

УДК: 631.356:631.361

**ВДОСКОНАЛЕННЯ ОЧИСНИХ СИСТЕМ  
ВОРОХУ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦИКОРІЮ**

**доктор технічних наук, професор Барановський В. М.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,  
Україна, Тернопіль

**Потапенко М. В.**

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і  
природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»,  
Україна, Бережани

*Наведено аналіз конструктивних особливостей і технологічних процесів функціонування шнекових робочих органів, призначених для відокремлення домішок від коренеплодів цикорію. На основі ідентифікації структурних моделей гвинтових робочих органів розроблено класифікацію шнекових очисників за встановленими критеріями систематизації. Проаналізовано характерні конструктивно-технологічні недоліки основних існуючих типів комбінованих очисних систем вороху коренеплодів. Обґрунтовано основні тенденції розвитку гвинтових механізмів і напрямки вдосконалення комбінованих очисних систем вороху коренеплодів цикорію з використанням шнекових очисників.*

*Ключові слова: ворох коренеплодів, шнекові робочі органи, класифікація, комбіновані очисники, очисні вальці, круглий переріз, очисні пружні елементи.*

*Dr., Prof., <sup>1)</sup>Baranovsky V. M., <sup>2)</sup>Potapenko M. V. Improvement of purifying systems of the pile of roots of chicory./ <sup>1)</sup>Ternopol Ivan Puluj National Technical University, Ukraine, Ternopil. <sup>2)</sup> Separated subdivision of National University of life and environmental Sciences of Ukraine "Berezhany agrotechnical Institute", Ukraine, Berezhany*

*Is given the analysis of the design features and technological process of operating of the screw working bodies which is intended for separation of impurities from roots of chicory. On the basis of identification of structural models of screw working bodies is made the classification of screw cleaners by accepted the criteria of the systematization. The typical constructive-technological disadvantages of the main existing types of combined purifying systems are analyzed. The major trends of development of screw mechanisms and directions of improvement of combined sewage systems of the pile roots of chicory with using of screw cleaners are proved.*

*Key words: the pile of roots, screw working bodies, classification, combined cleaners, cleaning roller, round section, cleaning elastic elements.*

**Вступ.** Підвищення технологічного рівня сучасних коренезбиральних машин, критеріями оцінки якого є співвідношення втрат, забрудненості та пошкоджень коренеплодів цикорію до їх зібраної маси, залишається науково-актуальною проблемою у плані подальшого розвитку вітчизняної техніки для збирання коренеплодів.

Аналіз еволюції розвитку конструктивно-компонувальних і технологічних схем коренезбиральної техніки свідчить, що на сучасному етапі для їх збирання все більше застосовуються потужні самохідні бункерні комбайни, якими щорічно збирається до 70 % світових площ посівів [1, с. 51].

Подальше поглиблення та розвиток загальної концепції раціональних обрисів сучасних машин можливе на основі аналізу світового досвіду поетапного удосконалення процесу збирання коренеплодів, або на основі більш детального аналізу функціонування робочих органів основних транспортно-технологічних систем для викопування та очищення коренеплодів.

Ефективність збирання коренеплодів у значній мірі залежить від конструктивно-компонувальної схеми та якості роботи очисників вороху, які повинні відокремити із складу викопаного вороху не менше 92 % домішок за вихідними вимогами до коренезбиральних машин, дотримуючись при цьому допустимих значень втрат і пошкодження коренеплодів [2, с. 243–244].

Значне варіювання умов роботи коренезбиральних машин і недостатнє пристосування існуючих конструкцій викопувальних і особливо очисних робочих органів до цих змін умов роботи не дозволяють отримувати стійких агротехнічних показників, особливо за сухого і вологого ґрунту, забур'яненості поля тощо. При збільшенні вологості ґрунту до 22-28 % якість роботи машин погіршується в 2-6 рази, а на сухих твердих ґрунтах спостерігається значне (до 20-40 %) забруднення вороху коренеплодів грудками землі [3, с. 299–300]. Тому під час збирання коренеплодів цикорію в таких умовах, виникає потреба в ручному очищенні вороху коренеплодів.

Незважаючи на доволі складні транспортно-технологічні системи робочих органів для очищення вороху коренеплодів, після очищення енергоємними багатоступеневими системами очищення викопаного вороху від домішок з полів вивозиться кількість родючого ґрунту, яка еквівалентна 10...15 см орного шару на площі збирання рівній 100 га, незважаючи при цьому, що загальна протяжність очисних поверхонь сягає 8...10 м [4, с. 32–33].

Відомі результати наукових досліджень, які наведено в працях [5, 54-65; 6, с. 8–12; 7, с. 13–19 та ін.], як правило характеризують тільки основні принципи функціонування очисних робочих органів без критеріального аналізу загальних аспектів та шляхів підвищення їх показників якості роботи та коренезбиральних машин загалом. Дані дослідження є подальшим розвитком технологічних засад функціонування транспортно-технологічних систем очисних робочих органів коренезбиральних машин.

**Формулювання мети статті та завдань.** Метою досліджень є підвищення показників якості роботи коренезбиральних машин шляхом інтенсифікації процесу відокремлення домішок від коренеплодів.

Значна кількість ґрунтових і рослинних домішок (вільного та налиплого на поверхні тіл коренеплодів ґрунту, бур'янів, залишків гички на головках коренеплодів), що викопуються робочими органами копачів та подаються на наступні транспортно-очисні системи коренезбиральної машини є основною причиною вимушеного застосування енерго- і металомістких очисників вороху,

що вказує на головний резерв удосконалення збиральних машин – інтенсифікацію процесу відокремлення від коренеплодів цикорію ґрунтових і рослинних домішок за рахунок застосування активних комбінованих очисників.

В основу вирішення наукової проблеми покращення агротехнологічних показників якості роботи коренезбиральних машин покладено гіпотезу про можливість підвищення ступеня відокремлення домішок від коренеплодів цикорію шляхом розробки та обґрунтування параметрів і режимів роботи комбінованих очисних систем, побудованих на основі розробки та дослідження шнекових очисних робочих органів.

**Виклад основного матеріалу статті.** Різноманітність конструктивних схем очисних робочих органів коренезбиральних машин в прямій залежності пов'язана, як із технологічними процесами збирання, так і з конструктивно-технологічними вимогами до якості відокремлення домішок від коренеплодів.

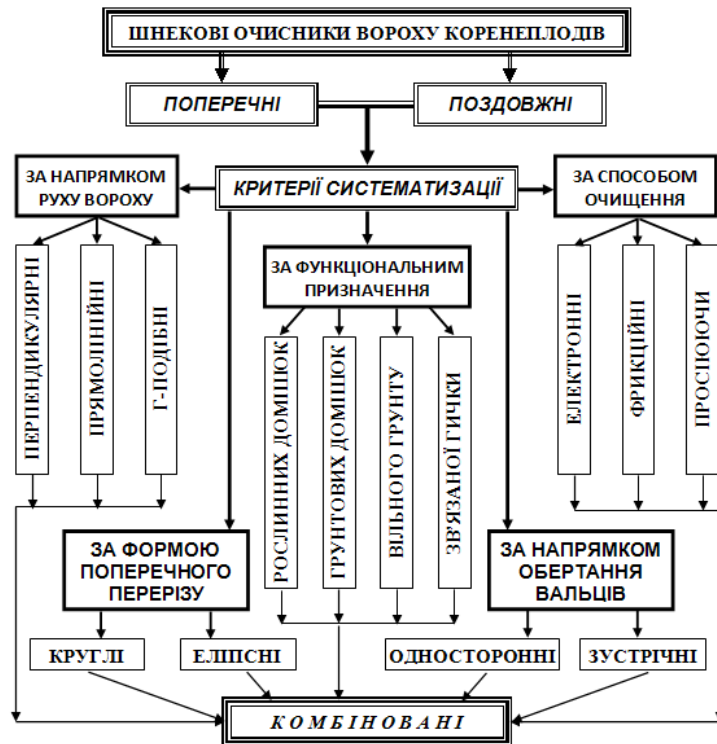
Процес сепарації вороху повинен забезпечити якомога повніше відділення вільного та налиплого на коренеплодах ґрунту, вільних рослинних домішок і залишків гички на їх головках при допустимих пошкодженнях буряків, що висуває особливі вимоги до очисних робочих органів.

Відокремлення ґрунтових і рослинних домішок від коренеплодів залежить від багатьох об'єктивних і суб'єктивних факторів: від механічного складу ґрунту, його вологості та щільності; від конструкції та геометричних і кінематичних параметрів робочих органів очисників; наявності бур'янів, урожайності коренеплодів і т.п.

Відомо багато варіантів очисників вороху коренеплодів, які відрізняються один від одного не тільки конструктивним оформленням, але й технологічним принципом роботи. Це пов'язано, як із закономірним розвитком конструкцій, так і з різноманітністю ґрунтово-кліматичних умов роботи збиральних машин, конкуренцією виробників продукції тощо.

Велика кількість створених конструкцій шнекових очисних робочих органів (рис. 1) коренезбиральних машин потребує диференційованого підходу при виборі, розрахунку, проектуванні, дослідженні та впровадженні нових

розробок у виробництво. Тому класифікований підхід з урахуванням особливостей очисних робочих органів, схем їх компоновок і способів функціонування, забезпечить можливість проведення ідентифікації необхідної конструктивно-технологічної схеми комбінованих очисних систем для конкретних умов експлуатації.



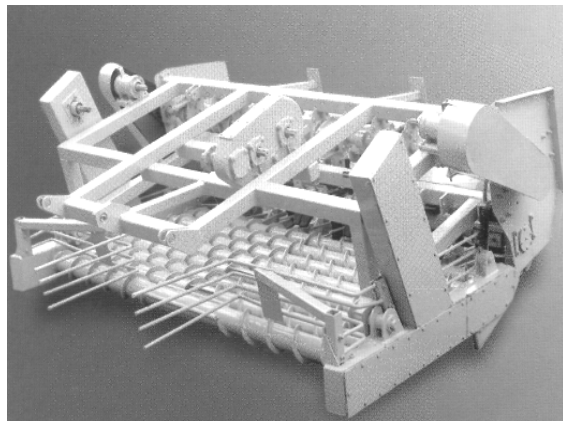
**Рис. 1. Класифікація шнекових очисників вороху коренеплодів**

Шнекові очисники коренезбиральних машин працюють за принципом розділення домішок і коренеплодів “розмір”. Вони можуть встановлюватися, як безпосередньо за копаками коренезбиральної машини, так і в середині її технологічної схеми залежно від їх призначення.

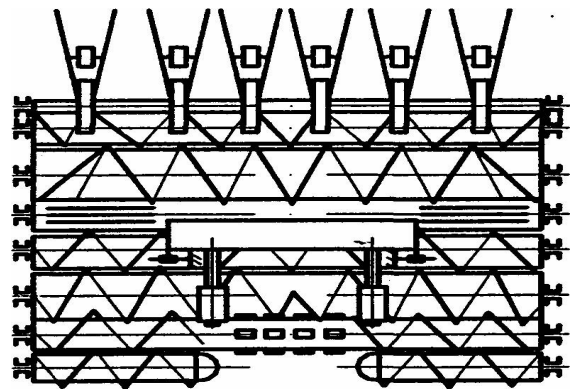
За формою вала шнека розрізняють очисники круглого та еліпсного перерізу. Очищення вороху відбувається за рахунок підкидання коренеплодів і домішок, зскрібання частинок ґрунту витками шнеків і відокремлення зв’язаної гички та просіювання вільних домішок у зазор між валами шнеків. З метою забезпечення кращої сепарації сипучого ґрунту та вільних рослинних домішок вали шнеків обертаються з різними кутовими швидкостями.

Поперечні шнекові очисники (рис. 2а, б, в), як правило, застосовуються в багаторядних коренезбиральних машинах. Їх особливістю є те, що шнеки

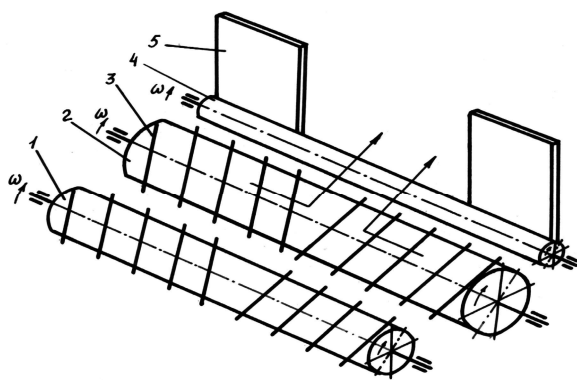
обертаються в одному напрямку, а спіральні витки шнеків виготовляються з різним напрямком навивання. Шнеки, які розташовані біля копача (рис. 2б), забезпечують розведення вороху до периферії валів, а задній блок шнеків зводить потік коренеплодів в зону вивантаження. Шнекові очисники, що мають Г-подібний вихід в середній частині шнеків забезпечують звуження потоку в процесі його передачі на наступні робочі органи (рис. 2в).



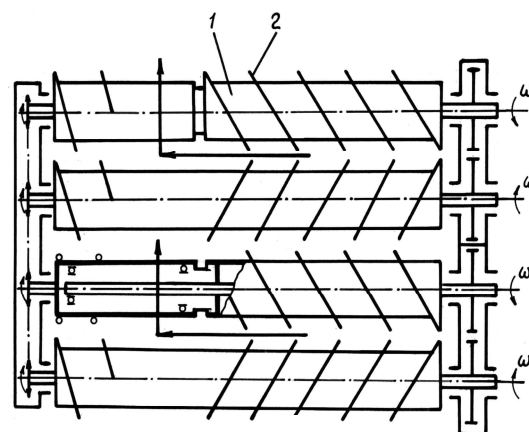
а



б



в



г



д



ж

**Рис. 2. Загальний вигляд (а, д, ж) і конструктивна схема (б, в, г) шнекових очисників: а, б, в – поперечний; г, д, ж – поздовжній**

Повздожні шнекові очисники (рис. 2г, д, ж), які характеризуються протилежним напрямком навівання та зустрічним напрямком обертання спіральних витків шнека, виконують одночасно дві технологічні операції – відокремлення домішок зі складу вороху та транспортування (переміщення) коренеплодів в напрямку осі обертання валів шнеків.

Робочі органи такого типу в основному виконують транспортувальні функції з невеликим очисним ефектом і, як правило, застосовуються замість стрічкових елеваторів, або пруткових транспортерів. Конструктивна складність розташування підшипникових опор таких робочих органів і, як наслідок, виникнення “мертвих зон” на шляху транспортування вороху обмежило широке застосування повздожніх шнекових очисників в коренезбиральних машинах.

Основна маса сипкого ґрунту та вільних рослинних домішок під час обробки вороху коренеплодів на шнекових очисниках просіюється в зазори між валами шнеків у їх передній частині, а далі за рахунок взаємодії з спіральними витками з поверхні тіла коренеплодів частково зшкрібається налиплий ґрунт, який також просіюється.

Основними недоліками шнекових очисників є залипання шнеків ґрунтом у вологих ґрунтово-кліматичних умовах їх роботи, що значно знижує показники якості процесу відокремлення домішок від коренеплоді, а також значні пошкодження коренеплодів під час безпосередньої взаємодії з витком шнека, ймовірність чого збільшується в процесі збирання коренеплодів на твердих ґрунтах (вологість < 12%). З підвищенням вологості до 28% очисники втрачають працездатність [3, с. 298; 10, с. 3–4].

Дослідженню параметрів шнекових очисників круглого та еліпсного перерізу присвячені праці Погорілого Л.В., Рогатинського Р.М., Гевка Р.Б., Паньків М.Р., Гандзюка М.О., Влас Н.Є., Виговського А.Ю., Труханської О.О., Дубчак Н.А., Рамша В.Ю. та ін. Авторами на основі аналізу характеру руху коренеплодів у технологічному руслі побудовано математичні моделі коефіцієнтів динамічності процесу очищення, які характеризують безпосередньо взаємодію коренеплодів між собою та з шнековими робочими органами і, в

кінцевому випадку, ступінь очищення вороху залежно від співвідношення конструктивно-кінематичних і динамічних параметрів робочих органів.

На основі використання взаємозв'язку між коефіцієнтом динамічності та ступенем очищення коренеплодів Рогатинським Р.М. [8, с. 105] було розроблено методику визначення ефективності шнекових очисників:

$$W = 100 \left( \frac{K_{\delta}^{\bar{o}}}{K_{\delta}^m + C} \right)^n, \quad (1)$$

де  $W$  – ступінь очищення коренеплодів;  $K_{\delta}^{\bar{o}}$ ,  $K_{\delta}^m$  – відповідно коефіцієнти динамічності базового і модернізованого очисників;  $n = 0,95 \dots 1,0; 1,3$  і  $C = 0,09; 0,03$  – коефіцієнти, які розраховані на основі експериментальних залежностей для еліпсних і роторних очисників.

Ним встановлено, що за значення коефіцієнта динамічності очищення вороху  $0,5 \dots 0,8$ , раціональними конструктивно-кінематичними параметрами процесу сепарації вороху еліпсними очисниками є кутова швидкість обертання еліпсних шнеків  $15 \dots 30$  рад/с [8, с. 106–107].

Погорілий Л.В. [1, с.188] обґрунтував, що теоретичний аналіз робочих органів, які переробляють вхідний потік вороху у кількості  $g_m(+)$ , необхідно представляти у вигляді моделі, яку побудовано на основі поняття “вхід-вихід” системи та рівнянь матеріального балансу. При цьому вхідна кількість вороху  $g_m(+)$  лінійно залежить від швидкості руху та рядності коренезбиральної машини, або кількості рядків коренеплодів, які викопуються копаками. Вихідна кількість вороху  $g_o(-)$  для кожного  $j$ -го очисника в середньому задовольняє умові балансу з врахуванням відділення маси домішок  $g_{om}^j$ , а сумарна ступінь сепарації  $\varepsilon$  вороху коренеплодів описується загальним універсальним виразом залежно від довжини  $L$ , або розмірів очисника, тобто

$$\bar{g}_o^j(t) = \bar{g}_m(t) - \bar{g}_{om}^j(t); \quad \varepsilon = \bar{g}_m / \bar{g}_o = 1 - \sum_{j=1}^n \varepsilon_j = \frac{1}{j=1} - A e^{kL}, \quad (2)$$

де  $A$ ,  $k$  – дослідні коефіцієнти, які залежать від фізичного стану ґрунту і рослинних домішок, урожайності коренеплодів тощо.



Гевко Р.Б. [5, с. 65–78] зробив висновок, що підвищення інтенсивності просіювання домішок вороху відбувається шляхом надання коренеплодам відповідного діапазону зміни кутової швидкості їх обертання та зміни їх прискорень. Складено систему рівнянь руху системи, яка дозволяє оцінити глибину пошкоджень тіла коренеплоду для загального випадку ударної взаємодії коренеплоду з робочим органом, який зв'язаний пружною ланкою з масою його приводу, при цьому закономірність, що описує вміст ґрунту на коренеплодах  $\Delta m_o$  змінюється у часі за експоненціальним законом, або

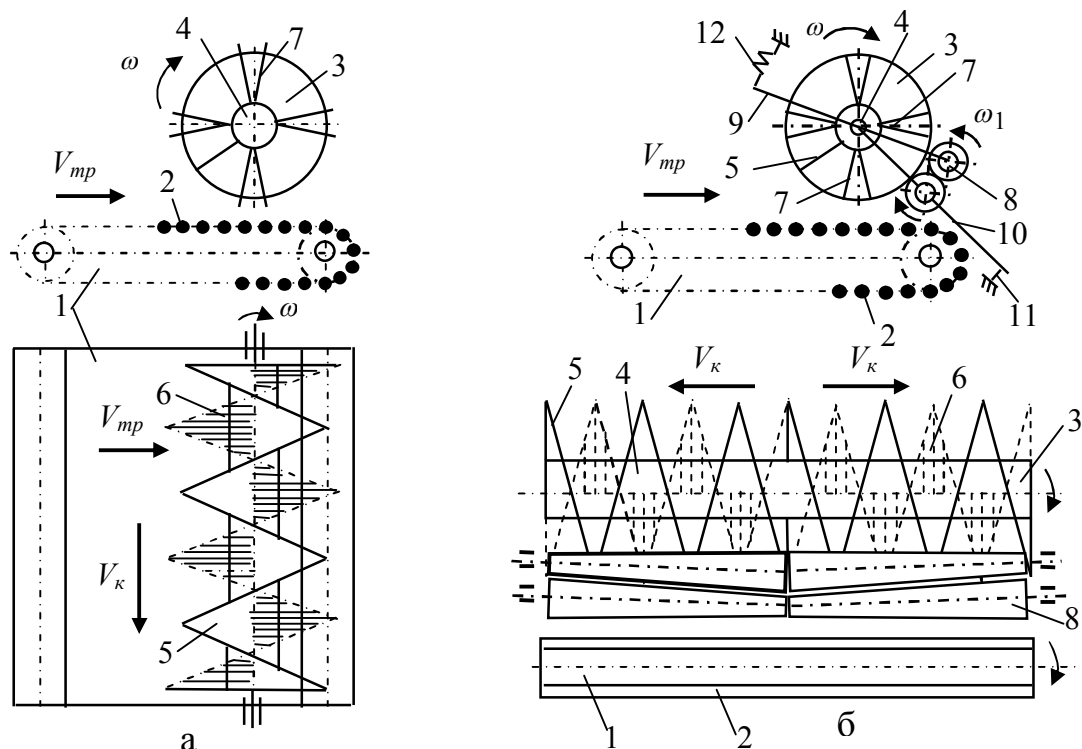
$$\begin{cases} m_1 \bar{Y}_1 + m q \cos \gamma + P = 0; \\ m_2 \bar{Y}_2 + P + C(Y_{20} Y_2) = 0 \end{cases}; \quad \Delta m(t) = \Delta m_o e^{\lambda(t, t_o)}, \quad (3)$$

де  $\Delta m_o$  – маса ґрунту у початковий момент переміщення коренеплодів по робочих органах очисника, кг;  $\lambda$  – стаціонарна випадкова функція інтенсивності очищення.

Для регулювання ступеня агресивної дії очисних поверхонь на коренеплоди та інтенсифікації процесу відокремлення складових компонентів домішок запропоновано застосовувати комбіновані очисні системи, які представляють собою поєднані комбінації елеваторних і шнекових очисних робочих органів (рис. 3) та застосовуються залежно від конкретних функцій очисних пристроїв, умов роботи тощо.

Підвищення технологічної ефективності роботи очисних систем вороху коренеплодів шляхом збільшення активності їх робочих поверхонь було досягнуто за рахунок розмежування одного суцільного потоку коренеплодів і домішок на два взаємно перпендикулярні потоки, яке реалізовано на основі застосування комбінованих очисників вороху. Базовими елементами очисників є подавальний прутковий транспортер 1 (рис. 3а) та встановлений із зазором над прутками 2 транспортера і перпендикулярно напрямку його швидкості руху робочої гілки  $V_{mp}$  відвідного шнека 3. На трубі 4 шнека по гвинтовій лінії закріплено спіральні витки 5, між якими змонтовано очисні пружні елементи 6, які набрані із пучків ворсу 7. Напрямок навивання гвинтової лінії спіральних

витків і очисних пружних елементів зустрічний. За шнеком, в сторону вихідного кінця транспортера змонтовано пару приводних циліндричних відминальних вальців 8 (рис. 3б), які встановлені один над одним і над транспортером. Відминальні вальці встановлені на шарнірно закріплених верхньому 9 та нижньому 10 важелях. Поворот нижнього важеля обмежений встановленими упорами 11, а верхній відминальний валець за рахунок пружини 12 виконаний підпружиненим відносно нижнього відминального вальця.

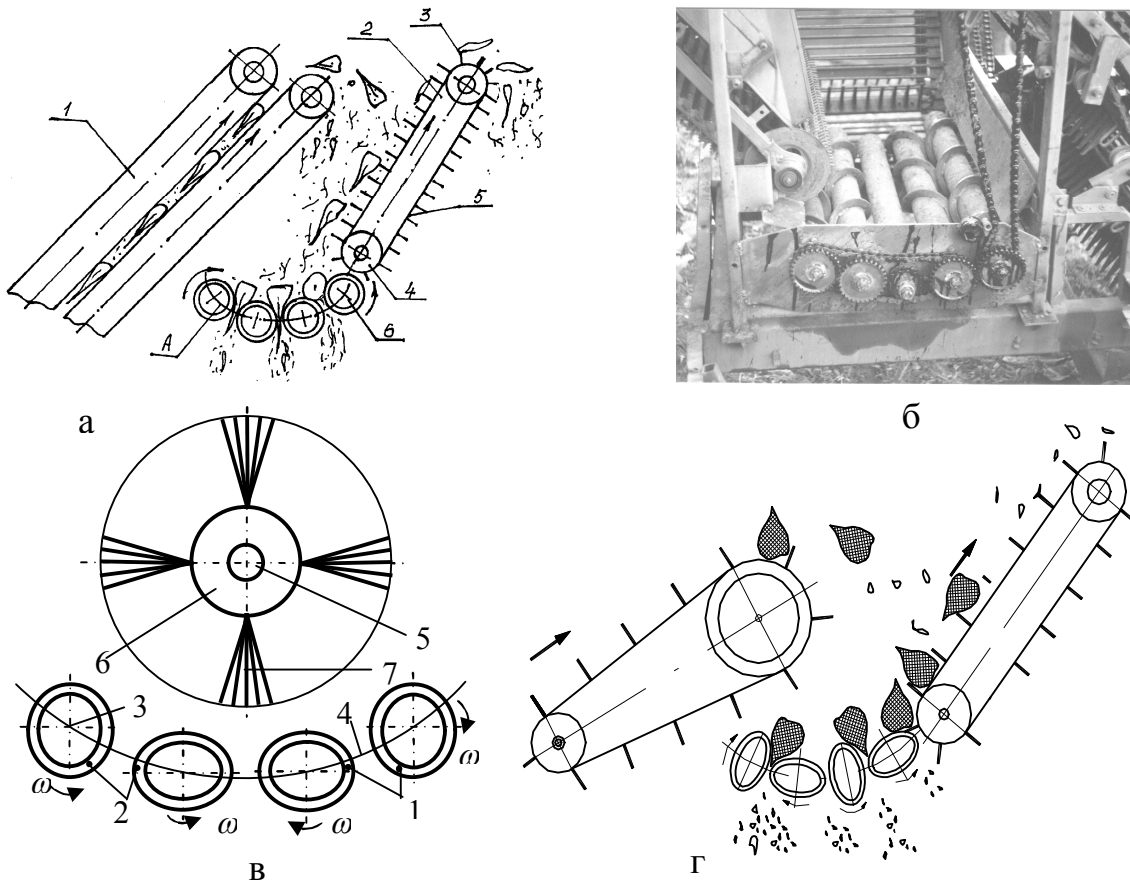


**Рис. 3. Конструктивна схема комбінованого очисника**

Основним недоліком роботи таких очисних систем є незадовільне очищення налиплого ґрунту на поверхні тіла коренеплодів у зв'язку з конструктивною неможливістю ступеневого регулювання необхідної кутової швидкості очисних елементів, яка була б відмінною від кутової швидкості шнека та за якої б забезпечувалося повне відокремлення налиплого ґрунту.

Для подальшого підвищення ступеня очищення коренеплодів від домішок шляхом надання коренеплодам знакоперемінного вертикального осцилюючого руху ряд авторів запропонували виконувати шнекові очисні вали еліпсними та ексцентричними. Комбіновані очисники (рис. 4а, б) є поєднанням елеватора 1 і очисної гірки 2 з пальчиковою поверхнею 3. У нижній частині очисної гірки

розміщено повздовжній шнековий очисник 6, осі обертання шнеків знаходяться на нижній вітці еліпса, які утворюють жолоб робочого русла. Шнеки виконані з круглим перерізом на відміну від двох пар еліпсних шнеків 1, 2 (рис. 4в, г).



**Рис. 4. Схеми (а, в, г) та загальний вигляд (б) комбінованих очисників: а, б – із шнеками круглого перерізу; в, г – із еліпсними шнеками**

Паньків М.Р. [9, с. 74–75] одержано залежність відносної швидкості контакту і швидкості нормального зближення коренеплоду з рифом еліпсного вальця від кутових параметрів точки контакту і кутової швидкості вальця:

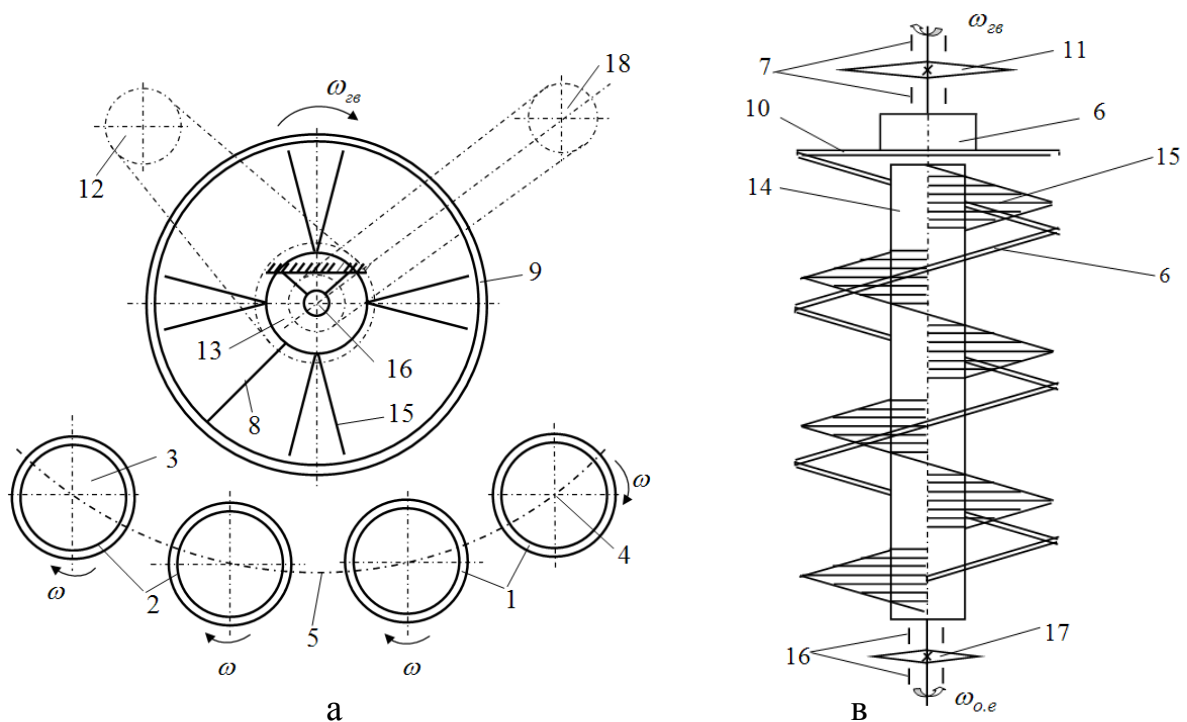
$$\bar{V}_e = \{V_k \cos \gamma + [(R_2 - r \cos \varphi_e) \sin \psi_e - r \sin \alpha \sin \varphi_e \cos \psi_e] \omega_e\} \bar{i} - \{V_k \sin \gamma - [(R_2 - r \cos \varphi_e) \cos \psi_e + r \sin \alpha \sin \varphi_e \sin \psi_e] \omega_e\} \bar{k}. \quad (4)$$

Встановлено, що зміна відносних швидкостей переміщення коренеплодів має синусоїдальний характер і збільшується зі збільшенням кутових параметрів – максимальне значення  $V_e$  (за модулем) досягається при кутових параметрах близьких до  $90^0$  і, як правило, не перевищує 2,0 м/с [9, с. 82–83].

Запропоновані комбіновані очисники, через їх конструктивні недосконалості мають той же самий недолік, який присутній очисникам, що наведено на рис 3. Але конструктивно-технологічні переваги цих очисних систем, або простота конструкції та значний ресурс роботи шнека, задовільні показники якості роботи у важких ґрунтово-кліматичних умовах збирання, є передумовою подальшого удосконалення конструктивно-технологічних ознак функціонування даних очисників.

Для усунення наведених недоліків нами запропоновано комбіновану очисну систему, конструктивну схему якої наведено на рис. 5.

Очисник коренеплодів складається з правої 1 та лівої 2 системи шнеків 3 круглого перерізу. Осі 4 обертання шнеків знаходяться на нижній вітці 5 еліпса, при цьому розташовані шнеки утворюють жолоб робочого русла. Над жолобом робочого русла встановлено горизонтальний гвинт 6. Гвинт виконано у вигляді пустотілого гвинтового циліндра, змонтованого консольно на опорах 7. Витками 8 гвинта є навита по гвинтовій лінії труба 9, яку закріплено збоку опор на фланці 10. У порожнині гвинта розміщено горизонтальний очисний вал 13. На трубі 14 очисного вала закріплено пружні очисні елементи 15. Очисний



**Рис. 5. Схема комбінованої очисної системи:**

**а – вигляд спереду; в – схема шнека**

вал змонтовано консольно на опорах 16, які розміщено з протилежного боку консольних опор 7 гвинта. Гвинт 6 за допомогою веденої зірочки 11 приводу 12 обертається назустріч руху надходження вороху коренеплодів з кутовою швидкістю  $\omega_{2в}$ . Очисний вал 13 за допомогою веденої зірочки 17 приводу 18 обертається назустріч руху гвинта 6 з кутовою швидкістю  $\omega_{о.е}$ . За рахунок виконання окремих приводів 12 і 18, відповідно, гвинта 6 і очисного вала 13 можна незалежно один від одного регулювати значення кутових швидкостей обертання  $\omega_{2в}$  гвинта 6 і  $\omega_{о.е}$  очисного вала 13, що значно підвищує очисний ефект відокремлення налиплого ґрунту на поверхні тіла коренеплодів.

Ворох коренеплодів надходить на праву 1 та ліву 2 системи шнеків 3, заповнюючи простір жолоба робочого русла очисника. При цьому домішки проходять в зазор між робочою поверхнею шнеків і нижнім торцем очисних пружних елементів 15, а коренеплоди надходять на шнеки. Одночасно спіральні витки шнеків і витки 8 гвинта 6, взаємодіючи з коренеплодами, пересувають їх в одну сторону, тобто знімають їх з правої та лівої систем шнеків. Рухаючись вздовж жолоба робочого русла, тобто осей 4 обертання шнеків 3, ворох коренеплодів інтенсивно очищується від домішок шляхом їх просіювання через зазори між валами шнеків 3. Грудки землі руйнуються і вся сипуча земля і рослинні домішки просіюються через зазори між валами шнеків 3. Крім того пружні очисні елементи 15 приводного очисного вала 13 взаємодіють на тіло коренеплодів, очищаючи при цьому їх поверхню від налиплого ґрунту. Очищені коренеплоди спіральними витками 4 шнеків 3 і витками 8 приводного гвинта 6 подаються далі.

**Висновки.** Із проведеного аналізу очисних робочих органів встановлено, що проблема додаткової сепарації домішок за рахунок інтенсифікації дії на ворох структурних елементів очисника є актуальною. Тому, перспективним напрямком є вдосконалення комбінованих очисних робочих органів, які забезпечать ефективне одночасне відокремлення від коренеплодів вільного та налиплого ґрунту, рослинних решток при їх мінімальних пошкодженнях.

## **Література:**

1. Погорелый Л. В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / Л. В. Погорелый, М. В. Татьяна. – К. : Феникс, 2004. – 232 с.
2. Дубровин В. Идентификация процесса разработки адаптированной корнеуборочной машины / Валерий Дубровин, Геннадий Голуб, Виктор Барановский, Виктор Теслюк // MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. – Lublin-Rzeszow, 2013. – Vol. 15. – № 3. – С. 243–255.
3. Рамиш В. Ю. Аналіз тенденцій розвитку робочих органів для сепарації вороху коренеплодів / В. Ю. Рамиш, В. М. Барановський, М. Р. Паньків [та ін.] // Наукові нотатки. – Луцьк : ЛНТУ, 2011. – Вип. 31. – С. 298–305.
4. Барановський В. М. Напрямки вдосконалення сепаруючих робочих органів коренезбиральних машин / В. М. Барановський, В. Б. Онищенко, В. О. Соломка [та ін.] // Зб. наук. праць НАУ „Механізація сільськогосподарського виробництва”. Том XII. – Київ: НАУ, 2002. – С. 31–42.
5. Гевко Р. Б. Викопувально-очисні пристрої бурякозбиральних машин: конструювання і розрахунок / Р. Б. Гевко. – Тернопіль, 1997. – 120 с.
6. Погорілий М. Закономірності розвитку бурякозбиральної техніки та обґрунтування раціональних обрисів вітчизняних машин / Максим Погорілий // Техніка АПК. – 1999. – № 3. – С. 8–12.
7. Булгаков В. М. Теория свеклоуборочных машин : монография / В. М. Булгаков, М. И. Черновол, Н. А. Свирень. – Кировоград : ”КОД”, 2009. – 256 с.
8. Рогатинський Р. М. Моделювання процесів взаємодії шнекових робочих органів із коренебульбоплодами / Р. М. Рогатинський // Вісник Національного аграрного університету. – К. : НАУ, 1997. – Т. 1. – С. 103–108.
9. Паньків М. Р. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів гвинтово-еліпсного очисника коренезбиральних машин: автореф. дис... на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / М. П. Паньків. – Тернопіль, 2003. – 19 с.

## **References:**

1. Pogorelyy L. V. *Sveklouborochnye mashiny: istoriya, konstruktsiya, teoriya, prognoz* / L. V. Pogorelyy, M. V. Tatyanko. – K.: Feniks, 2004. – 232 s.
2. Dubrovin V. *Identifikatsiya protsessa razrabotki adaptirovannoy korneuborochnoy mashiny* / Valeriy Dubrovin, Gennadiy Golub, Viktor Baranovskiy, Viktor Teslyuk // *MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery.* – Lublin-Rzeszow, 2013. – Vol. 15. – № 3. – C. 243–255.
3. Ramsh V. Yu. *Analiz tendentsii rozvytku robochykh orhaniv dlia separatsii vorokhu koreneplodiv* / V. Yu. Ramsh, V. M. Baranovskiy, M. R. Pankiv [ta in.] // *Naukovi notatky.* – Lutsk : LNTU, 2011. – Vyp. 31. – S. 298–305.
4. Baranovskiy V. M. *Napriamky vdoskonalennia separuiuchykh robochykh orhaniv korenezbyralnykh mashyn* / V. M. Baranovskiy, V. B. Onyshchenko, V. O. Solomka [ta in.] // *Zb. nauk. prats NAU „Mekhanizatsiia silskohospodarskoho vyrobnytstva”.* Tom XII. – Kyiv: NAU, 2002. – S. 31–42.
5. Hevko R. B. *Vykopuvalno-ochysni prystroi buriakozbyralnykh mashyn: konstruiuvannia i rozrakhunok* / R. B. Hevko. – Ternopil, 1997. – 120 s.
6. Pohorilyi M. *Zakonomirnosti rozvytku buriakozbyralnoi tekhniky ta obhruntuvannia ratsionalnykh obrysiv vitchyznianykh mashyn* / Maksym Pohorilyi // *Tekhnika APK.* – 1999. – № 3. – S. 8–12.
7. Bulgakov V. M. *Teoriya sveklouborochnykh mashin : monografiya* / V. M. Bulgakov, M. I. Chernovol, N. A. Sviren. – Kirovograd : "KOD", 2009. – 256 s.
8. Rohatynskiy R. M. *Modeliuvannia protsesiv vzaiemodii shnekovykh robochykh orhaniv iz korenebulboplodamy* / R. M. Rohatynskiy // *Visnyk Natsionalnoho ahrarnoho universytetu.* – K. : NAU, 1997. – T. 1. – S. 103–108.
9. Pankiv M. R. *Obgruntuvannia konstruktyvno-tekhnologichnykh parametriv hvyntovo-elipsnoho ochysnyka korenezbyralnykh mashyn : avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. tekhn. nauk : spets. 05.05.11 «Mashyny i zasoby mekhanizatsii silskohospodarskoho vyrobnytstva»* / M. P. Pankiv. – Ternopil, 2003. – 19 c.