

УДК 631.3.001.

С.М. Грушецький, асистент,

І.М. Бендера, кандидат технічних наук, доцент ПДАТА

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СЕПАРУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Проведено аналіз досліджень сепаруючих пристроїв картоплезбиральних машин і запропонована нова картоплезбиральна машина з барабанним сепаратором для підвищення якісних показників роботи сепарації.

Ключові слова: збирання, сепарація, картопля, конусний барабан.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Однією із найважливіших продовольчих культур у сільськогосподарському виробництві України є картопля. Проте рівень механізації виробництва цієї культури на даний час не відповідає агротехнічним вимогам.

Найбільш завантаженим процесом у загальному комплексі виробництва картоплі є збирання, на яке відводиться 40...60% всіх затрат праці [1]. Технічні складності для механізації збирання значною мірою пояснюються особливостями самої культури.

Збирання картоплі із використанням сучасної картоплезбиральної техніки на даний час залишається однією з найбільш ресурсозатратних технологічних операцій у сільськогосподарському виробництві. Наші машини при номінальних умовах експлуатації за показниками роботи не поступаються зарубіжним, але в екстремальних – допускають високий ступінь пошкоджень бульб та низьку сепаруючу здатність.

Аналіз останніх досліджень. В даний час для механізації збирання картоплі використовуються картоплекопачі КТН-2В, КСТ-1,4, КВН-2, картоплезбиральні комбайни ККУ-2 „Дружба”, КСК-4. Але задовільно вони працюють лише на ґрунтах, які добре просіюються. У важких умовах збирання комбайни і картоплекопачі не можуть забезпечити сепарацію бульб від ґрунту. Тому удосконалення існуючих та винайдення нових методів сепарації ґрунту і робочих органів для цих цілей є важливим завданням.

Формулювання цілей статті. Провести аналіз досліджень сепаруючих пристроїв картоплезбиральних машин і запропонувати нові для підвищення якісних показників роботи

Виклад основного матеріалу дослідження. Простотою конструкції відзначаються сепаратори картопляного вороху просіваючого типу (рис. 1). Питаннями вивчення цих сепараторів займалися такі вчені як Г.Д. Петров, М.В. Фірсов, А.А.Сорокін, А.Ю.Кречко та інші [1].

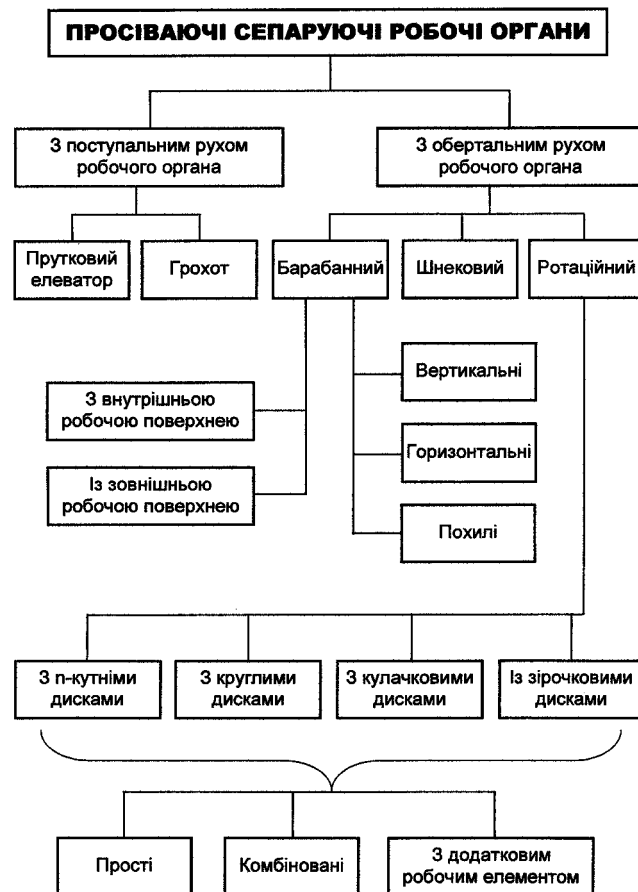


Рис. 1. – Класифікація сепараторів картопляного вороху просіваючого типу

Процес сепарації ґрунтових домішок характеризується руйнуванням однорідного шару ґрунту, що подається на сепаруючі робочі органи картоплезбиральних машин і просівання частинок крізь просвіт. Просівання можливе за умови, якщо розмір просіваючих частинок менший ніж розмір зазорів сепаруючих робочих органів. Руйнування шару ґрунту і грудок ґрунту на дрібні частинки протікає добре на ґрунтах, які мають оптимальну вологість, а особливо на піщаних і супіщаних ґрунтах. Глинисті і суглинисті ґрунти

характеризуються тим, що при підвищеній або пониженій вологості утворюються міцні земляні грудки.

Найбільш поширеним сепаратором просівального типу є пруткові сепаратори, які складаються із двох ведучих ланцюгів, між якими розміщені прутки (рис. 2, а). Цей тип сепараторів відзначається як простотою конструкції, так і можливістю транспортувати ворох під максимальним кутом до горизонту в 25° . Вони добре працюють на легких і середніх ґрунтах при помірній їх вологості [1].

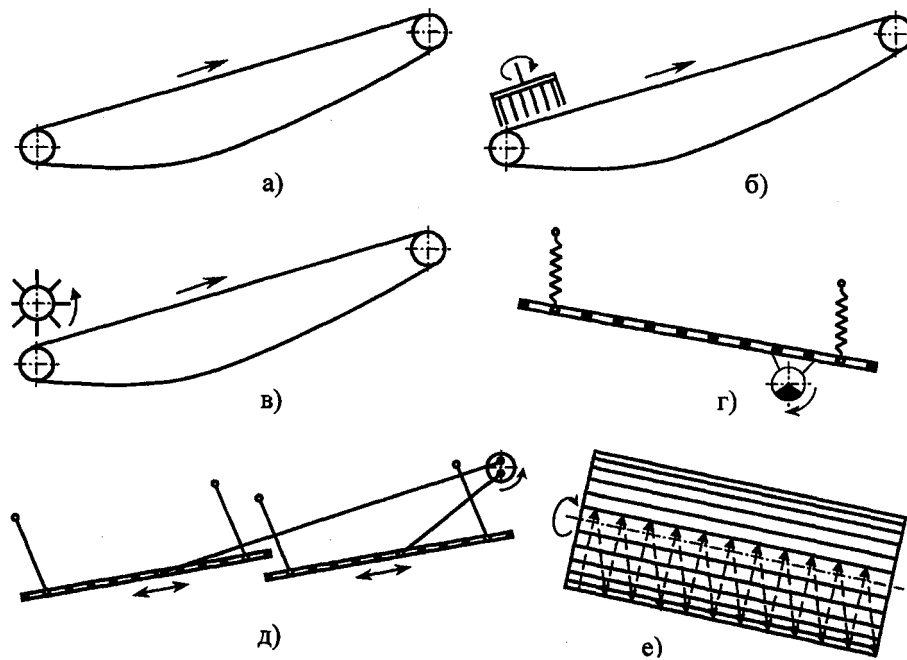


Рис. 2. – Сепаруючі робочі органи просівального типу

Зниження ефективності сепарації при підвищеній вологості ґрунту (більше 26%) відбувається внаслідок підвищення липкості ґрунту до робочих органів, яка значною мірою залежить від вологості ґрунту, а на ґрунтах з пониженою вологістю (до 15%) – підвищення щільності грудок [2, 3]. Сепарація ґрунту збільшується із зростанням його щільності. Так, Ткачов М.Т. [4] встановив, що збільшення швидкості пруткового елеватора по-різному впливає на сепарацію ґрунту з різною вологістю. Сепарація вологого ґрунту (8-29%) безперервно зростає із збільшенням швидкості пруткового елеватора. Але швидкість можливо збільшувати до деякої межі, після якої сепарація зовсім припиняється. Так, при вологості ґрунту 15-23% зростає ефективність сепарації

при зростанні лінійної швидкості транспортера до 2,3 м/с. Після досягнення швидкості 2,3 м/с зростання сепарації припиняється і замінюється зменшенням.

Останнім часом набули поширення комбіновані сепаратори (рис. 2, б, в), в яких спочатку здійснюється руйнування структури пласта та подрібнення грудок за допомогою бітерів з послідуною сепарацією вороху прутковим елеватором. Рекомендоване місце розташування бітерів – одразу за підкопуючим лемешем, адже тут удар по бульбах буде відбуватись через шар ґрунту, який амортизує удар і захищає бульби від надмірних пошкоджень. Так, дослідження М.Е. Мацепуро показали, що при обертальній швидкості бітерів 7,7 м/с забезпечується повне руйнування грудок [5].

Дослідження руйнування бульбоносного пласта ударом, проведені В.М. Алесенко [6], показали високу грудкоподрібнювальну здатність роторних бітерів, розташованих на початку сепаруючої поверхні пруткового елеватора. Так, при швидкості лопатей роторного бітера 4,7 м/с кількість грудок більше 30 мм, які сходили з елеватора, не перевищувала 1,0%. Проте пошкодження бульб роторними бітерами з суцільними лопатями сягали 12%, а прутковими роторними – 40...50%.

Дещо кращі показники сепарації ґрунту у сепаруючих робочих органів, виконаних у вигляді грохотів. Проведені в науково-дослідному інституті сільськогосподарського машинобудування Г.Д. Петровим порівняльні дослідження сепарації важкого суглинкового ґрунту на робочих органах трьох типів: прутковому елеваторі, коливальному грохоті та вібраційному грохоті виявили, що при оптимальній вологості на першому місці за сепаруючою здатністю виявився вібраційний грохот (рис. 2, г), на другому – коливальний (рис. 2, д), а прутковий елеватор – лише на третьому місці. При підвищеній вологості ґрунту найбільш ефективним був прутковий елеватор [2].

Це пояснюється тим, що вібрація робочої поверхні грохота призводить до руйнування структури пласта, подрібнення грудок ґрунту, а також значно активізує сегрегацію компонентів вороху.

Дослідження І.Р. Розмисловича виявили, що при вологості до 25% коливальний грохот просіває картопляний ворох на 20...25%, а вібраційний – 50% краще, ніж прутковий елеватор [7].

Г.П. Солодухіним було встановлено, що середній відсоток пошкоджень бульб грохотними сепаруючими пристроями складає 19,8 [8].

Недоліком коливальних грохотів є складність зрівноважування інерційних сил, що виникають при зворотно-поступальному русі решіт. Неврівноважені інерційні сили викликають вібрації рами і додаткові напруження, що зумовлює високу металомісткість конструкцій цих сепараторів.

Отже, грохоти працюють дещо краще, ніж пруткові елеватори при оптимальній вологості ґрунту, але незадовільно працюють при підвищеній вологості і допускають досить значне пошкодження бульб.

Відсутністю незрівноважених сил, простотою конструкції і надійністю відзначається робота барабанних грохотів (рис. 2, е) [1]. Основною сепаруючою поверхнею цих сепараторів є барабан, який виконаний з прутків, іноді прогумованих. Барабанні грохоти бувають: звичайні (рис. 3, а), з внутрішньою спіраллю (рис. 3, б), з лопатями (карманами) для підйому бульб і направляючих пальців для бадилля (рис. 3, в) і для транспортування бульб з одночасним відсіюванням ґрунту застосовувалися шнеки у сполученні з непорушним решітчастим барабаном (рис. 3, г). Крім цього, знаходять застосування конусні (рис. 3, д) і комбіновані двоярусні барабанні сепаратори (рис. 3, е).

Конструктивно барабанні сепаратори можна розділити на циліндричні, конічні, комбіновані. Основною вимогою до вибору кінематичних параметрів цих робочих органів є те, щоб маса піднімалась на невелику висоту (до 25 см), оскільки при падінні і ударі по прутках бульби картоплі будуть пошкоджуватися. Комбайн-копач ВРК-2 з відцентровим барабаном-сепаратором [9] дозволяє працювати як при прямому, так і роздільному збиранні картоплі при мінімальному пошкодженні бульб.

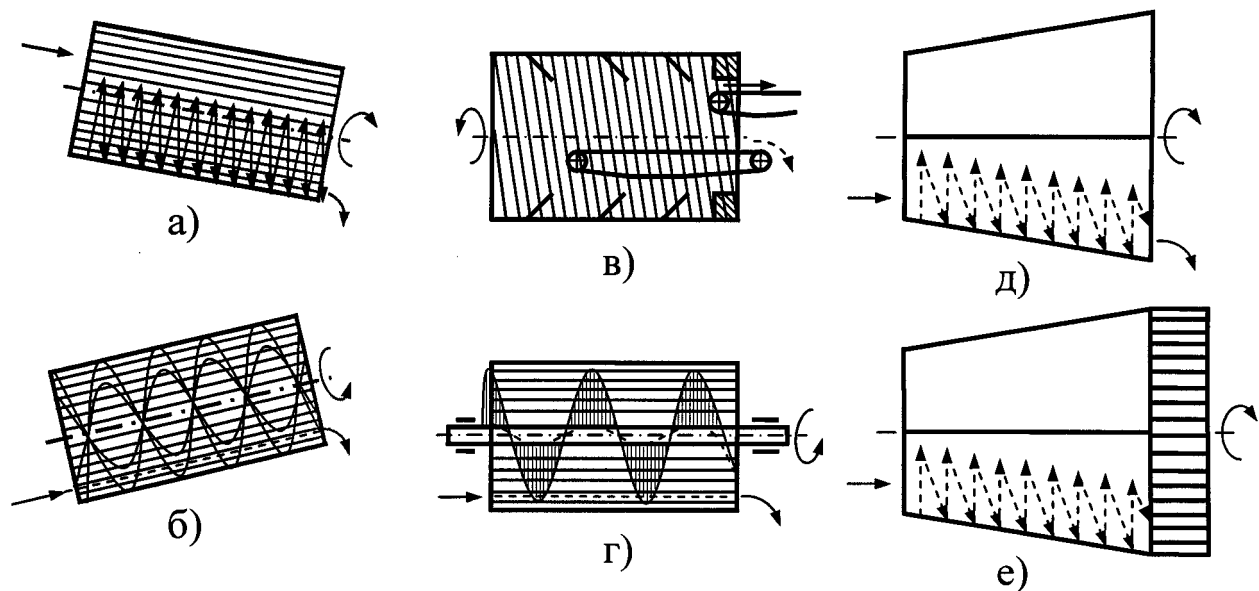


Рис. 3. – Різновидності барабанних сепараторів

Але основним недоліком цього сепаратора є те, що при роботі на вологому ґрунті, як і на прутковому елеваторі, просвіти між прутками барабанів забиваються ґрунтом, внаслідок чого сепарація значно погіршується.

Ці робочі органи ефективно працюють на легких і середніх ґрунтах оптимальної вологості. Але при перевищенні оптимального значення вологості вони стають малоефективними.

Б.І. Максимов досліджував сепаратор у вигляді усіченого конуса – чашова центрифуга [10]. Цей робочий орган відділяє домішки від бульб на основі дії відцентрової сили. Під дією нормальної складової відцентрової сили ґрунт видавлюється через просвіти в поверхні конуса (при цьому необхідно, щоб сили видавлювання ґрунту через просвіти сепаратора досягали певних значень), а бульби і рослинні рештки під дією відцентрової сили рухаються вгору по внутрішній поверхні сепаратора і виносяться на наступні робочі органи по кільцевому бункері. Ефективно сепаратор працює при відцентрових прискореннях $70-200 \text{ м/с}^2$, хоча при вказаному мінімальному значенні має місце забивання ґрунтом [11]. Чистота очищення картоплі досягала 93-100% при куті нахилу до горизонту твірної конуса 50%, але при частоті обертання 200 об/хв. і подачі 10 кг/с пошкодження бульб досягає до 30% і має місце забивання поверхні сепаратора рослинними рештками. Рекомендується застосовувати

такий робочий орган на вологому ґрунті, оскільки в цих умовах він показує найкращі якісні показники роботи.

Роботу барабанно-шнекового сепаратора, який працює на основі одночасної дії відцентрової сили і просівання ґрунту досліджував В.І. Халабузарь [12]. Підкопана маса картопляного вороху попадає з лемешів в барабан сепаратора і транспортується на вихід шнеком, який знаходиться всередині барабана. Під дією відцентрової сили ворох притискається до стінки барабану, а дрібні ґрунтові домішки просіюються при цьому крізь просвіти в циліндричній поверхні барабану. Бульби картоплі виходять в протилежному боці барабану. Цей робочий орган дозволяє сепарувати як пластичну, так і тверду масу ґрунту. Але він має істотний недолік: бульби картоплі пошкоджуються при одночасній дії шнека і барабану.

Отже, сепаратори просіваючої дії потребують подальшого конструктивного вдосконалення, а також теоретичного та експериментального дослідження з метою підвищення якісних показників їх роботи.

Одним із способів досягнення і підвищення якісних показників роботи сепаратора є застосування картоплезбиральної машини з барабанним сепаратором [13] (рис. 4), яка складається з рами 1, на якій закріплено підкопувач у вигляді плужного корпуса, де до переднього обрізу прикріплений коритоподібний леміш із вигнутою дугою корпуса 2, до якого з обох сторін під певним кутом кріпляться леза у вигляді відрізків спіралі 3 з гвинтовою правосторонньою полицею 4. На рамі закріплений конусний сепаруючий барабан 5, який приводиться в обертальний рух за рахунок зчеплення обода 6 діаметра більшого від діаметра великої основи 11 із ґрунтом. Барабан 5 складається з діаметра меншої основи 10 і діаметра більшої основи 11 під кутом α відносно осі, прутків 8 і пруткової спіралі 9. Менша основа барабана обертається на трьох роликах 13, а для зчеплення обода більшого діаметра з ґрунтом встановлені два опорні катки 12. Для запобігання вискакування обода із катків більша основа барабана підпирається обертаючим роликом 7.

Працює картоплезбиральна машини таким чином. При переміщенні машини вздовж рядків картопляного поля за рахунок сили тяги трактора

робочий орган заглиблюється у землю на глибину розміщення бульб. За рахунок коритоподібного лемеша 2 і спірального леза 3 зрізає пласт ґрунту грядки разом з бульбами і подається по гвинтовій правосторонній полиці 4 на конусний сепаруючий барабан 5 зі сторони малої основи 10.

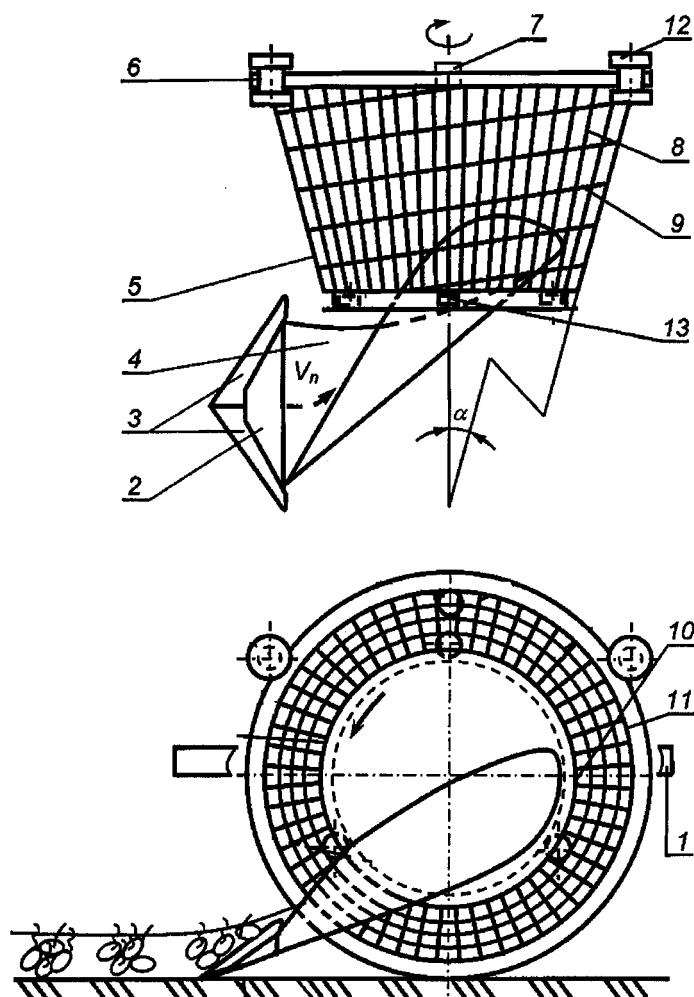


Рис. 4. – Картоплезбиральна машина з барабанним сепаратором:

1 – рама; 2 – корпус лемеша; 3 – леза; 4 – гвинтова правостороння полиця; 5 – конусний сепаруючий барабан; 6 – обід; 7 – підпираючий обертаючий ролик; 8 – прутки; 9 – пруткова спіраль; 10 – менша основа барабана; 11 – більша основа барабана; 12 – опорні катки; 13 – три ролика.

Сепарація бульб від ґрунту відбувається за рахунок:

а) зменшення подачі пласта ґрунту при русі під кутом по коритоподібному лемешу;

- б) кришення пласта під час його руху по гвинтовій правосторонній полиці і поверненні його на певний кут;
- в) кришення пласта під час його потрапляння в прутково-конусний барабан;
- г) розтягування матеріалу пласта всередині робочої поверхні барабана;
- д) прутків, які розміщені по багатозахідній спіралі.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок:

Проведений аналіз роботи сепаруючих пристроїв картоплезбиральних машин дозволяє зробити наступні висновки:

- 1) сепаратори просіваючої дії потребують подальшого конструктивного вдосконалення, а також теоретичного та експериментального дослідження з метою підвищення якісних показників їх роботи;
- 2) запропонована схема картоплезбиральної машини з барабанним сепаратором покращує сепарацію бульб на конусно-прутковому барабані, зменшується забивання рослинними рештками барабана і механічні пошкодження бульб, забезпечується краще зберігання картоплі, зменшується кількість сепаруючих пристроїв, збільшується продуктивність агрегату.

Існуючі результати досліджень процесу просіювання не дозволяють однозначно визначити конструктивні і кінематичні параметри сепаруючих робочих органів. Більшість досліджень є часткові випадки розв'язку загальних задач. Оскільки процес відокремлення домішок на сепараторах картопляного вороху має специфічний характер, тому питання розгляду руху тіла по робочій поверхні і дослідження процесу сепарації потребують подальших теоретичних досліджень.

Література

- 1. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. – 1984. – 320 с.
- 2. Петров Г.Д. Исследование грохотов для сепарирования почвы в картофелеуборочных комбайнах. Сборник научно-исследовательских работ ВИСХОМ, выпуск 11, М., 1957. – С. 24-42.

3. Сафразбеян О.А. Результаты сравнительных испытаний отечественных и зарубежных комбайнов /В сборнике статей "Исследования по механизации уборки картофеля". М.: МСХ СССР, 1958. – С. 35-52.

4. Ткачев М.Т. К вопросу сепарации почвы в картофелеуборочных машинах. – Минск, АН БССР. – 1958. – С. 42-56.

5. Мацепуро М.Е. Технологические основы механизации уборки картофеля. – Минск: Гос. изд-во. – 1969. – 301 с.

6. Алесенко В.М. Обоснование параметров и режимов работы роторного битера для разрушения картофельной грядки /Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск: Ураджай, 1969. – Вып. 2. – С. 191-200.

7. Размыслович И.Р., Рапинчук Л.К. О разрушаемости почвенных комков и повреждаемости клубней в зависимости от скорости соударения и количества ударов /Совершенствование с.-х. техники, её эксплуатации и ремонта. – Минск: Ураджай, 1967. – С. 24-29.

8. Солодухин Г.П. К обоснованию ротационного рабочего органа картофелеуборочных машин /Вопросы земледельческой механики: Труды ЦНИИМЭСХ. – Минск: Ураджай, 1967. – Т. 16. – С. 236-265.

9. Кусов Т.Т. Универсальный комбайн для уборки корнеклубнеплодов /Тракторы и сельхозмашины. – 1965. – № 5. – С. 18-19.

10. Максимов Б.И. Исследование центробежного сепарирующего рабочего органа картофелеуборочного комбайна /Сельхозмашина. – 1957. – № 6. – С. 1-5.

11. Сорокин А.А., Максимов Б.И. Сепаратор к картофелеуборочному комбайну "Дружба" для тяжелых почв /Тракторы и сельхозмашины – 1969 – № 10. – С. 24-26.

12. Халабузарь В.И. Исследование центробежного барабанно-шнекового сепаратора картофелеуборочных машин для работы на тяжелых почвах повышенной влажности в условиях северо-западной зоны и Дальнего Востока. Автореферат диссертации к. т. н. – Л. – 1962. – 17 с.

13. Заявка № 2003098307 від 08. 09. 2003 р. про видачу деклараційного патенту на винахід.

Аннотация. *Сделан анализ исследований сепарирующих приспособлений картофелеуборочных машин и рекомендуется новая картофелеуборочная машина с барабанным сепаратором для поднятия качественных показателей работы сепарации.*

Ключевые слова: *уборка, сепарация, картофель, конусный барабан.*

Annotation. In the article was made the analysis of separating devices of potato gathering machines and it was proposed the new potato gathering machine with grump separater for the rise of the qualitative indicators of the separating work.

Key words: gathering, separation, potatoes, conical drum.