УДК 631.358:633.521

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВО - ПЛОЩИННОЇ ТА ПРОСТОРОВО-ГЛУБИННОЇ ВЗАЄМОДІЇ ГОЛКИ ІЗ ГРУНТОМ

В.О. Шейченко, д.т.н.**,**

E-mail: vsheychenko@mail.ru, tel .: =380-503839532

Полтавська державна аграрна академія

Г.А.Хайліс, д.т.н.**,**

Уманський національний університет садівництва

М.М. Толстушко, к.т.н.,

Луцький національний технічний університет

В.В. Шевчук, к.т.н., E-mail: Shevchuk1611@ukr.net,

Уманський національний університет садівництва,

Анотація

Мета – підвищення якості обробітку ґрунту завдяки уточненню особливостей взаємодії голки будь-якої форми і конструкції з грунтом, оцінюванню їх поверхнево - площинної та просторово-глибинної взаємодію.

Методика. Теоретичні дослідження ґрунтуються на основних положеннях теоретичної механіки, теорії механізмів і машин, диференціального числення та математичного моделювання руху голки будь-якої форми і конструкції на різних фазах її взаємодії із грунтом (входження та вихід із нього).

Результати. За результатами взаємодії голки, яка має круглий перетин із грунтом утворюється отвір правильної форми, в основі (на поверхні грунту) якого буде не коло, а еліпс.

Проаналізовано змінення значення розміру великої півосі еліпса, утвореного за результатами взаємодії голки з грунтом, який утворюється на межі розділу грунт-повітря.

Відмічено, що на фазі входження голки у грунт у напрямку протилежному руху утворюється полу-еліпс, мала піввісь якого дорівнює радіусу конічної (циліндричної) частини голки, яка проникла у грунт. Велика піввісь полу-еліпса залежить від параметрів голки, їх кількості на диску,

глибини проникнення голки у грунт. На фазі виходу із грунту голка на його поверхні залишає приплюснутості у вигляді другої частини полу-еліпса. Воронка (слід), який утворює голка, представляє конус з вершиною в основі якого лежить еліпс.

Висновки. Встановлено, що взаємодія голки будь-якої форми і конструкції з грунтом призводить до виникнення на його поверхні фігури близької за формою до еліпса. Причому на фазі входження голки у грунт у напрямку протилежному руху утворюється полу-еліпс, мала піввісь якого дорівнює радіусу конічної (циліндричної) частини голки, яка проникла у грунт. Велика піввісь полу-еліпса залежить від параметрів голки, їх кількості на диску, глибини проникнення голки у грунт. На фазі виходу із грунту голка на його поверхні залишає приплюснутості у вигляді другої частини полу-еліпса. Воронка (слід), який утворює голка, представляє конус з вершиною в основі якого лежить еліпс.

Визначено площу фігури, що утворює голка за результатами проникнення у грунт (6). Запропоновано коефіцієнт (8), завдяки якому оцінюється поверхнево - площинна взаємодія голки із грунтом. Просторово-глибинну взаємодію голки із грунтом оцінено за показником змінення об'єму фігури, що утворюється за результатами проникнення голки у грунт (10).

Ключові слова: голка голчатої борони, взаємодія голки із грунтом, коефіцієнт поверхнево - площинної взаємодії, просторово-глубинна взаємодія.

UDC 631.358:633.521

STUDY OF SURFACE - PLANE AND SPACE-HLUBYNNOYI INTERACTION NEEDLE FROM SOILS

V. Sheychenko, Doctor of Tech. Sciences,

E-mail: vsheychenko@mail.ru, tel .: =380-503839532

Poltava State Agrarian Academy

H. Haylis, Doctor of Tech. Sciences**,**

Uman National University of Horticulture

M. Tolstushko, PhD. tech. sciences**,**

Lutsk National Technical University

V. Shevchuk, PhD. tech. sciences**,** E-mail: Shevchuk1611@ukr.net,

tel .: 093-909-06-39

Uman National University of Horticulture,

Annotation

Purpose. The goal - improving the quality cultivation through interaction needle refinement features of any shape and design of soil evaluation of surface - planar and spatial-depth interaction.

Methods.Theoretical studies based on the main provisions of theoretical mechanics, theory of mechanisms and machines, differential calculus and mathematical modeling of needles of any shape and design at various stages of its interaction with the soil (entry and exit from it).

Results. The results of the interaction of the needle, which has a round cross-section of the ground formed a hole right shape at the base (the soil surface) which is not a circle, but an ellipse.

Analyzed values change the size of semi-major axis of the ellipse formed by the interaction of the results of a needle with soil that is formed at the interface between the soil-air.

It is noted that the phase of needle entry into the soil in the direction opposite to the movement formed napivelips had axis is equal to the radius of the conical (cylindrical) part of the needle that has penetrated into the soil. Great axis napivelipsa vary depending on the needle, the number on the drive, the depth of penetration of the needle into the soil. In the phase out of the soil on the surface of the needle leaves pryplyusnutosti as the second part napivelipsa. Funnel (track), which forms the needle presents a cone with the top based on the ellipse.

Conclusions. Found that Interaction needles of any shape and design of the soil leads to its surface shape close to the shape of an ellipse. And the phase of needle entry into the soil in the direction opposite to the movement formed napivelips had axis is equal to the radius of the conical (cylindrical) part of the needle that has penetrated into the soil. Great axis napivelipsa vary depending on the needle, the number on the drive, the depth of penetration of the needle into the

soil. In the phase out of the soil on the surface of the needle leaves pryplyusnutosti as the second part napivelipsa. Funnel (track), which forms the needle presents a cone with the top based on the ellipse.

Defined area of the figure that forms the results of needle penetration into the soil (6). A ratio (8), whereby the estimated surface - a surface interaction with needles soil. Space-depth interaction with needles soil evaluated in terms of volume change shape formed by the entry of the needle into the soil (10).

Keywords: Needle Needle harrows, Needle interaction with the soil of the surface – planar, interaction coefficient spatially hlubynnoyi interaction.

УДК 631.358:633.521

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНО - ПЛОСКОСТНОГО И ПРОСТРАНСТВЕННО-ГЛУБИННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИГЛЫ С ПОЧВОЙ

В.О. Шейченко, д.т.н.**,**

E-mail: vsheychenko@mail.ru, tel .: =380-503839532

Полтавская государственная аграрная академия

Г.А.Хайлис, д.т.н.**,**

Уманский национальный университет садоводства,

Н.Н. Толстушко, к.т.н.,

Луцкий национальный технический університет,

В.В. Шевчук, к.т.н., E-mail: Shevchuk1611@ukr.net, тел.: 093-909-06-39

Уманский национальный университет садоводства

Аннотация

Цель – повышение качества обработки почвы благодаря уточнению особенностей взаимодействия иглы любой формы и конструкции с грунтом, оценка их поверхностно - плоскостного и пространственно-глубинного взаимодействия.

Методика. Теоретические исследования основываются на основных положениях теоретической механики, теории механизмов и машин, дифференциального исчисления и математического моделирования

движения иглы любой формы и конструкции на различных фазах ее взаимодействия с грунтом (вхождение и выход из него).

Результаты. В результате взаимодействия иглы, которая имеет круглое сечение с грунтом, образуется отверстие правильной формы, в основе (на поверхности почвы) которого будет не круг, а эллипс.

Проанализированы изменение значения размера большой полуоси эллипса, образованного по результатам взаимодействия иглы с грунтом, который образуется на границе раздела почва-воздух.

Отмечено, что на фазе вхождения иглы в почву в направлении противоположном движению образуется полу-эллипс, малая полуось которого равна радиусу конической (цилиндрической) части иглы, которая проникла в почву. Большая полуось полу-эллипса зависит от параметров иглы, их количества на диске, глубины проникновения иглы в грунт. На фазе выхода из почвы игла на его поверхности оставляет приплюснутости в виде второй части полу-эллипса. Воронка (след), который образует игла, представляет собой конус с вершиной в основе которого лежит эллипс.

Выводы. Установлено, что взаимодействие иглы любой формы и конструкции с почвой приводит к возникновению на ее поверхности фигуры близкой по форме к эллипсу. Причем в фазе вхождения иглы в почву в направлении противоположном движению образуется полу-эллипс, малая полуось которого равна радиусу конической (цилиндрической) части иглы, которая проникла в почву. Большая полуось полу-эллипса зависит от параметров иглы, их количества на диске, глубины проникновения иглы в грунт. На фазе выхода из почвы игла на ее поверхности оставляет приплюснутость в виде второй части полу-эллипса. Воронка (след), который образует игла, представляет собой конус с вершиной в основе которого лежит эллипс.

Определены площадь фигуры, которую образует игла в результате проникновения в почву (6). Предложено коэффициент (8), благодаря которому оценивается поверхностно - плоскостное взаимодействие иглы с почвой. Пространственно-глубинное взаимодействие иглы с почвой оценено по показателю изменения объема фигуры (10), образованной в результате проникновения иглы в почву.

Ключевые слова: игла игольчатой бороны, взаимодействие иглы с почвой, коэффициент поверхностно – плоскостного взаимодействия, пространственно-глубинное взаимодействие.

Постановка проблеми. Розглянемо взаємодію із грунтом точок бічної поверхні голки, за умови переміщення нижньої її точки по вертикальній осі симетрії, утвореного голкою отвору.

Диск з голками голчастою борони рухається рівномірно і прямолінійно зі швидкістю $V_Д$. На рис. 1 наведено схему проколювання голкою грунту. Миттєвому положенню OA відповідає момент початку взаємодії. За умов переміщення центру диска O в положення O_2, голка заглиблюється на глибину y_1. Цьому положенню відповідає O_1A_1 (рис. 2). Якщо центр диска займе положення O_2, то голка заглибиться на максимальну глибину y_{max} (O_2A_2). За вертикального положення голки закінчується фаза входження її у грунт і вона розпочинає рухатися у зворотному напрямку. Відзначимо, що етап проникнення голки у грунт характеризується поступовим збільшенням сил опору руху голки. У положенні A_2 на глибині y_{max} ці сили досягають максимального значення. Вихід голки з грунту (рух на ділянці A_2A) справедливо не враховує вплив сил опору руху голки. Відзначимо, що ділянку OO_2¬ відстань, яке пройшов диск за час t_1 дорівнює відстані AA_2= y_{max}= OO_2=$V_Д\, t_1$.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботах [1-13, 15] детально розглянуто взаємодію голчастою борони з грунтом в разі, коли голка проколює його і здійснює рух строго вертикально. Це дещо спрощене уявлення відносно переміщення точок голки за результатами її взаємодії із грунтом. Проте, за певних умов і на фазі входження голки у грунт і на фазі її виходу можливе існування процесів, які будуть відрізнятися від прийнятих.

Мета – підвищення якості обробітку ґрунту завдяки уточненню особливостей взаємодії голки будь-якої форми і конструкції з грунтом, оцінюванню їх поверхнево - площинної та просторово-глибинної взаємодію.

Результати. До особливостей взаємодії голки з грунтом на фазах, як поглиблення, так і виходу її з грунту, слід віднести наявність приплюснostей (вм'ятин), які утворюються на поверхні грунту в напрямку протилежному руху голки. В разі руху голки на фазі входження у грунт відмічені

приплюсності виникають з боку гострого кута контакту з грунтом. За умов виходу голки з грунту приплюсності будуть виникати по інший бік воронки, утвореної голкою. За умов проникнення у грунт голки у вигляді прута, воронку (отвір), утворену за результатами такої взаємодії, можливо представити як циліндр. У разі проникнення у грунт конусоподібної голки, фігура, утворена в результаті такої взаємодії із грунтом, буде представляти конус з колом в основі. Із збільшенням глибини проникнення такої голки, буде зростати площа основи конуса. За результатами спостережень в умовах реальної експлуатації взаємодія голки будь-якої форми і конструкції з грунтом призводить до виникнення на його поверхні фігури близької за формою до еліпса. Причому на фазі входження голки у грунт в напрямку протилежному руху утворюється полу-еліпс, мала піввісь якого дорівнює радіусу конічної (циліндричної) частини голки, яка проникла у грунт. Велика піввісь полу-еліпса залежить від параметрів голки, їх кількості на диску, глибиною проникнення голки у грунт. Виходячи з грунту, голка на його поверхні залишає приплюснутості у вигляді другої частини полу-еліпса. Воронка (слід), який утворює голка, представляє конус з вершиною A_2, в основі якого лежить еліпс.

У відповідністю із відомими залежностями [14] та прийнятими нами припущеннями, відмітимо, що подвоєний добуток малої півосі еліпса дорівнює діаметру голки (частина голки), яка заглибилася у грунт. Як відомо, еліпс являє собою замкнуту фігуру на площині, яка може бути отримано як перетин площини і кругового циліндра, або як ортогональна проекція кола на площину. Коло є окремим випадком еліпса [14].

У разі вертикального положення голки (O_2A_2) рис. 1 площа її контакту з грунтом представлятиме коло, радіус якої дорівнює радіусу зануреної в грунт частини голки.

Площа еліпса (отвору, утвореного за результатами проникнення голки у грунт), буде визначатися залежністю $S_{\text{ï î â}} = \pi ab = \pi a r_{\text{ã}}$. На значення площі впливає як параметр a, так і характеристика голки ($r_{\text{ã}}$). В цілому, параметр a -

велика піввісь еліпса залежить від характеристики голки, глибини її занурення у грунт.

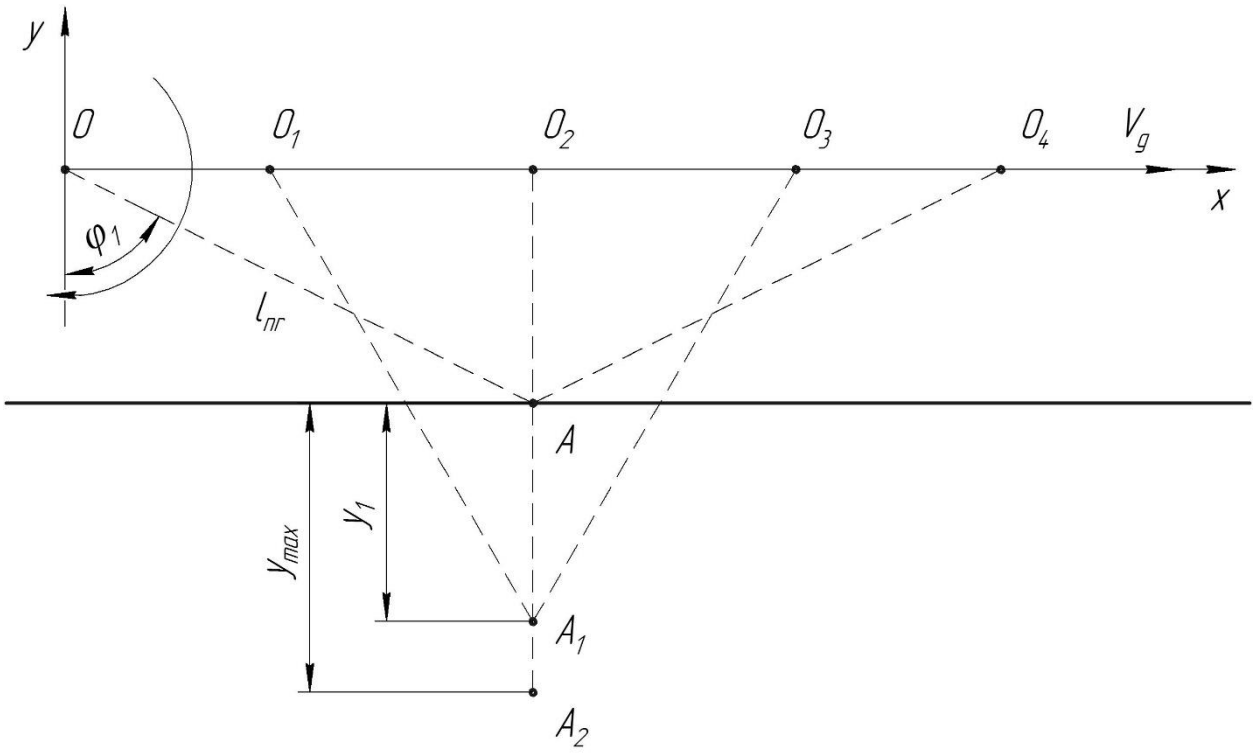

Рис. 1 – Траєкторія руху голки *OA* за умов її взаємодії з грунтом

Fig. 1 – Trajectory needle *OA* given its interaction with the soil

Із рис. 1 випливає, що початок контакту голки з грунтом характеризується моментом, коли точка *A* голки доторкнеться до нього. За таких умов з трикутника ΔOAD випливає, що $OD = l_{ã}\cos\varphi_1$, де φ_1- кут нахилу голки до грунту, який характеризує початку контакту голки з ним. Тоді

$$y_{\max} = l_{ã}\left(1-\cos\varphi_1\right) \qquad (1)$$

Процес взаємодії голки із грунтом відбувається у трьох напрямках. На поверхні грунту утворюється плоска фігура (коло, еліпс) і цю взаємодію можна класифікувати як поверхнево-площинну. Внаслідок проникнення голки у грунт по вертикальній осі симетрії отвору відбувається глибинно-просторове руйнування грунту. Оцінку функціональної здатності борони слід здійснювати за сумарним (інтегральним) показником, який узагальнює два види взаємодії. Поверхнево-площинне руйнування можна оцінити по площі

приплюснотості (фігури еліпса (кола) на поверхні ґрунту). Об'єм фігури, яка утворена у грунті за результатами проникнення в нього голки, є показником, який характеризує ефективність глибинно-просторової взаємодії голки з грунтом.

За результатами взаємодії голки, яка має круглий перетин із грунтом, утворюється отвір правильної форми, в основі (на поверхні грунту) якого буде не коло, а еліпс.

Розглянемо випадок взаємодії конусоподібної голки з грунтом (конусоподібна голка складається із конусної та циліндричної частин). У грунт проникає тільки конусоподібна частина голки (рис.1). Як зазначалося вище, диск борони з голками здійснює складний рух. Завдяки здійсненню такого руху голки її кінець (крайня т. голки) буде постійно переміщуватися по вертикальній осі. Фазі входження голки у грунт (на рис. 2 відповідає ліва частина: положення голки O_1A_1 - початок контакту, O_2A_2 – проміжне положення, O_3A_3 – максимальне занурення голки у грунт). Фазі виходу голки із грунту відповідає права щодо вертикальної осі y частина малюнка: O_4A_4 – проміжне положення. У вертикальному положенні O_3A_3 точка B_3 характеризує точку контакту голки з грунтом. Проникнення голки у грунт відбувається таким чином, що переміщення крайньої точки голки A_1 здійснюється по вертикалі (вісь y), від початку контакту т. A_1 (рис. 2) до положення A_3 - спів падіння осі симетрії голки і вертикальної осі y. Під час руху секції борони її голки здійснюють складний рух: поступальний зі швидкістю $V_Д$ (центр O_1) і обертальний з кутовий швидкістю ω навколо центру O_1. Початок контакту голки із грунтом відбувається в момент, коли т. голки A зустрічається з грунтом - положення A_1 (рис. 2). Після цього вісь обертання голки переміститься в положення O_2, а її нижня точка займе проміжне положення A_2. За таких умов бокова поверхня конусоподібної частини голки, деформуючи грунт займе положення, яке відповідає т. B_2. Відзначимо, що траєкторія контакту точки голки з грунтом на межі повітря-земля буде характеризуватися такими особливостями: спочатку відбувається

збільшення відстані від точки початкового контакту (A_3) до лівої частини голки, яка проникає у грунт (т. B_2); досягнувши якогось максимуму, ця відстань зменшується і за умов вертикального положення голки визначається радіусом кола конусоподібної частини голки, яка проникла у грунт. У вертикальному положенні голки її контакт з грунтом відбувається по колу, радіус якої дорівнює A_1B_3=$r_{\text{г п}}$. Кут конусності голки дорівнює $2\alpha_1$.

Із $\Delta A_3B_3A_1$ визначимо глибину проникнення голки у грунт:

$$A_1A_3 = y_{\max} = r_{\text{ãï}}\, ctg\alpha_1 \qquad (2)$$

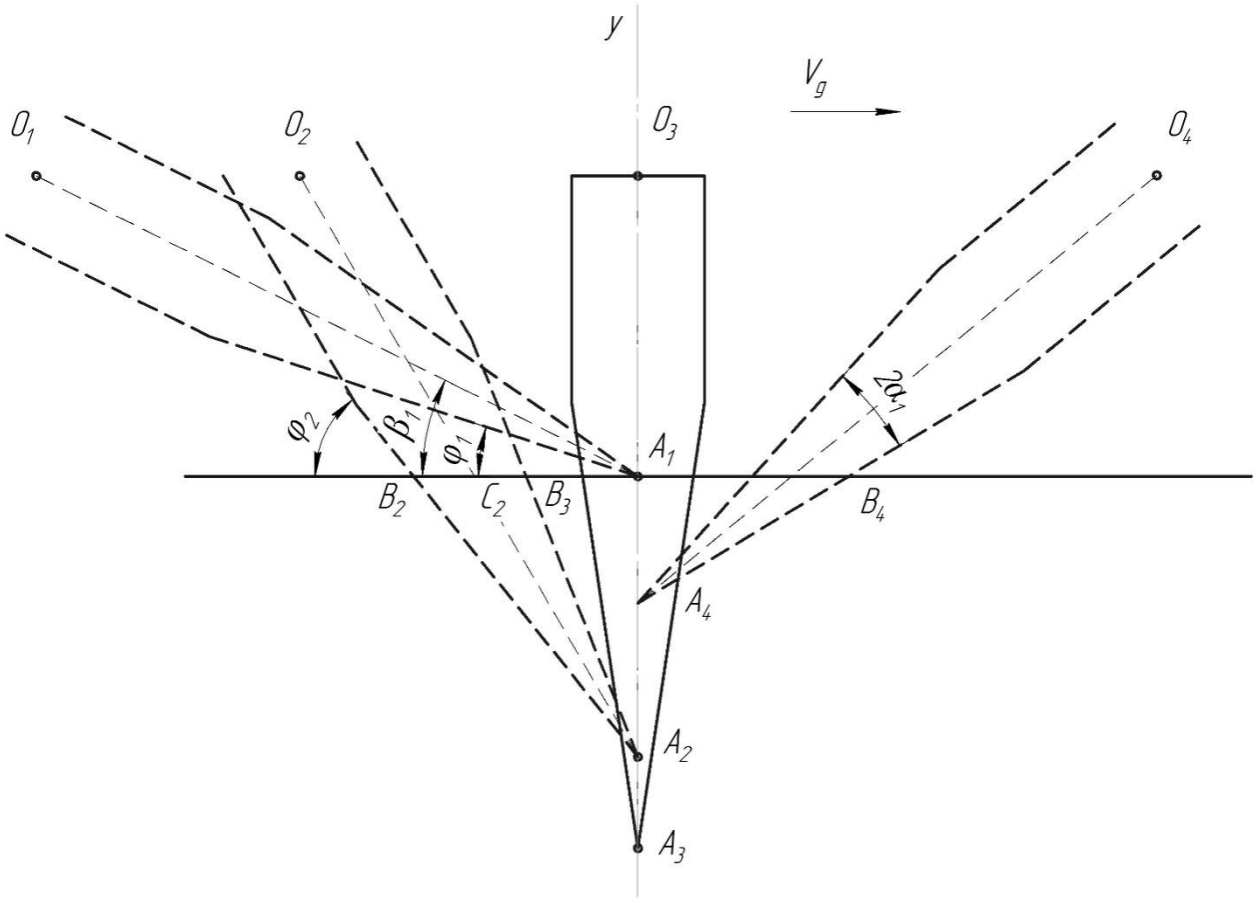

Рис. 2 – Положення голки O_1A_1 за умов її взаємодії з грунтом

Fig. 2 – Regulation needle O_1A_1 given its interaction with the soil

У момент початку проникнення голки у грунт її вісь O_1A_1 нахилена до поверхні грунт під кутом β_1, а бічна поверхня – φ_1. Тобто $\beta_1 = \varphi_1 + \alpha_1$. У проміжному положенні голки O_2A_2: вісь O_2A_2 нахилена до поверхні грунту під кутом β_2, а бічна поверхня відповідно - φ_2 (рис. 2). Причому $\beta_2 = \varphi_2 + \alpha_1$.

У вертикальному положенні вісь голки O_3A_3 збігається з вертикаллю, кут $\beta_3 = 90^0 = \varphi_3 + \alpha_1$, де φ_3 – кут між бічною стороною конусної частини голки і грунтом в положенні максимального знаходження голки в ньому. Таким чином, кут β змінюється в інтервалі $\beta_1 \le \beta \le \beta_3$, або

$$\varphi_1 + \alpha_1 \le \beta \le 90^0 = \varphi_3 + \alpha_1 \qquad (3)$$

Скориставшись відомим рівнянням еліпса $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$, та прийнявши $b = r_{äí}$ - радіус частини голки, що занурилася у грунт, *a* - максимальна відстань від точки, що занурилася у грунт до положення, коли ця точка розпочинає етап входження у грунт, тобто – велика на піввісь еліпса, отримаємо

$$B_2A_1 ctg\left(90 - \varphi_2\right) = C_2A_1 ctg\left(90 - \beta_2\right) \qquad (4)$$

Скориставшись позначеннями, які притаманні еліпсу, отримаємо: $B_2A_1 = a$, і $C_2A_1 = c$. Тоді, у відповідності із відомою залежністю еліпса $a^2 = b^2 + c^2$ отримаємо: $a^2 = \left(B_2A_1\right)^2 = b^2 + c^2 = r_{äí}^{\ 2} + c^2$.

$c = \tilde{N}_2A_1 = \frac{B_2A_1 tg\varphi_2}{tg\beta_2}$. Звідки

$$B_2A_1 = \frac{r_{äí}\, tg\beta_2}{\sqrt{tg^2\beta_2 - tg^2\varphi_2}} \qquad (5)$$

У відповідність з прийнятими припущеннями значення B_2A_1 визначає розмір великої півосі еліпса, утвореного за результатами взаємодії голки з грунтом. Цей еліпс, як зазначалося вище, утворюється на межі розділу грунт-повітря. Параметр $r_{äí}$ - змінюється від 0 – положення початку контакту і до якогось значення, яке характеризує глибину проникнення голки у грунт. Кут β_2 змінюється згідно з (2).

Визначимо площу еліпса - площа фігури, яку утворила голка за результатами проникнення у грунт як

$$S_{åë} = \pi ab = \pi \frac{r^2_{äí}\, tg\beta_2}{\sqrt{tg^2\beta_2 - tg^2\varphi_2}} \qquad (6)$$

Змінення площі, що утворилася на поверхні грунту, оцінимо показником різниці площ еліпса та кола з радіусом $r_{ãï}$.

$$\Delta S_{ï\,ï} = S_{åë} - S_{ê} = \pi \frac{r^2_{ãï}\, tg\beta_2}{\sqrt{tg^2\beta_2 - tg^2\varphi_2}} - \pi r^2_{ãï} = \pi r^2_{ãï} \left(\frac{tg\beta_2}{\sqrt{tg^2\beta_2 - tg^2\varphi_2}} - 1 \right) \qquad (7)$$

Прийнявши за

$$k_{ППП} = \frac{tg\beta_2}{\sqrt{tg^2\beta_2 - tg^2\varphi_2}} - 1 \qquad (8)$$

де $k_{ППП}$ – коефіцієнт оцінювання поверхнево - площинної взаємодії голки із грунтом, вираз (7) прийме вигляд:

$$\Delta S_{ï\,ï} = \pi r^2_{ãï}\, k_{ï\,ï} = S_{ê} k_{ï\,ï} \qquad (9)$$

Просторово-глубинну взаємодію голки із грунтом оцінимо за показником змінення об’єму фігур, які утворилися за результатами проникнення голки у грунт.

$$\Delta V_{ï\,Ã} = V_{ÊÅ} - V_{ÊÎ} = \frac{1}{3}\pi r^2_{ãï}\, y_{\max} k_{ï\,ï} = V_{ÊÎ}\, k_{ï\,ï} \qquad (10)$$

де $\Delta V_{ПГ}, V_{ÊÅ}$, $V_{КО}$ – змінення об’єму, об’єм конуса з основую еліпс та об’єм конуса з колом у основі, відповідно.

Висновки. Встановлено, що взаємодія голки будь-якої форми і конструкції з грунтом призводить до виникнення на його поверхні фігури близької за формою до еліпса. Причому на фазі входження голки у грунт у напрямку протилежному руху утворюється полу-еліпс, мала піввісь якого дорівнює радіусу конічної (циліндричної) частини голки, яка проникла у грунт. Велика піввісь полу-еліпса залежить від параметрів голки, їх кількості на диску, глибини проникнення голки у грунт. На фазі виходу із грунту голка на його поверхні залишає приплюснутості у вигляді другої частини полу-еліпса. Воронка (слід), який утворює голка, представляє конус з вершиною в основі якого лежить еліпс.

Визначено площу фігури, що утворює голка за результатами проникнення у грунт (6). Запропоновано коефіцієнт (8), завдяки якому оцінюється поверхнево - площинна взаємодія голки із грунтом. Просторово-

глибинну взаємодію голки із грунтом оцінено за показником змінення об'єму фігури, що утворюється за результатами проникнення голки у грунт (10).

Бібліографія

1. 1. Кравчук В. О качении дисков игольчатой бороны при перемещении по поверхности почвы / В. Кравчук, Г. Хайліс, В. Шевчук // Техніка і технологія АПК: Наук.-вироб. журн. – 2011. – № 10. – С. 23-25.
2. Хайлис Г. К расчету сил, действующих на иглы игольчатой бороны / Г. Хайлис, В. Шевчук, Н. Толстушко // Сільськогосподарські машини: зб. наук. статей. – 2012. – Вип. 23. – С. 136-140.
3. Анализ работы игл игольчатой бороны при их качений по почве / Г. Хайлис, Н. Ковалев, Н. Толстушко, В. Шевчук // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 5. – С. 25-29.
4. О прокалывании почвы иглами игольчатой бороны / Г. Хайлис, Н. Ковалев, Л. Талах, В. Шевчук // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 1. – С. 60-62.
5. Ветохин В.И. Системные и физико-механические основы проектирования рыхлителей почвы [Текст]: дис...док. техн. наук 05.05.11 / В. И. Ветохин; Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», ОАО «Научно-исследовательский институт сельскохозяйственного машиностроения им. В. П. Горячкина» ОАО «ВИСХОМ». – Киев; Москва. – 2010. – 284 с.
6. Гуков, Я. С. Ресурсы и приоритеты агроинженерной науки [Текст] / Я. С. Гуков, В. М. Дринча; НААН Украины, ННЦ "ИМЭСХ". – К.: Феникс, 2012. – 536 с.
7. Гутьяр Е.М. К теории резания стеблей // Сельхозмашина. – 1931. – № 7. – С. 12-13.
8. Dehondt lance sa nouvelle arracheuse de lin//Le courrier cauchois. Vendredi 27 juin 2008. – P. 5-6.
9. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 1 (частина 1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків. ОКО. – 2001. – 444 с.
10. Ivanyshyn V. Optimization of machine and tractor aggregates structures in tilling and sowing energy saving technologies / V. Ivanyshyn, V. Pogorilyy, V. Sheychenko, L. Shustik // Proceedings of the 5-th Research and Development Conference of Central- and Eastern European Institutes of Agricultural Engineering. – Kiev: National Agricultural University of Ukraine, 20-24 June 2007. - Part 2. – pp. 150-160.
11. Карпенко М.И. К методике определения энергии резания растений ротационным копром з шарнирно подвешенным ножом // Механизация и электрификации сельского хозяйства. УНИИМЭСХ. – К.: Урожай. – 1981. – Вып. 50. – С. 36-40.
12. Кушнарев С.А. Обоснование энергосберегающего технологического

процесса обработки почвы и параметров упругих рабочих органов для условий южной степной зоны Украины: дис... канд.техн. наук / ИМЭСХ УААН. – Глеваха, 1998. – 194 с.

13.Свірень, М. О. Науково-технологічні основи підвищення ефективності роботи висівних апаратів посівних машин [Текст] : автореф. дис. … докт. техн. наук / М. О. Свірень. – Кіровоград, 2012.

14.Корн, Г., Корн Т. Справочник по математике (для научных работников) [Текст] / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1972.

15.В.О. Шейченко, Дослідження тягового опору голчастої борони / Г.А.Хайліс, В.В. Шевчук, М.В. Шевчук // Механізація та електрифікація сільського господарства. Загальнодержавний збірник. Випуск №3 (102) .- Глеваха, 2016.- 266 с., с.44-54.

References

1.

References

1. V. Kravchuk O rolling disk yholchatoy boronы with SHIFT to surface soil / V. Kravchuk, G. Haylis V. Shevchuk // Technique and technology APC: Nauk.-products. Zh. - 2011. - № 10. - P. 23-25.

2. Haylys G. calculating forces on deystvuyuschyh yhlы yholchatoy boronы / G.Haylys, V.Shevchuk, N.Tolstushko // Agricultural Machinery: Coll. Science. articles. - 2012. - Vol. 23. - P. 136-140.

3. Analysis of the operation of needle needles with their rolling on the soil / G. Haylis, N. Kovalev, N. Tolstushko, V. Shevchuk // Tractors and agricultural machinery. - 2014. - No. 5. - P. 25-29.

4. On piercing the soil with needles of needle-shaped harrows / G. Haylis, N. Kovalev, L. Talakh, V. Shevchuk // Achievements of science and technology of agroindustrial complex. - 2014. - No. 1. - P. 60-62.

5. Vetokhin V. Systemic and physico-mechanical foundations of designing soil loosers [Text]: dis ... doc. Tech. Sciences 05.05.11 / VI Vetokhin; National Technical University of Ukraine "Kiev Polytechnic Institute", JSC "Scientific Research Institute of Agricultural Engineering named. VP Goryachkin »JSC« VISKHOM ». - Kiev; Moscow. - 2010. - 284 p.

6. Gukov, Ya.S. Resources and priorities of agroengineering science [Text] / Ya. Gukov, V. Drincha; NAAN of Ukraine, NSC "IMESH". - K .: Phoenix, 2012. - 536 p.

7. Gutyar E.M. To the theory of cutting stems // Selkhozmashina. - 1931. - № 7. - P. 12-13.

8. Dehondt lance sa nouvelle arracheuse de lin // Le courrier cauchois. Vendredi 27 juin 2008. - R. 5-6.

9. Zaika P. The theory of agricultural machines. T. 1 (part 1). Machines and tools for cultivation. - Kharkiv. EYE. - 2001. - 444 p.

10. Ivanyshyn V. Optimization of machine and tractor aggregates structures in tilling and sowing energy saving technologies / V. Ivanyshyn, V. Pogorilyy, V. Sheychenko, L. Shustik // Proceedings of the 5-th Research and Development Conference of Central- and Eastern European Institutes of Agricultural Engineering. - Kiev: National Agricultural University of Ukraine, 20-24 June 2007. - Part 2. - pp. 150-160.

11. Karpenko M. Methods for determining energy plants rezanyya rotatsyonnыm of copra articulated podveshennыm knife // эlektryfykatsyy mechanization and agricultural sector. IMESH. - K .: harvest. - 1981. - Vol. 50. - P. 36-40.

12. S. Kushnarev Rationale эnerhosberehayuscheho tehnolohycheskoho process obrabotku soil parameters and elastic bodies for workers uslovyy South zone Stepnoy Ukraine, di ... kand.tehn. Science / YMЭSH UAAN. - Glevaha, 1998. - 194 p.

13. Sviren, M. Scientific and technological bases efficiency of sowing machines sowing machines [Text]: Author. Dis. ... Doctor. Sc. Science / MO Sviren. - Kirovograd, 2012.

14. Korn G., Korn T. Mathematics Handbook on (for the Scientific workers) [Text] / G. Korn and T. Korn. - M .: Science, 1972.

15. V. Sheychenko, Research traction resistance harrows Needle / H.Haylis V.Shevchuk M.Shevchuk // Mechanization and Electrification of Agriculture. Nationwide collection. Issue №3 (102).-Glevaha, 2016.- 266 pp., S.44-54.