

УДК 631.362.333:633/635

## **РОЗРОБКА ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ЩІТКОВИХ ПРИБОРІВ ДЛЯ СУХОГО ОЧИЩЕННЯ КОРМОВИХ КОРЕНЕПЛОДІВ**

**В. В. Карпов**, інж., ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

*Обґрунтовано удосконалення щіткових пристроїв для сухого очищення кормових коренеплодів при підготовці їх до згодовування тваринам. Визначена галузь використання та розроблена конструкція гофрощіткового очисника та його робочих органів. Приведений розрахунок деяких параметрів режиму роботи та техніко-економічна характеристика нового пристрою.*

**Ключові слова:** щіткові пристрої, коренеплід, гофрощітковий очисник кормових коренеплодів.

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній час одним із шляхів збільшення виробництва продукції тваринництва із одночасним зниженням її собівартості є раціональне використання в раціонах тварин коренеплодів і зелених кормів, які мають високу кормову цінність і велику врожайність. Аналіз характеристик існуючих машин для гідромеханічного очищення кормових коренеплодів у технологічних лініях підготовки їх до згодовування тваринам свідчить про те, що вони мають низькі якісні і експлуатаційні показники, високу енергоємність процесу очищення, ресурсо — та металоємні. Таким чином, створення нових ефективних очищувальних пристроїв для коренеплодів на етапах їхнього збирання, закладання на зберігання, або, безпосередньо, в кормоприготувальних цехах на тваринницьких фермах, є актуальною й насущною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогоднішній день ведеться теоретична й експериментальна робота по обґрунтуванню та створенню нових засобів та пристроїв для сухого очищення кормових коренеплодів перед закладанням їх на зберігання або перед згодовуванням сільськогосподарсь-

ким тваринам. Дослідження, які були проведені в роботах [1, 2, 3, 4], показали, що є актуальним подальший розвиток конструкцій пристроїв для сухого очищення кормових коренеплодів, а саме щіткових пристроїв, які дають можливість більш ретельно копіювати нерівності коренеплодів та якісно зчісувати налиплий ґрунт. Загальні питання руху сферичних часток по різноманітних поверхнях досить докладно розглянуті в працях відомих вчених у галузі прикладної землеробської механіки П. М. Заїки та П. М. Василенка [5, 6], методичне використання яких, із уточненням для конкретних умов, дозволяє виконати розрахунки основних режимних параметрів нового пристрою, що розробляється.

**Метою роботи** є розробка та обґрунтування удосконаленої конструкції щіткового пристрою для сухого очищення кормових коренеплодів та теоретичне дослідження його роботи.

**Результати досліджень.** Для проектування нової конструкції щіткового пристрою були сформовані основні вимоги до його роботи, а саме: ретельне копіювання поверхонь коренебульбоплодів, що які підлягають очищенню, видалення ґрунту із нерівностей на поверхнях та міжкореневого простору коренеплодів, очищення коренебульбоплодів різного розміру, мінімальне їх травмування при очищенні.

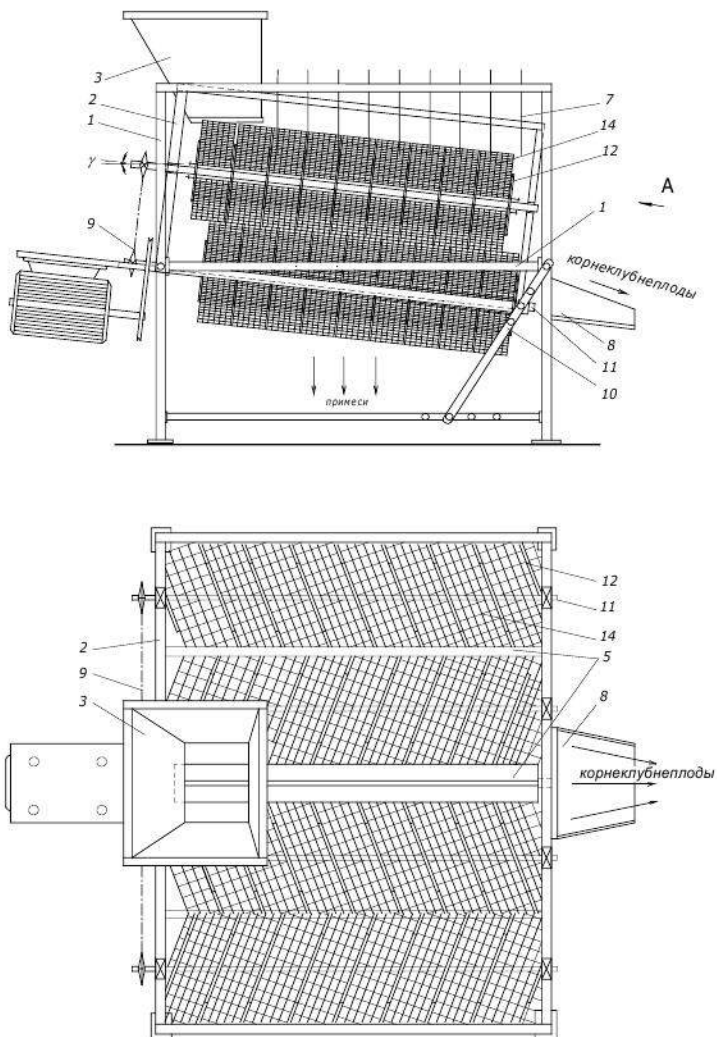
З цією метою нами був розроблений новий щітковий пристрій для сухого очищення кормових коренеплодів без використання води, конструкційно — технологічна схема якого приведена на рис. [7, 8].

Ворох коренеплодів, що подається на очищення, через завантажувальний бункер потрапляє в робочу камеру перемінного перетину на похилі циліндричні гофрощіткові барабани, що обертаються.

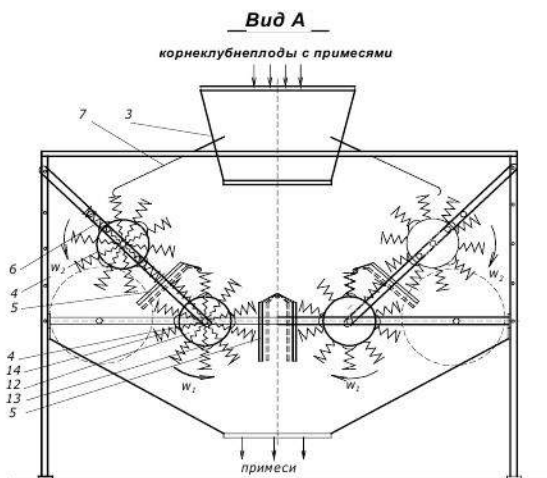
Робочі елементи барабанів складають еластичні диски з додатковими еліптичними стовщеннями та набори гофрованих смужок криволінійної форми «пільчастого» профілю з шарнірним кріпленням до валів всередині робочої камери. Зустрічаючись з барабанами, що обертаються із визначеною частотою й напрямком, коренебульбоплоди змінюють напрям свого обертання і починають циклічно рухатися: спочатку переміщуються по поверхнях центральних (нижніх) гофрощіткових барабанів, далі підхоплюються боковими (верхніми) гофрощітковими барабанами й підіймаються ними на певну висоту до пружкових відбійників, а потім скочуються вниз, інтенсивно перетираючись між собою.

з домішками

корнеклубнеплоды с примесями



з домішками



**Рис.** Конструкційно-технологічна схема гофроціткового очисника кормових коренеплодів:

1 — нерухома рама очисника; 2 — рухома рама; 3 — завантажувальний бункер; 4 — циліндричні гофроціткові барабани; 5 — регулюючі заслінки; 6 — механізм підйому бокових барабанів; 7 — верхні відбивачі; 8 — вивантажувальний лоток; 9 — механізм приводу барабанів; 10 — механізм підйому рухомої рами; 11 — вали барабанів; 12 — опорні диски; 13 — еліптичні стовщення на дисках; 14 — набори криволінійного гофрованого шіткового ворсу

Диски з еліптичними стовщеннями створюють додатковий динамічний вплив на коренебульбоплоди, переміщуючи їх у радіальному напрямку. За рахунок динамічного впливу дисків зі стовщеннями й тертя коренебульбоплодів між собою, а також з гофрованими смужками криволінійної форми та диск та спрямовуючими заслінками, забезпечується активний динамічний контакт коренебульбоплодів з гофрошлітковими барабанами, завдяки чому налиплий на коренебульбоплодах ґрунт відокремлюється і, разом з іншими домішками, просіюється в зазори між гофрошлітковими барабанами.

Вихідними даними для розрахунку параметрів очисника є його продуктивність та тип коренебульбоплодів. Діаметр гофрошліткових барабанів очисника визначимо наступним виразом:

$$D = \frac{n \cdot d_k + 2\Delta h}{2 \cdot \sin \mu + 1} \cdot k, \text{ м} \quad (1)$$

де  $n$  — кількість шарів коренебульбоплодів в робочому об'ємі очисника, можна прийняти  $n = 3 \dots 5$ ;

$d_{kc}$  — середнє значення діаметра коренебульбоплодів, що оброблюються,  $d_k = 0,1 \text{ м}$ ;

$\Delta h$  — глибина западини між барабаном і щитком, обмежена мінімальними розмірами непрохідної фракції коренебульбоплодів, приймемо  $\Delta h = 0,07 \dots 0,1 \text{ м}$ ;

$k$  — емпіричний коефіцієнт визначається експериментальним шляхом,  $k = 1,4 \dots 1,6$ ;

Зазор між гофрошлітковими барабанами і регулюючим щитком вибирається за умови  $2c \leq d_{k \min}$ , де  $c$  — зазор між барабанами і щитком, а  $d_{k \min}$  — мінімальний діаметр коренебульбоплоду,  $d_{k \min} = 0,05 \text{ м}$ .

Діаметр опорних дисків на барабані визначаємо за умови незащеплення коренебульбоплодів середньої та великої фракції між ними:

$$D_d \leq \frac{\left( d_{kc} \cos^2 \phi_k + h \cos^2 \phi_k - c_d + \sqrt{(c_d - d_{kc} \cos^2 \phi_k - h \cos^2 \phi_k)^2 - (1 - \cos^2 \phi_k)(c_d^2 - h^2 - \cos^2 \phi_k d_{kc}^2 - \cos^2 \phi_k 2d_{kc} h)} \right)}{1 - \cos^2 \phi_k}, \quad (2)$$

де  $d_{kc}$  — діаметр коренебульбоплодів середньої фракції можна прийняти для коренеплодів кормового буряку сорту Еккендорфський жовтий  $d_{kc} = 0,1$  м;  
 $h$  — висота еліптичних стовщень на дисках, м;  
 $\varphi_k$  — коефіцієнт тертя коренеплоду по матеріалу опорного диска;  
 $c_d$  — значення зазору між дисками сусідніх барабанів, визначається за умови мінімуму втрат коренеплодів середньої непрохідної фракції  $2 c_d \leq d_{kc}$ , прийmemo  $c_d = 0,05 \dots 0,07$  м.

Крок розташування опорних дисків  $t_d$  по довжині гофрошліткових барабанів визначаємо за умови мінімуму втрат коренеплодів середньої непрохідної фракції  $t_d \leq \frac{1}{8}(2l_k + 3R_k)$ , де  $l_k$  — довжина конусної частини коренеплодів, а  $R_k$  — найбільший радіус коренеплоду в поперечному перетині, м.

Довжина барабанів гофрошліткового очисника визначається за формулою:

$$L = \frac{0,278Q\tau}{k_0\varphi\rho_k \left[ 2R_{щ}^2 (2\cos\mu + 2\sin\mu(\cos\mu + 1) + 1) - \frac{3}{2}\pi R_d^2 \right]}, \quad (3)$$

де  $Q$  — продуктивність очисника, приймаємо  $Q = 5 \dots 7$  т/год;  
 $\tau$  — тривалість перебування коренебульбоплодів в очиснику приймаємо  $\tau = 25 \dots 30$  с;  
 $\rho_k$  — об'ємна вага коренебульбоплодів, кг/м<sup>3</sup>;  
 $k_0$  — емпіричний коефіцієнт, приймаємо  $k_0 = 0,5 \dots 0,8$ ;  
 $\varphi$  — коефіцієнт заповнення робочого об'єму очисника, приймаємо  $\varphi = 0,3 \dots 0,5$ ;  
 $R_{щ}$  — радіус гофрошліткового барабана, м;  
 $R_d$  — радіус опорного диска, м.

Кутова швидкість гофрошліткових барабанів визначається формулою:

$$\omega = \frac{v_{min}^{okr}}{R_{щ}} \cdot k_1, \quad (4)$$

де  $v_{min}^{okr}$  — мінімальна швидкість руйнування налиплиго ґрунту, приймаємо  $v_{min}^{okr} = 2,6$  м/с;  
 $k_1$  — емпіричний коефіцієнт,  $k_1 = 1,3$ ;

При симетричному розташуванні гофрошліткових барабанів відносно регулюючого щитка і парній їх кількості з кутами підйому бокових барабанів

$\mu = 40 \dots 50$  град і кутами нахилу гофрошіткових барабанів до горизонту  $\gamma = 6 \dots 9$  град досягається найбільший ефект очищення коренебульбоплодів від налиплоного ґрунту.

Потужність  $N$ , яку споживає очисник та його продуктивність  $Q$ , можна визначити за наступними емпіричними залежностями:

$$\left. \begin{aligned} N &= A \cdot Q + B \cdot \omega + 0,8761 \\ Q &= D \cdot \gamma + F \cdot \mu - 1,002 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

де  $A$ ,  $B$ ,  $D$  і  $F$  — емпіричні коефіцієнти, які визначаються експериментальним шляхом, відповідно  $A = 0,2263$ ,  $B = 0,0138$ ,  $D = 0,581$  і  $F = -0,008$ .

При визначенні техніко-економічної ефективності впровадження нового пристрою було встановлено, що використання гофрошіткового очисника, наприклад, в складі кормоцеху КОРК-15-2 дозволить отримати річний економічний ефект 84857 грн, знизити затрати праці на 787,9 люд-год.; річна економія ресурсів може скласти 6667,9 грн.

#### **Висновки.**

1. Обґрунтована нова конструкція гофрошіткового очисника кормових коренеплодів та його робочих елементів — гофрованих криволінійних смужок та еластичних дисків з еліптичними стовщеннями на них.
2. Отримано формули для розрахунку основних параметрів режиму роботи шіткового пристрою та визначена техніко-економічна доцільність використання нового пристрою для очищення коренеплодів в лініях кормоцеху КОРК-15-2.

#### **Бібліографія**

1. *Ревенко І.І., Брагінець М. В., Ребенко В.І.* *Машини та обладнання для тваринництва: Підручник.* — К.: Кондор, 2009. — С. 23-40.
2. *Ревенко І.І.* *Машини та обладнання для тваринництва: посібник практикум / І.І. Ревенко, М. В. Брагінець, О. О. Заболотько [та ін.].* — К: Кондор, 2012. — С.142-150.
3. *Дусенов М. К.* *Устройство для очистки корнеклубнеплодов / М. К. Дусенов // Техника в сельском хозяйстве.* — 2011. — № 4. — С. 12-13.

4. Емельянов П. А. Расчёт параметров гибких упругих элементов в ориентирующих устройствах с учётом динамического изгиба / П. А. Емельянов // Механизация и электрификация в сельском хозяйстве. — 2005. — № 10. — С. 28-29.
5. Заика П. М. Избранные задачи земледельческой механики / П. М. Заика. — К.: Изд-во УСХА, 1992. — 512 с.
6. Василенко П. М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П. М. Василенко. — К.: Укр.акад. с-х. наук, 1960. — 283 с.
7. Карпов В. В. Форма рабочих элементов гофродискового очистителя кормовых корнеплодов / В. В. Карпов // Матеріали ІХ-ї Міжнародної науково-практичної конференції. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. — Кіровоград: КНТУ, 2013. — Вип. № 1. — С. 151-153.
8. Пат. 76128 Україна, МПК А01D33/08(2006.01). Гофрощітковий очисник коренебульбоплодів / Карпов В. В.; заявник і власник «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». — № у 201206787; заявл. 05.06.12; опубл. 25.12.12, Бюл. № 24.

*Обосновано усвершенствование щеточных устройств для сухой очистки кормовых корнеплодов при подготовке их к скармливанию сельскохозяйственным животным. Определена область использования и разработана конструкция гофрощеточного очистителя и его рабочих органов. Приведен расчет некоторых параметров режима работы и технико-экономическая характеристика нового устройства.*

**Ключевые слова:** щеточные устройства, корнеплод, гофрощеточный очиститель кормовых корнеплодов.

*The improvement of brush devices is reasonable for the dry cleaning of forage root crops at preparation of them to feeding an agricultural animal. The area of the use is certain and the construction of corrugated purifier and his working organs is worked out. A calculation over of some regime parameters and economic description of new device are brought.*

**Key words:** brush devices, root crop, corrugated purifier of root crops.