

УДК 631.361

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОМБІНОВАНИХ ОЧИСНИХ СИСТЕМ ВОРОХУ КОРЕНЕПЛОДІВ

Труханська О.О.

Середа Л.П.

Кравченко І.Є.

Вінницький національний аграрний університет

Барановський В.М.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Изложены результаты анализа основных тенденций современного развития технологических процессов и рабочих органов для отделения примесей от корнеплодов, намечены последующие пути усовершенствования комбинированных очистительных систем корнеуборочных машин.

The results of analysis of basic modern progress of technological processes and workings organs trends are expounded for dissociating of admixtures from root crops, the subsequent ways of improvement of the combined cleansing systems of machines are set.

Постановка проблеми. Механізоване збирання коренеплодів цукрових і кормових буряків є однією з найбільш трудомістких і енергозатратних операцій в загальному контексті виробництва сільськогосподарських культур не тільки в Україні, але й у високорозвинутих державах світової спільноти [1, 2].

Очисники вороху коренеплодів є одними з основних робочих органів коренезбиральних машин (КМ): вони підбирають викопаний копаками ворох, одночасно відокремлюють від нього ґрунтові та рослинні домішки, а в подальшому транспортують очищені коренеплоди та невідокремлені залишкові домішок на подальші робочі органи КМ. Якість і надійність роботи існуючих очисників не задовольняє встановлені показники згідно з агротехнічними вимогами до КМ [3] – одні мають низьку ґрунтосепарувальну здатність в умовах підвищеної вологості ґрунту та забур'яненості поля, інші пошкоджують значну кількість коренеплодів, або мають підвищені показники втрат коренеплодів тощо [4, 5] за умови задовільних інших показників якості їх роботи.

Під час незадовільної роботи очисників, або неспроможності якісно відокремлювати від коренеплодів вільні ґрунтові домішки та особливо налиплий ґрунт на їх поверхнях, під час транспортування зібраного вороху (при урожайності коренеплодів 250 ц/га і більше) з поля вивозиться близько 3 % родючого шару ґрунту, який, як правило, вже не відвозиться назад у поле, або при цьому необхідні додаткові експлуатаційні затрати. В сухий період збирання цукрових і кормових буряків кількість ґрунту, вивезеного з поля разом із коренеплодами, збільшується в 5...10 разів [6].

Під час збирання кормових буряків (урожайність 700 ц/га і більше) знижується повнота збирання коренеплодів, втрати коренеплодів на поверхні ґрунту досягають 6...12%. При збільшенні абсолютної вологості ґрунту до 22...28 % якість роботи КМ погіршується в 2...6 рази, а на сухих твердих ґрунтах (абсолютна вологість 6...12%) спостерігається значне, до 20...40% забруднення ВК грудками землі [7].

Значна кількість домішок пояснюється використанням недосконалих технологічних

процесів і робочих органів існуючих очисників, котрі при цьому не відділяють залишки гички від головок коренеплодів кормових буряків, які становлять 5...8 %, від маси коренеплодів, пошкоджують значну кількість коренеплодів (до 40 %) [8], при значенні, відповідно до 3 % та 15 % згідно з агротехнічними вимогами до КМ [3]. Все це призводить до загнивання коренеплодів під час їх зберігання у сховищах і зараження здорових коренеплодів. Такі коренеплоди потребують повного перебирання та ручного доочищення, або додаткових затрат праці. При цьому витрачається 40...50 люд.-год./га, або більше 30 % всіх затрат праці на їх збирання [8].

Одним з шляхів підвищення показників якості технологічного процесу збирання коренеплодів, яке являє собою комплексну науково-технічну задачу, є пошук нових конструктивних схем очисних робочих органів і створених на їх базі удосконалених комбінованих очисних систем вороху коренеплодів (КОС ВК) і конструктивно-компонувальних схем КМ у цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізу загальних принципів технологічних процесів сепарації вороху коренеплодів, основних положень побудови конструктивно-компонувальних схем очисників і конструктивного удосконалення їх робочих органів присвячені багато науково-методологічних праць [1, 2, 4, 5, 6, 8]. Подальше удосконалення принципів і способів відокремлення домішок вороху від коренеплодів зумовило проведення даних досліджень.

Мета дослідження. Метою даних досліджень є підвищення показників якості очищення коренеплодів цукрових і кормових буряків шляхом удосконалення конструкції та вибору раціональних параметрів і режимів роботи КОС ВК.

Результати дослідження. Конструктивна різноманітність коренезбиральної техніки обумовлюється наявною відмінністю ґрунтово-кліматичних умов і технологій збирання коренеплодів, сортів і характеру вирощування цукрових і кормових буряків.

Підвищення показників агротехнічної ефективності та технологічної надійності КМ при їх роботі в різних ґрунтово-кліматичних умовах (при різних фізико-механічних властивостях ґрунту і коренеплодів, забрудненості полів тощо), у тому числі при роботі в екстремальних умовах (при вологості ґрунту 22...26%, твердості більше 3,5 мПа і врожайності коренеплодів 300...600 ц/га), необхідно здійснювати з урахуванням реологічних характеристик середовища або елемента системи з якими безпосередньо взаємодіють очисні робочі органи [1, 2].

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.

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 і т.п.

За конструктивним виконанням і технологічною схемою оброблення вороху найбільше розповсюдження знайшли елеваторні (пруткові), кулачкові, роторні та шнекові, комбіновані очисники

Елеваторні, кулачкові, роторні та шнекові очисники розташовують безпосередньо за викопувальними робочими органами або в середній частині технологічної схеми

коренезбиральної машини. Вони, як правило, здійснюють "агресивну" сепарацію вороху, коли від коренеплодів відділяється основна маса ґрунту. Комбіновані очисники розташовують в кінці технологічного процесу сепарації вороху, тобто вже безпосередньо перед фазою завантаження коренеплодів в бункер машини або в технологічний транспорт. Їх ще називають доочисниками, тому що їх функціональне призначення – кінцеве доочищення вороху коренеплодів і до них висуваються особливі умови, а саме максимальне відділення залишкових домішок при мінімізації пошкоджень і втрат коренів.

В сучасних конструкціях КМ елеваторні очисники виконують з'єднувальні функції транспортування вороху від одного до іншого робочого вузла машини, а також застосовуються на підбирачах коренеплодів із поздовжніх валків при вальковій технології збирання.

Кулачкові очисники мають один суттєвий недолік – намотування рослинних рештків (особливо бур'янів) на поверхні кулачків і їх залипання вологим ґрунтом, тому вони не знайшли широкого виробничого застосування.

Роторні очисники застосовуються практично у всіх сучасних західноєвропейських бурякозбиральних машинах: "Tim", "Thygegot" (Данія); "Kleine", "Stoll", "Holmer", "WKM" (ФРН); "Mogean", "Nergiau", "Matrot" (Франція) тощо. Такі очисники мають ряд специфічних переваг, в числі яких найбільш істотними є простота конструкції, надійність і достатньо висока очисна ефективність, особливо при роботі в умовах підвищеної вологості ґрунту, яка характерна для умов Західної Європи.

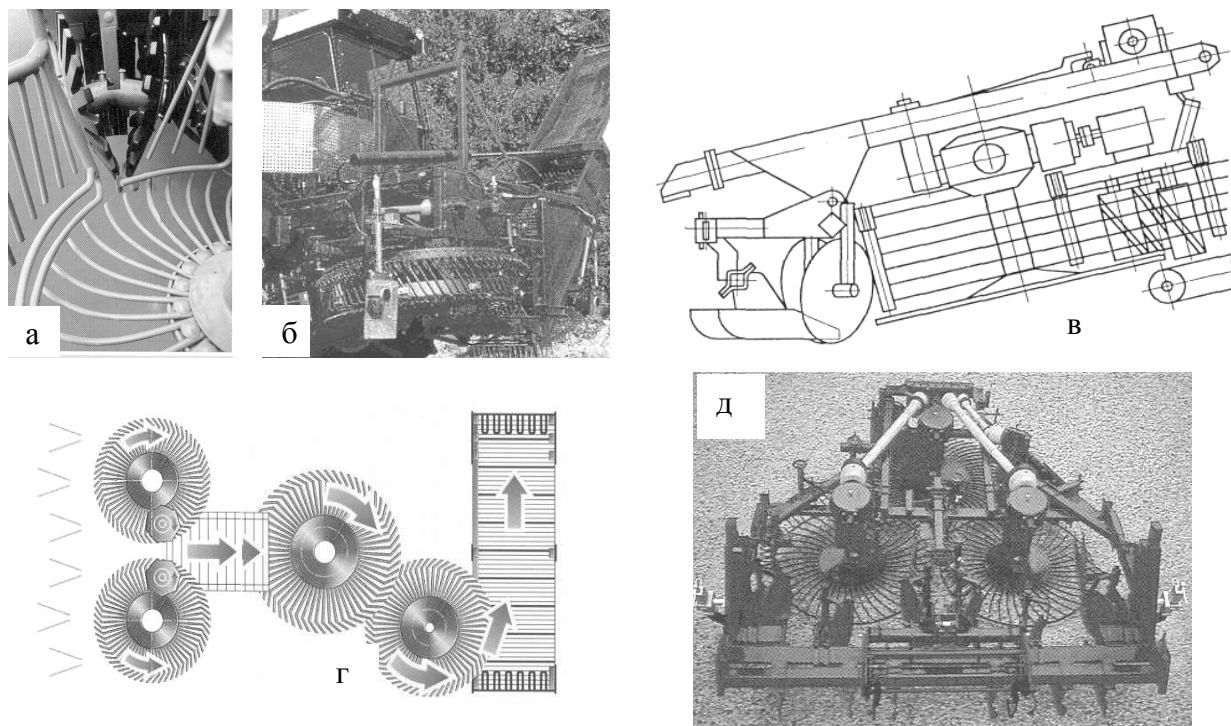


Рис. 1. Загальний вигляд і конструктивні схеми роторних очисників

Конструктивно-технологічні схеми компоновки КМ з використанням роторних очисників залежать від схеми розташування роторів, їх кількості, напрямку обертання, типу викопувальних робочих органів, ґрунтово-кліматичних умов, а також технології використання коренеплодів (рис. 1). Сепаруючий ефект у роторних очисниках досягається за раху-

нок просіювання землі через решітчасту поверхню диска і направляючих бокових решіток. Роторні очисники серед існуючих типів вважаються найбільш агресивними з точки зору їх дії на коренеплоди

Очисний ротор виконує функцію як транспортуючого органу, що формує потік коренеплодів відразу після викопуючих робочих органів (рис. 1, а, д, г), так і доочисного (рис. 1 б), або ці функції поєднуються транспортно-доочисним робочим органом (рис. 1, в). Завдяки великій площі просіювання, динамічній дії прутків на елементи вороху і створенню відцентрових сил, що притискують коренеплоди до периферійних прутків решітки, роторні очисники задовільно відокремлюють вільні домішки, частково очищають коренеплоди від налиплого ґрунту. Максимальний очисний ефект досягається при центральному куті обтікання очисного ротора ворохом коренеплодів не менше 150°.

Очисники роторного типу характеризуються простотою і незначною матеріаломісткістю, однак мають ряд недоліків. Із-за наявності зазору в зоні переходу вороху з одного диска на другий спостерігаються втрати коренеплодів внаслідок вмивання їх в ґрунт, а також згуження маси при сходженні потоків, які поступають з двох дисків. Крім того, роторні очисники травмують коренеплоди при переході їх з одного диска на другий в основному внаслідок злому їх хвостової частини і ефективно працюють лише при великих кутах нахилу дисків (турбін), що значно обмежує їх застосування.

Теоретичному та експериментальному дослідженню технологічних процесів сепарації вороху коренеплодів із визначенням конструктивно-кінематичних параметрів очисних робочих органів (ОРО) присвячені праці П.М. Василенка, Л.В. Погорілого, В.М. Булгакова, М.М. Хелемендика, Б.М. Гевка, Б.П. Шабельника, Р.Б. Гевка, Р.М. Рогатинського, В.М. Полупанова та ін. За результатами наукових досліджень описані основи теорії взаємодії коренеплодів з робочими поверхнями очисників на основі оптимізації раціональних параметрів робочих органів і технологічних процесів сепарації коренеплодів, викладені методики проведення експериментальних досліджень та розрахунку ОРО.

Л.В.Погорілий [1] встановив, що теоретичний розгляд очисних робочих органів, які переробляють вхідний потік технологічної маси $g_m(+)$, необхідно моделювати на основі рівнянь матеріального балансу і поняття “вхід-вихід” системи, а вхідна кількість вороху $g_m(+)$ лінійно залежна від швидкості руху та ширини захвату КМ. 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 $\hat{\varepsilon}$ вороху коренеплодів описується загальним універсальним виразом залежно від довжини L або розмірів очисника:

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

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

Подальшому удосконаленню процесів та робочих органів бурякозбиральних машин присвячені наукові праці В.М. Булгакова [5], результатом яких є розробка ряду перспективних схем машин, які поєднують знакозмінні процеси сепарації коренеплодів різними типами робочих органів з обґрунтуванням їх раціональних параметрів.

Найбільшого поширення набули шнекові очисники вороху коренеплодів завдяки їх активності і універсальності. Із різних варіантів конструкцій шнекових очисників можна

виділити два основних: очисники з подовжнім і поперечним рухом вороху коренеплодів.

Поперечні шнекові очисники (рис. 2, а), як правило, застосовуються в багаторядних машинах, їх особливістю є те, що вали обертаються в одному напрямку, а спіралі виготовляються з різним напрямком навівання. Шнеки, які розташовані біля копача, забезпечують розведення вороху до периферії валів, а задній блок шнеків зводить потік буряків в зону вивантаження.

Повздовжні шнекові очисники (рис. 2, б) забезпечують очищення і транспортування коренеплодів у напрямку осі обертання і характеризуються протилежним напрямком навівання та обертання спіралей. Робочі органи такого типу в основному виконують транспорту-

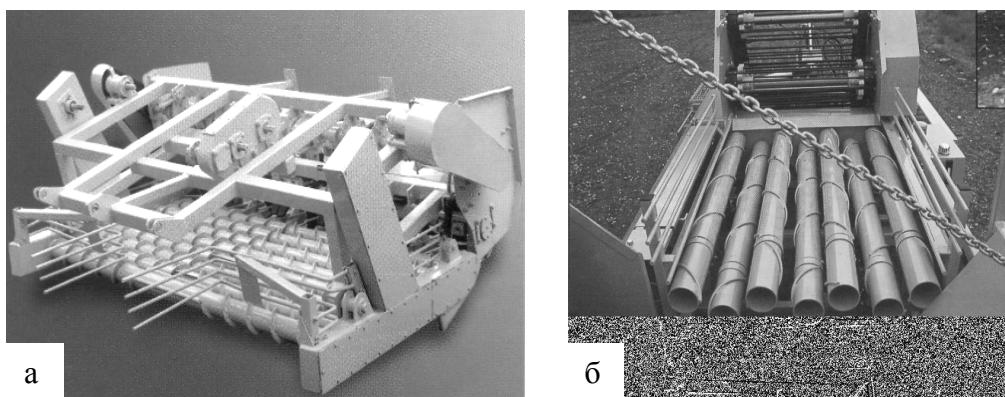


Рис. 2. Загальний вигляд шнекового очисника:
а, б – відповідно, поперечний і поздовжній шнековий очисник

вальні функції з невеликим очисним ефектом і, як правило, застосовуються замість стрічкових елеваторів.

Шнекові робочі органи очищають і транспортують коренеплоди в напрямку осі обертання або перпендикулярно до неї. До переваг таких робочих органів можна віднести простоту конструкції, можливість суміщення в одному робочому органі функцій очищення й транспортування. Основними їх недоліками є залипання шнеків землею в процесі роботи у вологих ґрунтово-кліматичних умовах, що різко знижує показники якості процесу сепарації, а також значні пошкодження коренеплодів під час безпосередньої взаємодії з рифом шнека, ймовірність чого збільшується в процесі збирання коренеплодів на ґрунтах вологістю 15 % і менше. Із підвищенням вологості до 28% очисники втрачають працездатність

Праці Л.В. Погорілого, Р.М. Рогатинського, М.Г. Данильченка, Б.М. Гевка, Р.Б. Гевка, В.М. Барановського, М.Р. Паньків, М.О. Гандзюка, Н.Є. Влас, А.Ю. Виговського та ін. [1, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14] присвячені дослідженню параметрів шнекових очисників круглого та еліпсного перерізу. 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.

Основні положення теорії динамічної сепарації вороху коренеплодів і методики обґрунтування раціональних конструктивно-кінематичних параметрів шнекових робочих органів викладено в наукових працях Р.Б. Гевка [4]. Підвищення інтенсивності сепарації

вороху відбувається за рахунок збільшення кутової швидкості обертання коренеплодів та зміни їх прискорень. Для загального випадку ударної взаємодії коренеплоду з робочим органом, який зв'язаний пружною ланкою з масою його приводу, складено систему рівнянь руху системи, яка дозволяє оцінити глибину пошкоджень тіла коренеплоду, а закономірність, що описує вміст ґрунту на коренеплодах змінюється у часі за експоненціальним законом:

$$\begin{cases} m_1 \bar{Y}_1 + m q \cos \gamma + P = 0; \\ m_2 \bar{Y}_2 + P + C (Y_{20} - Y_2) = 0 \end{cases}; \Delta m(t) = \Delta m_0 e^{-\lambda(t, t_0)}, \quad (2)$$

де Δm_0 - маса ґрунту у початковий момент переміщення коренеплодів по робочих органах очисника, кг; λ – стаціонарна випадкова функція інтенсивності очищення.

Б.М. Гевком, М.Г. Данильченком і Р.М. Рогатинським [9] було встановлено, що при коефіцієнті динамічності очищення вороху 0,5...0,8, раціональними конструктивно-кінематичними параметрами процесу сепарації вороху еліпсними очисниками є кутова швидкість обертання еліпсних шнеків 15...30 рад/с, лінійна швидкість переміщення коренеплодів вздовж плоского русла 0,5...1,0 м/с.

На основі використання взаємозв'язку між коефіцієнтом динамічності та ступенем очищення буряків було розроблено методику визначення ефективності шнекових очисників:

$$W = 100 \left(\frac{K_{\sigma}^{\sigma}}{K_{\sigma}^m + C} \right)^n, \quad (3)$$

де W - ступінь очищення коренеплодів; K_{σ}^{σ} , K_{σ}^m – відповідно коефіцієнти динамічності базового і модернізованого очисників; C і n – коефіцієнти, які розраховані для кожного типу очисника на основі експериментальних залежностей, при цьому $C = 0,09; 0,03$ і $n = 0,95...1,0; 1,3$ для еліпсних і роторних очисників.

Виведена залежність для визначення напружень, які характеризують рівень пошкодження коренеплодів при їх ударі у жорстку поверхню:

$$\sigma_{max} = 0,364 K_{ij}^{1,07} m^{0,2} V_o^{0,4} (K_1 + K_2)^{0,467}, \quad (5)$$

де K_{ij} – параметр моделі; m - маса коренеплоду, кг; V_o - швидкість коренеплоду перед ударом, м/с; K_1, K_2 - відповідно мінімальна кривизна робочого органу і тіла коренеплоду, м.

Для інтенсифікації процесу розмежування та відокремлення домішок від коренеплодів запропоновано застосовувати КОС, які представляють собою комбінації елеваторних і шнекових ОРО (рис. 3) та застосовуються залежно від конкретних функцій очисних пристроїв, умов роботи, а також для регулювання ступеня агресивної дії очисних поверхонь на коренеплоди.

Шляхом надання коренеплодам знакоперемінного вертикального осилюючого руху М.Р. Паньків та Н.Є Влас запропонували виконувати шнекові очисні вали еліпсними [11] та ексцентричними [12] відповідно.

КОС ВК (рис. 3, а, б) є поєднанням двоконтурного елеваторного ОРО 1 і очисної гірки 2 з пальчиковою поверхнею 3. У нижній частині очисної гірки розміщено повздовжній шнековий ОРО 6, причому 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. 3, в, г).

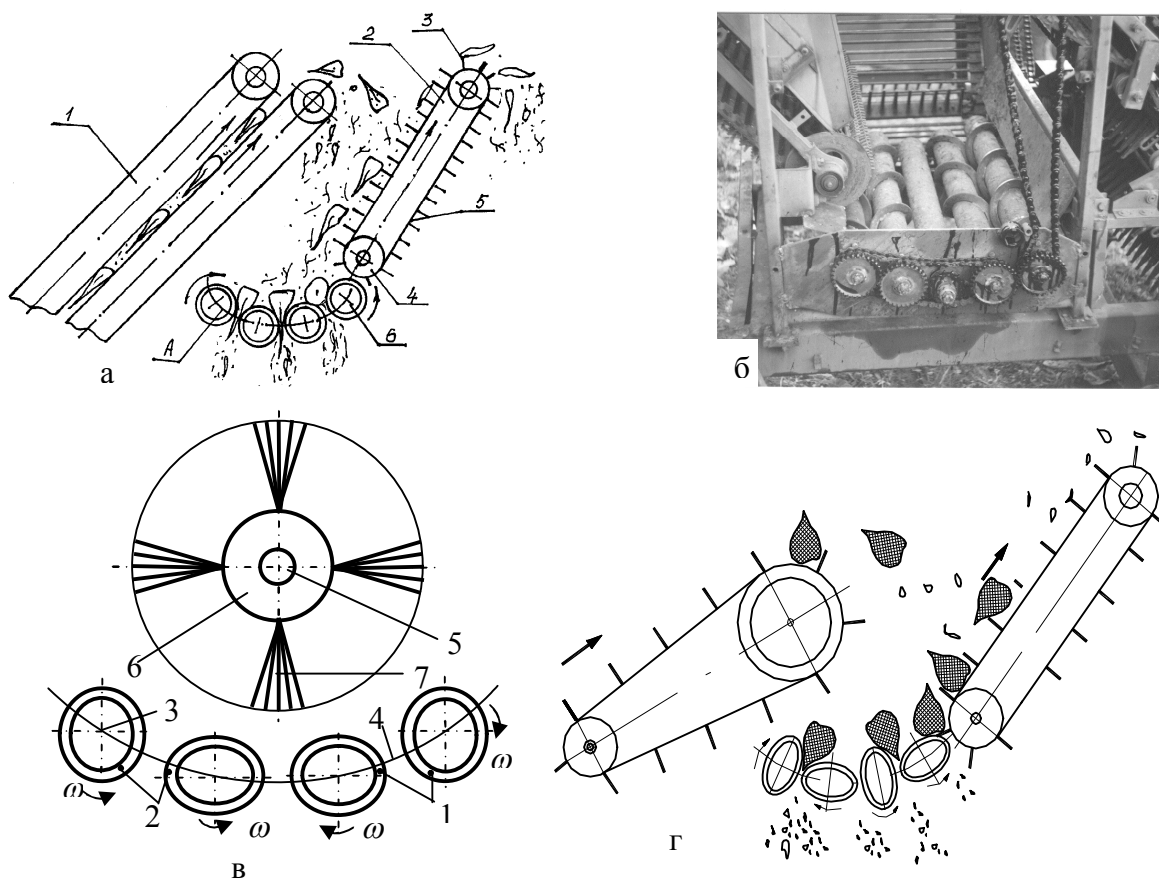


Рис. 3. – Схеми та загальний вигляд КОС ВК:

а, б – із шнековими ОРО круглого перерізу; в, г – із еліпсними шнековими ОРО

Одержано залежність відносної швидкості контакту і швидкості нормального зближення коренеплоду з рифом еліпсного вальця від кутових параметрів точки контакту і кутової швидкості обертання вальця

$$\begin{aligned} \vec{V}_6 = \{V_k \cos \gamma + [(R_2 - r \cos \varphi_e) \sin \psi_e - r \sin \alpha \sin \varphi_e \cos \psi_e] \omega_6\} \vec{i} - \\ - \{V_k \sin \gamma - [(R_2 - r \cos \varphi_e) \cos \psi_e + r \sin \alpha \sin \varphi_e \sin \psi_e] \omega_6\} \vec{k}. \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} |\vec{V}_{збл}| = |\vec{V}_6 \cdot \vec{n}| = \{V_k \cos \gamma + [(R_2 - r \cos \varphi_e) \sin \psi_e - r \sin \alpha \sin \varphi_e \cos \psi_e] \omega_6\} \times \\ \times (\cos \varphi_e \cos \psi_e - \sin \alpha \sin \varphi_e \sin \psi_e) - \\ - \{V_k \sin \gamma - [(R_2 - r \cos \varphi_e) \cos \psi_e + r \sin \alpha \sin \varphi_e \sin \psi_e] \omega_6\} \times \\ \times (\cos \varphi_e \sin \psi_e - \sin \alpha \sin \varphi_e \cos \psi_e). \end{aligned} \quad (7)$$

Було встановлено, що зміна відносних швидкостей має синусоїдальний характер і збільшується зі збільшенням кутових параметрів – максимальне значення V_6 (по модулю) досягається при кутових параметрах близьких до 90° і, як правило, не перевищує 2,0 м/с.

На основі аналізу взаємодії коренеплоду з робочою поверхнею еліпсного вальця і розрахункової продуктивності гвинтово-еліпсного очисника були визначені верхня та нижня межі кутової швидкості обертання еліпсних вальців, відповідно 15,0...17,0 і 10,3...12,5 рад/с для усередненого діаметра еліпсних вальців 0,18 м при значенні коефіцієнта сепарації вороху 0,3 і 0,5.

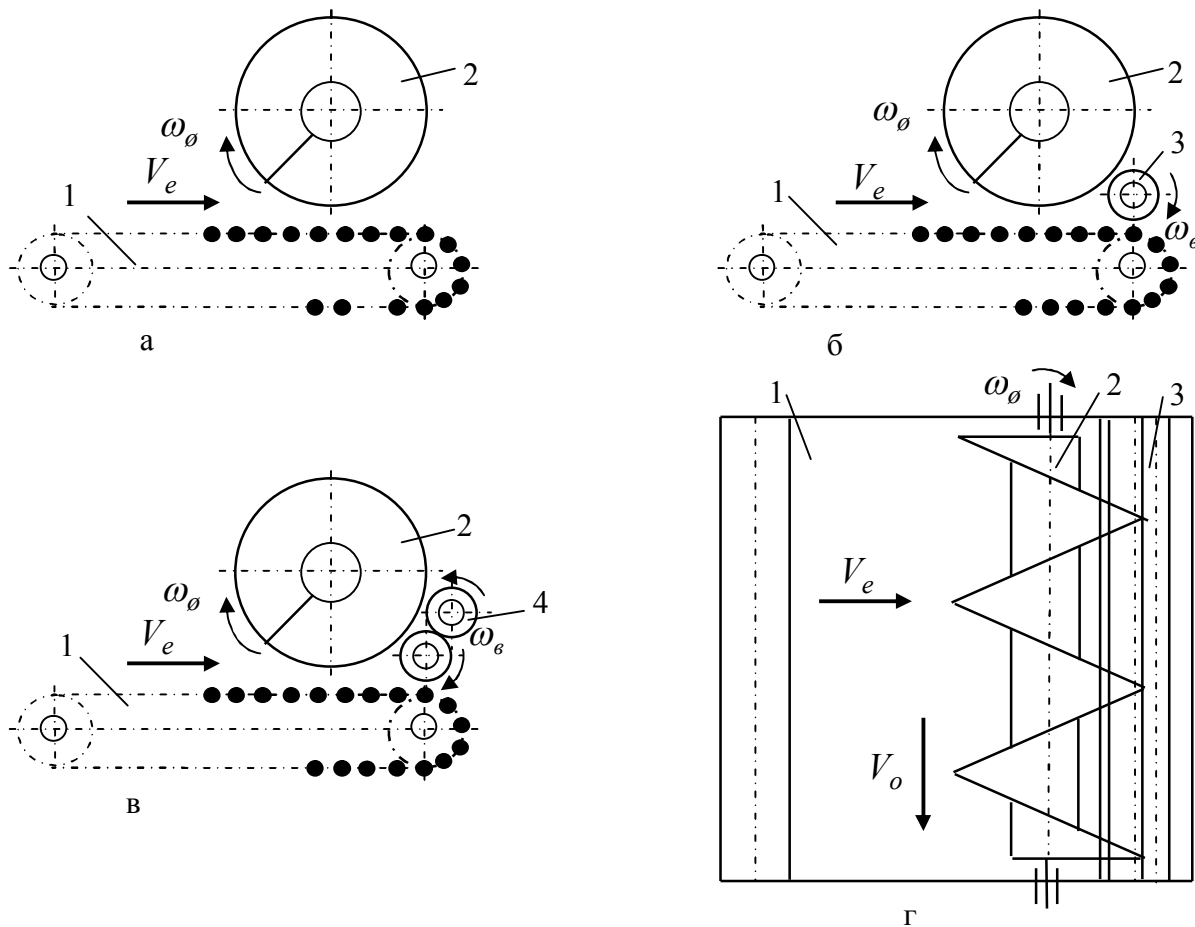


Рис. 4. Конструктивні схеми КОС ВК (елеватор-шнек-циліндричні вальці):

1 – елеватор; 2 – шнек; 3, 4 – циліндричні вальці

$$\omega_{в.макс} \leq \frac{4 [V_{дон.макс} - (V_c - V_z) \cos \beta \sin(45^\circ - 0,5\varphi_k)]}{\sqrt{\pi^2 D_y^2 + T^2} \sin [(45^\circ - 0,5\varphi_k) + \arcsin T / \sqrt{\pi^2 D_y^2 + T^2}]}; \quad (8)$$

$$\omega_{в.мін} = \frac{Q'_3 k_{сен.в}}{0,08 k_{з.о.макс}^2 \left(\left\{ R_k^2 \left[\pi \arcsin \frac{2(d_y + h)}{R_k} / 90 \right] - \sin 2 \left[\arcsin \frac{2(d_y + h)}{R_k} \right] \right\} T k_{V_o} k_p^2 \right)}. \quad (9)$$

Але наявні суттєві конструктивні та технологічні недоліки роботи ОРО та їх сукупність: пошкодження та втрати коренеплодів; незадовільне відокремлення домішок від коренеплодів і особливо налиплого ґрунту на їх поверхні у важких умовах збирання, конструктивна складність, динамічні навантаження на опори валів тощо – значно обмежують їх застосування для очищення вороху коренеплодів.

Залежно від конкретних функцій сепаруючих пристроїв, умов роботи, а також для регулювання ступеня агресивної дії очисних поверхонь на коренеплоди поряд авторів [10, 13, 14] пропонуються КОС ВК, які є поєднанням елеваторного ОРО та відповідного шнека з різними комбінаціями циліндричних вальців (рис. 4).

Конструктивна схожість наведених КОС полягає у розташуванні над горизонтальним прутковим транспортером 1 із деяким зазором відносно його робочої гілки відповідного поперечного шнека 2. Відмінними ознаками є встановлення за шнеком або відбійного

циліндричного валика 3 (рис. 4, б), або циліндричних відминальних вальців 4 для видалення залишків гички на головках коренеплодів (рис. 4, в), або відсутність останніх (рис. 4, а), встановлених також із зазором відносно до робочої гілки транспортера 1.

У дисертаційній роботі М.О. Гандзюка [13] наведено теоретичне узагальнення шляхів покращення якості очищення цукрових буряків після основної сепарації вороху коренеплодів на основі доочисного пристрою, виконаного на базі горизонтального пруткового транспортера та відповідного шнека. На основі проведених лабораторних досліджень встановлено, що модуль пружності тіла цукрового буряка при повздовжньому розрізі становить 8 МПа, а при поперечному розрізі 10 МПа. Коефіцієнт Пуассона матеріалу коренеплоду становить 0,38...0,42.

В.М. Барановським [10] на основі дослідження технологічного процесу руху вороху по поверхнях очисника була виведена залежність для визначення продуктивності роботи:

$$Q_{\zeta} \leq Q_o = \left[\pi (D_{\bar{a}\bar{a}}^2 - d_{\bar{a}}^2) + 4(D_{\bar{a}\bar{a}} + H_1)^2 - 4I_1^2 \right] \dot{\omega} \omega_{\bar{a}\bar{a}} k_{\bar{a}} k_{\zeta} / 16 \pi k_{\zeta}. \quad (8)$$

Було встановлено, що залежно від кількості матеріалу, який поступає із викопувальних робочих органів КМ до очисника та коефіцієнта сепарації вороху на шляху його переміщення продуктивність очисника знаходиться в межах 0,15...0,3 м³/с, а раціональні межі зміни кутової швидкості гвинта знаходяться у межах 9,0...15,7 (рад/с) залежно від конструктивно-кінематичних параметрів очисника.

А.Ю. Виговським [14] наведено узагальнюючі теоретичні положення, які характеризують прогнозовану ймовірну масу налиплого ґрунту на поверхні тіл коренеплодів залежно від їх розмірних агрофізичних характеристик і фізичного стану ґрунту:

$$m_{\text{сп}} = \frac{\pi \rho_{\text{сп}} \delta D_k L_k k_{H_1 L_k}^2}{12 k_{W\gamma} (1 - 0,5 k_{D_k L_k})}, \quad (1.12)$$

де $\rho_{\text{сп}}$ - питома маса налиплого ґрунту (г/см³); $k_{W\gamma}$ - коефіцієнт вологості ґрунту; D_k - діаметр коренеплоду, см; L_k - загальна довжина коренеплоду; $k_{H_1 L_k}$, $k_{L_k D_k}$ - коефіцієнти, які характеризують відношення глибини залягання коренеплоду у ґрунті до D_k ; відношення D_k до L_k ; δ - товщина шару налиплого ґрунту на поверхні тіла коренеплоду, см;

Запропоновані КОС, через їх конструктивні недосконалості мають один суттєвий недолік – практично повна відсутність очищення налиплого ґрунту з поверхні тіла викопаних коренеплодів і незадовільне відокремлення вільних рослинних домішок із складу поступаючого вороху у бокових крайніх зонах розміщення шнеків. Але конструктивні та технологічні переваги цих КОС, основними з яких є простота конструкції та значний ресурс роботи шнека і елеватора, задовільні показники якості роботи у важких ґрунтово-кліматичних умовах збирання, є передумовою стверджувати, що подальше удосконалення конструктивно-технологічних ознак функціонування даних КОС призведе до значного покращення основних показників якості відокремлення домішок від коренеплодів.

Для усунення наведених недоліків нами запропоновано КОС ВК, конструктивну схему якого наведено на рис.5.

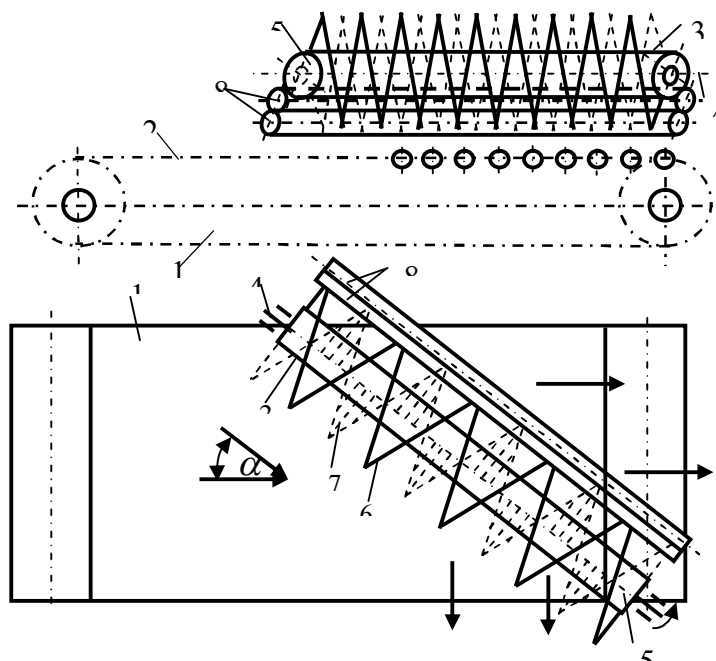


Рис. 5. Конструктивна схема

КОС ВК працює наступним чином.

При подачі вороху, складовими компонентами якого є коренеплоди з залишками гички на них і без неї, ґрунтові та рослинні домішки, робочою гілкою 2 подавального транспортера 1 до шнека 3, відбувається заповнення простору між спіральними витками 6 шнека та простору між шнеком і робочою гілкою подавального транспортера. Спіральні витки шнека 3, взаємодіючи з коренеплодами, пересувають їх по робочій гілці подавального транспортера під гострим кутом α в сторону вихідного кінця шнека, тобто знімають їх з подавального транспортера. При цьому пружні очисні елементи 7 активно взаємодіють з коренеплодами на шляху їх переміщення, очищують коренеплоди від налиплого ґрунту та рослинних домішок, а ґрунтові та дрібні рослинні домішки або просіюються, або сходять з подавального транспортера, проходячи через зазор між шнеком і робочою гілкою подавального транспортера. Коренеплоди без гички і з її залишками на них, а також вільні рослинні домішки переміщуються спіральними витками шнека уздовж горизонтальної вісі обертання 4 шнека і осей обертання приводних вальців 8. Зазнаючи підпирання з сторони знову поступаючого вороху і за мірою пересування його до приводних вальців 8, відбувається затягування залишків гички на головках коренеплодів і вільних рослинних домішок між поверхнями приводних вальців 8 в силу їх зустрічного напрямку обертання. Пройдені між приводними вальцями 8 вільні рослинні домішки поступають по робочій гілці на вихідний кінець подавального транспортера. Залишки гички на коренеплодах, зазнаючи подвійної дії зусиль втягування приводними вальцями і переміщення коренеплодів спіральними витками шнека вздовж його горизонтальної вісі обертання, відділяються методом відминання і аналогічно всім останнім домішкам виносяться подавальним транспортером за його межі. Крім того, в силу навивання гвинтової лінії очисних пружних елементів протилежного напрямку навивання гвинтової лінії спіральних витків шнека, вони переміщують рослинні домішки в протилежному напрямку вихідного кінця шнека, тобто в сторону протилежну руху коренеплодів, збільшуючи час перебування домішок на робочій гілці подавального транспортера.

Таким чином, за рахунок встановлення шнека 3 під гострим кутом α до напрямку руху робочої гілки 2 подавального транспортера 1, відбувається підвищення технологічної ефективності роботи пристрою за рахунок інтенсифікації процесу відокремлення домішок від коренеплодів шляхом збільшення шляху переміщення домішок по робочій гілці подавального транспортера, або часу перебування домішок на ньому.

Висновки. Із проведеного аналізу досліджень і огляду конструкцій очисних робочих органів встановлено, що проблема додаткової сепарації коренеплодів є актуальною і дедалі частіше у конструкціях вітчизняних і зарубіжних машин застосовуються такі доочисні робочі органи. Тому, перспективним напрямком є вдосконалення комбінованих очисних робочих органів, які забезпечать одночасне відокремлення від коренеплодів вільного та налиплого ґрунту, рослинних решток при їх мінімальних пошкодженнях

Література

1. Погорельй А.В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / А.В. Погорельй, М.В. Татьяна – К. : Феникс, 2004. – 232 с.
2. Погорілий М.А. Механічні характеристики ґрунтово-коренеплідного середовища цукрових буряків в умовах динамічного навантаження / М.А. Погорілий // Міжвід. наук.-техн. зб. – Кіровоград, 1995. – С. 150–158.
3. КД 46.16.01.005 – 93 “Випробування сільськогосподарської техніки. Основні положення”. К.: – 34 с.
4. Гевко Р.Б. Викопувально-очисні пристрої бурякозбиральних машин: конструювання і роз-рахунок / Р.Б. Гевко. – Тернопіль, 1997. – 120 с.
5. Булгаков В.М. Теория свеклоуборочных машин : Монография / В.М. Булгаков, М.И. Черновол, Н.А. Свирень. – Кировоград : “КОД”, 2009. – 256 с.
6. Аванесов Ю.Б. Свеклоуборочные машины / Ю.Б. Аванесов, В.И. Бессарабов, И.И. Русанов. – М., 1979. – 351 с.
7. Погорілий М. Закономірності розвитку бурякозбиральної техніки та обґрунтування раціо-нальних обрисів вітчизняних машин / Максим Погорілий // Техніка АПК. – 1999. – № 3. – С. 8–12.
8. Хелемендик М.М. Напрями і методи розробки робочих органів сільськогосподарських машин / М.М. Хелемендик. – К. : Аграрна наука, 2001. – 280 с.
9. Механізми з гвинтовими пристроями / [Б.М. Гевко, М.Г. Данильченко, Р.М. Рогатинський та ін.]. – Львів : Світ, 1992. – 380 с.
10. Напрямки вдосконалення сепаруючих робочих органів коренезбиральних машин / В.М. Барановський, В.Б. Онищенко, В.О. Соломка [та ін.] // Механізація сільськогосподарського виробництва – Т. XII. – 2002. – С. 31–42.
11. Паньків М.Р. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів гвинтоволіпсного очисника коренезбиральних машин: дис... кандидата техн. наук : 05.05.11 / Паньків Марія Романівна. – Тернопіль, 2003. – 160 с.
12. Гевко Б.М. Конструктивно-технологічні схеми сепараційних робочих органів бурякозби-ральних машин / Б.М. Гевко, Н.Є. Вивюрка // Вісник ТДТУ. – Тернопіль, 2000.– Т. 5, № 3. – С. 28–33.
13. Гандзюк М.О. Розробка конструкції та обґрунтування параметрів доочисника коренеплодів: дис...кандидата техн. наук : 05.05.11 / Гандзюк Микола Олексійович. – Луцьк, 2002. – 163 с.
14. Виговський А.Ю. Обґрунтування технологічного процесу і параметрів комбінованого очисника вороху кормових буряків : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / А. Ю. Виговський. – Вінниця, 2006. – 20 с.