

УДК 631.33

**К.В. Васильковська, канд. техн. наук***Кіровоградський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна**E-mail: vasilkovskakv@ukr.net*

## Моделювання точного висіву пневмомеханічним висівним апаратом

Проведена серія досліджень нового пневмомеханічного висівного апарата з периферійним розташуванням комірок на висівному диску та пасивним пристроєм для видалення зайвого насіння інерційним способом на насінні цукрових буряків, визначено вплив розрідження у вакуумній камері висівного апарата та колової швидкості комірок висівного диска на коефіцієнт заповнення комірок. Запропонована конструкція нового пневмомеханічного висівного апарата дозволяє значно знизити вакуум в системі, збільшив при цьому колову швидкість комірок висівного диска до значень поступальної швидкості посівного агрегату, тим самим забезпечити сталу точку скидання насіння з висівного диска та однакові траєкторії їх польоту до борозни при якісному заповненні комірок. Для визначення раціональних параметрів та режимів роботи висівного апарата використовувався метод планування багатofакторного експерименту. Визначено основні рівні та інтервали варіювання факторів для висіву насіння цукрових буряків при визначенні коефіцієнта заповнення комірок висівного диска. За допомогою пакету прикладних програм Statistica 6.0 для параметра оптимізації – коефіцієнта заповнення комірок висівного диска побудовано поверхню відгуку та лінії рівного виходу.

**пневмомеханічний висівний апарат, висівний диск, експеримент, коефіцієнт заповнення комірок, розрідження, колова швидкість комірок**

**Е.В. Васильковская, канд. техн. наук***Кировоградский национальный технический университет, г.Кропивницкий, Украина***Моделирование точного посева пневмомеханическим высевальным аппаратом**

Проведена серія досліджень нового пневмомеханічного высевального апарата з периферійним розташуванням ячеек на высевальном диску та пасивним пристроєм для видалення лишніх насінн інерційним способом а на семенах сахарной свеклы, определено влияние разрежения в вакуумной камере высевального аппарата и окружной скорости ячеек высевального диска на коэффициент заполнения ячеек. Предложенная конструкция нового пневмомеханического высевального аппарата позволяет значительно снизить вакуум в системе, увеличив при этом окружную скорость ячеек высевального диска до значений поступательной скорости посевного агрегата, тем самым обеспечить устойчивую точку сброса семян с высевального диска и одинаковые траектории их полета к борозде при качественном заполнении ячеек. Для определения рациональных параметров и режимов работы высевального аппарата использовался метод планирования многофакторного эксперимента. Определены основные уровни и интервалы варьирования факторов для посева семян сахарной свеклы при определении коэффициента заполнения ячеек высевального диска. С помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0. для параметра оптимизации - коэффициента заполнения ячеек высевального диска построено поверхность отклика и линии равного выхода.

**пневмомеханический высевальный аппарат, высевальный диск, эксперимент, коэффициент заполнения ячеек, разрежение, окружная скорость ячеек**

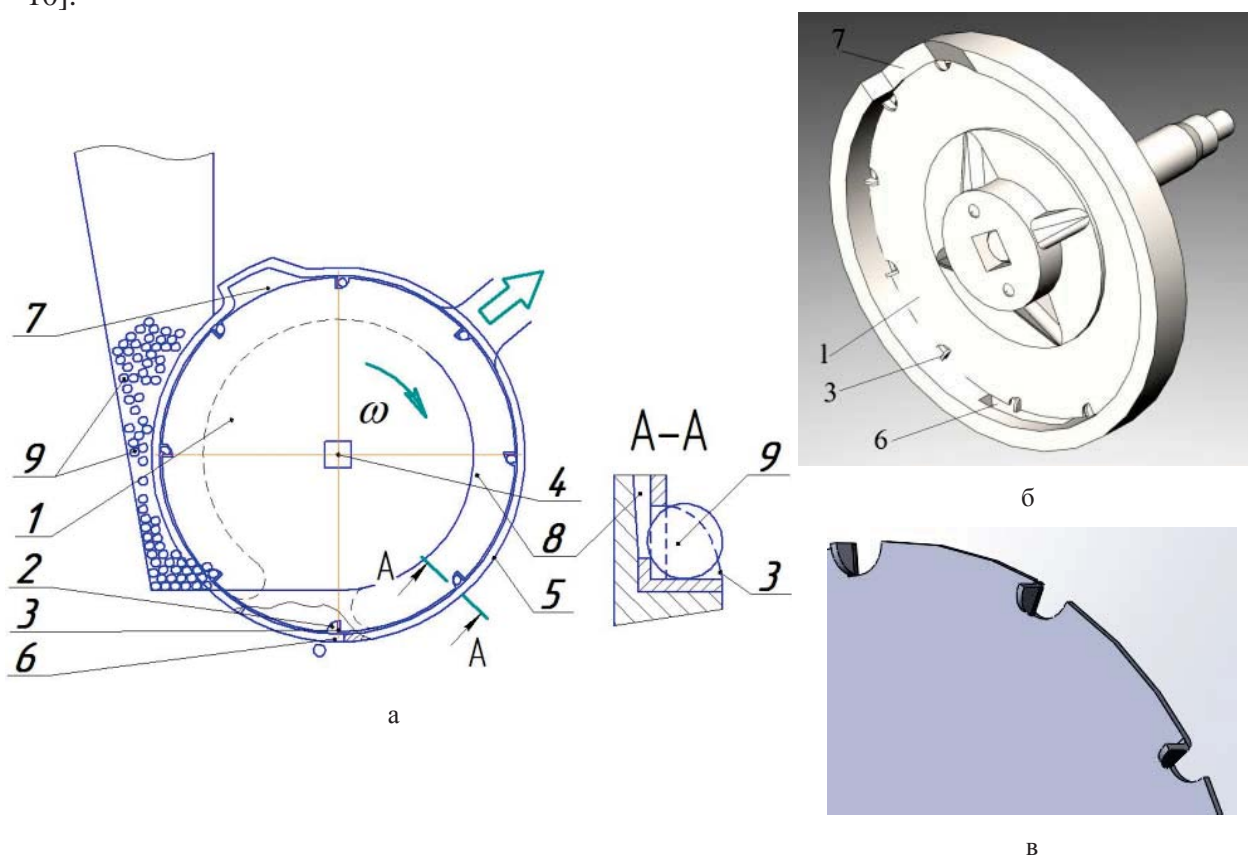
**Постановка проблеми.** Пошук нових технологій та засобів механізації з метою збереження родючості ґрунтів та зменшення ресурсівитрат і збереження навколишнього середовища є запорукою майбутнього врожаю та доброти країни. Тому вибір обладнання для сільськогосподарського виробництва на початковому етапі, а саме: сівалки для точного висіву насіння – є першочерговою умовою майбутнього врожаю.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасні пневмомеханічні висівні апарати точного висіву, попри довгу історію їх створення і вдосконалення, мають ряд недоліків, основними з яких є: недостатня дозуюча здатність, викликана обмеженістю колової швидкості висівного диска ( $V_k \leq 0,5$  м/с) і наявність випадкового неконтрольованого перерозподілу інтервалів між насінинами в борозні, внаслідок великої відносної швидкості насіння при контакті з останньою під час руху сівалки на номінальних швидкостях ( $V_c = 1,5 \dots 2,5$  м/с). Усунення зазначених недоліків досягається шляхом збільшення колової швидкості висівного диска і узгодження її з поступальною швидкістю сівалки [1-4].

Однак, в конструкціях сучасних пневмомеханічних висівних апаратів вирішити дану задачу технологічно неможливо, оскільки це погіршує утворення однонасінневого потоку насіння ще на початковому етапі його формування.

Якість дозування насіння до борозни залежить, в першу чергу, від рівномірності розташування насінин на висівному диску. Тому підхід до обрання форми отворів диска є визначальною початковою умовою рівномірного дозування [5,6].

**Постановка завдання.** З метою підвищення ефективності точного висіву насіння на кафедрі сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету розроблено дослідний зразок секції нової пневмомеханічної сівалки для точного висіву насіння просапних культур (рис. 1) [1-3, 10].



1 – висівний диск; 2 – комірка; 3 – лопатка; 4 – приводний вал; 5 – корпус; 6 – висівне вікно;  
7 – пасивний пристрій для видалення зайвого насіння; 8 – вакуумна камера; 9 – насіння  
а – схема; б – тривимірна модель висівного апарата; в – тривимірна модель фрагмента висівного диска

Рисунок 1 – Схема запропонованого пневмомеханічного висівного апарата

Головною особливістю нового висівного апарата є використання висівного диска з периферійним розташуванням комірок, за якими на його внутрішній поверхні розмішені лопатки для примусового захоплення насіння диском в робочій камері та подальшого його транспортування до зони скидання.

Для видалення зайвого насіння з комірок висівного диска у верхній частині циліндричної поверхні корпусу виконано пасивний пристрій у вигляді порожнини, до якої потрапляють зайві насіння і, відокремлюючись від диска, повертаються до зони заповнення.

В нижній частині поверхні корпусу виконано висівне вікно, яке забезпечує вільне випадіння насіння до борозни.

Для перевірки гіпотези щодо надійності процесу заповнення комірок висівного диска, підвищення ефективності видалення зайвого насіння та надійності звільнення комірок в зоні висіву було проведено дослідження на якість заповнення комірок висівного диска пневмомеханічного дискового висівного апарата.

**Виклад основного матеріалу.** Результати серії попередніх та пошукових досліджень показали [7-9], що заповнення комірок відбувається в момент входження комірки в насінневий шар робочої камери.

Особливість роботи апарата – як наявність оптимальних умов орієнтації нижнього шару насіння відносно рухомого ряду комірок, що суттєво покращує умови їх заповнення в широкому діапазоні колдових швидкостей і невеликому розрідженні у вакуумній камері та не потребує великої зони заповнення

Перед реалізацією експериментальних досліджень провели рандомізацію дослідів для нівелювання впливу факторів, що не контролюються, та забезпечення об'єктивності їх при виборі об'єкта.

Для визначення раціональних параметрів та режимів роботи висівного апарата використовувався метод планування багатofакторного експерименту [12,13].

Метою серії дослідів була реалізація матриці плану  $2^2$  Бокса-Хантера (табл. 1), в результаті чого встановлено вплив розрідження у вакуумній камері ( $\Delta P$ ) та колдової швидкості комірок висівного апарату ( $V_k$ ) на якість їх заповнення.

Таблиця 1 – Матриця планування експерименту  $2^2$

Номер дослідів	$\Delta P$ , кПа	$V_k$ , м/с
	$x_1$	$x_2$
1	-1	-1
2	+1	-1
3	-1	+1
4	+1	+1

Висівну здатність висівного апарату зручно оцінювати коефіцієнтом заповнення комірок  $K$ , %, який дорівнює відношенню кількості фактично висіяного насіння за певний проміжок часу до кількості комірок висівного диска, які пройшли точку скидання за цей же час.

Визначено основні рівні та інтервали варіювання факторів для висіву насіння цукрових буряків при визначенні коефіцієнта заповнення комірок висівного диска (табл. 2).

Розрідження у вакуумній камері вибрано на основі результатів досліджень [7,8], та з урахуванням теоретичних досліджень [5,9,10], відповідно до яких  $\Delta P=0,1; 0,5$  кПа та додатково  $\Delta P=0,3$  кПа.

Колову швидкість комірок  $V_k$  м/с вибрано на основі рекомендацій досліджень, результатів пошукового експерименту [7, 8], та результатів теоретичних досліджень відповідно до яких  $V_k=1,5; 2,5$  м/с та додатково  $V_k=2$  м/с [5,9,10].

Кут розкриття порожнини пасивного пристрою для видалення зайвого насіння в досліді становив  $\varepsilon=25^\circ$  [8].

Під час проектування експериментальної установки її конструкція була виконана з можливістю регулювання кожного з параметру, які виходячи з теоретичних та попередніх досліджень мають вплив на процес висіву насіння [5,7,9,10].

Таблиця 2 – Рівні факторів при висіві насіння цукрового буряка висівним апаратом з периферійно розташованими комірками на висівному диску

Фактор	Натуральне означення	Кодове позначення	Інтервал варіювання	Рівні варіювання						
				натуральні			кодові			
				верхній	нульовий	нижній	верхній	нульовий	нижній	
<i>l</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Розрідження у вакуумній камері, кПа	$\Delta P$	$x_1$	$\pm 0,2$	0,5	0,3	0,1	+1	0	-1	
Колова швидкість комірок, м/с	$V_k$	$x_2$	$\pm 0,5$	2,5	2,0	1,5	+1	0	-1	

На першому етапі експериментальних досліджень використовувався диск з периферійним розташуванням комірок, кількість яких  $z$  дорівнювала 12 шт.

Отримано результати реалізації матриці планування експерименту (табл. 3).

Таблиця 3 – Отримані результати реалізації матриці планування експерименту  $2^2$

Номер досліді	Фактори		Критерій
	Розрідження в вакуумній камері; $\Delta P$ , кПа	Колова швидкість комірок висівного диска; $V_k$ , м/с	Коефіцієнт заповнення комірок; $K$ , %
	$x_1$	$x_2$	$y_2$
1	0,1	1,5	83,4
2	0,5	1,5	128,6
3	0,1	2,5	59,1
4	0,5	2,5	114,6

Для обробки експериментальних даних застосовували пакет STATISTICA 6.0 [11-12], за допомогою якого проведено побудову статистичної математичної моделі для коефіцієнта заповнення комірок висівного диска  $K$ , ( $Y_1=K$ ).

Статистична оцінка отриманих результатів дозволяє зробити висновки, що досліди рівноточні, оскільки розрахункове значення критерію Кохрена  $G^P$  для параметра оптимізації  $Y$  при  $n=4$  і  $f_u=2$  становить  $G^P=0,478$  і є меншими за табличне значення  $G^P=0,7679$  [13], тому приходимо до висновку, що процес є відтворюваним.

Дисперсія відтворюваності (помилка досліду) дорівнює 0,183.

Математична модель описаного процесу (рівняння регресії) має вигляд:

$$Y_1 = 96,425 + 25,175x_1 - 9,575x_2 + 2,575x_1x_2 . \quad (1)$$

Аналіз поверхні відгуку та ліній рівного виходу (рис. 2) для значення коефіцієнта заповнення комірок  $K$ , дає можливість визначити раціональні значення досліджуваних факторів, а саме:

- величина раціонального розрідження у вакуумній камері  $x_1 \rightarrow \Delta P$ , повинна знаходитись в межах від 0,20 до 0,30 кПа;
- раціональна колова швидкість комірок висівного диска  $x_2 \rightarrow V_k$ , повинна знаходитись в межах от 2,0 до 2,5 м/с.

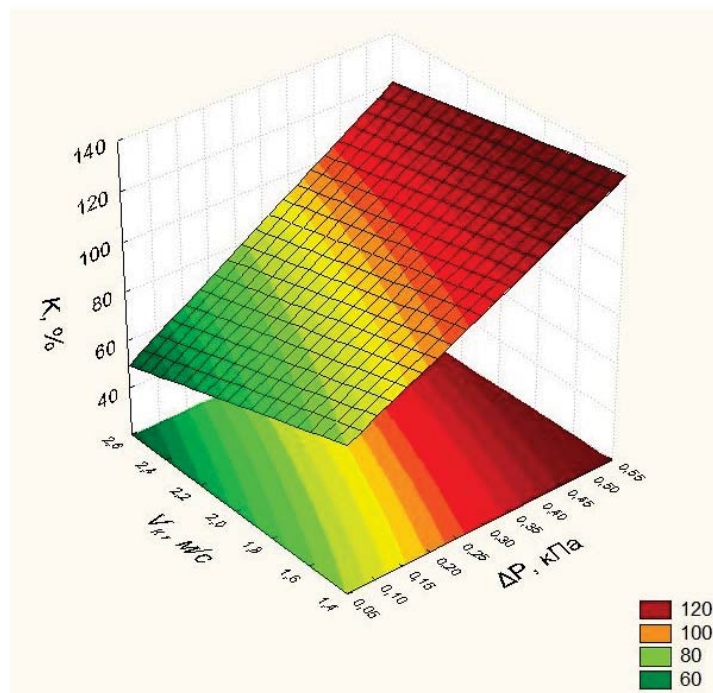


Рисунок 2 – Поверхня відгуку та лінії рівного виходу для коефіцієнта заповнення комірок висівного диска

Найбільш впливовим фактором на процес заповнення комірок висівного диска дослідного пневмомеханічного висівного апарату є величина розрідження, яка для досягнення коефіцієнтом заповнення комірок значення  $K=100\%$  повинна становити  $\Delta P=0,2 \dots 0,3$  кПа при коловій швидкості комірок  $V_k=2,0 \dots 2,5$  м/с.

Збільшення величини розрідження та зменшення колової швидкості комірок призводить до зростання коефіцієнту заповнення внаслідок погіршення умов скидання зайвого насіння.

**Висновки.** Таким чином, найбільш впливовим фактором на процес заповнення комірок висівного диска дослідного пневмомеханічного висівного апарату є величина

розрідження, яка для досягнення коефіцієнтом заповнення комірок значення  $K=100\%$  повинна становити  $\Delta P=0,2\dots 0,3$  кПа при колівій швидкості комірок  $V_k=2,0\dots 2,5$  м/с.

Конструкція досліджуваного пневмомеханічного апарата дозволяє збільшити колову швидкість комірок та зменшити їх кількість на висівному диску, і значно зменшити розрідження у вакуумній камері.

Тобто, запропонований висівний апарат збільшує технологічну ефективність висіву насіння просапних культур та зменшує енергоємність процесу.

## Список літератури

1. Пат. 77191 У Україна, МПК А01С 7/04 (2006.01). Пневмомеханічний висівний апарат / Петренко М.М., Васильковський М.І., Васильковська К.В.; заявник і патентотримач Кіровоградський національний технічний університет – №u201203339; заявл. 20.03.2012; опубл. 11.02.2013, Бюл. № 3.
2. Петренко, М. М. Вдосконалення пневмомеханічного висівного апарата для точного висіву насіння просапних культур [Текст] / М. М. Петренко, М. І. Васильковський, К. В. Васильковська // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка, Т. 1 «Механізація сільськогосподарського виробництва». Вип. 107. – Харків: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2011. – С. 359-363.
3. Петренко, М. М. До обґрунтування параметрів пневмомеханічного висівного апарата с периферійним розташуванням комірок для точного висіву насіння просапних культур [Текст] / М. М. Петренко, М. І. Васильковський, К. В. Васильковська // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – 2011. – Вип. 41, ч. 1. – С. 288–293.
4. Sydorhuk O. Impact of meteorological conditions on the need in adaptive performing of technological operations of soil tillage and crop sowing / O. Sydorhuk, P. Lub, O. Malanchuk // ECONTECHMOD: an international quarterly journal on economics in technology, new technologies and modelling processes. – Lublin; Rzeszow, – Vol. 3, No 4. – P. 35–39.
5. Васильковська, К. В. Вплив форми і типу комірок висівного диска на якість дозування насіння [Текст] / К. В. Васильковська, О. М. Васильковський // Східноєвропейський журнал новітніх технологій. Vol 6, No 7 (72) (2014) – Харків: Технологічний центр, 2014. –С. 33-36.
6. Васильковська К.В. Обґрунтування параметрів універсального пневмомеханічного висівного апарата точного висіву: дис. на здоб. наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11. «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / К.В. Васильковська. – Кіровоград, 2014.
7. Vasytkovs'ka, K. Characterization of peripherally based cells of the pneumatic-mechanical seeding machine of accurate sowing for tilled crops [Text] / K. Vasytkovs'ka, O. Vasytkovs'kyu, S. Leschenko, D. Petrenko // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 44 – Кіровоград: КНТУ, 2014. – С. 3-6.
8. Васильковська, К. В. Визначення оптимальних параметрів пристрою для видалення зайвого насіння з комірок висівного диска пневмомеханічного апарата [Текст] / К. В. Васильковська, О. М. Васильковський // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету: Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Вип. 28 – Кіровоград, КНТУ, 2015. – С. 159-163.
9. Васильковська, К. В. Аналіз роботи пневмомеханічного висівного апарата з периферійним розташуванням комірок / К. В. Васильковська, М. М. Петренко, С. Я. Гончарова [Текст] // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 43, ч. 1 – Кіровоград: КНТУ, 2013. – С. 18-22.
10. Васильковская, Е. Обоснование конструктивной схемы пневмомеханического высевального аппарата для точного высева семян пропашных культур [Текст] / Е. Васильковская, Н. Петренко, С. Гончарова // MOTROL. COMMISSION OF MOTORIZATION AND ENERGETICS IN AGRICULTURE. – Lublin , Vol.15, No. 2. – 2013.– P. 99–105.
11. Боровиков, В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. [Текст] / В. Боровиков. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
12. Вуколов, Э. А. 2008. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL: Учебное пособие. [Текст] / Э. А. Вуколов. – М.: Форум, 2008. – 464 с.

13. Підручник дослідника: Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей [Текст] / О. Васильковський, С. Лещенко, К. Васильковська, Д. Петренко. – Харків: Мачулін, 2016. – 204с.

**Katheryna Vasilkovska, PhD tech. sci.**

*Kirovograd National Technical University, Kropyvnickiy, Ukraine*

**Modeling pneumomechanical of exact seeding sowing device**

A series of studies of new pneumatic sowing device with a peripheral cells to seed disk and a passive device for removing excess seeds inertia way of sugar beet seeds, the influence of dilution in a vacuum chamber sowing device and the angular velocity of cells seed disk to fill factor cells. The design of the new pneumatic sowing machine can significantly reduce the vacuum in the system having increased the angular speed in cell seed disk to the values of seeding device travelling speed, thus provide a constant point of seeds drop from the seed disc at the same trajectory of their flight to the furrows and the qualitative cells filling. To determine the rational parameters and modes of sowing device we used method of multifactor experiment planning. We determined the main levels and intervals of varying factors for sugar beet sowing along with determining the filling factor of cell seed disk. With application of package Statistica 6.0. for parameter optimization - cell seed disk filling factor was constructed response surface and line of even output.

The most influential factor in the process of filling cells seed disc of a research pneumatic sowing machine is the value of the dilution factor because in order to achieve a filling cell value  $K = 100\%$  should be  $\Delta P = 0,2 \dots 0,3$  kPa at the angular velocity of cells  $V_a = 2.0 \dots 2.5$  m / s.

Thus, the design of the studied pneumatic device makes it possible to increase the angular velocity of the cells and reduce their number on the sowing disk, and greatly reduce the dilution in a vacuum chamber. That is why the proposed seeding machine increases the technological efficiency of cultivated crops and reduces the energy costs.

**pneumatic seeding machine/device, seed disc, experiment, cells filling factor, dilution, cells angular speed**

Одержано 29.08.16

**УДК 631.3.001**

**С.М. Герук, доц., канд. техн. наук, Д.В. Герасимчук, асп.**

*Житомирський агротехнічний коледж, м.Житомир, Україна*

*E-mail: studprofkom\_zhatk@mail.ru*

## Тенденції розвитку конструкцій картоплеуборочної техніки

Виконано аналіз розвитку конструкцій картоплеуборочної техніки за допомогою якого отримано гіпотезу, що підвищення ефективності використання картоплекопачів необхідно в підкопуючій частині знаряддя використовувати робочі органи, що здійснюють рихлення бульбоносного шару.

**картопля, картоплеуборочна техніка, сепарація, підкопувальні органи, руйнування**

**С.Н. Герук, доц., канд. техн. наук, Д.В. Герасимчук, асп.**

*Житомирської агротехнічної коледж, г. Житомир, Україна*

**Тенденции развития конструкций картофелеуборочной техники**

Выполнен анализ развития конструкций картофелеуборочной техники, с помощью которого получено гипотезу, что повышение эффективности использования картоплекопалок необходимо в подкапывающей части орудия использовать рабочие органы, осуществляющие рыхление клубненосного слоя.

**картофель, картофелеуборочная техника, сепарация, подкапывающие органы, разрушения**