

К ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ РОТОРА СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ДЛЯ ПРОПАШНОГО КУЛЬТИВАТОРА

Павел Федирко, Петр Краснолуцкий, Виталий Хрустинский
Подольский государственный аграрно-технический университет

Ул. Шевченко, 13, Каменец-Подольский, Украина. E-mail: kraspp@ukr.net

Pavlo Fedirko, Petro Krasnolutsky, Vitaly Khrustynsky
Podolskiy State Agrarian and Engineering University

St. Shevchko, 13, Kamenets-Podolskiy, Ukraine. E-mail: kraspp@ukr.net

Аннотация. В статье изложен короткий обзор активных рабочих органов пропашных культиваторов и обоснована целесообразность применения для междурядной обработки картофеля почвообрабатывающих фрез сложной конфигурации, поскольку при этом возможно не только рыхление почвы, но и ее управляемое перемещение на гребни. Авторами предложена конструкция конусообразного ротора, ось вращения которого наклонена в продольно-вертикальной плоскости вершиной по направлению поступательного движения агрегата. Конструктивно ротор состоит из сплошного наконечника и диска основания, которые соединены между собой пластинчатыми ножами, расположенными по образующим условного конуса. На поверхности пластинчатых ножей жестко закреплены рыхлящие лопатки. Для корректирования траектории отбрасываемой почвы и ее дополнительного крошения над ротором установлен щиток. Грядиль секции с рабочим органом шарнирно присоединен к раме культиватора и фиксируется в определенном положении нажимной штангой регулировочно-предохранительного устройства. Привод ротора целесообразно осуществлять от гидромотора. На основании теоретического анализа определены требуемые размеры угла при вершине и радиус основания ротора, исходя из заданной ширины и глубины обработки. Также выведены уравнения, описывающие траекторию движения точки ротора, векторы абсолютной скорости и ее составляющих. Результаты предварительных экспериментов в целом подтвердили выдвинутую гипотезу о возможности применения ротора для рыхления и окуливания, а также позволили уточнить его некоторые параметры. В частности, установлена интенсивность воздействия различных участков ротора на почву, а также влияние частоты вращения и угла наклона ротора на качественные показатели его работы.

Ключевые слова: орган рабочий ротационный, обработка междурядная, культиватор-окуликов, ось вращения наклонная, траектория почвенной фрезы, векторы скорости.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В последнее время в связи с ужесточением экологических требований вновь усилился интерес к разработке почвообрабатывающих машин с усовершенствованными рабочими органами, позволяющими минимизировать количество проходов агрегатов и внесение гербицидов. Прежде всего, это касается

междурядной обработки пропашных культур, в частности, картофеля [1].

Многочисленными исследованиями доказано, что качественная обработка почвы в период ухода за посадками способствует повышению урожайности на 25...30 % [2, 3]. Однако серийные культиваторы с пассивными и бесприводными рабочими органами не обеспечивают требуемой степени уничтожения сорняков, крошения почвы, уплотняют откосы гребней [4]. Это ухудшает условия произрастания клубней и обуславливает необходимость многократного проведения обработки. Более высокие качественные показатели имеют активные рабочие органы (далее сокращенно АРО), из которых наиболее распространены почвенные фрезы с горизонтальной осью вращения, расположенной фронтально к направлению движения агрегата [5-7]. Недостатками известных конструкций таких пропашных культиваторов является сравнительно высокая энерго- и металлоемкость, возможность использования лишь на ранних стадиях развития растений, необходимость в достаточно широкой защитной зоне рядка, которая практически не обрабатывается [8]. Поэтому разработка АРО сложной геометрии, позволяющей выполнять рыхление почвы и окуливание растений с оптимальными показателями культивации, является актуальной.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Почвенные фрезы изучали А.Д. Далин, И.М. Панов, Ф.М. Канарев, М.М. Севернев, Ю.И. Матяшин, И.М. Гринчук, М.Д. Подскребко, Г. Бернацки. Ними разработана достаточно полная теория взаимодействия ножей фрезы с почвой, а также методики расчета конструктивно-технологических параметров и режимов работы агрегатов. Однако эти исследования охватывают лишь АРО с горизонтальным или вертикальным расположением оси вращения, снабженные, как правило, Г-образными ножами [9].

Некоторыми учеными разрабатывались АРО более сложной конфигурации. Так, В. Тарасюк предложена горизонтальная фреза с шнековыми приставками конической формы для отсыпки почвы на гребни [10]. Разнообразные варианты лопастных эллипсоидных АРО с разрыхлительными элементами исследовались З. Ловкисом, С. Геруком [11, 12], М. Чаткиным [9] и другими учеными. Привлекает внимание предложенная З. Ловкисом и

В. Лахмаковым конструкция АРО в виде набора пластинчатых ножей, расположенных по образующим цилиндра с осью вращения, наклоненной в плоскости, перпендикулярной направлению движения агрегата. Размеры и угол наклона ротора подобраны таким образом, что при его вращении образуется своеобразный «клин», контуры которого идентичны профилю поля, требуемого при нарезке гребней или окучивании [13]. Каждый из этих вариантов имеет свои преимущества и недостатки, сочетание которых можно в общем случае сформулировать так: высокое качество крошения при достаточной линейной скорости агрегата, соответствующей производительности обычного культиватора, требует значительной частоты вращения ротора, что сопровождается повышением энергозатрат, неравномерностью глубины обработки и угрозой повреждения культурных растений [14].

Рабочая гипотеза данных исследований основана на предположении, что наклонное расположение оси вращения ротора сложной конфигурации в продольно-вертикальной плоскости обеспечивает высокое качество крошения почвы, снижение энергозатрат и возможность оперативного регулирования показателей работы посредством изменения не только скоростных режимов, но и угла установки ротора [15]. Объектом данных исследований являлся активный ротационный рабочий орган конусообразной формы с осью вращения, расположенной наклонно в продольно-вертикальной плоскости (рис. 1).

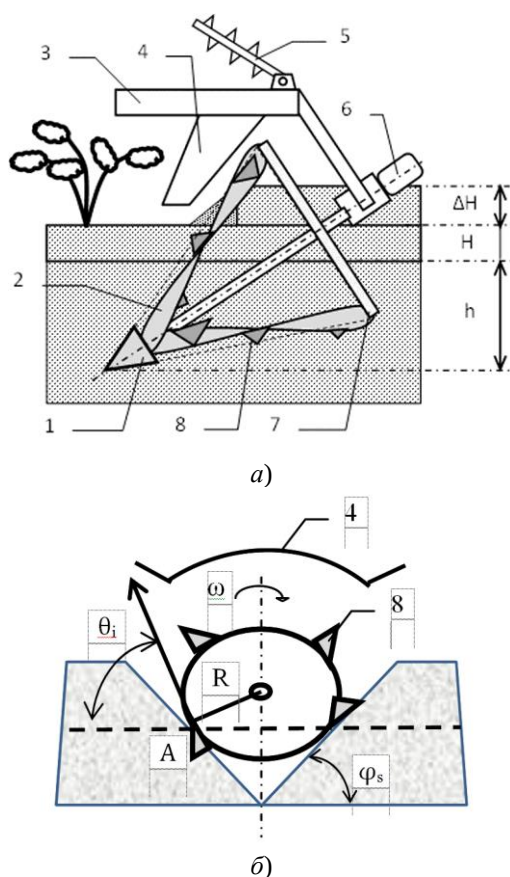


Рис. 1 Схема активного рабочего органа в продольной (а) и поперечной плоскостях (б): 1 – наконечник; 2 – нож пластинчатый; 3 – грядиль; 4 – щи-

ток; 5 – штанга; 6 – гидромотор; 7 – диск; 8 – лопатка

Fig. 1. Scheme of device in the longitudinal (a) and transverse planes (b): 1 – a tip; 2 – segmented blade; 3 – beam; 4 – plate; 5 – rod; 6 – motor; 7 – disk; 8 – blade

Конструктивно ротор выполнен в виде жестко закрепленных на валу сплошного конического наконечника 1 и диска-основания 7, которые соединены между собой расположенными на условной поверхности конуса пластинчатыми ножами 2, снабженными разрыхлительными лопатками 8. Грядиль секции 3 шарнирно присоединен к раме культиватора и фиксируется в определенном положении нажимной штангой 5 регулировочно-предохранительного устройства. Привод ротора целесообразно осуществлять от гидромотора 6. Для корректирования траектории отбрасываемой почвы над ротором установлен щиток 4, выполняющий также роль ботвоотвода при обработке картофеля на поздних стадиях его развития. Ширина обрабатываемой полосы и профиль формируемых гребней регулируются изменением угла наклона ротора, а качество крошения почвы – изменением его частоты вращения [15, 16]. Следует отметить, что в трудах отмеченных ранее ученых кинематика рабочих органов рассматривается в плоскости вращения фрезбарабана или же отдельных разрыхлительных элементов, а не в пространстве, поэтому характер математических зависимостей не пригоден для моделирования предложенного рабочего органа [9]. Между тем, учет числа возможных движений рабочих элементов позволяет дать своеобразную оценку характера их взаимодействия с почвой, выявить условия передачи энергии для получения заданного направления их воздействия на почву с целью придания последней определенных свойств с минимальными затратами, установить закон движения точек АРО и частиц почвы.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

С учетом изложенного были сформулированы следующие задачи: получить аналитические выражения, определяющие размеры ротора и описывающие его кинематику, а также провести предварительные эксперименты для проверки указанных теоретических предположений и конкретизировать основные параметры ротора для дальнейших исследований.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Угол при вершине ротора 2γ установлен нами из условия:

$$\mu \leq \tan \gamma < f, \quad (1)$$

где: μ – коэффициент Пуассона для почвы; f – коэффициент трения движения почвы по стали.

Соблюдение указанного условия (для супесчаных и суглинистых почв $\gamma = 20...35^\circ$ [17]) позволяет создать в почве первичные разрушающие напряжения без сгуживания перед наконечником. Отметим, что данный параметр соответствует пропорциям биологических прототипов разрабатываемого устройства – крота и бурозубки обыкновенной [18].

Для изготовления экспериментальной установки был принят $\gamma = 25^\circ$.

Считая поперечное сечение гребней равнобедренной трапецией, из элементарных геометрических построений требуемую ширину и глубину обработки можно определить из соотношений:

$$m = M - B - 2(H + \Delta H) \operatorname{ctg} \varphi_s, \quad (2)$$

$$h = \frac{3}{2} \frac{\Delta H [B + \operatorname{ctg} \varphi_s (2H + \Delta H)]}{M - B - \operatorname{ctg} \varphi_s (2H - 5\Delta H)}, \quad (3)$$

где: m – ширина обработки; M – ширина междурядья; B – ширина бровки (верхней части) гребня; H – высота гребня до обработки, м; ΔH – толщина слоя насыпаемой почвы; φ_s – угол откоса гребня, град., h – глубина обработки, м.

Из таких же построений следует, что для предотвращения разрушения откосов гребней при выходе лопатки из почвы в точке А (рис. 1б) должно соблюдаться условие:

$$\theta_i \geq \varphi_s + \operatorname{arctg} f_s, \quad (4)$$

где: θ_i – угол между направлением движения лопатки (касательная к основанию) и горизонтальной плоскостью XOy ; f_s – коэффициент внешнего трения почвы.

Принимая $\varphi_s = \operatorname{arctg} f_s$ после несложных преобразований можно получить формулу для определения радиуса ротора:

$$R = \sqrt{\frac{m^2}{4(\sin^2 2\varphi_s - \cos^2 2\varphi_s \operatorname{tg}^2 \alpha)}}, \quad (5)$$

где: α – угол наклона ротора, град.

По результатам расчетов авторами построена номограмма для определения геометрических параметров ротора и глубины обработки в зависимости от исходного профиля гребней и угла естественного откоса почва.

Из формулы 5 следует, что угол наклона ротора не должен превышать значения $\alpha = 2\varphi_s$. При дальнейшем увеличении угла α отрыв почвы от пласта и ее сдвиг на гребень возможны только в том случае, если рыхлящие элементы будут расположены с некоторым углом разворота и наклона к образованной ротором поверхности вращения; характер процесса работы при этом в принципе совпадает с работой вертикальной фрезы.

В дальнейшем нами также учтено то, что при значительных углах наклона ротора ($\alpha > 75^\circ$) расчетные размеры ротора делают невозможным его практическое применение – например, при $\alpha = 84^\circ$ расчетный радиус основания ротора должен составлять 0,82 м. То есть при значительных углах наклона ротор не способен выполнять одновременно с рыхлением функции окучника без применения дополнительных устройств. Минимально допустимый угол наклона α обусловлен углом конусности γ , поскольку при $\alpha < \gamma$ основание ротора будет работать в неразрыхленной почве.

Так как любая точка поверхности ротора движется одновременно по окружности и поступательно, то траекторией ее движения является винтовая линия, которая описывается системой уравнений [17, 19]:

$$X_i = v_f t,$$

$$\begin{aligned} Y_i &= R \cos \omega t, \\ Z_i &= R \sin \omega t, \end{aligned} \quad (6)$$

где: X_i, Y_i, Z_i – текущие координаты рассматриваемой точки (м); v_f – поступательная скорость ротора (м/с); ω – угловая скорость его вращения (с^{-1}); ωt – угол поворота ротора от начальной точки отсчета за время t .

Для такой траектории фрезерования в отличие от трохоиды характерно постоянство величины скорости резания и радиуса кривизны пространственной кривой (отсутствие гребешков). Однако при установке ротора под некоторым углом α к почве его кинематика существенно изменяется.

Для определения уравнений траектории движения расположим в основании ротора две координатных системы $\Sigma(X, Y, Z)$; $\Sigma'(X', Y', Z')$ с общим началом в точке O ; при этом координатная система $\Sigma(X, Y, Z)$ образуется поворотом системы $\Sigma'(X', Y', Z')$ вокруг оси OY' на угол α , равный углу наклона ротора к почве (рис. 2). Полагаем, что ротор вращается по часовой стрелке от точки отсчета O_1 и при этом $v_f = 0$.

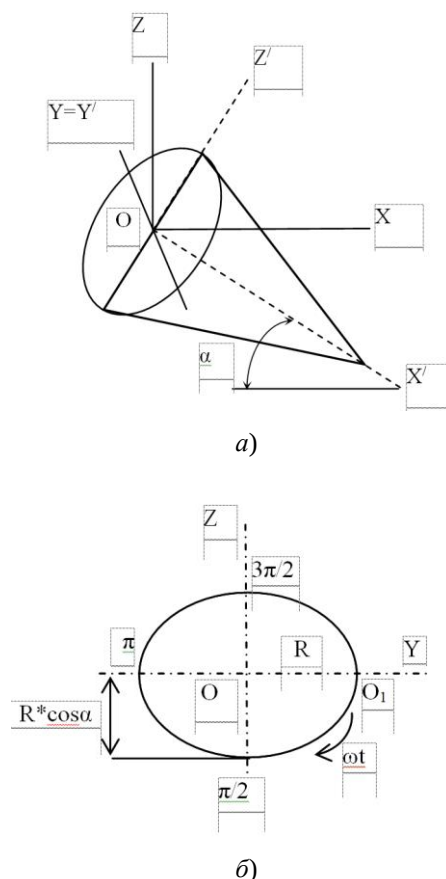


Рис. 2 Схемы к определению уравнений движения точки ротора

Fig. 2 Schemes to the definition of the equations of motion in terms of the rotor

Тогда в системе координат $\Sigma'(X', Y', Z')$ уравнение движения имеет вид:

$$\begin{aligned} X'_i &= 0, \\ Y'_i &= R \cos \omega t, \\ Z'_i &= -R \sin \omega t. \end{aligned} \quad (7)$$

Пользуясь правилами поворота декартовой системы координат [20], получаем уравнение точки ротора для системы координат $\Sigma (X, Y, Z)$:

$$\begin{aligned} X_i &= -R \cdot \sin \alpha \cdot \sin \omega t, \\ Y_i &= R \cdot \cos \omega t, \\ Z_i &= -R \cdot \cos \alpha \cdot \sin \omega t. \end{aligned} \quad (8)$$

Для любой точки поверхности ротора текущий радиус вращения:

$$R_i = (L - l_i) \cdot \operatorname{tg} \gamma, \quad (9)$$

где: L – длина ротора; l_i – расстояние от начала координат до проекции рассматриваемой точки на ось вращения.

Тогда при поступательном движении вращающегося ротора движение каждой его точки описывается системой уравнений:

$$\begin{aligned} X_i &= v_f t - (L - l_i) \cdot \operatorname{tg} \gamma \cdot \sin \alpha \cdot \sin \omega t, \\ Y_i &= (L - l_i) \cdot \operatorname{tg} \gamma \cdot \cos \omega t, \\ Z_i &= -(L - l_i) \cdot \operatorname{tg} \gamma \cdot \cos \alpha \cdot \sin \omega t. \end{aligned} \quad (10)$$

Дифференцируя эти уравнения по $\partial(\omega t)/\partial t$ при постоянных величинах v_f ; L ; l_i ; γ ; α , можно определить величины v_{xi} ; v_{yi} ; v_{zi} , которые являются составляющими абсолютной скорости v_a :

$$\begin{aligned} v_{xi} &= v_f - \omega(L - l_i) \cdot \operatorname{tg} \gamma \cdot \sin \alpha \cdot \cos \omega t, \\ v_{yi} &= -\omega(L - l_i) \cdot \operatorname{tg} \gamma \cdot \sin \omega t, \\ v_{zi} &= -\omega(L - l_i) \cdot \operatorname{tg} \gamma \cdot \cos \alpha \cdot \cos \omega t. \end{aligned} \quad (11)$$

$$v_a = \sqrt{v_{xi}^2 + v_{yi}^2 + v_{zi}^2} = v_f \sqrt{1 - 2\lambda \sin \alpha \cos \omega t + \lambda^2} \quad (12)$$

где: λ – показатель кинематического режима:

$$\lambda = \frac{\omega R_i}{v_f} = \frac{\omega(L - l_i) \operatorname{tg} \gamma}{v_f}. \quad (13)$$

Проанализируем полученные результаты. В плоскости XOZ проекцией траектории движения является эллипс с полуосями R и $R \cdot \cos \alpha$. В плоскости XOY траектория движения проецируется как синусоидальная линия. Если принять, что выделенное сечение ротора заглублено в почву наполовину, то есть $h = R \cdot \cos \alpha$, то можно четко выделить три периода: вход в почву до максимального заглубления ($\omega t = 0 \dots \pi/2$); движение в почве до выхода на поверхность ($\omega t = \pi/2 \dots \pi$) и движение рыхлящего элемента над поверхностью ($\omega t = \pi \dots 2\pi$). Из приведенных выше соотношений очевидно, что абсолютная скорость элемента (по сути – скорость резания) и ее составляющих не является постоянной величиной.

Для дальнейшего кинематического анализа целесообразно рассмотреть графики изменения абсолютной скорости и ее составляющих в зависимости от угла поворота ротора ωt , построенные по зависимостям 11 и 12.

Анализируя полученные данные, можно сделать следующие выводы. При внедрении рыхлящего элемента ротора в почву и ее последующем заглублении (угол поворота $\omega t = 0 \dots \pi/2$) вертикальная составляющая v_z плавно убывает от максимума до нуля при постепенно возрастающих значениях v_y и v_a . Такое соотношение скоростей свидетельствует о том, что подводимая к ротору энергия затрачивается на внедрение ножа с лопаткой в почву ($v_z \approx v_{z \max}$), а затем при повороте ротора на угол $\omega t > \pi/2$ на отрыв почвы от дна борозды и сдвиг ее в сторону.

В точке выхода ножа с лопаткой из почвы $\omega t = \pi$ составляющая v_z направлена вверх и имеет максимальное значение при нулевой величине v_y . Это подтверждает предположение о том, что при определенных условиях почва может увлекаться лопаткой и отбрасываться не только на ближний к точке выхода гребень (в данном случае налево), но и на противоположный.

Характер изменения абсолютной скорости v_a зависит от угла наклона ротора α . Для снижения энергоемкости процесса желательно, чтобы в период контакта ножа с почвой величина $|v_a|$ приближалась к минимально возможному значению, а в точке выхода ножа из почвы – наоборот, достигала максимального значения.

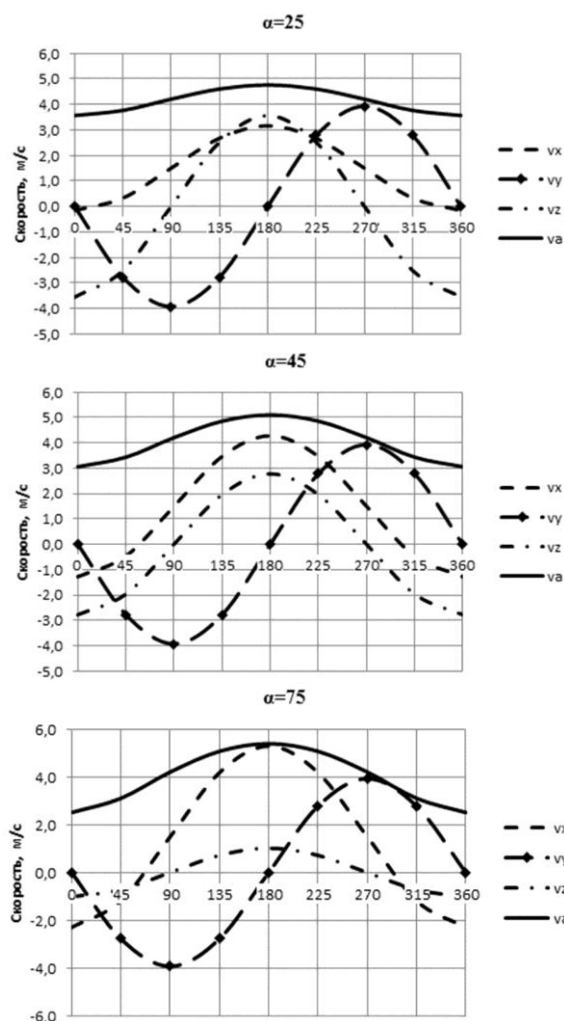


Рис. 3. Изменение абсолютной скорости точки ротора и ее составляющих при различных углах наклона α ; прочие условия: $R = 0,15$ м; $\omega = 26,2$ с $^{-1}$; $v_f = 1,5$ м/с

Fig. 3. Change the point of absolute speed of the rotor and its components at different angles of inclination α ; Other conditions: $R = 0,15$ m; $\omega = 26,2$ s $^{-1}$; $v_f = 1,5$ m / s

Как видно из представленных графиков, данному виду фрезерования присущ именно такой характер изменения абсолютной скорости v_a . Причем разница между $v_{a \max}$ и $v_{a \min}$ тем больше, чем больше угол наклона α . Однако увеличение угла наклона

ротора сверх 45° сопровождается резким уменьшением вертикальной составляющей v_z , что, очевидно, негативно отражается на равномерности отсыпки почвы по гребням.

Отличительной особенностью разрабатываемого рабочего органа является то, что интенсивность воздействия его различных частей на почву неодинакова, поскольку показатель кинематического режима λ при неизменной частоте вращения вала изменяется от $\lambda_i=0$ в вершине ротора до $\lambda_i=\lambda_{\max}$ в его основании. Установить закономерность этого изменения можно из элементарных геометрических преобразований. Для диска-основания ротора и для произвольной точки i его поверхности, лежащей на радиусе R_i от оси вращения, величина λ из уравнения 13 составляет:

$$\lambda_0 = \frac{\omega R_0}{v_f}; \lambda_i = \frac{\omega R_i}{v_f}. \quad (14)$$

Тогда показатель кинематического режима для произвольной точки поверхности с учетом выражения 9 составит:

$$\lambda_i = \lambda_0 \frac{tg\gamma}{R_0} (L - l_i) \quad (15)$$

где: $(L - l_i)$ – расстояние от вершины ротора до рассматриваемой точки, м.

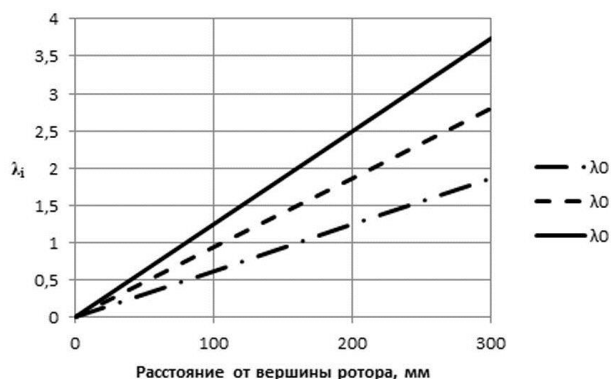


Рис. 4. Изменение показателя кинематического режима λ по длине ротора

Fig. 4. Change in kinematic mode λ along the length of the rotor

Как видно из построенного графика, при любом реальном показателе кинематического режима основания ротора его передняя часть на расстоянии порядка 80...100 мм от вершины работает в зоне скольжения как пассивный орган, поскольку $\lambda_i < 1$. Установка режущих элементов на поверхности ротора в этой зоне неэффективна. Поэтому на лабораторной модели ротора эта его часть была выполнена в виде сплошного наконечника, воздействие которого на почву сравнимо с действием пассивного трехгранного клина с равными углами 2γ .

Поисковые эксперименты проводились при таких диапазонах варьирования установочных параметров: угол наклона ротора α изменялся в пределах $25^\circ \dots 75^\circ$, частота вращения ротора 100; 170 и 250 мин^{-1} , поступательная скорость 0,47; 1,0; 1,48 м/с. Установлено, что качество крошения почвы, как и следовало ожидать, повышается с возрастанием по-

казателя кинематического режима и ухудшается с возрастанием угла наклона ротора (при $\alpha=25^\circ$ показатель качества крошения $K_k = 64 \dots 95\%$, а при $\alpha=75^\circ$ величина $K_k = 55 \dots 74\%$). Эксперименты показали, что допустимое качество отсыпки почвы на гребни возможно при угле наклона ротора до $\alpha=65^\circ$. При дальнейшем увеличении угла наклона практически вся взрыхленная почва остается в междурядье. Важным является также то, что в зоне прохождения сплошного наконечника при углах наклона ротора сверх 35° остается «след» уплотненной почвы. Для устранения этого явления считаем целесообразным изменить конструкцию рабочего органа так, чтобы он представлял собой стрелчатую лапу с прикрепленным к ней ротором без сплошного наконечника.

ВЫВОДЫ

1. Предложена конструкция ротационного рабочего органа конусообразной формы с осью вращения, расположенной наклонно в продольно-вертикальной плоскости. Предполагается, что наклонное расположение оси вращения ротора обеспечивает высокое качество крошения почвы, снижение энергозатрат и возможность оперативного регулирования показателей работы изменением частоты вращения и угла установки ротора.

В результате кинематического анализа получены аналитические выражения, описывающие характер изменения абсолютной скорости точки ротора и ее составляющих и построены соответствующие графики, подтверждающие предположение о том, что при определенных условиях почва может увлекаться лопаткой и отбрасываться не только на ближний к точке выхода гребень, но и на противоположный. Кроме того, особенностью ротора является то, что интенсивность воздействия его различных частей на почву неодинакова, поскольку показатель кинематического режима λ при неизменной частоте вращения вала изменяется от $\lambda_i=0$ в вершине ротора до $\lambda_i=\lambda_{\max}$ в его основании. При любом реальном показателе кинематического режима основания ротора его передняя часть на расстоянии порядка 80...100 мм от вершины работает в зоне скольжения как пассивный орган, поскольку $\lambda_i < 1$. Установка режущих элементов на поверхности ротора в этой зоне неэффективна.

2. В результате поисковых экспериментов установлено, что качество крошения почвы повышается с возрастанием показателя кинематического режима и ухудшается с возрастанием угла наклона ротора. Допустимое качество отсыпки почвы на гребни возможно при угле наклона ротора до $\alpha=65^\circ$. При дальнейшем увеличении угла наклона практически вся взрыхленная почва остается в междурядье.

Важным является также то, что в зоне прохождения сплошного наконечника при углах наклона ротора сверх 35° остается «след» уплотненной почвы. Для устранения этого явления считаем целесообразным изменить конструкцию рабочего органа так, чтобы он представлял собой стрелчатую лапу с прикрепленным к ней ротором без сплошного наконечника.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Петровец В.Р. 2012.** Технологии и машины для посадки картофеля и междурядной обработки пропашных культур. – Горки: БГСХА, 144.
2. **Бахтин А. А. 2003.** Разработка и обоснование параметров ротационного рабочего органа для междурядной обработки картофеля: Дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Казань, 145.
3. **Касимов Н. Г. 2005.** Обоснование основных параметров и режимов работы ротационного рабочего органа для ухода за растениями картофеля: Дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Ижевск, 141.
4. **Пастухов В., Беловол С. 2014.** Обоснование параметров процесса обработки почвы в междурядьях ротационным рабочим органом // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2014. Vol.16. No7. 140-149.
5. Комплекс технических средств для возделывания картофеля фирмы "GRIMME". Available online at: <<http://techagro.ru/index.php?id=385>>
6. Междурядные фрезерные культиваторы Badalini Available online at: <http://www.agro-sistema.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=169&Itemid=143>
7. Современный культиватор – увеличение производительности с новыми технологиями Available online at: <<http://lida-region.ru/news-576>>
8. **Zamoiska K.V. 2008.** The rotation soil loosens parameter substations. – Manuscript. The candidate's thesis of engineering sciences, the speciality 05.05.11 – Lvov. (Ukraine)
9. **Чаткин М.Н. 2008.** Повышение эффективности функционирования комбинированных почвообрабатывающих машин с ротационными активными рабочими органами: Дис... доктора техн. наук: 05.20.01. – Саранск, 385.
10. **Тарасюк В.А. 1976.** Изыскание и исследование активных рабочих органов для междурядной обработки картофеля: Дис. ...канд. техн. наук 05.20.01. – М. 132.
11. **Ловкис З.В. 1990.** Интенсификация технологических процессов возделывания картофеля активными рабочими органами : Автореф. дис. ... доктора техн. наук: 05.20.01. – Минск, 35.
12. **Герук С.Н. 1988.** Технологический процесс и основные параметры машины с активными рабочими органами для поверхностной обработки почвы: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Горки, 15.
13. **Лахмаков В.С. 1989.** Подготовка почвы с нарезкой гребней под картофель комбинированной машиной: Дис....канд. техн. наук; 05.20.01. – Минск, 186.
14. **Ферендюк А. 2014.** Анализ баланса мощности фрезерного культиватора с вибрационными рабочими органами // MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture-2014. Vol.16. No.4. 157-161.
15. **Ловкис З.В., Краснолуцкий П.П., Краснолуцкий Г.П. 1991.** Окучник : а. с. 1639440 А1 СССР МПК5 А01 В13/02 // Бюллетень. - 1991. - № 13, 2.
16. **Краснолуцкий П.П. 1991.** Интенсификация междурядной обработки гребней картофеля ротационным культиватором: Дис. канд. техн., наук: 05.20.01. – Минск, 126.
17. **Матяшин Ю.И., Гринчук И.М., Егоров Г.М. 1988.** Расчет и проектирование ротационных почвообрабатывающих машин. – М.: Агропромиздат, 176.
18. **Громов И.М., Гуреев А.А., Новиков Г.А. и 1963.** Млекопитающие фауны СССР. – Ч.1. – М.: 638.
19. **Бендера И.Н. 1986.** Комбинированный плуг с гидроприводом роторов, оборудованных режущими элементами: Дис. канд. техн. наук: 05.20.01. – Минск, – 255.
20. **Воднев В.Т., Наумович А.Ф., Наумович Н.Ф. 1988.** Основные математические формулы. – Минск, 269.

TO JUSTIFICATION PARAMETERS OF THE COMPLICATED CONFIGURATION ROTOR FOR THE TILLED CROPS CULTIVATOR

Summary. The article features a short review of the operating elements of interrow cultivators. It also proves the feasibility of the complex configuration rotary tiller's usage for interrow potato cultivation as the mechanism allows not only soil loosening but also its controlled movement.

The authors suggest designing the cone-shaped rotor to that its rotation axis is tilted in the longitudinal vertical plane of the apex in the direction of the unit's progressive motion. Structurally, the rotor consists of a solid tip and a disk in the base that are linked by lamellar blades arranged along a conditional cone. Ripper shovels are rigidly fixed on the surface of lamellar blades. A plain flap is installed above the rotor to correct the projected trajectory of the soil and its further crumbling. A main beam with operating elements is pivotally attached to the cultivator's frame and is fixed in position by regulation and the safety device's push bar. It's rational to actuate the rotor using a hydraulic motor. Based on theoretical analysis, the required angle on the top and the radius of the rotor's base are calculated based on a predetermined width and depth of cultivation. Formulas describing the trajectory of the rotor, the absolute velocity vector and its components are equated. Preliminary experiments have generally confirmed the hypothesis that the rotor can be used for loosening and hilling, and allow us to clarify some of its basic parameters. In particular, the authors find the intensity of impact that the various parts of the rotor have on the soil, and the influence of the rotor speed and the angle of inclination have on the quality indicators of its performance.

Key words: working rotary body, the processing of row, cultivator-hiller, the rotation axis is tilted, the trajectory of the soil cutter, velocity vectors.