

УДК 631.356.2

DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.2/02>**Пушка О.С.**

Уманський національний університет садівництва

Войтік А.В.

Уманський національний університет садівництва

Оляднічук Р.В.

Уманський національний університет садівництва

Кутковецька Т.О.

Уманський національний університет садівництва

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ І РЕЖИМІВ РОБОТИ СЕПАРУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

У статті проведені теоретичні дослідження щодо конструкцій робочих органів картоплезбиральних машин, а саме роботи сепаруючих пристроїв та їх основних параметрів. В результаті проведених досліджень нами було визначено велику кількість нових конструкцій, а також модифікацій вже існуючих сепараторів. Зокрема, розглянуто дві основні групи робочих органів картоплезбиральних машин це – робочі органи, що здійснюють первинну сепарацію та робочі органи, що здійснюють вторинну сепарацію. У кожну з підгруп входять вальцеві, прутково-барабанні і ротаційні робочі органи, які істотно розрізняються формами, розмірами робочих поверхонь і варіантами виконань, що вказує на тенденцію їх широкого застосування та постійного розвитку. В результаті досліджень визначено, що на сьогодні найбільш поширені ротаційні сепаратори і все частіше використовуються в картоплезбиральних машинах. Вони зазвичай представляють собою набір паралельно розташованих і обертаються в одному напрямку валів, на які встановлюються циліндричні гладкі і рифлені труби, спіральні пружини, пруткові ротори, диски різної форми, багатогранники і зірочки. За рахунок обертального руху і рифленої поверхні ротаційних робочих органів картопляний шар рівномірно розподіляється по всій ширині сепаруючої поверхні, тим самим забезпечується інтенсивне просіювання домішок. При цьому найбільш перспективним є вдосконалення картоплекопачів шляхом комбонування сепараторів ротаційного типу у вигляді комбінованих конструкцій, що працюють спільно з інтенсифікаторами сепарації і спроможних до зміни режимів обертання робочих органів і сепаруючих зазорів для забезпечення щадної взаємодії з бульбами в будь-яких умовах збирання. Таким конструктивним рішенням може бути поєднання приймально-подавального лопатевого бітера та ротаційного сепаратора, що забезпечить підвищення інтенсивності сепарації ґрунту і продуктивності картоплезбиральних машин.

Ключові слова: картоплезбиральні машини, сепаруючі пристрої, робочі органи, режими роботи, конструктивні параметри.

Постановка проблеми. Вирощування картоплі є одним із найбільш енергоємних технологічних процесів, що вимагає великої механізації робіт. Більше 80% врожаю картоплі збирається механізованим способом в складних ґрунтово-кліматичних умовах, що призводить до зниження ефективності роботи застосовуваних картоплезбиральних машин, підвищення пошкодження бульб й собівартості картоплі.

Досвід експлуатації картоплезбиральних машин в різних регіонах вказує на недостатню ефективність сепарації суглинних ґрунтів, а також на відсутність можливості регулювання робочих

параметрів сепараторів під конкретні умови збирання. У більшості картоплезбиральних машин в якості сепаруючих пристроїв використовуються прутковий елеватор або коливальний грохот. При роботі на суглинних ґрунтах спостерігається значне залипання ґрунтом і забивання рослинними залишками їх робочих органів, через що знижується сепаруюча здатність і продуктивність картоплезбиральних машин, а також збільшується пошкодження бульб. При цьому є актуальним завданням розробка перспективних сепараторів ротаційного типу комбінованої конструкції з регульованими технологічними параметрами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішенню питань, що пов'язані з конструкціями картоплезбиральних машин присвячені роботи С.М. Боричева [1, с. 15], Д.Г. Войтюка [2, с. 115], Г.Р. Гаврилюка [2, с. 201], О.В. Кузьміна [5, с. 120], С.С. Остроумова [5, с. 117] та ін. Але, існує ряд питань, які стосуються робочих органів картоплезбиральних машин, а саме сепаруючих пристроїв. Тому, проведення досліджень вище зазначеної проблеми на сьогоднішній день є актуальним.

Постановка завдання полягає в проведенні теоретичного дослідження щодо конструкцій та режимів роботи сепаруючих пристроїв картоплезбиральних машин.

Виклад основного матеріалу. В результаті проведених досліджень нами було визначено велику кількість нових конструкцій, а також модифікацій вже існуючих сепараторів. Внаслідок цього виникла необхідність доопрацювання загальноприйнятих класифікацій цих пристроїв. Тому, в даній роботі нами запропоновано найбільш поширені робочі органи картоплезбиральних машин механічного принципу дії, що доповнено тенденцією розвитку вальцевих, барабанних і ротаційних сепараторів, а також інтенсифікаторів і доочисних пристроїв. Запропонована класифікація включає в себе дві основні групи робочих органів (рис. 1):

- робочі органи, що здійснюють первинну сепарацію;
- робочі органи, що здійснюють вторинну сепарацію [1, с. 75].

У кожному з підгруп входять вальцеві, прутково-барабанні і ротаційні робочі органи, які істотно розрізняються формами, розмірами робочих поверхонь і варіантами виконань, що вказує на тенденцію їх широкого застосування та постійного розвитку. Тому, ротаційні варіанти конструкцій сепараторів можна розглядати, як перспективний напрямок для підвищення інтенсивності сепарації ґрунту і продуктивності картоплезбиральних машин [2, с. 448].

Розглянемо конструктивні особливості і режими роботи найбільш поширених пристроїв.

Принцип роботи коливальних грохотів, що застосовуються в картоплезбиральних машинах, ґрунтується на сепарації бульб за розмірною ознакою. За конструкцією грохотні сепаруючі пристрої підрозділяються на одно решітні і спарені, а також на горизонтальні з позитивним або негативним кутом нахилу решета. За місцем розташування ексцентрикового вала розрізняють грохоти з верхнім, нижнім і змішаним способом кріплення підвісок [9, с. 90].

Комбіновані сепаруючі пристрої, що складаються з коливального грохоту з встановленим

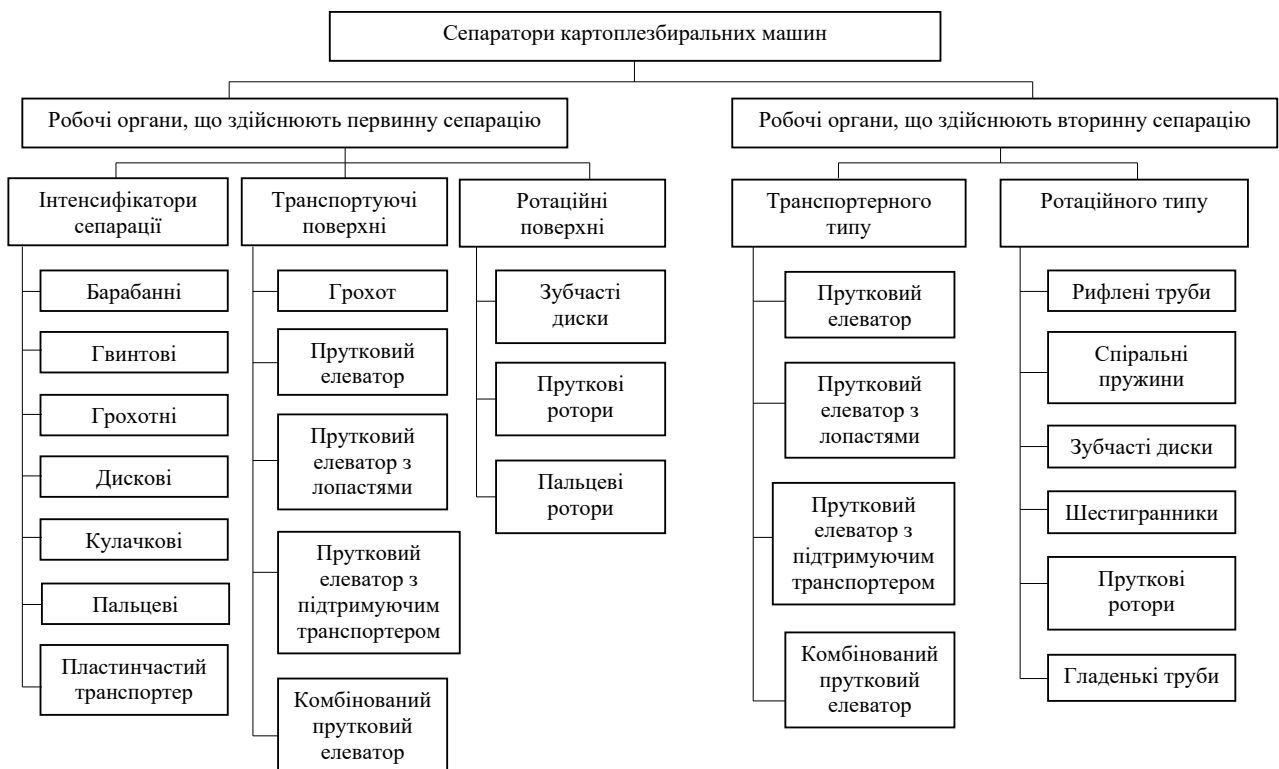


Рис. 1. Класифікація сепараторів механічного принципу дії

на ньому леміші, набули широкого поширення в невеликих однорядних картоплекопачах, які агрегатуються з тракторами тягових класів 0,6 і 0,9 (Рис. 2).



Рис. 2. Однорядний картоплекопач грохотного типу

За рахунок динамічного впливу комбіновані пристрої краще підкопують картопляний шар. Однак, вони мають значну інерційну невідношеність та енергоємність, через що їх застосування обмежується лише невеликими картоплезбиральними машинами [8, с. 74].

До основних параметрів сепараторів грохотного типу відносяться: кут нахилу решіт, амплітуда коливань, частота обертання ексцентрикового вала, розмір сепаруючого просвіту між прутами, а також довжина решіт [9, с. 112].

Серед розглянутих типів сепаруючих пристроїв широкого використання набув прутковий елеватор. Він відноситься до сепараторів просівного типу і являє собою нескінченне решітчасте полотно, утворене прутами різної форми (рис. 3). До головних переваг пруткових елеваторів відносяться: простота конструкції, можливість транспортування матеріалу під кутом більше 25° ,

а також низький ступінь травмування культури, яка збирається. На відміну від грохотного сепаратора прутковий елеватор може працювати на різних типах ґрунту і прибирати не тільки картоплю, а й інші коренеплоди [3, с. 50].

Робочий процес пруткового елеватора визначається його робочою довжиною, швидкістю руху і кутом нахилу полотна до горизонту, а також сепаруючою відстанню між прутами і типом струшувача.

На сьогодні найбільш поширені ротаційні сепаратори і все частіше використовуються в картоплезбиральних машинах. Вони зазвичай представляють собою набір паралельно розташованих і обертанням в одному напрямку валів, на які встановлюються циліндричні гладкі і рифлені труби, спіральні пружини, пруткові ротори, диски різної форми, багатогранники і зірочки. За рахунок обертального руху і рифленої поверхні ротаційних робочих органів картопляний шар рівномірно розподіляється по всій ширині сепаруючої поверхні, тим самим забезпечується інтенсивне просіювання домішок. Розглянемо ротаційні сепаруючі пристрої, які отримали найбільшого поширення в картоплезбиральних машинах [6, с. 184].

У США і Західній Європі широко застосовуються картоплекопачі і картоплекопачі-навантажувачі з елеватором в якості первинного сепаратора та рифленими трубами, спіральними пружинами, прутковими роторами, як вторинного сепаратора. Причому довжина даних ротаційних робочих органів завжди дорівнює ширині пруткового елеватора, в комплексі з яким вони працюють. Таким чином, забезпечується максимальна сепаруюча здатність картоплезбиральної машини [10].

Одним із таких прикладів є сепаратор картоплекопача навантажувача Англійської компанії «STANDEN-PEARSON» моделі «T2» (рис. 4). Його основний сепаруючий пристрій складається з двох пруткових елеваторів *1*. Регульований зазор

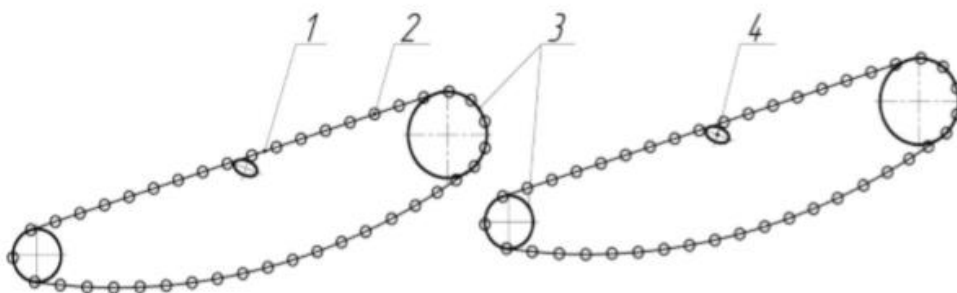


Рис. 3. Схема сепаратора елеваторного типу:

1 – полотно елеватора; 2 – пруток; 3 – ведуча і ведена зірочки, 4 – еліптичний струшувач.

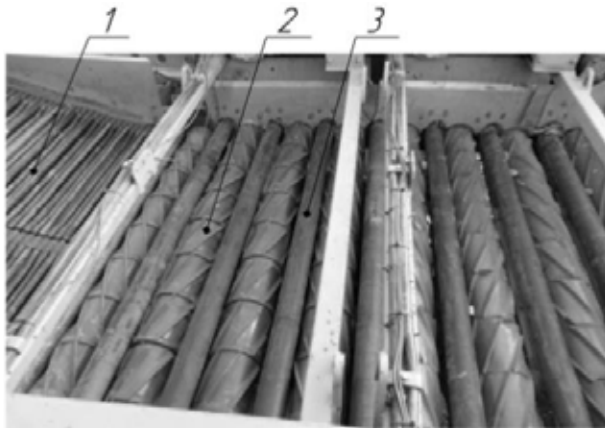


Рис. 4. Вторинний ротаційний сепаратор:

1 – прутковий елеватор, 2 – рифлена труба, 3 – гладка труба.

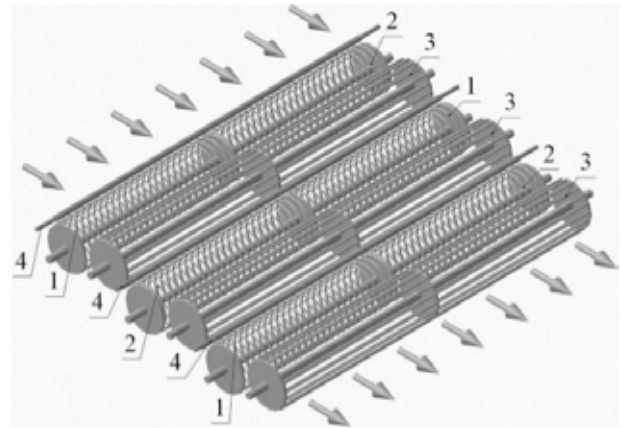


Рис. 5. Схема ротаційного комбінованого сепаратора:

1, 2 – спіралі з лівою і правою навивкою; 3 – прутковий ротор; 4 – обмежувальний пруток (стрілками показано напрямок руху картопляної купи)

між першим і другим елеватором дозволяє оптимізувати робочий процес картоплекопача під конкретні умови [7].

Основними параметрами, що визначають процес його роботи є: кут нахилу сепаруючої поверхні, діаметр робочих органів і швидкість їх обертання, а також розмір сепаруючого просвіту між трубами.

Сепаруюча здатність його, ступінь пошкодження бульб і швидкість переміщення картопляної маси безпосередньо залежать від швидкості обертання робочих органів. З її зростанням підвищується просіюваність ґрунту, ступінь пошкодження бульб і швидкість руху картопляної маси.

Робочі органи у вигляді рифлених або гладких труб частково схильні до залипання ґрунтом і намотування бадиллям. Це негативно позначається на ефективності роботи і призводить до того, що при підвищеній вологості переміщення картопляної купи відбувається за рахунок підпору маси, що надходить з елеватора.

У картоплезбиральній техніці робочі органи у вигляді спіральних пружин в основному використовуються тільки в комплексі з сепараторами елеваторного типу. В процесі роботи таких пристроїв частково очищені купи надходять на пружинну сепаруючу поверхню, де під дією динамічних сил відбувається остаточне руйнування ґрунтових грудок, просіювання домішок і переміщення матеріалу до вивантажувального пристрою [9, с. 212].

При машинному збиранні картоплі на полях з суглинним або глинистим ґрунтом підвищеної вологості ефективність роботи пружинного сепаратора знижується, а ступінь травмування бульб збільшується. Для вирішення цієї проблеми

науковцями був запропонований комбінований сепаратор, що складається з спіральних пружин і пруткових роторів (рис. 5) [5, с. 119]. У порівнянні з пружинами прутковий ротор краще руйнує ґрунтові грудки, але має низьку просіювальну здатність і сильніше травмує бульби.

На підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що найбільш перспективним напрямком є розробка і вдосконалення сепаруючих пристроїв на основі активних робочих органів [4, с. 76]. Вони показали хороші результати при збиранні картоплі на полях з легкими та середніми ґрунтами. Їх форма і розташування знижують ймовірність защемлення бульб і грудок, а також намотування рослинних залишків і залипання западин (між сусідніми пальцями) ґрунтом. За рахунок активної дії роторів досягається 85% відділення домішок при допустимій ступені травмування бульб. У той же час огляд показав недостатній ступінь дослідження робочих процесів ротаційних сепараторів в напрямку підвищення їх ефективності і надійності при сепарації значних обсягів вологого суглинного ґрунту, а також для зниження енергоємності картоплезбиральних машин в цілому.

Висновки. Таким чином, в результаті теоретичного огляду конструкцій та режимів роботи сепараторів картоплезбиральних машин найбільш перспективним є вдосконалення картоплекопачів шляхом компонування сепараторів ротаційного типу у вигляді комбінованих конструкцій, що працюють спільно з інтенсифікаторами сепарації і спроможних до зміни режимів обертання робочих органів і сепаруючих зазорів, для забезпечення щадної взаємодії з бульбами в будь-яких

умовах збирання. Таким конструктивним рішенням може бути поєднання приймально-подавального лопатевого бітера та ротаційного сепаратора, що забезпечить підвищення сепаруючої ефективності в картоплезбиральних машин й зниження енергоємності.

Список літератури:

1. Борычев С.Н. Технологии и машины для механизированной уборки картофеля: монография. Рязань : РГСХА, 2011. 220 с. 4
2. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ : Каравела, 2004. 552 с.
3. Воронков В.В. Интенсификация сепарирующей способности прутковых элеваторов картофелеуборочных машин за счет предварительного разрушения клубненосного пласта. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2014. № 2. С. 50–54. 7
4. Никитин Г.С., Алакин В.М., Плахов С.А. Определение оптимальных параметров и режимов работы лопатного битера. *Наукоёмкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе: материалы региональной научно-технической конференции*, 19–21 апреля 2016 Калуга : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. Т. 2. С. 75–77. 17
5. Остроумов С.С., Кузьмин А.В. Обоснование параметров ротора сепаратора картофелеуборочной машины. *Вестник ИрГСХА*. 2015. № 66. С. 117–123. 20
6. Остроумов С.С., Кузьмин А.В. К выбору рациональных параметров роторного сепаратора картофелекопателя. *Вестник КрасГАУ*. 2014. № 9. С. 182–187. 19
7. Офіційний сайт виробника сільськогосподарської техніки Standen Pearson [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.standen.co.uk>. 21
8. Синій С.В., Гевко Р.Б., Осуховський В.М. Новий малогабаритний комбайн для збирання картоплі. *Вісник Інженерної академії України*. Київ. 2012. Вип. 3–4. С. 72–76.
9. Туболев С.С., Шеломенцев С.И., Пшеченков К.А., Зейрук В.Н. Машинные технологии и техника для производства картофеля. М.: Агроспас, 2010. 316 с. 14
10. Grimme.[Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.grimme.de>.

Pushka O.S., Voitik A.V., Olyadnichuk R.V., Kutkovetska T.O. ANALYSIS OF DESIGNS AND MODES OF OPERATION OF SEPARATING DEVICES OF POTATO HARVESTING MACHINES

The article conducts theoretical studies on the designs of the working bodies of potato harvesting machines, namely the work of separating devices and their main parameters. As a result of the research, we identified a large number of new structures, as well as modifications of existing separators. In particular, two main groups of working bodies of potato harvesting machines are considered – working bodies that carry out primary separation and working bodies carrying out secondary separation. Each of the subgroups includes roller, rod-drum and rotary working bodies, which differ significantly in shapes, sizes of working surfaces and variants of executions, which indicates a trend of their widespread use and constant development. As a result of research, it is determined that today rotational separators are the most common and are increasingly used in potato harvesting machines. They are usually a set of parallel and rotating shafts in the same direction, on which cylindrical smooth and corrugated pipes, spiral springs, rod rotors, discs of various shapes, polyhedrons and asterisks are installed. Due to the rotational movement and corrugated surface of the rotational working organs, the potato layer is evenly distributed over the entire width of the separating surface, thereby ensuring intensive sifting of impurities. At the same time, the most promising is the improvement of potato diggers by composing rotary-type separators in the form of combined structures working together with separator intensifiers and capable of changing the rotation modes of working organs and separating gaps to ensure gentle interaction with tubers in any harvesting conditions. Such a constructive solution can be a combination of a receiving and feed blade beater and a rotary separator, which will increase the intensity of soil separation and the productivity of potato harvesting machines.

Key words: potato harvesters, separating devices, working bodies, operating modes, design parameters.