

Аннотация

К РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ СЕПАРАЦИИ СЕМЕННЫХ СМЕСЕЙ НА РЕШЕТАХ.

Бакум Н., Горбатовский А.

Приведена методика прогнозирования результатов сепарации семенных смесей на решетках за показателями пропускной способности решета и характеристикой исходного материала.

Abstract

TO THE DEVELOPMENT OF RESULT PROGNOSTICATION METHOD OF GRAIN MIXTURE SEPARATION ON SIEVES

M. Bakum, O. Horbatovsky

The method of result prognostication of grain mixture separation on sieves after the indexes of sieve carrying capacity and description of initial material is resulted.

УДК 631.356.2

ДИНАМІКА ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ РОБОЧИМ ОРГАНОМ ТИПУ «СКОБА» ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇЇ ПАРАМЕТРІВ

С.П. Сокол, ст. викл.

Дніпропетровський державний аграрний університет

Розглянуто процес викопування коренеплодів скобою і її взаємодія з ґрунтом. Надані рекомендації щодо конструктивних параметрів нового робочого органу.

Постановка проблеми і аналіз останніх досліджень. Конструктивний перелік робочих органів які сьогодні використовуються для викопування коренеплодів або обробітку ґрунту, досить різноманітний. В існуючих технологічних схемах коренезбиральних машин вітчизняного та закордонного виробництва викопування коренеплодів відбувається площинними деформаторами, які менш інтенсивно розпушують шар ґрунту який армований корінням. Процес викопування коренеплодів складається як мінімум з двох операцій – руйнування ґрунту робочою поверхнею копача та створення зусилля для видалення коренеплодів на денну поверхню. Такі умови створюють декілька типів копачів: лемішкові, дискові, роторні тощо. Теорію проектування та конструювання таких викопуючих робочих органів викладено в наукових працях [1 – 6]. Проте розроблені теорії не поширюються на викопуючі робочі органи, що конструктивно мають форму скоби.

Під час викопування, очищення коренеплодів від ґрунту відбувається на робочих органах для сепарації, але при цьому відбувається травмування самого продукту урожаю, що недопустимо в першу чергу для тих культур які будуть закладатись на зберігання, прикладом є коренеплоди моркви. У зв'язку з цим і виникла ідея інтенсивного обтиснення коренеплодів шаром ґрунту ще в моноліті до їх підймання на денну поверхню для наступної сепарації. Шар ґрунту в даному разі виконує функцію демпфера, через який буде „м'яко“ передаватись тиск від викопувального робочого органу, що матиме U-подібну форму скоби, для запобігання травмуванню коренеплодів [7, 8].

Метою даної роботи є дослідити процес викопування коренеплодів новим робочим органом типу скоба, його використання для більш ефективного видалення коренів на денну поверхню з мінімальним їх травмуванням. Визначення геометричних параметрів скоби.

Основна частина. Процес викопування скобою характеризується перш за все тим, що коренеплід відрізається від стержньового кореня нижньою ріжучою ділянкою скоби на глибині її занурення в ґрунт. Оскільки нижня ділянка скоби являє собою клин розглянемо процес взаємодії клина з ґрунтом при наявності в ньому коренеплоду. За основу розрахункової моделі клина з ґрунтом прийнята схема запропонована В.П. Горячкіним [9].

При різанні поверхневого шару ґрунту рухомих елементів ґрунту 1, 2, 3, які взаємодіють з клином (рис. 1.), утворюються з матеріалу, що має початкову форму паралелограма $ABCD$. Горизонтальне переміщення клина по лінії AD супроводжується зминанням і кришенням ґрунту в об'ємі обмеженому паралелограмом $ABCD$, який деформується, і приймає форму A_1BCD і з часом займає місце першого елемента на клині.

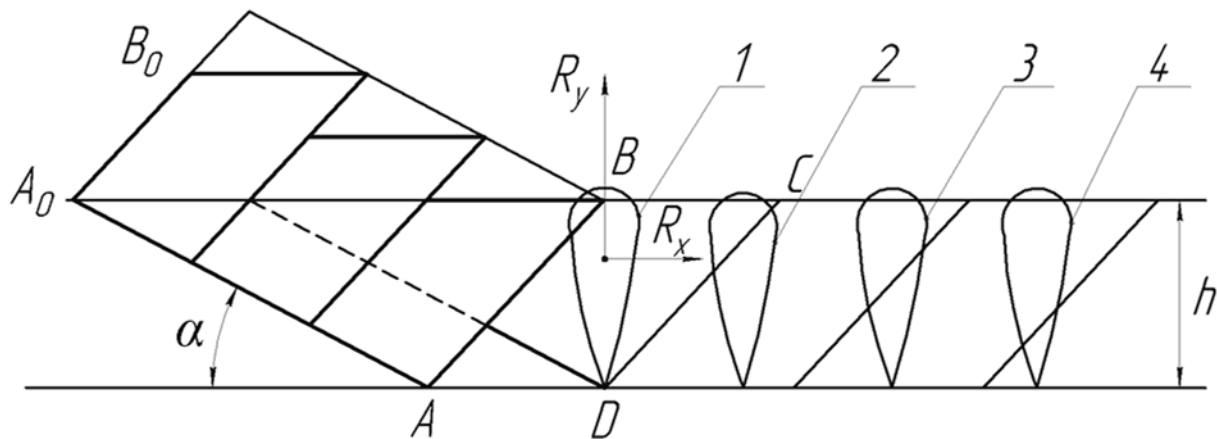


Рис. 1. Схема до математичної моделі викопування коренеплоду скобою

Розглядаючи процес викопування коренеплоду скобою відмітимо, що процес взаємодії клина з буряком посередництвом ґрунту починається в той момент, коли клин дійде до точки A (рис. 1.), а лінія сколювання AB перетне буряк. Горизонтальне переміщення клина по лінії AD супроводжується зростанням натиску на буряк. Приймаючи до уваги схему сил, що діють на ґрунт під час руху клина, яка запропонована в роботі [10], будемо вважати, що

на буряк частково передаються усі сили, що діють на об'єм в якому коренеплід знаходиться. На схемі (рис. 1.) ці сили умовно показані двома складовими R_x і R_y , прикладеними до центра ваги коренеплоду. Очевидно, що горизонтальна складова R_x буде зміщувати буряк по ходу клина, ущільнюючи ґрунт справа від коренеплоду і викликаючи відповідну реакцію, що урівноважує її до моменту зрушення підрізаного масиву ґрунту вздовж лінії сколювання CD .

Вертикальна складова R_y забезпечує видалення буряка на поверхню після його відрізання знизу від стержньового кореня. На схемі (рис. 1.) наведені можливі випадки початку процесу видалення. В першому випадку буряк знаходиться між двома лініями сколювання, підрізується клином і виноситься на поверхню разом з розкришеним масивом ґрунту. Масив піднімається на поверхню «обминаючи» коренеплід (другий випадок), який в незначній мірі перетнула лінія сколювання CD . Випадок третій – теоретичний – лінія сколювання пройшла через буряк. Як показує практика викопування, сколювання відбувається завжди нижче, в районі достатнього звуження тіла буряка – випадок четвертий. Очевидно що в цьому випадку буряк попадаючи в площину сколювання не завадить зсуву так як у третьому випадку. Розглянемо, чи не можливе в цьому випадку руйнування коренеплоду. Нехай відома вертикальна сила F , яка може вирвати буряк розірвавши його корінь. Напруження, які виникають при цьому визначаються як

$$\sigma_{\max} = \frac{F}{A_0}, \quad (1)$$

де A_0 – площа перерізу коренеплоду.

Будемо вважати, що нижче перерізу $A-A$ на схемі наведеній на рис. 2. не розкришений ґрунт забезпечує жорстке закріплення коренеплоду. Буряк виноситься на поверхню в напрямку паралельному площині зсуву під кутом ψ до горизонту силою R_1 прикладеною в центрі ваги. Максимальні напруження в перерізі $A-A$ будуть визначатись як результат дії осьової сили R_x і згинального моменту $M = R_x(y_c - y)$.

Прийmemo за R_y силу достатньо для того щоб розірвати корінь, тобто $F = \sigma_{\max} A_0$, тоді $R_x = \frac{F}{\operatorname{tg} \psi}$.

Для максимальних напружень в небезпечному перерізі отримаємо

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{M}{W}, \quad (2)$$

де A – площа небезпечного перерізу ($A = \pi r^2$);
 W – момент опору ($W = \pi d^3 / 32$).

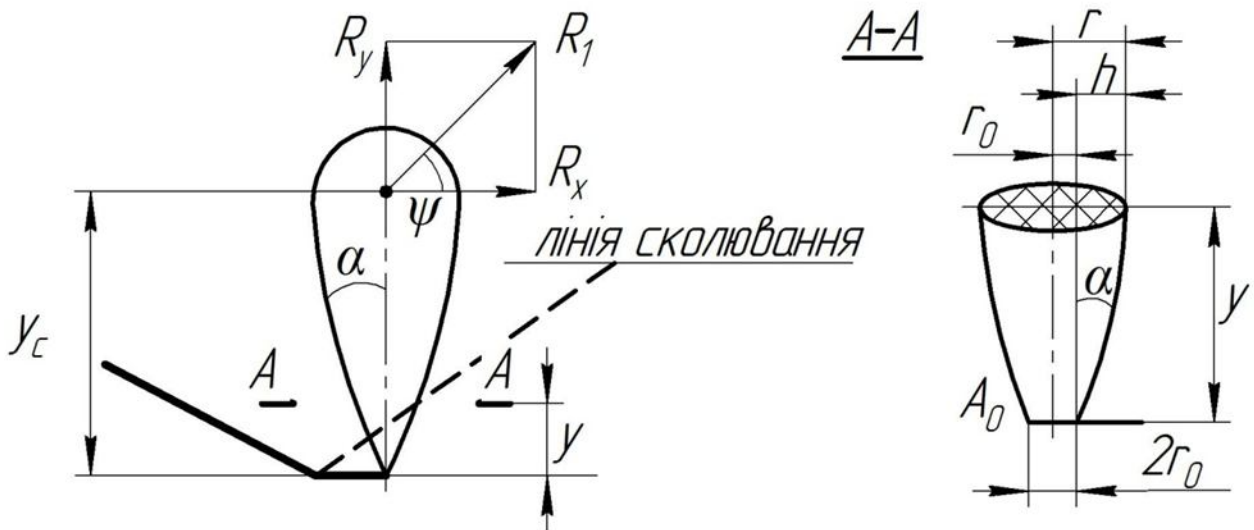


Рис. 2. Схема до розрахунку напружень в небезпечному перерізі коренеплоду

Таким чином

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{F(y_c - y) \cdot 32}{\text{tg}\psi \pi \cdot d^3} = \frac{F}{A} + \frac{F(y_c - y) \cdot 8}{A \text{tg}\psi \cdot d},$$

або

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \frac{A_0}{A} \left[1 + \frac{8(y_c - y)}{\text{tg}\psi \cdot d} \right] = \sigma_{\max} \frac{A_0}{A} \left[1 + \frac{8(y_c - y)}{\text{tg}\psi \cdot d} \right]. \quad (3)$$

Якщо в отриманому виразі коефіцієнт біля σ_{\max} має значення більше або рівне одиниці то в розглянутому перерізі буряка можливе руйнування. Якщо $b = \frac{A_0}{A} \left[1 + \frac{8(y_c - y)}{\text{tg}\psi \cdot d} \right] < 1$, то при достатньо розкришеному ґрунті корінь буряка розірветься і почнеться вилучення його на поверхню.

По В.П. Горячкіну кут нахилу площини сколювання

$$\psi = \frac{\pi}{2} - \frac{\alpha + \varphi + \varphi^1}{2}, \quad (4)$$

де φ – кут тертя шару ґрунту по поверхні клина ($\varphi = 40 - 50^\circ$);

φ^1 – кут внутрішнього тертя ($\varphi^1 = 15 - 45^\circ$);

На рис. 3. наведена залежність коефіцієнта „b“ від положення площини зсуву відносно осі буряка. При розрахунку значень коефіцієнта b приймалось $\psi = 45^\circ$; довжина буряка – 250 мм, його конусність $\alpha_6 = 15^\circ$.

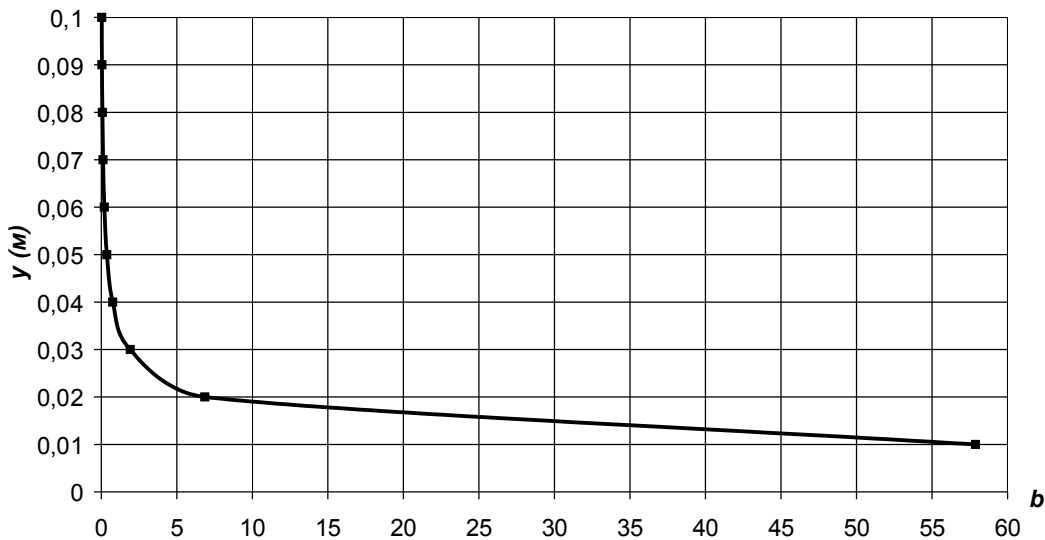


Рис. 3. Схема до визначення положення небезпечного перерізу буряка при викопуванні ($y = 0,043$ для $b = 1$)

Як видно з наведеної кривої коефіцієнт b стає меншим за одиницю для $y \leq 4,3$ см. Це значить, що у випадку коли площина сколювання перетинатиме буряк на відстані $y \leq 4,3$ см від площини підрізання коренеплід в достатньо твердому і не розкришеному ґрунті може зруйнуватись. Щоб запобігти руйнуванню пасивною скобою можна рекомендувати внести зміну в конструкцію клина приєднавши до його переднього підрізаючого краю горизонтальне лезо шириною $l = h_k \cdot ctg\psi$, де h_k – критична висота. Для наведеного прикладу цю критичну висоту слід прийняти рівною 4,3 см. Підрізаний буряк потрапивши на лінію сколювання не буде руйнуватись, в зв'язку з тим, що в небезпечному перерізі напруження стануть меншими і крім того ґрунт в зоні нижньої частини коренеплоду буде частково розкришений горизонтальним лезом.

Для визначення кута нахилу α при відомих значеннях кутів φ , φ^1 , ширини клина b , заглиблення скоби H і швидкості горизонтального переміщення \mathcal{V} скориставшись формулами для визначення опору переміщення скоби можна буде з'ясувати для якого α він буде мінімальний [10].

Як показують лабораторні та польові випробування скоби, основною робочою частиною якої є леміш і його „висота“ h_k може бути меншою заглиблення H скоби, яке визначається довжиною коренеплоду (рис. 4.).

При викопуванні коренеплід разом з розкришеним масивом $ABCD$ буде підійматись по лемешу вздовж лінії сколювання DC . На виході із скоби масив ґрунту, в якому знаходиться коренеплід, взаємодіючи своєю бічною поверхнею з поверхнею скоби та з ґрунтом після виходу зі скоби гальмує свій рух в указаному напрямі. Коренеплід до останньої точки взаємодії з скобою зберігає швидкість V_δ , яку надає йому скоба. Як показано раніше [10]

$$V_\delta = V \sin(\psi + \alpha) / \sin\psi.$$

Якщо передбачити продовження клина після виходу з скоби приблизно на половину діаметра коренеплоду, то останній можна вважати вільним від «обіймів» скоби і його рух в напрямі лінії сколювання буде стримувати тільки сила тертя, від «гідростатичного» тиску ґрунту, яким можна нехтувати в зв'язку з тим, що форма коренеплоду конусна і він уже піднятий в верхню точку скоби а в'язі з ґрунтом, який навколо нього уже гальмується, порушені.

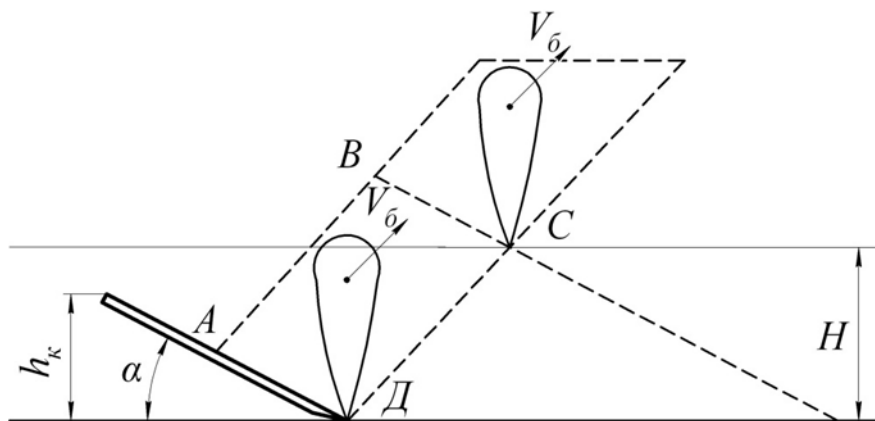


Рис. 4. Схема руху коренеплоду при викопуванні скобою

Розглядаючи рух коренеплоду кинутого під кутом ψ до горизонту (рис. 5.), маємо диференціальне рівняння руху в напрямку осі OY : $m\ddot{y} = -mg$, звідки

$$\dot{y} = -gt + V_0 \sin \psi; \quad y = \frac{-gt^2}{2} + V_0 \sin \psi \cdot t.$$

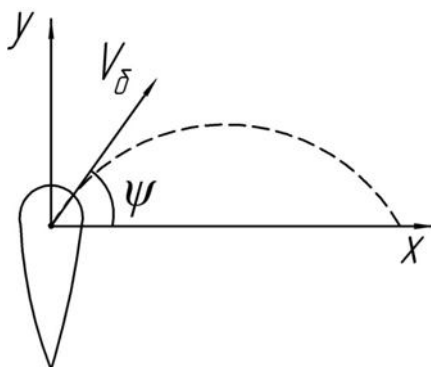


Рис. 5. Схема до розрахунку швидкості руху коренеплоду при його виштовхуванні клином з ґрунту

Час за який коренеплід злетить на максимальну висоту y_{\max} , $T = \frac{V_0 \sin \psi}{g}$.

Таким чином, якщо вважати за достатнє винесення коренеплоду на денну поверхню на висоту що дорівнює $2/3$ його довжини, та загальну довжину лемеша можна зменшити, визнавши її через h_k з формули:

$$h + \frac{1}{3}H - y_{\max} = H, \quad l = \left(\frac{2}{3}H - y_{\max} \right) / \sin \alpha. \quad (5)$$

Інші розміри скоби призначаються конструктивно і перевіряються на міцність. На рис. 6. показані основні складові елементи скоби – ріжучий леміш 1, який з'єднує бокові стояки-ножі 2, що мають різальну кромку. Конструкція скоби характеризується тим, що стояк-ножі являють собою криволінійну розгорнуту поверхню при цьому розвернуті назустріч руху на деякий кут δ . Кріплення стояків з лемешем виконано шарнірно при цьому є можливість зміни кута сходження стояків γ , та кута атаки лемеша α .

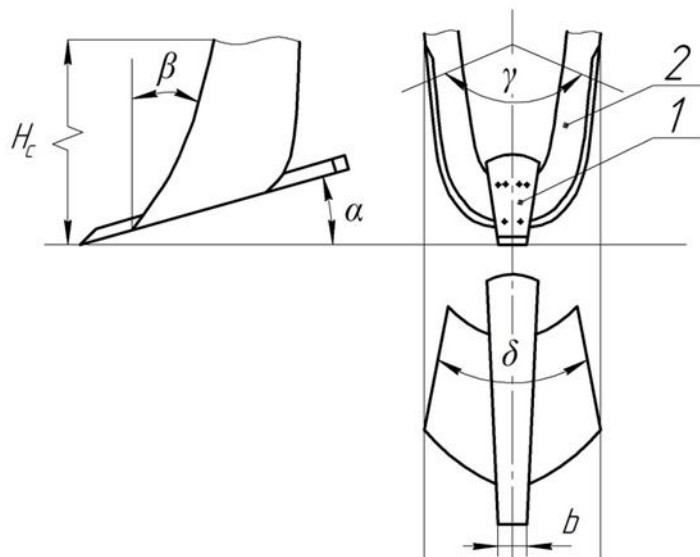


Рис. 6. Схема до визначення геометричних параметрів скоби:

1 – леміш; 2 – боковий стояк скоби

Очевидно, що кут γ призначається відповідно до профілю коренеплоду (приблизно 30°); ширина клина b – розмір технологічний; габаритний розмір скоби по висоті – H_c – розмір конструктивний.

Висновки. 1. Проведено аналіз процесу викопування коренеплодів новим копачем типу «скоба».

2. Наведені рекомендації до визначення довжини лемеша копача на основі аналізу процесу видалення коренеплоду з ґрунту.

3. Передбачені зміна конструкції скоби на підставі аналізу можливого руйнування буряка при викопуванні, яка полягає в тому що ріжучий кінець лемеша має горизонтальне лезо, ширина якого визначається з умови не руйнування буряка.

Список використаних джерел

1. Погорелый Л.В. Свеклоуборочные машины (конструирование и расчет) / Л.В. Погорелый, Н.В. Татьянко, В.В. Брей и др.; под общ. Л.В. Погорелого // – К.: Техніка, 1983. – 168 с.
2. Хвостов В.А. Машины для уборки коренеплодов и лука (теория, конструкция, расчет) / В.А. Хвостов, Э.С. Рейнгарт // – М. : ВИСХОМ, 1995. – 391 с.

3. Гевко Р.Б. Підвищення функціонально-експлуатаційних параметрів і виробниче впровадження викопувально-очисних пристроїв бурякозбиральних машин: дис... доктора техн. наук по спеціальності 05.20.04 «Сільськогосподарські та меліоративні машини». / Р.Б. Гевко // – Тернопіль, 1997. – 348 с.
4. Гевко Р.Б. Напрямки вдосконалення бурякозбиральної техніки. / Р.Б. Гевко, І.Г. Ткаченко, С.Р. Синій, В.М. Булгаков // – Луцьк: Вид-во ЛДТУ, 1999. –168 с.
5. Погорельий Л.В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / Л.В. Погорельий, Н.В. Татьянако // – К.: Феникс, 2004. – 232 с.
6. Булгаков В.М. Теорія бурякозбиральних машин: Монографія. / В.М. Булгаков // – К.: НАУ, 2005. – 245 с.
7. Пат. № 43775 Україна, МПК А 01D 25/04. Викопувальний орган коренезбиральної машини / Кобець А.С., Сокол С.П., Науменко М.М., Кобець О.М., Волик Б.А., Пугач А.М.; Дніпропетровський ДАУ. – № u2009 04143; заявл. 27.04.2009; опубл. 25.08.2009, Бюл. № 16.
8. Пат. № 49323 Україна, МПК А 01D 25/00. Викопувальний орган коренезбиральної машини / Кобець А.С., Сокол С.П., Науменко М.М., Кобець О.М., Волик Б.А., Пугач А.М.; Дніпропетровський ДАУ. – № u2009 11390; заявл. 09.11.2009; опубл. 26.04.2010, Бюл. № 8.
9. Горячкин В.П. Собрание сочинений: Изд. 2-е. / В.П. Горячкин // – М.: Колос, 1968. – Т.1. – 720 с.; т.2. – 455 с.
10. Кобець А.С. Математична модель взаємодії рухомого клина з ґрунтом / А.С. Кобець, М.М. Науменко, С.П. Сокол, та ін. // Наук. вісник НУБіП України: зб. наук. пр. –Вип. 144. Ч. 1. – Київ 2010. – С. 43 – 50.

Аннотация

ДИНАМИКА ВЫКАПЫВАНИЯ КОРНЕПЛОДОВ РАБОЧИМ ОРГАНОМ ТИПА «СКОБА» И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕЁ ПАРАМЕТРОВ.

Сокол С.П.

Рассмотрен процесс выкапывания корнеплодов скобой и взаимодействия её с почвой. Предложены рекомендации по конструктивным параметрам нового рабочего органа.

Abstract

DYNAMICS OF ROOT CROPS DIGGING UP BY WORKING BODY IN A FORM OF «CRAMPON» AND DEFINITION OF ITS PARAMETERS

S. Sokol

It is considered the process of root crops digging up by a «crampon» and its interactions with soil. It is offered the recommendations about design parameters of new working body.