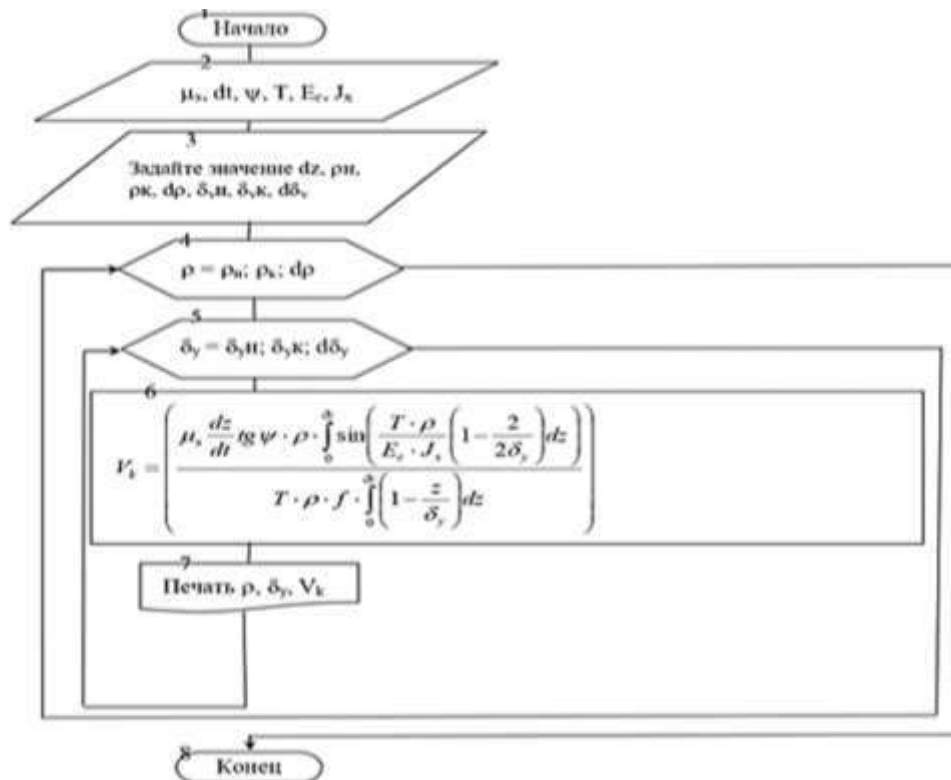


Рисунок 4 – Блок-схема алгоритма программы определения скорости вычесывания корневой системы сорняка

Figure 4 – Block diagram of the algorithm of the program for determining the speed of combing the root system of a weed

В результате подстановки цифровых значений были получены теоретические кривые, представленные на графике (рис. 5).

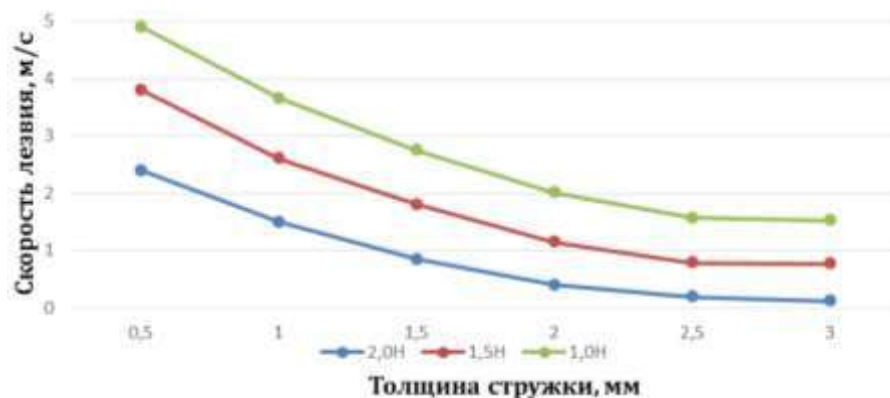


Рисунок 5 – Зависимость скорости лезвия скобы от толщины стружки и усилия сдвига

T_{λ} – усилие сдвига – 1,0Н; T_{λ} – усилие сдвига – 1,5Н; T_{λ} – усилие сдвига – 2,0Н

Figure 5 – Dependence of the speed of the staple blade on the chip thickness and shear force

T_{λ} – shear force – 1,0N; T_{λ} – shear force – 1,5N; T_{λ} – shear force – 2,0N

Судя по полученной формуле 19, скорость воздействия на корень сорняка обратно-пропорциональна силе, с которой он будет вычесываться из почвы, что и отражено в поведении полученных графиков. Сами кривые, в общем случае, носят интегральный закон изменения, что соответствует полученной формуле 19.

Заключение. Исходя из биологического строения корня и учитывая гипотезу Престона о взаимосвязи скорости, сил, действующих на разрушаемый материал, проведен теоретический анализ и получено интегральное уравнение по определению скорости воздействия лезвия скобы на корень сорняка при его вычесывании. Полученное выражение 19 носит достаточно сложную зависимость и его решение аналитическим способом затруднено. Поэтому разработана программа в среде программирования *TurboPascal* для численного решения уравнения, и после подстановки постоянных и переменных параметров, получены графики зависимости скорости лезвия скобы от толщины стружки и усилия сдвига.

Conclusions. Based on the biological structure of the root and taking into account Preston's hypothesis about the relationship of speed and forces acting on the destroyed material, a theoretical analysis was carried out and an integral equation was obtained to determine the speed of the impact of the staple blade on the weed root when combing it. The resulting expression 19 has a rather complex dependence and its solution in an analytical way is difficult. Therefore, the Turbo Pascal program was developed for the numerical solution of the equation and, after substituting constant and variable parameters, the obtained graphs of the dependence of cutting the weed root by soil.

Библиографический список

1. Алдошин Н. В., Маматов Ф. М., Исмаилов И. И. Средства механизации для обработки почвы в бахчеводстве. Техника и оборудование для села. 2021. № 2 (284). С. 12-15
2. Быковский Ю. А., Колебошина Т. Г. Технология производства бахчевых. Картофель и овощи. 2016. № 10. С. 11-13.
3. Завражнов А. А., Завражнов А. И., Земляной А. А., Ланцев В. Ю., Акишин Д. В., Ибраев А. С., Якушев А. В. Геометрия посева пропашных культур. Российская сельскохозяйственная наука. 2022. № 1. С. 59-66.
4. Клочков А. В. Механические и физические методы борьбы с сорняками. Наше сельское хозяйство. Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. 2020. № 17 (241). С. 84-89.
5. Соколов А. С., Байрамбеков Ш. Б., Соколова Г. Ф. Влияние обработки почвы, удобрений, гербицидов на засоренность и урожайность овощных культур в севообороте. Успехи современного естествознания. 2018. № 8. С. 78-84.
6. Соколов А. С., Соколова Г. Ф. Изучение влияния кратности междурядных обработок на засоренность и урожайность дыни в Астраханской области. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 5 (163). С. 76-81.
7. Фетюхин И. В., Черненко И. Е. Совершенствование химического метода борьбы с сорняками на подсолнечнике. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 157. С. 206-217.
8. Цепляев А. Н., Харлашин А. В., Ульянов М. В., Скрипкин Д. В. Теоретические исследования по определению допустимой скорости ложечек высевального аппарата для посева проросших семян бахчевых культур. Вестник Курганской ГСХА. 2019. № 3 (31). С. 75-77.

9. Цепляев В. А. Теоретическое обоснование технологии ухода за посевами. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2022. № 2. С. 314-320.
10. Цепляев В. А. Механо-математическая модель смещения плети бахчевых активным рабочим органом при обработке посевов. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2022. № 4. С. 378-389.
11. Matasov A. N., Ceplyaev A. N., Ulyanov M. V., et al. Analytical Determination of Technological Parameters in the Work of a Self-driving Machine for Soil Loosening and Weeds Removing. Lecture Notes in Networks and Systems. 2021. V. 206. Pp. 1079-1085.
12. Murmu K., Thakur T. C. Design and development of combined conservation Tillage machine with chisels and clod pulverizing roller. AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. № 50 (1). Pp. 66-72.
13. Bairambekov Sh. B., Korneva O. G., Polyakova E. V., Gulyaeva G. V., Sokolov A. S. Agrotechnical and chemical methods of weeds control in the vegetable crop rotation link // Ecology, Environment and Conservation Journal Papers. 2017. V. 23 (3). Pp. 1684-1690.

References

1. Aldoshin N. V., Mamatov F. M., Ismailov I. I. Means of mechanization for tillage in melon farming. Machinery and equipment for the village. 2021. No 2 (284). Pp. 12-15.
2. Bykovsky Yu. A., Koleboshina T. G. Technology of melon production. Potatoes and vegetables. 2016. No 10. Pp. 11-13.
3. Zavrazhnov A. A., Zavrazhnov A. I., Zemlyanoi A. A., Lantsev V. Yu., Akishin D. V., Ibraev A. S., Yakushev A. V. Geometry of sowing row crops Russian agricultural science. 2022. No 1. Pp. 59-66.
4. Klochov A. V. Mechanical and physical methods of weed control. Our agriculture. Belarusian State Agricultural Academy. 2020. No 17 (241). Pp. 84-89.
5. Sokolov A. S., Bayrambekov Sh. B., Sokolova G. F. The effect of tillage, fertilizers, herbicides on the contamination and yield of vegetable crops in crop rotation. The successes of modern natural science. 2018. No 8. Pp. 78-84.
6. Sokolov A. S., Sokolova G. F. Study of the effect of the multiplicity of row-to-row treatments on the contamination and yield of melons in the Astrakhan region. Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2018. No 5 (163). Pp. 76-81.
7. Fetyukhin I. V., Chernenko I. E. Improvement of the chemical method of weed control on sunflower. Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2020. No 157. Pp. 206-217.
8. Tseplyaev A. N., Kharlashin A. V., Ulyanov M. V., Skripkin D. V. Theoretical studies on determining the permissible speed of the spoons of the sowing apparatus for sowing germinated melon seeds. Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy. 2019. No 3 (31). Pp. 75-77.
9. Tseplyaev V. A. Theoretical justification of care technology for crops. Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex. 2022. No 2. Pp. 314-320.
10. Tseplyaev V. A. A mechanical and mathematical model of the displacement of the melon whip by an active working organ during the processing of crops. Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex. 2022. No 4. Pp. 378-389.
11. Matasov A. N., Ceplyaev A. N., Ulyanov M. V., et al. Analytical Determination of Technological Parameters in the Work of a Self-driving Machine for Soil Loosening and Weeds Removing. Lecture Notes in Networks and Systems. 2021. V. 206. Pp. 1079-1085.
12. Murmu K., Thakur T. C. Design and development of combined conservation Tillage machine with chisels and clod pulverizing roller. AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. № 50 (1). Pp. 66-72.
13. Bairambekov Sh. B., Korneva O. G., Polyakova E. V., Gulyaeva G. V., Sokolov A. S. Agrotechnical and chemical methods of weeds control in the vegetable crop rotation link // Ecology, Environment and Conservation Journal Papers. 2017. V. 23 (3). Pp. 1684-1690.

Информация об авторе

Цепляев Виталий Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, ректор, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26), e-mail: volgau@volgau.com

Author's Information

Tseplyaev Vitaly Alekseevich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Rector, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26), e-mail: volgau@volgau.com

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-27

THEORETICAL JUSTIFICATION OF THE THROUGHPUT CAPACITY OF THE DEVELOPED AUTOMATIC REGULATOR FOR WATER SUPPLY TO THE IRRIGATION CANAL

Ovchinnikov A. S., Kiselev A. A., Melichov K. M., Kozinskaya O. V.

Volgograd State Agrarian University
Volgograd, Russian Federation

Corresponding author E-mail: rumia1970@yandex.ru

Received 18.12.2023

Submitted 19.01.2024

Summary

An automatic regulator for water distribution in open irrigation systems is proposed, which will find application in farms that need reliable accounting data, filling and maintaining specified water levels in irrigation canals.

Abstract

Introduction. Rational use of water bodies is possible only if reclamation systems are equipped with modern and affordable automation means, which will allow reducing unproductive water losses at the lowest cost of production and operation. The relevance of creating new automatic water flow regulators is due to