

It is summarized research results of using of energosaving technologies in corn production and in scientific- research work.

It is examined the sow method on selection plots with the help of universal ploughshare set and made scheme of construction modernizing of the most popular in selection-seed-growing practice seeder of type CH-16 and done fundamental advantages which allow to widen its technological and qualitative possibilities.

technology, selection, seed-growing, seeder, construction, parameters, tined cutting disk, spring clip, ploughshare set

Одержано 25.03.15

УДК 631.333.52

Ю.І. Козелко, асп., М.В. Усенко, доц., канд. техн. наук

Луцький національний технічний університет, Україна

Визначення сил, що діють на картоплину в картоплевисаджувальних апаратах з наколювальним пристроєм

Обґрунтована доцільність застосування різних конструкцій конвеєрних картоплевисаджувальних апаратів з кільцем з голкою в різних умовах роботи. Визначено сили, що діють на бульбу картоплі та на кільце з голкою.

картопля, висаджувальний апарат, наколювальний пристрій, кільце, голка

Ю.И. Козелко, асп., М.В. Усенко, доц., канд. техн. наук

Луцкий национальный технический университет, Украина

Определение сил, действующих на картофель в картофелепосадочных аппаратах с накалывающим устройством

Обоснована целесообразность применения конструкций конвейерных картофелепосадочных аппаратов с кольцом с иглой в разных условиях работы. Определены силы, действующие на картофельный корнеплод и на кольцо с иглой.

картофель, посадочный аппарат, накалывающее устройство, кольцо, иглка

Стан проблеми. Серед спеціалістів в області сільського господарства поширена думка про те, що Україна має рівнинний характер рельєфу на всій свої території. В той же час відомо, що такий характер території безпосередньо пов'язаний із застосуванням відповідної сільськогосподарської техніки. У зв'язку з цим слід зазначити, що в нашій країні існує багато земель, що розташовані на пагорбах, нерівностях і навіть на схилах і, відповідно, застосування рівнинної техніки в таких специфічних умовах призводить до недоліків в їх роботі або взагалі до неможливості їх застосування. В таких умовах проявляються недоліки всіх видів сільськогосподарських машин (грунтообробних, посівних, садильних, збиральних і т. д.) при виконанні ними відповідних сільськогосподарських операцій. Не є виключенням також операція висаджування картоплі, яка виконується картоплевисаджувальними машинами з апаратами різної конструкції. На сьогоднішній день поширені картоплевисаджувальні апарати

© Ю.І. Козелко, М.В. Усенко, 2015

конвеєрного типу, проте вони також не забезпечують повністю надійне захоплення і утримання картоплин в кільці апарату, тобто існує ймовірність сходження картоплини з кільця. Логічним є те, що ці недоліки особливо проявляються в несприятливих умовах роботи, а саме на нерівному рельєфі, пагорбах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існує багато машин для висаджування картоплі з висаджувальними апаратами різної конструкції [1, 4, 6]. При цьому поширеність машин з апаратами конвеєрного типу викликана їх багатьма перевагами [4, 6]. Даний апарат є компактним, особливо відносно поздовжньої осі агрегату, що дуже важливо при його використанні в малогабаритному варіанті. До певних недоліків конвеєрних апаратів слід віднести конструкцію кілець (ложечок), які захоплюють лише ті картоплини, що мають розмір, який відповідає даному кільцю. Також недоліком є ненадійне утримання картоплини в кільці, особливо при русі у верхній зоні, а саме в зоні зірочки. Але ці недоліки компенсуються простотою конструкції всього апарата і, зокрема, кілець. Незначна реконструкція кілець з додаванням певних елементів для підвищення якості утримання картоплини в даному кільці не потребує великих зусиль. Причому після такої реконструкції буде забезпечено надійне утримання бульби в кільці навіть при роботі в несприятливих умовах (вібрації на нерівному рельєфі, пагорбах і навіть на схилах).

В різних наукових працях розглянуті теоретичні питання, які відносяться до конвеєрних картоплевисаджувальних апаратів, але не підняті питання з визначення сил, які виникають при роботі апаратів, що обладнані додатковими елементами для утримання картоплини в кільці [2, 3, 5].

Формування цілей статті. Визначення сил, що діють на бульбу картоплі та на робочі органи конвеєрного картоплевисаджувального апарата з кільцем з голкою.

Виклад основного матеріалу дослідження. Нами запропоновані різні конструкції картоплевисаджувальних апаратів з наколювальними пристроями [7, 8]. Основою їх конструкції є ланцюговий конвеєр, на якому через рівні проміжки розміщені кільця, до кожного з яких прикріплена на опорі голка таким чином, що вона займає місце або знизу або збоку кільця (рис. 1 та рис. 2).

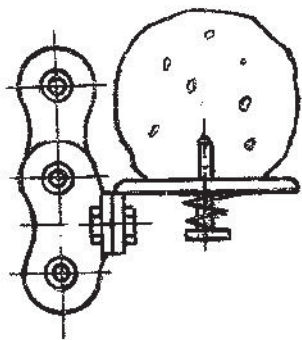


Рисунок 1 – Кріплення голки знизу кільця

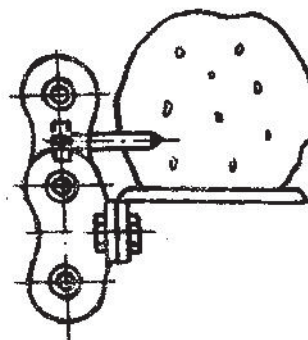


Рисунок 2 – Кріплення голки збоку кільця

Розглянемо сили, що діють на кільце і картоплину для апаратів різних конструкцій.

На вітці конвеєрного картоплевисаджувального апарату без наколювальних пристроїв, яка розташована вертикально і знаходиться в бункері з картоплею, кільця рухаються прямолінійно вверх в напрямку верхньої зірочки. В бункері кільце захоплює картоплину. Дана бульба картоплі розташовується на кільці і тримається в ньому. На кільце діє сила ваги картоплини $G = mg$, яка до повороту кільця на 90° , на ділянці A_0A буде намагатись притискати картоплину до даного кільця (рис. 3 та рис. 4). Після

входження в зону знаходження зірочки кільце з картоплиною починає здійснювати обертальний рух навколо осі зірочки і на картоплину уже крім сили ваги діє відцентрова сила інерції:

$$P = m\omega^2 R_3, \quad (1)$$

де m – маса бульби;

ω – кутова швидкість обертання зірочки;

R_3 – радіус обертання (відстань від центра зірочки до центра маси бульби).

Крім цих сил слід врахувати нормальну силу реакції кільця N та силу F , яка утримує картоплину в кільці. Картоплина знаходиться (лежить) в кільці в його виїмці і, відповідно, переміщення її обмежено ребром виїмці кільця, що дозволяє їй міцніше триматись там, на відміну від випадку, якщо б вона знаходилась на рівній поверхні. В останньому випадку силою, що утримує картоплину в кільці, була б сила тертя. Оскільки картоплина знаходиться у виїмці кільця, то необхідно врахувати силу утримання картоплини в даній виїмці. По аналогії з силою тертя можемо прийняти, що сила F утримання картоплини в кільці дорівнює $F = fN$, де f – коефіцієнт утримання. Слід зазначити, що в якості висадкового матеріалу найчастіше використовують бульби картоплі масою 25-80 грамів.

Маємо, що на ділянці A_0A руху (відбувається піднімання кільця з картоплиною вгору) на кільце діють наступні сили: сила ваги картоплини G , нормальна реакція кільця N , сила утримання картоплини в кільці F , відцентрова сила інерції P . Розкладаємо силу G на дві складові, а саме вздовж поверхні кільця і перпендикулярно до неї: $G \sin\omega t$ та $G \cos\omega t$, що є справедливим для будь-якої точки ділянки A_0A . Тут ωt – це кут повороту кільця від точки A_0 до розглядуваної точки (наприклад точка A_1), t – час, за який кільце повернулось на кут від точки A_0 до розглядуваної точки (наприклад точка A_1), що зображено на рис. 3.

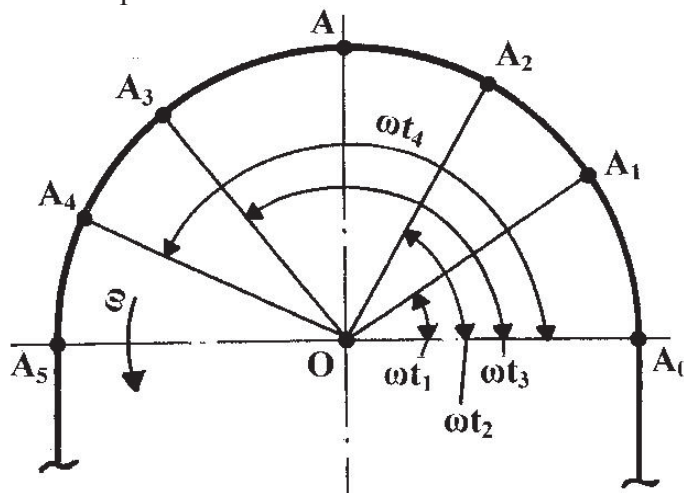


Рисунок 3 – Схема характерних точок і кутів повороту кільця в зоні зірочки

Отже, нормальна сила реакції кільця N дорівнює перпендикулярній складовій $N = G \cos\omega t$ сили G , лежить на одній лінії з нею і направлена в протилежний бік до неї. Сила утримання картоплини в кільці F та відцентрова сила інерції P направлені вздовж поверхні кільця в протилежному напрямку до дії складової $G \sin\omega t$ сили G (рис. 4).

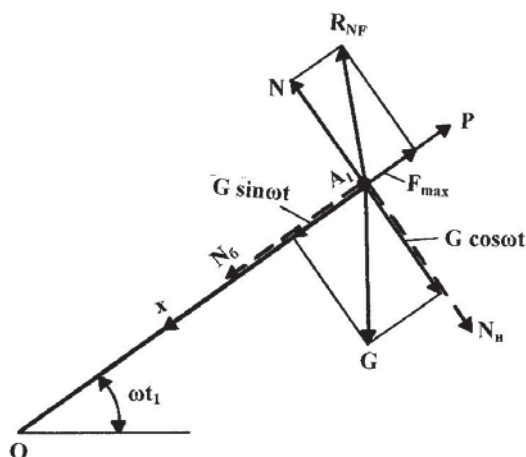


Рисунок 4 – Схема сил, що діють на картоплину при повороті кільця в зоні зірочки від 0° до 90°

Слід зазначити, що на ділянці AA_5 на картоплину будуть діяти лише сили G та P (рис. 5). Тобто коли кільце буде повертатись від 90° до 180° то під дією сили G картоплина буде випадати з кільця і сила тертя F тут уже не буде мати значення.

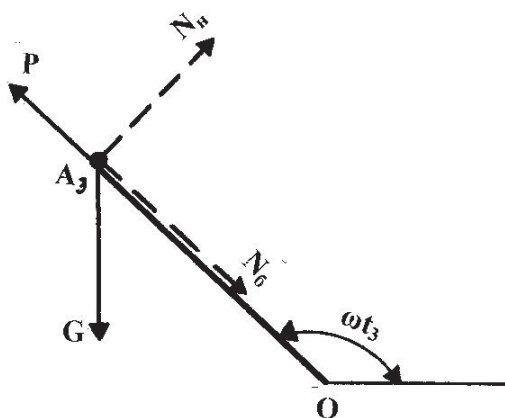


Рисунок 5 – Схема сил, що діють на картоплину при повороті кільця в зоні зірочки від 90° до 180°

Складаємо диференціальне рівняння руху картоплини по поверхні кільця в будь-якій точці ділянки A_0A (приймаємо, що вісь x направлена вздовж поверхні кільця, як зображено на рис. 4), загальний вигляд якого:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = G \sin \omega t + F + P.$$

З врахуванням напрямків сил, маємо:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = G \sin \omega t - F - P. \quad (2)$$

Підставляючи значення G , F і P і скорочуючи на m , отримуємо:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = g \sin \omega t - fg \cos \omega t - \omega^2 R_3.$$

Інтегруючи двічі, отримаємо:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \int_0^t g \sin \omega t dt - \int_0^t fg \cos \omega t dt - \int_0^t \omega^2 R_3 dt, \\ \frac{dx}{dt} &= \frac{g}{\omega} - \frac{g}{\omega} \cos \omega t - \frac{fg}{\omega} \sin \omega t - \omega^2 R_3 t. \end{aligned}$$

$$x = \int_0^t \frac{g}{\omega} dt - \int_0^t \frac{g}{\omega} \cos \omega t dt - \int_0^t \frac{fg}{\omega} \sin \omega t dt - \int_0^t \omega^2 R_3 t dt,$$

$$x = \frac{g}{\omega^2} (t\omega - \sin \omega t + f \cos \omega t - f) - \frac{\omega^2 R_3 t^2}{2}. \quad (3)$$

Рівняння (3) описує закон руху картоплини по поверхні кільця. Представляє інтерес визначення залежності часу t від переміщення x картоплини, але аналітичне визначення даної залежності пов'язано з складнощами розв'язку трансцендентного рівняння. Тому визначаємо залежність переміщення x картоплини за часом t і, відповідно, за кутом ωt . Приймаємо значення сталих, що є найбільш характерними для розглянутих умов, а саме для найбільш поширеної конструкції висаджувального апарату картоплевисаджувальної машини КСТ-2, у якого значення $\omega \approx 7$ рад/с і $R_3 \approx 0,07$ м (приймаємо $f \approx 0,2$).

Розв'язок рівняння (3) показує, що значення x практично не залежить від t (від ωt), і практично дорівнює нулю при значеннях ωt від 0° до 45° і навіть до 90° . Це свідчить про те, що картоплина тримається в кільці і практично не «виштовхується» з нього на ділянці дузі A_0A , тобто при повороті кільця від 0° до 90° . Також слід зазначити, що картоплина спирається на ребро кільця, що підвищує надійність її утримання в ньому. Але ця надійність залежить від таких факторів як маса, форма і розмір бульб, кутова швидкість обертання зірочки, стан бульби, які можуть впливати негативно на надійність утримання. Якщо ще врахувати коливання і вібрації всієї картоплевисаджувальної машини в умовах її роботи на нерівному рельєфі, то маємо велику ймовірність того, що «виштовхування» картоплини буде відбуватись на ранній стадії її руху у висаджувальному апараті і призведе до її травмування і до порушення якості висаджування.

Тому логічно постає питання про надійне утримання картоплини в кільці, особливо на стадії її руху в зоні зірочки. Найбільш прийнятними в даному випадку є заходи з підвищення надійності утримання бульби в кільці за допомогою додаткових конструктивних елементів. Таким елементом, що досить міцно утримує картоплину в кільці може бути наколювальний пристрій, а конкретно голка, на яку і наколюється бульба картоплі. При цьому, як було зазначено вище, нами запропоновані два способи розташування голки на кільці, а саме знизу (рис. 1) або збоку (рис. 2).

В такому випадку в диференціальному рівнянні руху (2) картоплини по поверхні кільця, крім сил, що враховані в ньому, необхідно додати силу утримання картоплини голкою, а саме силу утримання нижньою голкою N_n або силу утримання боковою голкою N_b (показані пунктиром на рис. 4 і рис. 5). Обидві дані сили підвищують надійність утримання картоплини в кільці практично ідентичним способом, різниця тільки у величині даних сил. Слід зазначити, що сила N_b міцніше утримує картоплину ніж сила N_n . Як показали наші практичні досліди, якщо картоплина наколота на голку, то для її зміщення в поперечному відносно осі голки напрямку необхідно прикласти силу приблизно у 5 разів більшу ніж для зміщення тої самої картоплини у напрямку осі голки. Дана обставина особливо важлива на ділянці AA_5 повороту кільця від 90° до 180° , коли під дією сили ваги G картоплина випадає з кільця і сила тертя F і опір ребра кільця уже не мають значення. Також важливо зазначити, що з врахуванням вищевикладеного, при боковому проколюванні є можливість здійснити дане проколювання на меншу глибину ніж при проколюванні знизу, що дозволяє застосувати менші зусилля, а також менше травмує картоплину.

Але у разі наявності сили N_b або сили N_n тут уже починають діяти зовсім інші закони «поведінки» картоплини на кільці ніж без їх наявності. Справа в тому, що сили

N_6 і N_n настільки міцно утримують бульбу в кільці, що вона залишається нерухомою на протязі всієї ділянки A_0A_5 . Сили N_6 та N_n при достатній глибині наколювання картоплини на голку (найбільш прийнятною глибиною наколювання є 5-7 мм для картоплин масою приблизно в 50 г) не дають їй зміститись в напрямках по осі голки і впоперек неї. Таким чином, фактично дії сили тертя немає, а сила ваги G і відцентрова сила інерції P повністю компенсуються силою утримання бульби в кільці. Відповідно картоплина міцно утримується в кільці на голці незалежно від кутової швидкості ω , радіусу зірочки R_3 і коефіцієнту утримання f . Зняття картоплини з голки уже після проходження кільцем точки A_5 відбувається примусово за допомогою спеціальних елементів, передбачених конструкцією висаджувального апарата.

Якщо побудувати рівнодіючу R сил P і G , то можна простежити її наступну властивість (описана в працях [3, 7]). Якщо продовжувати лінію вектора рівнодіючої R до перетину з вертикаллю, яка проходить через центр O зірочки, то за будь-якого положення кільця дана лінія буде перетинати цю вертикаль в одній і тій же точці B (для даної кутової швидкості ω зірочки), яка називається полюсом (рис. 6). Таку саму властивість має і вектор рівнодіючої R' сил N_n і G , але для певних ділянок шляху руху кільця від точки A_0 до точки A_5 . Така властивість вектора R' може мати місце тільки при певних зовнішніх умовах роботи і властивості матеріалу, що описано в праці [7].

Полюсна відстань OB визначається за відомою формулою [3]:

$$OB = g/\omega^2 \approx 895/n^2, \quad (4)$$

де n – частота обертання зірочки.

Отже величина полюсної відстані залежить тільки від кутової швидкості ω (частоти обертання n) зірочки. Зі збільшенням кутової швидкості ω полюсна відстань OB зменшується і величина відцентрової сили інерції P зростає порівняно з силою ваги G .

З відомих досліджень [3, 7] маємо, що у випадку коли $OB \leq R_3$ (рис. 6), тобто полюс B знаходиться в середині зірочки, рівнодіюча R утворює момент відносно зовнішньої кромки кільця і намагається повернути картоплину проти годинникової стрілки так, що спричиняє притискання картоплини до кожуху (охоплює з певним зазором зірочку з кільцями по дузі) на ділянці AA_5 і аж до заклинювання її в даному просторі. Якщо $OB \geq R_3$ (полюс B знаходиться за межами зірочки), то рівнодіюча R утворює момент відносно внутрішньої кромки кільця і намагається повернути картоплину за годинниковою стрілкою, що забезпечує гравітаційне падіння картоплини вниз.

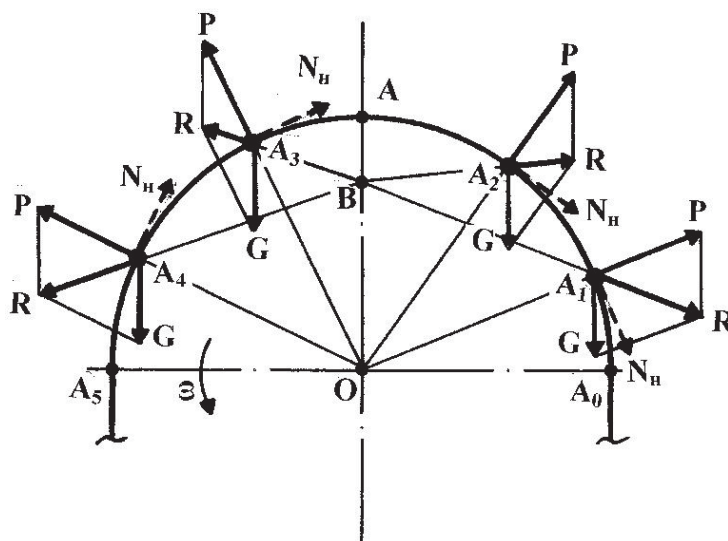


Рисунок 6 – Схема сил і графічне визначення полюса

Наведені випадки не є справедливими, якщо існують додаткові сили, що утримують картоплину в кільці (бульба насаджена на голку кільця). В такому випадку на кільце додатково діють сили N_6 або N_n , що згадані вище.

Відомими дослідженнями [3] встановлено, що характер розвантаження кілець визначається співвідношенням B між полюсною відстанню і радіусом R_3 :

$$B = OB/R_3 = g/R_3\omega^2. \quad (5)$$

Також даними дослідженнями рекомендується приймати $B > 3$ для стандартних апаратів.

Для запропонованих апаратів, тобто в яких діють сили N_6 або N_n , відбувається майже повна компенсація сил P і G і фактично вектор їх рівнодіючої R буде направлений майже вертикально і, відповідно, він буде перетинати вертикаль, яка проходить крізь центр O зірочки в точці, яка нескінченно віддалена від даного центру O . Тобто полюс уже опиняється в точці, яка знаходиться за межами зірочки на нескінченній віддалі. Отже, при таких самих значеннях ω і R_3 якість роботи запропонованого апарата набагато вище, ніж у апаратів без наявності голки.

Висновки. Порівняльний аналіз конструкцій картоплевисаджувальних апаратів свідчить про доцільність застосування апаратів, які споряджені наколювальними пристроями, основним елементом якого є голка. Теоретичний аналіз дає можливість визначити сили, що діють на голку з наколотою картоплиною.

Приведена методика розрахунку може бути використана як окрема методика для проведення важливих розрахунків і як основа для подальших досліджень роботи всього агрегату.

Список літератури

1. Гудзенко И.П. Машины для возделывания и уборки картофеля / И.П. Гудзенко. – М.: Машгиз, 1962. – 276 с.
2. Емелин Б.Н. К обоснованию геометрических параметров дозатора-распределителя вермикомпоста (ВК) к картофелепосадочной машине / Б.Н. Емелин, А.П. Ватухин // Науковий вісник НАУ. – К. – 2005. – № 92. – С.193-197.
3. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1 (ч. 1). Машины та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: Око, 2001. – 444 с.
4. Залигин О.Г. и др. Малая механизация в приусадебном и фермерском хозяйствах. – К.: Урожай, 1996. – 368 с.
5. Сисолин П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.
6. А.с. 1790843 СССР, МКИ А 01 С 9/00. Картофелесажалка / В.А. Соколов и др. – № 4867643/15. Заявл. 19.09.90. Опубл. 30.01.93. Бюл. № 4.
7. Усенко М.В. та ін. Обґрунтування основних параметрів картоплевисаджувального апарата з наколювальним пристроєм // Науковий вісник НУБіП. – К. –2010. – №144/4. – С. 88-95.
8. Пат. № 79794 Україна, МКВ А01С 9/00. Картоплевисажувальний апарат з наколювальним пристроєм / М.В. Усенко та ін. – № 20041210905. Заявл. 29.12.2004. Опубл. 127.07.2007, Бюл. № 11.

Yuriy Kozelko, Michail Usenko

Lutsk National Technical University, Ukraine

Definition of forces acting to the potatoes in apparatus for planting of potato with the pinning device potatoes, apparatus for planting, prick device, a ring, a needle

The expediency of application of constructions of conveyor apparatus for planting of potato with a ring-spoon with a needle by the work in different conditions is proved. The forces which act to potato and to the ring-spoon with a needle are defined.

The authors have proposed different designs apparatus for planting of potato with impale devices, which are based chain conveyor, which placed at regular rings, each of which is fixed on a support needle so that it takes place on the bottom or side of the ring.

Described law of motion of potatoes on the surface of the ring. It is interesting definition of time depending on the movement of potatoes, but analytic definition of dependence is due to the difficulties of solving the transcendental equation. Therefore, we determine the dependence potatoes moving in time and, consequently, on the corner. For the proposed devices theoretically proved that the quality of his work is much higher than in vehicles without a needle.

Comparative analysis of structures apparatus for planting of potato devices demonstrates the feasibility of vehicles that are equipped impale devices, which is based on the needle. Theoretical analysis makes it possible to determine the forces acting on the needle and chop potatoes.

The design procedure can be used as a methodology for important payments and as a basis for further study of the entire unit.

The expediency of application of constructions of conveyor apparatus for planting of potato with a ring-spoon with a needle by the work in different conditions is proved. The forces which act to potato and to the ring-spoon with a needle are defined.

potatoes, the precipitation apparatus, tensioned device, ring, needle

Одержано 23.03.15

УДК 631.312; 631.316.22

С.М. Лещенко, доц., канд. техн. наук, В.М. Сало, проф., д-р техн. наук
Кіровоградський національний технічний університет, serafsgm.ua@mail.ru

Обгрунтування доцільності проведення глибокого чизельного рихлення на переущільнених та ерозійно-небезпечних ґрунтах

В статті обгрунтовується доцільність проведення глибокого розпушування ґрунту на переущільнених та ерозійно-небезпечних ґрунтах. Доведено, що незважаючи на не повну адаптованість існуючих знарядь для чизельного обробітку ґрунту до існуючих умов, їх використання є основою ресурсо- та енергозберігаючого землеробства. Запропоновано вдосконалену конструкцію чизельної лапи та принципової схеми комбінованого чизеля, що дозволяють розширити межі впровадження технологій глибокого розпушування в технологічні процеси по вирощуванні продукції рослинництва.

комбінований чизель, глибоке рихлення, переущільнення ґрунтів, ресурсозберігаючі технології, мінімальний обробіток ґрунту, інфільтраційні властивості

С.Н. Лещенко, доц., канд. техн. наук В.М. Сало, проф., д-р техн. наук

Кировоградский национальный технический университет

Обоснование целесообразности проведения глубокого чизельного рыхления на переуплотненных и эрозионно-опасных почвах

В статье обосновывается целесообразность проведения глубокого рыхления почвы на переуплотненных и эрозионно-опасных почвах. Доказано, что несмотря на не полную адаптированность существующих орудий для чизельной обработки почвы к существующим условиям, их использование является основой ресурсо- и энергосберегающего земледелия. Предложена усовершенствованная конструкция чизельной лапы и принципиальной схемы комбинированного чизеля, позволяющие расширить границы внедрения технологий глубокого рыхления в технологические процессы по выращиванию продукции растениеводства.

комбинированный чизель, глубокое рыхление, переуплотнения почв, ресурсосберегающие технологии, минимальная обработка почвы, инфильтрационные свойства

© С.М. Лещенко, В.М. Сало, 2015